

PANEL USAGES ELECTRODOMESTIQUES – Consommations électrodomestiques françaises basées sur des mesures collectées en continu dans 100 logements

Données actualisées
annuellement

Mars
2021

REMERCIEMENTS

Thérèse KRETITZ (ADEME)
Pierre GOUTIERRE (RTE)

CITATION DE CE RAPPORT

Muriel DUPRET, Jean-Paul ZIMMERMANN, Nicolas ANDREAU, Mickael GUERNEVEL **Enertech**.
Panel usages électrodomestiques – Consommations électrodomestiques françaises basées sur des mesures collectées en continu dans 100 logements. Rapport 230 pages

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://bibliothèque.ademe.fr/>

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1804C0040

Étude réalisée par Muriel DUPRET, Jean-Paul ZIMMERMANN, Nicolas ANDREAU, Mickael GUERNEVEL pour ce projet cofinancé par l'ADEME et RTE

Appel à projet de recherche : BATRESP 2017

Coordination technique - ADEME : KRETITZ Thérèse
Direction/Service : Bâtiment

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	12
ABSTRACT	13
1. PRESENTATION GENERALE DU PROJET PANEL ELECDOM	14
1.1. Introduction.....	14
1.2. Equipe projet.....	21
1.3. Description de la méthodologie générale	23
1.3.1. Système de mesure.....	23
1.3.2. Sélection des participants.....	24
1.3.3. Organisation du projet.....	25
1.3.3.1. Recrutement.....	25
1.3.3.2. Instrumentation des logements.....	26
1.3.3.3. Suivi régulier des données remontées.....	26
1.3.4. Traitement informatique des données collectées	28
1.3.5. Traitement annuel des données.....	28
1.3.5.1. Informations collectées sur site lors de l'instrumentation.....	28
1.3.5.2. Mesures	29
1.3.5.3. Détermination des caractéristiques des cycles de fonctionnement.....	29
1.3.5.4. Génération des courbes de saisonnalité.....	30
1.3.5.5. Génération des courbes de charge journalière	30
1.3.6. Questionnaire usagers	30
1.4. Période de suivi.....	30
1.5. Définitions, conventions et références des campagnes de mesures antérieures.....	30
1.6. Représentativité et caractérisation sociologique de l'échantillon.....	31
2. CONSOMMATION GLOBALE ET COURBE DE CHARGE	34
2.1. Consommations annuelles.....	34
2.1.1. Consommation tous usages.....	34
2.1.2. Consommation d'électricité spécifique	34
2.1.3. Consommation d'électricité en fonction du nombre de personnes.....	34
2.1.4. Consommation d'électricité en fonction de la typologie familiale	35
2.1.5. Consommation d'électricité en fonction de la surface du logement.....	35
2.1.6. Consommation d'électricité en fonction du type de logement	36
2.1.7. Consommation d'électricité en fonction du revenu	36
2.2. Répartition de la consommation entre les différents usages	37
2.3. Saisonnalité	41
2.4. Courbe de charge.....	42
3. APPAREILS DE FROID	45
3.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau	45
3.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation	45
3.3. Définition.....	45
3.3.1. Types d'appareils.....	45
3.3.2. Classes climatiques	46

3.4. Description de l'échantillon.....	47
3.5. Réfrigérateurs.....	47
3.5.1. Caractéristique de l'échantillon	47
3.5.1.1. Types d'équipement.....	47
3.5.1.2. Volume	47
3.5.1.3. Age.....	48
3.5.1.4. Classe énergétique	49
3.5.1.5. Classe tropicale.....	49
3.5.2. Consommations annuelles	50
3.5.3. Evolution de la consommation sur plusieurs années	50
3.5.4. Saisonnalité.....	51
3.5.5. Courbe de charge.....	52
3.6. Réfrigérateurs.....	53
3.6.1. Caractéristique de l'échantillon	53
3.6.1.1. Types d'équipement.....	53
3.6.1.2. Volume	53
3.6.1.3. Age.....	53
3.6.1.4. Classe énergétique	54
3.6.1.5. Classe tropicale.....	55
3.6.2. Consommations annuelles	55
3.6.3. Evolution de la consommation sur plusieurs années	56
3.6.4. Saisonnalité.....	56
3.6.5. Courbe de charge.....	57
3.7. Congélateurs.....	58
3.7.1. Caractéristique de l'échantillon	58
3.7.1.1. Types d'équipement.....	58
3.7.1.2. Volume	58
3.7.1.3. Age.....	58
3.7.1.4. Classe énergétique	59
3.7.1.5. Classe tropicale.....	60
3.7.2. Consommations annuelles	60
3.7.3. Evolution de la consommation sur plusieurs années	61
3.7.4. Saisonnalité.....	62
3.7.5. Courbe de charge.....	62
3.8. Caves à vin.....	63
3.9. Chambres froides	63
3.10. Poste froid	64
3.10.1. Consommations annuelles.....	64
3.10.2. Consommation électrique des appareils de froid vue du réseau	64
3.10.3. Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	65
4. APPAREILS DE LAVAGE/SECHAGE.....	66
4.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau	66
4.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation	66
4.3. Description de l'échantillon.....	66
4.4. Lave-linges	67
4.4.1. Caractéristique de l'échantillon	67
4.4.1.1. Types d'équipement.....	67

4.4.1.2.	Capacité.....	67
4.4.1.3.	Age.....	67
4.4.1.4.	Classe énergétique.....	68
4.4.2.	Consommations annuelles.....	68
4.4.3.	Analyse des cycles.....	69
4.4.3.1.	Nombre de cycles annuels.....	69
4.4.3.2.	Consommation par cycle.....	70
4.4.3.3.	Durée des cycles.....	71
4.4.3.4.	Nature des cycles.....	71
4.4.4.	Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	74
4.4.5.	Saisonnalité.....	75
4.4.6.	Courbe de charge.....	75
4.5.	Lave-vaisselles.....	76
4.5.1.	Caractéristiques de l'échantillon.....	76
4.5.1.1.	Types d'équipement.....	76
4.5.1.2.	Age.....	76
4.5.1.3.	Classe énergétique.....	76
4.5.2.	Consommations annuelles.....	77
4.5.3.	Analyse des cycles.....	77
4.5.3.1.	Nombre de cycles annuels.....	77
4.5.3.2.	Consommation par cycle.....	78
4.5.3.3.	Durée des cycles.....	79
4.5.3.4.	Nature des cycles.....	79
4.5.4.	Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	80
4.5.5.	Saisonnalité.....	80
4.5.6.	Courbe de charge.....	81
4.6.	Sèche-linges.....	81
4.6.1.	Caractéristiques de l'échantillon.....	81
4.6.1.1.	Types d'équipement.....	81
4.6.1.2.	Capacité.....	81
4.6.1.3.	Age.....	82
4.6.1.4.	Classe énergétique.....	82
4.6.2.	Consommations annuelles.....	83
4.6.3.	Analyse des cycles.....	83
4.6.3.1.	Nombre de cycles annuels.....	83
4.6.3.2.	Consommation par cycle.....	84
4.6.3.3.	Durée des cycles.....	85
4.6.3.4.	Nature des cycles.....	85
4.6.4.	Saisonnalité.....	86
4.6.5.	Courbe de charge.....	86
5.	AUDIOVISUEL.....	87
5.1.	Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau.....	87
5.2.	Rappel de la stratégie d'instrumentation.....	87
5.3.	Description de l'échantillon.....	88
5.4.	Téléviseurs.....	88
5.4.1.	Généralités.....	89
5.4.1.1.	Technologies.....	89
5.4.1.2.	Smart TV.....	90

5.4.1.3.	Résolution.....	91
5.4.2.	Caractéristiques de l'échantillon.....	91
5.4.2.1.	Technologies.....	91
5.4.2.2.	Taille.....	92
5.4.2.3.	Age.....	92
5.4.2.4.	Classe énergétique.....	93
5.4.3.	Consommations annuelles.....	93
5.4.3.1.	Consommations unitaires.....	93
5.4.3.2.	Consommations en fonction de la technologie.....	94
5.4.3.3.	Consommations de veille.....	95
5.4.4.	Puissances appelées.....	96
5.4.4.1.	Puissance en fonction de la technologie et de la taille.....	96
5.4.4.2.	Puissance en fonction de la date d'achat.....	97
5.4.4.3.	Puissance en fonction de la résolution.....	97
5.4.4.4.	Comparaison de puissance entre téléviseurs standard et Smart.....	98
5.4.5.	Durées d'utilisation.....	98
5.4.6.	Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	101
5.4.7.	Courbe de charge.....	102
5.5.	Périphériques multimédias.....	102
5.5.1.	Box TV.....	102
5.5.1.1.	Types d'équipement.....	102
5.5.1.2.	Consommations annuelles.....	103
5.5.1.3.	Durées d'utilisation.....	104
5.5.1.4.	Puissances appelées.....	105
5.5.1.5.	Courbe de charge.....	107
5.5.2.	Console de jeux.....	107
5.5.2.1.	Types d'équipement.....	107
5.5.2.2.	Consommations annuelles.....	108
5.5.2.3.	Durées de fonctionnement.....	109
5.5.2.4.	Puissances appelées.....	110
5.5.2.5.	Courbe de charge.....	110
5.5.3.	Autres périphériques multimédias.....	111
5.6.	Périphériques audios des téléviseurs.....	112
5.6.1.	Types d'équipement.....	112
5.6.2.	Consommations annuelles.....	112
5.7.	Audio.....	113
5.7.1.	Chaîne Hifi.....	113
5.7.1.1.	Types d'équipement.....	113
5.7.1.2.	Consommations annuelles.....	113
5.7.2.	Enceintes.....	114
5.8.	Poste audiovisuel.....	114
5.8.1.	Consommations annuelles.....	115
5.8.2.	Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	115
5.8.3.	Saisonnalité.....	116
5.8.4.	Courbe de charge.....	116
6.	INFORMATIQUE.....	118

6.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau	118
6.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation	118
6.3. Description de l'échantillon.....	118
6.4. Internet / Réseau	119
6.4.1. Box Internet	120
6.4.1.1. Types d'équipement.....	120
6.4.1.2. Consommations annuelles	121
6.4.1.3. Durées de fonctionnement.....	122
6.4.1.4. Puissances appelées.....	123
6.4.2. Autres périphériques Internet/Réseau	125
6.5. Ordinateurs	126
6.5.1. Types d'équipement.....	126
6.5.2. Pratiques des ménages concernant les ordinateurs.....	127
6.5.2.1. Usage des ordinateurs.....	127
6.5.2.2. Mise en veille des ordinateurs	128
6.5.3. Ordinateurs portables.....	128
6.5.3.1. Age.....	128
6.5.3.2. Consommations annuelles	129
6.5.3.3. Durée d'utilisation.....	129
6.5.3.4. Puissance	130
6.5.4. Ordinateurs fixes.....	131
6.5.4.1. Types d'équipement.....	131
6.5.4.2. Caractéristiques des écrans suivis.....	132
6.5.4.3. Caractéristiques des unités centrales.....	133
6.5.4.4. Consommations annuelles	133
6.5.4.5. Puissances appelées	134
6.5.4.6. Durée de fonctionnement.....	134
6.5.5. Appareils mobiles (smartphone et tablette).....	135
6.5.5.1. Pratiques des ménages concernant les appareils mobiles	135
6.5.5.2. Consommations annuelles	136
6.6. Périphériques informatiques/bureautique.....	137
6.6.1. Imprimantes / Imprimantes multifonctions.....	137
6.6.2. Autres périphériques	138
6.7. Poste informatique/bureautique.....	139
6.7.1. Consommations annuelles	139
6.7.2. Saisonnalité.....	140
6.7.3. Courbe de charge.....	140
7. ECLAIRAGE.....	141
7.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau	141
7.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation	141
7.3. Description de l'échantillon.....	141
7.3.1. Nombre de luminaires par logement.....	141
7.3.2. Nombre de sources lumineuses par type.....	142
7.3.3. Nombre de sources lumineuses par type de pièce	143
7.4. Etude de la puissance installée.....	144

7.4.1. Puissance totale installée.....	144
7.4.2. Puissance installée par m ² _{SHAB}	144
7.4.3. Puissance installée par type de source lumineuse.....	144
7.4.4. Puissance installée par type de pièce.....	145
7.5. Consommations annualisées d'éclairage.....	146
7.5.1. Consommation annualisée par logement.....	146
7.5.2. Consommation annualisée par m ² _{SHAB}	146
7.6. Saisonnalité.....	147
7.7. Courbe de charge horaire moyenne.....	147
8. APPAREILS DE CUISINE.....	148
8.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau.....	148
8.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation.....	148
8.3. Pratiques des ménages concernant la cuisine.....	148
8.4. Description de l'échantillon.....	149
8.5. Cuisinières électriques.....	150
8.5.1. Caractéristiques de l'échantillon.....	151
8.5.1.1. Types d'équipement.....	151
8.5.1.2. Age.....	151
8.5.2. Consommations annuelles.....	152
8.5.3. Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	152
8.5.4. Saisonnalité.....	153
8.5.5. Courbe de charge horaire.....	153
8.6. Plaques de cuisson.....	154
8.6.1. Caractéristiques de l'échantillon.....	154
8.6.1.1. Types d'équipement.....	154
8.6.1.2. Age.....	155
8.6.2. Consommations annuelles.....	155
8.6.3. Analyse des cycles.....	156
8.6.3.1. Nombre de cycles annuels.....	156
8.6.3.2. Consommation par cycle.....	156
8.6.4. Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	157
8.6.5. Saisonnalité.....	159
8.6.6. Courbe de charge horaire.....	159
8.7. Fours encastrables électriques.....	160
8.7.1. Caractéristiques de l'échantillon.....	160
8.7.1.1. Volume.....	160
8.7.1.2. Age.....	161
8.7.2. Pratiques des ménages concernant le four.....	161
8.7.3. Consommations annuelles.....	162
8.7.4. Analyse des cycles.....	162
8.7.4.1. Nombre de cycles annuels.....	162
8.7.4.2. Consommation par cycle.....	163
8.7.4.3. Durée des cycles.....	163
8.7.5. Evolution de la consommation sur plusieurs années.....	164
8.7.6. Saisonnalité.....	165
8.7.7. Courbe de charge horaire.....	165

8.8. Minifours posables.....	166
8.8.1. Caractéristiques de l'échantillon.....	166
8.8.1.1. Volume	166
8.8.1.2. Age.....	166
8.8.2. Consommations annuelles.....	167
8.9. Fours micro-ondes.....	167
8.9.1. Caractéristiques de l'échantillon.....	167
8.9.1.1. Age.....	168
8.9.2. Consommations annuelles.....	168
8.9.3. Evolution de la consommation sur plusieurs années	168
8.9.4. Saisonnalité.....	169
8.9.5. Courbe de charge horaire.....	169
8.10. Multicuiseurs.....	170
8.10.1. Caractéristiques de l'échantillon.....	170
8.10.2. Age.....	171
8.10.3. Consommations annuelles.....	171
8.11. Autres appareils de cuisine.....	172
8.11.1. Hottes aspirantes.....	172
8.11.2. Petit déjeuner.....	173
8.11.3. Préparation culinaire	175
8.11.4. Cuisson conviviale.....	175
8.12. Poste cuisine.....	176
8.12.1. Consommations annuelles.....	176
8.12.2. Consommation électrique des appareils de cuisson vue du réseau.....	177
9. CHAUFFAGE ELECTRIQUE	178
9.1. Rappel de la part de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau	178
9.2. Rappel sur la stratégie d'instrumentation.....	178
9.3. Description de l'échantillon.....	180
9.4. Répartition des consommations	181
9.5. Consommations des logements chauffés en tout électrique.....	183
9.6. Consommations des logements dont le chauffage électrique est un appoint.....	185
9.6.1. Logements avec appoint électrique fixe	185
9.6.2. Logements avec appoint électrique mobile.....	185
9.7. Températures ambiantes des logements en hiver.....	186
9.8. Saisonnalité.....	186
9.9. Courbe de charge.....	187
9.9.1. Courbe de charge horaire moyenne, vue du réseau.....	187
9.9.2. Courbe de charge horaire moyenne en fonction du mode de chauffage	187
10. EAU CHAUDE SANITAIRE ELECTRIQUE.....	189
10.1. Rappel de la part de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau	189
10.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation	189
10.3. Description de l'échantillon	190
10.3.1. Dates des installations.....	191

10.3.2.	Capacités de stockage.....	191
10.3.3.	Plages horaires de fonctionnement.....	192
10.4.	Consommations annuelles.....	193
10.5.	Saisonnalité.....	195
10.6.	Courbe de charge.....	195
10.7.	Focus sur l'influence du volume de stockage.....	197
10.8.	Focus sur l'appoint des chauffe-eaux thermodynamiques.....	197

11. CLIMATISATION, RAFFRAICHISSEMENT ET DESHUMIDIFICATION . 199

11.1.	Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau 199	
11.2.	Rappel de la stratégie d'instrumentation.....	199
11.3.	Description de l'échantillon.....	199
11.4.	Systèmes de climatisation fixes.....	200
11.4.1.	Types d'équipement.....	200
11.4.2.	Consommations.....	200
11.4.3.	Saisonnalité.....	202
11.4.4.	Courbe de charge.....	202
11.5.	Appareils mobiles.....	203
11.5.1.	Climatiseurs mobiles.....	203
11.5.2.	Raffraichisseurs mobiles.....	204
11.5.3.	Ventilateurs sur prise.....	205
11.6.	Déshumidificateurs.....	206

12. AUXILIAIRES ET VENTILATION.....207

12.1.	Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau 207	
12.2.	Rappel de la stratégie d'instrumentation.....	207
12.3.	Description de l'échantillon.....	207
12.4.	Ventilation.....	208
12.4.1.	Caractéristiques de l'échantillon.....	208
12.4.2.	Consommations annuelles.....	208
12.4.3.	Puissances.....	209
12.4.4.	Durées de fonctionnement.....	210
12.4.5.	Saisonnalité.....	210
12.4.6.	Courbe de charge.....	211
12.5.	Chaudières.....	211
12.5.1.	Caractéristiques de l'échantillon.....	211
12.5.2.	Consommations annuelles.....	212
12.5.3.	Saisonnalité.....	213
12.5.4.	Courbe de charge.....	214
12.6.	Poêles granulés/pétrole.....	215
12.7.	Ventilation de cheminée.....	215

13. APPAREILS DIVERS..... 216

13.1.	Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau	216
13.2.	Rappel de la stratégie d'instrumentation	216
13.3.	Extérieur.....	217
13.3.1.	Piscines.....	217
13.3.2.	Pompes diverses.....	218
13.3.3.	Tondeuses électriques	219
13.4.	Entretien et hygiène.....	219
13.4.1.	Appareils de nettoyage des sols.....	220
13.4.2.	Appareils de repassage	222
13.5.	Mobilité électrique.....	223
13.6.	Autres.....	224
13.6.1.	Sécurité.....	224
13.6.2.	Santé.....	225
13.6.3.	Loisirs / Bricolage / Bien-être	225
14.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	227
	INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES.....	230
	SIGLES ET ACRONYMES	230

RÉSUMÉ

L'objectif général du projet PANEL ELECDOM, financé par l'ADEME et RTE, est d'améliorer les connaissances relatives à la consommation d'électricité du secteur résidentiel qui, avec 33% de la consommation électrique française en 2017, est le secteur le plus consommateur. Cette étude porte plus particulièrement sur les usages spécifiques de l'électricité.

L'intention est de mettre à disposition des acteurs concernés des données fiables sur les consommations électrodomestiques en France, actualisées annuellement.

Basé sur des informations collectées sur le terrain, ce dispositif de recherche unique en France a vocation à perdurer dans le but d'évaluer de manière dynamique l'impact des évolutions sociétales et des modes de consommation (produits, comportements).

Un système communicant enregistre, au pas de temps de 10 minutes dans 100 logements représentatifs du parc français, la consommation d'électricité des appareils branchés sur les prises de courant et celles des départs électriques au tableau. Les données sont ensuite envoyées quotidiennement sur un serveur ftp. Chaque logement est équipé en moyenne de 24,8 points de mesures.

La présente analyse porte sur la première année de mesure (avril 2019-avril 2020) et couvre 80 appareils différents. Réalisé en parallèle de la pose de la métrologie, l'inventaire exhaustif des équipements de chaque logement a permis de collecter de nombreuses informations techniques sur les appareils en place. Enfin, un questionnaire visant à préciser le lien entre comportement et consommation a également été rempli en ligne par les participants en début de campagne de mesures.

ABSTRACT

The overall goal of the PANEL ELECDOM project, financed by the ADEME and RTE, is to improve knowledge of electricity consumption in the French residential sector. It is the biggest consumer in 2017 with 33% of the overall French electricity consumption. This study is more specifically aimed at the specific uses of electricity.

The goal is to provide stakeholders with reliable information and data about French household electricity consumption that is annually updated.

Based on information gathered directly in actual households, this unique researching device is intended to evaluate dynamically the impact of societal changes and consumption patterns (products, behaviour).

In each of the 100 households of the sample, a communicating system records every 10 minutes the electricity consumption of most appliances that are plugged into the electrical sockets and the one of the main outlets of the electrical panel. The data are sent daily to a FTP server. Every dwelling is equipped with approximately 25 measuring points.

This analysis covers the first year of data collection (April 2019 to April 2020) and includes 80 different appliances. Carried out at the same time as the sensors' installation, the inventory of all of the household equipment allowed for numerous technical information to be gathered. Lastly, an online questionnaire was sent to every participant at the very beginning of the campaign to establish the link between the attitudes and the consumption.

1. Présentation générale du projet Panel Elecdom

1.1. Introduction

Le secteur résidentiel, avec 33% de la consommation électrique française globale en 2017, est le secteur le plus consommateur (Figure 1-1). Sa consommation se stabilise depuis 2014. Cette tendance est d'ailleurs constatée dans la plupart des pays européens.

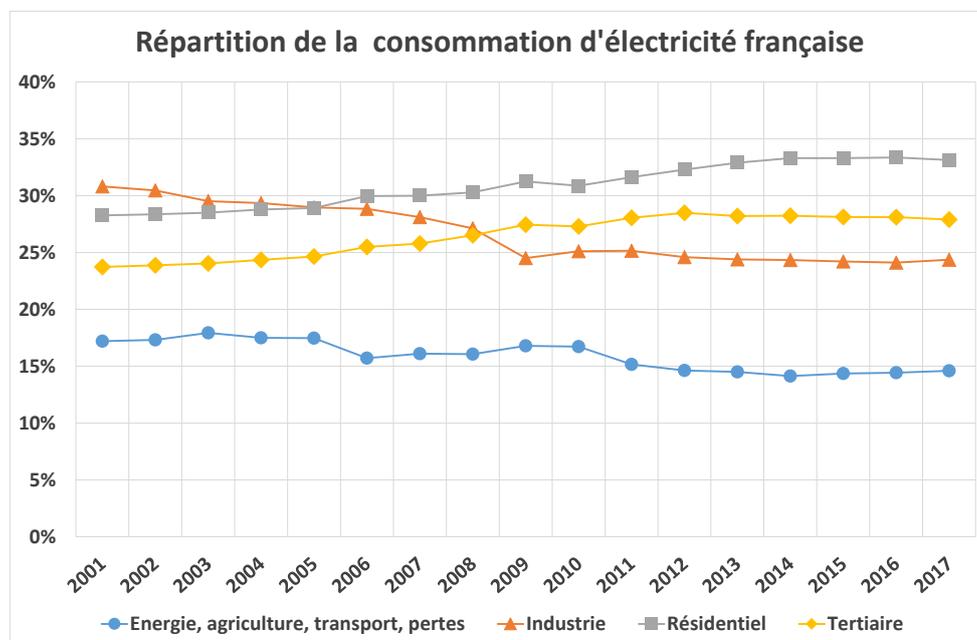


Figure 1-1 : Évolution de la répartition des principaux secteurs dans la consommation d'électricité (RTE, 2018).

En dépit de l'importante augmentation du prix de l'électricité (multiplication par un facteur 2 entre 1990 et 2018¹), le niveau de consommation d'électricité des Français reste élevé par rapport à ceux de la plupart des pays voisins. Hors chauffage, eau chaude et climatisation, un Français consomme environ 25 % d'électricité de plus qu'un Allemand pour le fonctionnement de ses appareils domestiques².

En France, un peu plus de la moitié de la consommation électrique du secteur résidentiel correspond aux usages électrodomestiques (Figure 1-2).

¹ Pour une consommation de 100 kWh en tarif bleu option base et une puissance de 6 kVA.

² Évaluation quantitative des facteurs explicatifs des moindres performances énergétiques de la France pour les usages spécifiques d'électricité par rapport au benchmark européen. SOWATT, ENERDATA, 2012.

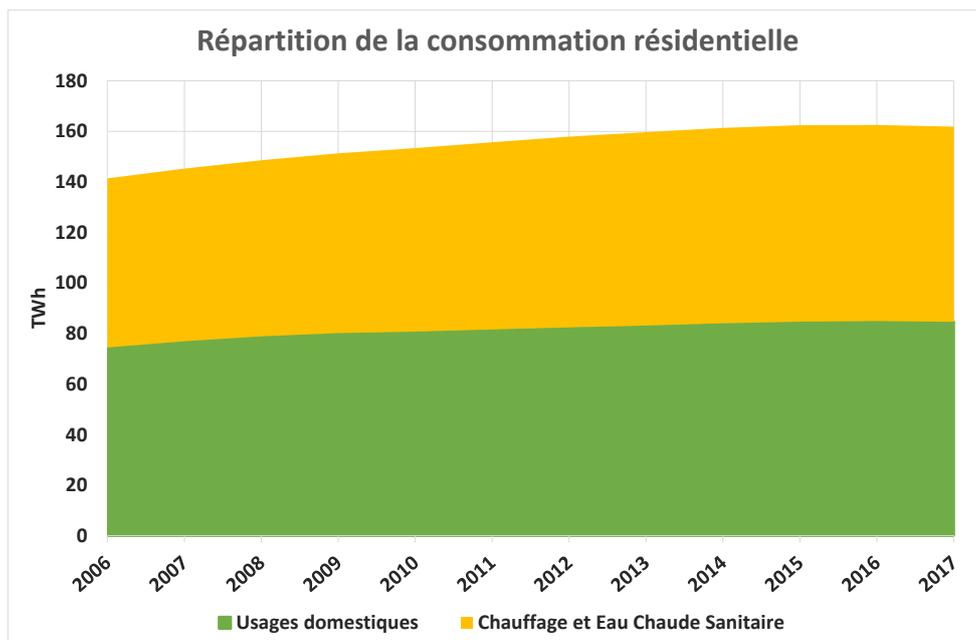


Figure 1-2 : Consommation d'électricité du secteur résidentiel (RTE, 2018).

La juxtaposition de tendances aux effets opposés explique la stabilisation observée ces dernières années. Ainsi, l'augmentation du nombre et de la taille des appareils électriques possédés par chaque foyer est contrecarrée par l'application de réglementations sur les produits et de dispositifs incitatifs sur les comportements. En parallèle, différentes évolutions aussi bien technologiques que dans les pratiques ont aussi un impact sur la consommation.

Une multiplication du nombre d'appareils

On observe, pour les principaux appareils électrodomestiques, une augmentation du taux d'équipement au cours des quinze dernières années (Figure 1-3). De plus, de façon générale, la taille des machines (par exemple les lave-linges, les téléviseurs) augmente. Par exemple la part des lave linges de capacité inférieure à 6kg est passée de 99% en 2004 à 45% en 2014³.

³ Energy efficiency of White Goods in Europe: monitoring the market with sales data. Bush Energie GmbH. 2015

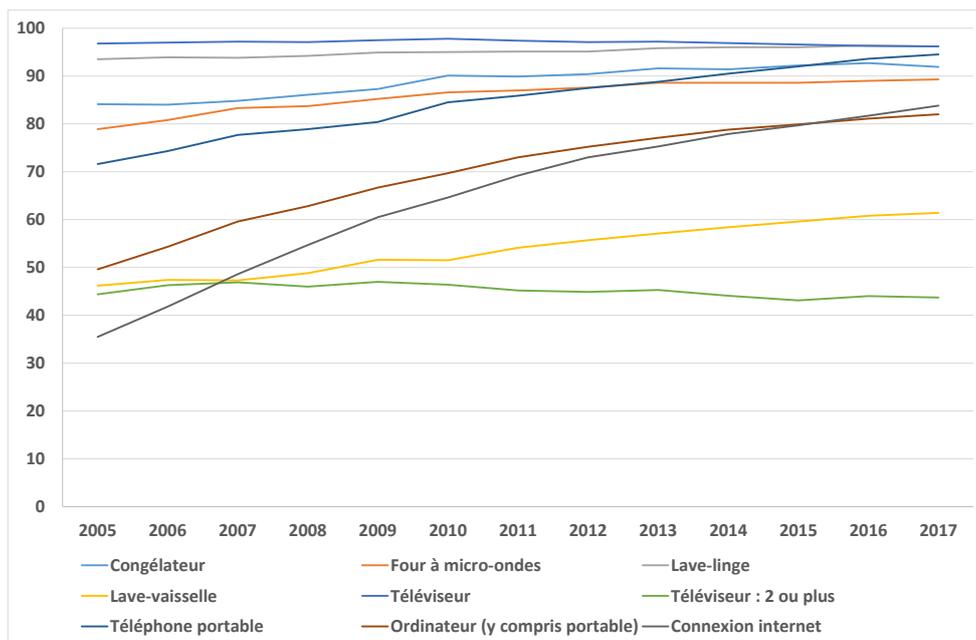


Figure 1-3 : Evolution du taux d'équipement des ménages pour différents appareils électrodomestiques (INSEE, 2018).

Dans le même temps, de nouveaux équipements consommateurs d'électricité font sans cesse leur apparition. On peut par exemple citer l'exemple des objets connectés qui sont apparus autour de 2010. On en dénombre déjà 50 milliards à travers le monde⁴ et près d'un tiers des moins de 18 ans en possèdent aujourd'hui au moins un (Figure 1-4).

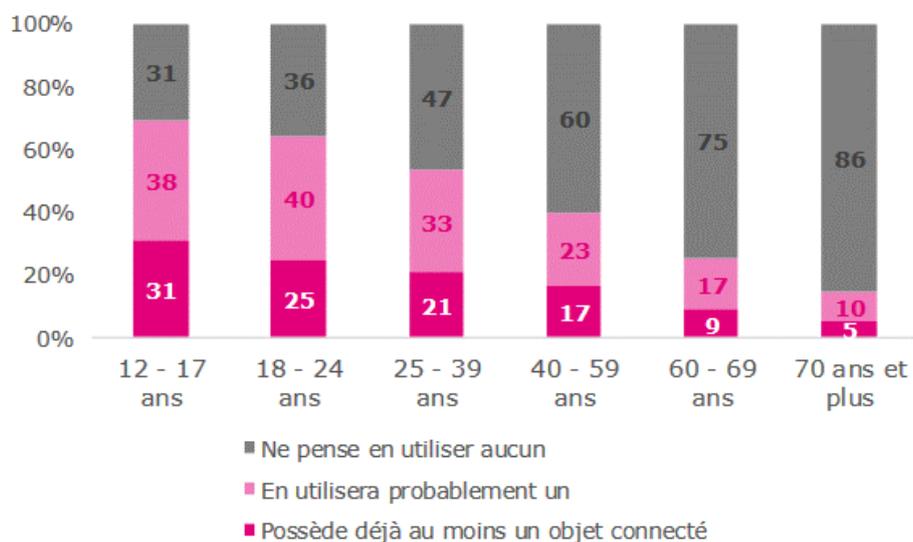


Figure 1-4 : Position de la population en 2019, vis-à-vis des objets connectés en fonction de l'âge (Baromètre du Numérique, 2019).

On a également vu se développer, au cours des dernières années, la mobilité électrique. Elle est très fortement encouragée par l'Etat pour lutter contre le changement climatique. Une étude prospective de RTE prévoit plus d'un million de véhicules électriques à l'horizon 2022-2023 (Figure 1-5) et ceux-ci pourraient représenter entre 20 et 40% du parc total en 2035.

⁴ <https://www.connect-object.com/histoire-des-objets-connectes/>

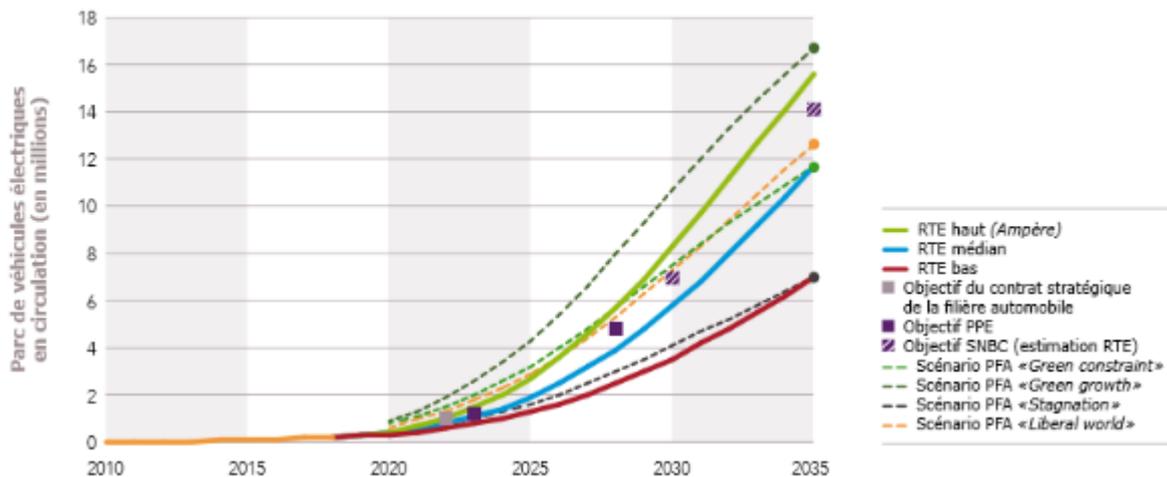


Figure 1-5 : Projection d'évolution du nombre de véhicules légers (véhicules particuliers et véhicules utilitaires légers) électriques en France, toutes technologies confondues : véhicules 100% électrique et véhicules hybrides rechargeables (RTE, 2019)⁵.

Des évolutions technologiques et comportementales

Simultanément, les pratiques évoluent ce qui a un impact sur les consommations. La Figure 1-6 illustre ce fait pour le lave-linge. Ainsi, la baisse de nombre de cycles observée peut s'expliquer par un changement d'habitude : les utilisateurs remplissent davantage leur lave-linge (la température des cycles tendant à s'uniformiser) et ils lavent plus de linge par cycle (la capacité des machines ayant augmenté). Mais cette tendance est peut-être déjà en train de s'inverser avec l'utilisation croissante de cycles courts plus fréquents pour « rafraîchir » le linge...

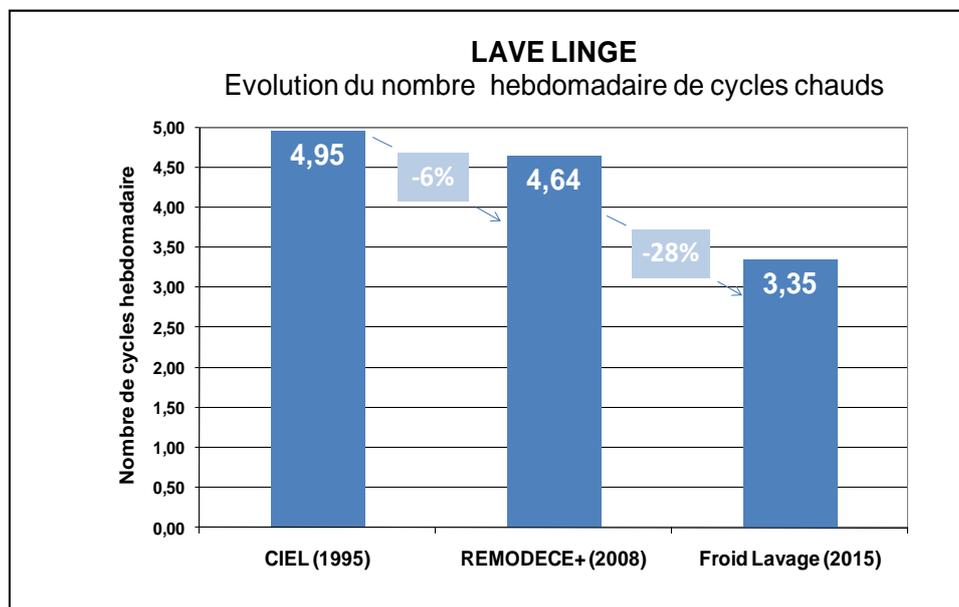


Figure 1-6 : Evolution des pratiques de lavage (nombre de cycles chauds hebdomadaire) (Enertech, 2015).

Par ailleurs, certaines évolutions technologiques entraînent des changements comportementaux. Par exemple, les téléviseurs sont devenus « intelligents ». Ce sont maintenant de véritables ordinateurs capables de stocker des fichiers, d'accéder à des contenus en ligne, de diffuser de la musique, de payer des achats et de répondre à la voix -avec l'ajout d'un assistant vocal (Figure 1-7). Cette évolution a un impact sur leur mode d'utilisation et donc possiblement sur leur consommation. Il en va de même pour les équipements qui proposent toujours davantage de modes d'utilisation, comme par exemple les

⁵<https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-06/electromobilitee%20synthese.pdf>

fonctions « eco » qui permettent certes de réduire la consommation d'énergie mais ne répondent pas toujours aux attentes des utilisateurs⁶.



Figure 1-7 : Illustration des multiples usages offerts par une télévision « smart ».

Des réglementations européennes et des dispositifs nationaux incitatifs

Dans le cadre de sa lutte contre le changement climatique, l'Union Européenne s'est engagée à améliorer son efficacité énergétique de 20 % d'ici 2020 et de 32,5 % à l'horizon 2030. L'un des principaux moyens pour atteindre ces objectifs consiste à accroître l'efficacité énergétique des produits. Pour y parvenir, la Commission Européenne établit des exigences minimales en matière d'efficacité énergétique et d'environnement pour les appareils ménagers et industriels (directives Ecodesign). De plus, elle impose l'étiquetage énergétique de certains produits afin de fournir aux consommateurs des informations à ce sujet, et ainsi les aider à prendre des décisions éclairées.

Au début des années 1990, la Commission a élaboré les premières exigences en matière de performance énergétique pour les dispositifs de chauffage et les réfrigérateurs, puis pour l'éclairage fluorescent en 1999. La première directive sur l'écoconception, adoptée en 2005, a élargi le champ des produits concernés. Puis la directive actuelle (Directive 2009/125/CE) a encore étendu cet éventail. Depuis 2015, l'ensemble des équipements de chauffage, ventilation et production d'eau chaude sanitaire s'est ajouté à la liste des produits concernés (Figure 1-8).

Le Conseil des Communautés européennes a adopté la première directive de l'Union Européenne sur l'étiquetage énergétique en 1992. Les premières étiquettes ont été introduites pour les réfrigérateurs en 1994, indiquant la classe d'efficacité énergétique de chaque modèle, sur une échelle de A à G.

En 2010, la Commission a introduit les classes énergétiques «A+», «A++», et «A+++» qu'elle a depuis supprimées sur les nouvelles étiquettes adoptées en 2019.

⁶ https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2015/7-appliances-product-policy-and-the-ict-supply-chain/dont-just-press-the-button-why-appliance-settings-increasingly-matter-for-efficiency-delivery-and-rulemaking/



Figure 1-8 : Produits concernés par l'écoconception et l'étiquetage énergétique (Source : d'après Cour des comptes européenne⁷).

La Commission Européenne estime que la politique d'écoconception et d'étiquetage énergétique contribue environ pour moitié à l'objectif d'efficacité énergétique fixé pour 2020⁸. Cependant cette évaluation ne s'appuie sur aucune vérification de terrain. Très peu d'études ont analysé les impacts concrets de la réglementation sur les consommations électriques des ménages. Sur le graphique de la Figure 1-9 sont comparées, pour les réfrigérateurs et réfrigérateurs, les consommations mesurées in situ (en France) aux consommations prévisionnelles (consommation moyenne du stock de réfrigérateurs/réfrigérateurs européens pour une année donnée selon l'étude préparatoire à la directive EuP⁹). La tendance actuelle, au moins pour la France, est supérieure aux attentes et souligne le besoin de retours du terrain pour aiguiller les évolutions réglementaires.

Cette évaluation paraît encore plus importante pour les produits soumis uniquement à des accords volontaires (comme par exemple les consoles de jeux ou les décodeurs) pour s'assurer que l'autorégulation est aussi efficace qu'une réglementation.

⁷ <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/eu-energy-labels-1-2020/fr/>

⁸ Communication de la Commission, plan de travail «Écoconception» 2016-2019, COM(2016) 773 final.

⁹ ISIS. Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (Tender TREN/D1/40-2005)- LOT 13: Domestic Refrigerators & Freezers. 2008.

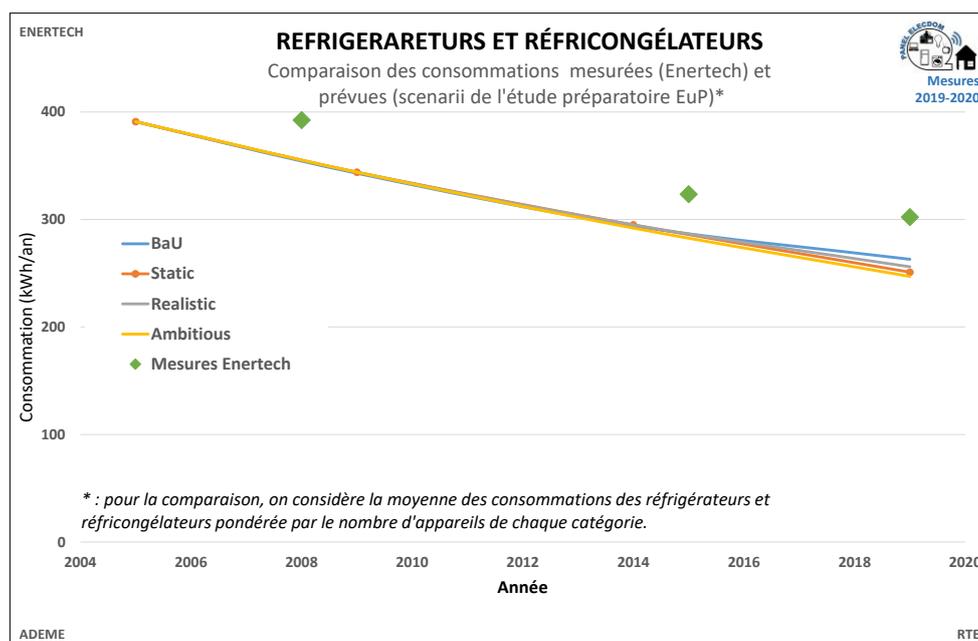


Figure 1-9 : Comparaison, pour les réfrigérateurs et réfrigérateurs, de la consommation mesurée et du prévisionnel (étude préparatoire à la Directive EuP).

Au niveau national, plusieurs programmes d'information (« faisons vite, ça chauffe », famille à énergie positive, coach carbone, conversation carbone etc.) ont été développés dans le but de maîtriser les consommations d'énergie. Faute de données récentes, les conseils diffusés (« écogestes ») se basent sur des analyses maintenant obsolètes. Le projet Panel Elecdom va permettre d'adapter le contenu des outils de communication et de sensibilisation en fonction des changements techniques (amélioration de l'efficacité énergétique, apparition de nouveaux produits) et comportementaux.

Le dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE) constitue l'un des principaux instruments actuels de la politique de maîtrise de la demande énergétique. Il a été créé en 2006 et repose sur une obligation de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie.

Une seule action concernant la Maîtrise de la Demande d'Electricité est réellement utilisée. Elle porte sur l'éclairage performant (fourniture d'ampoules leds de classe A+ avant octobre 2017 et de classe A++ au-delà de cette date). Elle prend la forme de dispositifs du type « MesAmpoulesGratuites.fr » qui, en fonction des revenus, permet de bénéficier d'une subvention qui peut couvrir jusqu'à 100% du prix d'un lot d'ampoules LED.

Pour pouvoir agir sur les consommations, il faut les connaître

Ce constat est partagé par de nombreux acteurs qui multiplient les scenarii prospectifs de l'évolution des consommations d'électricité (bilan prévisionnel RTE, scénario 2030-2050 ADEME, scénarios d'environnement Enedis 2035, scénario négaWatt). Ceux-ci sont indispensables dans un contexte de transition énergétique et dépendent de la qualité des connaissances portant sur les consommations électriques actuelles. Or, les hypothèses techniques concernant la demande d'électricité sont globalement consensuelles, mais leur quantification fait souvent débat. Ces incertitudes, liées bien-sûr à celle sur l'évolution future, permettent aux uns d'annoncer, à moyen terme, une hausse de la demande et aux autres de prévoir une stabilisation, voire une baisse.

On comprend donc que, du fait de l'apparition permanente de nouveaux appareils et des perpétuelles évolutions technologiques, réglementaires et comportementales, il est nécessaire d'observer en continu ce qui se passe sur le terrain pour savoir où se situent les enjeux et ainsi nourrir ces scenarii afin de (ré)orienter régulièrement les décisions politiques. La compréhension de la situation existante est une condition préalable à la conception des futurs leviers d'action.

Or, de récentes campagnes de mesures ont montré que la part couverte par les postes de consommation électrodomestique majeurs par le passé a beaucoup diminué au cours des vingt dernières années. Aujourd'hui, personne ne peut dire précisément comment se répartit la consommation d'électricité spécifique d'un foyer.

PANEL ELECDOM

Dans ce contexte, l'objectif général du projet Panel Elecdom, financé par l'ADEME et RTE, est de mettre à disposition des données fiables relatives aux consommations électrodomestiques en France, actualisées annuellement. Basé sur des données collectées dans 100 logements métropolitains représentatifs, il vise à évaluer de manière dynamique l'impact des évolutions sociétales et des modes de consommation (produits, comportements). Insistons sur le caractère exploratoire de la démarche qui vise à fournir des ordres de grandeur ou encore à donner une approximation fiable de la réalité actuelle. En effet, il est impossible de prétendre à une parfaite représentativité nationale avec un échantillon si restreint.

Ce dispositif de recherche unique en France a vocation à perdurer afin de réaliser une étude longitudinale, c'est à dire suivre dans le temps les mêmes foyers.

Dans le cadre du projet Panel Elecdom, différents résultats sont publiés annuellement. L'analyse des données collectées au cours de la première année de mesure est l'objet du présent rapport.

1.2. Equipe projet

ENERTECH

ENERTECH est un bureau d'études fluides engagé depuis 35 ans dans la transition énergétique. Issue du Cabinet Olivier Sidler, la SARL ENERTECH a été créée en 1998 pour en juin 2015, adopter le statut de SCOP dont la grande majorité des employés sont devenus actionnaires.

Son expertise : les campagnes de mesure, l'innovation et une longue pratique de terrain (maîtrise d'œuvre, assistance à maîtrise d'ouvrage, campagnes de mesures, etc.).

ENERTECH dispose des plus grosses bases de données du monde sur les mesures d'énergie dans les bâtiments. Le bureau d'études possède plus de 15.000 mesureurs et intervient sur des campagnes très lourdes qui permettent de comprendre comment marchent réellement les équipements, ce qui aide à mieux les concevoir et facilite leur mise au point.

L'équipe a participé à de nombreux projets de recherche européens portant sur la mesure des appareils électroménagers (CIEL, Ecodrôme, ECUEL, EURECO, REMODECE) et ce, depuis l'apparition des premières réglementations sur ces équipements.

Son savoir-faire est reconnu internationalement. Elle a remporté plusieurs appels d'offres internationaux qui ont notamment contribué à établir les valeurs nationales de référence des usages électrodomestiques de la Suède, de la Grande Bretagne ou encore du Nigéria.

Enfin à l'échelle française, ENERTECH réalise régulièrement des suivis instrumentés tous usages (électrique, thermique, confort, qualité de l'air) sur tous types de bâtiments (tertiaire, résidentiel, agricole), essentiellement pour le compte de l'ADEME. Le bureau d'études a également conduit plusieurs programmes de collecte de données pour EDF avant l'ouverture du marché de l'électricité à la concurrence.

En parallèle il conçoit, rénove et met au point des bâtiments collectifs et tertiaires à faibles charges d'exploitation et faible impact environnemental.

L'équipe d'ENERTECH est constituée de praticiens de l'énergie pragmatiques, ancrés dans le terrain et les retours d'expérience qu'ils réinjectent en permanence dans de nouvelles missions. Sa force est la polyvalence : du chantier à la recherche et à l'élaboration de solutions nouvelles. Son moteur : la conviction, la détermination et le travail.

Dans le projet, l'Equipe d'Enertech a préparé et posé le matériel de mesures. Elle a assuré le suivi quotidien de la remontée des données et a assuré la maintenance du système de mesure. Enfin, elle a travaillé sur le traitement des données.

Muriel DUPRET

Ingénieur en énergétique de l'INSA de Lyon, elle a travaillé pendant 16 ans en tant que responsable de l'équipe « Mesures » du bureau d'études ENERTECH. Elle est maintenant Ingénieur Conseil Indépendant.

Dans le projet, elle a coordonné l'équipe pour Enertech, en relation directe avec les financeurs et les sous-traitants. Elle a également participé à la pose des appareils de mesures, au suivi qualité des données et a encadré leur analyse.

Bruno MARESCA

Spécialiste des enquêtes quantitatives et de l'évaluation, il a dirigé pendant vingt ans le département Évaluation des politiques publiques du Credoc. Il a assuré à Sciences Po Paris, dans le master Stratégie territoriale et urbaine, un enseignement sur "Mode de vie, territoires et politiques publiques". Il a réalisé de nombreuses études sur les pratiques dans le domaine des consommations énergétiques.

Dans le projet, il a défini la méthodologie de recrutement des participants et a contrôlé la représentativité statistique. Il a également rédigé et analysé le volet comportemental du questionnaire.

MIS

MIS, société d'étude, gère un ensemble de 500 000 panélistes en France, grâce à 30 sites Internet propriétaires. Cela lui permet de constituer des échantillons adaptés aux besoins de ses clients.

Dans le projet, MIS a assuré le recrutement des participants selon la méthodologie définie par l'équipe projet. Elle s'est également chargée de l'administration du questionnaire en ligne.

1.3. Description de la méthodologie générale

NB : Les informations données dans ce paragraphe ont déjà été fournies dans les différents livrables rendus en début de projet.

Système de mesure

Le jalon n°1 (02/05/19) décrit en détails la métrologie et les équipements suivis dans chaque logement. Les appareils de mesure utilisés sont :

- Des wattmètres Multivoies Omégawatt dans le tableau électrique. Mesures de la tension (mono ou tri), l'énergie active et l'énergie réactive (Figure 1-10),



Figure 1-10 : Photographie du système de mesure Multivoies/tableau électrique –tableau ouvert (gauche) et tableau fermé (droite).

- Des wattmètres Lora sur prises de courant : Mesure de l'énergie active, l'énergie apparente, la tension Urms et le courant Irms (Figure 1-11).



Figure 1-11 : Photographie d'un wattmètre communicant sur prise de courant.

- Des enregistreurs de température et d'hygrométrie Lora.

Un **concentrateur de données** (« Multicom ») est installé à proximité du tableau électrique dans chaque logement pour :

- Collecter toutes les 10 minutes les données de l'ensemble des capteurs via protocole radio. Les mesures effectuées directement dans le tableau électrique sont remontées en filaire.
- Envoyer quotidiennement en GPRS vers un **serveur ftp** distant l'ensemble des données.

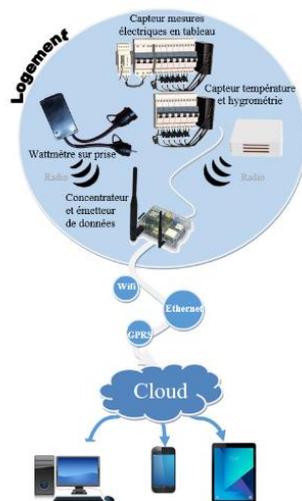


Figure 1-12 : Schématisation de l'infrastructure mesure mise en œuvre

Il a été installé, en moyenne par logement :

- 14,7 Wattmètres série (usages suivis directement sur prise) – *minimum* : 6 / *maximum* : 25,
- 10,1 voies de mesure Multivoies (départ du tableau électrique) – *minimum* : 6 / *maximum* : 24.

Cela représente donc en moyenne 24,8 points de mesures par logement.

Sélection des participants

Le livrable n°1 (20/09/2018) est dédié à la méthodologie de sélection du Panel et le livrable n°3 (02/05/19) aux caractéristiques des foyers participant et de leur logement. Les principaux éléments sont repris dans les paragraphes suivants.

Le principe général de sélection de l'échantillon retenu est un tirage aléatoire sur un groupe suffisamment large de contacts actifs mis à disposition par la société MIS (500 000 panélistes en France). Il est fondé sur une approche en deux temps :

1. Application de **critères de présélection** permettant de délimiter les zones de recrutement des participants. Ces critères de présélection ont un double objectif :
 - o Satisfaire aux contraintes préalables du projet (faciliter la mise en œuvre de l'instrumentation, gisement suffisant de panélistes),
 - o Opérer un premier tri qui permette d'orienter le processus aléatoire vers une représentativité acceptable de l'échantillon final, malgré sa petite taille (100 logements).
2. Application de **critères de vérification**. A chaque phase de tirage aléatoire la représentativité sociodémographique de l'échantillon a été vérifiée (critères de validation : proportion habitat collectif / habitat individuel, taille des ménages, niveau de revenu).

Les critères de présélection suivants ont été fixés :

- Critère géographique : les logements sont sélectionnés dans une dizaine de périmètres d'une centaine de kilomètres de diamètre maximum, qui couvrent l'ensemble du territoire métropolitain.
- Critère de structures résidentielles : il différencie trois grands types d'habitat : les zones urbaines (habitat collectif), les zones périurbaines (habitat pavillonnaire) et les zones rurales (habitat dispersé).
- Critère du niveau de ressource moyen des populations résidentes : il rend compte de la distribution inégale des revenus sur le territoire hexagonal. On distingue : des territoires à revenus élevés (revenu médian par unité de consommation > 22 000€), des territoires à revenus moyens (revenu médian par unité de consommation # 20 000€), des territoires à revenus modestes (revenu médian par unité de consommation < 18 000€).

La combinaison de ces 3 critères a permis de définir 10 zones distinctes (Figure 1-13). Deux sites se trouvent éclatés en 2 localisations : Paris + Lyon, Aix-en-Provence + Nyons.



Figure 1-13 : Répartition des localisations pour le recrutement des participants (12 localisations pour les 10 sites retenus).

Organisation du projet

Recrutement

Le tableau ci-dessous décrit le principe général de recrutement :

N°	Etape
1	Choix des 10 sites sur la base des critères de présélection Bruno Maresca (BM) et MIS définissent des périmètres de recrutement sur la base des critères établis et du potentiel de candidats (nombre total de panélistes disponibles dans les zones prédéfinies).
2	Développement des outils de recrutement (screener et questionnaire de pré-sélection) Enertech et BM mettent au point ces documents, en tenant compte des conseils de MIS sur les pratiques en matière de recrutement.
3	Validation des sites et des documents de pré-sélection par les financeurs
4	Passage du screener et pré-sélection de 500 répondants MIS propose 500 contacts, tirés au sort parmi les répondants et adresse un fichier présentant les caractéristiques des 500 retenus. BM analyse la représentativité de ces 500 par rapport à la structure nationale (validation des critères de vérification et élimination des cas trop particuliers).
5	Tirage au sort de 120 participants Pour chaque site, MIS tire au sort aléatoirement 12 participants parmi les 50 possibles. MIS adresse un fichier présentant les caractéristiques des 120 retenus et BM analyse leur représentativité par rapport à la structure nationale (validation des critères de vérification).
6	Recueil des 120 accords MIS appelle les 120 contacts, vérifie la faisabilité et remplace d'éventuelles défaillances. MIS précise à chaque participant la date approximative de pose des appareils de mesures par Enertech.
7	Prise de rendez-vous d'instrumentation Enertech reprend contact avec chaque participant pour fixer la date et l'heure de rendez-vous. <i>Cette opération a lieu environ 2 semaines avant l'intervention sur site.</i>
8	Envoi du questionnaire technique et comportemental Une fois le rendez-vous fixé, MIS envoie à chaque participant le questionnaire technique et comportemental.

Tableau 1-1 : Tableau de description du principe de recrutement.

Instrumentation des logements

La pose des enregistreurs a été organisée par session d'une semaine par zone. Il a fallu en moyenne une demi-journée à deux personnes pour instrumenter un logement. La procédure opérationnelle appliquée est décrite ci-après.

N°	Etape
1	Inventaire exhaustif des équipements du logement Les 2 techniciens en charge de la pose des enregistreurs, avec l'aide du participant, entrent dans la feuille d'instrumentation (logiciel développé dans le cadre du projet) la liste des différents équipements électriques en présence ainsi que leurs caractéristiques techniques <ul style="list-style-type: none"> ➤ Une liste des appareils à instrumenter (respectant les niveaux de priorité) est établie automatiquement
2	Pose du thermo-hygromètre dans le séjour
3	Pose des Wattmètres Séries sur les appareils Les Wattmètres séries sont branchés entre les équipements à suivre et les prises.
4	Pose des Multivoies dans le tableau électrique Le général électrique du logement et les différents départs électriques à suivre sont instrumentés.
5	Contrôle du plan d'instrumentation <ul style="list-style-type: none"> ➤ Validation, à l'aide de la feuille d'instrumentation automatisée, du suivi de l'ensemble des usages prioritaires. ➤ Correction éventuelle.
6	Validation de la communication <ul style="list-style-type: none"> ➤ Entre capteurs sans fil (capteurs sur prise et thermomètre) et le concentrateur de données ➤ Entre concentrateur de données et le serveur FTP (test du signal GPRS). Forçage d'un envoi de données et vérification que le fichier arrive bien sur le serveur dédié.
7	Remise du premier bon cadeau Les participants reçoivent un second bon cadeau 6 mois plus tard.

Tableau 1-2 : Procédure opérationnelle d'instrumentation.

Les instrumentations ont été réalisées entre le 12 novembre 2018 et le 27 mars 2019 (à l'exception d'un logement instrumenté en juillet 2019 suite à un premier déménagement). Le Tableau 1-3 indique le calendrier par zone. Les caractéristiques des 101 logements sont données en annexe 2 et les dates de début/fin de campagne de mesure en annexe 3.

Zon e	Zone centrée sur	Période d'instrumentation
1	Roubaix	15/12/18 – 18/12/18
2	Guingamp	07/01/19 – 11/01/19
3	Paris/Lyon	10/12/19 – 19/12/19
4	Rambouillet	03/12/19 – 07/12/19
5	Nancy	26/11/18 – 29/11/19
6	Besançon	14/01/19 – 18/01/19
7	Limoges	11/02/19 – 15/02/19
8	Chambéry	12/11/19 – 16/11/19
9	Nyons/Aix en Provence	21/11/19 – 27/03/19
10	Toulouse	21/01/19 – 25/01/19

Tableau 1-3 : Date d'instrumentation des différentes zones.

Du fait de problèmes non anticipés liés au réseau GPRS (signal trop faible), il a été nécessaire de retourner dans une quarantaine de logements pour modifier l'infrastructure de mesures et ainsi améliorer la qualité de transmission des données.

Suivi régulier des données remontées

Les données sont envoyées quotidiennement par le « Multicom » sur le serveur ftp distant. Des vérifications automatiques quotidiennes de la bonne disponibilité des fichiers sur la plateforme Web ainsi que des vérifications détaillées de leur contenu sont effectuées :

- 1- Vérification que la dernière donnée transmise date de moins de 24 h.
- 2- Vérification qu'aucun module Multivoies n'est à 0 au cours des 12 dernières heures transmises.

- 3- Vérification de l'adresse courante d'utilisation de la mémoire (détection d'une éventuelle incompatibilité matérielle).
- 4- Vérification de l'horodatage.
- 5- Vérification de la transmission de données non nulle sur un ensemble de voies de mesures (présentant normalement des consommations) pendant une durée adaptée à l'usage vérifié.
- 6- Détection de l'ensemble des microcoupures électriques subies par le matériel. Cette vérification est utilisée pour expliquer éventuellement un dysfonctionnement en cas de problème détecté par les contrôles précédents.

En cas de problème sur un de ces critères, une alarme (via messagerie électronique) prévient immédiatement la personne en charge du suivi ce qui permet de rétablir la collecte dans des délais très brefs.

Chaque site est autonome du point de vue de la communication. Ainsi, si un système est défaillant, seules les données du site concerné ne sont pas remontées.

En cas d'absence de communication, il est possible de forcer un transfert par SMS. En effet l'ensemble des capteurs possédant une communication radio bidirectionnelle, un dépannage à distance est réalisable. Dans la plupart des cas, cette opération est suffisante pour rétablir la communication. Si le problème persiste, le participant est contacté pour tenter de rétablir la communication (liaison filaire entre concentrateur et modules débranchée, ajout d'un élément, coupure de secteur...). Si malgré ces actions la liaison n'est pas rétablie, une équipe de maintenance se rend sur site.

NB : les données sont également stockées en local dans les différents capteurs. La capacité de stockage est de plus de 10 ans au pas de temps de 10 minutes. Seul un effacement manuel permet de vider leur mémoire et de les réinitialiser. Ainsi en cas d'absence de transfert, les informations ne sont pas perdues. Elles peuvent être téléchargées lors de la visite de dépannage.

Le schéma suivant reprend ce processus de contrôle.

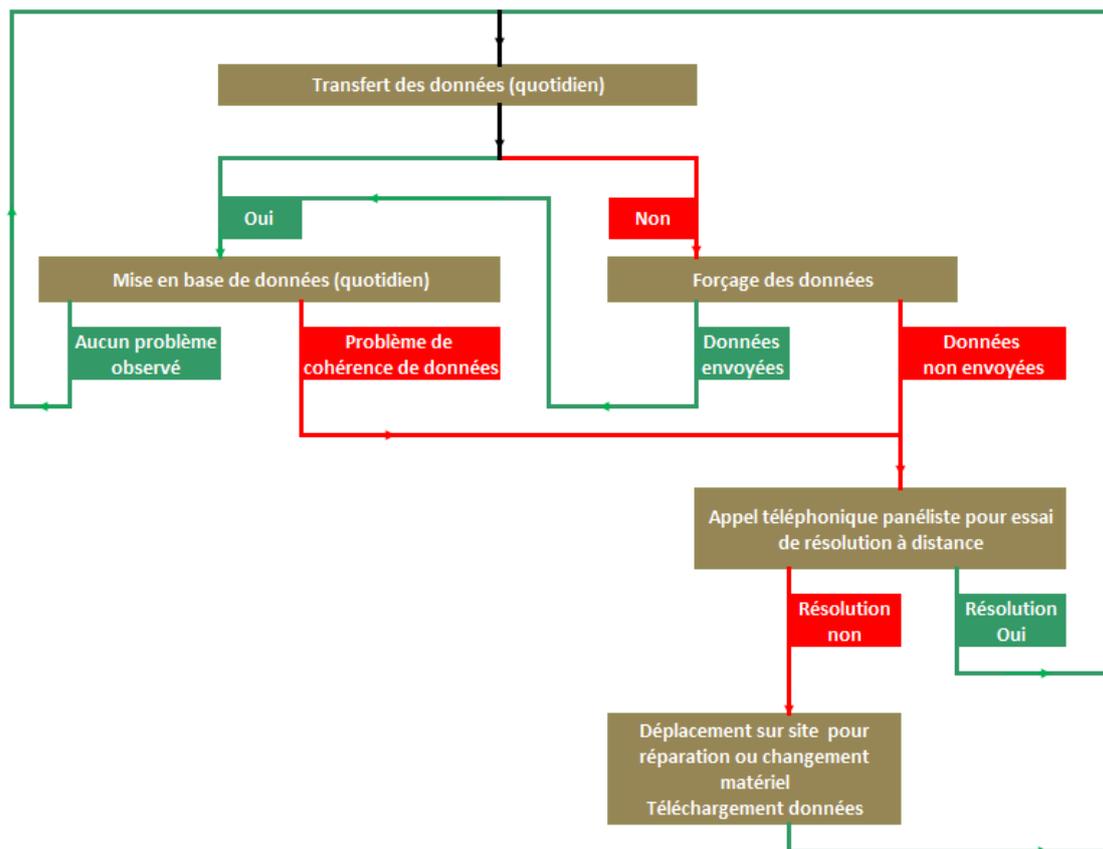


Figure 1-14 : Schéma du principe de contrôle.

Traitement informatique des données collectées

Chaque début de mois N, les données du mois N-2 sont extraites de la base de données globale sous forme de fichiers textes. Le format texte assure en effet la compatibilité avec la majorité des logiciels de traitement de données. Pour chaque logement sont créés et mis à disposition des partenaires quatre fichiers dont deux disponibles sur le serveur SFTP et deux transmis par mail :

- Un fichier contenant toutes les données relatives au mois extrait.
- Un fichier contenant les mesures du réactif pour les voies de mesure pour lesquelles cette grandeur est mesurée (système multivoie utilisé dans le tableau électrique).
- Les fichiers contenant la correspondance entre les colonnes de mesure des deux fichiers de données et l'usage ou les usages suivis. Ces fichiers, pour cause de confidentialité, sont envoyés par mail aux partenaires.
- Un fichier décrivant l'ensemble des opérations de maintenance effectuées à distance et sur site, également transmis par mail.

Traitement annuel des données

Informations collectées sur site lors de l'instrumentation

L'inventaire in situ a permis de collecter de nombreuses informations techniques relatives aux équipements suivis. Celles-ci sont utilisées pour caractériser le parc installé et également essayer d'expliquer les consommations observées. Hélas dans certains cas, ces données n'ont pas pu être renseignées (appareils trop anciens, étiquettes inaccessibles ou arrachées). Cela sera précisé sur les graphiques qui font référence à ces données.

Concernant les classes énergétiques et les consommations normalisées, les valeurs fournies dans le rapport ont soit dans de rares cas été relevées sur site (quand l'étiquette énergie était encore collée sur le produit) ou elles ont été déterminées à l'aide de recherche sur Internet à partir de la référence des appareils (quand ceux-ci sont suffisamment récents). Rappelons qu'une nouvelle étiquette énergie, avec des exigences renforcées, entrera en vigueur en 2021. Elle concernera les téléviseurs, les réfrigérateurs et congélateurs (domestiques et commerciaux), les lave-linges, les lave-vaisselles et l'éclairage.

Les analyses portant sur l'âge des appareils sont basées sur les déclarations de leur propriétaire. La catégorie « Ne sais pas » regroupe l'ensemble des cas pour lesquels la date d'achat n'est pas connue (matériel d'occasion, don d'un proche, équipement déjà en place au moment de l'arrivée dans le logement).

Mesures

Plus d'un million de données par logement sont collectées chaque année. L'ensemble de ces informations est placé et traité en base de données. Les spécificités de chaque usage sont analysées. Enertech dispose d'outils informatiques très puissants et développés en interne lui permettant très rapidement la visualisation des mesures (complément indispensable de l'analyse numérique), et l'analyse des données. Pour certains usages nous ne possédons pas une année complète de mesures du fait de problèmes :

- Humains : déménagement, souhait d'arrêt en cours d'année de mesures, débranchement de certains appareils de mesures par les participants,
- Techniques : mauvaise couverture GPRS (celle-ci peut varier au cours du temps pour un lieu donné), microcoupure de courant qui entraîne une panne du système de mesures.

Un tableau précisant la proportion de données valides pour tous les points de mesures est fourni en annexe 4. Lorsque la période de mesure n'est pas complète, les données ont été annualisées au moyen d'une extrapolation linéaire.

Détermination des caractéristiques des cycles de fonctionnement

Les mesures au pas de temps de 10 minutes permettent d'analyser individuellement les cycles d'utilisation d'appareils comme les appareils de lavage/séchage, de cuisson, audiovisuel, informatique...

On considère comme un cycle une séquence débutant par une augmentation de la puissance appelée (état initial : arrêt ou veille) et se terminant par un retour à l'état initial ou à l'arrêt. Lorsque deux cycles consécutifs sont séparés de moins de 10 minutes, nos outils ne permettent pas de les différencier. Dans ce cas, une action manuelle est requise pour l'analyse.

Notre méthode de détermination des cycles a légèrement évolué par rapport aux campagnes de mesures précédentes. Ainsi nous nous sommes aperçus que certains cycles étaient constitués d'une première phase généralement longue et consommatrice puis d'un arrêt (ou d'un état de veille) et enfin d'une ou plusieurs séquence(s) brève(s) et de faible consommation. On peut citer l'exemple de certains lave-vaisselles qui utilisent la technique du séchage passif. Aucune consommation n'est associée à cette phase mais à son issue une faible puissance est brièvement appelée pour l'évacuation des condensats. Un autre exemple est celui de certains lave-linges qui proposent un brassage intermittent en fin de cycle afin d'éviter la stagnation du linge humide et de préserver ainsi sa fraîcheur, jusqu'à son retrait de la machine. Cette option génère un fonctionnement intermittent qui peut être observé pendant plusieurs heures après la fin du lavage. L'exemple d'un tel cycle est donné par la Figure 1-15.

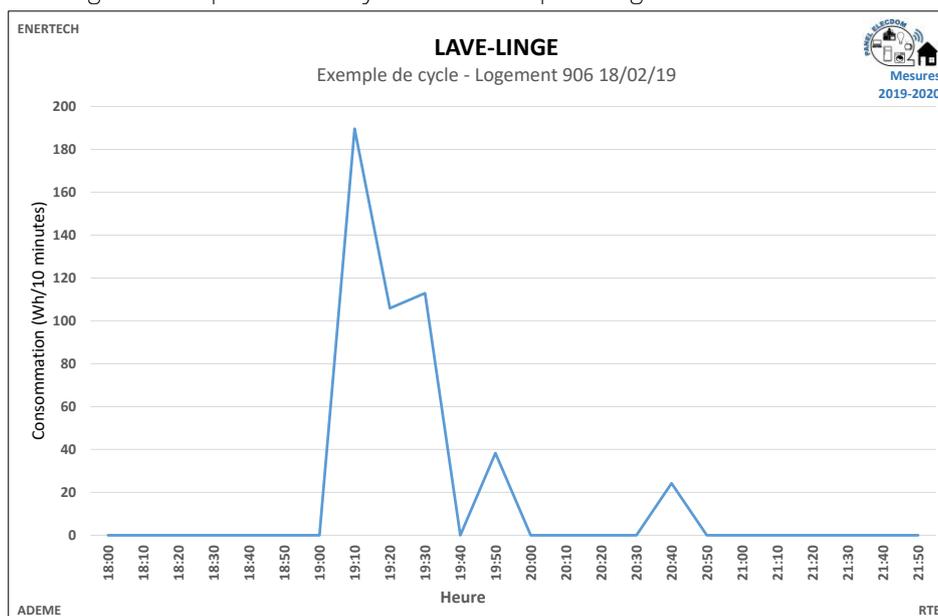


Figure 1-15 Exemple de cycle de lave-linge avec une période sans consommation.

NB : la méthode de détermination des cycles différent, il ne sera pas possible de comparer les résultats à ceux obtenus lors des précédentes campagnes de mesures.

Lorsqu'on ne possède pas une année complète de mesures pour un appareil, le nombre de cycles d'utilisation a été annualisé à l'aide d'une extrapolation linéaire.

Le pas de temps des mesures étant de 10 minutes, l'erreur sur la durée des cycles est de ± 10 minutes.

Génération des courbes de saisonnalité

Pour les principaux appareils, nous avons étudié l'évolution de la consommation au cours de l'année à l'aide d'une courbe de saisonnalité adimensionnée. L'intérêt d'une telle courbe est qu'à partir de mesures sur n'importe quelle période de l'année il est possible de faire une correction de saisonnalité qui permet de déduire la consommation annuelle. Nous avons procédé de la façon suivante :

- 1- Pour chaque semaine de l'année de mesures (1 à 52), on calcule pour chaque appareil de chaque logement une consommation moyenne à 10 minutes (somme des données valides sur le nombre de données valides). On obtient ainsi une valeur moyenne (Wh/10 minutes) pour chacune des 52 semaines (ou un « blanc » s'il n'y a aucune donnée valide au cours de la semaine).
- 2- Pour un appareil donné, on fait la moyenne des consommations, calculées à l'étape 1, de l'ensemble des appareils de ce type pour chacune des 52 semaines.
- 3- On adimensionne enfin la courbe obtenue (moyenne à 1).

Génération des courbes de charge journalière

Pour les appareils présentant un comportement non influencé par la saison, une courbe de charge journalière horaire moyenne a été établie. Pour les usages possédant une forte saisonnalité, on distingue les courbes de charge en été et en hiver. Pour déterminer les périodes à considérer pour l'été et l'hiver, les conventions adoptées par Météo France¹⁰ ont été appliquées, à savoir :

- Été : juin-juillet-août
- Hiver : décembre-janvier-février

Questionnaire usagers

Un questionnaire visant à préciser le lien entre comportement et consommation a également été développé au cours de ce projet. Il permet l'analyse des pratiques habituelles (attitudes, intentions, valeurs) et vise à mettre en regard de ces facteurs leur consommation effective. Il a pour but de cerner les dimensions structurelles de la consommation électrodomestique.

Il est composé d'une soixantaine de questions qui permettent de collecter de l'information éclairant les résultats des mesures de consommation. Il a été posé à chaque participant au début de l'année de mesures en parallèle de la pose des enregistreurs.

La liste des questions est fournie en annexe 5.

1.4. Période de suivi

Pour 86 des 101 logements de l'échantillon on possède un an de mesures. Dans 57% des logements, la période de suivi commence le 15 avril 2019 et se termine le 14 avril 2020. Pour 75 logements, l'année de mesures comprend un mois de confinement (soit 8% de la durée totale) qui a bien-sûr une influence sur les consommations. Les dates exactes de début et de fin de suivi sont données en annexe 3 pour chaque logement.

1.5. Définitions, conventions et références des campagnes de mesures antérieures

On définit l'électricité spécifique comme l'électricité utilisée pour les services qui ne peuvent être rendus que par l'électricité. L'électricité consommée pour le chauffage, la production d'eau chaude ou la cuisson n'est pas de l'électricité spécifique, puisque d'autres énergies (gaz, solaire, pétrole) peuvent être employées. En revanche, lave-linges et lave-vaisselles, appareils producteurs de froid, postes audiovisuels et multimédias, etc. ne peuvent fonctionner sans électricité et sont donc considérés comme des usages spécifiques¹¹.

¹⁰ <http://www.meteofrance.fr/actualites/4896487-ete-pourquoi-les-saisons-meteorologiques-different-elles-des-saisons-astronomiques>

¹¹ <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/technologie-electricite-specifique-6273/>

Dans ce rapport pour connaître la consommation d'électricité spécifique on soustrait à la consommation électrique générale toute consommation de chauffage électrique, eau chaude sanitaire électrique et celle de tous les appareils de cuisine, c'est-à-dire tous types de fours (encastrables, posables, micro-ondes), de cuisinières, les plaques de cuisson ainsi que les autres appareils de cuisines (bouilloire, cafetière, friteuse, hotte...).

Nous reprenons deux définitions données par EDF R&D dans une étude récente¹² :

Taux d'équipement : pourcentage des ménages possédant au moins un équipement de la catégorie considérée. On le calcule en divisant le nombre de ménages équipés d'au moins un équipement par le nombre total de ménages de l'échantillon.

Taux d'équipement apparent : taux d'équipement multiplié par le nombre d'appareils possédés dans cette même catégorie. On le calcule en divisant le nombre total d'équipement de la catégorie considérée par le nombre total de ménages de l'échantillon.

NB : ces valeurs sont calculées à partir des inventaires réalisés en début de campagne de mesures. Ils ne tiennent pas compte des éventuels ajouts/retraits d'équipement en cours d'année de mesures.

Nous faisons à plusieurs reprises référence aux campagnes de mesures antérieures suivantes :

Nom de la campagne de mesures	Prestataire	Année	Usages
Ciel	Cabinet Sidler	1995	Divers appareils électroménagers
Ecodrôme	Cabinet Sidler	1996	Divers appareils électroménagers
Ecuel	Cabinet Sidler	1998	Appareils de cuisine
EDF100	Enertech	1999	Divers appareils électroménagers
Eclairage 100	Enertech	2004	Eclairage
Piscines	Enertech	2006	Piscines
Remodece	Enertech	2008	Audiovisuel, informatique
Remodece+	Enertech	2008	Froid, lavage, climatisation
Cuisson	Wattgo	2014	Appareils de cuisine
Froid lavage	Enertech	2015	Froid, lavage, séchage, climatisation
Chauffe-eau	Enertech	2018	Chauffe-eau effet Joule

Tableau 1-4 : Tableau récapitulatif des campagnes de mesures antérieures.

Nous nous référons également à différentes études d'EDF R&D basées sur des enquêtes déclaratives portant sur plusieurs milliers de participants.

1.6. Représentativité et caractérisation sociologique de l'échantillon

Ce sujet est en partie traité dans le livrable 3. Seules les principales caractéristiques sont résumées dans ce paragraphe. Il est complété par l'analyse des réponses données par les participants au questionnaire technique et comportemental. 100 des 101 foyers de l'échantillon ont rempli ce document.

Les 100 ménages interrogés occupent des logements conformes à la moyenne française en termes de type (individuel ou collectif), de statut d'occupation (propriétaire ou locataire), de surface et de mode de chauffage. La surface moyenne des 100 logements est de 92 m² contre 91 m² pour la moyenne nationale (selon l'Insee, chiffre 2013). Il s'agit de logement individuel dans 55% des cas (56% selon l'Insee, chiffre 2016). Le mode de chauffage est électrique dans un tiers de ces logements (33%), ce qui correspond à la moyenne nationale (34% selon Ceren, chiffre 2016). Quant aux occupants, ils sont propriétaires pour 55% d'entre eux (58% selon l'Insee, chiffre 2016). Les 100 ménages, sont pour une bonne moitié des foyers d'une ou deux personnes (28 ménages de 1 personne, 26 ménages de 2 personnes). Par ailleurs, la moitié de ménages ont des enfants mineurs (49 ménages).

¹² Connaître les usages électriques résidentiels : un enjeu majeur. EDF R&D. La Revue de L'Énergie n°641. 2018

Taille du foyer	Nombre de ménages	Nombre de ménages avec enfants mineurs
1	28	0
2	26	7
3	16	12
4	20	20
5	7	7
6+	3	3

total 100 ménages du panel Elecdom

Tableau 1-5 : Taille des foyers.

Pour l'ensemble des ménages du panel, le nombre moyen de personnes du foyer atteint 2,60 ce qui est sensiblement plus élevé que la moyenne de la population française qui s'élève à 2,20.

Les 100 ménages ont été recrutés dans les différentes strates de revenu conformément à la répartition de la population française (selon Insee, 2016). Toutefois, ils sont plus concentrés dans les classes moyennes (les 50 % de la population entre le troisième décile et le huitième décile), ce qui s'explique par la plus grande difficulté à instrumenter les ménages à faibles revenus et ceux à hauts revenus. Le revenu moyen mensuel des ménages de l'échantillon (2700 €), correspond exactement à cette strate de la population. Les ménages du panel ont un niveau d'équipement comparable à la moyenne nationale pour les principaux équipements (Figure 1-16). Ils sont en revanche un peu plus équipés que la moyenne pour les usages numériques, ce qui est lié au mode de recrutement du panel Elecdom.

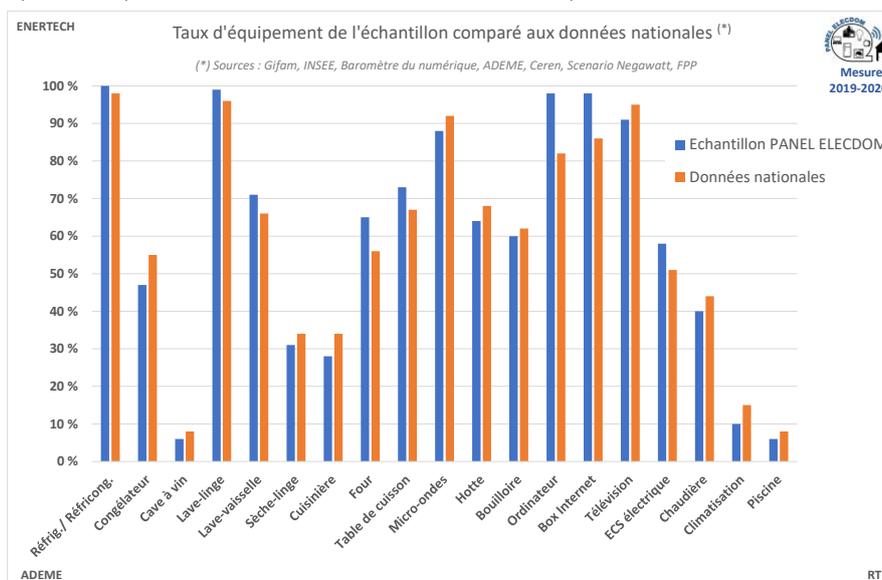


Figure 1-16 : Taux d'équipement de l'échantillon comparé aux données nationales.

On notera, par ailleurs, qu'ils sont un peu plus actifs que la moyenne sur le marché des appareils électroménagers : 42% ont l'intention d'acheter de nouveaux appareils (complément d'équipement ou remplacement) dans l'année à venir, contre 28% dans l'ensemble de la population¹³. Parmi les 42 ménages du panel ayant des intentions d'achat d'appareils électroménagers au cours de l'année, 5 citent le lave-linge, 5 le lave-vaisselle, 3 le sèche-linge.

Enfin, les 100 ménages instrumentés se révèlent un peu plus sensibles que la moyenne aux questions environnementales. Leur sensibilité moyenne, sur une échelle de 1 à 7, s'élève à 5,53, contre 5,16 dans la population française (CGDD/SES, chiffre 2019).

Il en va de même pour l'intérêt porté à la consommation d'énergie : 95% de ces ménages consultent leur facture d'électricité, soit à chaque relevé (50%), soit de temps en temps (45%). Alors que dans la population française, ils ne sont pas plus de 55% à déclarer connaître le montant mensuel de leur consommation électrique.

¹³ Statista, chiffre 2019, <https://fr.statista.com/statistiques/993389/intention-europe-achat-produit-electromenager/>

Ces différences vont dans le même sens et s'expliquent par les conditions du dispositif Panel Elecdom, forcément mieux acceptées par les ménages concernés par les enjeux environnementaux. Mais il ne s'agit pas de différences majeures qui altéreraient la représentativité de l'échantillon.

On peut donc conclure que l'échantillon Panel Elecdom est un échantillon représentatif des logements français, dont les résidents sont un peu plus sensibles aux questions environnementales et à leurs dépenses d'énergie que la moyenne des Français. Sa principale imperfection, pour l'année 1, est une surreprésentation des familles de 4 personnes.

NB : des éléments d'explications à caractère sociologique, principalement basés sur les réponses au questionnaire comportemental, sont donnés au fil du rapport. Ils viennent enrichir l'analyse des données issues de la campagne de mesures. On verra par la suite qu'il existe des différences entre les déclarations des participants et les mesures. En aucun cas, nous ne les opposons. Le fait de pouvoir confronté le déclaratif à la mesure est au contraire une des richesses du projet.

2. Consommation globale et courbe de charge

2.1. Consommations annuelles

Consommation tous usages

La consommation moyenne des logements, tous usages confondus, vaut 4 792 kWh/an ou encore 54 kWh/an/m²_{shab} (Figure 2-1). Elle est comprise entre 952 et 18 596 kWh/an. Cette valeur est très proche des 4 679 kWh indiqués dans une analyse de la Commission de régulation de l'énergie datant de 2016¹⁴ ou des 4 535 kWh/an obtenus à partir de données d'Enedis pour l'année 2019¹⁵.

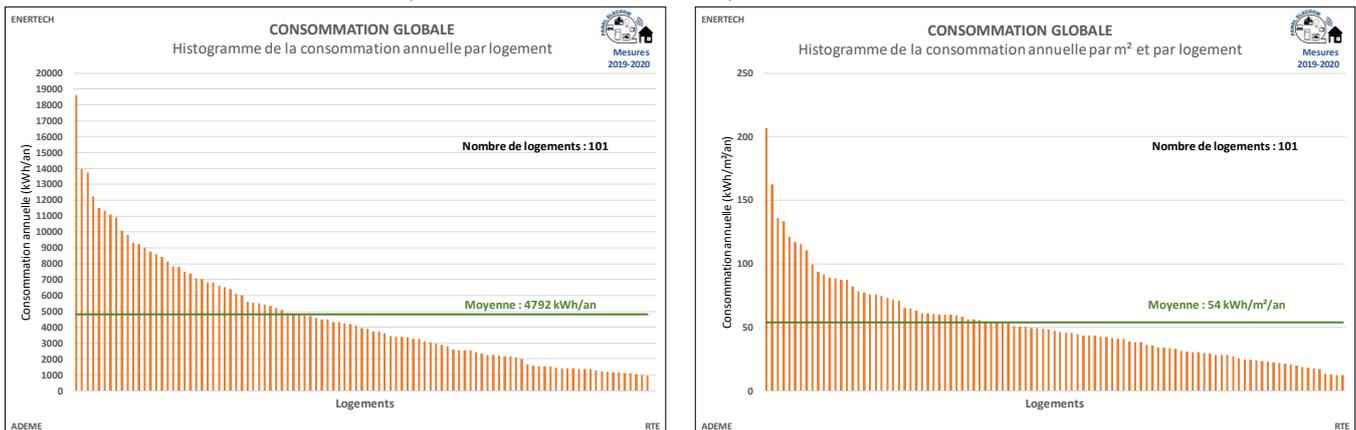


Figure 2-1 : GENERAL – Histogramme des consommations annuelles / tous usages confondus– valeur absolue (gauche) et valeur surfacique (droite).

Consommation d'électricité spécifique

Rappelons qu'on définit, dans ce rapport, l'électricité spécifique comme l'électricité utilisée pour les services qui ne peuvent être rendus que par de l'électricité. On l'obtient donc en enlevant à la consommation générale les consommations de chauffage électrique, eau chaude sanitaire électrique et cuisson électrique. La consommation moyenne d'électricité spécifique vaut 2 228 kWh/an ce qui représente 25 kWh/an/m²_{shab} (Figure 2-2).

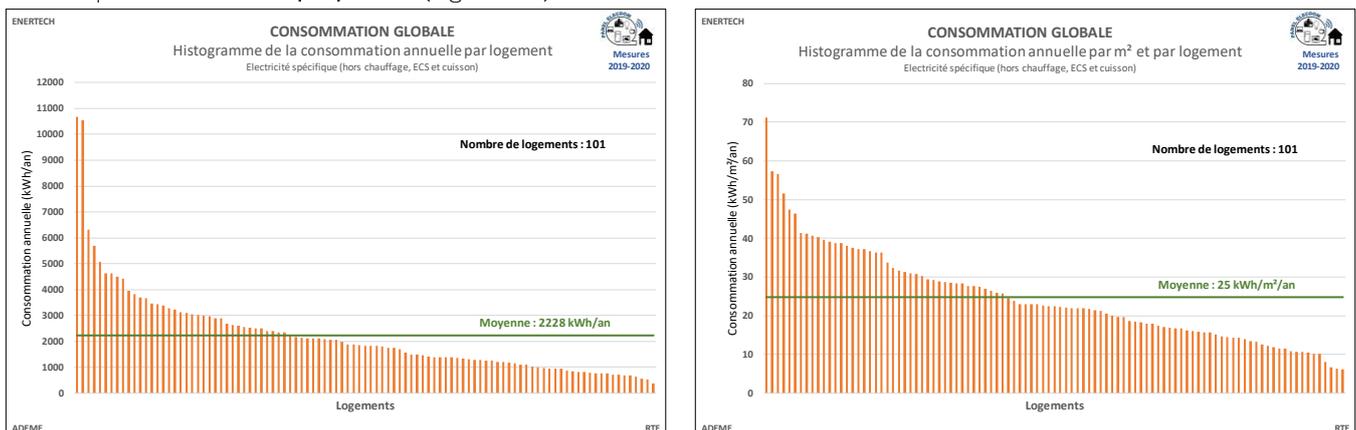


Figure 2-2 : GENERAL – Histogramme des consommations annuelles / électricité spécifique– valeur absolue (gauche) et valeur surfacique (droite).

Consommation d'électricité en fonction du nombre de personnes

La consommation augmente avec le nombre de personnes dans le logement (Figure 2-3). Cela est davantage le cas pour les consommations absolues que surfaciques, ce qui paraît logique car la taille du

¹⁴ <https://total.direct-energie.com/particuliers/parlons-energie/dossiers-energie/comprendre-le-marche-de-l-energie/la-consommation-moyenne-en-electricite-d-une-maison>

¹⁵ <https://energie.choisir.com/article/4333/la-consommation-electrique-moyenne-des-francais>

logement est fonction du nombre d'occupants. Pour la consommation surfacique, on observe peu de différence qu'il y ait une ou deux personnes dans le logement. On peut faire la même remarque au-delà de cinq personnes pour la consommation d'électricité spécifique.

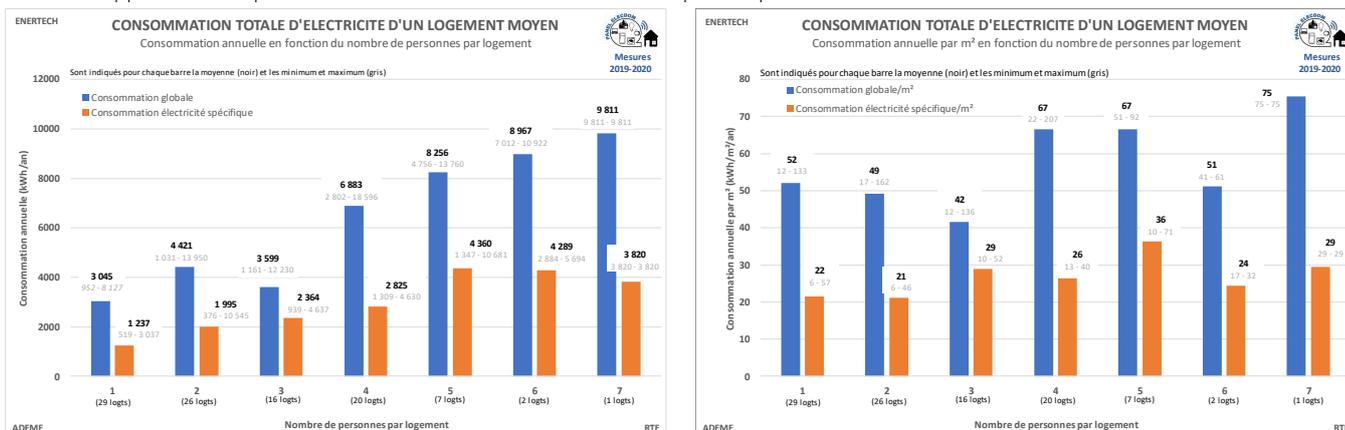


Figure 2-3 : GENERAL – Histogramme des consommations annuelles en fonction du nombre de personnes par logement – valeur absolue (gauche) et valeur surfacique (droite).

Consommation d'électricité en fonction de la typologie familiale

Le graphique de la Figure 2-4 indique la consommation d'électricité en fonction de la typologie familiale. Deux groupes se dessinent :

- Les foyers à consommation d'électricité modérée : personnes célibataires, couples sans enfants, personnes âgées seules et famille monoparentale.
- Les foyers à consommation d'électricité élevée : les personnes âgées en couple (plus gros consommateurs d'électricité tous usages confondus) et les couples avec enfant(s) (plus gros consommateurs d'électricité spécifique surfacique).

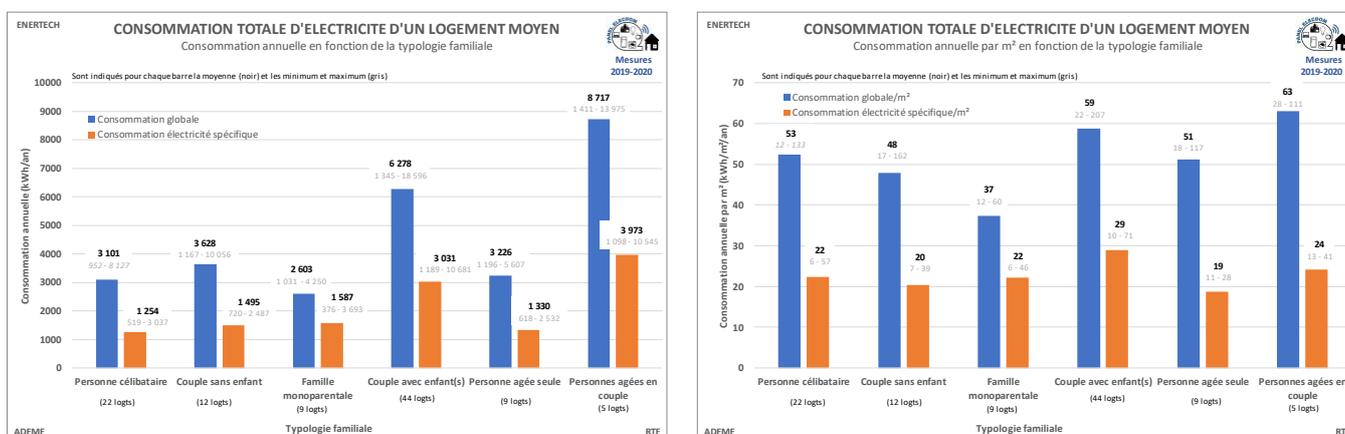


Figure 2-4 : GENERAL – Histogramme des consommations annuelles en fonction de la typologie familiale – valeur absolue (gauche) et valeur surfacique (droite).

Consommation d'électricité en fonction de la surface du logement

La consommation que ce soit tous usages confondus ou seulement d'électricité spécifique augmente avec la surface du logement (Figure 2-5). La consommation surfacique (dans les 2 cas) ne varie quasiment pas en fonction de la taille du logement. On observe une légère tendance à la baisse pour les très grands logements (>150 m²).

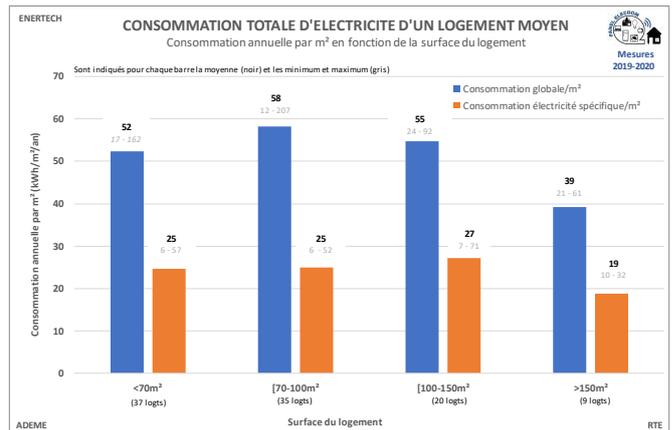
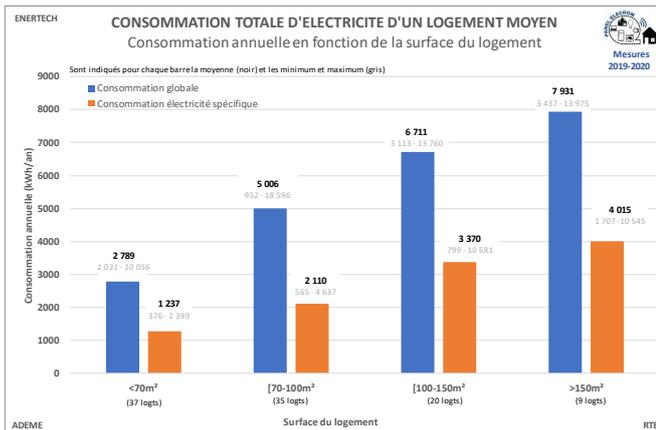


Figure 2-5 : GENERAL – Histogramme des consommations annuelles en fonction de la surface du logement – valeur absolue (gauche) et valeur surfacique (droite).

Consommation d'électricité en fonction du type de logement

La consommation totale d'électricité des maisons est 2,2 fois supérieure à celle des appartements et celle d'électricité spécifique 1,9 fois supérieure (Figure 2-6). Mais il est intéressant de noter que la consommation surfacique d'électricité spécifique est la même quel que soit le type d'habitat. Ce n'est par contre pas le cas pour la consommation totale. Cela montre que la consommation surfacique de chauffage électrique est moins élevée dans un appartement que dans une maison individuelle.

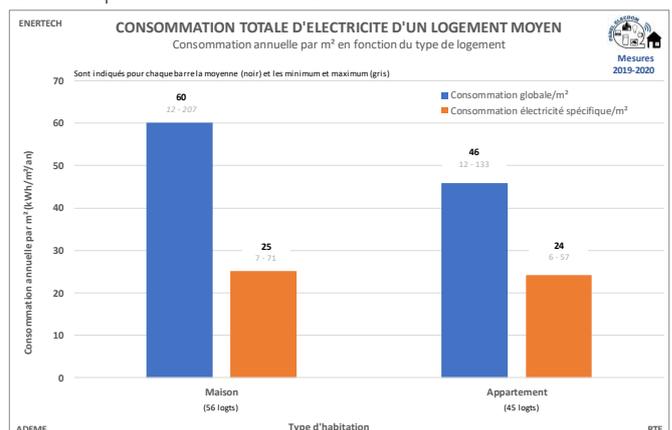
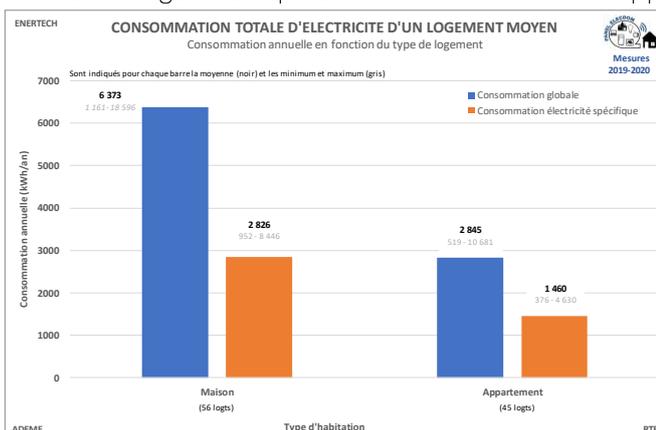


Figure 2-6 : GENERAL – Histogramme des consommations annuelles en fonction du type de logement – valeur absolue (gauche) et valeur surfacique (droite).

Consommation d'électricité en fonction du revenu

Si on s'intéresse aux valeurs absolues de consommation d'électricité (Figure 2-7), il semble bien y avoir une corrélation avec le niveau de revenu :

- Jusqu' 2 500 euros de revenu la consommation est identique quel que soit le revenu,
- Elle augmente ensuite jusqu'à un revenu de 5 500 euros,
- On observe ensuite une diminution pour les très hauts revenus.

Cependant cette corrélation est atténuée pour les consommations surfaciques ce qui tend à prouver que plus le revenu est élevé, plus la surface du logement est grande. Quand on observe les valeurs surfaciques, ce sont les catégories centrales (2 500 à 5 000 euros) qui consomment le plus.

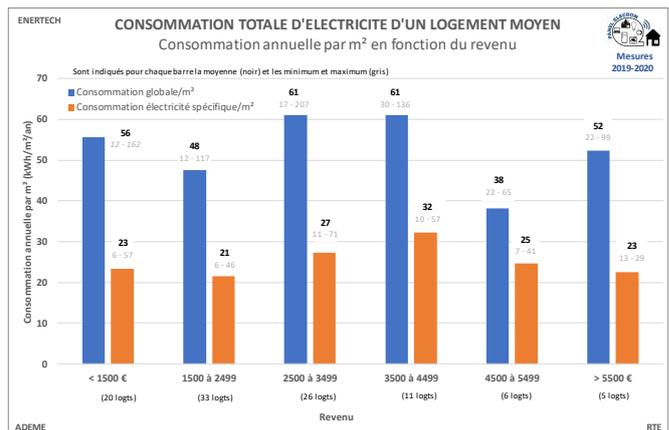
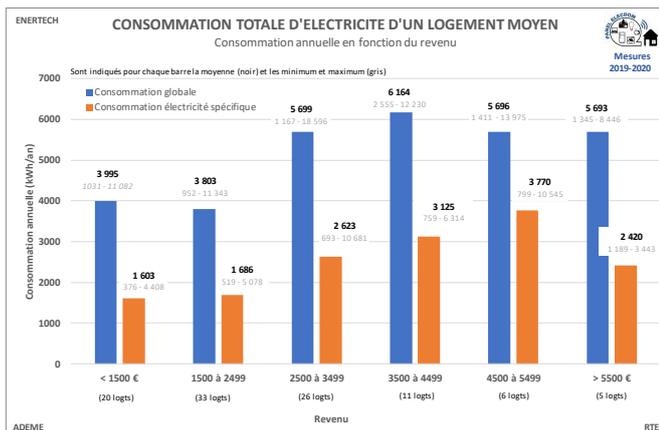
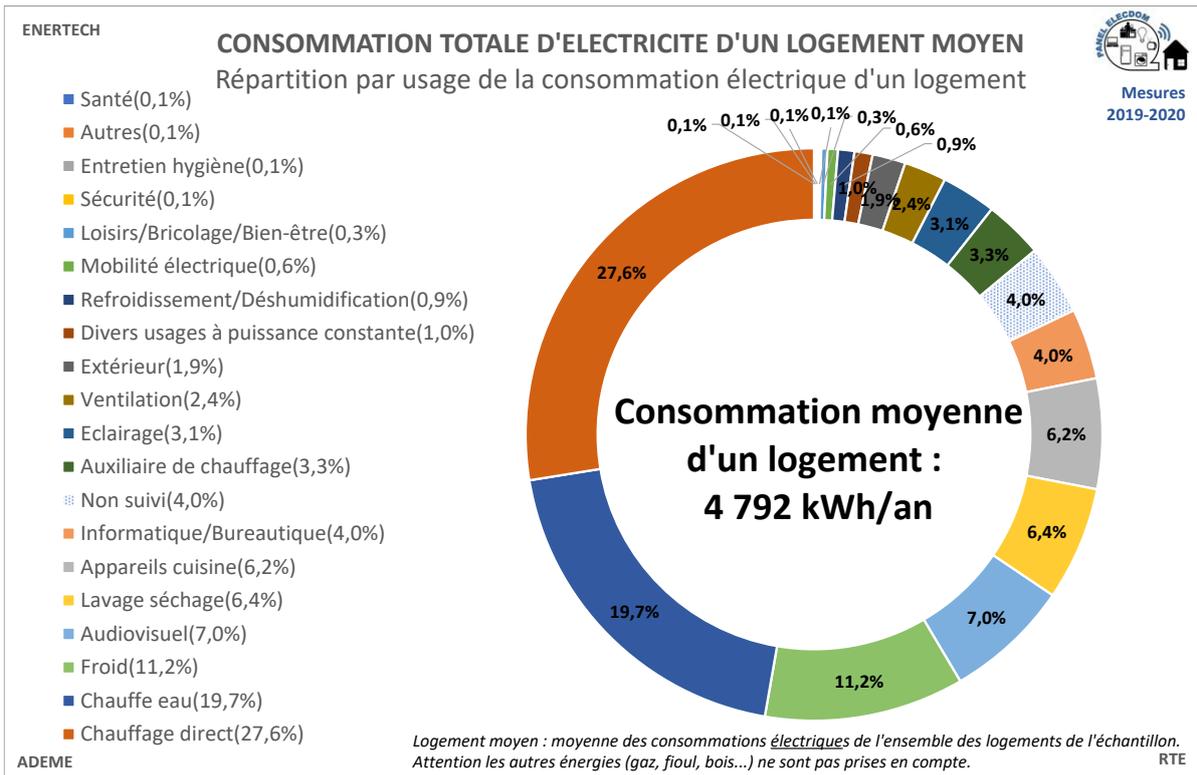


Figure 2-7 : GENERAL – Histogramme des consommations annuelles en fonction du revenu – valeur absolue (gauche) et valeur surfacique (droite).

2.2. Répartition de la consommation entre les différents usages

La Figure 2-8 présente la répartition de la consommation d'électricité d'un logement moyen entre les différents usages. On peut faire les commentaires suivants :

- Les usages thermiques électriques, chauffage et eau chaude sanitaire, représentent près de la moitié de la consommation (47,3%).
- La consommation d'eau chaude sanitaire, vue du réseau, correspond à 72% de celle de chauffage électrique.
- Le poste froid, historiquement le plus consommateur des usages électriques spécifiques, reste prédominant. Il couvre 11,2% de la consommation tous usages confondus.
- Viennent ensuite 3 postes quasiment équivalents (6 à 7% chacun) : l'audiovisuel, le lavage/séchage et les appareils de cuisine (équipements de cuisson inclus).
- Longtemps, un des usages les plus énergivores, la consommation d'éclairage a énormément diminué. Elle est maintenant inférieure à celle du poste informatique/bureautique et du même ordre de grandeur que celle des auxiliaires de chauffage.
- Cette campagne de mesure fait apparaître le poids non négligeable d'usages souvent non comptabilisés dans les bilans, comme la ventilation ou les équipements d'extérieur (principalement les piscines – 6 piscines suivies-) qui représente chacun environ 2%.
- L'impact de la climatisation et de la mobilité électrique (l'échantillon comporte cependant seulement une voiture électrique) est aujourd'hui encore limité, avec respectivement 0,9% et 0,6% du général.
- Le taux de non suivi moyen vaut 4,0%. Il comprend la consommation des appareils de mesures qui couvre environ 1,5% de la consommation totale (en moyenne 70kWh/an/logement). L'objectif fixé pour ce projet d'un maximum de 10% des consommations non expliquées est donc très largement atteint.



Usage	Part minimale (%)	Part moyenne (%)	Part maximale (%)
Chauffage direct	0.0%	27.6%	77.2%
Chauffe-eau	4.5%	19.7%	63.5%
Froid	1.9%	11.2%	51.4%
Audiovisuel	0.0%	7.0%	56.5%
Lavage séchage	0.1%	6.4%	31.1%
Appareils cuisine	0.6%	6.2%	48.3%
Informatique/Bureautique	0.2%	4.0%	30.8%
Auxiliaire de chauffage	0.0%	3.3%	51.7%
Eclairage	0.2%	3.1%	21.3%
Ventilation	0.0%	2.4%	16.3%
Extérieur	0.0%	1.9%	29.2%
Divers usages à faible puissance constante	0.0%	1.0%	8.0%
Climatisation/Refroidissement/Déshumidification	0.0%	0.9%	42.7%
Mobilité électrique	0.0%	0.6%	32.2%
Loisirs/Bricolage/Bien-être	0.0%	0.3%	15.1%
Entretien hygiène	0.0%	0.1%	2.9%
Sécurité	0.4%	0.1%	3.4%
Autres	0.2%	0.1%	2.5%
Santé	0.4%	0.1%	4.8%
Non suivi	0.00%	4.0%	15.5%

Figure 2-8 : GENERAL/TOUS USAGES – Répartition de la consommation d'électricité d'un logement moyen entre les différents usages.

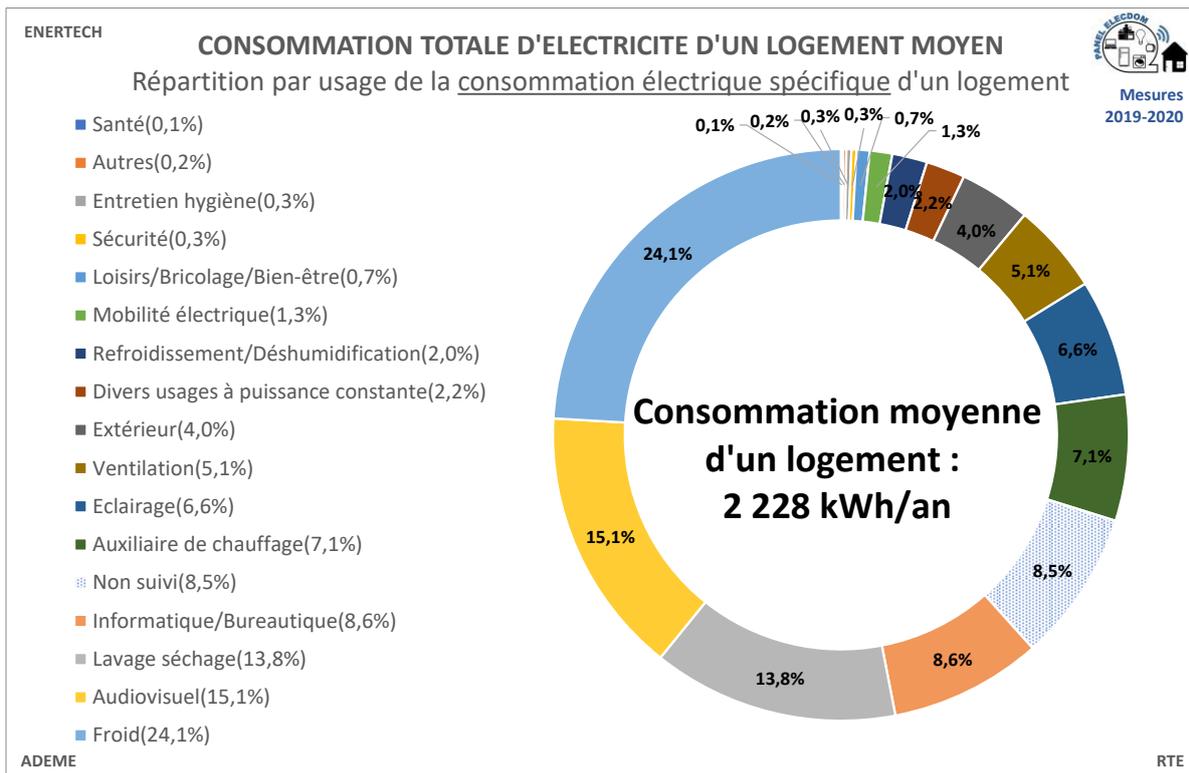


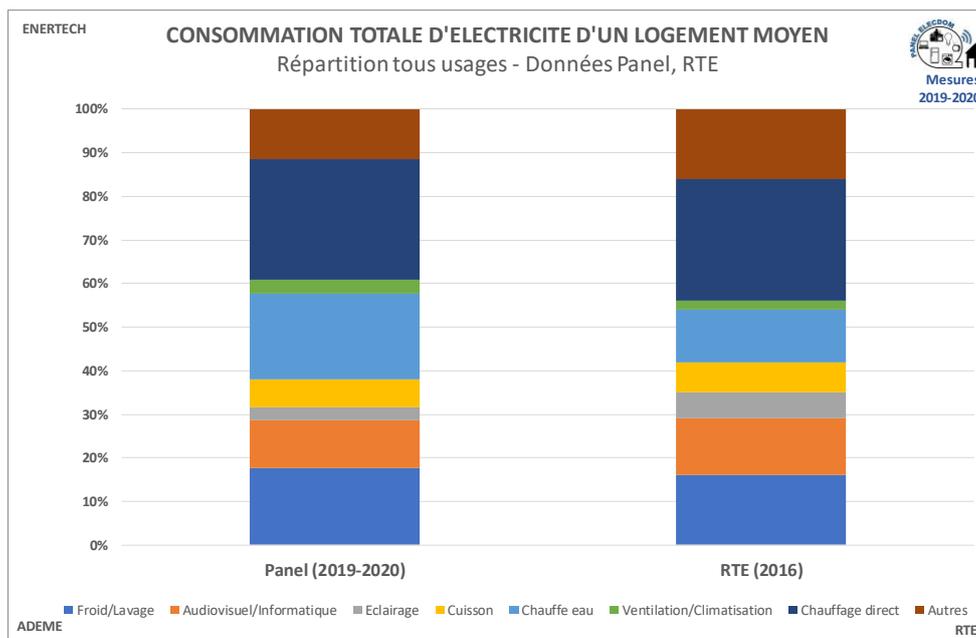
Figure 2-9 : GENERAL/ELECTRICITE SPECIFIQUE – Répartition de la consommation d'électricité spécifique d'un logement moyen entre les différents usages.

Ces résultats peuvent être comparés aux valeurs fournies par RTE dans son bilan prévisionnel¹⁶ (Figure 2-10) :

- Les mesures Panel Elecdom de consommation de chauffage électrique sont quasiment identiques à l'estimation de RTE.
- L'estimation RTE de consommation d'Eau Chaude Sanitaire électrique est inférieure d'environ 8 points à nos mesures ce qui s'explique en partie par un taux d'équipement de l'échantillon légèrement supérieur aux hypothèses retenues par RTE.
- De même, les consommations de ventilation et climatisation mesurées sont supérieures à l'estimation RTE.

La part de l'usage cuisson mesurée dans Panel Elecdom est inférieure d'un point à celle estimée dans l'étude RTE et ce malgré le confinement qui conduit à une consommation supérieure à celle d'une année standard (cf. chapitre 8).

¹⁶ https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-06/bp2017_complet_vf_compressed.pdf



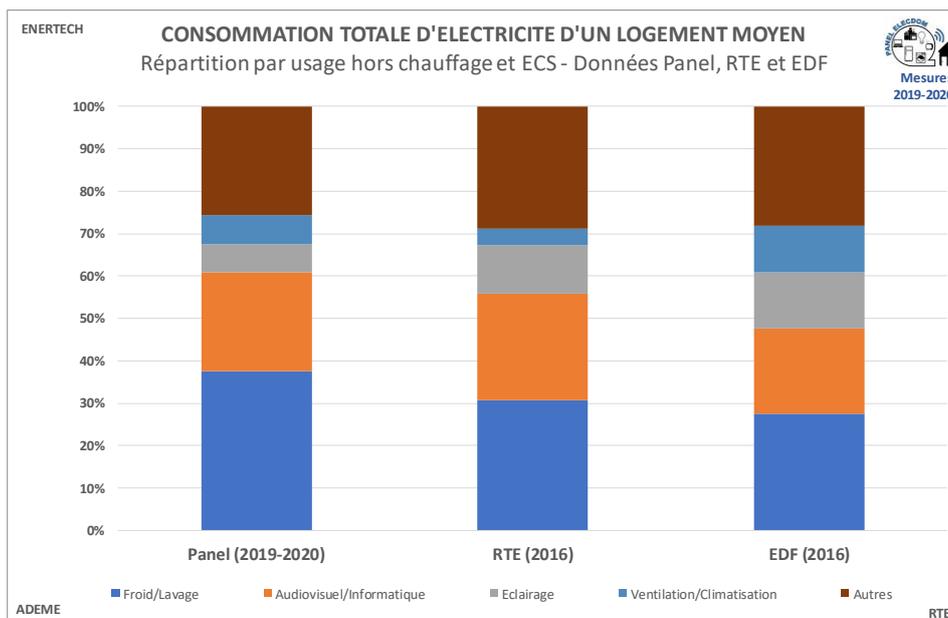
Usage	Panel (2019-2020) mesures	RTE (2016) estimation
Chauffage direct	28%	28%
Chauffe-eau	20%	12%
Froid/Lavage	18%	16%
Audiovisuel/Informatique	11%	13%
Cuisson	6%	7%
Eclairage	3%	6%
Ventilation/Climatisation	3%	2%
Autres	12%	16%

Figure 2-10 : GENERAL/TOUS USAGES – Comparaison des résultats de la campagne de mesures Panel Elecdom (mesures 2019-2020) avec la décomposition par usages (modélisation) de RTE (estimation 2016).

EDF R&D propose également une décomposition des consommations d'électricité spécifique par usage dans l'article « Connaître les usages électriques résidentiels : un enjeu majeur » publié dans la Revue de l'énergie de novembre-décembre 2018 (n°641)¹⁷. La comparaison des résultats des différentes études, présentée sur la Figure 2-11, fait apparaître que :

- La part des appareils de froid et de lavage est plus importante dans Panel Elecdom que dans les deux autres études.
- La tendance est opposée pour l'éclairage et dans une moindre mesure pour l'audiovisuel.
- Pour le poste ventilation/climatisation, la valeur de Panel Elecdom est un intermédiaire entre les études d'EDF et de RTE.
A noter qu'il existe bien-sûr des aspects climatiques de premier ordre non pris en compte sur la climatisation, les années 2016 et 2019 n'ayant pas les mêmes températures.
- Le poste « autres » (explicité par le projet Panel Elecdom) est très similaire quelle que soit la source.

¹⁷ <https://www.larevuedelenergie.com/wp-content/uploads/2018/12/Connaître-usages-electriques-residentiels.pdf>



Usage	Panel (2019-2020) <i>mesures</i>	RTE (2016) <i>estimation</i>	EDF (2016) <i>estimation</i>
Froid/Lavage	37%	31%	28%
Audiovisuel/Informatique	23%	25%	20%
Eclairage	7%	12%	13%
Ventilation/Climatisation	7%	4%	11%
Autres	26%	29%	28%

Figure 2-11: GENERAL/ELECTRICITE SPECIFIQUE – Comparaison des résultats de la campagne de mesures Panel Elecdom (mesures 2019-2020) avec la décomposition par usages (modélisation) de RTE (estimation pour 2016) et celle de EDF R&D (estimation pour 2016).

2.3. Saisonnalité

Le graphique de la Figure 2-12 présente l'évolution de la consommation hebdomadaire au cours de l'année. La thermosensibilité de la consommation électrique domestique française est très marquée. Elle est due au chauffage électrique qui explique l'existence d'un facteur supérieur à 2 entre les consommations en été et en hiver. La production électrique d'eau chaude sanitaire est également très saisonnière.

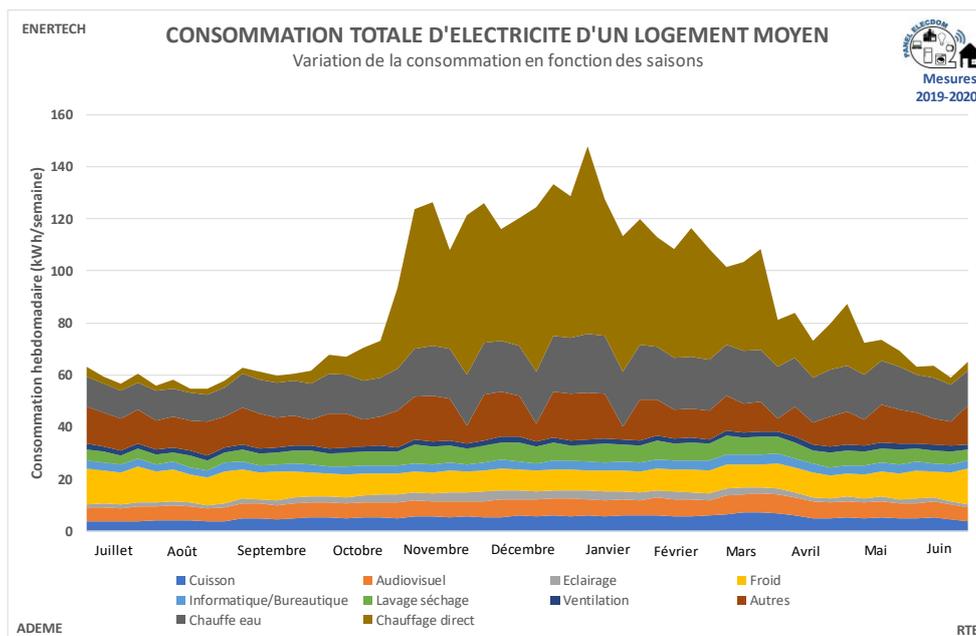


Figure 2-12 : GENERAL/TOUS USAGES – Evolution de la consommation au cours de l'année.

Les usages spécifiques forment une base sans variation saisonnière marquée (Figure 2-13). En effet, certains usages, comme la ventilation ou l'informatique, appellent une puissance pratiquement identique toute l'année. D'autres comme le froid ont une consommation plus importante en été mais ils sont compensés par ceux qui ont un profil de consommation opposé (audiovisuel, éclairage, lavage/séchage).

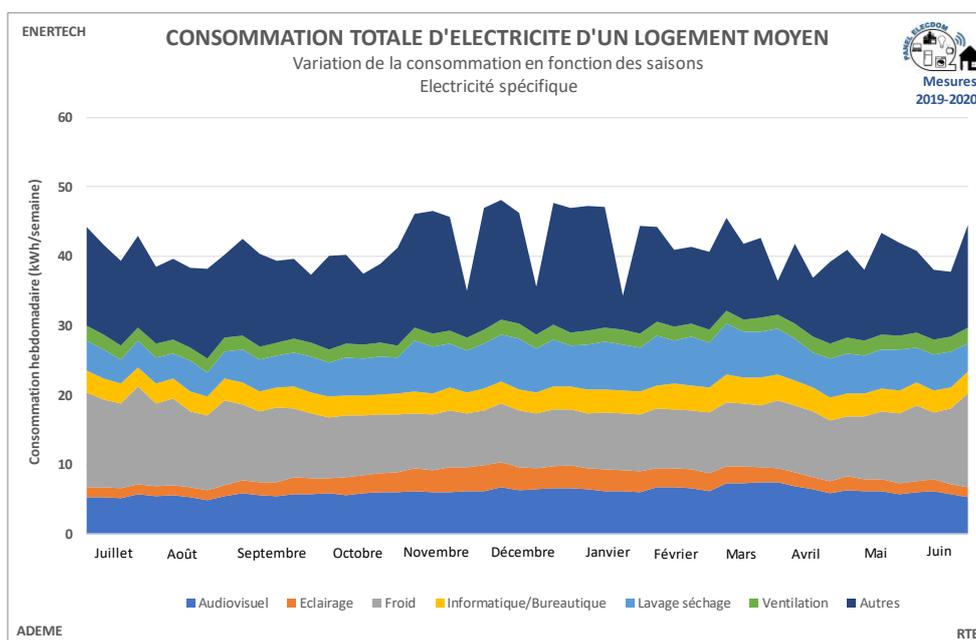


Figure 2-13 : GENERAL/ELECTRICITE SPECIFIQUE – Evolution de la consommation au cours de l'année.

2.4. Courbe de charge

Les graphiques des Figure 2-14 et Figure 2-15 présentent les courbes de charges journalières moyennes en hiver et en été.

En hiver, on observe un « palier haut » entre 19:00 et 01:00. Le pic de consommation a lieu entre 23:00 et 00:00 et correspond à la mise en route simultanée des chauffe-eau fonctionnant en heures pleines/heures creuses. Le fonctionnement du chauffage électrique est relativement constant au cours de la journée. Sa puissance maximale est atteinte en fin de nuit.

Bien qu'il existe toujours, tous secteurs confondus, une pointe de consommation autour de 19 heures, on ne la distingue plus de façon très visible pour le seul secteur résidentiel. Elle s'expliquait par le passé par la mise en route de nombreux appareils électriques, principalement l'éclairage et les équipements de cuisson¹⁸.

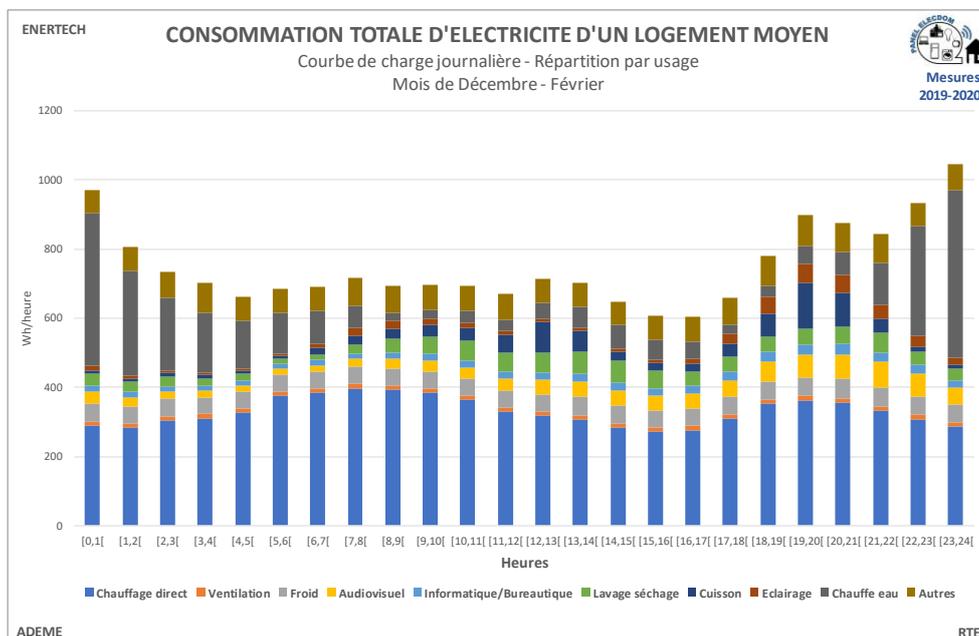


Figure 2-14 : GENERAL/TOUS USAGES – Courbe de charge horaire moyenne, hiver (décembre-février).

Les puissances appelées en été en journée sont divisées par deux par rapport à l'hiver. Le pic de fin de soirée lié à l'activation des chauffe-eaux demeure.

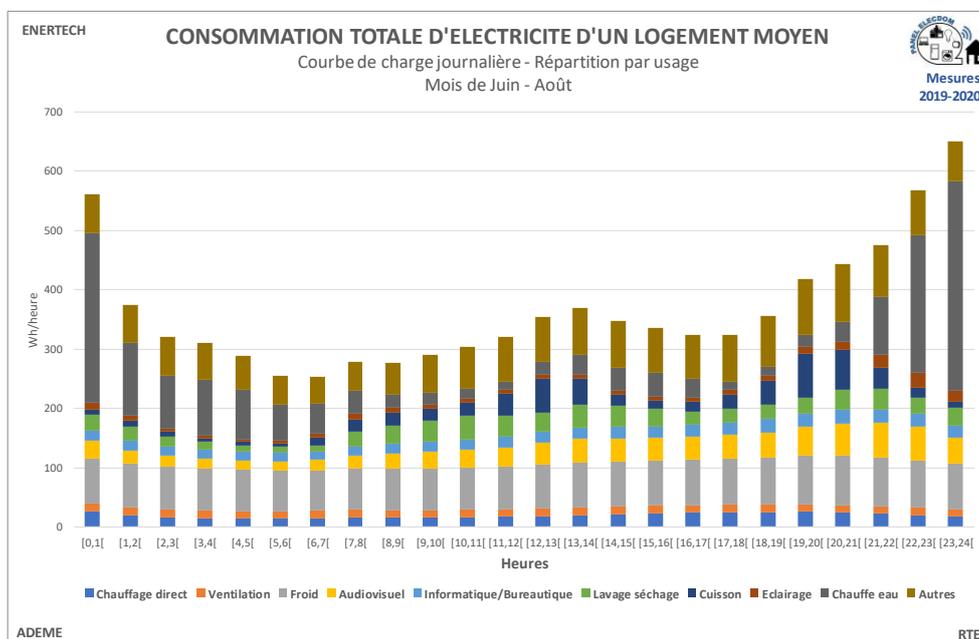


Figure 2-15 : GENERAL/TOUS USAGES – Courbe de charge horaire moyenne, été (juin-août).

La courbe de charge des usages spécifiques, donnée sur la Figure 2-16, présente un minimum entre 05:00 et 06:00. La puissance appelée augmente ensuite jusqu'à 10:00 puis reste stable jusqu'à environ 18:00. Elle

¹⁸ <https://www.equilibredesenergies.org/wp-content/uploads/2019/11/EDENMAG-N8-pointe-electrique-anticiper-pour-maitriser.pdf>

augmente à nouveau jusqu'à 21:00 avant de décroître progressivement jusqu'à 06:00. Le profil est globalement le même en été et en hiver mais la puissance est plus élevée en soirée en hiver.

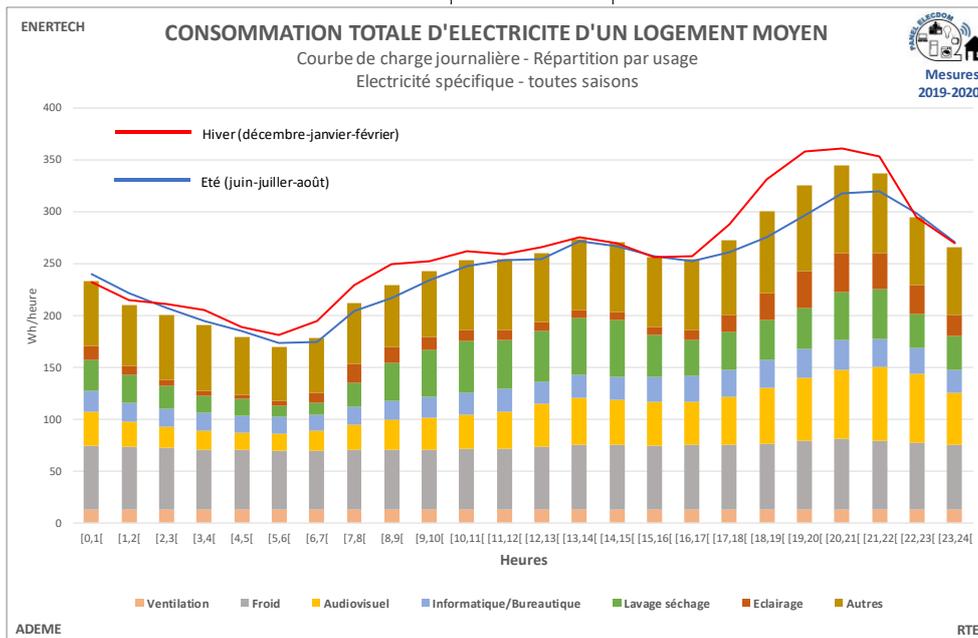


Figure 2-16 : GENERAL/ELECTRICITE SPECIFIQUE – Courbe de charge horaire moyenne, toutes saisons.

Sur la Figure 2-17 est détaillée la répartition de la puissance appelée entre les différents usages entre 20:00 et 21:00. La puissance appelée est deux fois plus importante en hiver qu'en été. En hiver le chauffage couvre 41 % du total. La cuisson joue toujours un rôle important (11% de la puissance en hiver et 15% en été). La part de l'éclairage n'est plus que de 6% en hiver.

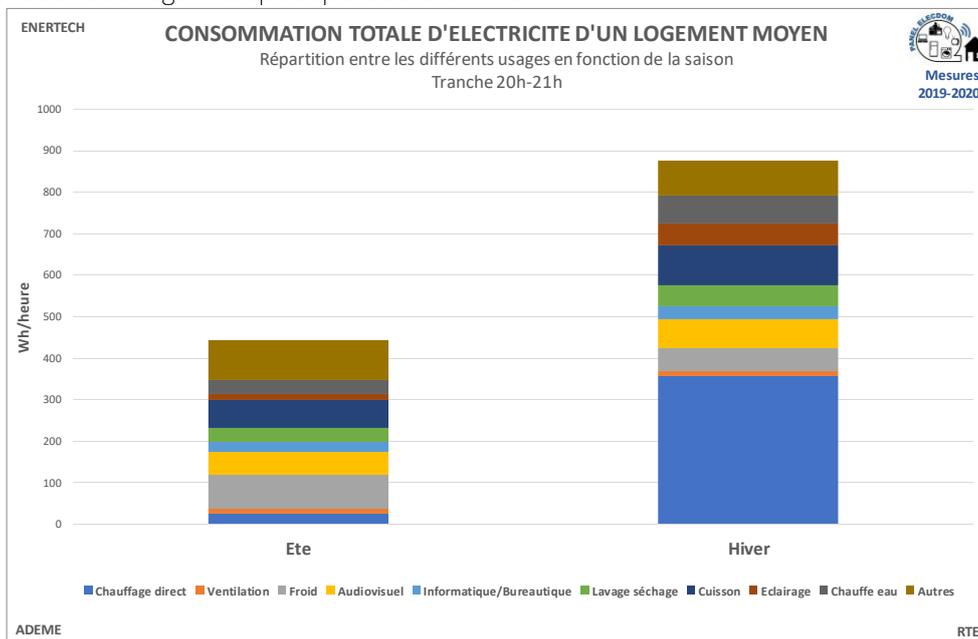


Figure 2-17 : GENERAL/TOUS USAGES – Répartition de la puissance appelée au moment de la pointe (20h-21h) – été (juin-août) et hiver (décembre-février).

3. Appareils de froid

3.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Le poste froid représente 11% de la consommation d'un logement moyen vu du réseau et 24% si on ne considère que l'électricité spécifique (Figure 3-1). C'est le poste électrodomestique le plus consommateur d'une habitation.

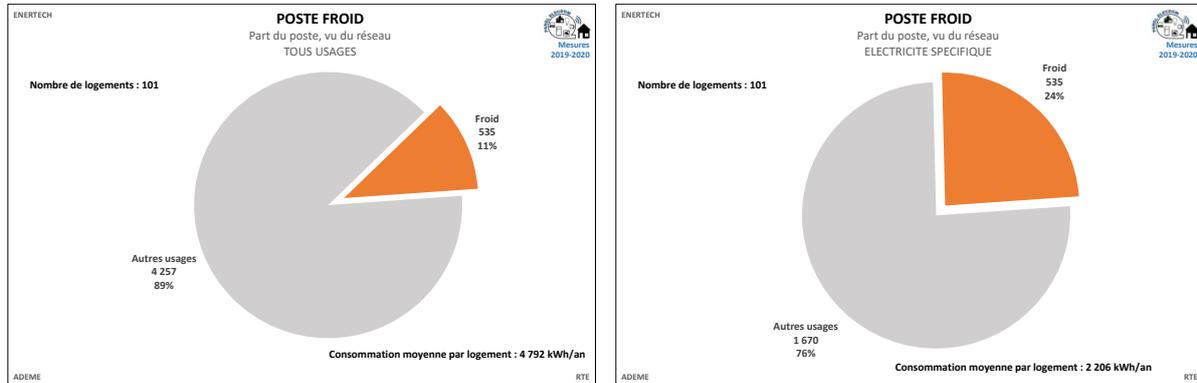


Figure 3-1 : POSTE FROID – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau – tous usages (gauche) et uniquement électricité spécifique (droite)

3.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

Chaque appareil de froid présent dans les logements a été suivi individuellement.

3.3. Définition

Types d'appareils

Quelques photos d'équipements sont présentées en Figure 3-2.



Figure 3-2 - Photographies d'équipements du poste froid. De haut en bas et de gauche à droite : réfrigérateur, congélateur, réfrigérateur et réfrigérateur américain.

Il existe différents types d'appareils de froid :

Dénomination PANEL	Type	Définition ¹⁹
Réfrigérateur	Table top	Il est équipé d'une porte dont le dessus est à hauteur du plan de travail. Il se compose généralement d'un compartiment principal de conservation et d'un petit compartiment de fabrication de glaçons.
	Simple porte	Il est équipé d'une seule porte et est composé d'un compartiment de conservation des denrées fraîches et éventuellement d'un petit compartiment de fabrication de glaçons.
Réfrigécongélateur	Combiné	Il est doté de deux portes avec en partie basse un compartiment congélation et en haut un compartiment de conservation des denrées fraîches.
	Double porte	Il est doté de deux portes, le compartiment congélation se trouve en haut.
	Multi-portes	Il comporte trois portes (ou tiroirs) au minimum. Sa largeur dépasse le plus souvent les 90 cm bien que quelques modèles soient moins larges (80 voire 70 cm).
	Américain	Il est composé de deux compartiments placés côte à côte, généralement un réfrigérateur et un congélateur. Il se caractérise par la présence en façade d'un distributeur d'eau fraîche et de glaçons.
Congélateur	Armoire	Il occupe un espace équivalent à celui d'un réfrigérateur classique. Il est équipé de tiroirs ou/et de compartiments avec abattants pour stocker les denrées.
	Coffre	Il s'ouvre par le dessus et est souvent équipé de paniers pour le rangement des denrées.
Cave à vin	-	Il existe des caves de vieillissement, de mise en température ou des combinés ou multi-températures qui permettent de stocker différentes sortes de vin sur plusieurs étages à des températures différentes

Tableau 3-1 : Récapitulatifs des différents appareils de froid.

Les volumes considérés dans cette étude sont les volumes nets des appareils, c'est-à-dire le volume « utile », celui qui peut être utilisé pour conserver les aliments. A noter que c'est également celui qui est pris en compte pour la définition des classes énergétiques.

Classes climatiques

La classe climatique d'un appareil de froid correspond à la plage de températures extérieures dans laquelle il peut conserver des aliments dans de bonnes conditions. Il existe 4 catégories :

Classe	Symbole	Température ambiante moyenne (°C)	Facteur de correction
Tempérée élargie	SN	+ 10 à + 32	-
Tempérée	N	+ 16 à + 32	-
Subtropicale	ST	+ 16 à + 38	1,1
Tropicale	T	+ 16 à + 43	1,2

NB : Un appareil peut appartenir à plusieurs classes climatiques simultanément, ce qui lui confère un plus large spectre de température acceptable (exemple SN – T)

Tableau 3-2 : Caractéristique des classes tropicales.

L'objectif des classes climatiques est d'indiquer à quelles conditions climatiques chaque appareil est adapté. Des appareils pour les climats chauds nécessitent des composants adéquats comme par exemple des compresseurs plus puissants. Dans les régions plus froides de l'Europe, il est recommandé d'utiliser des appareils de classe SN qui sont adaptés à des températures plus fraîches. Ce dispositif a été instauré longtemps avant l'apparition de l'étiquette énergie et de l'index d'efficacité énergétique. Des facteurs de correction de volume liés à la classe climatique sont introduits dans le calcul du volume équivalent utilisé pour déterminer l'indice d'efficacité énergétique. Les facteurs de correction sont 1,1 pour la classe ST et 1,2 pour la classe T, ce qui donne donc un bonus pour ces classes. Si un appareil appartient à plusieurs

¹⁹ Source Gifam : <https://www.gifam.fr/accueil/gem/>

classes climatiques, celle disposant du plus fort facteur de correction de volume est utilisée pour calculer le volume équivalent. Il existe également un facteur de correction de volume de 1,2 pour les appareils intégrables de moins de 58 cm de largeur et un de 1,2 pour les compartiments sans givre²⁰ de stockage de denrées alimentaires congelées.

3.4. Description de l'échantillon

Les 101 logements de l'échantillon possèdent 181 appareils de froid répartis de la façon suivante :

Libellé	Nombre appareils	Taux équipement/ Taux d'équipement apparent (%)		Source
		Echantillon	Données nationales	
Réfri- congélateurs	87	100% / 114%	98% / 118%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ²¹ / EDF R&D 2016 ²²
Réfrigérateurs	28			
Congélateurs coffres	22	47% / 57%	55% / 60%	
Congélateurs armoires	36			
Caves à vin	6	6% / 6%	8% / -	
Chambres froides	2	2% / 2%	-	-

Tableau 3-3 : Taux d'équipement de l'échantillon et données nationales.

De façon générale, les taux d'équipement et les taux d'équipements apparents de Panel Elecdom sont très légèrement inférieurs aux données nationales. **Chaque foyer** possède en moyenne **1,8 appareils de froid**. Ce chiffre est en constante augmentation depuis 20 ans. Ainsi, les valeurs relevées lors de précédentes campagnes de mesures réalisées par Enertech sont les suivantes : 1,4 en 1996 (Ecodrôme), 1,5 en 2008 (Remodece+), 1,6 en 2015 (froid-lavage). Tous les logements possèdent au minimum un réfrigérateur ou un réfrigérateur-congélateur et l'équipement maximum est de 5 appareils de froid pour un seul logement.

3.5. Réfricongélateurs

Caractéristique de l'échantillon

Types d'équipement

L'échantillon comporte 87 réfricongélateurs, dont 4 modèles américains. 7 sont encastrés, 3 permettent la production de glaçons et 13 la production d'eau réfrigérée.

Volume

Le volume net est connu pour 82 des 87 appareils de l'échantillon. Plus d'un tiers des appareils ont un volume compris entre 300 et 350 litres (Figure 3-3).

²⁰ Système automatique qui empêche la formation permanente de givre, dans lequel le refroidissement est obtenu par la circulation forcée de l'air, le ou les évaporateurs sont dégivrés par un système de dégivrage automatique et l'eau provenant du dégivrage est évacuée automatiquement

²¹ Etude portant sur 5 000 foyers

²² Etude portant sur 4 000 foyers –

<https://www.larevuedelenergie.com/wp-content/uploads/2018/12/Connaitre-usages-electriques-residentiels.pdf>

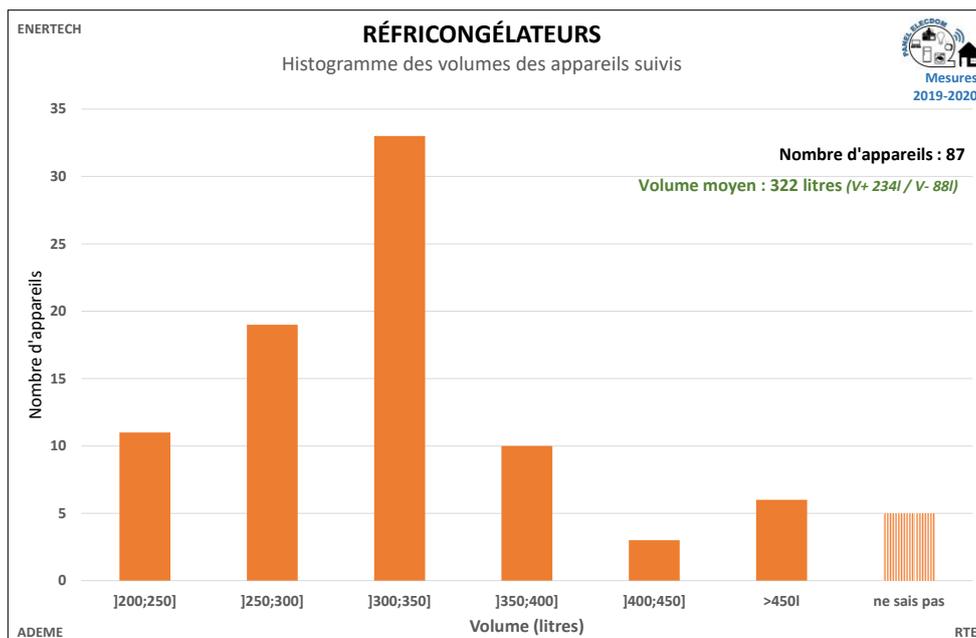


Figure 3-3 : REFRICONGELATEURS - Histogramme des volumes.

Le volume moyen d'un réfrigérateur vaut 322 litres dont 234 litres pour la partie « froid positif » et 88 litres pour le « froid négatif ».

Si on ne considère que les appareils standards (hors type américain) le volume moyen est de 313 litres, réparti en 228 litres pour la partie « froid positif » et 85 litres pour la partie congélation. C'est exactement la valeur trouvée en 2015 (froid lavage). Le volume moyen d'un réfrigérateur américain de l'échantillon est de 502 litres, réparti en 354 litres pour la partie « froid positif » et 148 litres pour la partie congélation.

Age

L'âge des appareils suivis est connu pour 74 appareils. Près d'un tiers de l'échantillon a entre 5 et 10 ans (Figure 3-4).

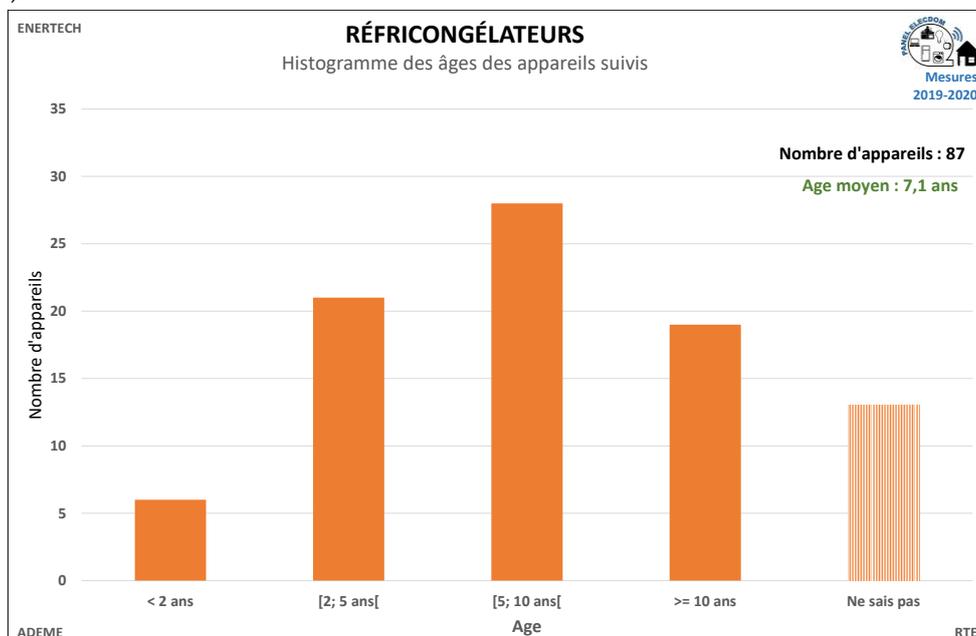


Figure 3-4 : REFRICONGELATEURS - Histogramme des âges des appareils suivis.

L'âge moyen est de 7,1 ans. Cette valeur est très proche des 6,9 ans trouvés en 2015 (froid lavage). Si on exclut l'appareil le plus ancien (30 ans) et le plus récent (moins de 1 an), cet âge moyen s'élève à 6,8 ans. Une étude menée par TNS Sofres pour le Gifam en 2017 indique que la durée de vie moyenne des

réfrigérateurs (réfrigorificateurs et réfrigérateurs confondus) est de 11 ans pour les appareils de marque acquis neufs en panne irréparable lors du remplacement.

Classe énergétique

La classe énergétique est connue pour 57 appareils, soit les deux tiers de l'échantillon. Si on considère ces appareils ainsi que ceux de plus de 10 ans pour lesquels on ne connaît pas la classe énergétique (Figure 3-5), **la moitié sont en classe A+** et 14% en classe supérieur (A++ ou A+++). Il subsiste encore 19% d'appareils de classe A qui a pourtant été supprimée en 2012. Aucun appareil de classe inférieur n'a pu être détecté (classes B, C, D supprimées en 2010) mais il reste 15% d'équipements de plus de 10 ans dont on ne connaît pas l'étiquette. On peut donc affirmer qu'un tiers de l'échantillon est de classe A ou inférieur.

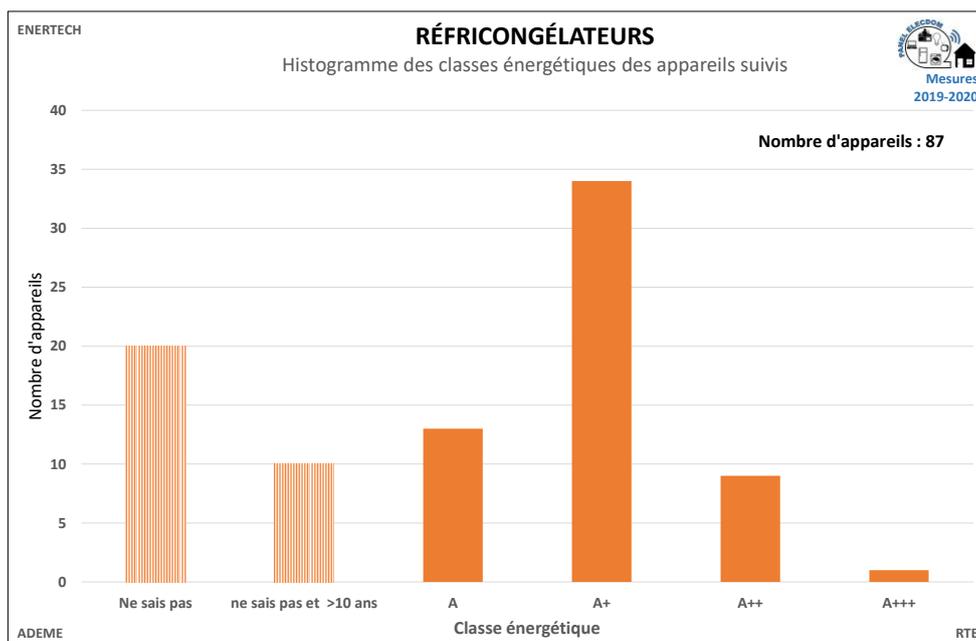


Figure 3-5 : REFRIGORIFICATEURS - Histogramme des classes énergétiques des appareils suivis.

Classe tropicale

Les **trois quarts des appareils sont tropicalisés ou subtropicalisés** –classes climatiques T, ST- (Figure 3-6). On remarque également que ce sont les appareils les plus récents qui possèdent majoritairement cette caractéristique.

Rappelons que le fait d'être en classe T ou ST permet d'appliquer un facteur de correction sur le volume pour le calcul de l'indice d'efficacité énergétique. Il est donc probable que les fabricants utilisent cette classification pour obtenir un « bonus » et ainsi une meilleure classe énergétique.

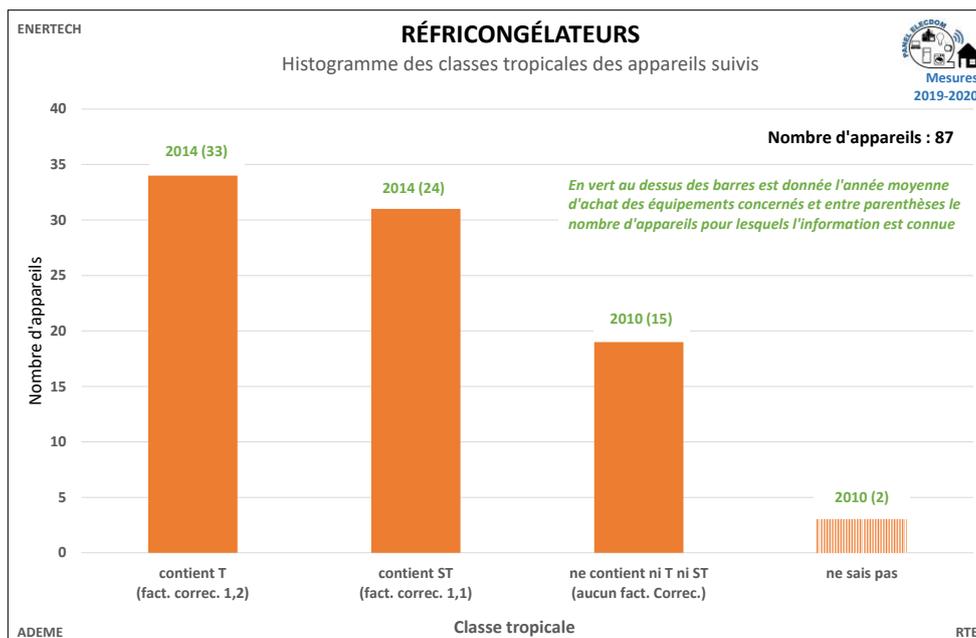


Figure 3-6 : REFRIGÉRATEURS - Histogramme des classes tropicales des appareils suivis.

Consommations annuelles

Le graphique de la Figure 3-7 présente l'histogramme des consommations annuelles des réfrigérateurs suivis. La consommation moyenne s'établit à 346 kWh/an, 672 kWh/an pour les appareils de type américain et 330 kWh/an pour les modèles standards. Si on ne tient pas compte des appareils non branchés toute l'année (ajout en cours de campagne de mesures, usage intermittent), la valeur moyenne est de 352 kWh/an.

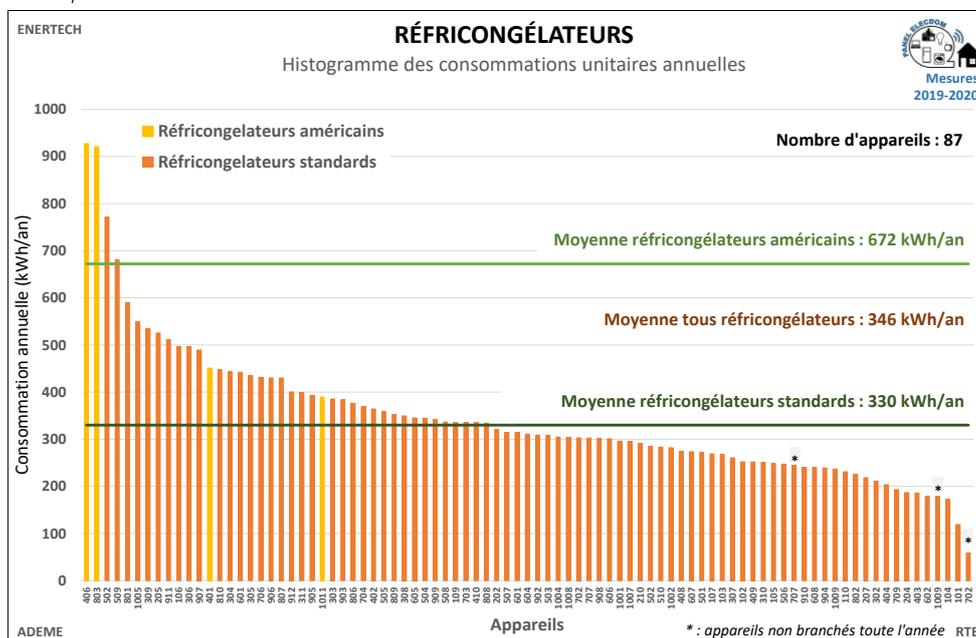


Figure 3-7 : REFRIGÉRATEURS - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

Le graphique de la Figure 3-8 présente l'évolution des consommations des réfrigérateurs standards au cours des 25 dernières années. La consommation des réfrigérateurs standards a diminué de 10% au cours de 5 dernières années. La tendance reste donc à la baisse mais celle-ci ralentit.

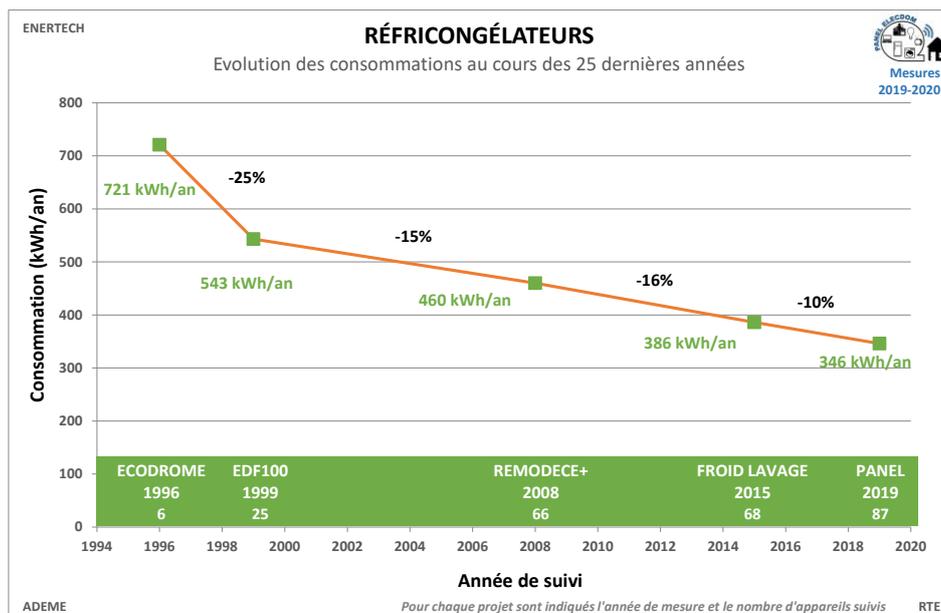


Figure 3-8 : REFRICONGELATEURS - Evolution des consommations au cours des 25 dernières années.

Cela s'explique par le fait que les caractéristiques des appareils suivis en 2015 et aujourd'hui sont très similaires en volume et en âge. La baisse est essentiellement imputable à la poursuite de l'élimination des modèles les plus consommateurs. Ainsi 6% des réfrigérateurs standards (hors modèle américain) consommaient plus de 800 kWh/an en 2015 alors que le plus consommateur de l'échantillon Panel consomme 771 kWh/an. On ne note, par contre, pas de différence au niveau des modèles les plus performants. Leur consommation se situe dans les deux campagnes de mesures autour de 130 kWh/an. Les appareils les plus énergivores sont cependant de moins en moins nombreux : l'âge moyen des réfrigérateurs est le plus faible parmi tous les appareils de froid.

Saisonnalité

Le réfrigérateur est un appareil dont la consommation augmente avec la température ambiante, d'où une saisonnalité très marquée (Figure 3-9).

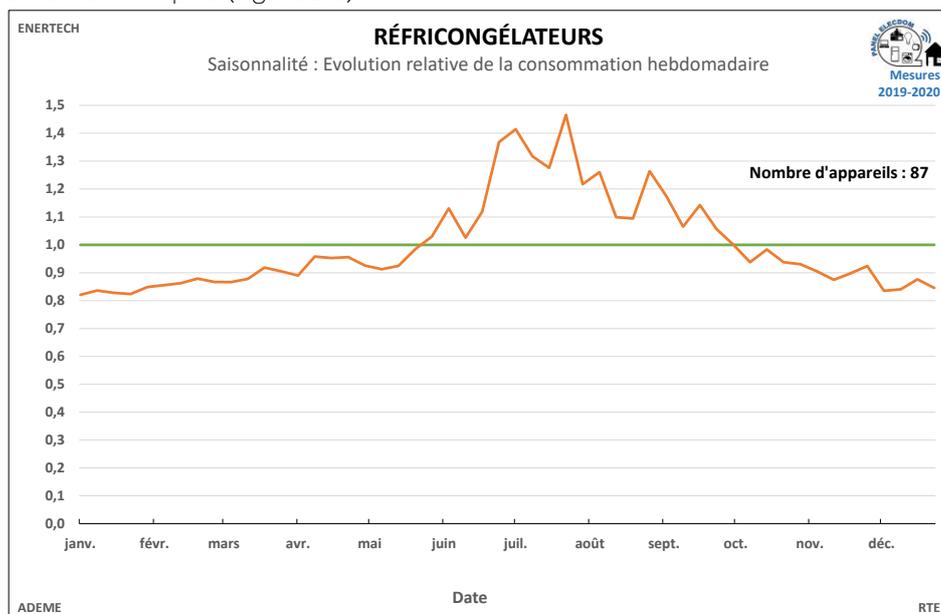


Figure 3-9 : REFRICONGELATEURS – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge

La courbe de charge des réfrigérateurs est relativement plate (Figure 3-10) avec de légères augmentations au moment des repas.

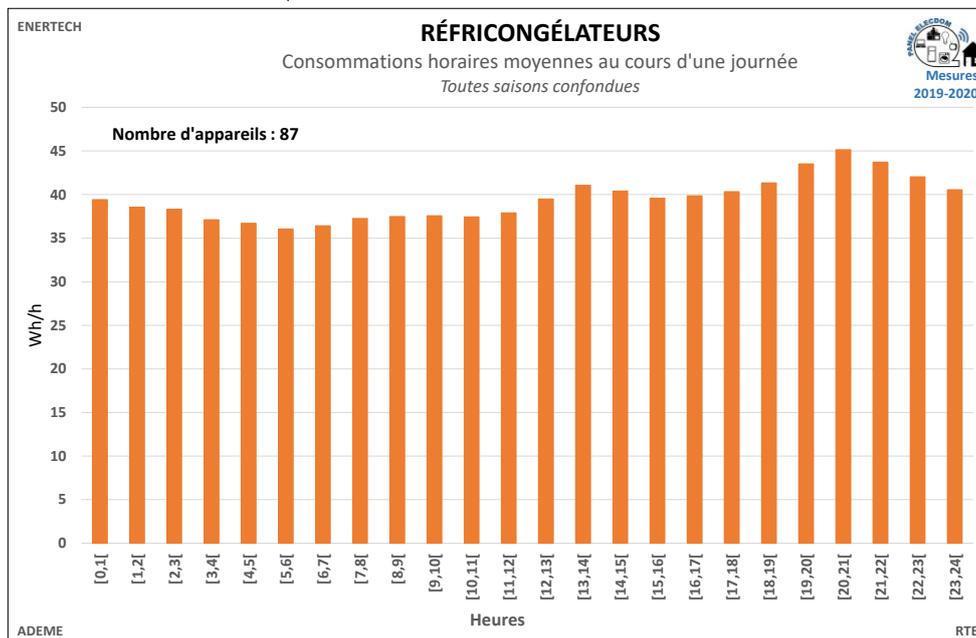


Figure 3-10 : REFRIGERATEURS – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

3.6. Réfrigérateurs

Caractéristique de l'échantillon

Types d'équipement

L'échantillon comporte 28 réfrigérateurs, dont 8 « table top » et 8 encastrés.

Volume

Le volume utile est connu pour 26 réfrigérateurs. Le **volume moyen** est de **219 litres**, **210 litres** pour le « **froid positif** » et **18 litres** pour le « **froid négatif** » (Figure 3-11). A noter qu'environ la moitié des réfrigérateurs n'ont pas de compartiment de congélation, c'est la raison pour laquelle la somme des valeurs moyennes « froid négatif » et « froid positif » n'est pas égale au volume total moyen.

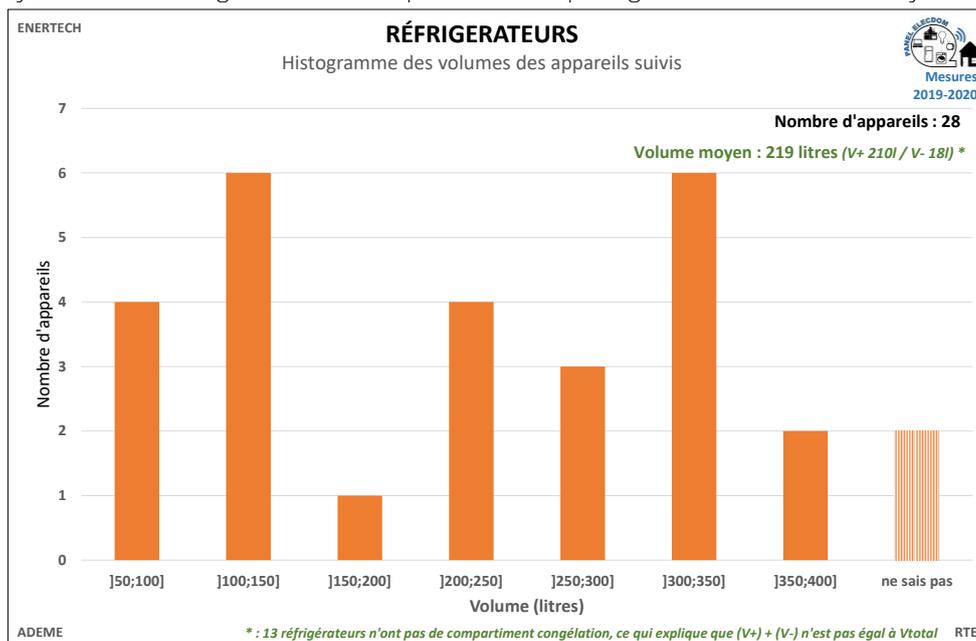


Figure 3-11 : REFRIGERATEURS - Histogramme des volumes.

On remarque que :

- 36% sont des appareils de petit volume (moins 150 litres) et 80% d'entre eux sont des modèles encastrables sous un plan de travail (« table top »)
- 36 % sont des « gros volumes », supérieurs à 300 litres.

Cette répartition est différente de celle observée en 2015 qui était centré sur les modèles 200-250 litres.

Age

L'âge est connu pour 22 des 28 appareils de l'échantillon. L'**âge moyen** d'un réfrigérateur est de **7,9 ans** (7,1 ans si on enlève l'appareil le plus ancien et le plus récent). Les réfrigérateurs de l'échantillon sont donc plus anciens que les réfricongélateurs (âge moyen 7,1 ans). Cela est confirmé par le graphique de la Figure 3-12 qui montre que 57% des appareils ont plus de 5 ans.

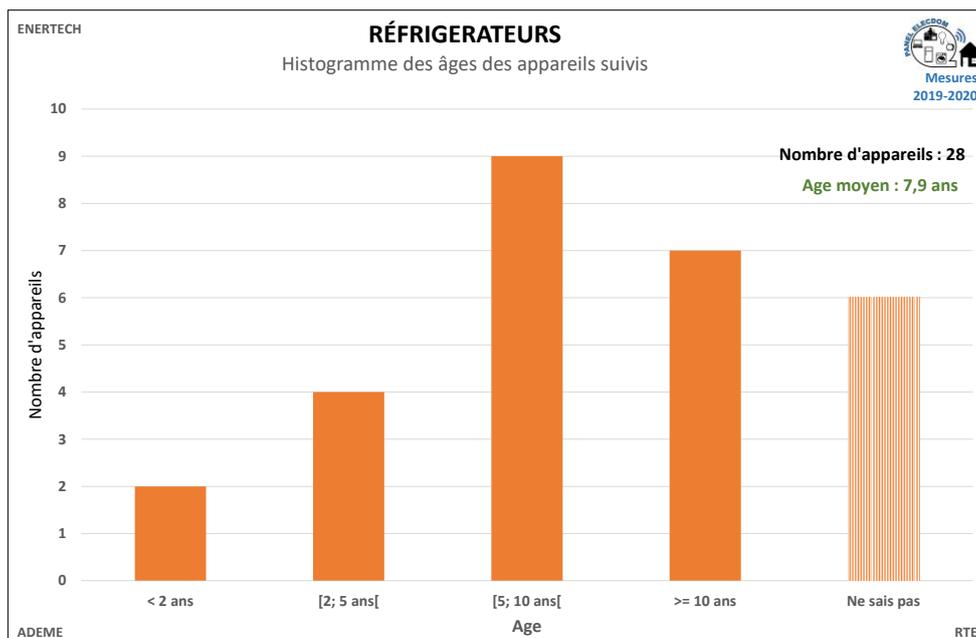


Figure 3-12 : REFRIGERATEURS - Histogramme des âges.

Classe énergétique

La classe énergétique est connue pour deux tiers de l'échantillon. Comme pour les réfrigérateurs les modèles A+ sont les plus nombreux (52% des appareils pour lesquels la classe est connue et les plus de 10 ans de classe inconnue). On note cependant une proportion légèrement plus importante d'équipements de classe A et aucun appareil A+++ (Figure 3-13). Cela peut s'expliquer par l'âge globalement plus élevé de réfrigérateurs par rapport aux réfrigérateurs.

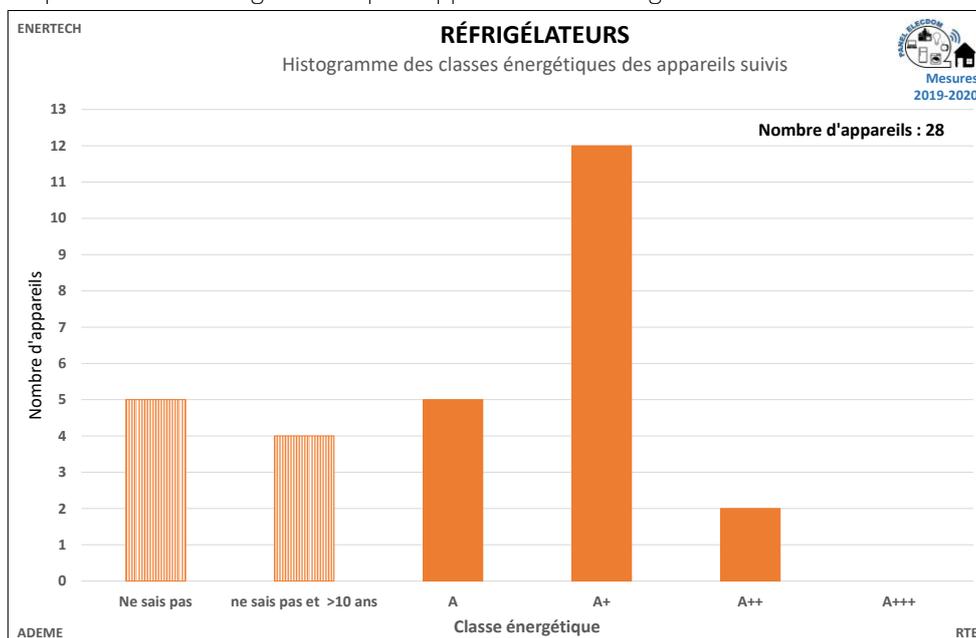


Figure 3-13 : REFRIGERATEURS - Histogramme des classes énergétiques.

Classe tropicale

La répartition entre les classes tropicales (Figure 3-14) est différente de celle observée pour les réfrigérateurs.

L'échantillon comporte la même proportion d'appareils tropicalisés (bénéficiant d'un facteur de correction 1,2 pour le calcul réglementaire), subtropicalisés (facteur de correction 1,1) que de réfrigérateurs adaptés au climat tempéré (aucun facteur de correction). Cette différence s'explique probablement là-encore par l'âge des appareils. En effet, l'idée de mettre sur le marché des appareils tropicalisés pour bénéficier de ce coefficient est relativement récente comme le montre les âges moyens des modèles (sub)tropicalisés (5 et 6 ans) et des modèles adaptés au climat tempéré (13 ans).

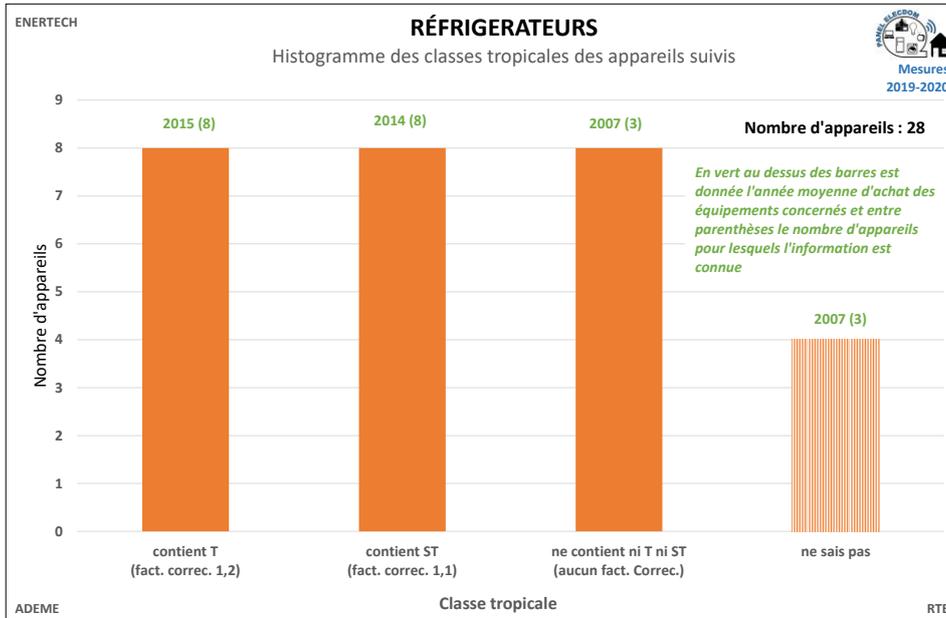


Figure 3-14 : REFRIGÉRATEURS - Histogramme des classes tropicales.

Consommations annuelles

La consommation moyenne des réfrigérateurs s'établit à 166 kWh/an (Figure 3-15). L'appareil le moins consommateur a été installé en cours de période de mesures, il n'a donc pas fonctionné une année complète. Quant au plus consommateur c'est un appareil de faible volume (138 litres) mais ancien (12 ans), table top et encastré. Si on ne tient pas compte des 3 appareils qui n'ont pas fonctionné pendant l'intégralité de la période de mesure, la valeur moyenne vaut 174 kWh/an.

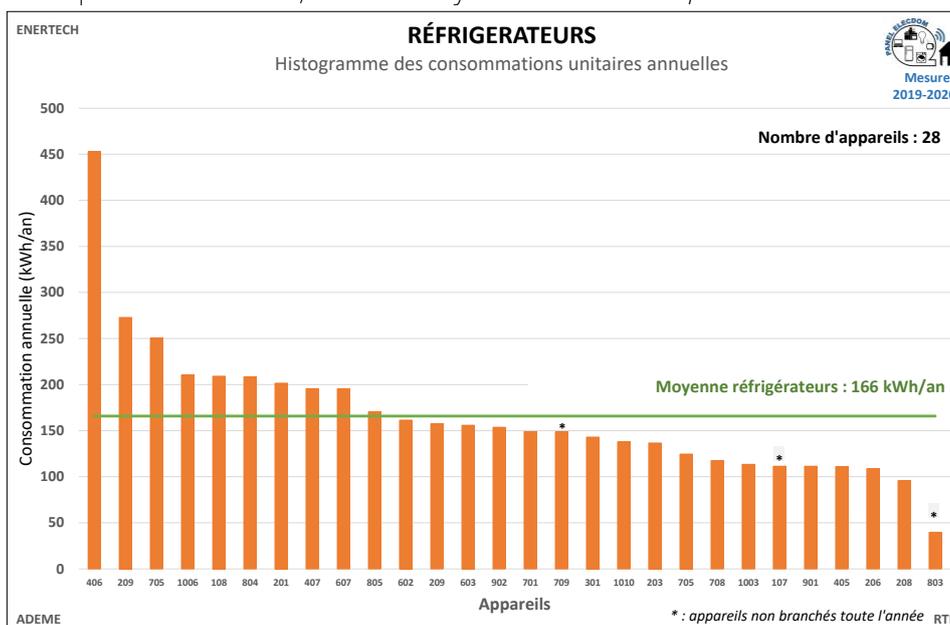


Figure 3-15 : REFRIGÉRATEURS - Histogramme des consommations annuelles unitaires.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

La consommation des réfrigérateurs a diminué de 18% au cours des 5 dernières années alors même que les volume et âge moyens entre les deux campagnes de mesures sont proches. La baisse est quasiment linéaire depuis 25 ans (Figure 3-16). La consommation a été divisée par 2,2 au cours de cette période.

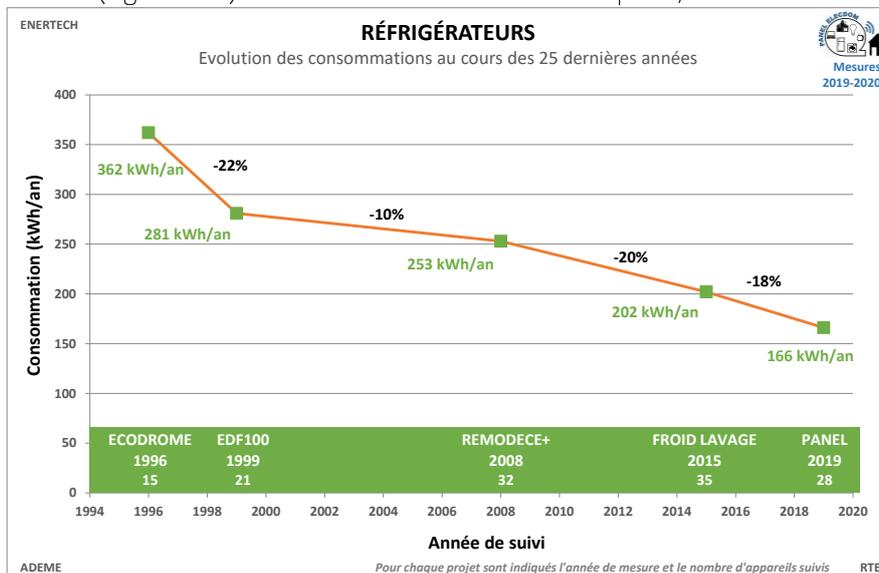


Figure 3-16 : REFRIGERATEURS - Evolution des consommations au cours des 25 dernières années.

Saisonnalité

La saisonnalité est également très marquée (Figure 3-17). Le profil irrégulier s'explique par le fait que certains de ces réfrigérateurs sont utilisés uniquement en appoint et ne fonctionnent donc pas toute l'année.

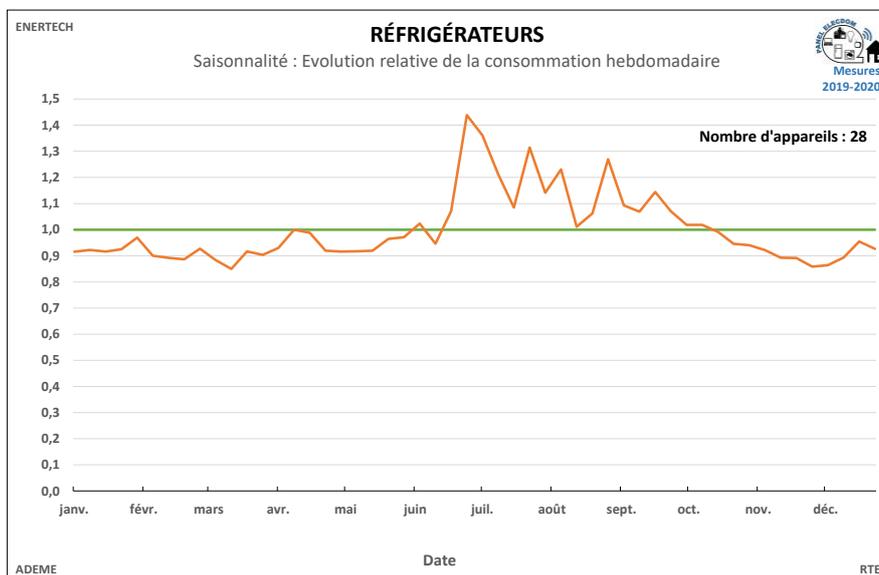


Figure 3-17 : REFRIGERATEURS – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge

La courbe de charge a une allure similaire à celle du réfrigérateur, seul le niveau de puissance vu du réseau est inférieur (Figure 3-18).

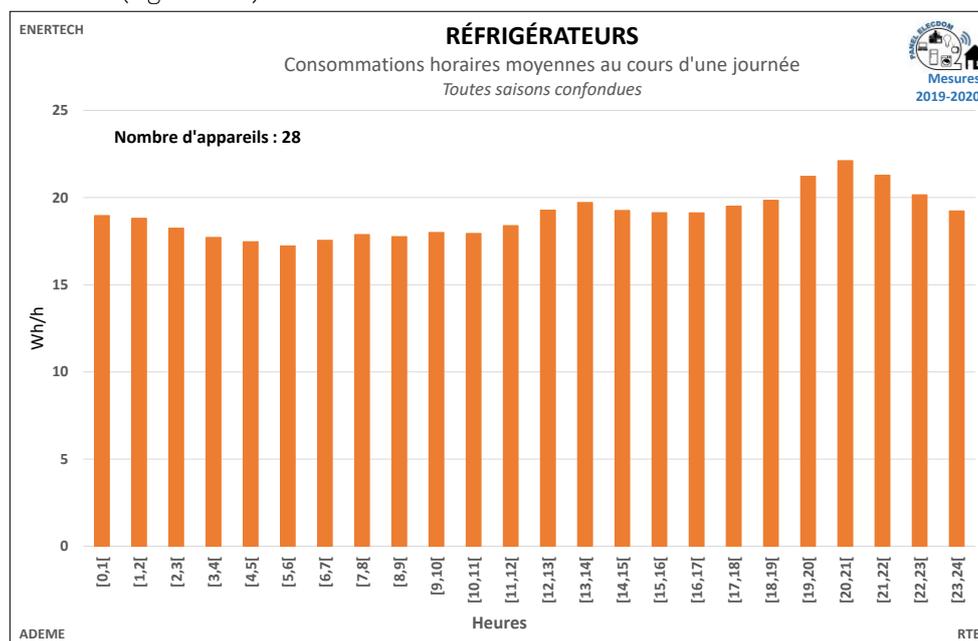


Figure 3-18 : REFRIGERATEURS – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

3.7. Congélateurs

Caractéristique de l'échantillon

Types d'équipement

On dénombre 58 congélateurs pour les 101 logements. 2 n'ont pas pu être suivis individuellement au cours de cette première année. L'échantillon étudié ci-après comporte donc 56 équipements, dont 20 congélateurs coffres et 36 congélateurs armoires.

Volume

L'étiquette contenant la référence et les informations techniques n'est souvent pas accessible sur les congélateurs, nous ne connaissons donc pas le volume utile de 32% des congélateurs de l'échantillon. Nous avons, pour ces appareils, mesuré les dimensions intérieures pour calculer une valeur approchée du volume.

Le **volume moyen** d'un congélateur est de **182 litres** (congélateur **armoire** : **175 litres** et congélateur **coffre** : **194 litres**). 40% ont un volume inférieur à 150 litres et pour près d'un quart, il est compris entre 200 et 250 litres (Figure 3-19). Ce volume est 23% inférieur au volume moyen des appareils suivis en 2015.

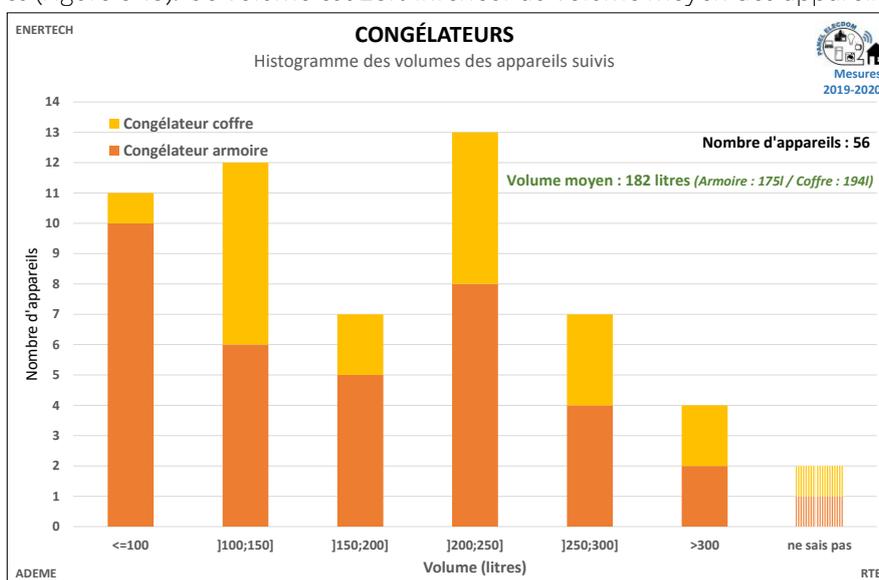


Figure 3-19 : CONGÉLATEURS - Histogramme des volumes.

Age

Dans 30% des cas, les participants n'ont pas été en mesure de nous fournir l'âge de l'appareil. Le parc de congélateurs est globalement plus ancien que celui des autres appareils de froid (Figure 3-20). L'**âge moyen** est de **9,3 ans**. Les congélateurs coffres sont plus âgés (âge moyen 10,2 ans) que les congélateurs armoires (8,9 ans). Ces appareils, souvent remisés dans des locaux annexes (cave, buanderie, garage), ne sont pas visibles et donc changés moins fréquemment que les équipements posés dans les cuisines (réfrigérateurs et réfrigérateurs). Le Gifam indique une durée de vie moyenne de 15 ans²³.

²³<https://www.guidetopten.fr/grand-public/recommandations/recommandations-et-conseils-sur-les-congelateurs>

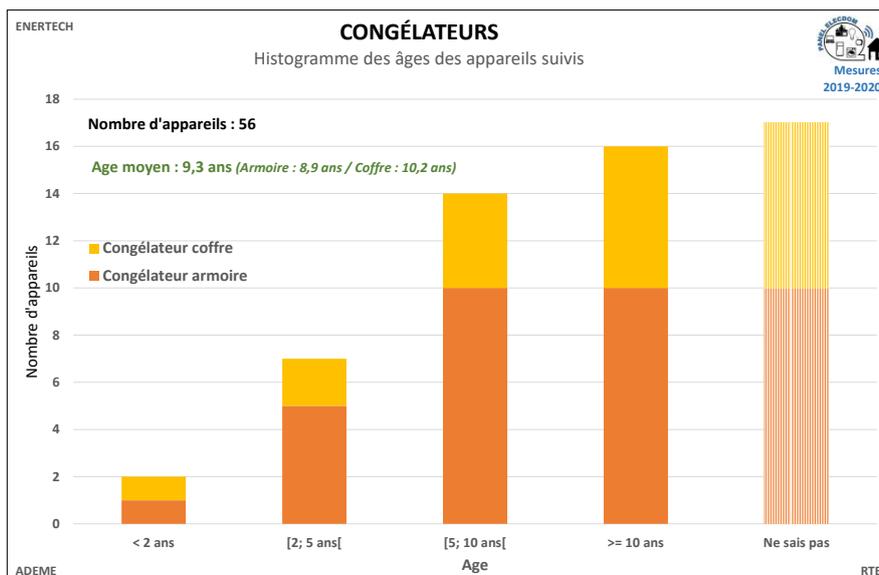


Figure 3-20 : CONGÉLATEURS - Histogramme des âges.

Classe énergétique

La classe énergétique est connue dans seulement 41% des cas (Figure 3-21). Ce faible pourcentage est lié à la fois au fait que très souvent l'étiquette est inaccessible (donc la référence de l'appareil n'est pas connue) et également au grand âge des appareils (impossible de trouver les caractéristiques techniques sur Internet).

Comme pour les autres appareils de froid c'est la **classe A+** qui domine. Si on ramène au nombre d'appareils pour lesquels on possède l'information et ceux pour lesquels on ne connaît pas la classe mais qui ont plus de 10 ans, il subsiste tout de même plus d'un quart d'appareils de classe A et 36% ont plus de 10 ans. Il y a donc encore plus de la moitié des congélateurs qui sont de classe A ou inférieur. On dénombre également très peu d'équipements très performants (un seul appareil de classe A++ et aucun A+++).

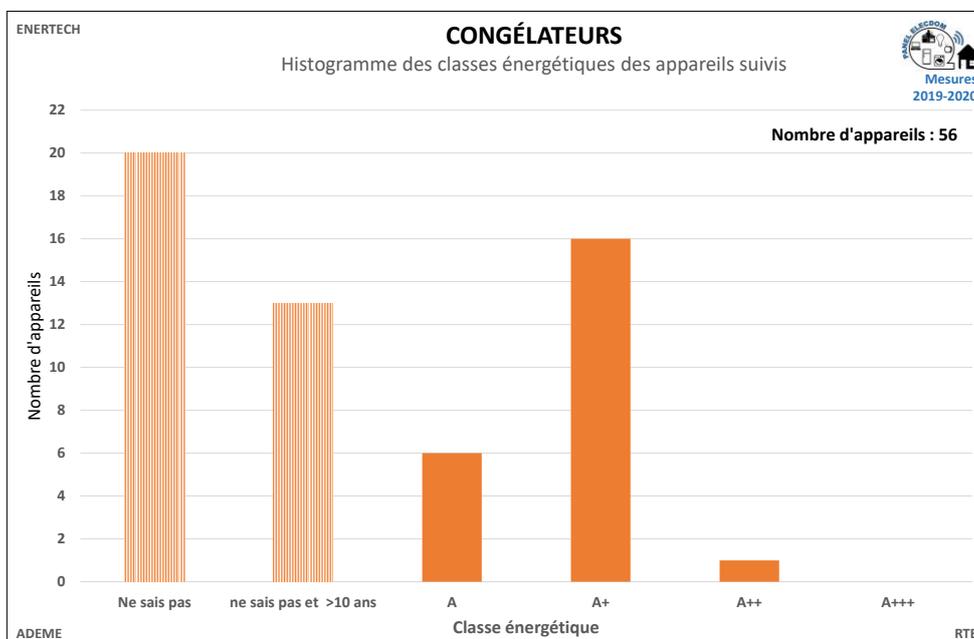


Figure 3-21 : CONGÉLATEURS - Histogramme des classes énergétiques.

Classe tropicale

La classe tropicale est connue pour les deux tiers de l'échantillon. Plus de la moitié des appareils pour lesquels on possède l'information sont tropicalisés (T). Or on remarque là-encore que ce sont les appareils les plus récents qui possèdent cette caractéristique qui offre un facteur de correction (Figure 3-22).

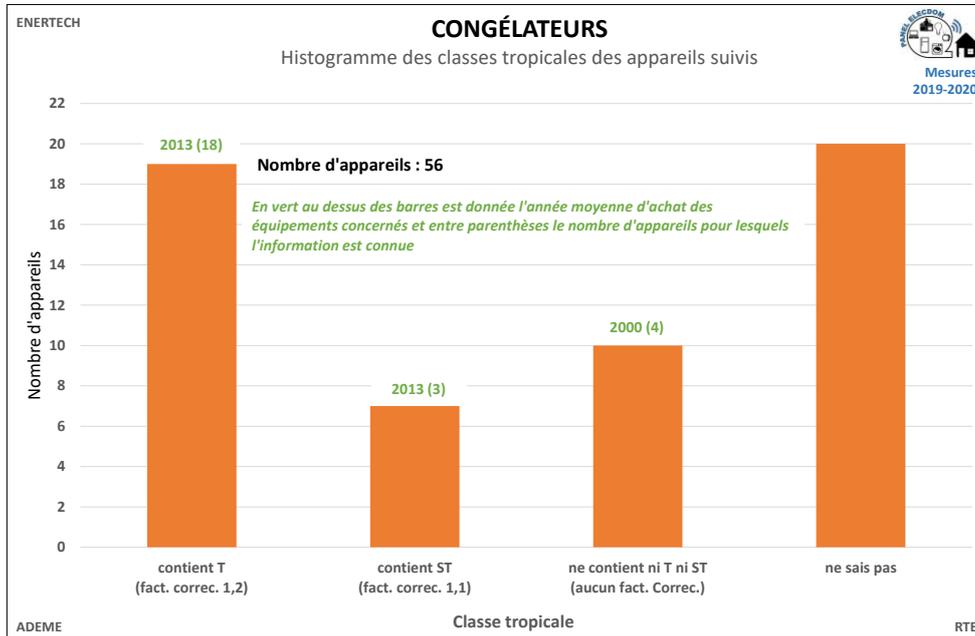


Figure 3-22 : CONGÉLATEURS - Histogramme des classes tropicales.

Consommations annuelles

La consommation moyenne des congélateurs s'élève à 288 kWh/an (Figure 3-23). Les valeurs sont très proches pour les modèles coffres et armoires avec respectivement 292 et 286 kWh/an.

Si on ne tient pas compte des appareils utilisés seulement une partie de l'année de mesure la moyenne vaut 308 kWh/an.

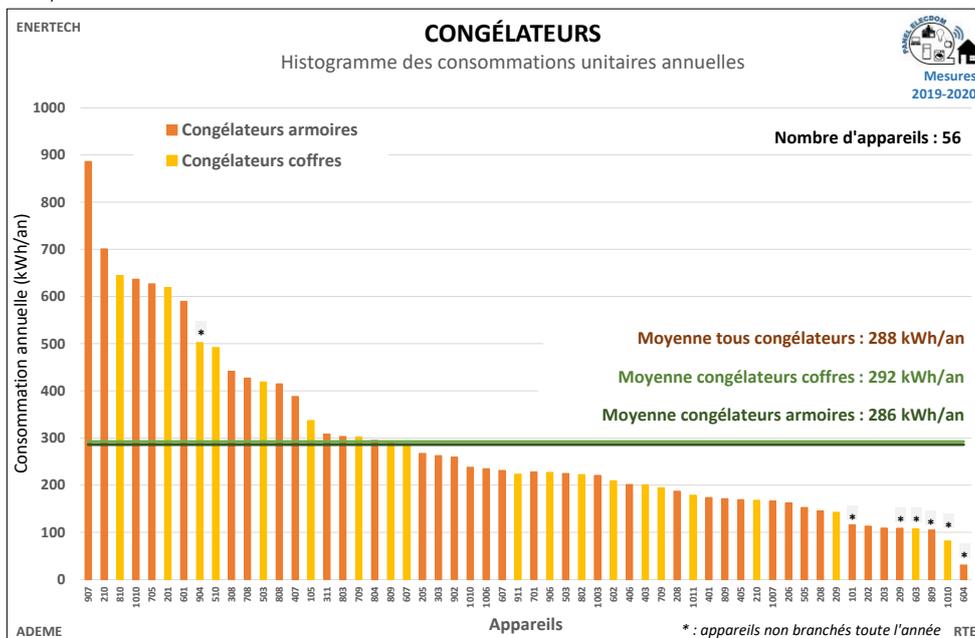


Figure 3-23 : CONGÉLATEURS - Histogramme des consommations annuelles unitaires.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

Le graphique de la Figure 3-24 présente l'évolution des consommations moyennes des congélateurs au cours des 25 dernières années. Même si la réduction la plus importante a eu lieu entre 2008 et 2015, la consommation continue de baisser de façon soutenue (-19% au cours des 5 dernières années) mais le volume moyen des congélateurs de l'échantillon Panel Elecdom est inférieur de 23% à celui de l'échantillon de 2015 (froid-lavage). On n'observe plus de consommation supérieure à 900kWh/an alors qu'en 2015, 4% de l'échantillon consommait plus que cette valeur. On observe également davantage d'appareils dont la consommation se situe autour de 100kWh.

Le renouvellement du parc se faisant maintenant principalement sur des appareils qui avaient déjà une étiquette énergie, le gain est par conséquent moins important. De plus, comme on l'a vu précédemment, il y a très peu d'équipements très performants (classe A+++)

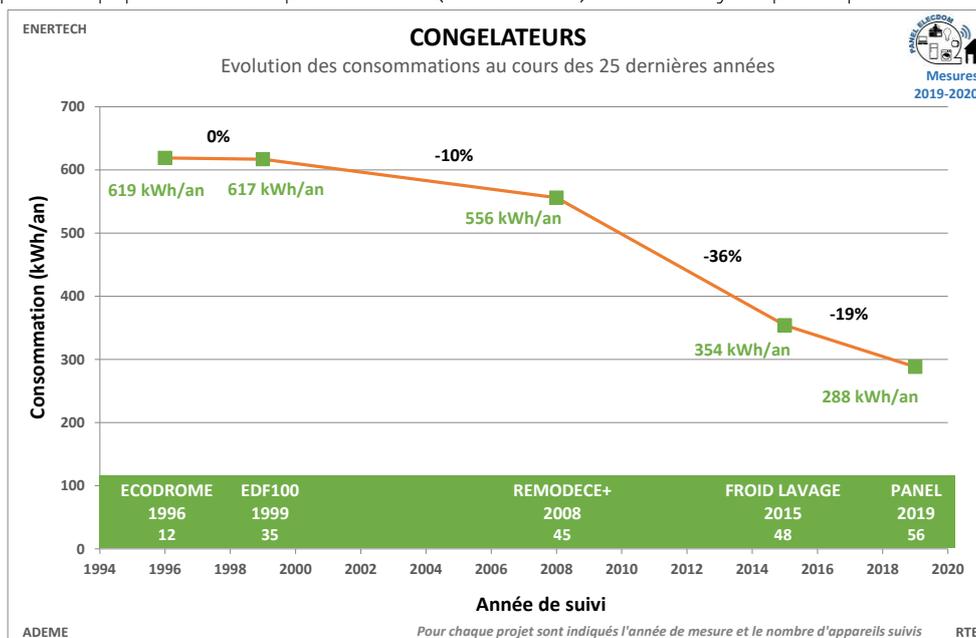


Figure 3-24 : CONGELATEURS - Evolution des consommations au cours des 25 dernières années.

Saisonnalité

On remarque, pour les congélateurs, une augmentation légèrement moins importante de la consommation en été que pour les réfrigérateurs et les réfrigérateurs (Figure 3-25).

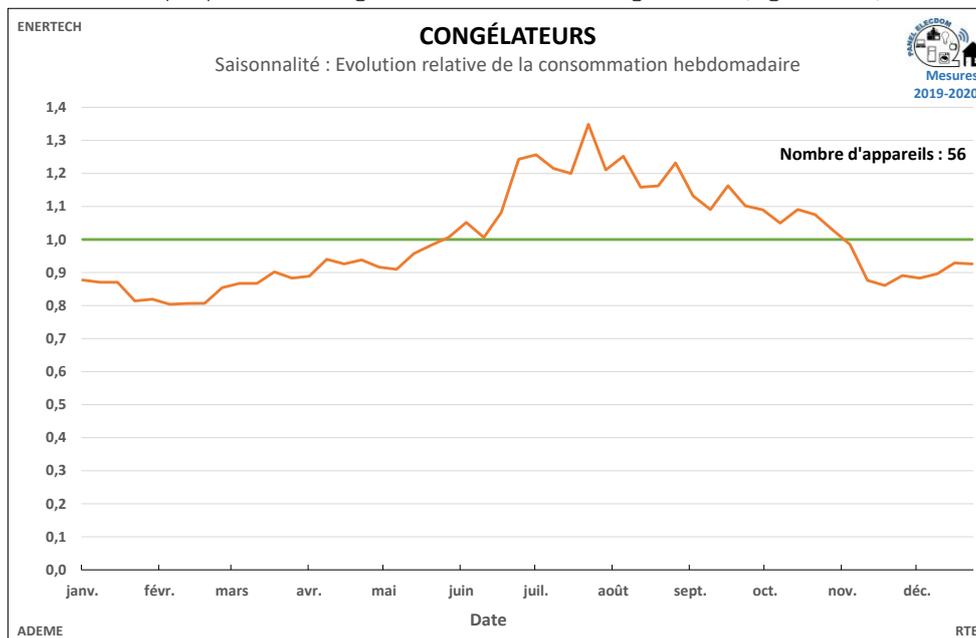


Figure 3-25 : CONGÉLATEURS – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge

Le profil journalier de consommation des congélateurs est plus plat que celui des appareils de froid positif (Figure 3-26).

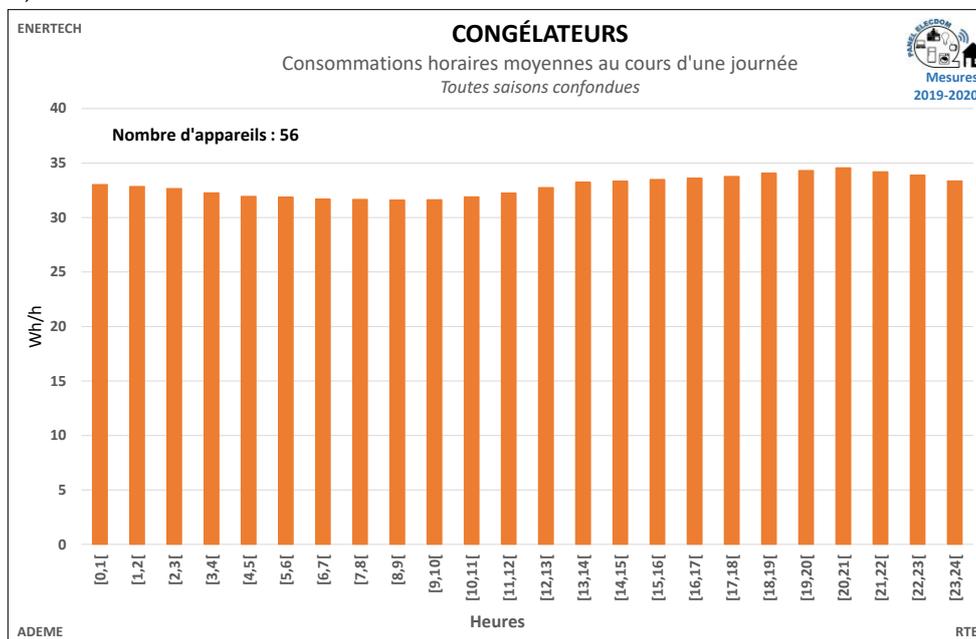


Figure 3-26 : CONGÉLATEURS – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

3.8. Caves à vin

On dénombre 6 caves à vin au sein de l'échantillon. L'âge moyen est de 7,6 ans. D'après une étude réalisée en 2017 par Kantar TNS pour le Gifam, il s'agit d'un marché récent. Ainsi 87% des caves à vin achetées entre 2015 et 2017 étaient des premières acquisitions.

La consommation moyenne des caves à vin vaut 193 kWh/an (Figure 3-27). Etant donnée la petite taille de l'échantillon toute comparaison est impossible.

Une cave à vin a été achetée en 2007, soit avant l'introduction de l'étiquette énergie (2012). Toutes les autres sont postérieures à 2012 et sont donc soumises à la directive Ecodesign.

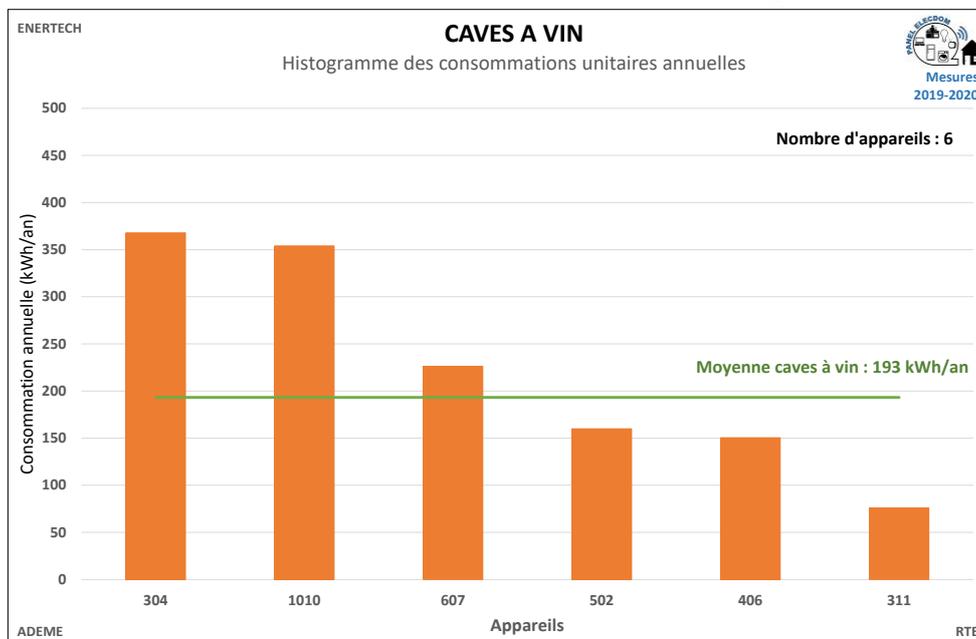


Figure 3-27 : CAVES A VIN - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

3.9. Chambres froides

Deux participants possèdent une chambre froide mais une des deux est hors service depuis le début de la campagne de mesure et a donc une consommation nulle. La seconde, de volume 6,8m³, a consommé 1 404kWh au cours de la première année de mesure.

3.10. Poste froid

Consommations annuelles

La Figure 3-28 représente l'histogramme des consommations du **poste froid** (tous appareils de froid confondus) dans les logements étudiés. La consommation moyenne est de **535 kWh/an/logement** avec un minimum de 111 kWh/an/logement et un maximum de 2 144 kWh/an/logement (soit un rapport de 1 à 19). Le logement qui présente la consommation maximum est le propriétaire de la chambre froide qui à elle-seule représente 65% de la consommation totale de ce poste pour ce logement. La consommation moyenne, si on ne tient pas compte de la chambre froide, vaut 522 kWh/an/logement.

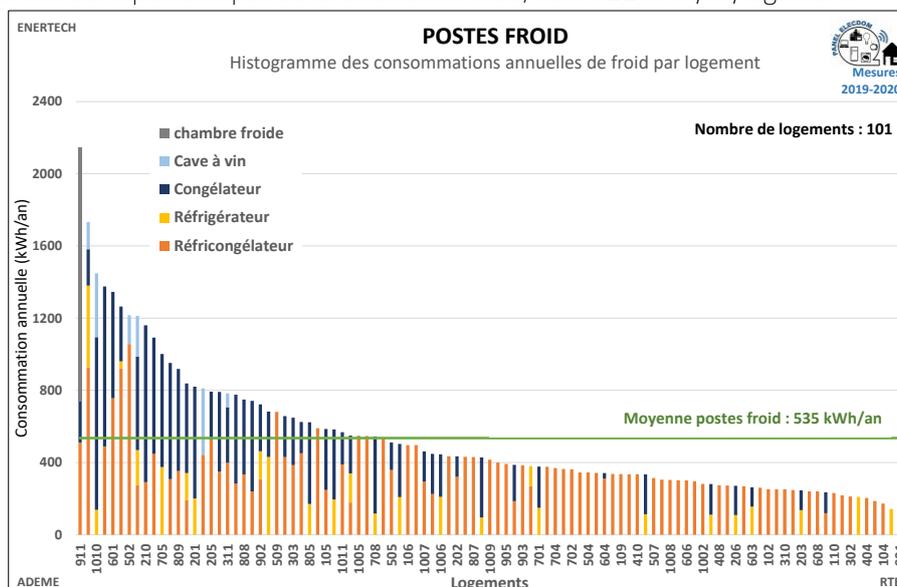


Figure 3-28 : POSTE FROID - Histogrammes des consommations annuelles par logement.

Consommation électrique des appareils de froid vue du réseau

Vu du réseau (Figure 3-29), plus de la moitié de la consommation électrique du poste froid est couverte par les réfrigélateurs. Si on ajoute les congélateurs, on explique 87% du total. A noter enfin que l'unique chambre froide suivie pèse plus lourd que l'ensemble des caves à vin (6 appareils).

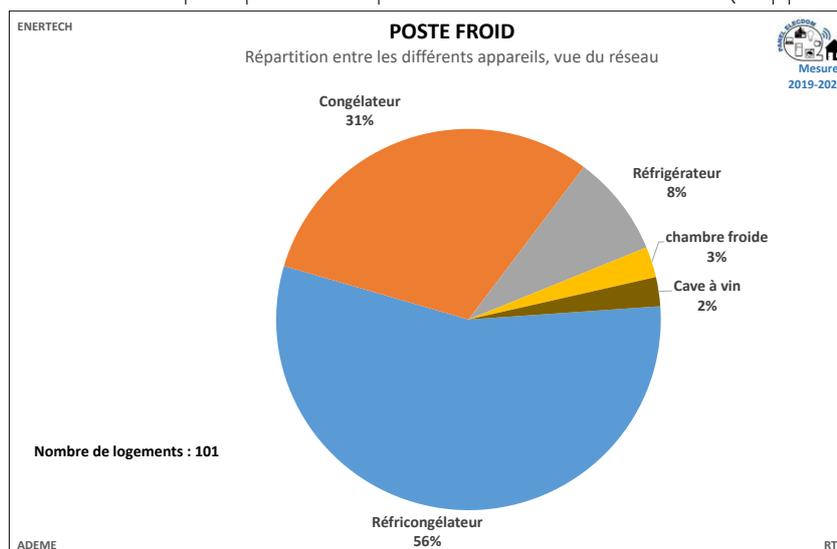


Figure 3-29 : POSTE FROID - Répartition de la consommation entre les différents appareils, vue du réseau.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

La consommation du poste froid dans sa globalité, après avoir été divisée par 2 entre 1996 et 2015, ne diminue pratiquement plus (-1%) (Figure 3-30). Ceci s'explique par :

- Une augmentation constante depuis 25 ans du nombre moyen d'équipements par foyer.
- La part prédominante des réfrigérateurs (48% des appareils de froid) dont la consommation a tendance à se stabiliser (-10% au cours des 5 dernières années).

NB : c'est la première fois que des chambres froides ont été suivies, le poste froid incluait déjà des caves à vin en 2015.

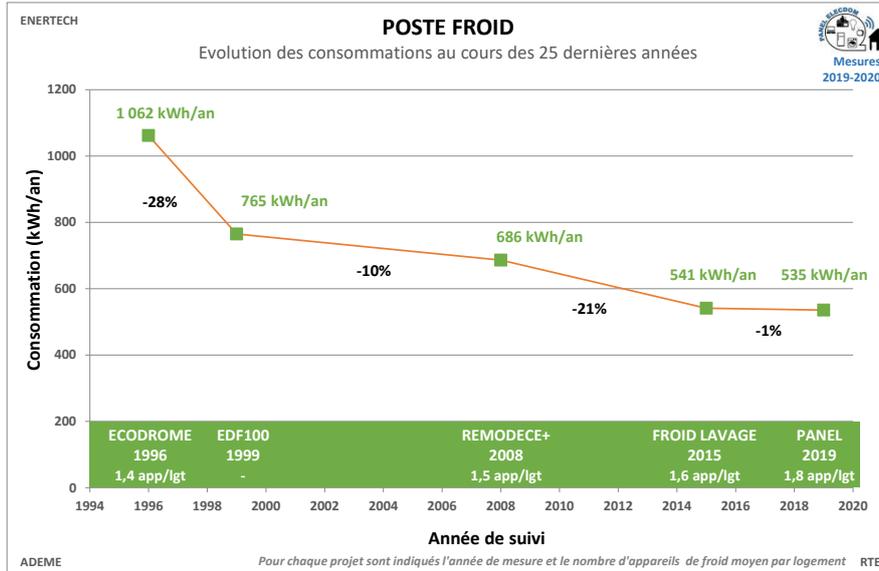


Figure 3-30 : POSTE FROID - Evolution des consommations au cours des 25 dernières années.

4. Appareils de lavage/séchage

4.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Des appareils de lavage/séchage, c'est le lave-vaisselle qui couvre la part la plus importante de la consommation électrique d'un logement moyen vu du réseau, avec 116 kWh/an soit 2,4% de la consommation tous usages ou encore 5,2% des usages spécifiques (Figure 4-1).

Les lave-linges et sèche-linges ont, vu du réseau, un impact quasiment identique avec respectivement une consommation de 100 (2,1% de la consommation électrique tous usages et 4,5% de la consommation d'électricité spécifique) et 92 kWh/an (1,9% et 4,1%).

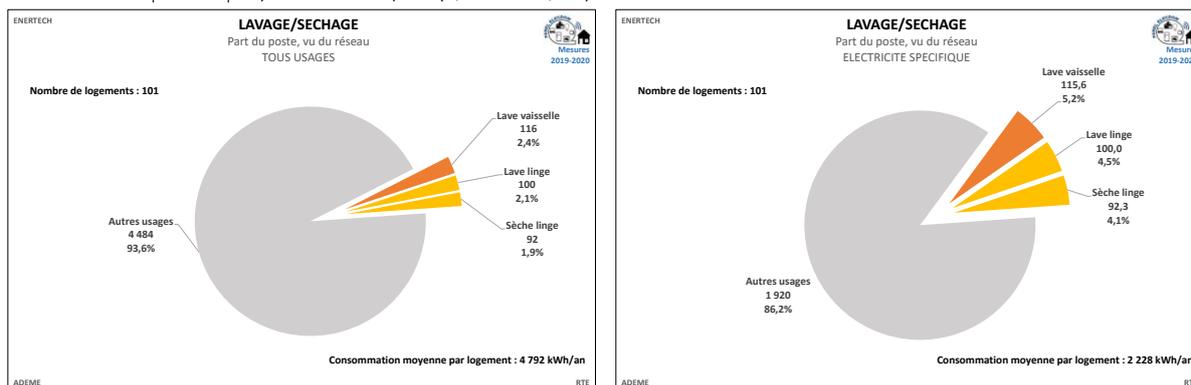


Figure 4-1 : POSTE LAVAGE/SECHAGE – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau – tous usages (gauche) et uniquement électricité spécifique (droite).

4.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

Chaque appareil de lavage et de séchage présent dans les logements a été suivi individuellement.

4.3. Description de l'échantillon

Les 101 logements de l'échantillon possèdent 203 appareils de lavage/séchage répartis de la façon suivante :

Libellé	Nombre appareils suivis	Taux équipement		Source
		Echantillon	Données nationales	
Lave-linge	100	99%	96% / 91%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ²⁴ / EDF R&D 2016 ²⁵
Lave-vaisselle	72	71%	66% / 58%	
Sèche-linge	31	31%	34% / 30%	

Tableau 4-1 : Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

Les taux d'équipements sont légèrement supérieurs aux données nationales à l'exception des sèche-linge. Quelques photos d'équipements sont présentées en Figure 4-2.

²⁴ Etude portant sur 5 000 foyers

²⁵ Etude portant sur 4 000 foyers - <https://www.larevuedelenergie.com/wp-content/uploads/2018/12/Connaitre-usages-electriques-residentiels.pdf>



Figure 4-2 - Photographies d'équipements du poste lavage
De gauche à droite : lave-linge, lave-vaisselle et sèche-linge.

4.4. Lave-linges

Caractéristique de l'échantillon

Types d'équipement

L'échantillon comporte 100 lave-linges dont 70 modèles à hublot, 26 à ouverture par le dessus (top) et 4 lavantes-séchantes.

Capacité

Le volume moyen des lave-linges est de **6,9kg**, soit 0.9kg de plus qu'en 2015. On n'observe plus de lave-linge de capacité inférieure à 5 kg et près d'un tiers de l'échantillon a une capacité supérieure ou égale à 8 kg (Figure 4-3).

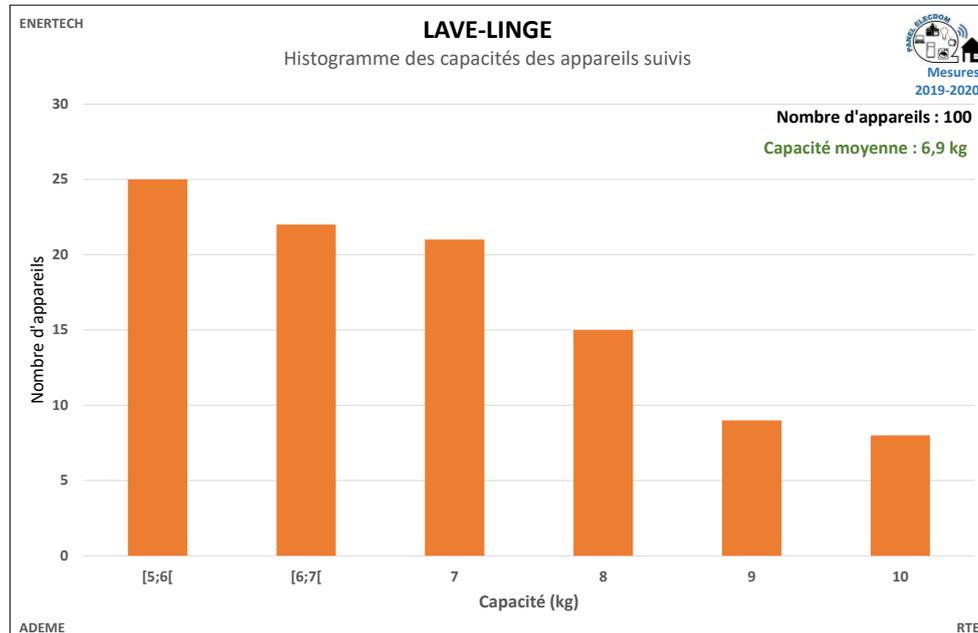


Figure 4-3 : LAVE-LINGE - Histogramme des capacités.

Age

L'âge moyen des lave-linges est de **7,8 ans** et 60% au moins ont plus de 5 ans (Figure 4-4). Pour information, la durée de vie moyenne de ces appareils est estimée 10 ans et 11 mois (étude TNS Sofres pour le Gifam).

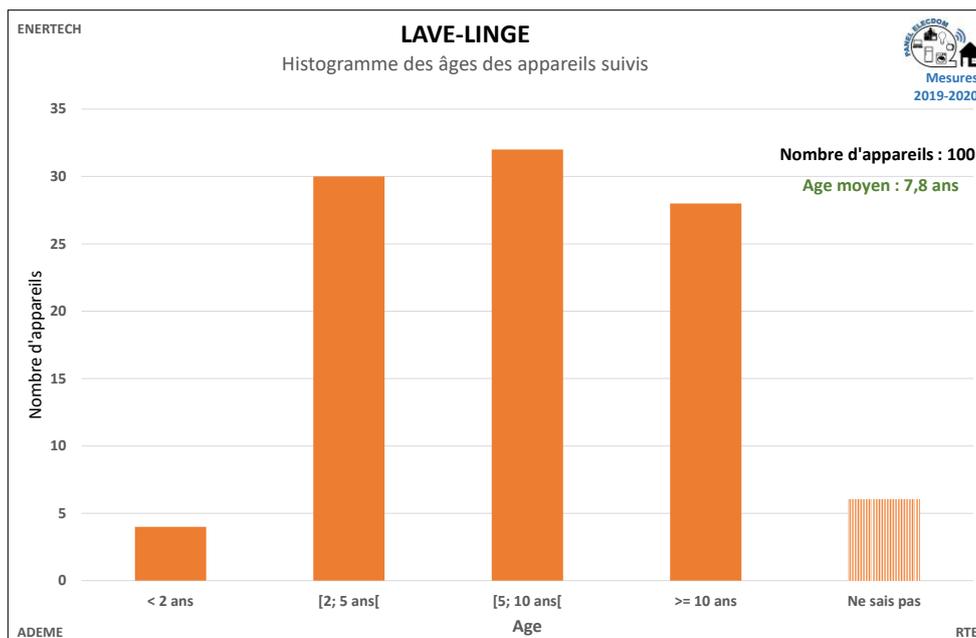


Figure 4-4 : LAVE-LINGE - Histogramme des âges des appareils.

Classe énergétique

Le graphique de la Figure 4-5 donne la répartition de l'échantillon entre les différentes classes énergétiques. Dans un tiers des cas, celle-ci n'est pas connue. Un quart des appareils pour lesquels on possède l'information sont relativement anciens (classe A, B ou C). Les appareils récents sont majoritairement de classe A+++ (36%). Cette répartition est différente de celle observée pour les équipements de froid (majoritairement classe A+). On avait déjà observé cette tendance en 2015 mais elle s'accroît.

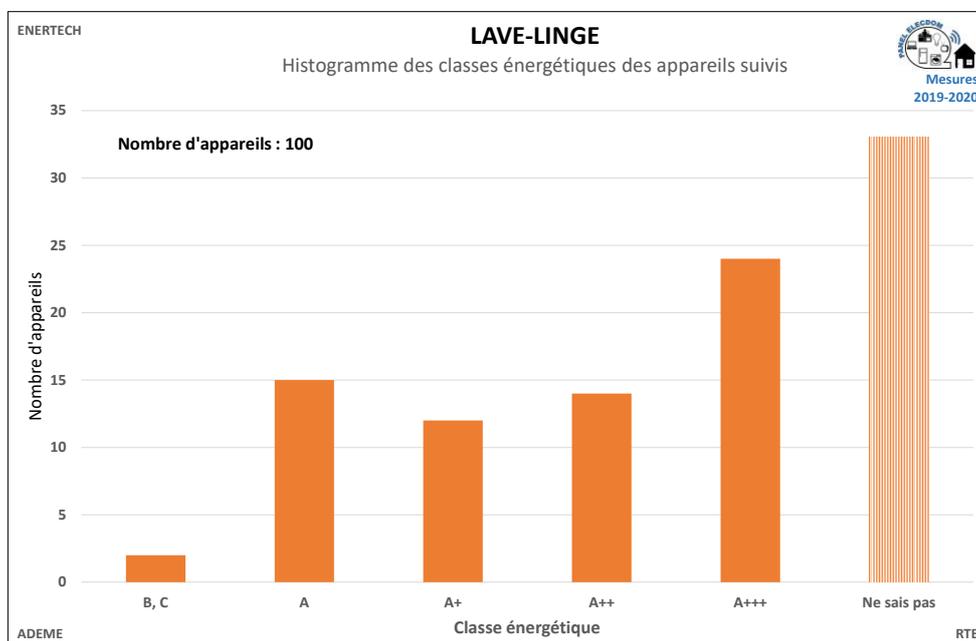


Figure 4-5 : LAVE-LINGE - Histogramme des classes énergétiques.

Consommations annuelles

La consommation moyenne des lave-linges s'établit à **101 kWh/an** avec un minimum de 11kWh/an et un maximum de 441kWh/an, soit une amplitude de 1 à 39 (Figure 4-6). La valeur moyenne est supérieure de 10% à celle observée en 2015 –campagne de mesures froid-lavage- (92 kWh/an). Dans l'échantillon Panel Elecdom, 4 lave-linges consomment plus de 250 kWh/an alors qu'il n'y en avait qu'un seul en 2015. On observe également dans cet échantillon 13 lave-linges qui consomment moins de 30 kWh/an.

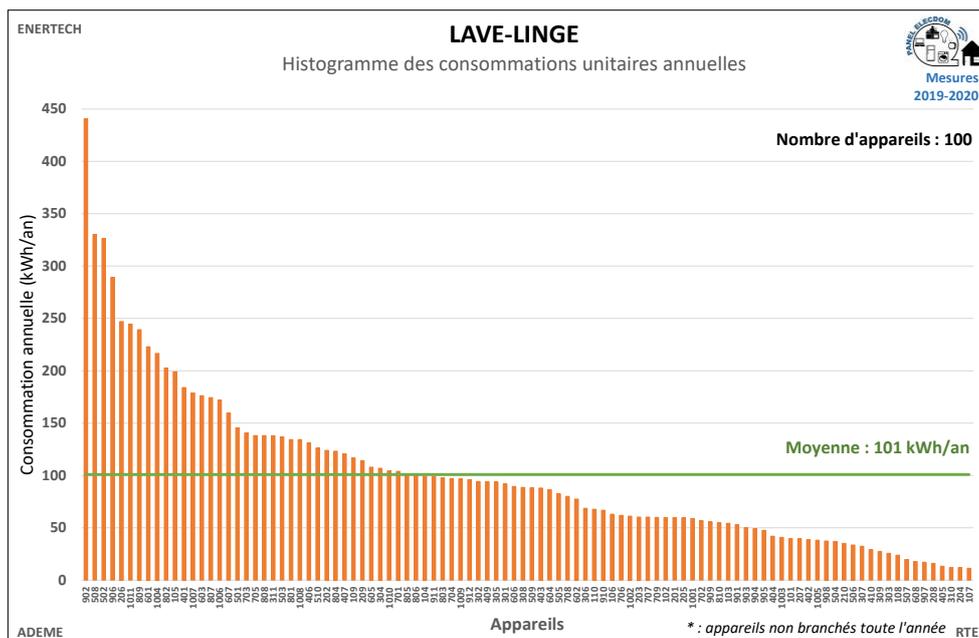


Figure 4-6 : LAVE-LINGE - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Analyse des cycles

NB : la méthode de détermination des cycles est décrite dans le paragraphe 0.

Nombre de cycles annuels

En moyenne, les participants effectuent, tous cycles confondus, **198 cycles par an** soit 3,8 cycles par semaine. 5% font moins d'un cycle par semaine, 85% entre 1 et 7 cycles par semaine et 10% plus d'un cycle par jour (Figure 4-7).

Les personnes faisant moins d'une lessive par semaine sont toutes, à l'exception d'un cas, des célibataires (l'exception étant un couple de personnes âgées). Les foyers utilisant en moyenne plus d'une fois par jour leur lave-linge sont constitués de 2 à 5 personnes. Ce ne sont donc pas uniquement des familles nombreuses. Tous trient leur linge et 3 sur les 10 déclarent faire la majorité du temps des cycles rapides. Alors même que la méthode de détermination des cycles devrait conduire à une diminution du nombre de cycles (cf. description de la méthodologie au paragraphe 0), on observe une augmentation de 18% par rapport à la campagne de mesures froid-lavage (2015). A noter que dans les deux campagnes de mesures, les familles de 4 personnes sont surreprésentées. **La tendance est donc à l'augmentation du nombre de cycles.**

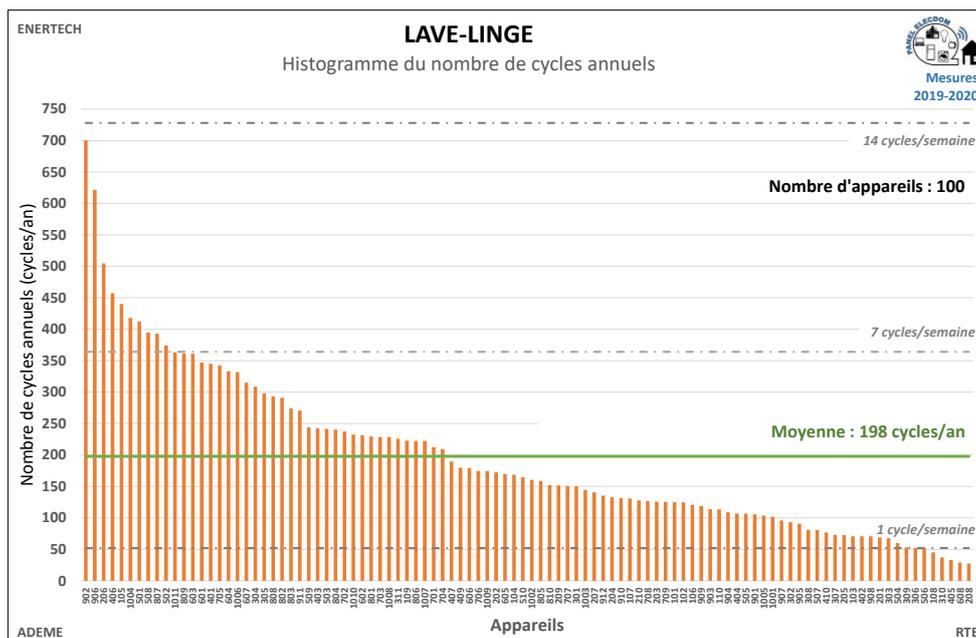


Figure 4-7 : LAVE-LINGE - Histogramme du nombre de cycles annuels.

Consommation par cycle

La consommation moyenne d'un cycle chaud (consommation supérieure à 100 Wh) vaut 524 Wh/cycle (Figure 4-8). C'est 8% de moins qu'en 2015. La diminution de consommation observée depuis 25 ans se poursuit donc. Elle est liée aux améliorations techniques et aux changements de pratique (davantage de cycles basse température).

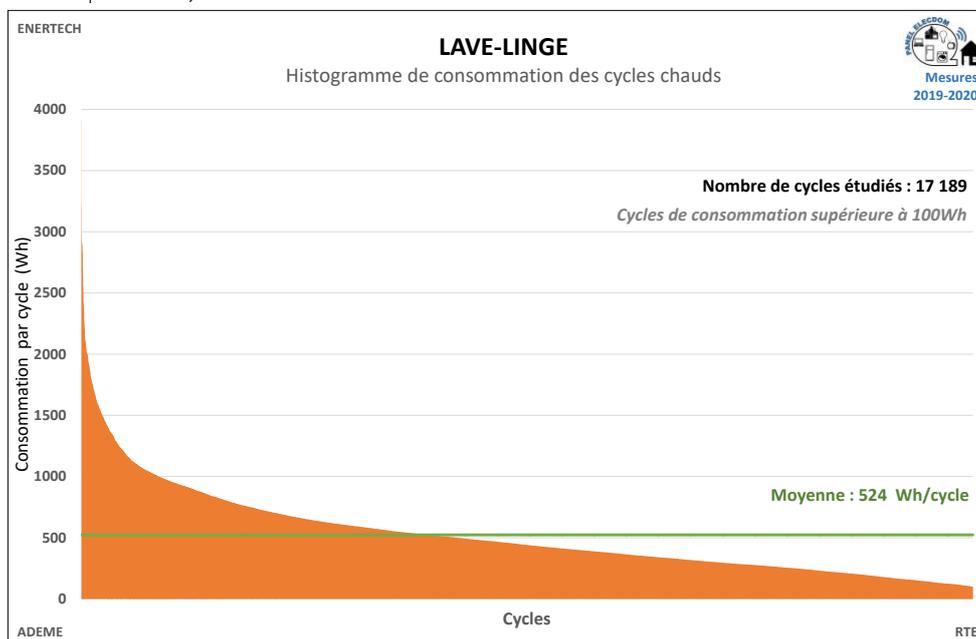


Figure 4-8 : LAVE-LINGE - Histogramme des consommations des cycles chauds.

Par ailleurs on remarque sur la Figure 4-9 que 7% des cycles ont une consommation inférieure à 100Wh (uniquement 4% en 2015). Pour information on a mesuré récemment des cycles rapides (15 ou 30 minutes) consommant moins de 30 Wh par cycle.

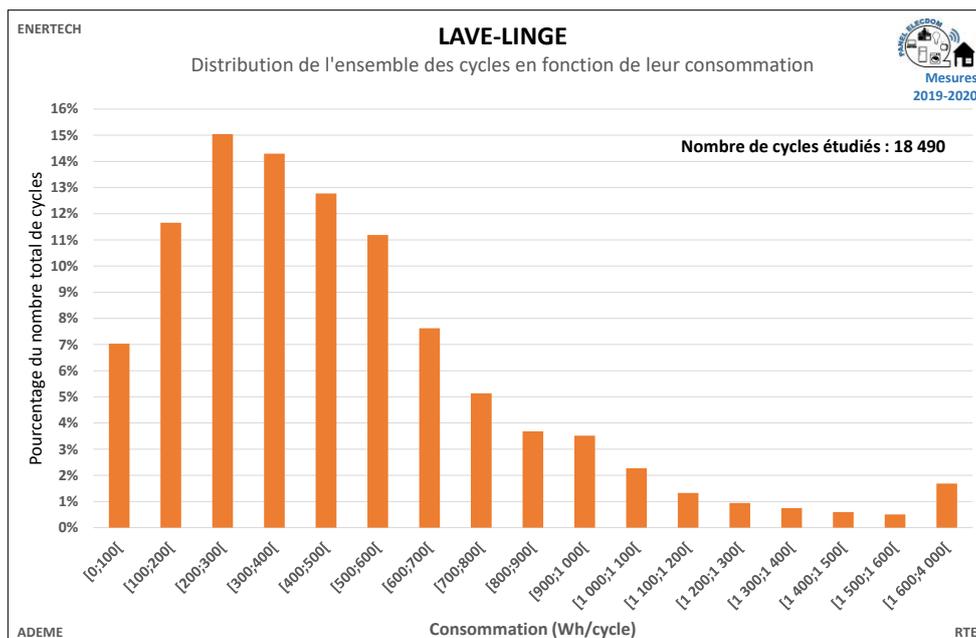


Figure 4-9 : LAVE-LINGE - Distribution des cycles en fonction de leur consommation.

Durée des cycles

La Figure 4-10 représente l'histogramme de la durée des cycles suivis. La durée moyenne d'un cycle de lavage est de 84 ± 10 minutes (1h24).

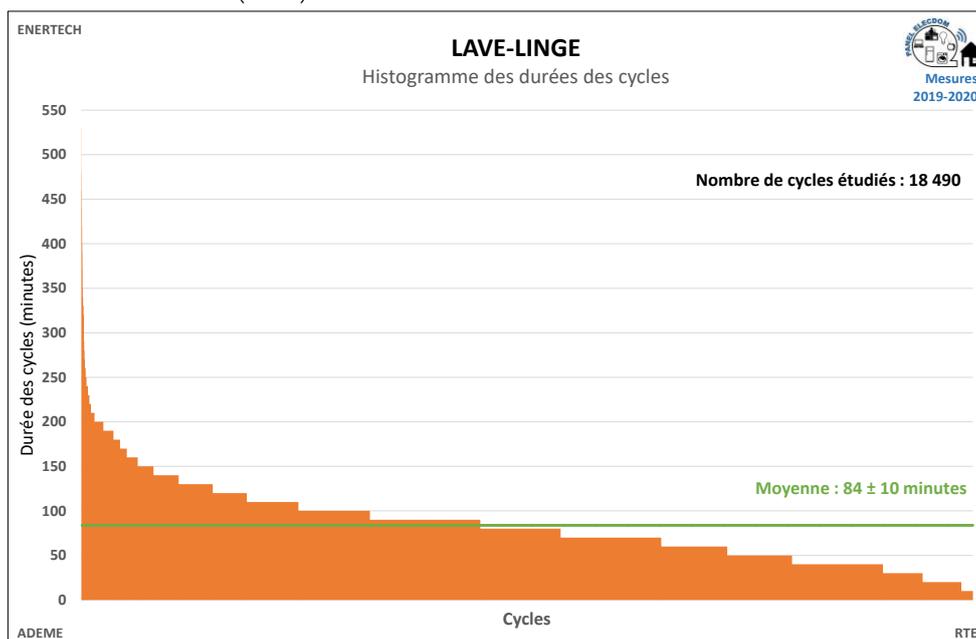


Figure 4-10 : LAVE-LINGE - Histogramme des durées des cycles.

Nature des cycles

Ce paragraphe se base sur l'analyse des questionnaires remplis par les usagers en début de campagne de mesures. Un participant ne l'a pas complété et un autre n'a pas de lave-linge. L'échantillon se compose donc de 99 foyers.

Le tri du linge avant lavage reste prédominant. Ainsi, plus des trois-quarts des participants le pratique « toujours » ou « la plupart du temps » (Figure 4-11). Cela peut expliquer que le nombre de cycles soit élevé : on fait des lessives même si le tambour n'est pas plein.

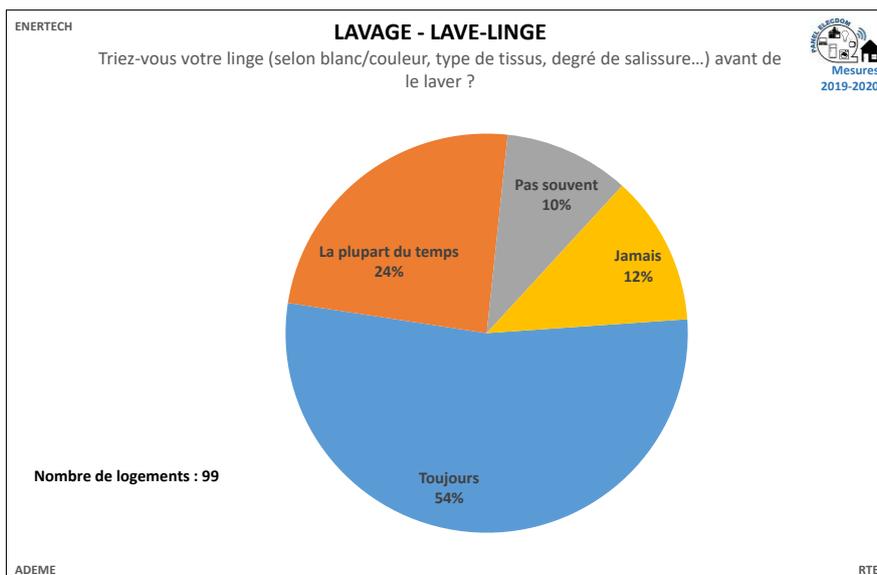


Figure 4-11 : LAVE-LINGE - Pratique de lavage/Tri du linge.

A la différence du lave-vaisselle, le lave-linge est un appareil dont la modulation des programmes de lavage est pratiquée dans la grande majorité des foyers. Cependant, le nombre de programmes utilisés est restreint. 45% des participants utilisent seulement 2 programmes et seuls un tiers se sert de 3 programmes ou plus (Figure 4-12).

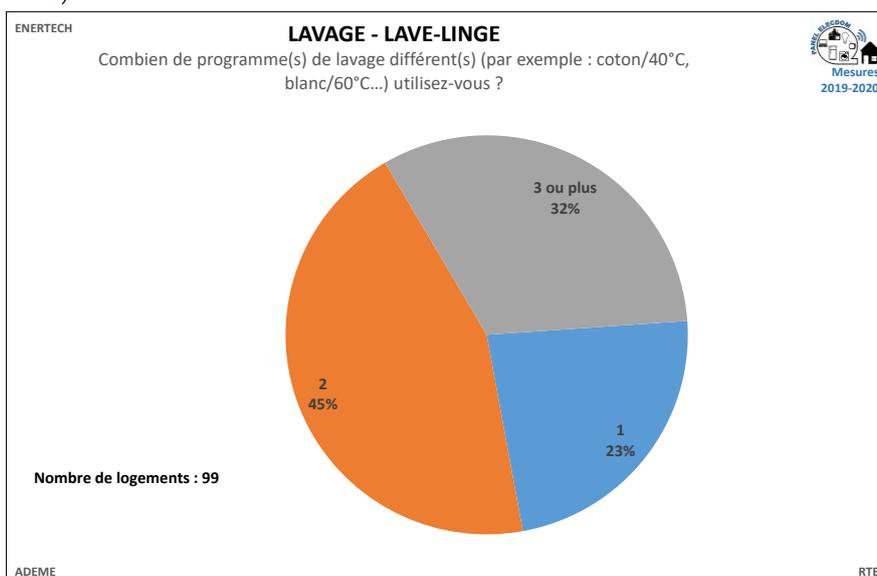


Figure 4-12 : LAVE-LINGE - Pratique de lavage/Nombre de programmes utilisés.

Ce sont les cycles « coton » et « synthétique » qui sont les plus utilisés (Figure 4-13). Dans la catégorie « autres » on retrouve principalement, à parts égales, des cycles « rapides » et des cycles « mixte ».

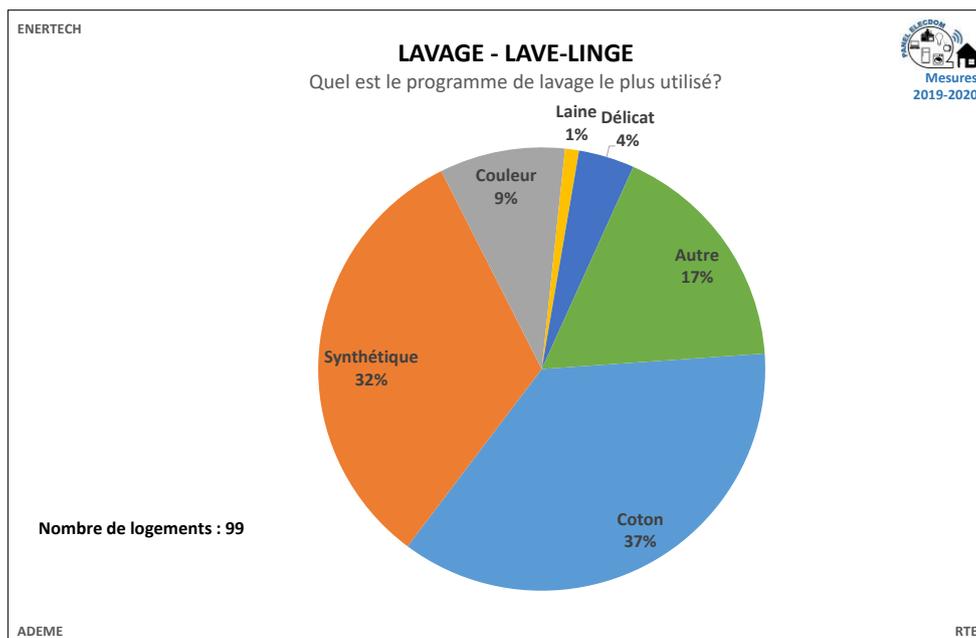


Figure 4-13 : LAVE-LINGE - Pratique de lavage/Nature du programme utilisé en priorité.

La tendance concernant la température du programme le plus utilisé reste la même que ce qui avait été observé en 2015 lors de la dernière campagne de mesure. Ainsi, 81% des lavages se font à 30 ou 40°C (Figure 4-14). Le nombre de cycles à 60°C a encore diminué et celui de cycles froids est stable.

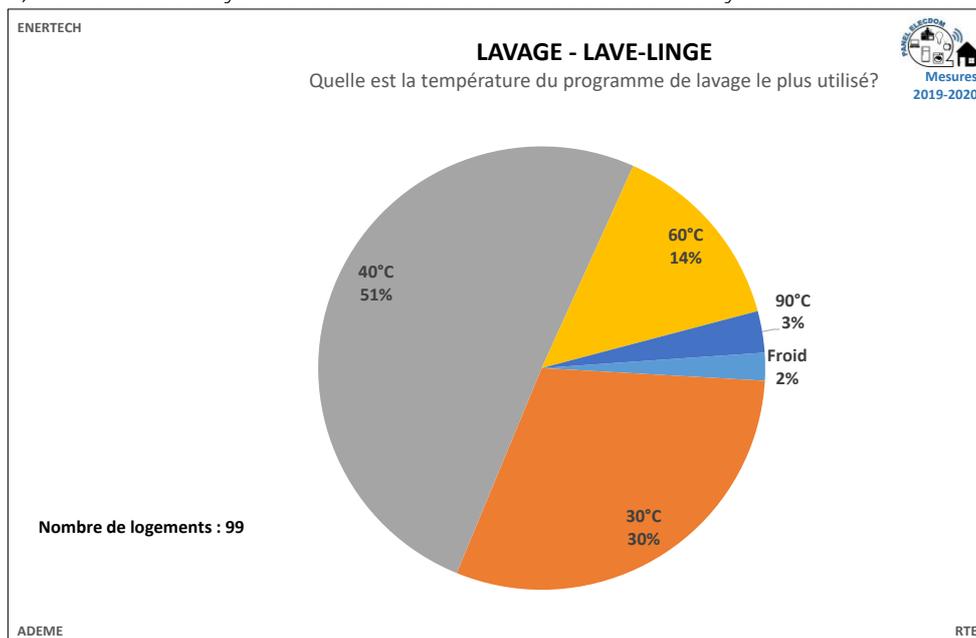


Figure 4-14 : LAVE-LINGE - Pratique de lavage/Température du programme utilisé en priorité.

Seuls 20% des foyers utilisent l'option ECO et 13% opte pour un cycle rapide (Figure 4-15).

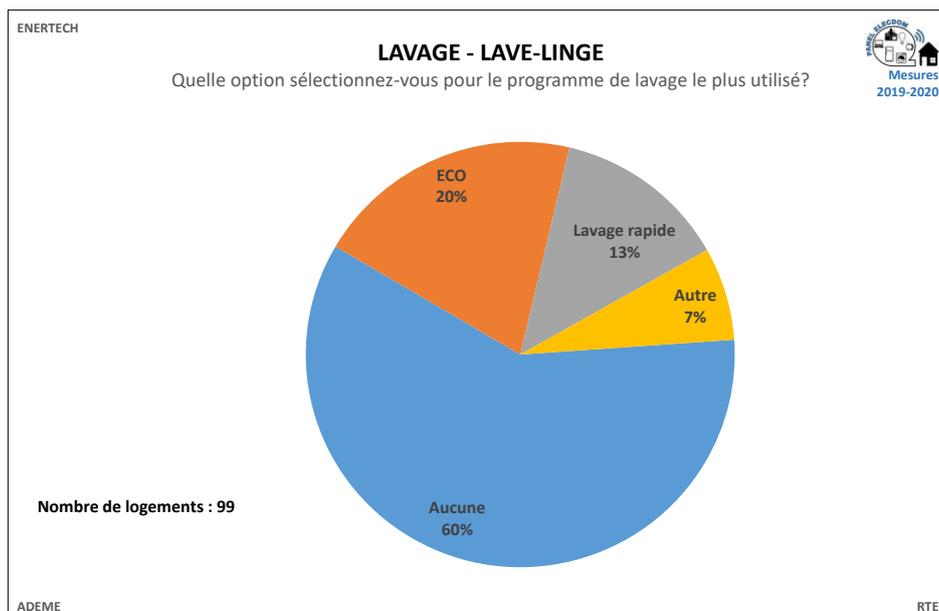


Figure 4-15 : LAVE-LINGE - Pratique de lavage/Option du programme utilisé en priorité.

Enfin 84% des participants déclarent démarrer leur lave-linge uniquement lorsqu'il est plein mais nous n'avons aucun moyen de préciser ce qu'ils considèrent comme plein.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

Après avoir connu une très forte baisse entre 2008 et 2015, la consommation des lave-linges remonte légèrement et ce malgré une forte proportion d'appareils de très haute classe énergétique. La consommation unitaire des cycles diminue mais le nombre de cycles, notamment celui des cycles froids, augmente. Dans le même temps la capacité moyenne des appareils a augmenté d'environ un kilogramme. Il est impossible de dire après un an de mesure si cette augmentation est une tendance générale ou si elle est liée aux spécificités de notre échantillon. L'observation de l'évolution des consommations sur plusieurs années permettra de répondre à cette question.

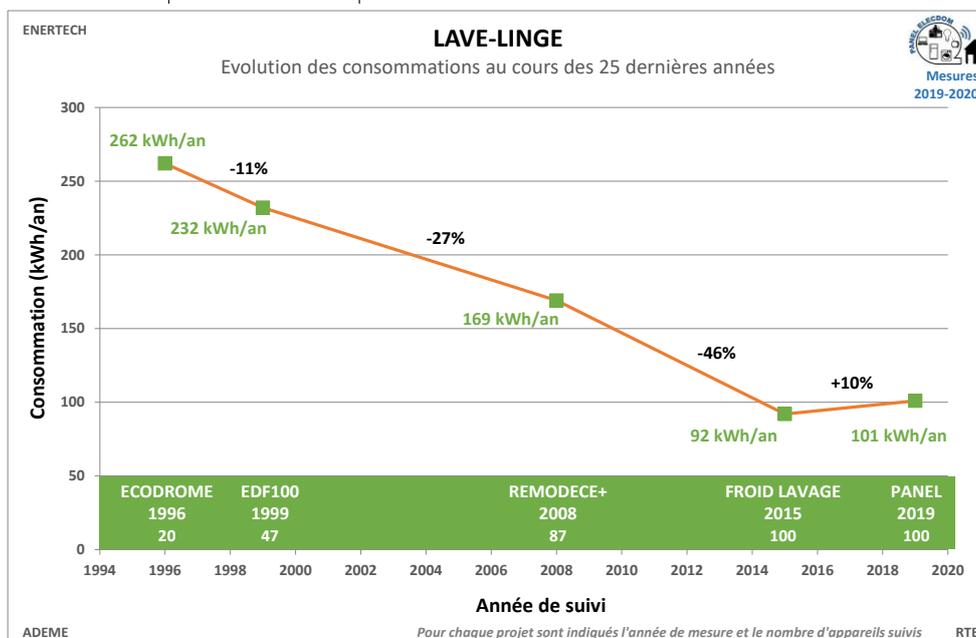


Figure 4-16 : LAVE-LINGE - Evolution de la consommation des lave-linges au cours des 25 dernières années.

Saisonnalité

L'aspect très irrégulier de la courbe de saisonnalité traduit le fait que les pratiques de lavage varient au cours de l'année (Figure 4-17). On observe une saisonnalité marquée, avec une baisse importante de la consommation en été s'expliquant probablement à la fois par de moindre quantité de linge à laver et des périodes d'absence du domicile du fait des vacances.

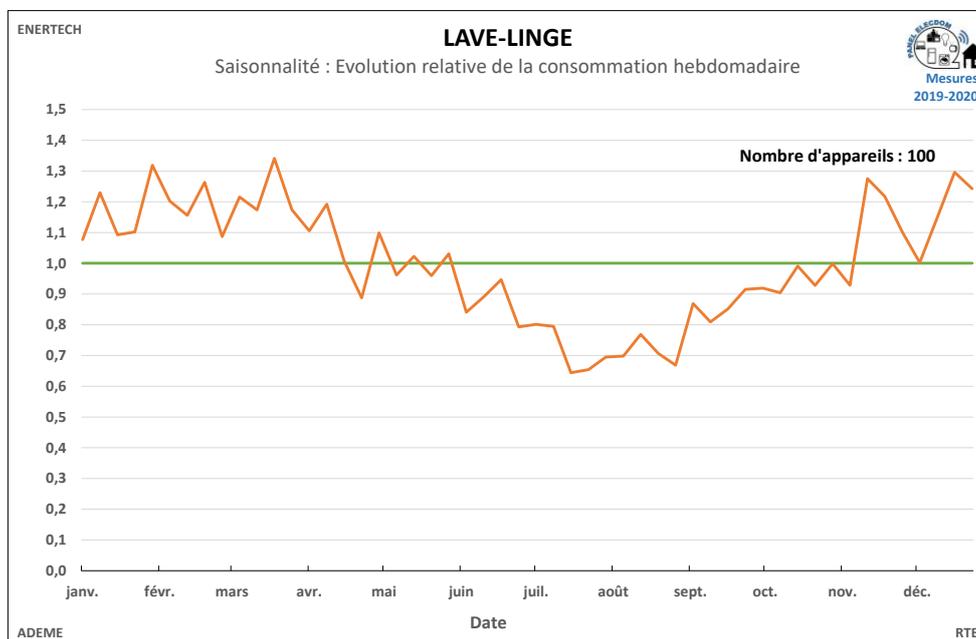


Figure 4-17 : LAVE-LINGE – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge

La lessive est réalisée, de façon préférentielle, le matin : [10 ; 11 heures] est le créneau sur lequel on observe la puissance maximum (Figure 4-18). Cependant on observe encore des consommations jusqu'en fin de soirée, voire même la nuit ce qui montre que chaque foyer a ses habitudes propres concernant cette tâche.

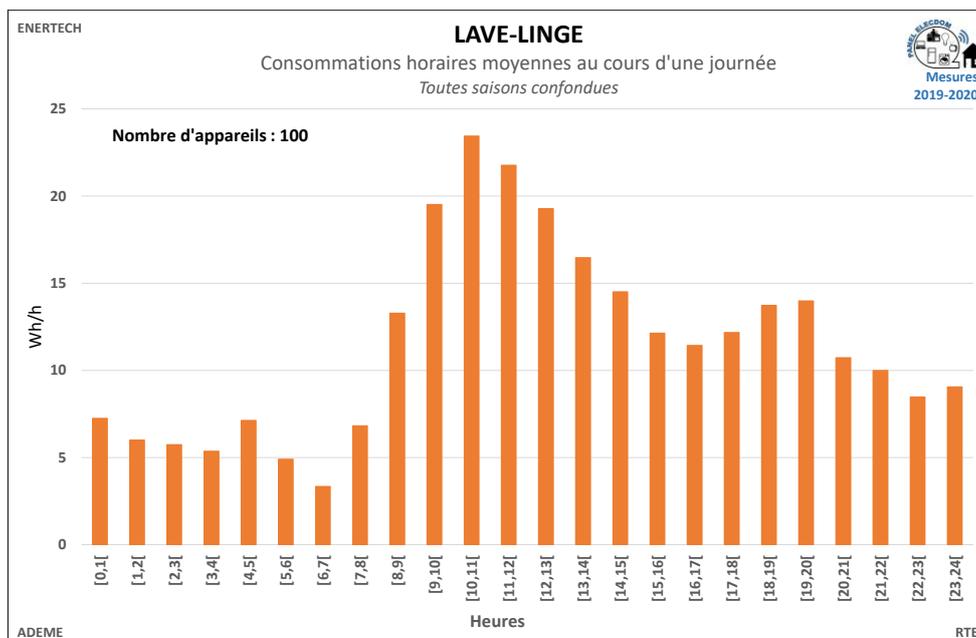


Figure 4-18 : LAVE-LINGE – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

4.5. Lave-vaisselles

Caractéristiques de l'échantillon

Types d'équipement

L'échantillon est constitué de 72 lave-vaisselles. 80% de ceux pour lesquels on possède l'information sont des modèles 12 couverts, 11% ont une capacité supérieure (jusqu'à 15 couverts) et 8% sont des 6 couverts.

Age

On ne dénombre qu'un seul lave-vaisselle de moins de 2 ans et environ autant d'appareils de 2 à 5 ans que de 5 à 10 ans (Figure 4-19). L'âge moyen est de 7,2 ans, proche de celui des lave-linges. Cette valeur est très supérieure à celle observée en 2015 (5,5 ans).

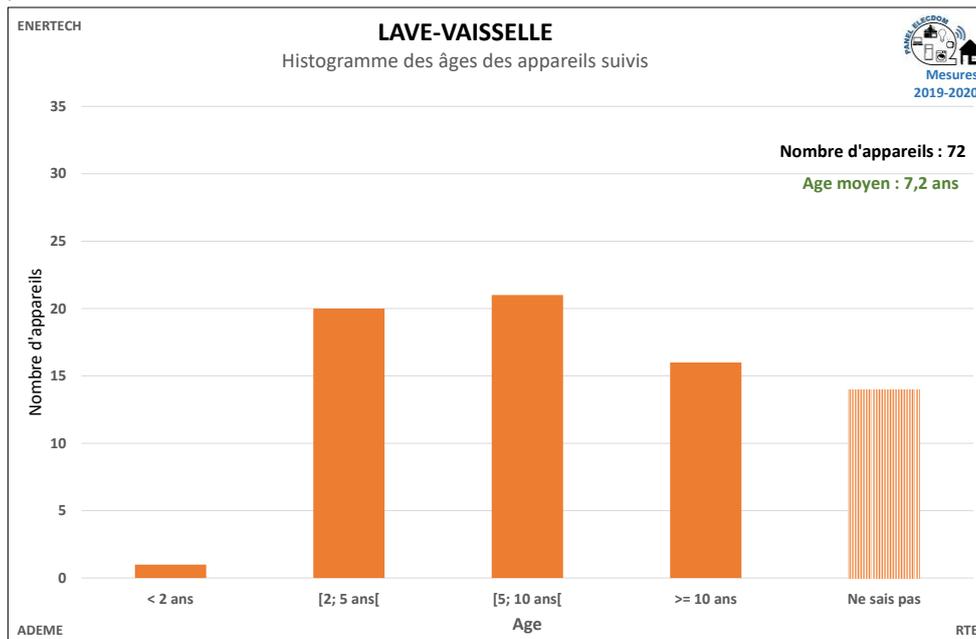


Figure 4-19 : LAVE-VAISSELLE - Histogramme des âges.

Classe énergétique

Dans 36% des cas la classe énergétique n'est pas connue (42% de ceux-ci ont plus de 10 ans). 80% des appareils pour lesquels on possède l'information sont soit A+ soit A++ (Figure 4-20). Seul un appareil est noté A+++.

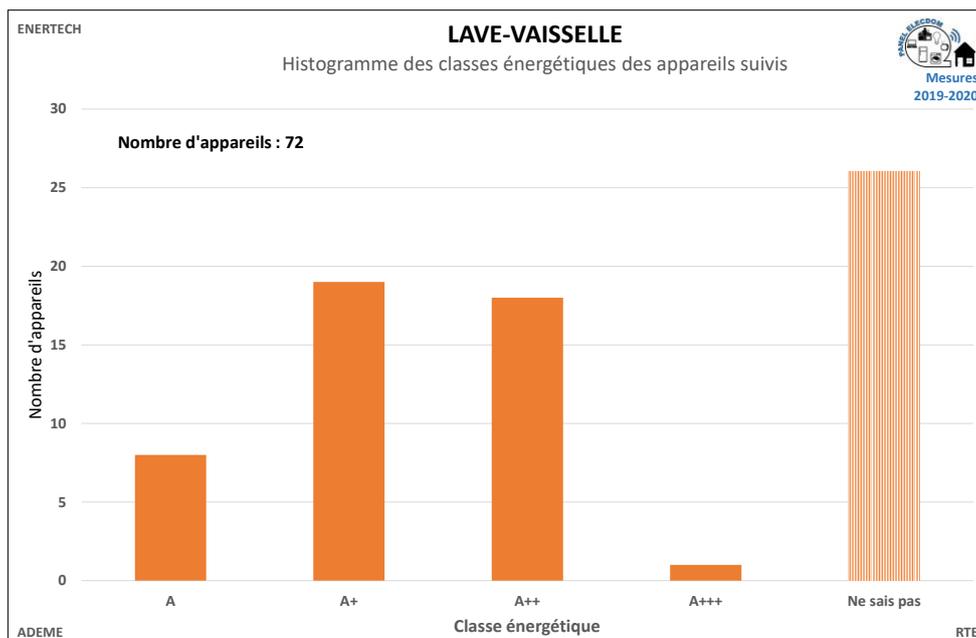


Figure 4-20 : LAVE-VAISSELLE - Histogramme des classes énergétiques.

Consommations annuelles

Les lave-vaisselles consomment en moyenne **162 kWh/an**. La plus faible consommation correspond à un appareil pour lequel on a observé un seul cycle au cours de l'année et qui était en veille le reste du temps (Figure 4-21).

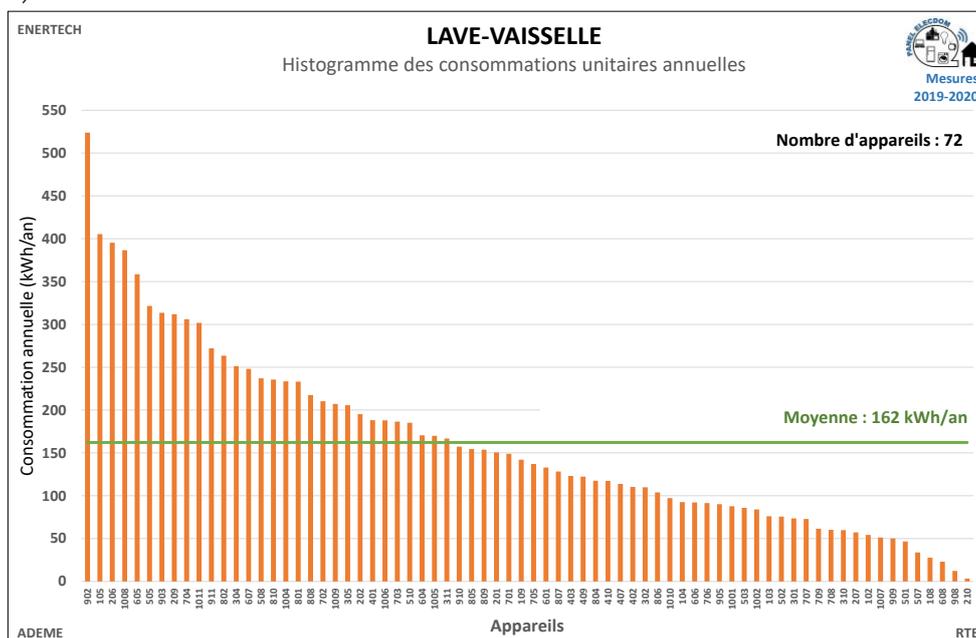


Figure 4-21 : LAVE-VAISSELLE - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Analyse des cycles

NB : la méthode de détermination des cycles est décrite dans le paragraphe 0.

Nombre de cycles annuels

Le nombre annuel moyen de cycles est de **166**, soit environ 3,2 par semaine. La majorité des participants (82%) font entre 1 et 7 cycles par semaines mais 6% utilisent leur lave-vaisselle plus d'une fois par jour et 13% moins d'une fois par semaine (Figure 4-22).

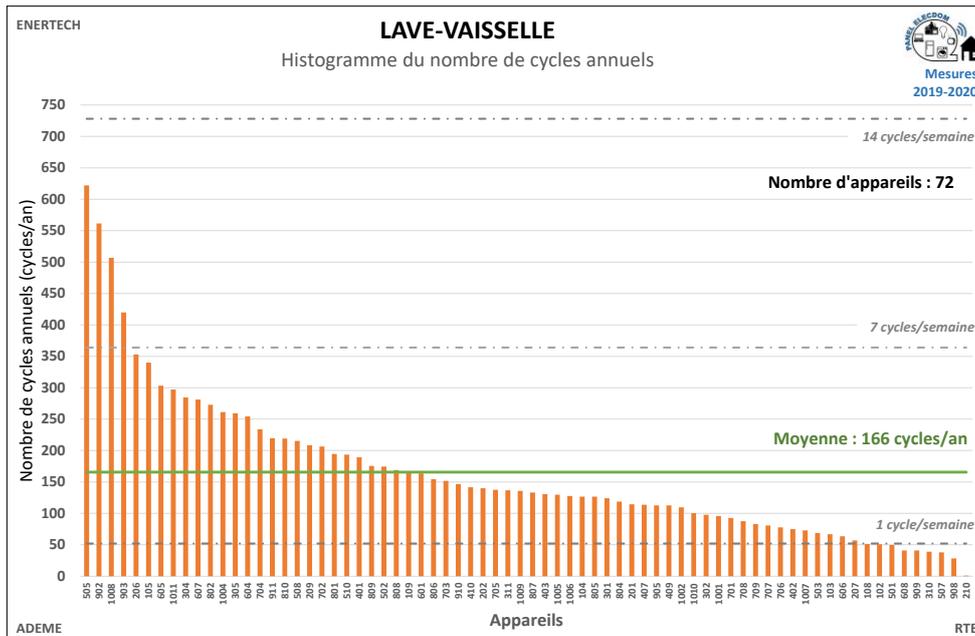


Figure 4-22 : LAVE-VAISSELLE - Histogramme du nombre de cycles annuels.

Consommation par cycle

La consommation moyenne d'un cycle de lave-vaisselle vaut 964 Wh (Figure 4-23), soit 1,8 fois plus que celle d'un lave-linge.

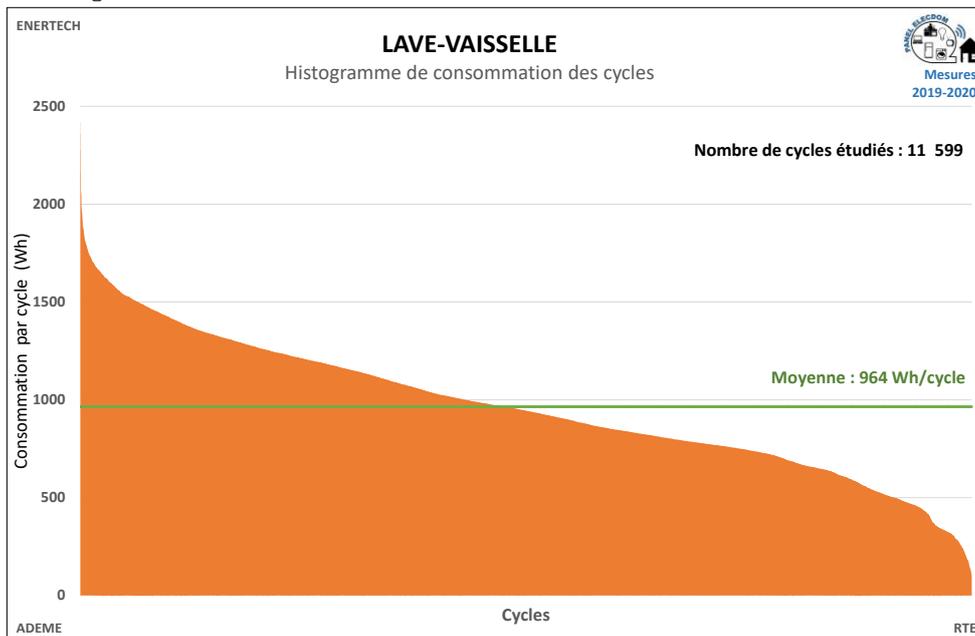


Figure 4-23 : LAVE-VAISSELLE - Histogramme des consommations des cycles chauds.

Un tiers des cycles a une consommation comprise entre 700 et 1000 Wh et les trois-quarts entre 600 et 1400Wh (Figure 4-24). Aucun ne consomme moins de 100Wh.

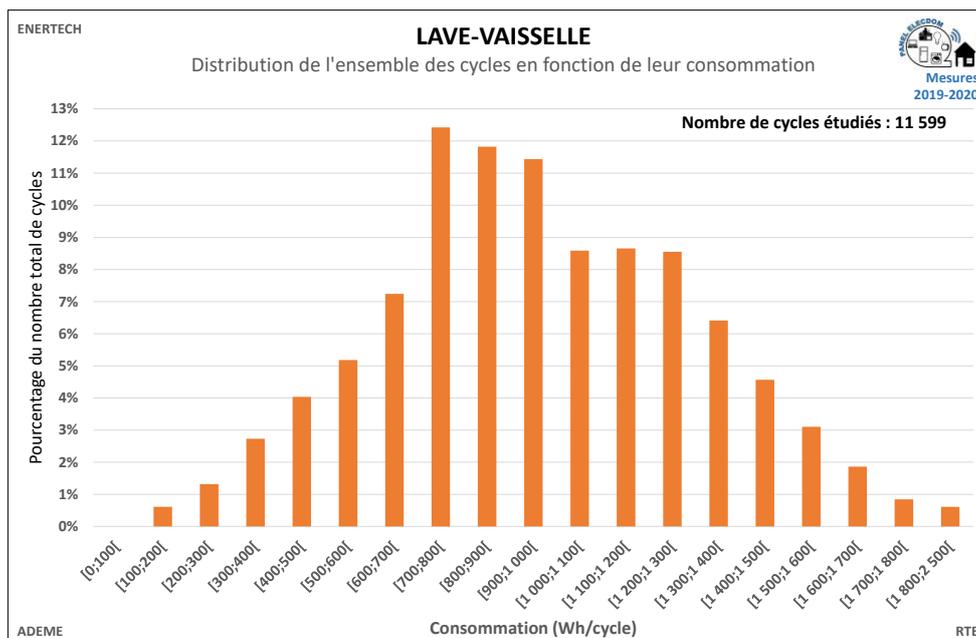


Figure 4-24 : LAVE-VAISSELLE - Distribution des cycles en fonction de leur consommation.

Durée des cycles

La durée moyenne d'un cycle s'élève à 82 ± 10 minutes (1h22), soit une valeur très proche de celle des lave-linge (Figure 4-25).

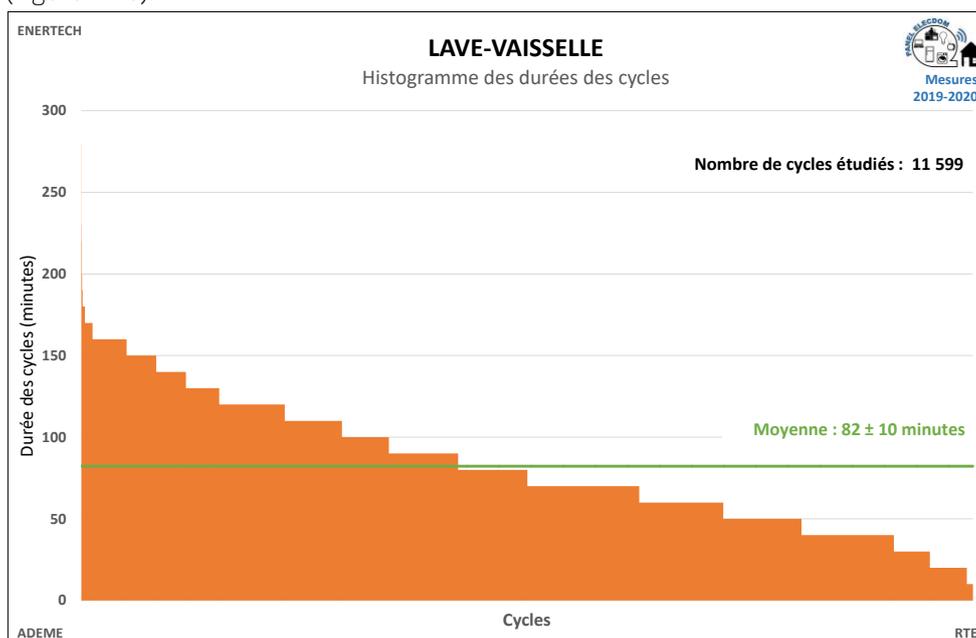


Figure 4-25 : LAVE-VAISSELLE - Histogramme des durées des cycles.

Nature des cycles

Les pratiques d'utilisation du lave-vaisselle ont beaucoup moins intériorisé l'intérêt de la modulation des programmes de lavage. Les deux tiers des foyers équipés n'utilisent qu'un seul type de programme (48 sur 72 équipés).

Certains pratiquent un pré-lavage à la main, dans l'idée d'atténuer le niveau de saleté de la vaisselle avant de faire tourner la machine. Cette pratique est déclarée par 20% des foyers équipés du panel Elecdom (14 sur 72).

Une enquête Ifop récente évaluée à 39% la part des Français rinçant leur vaisselle avant de les mettre au lave-vaisselle (sondage Ifop pour Finish, 2020).

Evolution de la consommation sur plusieurs années

Après une réduction importante entre 2008 et 2015, la consommation des lave-vaisselles tend à se stabiliser. On observe tout de même une baisse de 5% (Figure 4-26). Il est impossible de donner une explication basée sur l'analyse des cycles dans la mesure où la méthode de détermination a évolué depuis la dernière campagne de mesure. Rappelons qu'étant donné la taille restreinte des échantillons ces valeurs doivent être considérées avec prudence.

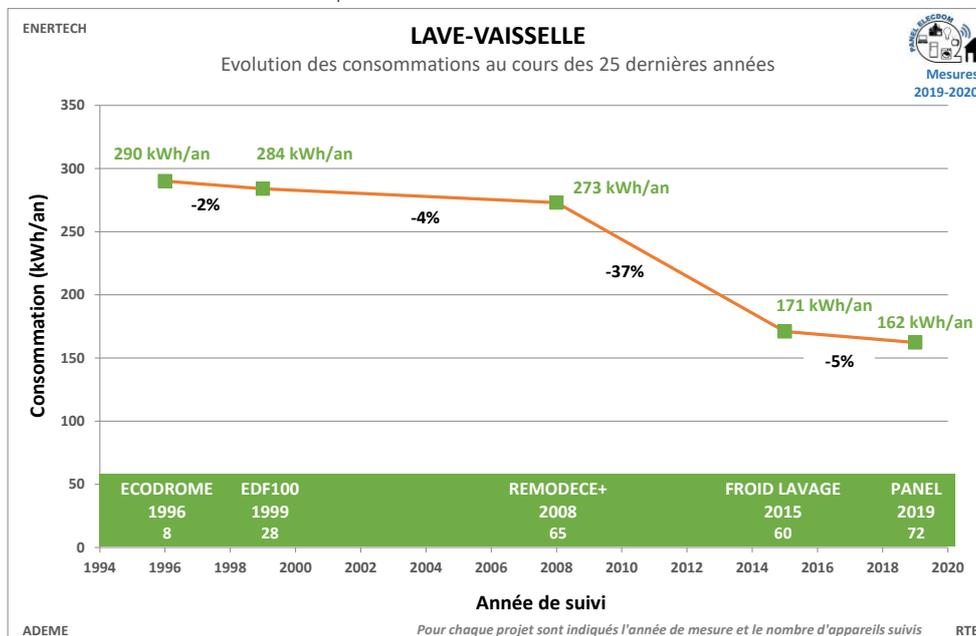


Figure 4-26 : LAVE-VAISSELLE - Evolution de la consommation au cours des 25 dernières années.

Saisonnalité

Le lave-vaisselle est un appareil à fonctionnement saisonnier, avec une moindre consommation au printemps, été et automne (Figure 4-27). Le pic observé entre le 15 mars et le 15 avril s'explique par le confinement. En effet, les occupants étant chez eux en permanence, cet appareil a été plus utilisé qu'en temps normal. Le fait que cette surconsommation ne s'observe pas après le 15 avril s'explique par le choix de la période de mesure (15 avril 2019 à 14 avril 2020 pour 57% des logements –cf. § 1.4).

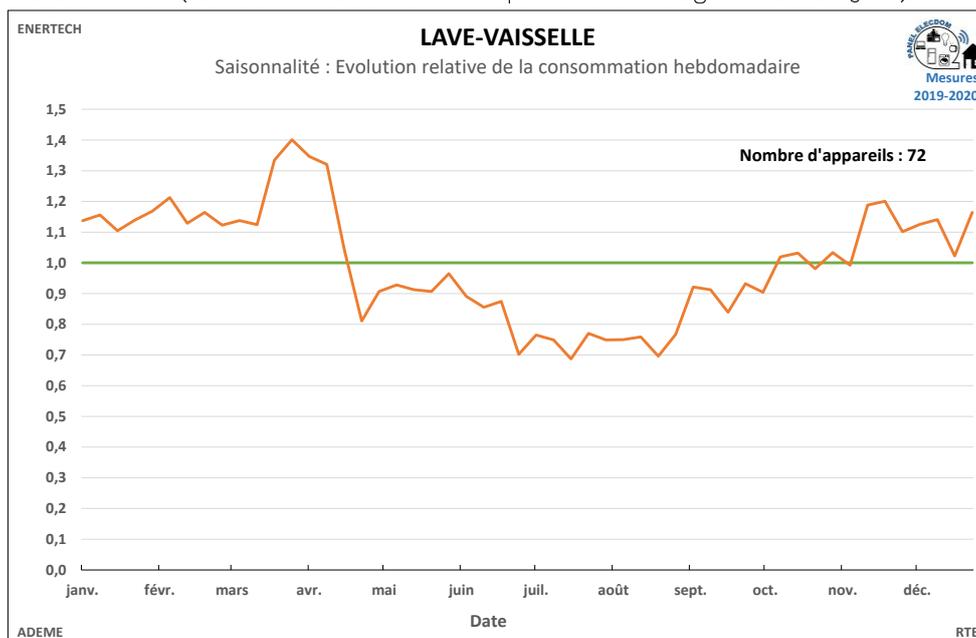


Figure 4-27 : LAVE-VAISSELLE – Evolution de la consommation au cours de l'année.

Courbe de charge

La Figure 4-28 montre que les lave-vaisselles sont utilisés majoritairement juste après les repas (entre 13 et 15 heures ou entre 20 et 22 heures). On remarque cependant des utilisations en début de nuit (il s'agit probablement d'appareils programmés) ou encore, dans une moindre mesure, le matin après le petit-déjeuner.

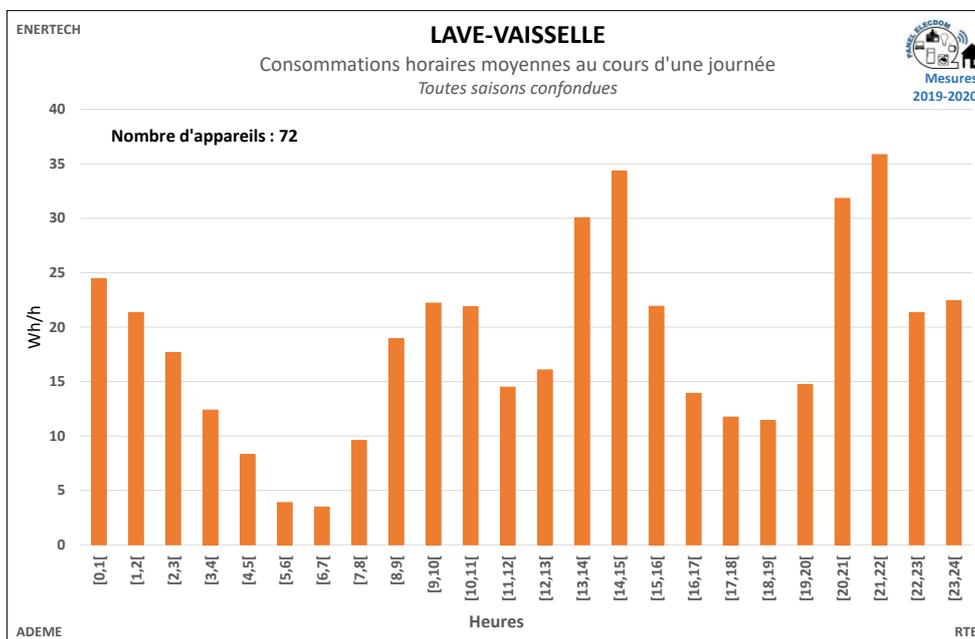


Figure 4-28 : LAVE-VAISSELLE – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

4.6. Sèche-linges

Caractéristiques de l'échantillon

Types d'équipement

L'échantillon se compose de 31 sèche-linges dont 19 modèles à condensation, 8 à évacuation et 4 équipés de pompe à chaleur. On voit ainsi apparaître pour la première fois dans une campagne de mesures des appareils performants avec pompe à chaleur.

On sait que cet équipement est un peu plus fréquent dans les habitations individuelles et les logements qui disposent de place, quand bien même il pourrait être plus utile dans des petits logements disposant de peu d'espace pour mettre à sécher le linge. En réalité, le facteur explicatif le plus déterminant est celui du revenu. La surreprésentation dans les maisons individuelles et les logements plus grands et le niveau de revenu plus élevé des ménages équipés s'observent dans le panel Elecdom. Les ménages équipés en sèche-linge ont un niveau moyen de revenu de 3,2 sur une échelle des revenus allant de 1 à 6 ; tandis que ceux qui n'ont pas cet équipement ont un niveau moyen de 2,4 sur cette échelle.

Capacité

La **capacité moyenne** des sèche-linges de l'échantillon est de **7,1 kg**, soit légèrement plus que celle des lave-linges (6,9 kg). Le graphique de la Figure 4-29 présente la répartition des capacités ainsi que l'année d'achat moyenne des appareils pour chaque capacité. Plus de la moitié des équipements sont des modèles 8 kg ou plus. On note que les appareils les plus gros sont également les plus récents.

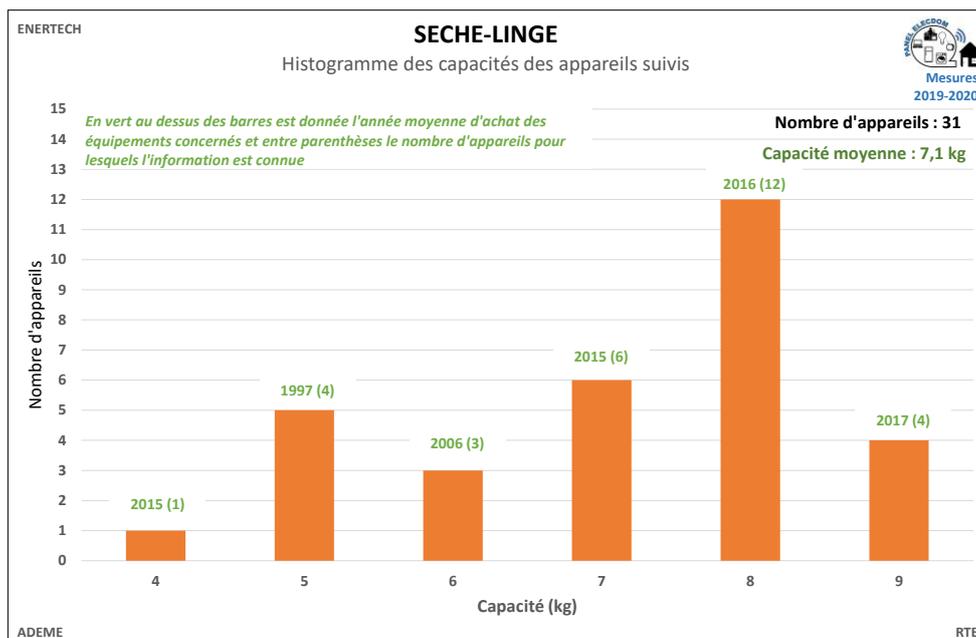


Figure 4-29 : SECHE-LINGE - Histogramme des capacités.

Age

Plus d'un tiers des sèche-linges de l'échantillon ont entre 2 et 5 ans (Figure 4-30). L'âge moyen est de 7,7 ans (pratiquement le même que celui d'un lave-linge).

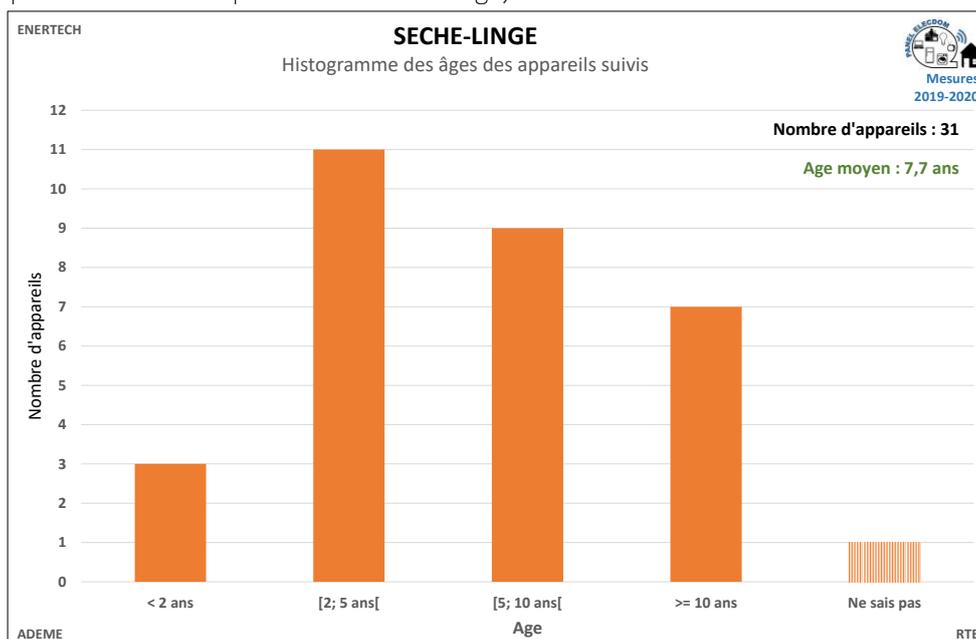


Figure 4-30 : SECHE-LINGE - Histogramme des âges.

Classe énergétique

La classe énergétique est connue pour 77% des appareils (on inclut dans ce périmètre les appareils de plus de 10 ans dont on ne connaît pas la classe). Les **deux tiers** de ceux-ci sont de **classe B ou inférieure** (Figure 4-31). Tous les appareils de classe A+ ou A++ (17%) sont des modèles équipés de pompes à chaleur.

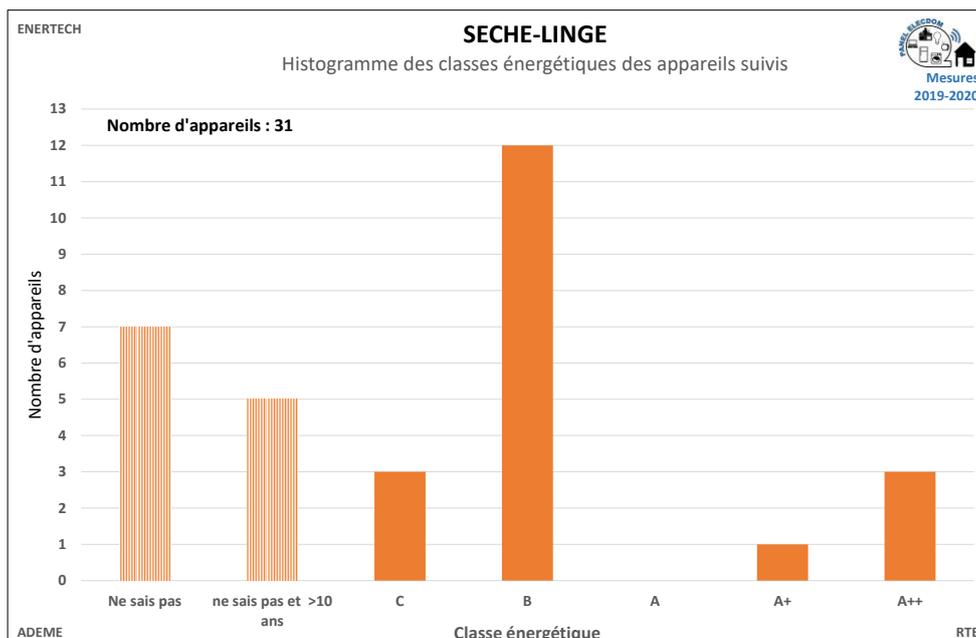


Figure 4-31 : SECHE-LINGE - Histogramme des classes énergétiques.

Consommations annuelles

La consommation moyenne des sèche-linges vaut **301kWh/an**. On remarque une très grande variabilité (rapport 1 à 146 entre le plus et le moins consommateur), liée à l'usage qui est fait de l'appareil (Figure 4-32). Par exemple l'appareil le moins consommateur n'a pas été utilisé au cours de l'année de mesures (consommation uniquement liée à la veille).

La consommation moyenne mesurée en 2015 était très inférieure (199 kWh/an) mais toute comparaison est impossible du fait de la taille restreinte des échantillons et de la grande diversité des usages.

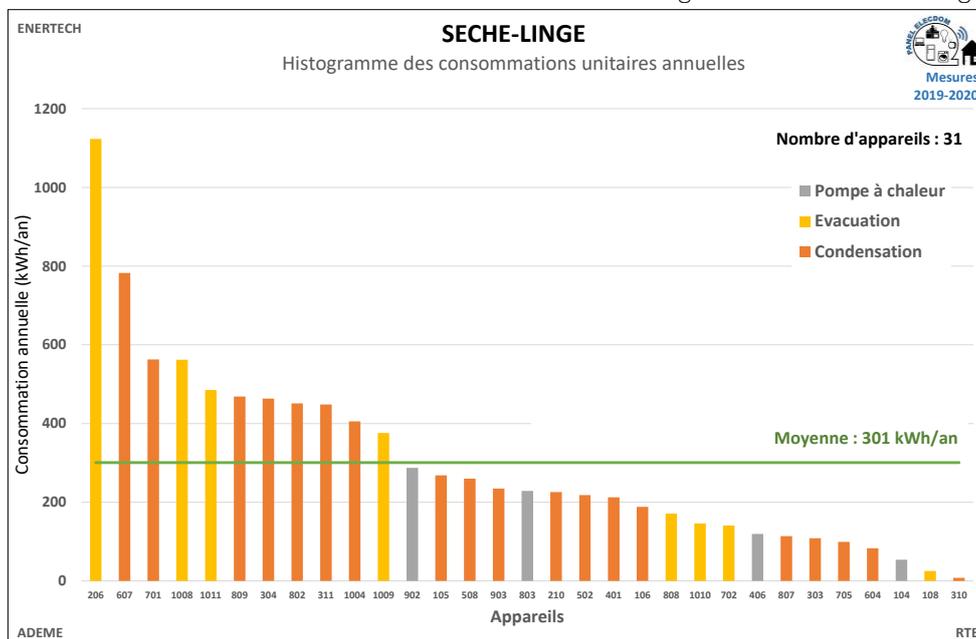


Figure 4-32 : SECHE-LINGE - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Analyse des cycles

NB : la méthode de détermination des cycles est décrite dans le paragraphe 0.

Nombre de cycles annuels

On compte en moyenne **183 cycles par an** (Figure 4-33), soit une quarantaine de plus que dans la précédente campagne de mesures (+30%). On peut attribuer cette différence à une meilleure sélection

de l'échantillon ou encore se dire justement que la taille de l'échantillon (31 appareils) est trop faible pour viser une quelconque représentativité.

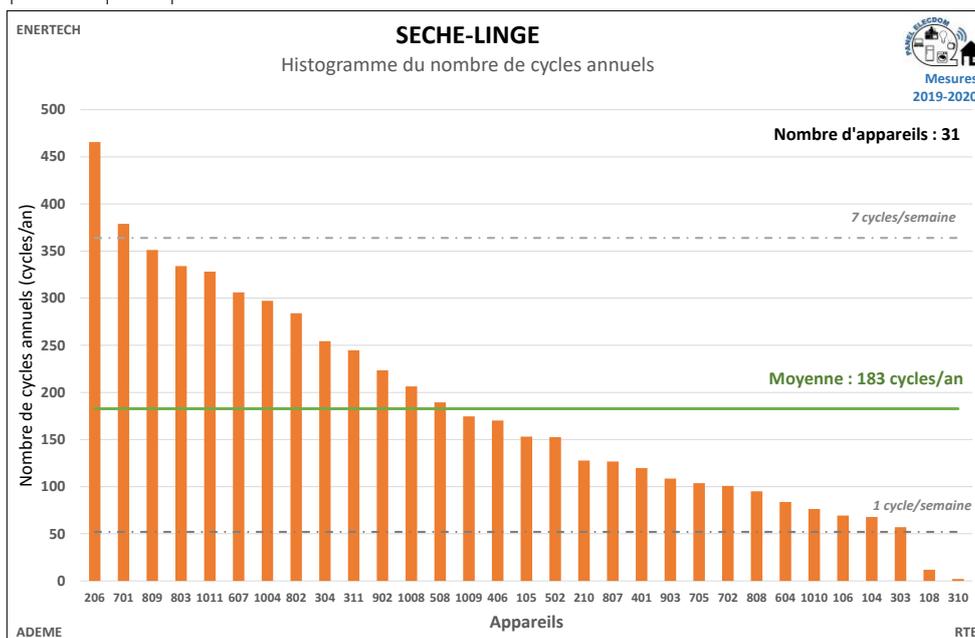


Figure 4-33 : SECHE-LINGE - Histogramme du nombre de cycles annuels.

Consommation par cycle

La consommation moyenne par cycle est de 1 636 Wh (Figure 4-34) Cet appareil est donc très énergivore avec une consommation par cycle plus de trois fois supérieure à celle d'un lave-linge. On note cependant des différences en fonction de la technologie :

- Pompe à chaleur : 860 Wh/cycle (15% des cycles étudiés)
- Condensation : 1 632 Wh/cycle (58% des cycles étudiés)
- Evacuation : 2 067 Wh/cycle (27% des cycles étudiés).

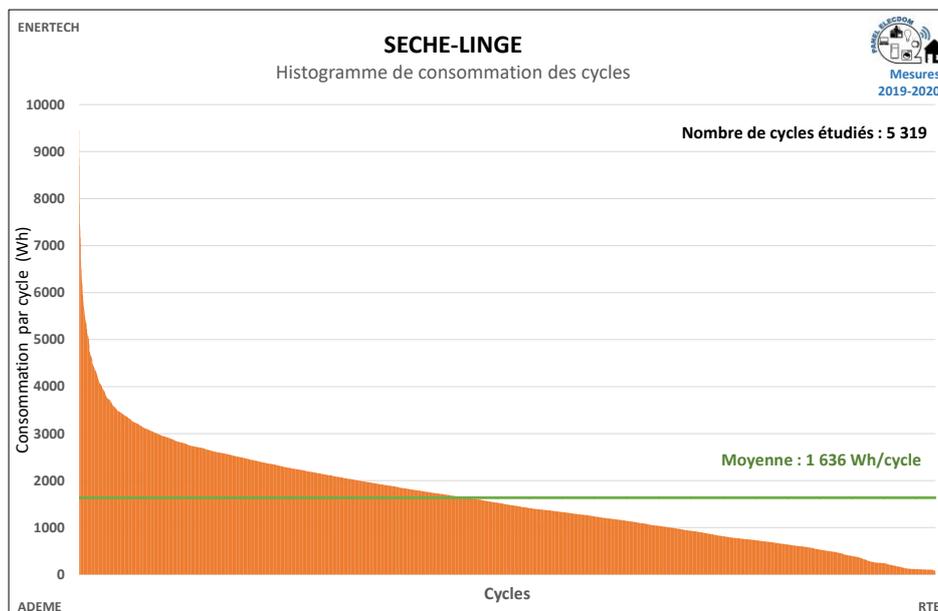


Figure 4-34 : SECHE-LINGE - Histogramme des consommations des cycles chauds.

La technologie « pompe à chaleur » est donc prometteuse avec une division par 1,9 de la consommation d'un cycle par rapport à la condensation et par 2,4 par rapport aux modèles à évacuation. Cela se retrouve aussi dans le graphique de la Figure 4-35 qui présente la distribution des cycles en fonction de leur consommation et de la technologie. Ainsi 21% des cycles de sèche-linge à pompe à chaleur

consomment moins de 200Wh et la moitié moins de 800Wh. Dans le même temps 48% des cycles de sèche-linge à évacuation consomment plus de 2 000Wh.

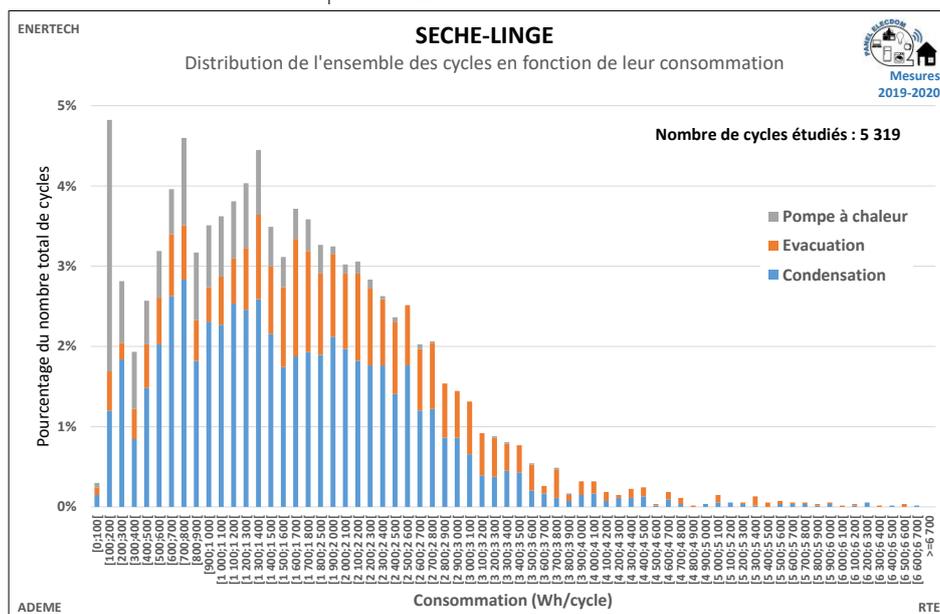


Figure 4-35 : SECHE-LINGE - Distribution des cycles en fonction de leur consommation.

Durée des cycles

La durée moyenne d'un cycle est de 97 ± 10 minutes (1h37), soit environ 15 minutes de plus qu'un cycle de lave-linge et de lave-vaisselle (Figure 4-36). Là encore on note des différences en fonction de la technologie :

- Pompe à chaleur : 124 ± 10 minutes / cycle (15% des cycles étudiés)
- Evacuation : 102 ± 10 minutes / cycle (27% des cycles étudiés).
- Condensation : 88 ± 10 minutes / cycle (58% des cycles étudiés)

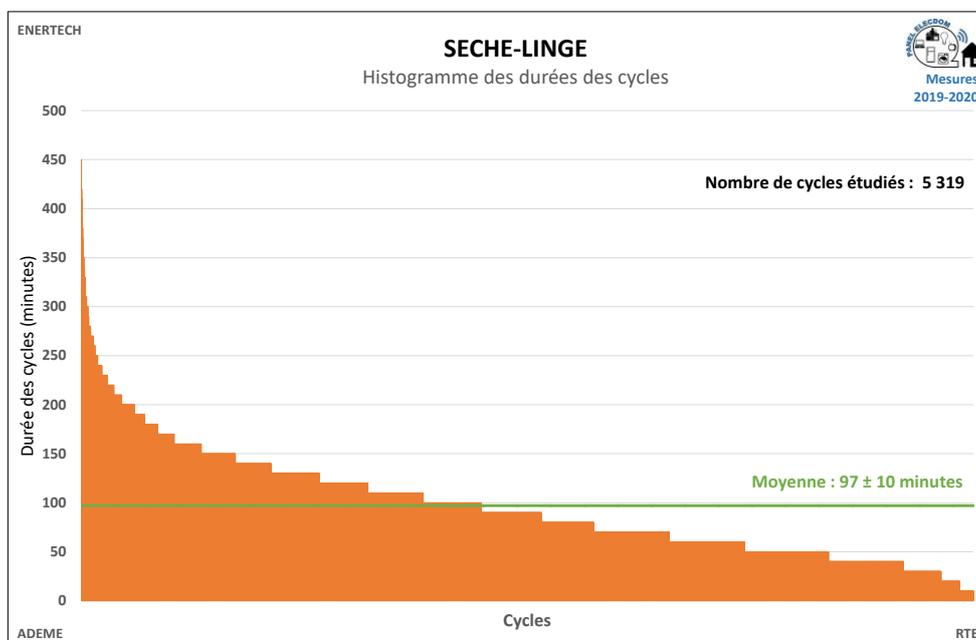


Figure 4-36 : SECHE-LINGE - Histogramme des durées des cycles.

Nature des cycles

Un tiers des ménages utilisant le sèche-linge joue sur différents cycles de séchage. Cette pratique de modulation est deux fois moins répandue que dans l'usage du lave-linge. On peut faire l'hypothèse que

ces appareils électroménagers qui ne se sont pas généralisés, sont moins investis et moins bien maîtrisés par les utilisateurs.

Saisonnalité

La fréquence d'utilisation des sèche-linges est irrégulière et marquée par les conditions climatiques. D'après le questionnaire, en moyenne sur l'année, la moitié des ménages équipés n'utilisent le sèche-linge qu'occasionnellement, soit moins d'une lessive sur deux. En été, cette proportion atteint les deux-tiers. Et même en hiver, saison de plus grande utilisation du sèche-linge, un tiers des ménages équipés l'utilisent peu.

Ces déclarations sont confirmées par l'analyse de la courbe de saisonnalité (Figure 4-37) qui montre une irrégularité de consommation d'une semaine à l'autre et une forte diminution au cours de l'été.

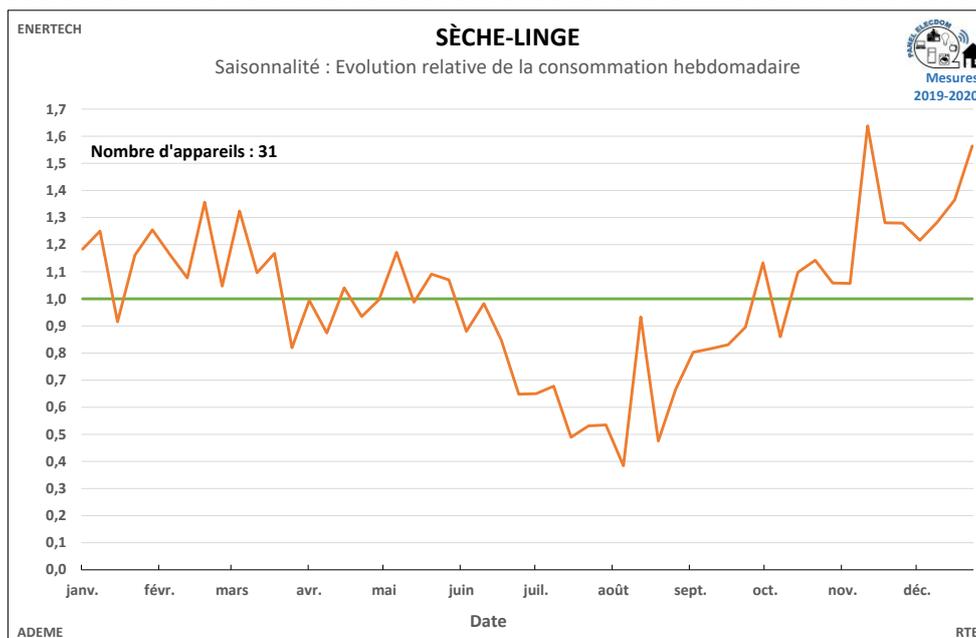


Figure 4-37 : SECHE-LINGE – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge

Il n'y a pas d'horaire réellement préférentiel d'utilisation des sèche-linge (Figure 4-38). Ainsi ils sont utilisés tout au long de la journée.

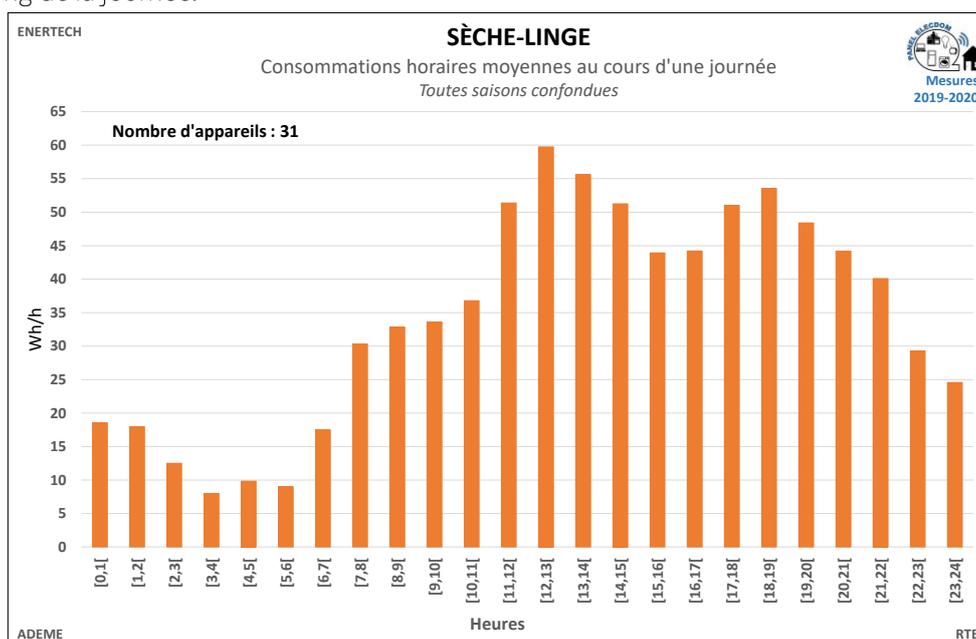


Figure 4-38 : SECHE-LINGE – Courbe de charge horaire moyenne.

5. Audiovisuel

5.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Le poste audiovisuel est, après le froid, le second poste le plus consommateur d'électricité spécifique. Il couvre 7,0% de la consommation totale (tous usages confondus) d'un logement moyen ou encore 15,2% si on ne considère que les usages spécifiques.

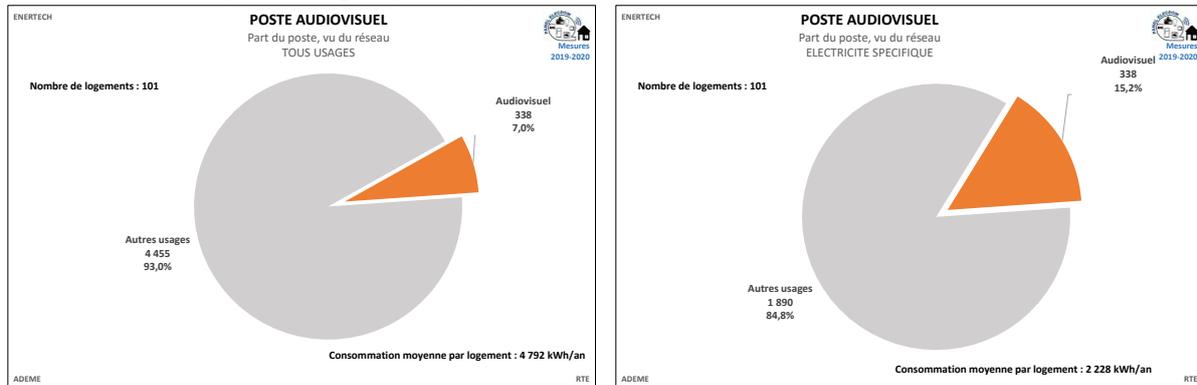


Figure 5-1 : POSTE AUDIOVISUEL – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vue du réseau– tous usages (gauche) et uniquement électricité spécifique (droite).

5.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

L'ensemble des consommations du poste audiovisuel des foyers a été suivi, à l'exception des équipements pas ou très peu utilisés (radios, enceintes, magnétoscopes...). Pour chaque logement équipé, le téléviseur principal (le plus utilisé) a été suivi séparément et dans la mesure du possible également la box TV (possible dans 92% des cas).

Les postes audiovisuels secondaires ont été suivis dans leur globalité (par exemple un téléviseur secondaire avec une console de jeux, un lecteur DVD et un home cinéma).

5.3. Description de l'échantillon

Les 101 logements de l'échantillon possèdent 540 appareils audiovisuels (dont 283 suivis individuellement) répartis de la façon suivante :

Libellé		Nombre d'appareils total	Nombre d'appareils suivis individuellement *	Taux d'équipement / Taux d'équipement apparent
Téléviseurs	Téléviseurs	157	114	91%/155%
	Vidéoprojecteur	1	0	1%/1%
Périphériques multimedia	Box TV	74	69	71%/74%
	Décodeur	17	7	13%/17%
	Antenne	14	2	10% / 14%
	Passerelle multimédia	7	4	7%/7%
	Console de jeux	62	12	35%/61%
	Lecteur Dvd/Blu Ray	42	7	37%/42%
	Magnétoscope	4	0	4% / 4%
Périphériques audio TV	Barre De Son	20	7	17%/20%
	Caisson De Basse/Sub	5	1**	2%/5%
	Home Cinéma	14	6	13%/14%
Audio	Chaîne Hifi	77	48	50%/76%
	Lecteur CD	5	0	3% / 3%
	Ampli Guitare	6	1	5% / 6%
	Casque Audio	4	0	4% / 4%
	Enceintes connectées	33	6	29%/33%

* : la différence entre le nombre d'appareils total et le nombre d'appareils suivis correspond à des appareils non suivis individuellement (au sein d'un poste audiovisuel) ou non suivi (consommation intégrée au poste « non suivi » du logement).

La consommation des appareils suivis est soit mesurée en continu au pas de temps de 10 minutes, soit estimée grâce à une mesure instantanée pour les appareils qui appellent une puissance constante tout au long de l'année.

** : étudié avec le home cinéma du logement correspondant.

Tableau 5-1 : POSTE AUDIOVISUEL - Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

Seuls les taux d'équipement et taux d'équipement apparent en téléviseurs sont connus au niveau national. Ils valent respectivement 95% (Insee, SRCV-Silc 2018) et 157% (EDF R&D 2016). Les valeurs de l'échantillon sont quasiment identiques avec 91 et 155%. Le multi équipement est assez fréquent et il s'est largement démocratisé (on n'observe peu de différences en la matière en fonction des niveaux de revenu).

5.4. Téléviseurs

Dans la suite du rapport, on définit le téléviseur principal comme celui qui a la durée de fonctionnement annuel la plus élevée d'un logement donné. Les autres téléviseurs sont considérés comme secondaires.

Généralités

Technologies

Téléviseurs à tube cathodique

Jusque dans les années 2000, il s'agissait de l'unique technologie disponible. Elle a ensuite été progressivement remplacée par les écrans LCD et plasma. Seuls 3 logements du Panel Elecdom possèdent des téléviseurs à tube cathodique. Le téléviseur est constitué d'un filament chauffé, de cathodes et d'anodes en forme de lentilles trouées qui soumises à une différence de potentiel, créent un champ électrique accélérant les électrons. Ces derniers viennent frapper l'écran sur lequel on a déposé une couche fluorescente réagissant au choc des électrons en créant un point lumineux.

Téléviseurs plasma

Les téléviseurs plasma utilisent l'électricité pour ioniser un mélange de gaz nobles inerte et non-toxique (argon et xénon). Les atomes qui le composent ont perdu un ou plusieurs de leurs électrons, et ne sont plus électriquement neutres. Le gaz est contenu dans les cellules (pixels). Deux électrodes (une ligne et une colonne) sont connectées à chaque cellule. En faisant varier la tension appliquée entre les électrodes et la fréquence de l'excitation, on fait varier l'intensité lumineuse. Le gaz ainsi excité produit un rayonnement lumineux ultraviolet (invisible pour l'humain). Grâce à des luminophores respectivement rouges, verts et bleus, répartis sur les cellules, le rayonnement lumineux ultraviolet est converti en lumière visible, ce qui permet d'obtenir des pixels de 16 777 216 couleurs.

Vidéoprojecteurs

Le vidéoprojecteur est un appareil de projection conçu pour reproduire un document vidéo sur un écran. Il émet de la lumière, amplifiée par une lentille, contenant différentes valeurs en rouge, bleu et vert, qui au contact avec l'écran de destination (fond blanc) donne l'image. Il existe de nombreuses technologies de vidéoprojecteurs.

Téléviseurs LCD

Un téléviseur LCD est constitué :

- D'une « dalle » composée de deux plaques de verre enserrant des cristaux liquides. Les deux faces internes des plaques de verres comportent une matrice d'électrodes transparentes à raison de trois couleurs par pixel (rouge, vert et bleu).
- D'un système assurant le rétroéclairage de la dalle.

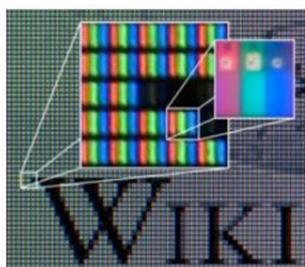


Figure 5-2 : Détail d'un écran à cristaux liquides couleur.

Les différents types de rétroéclairage sont détaillés dans le Tableau 5-2.

Dénomination PANEL	Définition
LCD Par tube fluorescent	La technologie LCD (Liquid Crystal Display - écran à cristaux liquides) est utilisée depuis le début des années 2000 pour les téléviseurs. Elle procède par filtrage de la lumière pour afficher les images à l'écran, en exploitant deux propriétés spécifiques des cristaux liquides : leur faculté à être orientés lorsqu'ils sont soumis à un courant électrique et leur capacité à modifier ainsi la polarisation de la lumière qu'ils laissent passer. Le rétroéclairage est réalisé par des tubes fluorescents .
LCD LED	Arrivé sur le marché fin 2008. Le rétro-éclairage est réalisé avec des LED. Il s'agit de petites diodes électroluminescentes qui tapissent l'arrière de la dalle LCD ou les côtés. Dans les écrans LCD : <ul style="list-style-type: none">• Type Edge LED : les diodes LED sont installées sur tout le bord de la dalle LCD. Des réflecteurs de lumière permettent de diffuser la lumière des LED sur la totalité de la dalle.

- **Type Full LED ou Direct LED** : les diodes LED utilisées pour le rétroéclairage tapissent l'arrière de la dalle LCD, couvrant ainsi la totalité de l'écran. Le rétroéclairage est encore plus homogène qu'avec la technologie Edge LED, mais l'écran est plus épais.
- **Type Full LED + Local Dimming**. La technologie LED est utilisée de manière optimale quand chaque diode LED peut être allumée et éteinte de manière intelligente, c'est à dire uniquement quand la luminosité de la scène ou du détail de la scène le nécessite. Cette technologie d'éclairage dynamique LED est appelée "local dimming". L'allumage des zones est dynamique et les noirs sont beaucoup plus profonds que sur les écrans LCD classiques. En termes de rendu et de qualité d'image, cette technologie est très proche des écrans plasma.

Les LED sont moins gourmandes en énergie que les tubes fluorescents, dépourvues de mercure, moins encombrantes et elles durent plus longtemps.

Tableau 5-2 : Description des systèmes de rétroéclairage des dalles LCD.

Smart TV

Sous l'appellation Smart TV, on regroupe tous les écrans capables de se connecter à Internet qui fonctionnent avec un système d'exploitation et des applications. La connexion au réseau permet d'accéder à différents portails Internet (VOD, Applications, Widgets...). Certaines Smart TV proposent aussi des fonctionnalités leur permettant de communiquer avec les différents appareils connectés du logement.



Figure 5-3 : Photographies de téléviseurs
De gauche à droite : cathodique, LCD, LED et plasma.

Résolution

Il existe 8 types de résolutions²⁶. Nous détaillons ci-dessous les 4 principaux :

Nom	Date de mise sur le marché	Définition
HD Ready	2005	La définition que l'on trouve généralement est de 768 lignes de 1366 pixels
Full HD	2008	Il a été associé à tous les téléviseurs qui ont une dalle de définition égale à 1920x1080
Ultra HD (4K)	2017	Le label Ultra HD fait référence aux téléviseurs 16/9 ayant une définition d'au moins 3840 x 2160 pixels et qui disposent d'une entrée vidéo acceptant les signaux encodés dans cette définition.
Ultra HD Premium (8K)	2019	Le label Ultra HD 8K distingue les modèles proposant une définition d'affichage de 7680 x 4320 pixels et qui bénéficient de spécifications évoluées en ce qui concerne la colorimétrie et la compatibilité HDR.

Tableau 5-3 : TELEVISEURS - Description des principaux types de résolution.

Caractéristiques de l'échantillon

Technologies

La Figure 5-4 représentant l'histogramme du nombre de téléviseurs par technologie montre que la technologie majoritairement rencontrée est le LCD (95%). 35% sont des téléviseurs LCD avec rétroéclairage tubes et 60% des modèles à rétroéclairage LED. Dans cette catégorie, les deux tiers sont des appareils Edge LED.

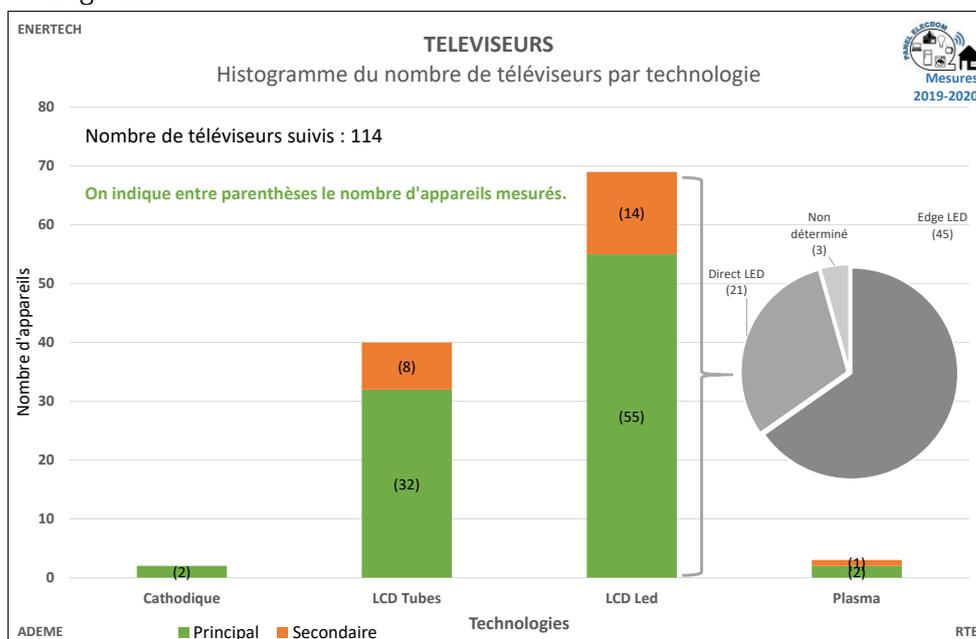


Figure 5-4 : TELEVISEURS - Histogramme du nombre de téléviseurs par technologie.

²⁶ <https://www.lcd-compare.com/hd-ready-hd-tv-dossier-8.htm#hdtv1080p>

20 téléviseurs, soit **18%** de l'échantillon, sont des téléviseurs Smart TV.

Taille

Le graphique de la Figure 5-5 présente les diagonales des téléviseurs installés dans les logements. 63% des téléviseurs ont une diagonale comprise entre 28 et 44 pouces. **La taille moyenne d'un écran est de 39 pouces (99 cm)**. En ne prenant que les téléviseurs de moins de 5 ans la taille moyenne passe à 45 pouces. Dans le projet européen Remodece, la taille moyenne des téléviseurs était de 29 pouces (73 cm) soit une augmentation de 34% de la taille.

A noter que les tailles de 31 pouces (environ 80cm) et 40 pouces (100 cm) se démarquent.

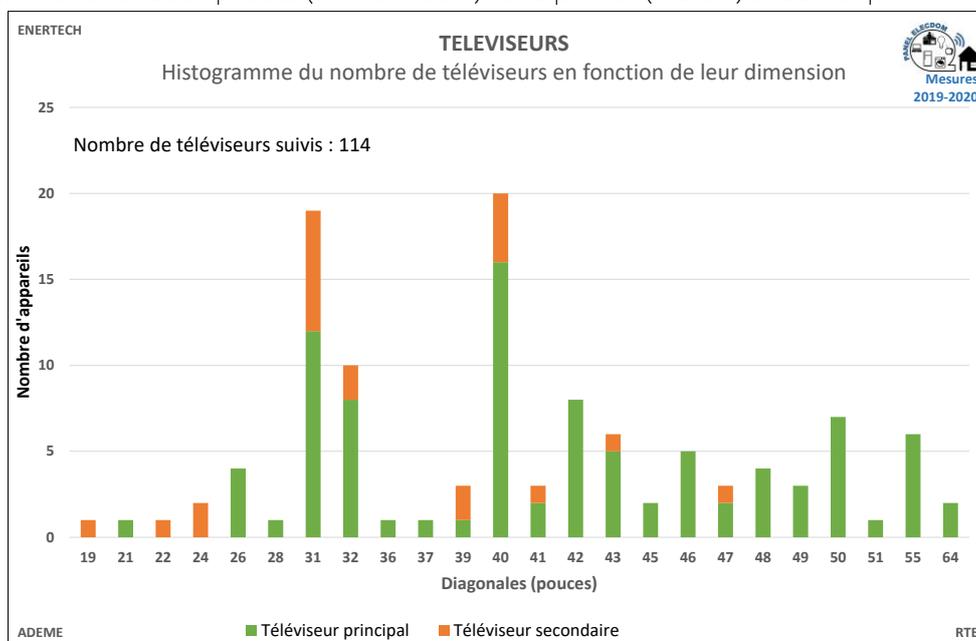


Figure 5-5 : TELEVISEURS - Histogramme du nombre de téléviseurs en fonction de leur dimension

Age

Comme l'illustre la Figure 5-6, 62% des téléviseurs ont entre 2 et 10 ans. Il y a pratiquement autant de téléviseurs dans la classe 2-5 ans que dans la classe 5-10 ans. L'**âge moyen** des téléviseurs pour lesquels nous avons pu recueillir l'information est de **7 ans**.

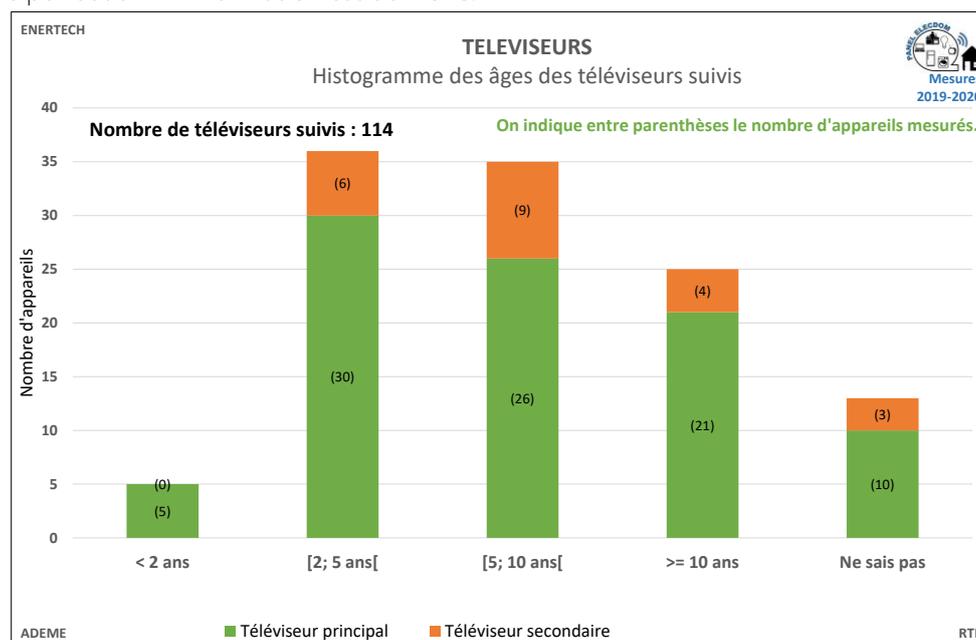


Figure 5-6 : TELEVISEURS - Histogramme des âges des téléviseurs suivis.

Classe énergétique

Depuis fin 2011, l'étiquette énergie est obligatoire pour les téléviseurs. La Figure 5-7 montre que pour la majorité (54%) de l'échantillon la classe énergétique n'est pas connue. Si on se réfère uniquement aux appareils pour lesquels on possède l'information, 44% sont en classe A et 40% en classe A+.

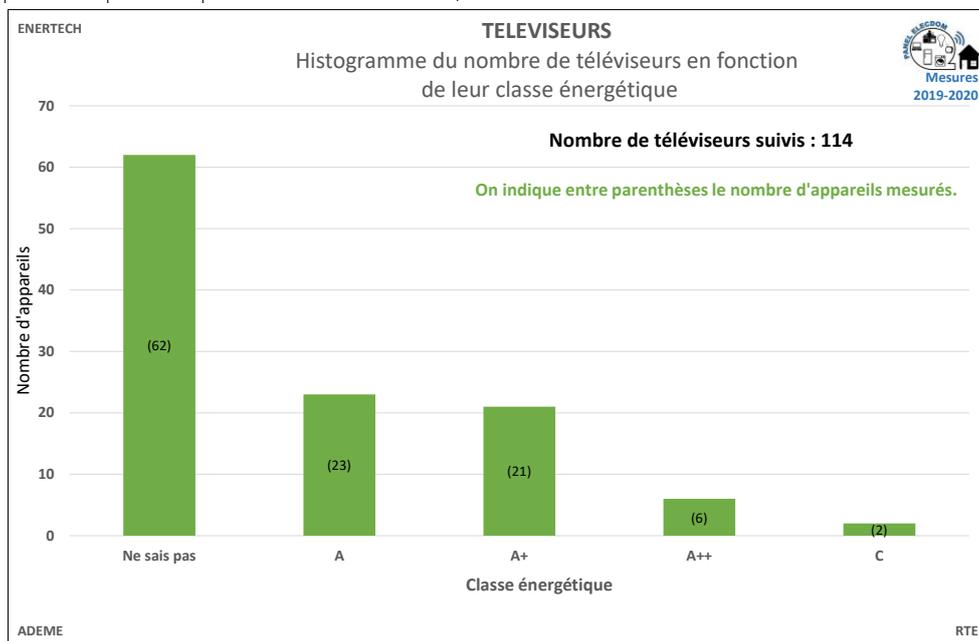


Figure 5-7 : TELEVISEURS - Histogramme du nombre de téléviseurs en fonction de leur classe énergétique.

Consommations annuelles

Consommations unitaires

Les téléviseurs principaux consomment en moyenne 187 kWh/an et les téléviseurs secondaires 58 kWh/an pour une moyenne tous types confondus de 163 kWh/an (Figure 5-8). Il existe de très grandes différences de consommation tenant à la fois à la technologie et à la durée d'utilisation avec des valeurs extrêmes pour les téléviseurs principaux de 3 kWh/an et de plus de 1100 kWh/an.

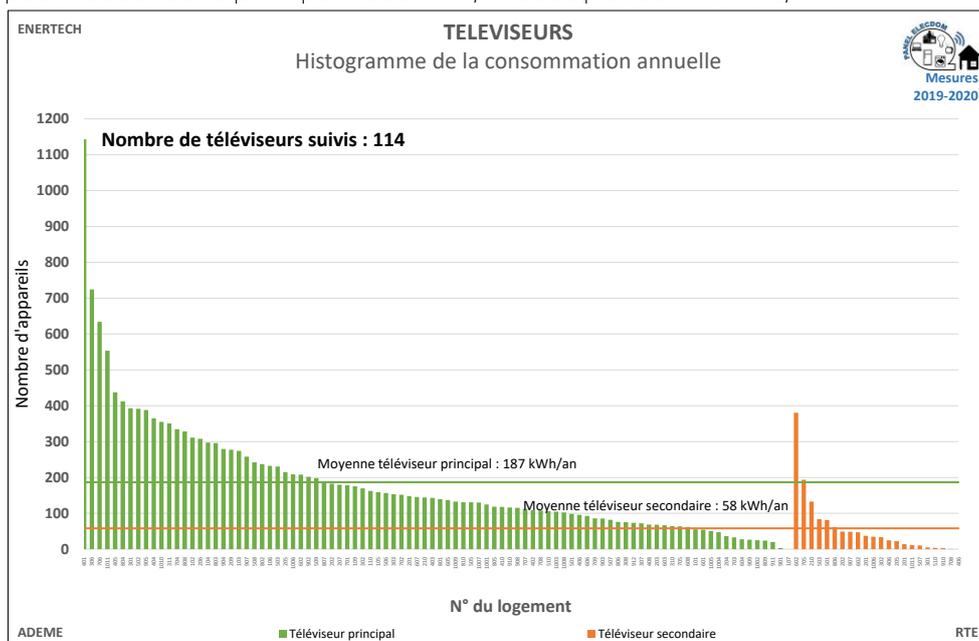


Figure 5-8 : TELEVISEURS - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

En 2008 (campagne de mesures REMODECE), la consommation moyenne des téléviseurs était de 192 kWh/an. Elle a donc diminué de 15% alors même que la diagonale a augmenté de 34%. Cependant, l'évolution est différente pour les téléviseurs principaux et secondaires :

- Diminution de 39% pour les téléviseurs principaux (REMODECE 307 kWh/an)
- Augmentation de 23 % pour les téléviseurs secondaires (REMODECE 47 kWh/an).

A noter que :

- Le but de la campagne de mesures REMODECE était d'améliorer la connaissance des nouveaux usages de l'électricité, par conséquent ce sont des logements relativement bien équipés qui ont été instrumentés. Aucune condition n'avait été fixée pour le choix des logements instrumentés. 32% des téléviseurs principaux étaient des modèles plasma et 9% des vidéoprojecteurs et rétroprojecteurs, ce qui n'était probablement représentatif du parc installé à l'époque.
- Dans l'étude REMODECE, 60% des logements étaient équipés de téléviseurs secondaires contre 41% dans la présente étude.

En conclusion, on retiendra qu'il est difficile de se baser sur les données de la campagne de mesures REMODECE pour juger de l'évolution des consommations mais il est évident que les réglementations Ecodesign et Etiquette Energie ont eu un impact, favorisant notamment la disparition de la technologie plasma.

Consommations en fonction de la technologie

Les téléviseurs plasma sont de loin les téléviseurs qui consomment le plus avec une consommation 6,3 fois supérieure à celle de la meilleure technologie (Direct Led) mais rappelons qu'il représente moins de 2% des téléviseurs de l'échantillon. Les téléviseurs LCD avec rétroéclairage LED (tous types confondus) ont une consommation 33% inférieure à celle des téléviseurs LCD avec rétroéclairage par tubes (Figure 5-9).

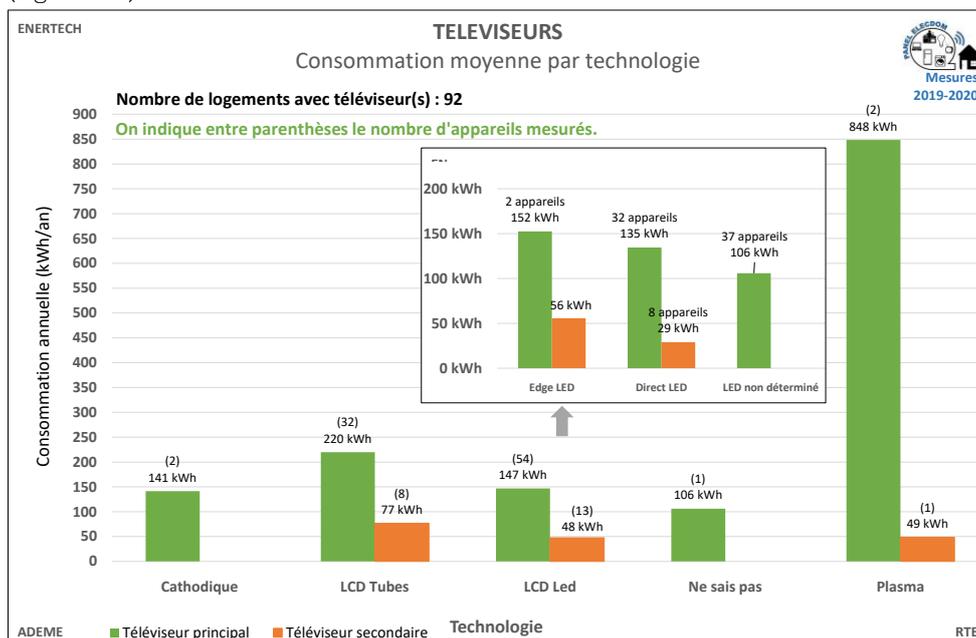


Figure 5-9 : TELEVISEURS - Consommation moyenne par technologie.

Consommations de veille

Les participants ont déclaré dans le questionnaire que les postes de télévision qui sont utilisés quotidiennement sont rarement éteints de manière systématique quand ils ne sont plus regardés (seuls 2 ménages sur 10 disent le faire). Le maintien en veille est permanent dans un cas sur deux.

Les ménages du panel sont notoirement moins « vertueux » que la moyenne des Français. Dans la population française, en 2016, 44% déclaraient éteindre systématiquement la veille de leur téléviseur. Mais les études du CGDD établissent que cette pratique a régressé très régulièrement depuis le début des années 2000²⁷. En réalité, plus les ménages sont équipés en écran et plus ils les utilisent régulièrement, moins ils éteignent les veilles systématiquement.

Eteignez-vous complètement votre téléviseur ?	
Nb de foyer	Réponses
18	Systématiquement
9	Souvent
18	De temps en temps
44	Jamais
11	NC

(total 100)

Tableau 5-4 : Réponses des participants à la question : Eteignez-vous complètement votre téléviseur ?

La puissance de veille moyenne mesurée pour les téléviseurs (principal et secondaire confondus) s'élève à 1,0 W (8,6 kWh/an) avec une valeur maximale de 9,0W et des valeurs minimales non détectables par notre système de mesure (inférieures à 0,5 W). Dans l'étude de 2008 (Remodece), la puissance de veille moyenne était de 1,2 W. On voit donc que le fait d'avoir règlementé (directive Ecodesign) la puissance de veille a permis de réduire ces consommations inutiles. La veille ne représente en moyenne plus qu'1% de la consommation totale (prise en compte uniquement des téléviseurs ayant été utilisés). Les valeurs s'étalent entre 0 et 64kWh/an.

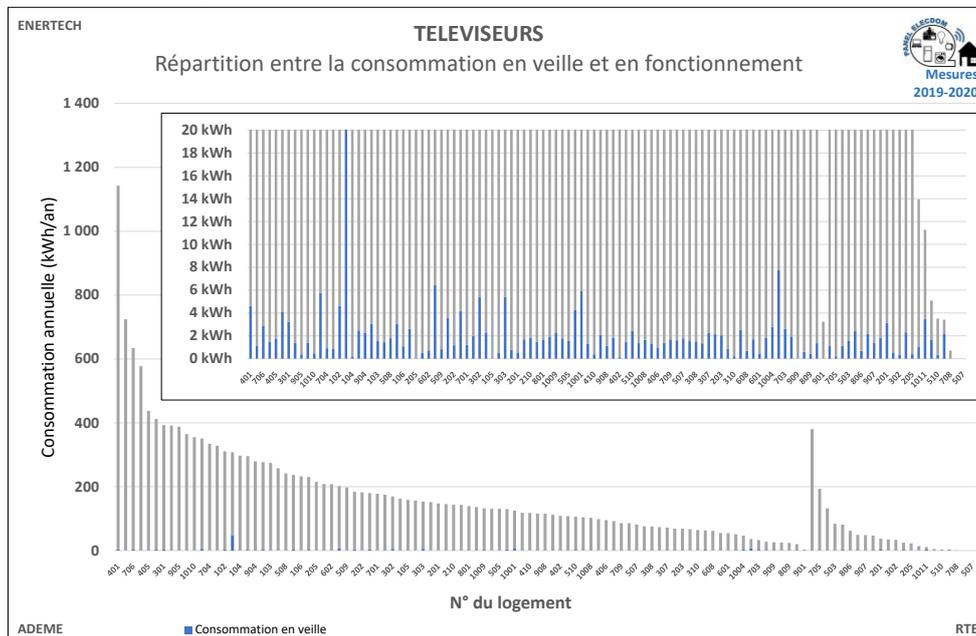


Figure 5-10 : TELEVISEURS - Répartition entre la consommation en veille et en fonctionnement.

²⁷ Sources : CGDD/SDES (Epem 2011-2016) ; *(Baromètre Environnement Camme-Insee 2009-2016)

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Modes%20de%20vie%20et%20pratiques%20environnementales%20des%20Fran%C3%A7ais.pdf>

cf. page 16

Puissances appelées

Puissance en fonction de la technologie et de la taille

Le graphique de la Figure 5-11 représente, en fonction de la technologie, la puissance moyenne en fonctionnement sur toute la campagne de mesure pour l'ensemble des téléviseurs suivis, ainsi que la puissance surfacique. Seules les valeurs de puissance des appareils fonctionnant plus de dix minutes ont été prises en compte dans le calcul.

Ce graphique confirme que ce sont les téléviseurs plasma qui présentent la puissance moyenne de fonctionnement la plus importante (216 W) puis les téléviseurs LCD tubes (91 W) et en enfin les téléviseurs à rétroéclairage LED (55W). Ces derniers sont donc les plus performants, ils appellent une puissance 1,6 fois moins importante que les modèles LCD tubes et 3,9 fois inférieure à la technologie plasma.

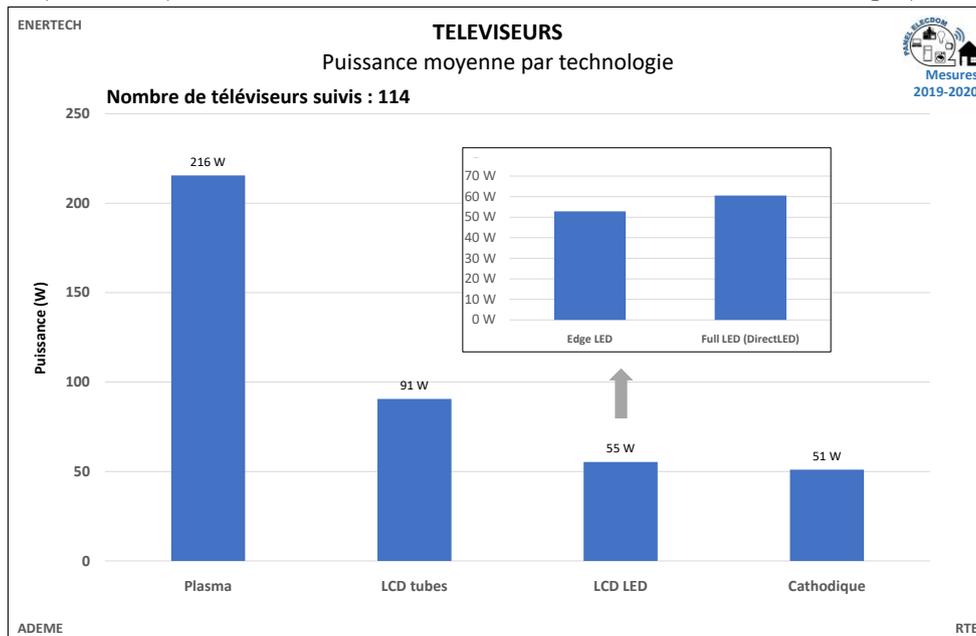


Figure 5-11 : TELEVISEURS - Puissance moyenne et puissance surfacique moyenne par technologie.

Ce sont les téléviseurs avec rétroéclairage LED qui ont la puissance surfacique la plus faible avec $113 \text{ W/m}^2_{\text{dalle}}$ contre plus de $334 \text{ W/m}^2_{\text{dalle}}$ pour les téléviseurs plasma -facteur de 1 à 2,95- (Figure 5-12). Au sein des téléviseurs à rétroéclairage LED, les performances des deux technologies sont équivalentes ($116 \text{ W/m}^2_{\text{dalle}}$ pour les téléviseurs Edge LED et $107 \text{ W/m}^2_{\text{dalle}}$ pour les téléviseurs Full Led).

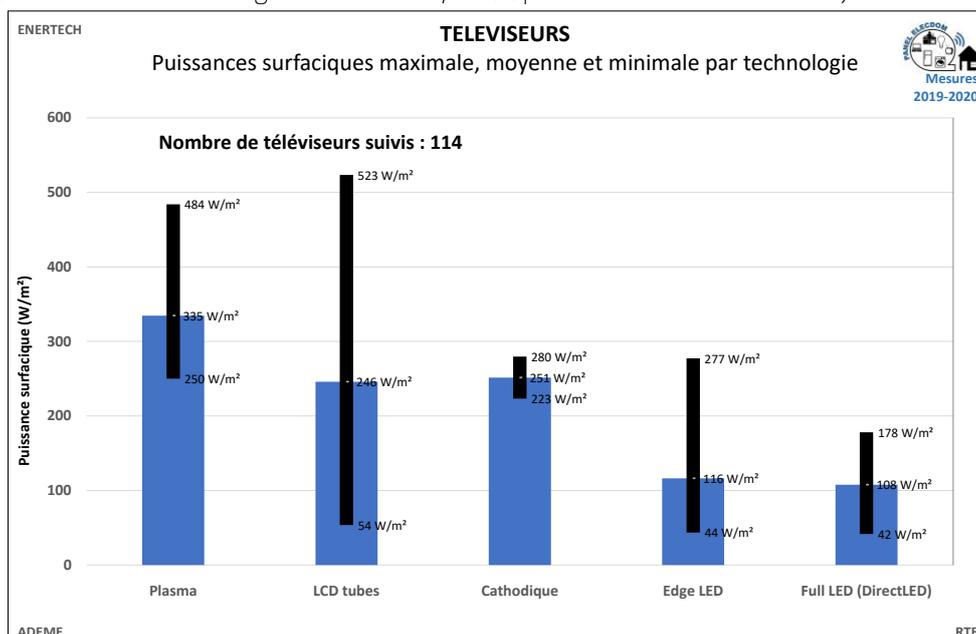


Figure 5-12 : TELEVISEURS – Puissances surfaciques maximale, moyenne et minimale moyenne par technologie.

La Figure 5-13 présente les puissances appelées par les différents téléviseurs suivis. On s’aperçoit que la puissance en valeur absolue et la puissance surfacique est très variable d’un téléviseur à l’autre. Ainsi, par exemple, la puissance surfacique des téléviseurs à rétroéclairage Edge LED varie de 44 à 277 W/m²dalle en fonction du téléviseur suivi.

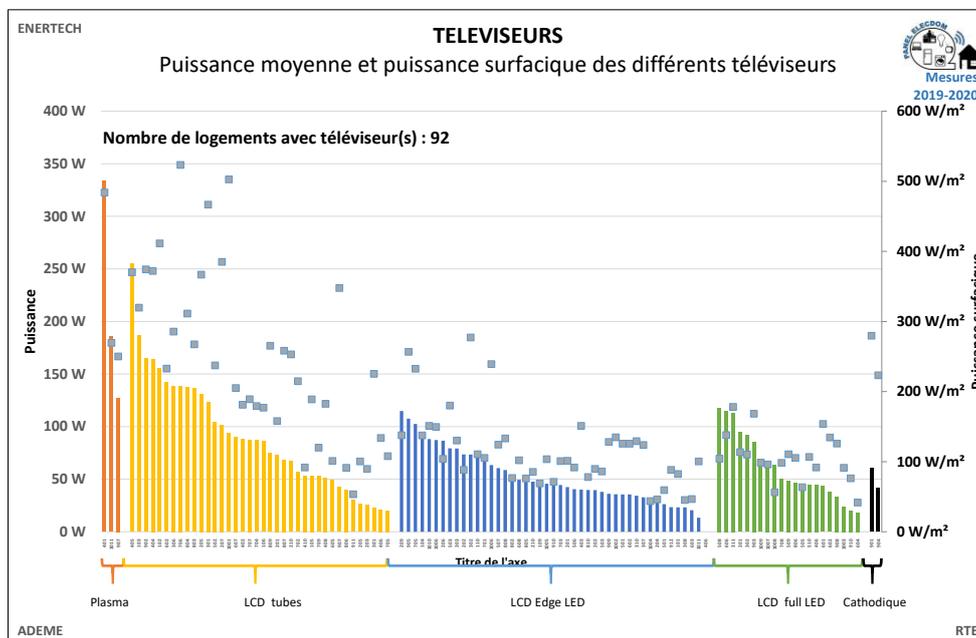


Figure 5-13 : TELEVISEURS - Puissance moyenne et puissance surfacique des différents téléviseurs.

Puissance en fonction de la date d’achat

La Figure 5-14 illustre qu’après une forte hausse de puissance appelée au cours des années 2000/2005 (première génération de téléviseur LCD et plasma) –attention tout de même car un seul appareil dans toute cette catégorie-, celle-ci a tendance à diminuer. Elle est stable depuis 2010. La puissance surfacique continue cependant de diminuer mais les améliorations technologiques sont contrebalancées par l’augmentation de la taille des écrans.

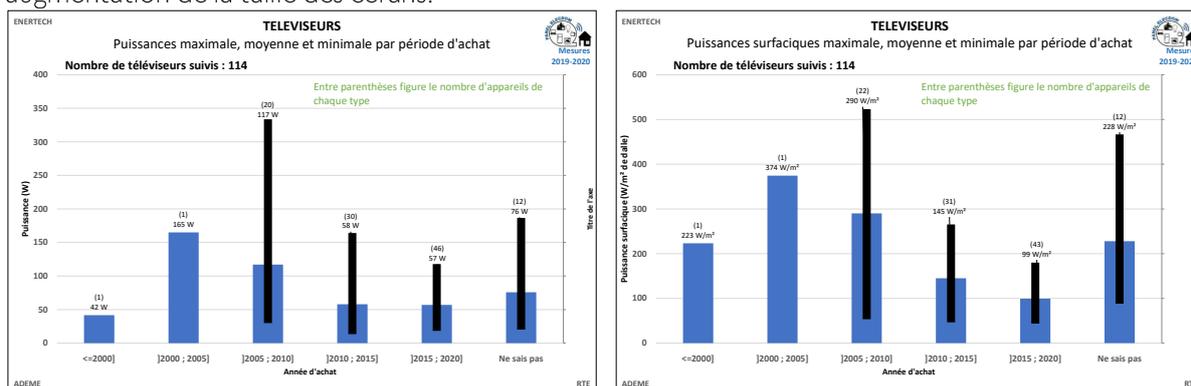


Figure 5-14 : TELEVISEURS - Puissances maximale, moyenne et minimale en fonction de la date d'achat, gauche : puissance absolue et droite : puissance surfacique.

Puissance en fonction de la résolution

Il n’existe pas vraiment de lien entre la résolution et la puissance surfacique (Figure 5-15). Les téléviseurs HD Ready (résolution la plus faible) ont une puissance surfacique moyenne supérieure à celle des téléviseurs 4K.

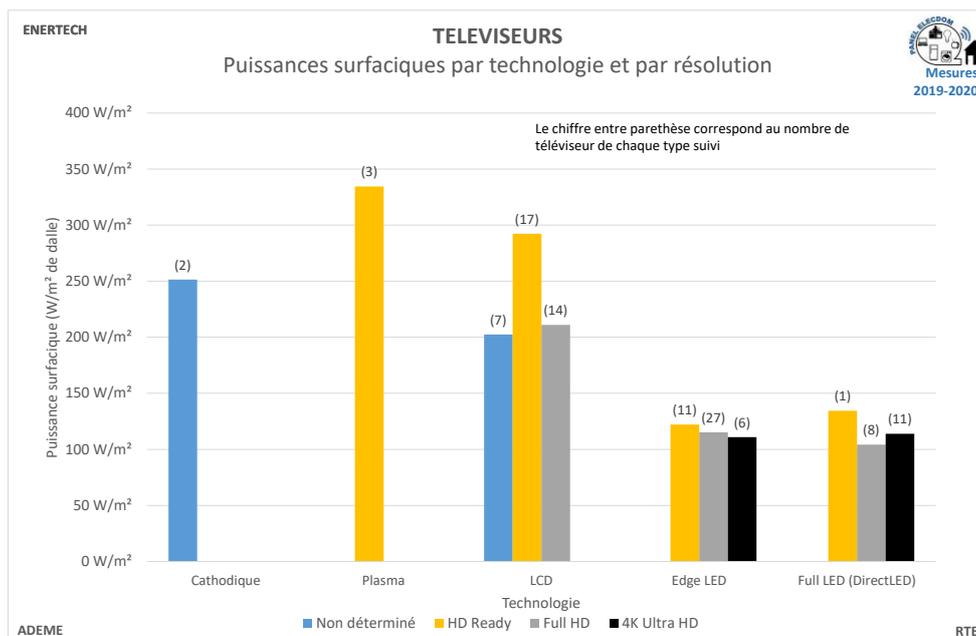


Figure 5-15 : TELEVISEURS – Puissance surfacique par technologie et par résolution.

Comparaison de puissance entre téléviseurs standard et Smart

La fonction Smart des téléviseurs est de plus en plus répandue (18% de notre échantillon). En moyenne la puissance surfacique appelée par les téléviseurs équipés de cette fonction est inférieure à celle des téléviseurs « non Smart » avec respectivement en moyenne toute technologie confondue, 95 W/m²dalle contre 175 W/m²dalle (Figure 5-16).

Ce constat est étonnant mais on le retrouve pour les deux technologies LED étudiée et en fonction des différentes résolutions des téléviseurs à l'exception de la résolution 4K en full LED. Une explication pourrait être que les dispositifs d'économie d'énergie sont certainement plus importants sur les téléviseurs équipés de cette fonction (passage en veille automatique, gradation du rétroéclairage...). Une seconde est que les puissances surfaciques ont tendance à diminuer au cours du temps et que les modèles « smart » sont plus récents.

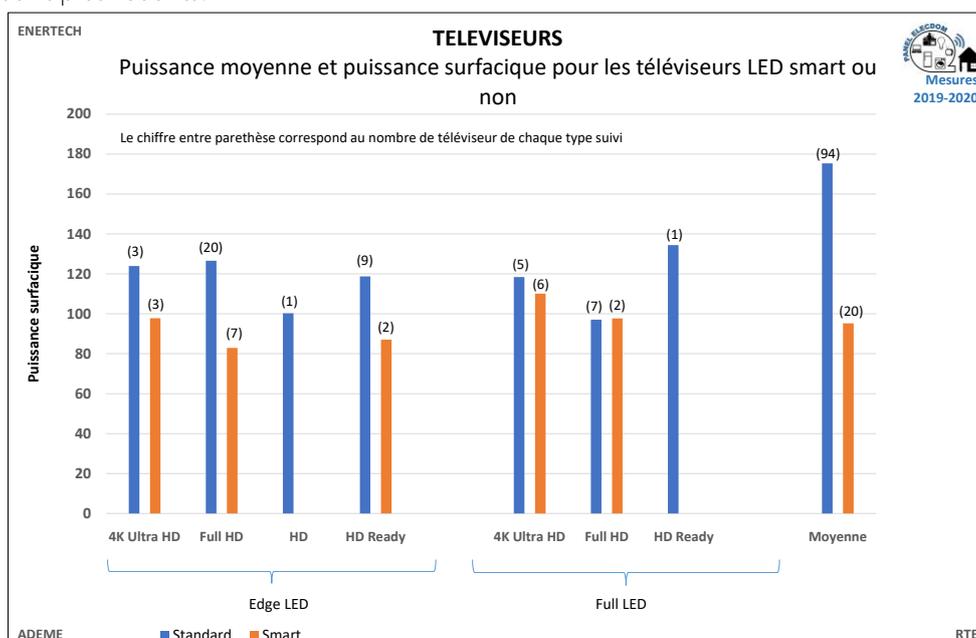


Figure 5-16 : TELEVISEURS - Puissance moyenne et puissance surfacique en fonction pour les téléviseurs LED smart ou non.

Durées d'utilisation

Au-delà des niveaux d'équipement, le Panel Elecdom permet de mesurer l'importance de l'usage des écrans télévisuels dans les foyers. Parmi les 100 ménages ayant complété le questionnaire technique et comportemental, 89 déclarent un usage quotidien d'au moins un poste, et 28 ménages déclarent un usage quotidien d'au moins deux postes.

Nombre de postes de télévision utilisés fréquemment (plus d'une heure par jour)	
Nb de foyer	Réponses
61	1
22	2
5	3
1	4
0	5 ou plus
11	Aucun

total 100 ménages / NB. 92 logements sur les 101 du panel étaient équipés de téléviseurs, 41 en comptaient 2 ou plus

Tableau 5-5 : Réponses des participants à la question : Nombre de postes de télévision utilisés fréquemment (plus d'une heure par jour) (source : questionnaire Panel Elecdom).

De ce fait, si les ménages du panel possèdent 1,5 postes de télévision en moyenne (comme les Français à l'échelle nationale), leur utilisation quotidienne mobilise en réalité moins de postes. Les ménages du panel n'utilisent régulièrement que 1,25 postes TV.

Cette situation s'explique par la progression, dans les foyers, des autres appareils offrant des écrans de diffusion des contenus vidéo (smartphones, ordinateurs, tablettes)²⁸.

Si l'écoute de la télévision ou des contenus vidéo se fait toujours principalement sur un téléviseur, dans 9 ménages du panel sur 10, elle se fait aussi, de manière alternative ou complémentaire, sur les écrans des ordinateurs (8 ménages sur 10), des smartphones (7 ménages sur 10), des tablettes (5 ménages sur 10).

Ecoute de la télévision ou des contenus vidéo sur les appareils du foyer (source : questionnaire Elecdom)			
Appareils	Tous les jours	Pas tous les jours	Jamais
Téléviseur	78	11	11
Ordinateur	23	58	19
Smartphone	27	46	27
Tablette	12	35	53

Total 100 ménages

Tableau 5-6 : Réponses des participants à la question : Ecoute de la télévision ou des contenus vidéo sur les appareils du foyer.

On raisonne ici sur les deux principaux postes de télévision utilisés par les ménages quand il en existe au moins deux. Le premier est dit « principal », le second « secondaire ».

Le multi équipement, en effet, montre un certain nombre de différences dans l'usage des différents appareils.

Le poste le plus utilisé (noté « télé n°1 ») est un modèle plus récent que le second poste utilisé (« télé n°2 »). Le premier est installé dans la pièce de vie principale du logement (salon ou séjour) dans 8 cas sur 10. Sinon, il se trouve dans la salle à manger ou la chambre.

Le second poste, en revanche, est le plus souvent installé dans une chambre (dans 8 cas sur 10).

Dans la moitié des cas, selon le questionnaire, le poste utilisé principalement diffuse des programmes pendant plus de 3 heures par jour. Le second poste, lui, est moins longuement utilisé (moins de 2 heures par jour dans plus de la moitié des cas).

²⁸ <http://www.observationsociete.fr/modes-de-vie/loisirs-culture/duree-ecoute-television.html>

Pour le poste principal, technologiquement plus récent, les chaînes sont reçues via Internet dans la moitié des cas, la TNT ne desservant qu'un poste sur quatre. Ceci est conforme à la moyenne nationale²⁹.

Pour le second poste, la réception se fait principalement par la TNT (un cas sur deux), suivi par Internet (un cas sur quatre).

Télé 1 « principale » (source : questionnaire Elecdom)

Pièce où se trouve le poste de télévision n°1		Durée quotidienne d'utilisation du poste n°1		Mode de réception des chaînes sur ce poste n°1	
Nb de foyer	Réponses	Nb de foyer	Réponses	Nb de foyer	Réponses
26	Séjour	11	Entre 1 et 2 heures	24	TNT
5	Salle à manger	30	Entre 2 et 3 heures	7	Satellite
56	Salon	48	Plus de 3 heures	8	Câble
2	Chambre	11	NC	46	Internet
11	NC			4	Autre
				11	NC

total 100 ménages

Tableau 5-7 : Réponses des participants aux questions sur le téléviseur principal.

Télé 2 « secondaire » (source : questionnaire Elecdom)

Pièce où se trouve le poste de télévision n°2		Durée quotidienne d'utilisation du poste n°2		Mode de réception des chaînes sur ce poste n°2	
Nb de foyer	Réponses	Nb de foyer	Réponses	Nb de foyer	Réponses
1	Cuisine	16	Entre 1 et 2 heures	14	TNT
3	Séjour	7	Entre 2 et 3 heures	3	Satellite
23	Chambre	5	Plus de 3 heures	2	Câble
1	Autre	72	NC	7	Internet
72	NC			2	Autre
				72	NC

total 100 ménages

Tableau 5-8 : Réponses des participants aux questions sur le téléviseur secondaire.

La Figure 5-17 représente la courbe de fréquences cumulées des durées de fonctionnement journalières mesurées des téléviseurs principaux. La durée maximale observée (moyenne sur la période) est d'environ 18 h/jour et le minimum de 8 minutes /jour. La **durée moyenne de fonctionnement des téléviseurs principaux** s'établit à **6h46**, soit plus du double de ce qui a été déclaré dans le questionnaire par les participants. Cela signifie peut-être que les téléviseurs restent allumés sans que personne ne les regarde ou que certains temps n'ont pas été déclarés dans les questionnaires (diffusion de musique, utilisation de console de jeux...). 54 % des téléviseurs fonctionnent pendant plus de 6 heures par jour et 37 % plus de 8 heures par jour.

La durée moyenne de fonctionnement était de 5h56 dans l'étude Remodece (2008) et de 5h10 dans la campagne CIEL (1995).

²⁹ Selon Statista (chiffres 2017), 55% des Français recevaient la télévision via Internet (IPTV). <https://fr.statista.com/statistiques/500992/chiffre-affaires-des-chaines-hertziennes-historiques-france/>

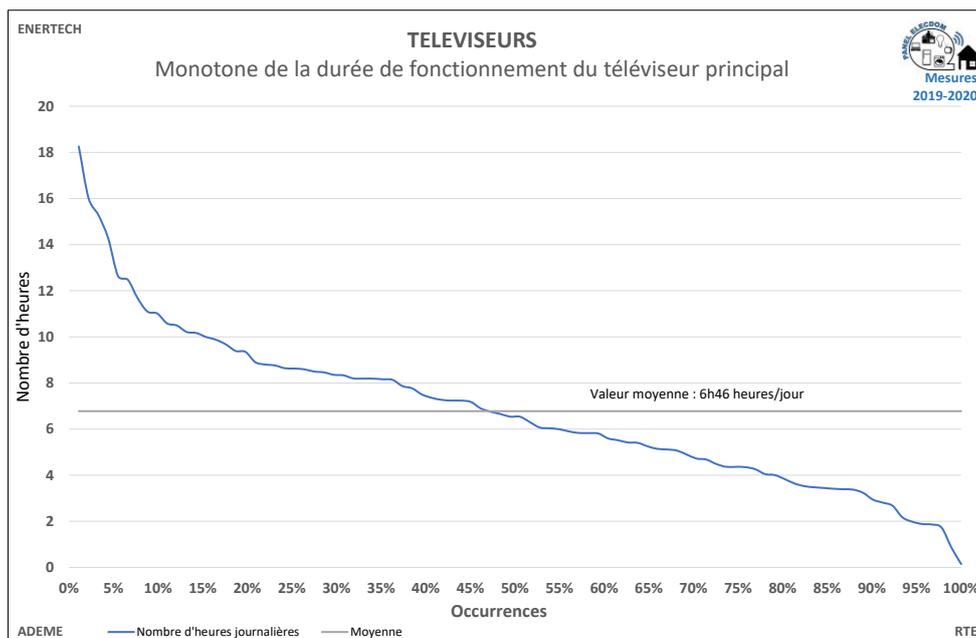


Figure 5-17 : TELEVISEURS - Monotone de la durée de fonctionnement du téléviseur principal.

La durée d'utilisation moyenne des téléviseurs secondaires est de 2h52 sur la présente étude. Elle était de 1h42 dans Remodece et 2h47 dans l'étude CIEL.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

Cette analyse porte uniquement sur les téléviseurs principaux qui sont les seuls à avoir été suivis exhaustivement individuellement. Après une forte augmentation de consommation entre l'étude CIEL (140 kWh) et Remodece (307 kWh/an), la consommation a fortement baissé pour atteindre 187 kWh/an en 2020.

Rappelons que l'échantillon de REMODECE n'était pas forcément représentatif de la réalité de 2008 (forte proportion d'écran plasma par exemple).

Cependant on retiendra que malgré un allongement de près d'une heure de la durée moyenne de fonctionnement quotidien des téléviseurs, une augmentation de 34% de la taille des écrans, et une amélioration de leur résolution, la consommation baisse du fait du progrès technologique que représente le passage au rétroéclairage LED.

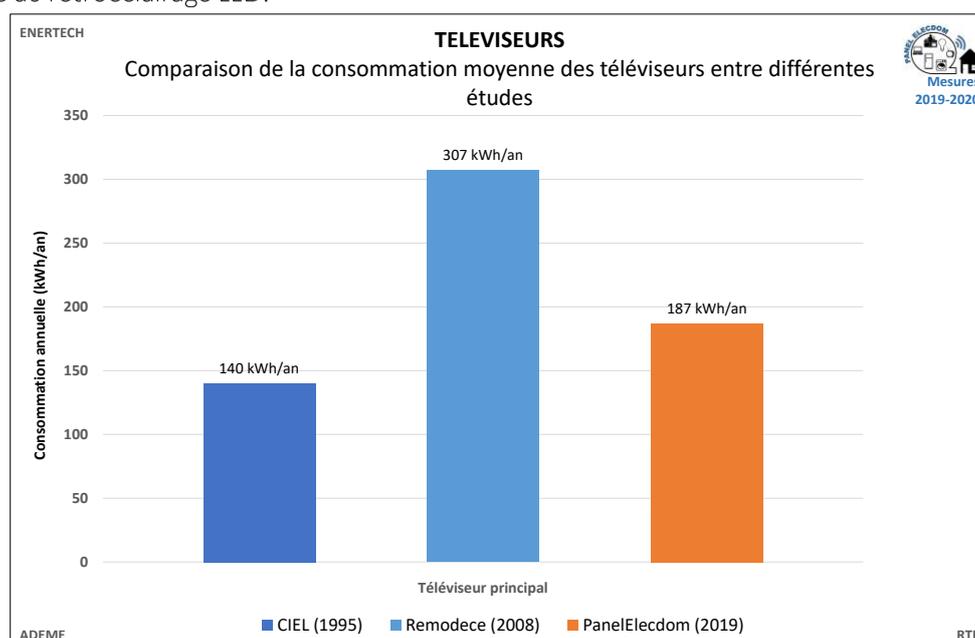


Figure 5-18 : TELEVISEURS - Comparaison de la consommation moyenne des téléviseurs principaux entre différentes études.

Courbe de charge

La Figure 5-19 représente les courbes de charge des téléviseurs principaux et secondaires. Il s'agit des puissances rapportées à l'appareil, ce qui intègre d'une part la puissance des TV mais aussi le taux d'utilisation. Ceci explique pourquoi les puissances moyennes appelées sont plus faibles pour les téléviseurs secondaires que pour les téléviseurs principaux. En effet, leur taux d'utilisation est beaucoup moins élevé. Le pic de consommation se situe autour de 21h00 pour les téléviseurs principaux et 22h00 pour les secondaires.

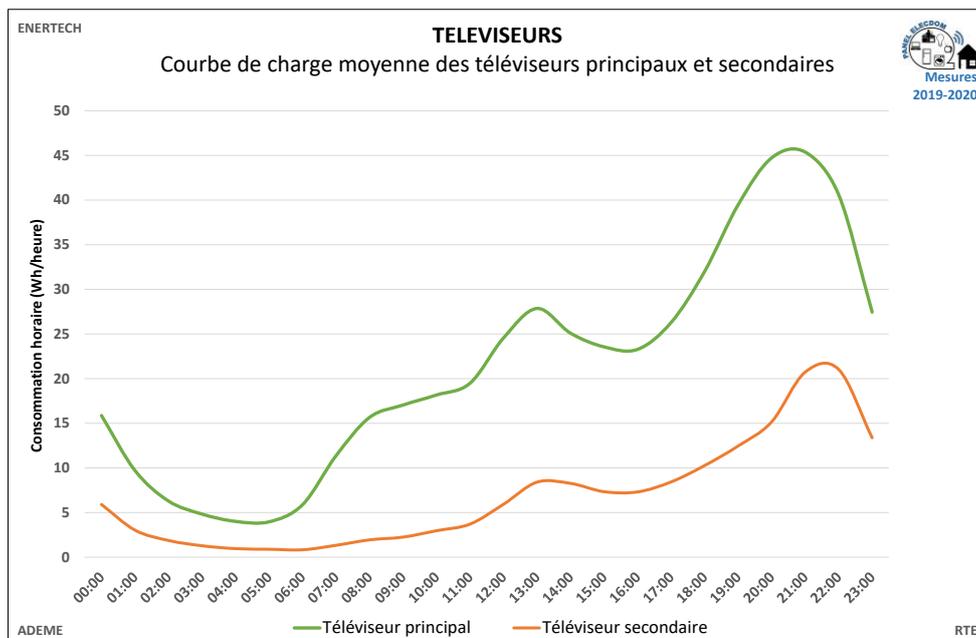


Figure 5-19 : TELEVISEURS - Courbe de charge horaire moyenne des téléviseurs principaux et secondaires.

5.5. Périphériques multimédias

Box TV

Types d'équipement

Une box TV est un boîtier multimédia qui permet de diffuser sur un téléviseur du contenu provenant d'Internet et ainsi de transformer un téléviseur standard en un modèle « smart ». Avec ce type de box, il est possible :

- d'avoir accès aux chaînes TV via Internet, à des vidéos en ligne, à des sites de streaming musicaux, au replay des chaînes TV,
- d'enregistrer des programmes,
- etc...

Il existe un grand nombre de modèles de box TV, qu'elles soient proposées seules ou par le biais des opérateurs (Box SFR, Livebox Orange, Bbox de Bouygues, Freebox). L'échantillon compte 74 box TV et 72 logements sont équipés d'au moins une box. 69 ont été suivies individuellement, 3 ont été suivies avec d'autres appareils audiovisuels et 3 n'ont pas pu être suivies.

Les photographies des principales box TV de l'échantillon sont données sur la Figure 5-20.



Figure 5-20 : Trombinoscope des différentes box TV inventoriées lors de la campagne de mesures.

Les box TV possèdent 2 états (marche et veille). C'est l'utilisateur qui les fait passer d'un état à l'autre. Certaines box incluent une fonction de coupure via le port HDMI. Si elle est activée, la box TV se met en veille lorsque le téléviseur ou le home cinéma s'éteint.

La Figure 5-21 indique la répartition des box TV de l'échantillon en fonction du modèle. On note une grande diversité de références mais c'est la Freebox Révolution qui est la plus représentée avec 21 appareils (28% de l'ensemble des box TV).

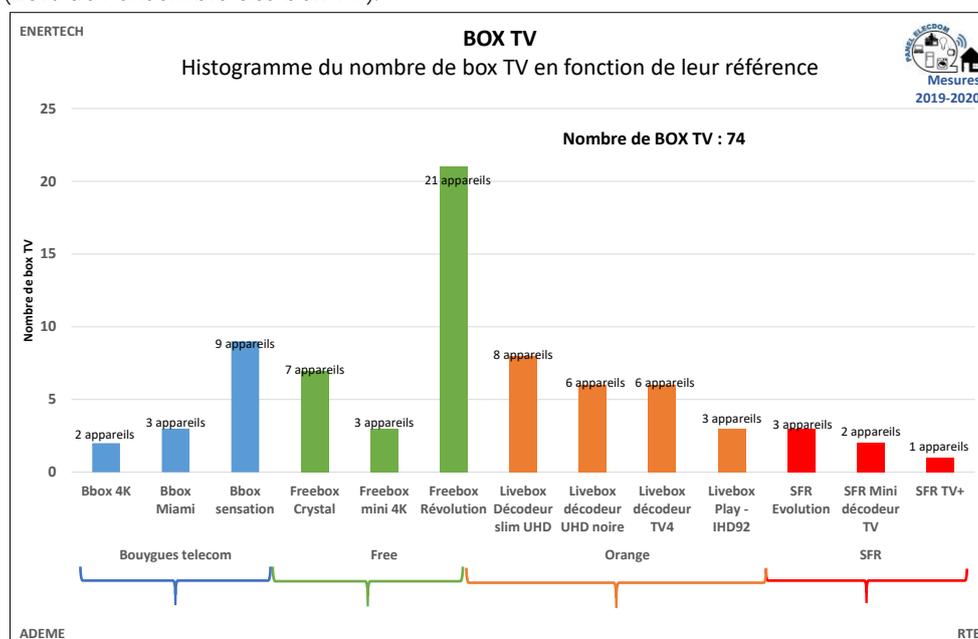


Figure 5-21 : BOX TV - Histogramme du nombre de box TV en fonction de leur référence.

Consommations annuelles

La Figure 5-22 représente la consommation des box TV de l'échantillon. La consommation moyenne de l'ensemble des box TV est de **87 kWh/an** avec des valeurs comprises entre 1 (box présentant uniquement une consommation de veille) et 159 kWh/an.

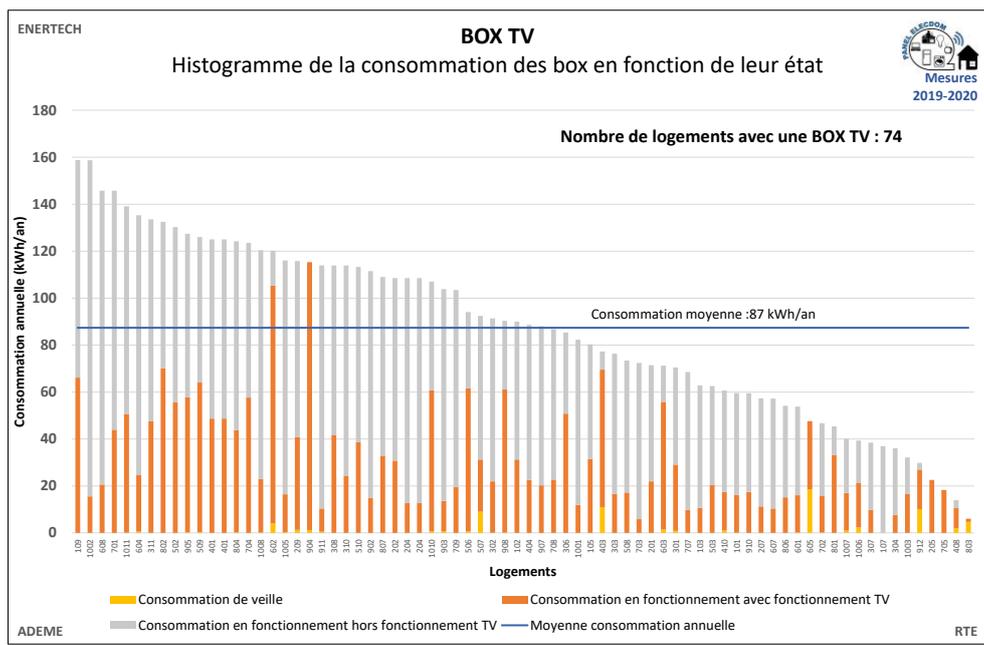


Figure 5-22 : BOX TV - Histogramme des consommations annuelles.

Sur cette même figure, la consommation de chaque box TV a été séparée entre l'état de veille, le fonctionnement avec téléviseur allumé et éteint.

Ce raisonnement exclut de fait le fonctionnement des box TV pour un usage autre que télévisuel (par exemple pour écouter de la musique). On fait donc l'hypothèse que ce n'est actuellement pas leur utilisation principale.

64% de la consommation (56kWh/an) correspond à un fonctionnement de la box TV avec le téléviseur éteint. Il existe pourtant sur certaines box TV (dont la Freebox Revolution qui est la plus commune) des modes de gestion de l'énergie permettant soit de les éteindre en même temps que le téléviseur soit de les arrêter au-delà d'une durée de non-activité paramétrable.

Dans tous les cas, l'alimentation électrique de la box TV peut être coupée manuellement par l'utilisateur lorsqu'il ne l'utilise pas.

Durées d'utilisation

La durée moyenne de fonctionnement des box TV est de **19h42 par jour** avec des extrêmes de 4 heures par jour et de 24 heures par jour (Figure 5-23). Cette durée moyenne est extrêmement élevée au regard de la durée d'allumage du téléviseur (6h46 par jour).

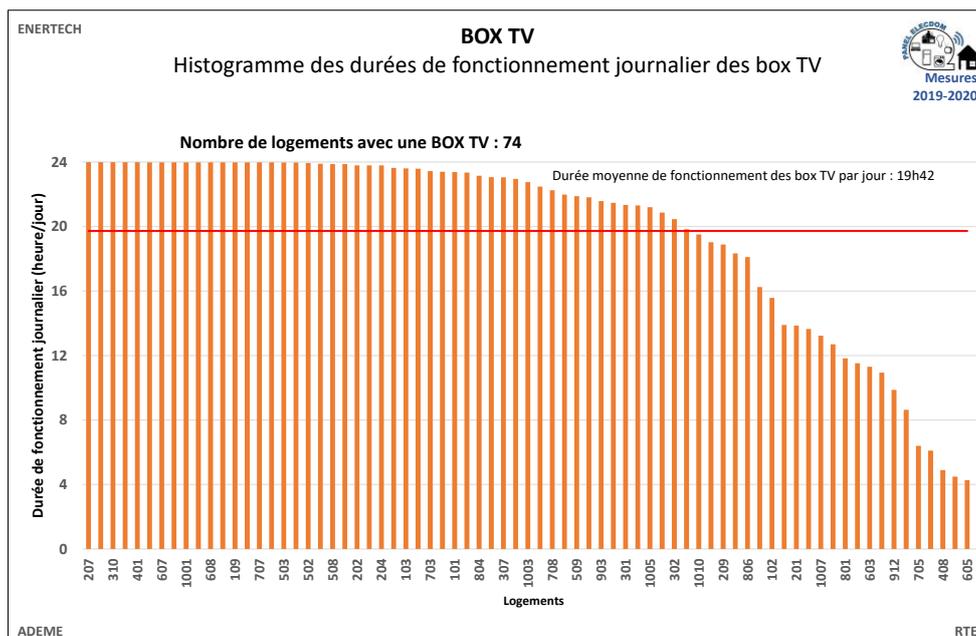


Figure 5-23 : BOX TV - Histogramme des durées de fonctionnement.

La Figure 5-24 représente les durées de fonctionnement maximale, moyenne et minimale selon le modèle de box TV. Des écarts significatifs entre les valeurs extrêmes existent pour la plupart des modèles. Ceci montre qu'il y a un potentiel d'économie liée à la gestion automatique ou manuelle de leur alimentation électrique.

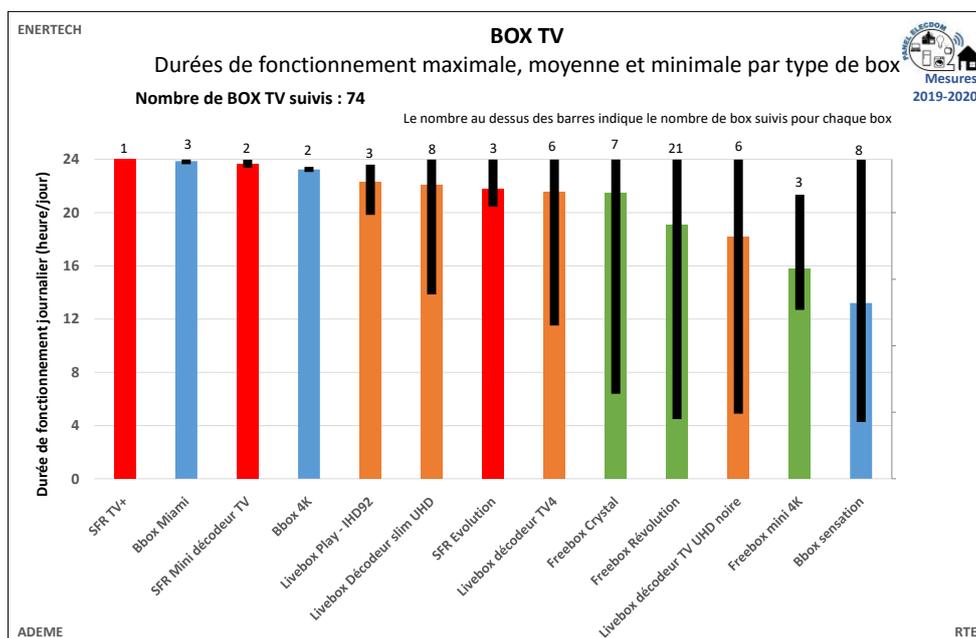


Figure 5-24 : BOX TV - Durée de fonctionnement maximale, moyenne et minimale par type de box.

Puissances appelées

La puissance moyenne en fonctionnement appelée par les box TV est de 12 W (Figure 5-25). Les valeurs minimales et maximales sont respectivement de 4 et 24 W.

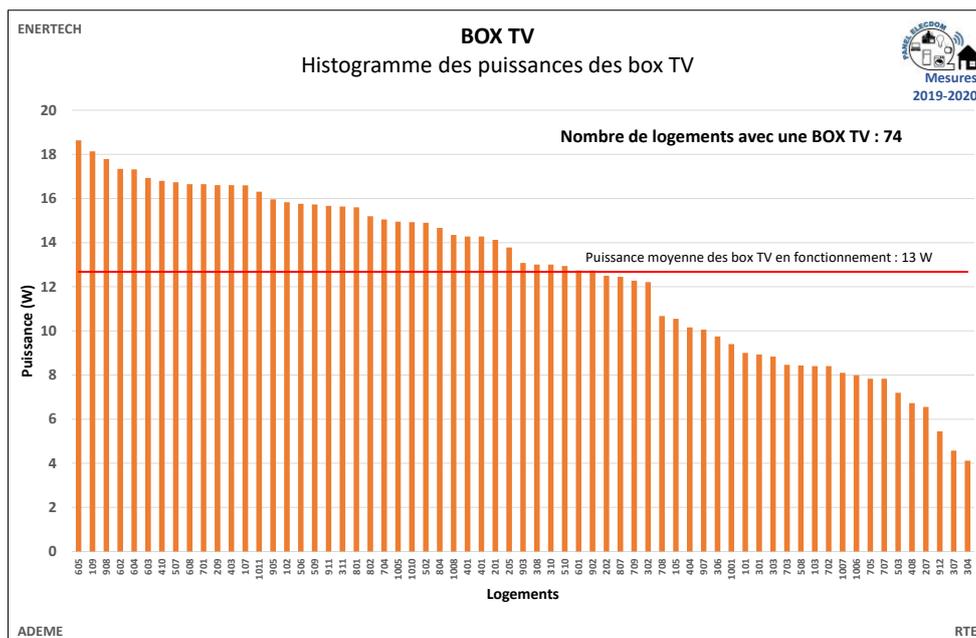
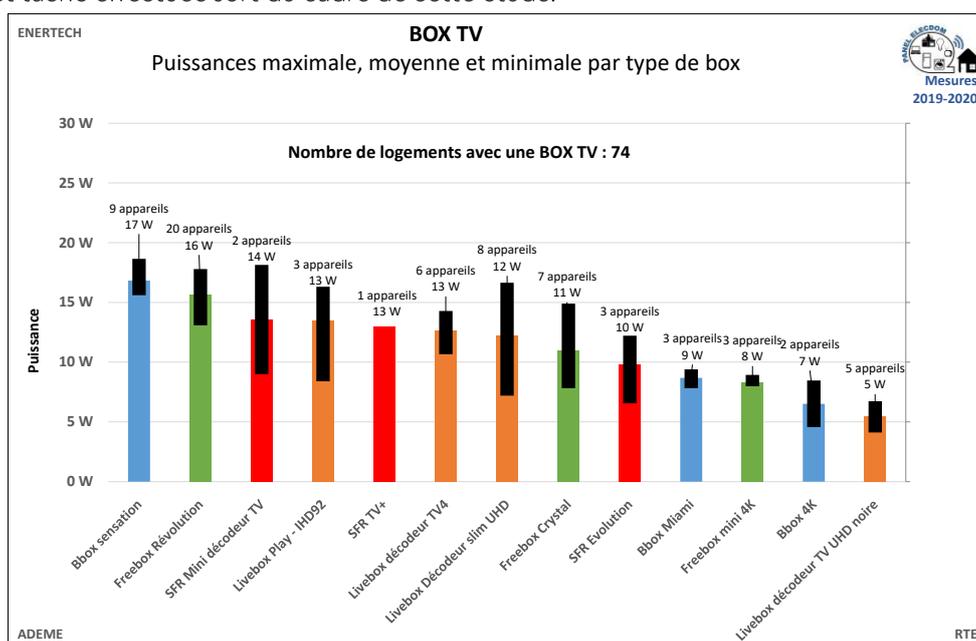


Figure 5-25 : BOX TV-Histogramme des puissances.

Pour un même type de box la puissance en fonctionnement peut varier en fonction :

- De l'alimentation d'un système CPL (courant porteur),
- Du contenu visionné,
- Du format de l'image,
- De la vitesse du ventilateur de refroidissement,
- De la version de chaque box (certaines box existent depuis 10 ans, des différences de composants peuvent être à l'origine des variations observées).

Le graphique de la Figure 5-26 indique les puissances maximales, moyennes et minimales observées en fonction du type de box TV. Il existe également des box faisant à la fois box Internet et box TV. Nous en avons suivi une (BOX SFR 4K, non représentée sur le graphique). Elle appelle une puissance de 23W. Les boxs TV présentant la puissance appelée la plus (BBox Sensation) et la deuxième moins (Bbox 4K) élevées proviennent du même constructeur. Il y a un rapport 1 à 2,6 entre ces deux modèles. Notons que toutes les box TV n'offrent pas les mêmes fonctionnalités. L'étude du lien éventuel entre puissance appelée et tâche effectuée sort du cadre de cette étude.



Fournisseur d'accès	Box	Puissance moyenne	Nombre d'appareil étudiés
Bouygues telecom	Bbox 4K	7 W	2
	Bbox Miami	9 W	3
	Bbox sensation	17 W	9
Free	Freebox Crystal	11 W	7
	Freebox mini 4K	8 W	3
	Freebox Révolution	16 W	20
Orange	Livebox Décodeur slim UHD	12 W	8
	Livebox décodeur TV UHD noire	5 W	5
	Livebox décodeur TV4	13 W	6
	Livebox Play - IHD92	13 W	3
SFR	SFR Evolution	10 W	3
	SFR Mini décodeur TV	14 W	2
	SFR TV+	13 W	1

Figure 5-26 : BOX TV - Puissances maximale, moyenne et minimale par type de box.

Des mesures ont été effectuées en interne sur une Freebox Révolution TV. Celle-ci peut être arrêtée (puissance appelée de 0,8W) ou mise en veille (14,5W) par action sur la télécommande. Quand la box TV est arrêtée, l'allumage n'est pas instantané mais l'économie estimée est d'environ 70 kWh/an, soit environ 70% de la consommation moyenne de ce type de box TV.

Etat	Puissance
Alimentation CPL	1,5 W
Arrêt	0,8 W
Veille	14,5 W
Box TV allumée sur écran d'accueil	16,0 W
Box TV allumée avec visionnage	17,2 W

Tableau 5-9 : Puissance de la Freebox TV Révolution dans différents états.

Courbe de charge

La puissance appelée par les box TV est quasiment constante au cours de la journée (Figure 5-27) ce qui est la preuve d'un fonctionnement quasi permanent.

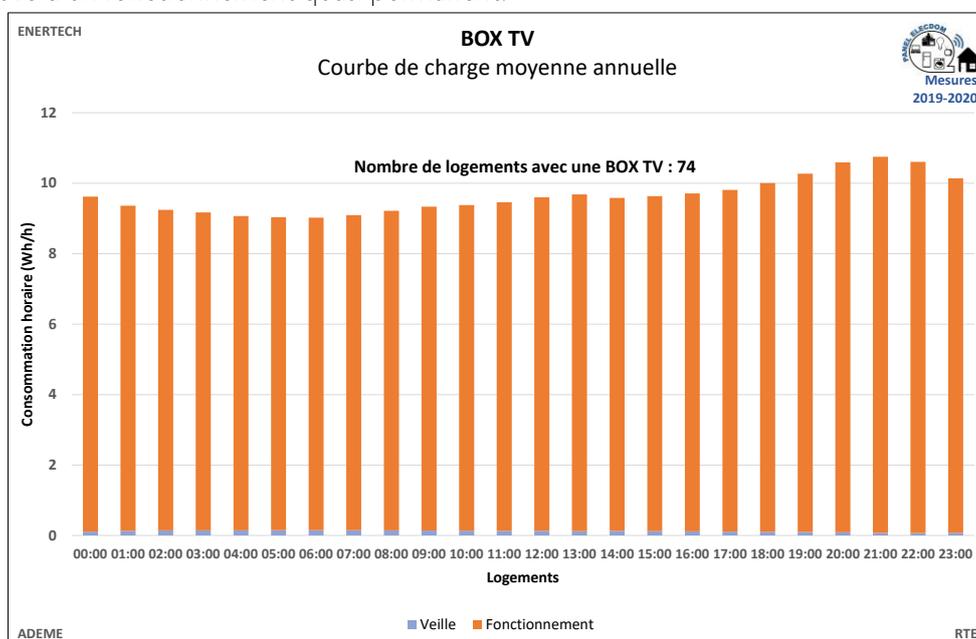


Figure 5-27 : BOX TV - Courbe de charge horaire moyenne.

Console de jeux

Types d'équipement

Selon les déclarations des ménages, on joue aux jeux vidéo sur console (connectée à un téléviseur) ou sur ordinateur dans un ménage sur trois (32 ménages).

Cette proportion est faible au regard des chiffres concernant l'ensemble de la population. Selon une étude Médiamétrie de 2018, 51% des Français jouent régulièrement aux jeux vidéo³⁰.

La grande majorité des ménages concernés de l'échantillon jouent sur console (9 sur 10). Une part plus limitée joue sur ordinateur (4 sur 10).

Jeu sur console (connectée à un téléviseur) ou sur ordinateur	
Nb de foyer	Réponses
28	Oui sur console
13	Oui sur ordinateur
68	Non

total 100 ménages

Tableau 5-10 : Réponses des participants à la question : Jeu sur console (connectée à un téléviseur) ou sur ordinateur.

35 logements sont équipés d'au moins une console de jeux pour un nombre total de 62 inventoriées. Les logements étudiés possèdent donc majoritairement plusieurs consoles. Près d'un quart des consoles sont des Sony PS4, viennent ensuite les Nintendo Wii (22%). Si on ajoute les Sony PS3, on couvre près de 60% de l'échantillon (Figure 5-28). Une dizaine d'autres références ont été trouvées dans les logements.

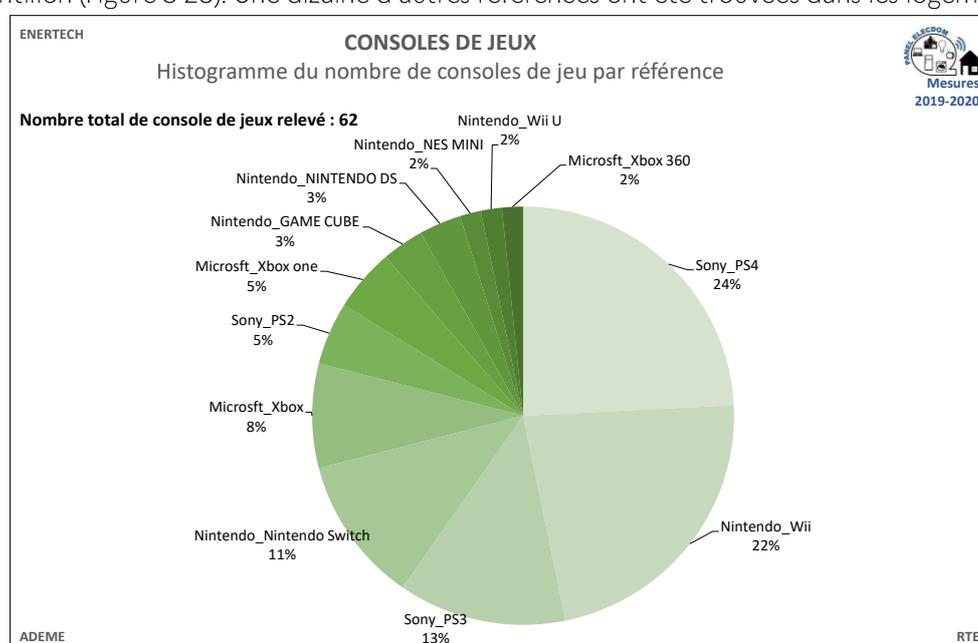


Figure 5-28 : CONSOLES DE JEUX - Histogramme du nombre de consoles de jeu par référence.

Sur les 62 consoles recensées, seules 12 ont été suivies individuellement car la stratégie était de connaître la consommation du poste audiovisuel de chaque logement sans séparation entre les différents équipements (à l'exception des téléviseurs principaux et des box TV). Les résultats présentés dans les paragraphes suivants doivent donc être considérés avec prudence du fait de la taille restreinte de l'échantillon.

Consommations annuelles

Les consoles de jeux consomment en moyenne 103 kWh/an (Figure 5-29). Mais la réalité est très contrastée. En effet, on note des durées de marche très différentes et des puissances diverses. Ce sont les consoles de jeux Sony PS4 qui sont les plus consommatrices (consommation moyenne 213 kWh/an, minimum 8kWh/an et maximum 600 kWh/an). A noter qu'en 2008 lors de la campagne de mesures REMODECE la consommation moyenne des consoles de jeux vidéo était de seulement 20 kWh/an.

³⁰ <https://www.sell.fr/news/lessentiel-du-jeu-video-octobre-2018>

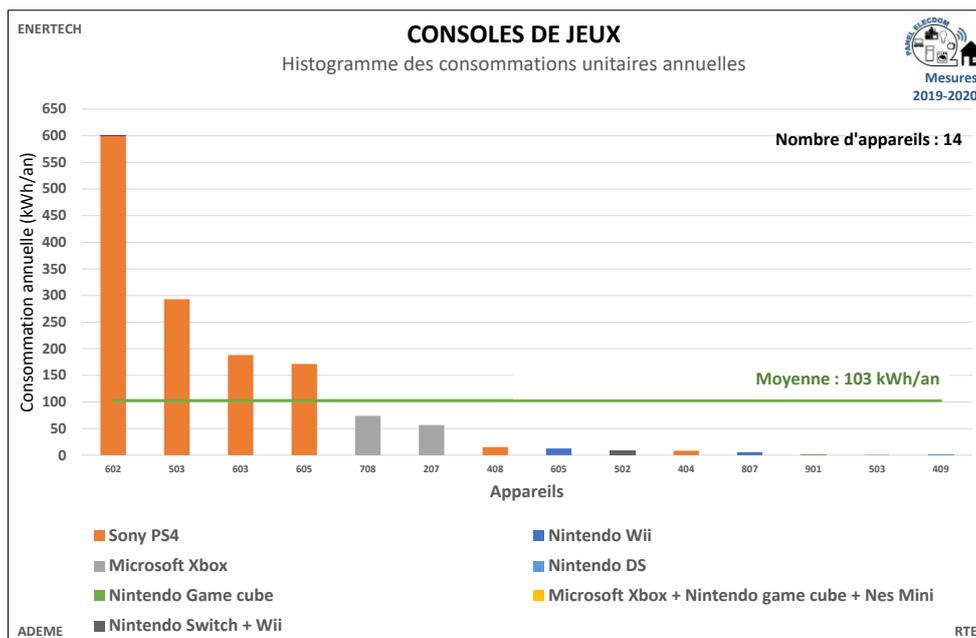


Figure 5-29 : CONSOLES DE JEUX - Histogramme des consommations annuelles.

La consommation en veille des consoles de jeux est de 16 kWh soit 13% de la consommation totale. Cette valeur moyenne cache des différences car le pourcentage de consommation en veille peut aller de 1% à plus de 99% de la consommation.

Durées de fonctionnement

Le nombre d'heures de jeu par semaine sur console déclaré est de 3 heures et plus par semaine dans la moitié des cas. Et dans un cas sur quatre, il représente 1 heure par jour et plus.

Le nombre d'heures de jeu par semaine sur ordinateur déclaré est plus élevé : dans près d'un cas sur deux, il correspond à 1 heure par jour et plus.

En moyenne, cela représente 6,1 heures par semaine sur console et 6,6 heures par semaine sur ordinateur. Ces chiffres sont proches la moyenne nationale qui s'élevait à 6,97 heure par semaine en 2019 selon *The State of Online Gaming 2019*³¹.

Durée de jeu par semaine sur console	
Nb de foyer	Réponses
9	De l'ordre de 1 heure
12	De 2h à 6h
7	7h et plus

28 concernés

Durée moyenne : 6,1 heure/semaine

Durée de jeu par semaine sur ordinateur	
Nb de foyer	Réponses
5	De l'ordre de 1 heure
3	De 2h à 6h
5	7h et plus

13 concernés

Durée moyenne : 6,6 heure/semaine

Tableau 5-11 : Réponses des participants à la question : durée de jeu par semaine.

La durée mesurée de fonctionnement des consoles est très variable selon le modèle comme le montre le Tableau 5-12.

La moyenne se situe à 2h42 par jour mais avec des extremums de 20 heures par jour et 1 h par an. Ces mesures paraissent très élevées par rapport aux déclarations des ménages. Mais rappelons que seules 12 consoles de jeux sur les 32 inventoriés ont fait l'objet d'un suivi sur une année. On peut également se demander si ces équipements ne sont pas quelquefois laissés allumés inutilement.

Durée moyenne de fonctionnement journalier	Nombre de console suivie individuellement
--	---

³¹ <https://www.limelight.com/resources/white-paper/state-of-online-gaming-2019/>

Sony PS4	5h18	7
Nintendo Game cube	0h05	2
Xbox	0h10	1
Nintendo DS	0h01	1
Nintendo Wii	0h00	1

Tableau 5-12 : Nombre d'heures quotidien de fonctionnement des différentes consoles.

Puissances appelées

Les consoles Xbox et PS4 appellent les puissances les plus élevées avec environ 80W en fonctionnement (Tableau 5-13), soit 4,2 fois plus que celle d'un ordinateur portable et autant qu'un ordinateur fixe (unité centrale et écran).

	Puissance en fonctionnement
Sony PS4	79,4 W
Xbox	76,4 W
Nintendo Game cube	21,3 W
Nintendo DS	6,0 W
Nintendo Wii	2,8 W

Tableau 5-13: Puissance moyenne mesurées des différentes consoles.

Les puissances mesurées dans le cadre de Panel Elecdom sont très proches de celles données dans une étude américaine³² (Figure 5-30). Elles correspondent davantage au mode de « navigation » (Internet) qu'au mode « jeu » qui est encore plus consommateur.

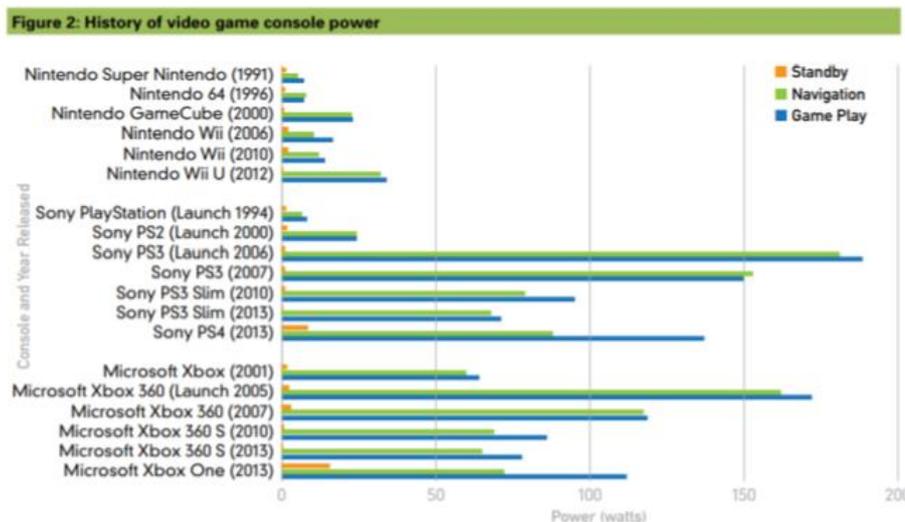


Figure 5-30 : CONSOLES DE JEUX – Puissance appelée dans les différents modes³²

Courbe de charge

³² The Latest-Generation Video Game Consoles - How Much Energy Do They Waste When You're Not Playing? - NRDC Pierre Delforge et Noah Horowitz. <https://www.nrdc.org/experts/pierre-delforge/latest-generation-video-game-consoles-how-much-energy-do-they-waste-when>

La Figure 5-31 représente la courbe de charge moyenne journalière des consoles de jeux. On observe un appel de puissance plus important l'après-midi et en soirée. Il est également étonnant de voir un fonctionnement encore aussi important durant la nuit.

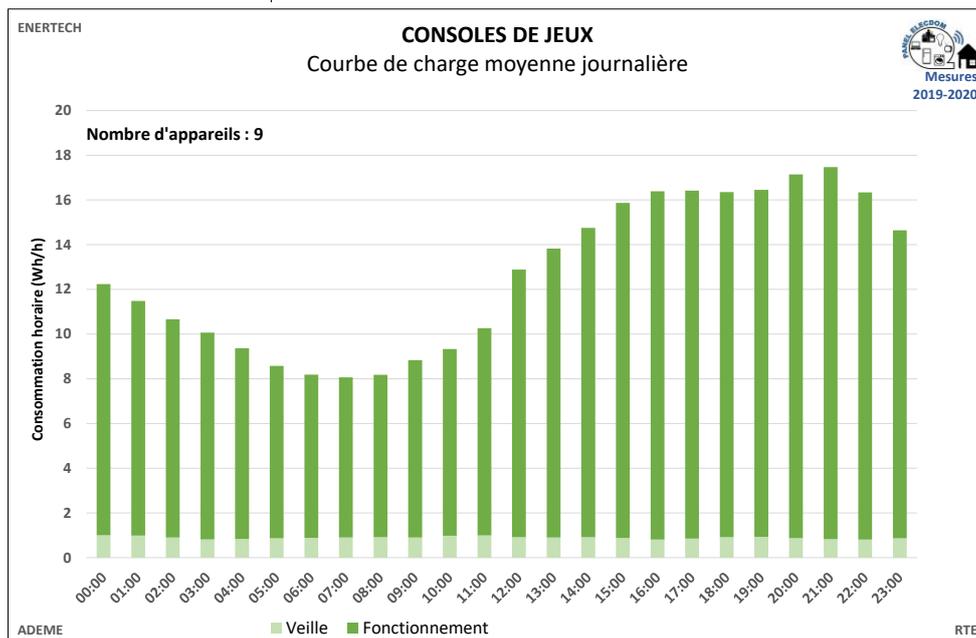


Figure 5-31 : CONSOLES DE JEUX - Courbe de charge horaire moyenne.

Autres périphériques multimédias

Le graphique de la Figure 5-32 donne les consommations minimum, moyenne et maximum des autres périphériques multimédia suivis dans le cadre du Panel Elecdom. On peut faire les observations suivantes :

- 17 décodeurs/démodulateurs ont été recensés dont 7 ont été instrumentés de manière indépendante. Leur consommation moyenne (78 kWh/an) est du même ordre que celle des boxes TV. Leur consommation en veille va de 1kWh/an à 82 kWh (décodeur canal+).
- 42 lecteurs DVD/Blu-ray ont été dénombrés dans l'étude dont 7 ont été suivis de manière individuelle. Leur consommation moyenne a été divisée par 1,7 depuis 2008 (Remodece). Ces appareils restent toujours majoritairement en veille. Seuls 2 équipements possèdent des consommations supérieures à 25kWh/an. Ce sont des modèles anciens présentant une puissance de veille de l'ordre de 3W alors que les modèles récents (soumis à la directive Ecodesign) ont une puissance de veille d'environ 0,1-0,2W.
- Un nouvel équipement est apparu récemment : la passerelle multimédia qui permet de lire des fichiers multimédias à partir d'une ou plusieurs sources. 7 ont été recensées au sein de l'échantillon dont 4 ont été mesurées individuellement. Elles appellent en permanence, selon le modèle, entre 1,4 et 5,7W. Il serait intéressant que ces équipements soient soumis à la directive Ecodesign afin de limiter leur consommation.

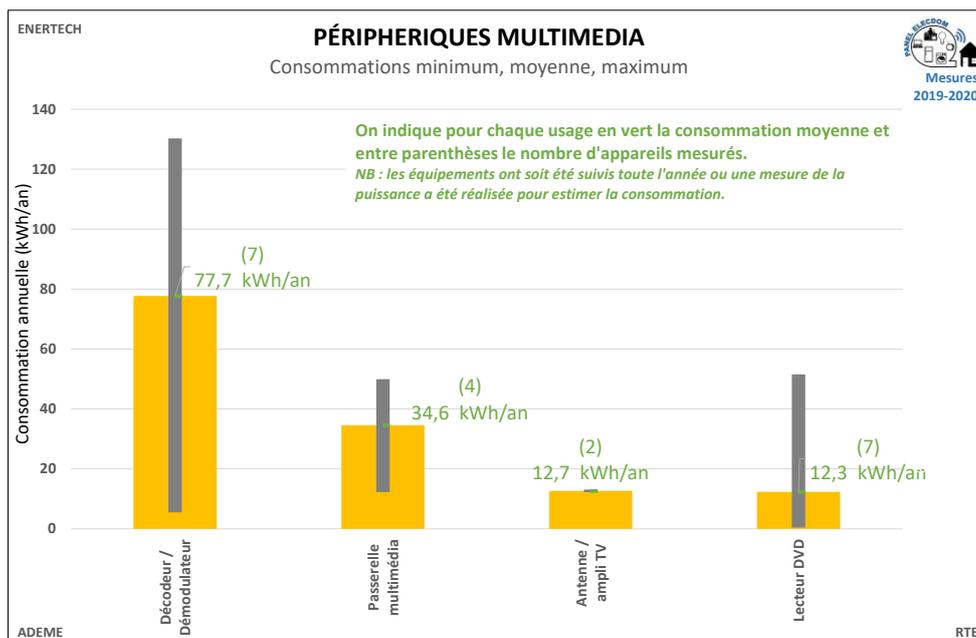


Figure 5-32 : PÉRIPHERIQUES MULTIMEDIA - Histogramme des consommations annuelles.

5.6. Périphériques audios des téléviseurs

Types d'équipement

On trouve deux types de périphériques audios connectés aux téléviseurs, les homes cinéma (14 appareils recensés / 6 suivis indépendamment) et les barres de son (20 appareils recensés / 7 suivis indépendamment).



Figure 5-33 : Photographie d'une barre de son (gauche) et d'un home cinéma (droite).

Consommations annuelles

Leur consommation n'est pas très élevée, avec en moyenne 12 kWh/an (16 kWh/an pour les home cinémas et 9 kWh/an pour les barres de son). Un home cinéma se démarque avec une consommation de 59 kWh (Figure 5-34).

La consommation de veille est de :

- 3,9 kWh/an pour les barres de son soit 44% de leur consommation totale. La puissance de veille maximale observée s'élève à 3,2W,
- 2,1 kWh/an pour les homes cinéma soit 13 % de leur consommation. La puissance de veille maximale observée est de 3,2W.

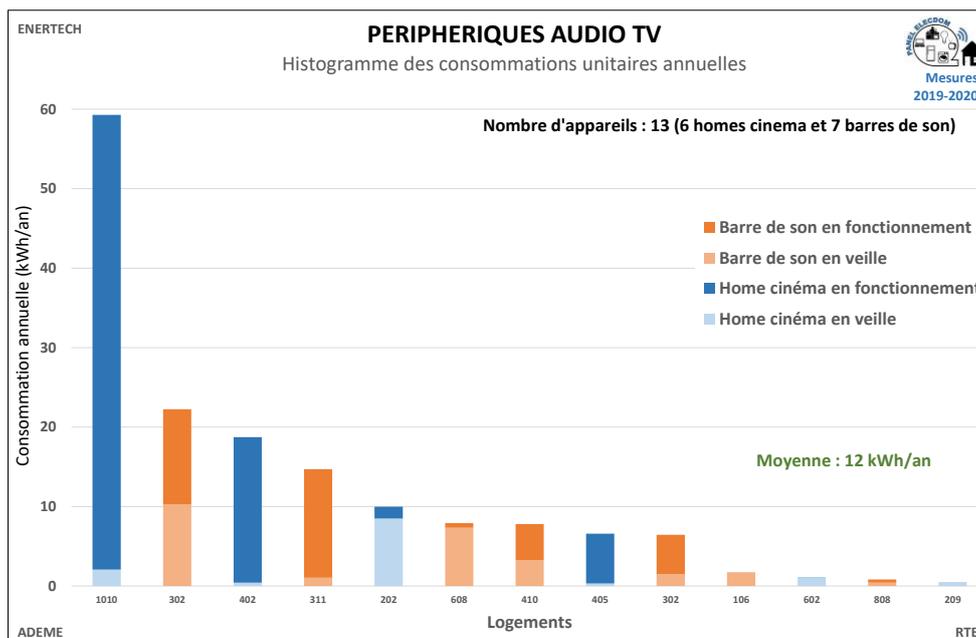


Figure 5-34 : PERIPHERIQUES AUDIO TV - Histogramme des consommations annuelles.

5.7. Audio

Chaîne Hifi

Types d'équipement

On entend par chaîne Hifi, tous les dispositifs audios permettant de produire du son en dehors des enceintes connectées.



Figure 5-35 : Photographies de quelques chaînes Hifi.

Consommations annuelles

48 chaînes Hifi ont été suivies individuellement, dont 5 ont une consommation annuelle nulle. Si on regroupe l'ensemble des chaînes hifis d'un même logement, la consommation moyenne vaut 27 kWh/an (24 kWh/an si on tient compte des appareils n'ayant jamais consommés). La Figure 5-36 montre qu'il existe de très grosses différences de consommation d'un logement à l'autre puisque celles-ci s'étendent de 0,5 kWh/an à 147 kWh/an.

41 % de la consommation est liée à la veille (puissance moyenne de 2,7 W soit 11 kWh/an). Cette part va de 0% (appareil débranché en absence d'utilisation) et 100% (aucune utilisation observée sur un an de suivi).

La durée moyenne d'utilisation des chaînes Hifi est de 57 minutes par jour.

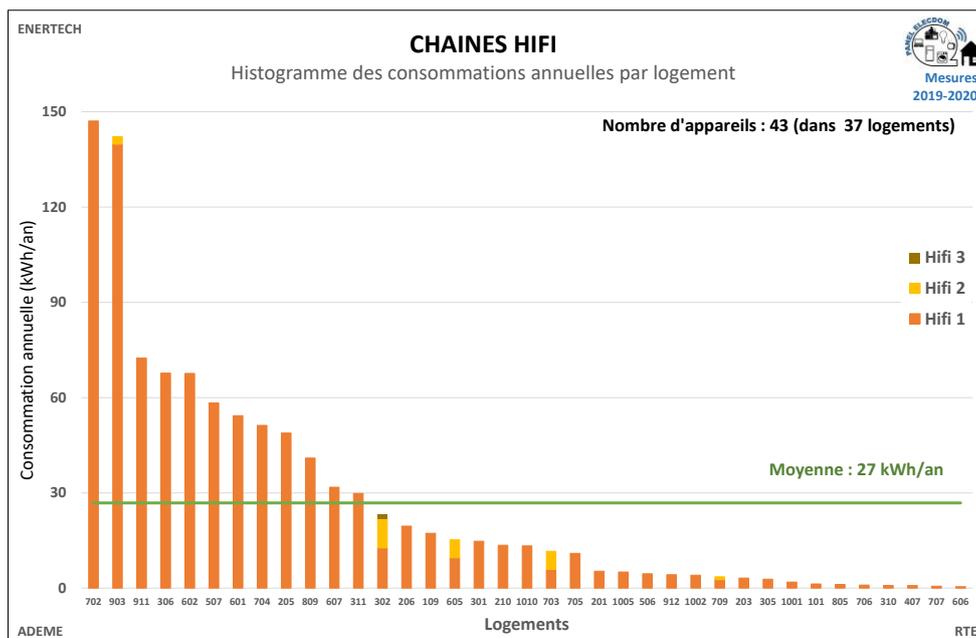


Figure 5-36 : CHAINES HIFI - Histogramme des consommations annuelles.

Enceintes

33 enceintes connectées ont été recensées, seules 6 ont été suivies séparément.

Comme pour les chaînes Hifi, la **consommation** des **enceintes** est très variable (Figure 5-37). Les écarts de consommation s'expliquent à la fois par la puissance des produits (l'enceinte consommant le plus est une enceinte haut de gamme de forte puissance alors que les autres sont des enceintes de puissance plus faible) et la durée d'utilisation. La moyenne s'établit à **12 kWh/an**.

Les consommations, puissances et durée de veille n'ont pas été calculées car le terme « veille » n'a pas de sens pour ce produit. En effet, quand l'enceinte est branchée elle est en charge pour une utilisation ultérieure et non dans l'attente d'une utilisation.

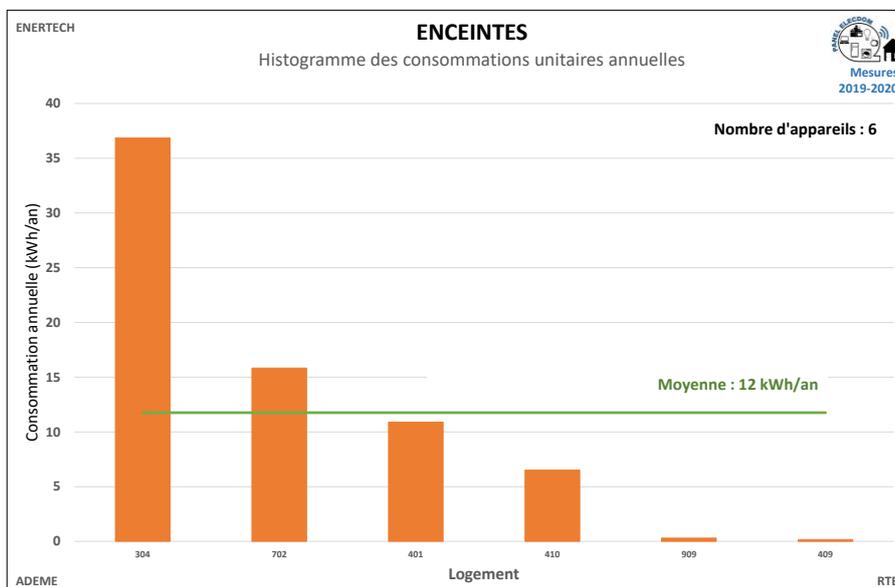


Figure 5-37 : ENCEINTES - Histogramme des consommations annuelles.

5.8. Poste audiovisuel

Sous l'appellation « Poste audiovisuel » a été regroupé l'ensemble des appareils liés à l'image et au son dans un logement, à savoir le téléviseur et ses périphériques (magnétoscopes, lecteur DVD, transmetteur d'images, antenne, jeux vidéo, etc.), les appareils liés au son (chaînes, ou éléments de chaînes Hifi, magnétophones), et le home cinéma.

Consommations annuelles

98 logements étaient équipés d'un poste audiovisuel pour un total de 540 appareils recensés. La Figure 5-38 présente la consommation du poste audiovisuel de chaque logement. La **consommation moyenne** des postes audiovisuels (valeur moyenne de la consommation des postes audiovisuels) s'établit à **348 kWh/an** (338 kWh/an vu du réseau, c'est-à-dire si on prend la consommation totale de l'audiovisuel sur le nombre de logements totaux) soit près des deux tiers de la consommation du poste froid ménager ou encore 3,4 fois la consommation moyenne des lave-linges.

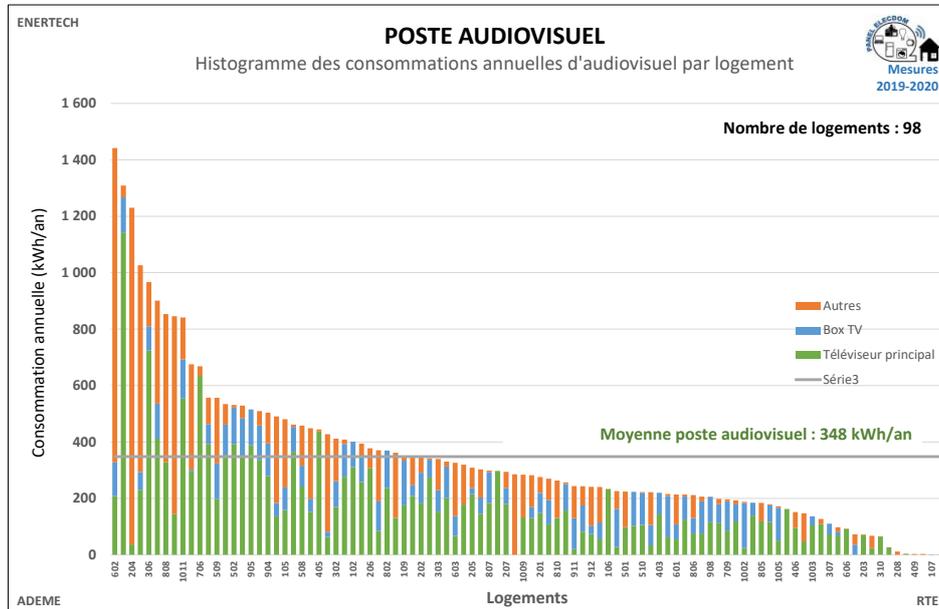


Figure 5-38 : POSTE AUDIOVISUEL - Histogramme des consommations annuelles du poste audiovisuel des logements.

Les deux constituants majeurs du poste audiovisuel sont le téléviseur principal et la box TV. Vue du réseau, la part moyenne du téléviseur principal dans le poste audiovisuel est de 54% et celle des box TV de 17% (Figure 5-39).

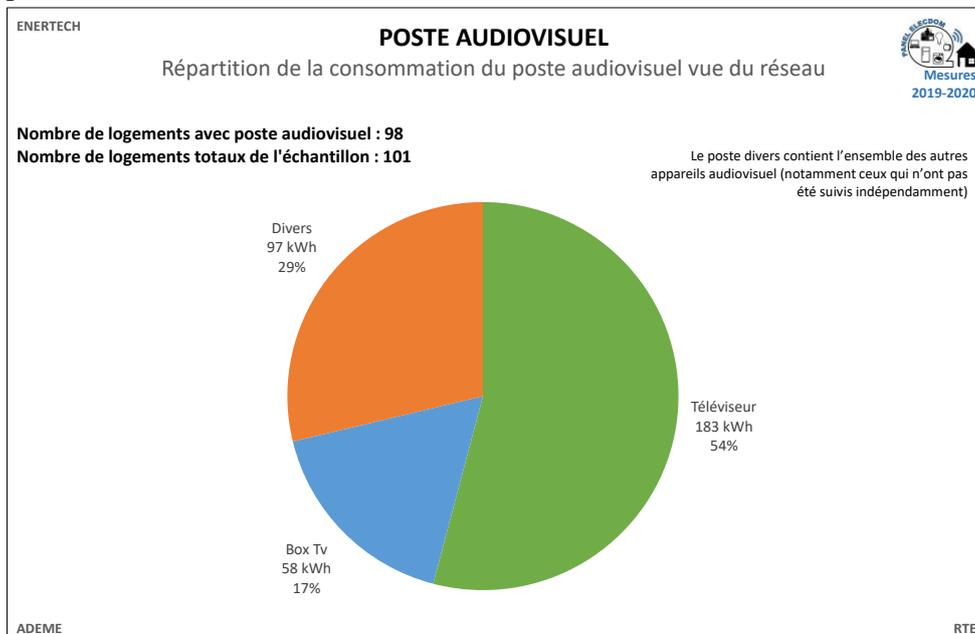


Figure 5-39 : POSTE AUDIOVISUEL - Répartition de la consommation vue du réseau de 101 logements.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

La consommation audiovisuelle a été divisée par 1,6 depuis 2008 (Remodece). Mais rappelons encore une fois que l'échantillon de logements considérés pour cette campagne de mesures n'était pas représentatif

de la population. Le but de la campagne de mesures REMODECE était la connaissance des nouveaux usages de l'électricité (choix de logements plutôt très équipés).

On peut cependant affirmer que la consommation des téléviseurs a fortement diminué du fait de la généralisation de la technologie led. Les démodulateurs présents en 2008 ont été remplacés par les box TV qui présentent une consommation équivalente. La consommation des consoles de jeux semble par contre avoir fortement augmenté mais le taux d'équipement est très inférieur à celui des deux appareils précédemment cités et leur impact sur l'évolution de la consommation du poste audiovisuel est donc encore limité.

Saisonnalité

On remarque sur le graphique de la Figure 5-40 un léger phénomène de saisonnalité pour le poste audiovisuel. Ainsi, il est plus utilisé pendant les 6 premiers mois de l'année. Comme cela a déjà été observé pour d'autres appareils, l'effet du confinement est très visible avec une forte augmentation de la consommation pendant cette période. La consommation chute après le 15 avril car l'année de mesures s'achève à cette date pour la plupart des logements.

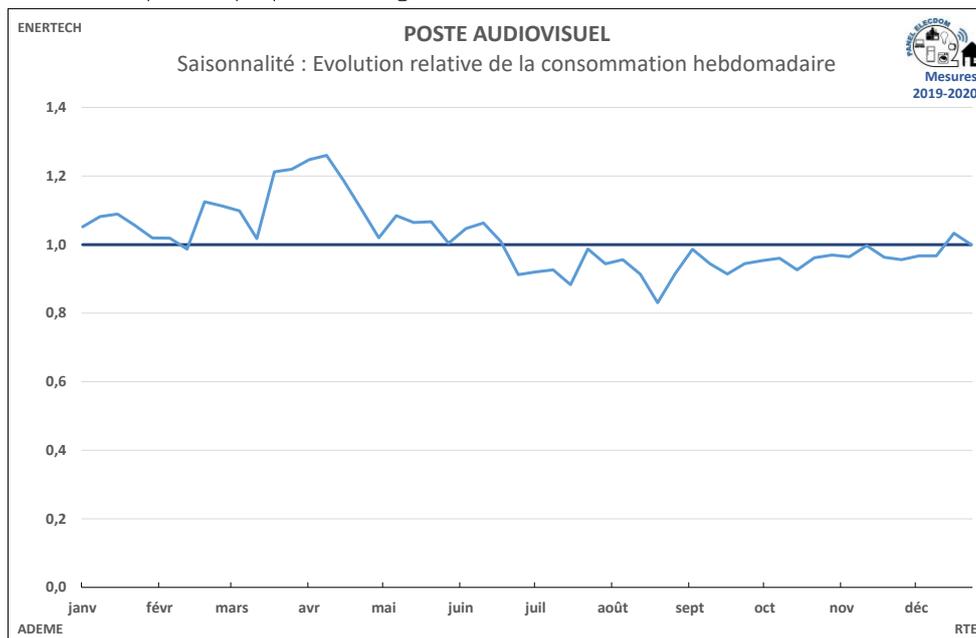


Figure 5-40 : POSTE AUDIOVISUEL – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge

La courbe de charge du poste audiovisuel présente un talon lié aux box TV (Figure 5-41). La puissance appelée augmente dès 6 heures puis se stabilise entre 13 et 17 heures. Elle augmente à nouveau jusqu'à 22 heures. Même si elle diminue ensuite pour se stabiliser vers 3 heures, on observe une consommation durant toute la nuit.

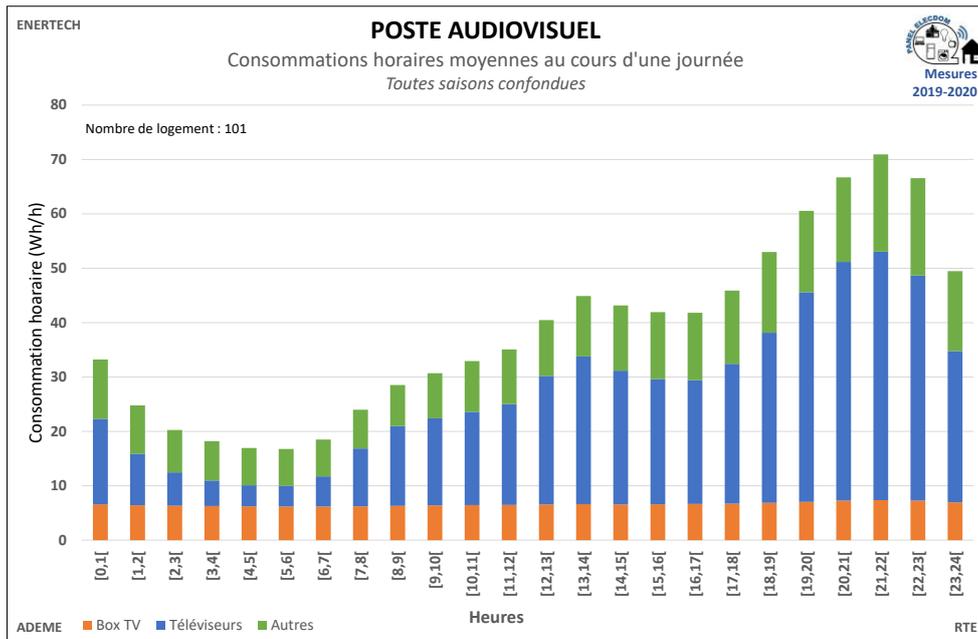


Figure 5-41 : POSTE AUDIOVISUEL – Courbe de charge horaire moyenne.

6. Informatique

6.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Avec 191 kWh/an, le poste Informatique/Bureautique couvre 4,0% de la consommation d'un logement moyen vu du réseau, tous usages confondus et 8,6% si on ne considère que l'électricité spécifique (Figure 6-1). C'est 1,8 fois moins que l'audiovisuel et 1,3 fois plus que l'éclairage.

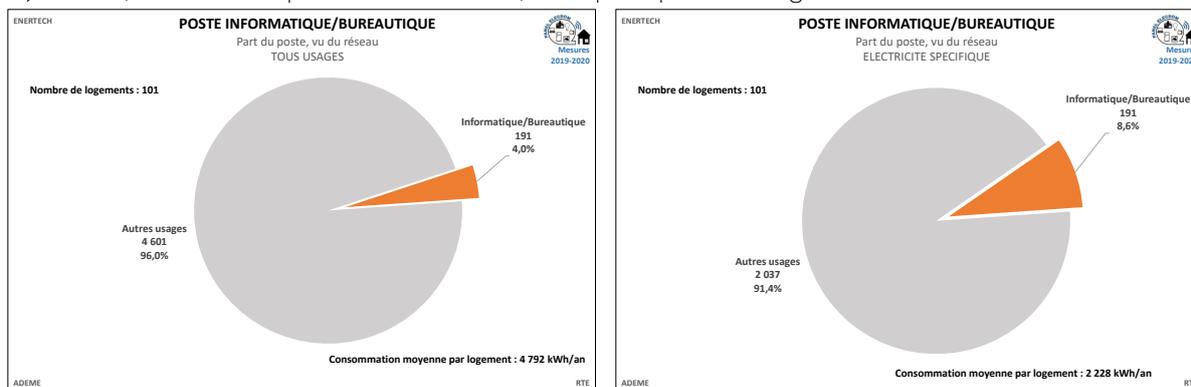


Figure 6-1 : POSTE INFORMATIQUE/BUREAUTIQUE – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau– tous usages (gauche) et uniquement électricité spécifique (droite).

6.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

L'ensemble du poste informatique des foyers a été suivi, à l'exception des équipements pas ou très peu utilisés. Pour chaque logement équipé, l'ordinateur principal (le plus utilisé) –fixe (écran et unité centrale suivis par un seul enregistreur) ou portable- a été suivi séparément.

Les postes informatiques secondaires ont été suivis dans leur globalité (par exemple un ordinateur fixe secondaire avec une imprimante).

6.3. Description de l'échantillon

Au total, 411 appareils informatique/bureautique ont été répertoriés dans les 101 logements. L'inventaire n'est pas peut-être pas totalement exhaustif. En effet, afin de respecter la vie privée des participants, seuls les appareils « visibles » ou signalés par les occupants ont été comptés. Nous ne sommes par exemple pas en mesure de fournir de taux d'équipement en tablettes et smartphones pour cette première année de mesure. Nous questionnerons les participants sur ce point en seconde année.

Le taux d'équipement en ordinateurs et box Internet de notre échantillon est plus important que celui fourni par les différentes sources nationales (INSEE, Observatoire du numérique et EDF R&D).

Ces équipements sont répartis de la façon suivante :

Libellé	Nombre appareils total	Nombre appareils suivis individuellement *	Taux équipement / Taux d'équipement apparent		Source	
			Echantillon	Données nationales		
Internet / Réseau	Box Internet	99	99	98%/98%	85% - 86%	Insee, SRCV-Silc 2018 - baromètre du numérique 2019
	Amplificateur Wifi	7	6	7%/7%		
	Amplificateur de réseau téléphone mobile (Femto)	3	1	1%/1%		
	Router	5	3	5%/5%		
	Prises CPL	22	7	11%/20%		
	Récepteur Bluetooth	2	1	2%/2%		

	Switch Ethernet	2	1	2%/2%			
Ordinateur	Ordinateurs portables	116	91	82%/115%			
	Ordinateurs fixes	Ecran	32	29	29%/36%	- / 57%	- / EDF R&D 2016
		UC	29				
	Ordinateur tout en un	7	7				
	Tous types d'ordinateurs confondus	152	127	98% / 150%	76 % / 105%	Insee, SRCV-Silc 2018 - baromètre du numérique 2019 / EDF R&D 2016	
Serveurs	4	3	4%/4%				
Périphériques	Imprimante / Imprimante multifonctions	84	53	75%/83%			
	Imprimante 3D	1	1	1%/1%			
	Imprimante photo	1	0	1%/1%			
	Photocopieur	1	0	1%/1%			
	Scanner	2	0	2%/2%			
	Disque dur	9	1	9%/9%			
	Broyeur de papier	4	0	4%/4%			
	Hub USB	2	1	2%/2%			
	Onduleur	5	0	5%/5%			
	Assistant vocal	2	1	2%/2%			
	Cadre photo numérique	3	0	3%/3%			
Plastifieuse	1	0	1%/1%				

* : la différence entre le nombre d'appareils total et le nombre d'appareils suivis correspond à des appareils non suivis individuellement (au sein d'un poste audiovisuel) ou impossible à suivre. La consommation des appareils suivis est soit mesurée en continu au pas de temps de 10 minutes, soit estimée grâce à une mesure instantanée de la puissance pour les appareils qui appellent une puissance constante tout au long de l'année.

Tableau 6-1 : POSTE INFORMATIQUE/BUREAUTIQUE - Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

6.4. Internet / Réseau

En 2019, la part des foyers de l'Hexagone qui sont connectés à Internet atteint 92% (cf. L'Année Internet 2019, Médiamétrie, février 2020)³³.

Parmi les 100 ménages ayant remplis le questionnaire Panel Elecdom, qui sont tous connectés, 63 ont indiqué recevoir Internet par une liaison ADSL. Cette proportion est conforme à la moyenne nationale (65% selon chiffres Arcep 2019). La liaison par le réseau téléphonique reste donc encore largement dominante en dépit de son déclin annoncé et de la progression du raccordement des locaux à la fibre. Près de 3 ménages du panel sur 10 sont reliés à Internet par la fibre (28 cas). Cette proportion est conforme à la moyenne nationale (31% d'abonnements à la fibre selon chiffres Arcep 2019).

Les autres solutions de connexion assurant un accès haut débit (câble, VDSL, 4G) restent très minoritaires (1 ménage sur 10).

³³

Voir

aussi

CGE-Crédoc,

2019

https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/barometre-numerique-2019.pdf

Mode de réception d'Internet	
Réponse	Nb de foyer
ADSL	63
Fibre	28
Câble	3
Satellite	1
4G	6
autre (VDSL, smartphone)	2
ne sais pas	4

100 ménages, plusieurs réponses possibles

Tableau 6-2 : Réponses des participants au mode de réception d'internet.

Box Internet

Types d'équipement

L'échantillon compte 99 box (99 logements équipés). Elles ont toutes été suivies individuellement. Quand le logement reçoit Internet par la fibre, il peut y avoir deux boxes avec deux alimentations électriques distinctes. Les deux alimentations ont été suivies par le même enregistreur.

Une box permet d'avoir accès à Internet. Les box de dernière génération (Freebox delta, la 4K de SFR, la Bbox sensation, la livebox 5) proposent également les services suivants :

- Gestion téléphonie DECT : la fonction DECT permet d'associer les combinés téléphoniques sans fil DECT, sans passer par leur base.
- Femtocell : c'est un mini-émetteur qui permet d'optimiser la couverture mobile au sein d'un logement.
- Serveur NAS avec disque dur intégré.
- Compatible sigfox (réseau longue portée et bas débit qui permet la communication de données de taille réduite entre appareils connectés sans passer par un téléphone mobile).
- Haut-parleur intégré.
- Assistant vocal.
- Agrégation 4G.
- ...

A noter également que les modèles récents sont plus rapides (« router Gigabit ») que les générations précédentes.

Le tableau de la Figure 6-2 reprend les différentes box rencontrées lors de la campagne de mesures.

Orange	SFR	Bouygues	Free
Livebox 2	NB6	Bbox	Freebox V4
Livebox 3	SFR THD AC	Bbox sensation	Freebox Crystal
Livebox4	4K		Freebox revolution
Livebox 5	La box 4K de SFR assure également le rôle de BOX TV		Freebox mini 4K

Figure 6-2 : BOX INTERNET - Trombinoscope des box Internet rencontrées.

La Figure 6-3 donne l'histogramme du nombre de box en fonction de leur référence. Près d'un quart sont des Freebox Revolution. Viennent ensuite la BBox Sensation (15%) puis la Livebox 4 (12%).

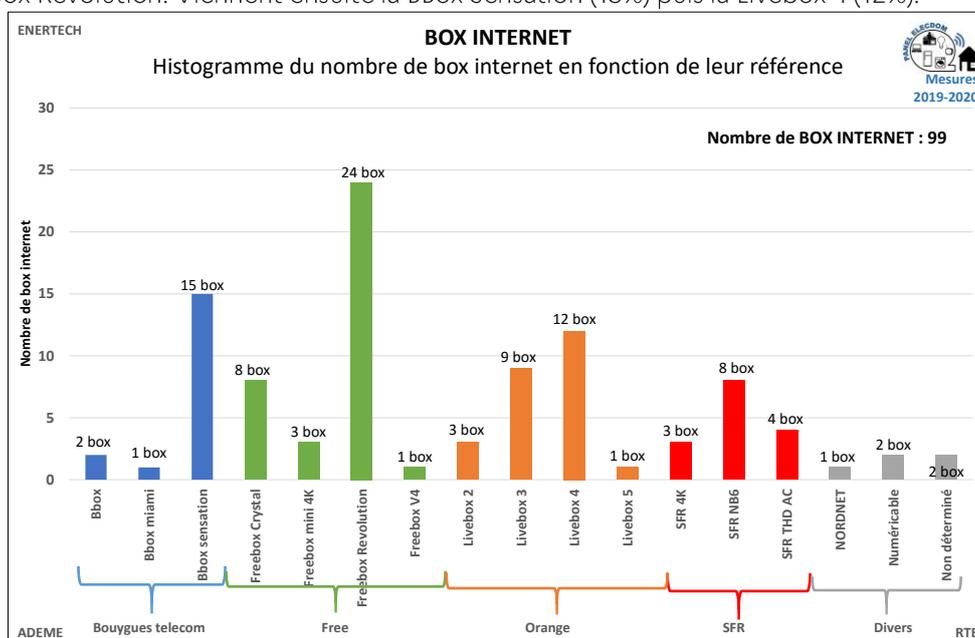


Figure 6-3 : BOX INTERNET - Histogramme du nombre de box en fonction de leur référence.

Consommations annuelles

La consommation moyenne de l'ensemble des box est de 97 kWh/an (Figure 6-4) avec des valeurs comprises entre 5 et 258 kWh/an. Cette valeur maximale correspond à une box 4K de SFR qui intègre dans un même boîtier, la box et la box TV.

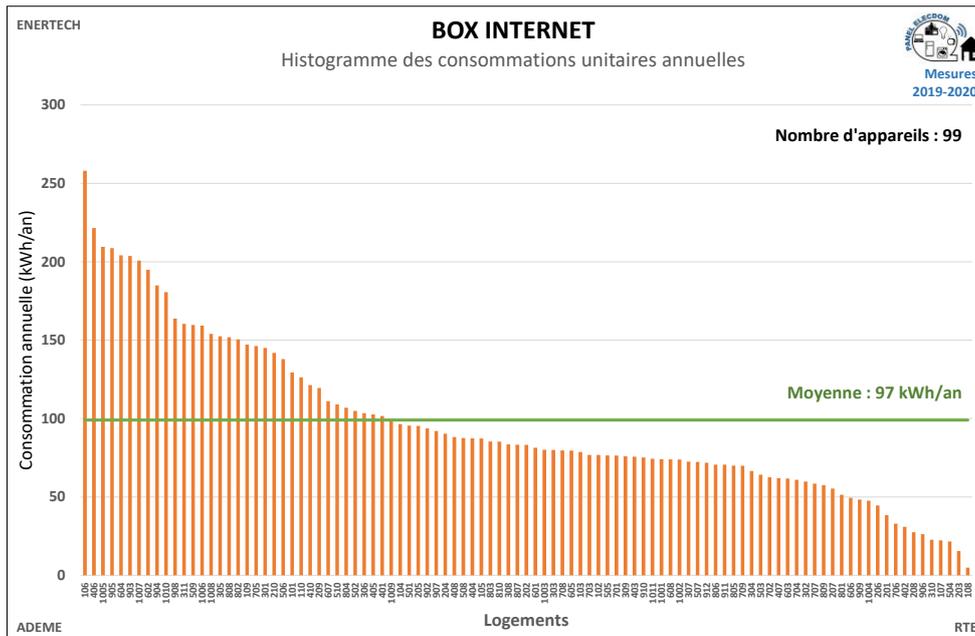


Figure 6-4 : BOX INTERNET - Histogramme des consommations annuelles.

On observe des différences importantes de consommation (valeur moyenne) selon le modèle (Figure 6-5). Ainsi, elles varient entre 38 kWh/an (livebox 2) et 192 kWh/an (SFR 4K). Il semble que plus la box est récente, plus elle propose de services (utilisés ou non...) et plus sa consommation est élevée.

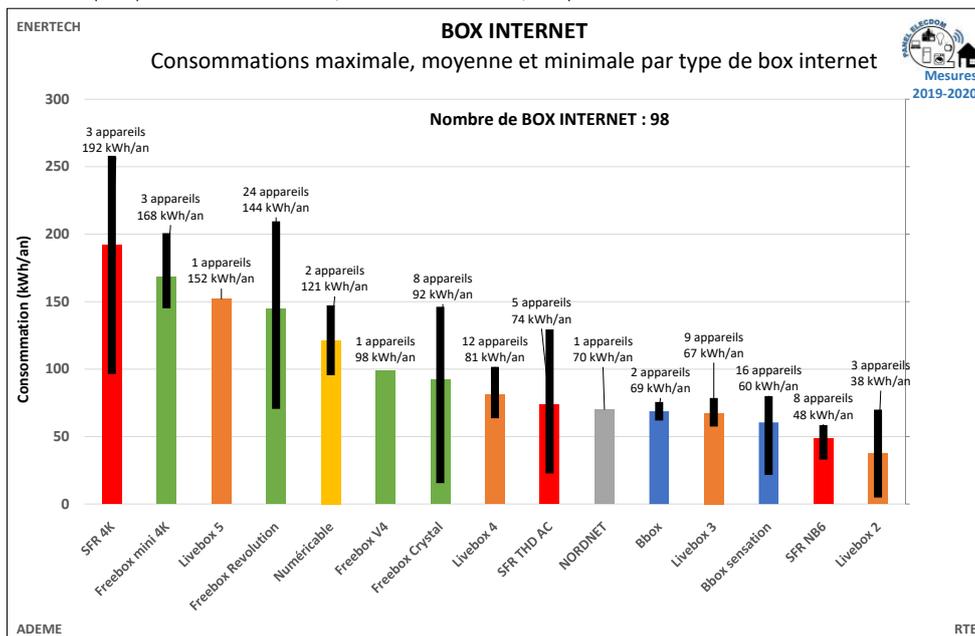


Figure 6-5 : BOX INTERNET - Consommations maximale, moyenne et minimale par type de box.

Durées de fonctionnement

La durée moyenne de fonctionnement des box Internet est de 21h55 par jour avec des extrêmes de 05h07 et de 24h00 par jour (Figure 6-6). Cette durée moyenne, extrêmement élevée, prouve que la majorité des participants les laissent inutilement allumées en permanence.

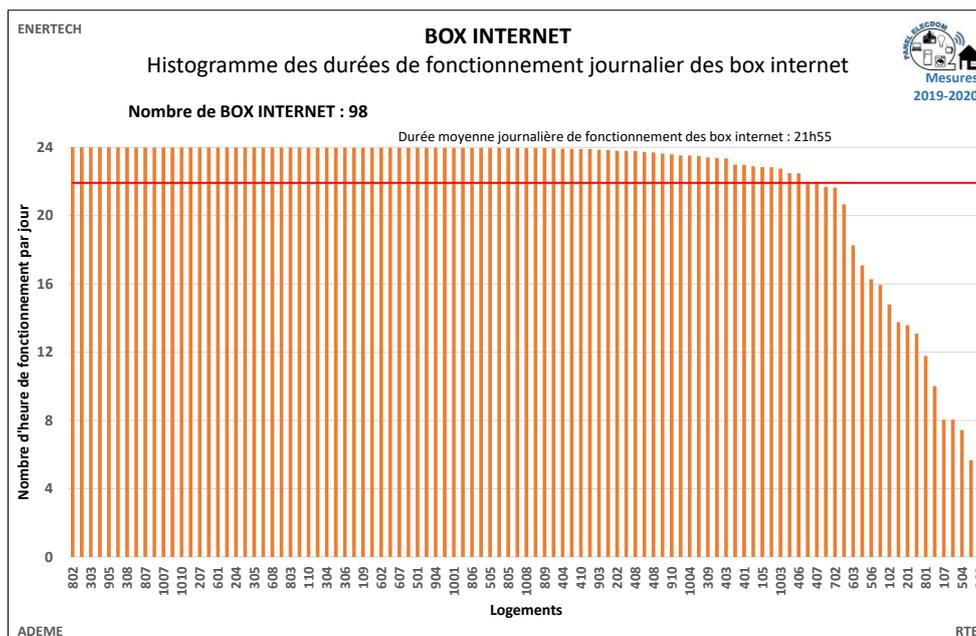


Figure 6-6 : BOX INTERNET - Histogramme des durées de fonctionnement journalier des box.

La Figure 6-7 représente les durées de fonctionnement maximale, moyenne et minimale par type de box. Pour un même modèle, des écarts significatifs existent entre les valeurs minimum et maximum. Certains foyers arrêtent donc cet équipement quand ils ne l'utilisent pas, la nuit par exemple ou au moins pendant leurs vacances.

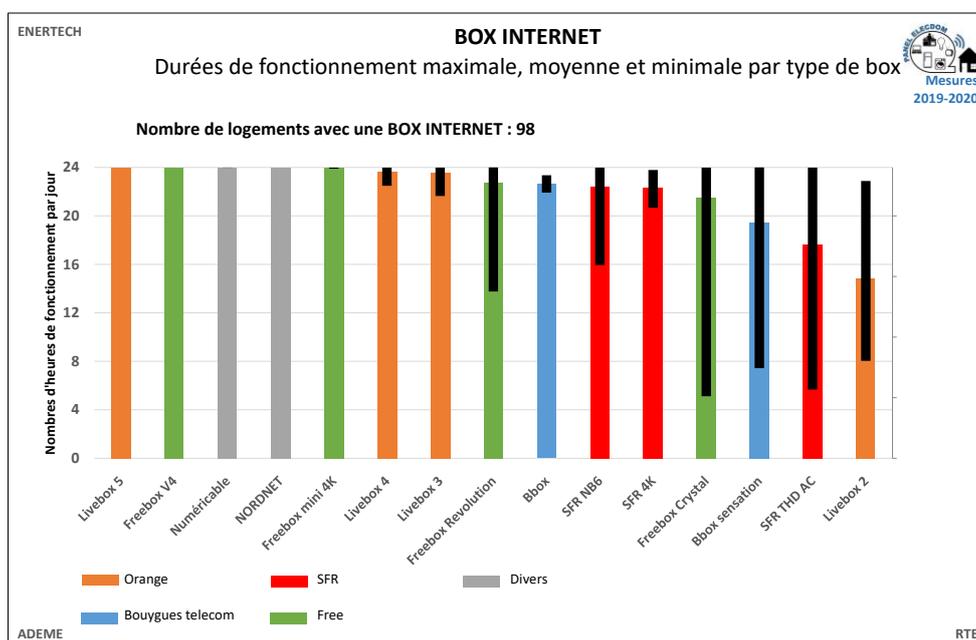


Figure 6-7 : BOX INTERNET - Durée de fonctionnement maximale, moyenne et minimale par type de box.

Puissances appelées

La puissance moyenne en fonctionnement des box Internet est de **11,7 W** (Figure 6-8). Les valeurs minimales et maximales sont respectivement de 4,2 et 29,7 W (23,8W si on excepte la Box 4K de SFR qui fait également office de box TV).

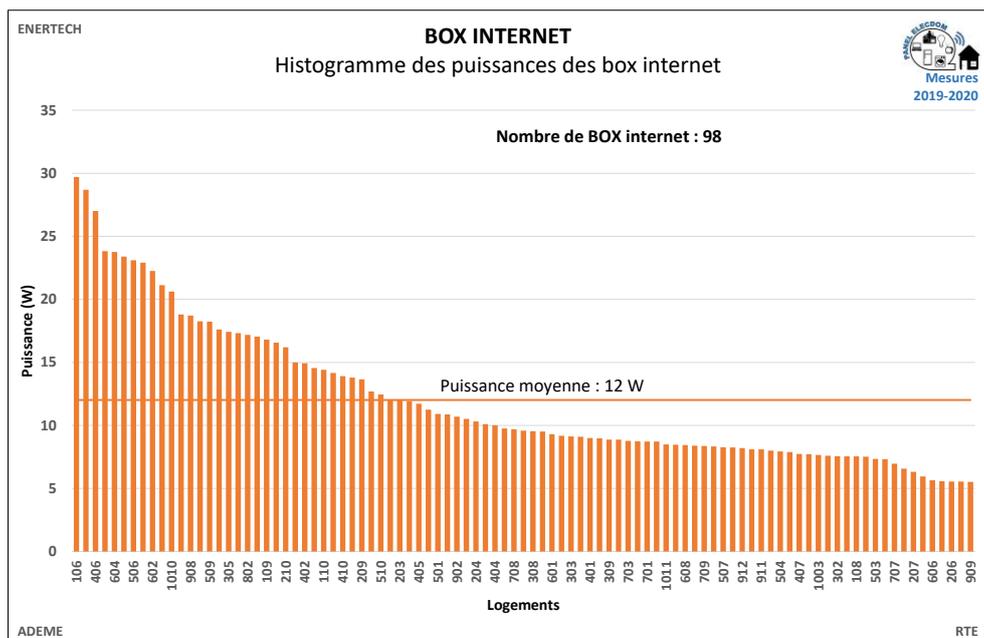


Figure 6-8 : BOBOX INTERNET - Histogramme des puissances des box Internet.

La Figure 6-9 représente la puissance maximale, moyenne et minimale par type de box Internet. La puissance moyenne la plus élevée est celle de la box 4K de SFR qui assure également le rôle de box TV (28W). La Freebox mini 4K (2015) arrive en seconde place avec 19,3 W. Les box les moins puissantes sont les box NB6 de SFR (2010- 5,9 W), la Livebox 3 (2013- 7,8 W) et la Livebox 2 (2011- 7,9W). Cette analyse confirme que plus les box sont récentes, plus elles offrent de fonctionnalités (système CPL, boîtier fibre supplémentaire, disque dur...) et plus elles appellent une puissance élevée.

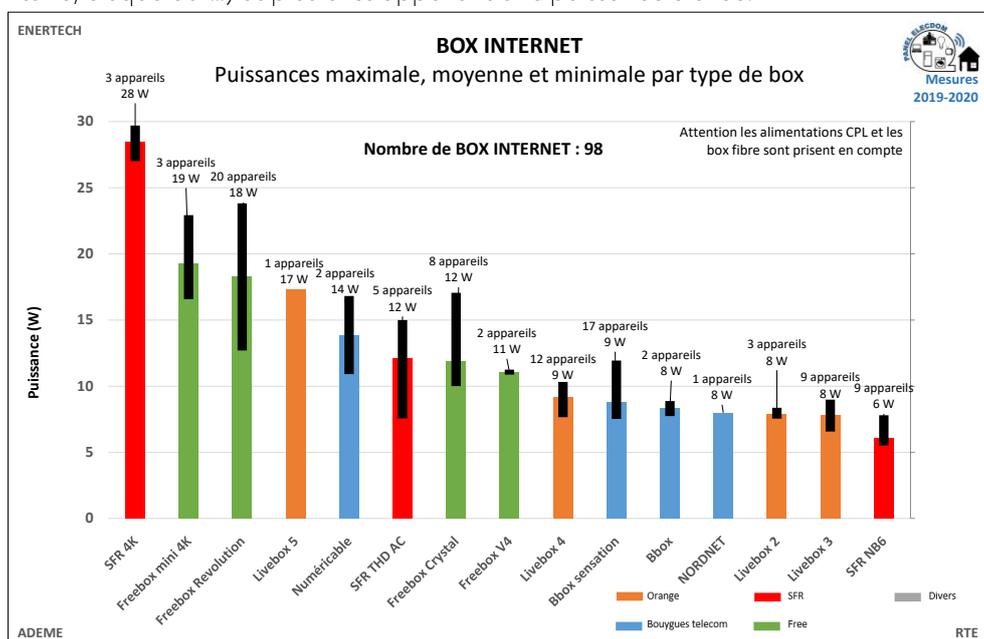


Figure 6-9 : BOBOX INTERNET - Puissances maximale, moyenne et minimale par type de box.

La Figure 6-10 détaille la puissance moyenne des box en fonction de différentes options matérielles disponibles (à l'exception du wifi qui résulte de son activation, toutes les box en étant équipées). A l'exception de la fibre, à chaque fois qu'une option est disponible, la puissance moyenne augmente. L'option 4K est celle qui a le moins d'influence alors que l'option serveur NAS double la puissance appelée.

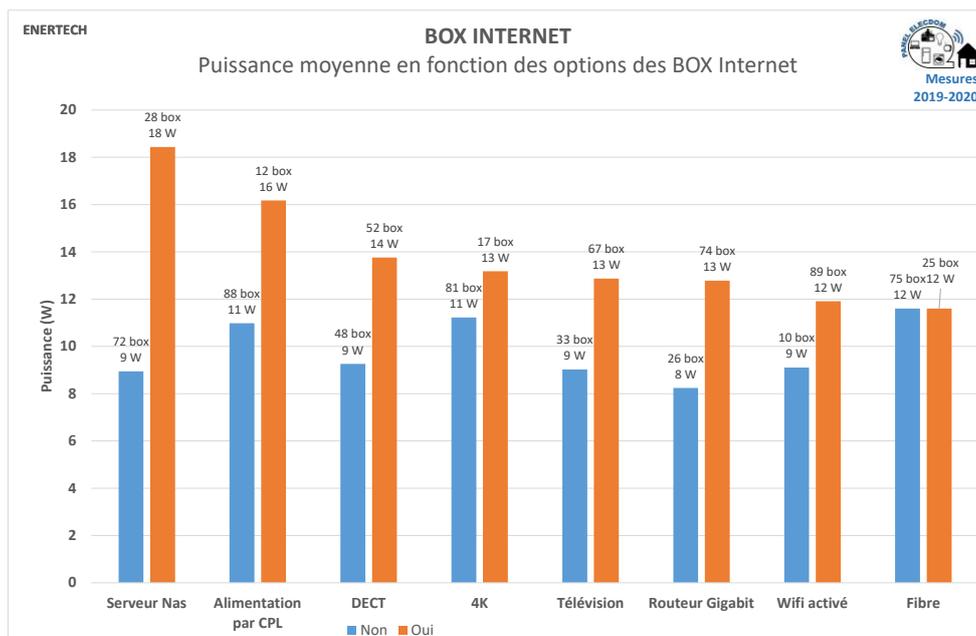


Figure 6-10 : BOX INTERNET - Puissance moyenne en fonction des options des BOX Internet.

Autres périphériques Internet/Réseau

Nous avons inventorié de nombreux équipements périphériques de réseau possédant des puissances unitaires très diverses. Ces appareils ne sont soumis à aucune réglementation pour limiter le niveau de puissance appelé. A l'exception des prises CPL, le nombre d'équipements rencontrés pour chaque catégorie est relativement faible : on n'a par exemple dénombré que 4 serveurs et 5 routeurs mais leurs consommations ne sont pas négligeables (Figure 6-11).

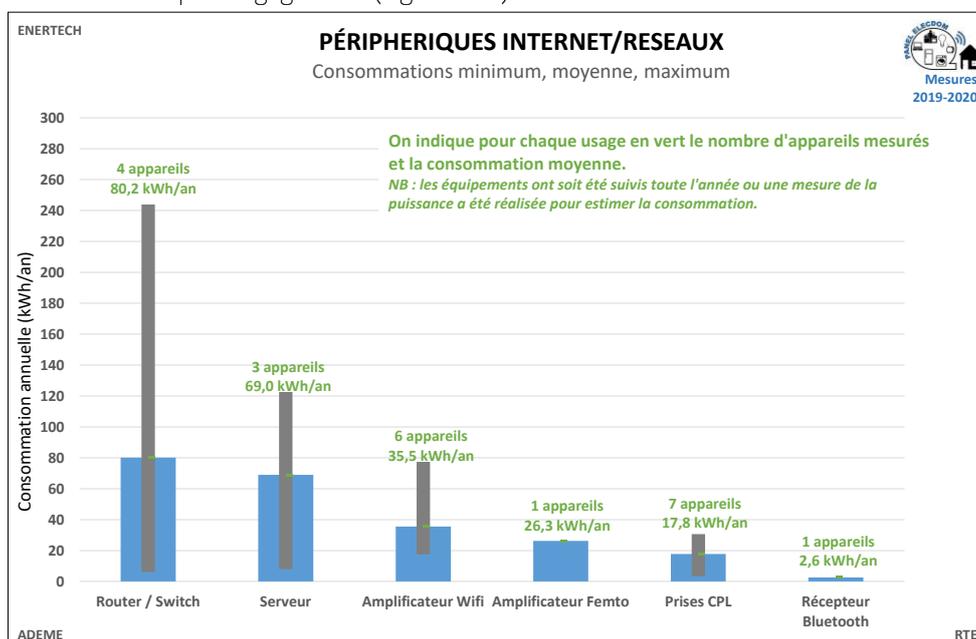


Figure 6-11 : PERIPHERIQUES INTERNET/RESEaux - Histogramme des consommations annuelles.

Du fait des fonctionnalités offertes par les box Internet et de l'absence de réseau interne, il est étonnant de trouver dans les logements l'équipement routeur qui pourtant consomme en moyenne 80 kWh/an. Les serveurs font leur apparition dans les foyers et leur consommation, 69kWh/an en moyenne, est loin d'être négligeable. Là-aussi on peut se poser la question de l'utilité d'un serveur alors que certaines box intègrent cette fonction et semblent plus optimisées. Le profil de consommation de ces usages est extrêmement constant sur l'année et ils pourraient être arrêtés lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

6.5. Ordinateurs

Types d'équipement

On trouve, en moyenne, 1,6 ordinateurs par logement (Figure 6-12).

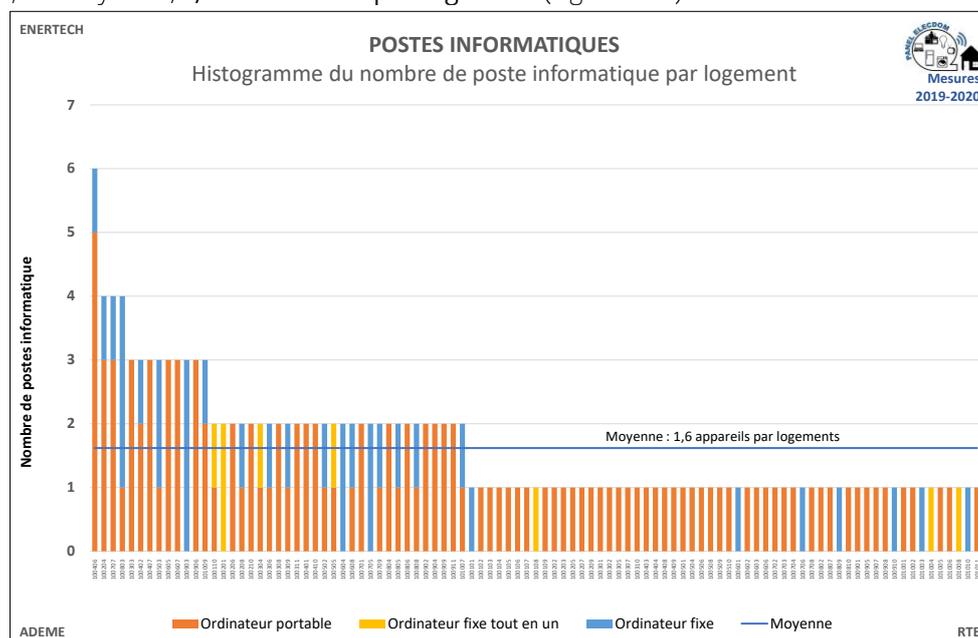


Figure 6-12 – ORDINATEURS - Nombre et type de postes informatiques par logement

Près des trois-quarts sont des ordinateurs portables (Figure 6-13).

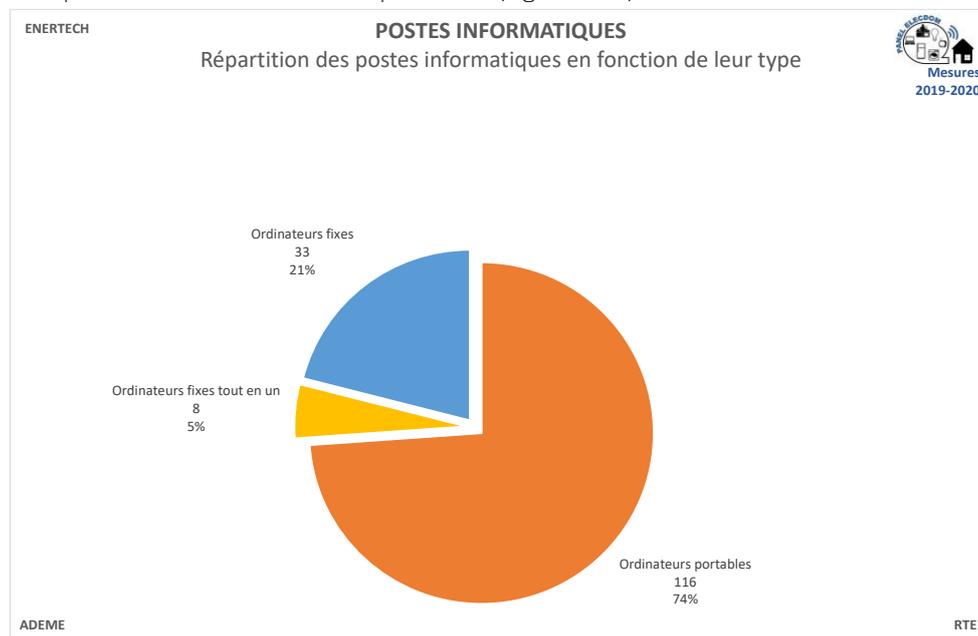


Figure 6-13 – ORDINATEURS - Répartition des postes informatiques en fonction de leur type

La Figure 6-14 présente quelques exemples d'ordinateurs de l'échantillon.



Figure 6-14 - Photographies d'ordinateurs de l'échantillon. De gauche à droite : ordinateur portable, écran et unité centrale.

Pratiques des ménages concernant les ordinateurs

Usage des ordinateurs

Aujourd'hui, on compte plus de Français équipés d'un ordinateur ou d'une tablette que d'un téléviseur (respectivement 99% et 95%, selon CGDD/SDES, Epem 2016)³⁴

Il en va des ordinateurs comme des postes de télévision. Les ménages suréquipés n'utilisent pas tous leurs appareils quand ils sont à domicile. Parmi les ménages du panel, 85 ont déclaré utiliser chez eux un ordinateur au moins 1 heure par jour. Et parmi ceux-là, 18 en utilisent plusieurs.

Nombre de ménages utilisant au moins 1 heure par jour au foyer	
Réponse	Nb de foyer
1 ordinateur	67
2	13
3	5
4 et plus	0
aucun ordinateur	15

100 ménages

Types d'ordinateurs utilisés au moins 1 heure par jour au foyer	
Réponse	Nb de foyer
Ordinateur fixe	29
Ordinateur	79

108 appareils utilisés par les ménages

Tableau 6-3 : Réponses des occupants quant au type d'ordinateur utilisé et à leur utilisation

Dans plus de 6 cas sur 10, l'ordinateur utilisé se trouve dans la pièce principale du logement, séjour, salon, ou salle à manger. Dans un ménage sur quatre, l'un des ordinateurs utilisés se trouve dans une chambre. Les logements disposant d'un bureau où est utilisé un ordinateur, sont peu nombreux (15 ménages). Les durées d'utilisation au domicile sont assez variables. Dans la moitié des ménages, l'usage est modéré (moins de 2 heures par jour, pour 47 appareils). Dans plus d'un ménage sur trois, le temps passé devant l'ordinateur est très important (plus de 3 heures par jour, pour 38 appareils).

Pièce où est utilisé l'ordinateur	Nb de foyer
Cuisine	4
Séjour	25
Salle à manger	12
Salon	25
Chambre	23
Couloir	0
Hall d'entrée	1
Bureau	15
Salle de jeux	0
Extérieur	0
Autre lieu	3

108 appareils utilisés par les ménages

Durée quotidienne d'utilisation des ordinateurs	
Entre 1 et 2 heures	47
Entre 2 et 3 heures	23
Plus de 3 heures	38

108 appareils utilisés par les ménages

Tableau 6-4 : Pièce d'installation de l'ordinateur et durée quotidienne d'utilisation

³⁴ Source : CGDD/SDES (Epem 2016), p.37

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Modes%20de%20vie%20et%20pratiques%20environnementales%20des%20Fran%C3%A7ais.pdf>

Mise en veille des ordinateurs

Pour la moitié seulement des appareils utilisés la mise en veille automatique est activée (56 sur 108). La pratique consistant à éteindre l'ordinateur à la fin d'une session d'utilisation est inégalement adoptée. Globalement, la moitié des utilisateurs déclarent le faire (52 sur 108). Les raisons invoquées sont l'oubli (raison la plus fréquente), le fait que l'appareil se mette en veille de lui-même, la commodité de laisser l'ordinateur allumé quand on l'utilise en s'interrompant à plusieurs reprises, les situations de jeu en ligne, pour ne pas avoir à rallumer quand on veut l'utiliser ponctuellement.

Raisons invoquées pour laisser l'ordinateur allumé lorsqu'il n'est pas utilisé
Réponse
Oubli de l'éteindre
Il se met en veille tout seul
Utilisation souvent par intermittence, le laisser en veille gagne du temps.
Travail en cours avec interruptions
Laissé en attente de nouveaux messages
Laissé en veille pour revenir consulter des infos ponctuellement
Jeu en ligne nécessite de laisser le jeu tourner
Ne pas prendre le temps de l'arrêter
Laissé en marche pour les mises à jour
Ne pas avoir à patienter quand on en a besoin
Pour la recharge de l'appareil
Ne s'en préoccupe pas
Mauvaise habitude !

26 répondants

Tableau 6-5 : Réponses des occupants sur les raisons de laisser l'ordinateur allumé lorsqu'il n'est pas utilisé.

La plupart des appareils se mettent en veille quand ils ne sont plus utilisés activement (c'est le cas pour 89 sur 108).

L'activation de cette veille a été réalisée par l'utilisateur dans 4 cas sur 10 (44 sur 108). Dans une minorité de cas elle était activée au moment de l'achat (18 cas sur 108). Toutefois beaucoup d'utilisateurs ne le savent pas (27 cas sur 89).

Ordinateurs portables

Age

L'âge est connu pour 82% des ordinateurs portables de l'échantillon. Si on ne tient compte que de ceux pour lesquels on possède l'information, l'âge moyen est de 5,3 ans avec une proportion quasiment identique d'appareils de moins de 5 ans que de 5 à 10 ans (Figure 6-15).

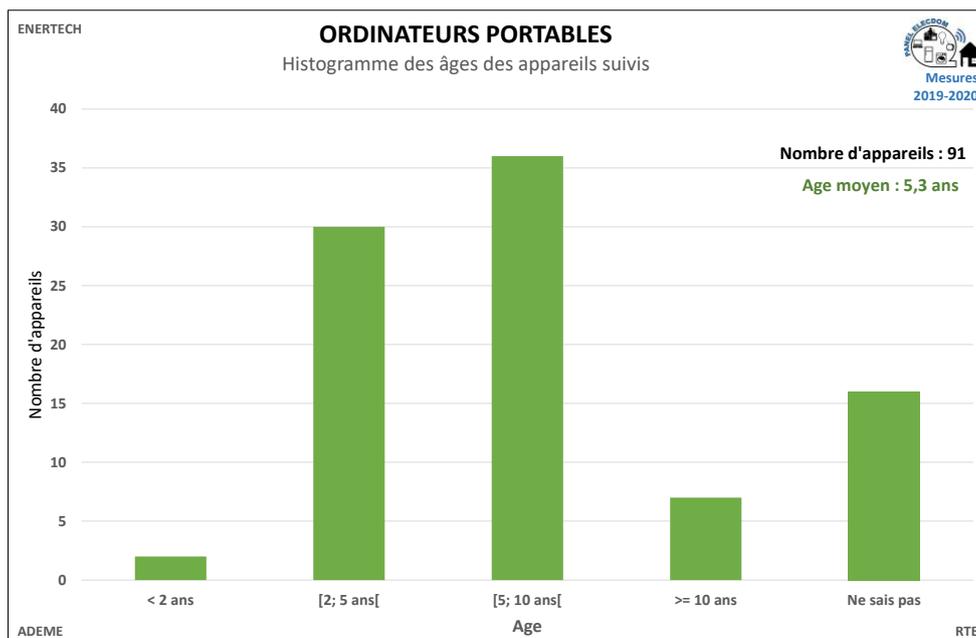


Figure 6-15 : ORDINATEURS PORTABLES - Histogramme des âges des ordinateurs portables suivis.

Consommations annuelles

NB : La consommation des ordinateurs portables est probablement sous-estimée. En effet, ces appareils sont mobiles et souvent branchés sur des prises différentes du logement. Il est très fréquent que les participants ne branchent pas systématiquement le wattmètre série et que donc nous n'enregistrons pas une partie des consommations. Certaines personnes ont même refusé qu'on suive ces équipements (mesureurs jugés trop encombrants).

Les ordinateurs portables consomment 4,5 fois moins que les box Internet avec 22 kWh/an en moyenne (Figure 6-16) et moins que la plupart des périphériques réseaux (serveur/routeur...). C'est également 37% de moins que la consommation mesurée en 2008 (Remodece – 35 kWh/an)

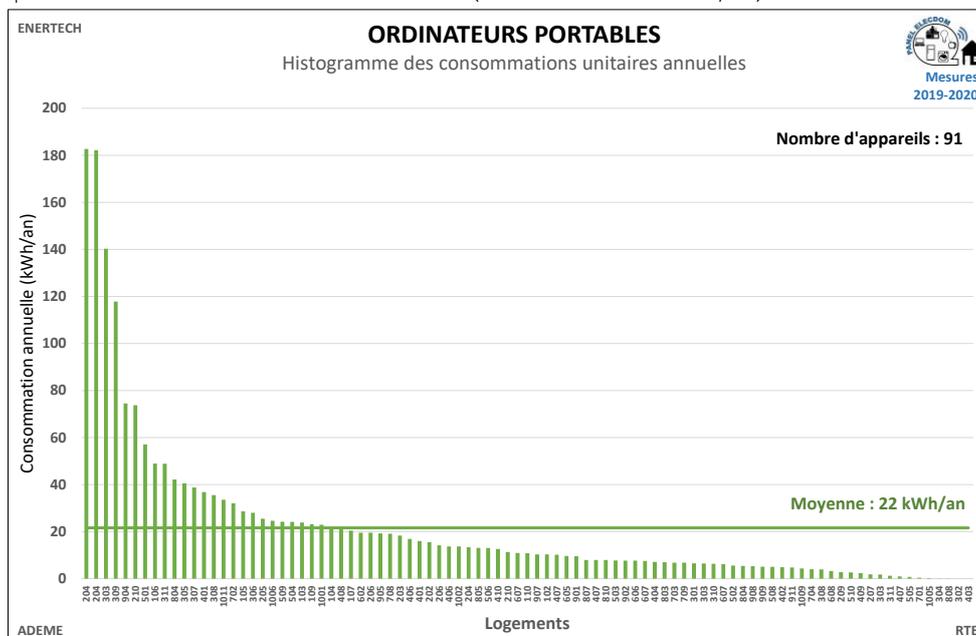


Figure 6-16 : ORDINATEURS PORTABLES - Histogramme des consommations des ordinateurs portables suivis.

Durée d'utilisation

Contrairement au cas des téléviseurs pour lesquels il existe une grande diversité de durées d'allumage, les temps de fonctionnement des ordinateurs portables peuvent être classés en 3 catégories :

- Les appareils extrêmement utilisés (ou du moins allumés pratiquement en permanence) qui ne représente que 3 logements,
- 9 ordinateurs allumés entre 8h et 12 h par jour,
- 78 ordinateurs, soit 87% de l'échantillon, allumés moins de 6 heures par jour.

Ce sont principalement les fonctionnalités avancées de veille développées pour économiser la batterie qui permettent d'obtenir ces durées d'allumage en relatives adéquation avec l'utilisation. Elles sont activées en usine (passage en veille –puissance inférieure à 0,5W- après une courte durée d'inactivité) et seuls une minorité d'utilisateurs les modifient.

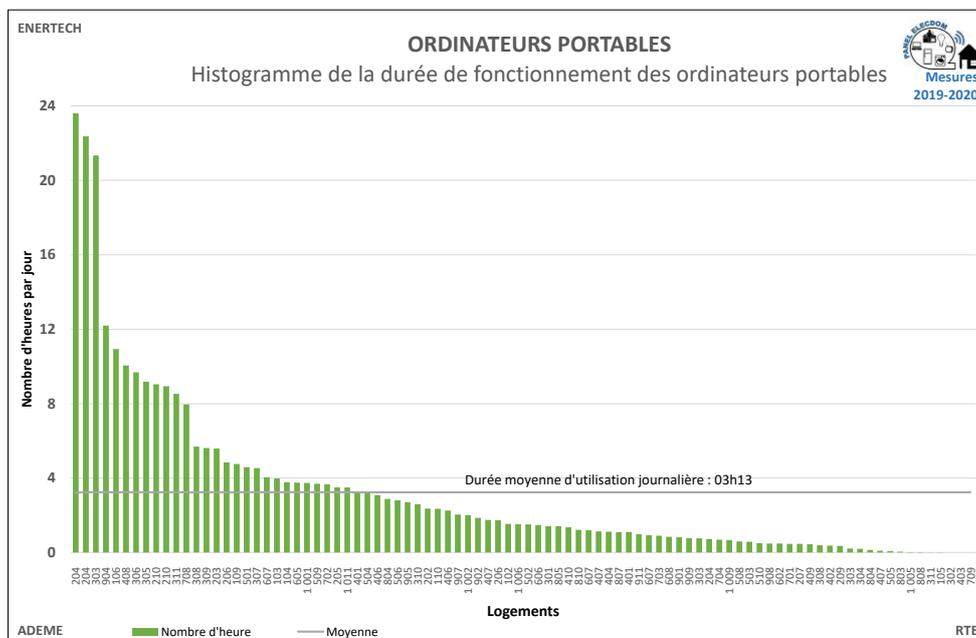


Figure 6-17 : ORDINATEURS PORTABLES - Histogramme de la durée de fonctionnement des ordinateurs portables.

Puissance

La puissance moyenne des ordinateurs portables est de **19W** avec des extremums de 7W et 55W soit un rapport de 1 à quasiment 8 (Figure 6-18). Cette valeur moyenne est proche de la puissance moyenne des box Internet de dernière génération.

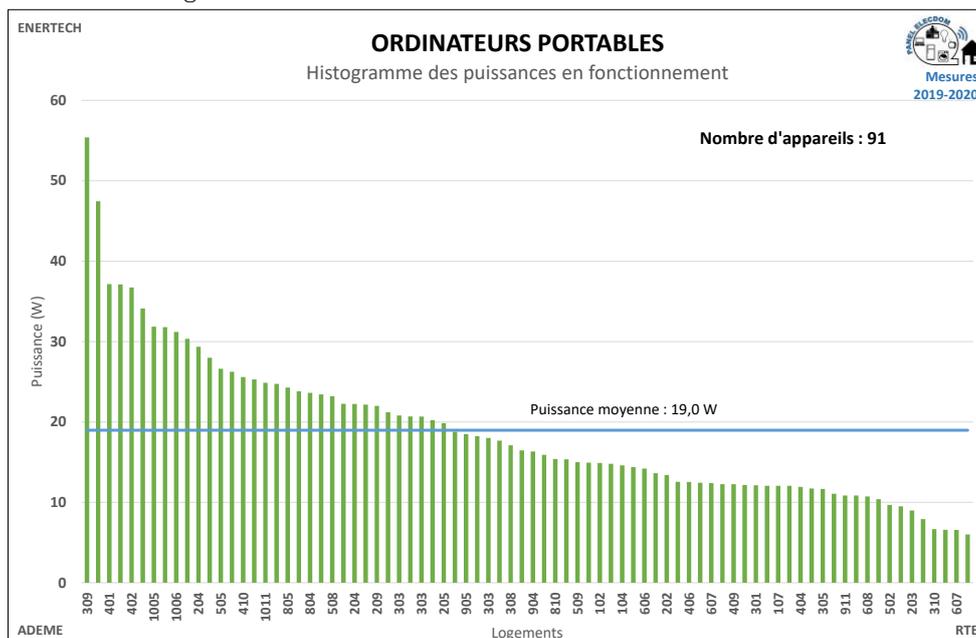


Figure 6-18 : ORDINATEURS PORTABLES - Histogramme des puissances en fonctionnement.

Les ordinateurs portables achetés il y a 10 ans et plus appellent une puissance environ 2 à 3 fois supérieure à celle des appareils de moins de 5 ans. Cela s'explique par l'optimisation des processeurs (multiples cœurs) et l'utilisation de la technologie led pour les écrans (Figure 6-19), encouragées notamment par les directives Ecodesign et Energy Star.

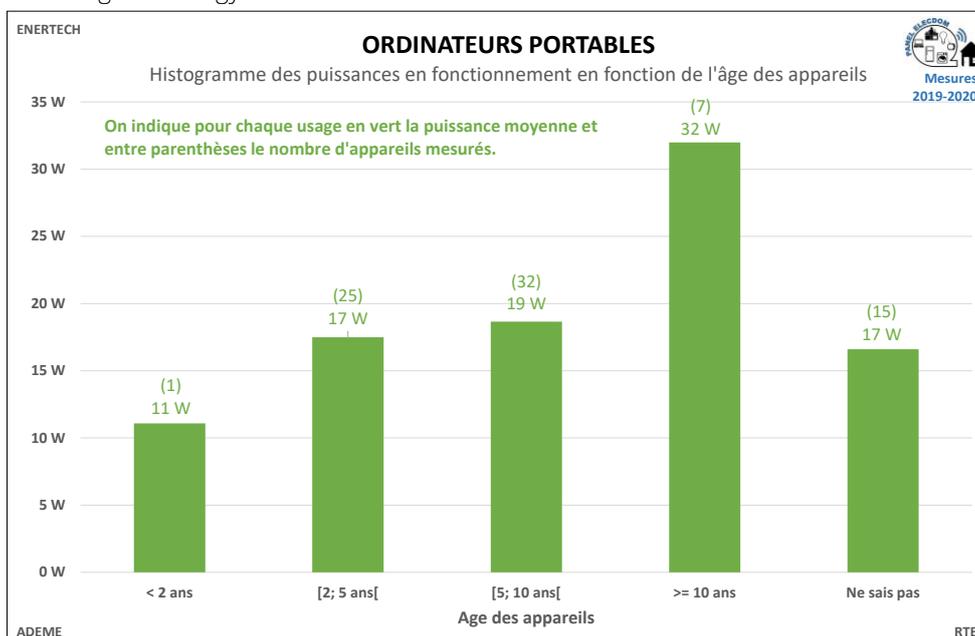


Figure 6-19 : ORDINATEURS PORTABLES -Histogramme des puissances en fonctionnement en fonction de l'âge des appareils.

Comme le montre la Figure 6-20, la puissance appelée ne semble pas liée à la taille de l'écran.

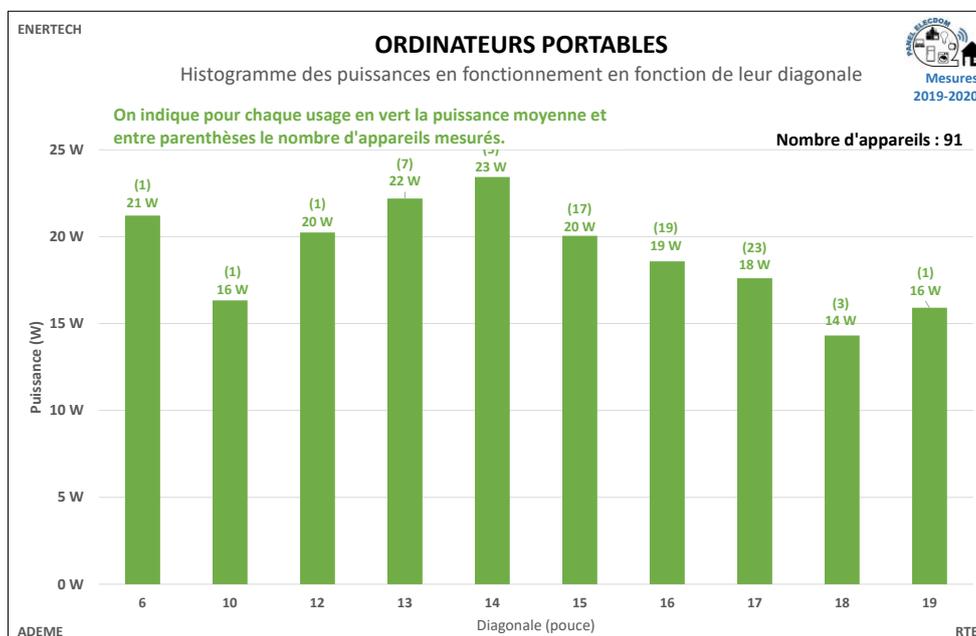


Figure 6-20 : ORDINATEURS PORTABLES - Histogramme des puissances en fonctionnement en fonction de leur diagonale.

Ordinateurs fixes

Types d'équipement

Les 36 ordinateurs fixes suivants ont été recensés et suivis individuellement :

- 7 appareils tout en un

- 22 ordinateurs fixes composés d'une seule unité centrale et un seul écran
- 5 ordinateurs fixes composés d'une seule unité centrale et de plusieurs écrans
- 2 unités centrales sans écran associé (reliées à un téléviseur).

Caractéristiques des écrans suivis

L'âge n'est connu que pour les deux tiers des écrans de l'échantillon. L'âge moyen de ces appareils est de 9 ans contre 5,3 ans pour les ordinateurs portables. Aucun n'a moins de 2 ans et une majorité a plus de 10 ans (Figure 6-21).

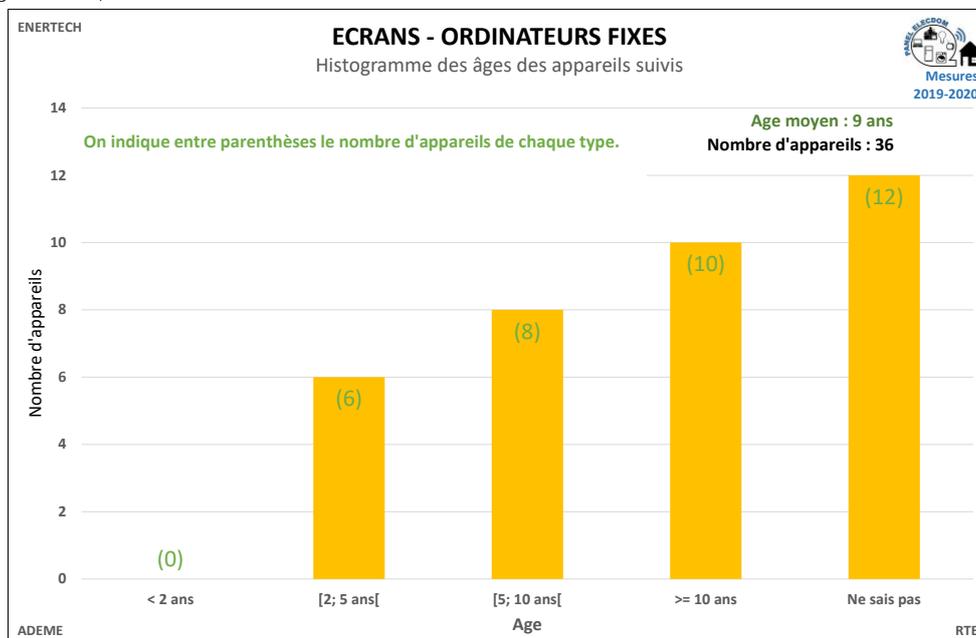


Figure 6-21 : ECRANS - ORDINATEURS FIXES -Histogramme des âges des appareils suivis.

Les diagonales de 19 et 22 pouces se démarquent légèrement des autres tailles (Figure 6-22).

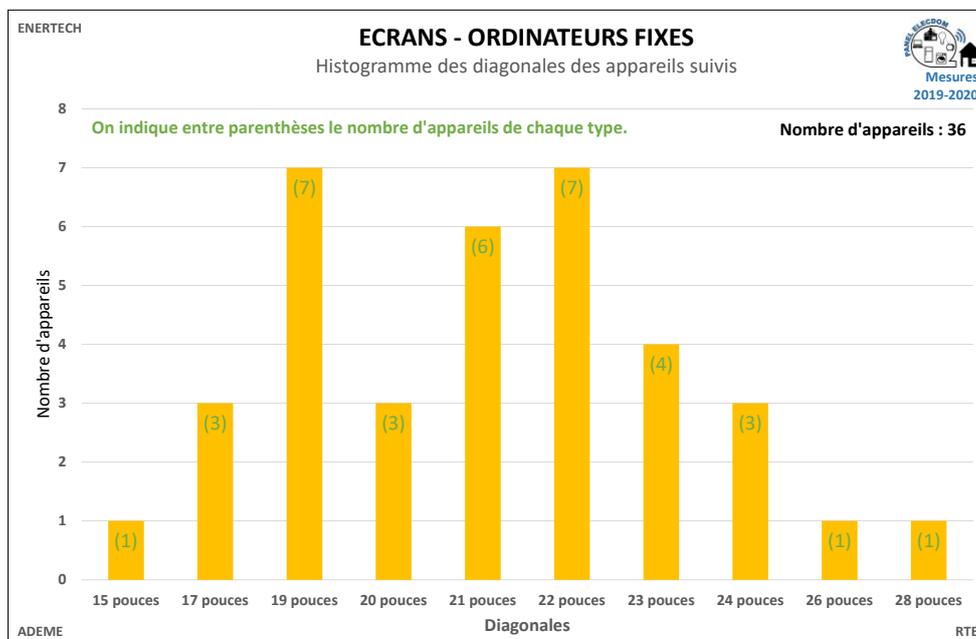


Figure 6-22 : ECRANS - ORDINATEURS FIXES - Histogramme des diagonales des appareils suivis.

La technologie LCD est encore bien présente (deux tiers du parc) du fait de l'âge plutôt élevé des écrans (Figure 6-23) qui est de 9 ans.

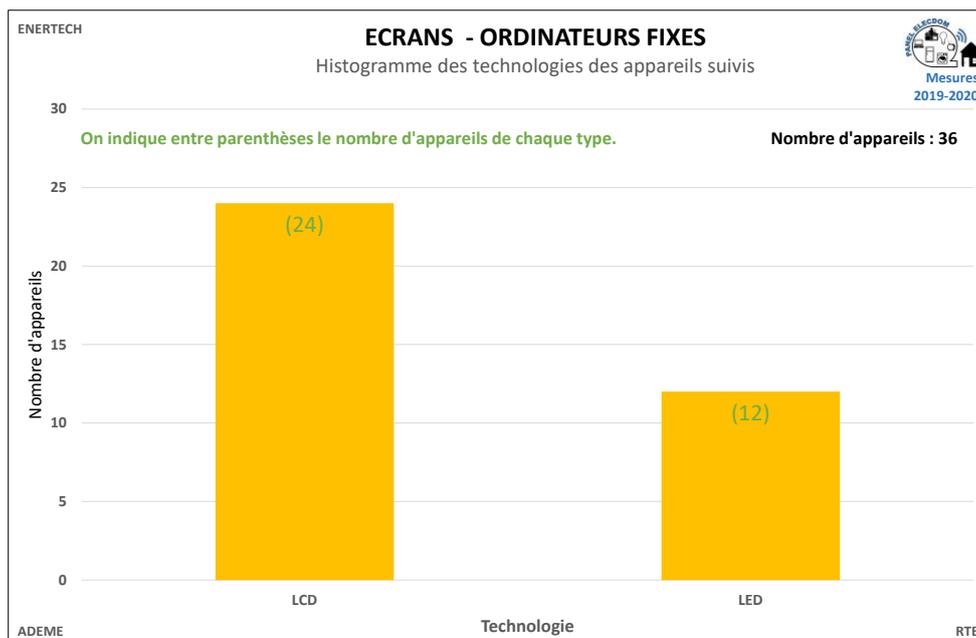


Figure 6-23 : ECRANS - ORDINATEURS FIXES - Histogramme des technologies des appareils suivis.

Caractéristiques des unités centrales

Les unités centrales sont légèrement plus récentes que les écrans avec un âge moyen de 8 ans (Figure 6-24).

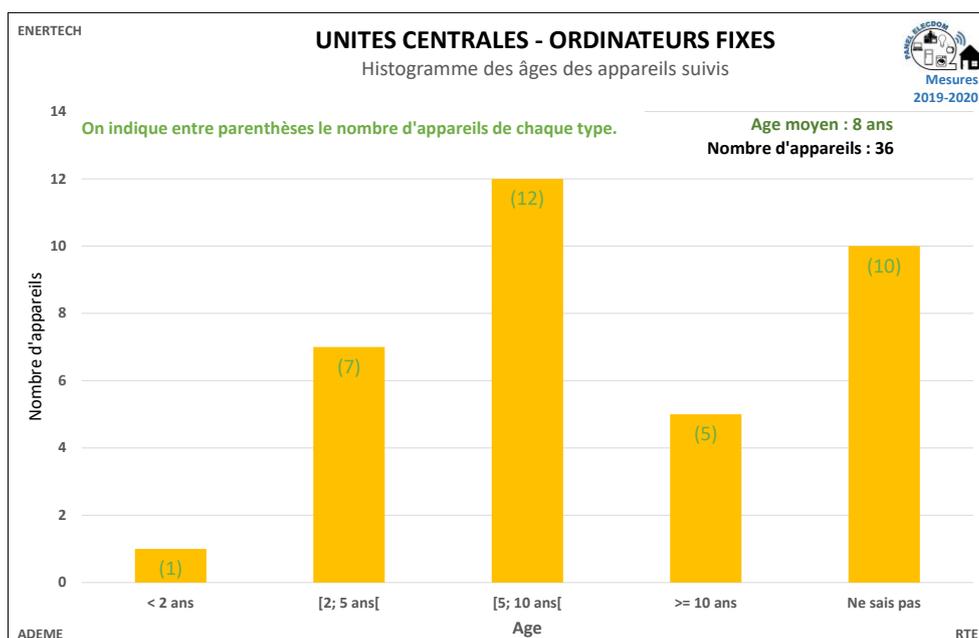


Figure 6-24 : UNITES CENTRALES - ORDINATEURS FIXES - Histogramme des âges des appareils suivis.

Consommations annuelles

La consommation moyenne des ordinateurs fixes est de 123 kWh/an avec des extrêmes de 0 (ordinateur n'ayant jamais servis) et 523 kWh/an (Figure 6-25). C'est 5,3 fois plus que celle des ordinateurs portables mais cela représente également une division par 2,3 par rapport à 2008 (Remodece). Cette diminution tient à la fois à la baisse de la puissance appelée et aussi à une moindre durée de fonctionnement.

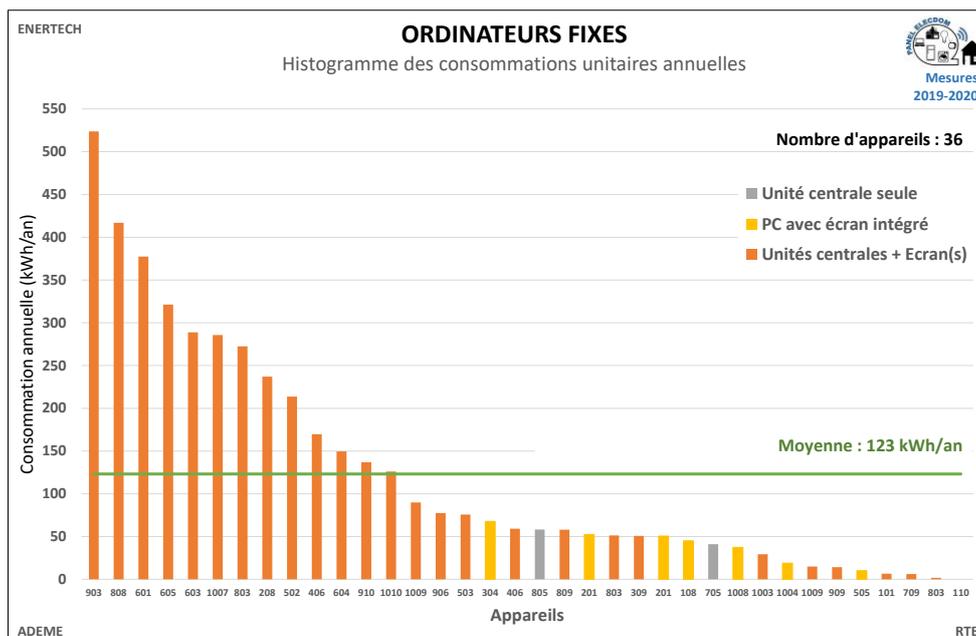


Figure 6-25 : ORDINATEURS FIXES - Histogramme des consommations unitaires annuelles des ordinateurs fixes suivis.

Puissances appelées

Les ordinateurs fixes appellent en moyenne 76W, soit 4 fois plus que les ordinateurs portables (Figure 6-26). La puissance moyenne mesurée en 2008 (Remodece) était de 122W, soit une division par 1,6. La puissance en veille est de 2,8 W en moyenne pour une consommation annuelle d'environ 15 kWh/an (12% du total).

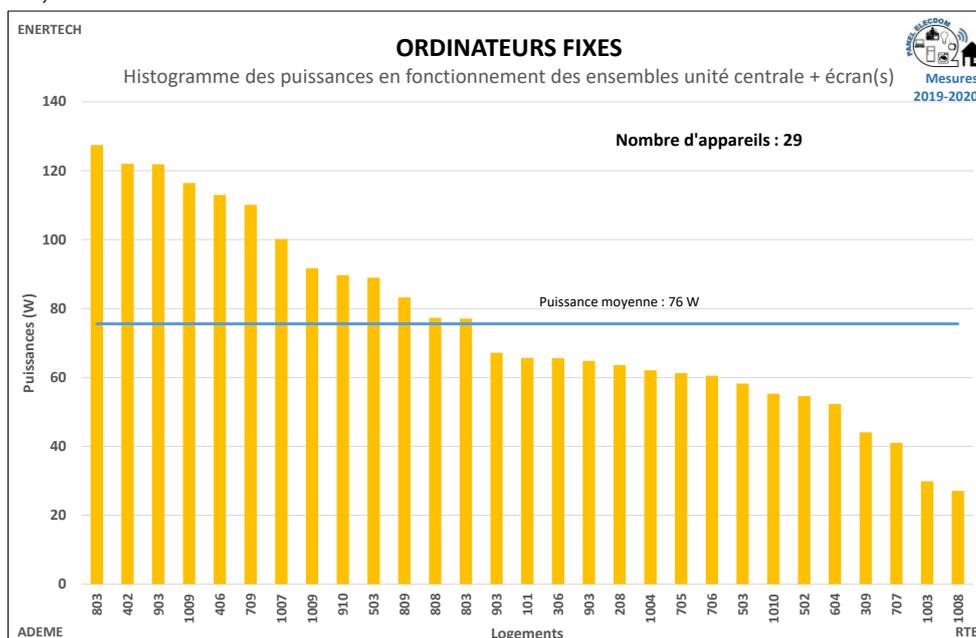


Figure 6-26 : ORDINATEURS FIXES - Histogramme des puissances en fonctionnement des ensembles unité centrale + écran(s).

Durée de fonctionnement

La durée moyenne quotidienne de fonctionnement des ordinateurs fixes est de 3h54 (Figure 6-27). Du fait du suivi commun de l'unité centrale et de l'écran(s) il n'est pas possible de savoir si la durée de fonctionnement de ces 2 composants est identique.

Les durées d'allumage des unités centrales étaient de 6h30 dans l'étude Remodece, celle-ci a donc considérablement baissé. On peut faire l'hypothèse que les fonctionnalités de mise en veille automatique sont davantage utilisées. Cette baisse sensible des temps d'utilisation s'explique également par

l'utilisation d'appareils alternatifs (tablettes, smartphones) pour des tâches traditionnellement effectuées à l'aide d'un ordinateur.

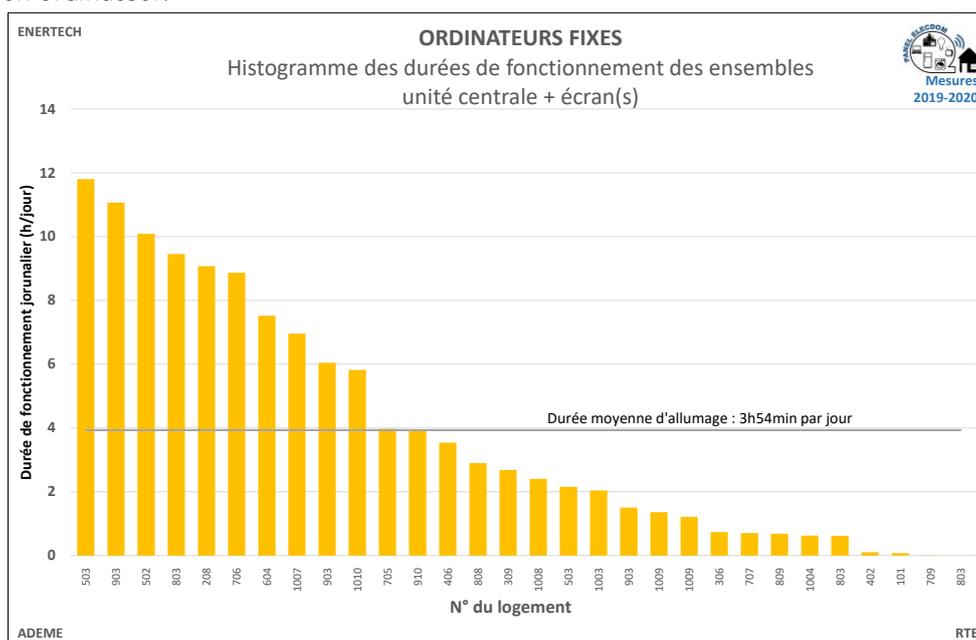


Figure 6-27 : ORDINATEURS FIXES - Histogramme des durées de fonctionnement des ensembles unité centrale + écran(s).

Appareils mobiles (smartphone et tablette)

Pratiques des ménages concernant les appareils mobiles

Dans l'équipement des Français le smartphone compte parmi les équipements les plus répandus (95% ont un téléphone mobile, et 77% un smartphone, selon CGE-Crédoc, 2019)³⁵

La tablette est possédée par 42% des Français (selon CGE-Crédoc, 2019).

Parmi les foyers du panel Elecdom, les taux de ces équipements sont un peu plus élevés que la moyenne nationale : 95 déclarent être équipés de smartphones et 54 de tablettes.

³⁵ Sources : CGDD/SDES 2016 (p.37), et CGE-Crédoc 2019 (pp.28, 44)

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Modes%20de%20vie%20et%20pratiques%20environnementales%20des%20Fran%C3%A7ais.pdf>
https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/barometre-numerique-2019.pdf

Ces appareils sont mobilisés pour des usages multiples. Dans le cas du smartphone, ce sont les fonctions de communication (envoi de messages, réseaux sociaux) et les fonctions commerciales (fréquentation des sites Internet, achats en ligne) qui sont les plus fréquemment investies (usage fréquent, respectivement dans 8 cas sur 10 et dans 7 cas sur 10). Le troisième registre est le visionnage de vidéos (dans 1 cas sur 2). La tablette ne remplit pas de fonctions spécifiques. Elle est mobilisée pour la fréquentation des sites et les achats en ligne (fréquemment dans 1 cas sur 2), pour regarder des vidéos (également dans 1 cas sur 2).

Usages du smartphone à domicile				
Réponses	Très fréquent	Fréquent	Moyennement fréquent	Jamais
Achat, consulter des sites Internet	41	26	14	14
Participer à des réseaux sociaux / Envoyer des emails	53	21	13	8
Jouer	25	15	26	29
Regarder des vidéos	14	34	27	20
Ecouter de la musique	19	23	31	22

total 95 ménages concernés

Tableau 6-6 : Réponses des occupants quant à l'utilisation du smartphone.

Usages de la tablette à domicile

Usages de la tablette à domicile				
Réponses	Très fréquent	Fréquent	Moyennement fréquent	Jamais
Achat, consulter des sites Internet	20	9	13	12
Participer à des réseaux sociaux / Envoyer des emails	12	8	20	14
Jouer	12	9	18	15
Regarder des vidéos	12	16	17	9
Ecouter de la musique	5	10	20	19

total 54 ménages concernés

Tableau 6-7 : Réponses des occupants quant à l'utilisation de la tablette.

Consommations annuelles

La consommation des **smartphones** et **tablettes** est uniquement imputable à la charge de la batterie. Les chiffres de consommation sont à prendre avec précaution car l'échantillon mesuré est très faible (4 tablettes et 1 smartphone) et ce du fait de la difficulté d'obtenir l'accord des participants pour instrumenter ces appareils nomades.

Les deux appareils consomment environ **3 kWh/an** (Figure 6-28). La valeur de consommation mesurée pour les smartphones est conforme à un calcul basé sur la capacité des batteries (aujourd'hui environ 1000/1500 mAh) et la fréquence de recharge (environ 1 recharge par jour).

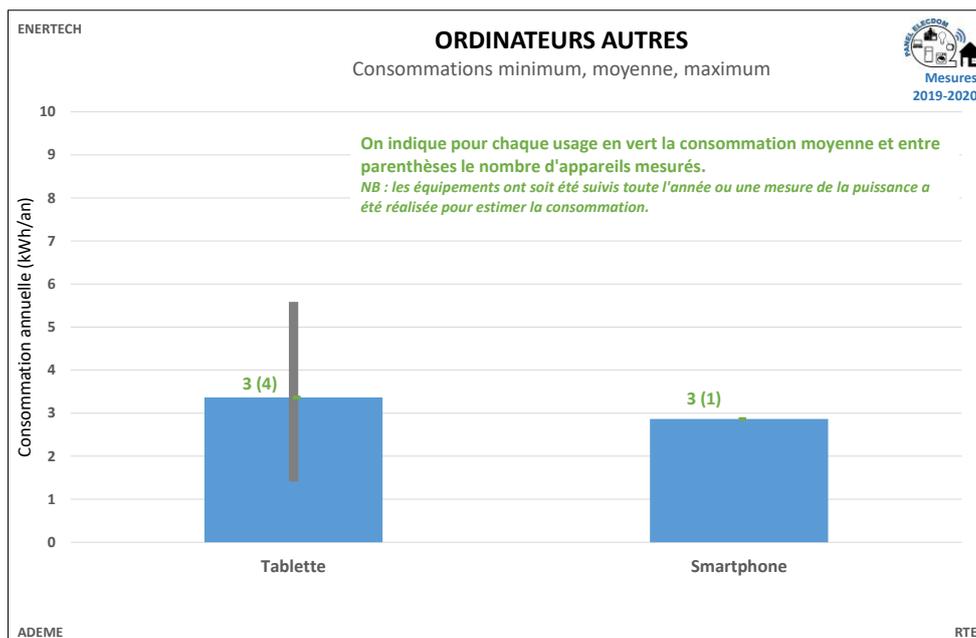


Figure 6-28 : APPAREILS MOBILES - Histogramme des consommations.

6.6. Périphériques informatiques/bureautique

Imprimantes / Imprimantes multifonctions

Cette catégorie regroupe les imprimantes, imprimantes multifonctions et imprimantes photos.



Figure 6-29 : Photographies d'une imprimante jet d'encre et d'une imprimante multifonctions.

La **consommation moyenne des imprimantes** est de 12 kWh/an -11 kWh/an pour les imprimantes jet d'encre et 16 kWh/an pour les imprimantes laser (Figure 6-30). L'imprimante du logement 904 semble être en marche permanente (au vu de la puissance constante d'environ 15W) ce qui explique sa consommation de 140 kWh/an. Les imprimantes non multifonctions consomment plus (25 kWh/an) que les imprimantes multifonctions (10 kWh/an). La puissance de veille moyenne vaut 1,6W.

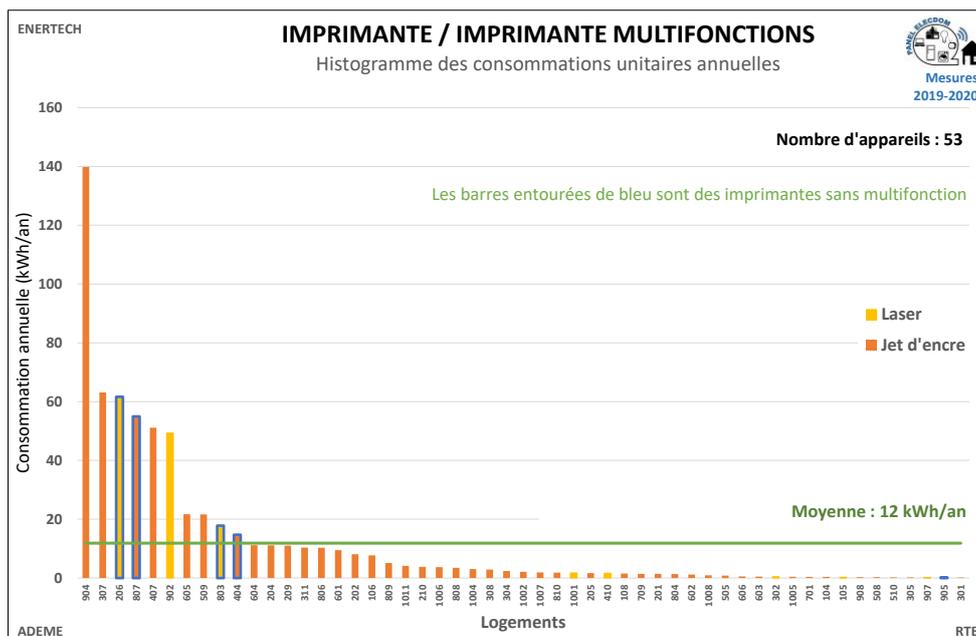


Figure 6-30 : IMPRIMANTES / IMPRIMANTES MULTIFONCTIONS - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Autres périphériques

Pour évaluer la consommation de ces appareils nous nous basons sur des mesures instantanées réalisées sur site. Hélas ces relevés sont peu nombreux et ces premiers résultats devront être confirmés par d'autres mesures dans la suite du projet.

Une imprimante 3D a été suivie. Sa consommation est négligeable (inférieure à 1 kWh/an). Le scanner de codes-barres est un équipement très spécifique aux participants du projet. Il est utilisé dans le cadre d'études de marchés. Il permet d'enregistrer les codes-barres qui se trouvent sur les produits. En effet, certains participants sont également membres de panels de consommateurs.

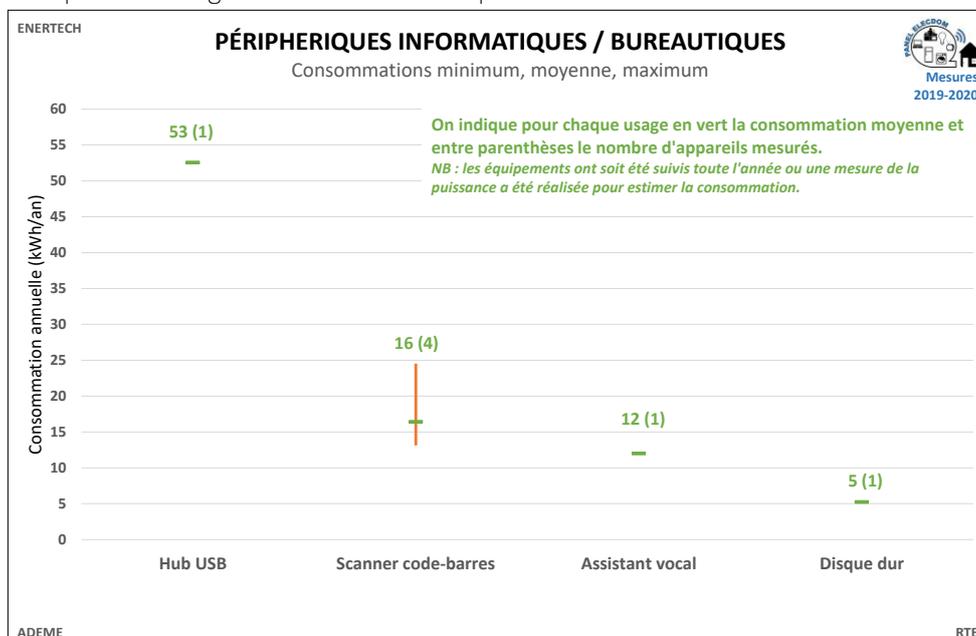


Figure 6-31 PÉRIPHÉRIQUES INFORMATIQUES/BUREAUTIQUES - Histogramme des consommations moyennes annuelles.

6.7. Poste informatique/bureautique

Consommations annuelles

L'ensemble des logements étudiés possède des équipements informatiques. Le contenu de ce poste est très variable, d'une simple tablette à plusieurs ordinateurs avec des périphériques...

La consommation moyenne du poste informatique s'établit à **191 kWh/an**, soit l'équivalent de celle du téléviseur principal (1,8 fois moins que le poste audiovisuel dans son ensemble) ou d'une cave à vin ou encore d'une chaudière (Figure 6-32).

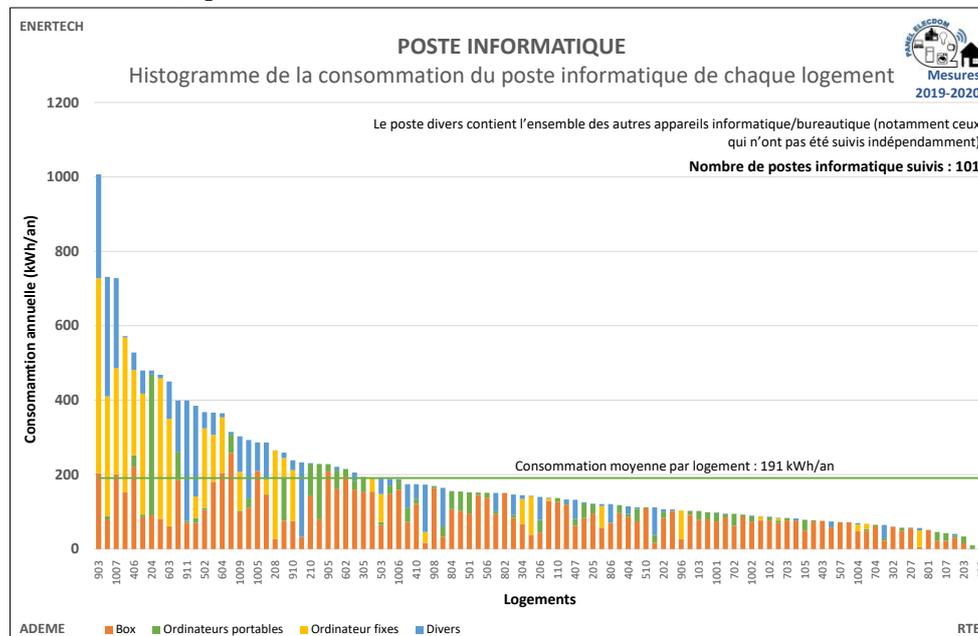


Figure 6-32 : POSTE INFORMATIQUE/BUREAUTIQUE - Histogramme des consommations annuelles des logements.

Vu du réseau, ce sont les box Internet qui sont les appareils les plus consommateurs de ce poste (49%). Les ordinateurs fixes couvrent presque un quart du total (Figure 6-33).

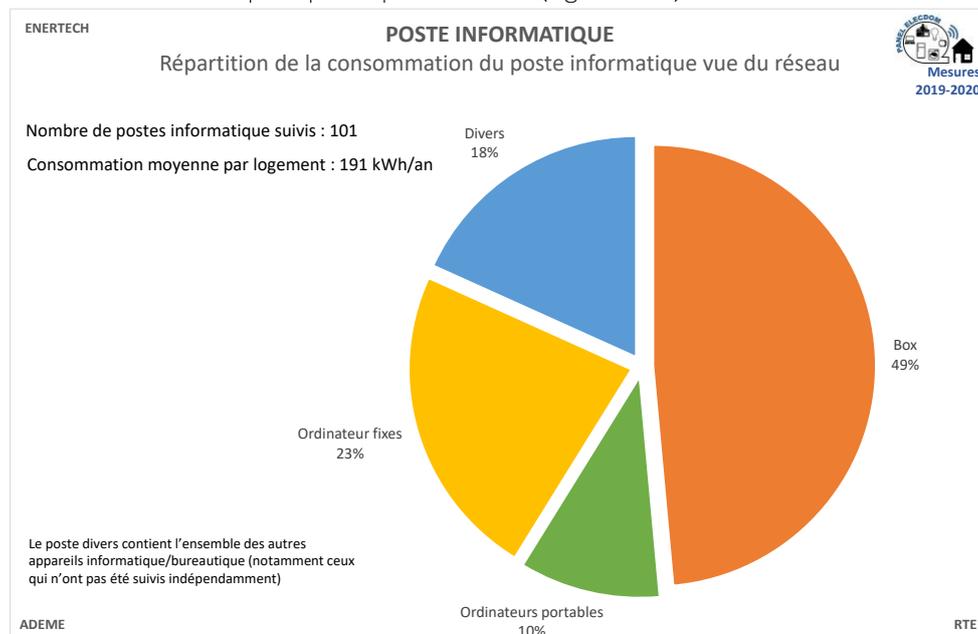


Figure 6-33 : POSTE INFORMATIQUE/BUREAUTIQUE - Répartition de la consommation du poste informatique vue du réseau.

Saisonnalité

Le profil d'évolution de la consommation hebdomadaire est relativement plat (Figure 6-34). On observe très nettement l'augmentation de consommation liée au confinement (jusqu'au 15 avril – date de fin de la première année de mesures pour la plupart des logements). La semaine la plus consommatrice est la 1^{ère} semaine d'avril, semaine de confinement, et la semaine la moins consommatrice la 3^{ème} semaine d'août.

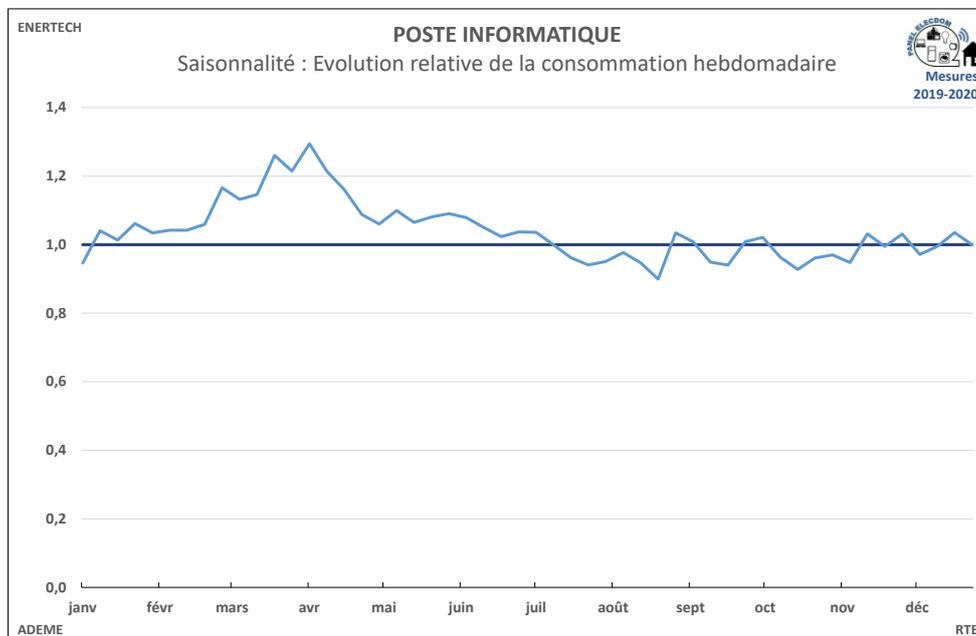


Figure 6-34 : POSTE INFORMATIQUE/BUREAUTIQUE - Saisonnalité : Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge

La courbe de charge de la Figure 6-35 montre que le créneau horaire de consommation maximal a lieu entre 19h00 et 21h00. Du fait de la présence des box, la puissance appelée n'est jamais nulle.

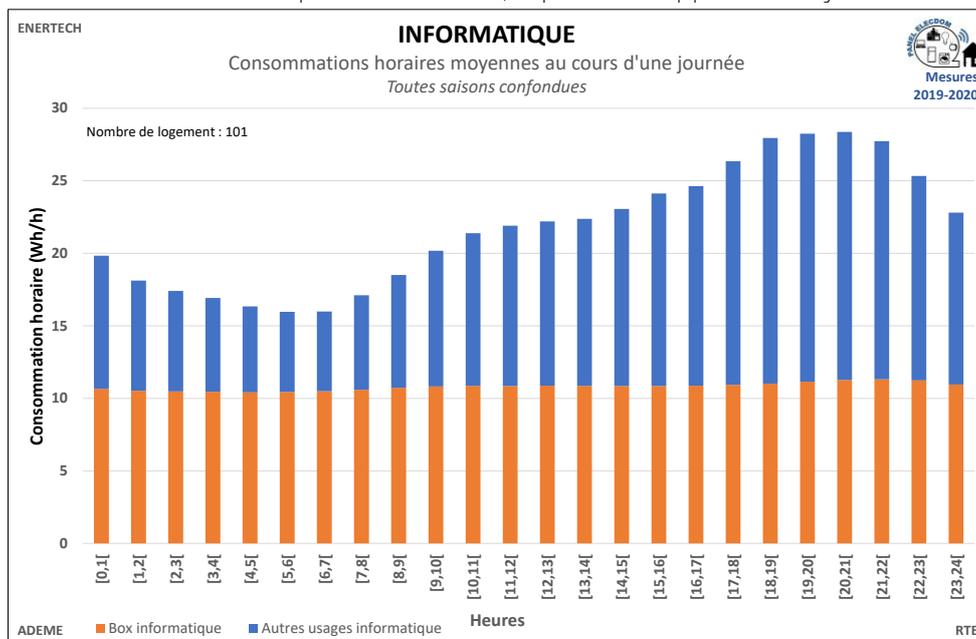


Figure 6-35 : POSTE INFORMATIQUE/BUREAUTIQUE - Consommations horaires moyennes au cours d'une journée - Toutes saisons confondues.

7. Eclairage

Une campagne de mesure portant sur l'éclairage dans le secteur résidentiel a été menée en 2004 par Enertech pour le compte de l'ADEME et d'EDF. Le but de ce projet était de suivre, sans exception, tous les luminaires présents dans un échantillon de 100 logements français représentatifs. Dans ce chapitre, on se référera à cette étude par la dénomination « Eclairage100 ».

7.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

L'éclairage couvre 3% de la consommation totale d'électricité d'un logement moyen tous usages confondus et 7% si on ne considère que les usages spécifiques de l'électricité (Figure 7-1).

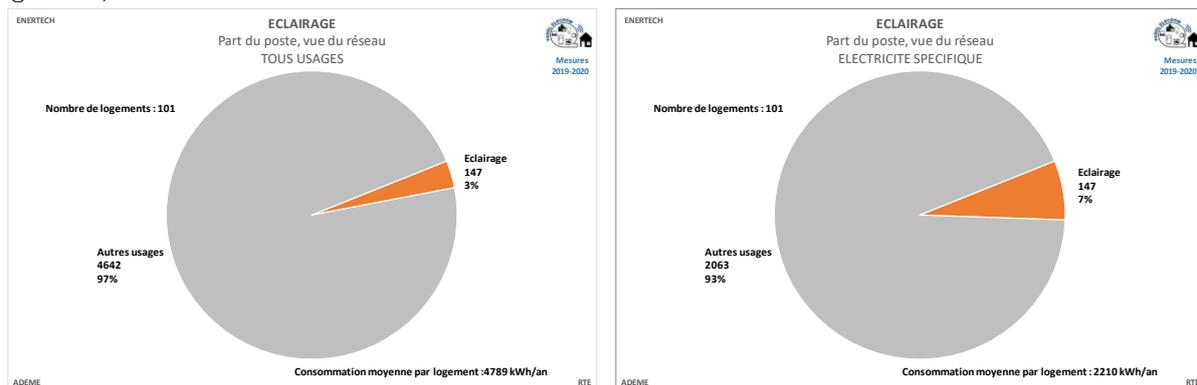


Figure 7-1 : ECLAIRAGE – Part de l'usage dans la consommation générale d'un logement moyen, vue du réseau – tous usages (gauche) et uniquement électricité spécifique (droite).

7.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

L'objectif était de déterminer la consommation de l'ensemble des éclairages en plafonniers. Ils sont suivis directement depuis le tableau électrique. De plus, un ou deux luminaires sur prise (les plus consommateurs) ont été instrumentés. Seules ont été considérées les lampes dont la consommation estimée était supérieure à 20 kWh/an. Le calcul préalable de la consommation a été réalisé pendant l'inventaire des équipements du logement : la puissance relevée sur les lampes branchées sur prise de courant a été multipliée par la durée de fonctionnement estimée par l'occupant.

7.3. Description de l'échantillon

Nombre de luminaires par logement

Par luminaire il faut entendre un dispositif d'éclairage pouvant être constitué d'une ou de plusieurs sources lumineuses. Le **nombre moyen de luminaires par logement** est de **18,9** (Figure 7-2). On en compte entre 7 et 60. Les différences s'expliquent principalement par la taille des logements. Cette valeur est identique à celle observée en 2004 (18,9 dans le projet Eclairage100).

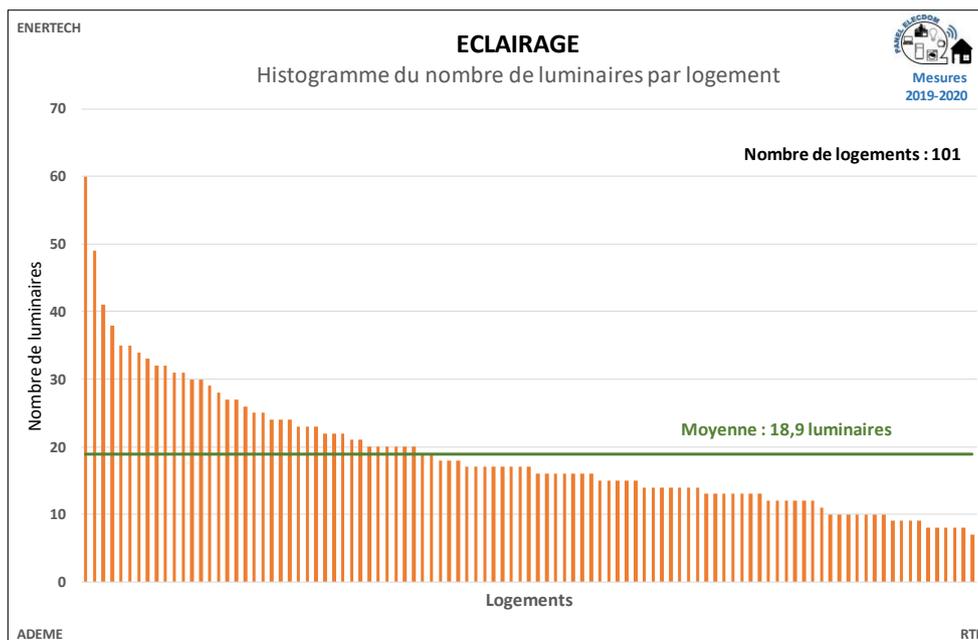


Figure 7-2 : ECLAIRAGE – Nombre de luminaires par logement.

Nombre de sources lumineuses par type

Par source lumineuse il faut entendre toute ampoule à incandescence, ampoule à leds, tube fluorescent, lampe basse consommation ou fluocompacte (LFC), projecteur halogène et spot halogène basse tension. Si un luminaire comporte plusieurs sources, chacune d'entre elles est prise en compte dans les bilans qui suivent.

Le **nombre moyen de sources lumineuses**, tous types confondus, est de **31,1**. Cela représente une augmentation d'environ 10% par rapport au nombre de points lumineux inventoriés lors de la campagne de mesures Eclairage100 (2004). La Figure 7-3 détaille le nombre moyen de sources lumineuses par type d'ampoules de l'échantillon. Plusieurs observations s'imposent :

- Les ampoules Leds qui n'existaient pas en 2004 sont aujourd'hui les plus nombreuses (48% des sources).
- Les sources halogènes (ampoules, spots et spots basse tension) représentent encore près de 28% des sources alors qu'elle couvrait « seulement » 19% du total en 2004.
- Les ampoules à incandescence représentent maintenant moins de 10% des foyers lumineux.
- Les sources fluorescentes, avec 15% du total, sont aujourd'hui plus nombreuses que les ampoules à incandescence. Leur nombre est globalement stable par rapport à 2004, avec une légère augmentation du nombre d'ampoules fluocompactes (en moyenne +1,5 ampoules par logement).

Ainsi, un basculement des ampoules à incandescence maintenant interdites par la réglementation vers la technologie Led a été opéré. Le nombre de sources halogènes inefficaces est encore élevé, probablement car ce sont elles qui ont remplacé en premier lieu les ampoules à incandescence et ce avant la large diffusion récente des ampoules Leds à un prix acceptable. Ce graphique illustre l'impact positif de la Directive Ecodesign sur la réduction des consommations d'électricité.

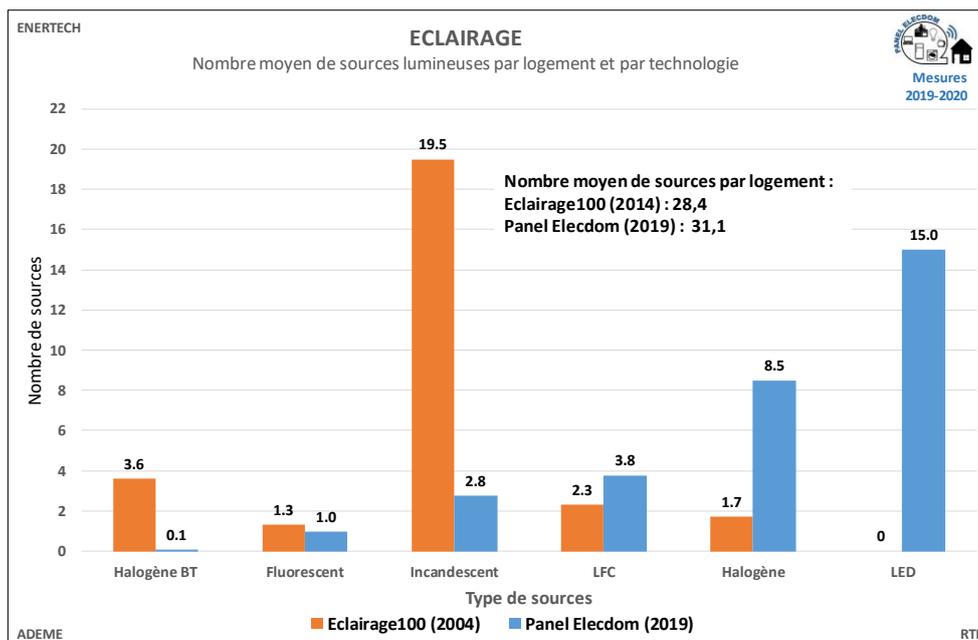


Figure 7-3 : ECLAIRAGE – Nombre moyen de sources lumineuses par type et par logement.

Il est probable que cette évolution ait été amplifiée par le dispositif national des certificats d'énergie (CEE). En effet, une fiche action standardisée est dédiée à l'éclairage performant (BAR-EQ-111 : Lampe à LED de classe A+ (< 01/10/2017), Lampe de classe A++ (> 01/10/2017)). Elle couvre 7% des CEE délivrés pour les opérations standardisées entre le 1^{er} janvier 2018 et le 31 mai 2020³⁶.

Nombre de sources lumineuses par type de pièce

Le graphique de la Figure 7-4 montre que les leds sont présentes dans toutes les pièces. Ce sont dans les salons, cuisines et circulations qu'on les retrouve le plus. Cette observation n'est pas étonnante car ce sont également les pièces qui présentent les durées d'allumage les plus élevées et qui nécessitent par conséquent le changement d'ampoule le plus fréquent. Les sources halogènes sont encore très présentes dans les salles de bains et ce sont dans les locaux extérieurs (atelier, dépendance) et les garages qu'on trouve l'essentiel des sources fluorescentes.

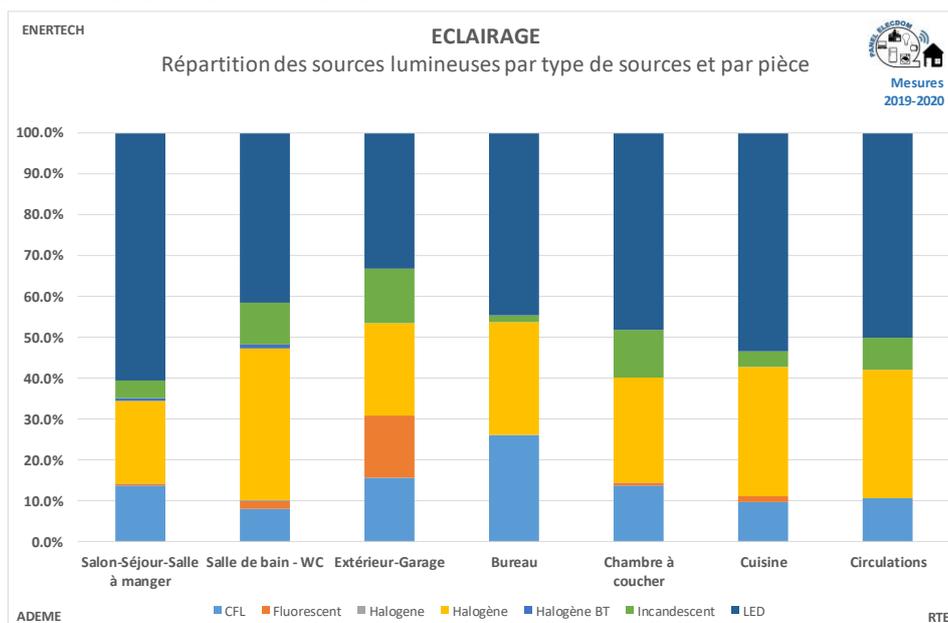


Figure 7-4 : ECLAIRAGE – Répartition des sources lumineuses par type de sources et par pièce.

³⁶ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-06%20lettre%20d%27infos%20VF.pdf>

7.4. Etude de la puissance installée

Puissance totale installée

Le graphique de la Figure 7-5 présente la distribution des puissances lumineuses totales installées dans les logements de l'échantillon. En moyenne la **puissance lumineuse installée, toutes sources confondues**, est de 733W. Cette puissance a été divisée par 2,2 depuis la campagne de mesures Eclairage100 de 2004.

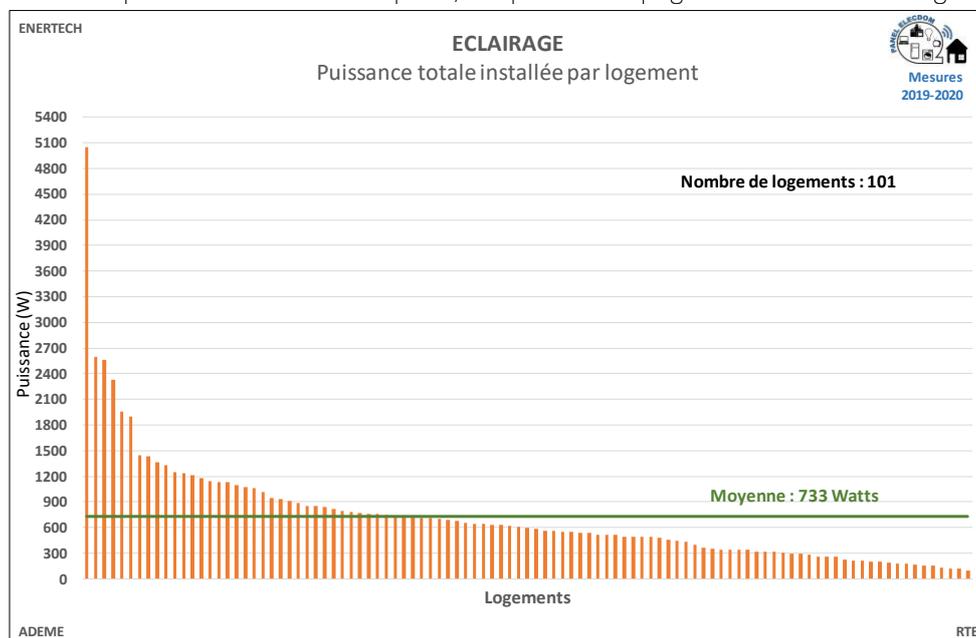


Figure 7-5 : ECLAIRAGE – Puissance totale installée par logement.

Puissance installée par m^2_{SHAB}

La **puissance surfacique moyenne installée** vaut $7,9W/m^2_{SHAB}$ (Figure 7-6). Elle est comprise entre 1,6 et $23,3 W/m^2_{SHAB}$.

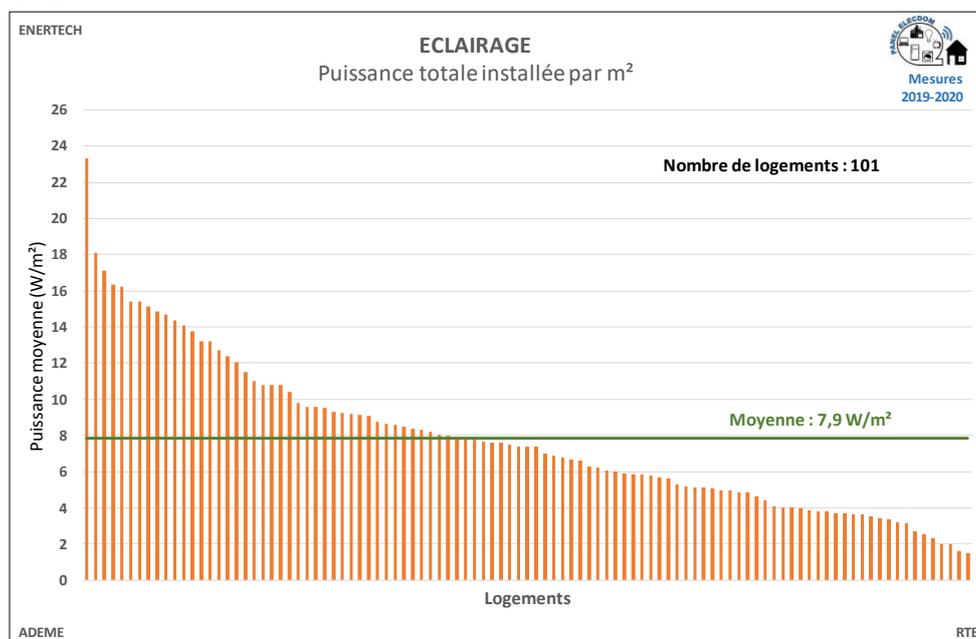


Figure 7-6 : ECLAIRAGE – puissance installée par m^2_{SHAB} .

Puissance installée par type de source lumineuse

Alors qu'elles représentent déjà 48% des sources installées les ampoules leds ne couvrent que 14% de la puissance installée (Figure 7-7). Les sources les moins efficaces, à savoir l'incandescence et l'halogène, expliquent près des trois quarts de la puissance installée.

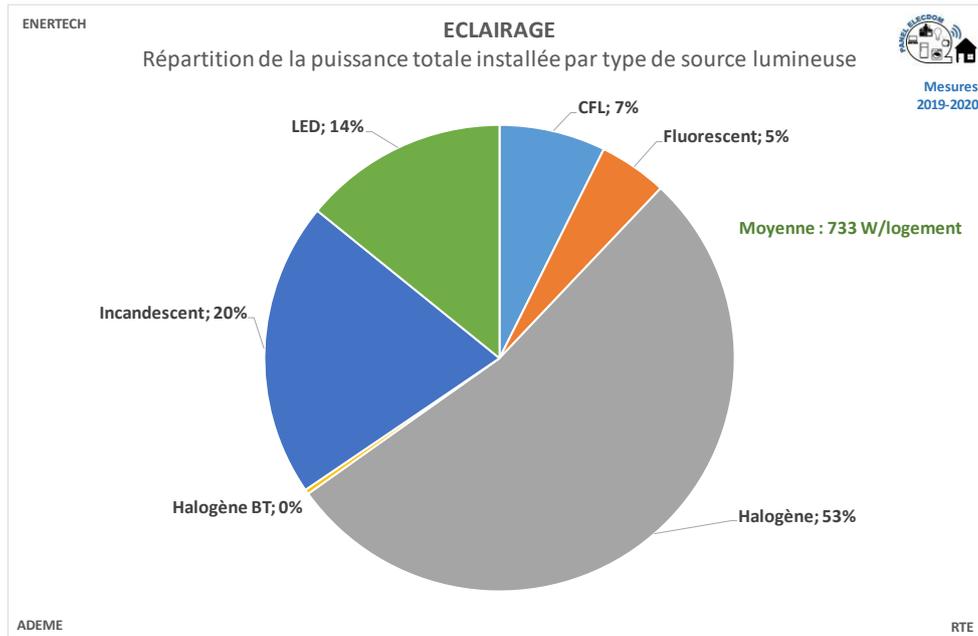


Figure 7-7 : ECLAIRAGE – Répartition de la puissance totale installée par type de source lumineuse.

Puissance installée par type de pièce

La Figure 7-8 indique la répartition de la puissance installée par type de pièce. Alors qu'en 2004 (campagne de mesure Eclairage 100), la puissance la plus importante était installée dans le séjour, la distribution s'est aujourd'hui uniformisée. Les puissances maximales sont maintenant observées en extérieur/garage suivies par les chambres à coucher, les salons/salles à manger et les salles de bains.

Les valeurs de ce graphique sont des moyennes observées sur l'ensemble des pièces d'un même type. L'addition de l'ensemble des différentes puissances n'a donc aucune signification physique et sera toujours différente de la puissance moyenne installée dans les logements.

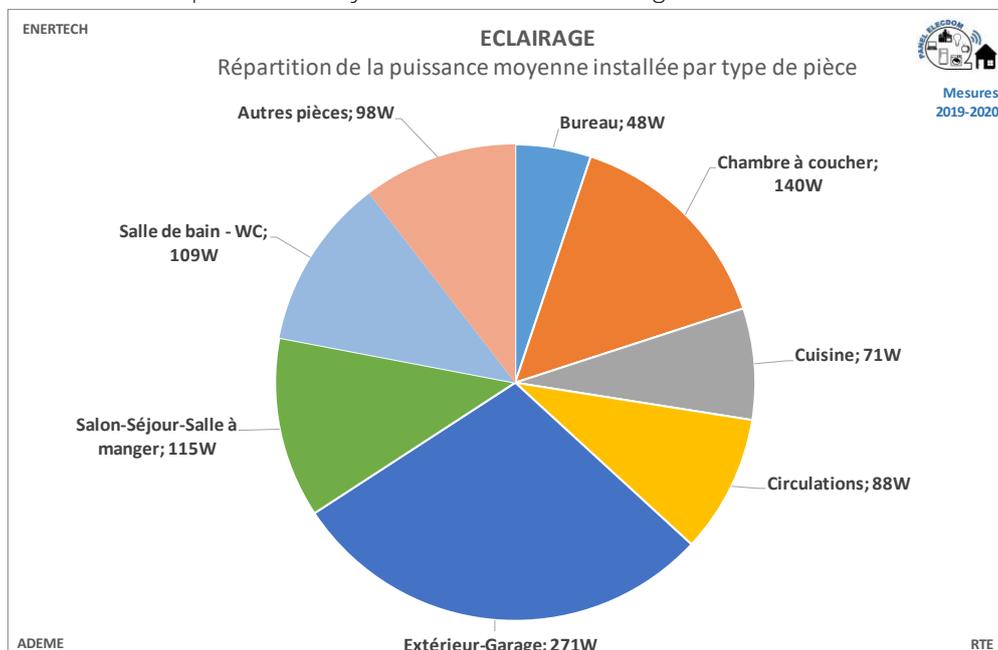


Figure 7-8 : ECLAIRAGE – Puissance moyenne installée par type de pièce.

7.5. Consommations annualisées d'éclairage

Consommation annualisée par logement

La Figure 7-9 représente la distribution des consommations totales d'éclairage pour les 101 logements. La moyenne s'établit à **147 kWh/an** soit 2,5 fois moins qu'en 2004 (campagne Eclairage 100). Cependant cette valeur est légèrement sous-estimée car nous n'avons pas suivi l'ensemble des lampes branchées sur prise de courant.

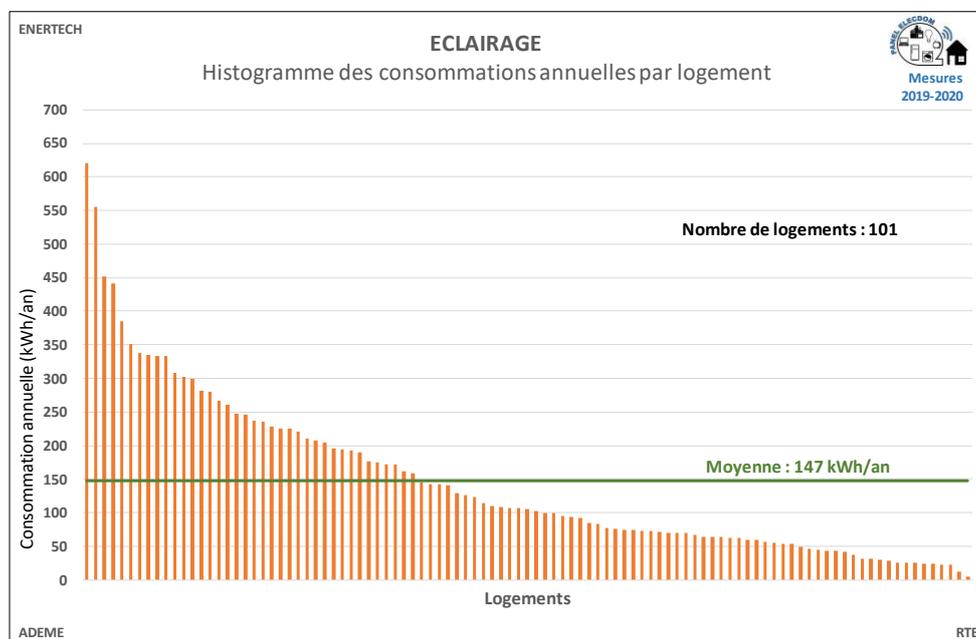


Figure 7-9 : ECLAIRAGE – Consommation annuelle moyenne par logement.

Consommation annualisée par m^2_{SHAB}

Les consommations surfaciques (Figure 7-10) évoluent dans un rapport maximum de 0,1 à 9,3 kWh/ m^2_{SHAB}/an , autour d'une valeur moyenne de 1,7 kWh/ m^2_{SHAB}/an .

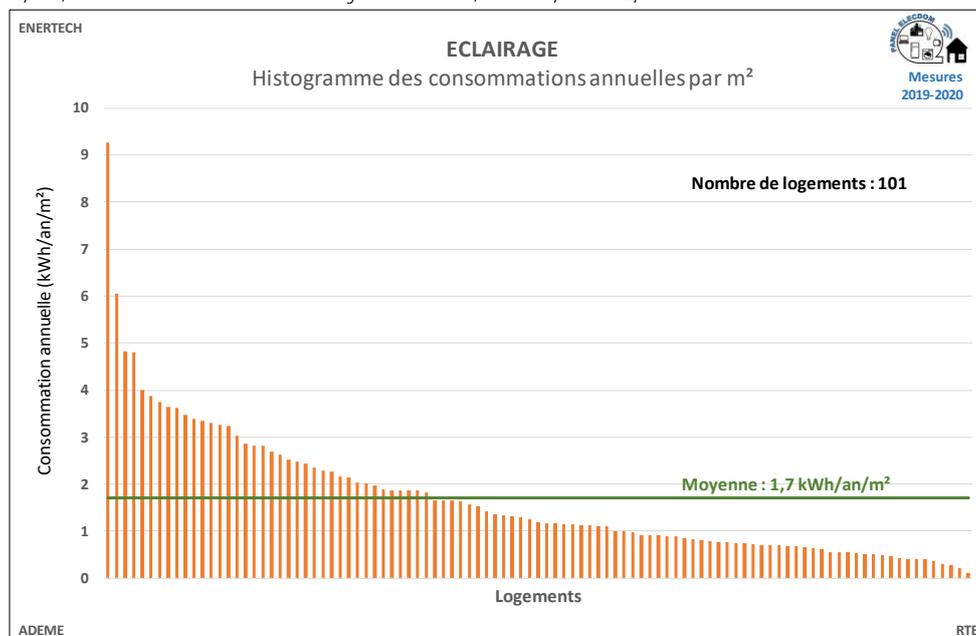


Figure 7-10 : ECLAIRAGE – Consommation annuelle moyenne par m^2_{SHAB} .

7.6. Saisonnalité

L'éclairage est un usage très saisonnier (Figure 7-11), influencé à la fois par l'évolution de la durée du jour et les vacances. La consommation atteint un palier bas en juillet et août et elle est maximale en décembre.

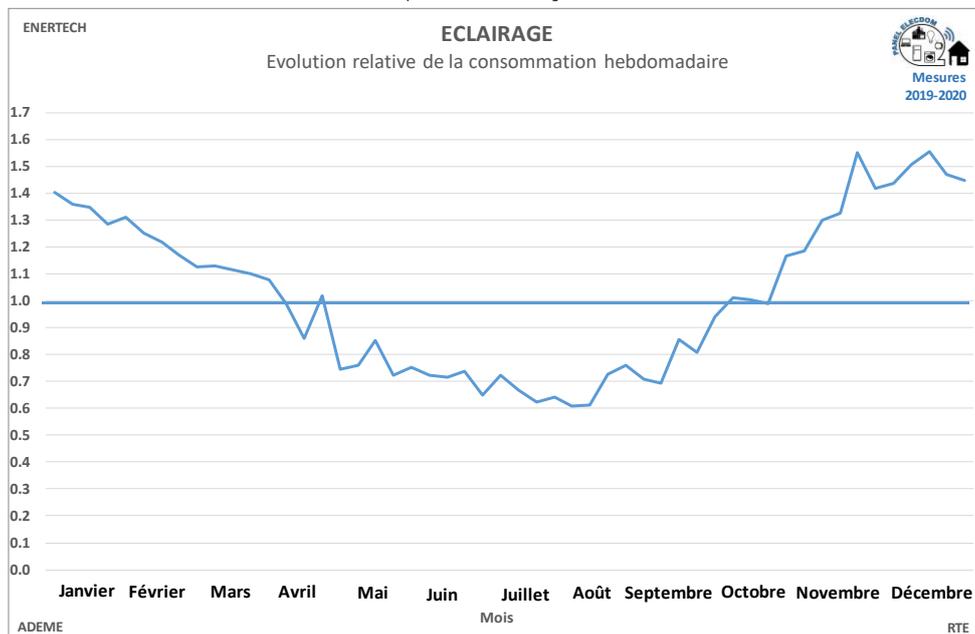


Figure 7-11 : ECLAIRAGE – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

7.7. Courbe de charge horaire moyenne

Le graphique de la Figure 7-12 indique la courbe de charge moyenne (toute l'année), été et hiver de l'usage éclairage. Il existe des différences entre l'été et l'hiver :

- En hiver, on observe un léger pic vers 7 heures puis la consommation n'augmente réellement qu'à partir de 16 heures pour atteindre son maximum autour de 20 heures. Elle diminue ensuite en fin de soirée et est minimale entre 4 et 5 heures.
- En été, le profil est globalement similaire mais le pic du soir se produit vers 22 heures et il est moins marqué.

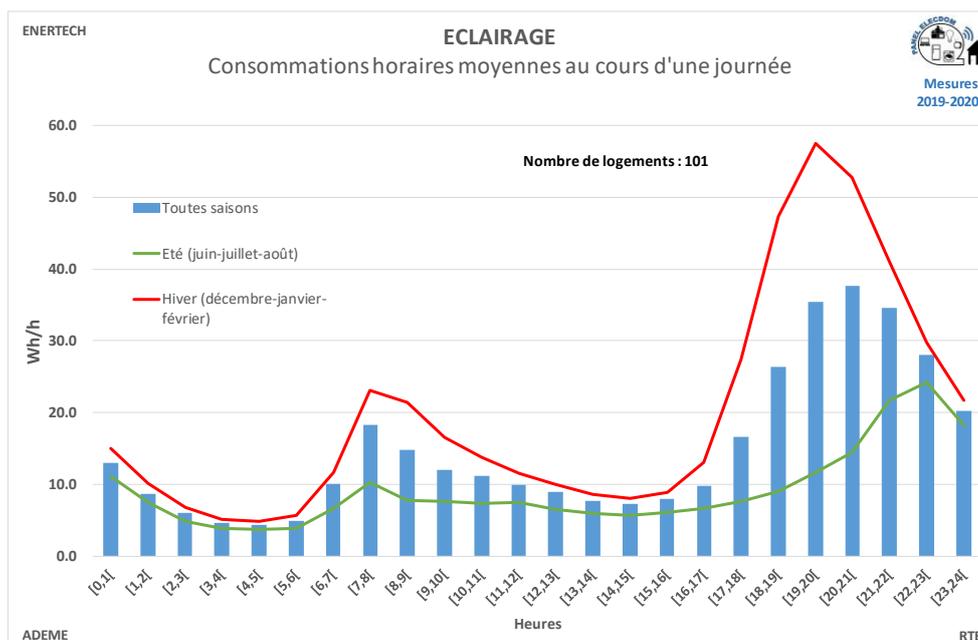


Figure 7-12 : ECLAIRAGE – Courbe de charge horaire moyenne.

8. Appareils de cuisine

8.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Les appareils de cuisine consomment, pour un logement moyen, 299 kWh/an. Cela représente 6,2% de la consommation d'électricité, tous usages confondus (Figure 8-1). Cette consommation est du même ordre de grandeur que celles des équipements de lavage/séchage (lave-vaisselle, lave-linge et sèche-linge).

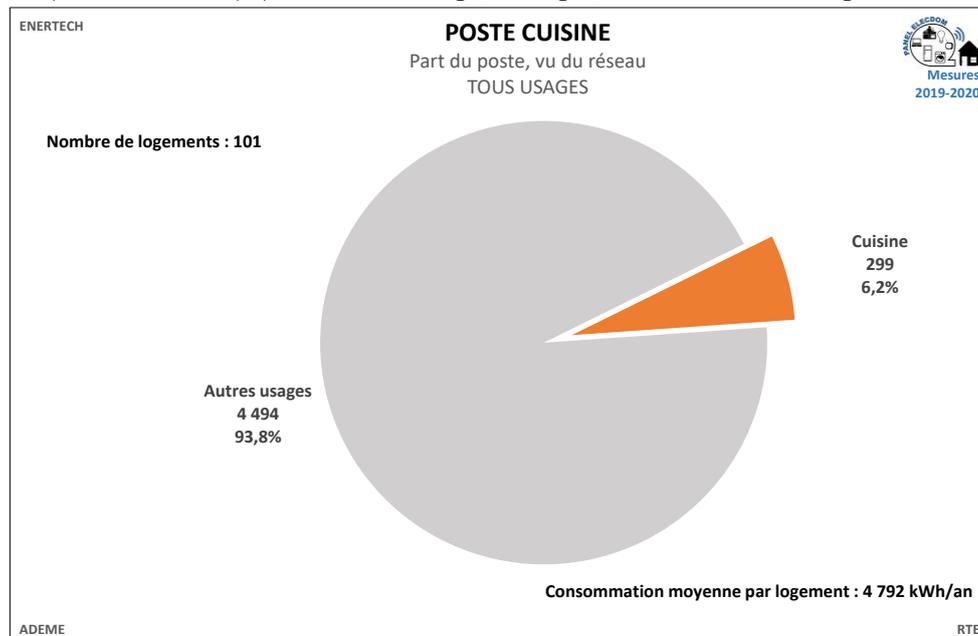


Figure 8-1 : POSTE CUISINE – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau.

8.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

L'ensemble du poste cuisson des foyers participants a, dans la mesure du possible, été monitoré avec :

- Un suivi exhaustif des fours encastrables, minifours posables, fours micro-ondes, plaques chauffantes et cuisinières.
- Le suivi systématique de l'appareil le plus consommateur parmi les équipements « périphériques » suivants : bouilloire, machine à café, cuiseur vapeur, cuiseur à riz, multicuiseur, mixeur/cuiseur bébé, machine à pain, hotte, yaourtière.
- Le suivi d'un deuxième équipement « périphérique » de la liste ci-dessus, à condition que sa consommation estimée dépasse 50kWh/an.

L'estimation préalable de la consommation des équipements périphériques de cuisine a été effectuée sur la base des résultats de campagnes de mesures précédentes (définition de consommations types d'un cycle de fonctionnement des différents équipements). Lors de l'inventaire in situ des cuisines, il a été demandé aux occupants à quelle fréquence ils utilisaient les différents appareils. Cette fréquence a été multipliée par la consommation de référence d'un cycle afin de pré-estimer la consommation annuelle.

Le suivi des fours, plaques et cuisinières ne peut, dans certains logements, s'effectuer directement depuis le tableau électrique car un même départ alimente plusieurs circuits. Il est alors nécessaire d'utiliser un mesureur particulier posé directement sur l'appareil à suivre. Or, l'opération s'est parfois avérée délicate. Ainsi, aucune donnée n'est disponible pour certains équipements de cuisson.

8.3. Pratiques des ménages concernant la cuisine

Les déclarations des ménages permettent d'estimer l'importance des repas qui sont cuisinés à domicile midi et soir, en fonction des jours de la semaine.

Dans la très grande majorité des foyers (autour de 95 sur 100), on mange en famille le soir, tous les jours, semaine comme week-end.

Le midi en revanche, des différences importantes apparaissent selon les jours et les ménages. En semaine, 4 ménages sur 10 ne mangent pas à domicile. La proportion est logiquement plus faible le mercredi (dans 3 ménages sur 10 seulement, personne ne mange à domicile).

De ce fait, pour le déjeuner de midi, sur les 2,60 membres du foyer (moyenne pour les 100 ménages du panel) :

- Entre 0,88 et 0,96 personnes déjeunent à domicile, les lundi, mardi, jeudi et vendredi
- Elles sont 1,37 le mercredi
- Et 2,11 à 2,16 les samedi et dimanche.

Pour le dîner du soir, sur les 2,60 membres du foyer (moyenne pour les 100 ménages du panel) :

- Entre 2,17 et 2,25 personnes dînent à domicile, du lundi au samedi (inclus)
- Elles sont un peu plus nombreuses à dîner le dimanche soir en famille (2,30 personnes)

La question n'a pas été posée pour le petit déjeuner, dans la mesure où les études existantes attestent que 95% des Français prennent un petit déjeuner au domicile (cf. Enquêtes Emploi du temps de l'Insee)

Part de 260 personnes des 100 foyers du panel Elecdom prenant un repas à domicile		
Réponses	MIDI	SOIR
Lundi	37%	86%
Mardi	34%	83%
Mercredi	52%	84%
Jeudi	35%	85%
Vendredi	36%	83%
Samedi	81%	85%
Dimanche	83%	88%

Tableau 8-1 : Réponses des occupants sur la part repas pris à domicile.

8.4. Description de l'échantillon

NB : les dénominations ainsi que les catégories employées dans ce chapitre sont celles utilisées par le Gifam.

Les 101 logements de l'échantillon possèdent les appareils de cuisine suivants :

Libellé	Nombre appareils total	Nombre appareils suivis individuellement *	Taux équipement / Taux d'équipement apparent		Source
			Echantillon	Données nationales	
Plaques chauffantes électriques et gaz	74	49**	73%	67%	Kantar TNS pour le Gifam, 2019 ³⁷ .
Four électrique encastrable	66	64	65%	56%	Kantar TNS pour le Gifam, 2019 ³⁷ .
Minifour posable	18	17	18%	26%	Kantar TNS pour le Gifam, 2017 ³⁸

³⁷ Etude portant sur 6 492 foyers

³⁸ Etude portant sur 5 000 foyers

Cuisinières et pianos électriques et gaz	28	16**	28%	34%	Kantar TNS pour le Gifam, 2019 ³⁷ .
Micro-ondes	89	89	88%	92%	Kantar TNS pour le Gifam, 2019 ³⁷ .
Bouilloire	61	40	60% / 60%	62%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ³⁸ .
Cafetière filtre	33	15	32% / 33%	43%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ³⁸ .
Cafetière expresso à dosette	75	34	65% / 74%	54%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ³⁸ .
Hotte de cuisson	65	20	64%	68%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ³⁸ .
Multicuiseur	38	29	38%	-	-
Blender	***	1	-	-	-
Cuiseur vapeur	11	4	11%	-	-
Déshydrateur	2	2	2%	-	-
Friteuse	20	5	20%	38%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ³⁸ .
Grille-pain	50	2	50%	79%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ³⁸ .
Machine à pain	***	1	4%	-	-
Plancha électrique	***	2	-	-	-
Appareil à raclette	***	1	-	-	-
Cuiseur à riz	***	2	-	-	-

* : la différence entre le nombre d'appareils total et le nombre d'appareils suivis correspond à des appareils non suivis individuellement (suivis au sein du poste cuisson du logement) ou non suivi (consommation intégrée au poste « non suivi » du logement).

** : uniquement les modèles électriques ont été suivis

*** : non inventoriés exhaustivement

Tableau 8-2 : POSTE CUISINE - Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

Les fours et les plaques chauffantes sont légèrement surreprésentés dans l'échantillon Panel au détriment des cuisinières et des minifours. Le taux d'équipement en cafetière est correct mais la répartition entre les deux types n'est pas conforme aux données nationales (plus de cafetières à dosette dans notre échantillon). Enfin, les grille-pains et les friteuses sont moins nombreux mais il se peut que certains, rangés dans des placards, n'aient pas été inventoriés. Pour les autres appareils, la représentativité est excellente.

8.5. Cuisinières électriques

28 cuisinières ont été inventoriées.



Figure 8-2 : Photographies de cuisinières électrique (gauche) et gaz (droite)

Caractéristiques de l'échantillon

Types d'équipement

L'échantillon est constitué à part égale de cuisinières tout électrique et de gazinières (Figure 8-3). On trouve également 4 appareils avec four électrique et plaques majoritairement (ou tout) gaz.

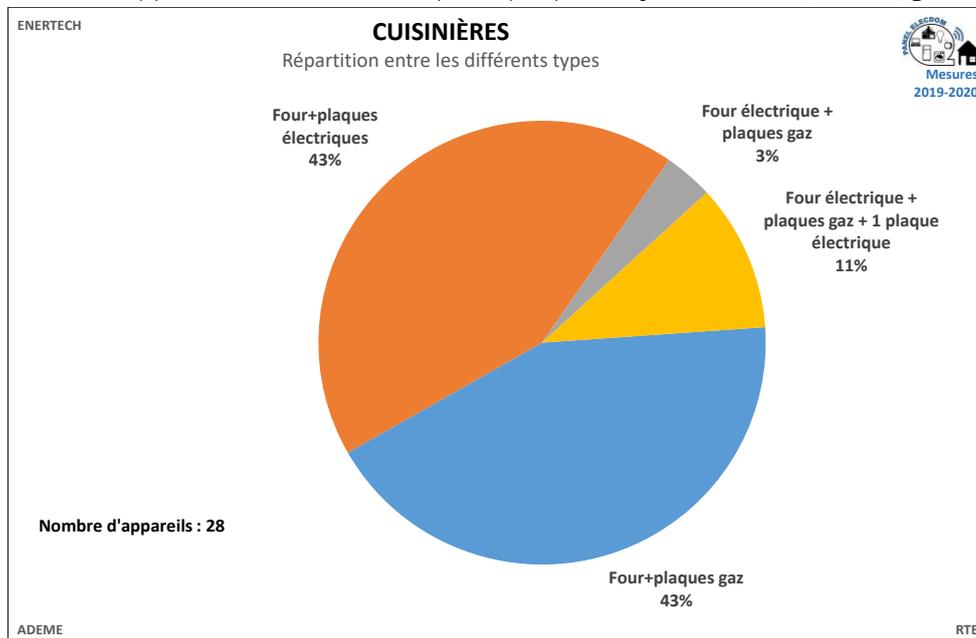


Figure 8-3 : CUISINIÈRES - Répartition entre les différents types de modèle.

NB : dans la suite du paragraphe on ne considère plus que les appareils électriques, c'est-à-dire toutes les cuisinières sauf les gazinières.

Age

L'âge des appareils est connu pour les trois quarts de l'échantillon. La moitié des cuisinières pour lesquelles on possède l'information a entre 2 et 5 ans (Figure 8-4). L'âge moyen vaut 7,8 ans.

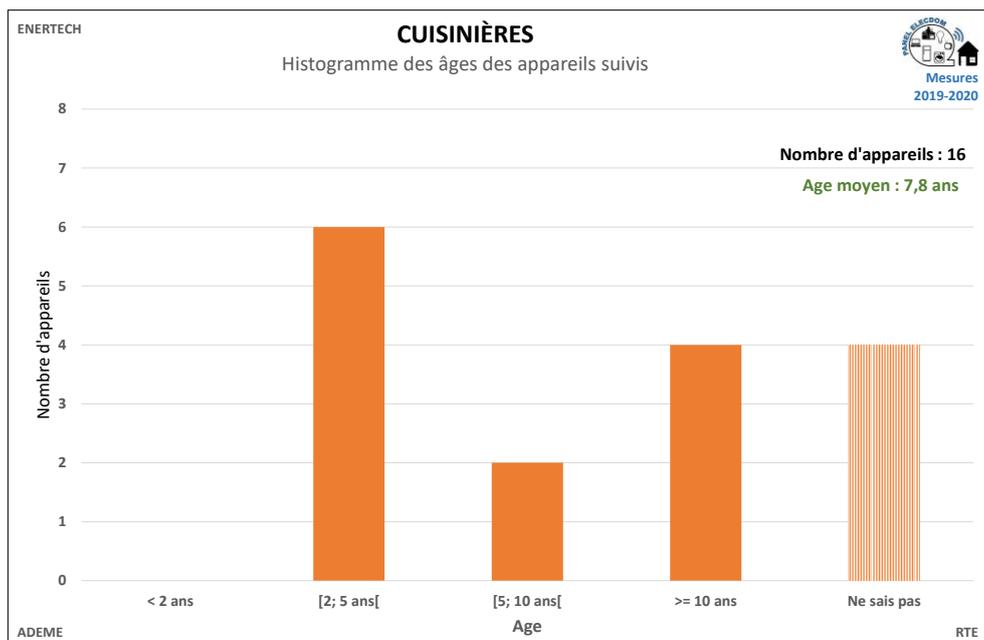


Figure 8-4 : CUISINIÈRES - Histogramme des âges.

Consommations annuelles

La consommation moyenne annuelle des cuisinières est de **164 kWh/an** (Figure 8-5). Les différences s'expliquent davantage par les durées d'utilisation que par le modèle d'appareils. Ainsi les cuisinières tout électriques sont à la fois les plus et les moins consommatrices de l'échantillon.

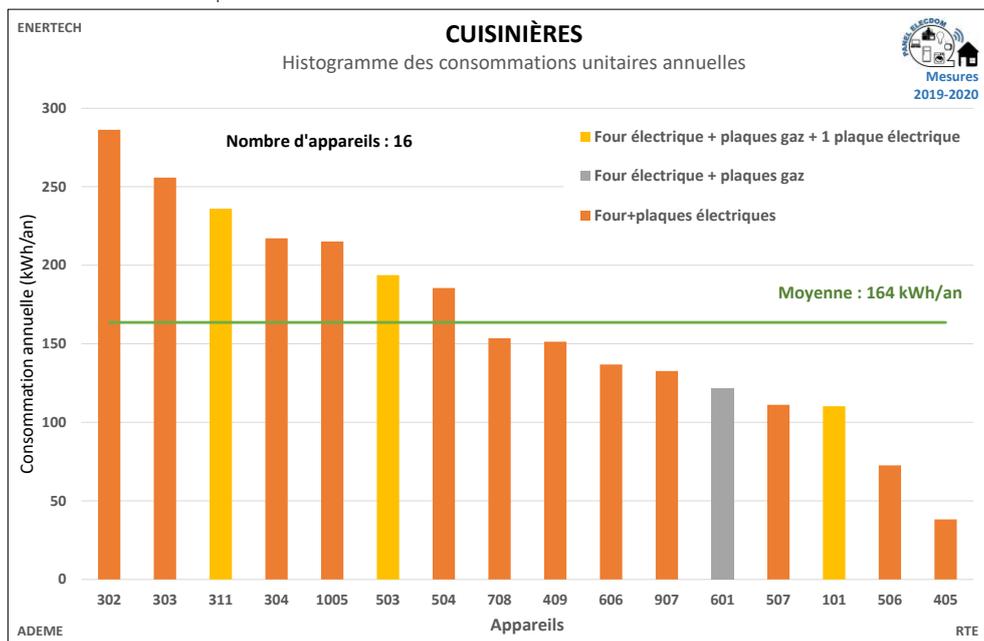


Figure 8-5 : CUISINIÈRES - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

La consommation des cuisinières a été divisée par 2,8 au cours des 22 dernières années (Figure 8-6). Il ne faut tout de même pas tirer de conclusion trop hâtive car la taille de l'échantillon Panel est restreinte et certaines spécificités (la nature des plaques par exemple) des différents échantillons peuvent avoir un impact sur la consommation moyenne.

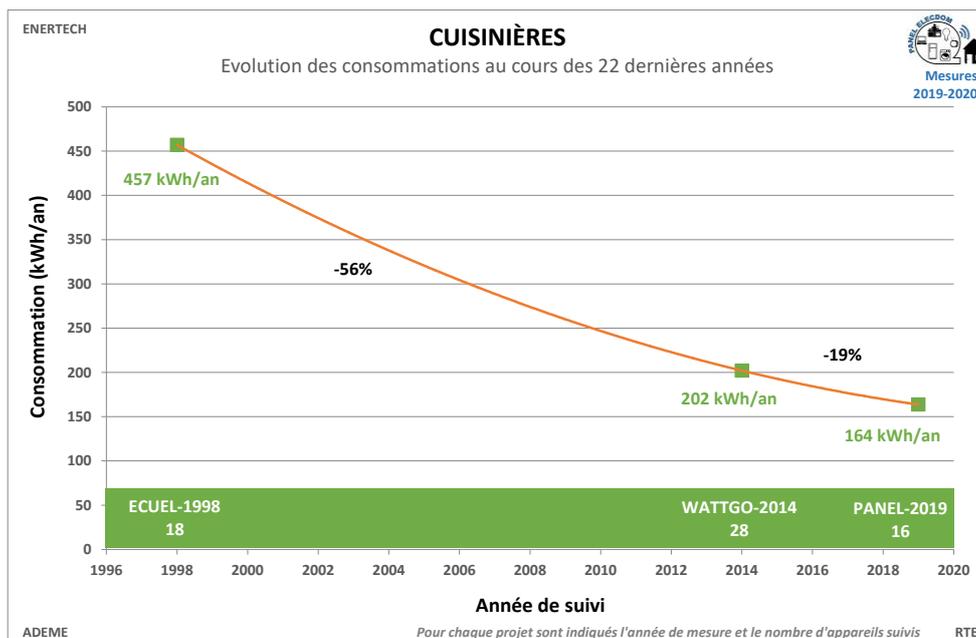


Figure 8-6 : CUISINIÈRES - Evolution des consommations au cours des 22 dernières années.

Saisonnalité

La courbe de saisonnalité est très irrégulière (Figure 8-7), dénotant un usage très variable d'une semaine à l'autre. Les cuisinières sont cependant beaucoup moins utilisées entre fin juin et fin août.

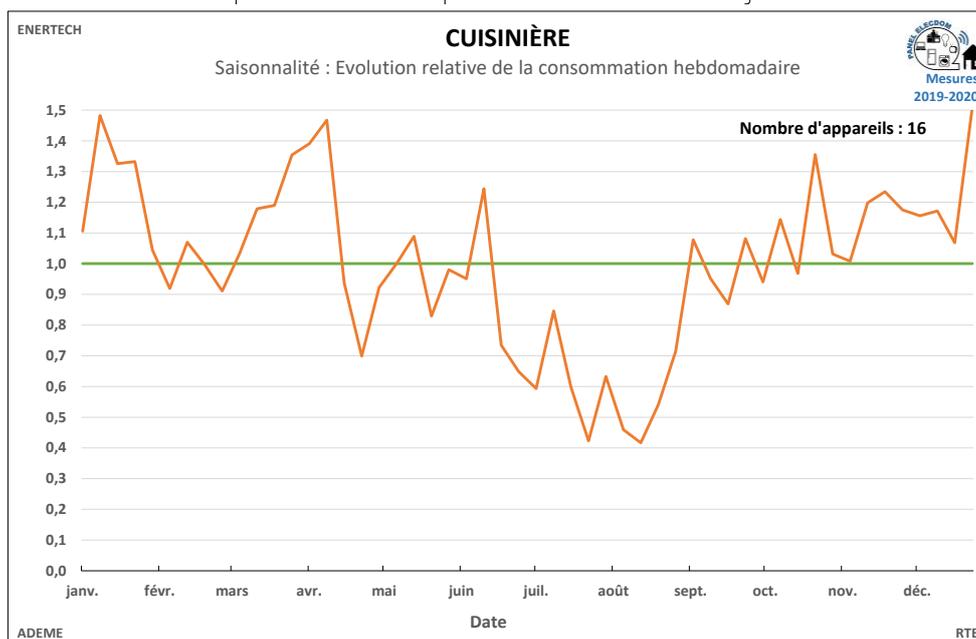


Figure 8-7 : CUISINIÈRES – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge horaire

De façon logique, on note deux pics d'utilisation des cuisinières au cours de la journée : un premier centré sur la tranche horaire [12 ; 13 heures] et un second centré sur [19 ; 20 heures] (Figure 8-8).

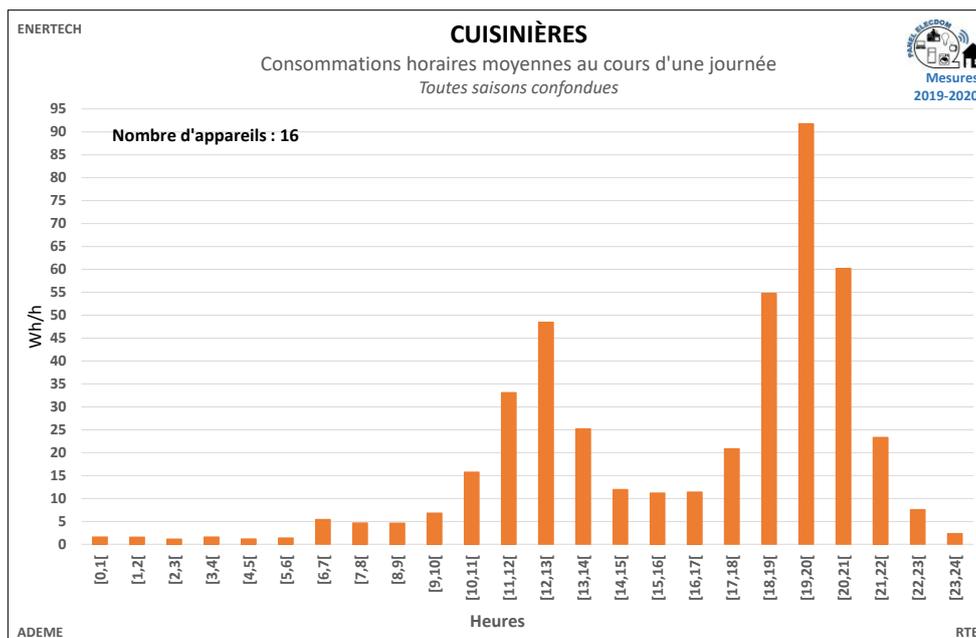


Figure 8-8 : CUISINIÈRES – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

8.6. Plaques de cuisson

L'échantillon se compose de 74 ensembles de plaques de cuisson dont 3 n'ont pas pu être suivis.



Figure 8-9 : Photographies de plaques de cuisson – De gauche à droite – Induction, Vitrocéramique, fonte.

Caractéristiques de l'échantillon

Types d'équipement

La première plaque à induction encastrable grand public a été commercialisée au début des années 1990. En 30 ans, ce mode de cuisson est devenu le plus courant, avec 39% du parc total installé (Figure 8-10). Les plaques de cuisson gaz restent très répandues, couvrant 30% de l'ensemble de l'échantillon, voire 37% si on ajoute les plaques mixtes. Viennent ensuite les plaques vitrocéramiques. Enfin, les plaques en fonte tendent à disparaître.

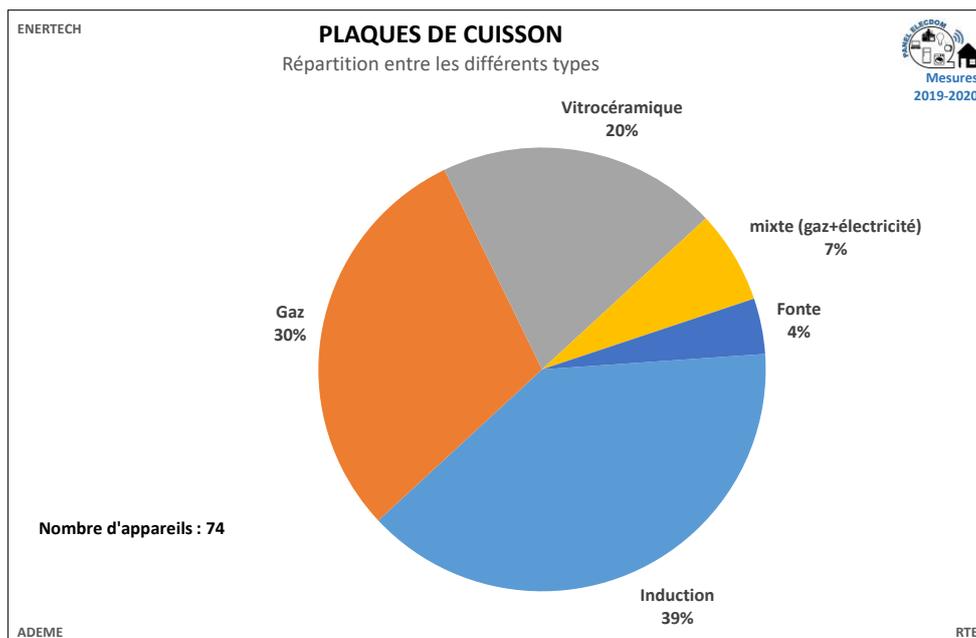


Figure 8-10 : PLAQUES DE CUISSON - Répartition entre les différents types

NB : dans la suite du paragraphe on ne considère plus que les plaques électriques ou mixtes.

Age

Il n'y a pas de catégorie d'âge prédominante (Figure 8-11). L'âge moyen des plaques de cuisson est de 8,0 ans. Les plaques à induction sont celles qui les plus récentes mais un quart de celles dont on connaît l'âge a plus de 10 ans. La tendance est inversée pour les plaques vitrocéramiques qui sont plus nombreuses à avoir plus de 10 ans (45%). Elle continue cependant à attirer des utilisateurs. En effet, 36% ont moins de 5 ans.

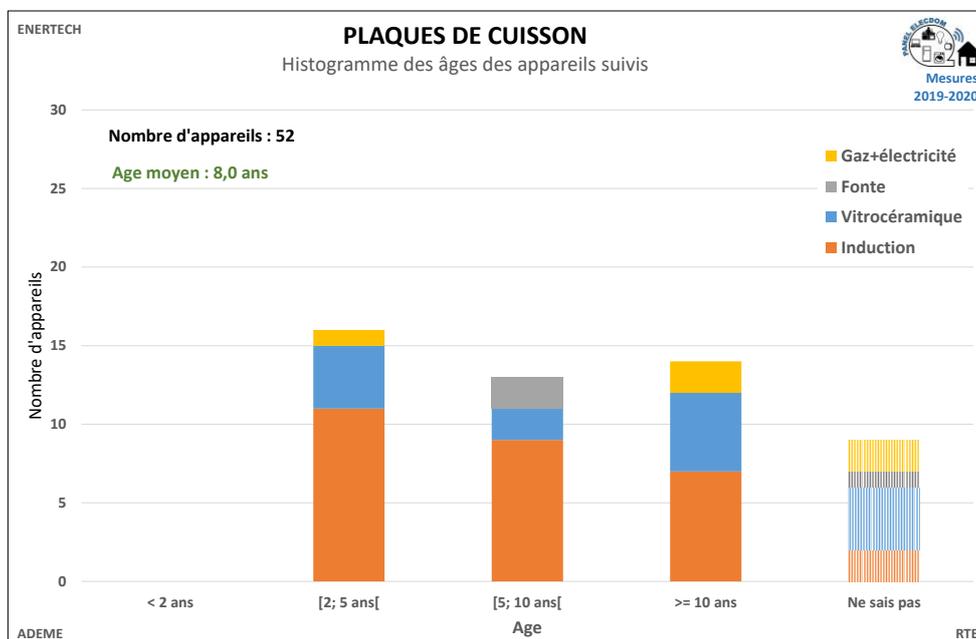


Figure 8-11 : PLAQUES DE CUISSON -Histogramme des âges.

Consommations annuelles

La consommation annuelle moyenne des plaques de cuisson s'étage entre 5kWh/an pour les modèles mixtes pour lesquels le gaz est majoritairement utilisé et 159kWh/an pour les vitrocéramiques (Figure 8-12). Les plaques à induction consomment 13% de moins que les vitrocéramiques. La consommation moyenne, tous types confondus, vaut 131 kWh/an.

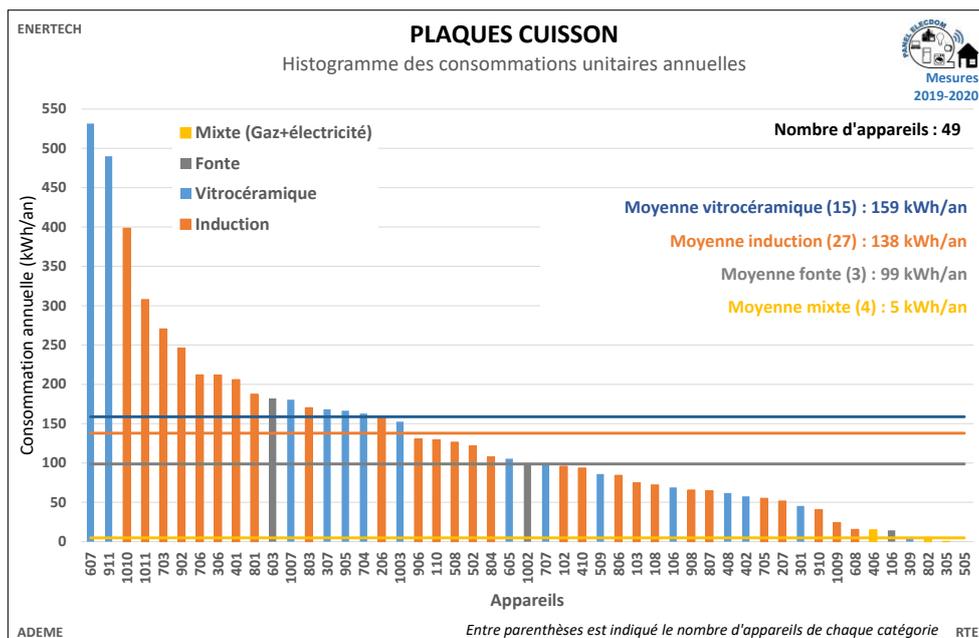


Figure 8-12 : PLAQUES DE CUISSON -Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Analyse des cycles

Nombre de cycles annuels

Le nombre moyen de cycles, tous types confondus, est de 409 cycles par an, soit 7,9 cycles par semaine (Figure 8-13). On observe légèrement plus de cycles chez les utilisateurs de plaques à induction que chez ceux qui possèdent des modèles vitrocéramiques (respectivement 430 et 410 cycles par an).

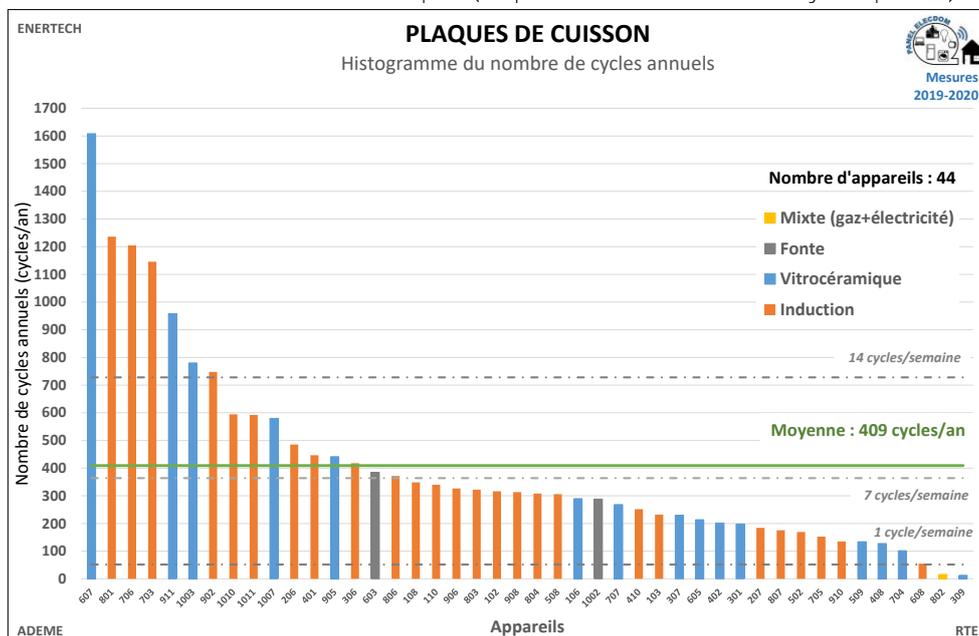


Figure 8-13 : PLAQUES DE CUISSON -Histogramme du nombre de cycles annuels.

Consommation par cycle

La consommation moyenne d'un cycle s'élève à 319 Wh (Figure 8-14). Il est impossible d'étudier leur durée car le pas de temps de la mesure (10 minutes) est trop grand pour fournir des résultats pertinents.

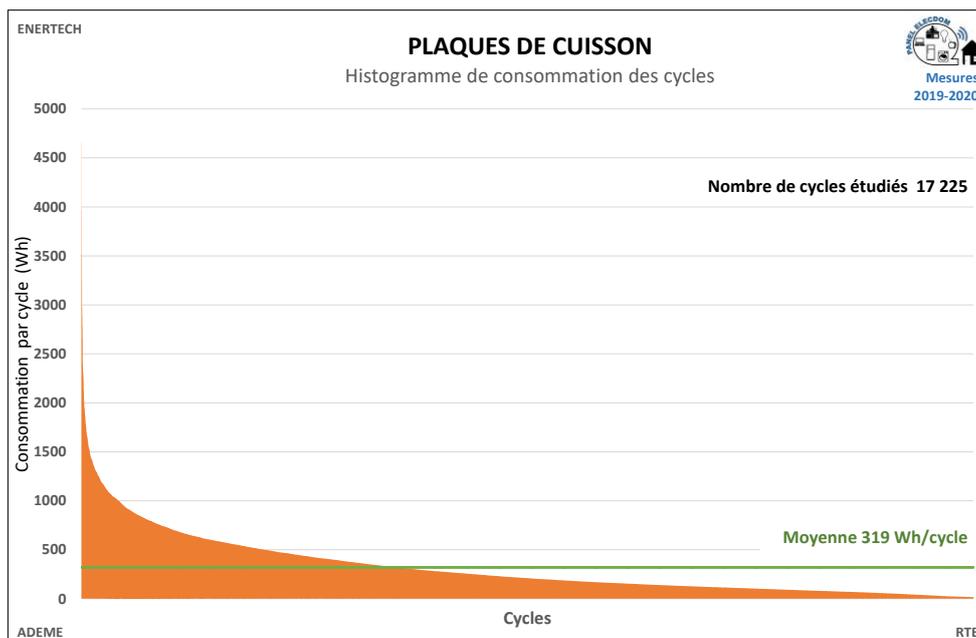


Figure 8-14 : PLAQUES DE CUISSON -Histogramme des consommations des cycles.

Le graphique de la Figure 8-15 indique la consommation moyenne d'un cycle en fonction de la technologie. Les plaques en fonte sont les plus consommatrices (28% de plus que l'induction) suivies des plaques vitrocéramiques (23% de plus que l'induction) puis viennent les plaques à induction et enfin les plaques mixtes.

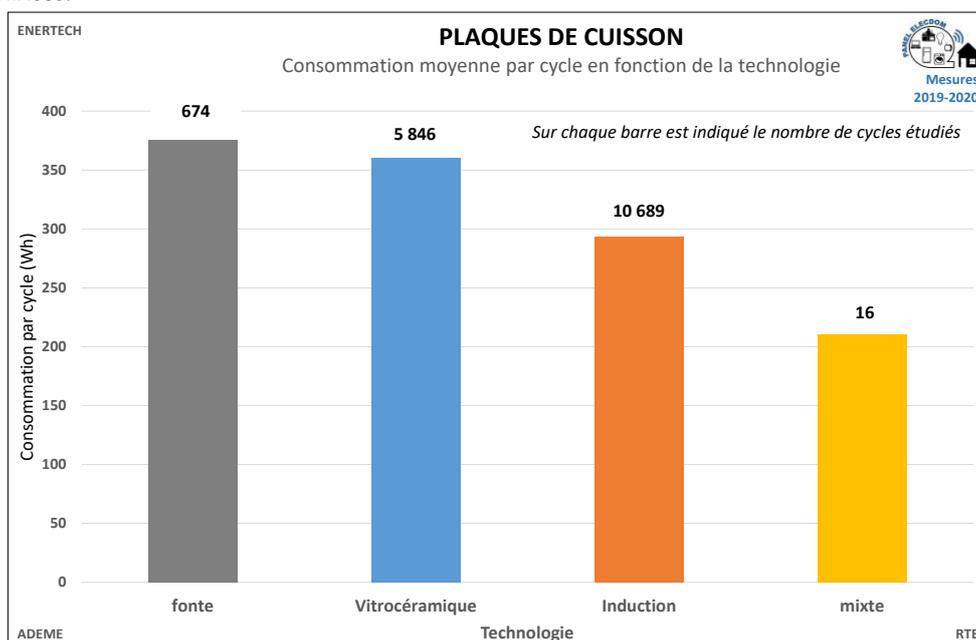


Figure 8-15 : PLAQUES DE CUISSON -Consommation moyenne d'un cycle en fonction du type.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

L'évolution de la consommation des plaques à induction est assez similaire à celle des cuisinières : après une chute importante entre 1998 et 2014, la baisse ralentit (Figure 8-16).

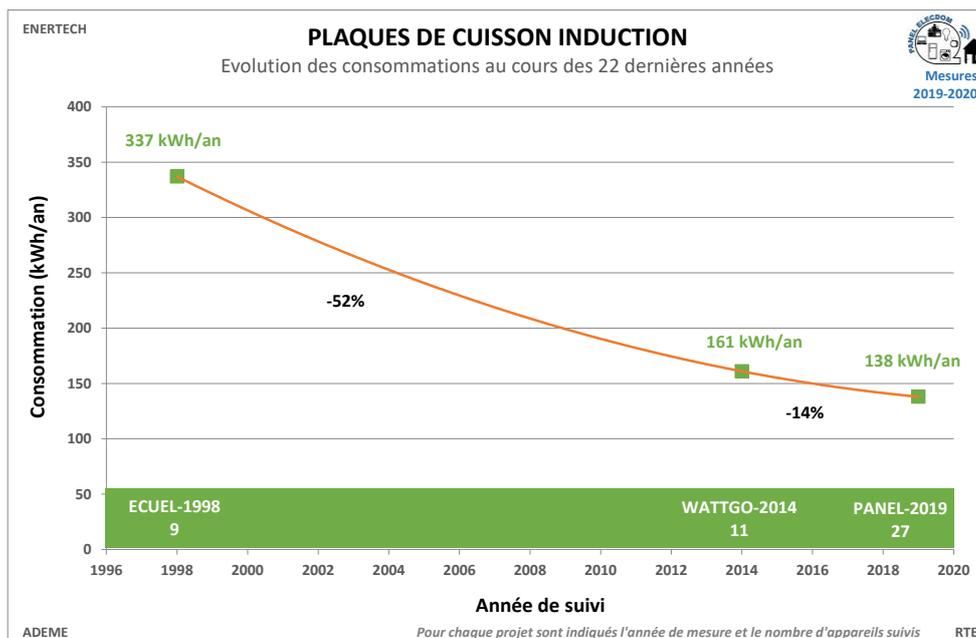


Figure 8-16 : PLAQUES DE CUISSON - Evolution de la consommation des plaques de cuisson à induction au cours des 22 dernières années.

La consommation des plaques vitrocéramiques a augmenté de 13% depuis la dernière campagne de mesures de 2014 (Figure 8-17). Ceci n'est qu'une tendance, aucune conclusion ne peut être tirée car l'échantillon est trop petit.

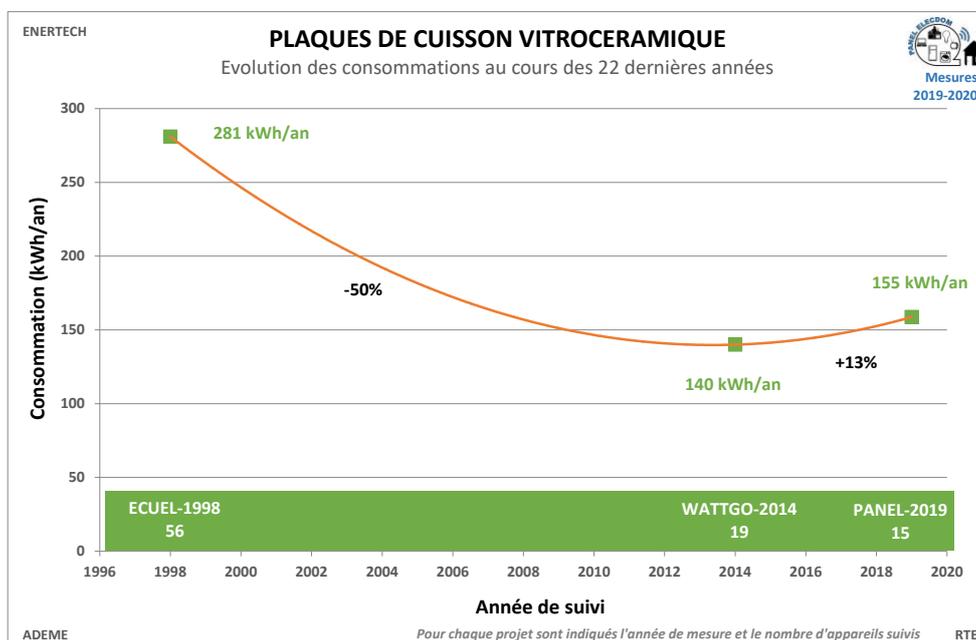


Figure 8-17 : PLAQUES DE CUISSON - Evolution de la consommation des plaques de cuisson vitrocéramiques au cours des 22 dernières années.

Enfin, la consommation des plaques en fonte poursuit une chute linéaire (Figure 8-18). Cependant ce résultat doit être considéré avec beaucoup de prudence du fait de la taille très restreinte de l'échantillon.

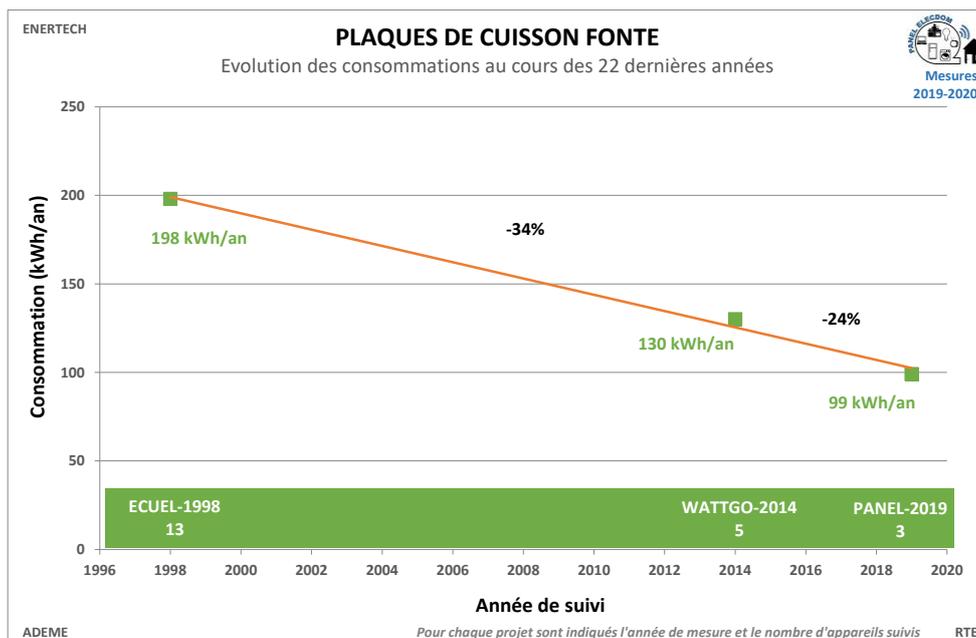


Figure 8-18 : PLAQUES DE CUISSON -Evolution des consommations des plaques de cuisson en fonte au cours des 22 dernières années.

Saisonnalité

La consommation des plaques de cuisson est saisonnière avec une moindre utilisation pendant l'été (Figure 8-19). On remarque également un pic d'utilisation au printemps. Ce phénomène est lié au confinement.

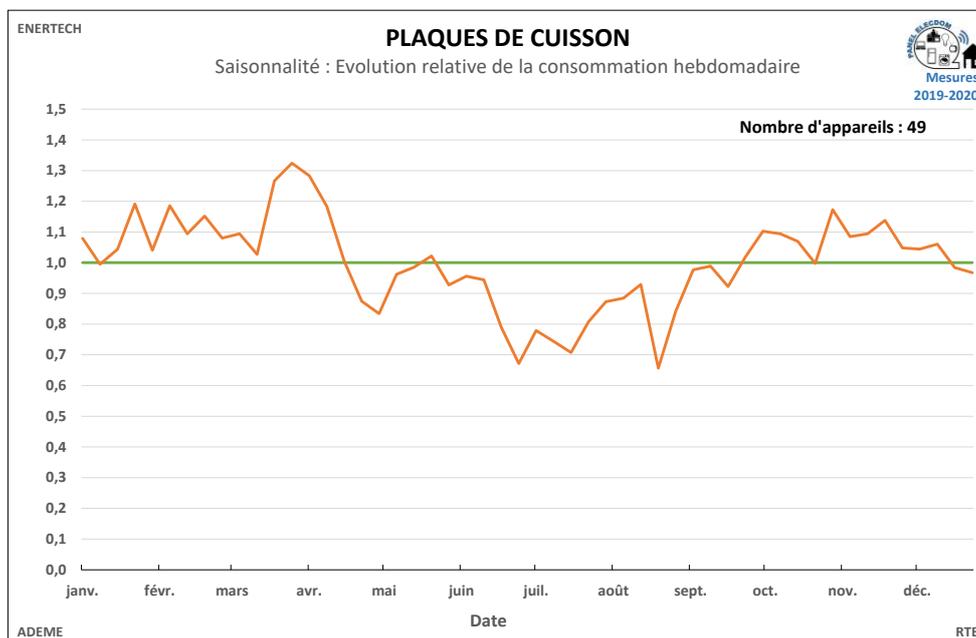


Figure 8-19 : PLAQUES DE CUISSON – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge horaire

Le profil de la courbe de charge est similaire à celui de tous les appareils de cuisine à savoir que la consommation est centrée autour des heures du déjeuner et du dîner (Figure 8-20).

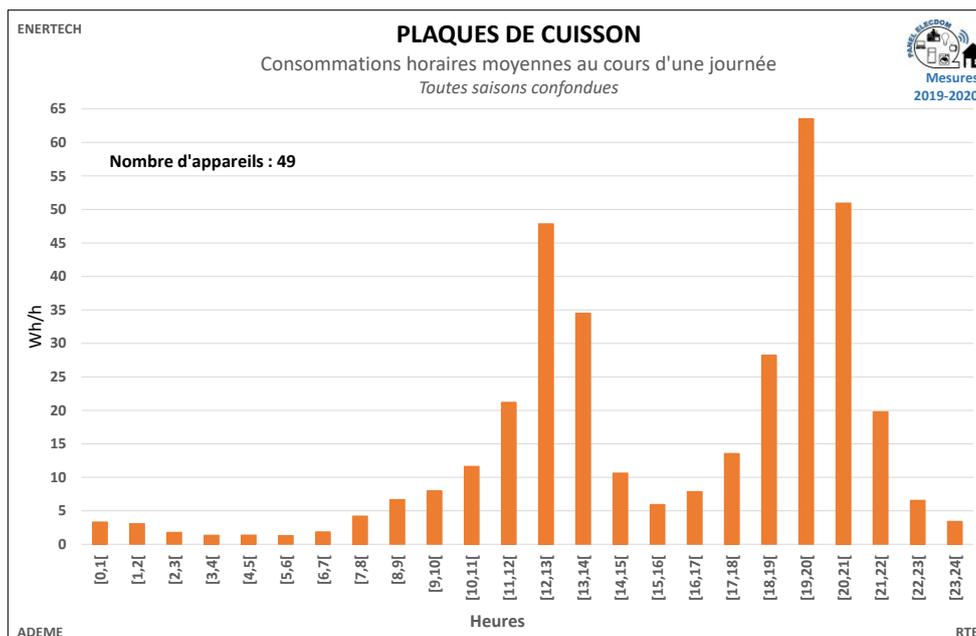


Figure 8-20 : PLAQUES DE CUISSON – Courbe de charge horaire moyenne- Toutes saisons confondues.

8.7. Fours encastrables électriques

L'échantillon est composé de 66 fours encastrables dont 2 n'ont pas pu être suivis du fait de problèmes techniques. Les fours encastrables sont couverts par l'étiquette énergie mais la révision de l'étiquette a pris beaucoup de temps et la totalité du marché est resté très longtemps en classe A, rendant inefficace cet outil règlementaire. Une étude préparatoire et de réexamen est en cours pour cet appareil. Elle débouchera sur une révision de la Directive Ecodesign et de l'Étiquette Energie.



Figure 8-21 : Photographies d'un four standard (gauche) et XXL (droite).

Caractéristiques de l'échantillon

Volume

NB : les volumes indiqués sont des volumes mesurés sur site. Il ne s'agit pas de la valeur déclarée par le fabricant. Cependant, la comparaison de ces deux données effectuées sur quelques appareils montre qu'elles sont très proches.

Le **volume moyen** des fours encastrables est de **63 litres**. Plus de la moitié correspond à des modèles standards, environ un quart à des modèles XL et 18% à des modèles XXL (Figure 8-22).

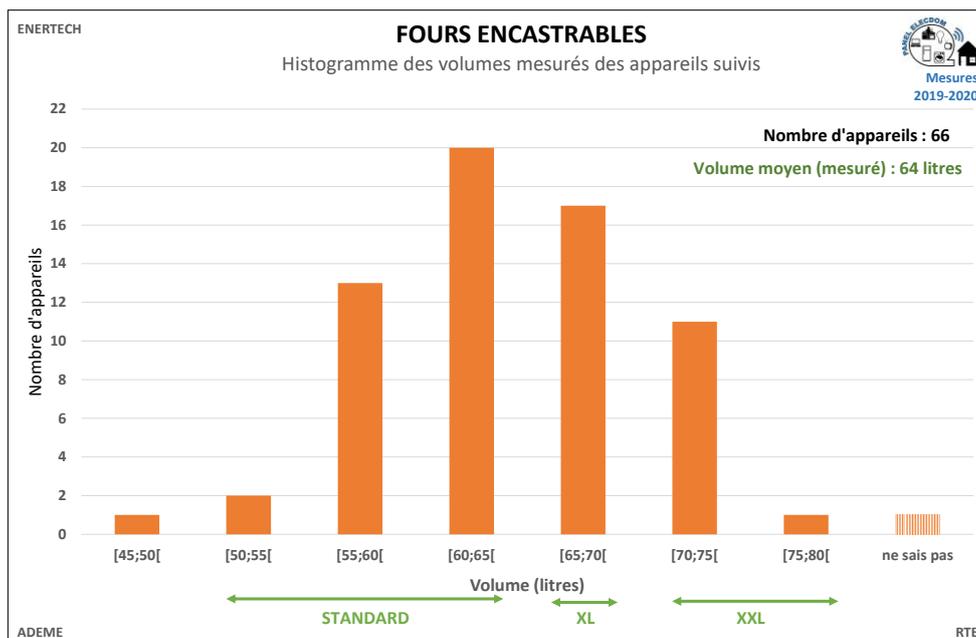


Figure 8-22 : FOURS ENCASTRABLES – Histogramme des volumes mesurés des appareils suivis.

Age

L'âge moyen des fours encastrables s'établit à 7,3 ans (Figure 8-23) soit légèrement inférieur à celui des plaques de cuisson et des cuisinières. Cependant cet âge n'est connu que pour 82% de l'échantillon. Pour plus des trois quarts des fours pour lesquels on possède l'information, il est compris entre 2 et 10 ans.

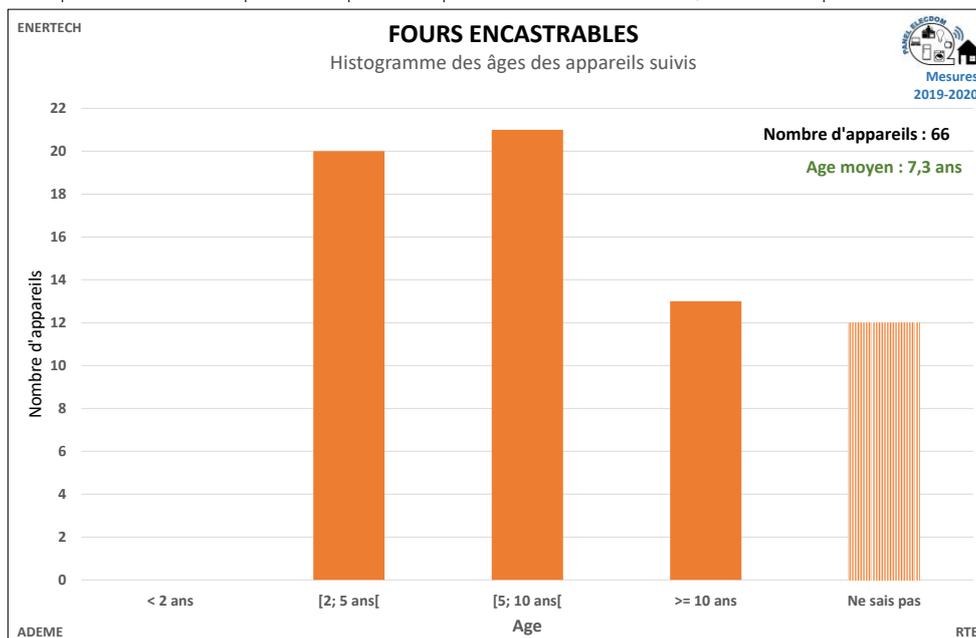


Figure 8-23 : FOURS ENCASTRABLES - Histogramme des âges.

Pratiques des ménages concernant le four

Les ménages du panel utilisent leur four régulièrement pour différents types de préparations culinaires. Près de 8 sur 10 cuisinent au moins trois types de plats différents, régulièrement.

Pour ces préparations culinaires, une majorité pratique le préchauffage du four avant la cuisson (7 sur 10). Néanmoins, 3 ménages sur 10 disent ne pas le faire, ou le faire peu souvent.

Les ménages ont décrit leur pratique de cuisson pour les principaux plats dont ils réalisent la cuisson au four. Pour une majorité de ménage (7 sur 10), le four sert à cuire d'abord des gâteaux, des quiches, des pizzas, des gratins. Les plats de viande et de poisson ne sont cuits au four que dans moins d'un ménage sur deux.

Pour ces types de plat, les ménages ont indiqué le mode d'utilisation de leur four³⁹ et la température de cuisson.

Nombre de plats différents cuisinés au four au moins 1 fois par mois	
Nombre de plats	Nombre de ménages
1	10
2	11
3 ou plus	78
NR	1

Préchauffage du four à vide avant d'enfourner un plat	
Nombre de plats	Nombre de ménages
Toujours	29
La plupart du temps	40
Pas souvent	22
Jamais	8
NC	1

Nombre de ménages ayant décrit un plat de ce type et précisé le mode de cuisson	
Type de plats	Réponses
Gâteau	71
Pizza, quiche	70
Gratin, lasagnes	65
Viande, poisson	45
Autres	10

100 ménages panel Elecdom

Consommations annuelles

La consommation des fours varie entre 8 et 486 kWh/an (Figure 8-24). Le logement présentant la plus faible consommation est également équipé d'un minifour qui est utilisé prioritairement. La valeur moyenne s'établit à **146 kWh/an**, soit 11% de plus que celle des plaques de cuisson.

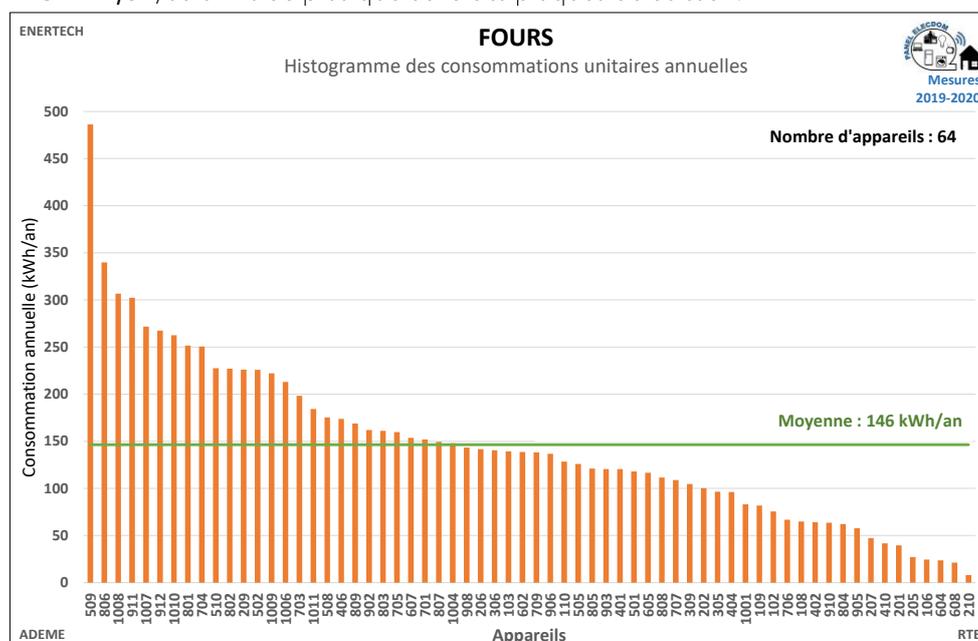


Figure 8-24 : FOURS ENCASTRABLES - Histogramme des consommations annuelles.

Analyse des cycles

Nombre de cycles annuels

Les fours sont utilisés en moyenne **3,6 fois par semaine** (Figure 8-25), soit 2,2 fois moins que les plaques chauffantes.

82% des participants s'en servent entre 1 et 7 fois par semaine, 11% moins d'une fois par semaine et 6% plus d'une fois par jour.

³⁹ Convection naturelle/ Chaleur tournante/ Chaleur de sole/ Gril/ autre

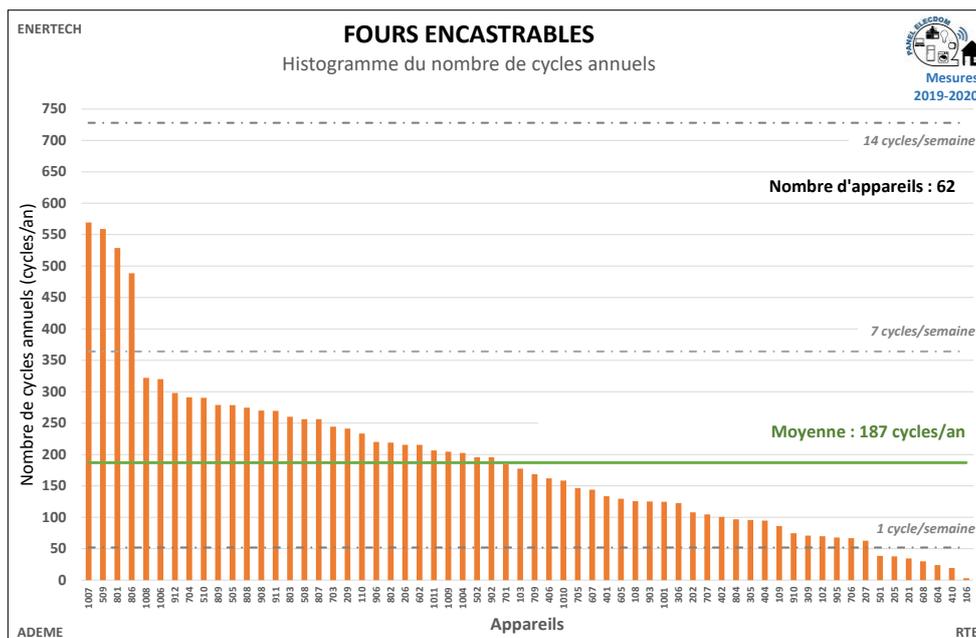


Figure 8-25 : FOURS ENCASTRABLES - Histogramme du nombre de cycles annuels.

Consommation par cycle

La consommation moyenne d'un cycle est de 765 Wh (Figure 8-26), soit 14% de moins qu'il y a 22 ans (889 Wh/cycle mesurés dans la campagne de mesures ECUEL). Cette baisse paraît faible en comparaison de celle observée pour d'autres types d'appareils (froid, lavage, séchage). Elle est la preuve que soit le mode d'utilisation a changé (cycle plus long et/ou à température plus élevée), soit très peu de progrès techniques ont été réalisés sur cet appareil. Il se peut également que la tendance à s'équiper de fours de grandes capacités (modèles XL et XXL) explique en partie ce résultat décevant.

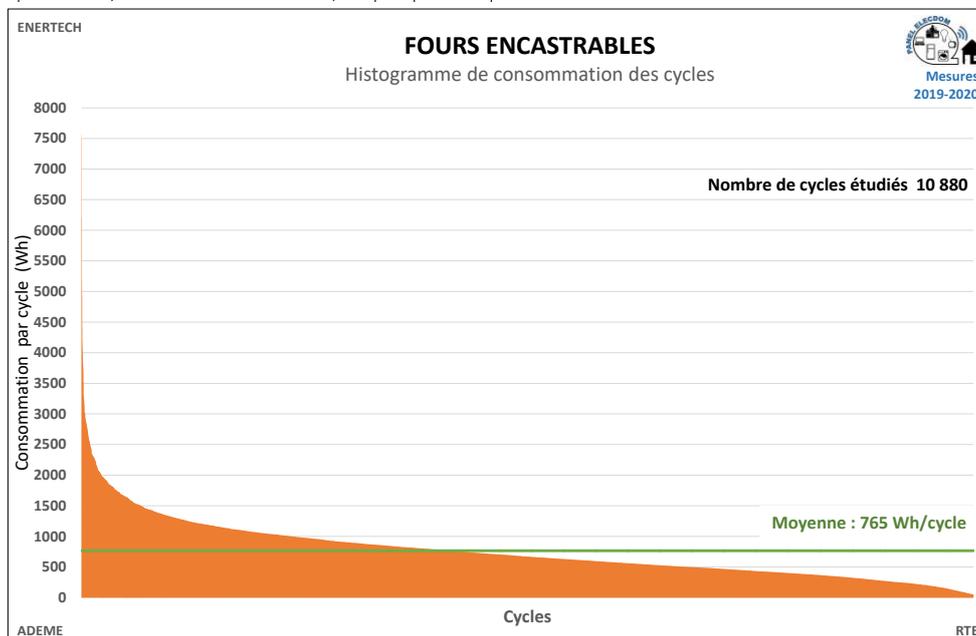


Figure 8-26 : FOURS ENCASTRABLES - Histogramme des consommations des cycles.

Durée des cycles

La durée moyenne d'un cycle est de 51 ± 10 minutes (Figure 8-27). Pour le cycle le plus long, on observe une puissance de l'ordre de 45W pendant plus de 6 heures en fin de cycle (probablement due au ventilateur).

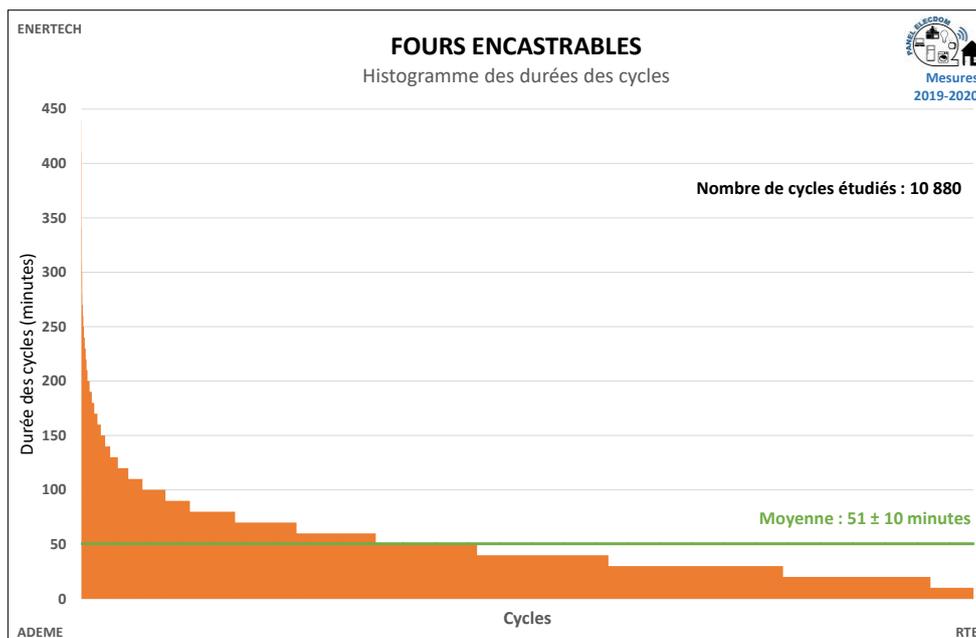


Figure 8-27 : FOURS ENCASTRABLES - Histogramme des durées des cycles.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

La consommation des fours encastrables mesurée lors de cette campagne de mesure est supérieure de 37% à celle mesurée il y a 5 ans dans l'étude menée par Wattgo et 35% inférieure à celle de 1998 – campagne de mesures ECUEL- (Figure 8-28). L'augmentation récente s'explique probablement en partie par le caractère particulier de cette année de mesure.

En effet, pour 74% des logements, la période de mesure contient 1 mois de confinement (cf. paragraphe 1.4). Cependant cette explication n'est pas suffisante pour justifier d'une telle augmentation qui tient aussi peut-être aux spécificités de l'échantillon.

La baisse de consommation au cours du temps est, dans tous les cas, moins importante que pour les autres appareils.

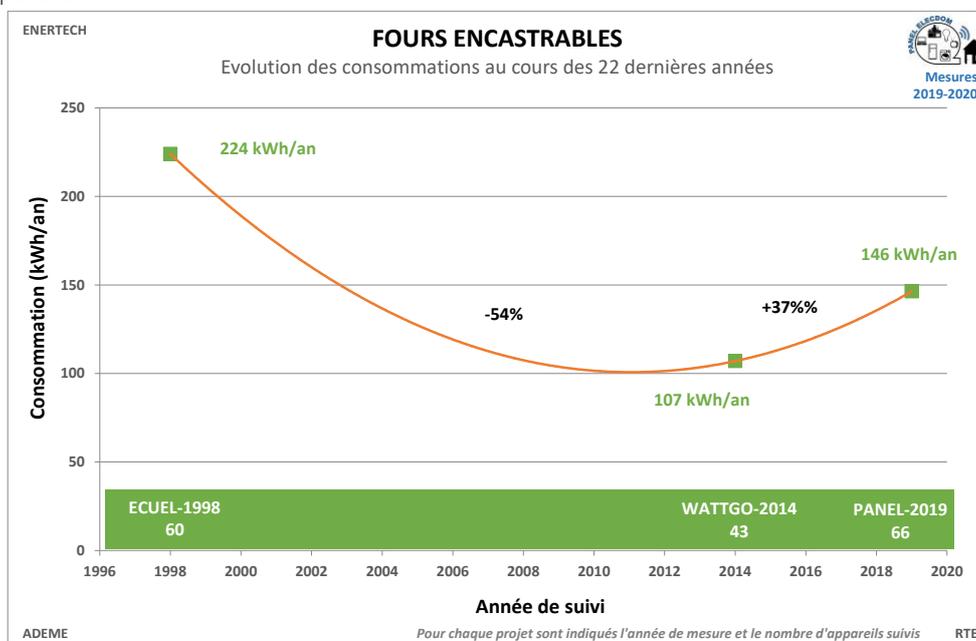


Figure 8-28 : FOURS ENCASTRABLES - Evolution des consommations au cours des 22 dernières années.

Saisonnalité

L'effet du confinement est très marqué pour les fours encastrables. En effet, on observe un pic d'utilisation au printemps (Figure 8-29). Cela explique en partie le fait d'avoir mesuré une consommation supérieure à celle de 2014.

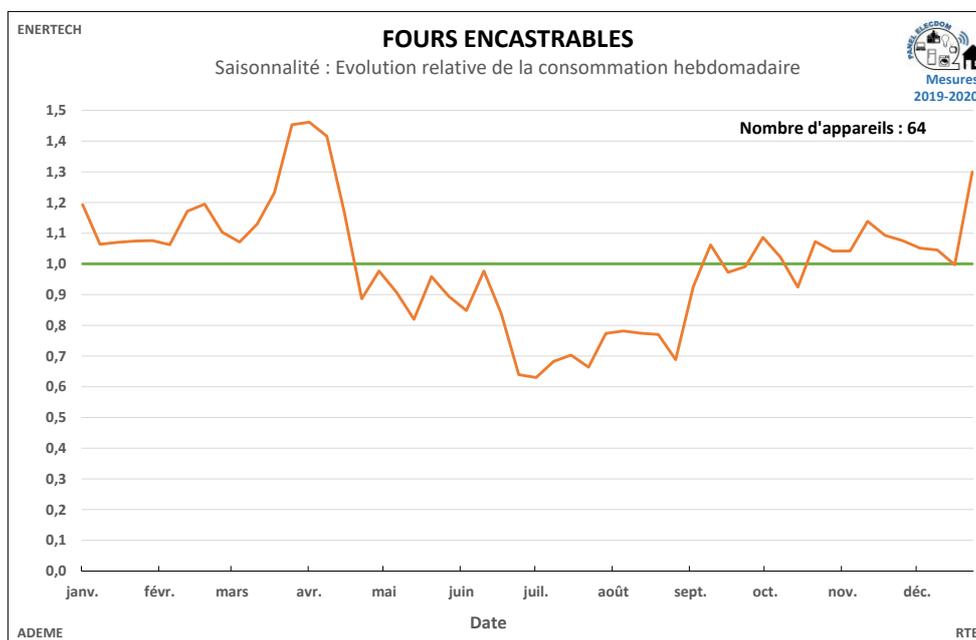


Figure 8-29 : FOURS ENCASTRABLES – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge horaire

Les fours sont eux-aussi majoritairement utilisés au moment des repas (Figure 8-30). On observe cependant un étalement de la consommation tout au long de la journée, en particulier l'après-midi.

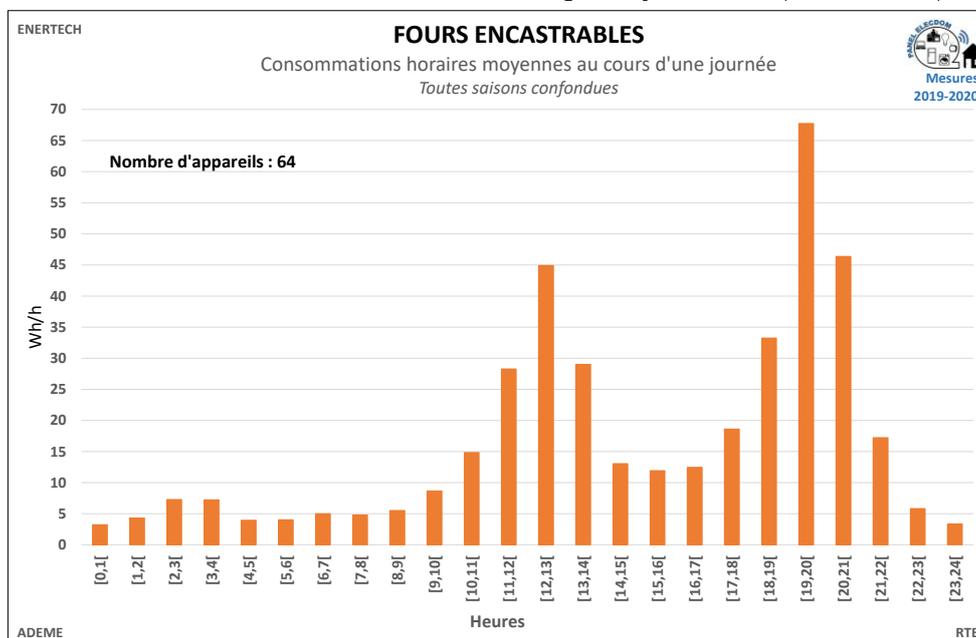


Figure 8-30 : FOURS ENCASTRABLES – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

8.8. Minifours posables

17 minifours posables ont été suivis.



Figure 8-31 : Photographie d'un minifour posable.

Caractéristiques de l'échantillon

Volume

NB : comme pour les fours encastrables les volumes donnés sont issus de mesures in situ et non de données fabricants (sauf quand l'information était disponible directement sur l'appareil).

On dénombre 2 catégories de minifours dans notre échantillon : les « petits » modèles (catégorie centrée sur la classe [15 ;20 litres) et les « grands » (centrée sur la classe [35 ;40 litres]). Les fours de faible contenance sont les plus nombreux (53%) et le volume moyen est égal à 26 litres (Figure 8-32), soit 2,5 fois moins que celui des fours encastrables.

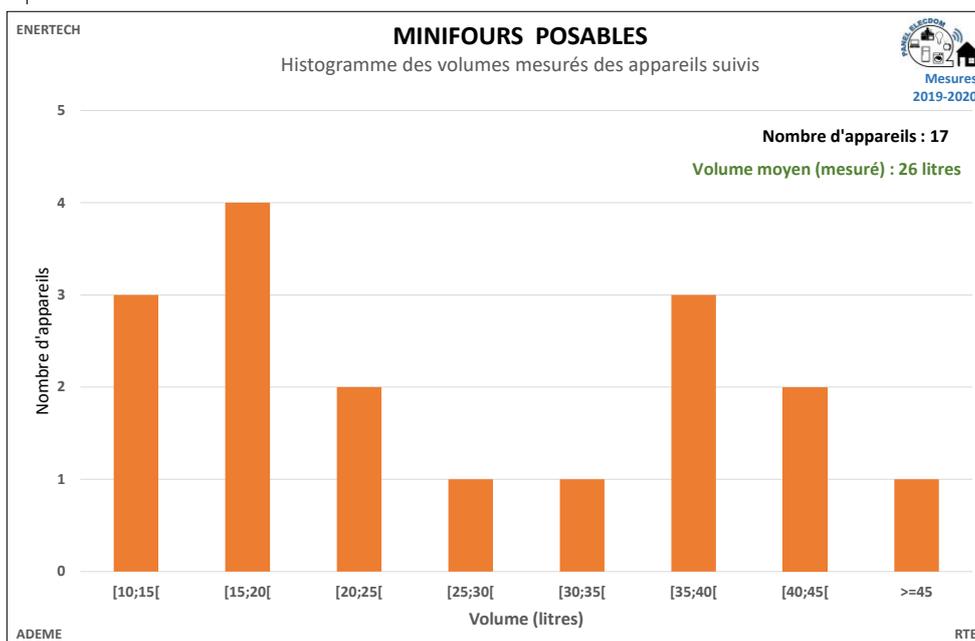


Figure 8-32 : MINIFOURS POSABLES - Répartition en fonction du volume.

Age

Les minifours posables sont plus âgés que les fours encastrables. L'âge moyen est de 9,9 ans (Figure 8-33).

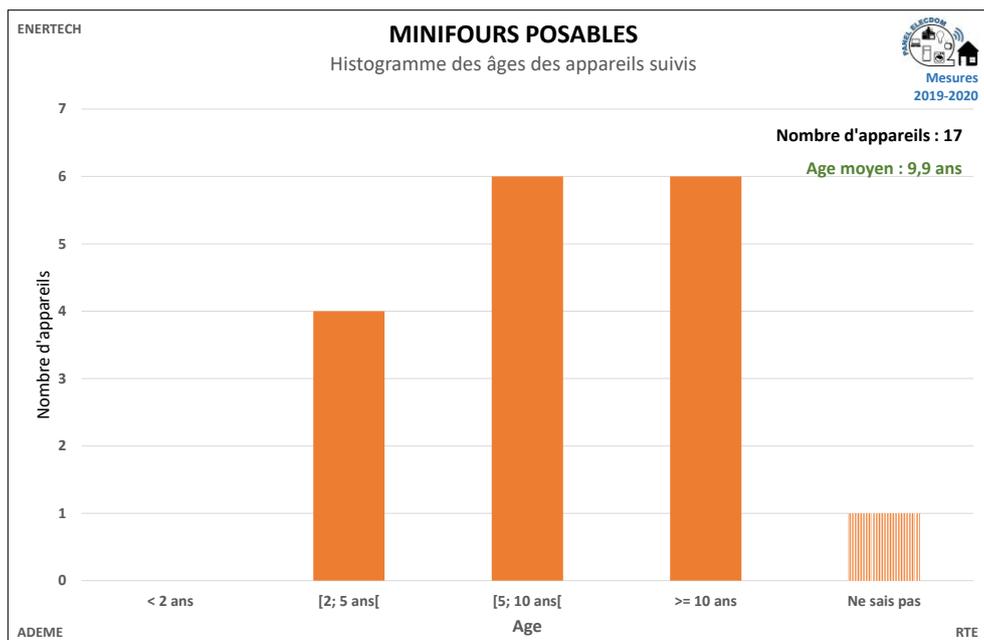


Figure 8-33 : MINIFOURS POSABLES - Histogramme des âges.

Consommations annuelles

La consommation moyenne des minifours posables est de 59 kWh/an (Figure 8-34), soit 2,5 fois moins que celle des fours encastrables. Cela s'explique par le fait que ceux-ci viennent souvent en complément d'un autre four.

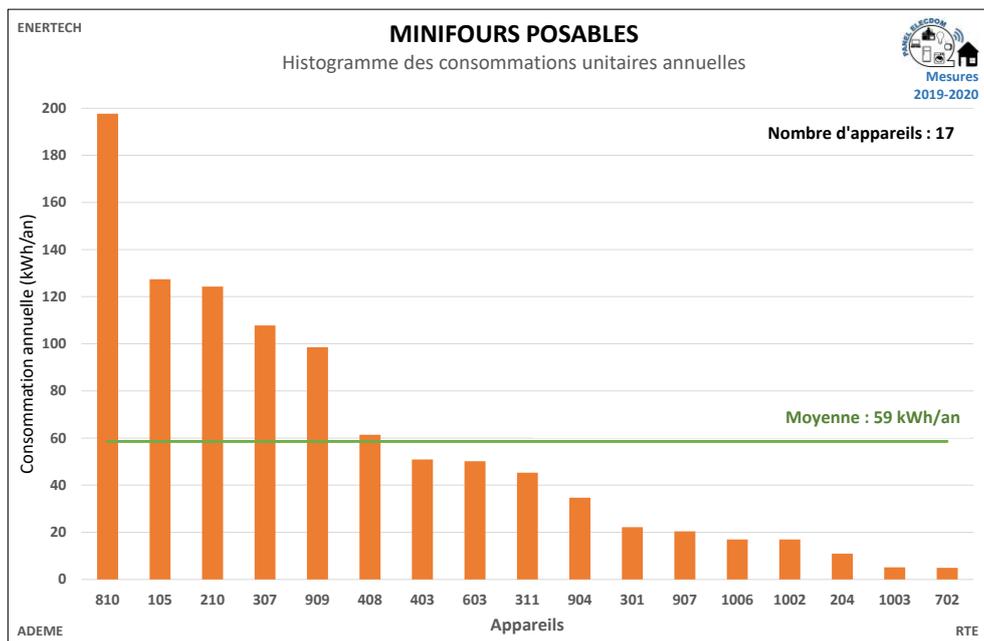


Figure 8-34 : MINIFOURS POSABLES - Histogramme des consommations annuelles.

Au cours des 22 dernières années leur consommation a été réduite de 41%. Nous ne possédons pas de données plus récentes (l'étude Wattgo de 2014 n'étudie pas ces appareils).

8.9. Fours micro-ondes

L'échantillon se compose de 89 fours micro-ondes qui ont tous été suivis.

Caractéristiques de l'échantillon

Age

L'âge n'est connu que pour 62% de l'échantillon. La valeur moyenne qui doit donc être considérée avec prudence, est de **7,0 ans** (Figure 8-35).

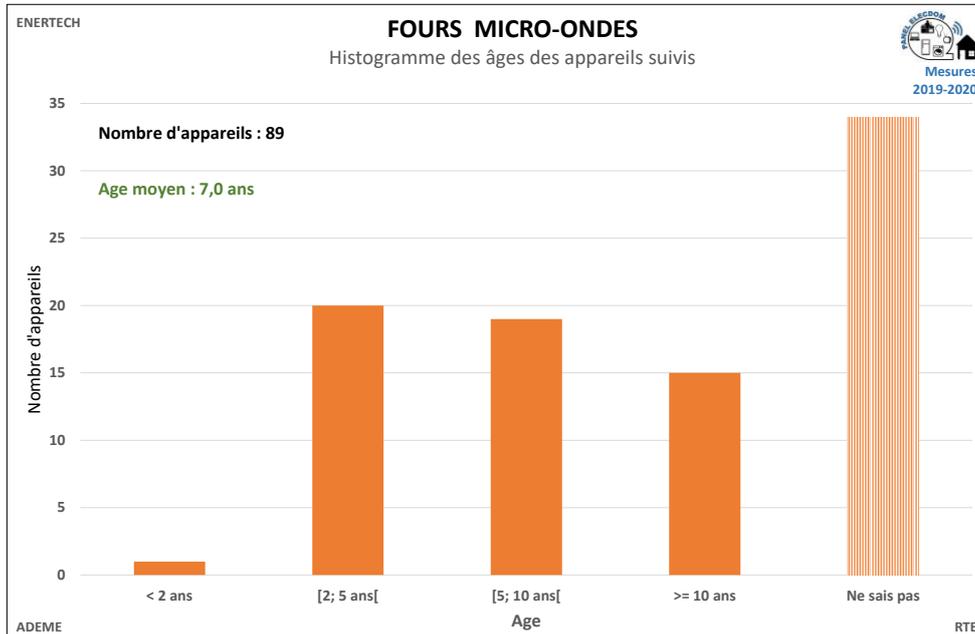


Figure 8-35 : FOURS MICRO-ONDES - Histogramme des âges.

Consommations annuelles

La consommation moyenne des fours micro-ondes vaut **39 kWh/an** (Figure 8-36). On note là encore de fortes disparités entre les appareils (rapport 1 à 31 entre le minimum –hors appareil à consommation nulle– et le maximum). Le four micro-ondes le plus consommateur appartient au même participant que le four encastrable le plus énergivore.

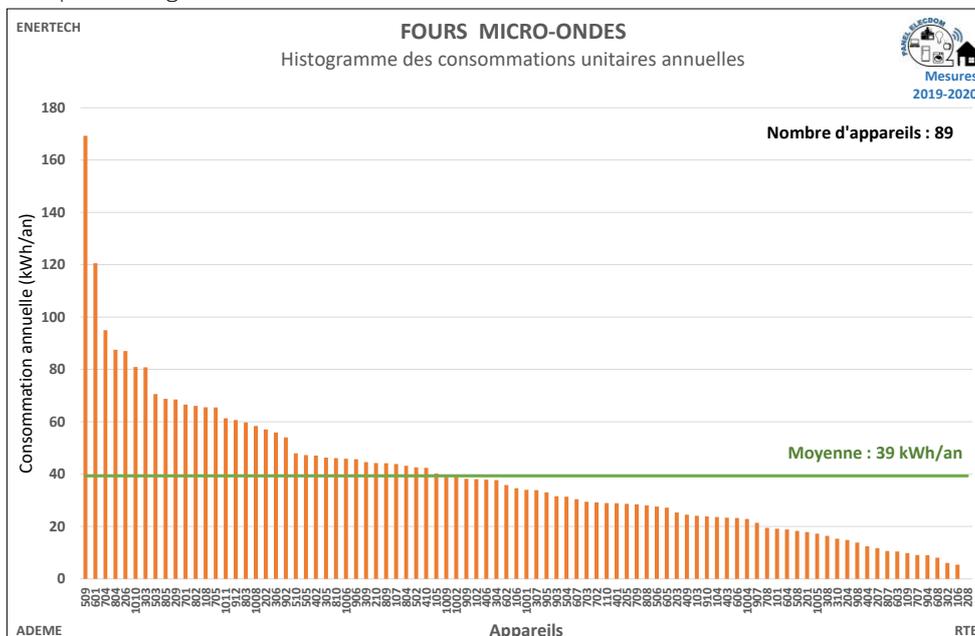


Figure 8-36 : FOURS MICRO-ONDES - Histogramme des consommations annuelles.

Evolution de la consommation sur plusieurs années

La consommation moyenne des fours micro-ondes continue de chuter, avec une baisse de 13% au cours des 5 dernières années (Figure 8-37).

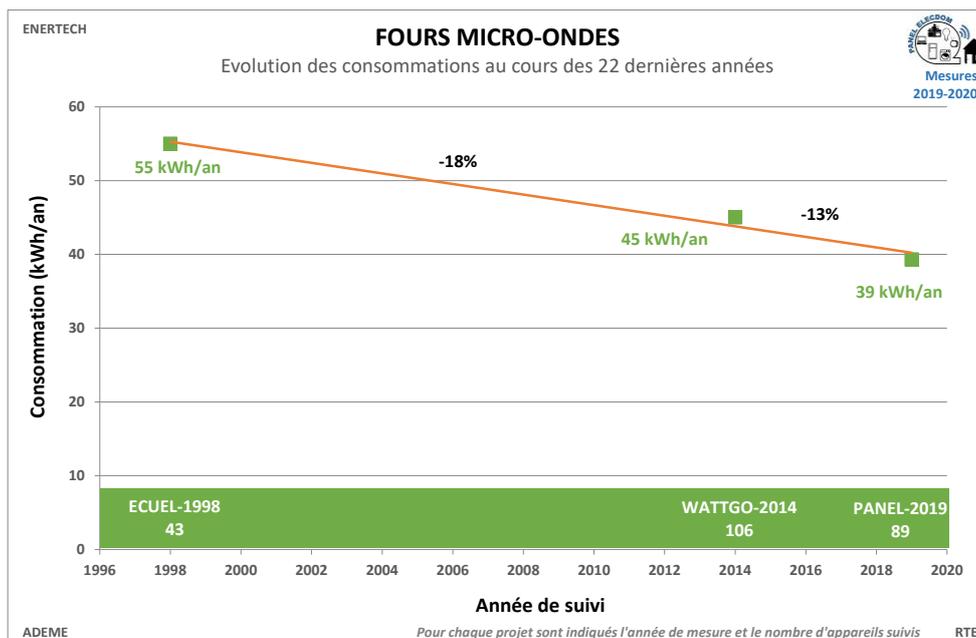


Figure 8-37 : FOURS MICRO-ONDES - Evolution des consommations au cours des 22 dernières années.

Saisonnalité

Les variations au cours de l'année sont les mêmes que pour les autres appareils de cuisine. La consommation est moins élevée en été (Figure 8-38).

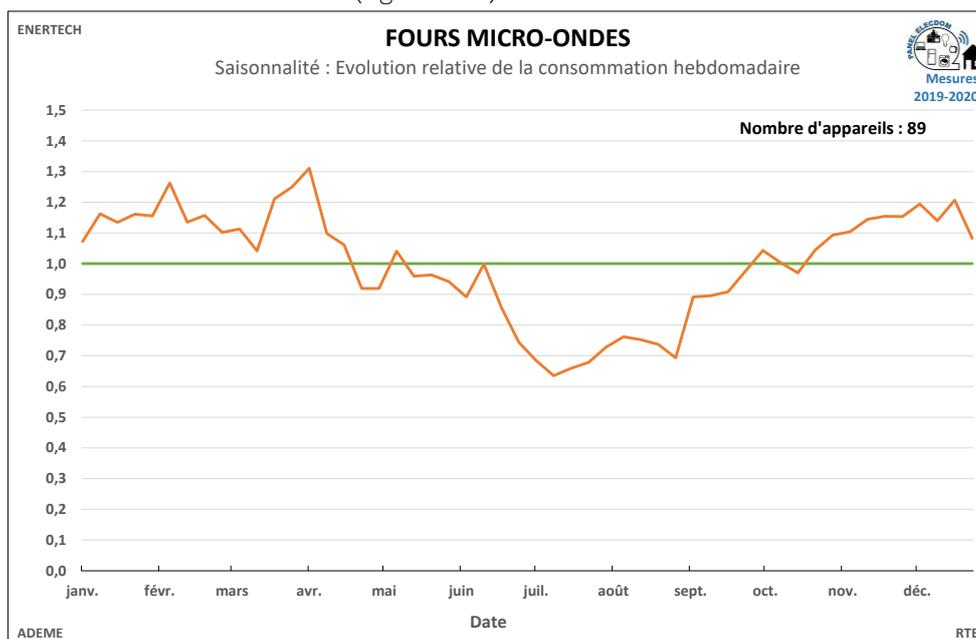


Figure 8-38 : FOURS MICRO-ONDES – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l'année.

Courbe de charge horaire

La puissance appelée par les fours micro-ondes est globalement assez constante (Figure 8-39). On remarque trois pics peu marqués à l'heure des petits déjeuners, déjeuner et dîner.

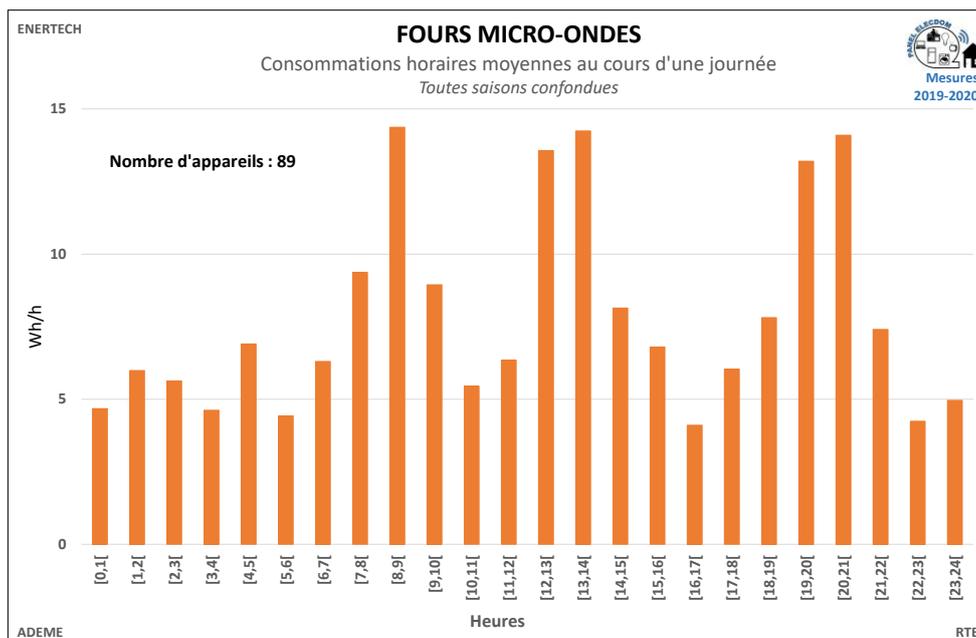


Figure 8-39 : FOURS MICRO-ONDES – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

8.10. Multicuseurs

L'échantillon comporte 38 multicuseurs. Nous en avons suivi 29.

Caractéristiques de l'échantillon

On trouve principalement trois marques et modèles de multicuseurs dans les logements (Figure 8-40 et Figure 8-41) :

- Thermomix de Vorwerk (34%)
- Cookeo de Moulinex (26%)
- Monsieur cuisine de Silvercrest (Lidl) (8%).



Figure 8-40 : Photographies de principaux robots multicuseurs – de gauche à droite, Thermomix (Vorwerk), Cookeo (Moulinex), Monsieur Cuisine (Silvercrest).

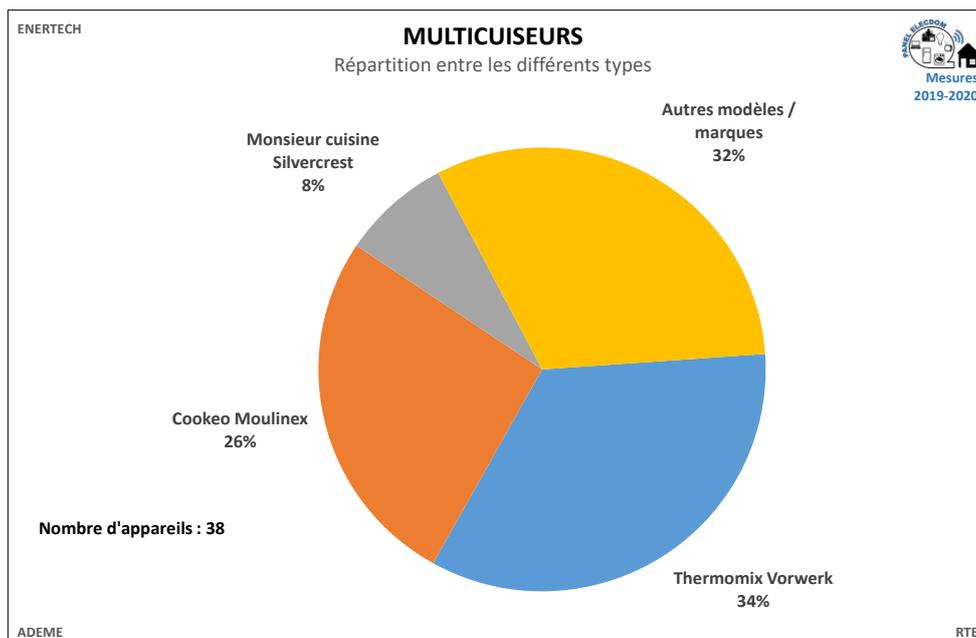


Figure 8-41 : MULTICUISEURS - Répartition entre les différents modèles.

Age

Les participants se sont équipés récemment de multicuiseurs. En effet, l'âge moyen sur l'échantillon est de 3,3 ans (Figure 8-42).

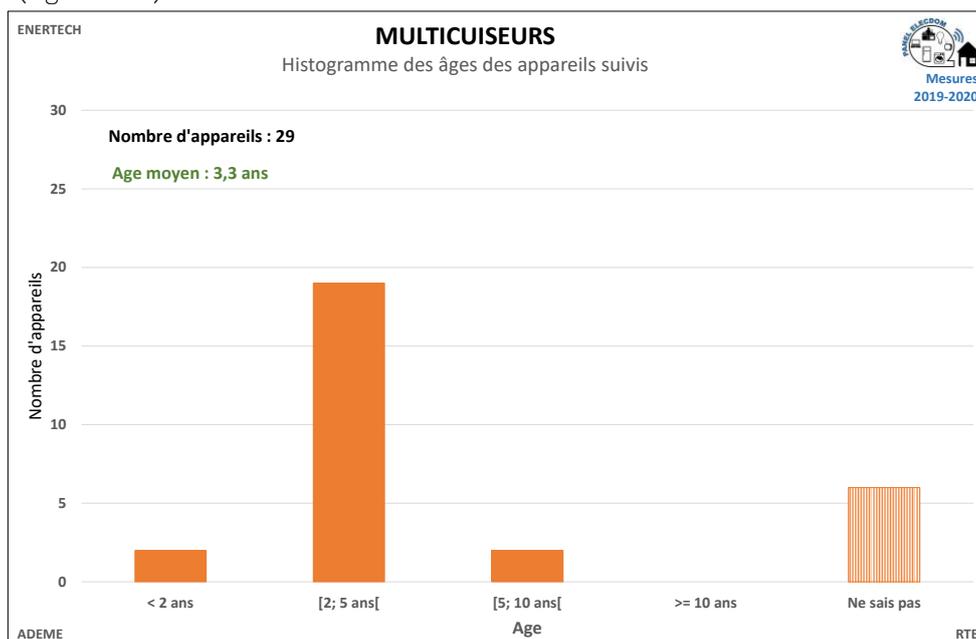


Figure 8-42 : MULTICUISEURS - Histogramme des âges.

Consommations annuelles

La consommation annuelle moyenne des multicuiseurs s'élève à 16 kWh/an, avec là encore une grande disparité (Figure 8-43).

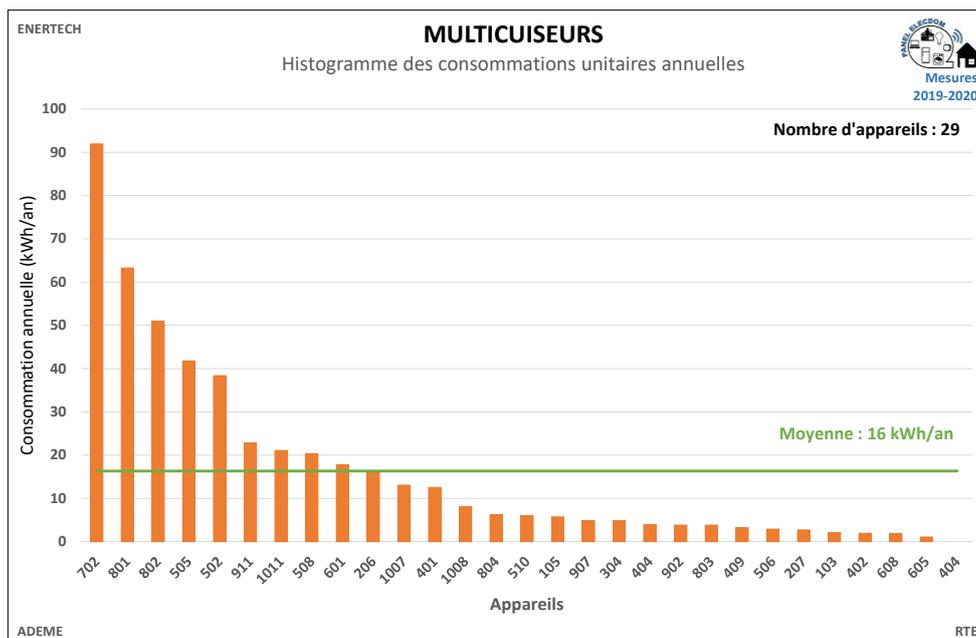


Figure 8-43 : MULTICUISEURS - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

8.11. Autres appareils de cuisine

Hottes aspirantes

On a dénombré 65 hottes de cuisine, seules 20 ont pu être suivies individuellement. Toutes les hottes suivies étaient munies d'un éclairage. La Figure 8-44 donne deux exemples d'appareils inventoriés.



Figure 8-44 : Photographies de hottes de cuisson.

Les hottes aspirantes consomment en moyenne 17 kWh/an (Figure 8-45), soit l'équivalent des multicuiseurs.

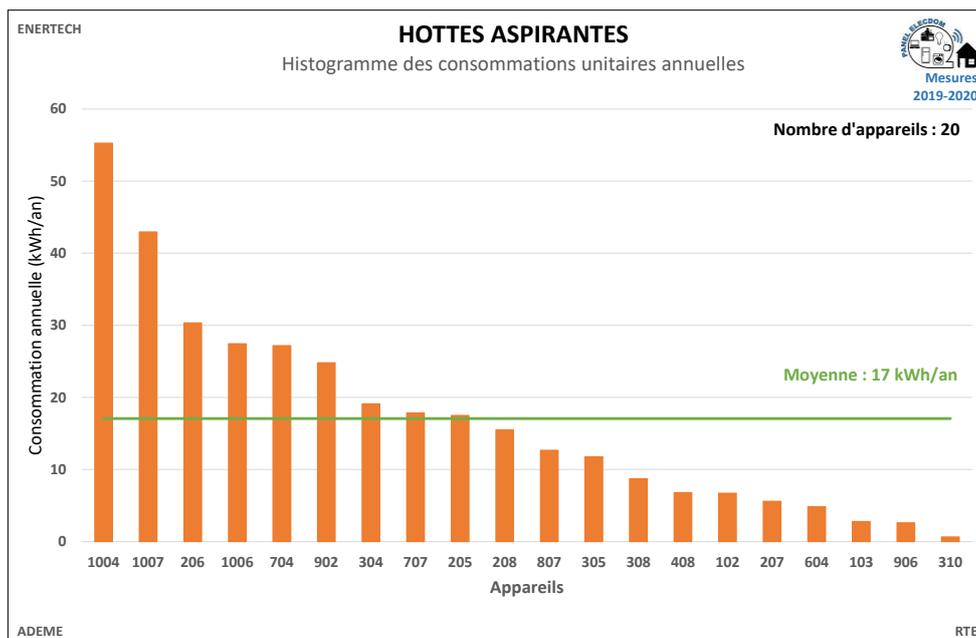


Figure 8-45 : HOTTES ASPIRANTES - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Les hottes aspirantes ont été suivies dans la campagne de mesures menée en 2014 par Wattgo. Les consommations observées il y a 5 ans sont du même ordre de grandeur que celles mesurées dans ce projet (Figure 8-46).

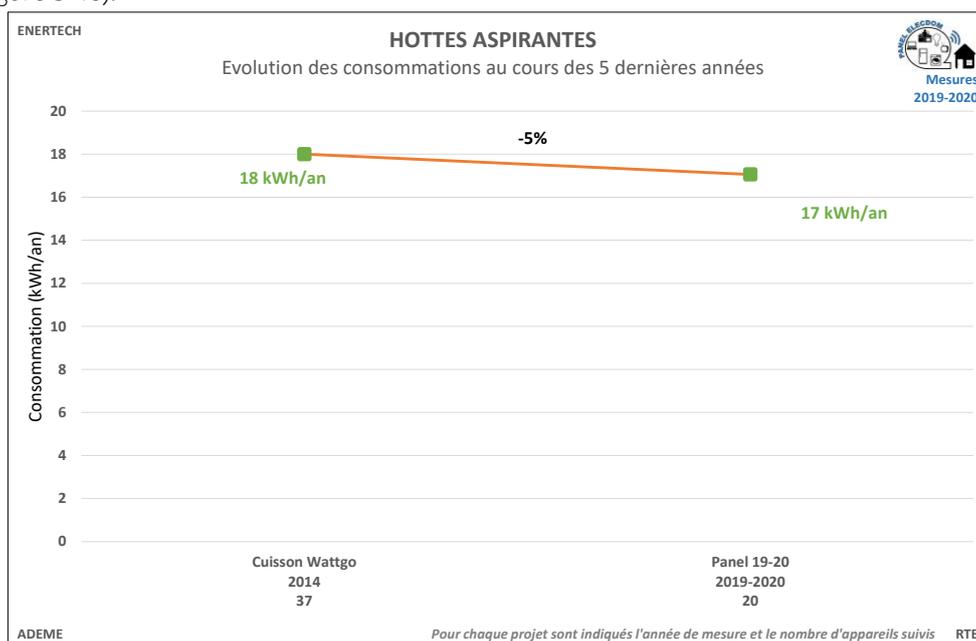


Figure 8-46 : HOTTES ASPIRANTES - Evolution des consommations au cours des 5 dernières années

Petit déjeuner

Cette catégorie regroupe les cafetières, bouilloires et grille-pain.



Figure 8-47 : Photographies de quelques éléments de la catégorie petit déjeuner – De gauche à droite : Cafetière expresso à dose, cafetière à filtre, grille-pain, bouilloire.

Parmi la catégorie « appareils pour petit déjeuner » c’est la **bouilloire**, avec en moyenne **49 kWh/an**, qui consomme le plus (Figure 8-48). Les **cafetières expresso à dose**, avec en moyenne **26 kWh/an**, consomme 31% de moins que les **cafetières filtres** (**36 kWh/an**). Enfin la consommation des grille-pains est négligeable.

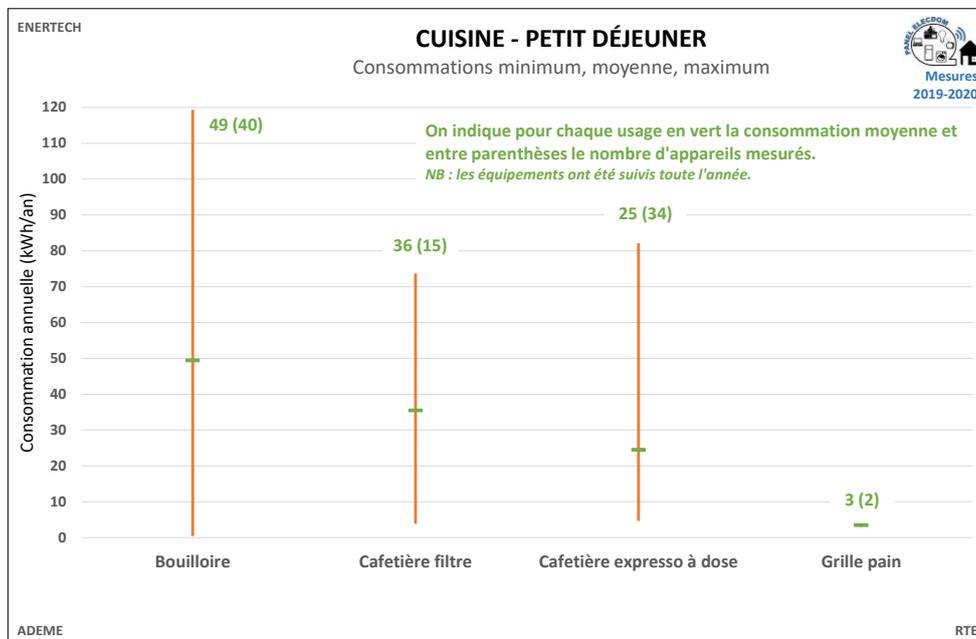


Figure 8-48 : PETIT DEJEUNER - Histogramme des consommations annuelles.

La Figure 8-49 présente l'évolution de la consommation des bouilloires et des cafetières au cours des dernières années. Les références changent car ces appareils n'ont pas tous été suivis dans les différentes campagnes de mesures. De manière générale, on n'observe pas de changement important ; les consommations restent relativement stables et les différences observées sont probablement davantage liées aux spécificités des échantillons qu'à des modifications techniques des équipements.

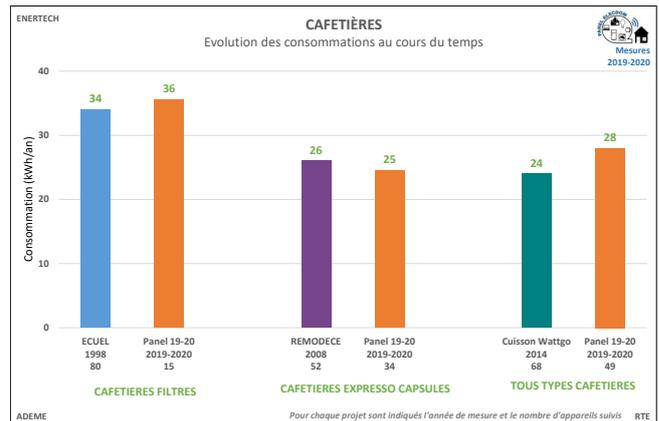
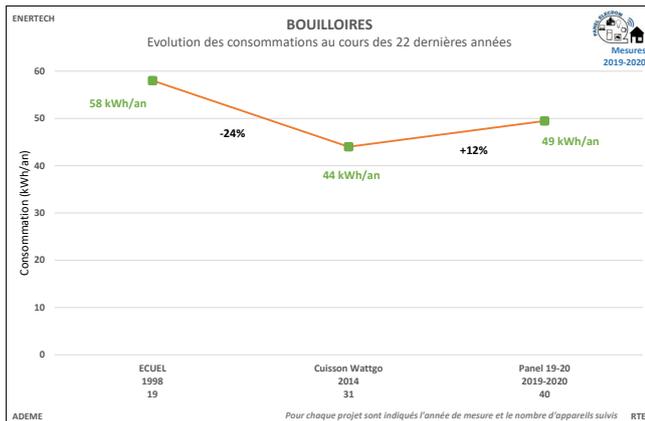


Figure 8-49 : PETIT DEJEUNER - Evolution de la consommation moyenne au cours du temps.

Préparation culinaire

Très peu d'équipements ont été suivis dans cette catégorie ; les valeurs doivent donc être considérées avec précaution. Les friteuses sont les appareils les plus consommateurs (Figure 8-50). Leur consommation est près de deux fois plus élevée que celle observée en 1998.

Les déshydrateurs sont des équipements peu communs qui sont utilisés seulement occasionnellement mais qui appellent une forte puissance pendant un temps long (de l'ordre d'une journée).

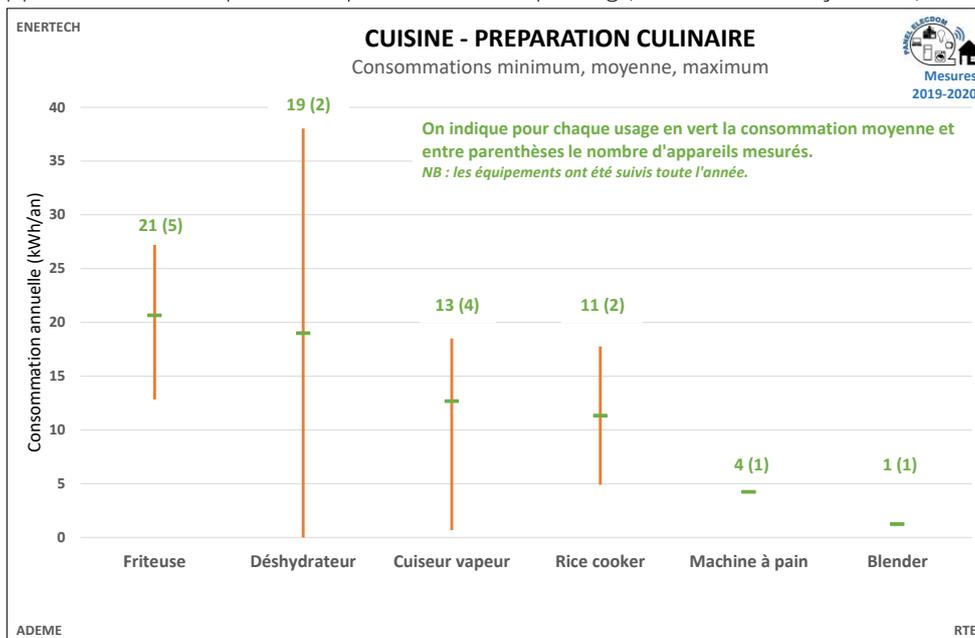


Figure 8-50 : PREPARATION CULINAIRE - Histogramme des consommations annuelles.

Cuisson conviviale

Là encore l'échantillon est très restreint et les consommations mesurées sont soit nulles soit négligeables (Figure 8-51).

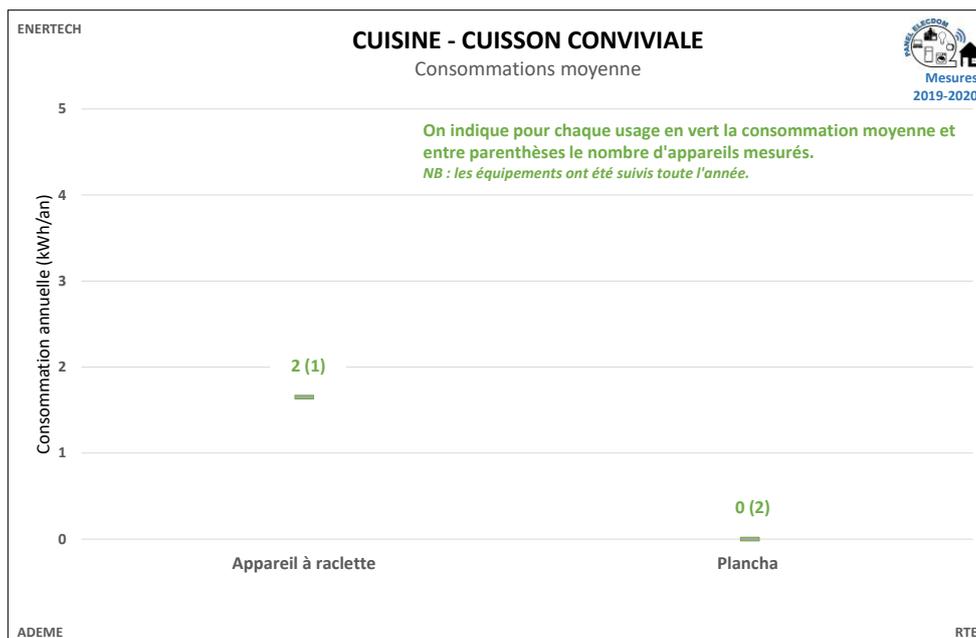


Figure 8-51 : CUISSON CONVIVIALE - Histogramme des consommations annuelles.

8.12. Poste cuisine

NB : les valeurs données dans ce paragraphe sont des valeurs « a minima ». En effet, dans plusieurs logements, il n'a pas été possible de suivre depuis le tableau électrique le(s) départ(s) électrique(s) alimentant les prises cuisine. En effet ces départs alimentent souvent également d'autres prises du logement. De plus, les appareils électriques de cuisine étant très nombreux, il n'a pas été possible de tous les instrumenter individuellement (cf. paragraphe 8.2 relatif à la stratégie d'instrumentation).

Consommations annuelles

La Figure 8-52 représente les valeurs de la consommation du poste cuisine pour chaque logement. On observe qu'en moyenne, sa consommation annuelle est de 302 kWh/an. Cette valeur est identique à celle mesurée par Wattgo en 2014 (296 kWh/an).

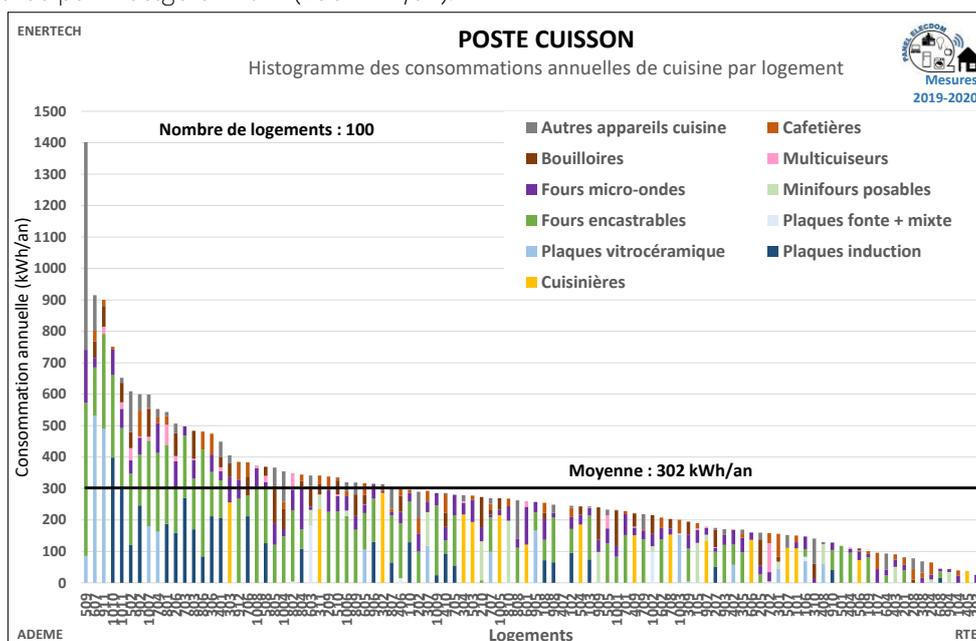


Figure 8-52 : POSTE CUISINE - Histogrammes des consommations annuelles.

Si on ne tient compte que des logements cuisants « tout électrique » (aucun appareil gaz), la valeur moyenne vaut 350 kWh/an. Cette valeur est là encore équivalente à celle mesurée il y a 5 ans (359 kWh/an) et inférieure de 38% à celle obtenue dans l'étude ECUEL de 1998.

Consommation électrique des appareils de cuisson vue du réseau

Vue du réseau, 48 % de l'énergie est absorbée par les fours (tous types confondus) dont plus des deux tiers par les fours encastrables (Figure 8-53). Les plaques chauffantes représentent 22% du total (13% pour les seules plaques à induction). Si on ajoute les cuisinières, on couvre 79% de la consommation du poste cuisson. Le reste correspond à l'ensemble des autres appareils de cuisine (petit-déjeuner, préparation culinaire, cuisson conviviale) parmi lesquels dominent les bouilloires et cafetières qui couvrent plus de 55% de la consommation restante. Mais, cette dernière valeur est une estimation basse car étant limité en appareils de mesure, nous n'avons pu suivre que les deux tiers des bouilloires et près de la moitié des cafetières. Les appareils non suivis se trouvent dans le poste « autres appareils de cuisine » ou dans le « non suivi » du logement (quand il n'a pas été possible d'isoler le(s) départ(s) « cuisine » du tableau électrique). Cependant, comme les appareils les plus consommateurs ont été instrumentés, l'erreur est limitée.

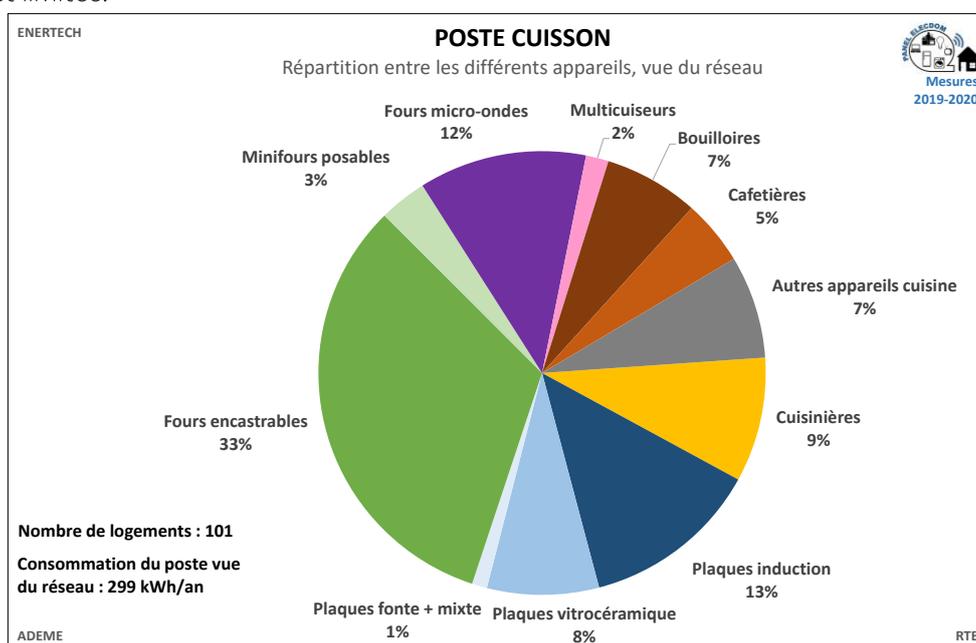


Figure 8-53 : POSTE CUISINE - Répartition de la consommation des appareils électriques de cuisine vue du réseau.

9. Chauffage électrique

Rappel et avertissement : le projet Panel Elecdom vise à étudier les consommations d'électricité spécifique. Cependant il a été nécessaire de suivre le chauffage électrique lorsque les logements en étaient équipés afin de pouvoir isoler les consommations d'électricité spécifique. Ce chapitre fournit ainsi les résultats de mesure sur le chauffage électrique mais ne s'étend pas sur les paramètres explicatifs des consommations, la métrologie mise en place ne le permettant pas.

9.1. Rappel de la part de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

La consommation électrique liée au chauffage s'établit à 1 321 kWh par an et par logement moyen vu du réseau. Cette consommation représente 27,5% de la consommation totale d'électricité des logements (Figure 9-1).

Rappelons que RTE estime également ce poste à 28% (cf. paragraphe 2.2).

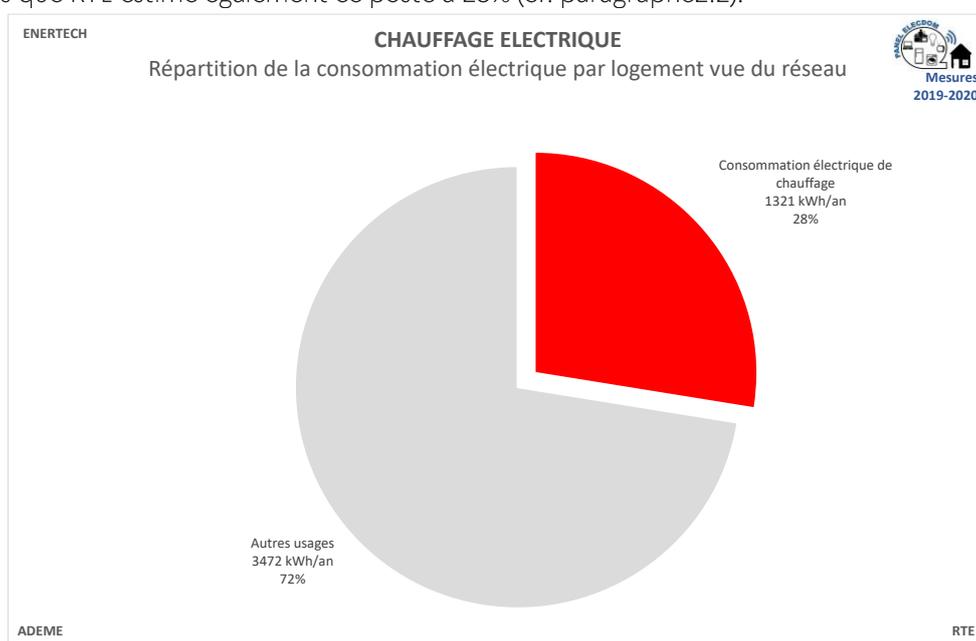


Figure 9-1 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Part du chauffage électrique dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau.

9.2. Rappel sur la stratégie d'instrumentation

Nous nous intéressons dans ce chapitre à toutes les productions de chauffage assurées par de l'énergie électrique. Sont donc exclues de cette analyse les productions de chauffage réalisées par des chaudières (gaz, fioul, bois, etc.) ou des poêles. Concrètement l'instrumentation de ce poste a concerné :

- Des convecteurs et radiateurs électrique,
- Des planchers chauffants électriques,
- Des radiateurs soufflants électriques,
- Des pompes à chaleur,
- Des chaudières électriques.



Figure 9-2 : Photographies d'équipements du poste chauffage électrique. De haut en bas et de gauche à droite : convecteur électrique, chaudière électrique, PAC, soufflant électrique, sèche-serviette électrique, radiateur bain d'huile sur prise.

Chaque appareil a été suivi soit directement au tableau électrique, soit à l'aide d'un wattmètre série lorsque l'appareil était mobile (branché sur prise). En tout 271 capteurs ont été nécessaires pour suivre l'intégralité des consommations de chauffage électrique des logements de l'échantillon.

Les caractéristiques des appareils (référence, puissance) ont été relevées à chaque fois qu'elles étaient accessibles.

NB : Deux logements sont équipés d'une PAC multi-services. Dans ces deux cas, les consommations de chauffage/ECS/climatisation ont été séparées par le calcul, grâce à l'analyse du profil de consommation à 10 minutes (puissance plus élevée pour la production d'ECS).

9.3. Description de l'échantillon

Les logements ont été regroupés en 4 catégories (Tableau 9-1) :

- 33 logements sont chauffés exclusivement à l'électricité (23 logements par émetteurs à effet joule, 2 par chaudière électrique, 8 par PAC).
- 22 logements utilisent une énergie autre pour le chauffage mais possèdent également des appoints électriques fixes (souvent des convecteurs) alimentés directement depuis le tableau électrique.
- 13 logements utilisent une énergie autre pour le chauffage mais possèdent également des appoints électriques mobiles branchés sur prises de courant (majoritairement des soufflants de salle de bains et des radiateurs bains d'huile).
- 33 logements sont chauffés exclusivement grâce à une énergie autre que l'électricité (gaz, bois, fioul) et ne présentent aucune consommation de chauffage électrique.

Energie(s) de chauffage	Nombre de logements
Chauffage autre qu'électrique	33
Chauffage uniquement électrique	33
Chauffage autre qu'électrique + appoints électriques fixes (alimentés directement depuis le tableau électrique)	22
Chauffage autre qu'électrique + appoints électriques mobiles (branchés sur prises de courant)	13
	101

Tableau 9-1 : Répartition des logements selon leur énergie de chauffage.

Au total 264 émetteurs à effet joule de type radiateurs et soufflants ont été recensés. Ce chiffre n'inclut ni les PAC, ni les planchers chauffants électriques ni les chaudières électriques. Sur ces 264 émetteurs, 49 ne possédaient pas de plaque signalétique indiquant leur puissance.

La puissance « plaque » moyenne par élément, radiateur ou soufflant, vaut 1 228 W. En attribuant cette valeur moyenne aux émetteurs dont la puissance n'a pas pu être relevée, on a pu déterminer la puissance de chauffage électrique installée dans chaque logement (Figure 9-3 et Figure 9-4).

On note d'après ces résultats que les logements dont le chauffage électrique vient en appoint d'une autre source de chaleur, ont une puissance installée similaire (voire légèrement supérieure) à celle des logements chauffés en tout électrique.

Par ailleurs la courbe monotone montre que les puissances installées varient de moins de 1 000 W à presque 14 000 W par logement, avec une médiane se situant autour de 4 000 W. On ne constate pas de ruptures franches dans les puissances installées qui pourrait permettre de définir des typologies.

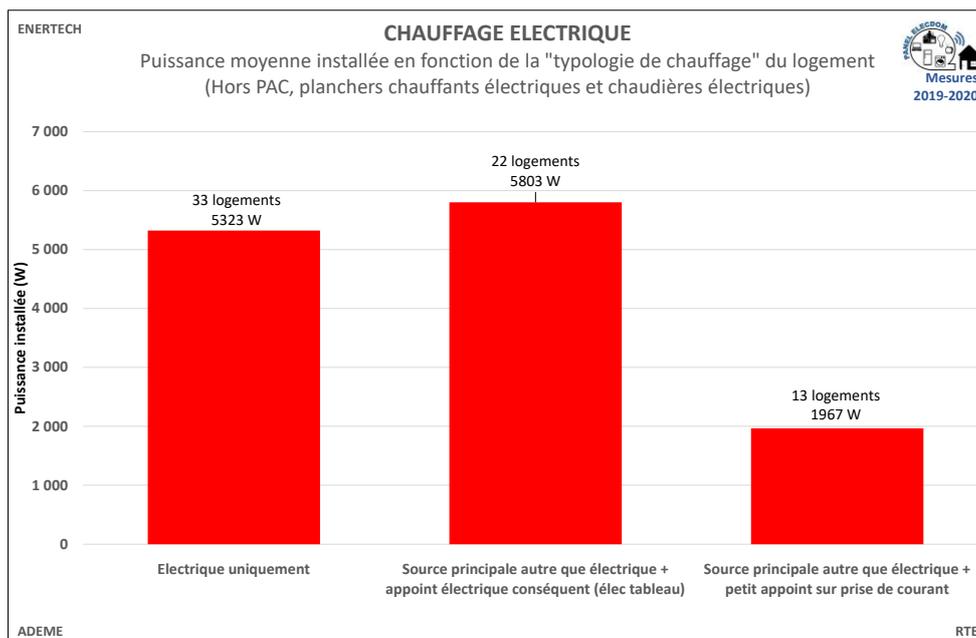


Figure 9-3 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE – Puissance moyenne installée en fonction de la « typologie de chauffage » du logement (hors PAC, planchers chauffants électriques et chaudières électriques).

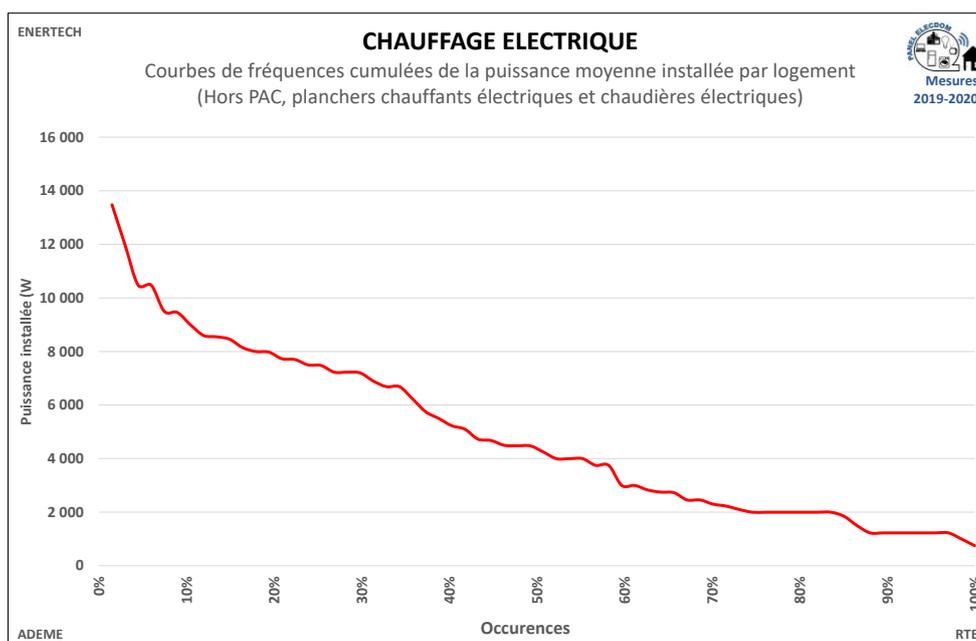


Figure 9-4 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Monotone de la puissance installée (hors PAC, planchers chauffants électriques et chaudières électriques) par logement équipé.

9.4. Répartition des consommations

Comme indiqué en Figure 9-5, La consommation vue du réseau de 1 321 kWh/logement/an (cf. §9) se répartit en :

- 1 106 kWh/logement/an pour le chauffage électrique par effet joule soit 84% de la consommation ;
- 215 kWh/logement/an pour le chauffage électrique par PAC soit 16% de la consommation.

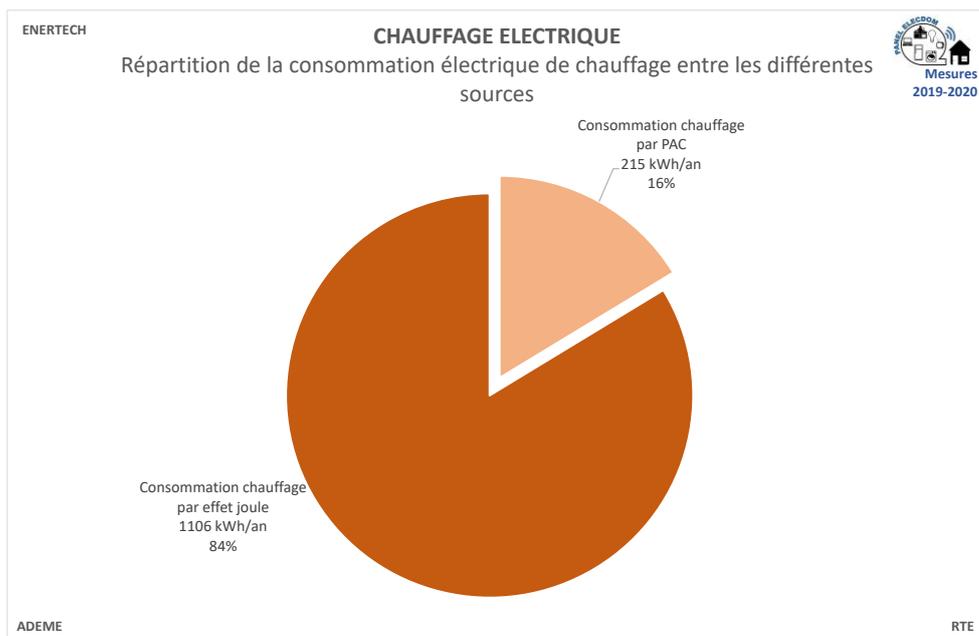


Figure 9-5 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Répartition de la consommation par logement vue du réseau.

La Figure 9-6 montre que la consommation des logements en chauffage « tout électrique » représente 80% de la consommation vue du réseau alors que ces logements ne représentent que 48% des logements disposant d'un chauffage électrique.

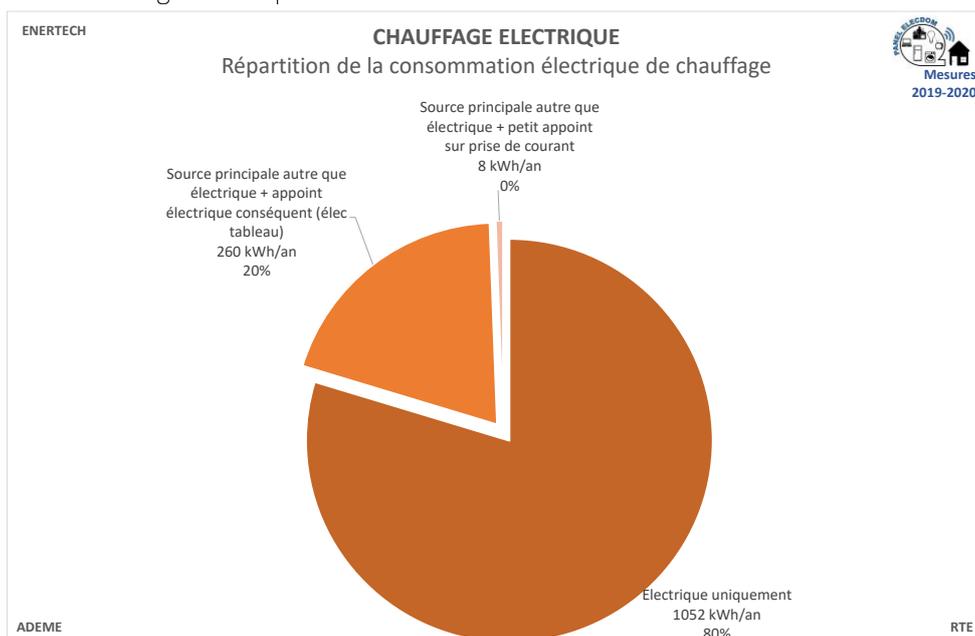


Figure 9-6 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Répartition de la consommation par logement vue du réseau en fonction de la typologie de chauffage électrique.

En considérant les 69 logements qui ont au moins un appareil de chauffage électrique, on obtient une consommation moyenne par logement équipé est de 1 960 kWh/an (Figure 9-7). Les extremums sont de 4 kWh/an et 12 160 kWh/an.

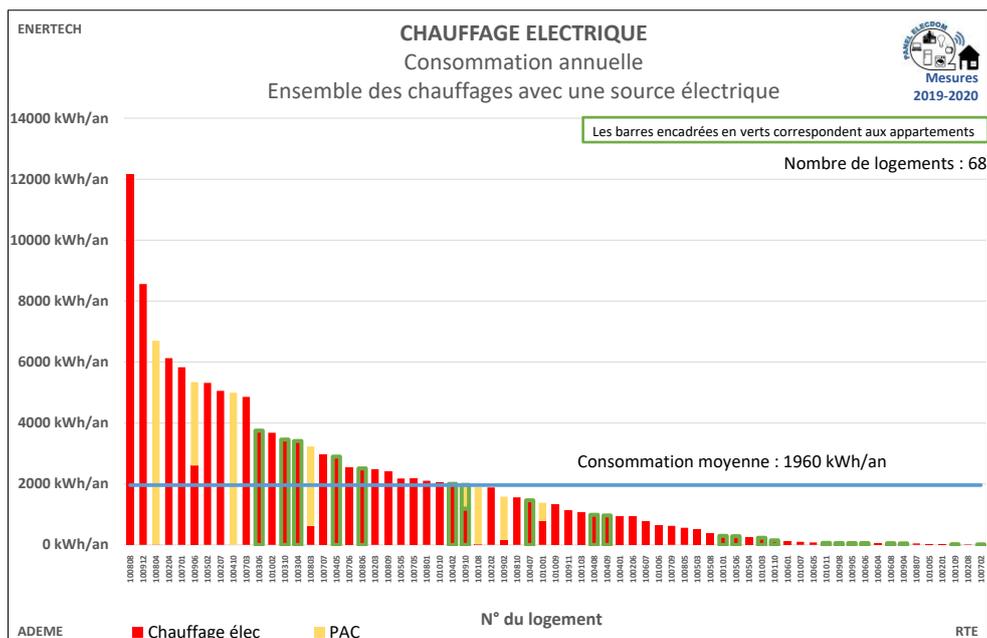


Figure 9-7 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Consommation annuelle - Ensemble des chauffages avec une source électrique.

La consommation moyenne surfacique est de $22,4 \text{ kWh/an/m}^2_{\text{Shab}}$ avec des extremums de 0,1 et $135,1 \text{ kWh/an/m}^2_{\text{Shab}}$ (Figure 9-8).

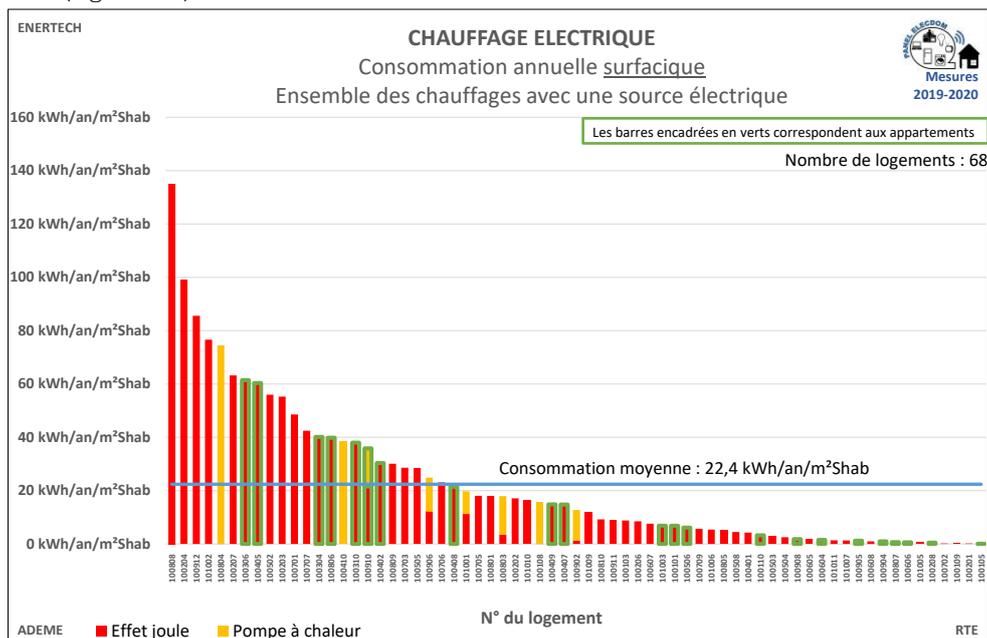


Figure 9-8 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Consommation annuelle surfacique - Ensemble des chauffages avec une source électrique.

Dans aucune des deux approches (absolue ou surfacique) on ne distingue de rupture franche des consommations qui pourrait permettre d'isoler des typologies de consommateurs.

9.5. Consommations des logements chauffés en tout électrique

Dans l'échantillon 33 logements sont chauffés uniquement avec des appareils électriques. 8 d'entre eux ont une PAC comme source principale de chaleur mais tous ont un complément avec des convecteurs électriques.

Comme le montre la Figure 9-9, la consommation moyenne s'établit à 3 212 kWh/an par logement équipé avec des extrêmes de 61 et 12 160 kWh/an. La consommation moyenne des maisons individuelles est de 4 312 kWh/an tandis que celle des appartements n'est que de 1 719 kWh/an (2,5 fois inférieure).

Les logements avec une PAC comme moyen de chauffage principal consomment 3 386 kWh/an contre 3 156 kWh/an pour les logements avec uniquement des convecteurs. On peut cependant noter que la surface chauffée est plus importante pour les PAC (Figure 9-10).

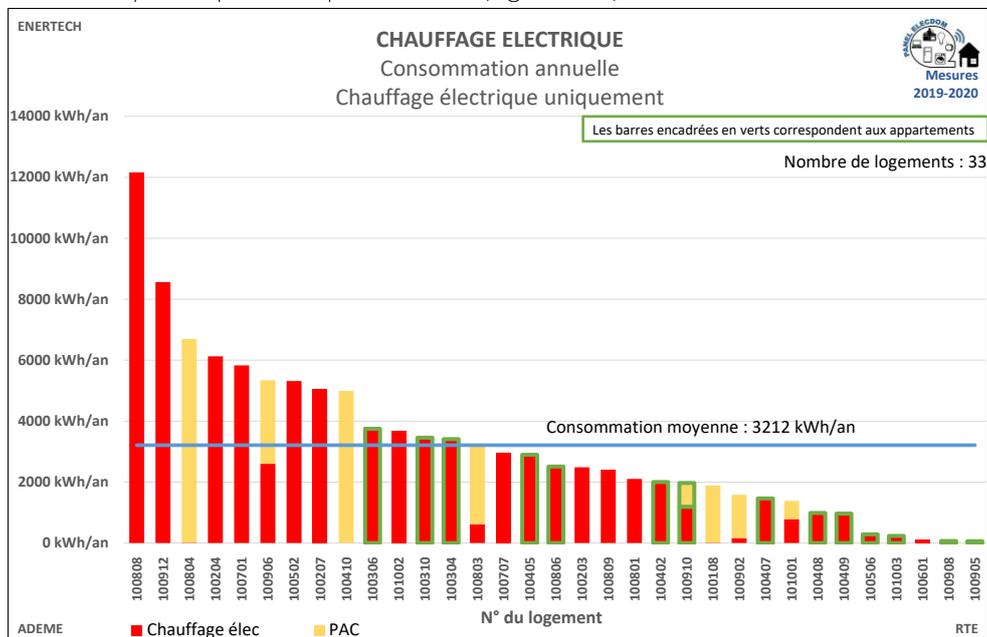


Figure 9-9 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Consommation annuelle de chauffage pour les logements en chauffage tout électrique.

Comme illustré en Figure 9-10, la consommation surfacique moyenne s'établit à 39,0 kWh/an/m²Shab avec des extrêmes de 1,2 kWh/an/m²Shab (appartement dans le sud de la France) et 135,1 kWh/an/m²Shab (maison de 1985 située à proximité d'Ambérieu en Bugey).

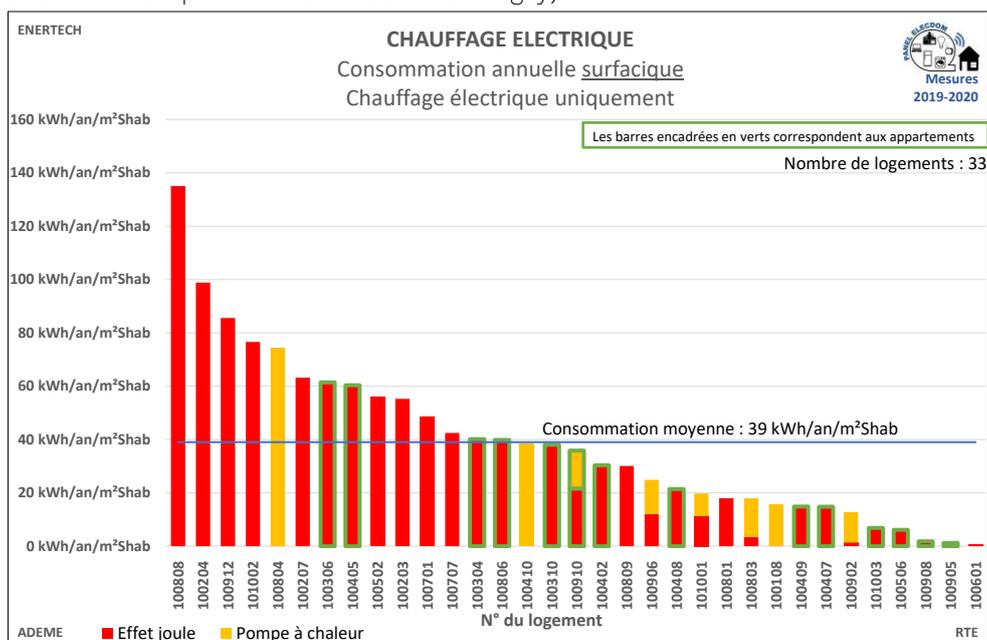


Figure 9-10 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Consommation annuelle surfacique de chauffage pour les logements en chauffage tout électrique.

La consommation surfacique moyenne des appartements est environ 1,8 fois inférieure à celle des maisons (26,7 kWh/an/m²_{shab} contre 48,1 kWh/an/m²_{shab}). Les logements avec une PAC comme moyen de chauffage principal consomment 29,1 kWh/an/m²_{shab} contre 43,7 kWh/an/m²_{shab} pour les logements avec uniquement des convecteurs.

Deux remarques importantes se dégagent de ces consommations surfaciques :

1. Le niveau des consommations surfaciques en chauffage électrique peut sembler faible au regard de la consommation moyenne nationale de chauffage toutes énergies confondues (291TWh_{ef}⁴⁰ pour 29.46 millions de résidences principales en France métropolitaine⁴¹ soit environ 107 kWh_{ef}/m²/an) mais cette tendance s'explique par la typologie des logements concernés (logements plus récents et donc plus isolés⁴⁰) et potentiellement aussi par le coût plus élevé de l'énergie électrique.
2. Le gain de consommation surfacique apporté par les PAC peut sembler très faible également (29,1 kWh/an/m²_{shab} contre 43,7 kWh/an/m²_{shab} en effet joule). Ce résultat mériterait une étude plus approfondie. Nous rappelons ici que la taille très restreinte des sous-catégories de l'échantillon (8 logements en PAC par exemple) doit inciter à beaucoup de prudence sur l'interprétation « détaillée » des données.

9.6. Consommations des logements dont le chauffage électrique est un appoint

Logements avec appoint électrique fixe

Il existe 35 logements ayant un appoint électrique au sens large. Une distinction a été faite entre les logements équipés d'appareils électriques mobiles de chauffage et les logements équipés d'appoints complémentaires fixes (par exemple, rez-de-chaussée chauffé avec un poêle à bois et étage entier chauffé par des convecteurs fixes).

NB : Aucun appartement ne figure dans la catégorie des logements avec « appoint électrique fixe ».

La consommation électrique de chauffage des logements équipés d'appareils d'appoint fixes est de **1 195 kWh/an** soit **10,1 kWh/an/m²_{shab}** (Figure 9-11).

On peut noter que certains logements, pourtant équipés d'appareils d'appoint fixes de chauffage, ne les utilisent pas.

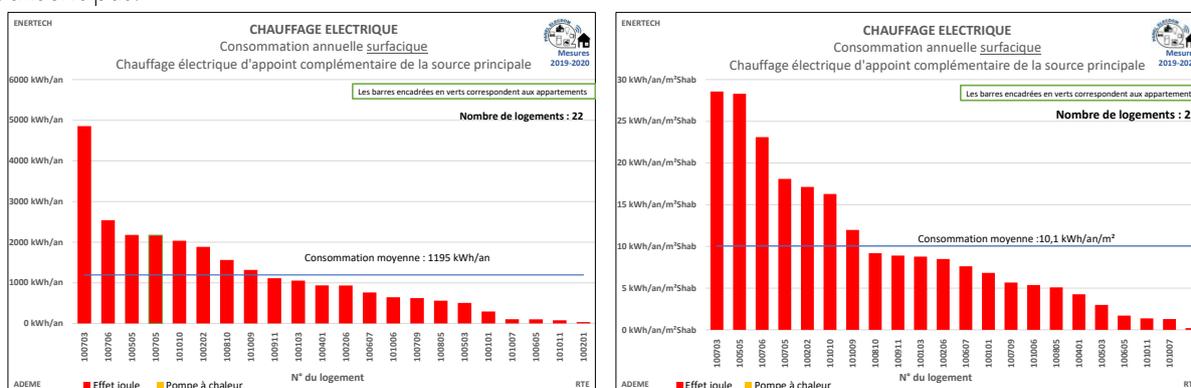


Figure 9-11 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Consommation annuelle en valeur absolue (gauche) et surfacique (droite) - Chauffage électrique d'appoint complémentaire de la source principale.

Logements avec appoint électrique mobile

La catégorie des chauffages électriques mobiles d'appoint (branchés sur prise de courant) correspond principalement à des logements disposant de radiateurs de salle de bain (comme des soufflants) et à des radiateurs bain d'huile mobiles quand le système principal ne suffit pas. La consommation moyenne de ces logements est donc faible avec **60 kWh/an** soit **0,9 kWh/an/ m²_{shab}** (Figure 9-12).

⁴⁰ Réduction des émissions de CO₂, impact sur le système électrique : quelle contribution du chauffage dans les bâtiments à l'horizon 2035 ? (ADEME, RTE, décembre 2020).

https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-02/Rapport%20chauffage_RTE_Ademe.pdf

⁴¹ INSEE 2020

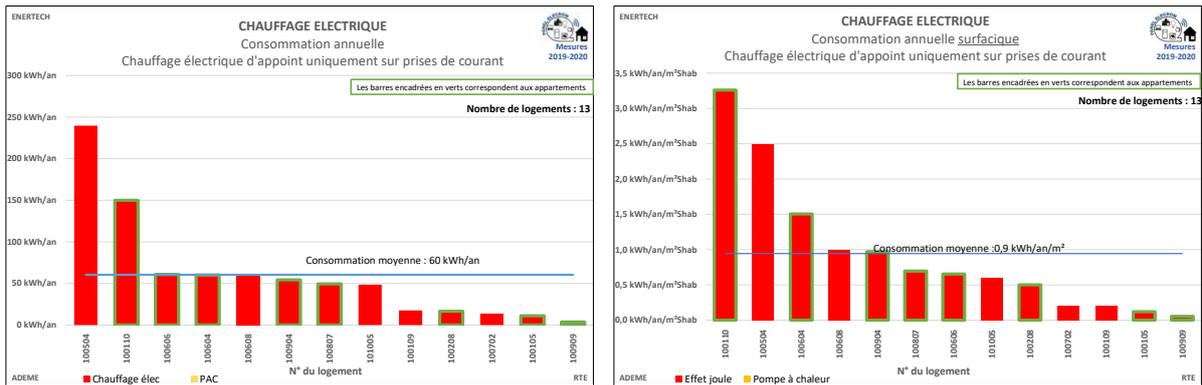


Figure 9-12 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Consommation annuelle en valeur absolue (gauche) et surfacique (droite) - Chauffage électrique mobile d'appoint, uniquement sur prises de courant.

9.7. Températures ambiantes des logements en hiver

Une sonde de température a été installée dans le séjour de chaque logement (seulement 86 d'entre elles ont pu être analysées, les autres ayant été perdues, détériorées, ou défectueuses). Elle ne représente bien-sûr pas parfaitement la température moyenne du logement mais elle permet néanmoins de qualifier le confort de la pièce principale de vie.

La température moyenne ambiante maintenue au cœur de l'hiver (du 01/12/2019 au 29/02/2020) (moyenne des températures moyennes des logements) dans le séjour est de 20,0 °C avec des extrêmes de température moyenne de 16,1 °C et 25,5°C.

Les températures ambiantes discriminées par typologies de chauffage (Figure 9-13) sont relativement homogènes. Les faibles écarts observés nécessiteraient une analyse plus approfondie qui n'est pas l'objet de la présente étude.

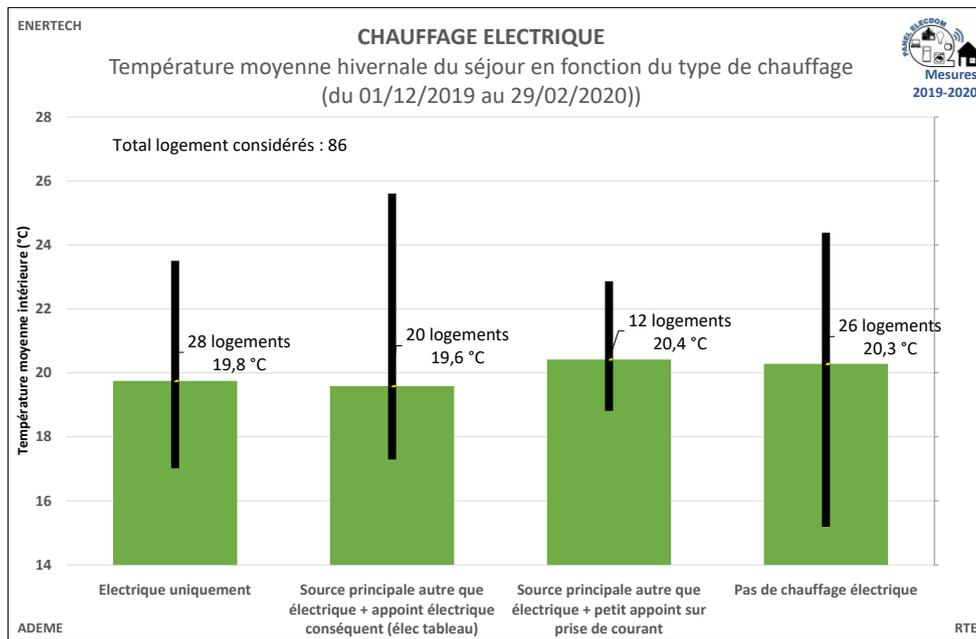


Figure 9-13 : CHAUFFAGE - Température moyenne hivernale du séjour en fonction du type de chauffage (période du 15/11/2019 au 15/03/2020).

9.8. Saisonnalité

La Figure 9-14 présente le profil saisonnier des consommations de chauffage électrique. On observe qu'il n'y a pas de différence majeure entre le profil des logements en chauffage « tout électrique » et celui des logements en chauffage électrique d'appoint.

Par ailleurs on constate que les consommations démarrent courant septembre pour s'achever fin mai voire début juin.

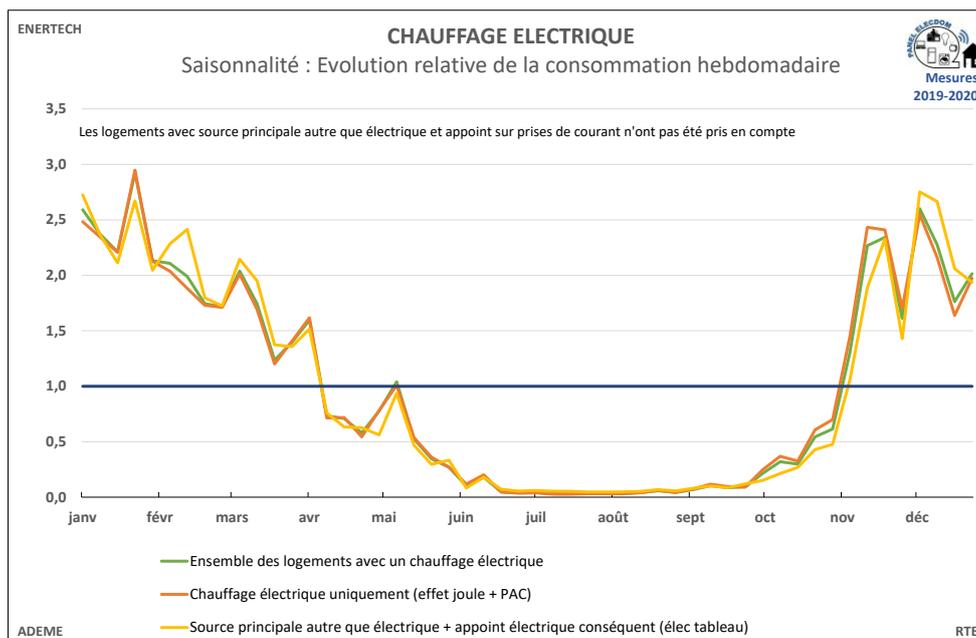


Figure 9-14 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE - Saisonnalité : évolution relative de la consommation hebdomadaire de chauffage électrique.

9.9. Courbe de charge

Courbe de charge horaire moyenne, vue du réseau

La Figure 9-15 représente la courbe de charge de la consommation totale des systèmes de chauffage électrique sur le nombre de logement total de l'échantillon. Ceci permet d'observer le poids du chauffage électrique sur le réseau.

La courbe de charge est relativement plate avec deux légers pics dont les maximums ont lieu entre 07h00 et 08h00 et entre 19h00 et 20h00.

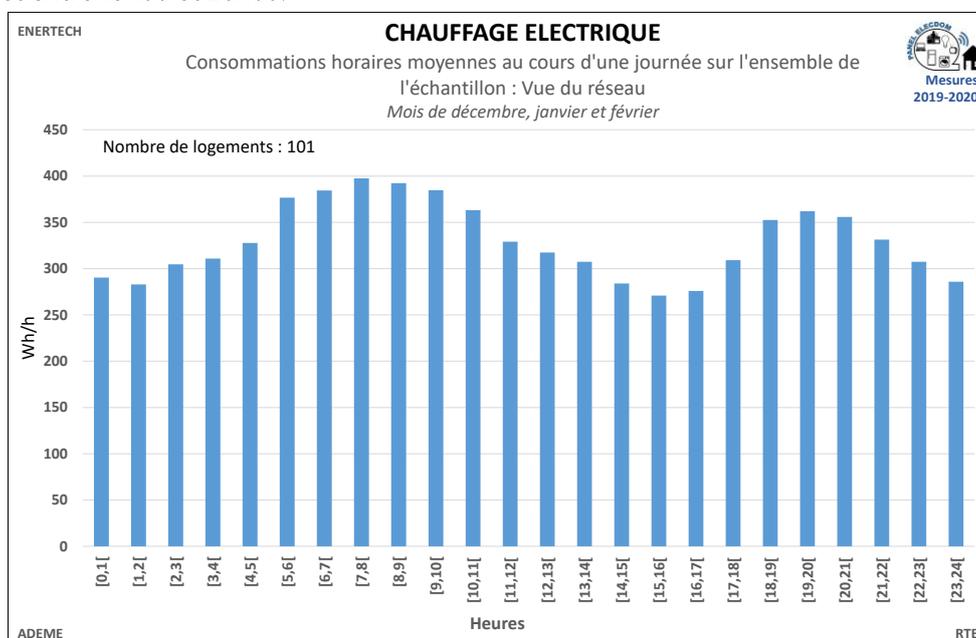


Figure 9-15 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE – Courbe de charge horaire moyenne, vue du réseau.

Courbe de charge horaire moyenne en fonction du mode de chauffage

La Figure 9-16 présente la courbe de charge moyenne du point de vue des logements en fonction de la part électrique du chauffage. On observe les mêmes tendances que celles décrites précédemment.

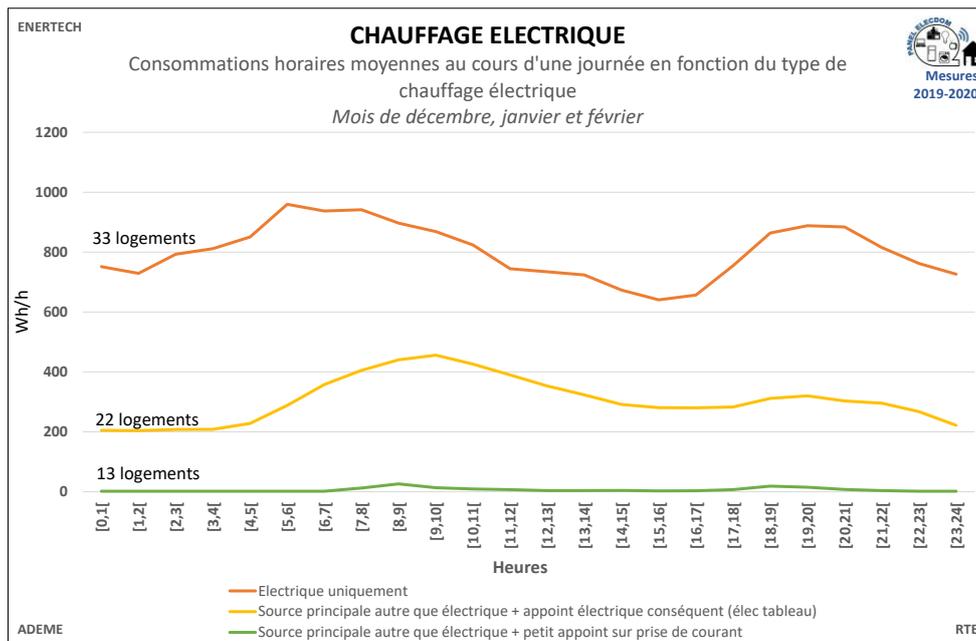


Figure 9-16 : CHAUFFAGE ELECTRIQUE – Courbe de charge horaire moyenne, selon le mode de chauffage.

10. Eau chaude sanitaire électrique

10.1. Rappel de la part de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Les paragraphes qui suivent vont traiter de la production d'ECS électrique (effet joule et pompes à chaleurs).

Nous rappelons simplement en Figure 10-1 l'importance de cet usage dans un logement moyen français (sur la base de l'analyse de l'échantillon): 924kWh/an soit 19% de la consommation électrodomestique (cf. §2.2).

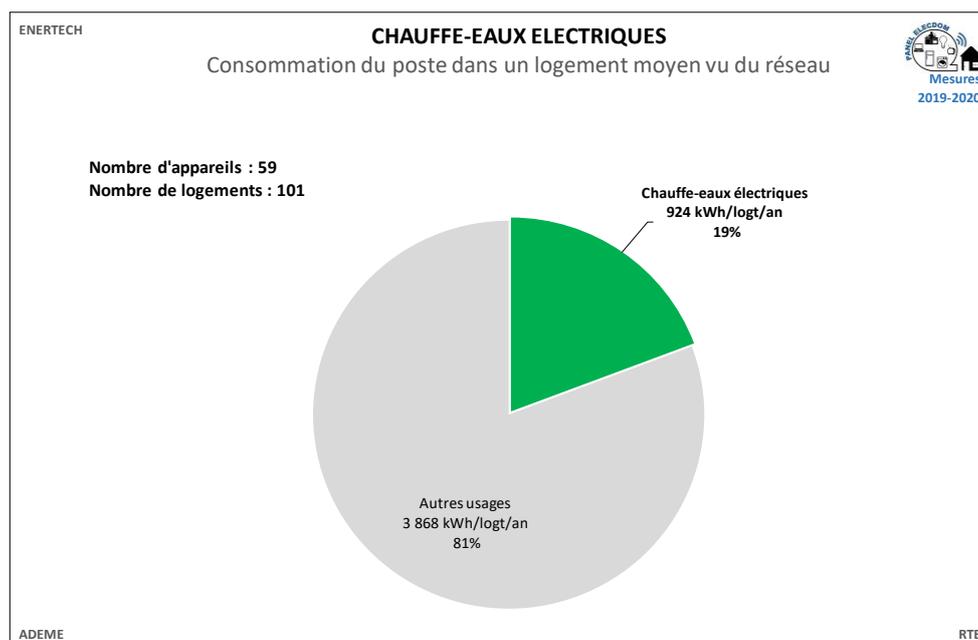


Figure 10-1 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Consommation annuelle des chauffe-eaux électriques dans un logement moyen vu du réseau⁴².

10.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

Nous nous intéressons dans ce chapitre à toutes les productions d'ECS assurées par de l'énergie électrique. Sont donc exclues de cette analyse les productions d'ECS réalisées par des chaudières (gaz, fioul, etc.). Concrètement l'instrumentation de ce poste a concerné :

- Des chauffe-eaux à effet joule (cumulus) ;
- Des chauffe-eaux thermodynamiques (prise d'air sur intérieur, local non chauffé ou extérieur) ;
- Des PAC double service assurant à la fois du chauffage et de la production d'ECS.

Quelques photos d'équipements sont présentées sur la Figure 10-2.

⁴² NB : Les deux PACs double service ne sont pas incluses dans ce graphique comme expliqué en §10.3. Ceci ne joue qu'à la marge dans le résultat.



Figure 10-2 - Photographies d'équipements du poste ECS électrique. De haut en bas et de droite à gauche : chauffe-eau à effet joule sur pied (300L), chauffe-eau à effet joule mural (100L), chauffe-eau thermodynamique sur air intérieur (270L), PAC double service sur air extérieur.

Chaque appareil de production d'ECS a été suivi individuellement depuis le tableau électrique. Les caractéristiques des appareils ont été relevées lorsqu'elles étaient accessibles. La marque a pu être relevée dans 90% des cas et le volume de stockage dans 97% des cas.

10.3. Description de l'échantillon

L'échantillon comporte au total 61 productions d'ECS électriques (53 chauffe-eaux à effet joule, 6 chauffe-eaux thermodynamiques et 2 PAC double service) réparties dans 59 logements puisque les logements 202 et 911 ont 2 chauffe-eaux à effet joule.

Le Tableau 10-1 compare le taux d'équipement de l'échantillon aux données nationales connues (2016).

Libellé	Nombre appareils	Taux équipement/ Taux d'équipement apparent (%)		Source
		Echantillon	Données nationales	
Chauffe-eaux à effet joule	53	50% / 52%	48% / 48%	RTE – Les usages chauffage, production d'eau chaude sanitaire et climatisation/ventilation dans le secteur résidentiel ⁴³
Chauffe-eaux thermodynamiques	6	6% / 6%	3% / 3%	
PAC double service	2	2% / 2%	(CET+PAC)	

Tableau 10-1 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

Le taux d'équipement des logements en chauffe-eau à effet joule est représentatif, tandis qu'on note un taux d'équipement pour la catégorie « CET + PAC double service » légèrement supérieur aux données nationales de 2016 avec 8% contre 3%. Il faut toutefois nuancer cette comparaison reposant sur un état des lieux de 2016 puisqu'on assiste depuis quelques années de manière structurelle à :

- Une augmentation de la part électrique de la production d'ECS dans le parc de logement.
- Une augmentation de la part « PAC double service + CET » dans la production d'ECS électrique.

NB : dans l'analyse qui suit les deux PAC double service air/eau de l'échantillon ont été volontairement écartées car leurs consommations relatives à la production d'ECS n'ont pas pu être isolées par la mesure des productions de chauffage et de climatisation des mêmes unités. Une estimation a néanmoins pu être faite sur la base d'une extrapolation saisonnière. Les résultats seront mentionnés dans cette étude mais sont volontairement écartés des graphiques.

Dates des installations

La date des installations n'est connue que dans 57% des cas. Pour ces dernières, la date moyenne d'installation est 2012 (installation la plus ancienne 1992, installation la plus récente 2018). La date médiane d'installation est 2015 car mises à part les 3 installations les plus anciennes (1992, 1995 et 2001) les dates des installations s'échelonnent plutôt autour de 2010 - 2018.

Capacités de stockage

Les capacités de stockage des chauffe-eaux électriques de l'échantillon sont présentés en Figure 10-3 par familles de capacités (classification du Gifam). On peut faire les constatations suivantes :

- La fourchette de capacité dominante pour les chauffe-eaux à effet joule est 150 L à 200 L puisqu'elle concerne près de la moitié des appareils. Les nombres de capacité de 200 L est légèrement supérieur au nombre de capacités de 150 L (14 contre 11). Cette donnée recoupe les statistiques de ventes du Gifam : en 2015 cette famille constituait 52% des ventes.
- La deuxième fourchette de capacité la plus représentée en effet joule est 201 L à 300 L (38% des appareils) avec une dominance très nette des capacités de 300 L sur les capacités de 250 L (16 contre 4). Cette donnée recoupe moins bien les statistiques de vente de 2015 et des années antérieures (12% à 16% pour cette famille).
- Pour les chauffe-eaux thermodynamiques on constate que la fourchette de capacités la plus représentée est celle allant de 201 L à 300 L (plus de 80% des appareils).

⁴³ Source des données du rapport : Ceren 2016, recalé sur données INSEE

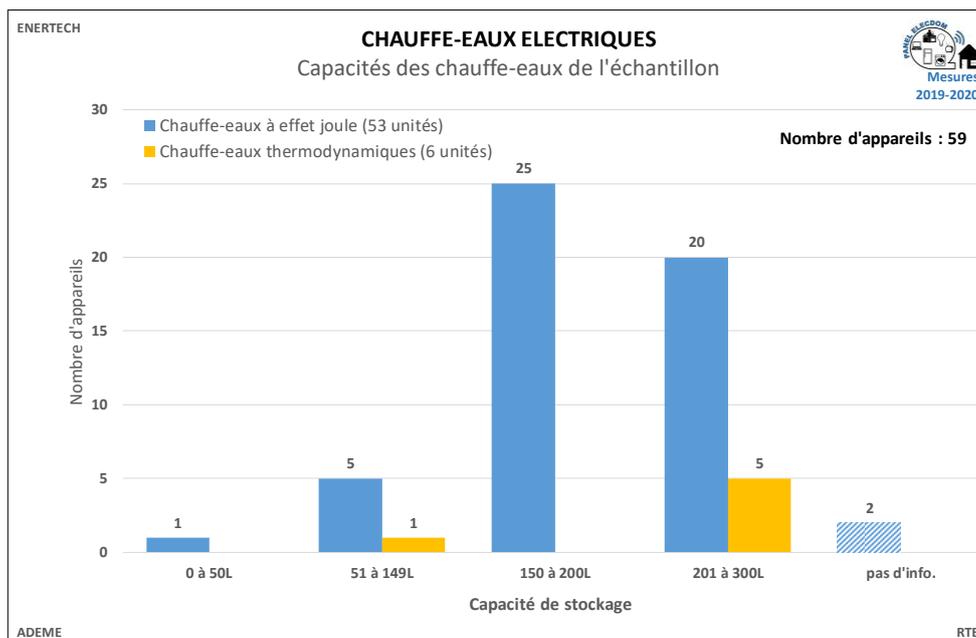


Figure 10-3 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Répartition des capacités des chauffe-eaux électriques de l'échantillon.

Plages horaires de fonctionnement

Les plages horaires de fonctionnement des appareils sont soit indexées à la tarification heures pleines / heures creuses (HP/HC) des logements, soit permanentes dans le cas de logements en tarif de base ou d'un fonctionnement en marche forcée du contacteur HP/HC.

La part des appareils fonctionnant uniquement aux heures creuses est indiquée en Figure 10-4. On constate que les trois quarts des chauffe-eaux à effet joule de l'échantillon fonctionnent selon ce régime horaire tandis que c'est le cas pour seulement un chauffe-eau thermodynamique sur les six de l'échantillon.

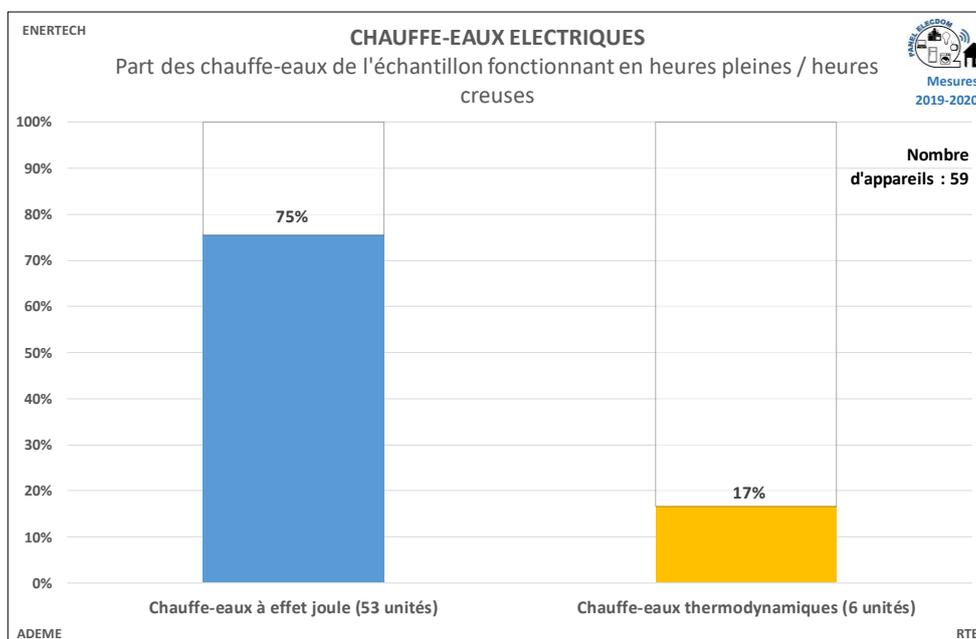


Figure 10-4 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Part des chauffe-eaux électriques de l'échantillon fonctionnant uniquement aux heures creuses.

Les tranches horaires correspondant aux heures creuses représentent un total de 8 heures par jour. Les heures légales correspondantes varient d'une commune à l'autre, mais dans plus de 80% des cas on retrouve une seule tranche horaire qui débute entre 21h et minuit. Ceci explique en grande partie l'allure des courbes de charges présentées au §10.6.

10.4. Consommations annuelles

Les consommations annuelles mesurées des chauffe-eaux sont présentées en Figure 10-5 (consommation vue du réseau) et Figure 10-6 (consommation par appareil).

NB : Les consommations des deux productions par PAC double service ne sont pas intégrées à ces graphiques car elles n'ont pu être isolées par la mesure (Cf. §10.3). On estime par extrapolation saisonnière qu'elles représentent 1 516 kWh (logt 803) et 548 kWh (logt 804) soit 20 kWh/logement/an vu du réseau.

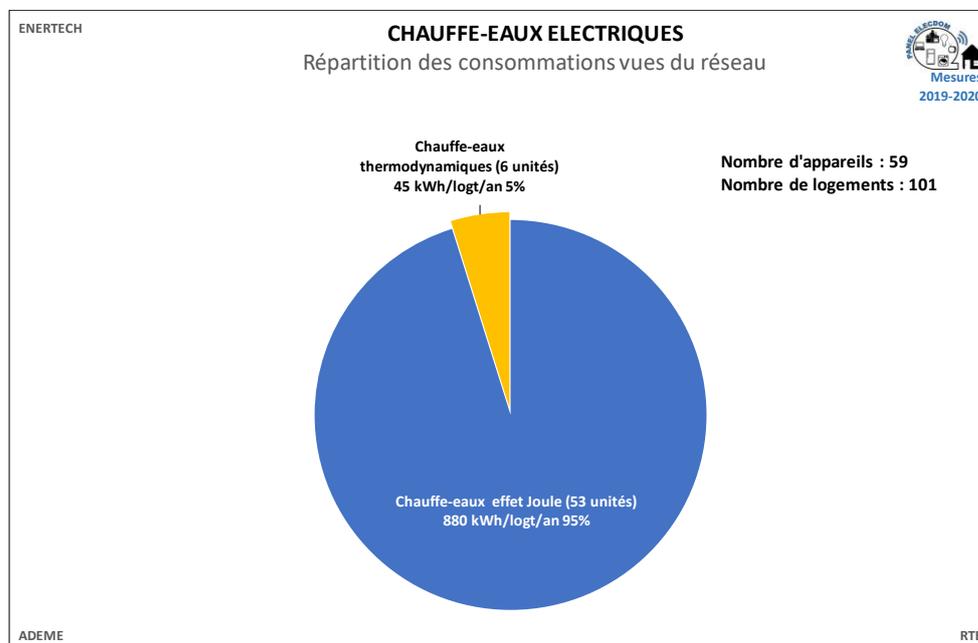


Figure 10-5 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Répartition des consommations par type de chauffe-eau, vu du réseau.

Les chauffe-eaux à effet joule, qui représentent 90% des chauffe-eaux de notre échantillon, consomment 95% de l'énergie de ce poste avec 880 kWh/logement/an contre 45 kWh/logement/an pour les chauffe-eaux thermodynamiques. La prise en compte des deux PAC double service pour la production d'ECS (2,1 MWh selon nos estimations soit 20 kWh/logement/an) porterait la part des chauffe-eaux à 93% de la consommation des productions d'ECS électriques, avec une nuance à apporter sur la possible sur-représentativité de la catégorie « PAC+CET » dans l'échantillon (Cf. §10.3).

Ces données confirment l'importance majeure du chauffe-eau électrique dans les consommations électrodomestiques. La consommation des chauffe-eaux électriques en France atteindrait ainsi 70% de la consommation nationale de chauffage électrique (cf. §2.2).

Les consommations par appareil (Figure 10-6) s'élèvent en moyenne à 1 582 kWh/an dont 1 676 kWh/an pour les chauffe-eaux à effet joule (résultat à rapprocher de l'étude « Chauffe-eaux ADEME »⁴⁴) et 752 kWh pour les chauffe-eaux thermodynamiques, soit 2.2 fois moins.

La disparité des consommations des chauffe-eaux à effet joule est très forte avec un facteur de variation de 1 à 8,4 (hors cumulus de 15L du logement 911 qui constitue l'appareil le moins consommateur de l'échantillon), tandis que la disparité des consommations des CET est moins forte avec un facteur de variation de 1 à 2,8 (en notant toutefois que l'échantillon est plus réduit).

Le mode de fonctionnement permanent ou HP/HC ne constitue pas un déterminant fort des consommations des chauffe-eaux à effet joule d'après le graphique de la Figure 10-6, comme cela avait déjà été constaté sur l'étude « Chauffe-eaux ADEME »⁴⁴.

⁴⁴ Suivi des performances réelles des chauffe-eaux à accumulation à effet joule en résidentiel (Enertech pour l'ADEME, juillet 2018). Consommation moyenne mesurée sur 20 chauffe-eaux : 1560 kWh/an dont 504kWh de pertes statiques.

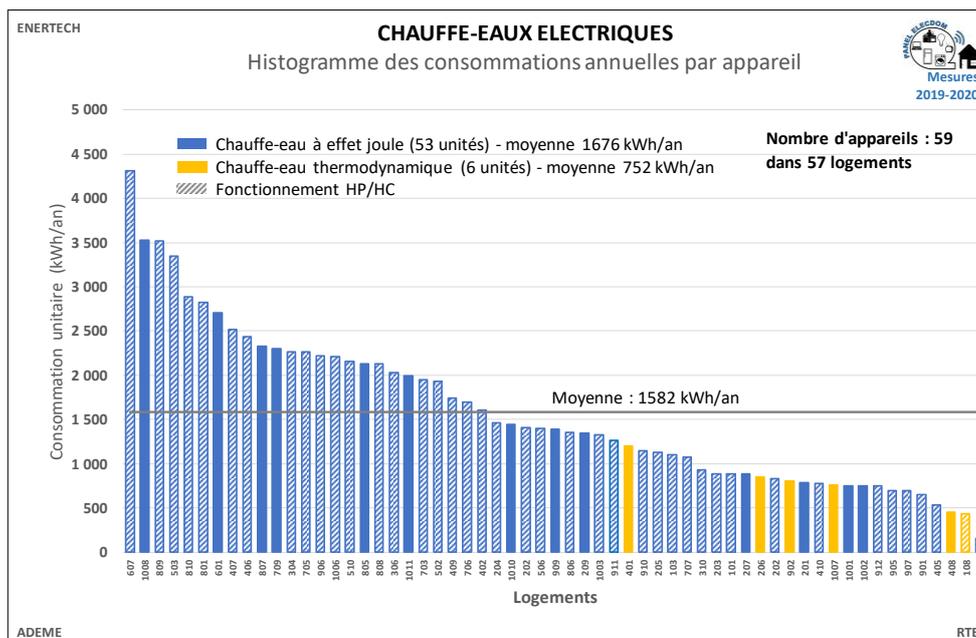


Figure 10-6 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Histogramme des consommations des chauffe-eaux électriques.

Les consommations relatives par logement (Figure 10-7) montrent que les chauffe-eaux représentent en moyenne 30% de l'électricité consommée dans les logements équipés, avec une variabilité très forte (5 à 64%).

Tandis que ce ratio moyen baisse dans les logements en chauffage tout électrique (26%), il augmente naturellement pour les logements sans aucun chauffage électrique (41%).

Quoi qu'il en soit ces ratios très élevés confirment l'importance majeure de cet équipement dans le bilan de consommation électrodomestique, d'autant qu'il existe d'après l'étude « Chauffe-eaux ADEME »⁴⁴ des marges de réduction importantes que ce soit dans le choix du volume de stockage, le réglage de la température de stockage, l'amélioration des enveloppes isolantes ou une meilleure indication de l'étiquette énergie (cf. annexe 6).

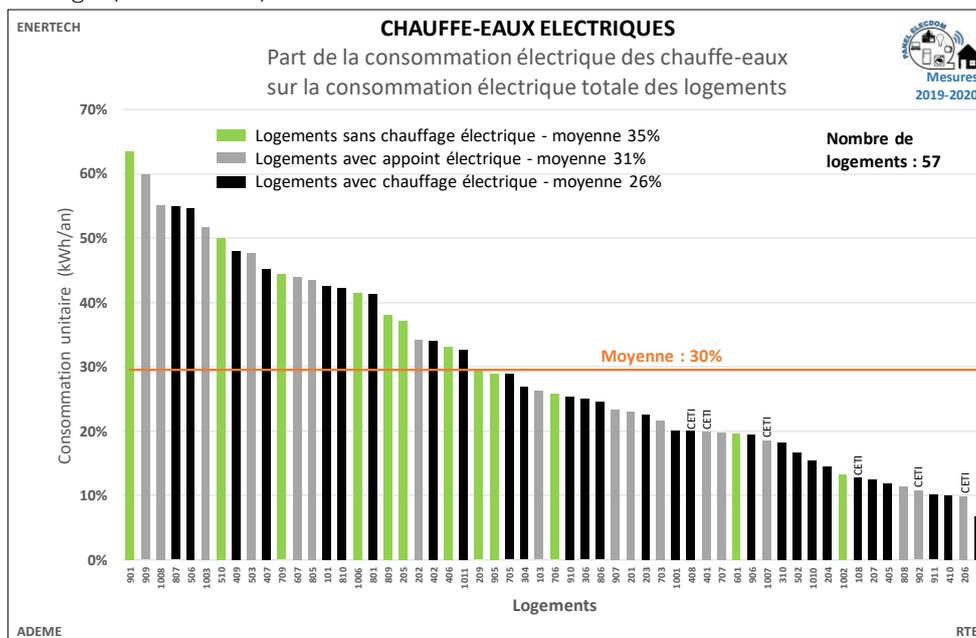


Figure 10-7 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Part de la consommation électrique des chauffe-eaux dans la consommation électrique totale des logements.

10.5. Saisonnalité

La saisonnalité des consommations par type de chauffe-eau (joule ou thermodynamique) est présentée en Figure 10-8.

On observe pour les deux types de chauffe-eaux une saisonnalité forte avec un maximum en hiver et un minimum en été :

- Pour le chauffe-eau à effet joule la consommation moyenne adimensionnée culmine à 1.31 en janvier-février pour baisser à 0.61 autour du mois d'août. **Le facteur de saisonnalité s'établit ainsi à 2.15** (rapport max mensuel / min mensuel). Ce phénomène avait déjà été observé dans l'étude « Chauffe-eaux ADEME »⁴⁴ et est lié à l'augmentation de la température d'eau froide sanitaire, à la baisse de l'énergie puisée ainsi qu'à la diminution des pertes statiques par augmentation de la température ambiante.
- Pour le chauffe-eau thermodynamique la saisonnalité est très légèrement supérieure avec une variation de 1.3 en été à 0.53 en hiver, ce qui donne **un facteur de saisonnalité moyen de l'ordre de 2.45**. L'amélioration du COP de production par élévation des températures d'air en été (air extérieur et donc air en local non chauffé et air intérieur) pourrait être à l'origine de cette augmentation du facteur de saisonnalité par rapport à l'effet joule. L'échantillon est malheureusement trop faible pour consolider cette conclusion ainsi que pour corrélérer les facteurs de saisonnalité par type de prise d'air (extérieure, local non chauffé, volume chauffé).

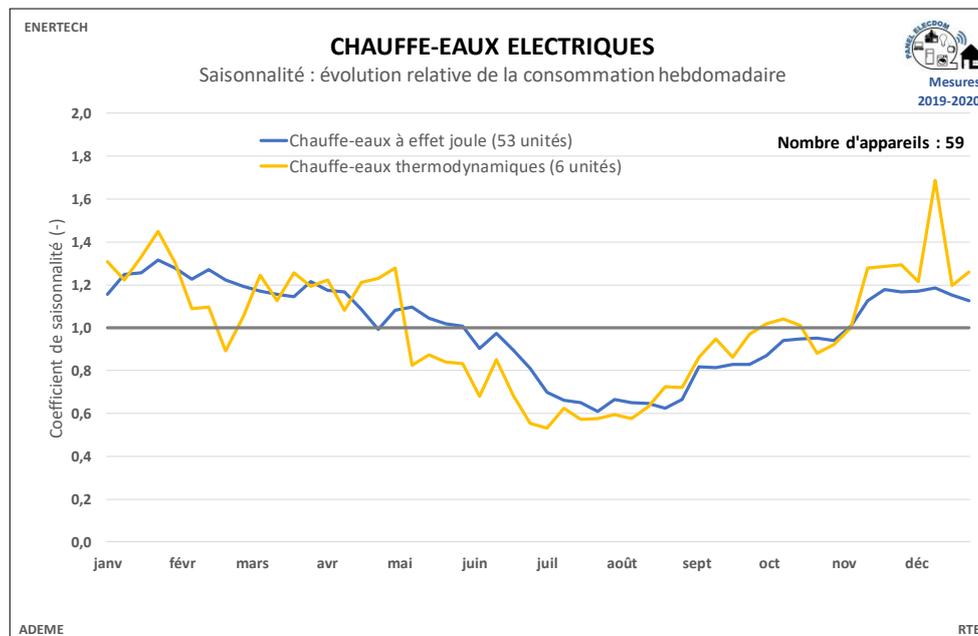


Figure 10-8 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Saisonnalité des consommations des chauffe-eaux à effet joule et thermodynamiques.

10.6. Courbe de charge

Les courbes de charge horaires des appareils sont présentées en Figure 10-9 pour les chauffe-eaux à effet joule et en Figure 10-10 pour les chauffe-eaux thermodynamiques.

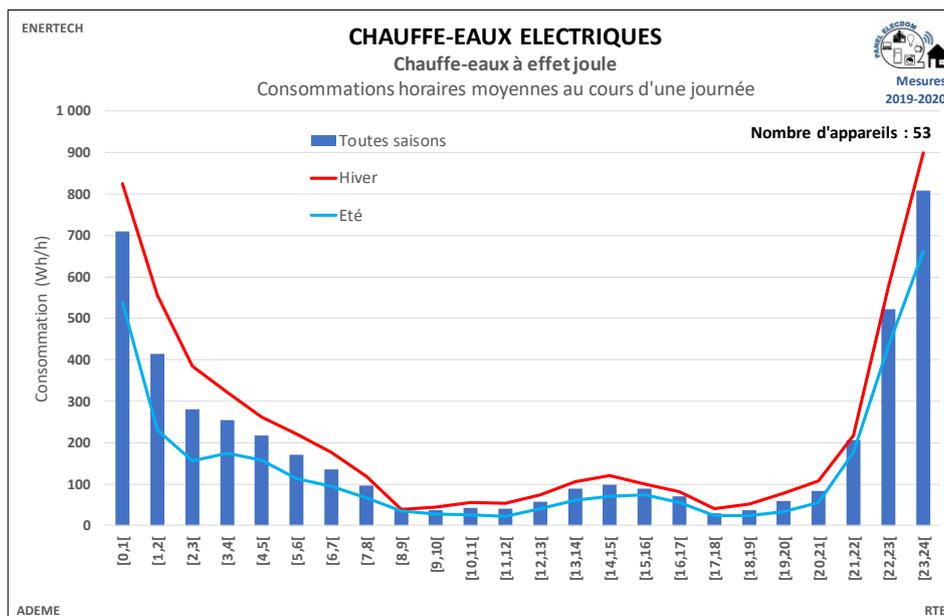


Figure 10-9 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Courbes de charges horaires des chauffe-eaux à effet joule.

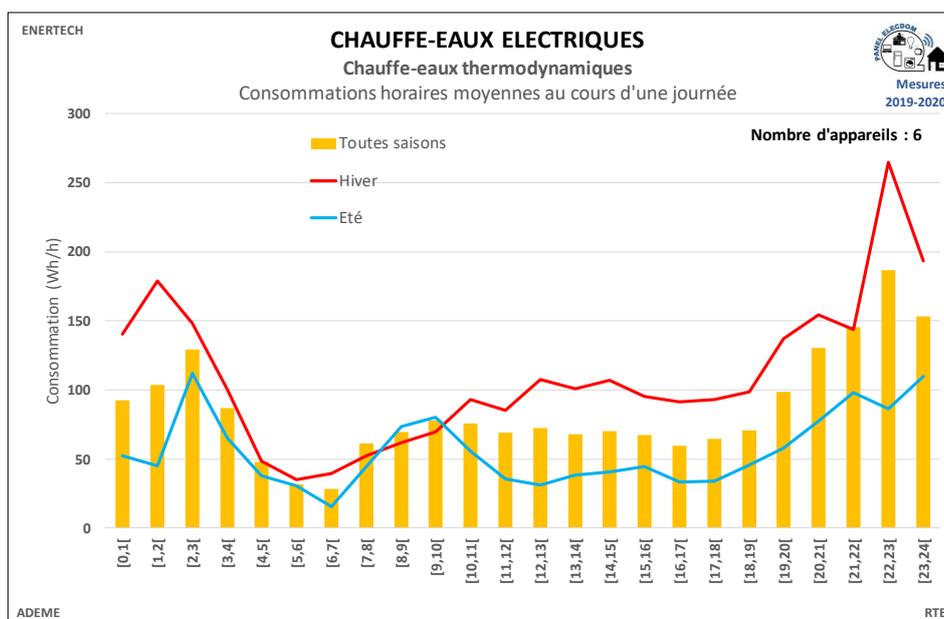


Figure 10-10 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Courbes de charges horaires des chauffe-eaux thermodynamiques.

- Ces courbes montrent en premier lieu l'influence majeure de la double tarification HP/C sur la courbe de charge des chauffe-eaux à effet joule. On observe en effet une variation d'un facteur 8 entre la puissance moyenne appelée à midi et la puissance moyenne appelée sur le créneau 23h-minuit, en moyenne annuelle. La somme des puissances maximales unitaires mesurées des chauffe-eaux étant de 119 kW (soit 2250 W en moyenne par chauffe-eau), on obtient un coefficient de foisonnement horaire de l'ordre de 0.022 à midi et 0.35 sur le créneau 23h-0h. Le coefficient de foisonnement est quasiment stable de 7h à 21h avec une valeur moyenne de 0.027.
-
- Les chauffe-eaux thermodynamiques présentent une courbe de charge horaire très différente des chauffe-eaux à effet joule du fait de leur fonctionnement permanent (1 seule unité thermodynamique fonctionne en HP/HC dans l'échantillon). L'allure de la courbe est plus proche de l'usage réel ce qui s'observe notamment sur le pic de consommation en fin de soirée. Le profil est toutefois modulé, d'une part par la valeur moyenne du COP de production (qui, en moyenne, augmente en journée et diminue la nuit), d'autre part par le déclenchement éventuel des résistances d'appoint qui dépendent des puissances et de la température de la source chaude, donc de paramètres horaires. Le coefficient de foisonnement varie entre 0.007 et 0.48 (référence

compresseur avec une moyenne de 685 W par unité ; pour information la puissance moyenne des résistances d'appoint est de 1967 W sur l'échantillon).

10.7. Focus sur l'influence du volume de stockage

L'étude « Chauffe-eaux ADEME »⁴⁴ avait montré que le premier déterminant de la consommation d'un chauffe-eau était le volume ECS puisé (deux tiers de la consommation) et le second les pertes statiques (un tiers de la consommation) qui dépendent de la température moyenne de stockage, de l'ambiance et de la qualité de l'enveloppe du chauffe-eau.

C'est à travers cette grille de lecture que nous pouvons lire le graphique de la Figure 10-11, qui présente la consommation des appareils en fonction du volume de stockage. On observe en effet un talon de consommation qui croît avec le volume des appareils (talon conforme aux pertes identifiées dans l'étude « Chauffe-eaux ADEME »⁴⁴), mais une consommation très variable pour un volume de stockage donné, représentative de la variabilité des volumes ECS puisés.

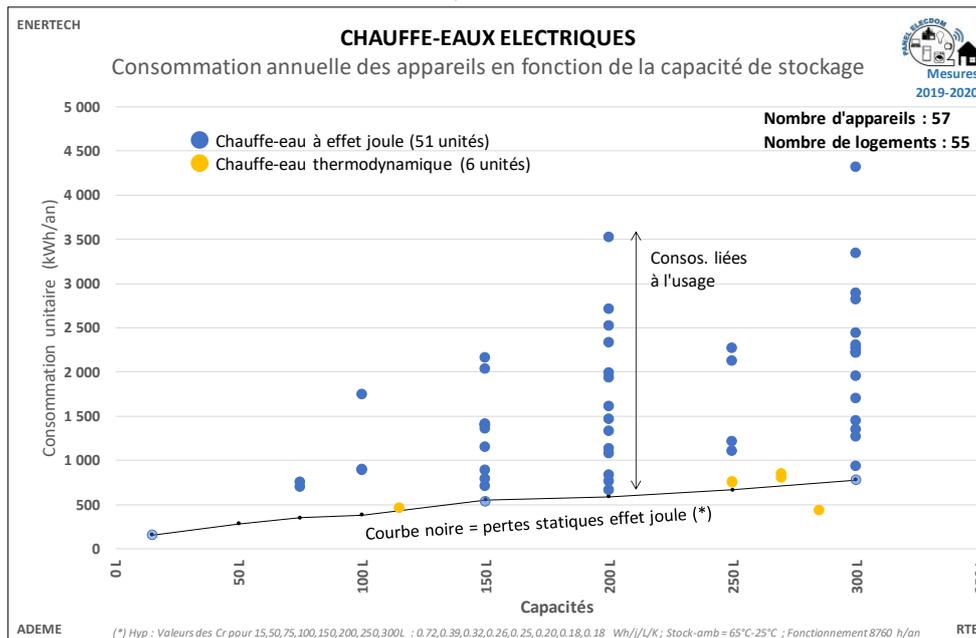


Figure 10-11 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Consommations des appareils en fonction de leur volume de stockage.

Ces données nous montrent, chauffe-eaux thermodynamiques mis à part, qu'il n'y a pas suffisamment d'adéquation entre les capacités des appareils et les besoins réels. La Figure 10-11 montre en effet des chauffe-eaux de 250 L ou 300 L qui sont moins utilisés- en moyenne - que des chauffe-eaux de 150 L ou 200 L.

Ce constat permet d'affirmer qu'il existe aujourd'hui une marge dans la réduction des pertes statiques, à la fois par un meilleur dimensionnement des appareils au regard du besoin réel (enjeu d'une étiquette énergie plus lisible pour effectuer un choix plus adapté au nombre d'occupants⁴⁴), mais aussi par la diminution des températures de stockage car les chauffe-eaux sont réglés d'usine à 65°C, si bien que la moitié des panelistes déclarent que leur ECS est brûlante. Le réglage de la température de stockage est d'autant plus nécessaire que le besoin estival d'ECS diminue de moitié (§10.5).

Un chauffe-eau de 200 L réglé à 55 °C permettra de réaliser une économie d'électricité de plus de 400 kWh/an par rapport à un chauffe-eau de 300 L réglé à 65 °C.

Le renouvellement annuel du parc de chauffe-eaux à effet joule étant de l'ordre de 10%, il semble important de pousser l'ensemble de la filière ainsi que les usagers vers une meilleure maîtrise des consommations de cet équipement. Nous rapportons dans l'annexe 6 l'ensemble des recommandations extraites de l'étude « Chauffe-eaux ADEME »⁴⁴, qui restent d'actualité suite à la présente analyse.

10.8. Focus sur l'appoint des chauffe-eaux thermodynamiques

Les puissances électriques appelées par les chauffe-eaux thermodynamiques (Figure 10-12) montrent que l'utilisation des résistances d'appoint est loin d'être négligeable dans le bilan des appareils. En effet ces dernières ont consommé en moyenne 27% de l'énergie électrique des CET soit 202 kWh par logement

équipé, avec un maximum mesuré à 69% (315 kWh dans le logement 408). Si on fait l'hypothèse que ces résistances produisent la chaleur avec un COP de 1 au lieu d'un COP réel moyen de 2.5 pour la pompe à chaleur, l'enjeu énergétique moyen associé au fonctionnement de l'appoint serait de plus de 100 kWh par logement équipé.

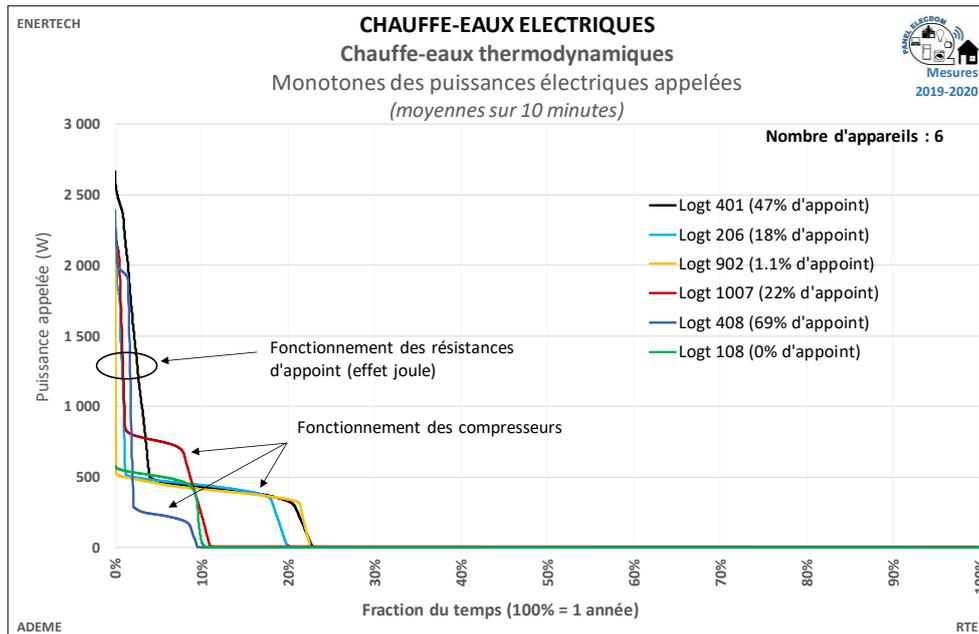


Figure 10-12 : CHAUFFE-EAUX ELECTRIQUES - Monotones des puissances électriques appelées par les chauffe-eaux thermodynamiques.

Ces données montrent l'importance d'étudier plus en détail le fonctionnement des résistances d'appoint des chauffe-eaux thermodynamiques afin d'en comprendre les facteurs d'influence (niveau de température réglé par l'utilisateur, mode de fonctionnement choisi, régulation du temps de mise en chauffe, position de l'appoint, température des sources froides et chaudes, puissance des compresseurs rapportée au volume de stockage, etc.). L'enjeu énergétique représenterait environ 15% de la consommation moyenne de ces appareils d'après notre échantillon, soit environ 110kWh ou encore 0.4 points de COP.

11. Climatisation, rafraîchissement et déshumidification

11.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

La Figure 3-1 montre que le rafraîchissement et la climatisation sont de très faibles contributeurs de la consommation électrodomestique, avec seulement 0,8 % de la consommation électrique totale des logements (39 kWh/an).

Avec 24 kWh/an en moyenne sur les 101 logements de l'échantillon, ce sont les climatiseurs fixes qui consomment le plus pour ce poste.

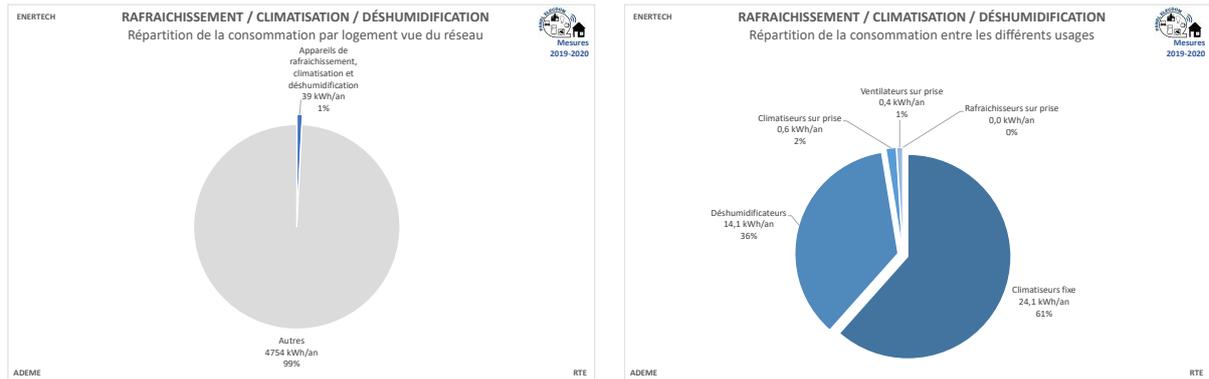


Figure 11-1 : POSTE RAFRAICHISSEMENT/CLIMATISATION – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau.

11.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

L'ensemble des systèmes fixes de climatisation a été suivi. La décision d'instrumenter les systèmes de climatisation/rafraîchissement mobiles (climatiseurs mobiles, rafraîchisseurs mobiles, ventilateurs sur prises) a été prise en fonction de la durée d'utilisation déclarée par l'occupant. Rappelons que l'objectif était de suivre a minima 90% de la consommation électrique de chaque logement.

11.3. Description de l'échantillon

Les 101 logements de l'échantillon possèdent 30 appareils de rafraîchissement/climatisation répartis comme indiqué dans le Tableau 11-1.

Le taux d'équipement en climatiseur air/eau est égal à celui indiqué dans l'étude CONSER3 d'EDF R&D⁴⁵. Par contre, l'équipement de l'échantillon en climatiseur air/air est légèrement inférieur à la donnée de référence.

Il en va de même pour le taux d'équipement en climatiseur mobile mais dans ce dernier cas, on peut se demander si les personnes interrogées pour l'étude d'EDF n'ont pas confondu climatiseur et rafraîchisseur mobiles. Si on ajoute ces deux types d'appareils on est très proche de la valeur nationale.

Libellé	Nombre appareils suivis	Taux équipement / Taux d'équipement apparent		Source
		Echantillon	Données nationales	
Climatiseur air/air	8	8% / 8%	13%	Etude CONSER3 EDF R&D 2020 ⁴⁵
Climatiseur air/eau	2	2% / 2%	2%	
Climatiseur mobile	3	3% / 3%	7%	

⁴⁵ <https://www.equilibredesenergies.org/30-07-2020-la-climatisation-des-logements-residentiels-laisser-faire-ou-encadrer-intelligemment/>

Rafrâchisseur mobile	3	3% / 3%	-	Aucune source connue
Ventilateur sur prise	14	14% / 39%	-	Aucune source connue

Tableau 11-1 : RAFRAICHISSEMENT/CLIMATISATION – Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

Comme le montre la Figure 11-2, la majorité des logements climatisés se trouvent dans le sud de la France.

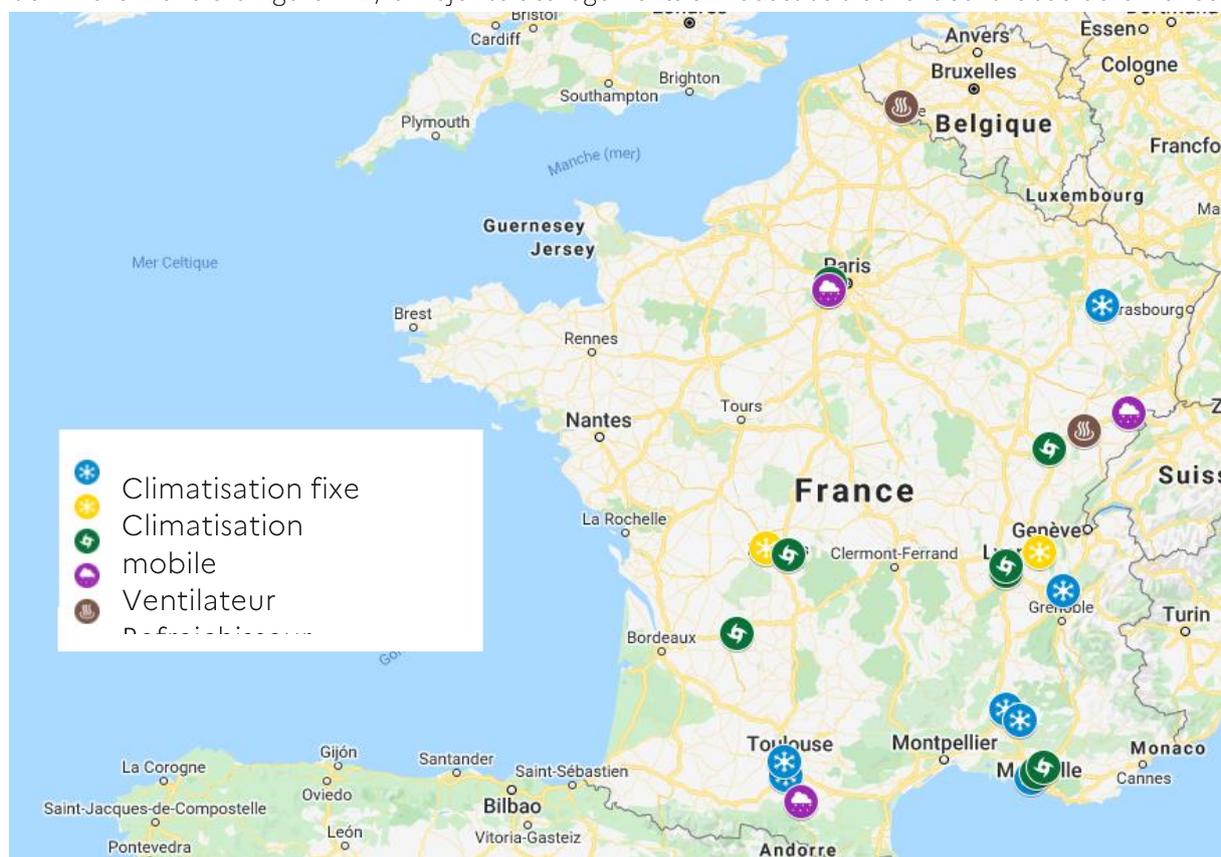


Figure 11-2 : Localisation des logements équipés d'un système de climatisation/rafrâchissement.

11.4. Systèmes de climatisation fixes

Types d'équipement

Par climatisation fixe, on entend une pompe à chaleur (PAC). Deux types ont été recensés :

- Les PAC air/air (8)
- Les PAC air/eau (2)

Les PAC n'offrant pas la possibilité de climatiser ne sont pas prises en compte dans ce chapitre.

Sur les 10 systèmes de climatisation recensés, seuls 2 ne servent qu'à la climatisation. Les autres réalisent a minima le chauffage voire l'Eau Chaude Sanitaire (ECS).

Consommations

La **consommation moyenne** des climatiseurs fixes est de **304 kWh/an** correspondant à une consommation surfacique de **2,3 kWh/an/m²_{SHAB}** (Figure 11-3).

Cette valeur peut être comparée à celles données dans d'autres études :

- Une enquête de 2019 d'EDF R&D⁴⁵ estime la consommation moyenne de ce type d'équipement à 460 kWh/an, soit 1,5 fois plus.
- En 2008, lors de la campagne de mesures REMODECE (20 logements suivis dans la Drôme), la consommation mesurée était de 262 kWh/an ou 2,4 kWh/an/m²_{SHAB}.

- En 2015 l'étude froid/lavage/climatisation (11 logements climatisé instrumenté dans le quart sud Est de la France -Lyon, Montpellier, Beziers, Nice-) avait conduit à une consommation de climatisation de 366 kWh/an/logement ou 3,0 kWh/an/m²_{SHAB}.

En ne prenant en compte que les logements du Sud-Est de la France du présent projet, la consommation moyenne passe à 482 kWh/an et 4,0 kWh/an/ m²_{SHAB}. Elle aurait donc sensiblement augmenté depuis 2015. Cependant l'échantillon étant très restreint, toute conclusion est impossible.

Les PAC air/eau consomment plus que les PAC air/air (Figure 11-3) mais leur durée d'utilisation est également supérieure (Figure 11-4) :

- PAC air/air : 171 kWh/an soit 1,6 kWh/an/m²_{SHAB}
- PAC air/eau : 680 kWh/an soit 4,8 kWh/an/m²_{SHAB}

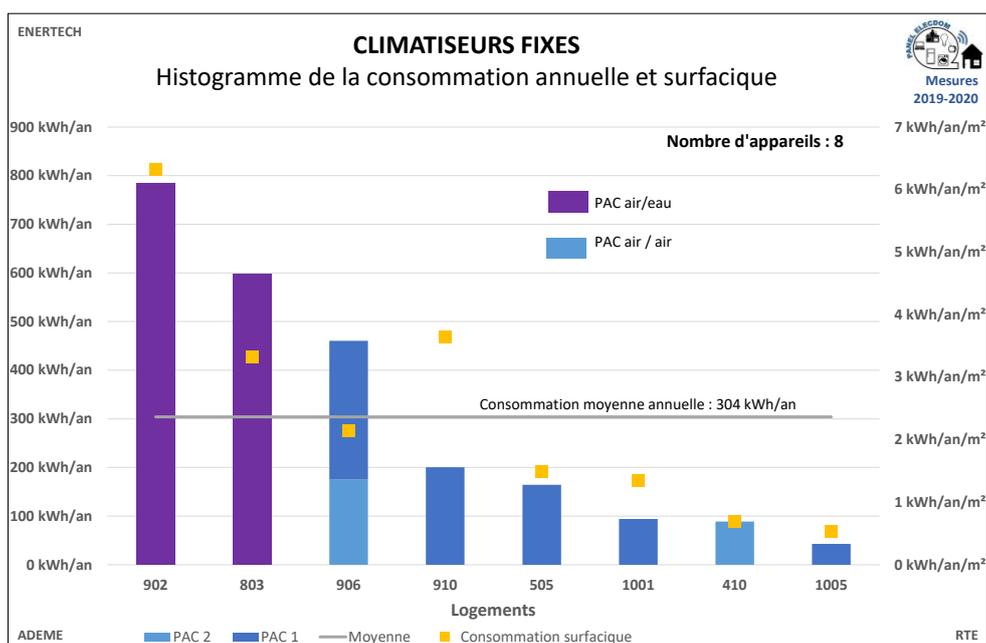


Figure 11-3 : CLIMATISEURS FIXES - Histogramme de la consommation annuelle.

D'après la Figure 11-4, la durée de fonctionnement moyenne est de 529 heures. 4 logements utilisent leur climatisation pendant plus de 700 heures sur la saison d'été (soit l'équivalent de 29 jours pleins !).

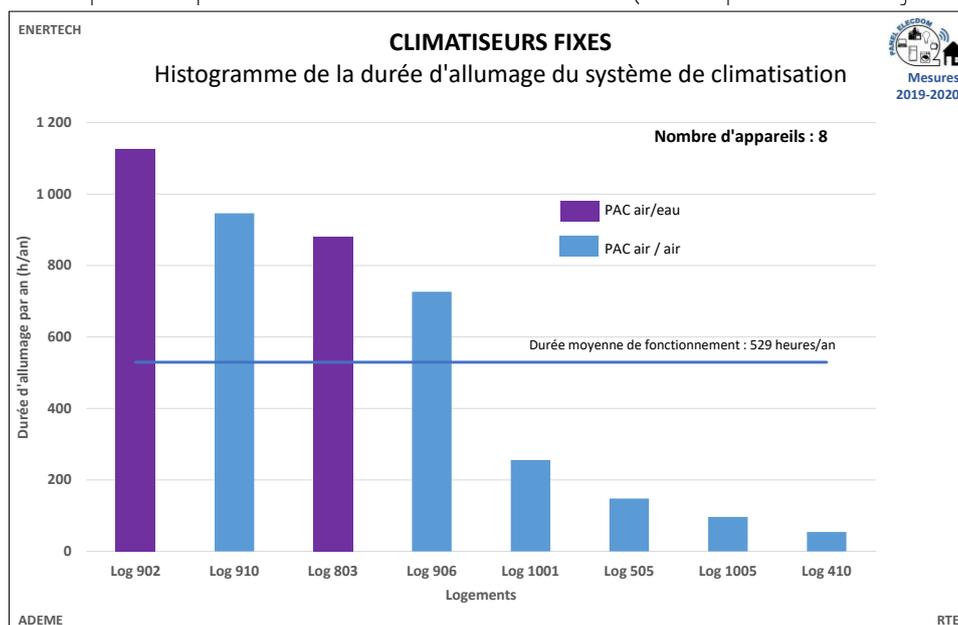


Figure 11-4 : CLIMATISEURS FIXES - Histogramme de la durée annuelle de fonctionnement.

Saisonnalité

Sur la : CLIMATISEURS FIXES - Evolution de la consommation journalière moyenne (hors PAC pour la préparation de l'ECS). Figure 11-5 on a représenté l'évolution de la consommation moyenne journalière entre mai et septembre 2019 pour les différents logements équipés. On observe des similitudes de comportements entre les différents logements, liées à l'influence de la température extérieure.

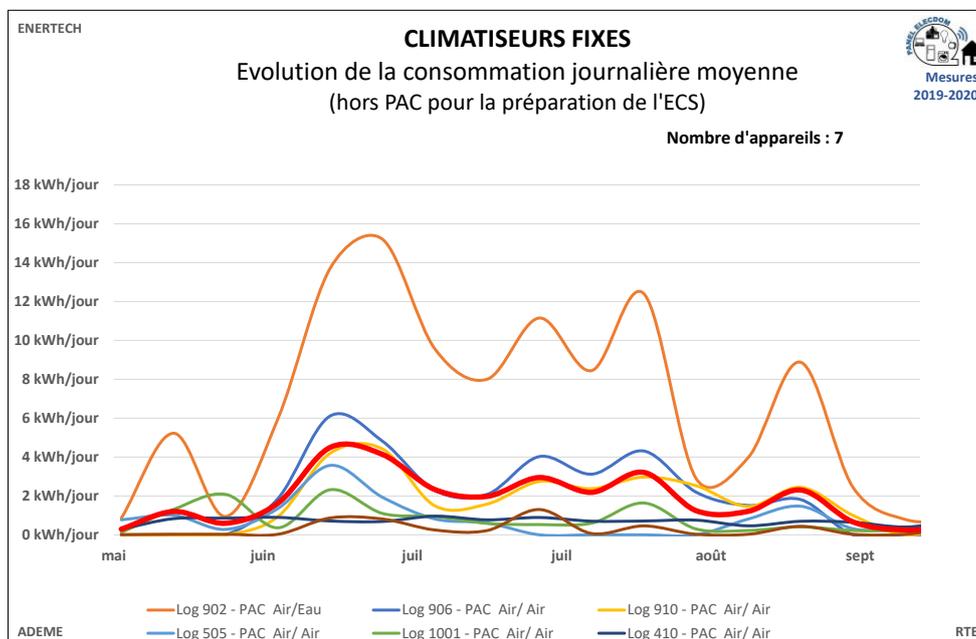


Figure 11-5 : CLIMATISEURS FIXES - Evolution de la consommation journalière moyenne (hors PAC pour la préparation de l'ECS).

Courbe de charge

Sur la Figure 11-6, on remarque que les climatiseurs fixes sont majoritairement utilisés en fin de journée.

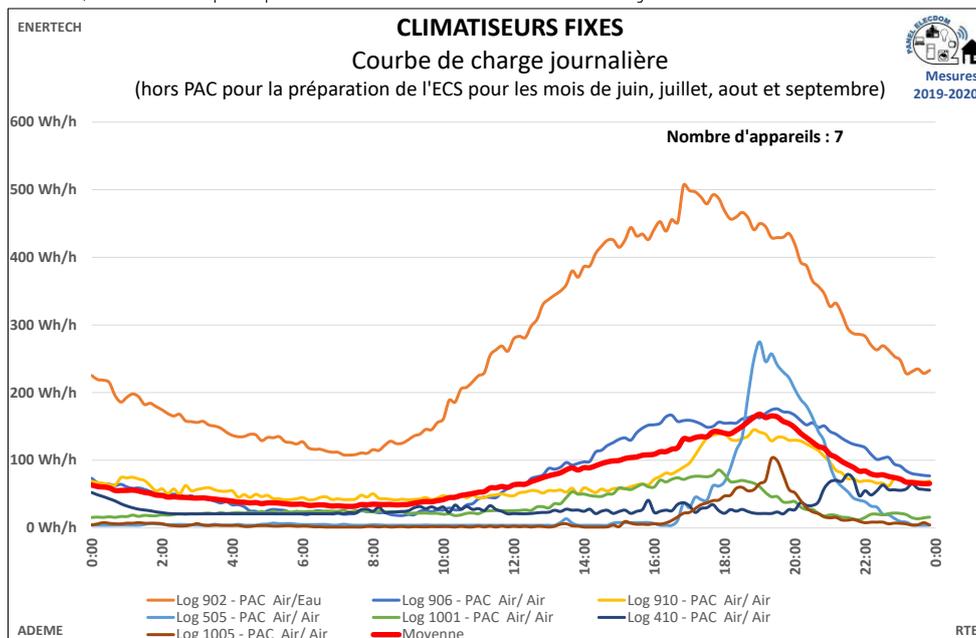


Figure 11-6 : CLIMATISEURS FIXES - Courbe de charge horaire moyenne - (hors PAC pour la préparation de l'ECS pour les mois de juin, juillet, aout et septembre).

11.5. Appareils mobiles

Climatiseurs mobiles

Un climatiseur mobile est un système de climatisation monobloc constitué d'une seule unité disposée à l'intérieur. Il est équipé d'une pompe à chaleur. Il doit être tubé vers l'extérieur pour évacuer la chaleur qu'il extrait du logement.



Figure 11-7 : Photographie d'un climatiseur mobile.

La **consommation moyenne** des climatiseurs mobiles vaut **140 kWh/an** (Figure 11-8). Un seul des trois équipements suivis possède une consommation conséquente avec 347 kWh/an (il est utilisé plus de 530 heures/an) soit 4,2 kWh/an/m²_{SHAB}. Les autres sont en marche moins de 30 heures/an pour une consommation surfacique de moins de 0,4 kWh/an/m²_{SHAB}.

L'enquête d'EDF R&D précédemment citée⁴⁵ indique une consommation moyenne de près de 800 kWh pour les climatisations mobiles. En comparaison de nos mesures de terrain, cette valeur paraît très largement surestimée même si le résultat de notre étude doit être considéré avec prudence étant donné la taille restreinte de l'échantillon.

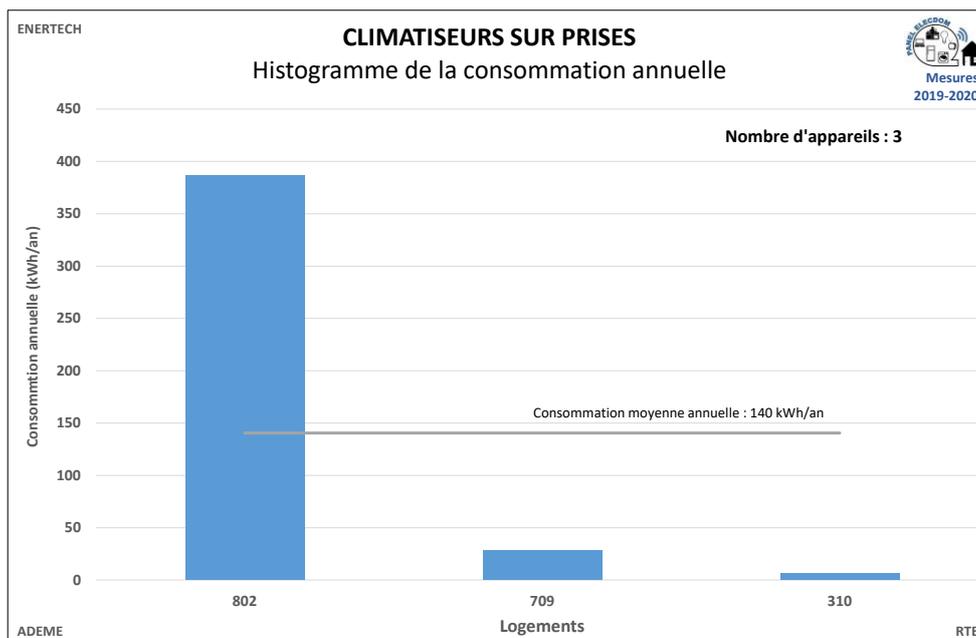


Figure 11-8 : CLIMATISEURS MOBILES - Histogramme des consommations unitaires annuelles.

Rafraichisseurs mobiles

Un rafraichisseur d'air est un ventilateur avec une réserve d'eau permettant d'abaisser la température ambiante par pulvérisation d'eau.



Figure 11-9 : Photographie d'un rafraichisseur d'air.

La consommation moyenne des rafraichisseurs d'air est très inférieure à celle des climatiseurs mobiles. Elle est égale à 13 kWh/an (Figure 11-10).

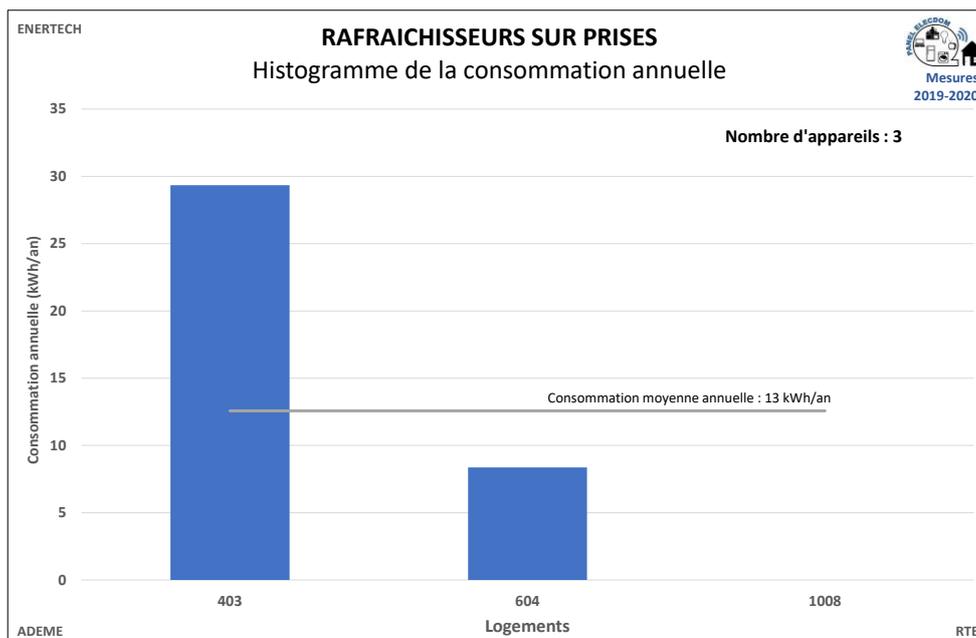


Figure 11-10 : RAFRAICHISSEURS MOBILES - Histogramme des consommations annuelles.

Ventilateurs sur prise

Les ventilateurs sur prise sont très couramment employés pour améliorer le confort d'été. Au total 39 appareils ont été inventoriés et 13 ont été instrumentés.

La majorité des ventilateurs suivis se trouvent dans des logements du Sud de la France et également dans de grandes agglomérations.



Figure 11-11 : Photographies de ventilateurs sur prise.

La **consommation moyenne** des ventilateurs sur prise est relativement faible avec **5,3 kWh/an** et des extrêmes à 0 et 24 kWh/an (Figure 11-12).

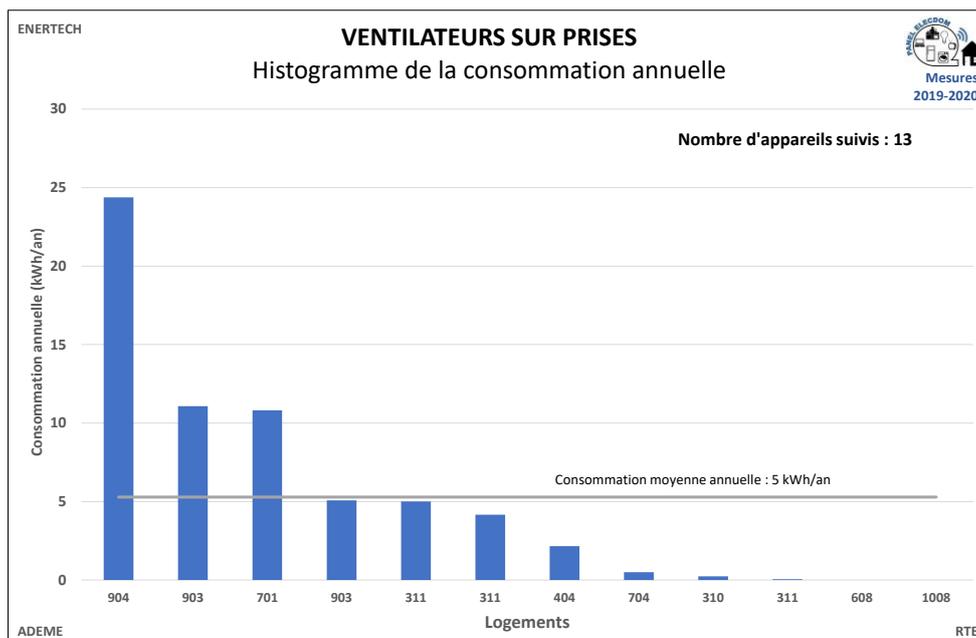


Figure 11-12 : VENTILATEURS SUR PRISE - Histogramme de la consommation unitaire annuelle.

La **puissance en marche** des ventilateurs est comprise entre 18 et 50W (moyenne 32W). Leur durée de fonctionnement va de 0 à 620 heures par an, avec une valeur moyenne de 177 heures par an.

11.6. Déshumidificateurs

Un déshumidificateur sert à réduire le taux d'humidité dans une pièce. Seuls 2 appareils de ce type ont été suivis. Leur consommation est très différente puisque le premier consomme plus de 1 400 kWh/an (43% de la consommation totale du logement !) et l'autre 20 kWh/an (Figure 11-13).

Dans le premier cas, il s'agit d'un déshumidificateur utilisé toute l'année dans une cave très humide. Quant au second il a été utilisé une seule fois pour évacuer l'humidité lors de travaux.

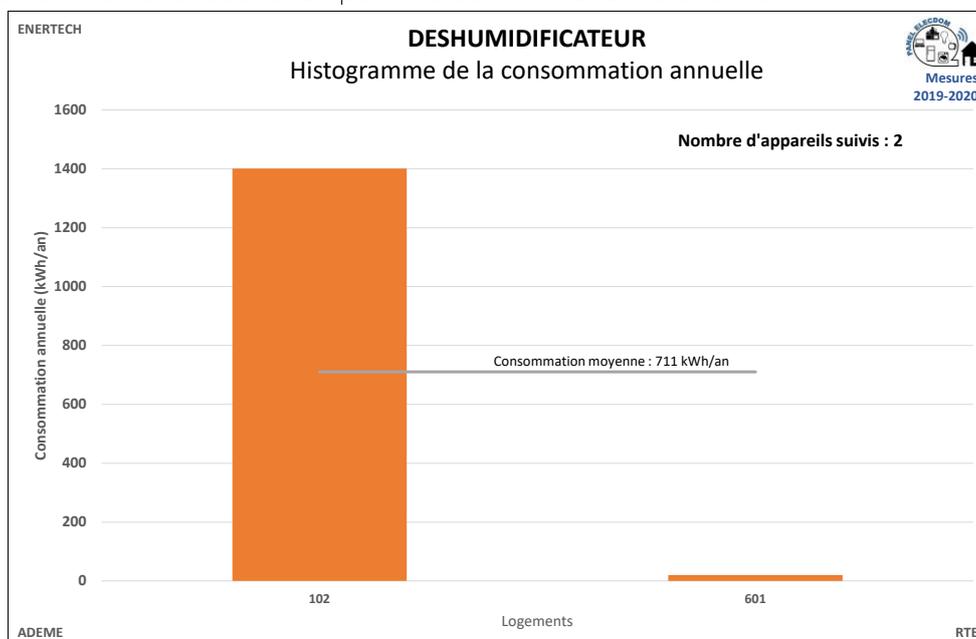


Figure 11-13 : DESHUMIDIFICATEURS - Histogramme de la consommation annuelle.

12. Auxiliaires et ventilation

Par « auxiliaires » nous entendons tous les appareils disposant d'une alimentation électrique et ne faisant pas partie de l'électroménager classique. Il s'agit par exemple de l'alimentation électrique des chaudières individuelles à combustible, de la ventilation mécanique, etc. Les « auxiliaires » sont des appareils nécessaires au fonctionnement d'un mécanisme ou d'une machine nécessaire au chauffage/climatisation/ventilation.

12.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Les auxiliaires (ventilation et auxiliaires de chauffage) couvrent 5,7% de la consommation totale d'un logement moyen et 12,3% si on ne considère que les usages spécifiques (Figure 12-1). La consommation des auxiliaires de chauffage est supérieure à celle d'éclairage d'un logement moyen ! Quant à celle de la ventilation, elle est du même ordre que celle d'une plaque de cuisson électrique.

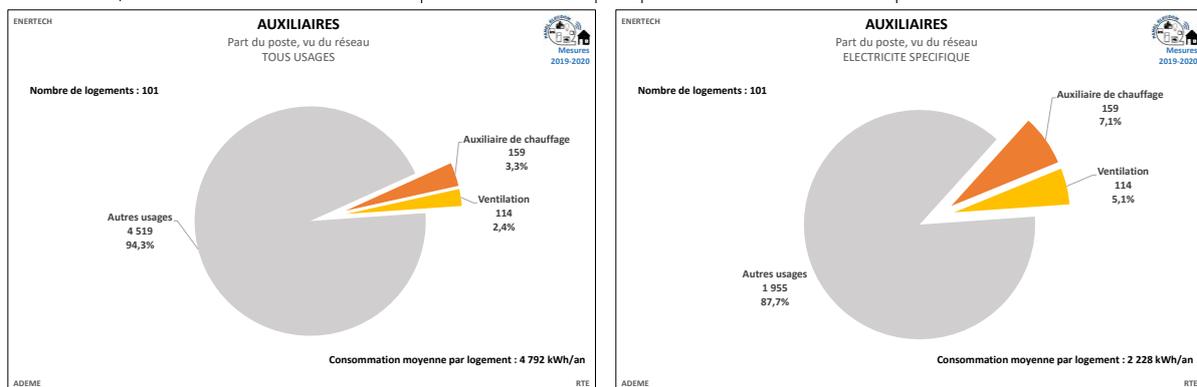


Figure 12-1 : AUXILIAIRES – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau.

12.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

Tous les auxiliaires de chauffage et ventilation ont été suivis individuellement.

12.3. Description de l'échantillon

Les auxiliaires sont répartis comme décrit dans le Tableau 12-1. Il est très difficile de trouver des valeurs nationales de taux d'équipement pour les auxiliaires. Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessus doivent être considérées avec prudence tant elles divergent d'une étude à l'autre, par exemple pour la ventilation.

Libellé		Nombre appareils suivis	Taux équipement		Source
			Echantillon	Données nationales	
Ventilation*	Tous logements	48	48%	26% / 71%	Scenario Negawatt 2016 / BVA pour le SYNASAV, 2018 ⁴⁶
	Maisons individuelles	46	82%	52%	RTE Les usages chauffage, production d'eau chaude sanitaire et climatisation/ventilation dans le secteur résidentiel 2019
Chaudières		40**	40%	44%	Ceren, 2013

⁴⁶ Etude portant sur 2 014 foyers, on ne sait pas exactement ce qui est couvert par le terme ventilation. <https://www.synasav.fr/detail-actualite/ventilation-et-qualite-de-lair-interieur-en-france-en-2018-au-programme-des-conferences-du-salon-pollutec-2018.html>

Poêle granulés/fuel	7	7%	-	-
---------------------	---	----	---	---

* : On ne considère ici que les logements possédant un départ électrique « ventilation », c'est-à-dire que les appartements ventilés par une installation collective ne sont pas comptabilisés.

** : un logement de l'échantillon était équipé d'une chaudière électrique en début d'année de mesures. Elle a ensuite été remplacée par une chaudière gaz. Nous ne considérons pas ce logement dans les traitements de ce paragraphe.

Tableau 12-1 : AUXILIAIRES - Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

12.4. Ventilation

Caractéristiques de l'échantillon

48 logements de l'échantillon sont équipés de ventilation mécanique individuelle. Il s'agit de ventilation mécanique simple flux, à l'exception d'une maison qui est pourvue d'une ventilation double flux. La Figure 12-2 présente 2 types de caisson différents.



Figure 12-2 : Photographie d'un caisson de ventilation simple flux (gauche) et d'un caisson double flux avec sa commande (centre et droite)

Consommations annuelles

La consommation moyenne des ventilations est de 241 kWh/an (Figure 12-3). Dans 2 logements, soit 4% des foyers équipés, la ventilation n'a jamais fonctionné. Si on ne tient pas compte de ces 2 logements, la consommation moyenne vaut 251 kWh/an.

La ventilation double flux est la plus consommatrice mais on observe également des modèles simple flux très économes.

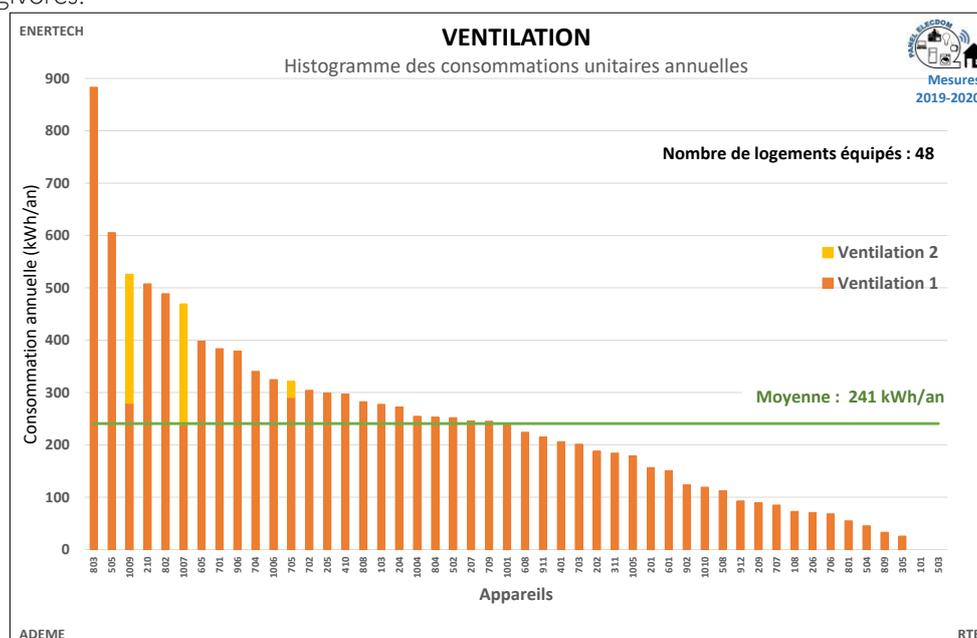


Figure 12-3 VENTILATIONS - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

Depuis 2016, les systèmes de ventilation de puissance supérieure à 30W sont soumis à la directive Ecodesign.

Puissances

Sur le graphique de la Figure 12-4 sont présentées les puissances appelées par les différentes installations de ventilation. Il faut noter que deux n'ont jamais fonctionné et quatre n'ont pas pu être mesurées individuellement. Trois logements sont équipés de deux caissons de ventilation.

82% des installations suivies ont fonctionné à vitesse constante toute l'année de mesure (puissance appelée constante). Dans 18% des cas, la vitesse a été modifiée en cours de période. Pour ces ventilations, le graphique de la Figure 12-4 présente une puissance pondérée en fonction du temps passé dans chaque vitesse.

Les puissances mesurées sont très différentes d'un logement à l'autre. La puissance la plus élevée n'est pas celle de la ventilation double flux (logement 203) mais celle d'un logement équipé de deux caissons de ventilation. Cependant l'usage du caisson le plus puissant des 2 est très ponctuel (seulement 4% du temps). La **puissance moyenne** est de **32W**.

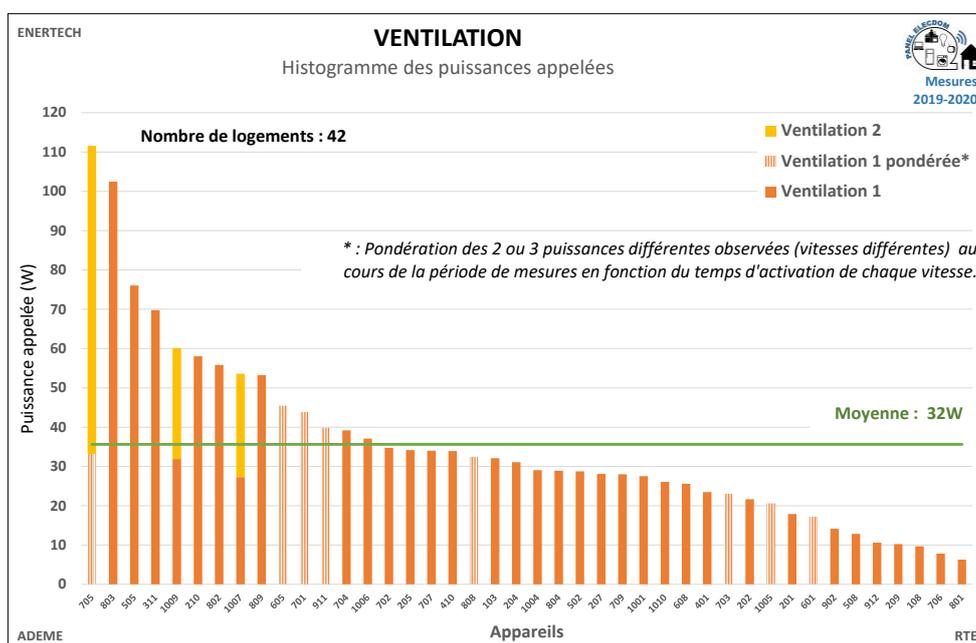


Figure 12-4 VENTILATIONS- Histogramme des puissances appelées.

La puissance appelée est fonction du débit de l'installation et de ses pertes de charges mais ces deux paramètres n'ont pas été mesurés. Sur le graphique de la Figure 12-5, on observe une relation entre la puissance appelée et la surface habitable mais elle n'est pas parfaitement linéaire. Il n'est pas possible d'aller plus loin dans l'analyse avec les informations dont nous disposons. Une étude spécifique portant sur cet usage serait nécessaire afin de savoir si pour une puissance appelée donnée le service, à savoir une bonne qualité d'air, est rendu.

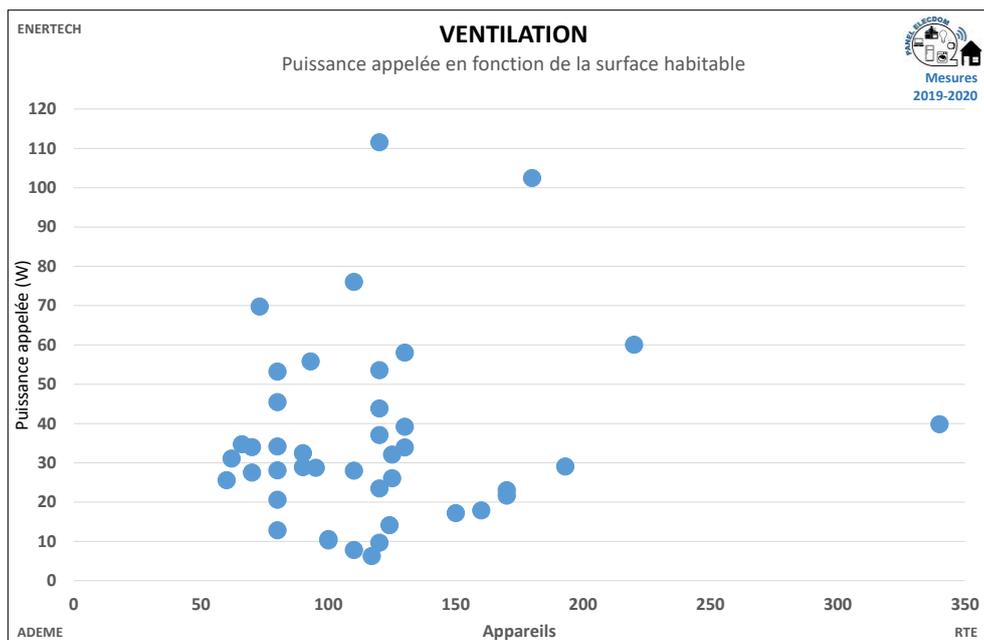


Figure 12-5 : VENTILATIONS - Puissance appelée en fonction de la surface habitable.

Durées de fonctionnement

Dans 84% des logements, la durée de fonctionnement de la ventilation est supérieure à 95% de l'année (Figure 12-6). En moyenne, une installation marche 87% du temps (on prend en compte les 2 installations hors service).

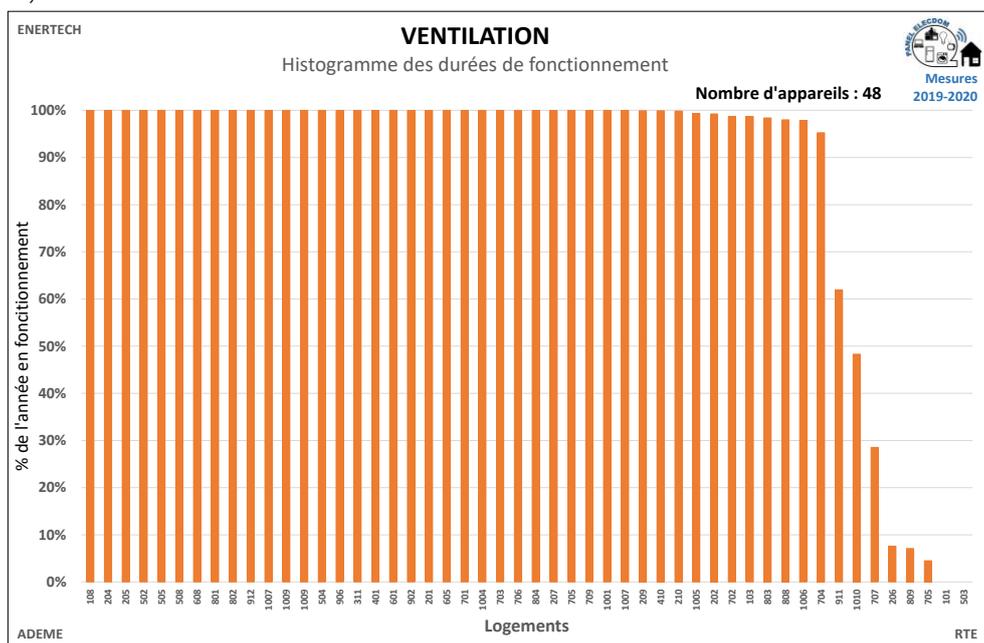


Figure 12-6 : VENTILATIONS- Durée de fonctionnement.

Saisonnalité

On note très peu de variations au cours de l'année comme en atteste la courbe de saisonnalité de la Figure 12-7. Les écarts par rapport à la moyenne sont dus aux spécificités de notre échantillon. En effet, certains caissons sont tombés en panne en cours d'année, pour d'autres la vitesse (donc la puissance appelée) a été modulée.

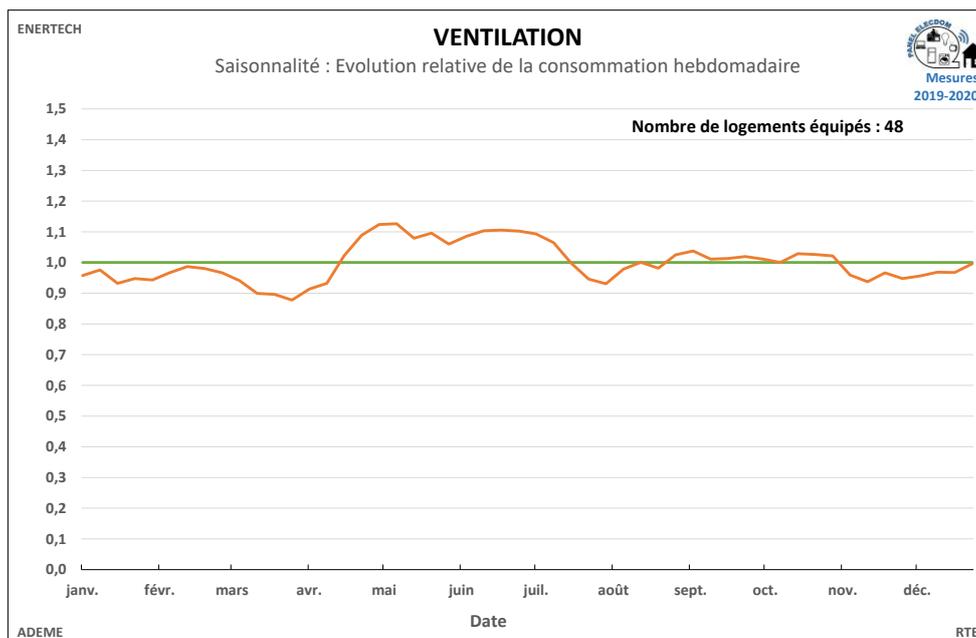


Figure 12-7 : VENTILATIONS – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l’année.

Courbe de charge

Comme on l’a indiqué dans les paragraphes précédents, la puissance appelée par les ventilations est très stable au cours de l’année de mesure ce qui conduit sans surprise à la courbe de charge de la Figure 12-8.

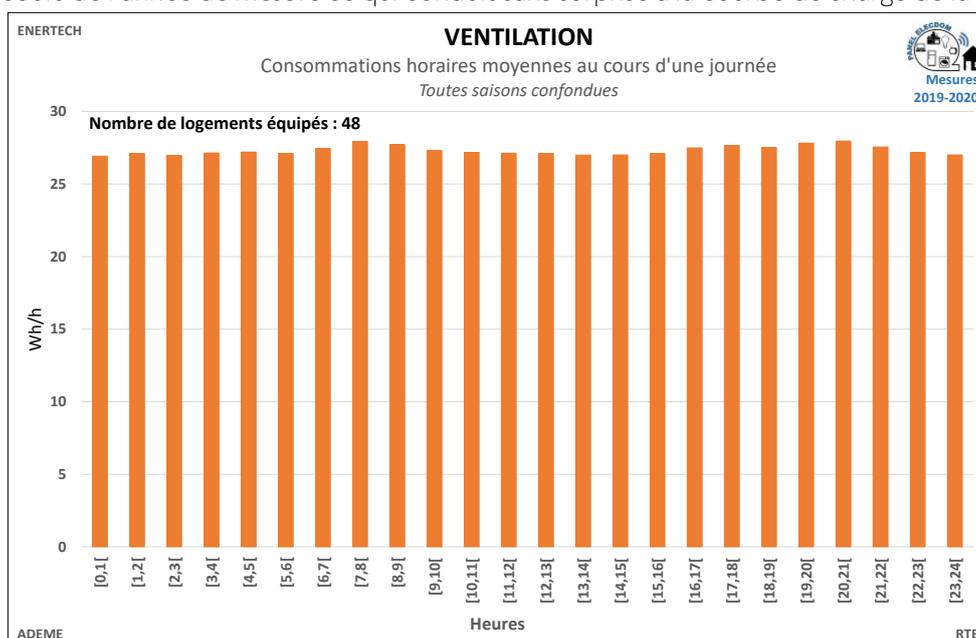


Figure 12-8 : VENTILATIONS – Courbe de charge horaire moyenne – Toutes saisons confondues.

12.5. Chaudières

Caractéristiques de l’échantillon

40 logements de l’échantillon, dont 23 maisons et 17 appartements, sont équipés de chaudières individuelles. 33 sont des chaudières murales et 7 des modèles au sol. Elles se répartissent de la façon suivante :

- 31 chaudières gaz
- 6 chaudières fioul
- 2 chaudières électriques
- 1 chaudière gaz à micro-cogénération



Figure 12-9 : Photographies de chaudières – De gauche à droite : chaudières gaz, fioul, électrique et cogénération gaz.

Une description de la nature des besoins électriques des chaudières est donnée en annexe 7.

NB : on ne considère pas les chaudières électriques dans la suite de l'analyse. Elles sont traitées dans le chapitre « Chauffage électrique ».

Consommations annuelles

La consommation électrique moyenne des chaudières, tous types confondus (hors cogénération), vaut 202 kWh/an (Figure 12-10). Les 2 modèles les plus consommateurs sont des chaudières fioul assez anciennes (2004 et 2012).

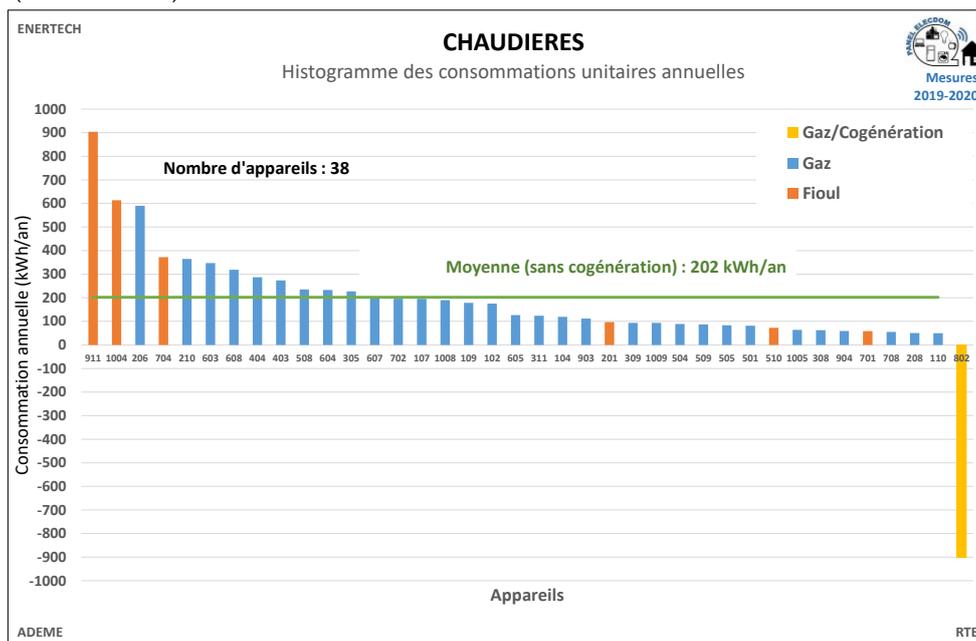


Figure 12-10 : CHAUDIERES - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

Le graphique de la Figure 12-11 donne la répartition entre les consommations en marche et en veille des chaudières suivies. La consommation moyenne de veille s'élève à 32 kWh/an, soit 16% du total. Dans le cas d'un circulateur de faible puissance dont le fonctionnement est asservi au brûleur (logement 110), la consommation de veille peut représenter jusqu'à 70% du total.

La puissance moyenne de veille mesurée est de 3,8W (0,7 à 7,4W), soit 7,6 fois plus que la valeur imposée pour la plupart des appareils électroménagers par la directive Ecodesign.

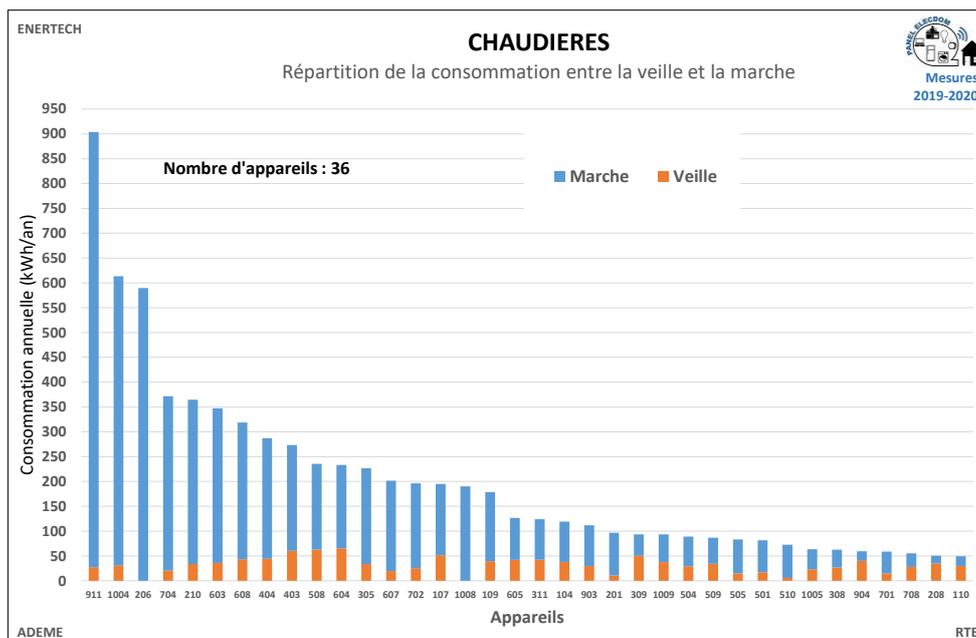


Figure 12-11 : CHAUDIÈRES – Répartition de la consommation entre les états de marche et de veille.

Les écarts de consommation s'expliquent essentiellement par deux facteurs :

- La puissance des circulateurs,
- Leur asservissement au brûleur de la chaudière qui permet de réduire leur durée de fonctionnement au minimum nécessaire, c'est-à-dire une mise en marche uniquement lorsque le brûleur est actif (à une temporisation près). A titre d'exemple la consommation de la chaudière du logement 206 (troisième plus importante de l'échantillon) est le fait du fonctionnement permanent inutile d'un circulateur de 66W (été comme hiver). Au contraire, nous ne sommes pas capables de fournir la puissance du circulateur de la chaudière du logement 110 (chaudière la moins consommatrice) car elle n'a jamais fonctionné plus de 10 minutes sans interruption.

Depuis 2015, la Directive Européenne Ecodesign s'applique aux chaudières. Cependant elle ne traite pas de leur consommation électrique. L'analyse des données Panel ElecDom montre l'impact que pourrait avoir la prise en compte de cet aspect sur la réduction des consommations électriques. Pour ce faire, il faudrait imposer des conditions sur :

- La puissance de veille : fixer un seuil à 0,5W comme c'est déjà le cas pour la plupart des appareils électroménagers.
- La puissance des circulateurs intégrés : ils sont soumis à la directive applicable pour les pompes de chauffage (efficacité énergétique minimum), donc a priori le problème est résolu pour toute nouvelle chaudière installée.
- L'asservissement du circulateur au brûleur : imposer que la chaudière soit livrée avec son circulateur asservi au fonctionnement du brûleur.

Saisonnalité

Cet appareil possède une forte saisonnalité sans pour autant présenter des consommations nulles en été (Figure 12-12). En effet, il est en cette saison utilisée pour produire de l'eau chaude sanitaire.

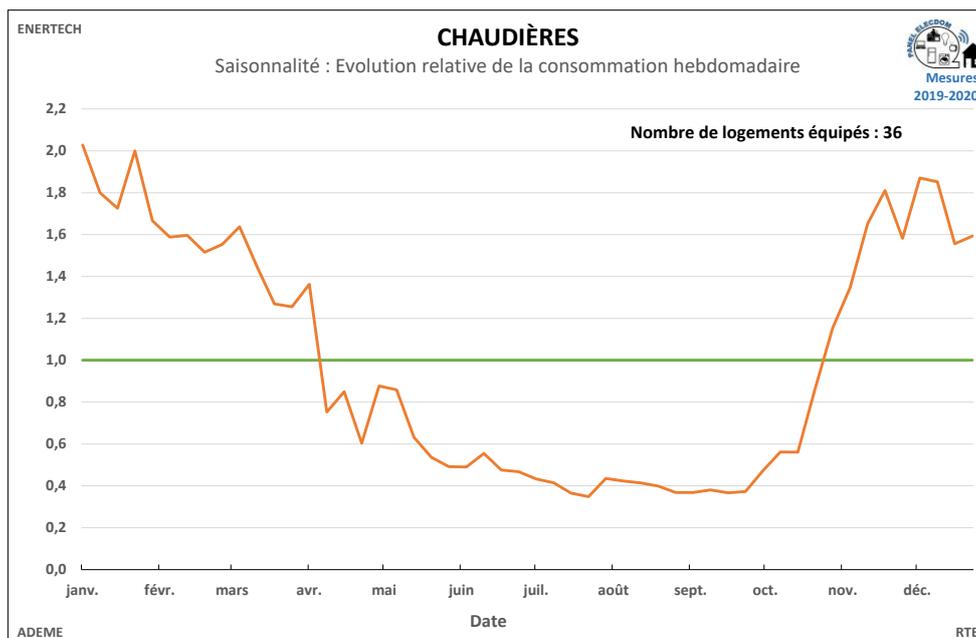


Figure 12-12 : CHAUDIÈRES – Evolution relative de la consommation hebdomadaire au cours de l’année.

Courbe de charge

Le profil de puissance appelée au cours de la journée est très différent en été et en hiver (Figure 12-13). Il dépend des fonctions couvertes :

- Été : simple production d’eau chaude sanitaire « au fil de l’eau ». On note cependant une puissance relativement élevée et stable pour réaliser cette tâche. Celle-ci s’explique essentiellement par une veille non négligeable présente sur toutes les chaudières et également par certaines chaudières mal paramétrées (fonctionnement inutile du circulateur).
- Hiver : production de chauffage et d’eau chaude sanitaire. On observe un pic le matin et un le soir correspondant aux périodes d’occupation des logements, preuve qu’au moins une partie des chaudières obéissent à une programmation horaire (et non à un asservissement du circulateur au fonctionnement du brûleur). Les puissances appelées la nuit et en milieu de journée sont du même ordre de grandeur et relativement élevées. Elles correspondent à environ les trois quarts de la puissance maximale.

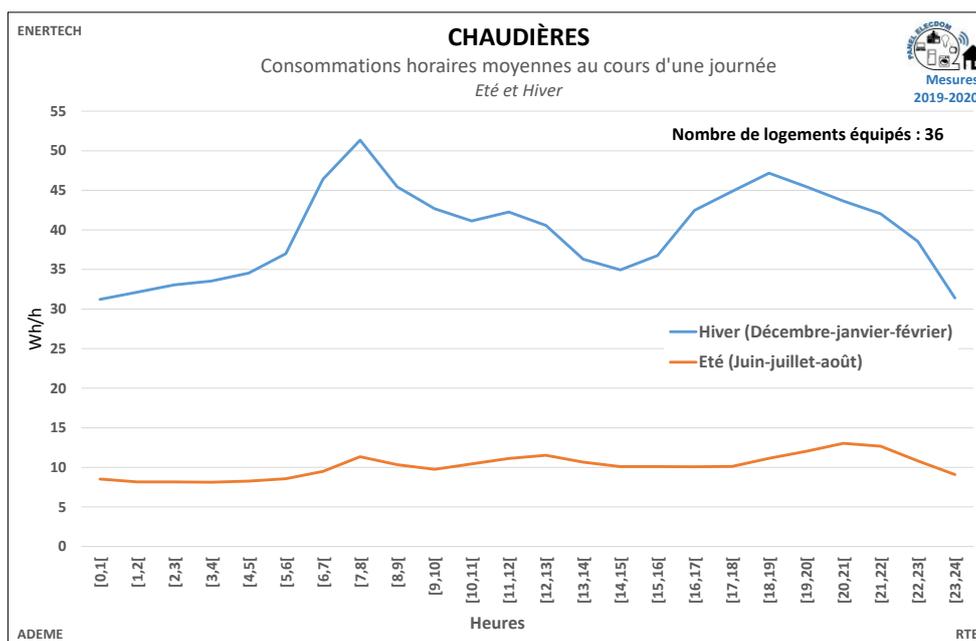


Figure 12-13 : CHAUDIÈRES – Courbe de charge horaire moyenne – Été et Hiver.

12.6. Poêles granulés/pétrole

Le Panel comporte 6 poêles à granulés et une poêle à pétrole.



Figure 12-14 : Photographie d'un poêle à bois (gauche) et d'un poêle à fioul (droite).

La consommation moyenne des poêles vaut 87 kWh/an (Figure 12-15). Elle dépend essentiellement de la durée de fonctionnement (entre 559 et 2 020 heures par an) mais également de la puissance du ventilateur (organe qui fonctionne le plus longtemps pour diffuser la chaleur). Elle oscille selon les modèles entre 16W (poêle à pétrole) et 82 W (poêle le plus consommateur).

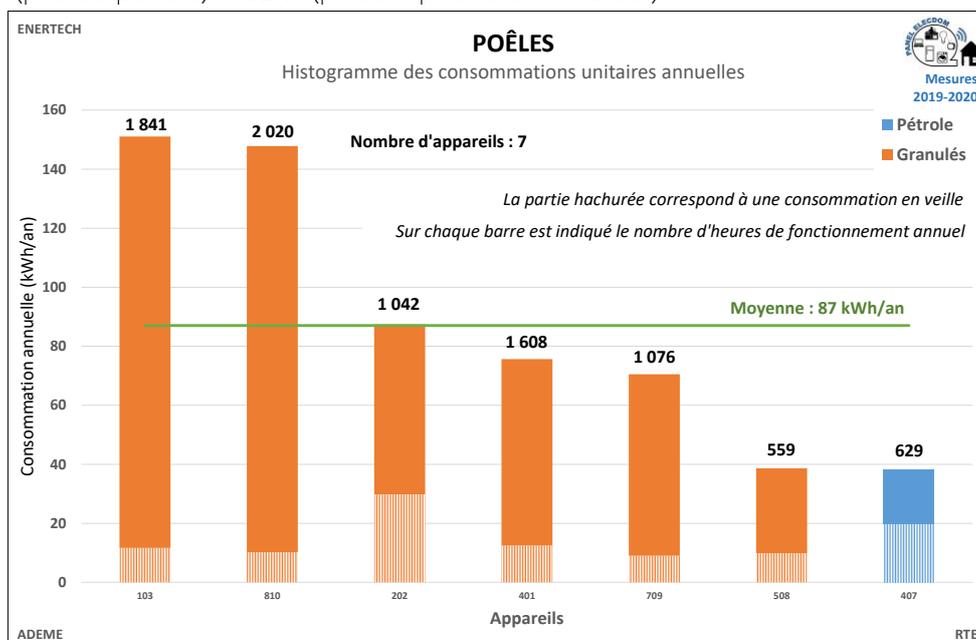


Figure 12-15 POÊLES - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

Enfin on observe des puissances de veille comprises entre 1,5 et 4,2W, soit entre 3,1 et 8,5 fois plus que le seuil maximal de veille fixé par la directive Ecodesign pour la plupart des appareils électroménagers. La veille représente entre 7% et 52% de la consommation totale.

12.7. Ventilation de cheminée

Un logement est équipé d'une ventilation de cheminée qui a consommé 57 kWh/an. Elle appelle une puissance de 100 watts et a fonctionné 574 heures au cours de l'année de mesures.

13. Appareils divers

Dans ce chapitre sont traités tous les appareils suivis non traités dans les chapitres précédents et dont la consommation n'a, à notre connaissance, que très rarement été étudiée jusqu'à ce jour. Ils appartiennent aux catégories suivantes :

- Extérieur (piscines, pompes diverses et tondeuses à gazon),
- Entretien et hygiène (repassage et nettoyage des sols),
- Mobilité électrique (voiture, vélos, trottinette),
- Sécurité (porte ou portail automatique, volets roulants, caméra, visiophone),
- Santé (appareil apnée du sommeil, chargeur de fauteuil roulant),
- Loisirs, bricolage et bien-être (aquarium, balnéo, lit motorisé, adoucisseur).

13.1. Rappel du poids de l'usage dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau

Les équipements concernés sont très nombreux mais leur consommation globale correspond à seulement 3,1% de la consommation électrique totale d'un logement moyen ou encore 6,7% de sa consommation d'électricité spécifique (Figure 3-1).

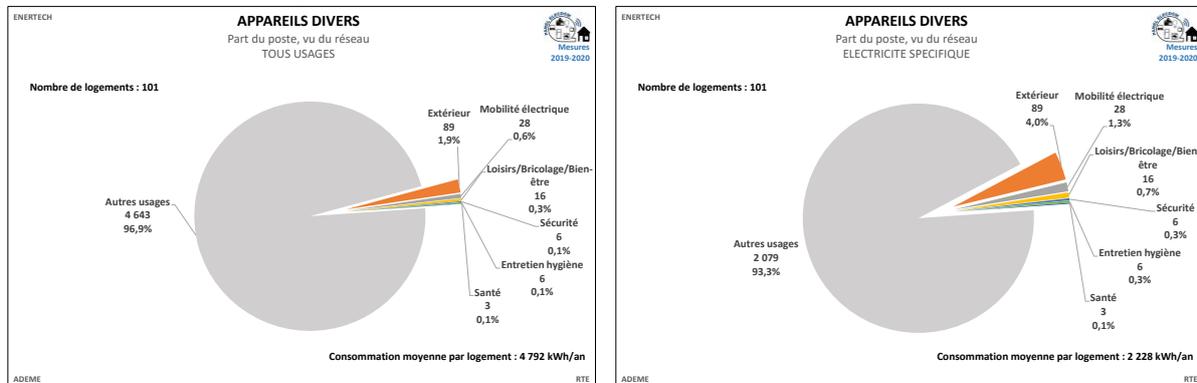


Figure 13-1 : APPAREILS DIVERS – Part du poste dans la consommation d'un logement moyen vu du réseau.

Les principaux contributeurs à ce poste sont les piscines (le poste « extérieur » couvre 1,9% de la consommation tous usages confondus, 4,0% de l'électricité spécifique) et les voitures électriques (poste « mobilité électrique », respectivement 0,6% et 1,3%) alors que notre échantillon ne comprend qu'un seul véhicule électrique. Ce sont principalement les aquariums qui constituent la consommation du poste loisirs/bricolage/bien-être. La consommation de la catégorie Entretien/Hygiène est sous-estimée car l'ensemble des appareils n'a pas été instrumenté mais elle reste, dans tous les cas, marginale.

13.2. Rappel de la stratégie d'instrumentation

Le contenu de ce poste était mal connu et par conséquent la stratégie d'instrumentation n'a pas pu être définie très précisément en amont. Les appareils suivants, supposés consommateurs ou n'ayant jamais été étudiés auparavant, ont été suivis exhaustivement :

- Piscines,
- Pompes diverses,
- Aquarium (avec pompe, chauffage et éclairage),
- Dispositifs médicaux,
- Mobilité électrique.

Certains autres ont été suivis au cas par cas :

- Repassage et entretien des sols : selon l'usage décrit par le participant (estimation préalable de la consommation), son acceptation et la disponibilité des appareils de mesure.
- Sécurité (caméra, portail/port automatique, volets roulants...) : mesure ponctuelle en tableau lorsque cela est possible ou suivi détaillé si une voie de mesures était disponible.

13.3. Extérieur

On considère dans cette catégorie les appareils suivants :

Libellé	Nombre appareils suivis	Taux équipement		Source
		Echantillon	Données nationales	
Piscine*	Enterrée : 2 Hors-sol : 4	Enterrée : 2,0% Hors-sol : 4,0%	Enterrée : 4,4% Hors-sol : 4,1 %	Fédération des Professionnels de la Piscine et du spa FPP 2017 ⁴⁷
Pompes diverses	4	-	-	-
Tondeuse électrique	6	-	-	-

* : on ne tient pas compte des piscines « enfants », c'est-à-dire de moins d'un mètre de profondeur même si elles sont équipée d'une pompe. En effet, celle-ci étant branchée en extérieur sans protection il est impossible de les suivre.

Tableau 13-1 : APPAREILS EXTERIEURS - Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

Les piscines enterrées sont sous-représentées dans notre échantillon (2,0% contre 4,4% à l'échelle nationale).

Piscines

On dénombre 6 piscines dans l'échantillon ; 4 piscines hors-sol et 2 piscines enterrées. Une piscine hors-sol était hors service au cours de la première année de mesures.



Figure 13-2 : Photographie d'une piscine enterrée (gauche) et d'une piscine hors sol (droite).

La consommation moyenne, tous types de piscines confondus, s'élève à 1 690 kWh/an (2 667 kWh/an pour les piscines enterrées et 1 038 kWh/an pour les modèles hors sol).

⁴⁷ 1,3 millions piscines enterrées, 1,2 millions piscines hors-sol, 29,3 millions de foyers en France

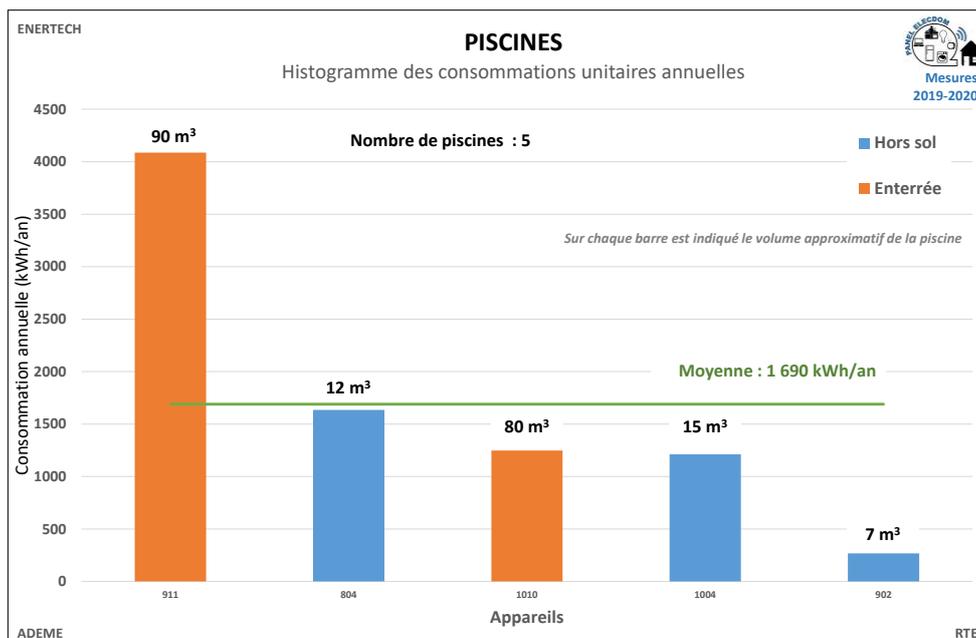


Figure 13-3 : PISCINES - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

L'échantillon étant très restreint, il est difficile de tirer des conclusions. On remarque cependant que la consommation ne semble pas directement liée au volume d'eau.

Une campagne de mesures menée par Eneritech en 2006 sur 20 piscines (17 enterrées et 3 hors-sol) fournit une valeur proche de consommation moyenne (1 866 kWh/an). Cependant, la consommation des piscines hors-sol de la présente étude est très supérieure aux 382 kWh/an mesurés en 2006.

La consommation s'explique à la fois par le (sur)dimensionnement des pompes de filtration ainsi que par leur durée de fonctionnement, souvent trop importante.

Pompes diverses

On trouve, dans l'échantillon, différents types de pompes. Leur consommation varie en fonction de l'usage (épuration, arrosage, vide-cave, relevage) comme indiqué sur la Figure 13-4.

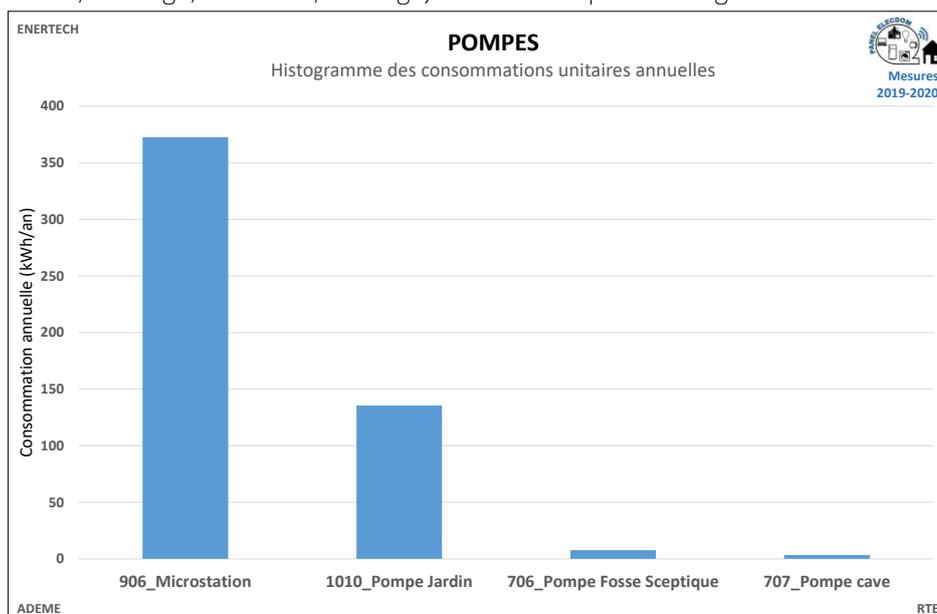


Figure 13-4 : POMPES - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

Tondeuses électriques

L'échantillon Panel Elecdom comporte 6 tondeuses à gazon électriques (branchées sur secteur) parmi lesquelles 2 ont été suivies individuellement. La consommation moyenne s'élève à 6 kWh/an (Figure 13-6).



Figure 13-5 : Photographie de tondeuses électriques

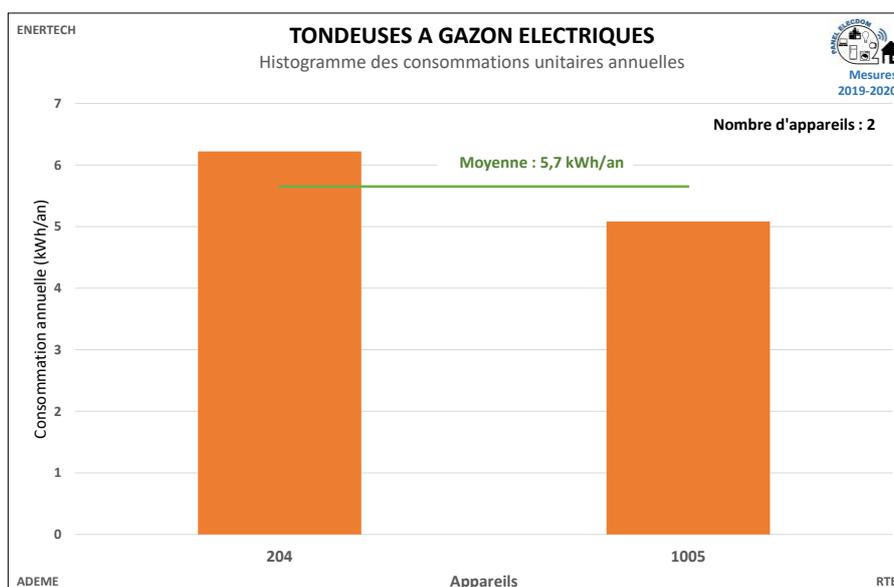


Figure 13-6 TONDEUSES A GAZON ELECTRIQUES - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

13.4. Entretien et hygiène

La catégorie « entretien et hygiène » contient les appareils suivants :

Libellé	Nombre appareils inventoriés*	Taux équipement		Source
		Echantillon**	Données nationales	
Aspirateur centralisé	3	3%	-	-
Aspirateur	135	90%	82%	Kantar TNS pour le Gifam, 2018 ⁴⁸
Nettoyeur vapeur	10	10%	21%	
Fer à repasser	27	27%	59%	
Centrale vapeur de repassage	23	23%	36%	

⁴⁸ Etude portant sur 5 000 foyers

Défroisseur	1	1%	2%	
-------------	---	----	----	--

* : l'inventaire n'est pas peut-être pas totalement exhaustif. En effet, ces appareils sont souvent rangés dans des placards et seuls les appareils « visibles » ou signalés par les participants ont été inventoriés.

** : Pourcentage de logements équipés d'au moins un appareil de ce type (chiffre comparable aux données Gifam)

Tableau 13-2 : ENTRETIEN/HYGIENE - Taux d'équipement et comparaison aux données nationales.

A l'exception des aspirateurs, les taux d'équipement de l'échantillon sont inférieurs aux données nationales. Cela s'explique probablement par notre méthodologie d'inventaire. Ainsi, afin de respecter la vie privée des participants, seuls les appareils « visibles » ou signalés par les occupants ont été comptés.

Appareils de nettoyage des sols

27 appareils de nettoyage des sols ont été suivis (cf. Figure 13-7) :

- 12 aspirateurs rechargeables,
- 4 aspirateurs filaires,
- 5 aspirateurs robots,
- 3 aspirateurs centralisés,
- 1 aspirateur à main,
- 2 nettoyeurs vapeur.

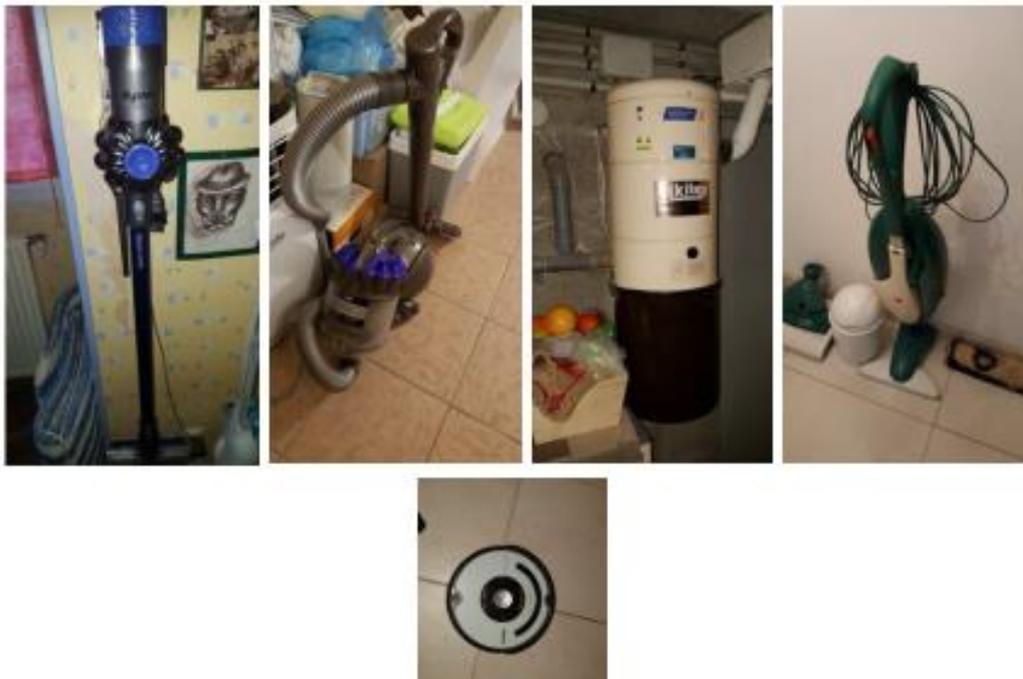


Figure 13-7 : Photographies d'aspirateur – De gauche à droite et de haut en bas – Aspirateur sur batterie, aspirateur chariot, aspirateur centralisé, nettoyeur vapeur et aspirateur robot.

Pour les modèles filaires, le suivi a impliqué que le participant accepte de brancher le mesureur à chaque utilisation.

Leur **consommation moyenne** vaut **9 kWh/an** (Figure 13-8). L'appareil le plus consommateur est un aspirateur filaire qui est très utilisé (en moyenne 41 minutes par jour). La consommation des autres appareils les plus énergivores s'explique par leur veille.

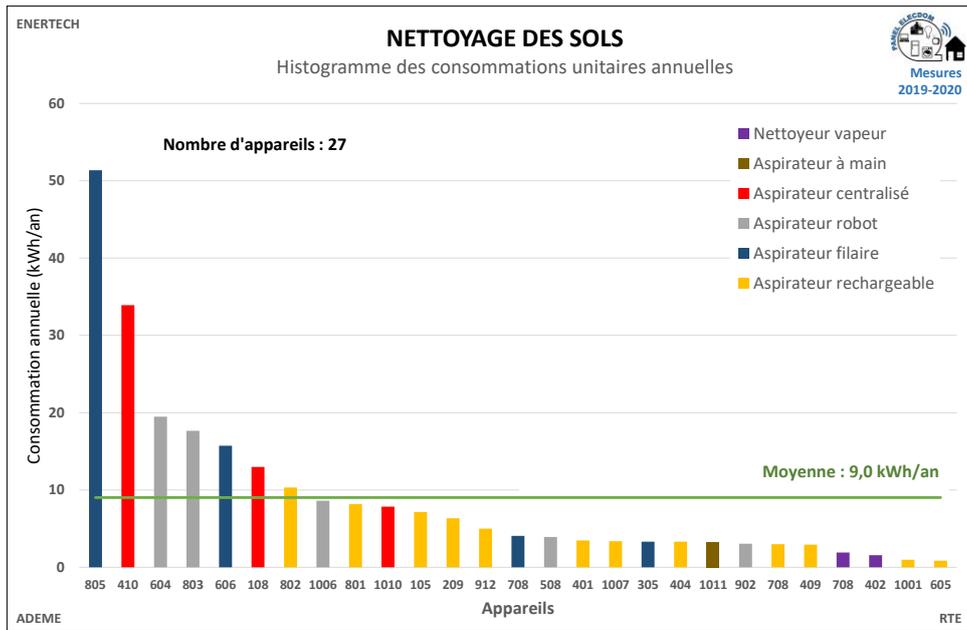


Figure 13-8 : NETTOYAGE DES SOLS - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

On retiendra de l'analyse de la répartition du temps passés dans les différents états (Figure 13-9) que :

- De façon logique, les appareils filaires n'ont pas de veille et donc leur consommation dépend directement de leur durée d'utilisation.
- Dans 2 cas sur 3, les aspirateurs centralisés sont en veille en permanence lorsqu'ils ne sont pas utilisés. C'est cette veille qui constitue principalement leur consommation (puissance de veille moyenne 1,1W).
- Les aspirateurs robots sont pour la plupart régulièrement en veille (puissance moyenne 1,7W) mais sont parfois débranchés.
- Les aspirateurs rechargeables ont un temps de charge quotidien de 42 minutes et la puissance appelée dans cet état n'est pas très élevée.

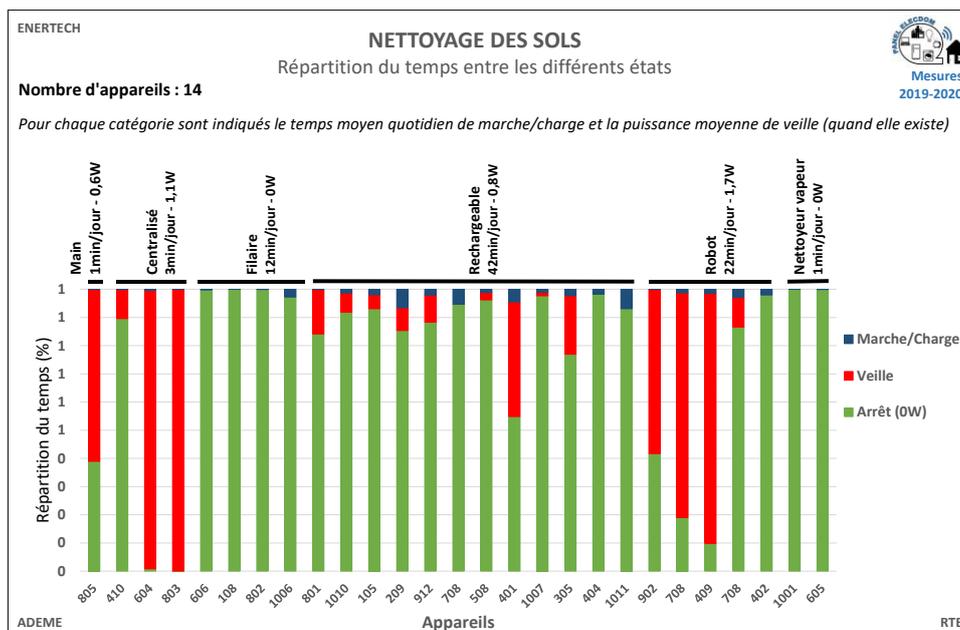


Figure 13-9 : NETTOYAGE DES SOLS - Répartition du temps entre les différents états pour les appareils de nettoyage des sols suivis.

Appareils de repassage

14 appareils de repassage ont été suivis (2 fers à repasser et 12 centrales vapeurs).

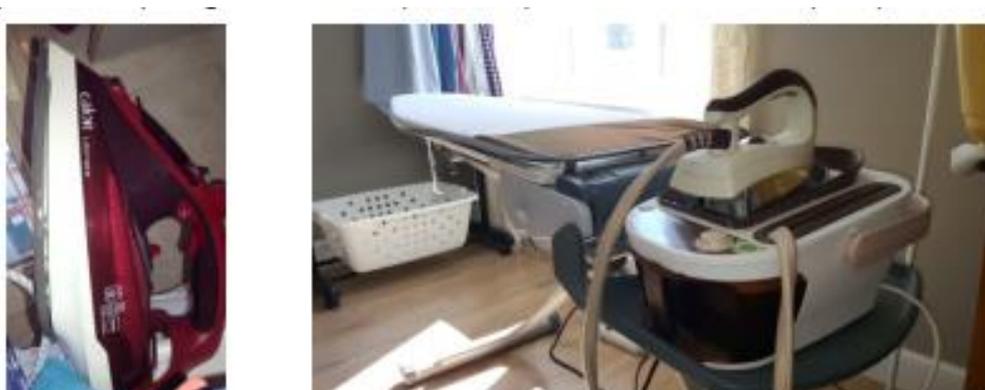


Figure 13-10 : Photographie d'un fer à repasser (gauche) et d'une centrale vapeur (droite)

La **consommation moyenne** mesurée pour cette catégorie est de **27 kWh/an** (29kWh/an si on ne tient pas compte de la centrale vapeur jamais utilisée pendant l'année de mesures). Attention cette valeur doit être considérée avec prudence. En effet, la stratégie d'instrumentation impliquait de suivre uniquement les appareils les plus consommateurs. Il est plus compliqué de suivre des fers à repasser que des centrales vapeurs car ils sont souvent rangés dans un placard après usage. Ainsi le mesureur doit être branché par le participant à chaque usage contrairement aux centrales vapeurs qui restent généralement branchées en permanence. C'est la raison pour laquelle l'échantillon comporte davantage de ces dernières. La consommation moyenne (27 kWh/an) est du même ordre de grandeur que celle mesurée en 1995 lors de la campagne de mesures CIEL (46 fers à repasser suivis), à savoir 42 kWh/an.

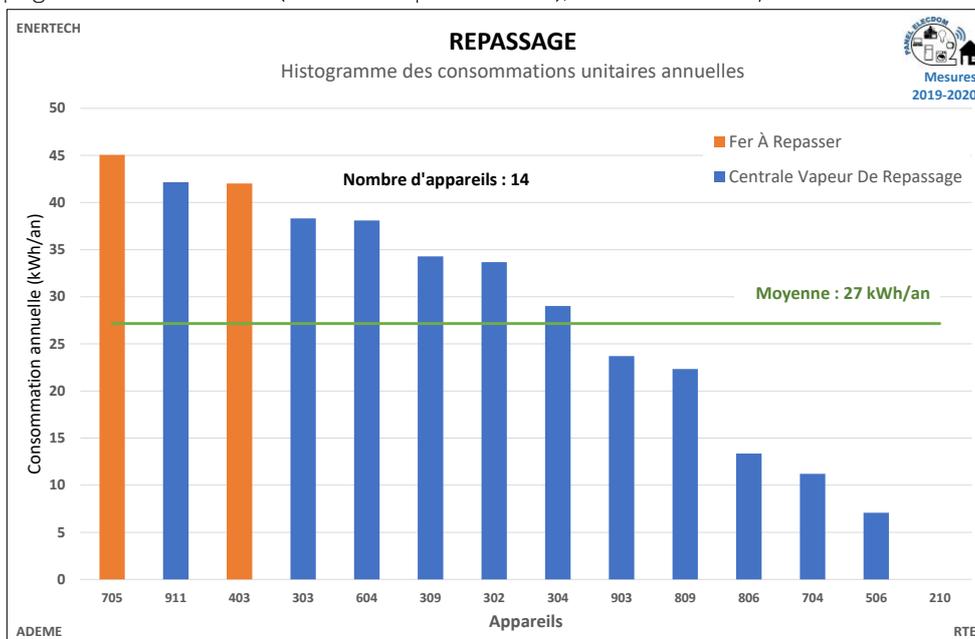


Figure 13-11 : REPASSAGE - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

13.5. Mobilité électrique

On dénombre une voiture électrique au sein de l'échantillon. Sa consommation est de 2 782 kWh/an, soit 32% de la consommation d'électricité du logement concerné (chauffe-eau électrique et chauffage électrique en appoint d'une chaudière).

230 cycles de charge, soit en moyenne 4,4 cycles par semaine, ont été dénombrés au cours de la première année de mesures. La puissance de charge vaut environ 2 300 W.

Le Panel comporte également 5 vélos électriques, une trottinette électrique et 1 overboard (non rechargé au cours de l'année de mesures).

La **consommation moyenne** de ces appareils s'élève à **10 kWh/an**, avec un maximum de seulement 22 kWh/an (Figure 13-12). Le nombre de charges hebdomadaire est limité (toujours inférieur à 2 pour les vélos et à 4 pour la trottinette). Les puissances appelées sont très variables (24 à 206 W).

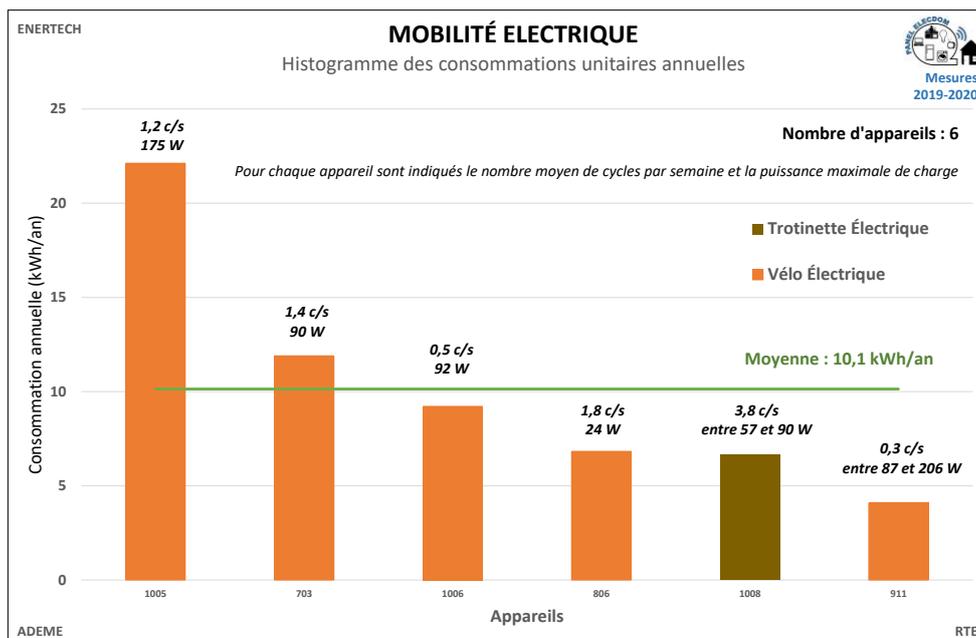


Figure 13-12 : MOBILITE ELECTRIQUE - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

13.6. Autres

La consommation de l'ensemble des appareils de cette catégorie correspond essentiellement à un état de veille. En effet, ces appareils ne sont pas soumis à la directive européenne EuP et aucune limite de puissance n'est fixée pour cet état.

Sécurité

Les consommations liées à la sécurité sont principalement des consommations de veilles (Figure 13-13).

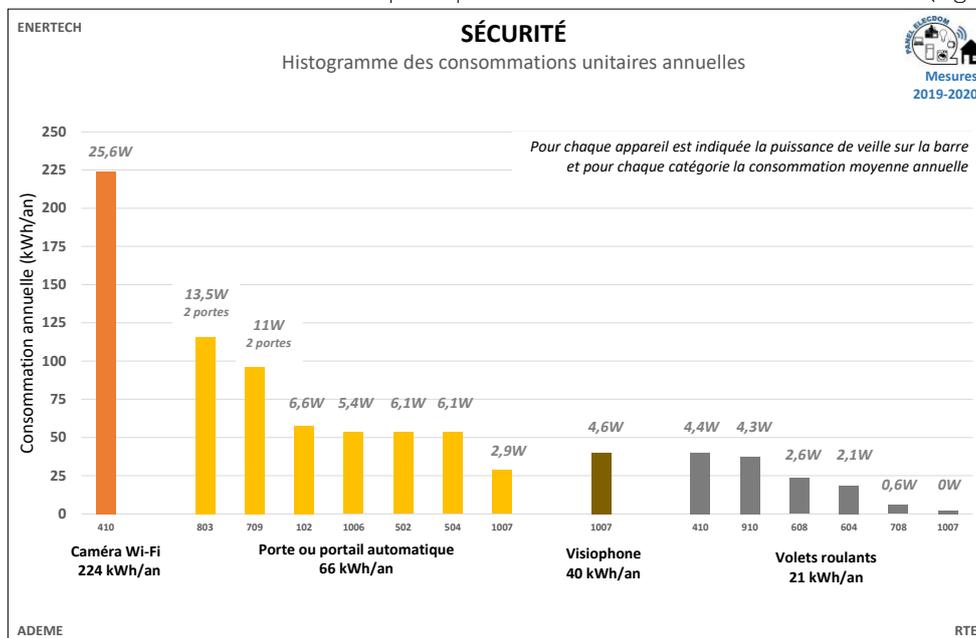


Figure 13-13 : SECURITE - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

La puissance de veille la plus élevée est celle d'une caméra de surveillance Wi-Fi (25,6W !). La puissance appelée en continu par les portes/portails automatiques est également très élevée (de l'ordre de 6W par porte, à l'exception d'une). Enfin, on note une disparité dans la consommation de veille des volets roulants (de 0 à 4,4W par logement). Au final ces consommations représentent entre 21 (volets roulants) et 224 kWh/an (caméra Wi-Fi).

Santé

La consommation moyenne des **appareils de traitement de l'apnée du sommeil** vaut **51 kWh/an** (Figure 13-14). On a également suivi un **chargeur de fauteuil roulant**. Sa consommation annuelle vaut **47 kWh**.

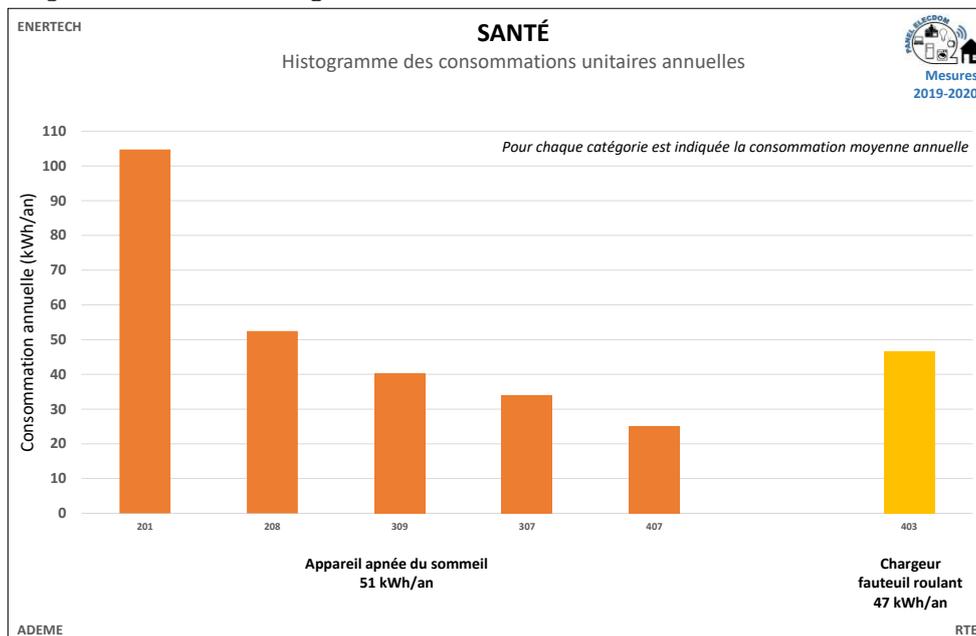


Figure 13-14 : SANTE - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

Loisirs / Bricolage / Bien-être

La consommation des aquariums varie en fonction de leur taille et de leurs options. On retiendra que les gros modèles équipés d'éclairage et de chauffage consomment en moyenne 724 kWh/an et les plus petits équipés d'une simple pompe consomment 32kWh/an (Figure 13-16).



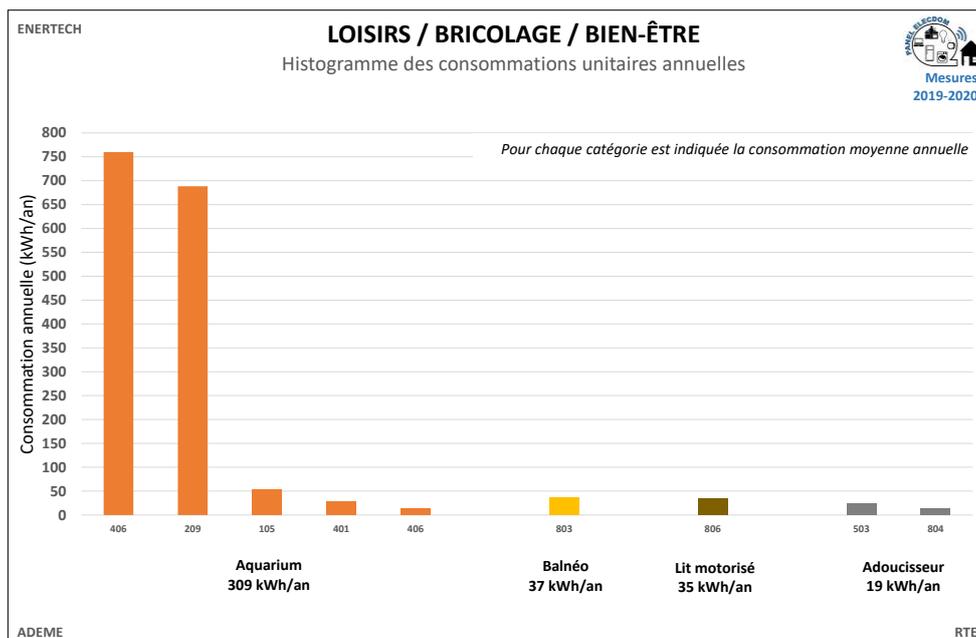


Figure 13-16 : LOISIRS/BRICOLAGE/BIEN-ÊTRE - Histogramme des consommations électriques unitaires annuelles.

La puissance de veille de 6 canapés a également été mesurée sur site. Elle est comprise entre 0,3 et 1 watts, soit 2,6 et 8,8 kWh/an.

14. Conclusion et perspectives

Avec environ 2 500 appareils ou départs électriques suivis dans 101 logements au cours de cette première année de mesure, le projet Panel Elecdom permet de mieux comprendre comment l'électricité est consommée en France et où se situent aujourd'hui les principaux enjeux. Sur la base de ces observations, il sera possible de définir un plan d'action permettant d'agir efficacement sur les consommations d'électricité dans le secteur résidentiel.

Cette première analyse ne reflète pas parfaitement la consommation moyenne car la période de mesures contient environ un mois de confinement (15 mars-15 avril 2020), soit 8% de la durée totale, pour la plupart des logements.

On peut tirer de cette étude les principales conclusions suivantes :

1- Les **dispositifs réglementaires européens** suivants ont bien **très fonctionné** et ont permis une réduction importante de la consommation au cours des 20 dernières années :

- Etiquette énergie (froid, lavage, téléviseur et dans une moindre mesure, cuisson mais la réduction de consommation est plus faible),
- Limitation des puissances de veille pour la plupart des appareils électroménagers (produits « blancs » et « bruns »),
- Bannissement de certains équipements (par exemple, l'éclairage à incandescence ou les appareils de froid les plus consommateurs).

Ils semblent cependant **atteindre leur limite** avec une stabilisation des consommations pour la plupart des premiers usages réglementés (froid, lavage, cuisson) du fait de raisons principalement comportementales (augmentation des taux d'équipement, des capacités des appareils, etc.).

2- En parallèle, plusieurs **progrès technologiques** ont eu des **conséquences fortes** sur les consommations :

- Généralisation de la technologie Led pour l'éclairage et les écrans (ordinateurs et téléviseurs),
- Utilisation de pompes à chaleur pour les chauffe-eaux et les sèche-linges,
- Et dans une moindre mesure, développement de processeurs multiples cœurs pour les ordinateurs.

3- On voit **apparaître certains usages** qui ont encore un **impact négligeable** sur la consommation totale résidentielle mais qui auront probablement **dans les années à venir** une **incidence forte** si leur développement se poursuit :

- Principalement : les voitures électriques,
- Second ordre : la climatisation et les piscines individuelles.

4- Certaines **réglementations européennes** pourraient être **améliorées** pour réduire les consommations :

- Chaudières : imposer que la chaudière soit livrée avec son circulateur asservi au fonctionnement du brûleur.
- Chauffe-eaux : modifier les profils de soutirage employés pour le calcul de l'efficacité énergétique, prendre en compte les pertes statiques réelles (test Nf performance) dans celui-ci, imposer la mise en place d'un système de gestion de la température de stockage et pousser la filière vers une meilleure isolation des enveloppes des chauffe-eaux.
- Appareils de cuisson : des actions sont probablement possibles car les réductions de consommation sont moins importantes que pour d'autres équipements soumis à la réglementation (notamment pour les fours).

5- Le **niveau de puissance** appelée dans les différents états (arrêt, veille, marche) par plusieurs appareils **pourrait être réglementé au niveau européen**. On distingue :

- Les appareils sur prise de courant à usage intermittent pour lesquels le problème peut en partie être réglé manuellement en les débranchant (même si cette solution n'est pas optimum et ne sera jamais mise en œuvre par l'ensemble des usagers) :
 - o Equipements informatiques et audiovisuels : box Internet, box TV, routeurs, passerelles multimédias, serveurs.

NB : certains de ces équipements sont déjà soumis à des exigences relatives à leur niveau de veille depuis 2013 (exigences renforcées en 2017)⁴⁹ mais le passage dans cet état ne semble pas effectif.

- o Auxiliaires de chauffage (veille) : poêles.
- Les appareils directement alimentés depuis le tableau électrique ou nécessitant un branchement permanent du fait de leur utilisation pour lesquels il est encore plus urgent de légiférer (pas d'arrêt manuel possible) :
 - o Automatismes de sécurité : portes automatiques, volets roulants, visiophones, interphones.
 - o Auxiliaires de chauffage (veille) : chaudières.
 - o Objets connectés avec notamment les caméras de surveillance.

6- Des dispositions réglementaires pourraient également être prises au niveau national concernant les équipements suivants :

- Piscines : règle de dimensionnement des pompes de filtration et obligation de mise en place d'un programmeur horaire,
- Climatisations : mise en œuvre en priorité de dispositions passives pour assurer le confort d'été, imposition d'un niveau de performance minimum en cas d'utilisation d'une PAC,
- Chauffe-eaux : obligation d'installer un chauffe-eau thermodynamique dans tous les cas où cela est possible,
- Ventilations : mise en œuvre de règle de dimensionnement, imposition d'un niveau de performance minimum et test obligatoire de l'étanchéité des réseaux,
- Chaudières : obligation d'asservir le fonctionnement du circulateur à celui du brûleur dès qu'une chaudière est posée ou révisée.

7- Cette étude a permis de cerner les enjeux en termes de consommation et de pistes d'économies d'électricité possibles pour de nombreux équipements. Cependant, pour certains, **une étude complémentaire serait nécessaire** pour parfaire les connaissances :

- Sèche-linges : campagne de mesures de grande envergure afin de préciser la consommation moyenne de l'appareil et ainsi évaluer le potentiel gisement d'économie d'énergie.
- Ventilations : campagne de mesure pour établir le lien entre la consommation et ses facteurs explicatifs, ajout d'un volet qualité de l'air intérieur et analyse critique de la réglementation européenne portant sur ces équipements (lien puissance/débit).
- Déshumidificateurs : préciser le taux d'équipement et si nécessaire réaliser une campagne de mesure pour préciser la consommation moyenne de l'appareil.
- Chauffe-eaux thermodynamiques : campagne de mesures pour optimiser la pose et le paramétrage (notamment celui des résistances d'appoint, qui tendent à dégrader le COP de 15% sur l'échantillon instrumenté).

8- Des actions « coups de pouce » (par exemple via le dispositif de Certificats d'Économies d'Énergie) pourraient être définies dans le but de :

- Chauffe-eaux : inciter les usagers à opter lors du renouvellement pour un modèle thermodynamique ou en cas d'achat d'un modèle à effet Joule choisir une capacité plus faible que l'existant (si cela est justifié) ou encore rénover les chauffe-eaux à effet Joule en place (pose d'une jaquette isolante, ajout de thermostat réglable et programmable avec afficheur de température),
- Sèche-linges : encourager les utilisateurs à choisir un modèle équipé d'une PAC lors de l'achat d'un nouvel équipement afin d'accélérer la généralisation d'appareils performants même si on peut espérer que la nouvelle étiquette énergie sur ces équipements (juin 2022) imposera ces modèles,
- Paramétrages (chaudière, pompe de piscine) : mettre en œuvre les réglages optimums mais il est plus difficile de garantir la pérennité de ces actions dans le temps.

⁴⁹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0801&from=EN>

9- Les **messages de sensibilisation** (éco-gestes) **pourraient être actualisés** sur la base des connaissances acquises grâce à ce projet (priorité d'action, mode d'emploi).

10- Enfin, une **étude** plus générale pourrait être réalisée dans le but d'établir les **taux d'équipement** des divers appareils électriques. Cela permettrait de consolider l'évaluation de la répartition de la consommation électrique d'un logement moyen entre les différents usages.

L'analyse des données de l'année 2 du projet permettra de consolider ces premiers résultats et également d'affiner certaines analyses.

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

FIGURES

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
RTE	Réseau de Transport d'Electricité

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



PANEL USAGES ELECTRODOMESTIQUES – Consommations électrodomestiques françaises basées sur des mesures collectées en continu dans 100 logements

L'objectif général du projet PANEL ELECDOM est d'améliorer les connaissances relatives à la consommation d'électricité du secteur résidentiel qui, avec 33% de la consommation électrique française en 2017, est le secteur le plus consommateur. Cette étude porte plus particulièrement sur les **usages spécifiques de l'électricité**.

Basé sur des informations collectées sur le terrain, ce dispositif de recherche unique en France a vocation à perdurer dans le but d'évaluer de manière dynamique l'impact des évolutions sociétales et des modes de consommation (produits, comportements).

Un système communicant enregistre, au pas de temps de 10 minutes dans 100 logements représentatifs du parc français, la consommation d'électricité des appareils branchés sur les prises de courant et celles des départs électriques au tableau. Les données sont ensuite envoyées quotidiennement sur un serveur ftp. Chaque logement est équipé en moyenne de 24,8 points de mesures.

