

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

Version	Rédaction	Vérification	Approbation
V1	Simon Ligier, Thierry Guiot, Ugo De Filippis, Quentin Le Bris, Toàn Vo, Maxime Raynaud	C. Bouteloup	L. Bertrand

Version	Date	Historique
V1	24/11/2023	Création

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

### Table des matières

Table des figures.....	5
Table des tableaux.....	14
<b>1 Introduction .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Présentation des écogestes .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Objectifs de l'expérimentation des écogestes.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Définition des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des appareils de froid alimentaire .....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire » .....	9
2.2.2 Ecogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire » .....	10
2.2.3 Ecogeste « Remplacement des appareils de froid alimentaires ».....	10
<b>2.3 Définition des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des autres appareils électroménagers.....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de cuisson ».....	10
2.3.2 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges » .....	11
2.3.3 Ecogeste « Remplacement des lave-linges ».....	11
2.3.4 Ecogeste « Suppression des veilles des équipements multimédia ».....	11
<b>2.4 Définition des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des climatiseurs ou à l'amélioration du confort thermique par moyen « naturel ».....</b>	<b>11</b>
2.4.1 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes ».....	12
2.4.2 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs mobiles » .....	12
2.4.3 Ecogeste « Ventilation naturelle/Optimisation de la gestion des ouvrants » .....	12
<b>3. Déploiement des écogestes .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Méthodologie de déploiement.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Mise en œuvre.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Retour d'expérience des relais locaux sur le déploiement .....</b>	<b>18</b>
<b>4 Méthodes pour l'évaluation des écogestes .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Principes généraux.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Filtrage et nettoyage des données.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Ajustement aux conditions météorologiques.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 Extraction des plages de fonctionnement de certains appareils .....</b>	<b>24</b>
<b>4.5 Extraction des consommations de veille.....</b>	<b>26</b>
<b>4.6 Indicateurs de ventilation naturelle .....</b>	<b>29</b>
<b>4.7 Incertitudes et significativité des résultats .....</b>	<b>31</b>
<b>5 Evaluation des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des appareils de froid alimentaire .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Optimisation de l'utilisation des appareils .....</b>	<b>32</b>

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

5.2	Entretien des appareils .....	35
5.3	Remplacement des appareils .....	38
5.4	Synthèse sur les écogestes dédiés aux appareils de froid alimentaire.....	41
6	<i>Evaluation des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des autres appareils électroménagers</i> .....	42
6.1	Optimisation de l'utilisation des fours .....	42
6.2	Optimisation de l'utilisation des plaques de cuisson .....	43
6.3	Optimisation de l'utilisation des lave-linges .....	43
6.4	Remplacement des lave-linges .....	48
6.5	Limitation des veilles des équipements multimédia.....	48
6.6	Synthèse sur les écogestes dédiés aux autres appareils électroménagers .....	51
7	<i>Evaluation des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des climatiseurs ou à l'amélioration du confort thermique par moyen « naturel »</i> .....	52
7.1	Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes .....	52
7.2	Optimisation de l'utilisation des climatiseurs mobiles .....	55
7.3	Ventilation naturelle : Optimisation de la gestion des ouvrants .....	56
7.4	Synthèse sur les écogestes dédiés aux climatiseurs et à la ventilation naturelle ....	58
8	<i>Synthèse de l'évaluation des écogestes</i> .....	59
8.1	Bilan quantitatif de l'étude .....	59
8.2	Evaluation qualitative de l'intérêt et de l'application des écogestes.....	61
8.3	Bilan et perspectives .....	64
	<i>Bibliographie</i> .....	65
	<i>Annexes</i> .....	67
	Annexe A : Flyers synthétiques de présentation des écogestes.....	68

## Table des figures

Figure 1 – Exemple de graphique de restitution aux ménages des résultats de la phase d'observation sans écogeste de leur logement .....	14
Figure 2 – Nombre cumulé d'expérimentations d'un écogeste entre septembre 2021 et juin 2023 sur les 5 DROM .....	18
Figure 3 - Le principe pour déterminer l'économie d'énergie avec ajustement (EVO, 2010).....	22
Figure 4 – Exemple de modèle de régression linéaire pour l'ajustement des consommations électriques en fonction de la température extérieure .....	23
Figure 5 – Consommations électriques journalières : réelles sans écogeste pendant la période de référence (en bleu), ajustées sans écogeste pendant la période d'expérimentation de l'écogeste (en vert/rouge), réelles avec écogeste pendant la période d'expérimentation de celui-ci (en orange) .....	24
Figure 6 – Exemple de cycle de fonctionnement d'un lave-linge .....	25
Figure 7 - Cycles détectés sur un lave-linge .....	26
Figure 8 – Exemple de minima glissants de 19h à 7h le lendemain.....	27
Figure 9 – Reconstruction dans le temps à gauche puis à droite des minima glissants.....	28
Figure 10 – Illustration du filtrage avec 4 largeurs de fenêtre glissante .....	28
Figure 11 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite).....	32
Figure 12 – Distributions des consommations électriques annuelles des congélateurs suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du congélateur » .....	33
Figure 13 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du congélateur » .....	33
Figure 14 – Distributions des consommations électriques annuelles des combinés suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du combiné » .....	34
Figure 15 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du combiné » .....	34
Figure 16 – Intérêts des ménages à sa présentation pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite).....	35
Figure 17 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite).....	35
Figure 18 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite) .....	35
Figure 19 – Distributions des consommations électriques annuelles des congélateurs suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Entretien du congélateur ».....	36
Figure 20 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Entretien du congélateur ».....	36
Figure 21 – Distributions des consommations électriques annuelles des combinés suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Entretien du combiné » .....	37
Figure 22 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Entretien du combiné » .....	37
Figure 23 – Intérêts des ménages à sa présentation pour l'écogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite) .....	38
Figure 24 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite).....	38
Figure 25 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Remplacement des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (gauche) et les combinés (droite) .....	39
Figure 26 – Distributions des consommations électriques annuelles des congélateurs suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Remplacement de congélateur ».....	39

## Livraison 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

Figure 27 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Remplacement de congélateur ».....	40
Figure 28 – Distributions des consommations électriques annuelles des combinés suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Remplacement du combiné ».....	40
Figure 29 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Remplacement du combiné ».....	41
Figure 30 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des fours » .....	42
Figure 31 – Distributions des consommations électriques annuelles des fours suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des fours » .....	43
Figure 32 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des fours » .....	43
Figure 33 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges » .....	44
Figure 34 - Distributions des consommations électriques annuelles des lave-linges suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges » .....	44
Figure 35 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges » .....	45
Figure 36 – Nombre de cycles de lave-linge par semaine sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges ».....	46
Figure 37 – Durée des cycles de lave-linge sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges ».....	46
Figure 38 – Energie par cycle de lave-linge sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges ».....	47
Figure 39 - Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges » .....	47
Figure 40 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia » .....	49
Figure 41 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia » .....	49
Figure 42 – Exemple d'un échec de l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia » : les niveaux de veilles sans et avec expérimentation de l'écogeste sont similaires .....	50
Figure 43 – Exemple d'un succès très probable mais temporaire de l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia » .....	50
Figure 44 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia ».....	51
Figure 45 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » .....	52
Figure 46 –Modèle de régression sur les consommations journalières (gauche) et correction des consommations en fonction des conditions météorologiques. Exemple sur un climatiseur en Guadeloupe .....	52
Figure 47 – Distributions des consommations électriques annuelles des climatiseurs fixes suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » .....	53
Figure 48 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » .....	53
Figure 49 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » en fonction de la présence de brasseurs d'air .....	54
Figure 50 – Courbes de charge horaires moyennes des climatiseurs fixe suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » .....	54

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

Figure 51 – Intérêt des ménages à sa présentation pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » .....	55
Figure 52 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » .....	55
Figure 53 – Indicateurs principaux de ventilation naturelle pour la pièce du logement 1 (gauche) et les trois pièces du logement 2 (droite) avant et après expérimentation de l'écogeste « Optimisation de la ventilation naturelle » .....	57
Figure 54 – Différences de température intérieure moyennes et maximales pour la pièce du logement 1 (gauche) et les trois pièces du logement 2 (droite) avant et après expérimentation de l'écogeste « Optimisation de la ventilation naturelle » .....	58
Figure 55 – Economies annuelles moyennes d'électricité et leur intervalle de confiance à 95 % pour chacun de écogestes évalués .....	60
Figure 56 – Confrontation des niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois des différents écogestes expérimentés .....	62
Figure 57 – Confrontation de l'intérêt des ménages à la présentation des différentes écogestes expérimentés .....	63

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### Table des tableaux

Tableau 1 – Effectifs par DROM des ménages expérimentant au moins un écogeste et parts de ceux-ci dans le total .....	15
Tableau 2 – Nombre d'expérimentations par écogeste et par DROM .....	16
Tableau 3 – Parts des expérimentations d'écogeste par rapport au nombre total d'expérimentations sur les 5 DROM .....	16
Tableau 4 – Parts des expérimentations d'écogeste par rapport aux nombre totaux d'expérimentations par DROM.....	17
Tableau 5 – Combinaisons d'appareils les plus fréquentes (90% des cas) suivies avec l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia » .....	48
Tableau 6 – Périodes de mesures et intérêt pour l'écogeste d'optimisation de la ventilation naturelle (logements exploités) .....	56

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

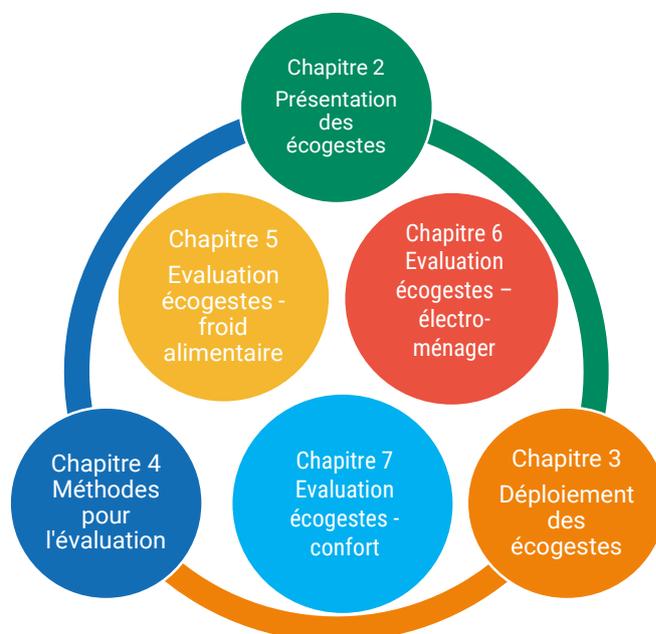
### 1 Introduction

Le programme ECCO DOM (Page "Programme" site internet ECCO DOM, 2021) se compose de deux phases, la phase 1 « Instrumentation » et la phase 2 « Sensibilisation et accompagnement ». La phase 1 « Instrumentation », pilotée par le CSTB, a pour objectif, via notamment l'instrumentation de 200 logements, de constituer un observatoire et un laboratoire sur le parc résidentiel social des Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM ; Guadeloupe, Martinique, Guyane, Mayotte et La Réunion) pour :

- d'une part, comprendre les usages de l'électricité<sup>1</sup> et les conditions de confort hygrothermique dans ces logements (la partie observatoire, cf. (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022)),
- et d'autre part, expérimenter et analyser la mise en œuvre d'écogestes dans ces logements (la partie laboratoire). De telles études n'ayant, à notre connaissance, jamais encore pu être menées sur le segment du parc social et à l'échelle des 5 DROM.

Le présent livrable est consacré à l'expérimentation d'écogestes parmi le panel de 200 logements instrumentés durant la phase 1. Les résultats associés à la mise en œuvre et à l'évaluation de ces écogestes y sont présentés.

L'objectif de cette expérimentation d'écogestes et les écogestes mis en œuvre sont tout d'abord décrits. Le contexte du déploiement terrain de cette étude est ensuite présenté (partie 2) ainsi que les méthodes d'analyse des données et d'évaluation utilisées (partie 3). Les parties 5, 6 et 7 sont consacrées aux résultats d'évaluation des différents écogestes liant les gains quantitatifs observés aux retours des ménages. Des éléments de synthèse sont enfin proposés en vue du déploiement à plus grande échelle de ce type d'approche.



<sup>1</sup> Les consommations énergétiques du secteur résidentiel dans les DROM sont essentiellement liées à l'électricité (75 % et plus), cf. (CSTB, Livrable 1.2 – Partie 1 - Etudes bibliographiques et état de l'art, 2021).

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **2 Présentation des écogestes**

Cette partie présente les écogestes expérimentés par les différents ménages des logements sociaux des DROM instrumentés dans ECCO DOM ainsi que l'objectif de cette expérimentation.

#### **2.1 Objectifs de l'expérimentation des écogestes**

**L'objectif de l'expérimentation des écogestes menée dans ECCO DOM est principalement de pouvoir mesurer la réalité des économies d'électricité atteintes par chacun des écogestes dans le contexte des logements sociaux des DROM.** En effet, au moment donné du lancement du programme, il n'existait pas à notre connaissance dans la littérature de retours d'expérience chiffrés, dans les DROM et dans les logements sociaux de ces territoires, sur les écogestes.

#### **2.2 Définition des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des appareils de froid alimentaire**

Trois écogestes expérimentés ont ciblé spécifiquement la réduction des consommations d'électricité des appareils de froid alimentaire : combiné réfrigérateur/congélateur, réfrigérateur et congélateur.

##### **2.2.1 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire »**

Cet écogeste a visé à optimiser l'utilisation par les ménages de leur(s) appareil(s) de froid alimentaire.

Une première partie de cet écogeste a consisté à demander aux ménages de travailler sur les consignes. Il a été conseillé aux ménages de régler la température entre +4 et +6 °C pour la partie réfrigérateur et à -18 °C pour la partie congélateur pour limiter les consignes trop basses.

Une seconde partie de l'écogeste a ciblé l'emplacement des appareils des ménages. Pour rappel, plus la température de l'air ambiant autour de ces appareils est élevée à consigne intérieure donnée et moins ils sont performants énergétiquement en raison d'un cycle frigorifique dont l'efficacité baisse si l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur croît (ces appareils fonctionnent sur le même principe qu'un climatiseur). Ainsi dans la mesure du possible au regard de l'espace disponible dans la pièce où les appareils se trouvaient, les ménages ont été invités à éloigner ceux-ci de toute source de chaleur (cuisinière, four, etc.) et des ouvrants extérieurs afin d'éviter l'incidence directe du rayonnement solaire sur eux. De plus, il leur a été recommandé de laisser environ 10 cm entre le mur et ces appareils pour permettre une bonne circulation d'air autour de leur grille arrière et éviter un confinement de celle-ci.

Une troisième partie de l'écogeste a porté sur des conseils sur le remplissage de leur(s) appareil(s). Pour la partie réfrigérateur, les ménages ont été invités à :

- ne pas introduire de plats encore chauds à l'intérieur (laisser les plats refroidir à l'extérieur en premier lieu),
- éviter d'ouvrir trop fréquemment la porte et la laisser trop longtemps ouverte (e.g. au retour des courses, préparer les aliments à introduire et les introduire en une seule ouverture de porte, la plus courte possible, au lieu d'ouvrir la porte à chaque nouvel aliment à introduire),
- éviter de surcharger l'intérieur (pour leur efficacité, il faut que l'air puisse facilement circuler),
- retirer les suremballages des aliments avant de les mettre à l'intérieur (e.g. carton autour des yaourts, là aussi pour une amélioration de la circulation d'air),
- mettre dans les bacs dédiés ou dans des emballages (boîtes, etc.) les aliments sans emballage notamment les légumes et les fruits (cela permet d'éviter l'augmentation de l'humidité de l'air à l'intérieur et donc la production de givre),

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

- et éviter de mettre trop de poids dans les portes verticales (avec le temps, cela peut abîmer le joint d'étanchéité et donc augmenter les quantités de chaleur transmises à l'intérieur).

Pour la partie congélateur, comme pour la partie réfrigérateur, les ménages ont été sollicités pour :

- ne pas introduire de plats encore chauds à l'intérieur,
- éviter d'ouvrir trop fréquemment la porte et la laisser trop longtemps ouverte,
- et éviter de mettre trop de poids dans les portes verticales.

### **2.2.2 Ecogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire »**

Cet écogeste a visé à améliorer l'entretien par les ménages de leur(s) appareil(s) de froid alimentaire.

Les ménages ont été invités à réaliser, tous les trois mois, en suivant les préconisations du constructeur :

- un dégivrage (pour éliminer la glace qui s'accumule sur les parois intérieures, échangeur interne de ces appareils),
- un dépoussiérage de la grille arrière (afin de permettre un meilleur échange avec l'air ambiant),
- et un nettoyage du joint au niveau de la porte (le bon maintien de l'état de celui-ci est important pour minimiser la quantité de chaleur transmise à l'intérieur et donc à consigne identique, minimiser la consommation d'électricité de l'appareil pour maintenir/atteindre la consigne).

### **2.2.3 Ecogeste « Remplacement des appareils de froid alimentaires »**

Cet écogeste a visé à remplacer, dans le cadre du programme, certains combinés réfrigérateurs/congélateurs et congélateurs très énergivores et/ou très anciens par des équipements neufs avec les meilleures étiquettes énergétiques possibles, tout en tâchant de conserver ou diminuer les volumes de froid initiaux pour éviter un effet rebond.

## **2.3 Définition des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des autres appareils électroménagers**

Quatre écogestes expérimentés ont ciblé spécifiquement la réduction des consommations d'électricité des autres appareils électroménagers que ceux de froid alimentaire : appareils électriques de cuisson, lave-linge et équipements multimédias (TV/décodeur/box internet/ordinateur fixe/etc.).

### **2.3.1 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de cuisson »**

Cet écogeste a visé à améliorer de l'utilisation par les ménages de leurs plaques électriques de cuisson et/ou de leur(s) four(s) électriques.

Dans cet écogeste, il a été recommandé aux ménages :

- de sélectionner la taille des plaques de cuisson suivant la taille des casseroles (choisir une plaque plus grande que la casserole ne fait que réchauffer l'air ambiant inutilement),
- d'utiliser des couvercles sur les casseroles lors des moments de cuisson (cela permet de mieux conserver la chaleur à l'intérieur de la casserole),
- quand le logement est équipé d'une production d'eau chaude solaire, de prendre de l'eau chaude directement au robinet avant de terminer la montée en température sur la plaque.
- une fois l'eau en train de bouillir et les aliments introduits dans l'eau, de diminuer la température des plaques,

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

- chaque fois que c'est possible, faire décongeler les aliments dans le réfrigérateur ou à l'air ambiant avant de les faire cuire (moins l'aliment est froid, moins la consommation d'électricité pour la cuisson sera importante),
- chaque fois que c'est possible, sortir 10 à 15 min à l'avance les aliments du réfrigérateur avant de les faire cuire (là aussi, moins l'aliment est froid, moins la consommation d'électricité pour la cuisson sera importante),
- chaque fois que c'est possible, faire cuire plusieurs plats à la fois ou à la suite dans le four (cela permet une meilleure utilisation de l'électricité dépensée pour la montée en température du four),
- et éteindre le four quelques minutes avant la fin de la cuisson (avec la chaleur accumulée, l'aliment va finir de cuire sans consommation d'électricité supplémentaire).

### **2.3.2 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »**

Cet écogeste a visé à optimiser l'utilisation par les ménages de leur(s) lave-linge(s).

Dans ce cadre, il a été recommandé aux ménages de :

- privilégier des cycles de lavage à basse température (30 à 40 °C),
- privilégier des vitesses d'essorage lentes (à éviter si le séchage du linge est à l'intérieur ou qu'il existe un problème d'humidité dans le logement),
- éviter les prélavages,
- lancer des cycles de lavage de manière préférentielle avec des tambours remplis totalement de linges,
- et éteindre systématiquement leur machine après usage.

### **2.3.3 Ecogeste « Remplacement des lave-linges »**

Cet écogeste a visé à remplacer, dans le cadre du programme, certains lave-linges très énergivores et/ou anciens par des équipements neufs avec les meilleures étiquettes énergétiques possibles, tout en tâchant de conserver ou diminuant les volumes des tambours des machines.

### **2.3.4 Ecogeste « Suppression des veilles des équipements multimédia »**

Cet écogeste a visé à supprimer autant que possible toutes les veilles des différents équipements multimédias (audiovisuel, informatique, etc.).

Dans cet écogeste, les ménages ont été invités à installer des multiprises avec interrupteur pour les logements qui n'en seraient pas équipés puis à couper l'alimentation des différents appareils branchés sur les multiprises via les interrupteurs de celles-ci au moment du coucher le soir ou au moment de sortie du logement pour plus d'une heure. En plus de la suppression des veilles au sens stricte, il a été recommandé de manière plus générale aux ménages d'avoir une utilisation la plus raisonnée possible de leur(s) équipement(s) (e.g. laisser la TV allumée que si quelqu'un dans la pièce qui la regarde).

## **2.4 Définition des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des climatiseurs ou à l'amélioration du confort thermique par moyen « naturel »**

Deux écogestes expérimentés ont ciblé spécifiquement la réduction des consommations d'électricité des climatiseurs fixe et mobile et un écogeste s'est concentré sur la ventilation naturelle et l'optimisation de l'utilisation des ouvrants pour améliorer le confort thermique.

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **2.4.1 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes »**

Cet écogeste a visé à engager les ménages à optimiser l'utilisation de leur(s) climatiseur(s) fixe(s).

Tout d'abord, il a été rappelé aux ménages que l'utilisation de leur climatisation fixe était à privilégier uniquement dans les moments où les méthodes « naturelles » (rafraîchissement par l'ouverture des fenêtres si la température extérieure est plus faible qu'à l'intérieur, etc.) ne permettaient plus de satisfaire leur confort. Lors de ces moments, les ménages étant invités à adopter une consigne inférieure de 5 °C à la température extérieure mais sans jamais aller en-dessous de 26 °C. Ceci permet d'allier confort et économies d'électricité mais aussi d'éviter les coups de froid à l'entrée dans la pièce ou les coups de chaud en sortant de la pièce climatisée.

Pour améliorer leur confort à l'arrivée dans la pièce climatisée (e.g. une chambre la nuit), il a été recommandé aux ménages de mettre en fonctionnement le climatiseur, avec une ventilation à grande vitesse, 15 à 20 min avant l'occupation de la pièce. S'agissant de la ventilation, les ménages ont été invités à utiliser la grande vitesse que sur les 30 premières minutes de fonctionnement, au-delà, la petite vitesse leur étant recommandée. En dehors de ce pré refroidissement, lors de toute absence d'occupant dans la pièce et pour une durée de plus d'1 heure consécutive, il a été recommandé aux ménages d'éteindre leur climatiseur.

De plus, les ménages ont également été conviés à éteindre leur climatiseur 15 à 20 min avant leur sortie de la pièce, notamment le soir lors du coucher du dernier occupant si la pièce équipée est le salon. Si la climatisation est présente dans les chambres, il leur a été demandé, autant que faire se peut, au cours de la nuit d'éteindre leur climatiseur ou d'augmenter la consigne de 3 °C notamment en jouant sur la programmation du climatiseur si celui-ci en possède une.

Enfin, il a été rappelé aux ménages que lors des moments de fonctionnement de la climatisation, les ouvrants extérieurs et intérieurs des pièces concernées étaient à fermer.

### **2.4.2 Ecogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs mobiles »**

Cet écogeste a visé à optimiser l'utilisation par les ménages de leurs climatiseurs mobiles.

Il est ainsi pour une grande partie identique à l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes ». Il a juste en plus été rappelé aux ménages que le conduit de prise d'air du climatiseur mobile devait prendre son air à l'extérieur du logement, tout en s'efforçant d'ouvrir au minimum l'ouvrant extérieur par lequel passe le ou les conduits du climatiseur afin de minimiser autant que possible l'entrée d'air extérieur dans la pièce.

### **2.4.3 Ecogeste « Ventilation naturelle/Optimisation de la gestion des ouvrants »**

Cet écogeste a visé des ménages non équipés de climatisation en vue d'améliorer leur confort thermique par moyen naturel et ainsi éviter une potentielle future installation de la climatisation. Plus spécifiquement, il a concerné l'optimisation par les ménages de la manipulation des ouvrants extérieurs et intérieurs de leur logement pour permettre la mise en œuvre d'une stratégie de ventilation naturelle.

Lors de la présence de vent ou d'une température intérieure supérieure à la température extérieure (notamment potentiellement en soirée et la nuit), les ménages ont été invités, autant que faire se peut notamment dans le respect de la sécurité (intrusion) et de leur confort (acoustique et visuel entre autres), à ouvrir les ouvrants et leurs volets et stores, présents sur les façades opposées de leur logement ainsi que les portes intérieures présentes entre ces façades pour laisser un maximum de surface d'ouverture possible. En dehors des conditions indiquées au début de ce paragraphe, les ménages ont été conviés à fermer au maximum la totalité de leurs ouvrants extérieurs.

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

### 3. Déploiement des écogestes

Cette partie présente tout d'abord la méthodologie suivie pour le déploiement des écogestes expérimentés par les différents ménages des logements sociaux des DROM instrumentés dans ECCO DOM. Ensuite sont fournies des informations sur la mise en œuvre de l'expérimentation de ces écogestes en termes notamment de nombre d'expérimentations par écogeste, de répartition par DROM des écogestes expérimentés ou de date de démarrage des expérimentations. Enfin, un retour d'expérience terrain sur le déploiement de cette expérimentation est présenté.

#### 3.1 Méthodologie de déploiement

Chacun des ménages des logements sociaux des DROM instrumentés dans ECCO DOM s'est vu **proposé l'expérimentation d'1 à 3 écogestes**. Le choix des écogestes à expérimenter par les ménages a été effectué, par le CSTB, logement par logement après plusieurs mois d'observation préalables des consommations d'électricité et des conditions intérieures des logements (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022). Ces choix ont été effectués **sur la base principalement des critères** suivants :

- **Équipements instrumentés et capteurs installés** : n'ont été choisis des écogestes que pour lesquels l'équipement auquel ils sont associés était bien présent et instrumenté préalablement. E.g. si parmi les prises connectées attribuées au logement, aucune n'a été posée sur le lave-linge, il n'a pas été retenu un écogeste sur le lave-linge.
- **Poids des équipements instrumentés dans la consommation électrique totale du logement** : il a été privilégié dans la mesure du possible des écogestes sur les équipements instrumentés représentant les consommations électriques les plus importantes au sein du logement.
- **Non simultanéité de plusieurs écogestes sur le même équipement/poste** : afin d'éviter des interactions entre écogestes, brouillant l'évaluation de leurs impacts individuels, il n'a pas été choisi plus qu'un écogeste par équipement/poste pour un même logement (e.g. pour un logement ayant un combiné réfrigérateur/congélateur, il n'a pas été choisi à la fois l'écogeste « Optimisation utilisation des appareils de froid alimentaire » et l'écogeste « Entretien du climatiseur »).

Une fois les écogestes à expérimenter attribués, il a été demandé aux **relais locaux de les présenter à chacun des ménages lors d'une visite à domicile**. Pour rappel, les relais locaux sont des bureaux d'études sous-traitants du CSTB dans le cadre d'ECCO DOM qui se sont chargés auparavant entre autres de la pose des instrumentations et de la récolte, au travers un questionnaire élaboré par le CSTB, des informations sur les logements, les ménages et leurs comportements (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022).

Ces relais locaux sont :

- pour la Guadeloupe, Greenaffair,
- pour la Martinique, Bureau Veritas,
- pour la Guyane, Bureau Veritas et Q3E Conseil,
- pour Mayotte, Imageen,
- pour La Réunion, EDEX Ingénierie.

Avant de présenter les écogestes, les **relais locaux ont été invités à commencer la visite en échangeant avec les ménages sur leurs consommations d'électricité et les conditions intérieures de leur logement telle que constatés lors de la phase d'observation sans écogeste**. Pour ce faire les relais locaux se sont appuyés sur des graphiques synthétiques réalisés par le CSTB. Ces graphiques (cf. Figure 1) ont été conçus en 4 parties :

- une indiquant la consommation moyenne totale d'électricité par mois du logement et sa répartition entre les différents équipements/appareils instrumentés,
- une fournissant la consommation moyenne journalière d'électricité des équipements/appareils instrumentés du logement,

- une représentant les courbes de charge moyennes journalières d'électricité du logement (du lundi au dimanche, du lundi ou vendredi uniquement et des jours de week-end uniquement),
- une qualifiant le confort hygrothermique du logement en plaçant les mesures de températures et d'humidité de l'air effectuées dans celui-ci dans les zones de confort de Givoni (avec air immobile et air brassé).

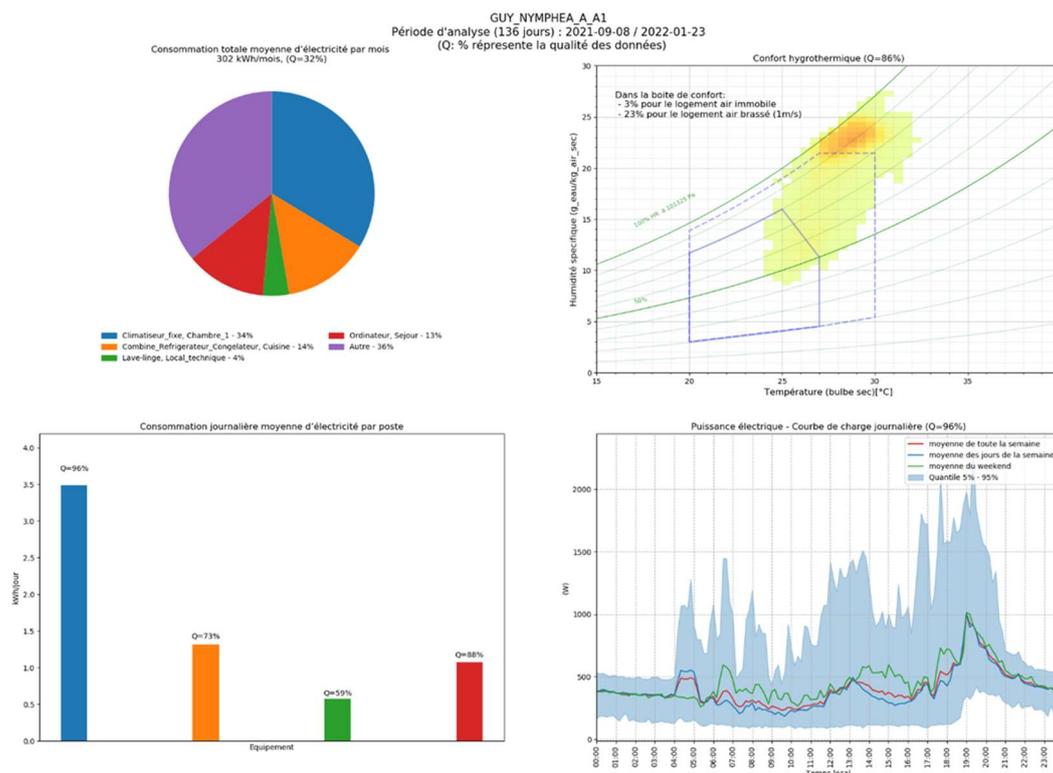


Figure 1 – Exemple de graphique de restitution aux ménages des résultats de la phase d'observation sans écogeste de leur logement

Il est à noter que ces graphiques n'ont pas pu être présentés de manière systématique et complète à chaque ménage. Cela a notamment été le cas pour les 25 premiers ménages ayant l'objet en 2021 du démarrage du déploiement de l'expérimentation d'écogestes (cf. Partie 3.2°; le code informatique générant ces graphiques n'étant pas encore prêt) et pour les ménages avec des capteurs présentant des problèmes de qualité des données (en fonction de la nature du ou des capteurs concernés, présentation plus ou moins partielle des 4 parties du graphique).

Par ailleurs, à Mayotte, le relais local a complété cette introduction par une explication aux ménages de leur facture d'électricité, s'étant rendu compte que beaucoup d'entre eux n'avaient qu'une compréhension partielle de celle-ci.

En s'appuyant sur cette introduction et sur cet état initial, les relais locaux ont ensuite présenté aux ménages un par un les écogestes qu'il leur était proposés d'expérimenter.

Pour les écogestes relevant d'un changement de comportement (cf. Partie 2), les relais locaux ont accompagné les ménages dans leur compréhension de ces écogestes et dans leur bonne mise en œuvre par des explications pédagogiques à l'orale (en langue locale quand nécessaire et possible par le relais local), des démonstrations des actions à mettre en œuvre en s'efforçant de répondre à toute(s) leur(s) question(s). En complément pour ces écogestes, il a été remis aux ménages des flyers synthétiques de présentation/rappel de leur contenu (cf. Annexe

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

A) ainsi que **posés des stickers, représentant le logo d'ECCO DOM, sur les équipements concernés** afin que les ménages aient un rappel visuel des écogestes à appliquer à l'approche de ceux-ci (dans l'idée d'un nudge (Wikipédia, Théorie du nudge, 2023)).

Pour les **écogestes relevant d'un changement d'équipement** (cf. Partie 2), ils ont été **mis en œuvre par les entreprises à qui les nouveaux équipements ont été achetés et en récupérant les anciens équipements afin qu'ils soient recyclés**. Ces changements d'équipement ont été réalisés à des dates ultérieures à celles des visites aux domiciles des ménages par les relais locaux.

A la fin de chacune des visites de présentation des écogestes, il a été demandé aux **relais locaux de qualifier pour chacun des écogestes de changement de comportement présentés l'intérêt du ménage pour celui-ci** sur la base d'une notation à 3 niveaux :

- -1 faible,
- 0 moyen,
- 1 élevé.

Cette notation a été mise en œuvre après le démarrage du déploiement de l'expérimentation des écogestes toutefois seuls les 25 premiers ménages ayant commencé l'expérimentation en 2021 (cf. Partie 3.2) n'ont pas fait l'objet de cette évaluation initiale.

Après **plusieurs mois d'expérimentation des écogestes par les ménages (minimum 2 mois), les relais locaux ont repris contact avec eux, par téléphone ou lors d'une nouvelle visite à leur domicile, pour recueillir leurs ressentis et leur mise en pratique des écogestes sur les écogestes** demandés d'expérimenter et répondre à toute question qu'ils auraient. Suite à chacun de ces échanges, les relais locaux ont eu à qualifier pour chacun des écogestes de changement de comportement expérimentés la pratique/mise en œuvre par le ménage de celui-ci, sur la base à nouveau d'une notation à 3 niveaux (-1 faible, 0 moyen et 1 élevé).

Enfin, il est à noter qu'il a été offert aux ménages, au moment de la visite de lancement de l'expérimentation des écogestes ou un peu avant ou après, un bon de cadeau de 100 € au rayon cycle d'un magasin de sport pour les remercier de leur participation jusque-là au programme. La remise d'un 2<sup>nd</sup> bon équivalent a été prévue à la dépose des instrumentations pour les ménages étant restés jusqu'à la fin de l'expérimentation des écogestes

### 3.2 Mise en œuvre

Ce sont, **au total sur les 5 DROM, 183 ménages qui ont réalisé l'expérimentation d'au moins un écogeste**. La répartition de cet effectif par DROM (cf. Tableau 1) est directement liée aux nombres de logements instrumentés dans ECCO DOM au sein de chacun des territoires (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022). Ainsi La Réunion et la Martinique représentent les effectifs les plus importants avec environ 30 % du nombre total chacun, quand la Guadeloupe, la Guyane et Mayotte fournissent environ 15 % chacun du nombre total.

Tableau 1 – Effectifs par DROM des ménages expérimentant au moins un écogeste et parts de ceux-ci dans le total

DROM	Nombre de ménages expérimentant au moins 1 écogeste	Part dans le nombre total de ménages expérimentant au moins 1 écogeste
Guadeloupe	28	15 %
Martinique	52	28 %
Guyane	23	13 %
Mayotte	25	14 %
La Réunion	55	30 %
Total	183	100 %

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

Sur ces 183 ménages, ce sont au total **337 expérimentations d'un éco-geste qui ont été réalisées** (cf. Tableau 2) soit en moyenne, **1,8 éco-gestes expérimentés par ménage**. Les **3 éco-gestes les plus expérimentés** (cf. Tableau 3 Tableau 3) ont été :

- **l'optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire** (102 fois expérimentés soit 30 % du nombre total d'expérimentations sur les 5 DROM),
- **la suppression des veilles des équipements multimédias** (85 fois expérimentés soit 25 % du nombre total) ,
- **l'optimisation de l'utilisation des lave-linges** (46 fois expérimentés soit 14 % du nombre total).

Ensuite le remplacement des appareils de froid alimentaire, l'entretien des appareils de froid alimentaire et l'optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixe ont été expérimentés chacun environ 30 fois soit environ 10 % du nombre total d'expérimentations sur les 5 DROM. Chacun des autres éco-gestes a été expérimentés moins de 10 fois.

*Tableau 2 – Nombre d'expérimentations par éco-geste et par DROM*

Famille d'écogestes	Ecogeste	GUADELOUPE	MARTINIQUE	GUYANE	MAYOTTE	REUNION	Total
Confort int. - poste clim.	Ventilation naturelle		1	1		1	3
	Optim. utilisation clim. fixe	12	6	8			26
	Optim. utilisation clim mobile		2				2
Poste froid alimentaire	Optim. utilisation réfrigé./congé.	18	18	8	19	39	102
	Entretien réfrigé./congé.		17	6	5	3	31
	Remplacement réfrigé./congé.	7	11	9		7	34
Poste cuisson	Optim utilisation appareil cuisson		1			6	7
Poste lave-linge	Optim. utilisation lave-linge	2	12	5	1	26	46
	Remplacement lave-linge					1	1
Poste multimédia	Suppression veilles	7	21	7	24	26	85
Total		46	89	44	49	109	337

*Tableau 3 – Parts des expérimentations d'écogeste par rapport au nombre total d'expérimentations sur les 5 DROM*

Famille d'écogestes	Ecogeste	GUADELOUPE	MARTINIQUE	GUYANE	MAYOTTE	REUNION	Total
Confort int. - poste clim.	Ventilation naturelle	0%	0%	0%	0%	0%	1%
	Optim. utilisation clim. fixe	4%	2%	2%	0%	0%	8%
	Optim. utilisation clim mobile	0%	1%	0%	0%	0%	1%
Poste froid alimentaire	Optim. utilisation réfrigé./congé.	5%	5%	2%	6%	12%	30%
	Entretien réfrigé./congé.	0%	5%	2%	1%	1%	9%
	Remplacement réfrigé./congé.	2%	3%	3%	0%	2%	10%
Poste cuisson	Optim utilisation appareil cuisson	0%	0%	0%	0%	2%	2%
Poste lave-linge	Optim. utilisation lave-linge	1%	4%	1%	0%	8%	14%
	Remplacement lave-linge	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Poste multimédia	Suppression veilles	2%	6%	2%	7%	8%	25%
Total		14%	26%	13%	15%	32%	100%

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

Il est à noter que **les écogestes expérimentés ne l'ont pas été avec la même répartition au sein des différents DROM** au regard notamment des différences de taux d'équipement et d'appareils suivis dans les logements des différents territoires (cf. Tableau 4). Ont été expérimentés de manière plus fréquente :

- en Guadeloupe, l'optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes, l'optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire et le remplacement des appareils de froid alimentaire,
- en Martinique, l'entretien des appareils de froid alimentaire et le remplacement des appareils de froid alimentaire,
- en Guyane, l'optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes, le remplacement des appareils de froid alimentaire et l'entretien des appareils de froid alimentaire,
- à Mayotte, la suppression des veilles et l'optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire,
- et à La Réunion, l'optimisation de l'utilisation des lave-linges et l'optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire.

Tableau 4 – Parts des expérimentations d'écogeste par rapport aux nombre totaux d'expérimentations par DROM

Famille d'écogestes	Ecogeste	GUADELOUPE	MARTINIQUE	GUYANE	MAYOTTE	REUNION
Confort int - poste clim	Ventilation naturelle	0%	1%	2%	0%	1%
	Optim. utilisation clim. fixe	26%	7%	18%	0%	0%
	Optim. utilisation clim mobile	0%	2%	0%	0%	0%
Poste froid alimentaire	Optim. utilisation réfrigé./congé.	39%	20%	18%	39%	36%
	Entretien réfrigé./congé.	0%	19%	14%	10%	3%
	Remplacement réfrigé./congé.	15%	12%	20%	0%	6%
Poste cuisson	Optim utilisation appareil cuisson	0%	1%	0%	0%	6%
Poste lave-linge	Optim. utilisation lave-linge	4%	13%	11%	2%	24%
	Remplacement lave-linge	0%	0%	0%	0%	1%
Poste multimédia	Suppression veilles	15%	24%	16%	49%	24%
Total		100%	100%	100%	100%	100%

**Le déploiement de l'expérimentation de ces écogestes a commencé en septembre 2021** (cf. Figure 2). Environ **15 %** des 337 expérimentations d'un écogeste au total sur les 5 DROM ont démarré **entre septembre et décembre 2021** puis **environ 70 % ont débuté entre août et décembre 2022** et les **15 % restants ont été lancés sur le 1<sup>er</sup> trimestre 2023**.

Il a été décidé début 2022 une pause, jusqu'en août 2022, dans le déploiement de nouvelles expérimentations d'écogeste suite à la prolongation du programme ECCO DOM d'une année supplémentaire (fin repoussée de décembre 2022 à décembre 2023). Cette pause a visé à bénéficier pour les logements n'étant pas encore rentrés en expérimentation d'écogeste d'une plus grande quantité de données sur la situation de référence avant expérimentation.

Pour les 15 % d'expérimentations lancés sur le 1<sup>er</sup> trimestre 2023, il s'agit pour environ la moitié de retard pris dans le déploiement de l'expérimentation à la Martinique suite à des problèmes RH rencontrés par le relais local et pour l'autre moitié, de logements ayant été instrumentés qu'au cours du 2<sup>nd</sup> semestre 2022 (en Guadeloupe et à La Réunion) et d'écogestes de remplacement d'équipement mis en œuvre plus tardivement que les écogestes de changement de comportement (en Guadeloupe, Martinique, Guyane et La Réunion).

## Livraison 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

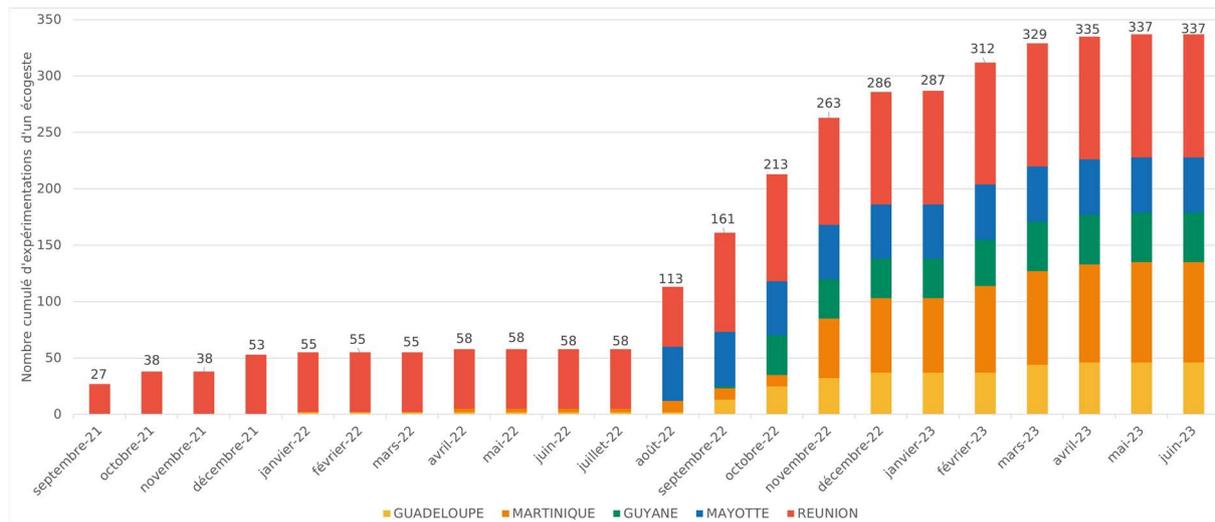


Figure 2 – Nombre cumulé d'expérimentations d'un écogeste entre septembre 2021 et juin 2023 sur les 5 DROM

### 3.3 Retour d'expérience des relais locaux sur le déploiement

Ce retour d'expérience des relais locaux se veut être un petit complément à l'étude sociologique qui a pu être menée à La Réunion sur entre autres l'appropriation par les ménages de cette expérimentation d'écogestes (CSTB, Livrable 3.1 - Rapport étude sociologique, 2022).

Il est tout d'abord à noter qu'à la Guadeloupe et à la Guyane, il y a eu au démarrage du déploiement de l'expérimentation des écogestes un changement de la personne réalisant la mission chez le relais local ce qui a demandé de créer une nouvelle relation de confiance avec les locataires. La mise en œuvre de celle-ci a été grandement facilité quand un représentant local du bailleur social a pu accompagner le nouveau relais local lors de sa 1<sup>ère</sup> visite aux domiciles des ménages.

Concernant la **prise de contact avec les ménages pour fixer une nouvelle visite** à leur domicile pour la présentation des écogestes à expérimenter, l'ensemble des relais locaux ont remonté **des difficultés avec certains ménages**. Malgré les différentes présentations du programme qui avaient été fournies par les relais locaux au moment de la pose des instrumentations chez les ménages, **certain n'avaient plus en tête le niveau d'implication qui leur était demandé et les différentes étapes du programme**.

S'agissant des visites de présentation des écogestes aux ménages, tous les relais locaux ont indiqué **l'intérêt de commencer celle-ci par la présentation de résultats sur leurs consommations d'électricité et les conditions intérieures de leur logement telle que constatés lors de la phase d'observation sans écogeste** afin de leur permettre d'avoir une vision plus claire et tangible de l'étude menée et pour les motiver pour la mise en œuvre d'écogestes.

Sur la **présentation des écogestes aux ménages** en elle-même, celle-ci a été **compliquée notamment à Mayotte, à la Réunion et à la Guyane auprès de certains ménages ayant une maîtrise partielle du français ou de la langue locale**. Les ménages **les plus précaires notamment à Mayotte se sont globalement montrés peu sensibles à cette présentation**, en raison peut-être d'autres problématiques plus prioritaires à traiter dans leur cas. **A La Réunion, une partie des ménages ont manifesté une difficulté à se projeter sur le fait que ces écogestes du quotidien pourraient avoir une incidence significative sur leur consommation électrique**. A la Guadeloupe, certains ménages, malgré leur implication dans le programme depuis plusieurs mois, **se sont montrés toujours sceptiques vis-à-vis de l'étude du fait de la présence d'instruments de mesure dans leur logement** (crainte d'espionnage, crainte de la présence d'une caméra ou d'un micro, etc.).

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

Enfin tous les relais locaux ont pu constater un certain nombre de fois lors de leurs différentes visites dans les logements que **des capteurs, notamment les prises connectées** (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022), **avaient été déplacés ou retirés ou que des appareils/équipements instrumentés avaient été remplacés ou même retirés par les ménages. De manière générale, depuis le début de l'étude, la situation de certains ménages et logements a évolué dans le temps** (modification du nombre de personnes occupant le logement, évolution des périodes d'occupation du logement, installation de nouveau équipement, etc.) entraînant des impacts sur leurs consommations d'électricité et leurs conditions de confort parfois. On notera notamment qu'à la Guadeloupe et à la Martinique, un certain nombre de ménages ont fait l'objet d'installation de brasseurs d'air dans leur logement indépendamment d'ECCO DOM.

Ces différentes situations amènent à avoir une réflexion sur la durée optimale de ce type d'étude avec un suivi instrumenté des consommations et des conditions de confort de logements. S'il est nécessaire d'avoir des périodes de mesure assez longues pour obtenir des données consolidées, l'allongement de la durée de l'étude engendre inévitablement des évolutions de la situation d'une partie des logements qui peuvent parfois venir compliquer les analyses, faute de rester toute chose égale par ailleurs hors changement amené par l'étude.

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **4 Méthodes pour l'évaluation des écogestes**

#### **4.1 Principes généraux**

L'objectif de l'étude présentée dans ce document est de **quantifier l'impact, en particulier sur les consommations d'électricité, de l'expérimentation de différents écogestes** par les occupants des logements instrumentés dans le cadre du programme ECCO DOM. Le **principe général de la méthodologie d'évaluation** suivie est de **comparer les consommations électriques sur deux périodes** : la **période de référence avant l'expérimentation** de l'écogeste, et la période d'expérimentation de l'écogeste.

La complexité de ce type de comparaison « avant/après » réside dans les **différences de contexte entre les deux périodes étudiées**. On souhaiterait évaluer l'impact de l'écogeste « toute chose égale par ailleurs », mais en réalité, les conditions d'occupation, de présence, d'usage des logements évoluent, tout comme les conditions météorologiques. S'agissant de ces dernières, **un ajustement climatique des consommations d'électricité a été mis en œuvre** (cf. partie 4.3) afin de neutraliser autant que possible les biais météorologiques. Pour **les autres évolutions de situation**, en association avec la gestion des problèmes de qualité des données mesurées (trous de données, valeurs aberrantes, déplacement par le ménage du capteur sur un autre équipement suivi, etc.), il a été **réalisé autant que possible un filtrage et un nettoyage des données analysées** (Partie 4.2). L'ensemble de ces aspects ainsi que la variabilité naturelle des usages d'un ménage à l'autre **introduisent des incertitudes sur la significativité des résultats moyens observés, une quantification de celles-ci a été tentée** (Partie 4.7) toutefois les résultats présentés doivent être traités avec prudence.

Il est important de noter qu'à partir de l'instrumentation mise en place (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022), **l'évaluation des écogestes se fait ici quasiment uniquement sur leurs impacts sur les consommations d'électricité**, sans avoir pour la plupart des écogestes de moyen autre de quantifier le niveau de mise en œuvre des écogestes par les ménages. Il est possible de quantifier, à partir des mesures réalisées, en partie l'application des écogestes par les ménages pour seulement un petit nombre d'entre eux (Partie 4.4). Il faut donc replacer les résultats présentés dans ce cadre.

Par ailleurs, il est à retenir que **l'évaluation des économies d'électricité d'un écogeste se fait ici par équipement et non pas par logement**. En effet, un logement peut contenir plusieurs appareils de même type, instrumentés ou non dans le cadre de l'étude, associés à un écogeste (par exemple, l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia » peut concerner une télévision instrumentée et une autre non instrumentée) rendant compliquée la comparaison des économies d'électricité à l'échelle des logements. Cette approche permet de s'assurer que les économies d'électricité évaluées sont exprimées à la même échelle d'un équipement de même nature.

De plus, **les économies d'électricité d'un écogeste sont ici toujours ramenées, via une règle de trois, à la même échelle annuelle, quelle que soit les durées de la période de référence et de l'expérimentation de l'écogeste**.

Enfin **des retours qualitatifs des relais locaux sur l'intérêt manifesté par les ménages à la présentation des écogestes d'une part, et sur la mise en œuvre des écogestes après plusieurs mois par les ménages d'autre part, ont pu être récupérés** (Partie 3.1).

Ainsi, différentes sources d'informations quantitatives et qualitatives nous permettent de caractériser les expérimentations des écogestes menées par les ménages sociaux impliquées dans l'étude tant en termes d'économies d'électricité générées que d'intérêt et d'appropriation par les ménages de ces écogestes. Ces retours visent à permettre par exemple de prioriser certains messages de sobriété énergétique dans la perspective de campagne de communication plus larges.

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **4.2 Filtrage et nettoyage des données**

Plusieurs filtres ont été appliqués sur les données de mesure récupérées, relatives à la consommation électrique des appareils faisant l'objet d'un éco-geste, afin de s'assurer de la fiabilité des données analysées. Les **règles appliquées pour la sélection des données** sont les suivantes :

- **Analyse des jours complets uniquement**

Pour un appareil étudié dans cette étude, nous n'avons inclus que les données de consommation qui représentaient des journées complètes. Cela nous a permis de nous assurer que les données analysées représentaient des cycles de comportement complets sur 24 heures, sans biais sur les heures au sein de la journée.

- **Au moins 20% de données valides sur la période globale d'étude**

Cette règle a été mise en place afin d'éliminer les cas avec un nombre trop limité de données de mesure tout en tâchant d'avoir un nombre suffisant d'appareils analysés pour tendre à une certaine représentativité statistique.

- **Périodes de référence supérieure à 90 jours**

Cette règle assure de disposer d'une quantité suffisante de données avant l'application d'écogeste, notamment pour construire d'éventuels modèles d'ajustement pour s'affranchir des variations saisonnières des conditions météorologiques. Concernant la durée de la période de suivi avec éco-geste, aucune limite minimale n'a été fixée, dans les faits celles-ci sont très majoritairement supérieures à 3 mois.

Enfin, **des nettoyages ou des filtres ponctuels ont été appliqués sur les jeux de données de mesure lorsque des incohérences et/ou des valeurs aberrantes ont été repérées**. Ce type de problématiques concernent principalement des pics de consommation non réalistes ou des périodes avec des changements extrêmes de niveau de consommation. Ces suppressions ponctuelles de données contribuent aussi à préserver la cohérence des résultats à une échelle plus grande (mensuelle ou annuelle).

L'application de ces différents filtres et nettoyages des données visent à ne conserver que des données pertinentes et d'éviter autant que possible les biais potentiels (changement de consommation d'électricité lié à autre chose que l'écogeste expérimenté) lors de l'évaluation des économies d'électricité réalisées liés aux écogestes. Cette approche doit in fine permettre de tirer les conclusions les plus fiables possibles et de fournir ainsi des recommandations robustes pour la promotion des écogestes.

### **4.3 Ajustement aux conditions météorologiques**

La comparaison des performances énergétiques avant et après lancement de l'expérimentation d'écogestes **pour les climatiseurs et les appareils de froid alimentaire (réfrigérateurs, congélateurs, combinés) est un sujet rendu plus complexe par l'impact de leurs conditions d'usage**. Les écarts de consommation d'électricité de ces équipements doivent en effet être interprétés en tenant compte des éléments suivants :

- Conditions ambiantes extérieures : conditions météorologiques, température des zones mitoyennes ;
- Conditions ambiantes intérieures : réglage de la consigne de température, période de refroidissement, taux d'occupation, ouverture des fenêtres, apports internes, etc. Le changement de certains de ces éléments est associé aux écogestes expérimentés eux-mêmes.

Ces éléments, notamment **de conditions ambiantes extérieures, ont tendance à varier entre deux périodes**, ce qui rend difficile la conclusion sur l'impact brut de l'écogeste à partir de la différence entre les mesures effectuées pendant deux périodes. Par conséquent, **la comparaison des données de la consommation d'électricité avant et après lancement de l'expérimentation d'écogeste doit a minima s'appuyer sur un processus d'ajustement climatique des consommations**. La méthode IPMVP (EVO, 2010) fait référence sur le sujet et pose le cadre pour évaluer les économies réalisées par la mise en œuvre d'une ou plusieurs Actions de Performance Énergétique (APE) sur un bâtiment à partir de mesures longitudinales.

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

La méthode consiste à :

- Mesurer l'énergie consommée pendant une période de référence, analyser les variables qui influencent significativement cette consommation d'énergie (ici, les conditions météorologiques) et déterminer l'équation d'ajustement ;
- Mesurer l'énergie consommée pendant une période de suivi, après la mise en œuvre des APE.
- Pendant la période de suivi, l'économie d'énergie (présentée dans la Figure 3) est la différence entre la consommation de référence ajustée (consommation de référence ajustée sur les conditions de la période de suivi selon l'équation d'ajustement) et la consommation mesurée.

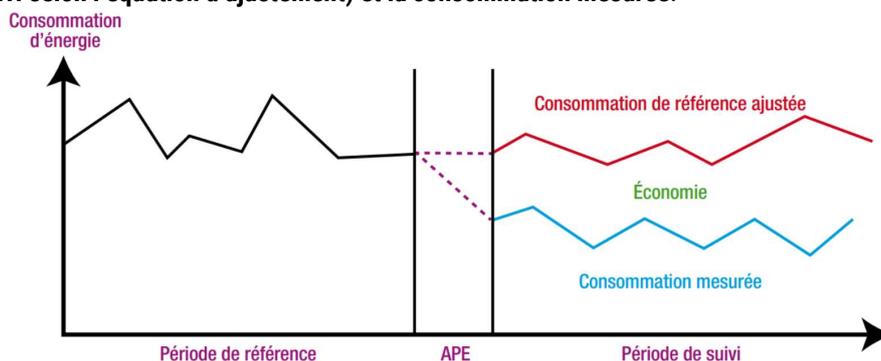


Figure 3 - Le principe pour déterminer l'économie d'énergie avec ajustement (EVO, 2010)

L'objectif est de comparer les consommations de la période de référence (ici, avant expérimentation de l'écogeste) et de la période de suivi (ici, avec expérimentation de l'écogeste) dans des conditions météorologiques identiques. Pour chaque climatiseur ou appareil de froid alimentaire suivi faisant l'objet d'un écogeste, **un modèle statistique d'ajustement est ainsi créé qui vise à estimer la consommation électrique de l'équipement avant la mise en place de l'écogeste en fonction des conditions météorologiques**. Modèle qui est ensuite projeté sur les conditions de la période avec expérimentation de l'écogeste pour déterminer la consommation de référence ajustée. La différence entre cette consommation électrique de référence ajustée et la consommation électrique mesurée sur la période avec expérimentation de l'écogeste détermine les économies d'électricité liées à l'écogeste.

Pour déterminer la correction météorologique sur la consommation électrique des appareils de froid alimentaire et de climatisation, plusieurs grandeurs météorologiques peuvent être utilisées, telles que la température extérieure ou l'humidité, et plusieurs indicateurs peuvent caractériser ces grandeurs. Il convient d'abord de repérer les grandeurs les plus significatives pour procéder ensuite à l'élaboration des équations d'ajustement.

A partir des fichiers météorologiques fournis par *Météo France* et des données de mesure des consommations électriques récupérées, plusieurs jeux de paramètres ont été testés pour identifier les plus fortes corrélations, à différentes échelles de temps (journalière, mensuelle). Les paramètres considérés incluent les degrés-jours unifiés ( $DJU$ ) de refroidissement, la température extérieure moyenne de la journée ( $T_{ext}$ ), l'humidité extérieure moyenne de la journée ( $HR_{ext}$ ), la vitesse du vent moyenne de la journée ( $v_{ext}$ ), la direction du vent moyenne de la journée ( $d_{v,ext}$ ) et le rayonnement global moyenne de la journée ( $GLO_{ext}$ ). A partir de modèles de régression linéaire liant ces variables aux consommations électriques, il a été déterminé que la température extérieure moyenne de la journée ( $T_{ext}$ ) expliquait le mieux les consommations électriques pour ces types d'appareils. **Ces modèles de régression linéaire caractérisant les consommations journalières électriques en fonction de la température extérieure moyenne de la journée ( $T_{ext}$ ) sont donc utilisés comme modèles d'ajustement.**

Lorsque le coefficient de détermination  $r^2$  des modèles obtenus est inférieur à 0,15, il a été considéré que le caractère explicatif n'était pas suffisant. Dans ce cas, l'évaluation des économies se fait par comparaison directe des consommations sur les périodes de référence et de suivi sans ajustement.

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

La méthode d'ajustement présentée a été appliquée pour les appareils de climatisation et pour les appareils de froid alimentaires, pour lesquels un effet saisonnier des consommations est constaté. **Pour les appareils de froid alimentaire (réfrigérateurs, congélateurs, combinés), cet effet vient des variations de la source chaude, la température à l'intérieur des pièces où se trouve l'appareil. Cette température n'étant pas systématiquement connue dans notre panel et par ailleurs corrélée à la température extérieure, l'ajustement a été fait en fonction de cette dernière.**

Le processus d'ajustement et d'évaluation des économies d'électricité est illustré sur les figures ci-dessous sur l'exemple d'un climatiseur fixe en Guadeloupe. En utilisant les données de la période de référence (avant l'expérimentation de l'écogeste), nous établissons un modèle de régression linéaire (Figure 4) de la consommation d'électricité de cet appareil en fonction de la température extérieure moyenne de la journée ( $T_{ext}$ ). Grâce à ce modèle d'ajustement, nous estimons théoriquement la consommation avant expérimentation de l'écogeste ( $Conso_{estimé}$ ) sur les conditions météorologiques correspondant à la période avec expérimentation de l'écogeste. Le gain de consommation obtenu est déterminé par la différence entre la consommation de référence ajustée ( $Conso_{estimée}$ ) et la consommation mesurée ( $Conso_{mesurée}$ ) pendant la période avec expérimentation de l'écogeste (Figure 5).

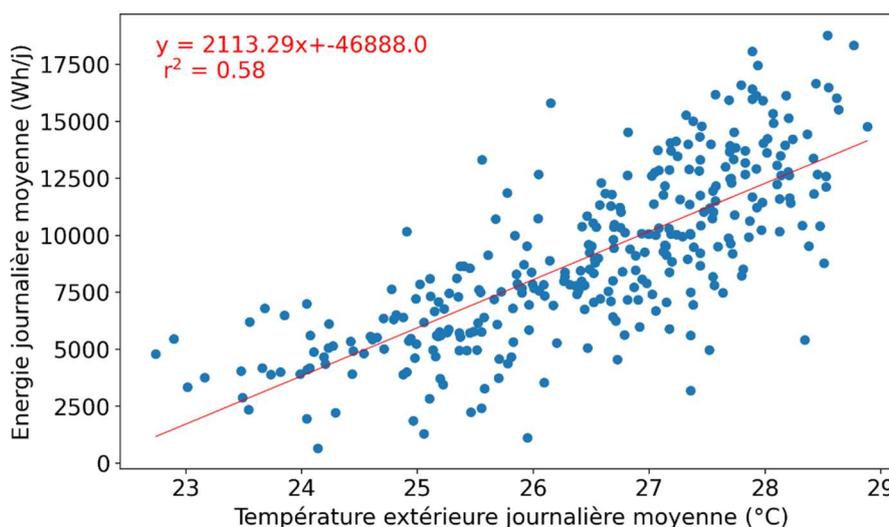


Figure 4 – Exemple de modèle de régression linéaire pour l'ajustement des consommations électriques en fonction de la température extérieure

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

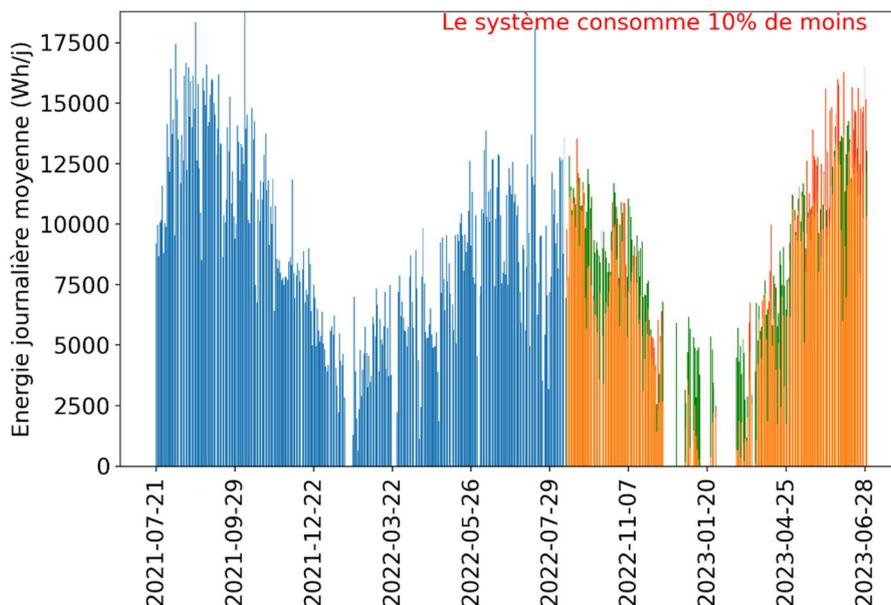


Figure 5 – Consommations électriques journalières : réelles sans écogeste pendant la période de référence (en bleu), ajustées sans écogeste pendant la période d'expérimentation de l'écogeste (en vert/rouge), réelles avec écogeste pendant la période d'expérimentation de celui-ci (en orange)

### 4.4 Extraction des plages de fonctionnement de certains appareils

Les appareils électriques ont des plages de fonctionnement qui sont séparées par des niveaux de puissance bas ou nuls (l'appareil a basculé en veille ou a été débranché) :

- Pour les lave-linges, le fonctionnement est initié par les usagers puis se termine spontanément à l'issue du cycle programmé.
- Pour les machines de froid alimentaire, le fonctionnement est initié à l'installation puis la puissance électrique oscille entre une veille et des niveaux de puissance influencés par la température de la pièce, les ouvertures fermetures, le chargement des denrées, etc.
- Le fonctionnement d'un téléviseur est initié par l'utilisateur puis terminé par l'utilisateur.
- Le fonctionnement d'un climatiseur est initié par l'utilisateur puis est terminé spontanément si une programmation temporelle est engagée ou bien est terminé par l'action directe de l'utilisateur. Entre ces deux événements, la machine peut passer par des états de faible puissance électrique appelée suivant son mode de régulation et la thermique de la pièce climatisée, etc...

La figure ci-après illustre une plage de fonctionnement pour un lave-linge.

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

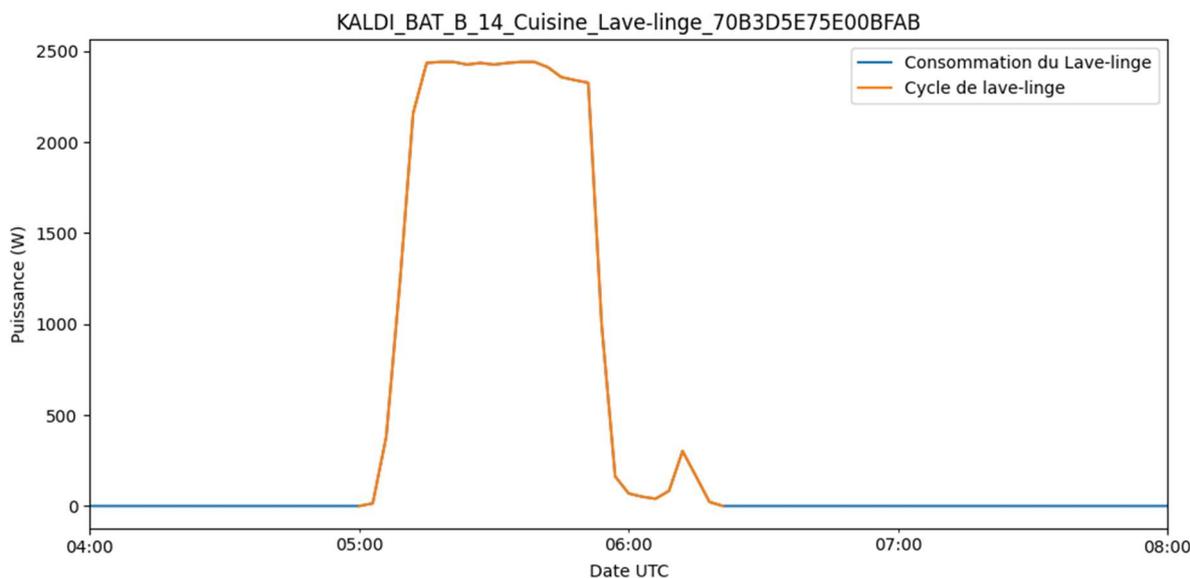


Figure 6 – Exemple de cycle de fonctionnement d'un lave-linge

Pour localiser et extraire une plage de fonctionnement, « cycle » dans la suite, de la courbe de charge électrique d'un appareil, les critères suivants sont retenus :

- Les cycles commencent si les puissances électriques appelées sont supérieures à une valeur seuil de 10 W pour une durée d'au moins 10 minutes.
- Les cycles ne doivent pas avoir de données manquantes.
- Les cycles ne doivent pas être directement précédés ou suivis d'une donnée manquante.
- Les cycles se terminent lorsque plus aucune puissance électrique appelée ne dépasse la valeur seuil de 10 W pour au moins 30 minutes.

Le seuil de 10 W se justifie par la nature des équipements analysés. Le seuil de 10 W nous permet de distinguer un état de veille d'un fonctionnement déclenché par l'utilisateur. S'agissant de la durée minimum de 10 minutes de fonctionnement, elle correspond au pas de temps d'un des deux types de capteur utilisés pour faire le suivi de la consommation d'électricité des équipements. Les critères correspondant aux données manquantes nous permettent de nous assurer l'observation uniquement de cycle complet. Le dernier critère pour la détermination de la fin des cycles, vise à ne pas perdre la continuité de fonctionnement d'un cycle lorsque la puissance électrique appelée passe ponctuellement sous les 10 W.

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

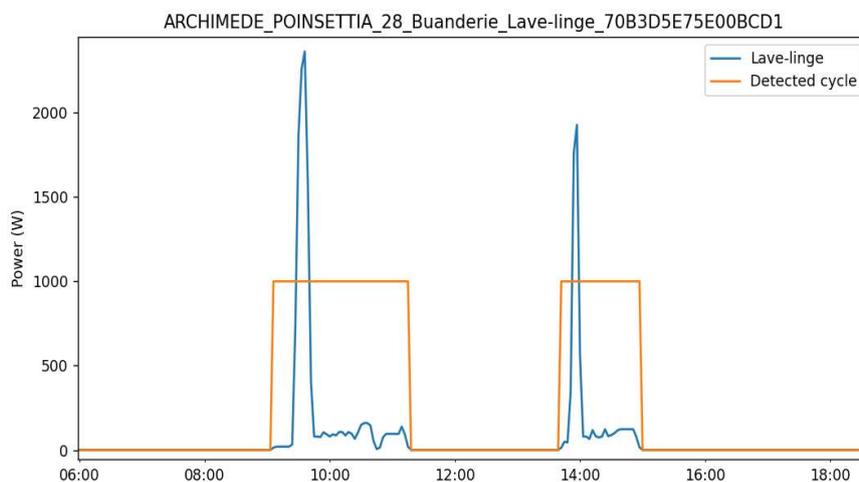


Figure 7 - Cycles détectés sur un lave-linge

Pour chaque cycle, 3 grandeurs sont extraites pour nos analyses :

- L'énergie du cycle.
- La durée du cycle.
- La puissance maximale appelée durant le cycle.

Le nombre de cycles par logement et par semaine sont aussi calculées.

Ces données sont croisées avec les retours obtenus de la part des ménages notamment sur leur intérêt/application des écogestes.

### 4.5 Extraction des consommations de veille

L'écogeste « Suppression des veilles des équipements multimédia » concerne essentiellement des téléviseurs, ordinateurs, box Internet, décodeurs, etc. qui sont en général communs à une multiprise dans les logements suivis.

**On ne cherche pas pour l'évaluation de cet écogeste à déterminer l'économie d'électricité associée à l'utilisation directe d'un équipement multimédia mais à isoler l'économie d'électricité associée à :**

- **un débranchement de l'équipement qui était en veille,**
- **ou la suppression d'un fonctionnement continu (24h) pour le substituer par un fonctionnement intégrant des épisodes de veilles voire des épisodes de débranchement.**

La veille d'un équipement est ici sa puissance électrique minimum supposée constante et présente à tout moment. Elle est révélée au moment où la puissance augmente juste en amont de l'utilisation et au moment où la puissance diminue juste en aval de l'utilisation. Cependant si l'appareil est toujours en fonctionnement (une box internet qui n'est jamais éteinte par exemple) alors la veille est ici assimilée à la puissance minimum observée pendant ce fonctionnement permanent.

**Il faut donc appliquer sur les mesures issues des capteurs électriques placés sur les équipements suivis un filtrage spécifique pour accéder à ces puissances de veille.**

Le principe de ce filtrage est en deux étapes :

**Etape 1 :** une fenêtre temporelle centrée et glissante est définie avec une largeur donnée (largeur réglable). Cette fenêtre est positionnée au début de la série temporelle. On recherche à l'intérieur de cette fenêtre temporelle le minima puis la fenêtre est déplacée au pas de temps suivant. Le processus est répété jusqu'à la fin de la série temporelle pour produire une courbe de minima glissants (ci-dessous)

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

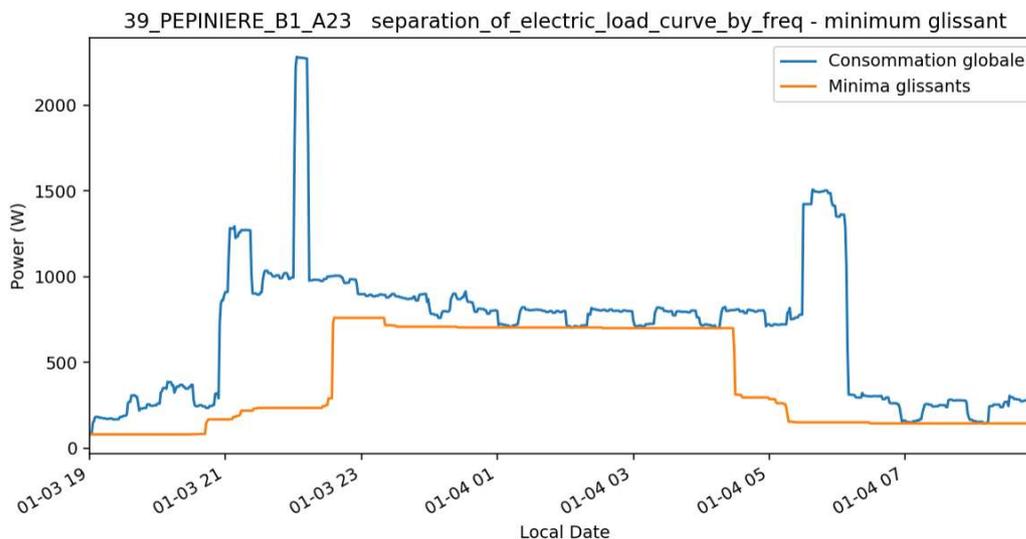
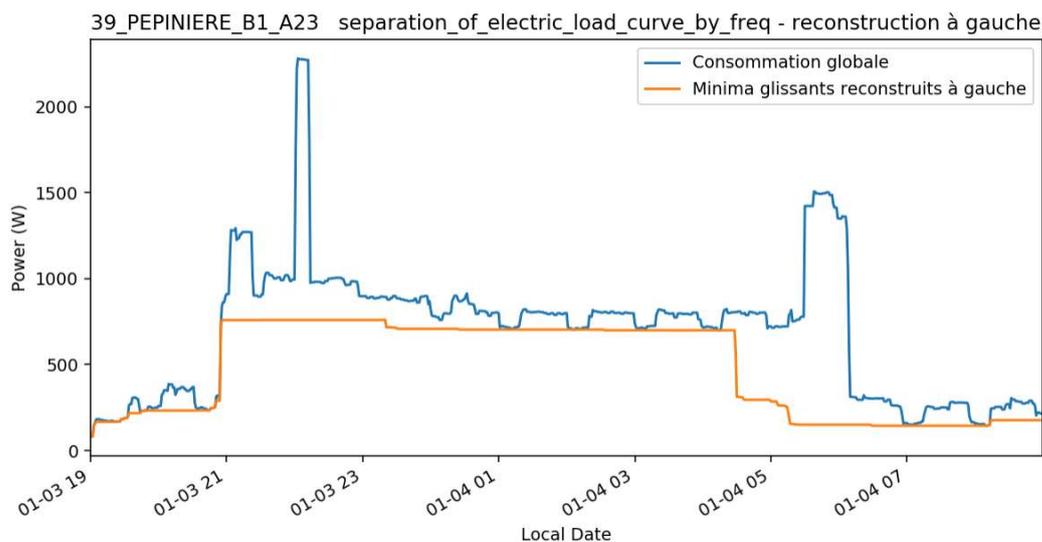


Figure 8 – Exemple de minima glissants de 19h à 7h le lendemain

**Etape 2 :** on repositionne dans le temps l'occurrence de ces minima (ci-dessous) :

- par translation à gauche sur l'axe du temps d'une demi-largeur de la fenêtre pour les minima positionnés sur la partie croissance de la courbe des minima glissants,
- par une translation à droite sur l'axe du temps d'une demi-largeur de la fenêtre pour les minima positionnées sur la partie décroissante de la courbe des minima glissants.



## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

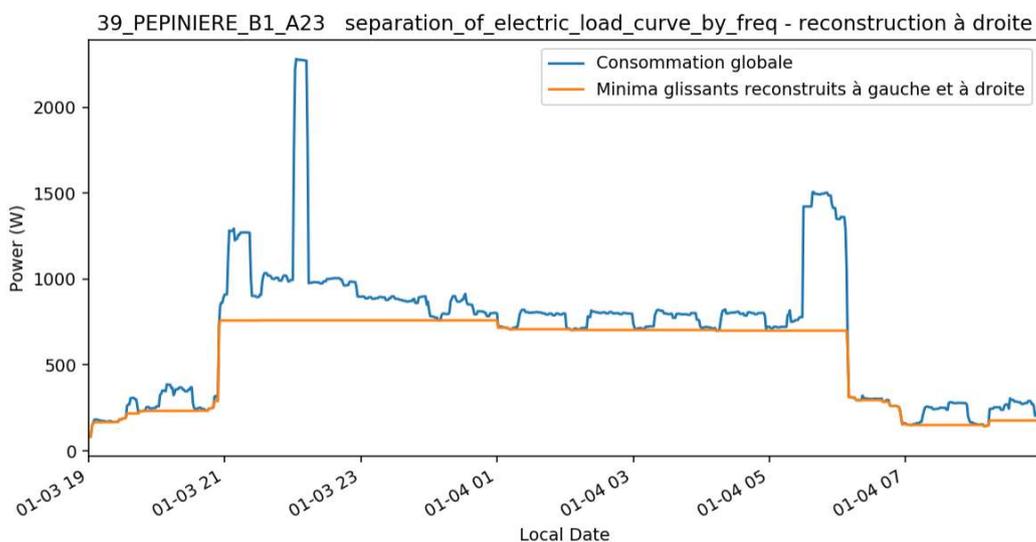


Figure 9 – Reconstruction dans le temps à gauche puis à droite des minima glissants

Par ailleurs, il est à noter qu'en raison de la précision des capteurs électriques utilisés, le filtrage ci-dessus est appliqué sur des séries temporelles de données préalablement sous échantillonnées à 30 min afin de pouvoir identifier les veilles faibles (0,5 W) sans ambiguïté. Par exemple 0.5 W pendant 5 min conduit à un incrément d'énergie en dessous de 1 Wh qui est la résolution minimum restituée par le capteur, alors que 0.5 W pendant 30 min conduit à 1 Wh d'incrément. La résolution temporelle des données utilisées pour l'extraction des veilles est alors de 30 min ce qui reste satisfaisant.

Pour faciliter la compréhension du processus, la figure suivante illustre le fonctionnement de cette méthode pour 4 largeurs de fenêtre glissante : à l'issue des deux étapes, la puissance minimum sur une durée égale à la largeur de la fenêtre est identifiée le long de l'axe du temps.

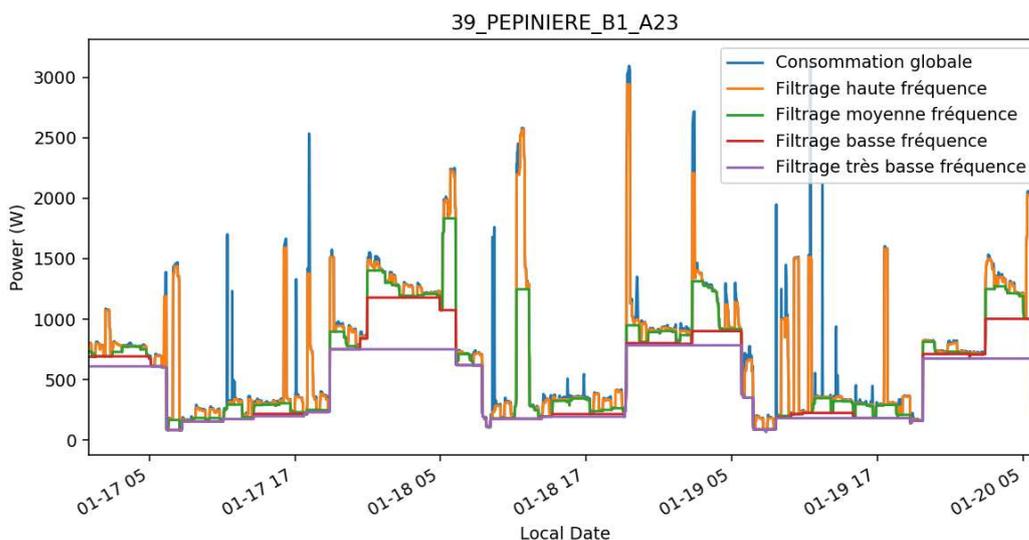


Figure 10 – Illustration du filtrage avec 4 largeurs de fenêtre glissante

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

La méthode d'extraction de la veille employée dans notre étude consiste à appliquer ce filtrage avec une fenêtre de largeur grande par rapport à un cycle d'utilisation réputé normal des équipements : la largeur de la fenêtre est fixée à 24 h.

**Pour évaluer l'écogeste « Suppression des veilles des équipements multimédia », on observe les moyennes journalières des puissances de veille ainsi calculées des équipements en question avant et après écogeste.** Ces puissances journalières de veille sont **converties en consommations journalières de veille via une multiplication par 24 h.** Ces **consommations sont ensuite utilisées selon la même procédure d'évaluation que les autres écogestes** expliquée ci-dessus (sans ajustement météorologique bien sûr).

Ainsi si à la faveur de l'écogeste « Suppression des veilles des équipements multimédia », un équipement passe d'un fonctionnement toujours en marche sur 24 h à un fonctionnement avec parfois des mises en veille ou des débranchements d'au moins une fois 30 min consécutives dans la journée alors l'écogeste est réputé effectif. De la même manière, si en cas de non-utilisation un équipement est débranché au moins 30 minutes consécutives dans la journée plutôt que laissé en mode veille alors l'écogeste est réputé effectif (si la veille est au-dessus de 0,5 W).

### **4.6 Indicateurs de ventilation naturelle**

**Les indicateurs de ventilation naturelle ont été calculés par l'étude des données remontées par les capteurs de feuillure positionnés sur les ouvrants extérieurs des logements** (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022). Ces capteurs ont permis de déterminer les moments où les ouvrants extérieurs étaient ouverts ou fermés. **Les capteurs considérés dans l'analyse sont ceux pour lesquels au moins 50 % des données sont valides sur la période étudiée.** Les valeurs manquantes ont été remplies en considérant la dernière valeur renvoyée par le capteur afin d'obtenir une série temporelle complète au pas de temps de la minute.

Afin d'étudier la mise en œuvre de l'écogeste « Ventilation naturelle/Optimisation de la gestion des ouvrants » plusieurs indicateurs sont définis :

#### **Indicateur Ventilation Naturelle (Ind\_VN)**

L'indicateur Ind\_VN a été calculé en considérant la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur<sup>2</sup> au moment où l'ouvrant est ouvert. C'est un indicateur compris entre 0 et 1 qui représente la proportion de temps sur la période observée où l'ouvrant est ouvert lorsque la température intérieure ( $T_{int}$ ) est supérieure à la température extérieure ( $T_{ext}$ ) :

- 0 : lorsque  $T_{int} > T_{ext}$ , l'ouvrant n'est jamais ouvert
- 1 : lorsque  $T_{int} > T_{ext}$ , l'ouvrant est toujours ouvert

---

<sup>2</sup> Données fournies par la station Météo France la plus proche ou la station météo installée dans la cadre d'ECCO DOM dans la résidence (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022).

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **Indicateur d'ouverture le jour [respectivement la nuit] (Ind\_ouv\_jour, Ind\_ouv\_nuit)**

L'indicateur, compris entre 0 et 1, indique la proportion de temps sur la période observée où l'ouvrant est ouvert pendant la journée (entre 7h et 19h)<sup>3</sup> et pendant la nuit (entre 19h et 7h) :

- 0 : l'ouvrant n'est jamais ouvert pendant la journée (resp. la nuit)
- 1 : l'ouvrant est ouvert pendant toute la journée (resp. la nuit)

### **Indicateur d'ouverture horaire (Ind\_ouv\_horaire)**

L'indicateur, compris entre -1 et 1, indique si l'ouvrant est globalement, sur la période observée, plus ouvert la nuit ou le jour. Il est calculé en faisant la différence :  $ind\_ouv\_nuit - ind\_ouv\_jour$  :

- -1 : l'ouvrant est toujours ouvert le jour et jamais la nuit
- 1 : l'ouvrant est toujours ouvert la nuit et jamais le jour

### **Variation de température intérieure – Moyenne (dT\_int\_mean)**

Moyenne des variations maximales de la température intérieure de la pièce lors des ouvertures de l'ouvrant. La variation maximale de la température intérieure lors d'une ouverture de l'ouvrant étant définie comme la température intérieure initiale au moment de l'ouverture moins la température intérieure minimale atteinte pendant la durée de l'ouverture. Cet indicateur est la moyenne de ces variations sur l'ensemble des ouvertures de la période considérée.

### **Variation de température intérieure – Maximale (dT\_int\_max)**

Cet indicateur correspond à la diminution maximale de température intérieure observée au cours d'une ouverture sur la période considérée. Il correspond au maximum de la distribution explicitée ci-dessus dont dT\_int\_mean est la moyenne.

### **Temps de réponse (minutes) – Moyenne (t\_resp\_0.5°C\_mean)**

Le temps de réponse correspond à la durée (en minutes) nécessaire pour atteindre une réduction de température intérieure de X °C au cours d'une ouverture de l'ouvrant. Il est calculé à partir de la température initiale au moment de l'ouverture. Ici, X est fixé à 0,5 °C.

Cet indicateur correspond à la moyenne de l'ensemble des temps de réponse calculés pour toutes les ouvertures de la période observée ayant amené à une réduction de la température intérieure d'au moins 0,5 °C.

### **Proportion des ouvertures pour lesquelles une réduction de 0,5 °C au moins est atteinte sur la période observée (t\_resp\_atteint)**

Ces différents indicateurs ont également été calculés pour les périodes nocturnes uniquement. Ils intègrent « nuit » dans leur nom.

Ces indicateurs ont pour objectif d'une part d'évaluer à **quel moment** (*ind\_ouv\_jour(nuit)*, *ind\_ouv\_horaire*) et dans **quelles conditions** (*ind\_VN*) les ouvertures ont lieu et d'autre part de quantifier **l'efficacité thermique** de ces ouvertures (*dT\_int*, *t\_resp*).

---

<sup>3</sup> Les horaires de 'jour' sont compris entre 7 h et 19 h et de 'nuit' entre 19 h et 7 h conformément à ce qui a été considéré dans la partie confort de l'observatoire (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022).

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **4.7 Incertitudes et significativité des résultats**

**Des tests statistiques sont réalisés afin de s'assurer de la significativité des résultats.** L'objectif est de quantifier le risque que les gains énergétiques moyens éventuellement relevés suite aux différentes expérimentations d'un écogeste soient un artefact aléatoire. **On souhaite ainsi vérifier que les valeurs moyennes d'économies d'électricité associées à un écogeste soient significativement différentes de la valeur nulle.**

L'hypothèse nulle consiste donc à supposer pour un écogeste donné que la moyenne des gains énergétiques sur les différentes expérimentations réalisées de celui-ci est nulle. On étudie la statistique  $z$ , où  $\bar{x}_n$  est la moyenne des gains énergétique et  $s_n^*$  la variance des gains énergétique sur les  $n$  expérimentations, qui nous sert d'estimateur sans biais de la variance réelle :

$$z = \sqrt{n} \frac{\bar{x}_n}{s_n^*} \quad (1)$$

Cette statistique suit une loi de Student à  $n - 1$  degrés de liberté. Si  $|z|$  est supérieur au quantile d'ordre  $1 - \frac{\alpha}{2}$  (avec  $\alpha$  le risque) de la loi de Student à  $n - 1$  degrés de liberté alors on rejette l'hypothèse nulle.

On choisit pour cette étude un risque  $\alpha$  de 0,05 et on calcule la probabilité (p-value) d'obtenir la moyenne observée alors que l'hypothèse nulle est vérifiée. Si la p-value est inférieure à 0,05, on valide donc la significativité des résultats avec une certitude de 95 % (95 % de chance que la moyenne soit non nulle).

Ce test repose sur l'hypothèse d'une distribution normale de l'échantillon étudié. Cette hypothèse est donc tout d'abord testée à l'aide d'un test de Shapiro-Wilk. Dans le cas d'un test de Shapiro-Wilk rejetant l'hypothèse nulle de distributivité normale des données sur un critère de 95%, on conclue que les données ne suivent pas une loi de distribution normale. Un test de Wilcoxon qui est un test non paramétrique est alors substitué au test de Student décrit ci-dessus. Ce test repose sur le même principe de rejet de l'hypothèse d'une moyenne nulle des économies d'électricité engendrées par les différentes expérimentations de l'écogeste, toujours avec un risque  $\alpha$  de 0,05.

## 5 Evaluation des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des appareils de froid alimentaire

Des écogestes dédiés aux appareils de froid alimentaires ont été testés dans le cadre de l'étude. Deux types d'appareil ont été suivis : les congélateurs et les combinés (réfrigérateurs-congélateurs). Les résultats présentés sont associés aux appareils suivis et non aux ménages appliquant les écogestes. En effet, plusieurs appareils, instrumentés ou non dans l'étude, peuvent être concernés par un écogeste dans un même logement.

Une correction associée aux variations saisonnières des conditions météorologiques a été effectuée, selon la méthode décrite dans la partie 4.3, sur les consommations électriques des appareils lorsqu'un effet significatif de la météo extérieure était observé sur celles-ci.

### 5.1 Optimisation de l'utilisation des appareils

Le premier écogeste étudié concerne l'optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire tel que présenté dans la Partie 2.2.1. Après filtrage et nettoyage, ce sont les données de 20 expérimentations de cet écogeste appliqué à un congélateur et de 62 expérimentations de cet écogeste appliqué à un combiné qui sont conservées pour analyse.

La Figure 11 ci-dessous présente la distribution des durées des périodes de référence et de suivi, i.e. sans et avec expérimentation de l'écogeste, des cas analysés. Les effectifs des appareils suivis sont signalés entre parenthèses sur l'axe des abscisses. Les différentes durées s'étalent, à quelques exceptions près, entre trois mois et plus d'un an. En moyenne, tout DROM confondu (cf. Total), que ce soit pour les congélateurs ou les combinés, la période de référence a été d'environ huit mois et la période d'expérimentation de l'écogeste autour de sept mois.

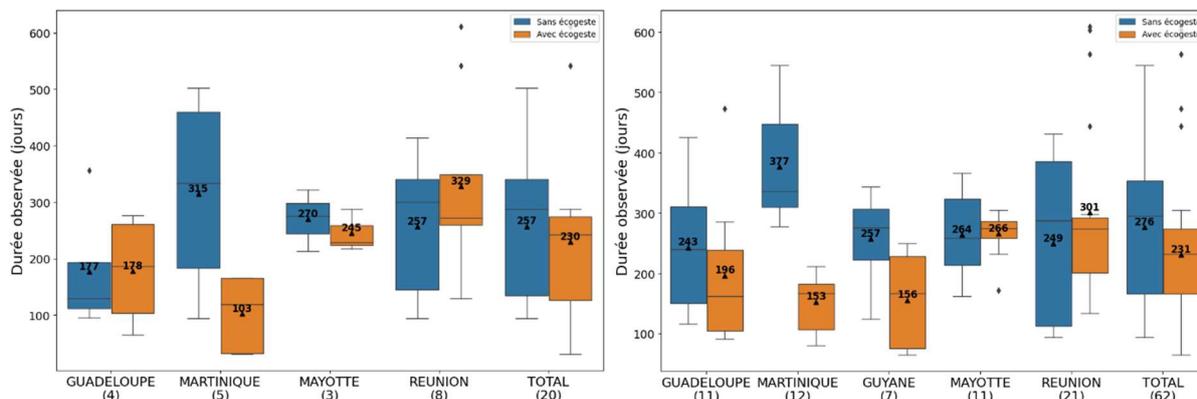


Figure 11 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite)

#### Congélateurs

La Figure 12 synthétise l'évolution des consommations annuelles<sup>4</sup> d'électricité des congélateurs associées à l'expérimentation de l'écogeste et la Figure 13 présente les économies d'électricité réalisées. On peut noter que l'on retrouve des niveaux de consommation légèrement supérieurs à ceux observés en moyenne dans l'étude observatoire ECCO DOM (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM,

<sup>4</sup> Pour rappel, les consommations d'électricité sur les périodes sans et avec expérimentation de l'écogeste sont ramenées à une échelle annuelle par l'usage d'une règle de trois.

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

2022) en particulier à La Réunion. **Pour la majorité de ces 20 expérimentations, on ne constate aucune économie d'électricité générée.** En moyenne, on observe même une **surconsommation de 5 % (17 kWh par an)** pour le panel total tout DROM confondu. Le test de Student présenté dans la partie 4.7 souligne que cette **surconsommation moyenne n'est pas statistiquement significative** (i.e. différente de zéro). On peut toutefois remarquer que ce sont notamment les expérimentations réalisées à Mayotte et à La Réunion qui présentent des surconsommations d'électricité.

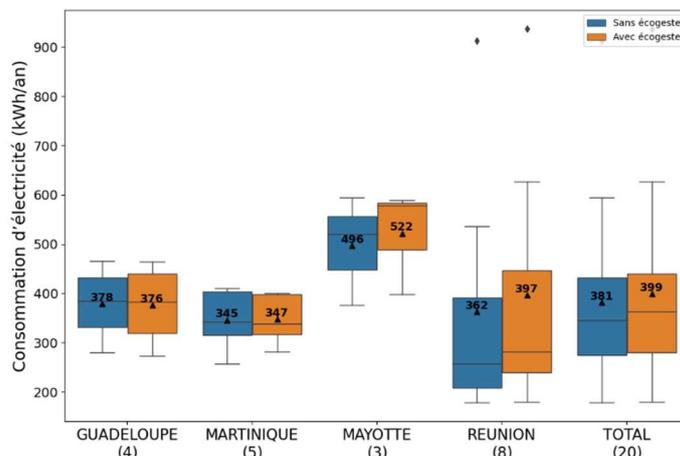


Figure 12 – Distributions des consommations électriques annuelles des congélateurs suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du congélateur »

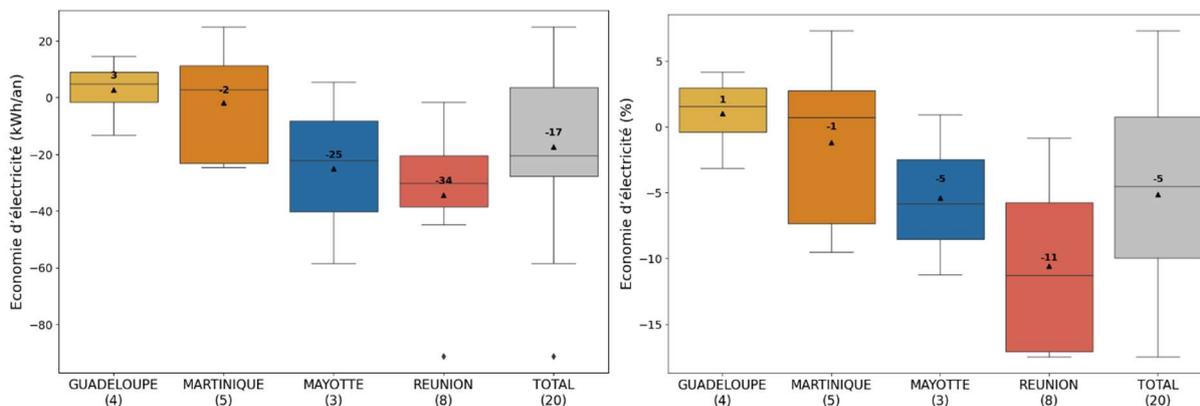


Figure 13 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du congélateur »

#### Combinés

Le constat fait pour les congélateurs est très similaire à celui effectué pour les appareils combinés ayant fait l'objet d'une expérimentation de l'écogeste d'optimisation de l'usage. **Sur ce panel plus large de 62 appareils, on ne constate en moyenne tout DROM confondu également pas d'économie d'électricité mais une légère augmentation des consommations (surconsommation de 4 % soit 19 kWh/an, non significativement différente de 0 d'après test statistique).** De plus, on peut noter que ce sont là-aussi les expérimentations menées à La Réunion qui présentent les surconsommations les plus importantes, sans que nous ayons d'explication à cette observation. On peut là aussi noter que les consommations annuelles correspondent aux enseignements de l'étude Observatoire ECCO DOM.

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

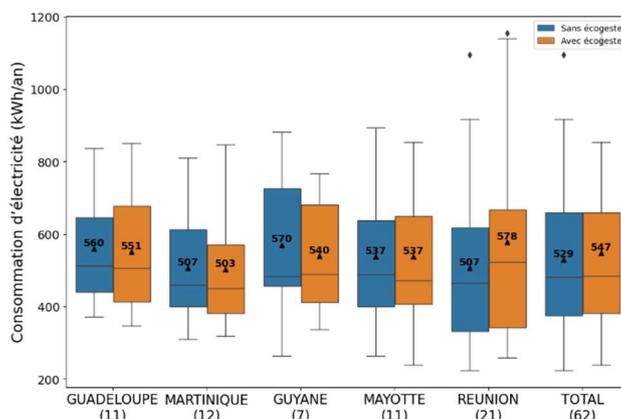


Figure 14 – Distributions des consommations électriques annuelles des combinés suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du combiné »

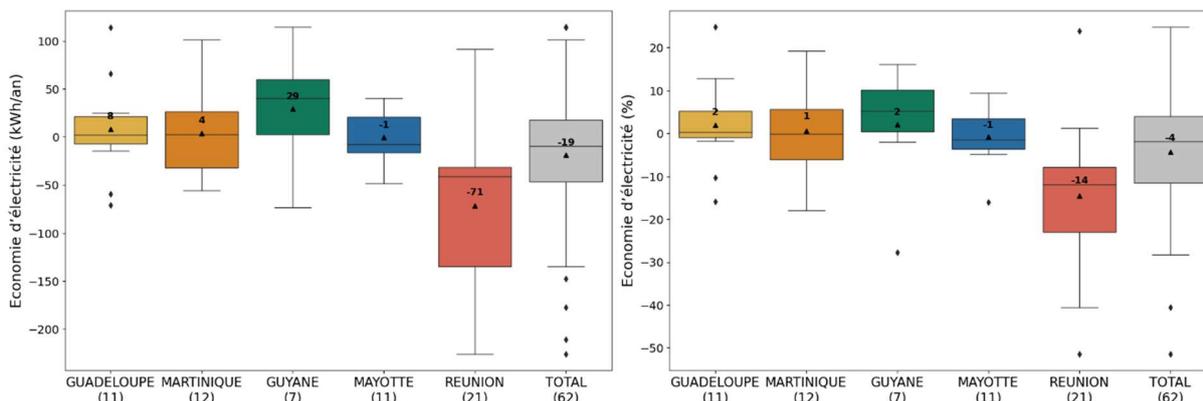


Figure 15 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du combiné »

#### Niveaux d'intérêt et de mise en pratique de l'écogeste

Les retours des ménages<sup>5</sup> expérimentant cet écogeste d'optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire signalent **un intérêt plutôt marqué (minimum 70 % d'intérêt élevé au total) pour celui-ci au moment de sa présentation** (Figure 16). Les **niveaux de pratique de l'écogeste après plusieurs mois d'expérimentation par les ménages présentent eux des niveaux d'application variables** (Figure 17). On notera notamment que moins de 50 % des ménages semblent avoir mis pleinement en pratique (pratique élevée) l'écogeste d'optimisation de l'utilisation des combinés.

Ainsi **globalement cet écogeste d'optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire semble présenter un potentiel d'économies d'énergie assez réduit.**

<sup>5</sup> Il est à noter que les tailles des panels analysés en Figure 16 et en Figure 17 (en nombre de ménages) sont légèrement différents de ceux des figures juste avant (en nombre d'appareils) du fait de l'existence de plusieurs appareils dans certains logements.

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

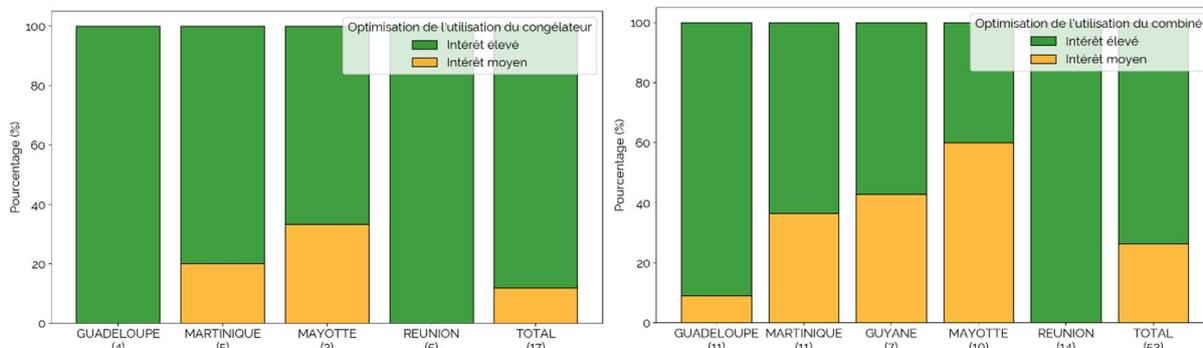


Figure 16 – Intérêts des ménages à sa présentation pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite)

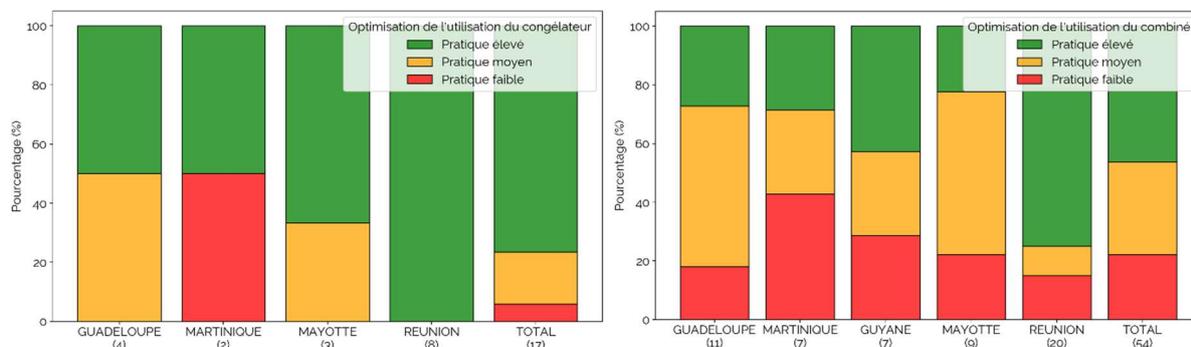


Figure 17 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite)

## 5.2 Entretien des appareils

Le second écogeste analysé concernant **les appareils de froid alimentaire est lié à leur entretien** (cf. Partie 2.2.2). Ce sont les données de **14 expérimentations de cet écogeste appliqué à un congélateur et de 7 expérimentations de cet écogeste appliqué à un combiné qui sont analysées**. Les distributions des périodes de référence et de suivi, i.e. sans et avec expérimentation de l'écogeste, des cas analysés sont présentés ci-dessous. **En moyenne, tout DROM confondu** (cf. Total), que ce soit pour les congélateurs ou les combinés, **la période de référence a été d'environ neuf mois et la période d'expérimentation de l'écogeste autour de sept mois.**

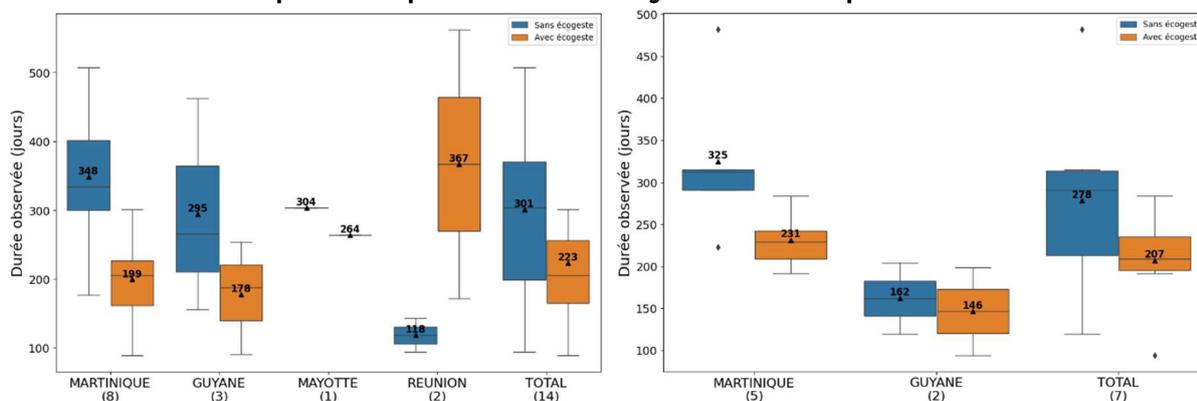


Figure 18 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite)

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

#### Congélateurs

La Figure 19 et la Figure 20 présentent les consommations électriques et les économies annuelles d'électricité associées aux différentes expérimentations de cet éco-geste sur les congélateurs. De manière similaire à l'écogeste « Optimisation de l'utilisation » de ces appareils, **en moyenne tout DROM confondu, on n'observe pas d'économies d'électricité générées (0 % et 2 kWh/an).**

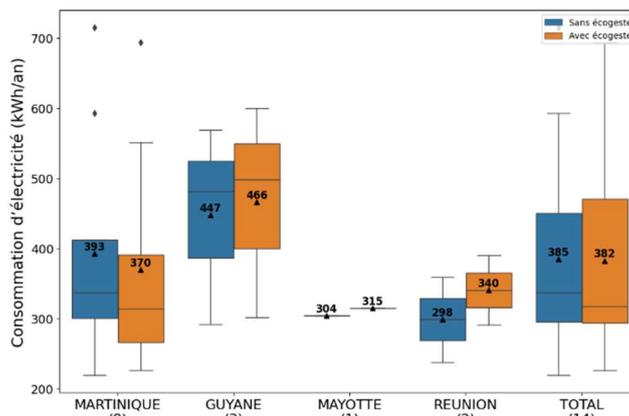


Figure 19 – Distributions des consommations électriques annuelles des congélateurs suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Entretien du congélateur »

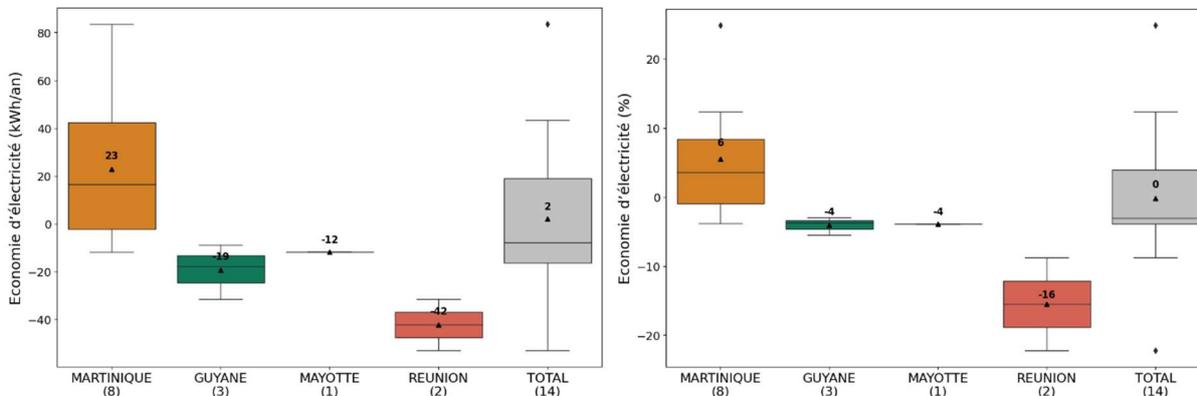


Figure 20 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Entretien du congélateur »

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

**Combinés**

Dans le cas des combinés (Figure 21 et Figure 22), c'est même **en moyenne une surconsommation qui est évaluée (surconsommation de 1 % soit 5 kWh/an, non significativement différente de 0 d'après test statistique).**

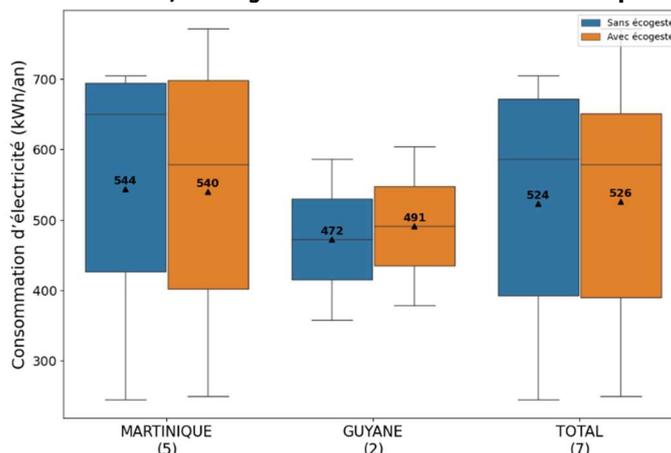


Figure 21 – Distributions des consommations électriques annuelles des combinés suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Entretien du combiné »

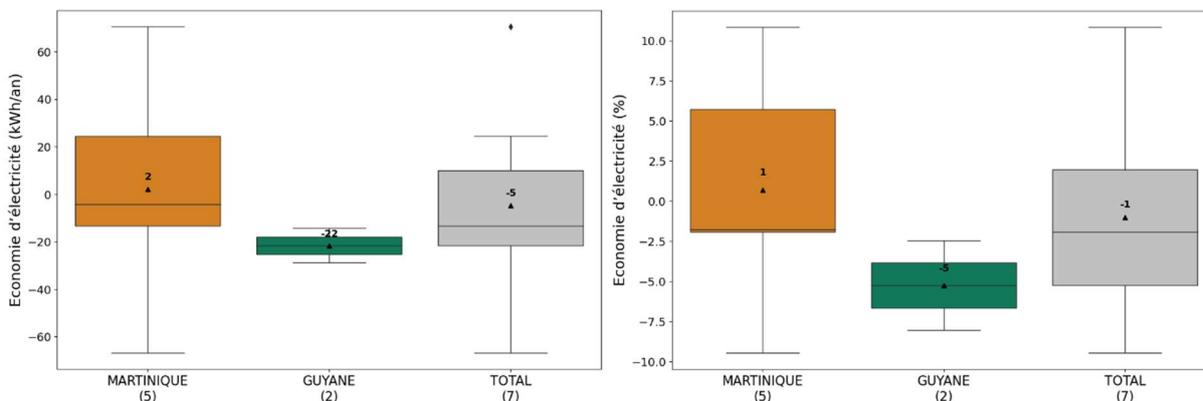


Figure 22 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Entretien du combiné »

**Niveaux d'intérêt et de mise en pratique de l'écogeste**

Le **niveau d'intérêt des ménages à la présentation de cet écogeste d'entretien des appareils de froid alimentaire est élevé (minimum 75 % d'intérêt élevé au total)** comme pour l'écogeste d'optimisation de l'utilisation. S'agissant des **niveaux de pratique après plusieurs mois de cet écogeste, ils sont plus élevés que pour l'écogeste d'optimisation de l'utilisation (environ 60 % des ménages avec une pratique élevée).**

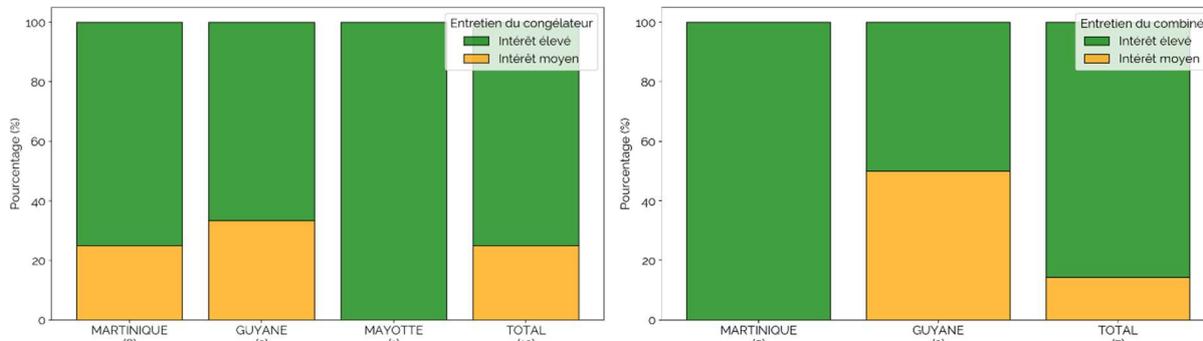


Figure 23 – Intérêts des ménages à sa présentation pour l'écogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite)

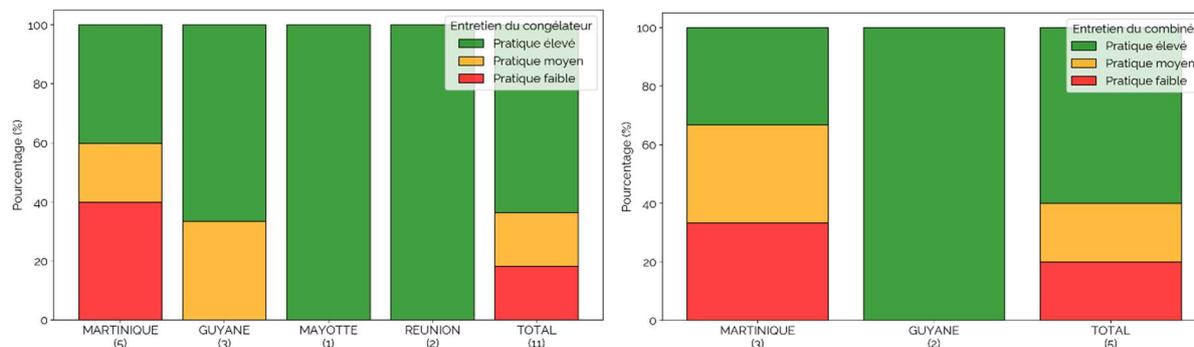


Figure 24 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Entretien des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (à gauche) et les combinés (à droite)

Ainsi malgré une mise en pratique significative par les ménages de cet écogeste, l'absence en moyenne d'économie d'électricité sur les expérimentations de celui-ci montre que **l'entretien des appareils de froid alimentaire semble présenter un faible potentiel d'économies d'énergie.**

### 5.3 Remplacement des appareils

Enfin, un certain nombre d'appareils de froid alimentaire anciens et peu performants ont fait l'objet d'un remplacement au sein du panel de logements suivis. Ce sont les données de 7 remplacements d'un congélateur et de 11 remplacements d'un combiné qui sont analysées ici. La Figure 25 détaille les durées analysées avant et après ces remplacements. Ceux-ci ont eu lieu relativement tard dans l'expérimentation, les périodes étudiées après remplacement sont donc plus limitées que pour les autres écogestes, en moyenne autour de 3 ou 4 mois.

**Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

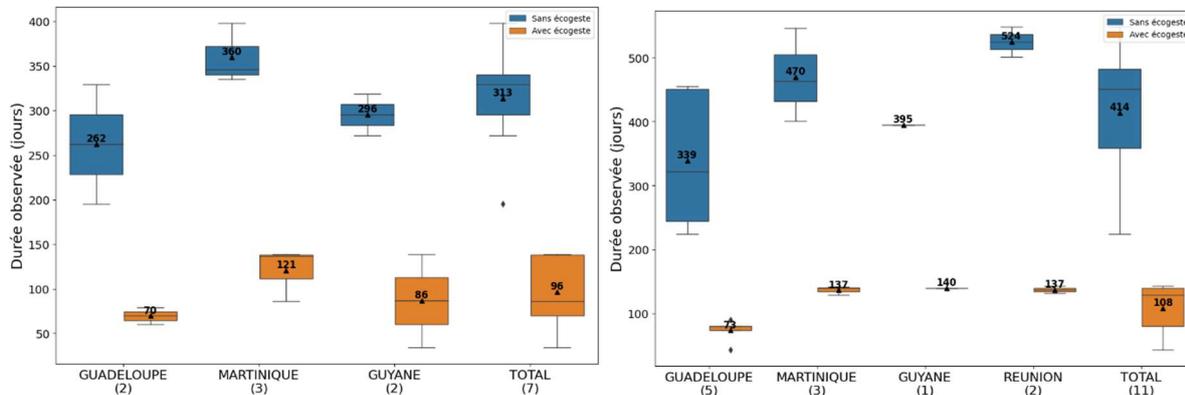


Figure 25 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Remplacement des appareils de froid alimentaire » pour les congélateurs (gauche) et les combinés (droite)

**Congélateurs**

La Figure 26 et la Figure 27 présentent l'évolution des consommations électriques des congélateurs et les économies annuelles d'électricité en résultant. On constate que **les consommations annuelles des appareils remplacés étaient de l'ordre de deux fois supérieures aux consommations moyennes observées dans l'étude Observatoire ECCO DOM (382 kWh/m²)**. Pour chacun des 7 appareils renouvelés, on constate **des économies d'électricité relativement importantes. En moyenne tout DROM confondu, ce sont environ 50 % soit un peu plus de 300 kWh/an d'économies d'électricité qui sont générées**. Par ailleurs, on notera que les économies réalisées par chacun des appareils s'étendent sur des intervalles conséquents : entre 25 et 70 % d'économies et 75 et 575 kWh/an d'économies. **Ces économies d'énergie sont considérées comme statistiquement significatives** et différentes de zéro d'après le test de Student réalisé (partie 4.7).

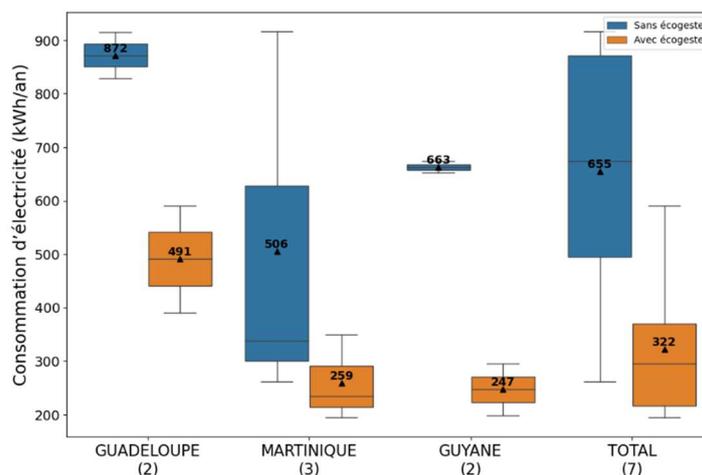


Figure 26 – Distributions des consommations électriques annuelles des congélateurs suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Remplacement de congélateur »

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

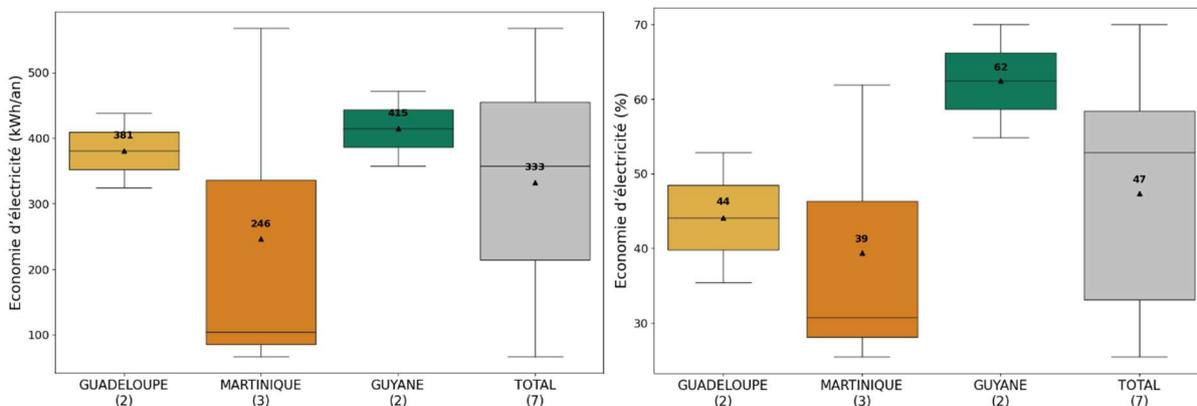


Figure 27 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Remplacement de congélateur »

#### Combinés

De la même façon que pour les remplacements de congélateurs, les 11 remplacements de combinés analysés présentent **en moyenne tout DROM confondu une réduction de la consommation annuelle d'électricité d'environ de moitié (soit un peu moins de 500 kWh/an)**. Là aussi les **consommations annuelles initiales des appareils remplacés justifiaient leur renouvellement (876 kWh/m<sup>2</sup> en moyenne)** et les consommations annualisées atteintes avec le matériel neuf sont près de 30 % inférieures aux moyennes de l'observatoire ECCO DOM (575 kWh/m<sup>2</sup>). Parmi la dispersion importante des économies réalisées par chacun des remplacements de combiné, on notera notamment le remplacement d'un très vieux réfrigérateur américain en Guadeloupe générant à lui seul environ 2200 kWh/an d'économies. **Ces économies d'énergie sont elles aussi considérées comme statistiquement significatives et différentes de zéro d'après le test de Student réalisé (partie 4.7).**

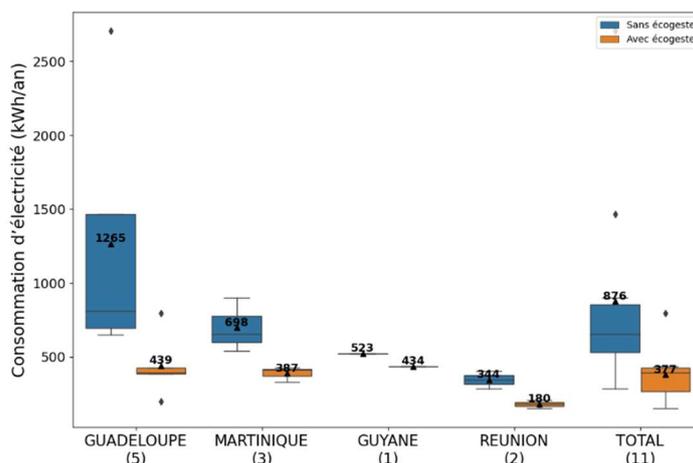


Figure 28 – Distributions des consommations électriques annuelles des combinés suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Remplacement du combiné »

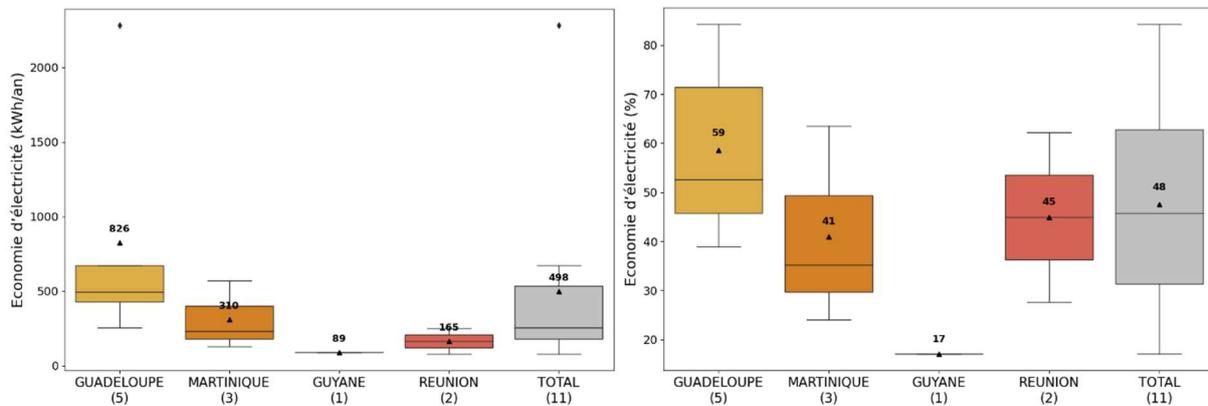


Figure 29 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Remplacement du combiné »

#### 5.4 Synthèse sur les écogestes dédiés aux appareils de froid alimentaire

L'analyse de l'impact **des écogestes en lien avec les appareils électroménagers de froid alimentaire** fait apparaître plusieurs tendances. **Les actions liées à l'usage courant ou d'entretien des appareils ne semblent pas générer d'économie sur leurs consommations d'électricité.** Sur les différentes expérimentations analysées de ces écogestes, il est même observé en moyenne une légère surconsommation pouvant être liée pour partie certainement à la variabilité de l'usage de ces appareils dans le temps. Ces surconsommations moyennes ne sont cependant pas considérées comme statistiquement significatives (i.e. différentes de zéro). Par ailleurs, pour rappel, par l'instrumentation utilisée, il est à noter que nous ne sommes pas en capacité de mesurer la mise en œuvre réelle des écogestes proposés d'expérimenter aux ménages. Via les retours qualitatifs obtenus, il est cependant possible de conclure que **dans le cadre de l'étude, malgré un niveau d'intérêt des ménages et de mise en pratique de l'écogeste plutôt significatifs, les expérimentations d'écogestes d'optimisation de l'utilisation et d'entretien des appareils de froid alimentaire réalisées n'ont pas engendré d'économies d'électricité.**

La **réduction des consommations électrique de ce poste est cependant beaucoup plus claire et systématique lors du remplacement d'un appareil peu efficace par un appareil récent (économie moyenne de 47 %).** Ces résultats **confirment les effets observés dans le projet USER à la Réunion** (EDF, Horizon Réunion, 2022) où le remplacement d'appareils de froid alimentaire entraînaient des économies d'énergie significatives contrairement aux écogestes d'optimisation des usages qui avaient été testés. Dans la cadre de tels remplacements de matériel, afin que les économies d'électricité générées soient bien à la hauteur attendue, il faut prendre garde à tout effet rebond, tel l'augmentation des volumes de stockage, des nouvelles fonctionnalités plus consommatrices, etc.

## 6 Evaluation des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des autres appareils électroménagers

Des écogestes liés aux appareils électroménagers hors appareils de froid alimentaire ont également été testés. Quatre types de machines ont été suivis : des fours, des plaques de cuissons, des laves linges (écogestes d'optimisation de l'usage mais aussi de remplacement) et des équipements multimédia (écogestes de limitation des veilles). Les résultats présentés sont associés aux appareils suivis et non aux ménages appliquant les écogestes. En effet, plusieurs appareils peuvent être concernés par un écogeste dans un même logement. Pour ces écogestes l'ajustement météorologique n'est pas nécessaire contrairement aux appareils de froid alimentaire et climatiseurs.

### 6.1 Optimisation de l'utilisation des fours

Cet écogeste concerne l'**optimisation de l'usage des fours** tel que présenté dans la Partie 2.3.1. L'analyse porte **sur 4 appareils seulement**. Il est à noter que pour cet écogeste, il n'a été obtenu aucun retour des ménages sur leur intérêt à sa présentation et leur mise en pratique après plusieurs mois.

La Figure 30 ci-dessous présente la distribution des **durées des périodes de référence et de suivi, i.e. sans et avec expérimentation** de l'écogeste. Celles-ci s'étalent **entre 7 mois et plus d'un an**. Les effectifs des appareils suivis sont signalés entre parenthèses pour les différents DROM.

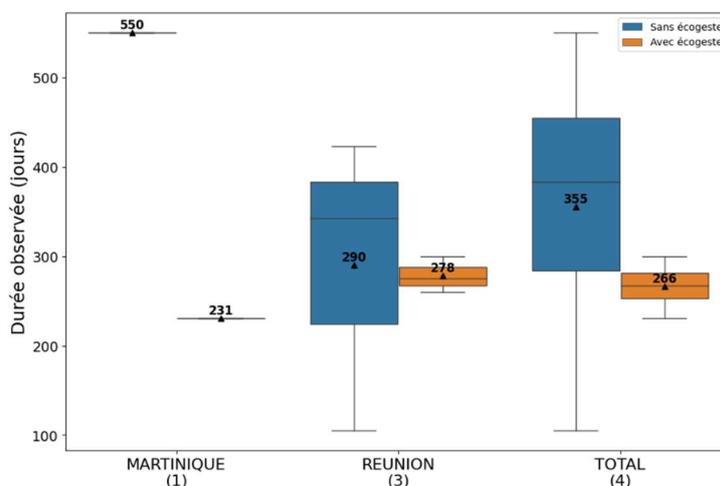


Figure 30 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des fours »

La Figure 31 ci-dessous synthétise l'évolution des consommations annuelles d'électricité des fours associés à l'expérimentation de cet écogeste. La consommation moyenne avant écogeste de ces fours, 246 kWh/an, est au-dessus de la consommation moyenne des fours évaluée à 200 kWh/an dans l'observatoire ECCO DOM (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022). Cependant cette dernière estimation ayant été fondée sur l'observation de seulement 4 machines également, cet écart est difficilement interprétable.

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

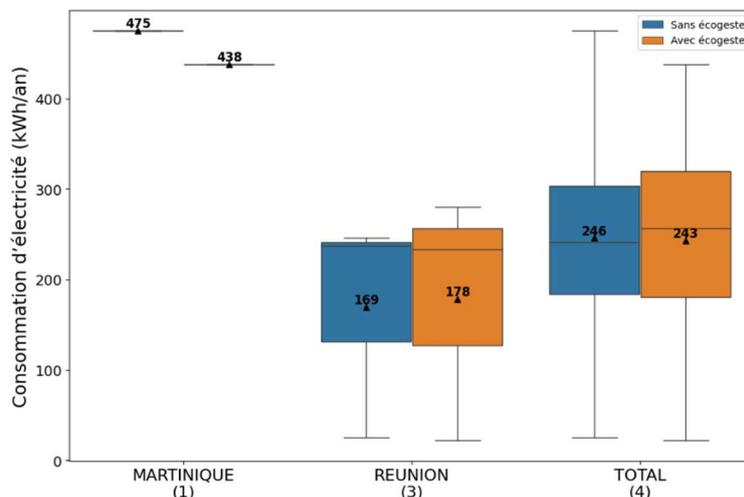


Figure 31 – Distributions des consommations électriques annuelles des foyers suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des foyers »

La Figure 32 ci-dessous synthétise les économies d'électricité en absolue et en relatif réalisées par les expérimentations de cet écogeste. **Sur l'ensemble de l'échantillon, on ne constate en moyenne aucune réduction de consommation significative.** Du point de vue statistique, l'hypothèse H0 « l'économie moyenne est égale à 0 kWh » n'est pas rejetée (cf. partie 4.7). Toutefois l'écogeste a peut-être fonctionné pour l'unique appareil suivi en Martinique.

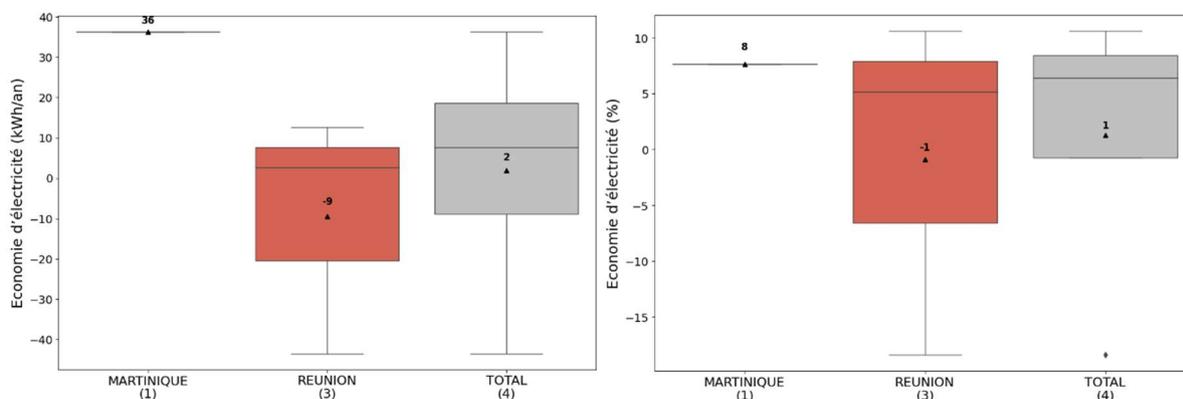


Figure 32 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des foyers »

### 6.2 Optimisation de l'utilisation des plaques de cuisson

Les critères de qualités de données exposées en partie 4.2 ne nous ont malheureusement pas permis de conserver les mesures réalisées pour évaluer cet écogeste.

### 6.3 Optimisation de l'utilisation des lave-linges

Cet écogeste concerne l'optimisation de l'usage des lave-linges tel que présenté dans la Partie 2.3.2. L'analyse porte sur 27 appareils. Parmi cet échantillon, il a été obtenu les retours de 24 ménages sur leur intérêt à la présentation de l'écogeste et leur mise en pratique après plusieurs mois.

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

La Figure 33 ci-dessous présente la distribution des **durées des périodes de référence et de suivi, i.e. sans et avec expérimentation** de l'écogeste. Celles-ci s'étalent entre 1 mois et plus d'un an. **En moyenne, tout DROM confondu, la période de référence a été d'environ neuf mois et la période d'expérimentation de l'écogeste autour de huit mois.** Les effectifs des appareils suivis sont signalés entre parenthèses pour les différents DROM.

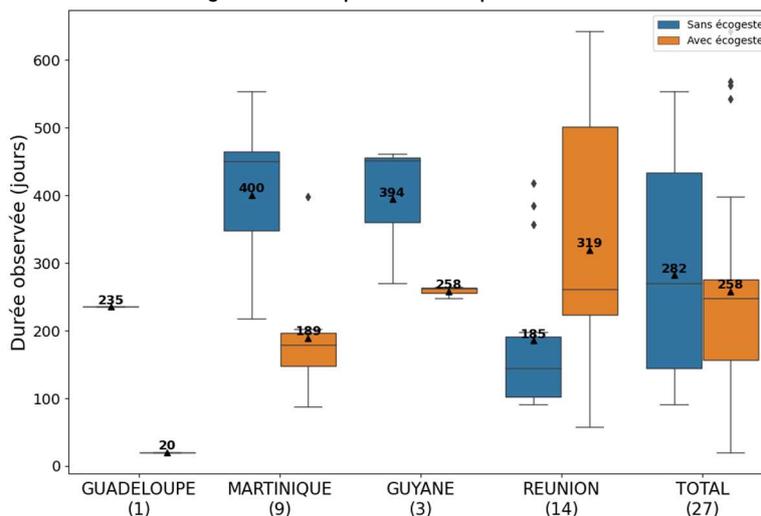


Figure 33 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »

La Figure 34 ci-dessous synthétise l'évolution des consommations annuelles d'électricité des lave-linges associés à l'expérimentation de cet écogeste. **La consommation moyenne avant écogeste de ces lave-linges, 134 kWh/an, est cohérente avec la consommation moyenne des lave-linges repérée à 110 kWh/an dans l'observatoire ECCO DOM (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022).**

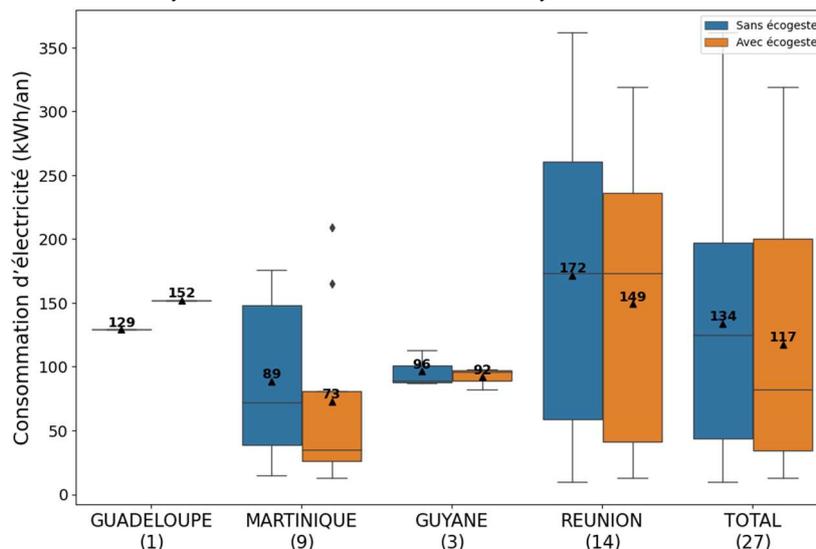


Figure 34 - Distributions des consommations électriques annuelles des lave-linges suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »

La Figure 35 ci-dessous synthétise les économies d'électricité en absolue et en relatif réalisées par les expérimentations de cet écogeste. **Sur l'ensemble de l'échantillon, on constate en moyenne réduction de la**

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

**consommation de l'ordre de 12 % et 17 kWh/an. L'effet est statistiquement significatif (rejet de l'hypothèse H0 « l'économie moyenne est égale à 0 kWh »)**

Concernant La Réunion, l'étude (EDF, Horizon Réunion, 2022) a mis en évidence, sur 28 ménages, un abaissement de 17% de la consommation annuelle des lave-linges à la suite de la mise en pratique d'un écogeste sur les lave-linges similaire au notre. Ce résultat se rapproche donc de nos observations : 12 % d'abaissement de consommation annuelle.

Si les échantillons pour la Guadeloupe et la Guyane présentent un gain négatif ou très faible, on ne peut pas extrapoler à un comportement différencié pour ces DROM eut égard au nombre de cas.

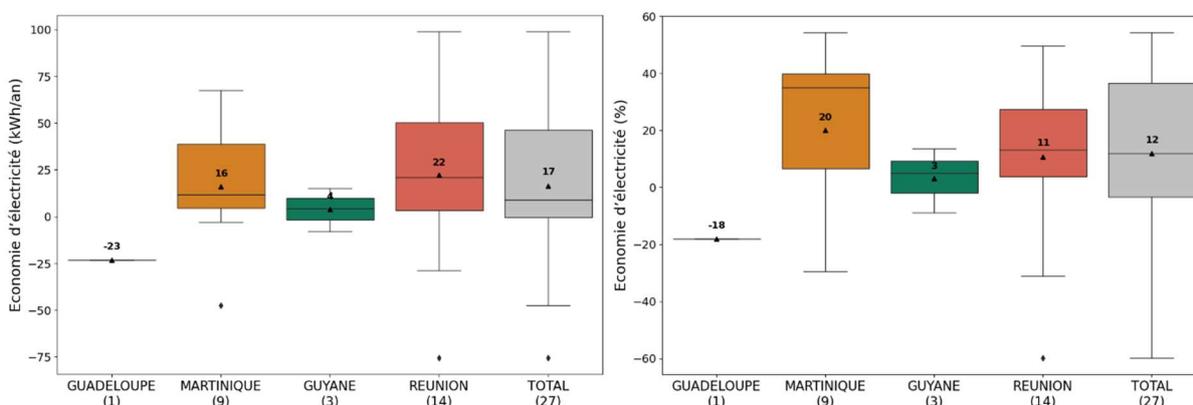


Figure 35 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »

Par ailleurs, comme cela est expliqué en partie 4.4, pour affiner notre compréhension des résultats, pour les machines à laver il est possible d'extraire des mesures réalisées des analyses par cycle. Environ 500 cycles ont été repérés à partir desquels on peut constater que :

- la fréquence d'utilisation appréciée en nombre de cycle par semaine reste stable autour de 6 cycles par semaine en moyenne hors Guyane où elle semble augmenter (cf ci-dessous Figure 36 – Nombre de cycles de lave-linge par semaine sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges » Figure 36). On notera au passage un usage moins fréquent en Martinique 3 à 4 cycles par semaine en moyenne
- la durée moyenne par cycle, 1.6h en moyenne, est similaire avec et sans écogeste quel que soit le DROM, (cf ci-dessous Figure 36 – Nombre de cycles de lave-linge par semaine sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges » Figure 37)
- l'énergie par cycle baisse en moyenne systématiquement lors de la phase de mise en œuvre de l'écogeste (cf. ci-dessous Figure 38)

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

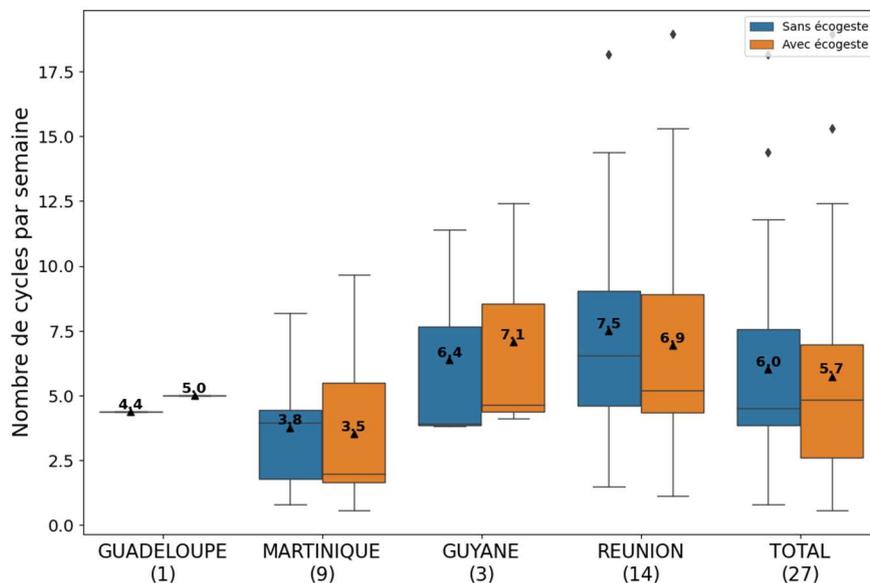


Figure 36 – Nombre de cycles de lave-linge par semaine sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »

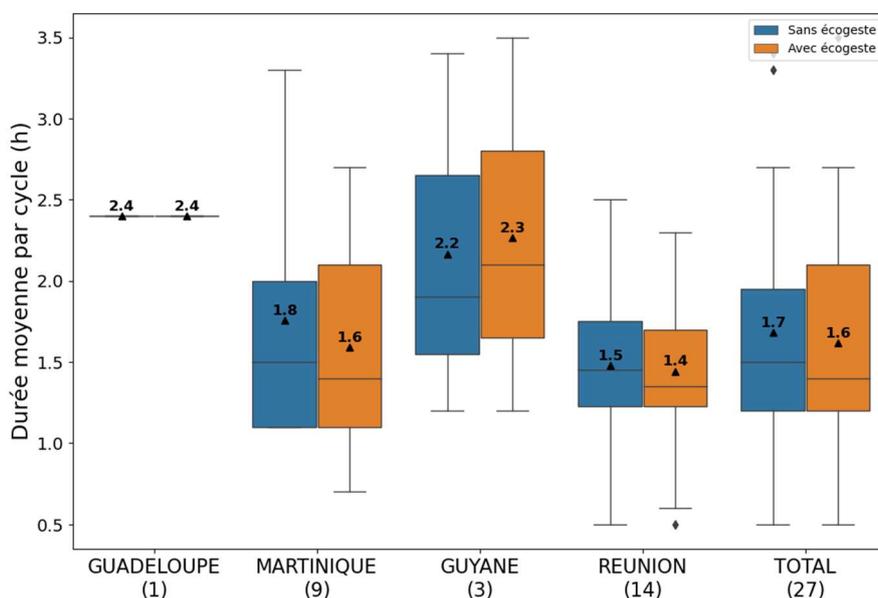


Figure 37 – Durée des cycles de lave-linge sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

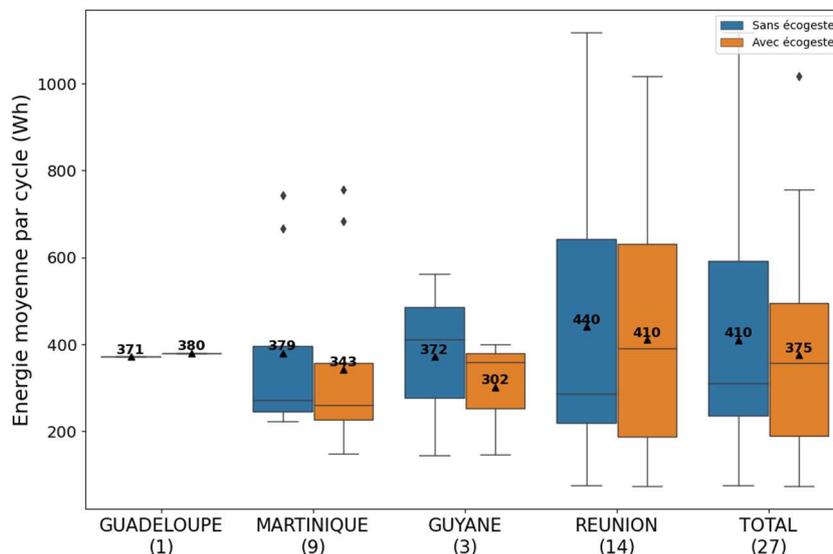


Figure 38 – Energie par cycle de lave-linge sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »

Ainsi les économies d'énergie constatées globalement s'explique par l'adoption de cycle moins énergivore à usage constant (nombre de cycle par semaine) sauf à priori en Guyane où l'usage s'est intensifié neutralisant en partie l'économie latente.

Enfin, ci-dessous, Figure 39, on observera que les niveaux de pratique tels que déclarés par les ménages après plusieurs mois d'expérimentation de cet écogeste sont cohérents avec les résultats quantitatifs constatés plus haut : plus la pratique est élevée plus les gains sont grands. Signalons que concernant La Réunion la forte adhérence du panel à l'écogeste recoupe les observations de (EDF, Horizon Réunion, 2022). En effet, les auteurs de cette étude mentionnent que 93 % des 28 ménages sollicités ont réduit leur consommation de lave-linges suite à la mise en pratique d'un écogeste sur les lave-linges similaire au notre.

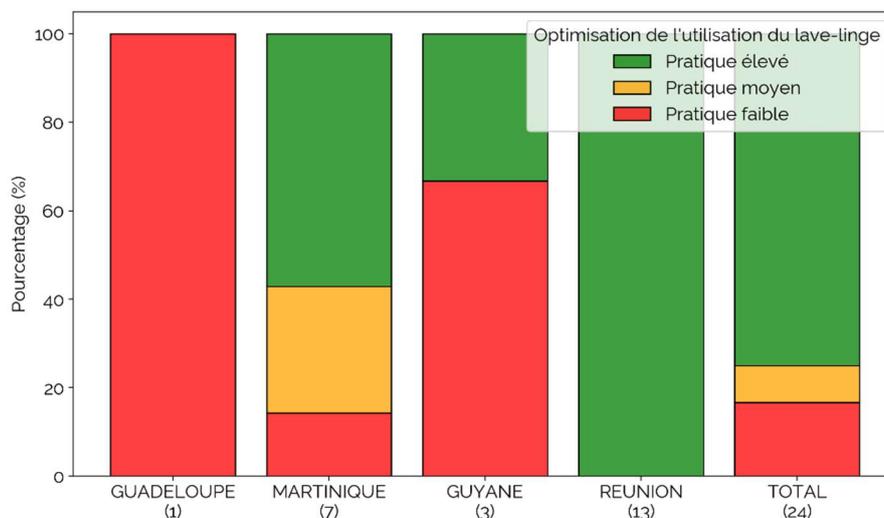


Figure 39 - Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des lave-linges »

## Livraison 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

### 6.4 Remplacement des lave-linges

Cet éco-geste concerne le **remplacement de lave-linges** comme présenté dans la Partie 2.3.3. Cet éco-geste a été dirigé **sur un unique ménage équipé d'un appareil très ancien**. Les durées des **périodes de référence et de suivi avant et après l'application de l'écogeste** sont respectivement **1.2 ans et 4 mois**.

**L'économie d'énergie réalisée est spectaculaire 73 % soit 64 kWh**. On doit considérer que **cette quantification est une plutôt une quantification haute parmi tout le champ des possibles** car la machine remplacée est très ancienne même si elle présentait une consommation de 88 kWh/an modeste par rapport à la moyenne des consommations des lave-linges caractérisée à 110 kWh/an dans (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022).

L'analyse à l'échelle des cycles explique comment le gain a été obtenu. D'une part la fréquence d'utilisation a été abaissée passant de 1.1 cycles par semaine à 0.7 cycles par semaine et d'autre part les cycles sont moins énergivores de l'ordre de 50 %.

### 6.5 Limitation des veilles des équipements multimédia

Cet éco-geste concerne la **limitation des veilles pour les appareils de la catégorie audio-visuel : téléviseur, box, ordinateur etc.** présenté dans la Partie 2.3.4.

L'écogeste tente d'engager les ménages à débrancher les appareils dès lors qu'ils ne sont pas utilisés mais aussi à limiter un fonctionnement permanent ici assimilé à un fonctionnement continu d'au moins 24h.

L'évaluation en termes d'économie d'énergie de cet éco-geste a nécessité la mise en place d'un traitement spécifique des mesures qui est décrit en partie 4.5.

Cet éco-geste porte sur un ensemble d'appareils considérés comme un tout car ils sont souvent mesurés à travers une multiprise. Bien entendu il est impossible de réguler les changements d'appareils branchés ou débranchés par les ménages sur ces multiprises. Un examen unitaire des données nous a permis d'écarter ce type d'événement quand il fut évident.

**L'analyse porte sur 40 groupes d'appareils essentiellement des multiprises et qui sont dominés en fréquence par présence d'un téléviseur**. Le Tableau 5 ci-dessous précise les combinaisons d'appareils les plus fréquemment suivies lors de cet éco-geste. La présence de téléviseur est quasi systématique.

*Tableau 5 – Combinaisons d'appareils les plus fréquentes (90% des cas) suivies avec l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia »*

Téléviseur	Box Internet	Décodeur	Audio	Fréquence de la combinaison
1	1	1		36%
1				26%
1	1			11%
1	1		1	9%
1	1	1	1	6%

Parmi cet échantillon, le recueil par les relais locaux de la déclaration de la pratique de cet éco-geste a pu porter sur 37 ménages.

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

La Figure 40 ci-dessous présente la distribution des durées des périodes de référence et de suivi avant et après l'expérimentation de l'écogeste. Celles-ci s'étalent entre 4 mois et plus d'un an. Les effectifs des écogestes suivis sont signalés entre parenthèses pour les différents DROM.

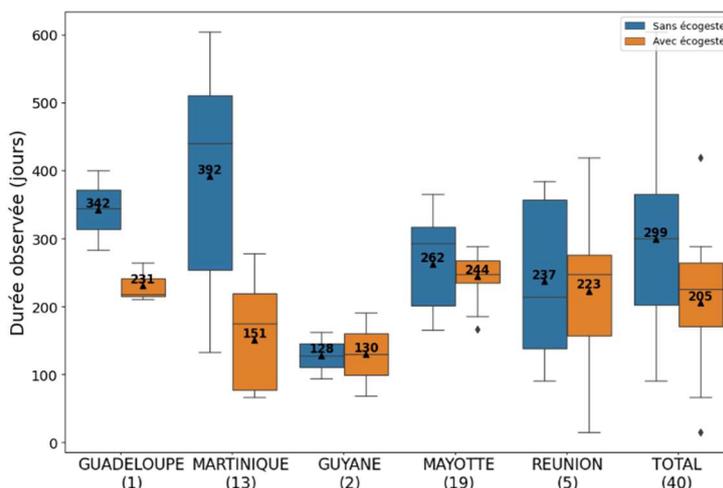


Figure 40 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia »

Les Figure 41 ci-dessous synthétisent l'évolution des consommations associée à cet écogeste. On constate, à l'échelle du panel, un abaissement de la consommation d'énergie de 23 % soit 15 kWh en moyenne. Cependant la situation est très variable d'un DROM à l'autre. Les gains sont négatifs pour la Guyane et la Réunion certes avec des effectifs minoritaires par rapport à l'effectif total. L'effet moyen est statistiquement significatif (rejet de l'hypothèse H0 « l'économie moyenne est égale à 0 kWh »)

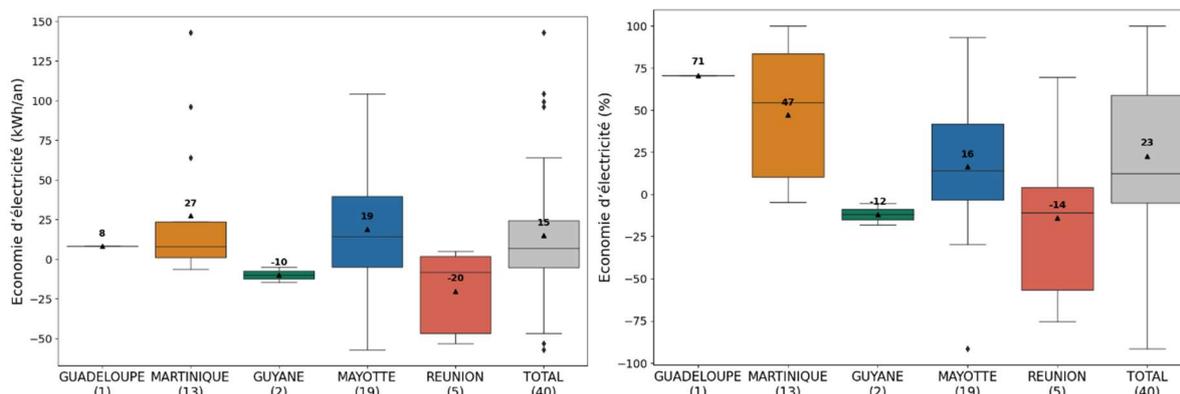


Figure 41 – Distributions des économies absolues (gauche) et relatives (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia »

La situation est très contrastée d'un logement à l'autre. Un certain nombre de cas s'avèrent être neutre car la veille était déjà nulle en amont de l'écogeste et reste nulle en aval de l'écogeste. De nombreux cas, ne sont pas interprétables à la hausse ou à la baisse sans ambiguïté du fait de la volatilité du niveau de veille mais aussi du fait de la non-stationnarité dans le temps de la puissance de veille moyenne : des épisodes d'utilisation forte (veille typique de fonctionnement excédant 24h) sont suivis par des épisodes sans utilisation (veille réelle ou bien puissance nulle) sans apparente corrélation avec la date de démarrage l'écogeste.

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

Un certain nombre de cas conduisent clairement à un effet nul. La Figure 42 ci-dessous est un exemple de cette catégorie. Un certain nombre d'autres cas conduisent clairement à un effet bénéfique. La Figure 43 ci-dessous est un exemple de cette catégorie. Ces cas évidents à l'examen visuel sont minoritaires.

**Ainsi nous pensons que l'évaluation de l'écogeste à niveau moyen de 23 % d'économies annuelles soit 15 kWh est possiblement en partie un artefact méthodologique.**

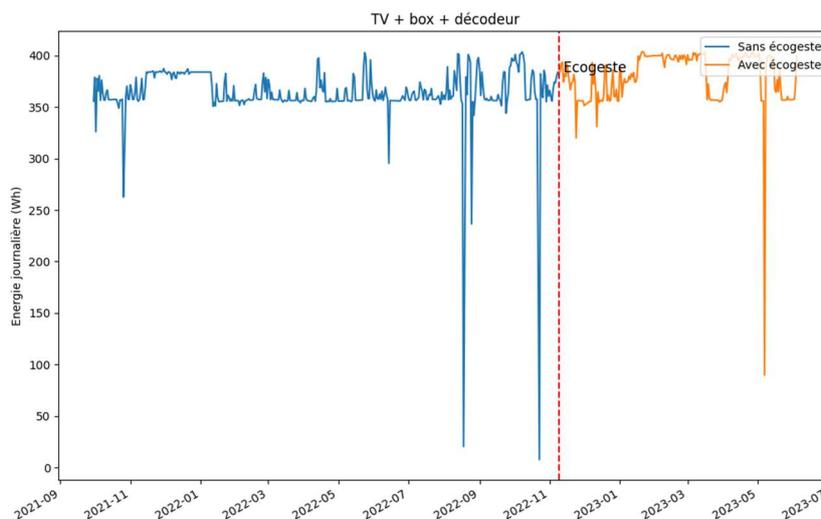


Figure 42 – Exemple d'un échec de l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia » : les niveaux de veilles sans et avec expérimentation de l'écogeste sont similaires

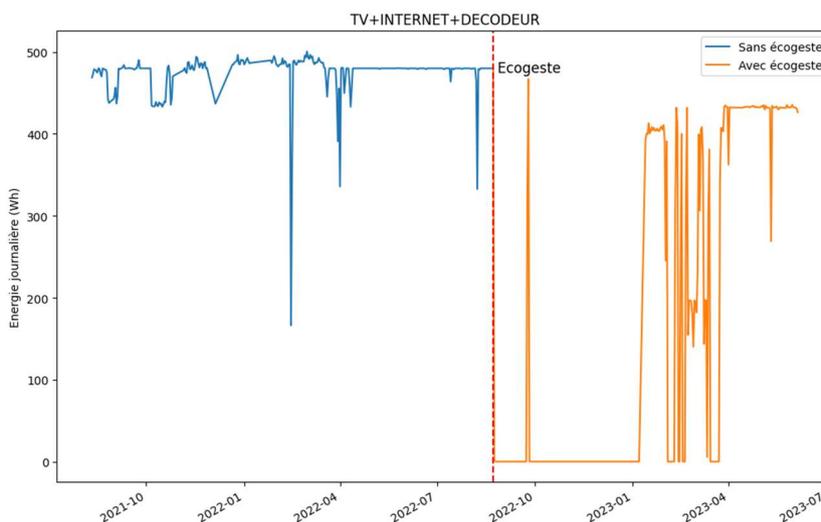


Figure 43 – Exemple d'un succès très probable mais temporaire de l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia »

Si on s'en tient à la déclaration de pratique de l'écogeste par les ménages telle que recueillie par les relais locaux (cf. Figure 44) alors **la corrélation entre niveau de pratique déclaré et niveau d'économie observé apparaît comme incertaine**. En effet, l'adhérence exprimée par les ménages à La Réunion ne se retrouve pas dans les résultats

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

d'économie constatées alors que l'adhérence exprimée par les ménages de la Martinique se retrouve dans les résultats d'économies. Symétriquement la faible adhérence déclarée par les ménages de Mayotte est déditée par ses résultats positifs d'économies d'énergie. Une piste d'explication à ce paradoxe pourrait être que l'analyse des données (partie 4.5 pour les détails) est faite en posant que des consommations continues de plus de 24 h existent (nous pensons au téléviseur) et seraient réduites grâce à la mise en œuvre de l'écogeste (partie 4.5). Il se peut qu'une fenêtre d'analyse plus petite (12 h voir moins) puisse rendre compte de ce paradoxe si la pratique n'était pas homogène d'un DROM à l'autre.

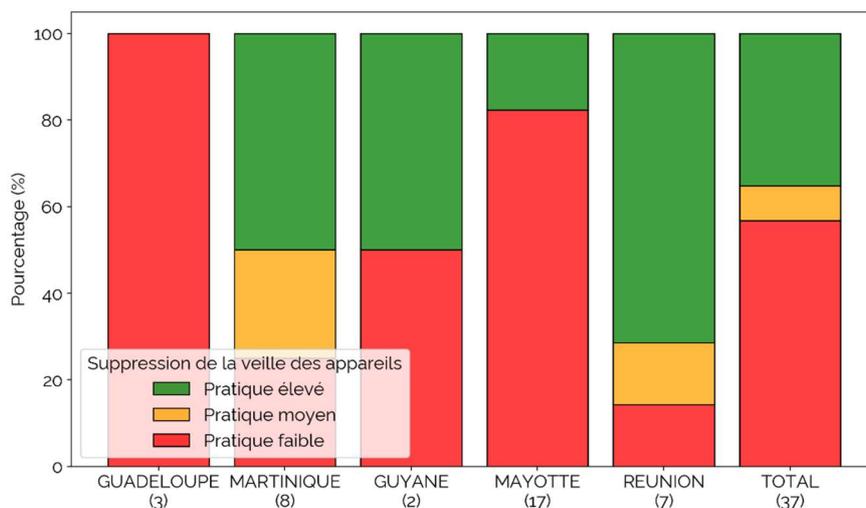


Figure 44 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Limitation des veilles des équipements multimédia »

#### 6.6 Synthèse sur les écogestes dédiés aux autres appareils électroménagers

L'analyse de l'impact des écogestes en lien avec les appareils électroménagers hors froid alimentaire fait apparaître plusieurs tendances.

**Les actions liées à l'usage optimisé ou d'entretien des fours semblent avoir un impact nul sur les consommations d'énergie de notre panel.**

**Les actions liées à l'usage optimisé des lave-linges ont un impact entre 12 % (17 kWh) sur notre panel qui résulte de l'adoption par certains ménages de l'adoption de cycle de lavage moins énergivore et sans changement de la fréquence d'utilisation.**

**Le remplacement du lave-linge par une machine neuve est certainement plus efficace** et peut conduire jusqu'à un gain de 70 % pour les vieilles machines (volume d'eau à chauffer plus grand, moteur à plus faible rendement, cycles mieux optimisés)

**La modération des veilles du poste audio-visuel conduit ici à une économie moyenne de 23% (15kWh/an) sur le panel analysé. Cette quantification est dominée par la limitation du fonctionnement 24h/24h des téléviseurs.**

Ces résultats intègrent la variabilité des situations initiales mais aussi de l'adoption ou pas de l'écogeste.

## 7 Evaluation des écogestes dédiés à l'abaissement de la consommation électrique des climatiseurs ou à l'amélioration du confort thermique par moyen « naturel »

### 7.1 Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes

L'écogeste visant à limiter les consommations électriques des climatiseurs fixes via la réduction des températures de consigne a aussi été testé et évalué sur 28 appareils en Guadeloupe, Martinique et Guyane. La Figure 45 ci-dessous présente les distributions des durées des périodes de référence (sans écogeste) et de suivi (avec écogeste).

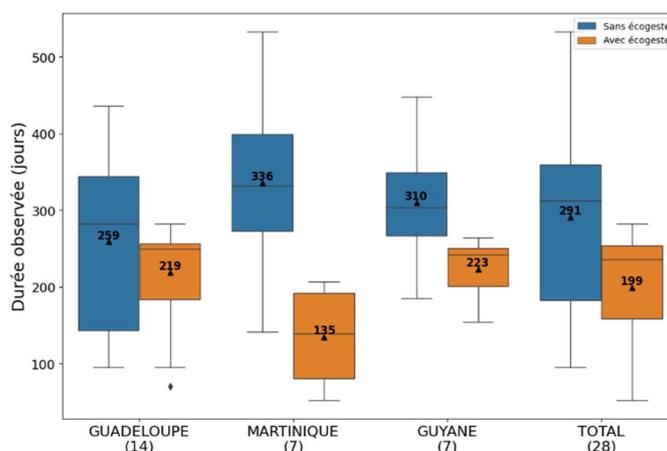


Figure 45 – Durées des périodes de référence et de suivi pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes »

Afin de s'affranchir de l'effet des variations climatiques, un ajustement a été réalisé selon la méthode présentée dans la partie 4.3. Les figures ci-dessous présentent un exemple de modèle linéaire liant les consommations électriques journalières et les températures moyennes journalières. Ce modèle permet ensuite d'estimer les consommations théoriques qui auraient eu lieu, sans la mise en place de l'écogeste, dans les conditions de la période de suivi, et ainsi d'évaluer le gain observé grâce à l'application de l'écogeste sur cette période. Cette méthode a été mise en œuvre lorsque qu'une corrélation linéaire assez importante entre les consommations et les températures extérieures était observée.

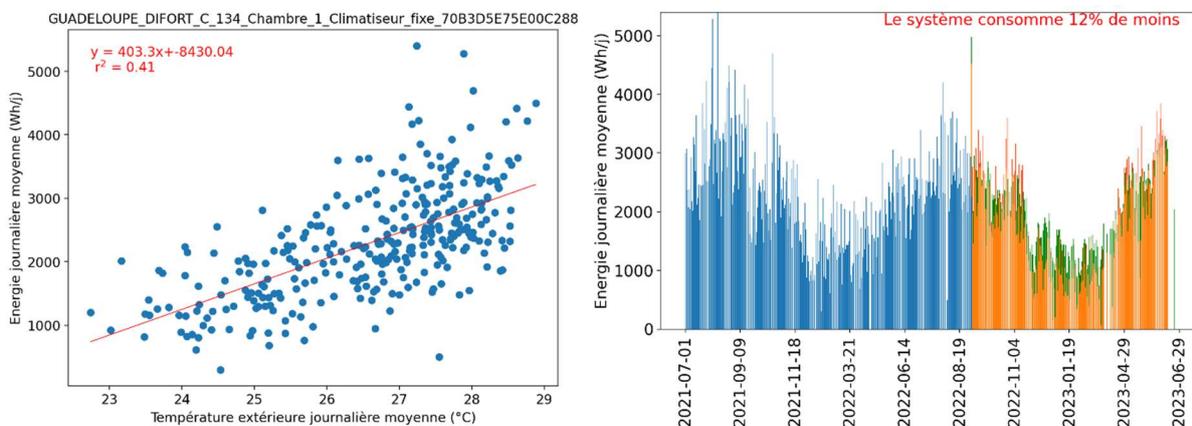


Figure 46 – Modèle de régression sur les consommations journalières (gauche) et correction des consommations en fonction des conditions météorologiques. Exemple sur un climatiseur en Guadeloupe

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

La Figure 47 présente les distributions des consommations d'électricité des appareils suivis avant et après l'application de l'écogeste. On constate que **les moyennes des consommations avant écogeste** dans chaque DROM et sur l'ensemble du panel **sont très similaires aux données observées en moyenne sur l'ensemble du panel Ecco Dom** et présentées dans le livrable « Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM ». En effet la consommation annuelle moyenne était estimée à 1282 kWh/an sur l'ensemble du panel, 1366 kWh/an en Guadeloupe, 1102 kWh/an en Martinique et 1320 kWh/an en Guyane. Le sous-panel étudié ici est donc relativement représentatif du panel complet. On constate une nette diminution des consommations électriques suite à la mise en place de l'écogeste.

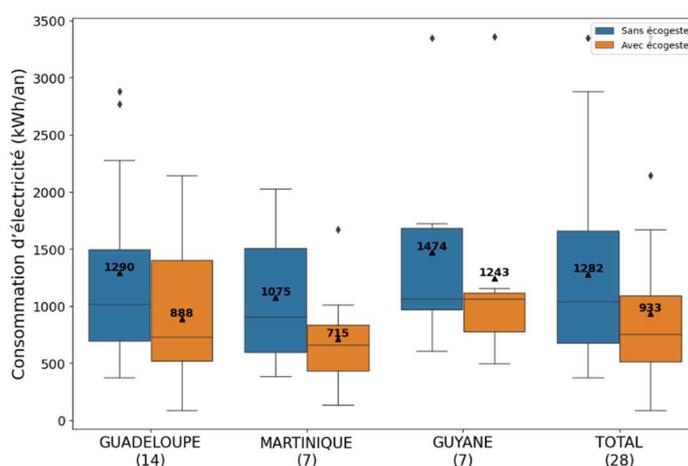


Figure 47 – Distributions des consommations électriques annuelles des climatiseurs fixes suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes »

La Figure 48 présente les distributions des économies d'électricité ainsi réalisées. Celles-ci sont **en moyenne de 325 kWh/an sur les climatiseurs suivis, soit 23 %**. L'économie moyenne est de 21% en Guadeloupe, 33% en Martinique et 14 % en Guyane. Le test de Student réalisé confirme que **ces gains sont statistiquement significatifs**.

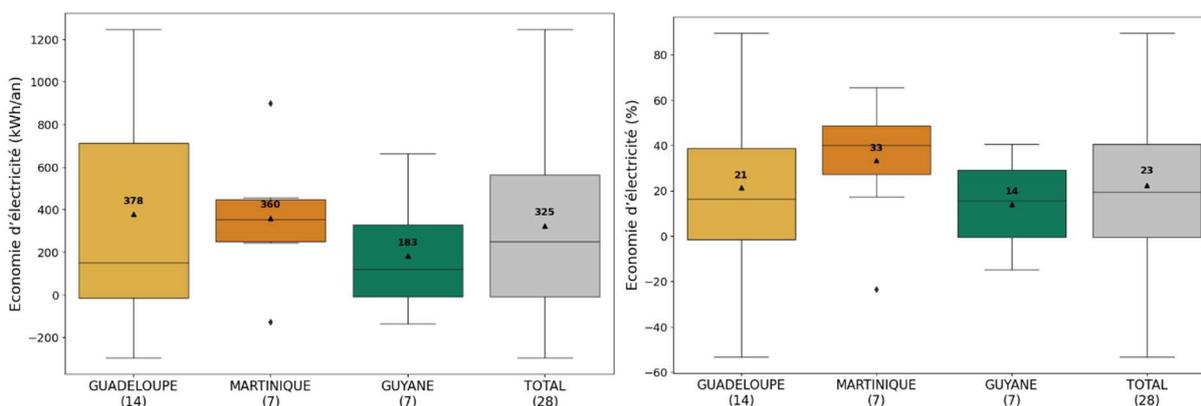


Figure 48 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes »

**Des brasseurs d'air ont par ailleurs été installés dans une partie du panel de logements étudiés** durant l'expérimentation des écogestes, que ce soit dans le cadre du projet ou sur initiative directe des ménages. La Figure 49 présente les économies d'énergie différenciées en fonction des logements équipés ou non de ces équipements. Les ordres de grandeur sont similaires avec des économies d'énergie absolues plus élevées pour les logements avec

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

brasseurs mais correspondant en réalité à un gain relatif plus faible. **L'impact de ces installations a donc été minime sur l'effet de l'écogeste lié à l'optimisation de l'utilisation des climatiseurs.**

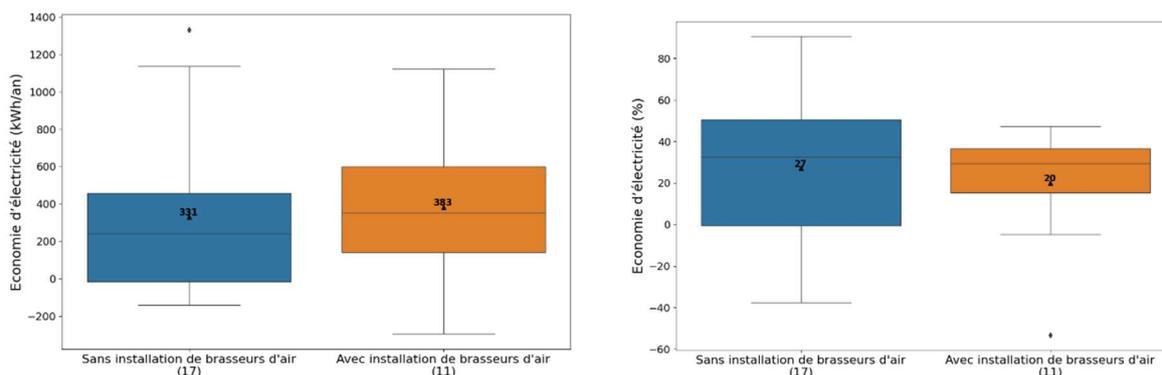


Figure 49 – Distributions des économies absolues (gauche) et relative (droite) annuelles d'électricité associées aux expérimentations de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes » en fonction de la présence de brasseurs d'air

Les courbes de charge horaires moyennes des climatiseurs fixes suivis lors de l'expérimentation sont présentés sur la Figure 50 (tous DROM confondus). **On retrouve l'écart significatif observé sur les consommations électriques qui est ici représenté par une réduction de l'ordre de 50 à 100 W sur la puissance des climatiseurs. Les gains se font majoritairement en milieu de journée, période de présence plus limitées des occupants.**

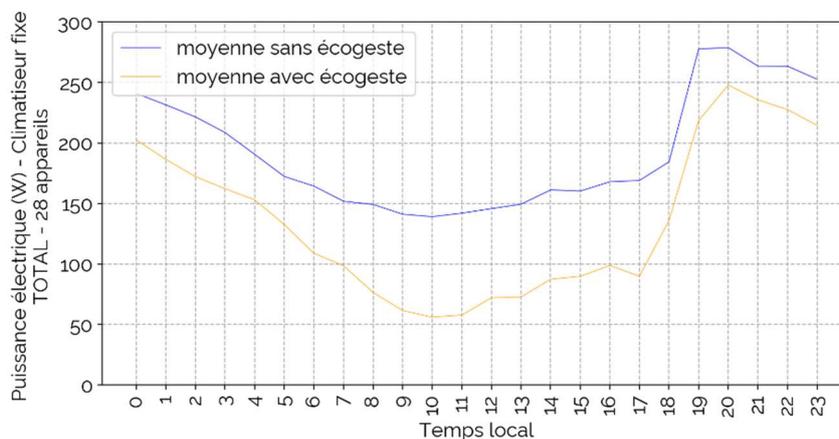


Figure 50 – Courbes de charge horaires moyennes des climatiseurs fixe suivis sans et avec expérimentation de l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes »

Enfin il est intéressant de mettre en perspective ces résultats par rapport au niveau d'intérêt des occupants pour cet écogeste (Figure 51) et au niveau de pratique évalué lors de l'expérimentation (Figure 52). **Un intérêt élevé est relevé dans près de 80 % des ménages. Concernant le niveau de pratique, il est signalé comme élevé dans presque 60 % des cas, comme moyen dans près de 20 % des ménages et comme faible sur environ 10 % du panel.**

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

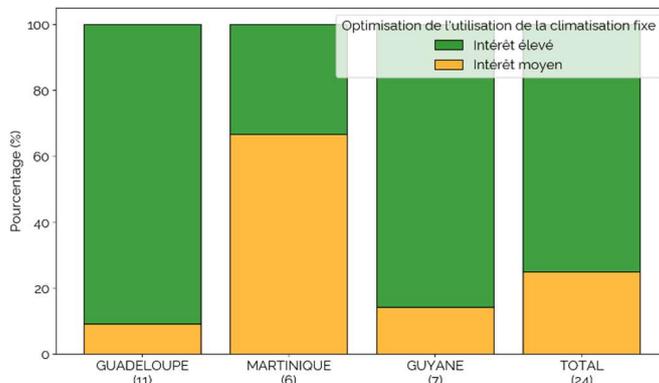


Figure 51 – Intérêt des ménages à sa présentation pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes »

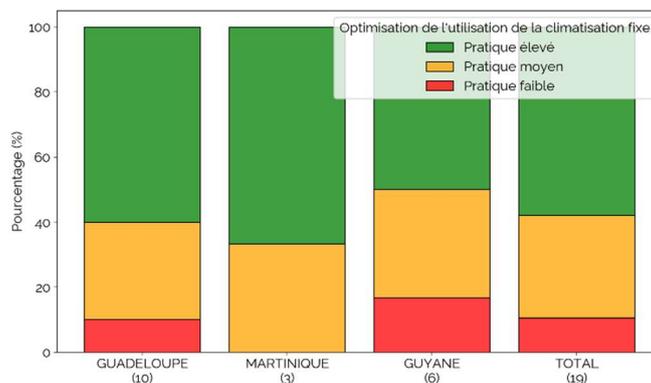


Figure 52 – Niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois pour l'écogeste « Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes »

Ces niveaux d'implication des usagers sont assez similaires à ceux observés pour d'autres écogestes présentés précédemment mais l'impact quantifié sur la réduction des consommations électriques est particulièrement significatif et intéressant. **Le potentiel de généralisation de cet écogeste doit donc être souligné.**

#### 7.2 Optimisation de l'utilisation des climatiseurs mobiles

Les critères de qualités de données exposées en partie 4.2 ne nous ont malheureusement pas permis de conserver les mesures pour évaluer cette catégorie d'écogeste sur les appartement et appareils suivis.

## Livraison 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

### 7.3 Ventilation naturelle : Optimisation de la gestion des ouvrants

L'écogeste visant à **optimiser le confort intérieur par un usage accru et amélioré de la ventilation naturelle a pu être testé et analysé sur deux logements** situés respectivement à la Guyane et à la Réunion. Le nombre de logements exploitables est faible du fait de la qualité des données disponibles sur l'ensemble des périodes « avant » et « après » écogeste. Les périodes de mesures considérées pour chacun de ces logements sont présentées dans le Tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 – Périodes de mesures et intérêt pour l'écogeste d'optimisation de la ventilation naturelle (logements exploités)

Logement	Drom	Période avant écogeste	Période après écogeste	Nombre de pièces analysées	Intérêt pour l'écogeste
Logement 1	GUYANE	08/12/2021 - 19/10/2022	19/10/2022 - 30/06/2023	1	élevé
Logement 2	REUNION	30/07/2021 - 27/09/2022	27/09/2022 - 30/06/2023	3	faible

La Figure 53 présente les principaux indicateurs associés à l'écogeste de ventilation naturelle (voir Partie 4.6) pour les pièces de chacun des logements analysés. L'usage de la ventilation naturelle peut être quantifié et analysé par le biais des indicateurs *ind\_VN*, *ind\_ouv\_jour*, *ind\_ouv\_nuit* et *ind\_ouv\_horaire*.

Il est intéressant de noter que **le logement 1, qui a déclaré un intérêt marqué pour l'écogeste, a fortement amélioré ses pratiques** : l'indicateur *ind\_VN* après mise en place de l'écogeste dans la chambre 2 évolue très favorablement. Pour rappel, cet indicateur détermine dans quelle mesure l'ouvrant est ouvert lorsque la température extérieure est inférieure à la température intérieure. Cette amélioration s'explique, d'une part, par la mise en place d'une ouverture presque systématique la nuit de l'ouvrant (*ind\_ouv\_nuit* = 0.91 au lieu de 0.15) et, d'autre part, par une augmentation de la proportion d'ouverture de nuit. Cette dernière étant caractérisée par un indicateur *ind\_ouv\_horaire* moins négatif et plus proche de 0 après mise en place de l'écogeste, ce qui signifie que l'ouvrant est ouvert de manière équivalente le jour et la nuit pendant cette période (*ind\_ouv\_jour* ≈ *ind\_ouv\_nuit*). Cette amélioration de la ventilation nocturne a notamment permis d'accroître de manière significative l'indicateur *tx\_resp\_atteint* qui représente la proportion des ouvertures pour lesquelles une diminution de température intérieure d'au moins 0,5 °C a été mesurée. En effet, la variation de température intérieure dans la pièce, au cours des ouvertures de la fenêtre, est en moyenne de +0,3 °C avant mise en place de l'écogeste mais de -0,5 °C après (Figure 54). De plus, la variation maximale de température enregistrée au cours d'une ouverture passe de -2,0 °C à -5,9 °C après mise en place de l'écogeste (Figure 54).

**Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de  
 l'expérimentation d'écogestes**

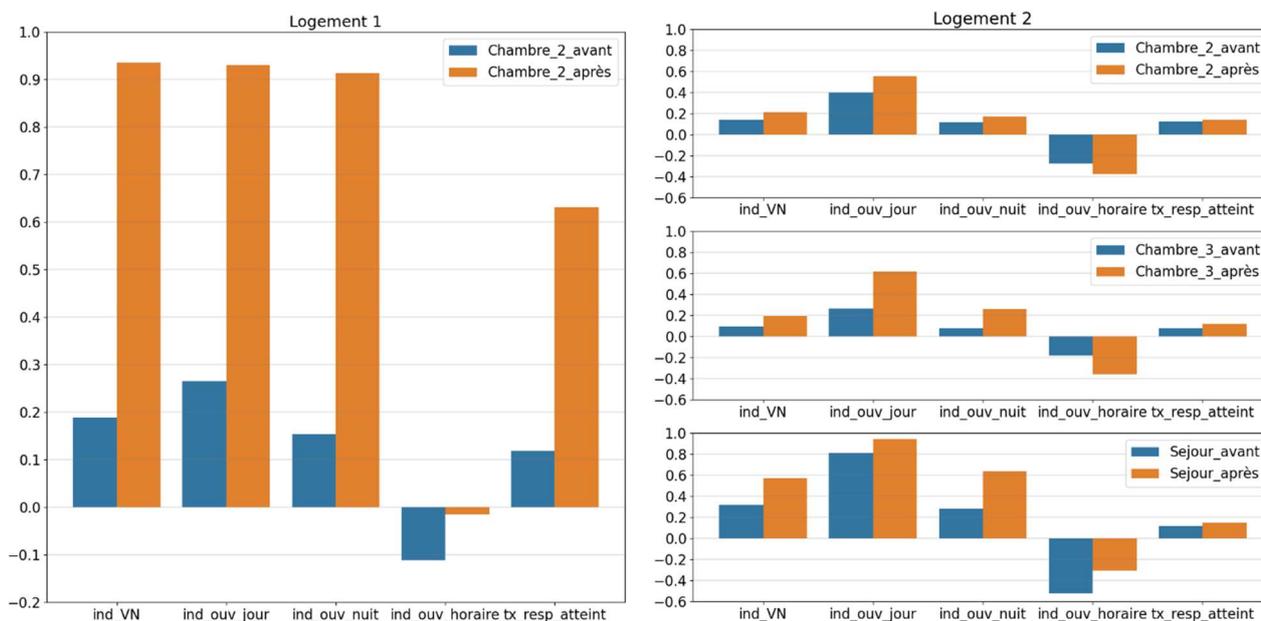


Figure 53 – Indicateurs principaux de ventilation naturelle pour la pièce du logement 1 (gauche) et les trois pièces du logement 2 (droite) avant et après expérimentation de l'écogeste « Optimisation de la ventilation naturelle »

En revanche, dans le logement 2, qui a déclaré un intérêt bien plus faible pour l'écogeste, on note que le **changement de comportement est moins nettement marqué**. Ainsi l'évolution de la pratique d'ouverture / fermeture des fenêtres est moins marquée que le cas précédent : l'amélioration de l'indicateur *Ind\_VN* est beaucoup plus faible et ne dépasse 0,2, après mise en place de l'écogeste, que dans le séjour. En effet, dans les chambres, même si on observe que les fenêtres sont globalement plus souvent ouvertes (*ind\_ouv\_jour* et *ind\_ouv\_nuit* sont supérieurs après mise en place de l'écogeste), cette augmentation est plus marquée le jour que la nuit, soit au moment où les températures extérieures sont les plus élevées. Ce comportement se caractérise par une dégradation de l'indicateur *ind\_ouv\_horaire* dans ces pièces après mise en œuvre de l'écogeste. Il en résulte que la proportion des ouvertures ayant provoqué une diminution de température intérieure d'au moins 0,5 °C reste relativement faible et est très peu améliorée par rapport à la période de référence. En effet, il est possible d'observer sur la Figure 54 que les variations de température moyennes et maximales observées au cours des ouvertures sont relativement similaires avant et après la mise en œuvre de l'écogeste.

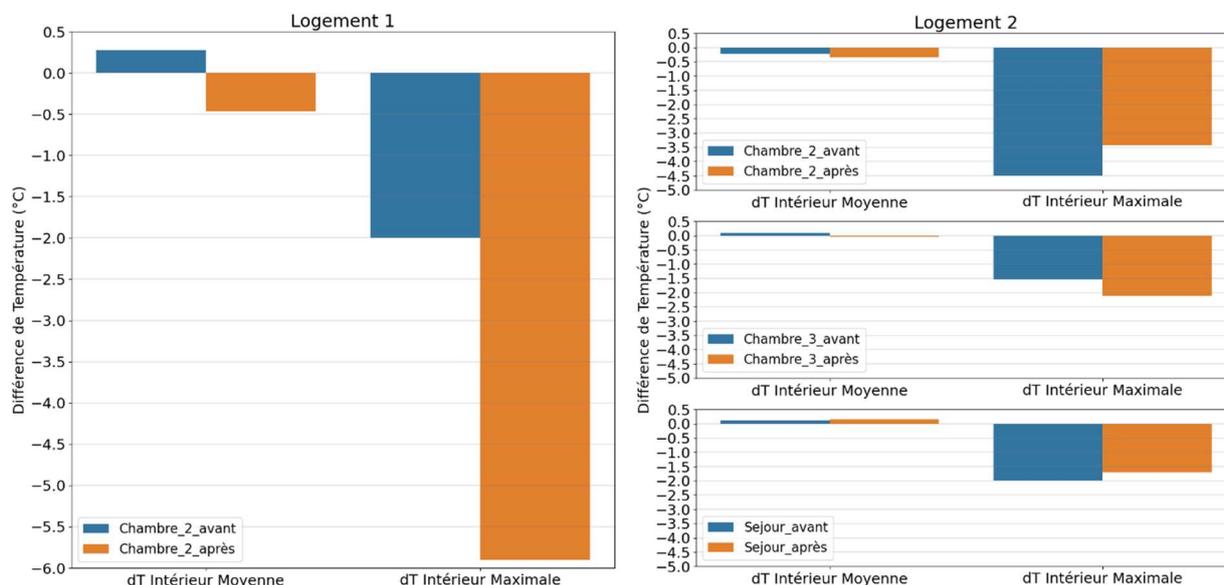


Figure 54 – Différences de température intérieure moyennes et maximales pour la pièce du logement 1 (gauche) et les trois pièces du logement 2 (droite) avant et après expérimentation de l'écogeste « Optimisation de la ventilation naturelle »

## 7.4 Synthèse sur les écogestes dédiés aux climatiseurs et à la ventilation naturelle

L'amélioration du confort thermique et la réduction des consommations énergétiques associées à ce poste ont été testées par différents écogestes.

**Les économies d'électricité réalisées par l'optimisation des consignes de climatisation est significative (réduction moyenne de 23 % soit 325 kWh/an) et est d'autant plus intéressante que ce poste de consommation peut être prépondérant dans la facture des ménages équipés de climatiseurs.** Les gains réalisés sont particulièrement marqués en Guadeloupe (21 %) et en Martinique (33 %).

**Il est important de s'assurer du maintien dans le temps des efforts de mise en œuvre de l'écogeste.**

Concernant l'optimisation de **la ventilation naturelle comme levier du maintien du confort thermique**, l'étude a été réalisée sur un nombre restreint de logements. Différents indicateurs ont été évalués afin de quantifier la mise en œuvre des gestes et leur impact sur les températures intérieures. **Sur l'un des deux logements suivis, les résultats montre un lien entre motivation initiale, mise en pratique de l'écogeste et réduction des températures intérieures. La généralisation de ce résultat ne peut pas être faite sur une base statistique mais la familiarisation avec les bonnes pratiques passives de maintien du confort thermique semble être un enjeu majeur.**

Ainsi que ce soit via l'optimisation de l'usage des moyens actifs de climatisation ou par les bonnes pratiques de ventilation naturelle, les apports peuvent être significatifs sur les consommations énergétiques absolues et sur les températures intérieures.

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **8 Synthèse de l'évaluation des écogestes**

#### **8.1 Bilan quantitatif de l'étude**

Nous avons pu déployer **10 types d'écogeste sur 183 logements sociaux instrumentés dans les 5 DROM conduisant au total à 337 expérimentations d'un écogeste par les ménages** (cf. partie 3.2).

Les **critères de qualité des mesures** (partie 4.2) nous ont contraint à **réduire la portée de l'analyse quantitative à 9 types d'écogestes et 415 suivis d'appareil concernés par l'expérimentation d'un écogeste** (hors 2 écogestes de ventilation naturelle).

Le bilan total des économies d'électricité générées sur les logements impliqués dans l'expérimentation d'écogestes est estimé d'une part, en sommant les économies évaluées sur l'ensemble des écogestes pour lesquels la qualité des informations fut suffisante pour une évaluation directe (paragraphes 5 et 6 ci-dessus) et d'autre part, en extrapolant simplement ces évaluations directes sur l'ensemble des écogestes pour lesquels la qualité des mesures fut insuffisante (projection des gains moyens).

**Les économies totales d'électricité générées dans le cadre de cette expérimentation d'écogestes sont de 26.1 MWh/an, soit 152 kWh/an/logement.**

Si on retient comme niveau de consommation sans écogeste d'électricité totale annuelle par logement, la valeur moyenne tout DROM confondu observée en phase observatoire sur les logements instrumentés soit 3200 kWh/an/logement (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022) alors **le gain moyen total de cette expérimentation d'écogestes est de l'ordre de 5 % de la consommation électrique annuelle des logements du panel analysé ici.**

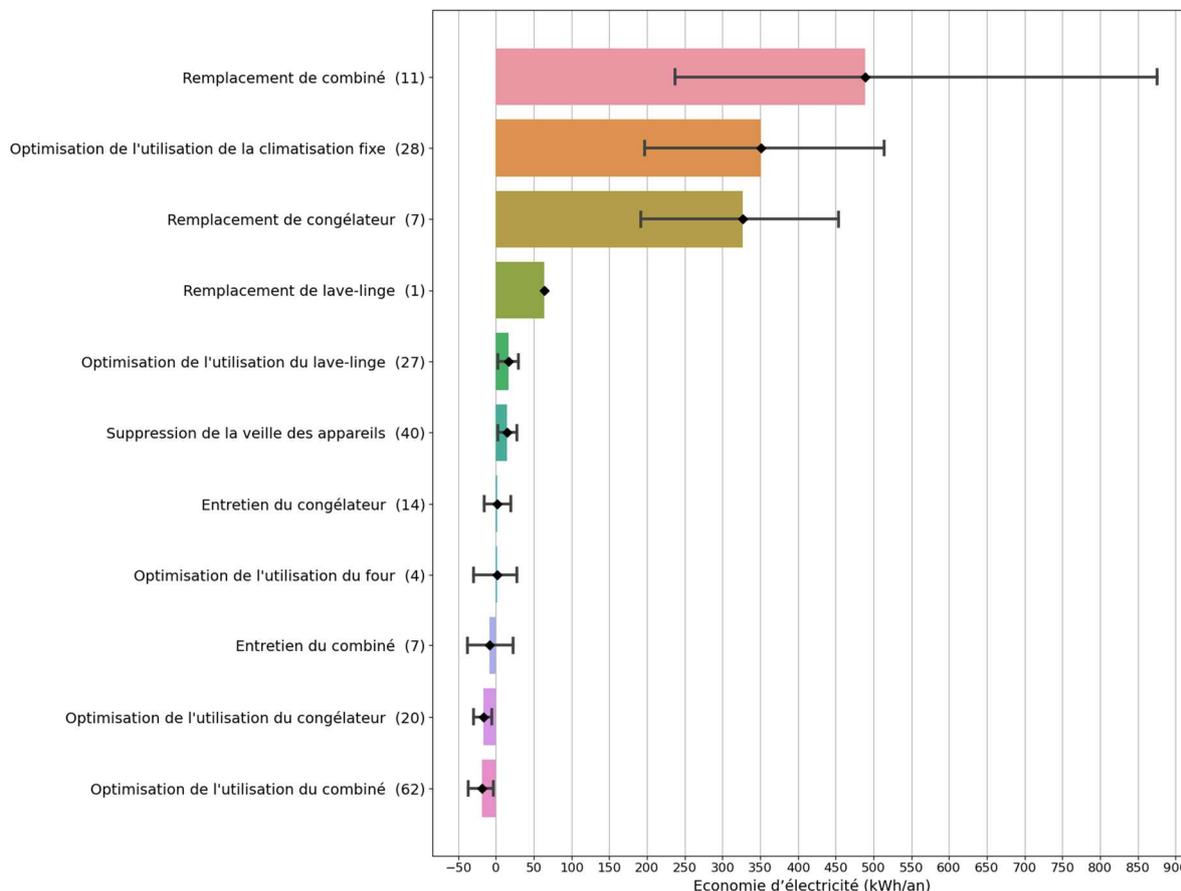
**On prendra garde à ne pas extrapoler ces chiffres globaux** qui sont définitivement rattachés :

- au panel ECCO DOM qui présente des qualités mais aussi des limites quant à la représentativité des logements sociaux dans les DROM (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022),
- à la non homogénéité du déploiement des écogestes au sein des DROM et en fréquence de chaque écogeste (partie 3.2),
- à la méthode de déploiement des écogestes (partie 3.1),
- à la méthodologie de quantification (partie 4).

Si cette quantification globale permet d'apprécier l'ensemble, la Figure 55 ci-dessous classe les économies moyennes générées par écogeste. Les intervalles de confiances sont estimés de façon conventionnelle avec un intervalle de confiance à 95 % en posant que les distributions sous-jacentes sont des distributions normales.

Cette **synthèse par écogeste est certainement le point départ à de potentielles extrapolations**. Cependant on devra garder en mémoire que ces ratios restent rattachés aux caractéristiques du panel analysé croisé à la méthode de déploiement. Nous **pensons ici spécifiquement à la phase de coaching (partie 3.1) qui très probablement est plus efficace qu'une invitation à un écogeste sans lien humain.**

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes



NB : Entre parenthèses, les nombres d'expérience d'écogeste analysés

Figure 55 – Economies annuelles moyennes d'électricité et leur intervalle de confiance à 95 % pour chacun de écogestes évalués

**Au regard des économies moyennes d'électricité générées, la figure met en avant deux groupes d'écogeste. Les écogestes avec des gains clairement significatifs :**

- **Le remplacement des appareils de froid alimentaire** (le grand intervalle de confiance de l'écogeste « Remplacement de combiné » est rattaché à un cas singulier en termes d'économies d'énergie qui contribue aussi à augmenter la valeur moyenne du gain) et peut-être des lave-linges.
- **L'optimisation de l'utilisation d'un climatiseur fixe.**
- **L'optimisation de l'utilisation d'un lave-linge** (via l'adoption de cycles moins énergivores pour le lave-linge sans rebond sur l'intensité d'usage comme constaté dans ces travaux).
- **La limitation des veilles d'équipements multimédia** qui inclut la modération de l'usage de la télévision au sens d'éteindre l'appareil quand il n'est pas effectivement regardé.

**Les écogestes à portée marginale ou nulle : tous les autres écogestes entrepris dans cette expérimentation.** Ces écogestes sont tous fondés sur la promesse qu'un usage plus raisonné des appareils existants au sein du ménage conduira à des économies. On pourra trouver quelques ménages qui auront tiré un bénéfice significatif du fait de leur engagement mais il s'avère que dans l'ensemble, pour ce groupe d'écogeste, cela ne fonctionne que marginalement ou pas du tout alors même que dans cette expérimentation l'engagement à l'écogeste a été accompagné systématiquement par le relais local, c'est à dire à travers une relation interpersonnelle.

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

Par conséquent on pourrait recommander de **déployer à plus grande échelle le remplacement des vieux appareils de froid alimentaires et les écogestes « optimisation d'utilisation d'un climatiseur fixe », « optimisation de l'utilisation du lave-linge » et « suppression des veilles » en y incluant l'extinction du téléviseur quand il n'est pas regardé.**

A l'échelle globale de la population, on notera que le remplacement des vieux appareils de froid alimentaire par des appareils neufs (à volume utile constant) est l'écogeste qui devrait engendrer le plus d'économies d'électricité car tous les logements disposent de froid alimentaire ce qui n'est pas le cas des climatiseurs fixes.

Nous espérons que ces éléments quantifiés pourront aider à calibrer l'effort des acteurs locaux dans leurs campagnes et actions autour de la question des écogestes.

L'amélioration des conditions de confort thermique est aussi associée dans cette étude à la **mise en œuvre de l'écogeste d'optimisation de la ventilation naturelle**. L'évaluation quantitative de ce type d'approche est plus complexe mais des résultats intéressants ont pu être notés sur les quelques cas d'application. La communication autour de ce type d'actions semble tout à fait pertinente, les bonnes pratiques associées au confort rentrant parfois en conflit avec d'autres aspects liés au bon usage des logements tel que vécu par les ménages (CSTB, Livrable 3.1 - Rapport étude sociologique, 2022) : absence de moustiquaire, bruit de voisinage, risque d'intrusion, logement non tarversant. **La compréhension des mécanismes thermiques et aérauliques permettant d'améliorer le confort intérieur est primordiale et peut constituer un levier fort pour minimiser les recours aux systèmes actifs de climatisation.**

Dans la partie suivante, un bilan des retours des occupants sur leur intérêt et leur application des écogestes est présenté.

### **8.2 Evaluation qualitative de l'intérêt et de l'application des écogestes**

Rappelons en amont que si on accepte d'étendre les conclusions de l'étude sociologique menée à La Réunion (CSTB, Livrable 3.1 - Rapport étude sociologique, 2022) à tous les DROM, les ménages estiment déjà faire des efforts de limitation de leurs consommations d'électricité mais semblent ne pas en percevoir les fruits.

La Figure 56 ci-dessous met en perspective les **déclarations de mise en pratique des écogestes telles que recueillies par les relais locaux au sein du panel analysé**. Les écogestes « remplacement » ne sont pas représentés ici considérant que l'implication des ménages est de nature foncièrement différente et donc non comparable.

On doit être conscient qu'un biais latent à ces résultats, impossible à quantifier malheureusement, est que le pouvoir de conviction et plus généralement le talent relationnel des relais locaux à présenter puis convaincre les ménages n'est possiblement pas homogène d'un relais local à l'autre et donc d'un DROM à l'autre. Dans la suite, nous posons que cet effet est marginal.

Les résultats sont très contrastés, **l'écogeste préféré est « l'optimisation de l'utilisation du congélateur » pour lequel le résultat en termes d'économie d'électricité n'est pas démontrée dans les faits**. On peut considérer que **cet écogeste a un rendement engagement sur résultat nul**.

Avec **une adhésion similaire, l'efficacité de l'écogeste « optimisation de l'utilisation du lave-linge » est bien démontrée**. Le **rendement engagement sur résultat de cet écogeste est intéressant** d'autant que le lave-linge est une machine commune.

A l'autre bout du spectre, **l'écogeste « suppression des veilles des équipements multimédia » a engagé le moins les ménages** alors que paradoxalement après l'écogeste « optimisation de l'utilisation du climatiseur fixe », **c'est l'écogeste qui apporte un gain d'énergie significatif du même niveau que celui du lave-linge**. Il serait intéressant

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

de pouvoir caractériser le terrain favorable à l'adhésion car ils se pourrait que si cet éco-geste était dirigé sur ces cibles bien caractérisées le rendement soit très intéressant. En effet l'étude sociologique (CSTB, Livrable 3.1 - Rapport étude sociologique, 2022) a mis en avant le caractère perçu parfois comme excessivement contraignant de cet éco-geste : impératif de rester en communication en permanence, cycle de redémarrage trop long.

L'écogeste « optimisation de l'utilisation du climatiseur fixe » présente certainement un rendement engagement sur résultat parmi les plus intéressant au regard des économies d'électricité observées dans notre étude alors que sa mise en pratique déclarée n'a pas été la meilleure. On pourrait donc recommander une communication auprès des ménage équipés de climatiseur fixe consistant à les convaincre, sur la base de ces travaux par exemple, que cet éco-geste est le meilleur possible pour eux. Du point de vue des ménages équipés, une économie moyenne de 350 kWh/an pour une consommation moyenne de base de 1300 kWh/an (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022) est un vrai enjeu.

Pour les autres écogestes, l'intérêt ou le désintérêt sont également sanctionnés par un résultat nul.

Cependant nous pensons que ces écogestes pourraient gagner à être retravaillé finement en définissant la typologie des terrains qui ont pratiqué et gagné. Cela exigerait un analyse approfondi cas par cas.

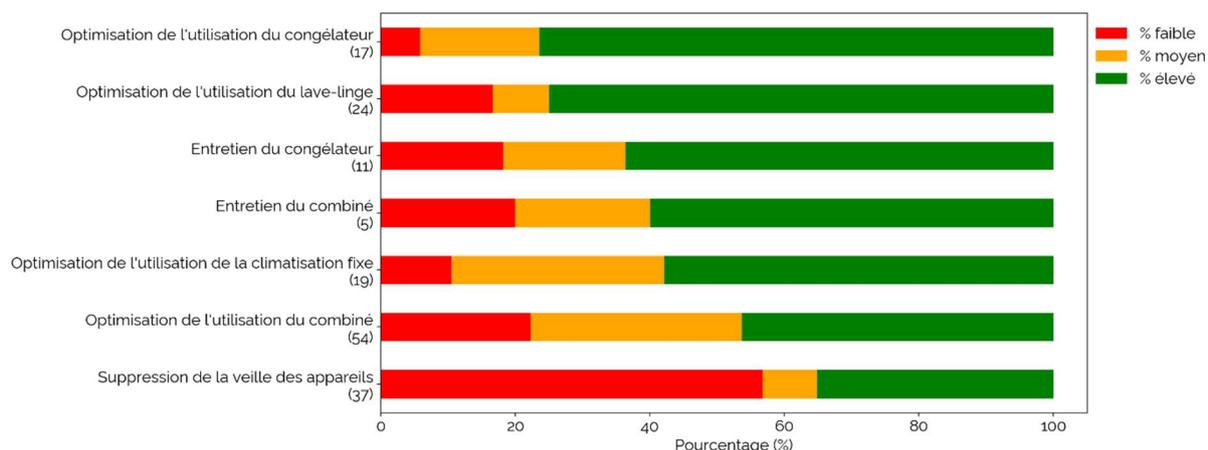


Figure 56 – Confrontation des niveaux de pratique des ménages après plusieurs mois des différents écogestes expérimentés

La Figure 57 met en avant sous le même format l'intérêt à l'écogeste à priori des ménages. Il s'agit donc d'une mesure de l'attractivité des écogestes à priori.

**Sans surprise on constatera que l'évolution avant après est marqué par une érosion. La mise en pratique des éco-geste à un coût qui implique probablement un désengagement par rapport à l'intention initiale.** On notera que l'érosion est spécialement marquée pour l'écogeste « Suppression des veilles des équipements multimédia » et l'écogeste « Optimisation de l'utilisation du combiné ». On pourrait émettre l'hypothèse que ces écogestes portant plus que les autres sur des objets du quotidien, la perturbation aux habitudes de vie est plus difficile à maintenir.

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

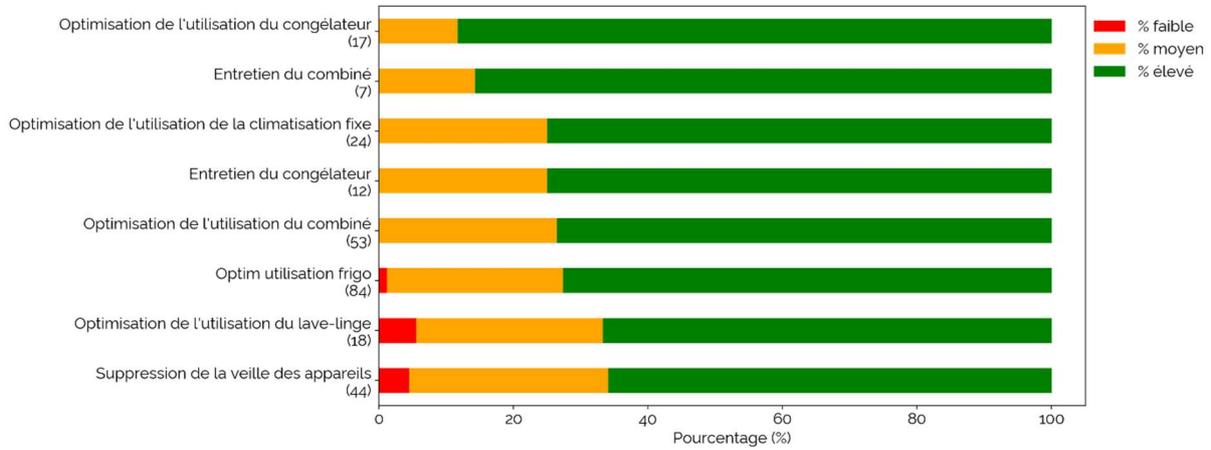


Figure 57 – Confrontation de l'intérêt des ménages à la présentation des différentes écogestes expérimentés

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

### **8.3 Bilan et perspectives**

**L'étude de déploiement et d'évaluation d'écogestes du projet ECCO DOM se caractérise par un large panel de logements tests** en Guadeloupe, en Martinique, en Guyane, à Mayotte et à La Réunion (183 ménages impliqués, 337 expérimentations d'un écogeste) ainsi **qu'un niveau d'instrumentation particulièrement détaillé** (près de 3000 points de mesure). Les **durées d'instrumentation de l'ordre d'une année sans et avec expérimentation des écogestes** sont aussi à noter. Ces différents éléments constituent une des forces de cette étude et **ont permis de tirer des apprentissages clairs sur une base statistique et technique robuste.**

**Cependant différentes limites ont été soulevées et doivent être gardées en mémoire.** La **variabilité des résultats pour un même écogeste est souvent élevée et de nombreux facteurs externes non maîtrisés et non mesurés** viennent limiter ou annuler la significativité de la réduction des consommations d'énergie. Des remontées d'informations complémentaires (changements de comportement, du nombre d'habitants, de matériel, ...) pourraient permettre d'améliorer encore la robustesse des évaluations.

**La question de la durabilité des gains sur du long terme pourrait aussi être étudiée plus en détails.** Les évolutions externes impactant l'évaluation ayant des probabilités d'occurrence de plus en plus élevées avec le temps, la caractérisation de l'évolution temporelle de la mise en œuvre d'écogeste nécessiterait probablement un suivi humain supplémentaire et des ajustements complémentaires. La communication directe et interpersonnelle via les relais locaux est en effet ressortie comme un paramètre important pour l'appropriation et l'application concrète des écogestes.

Les principaux résultats présentés dans ce rapport montrent **des gains énergétiques assez variés en fonction des différents types d'écogestes testés et incitent à cibler les démarches de communication large autour d'un nombre plus restreint de gestes.** En effet, l'injonction vers des actions à faible impact pourrait être contreproductive dans un contexte de potentiel limité des occupants sur le changement des habitudes. Tout comme il l'avait été discuté dans l'étude Observatoire d'ECCO DOM (CSTB, Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM, 2022), **des gisements importants d'économies d'énergie et d'amélioration du confort résident dans des actions plus macroscopiques : qualité des équipements, performance de l'enveloppe du bâtiment, présence de protections solaires, etc.** En complément, **le remplacement des vieux appareils de froid alimentaire et les écogestes d'amélioration des comportements associés à l'optimisation de l'utilisation des appareils de climatisation et de lavage présentent les potentiels d'économies d'électricité les plus conséquents.** Ces différents retours **viennent d'ailleurs confirmer les conclusions de l'étude USER** (EDF, Horizon Réunion, 2022). Nous espérons que ces résultats quantitatifs apporteront des réponses au besoin de repère et de clés de compréhension exprimés par les ménages dans l'étude sociologique (CSTB, Livrable 3.1 - Rapport étude sociologique, 2022).

Au cœur du projet ECCO DOM qui avait pour but une meilleure compréhension des postes de consommation d'électricité et des enjeux liés au confort thermique dans le parc social des DROM, cette étude sur **l'évaluation d'écogestes a donc permis d'esquisser des modes d'action et de quantifier leur impact pour la réduction des consommations d'énergie.** Insistons sur le fait que les **modalités de sensibilisation devraient s'efforcer de s'inscrire dans des programmations événementiels et festives** à relier à des événements thématiques de portée territoriale nationale ou internationale (enseignements de CSTB, Livrable 3.1 - Rapport étude sociologique, 2022) et en lien avec les chargés de clientèle des bailleurs sociaux et en coordination avec les écoles et collèges .

## Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

### Bibliographie

- Ademe. (2016). *Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif*.
- Ademe. (2021). *Panel usages électrodomestiques-Consommations électrodomestiques françaises basées sur des mesures collectées en continue dans 100 logements*. Ademe.
- ASHRAE Standard 55-2004. (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004). *Thermal environment conditions for human occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers.
- CSTB. (2021, avril). *Livrable 1.2 – Partie 1 - Etudes bibliographiques et état de l'art*. Récupéré sur Page "Ressources" - site internet ECCO DOM: [https://ecco-dom.fr/wp-content/uploads/2021/06/RGP-20-006RE-CB-ECCO-DOM\\_Livrable1.2\\_Partie-1\\_Etudes-bibliographiques-et-etat-de-l-art-V2\\_finale\\_charte%CC%81e.pdf](https://ecco-dom.fr/wp-content/uploads/2021/06/RGP-20-006RE-CB-ECCO-DOM_Livrable1.2_Partie-1_Etudes-bibliographiques-et-etat-de-l-art-V2_finale_charte%CC%81e.pdf)
- CSTB. (2022, novembre). *Livrable 3.1 - Rapport étude sociologique*. Récupéré sur Page "Ressources" - site internet ECCO DOM: [https://ecco-dom.fr/wp-content/uploads/2022/11/ECCO-DOM\\_Livrable-3.1\\_Etude-sociologique\\_v2.pdf](https://ecco-dom.fr/wp-content/uploads/2022/11/ECCO-DOM_Livrable-3.1_Etude-sociologique_v2.pdf)
- CSTB. (2022, novembre). *Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM*. Récupéré sur Page "Ressources" - site internet ECCO DOM: <https://ecco-dom.fr/wp-content/uploads/2022/12/ECCO-DOM-Livrable-3.2-Synthese-des-connaissances-et-analyse-de-l-observatoire-ECCO-DOM-V2.pdf>
- Douglas, F. (1991). On distribution free multiple comparison in the one way analysis of variance. *Communications in statistic Theory and Methods*, 127-139.
- EDF. (2019). [www.equilibredesenergies.org](https://www.equilibredesenergies.org). Récupéré sur <https://www.equilibredesenergies.org/30-07-2020-la-climatization-des-logements-residentiels-laisser-faire-ou-encadrer-intelligence/>
- EDF, Horizon Réunion. (2022). *Projet USER : Usages Spécifiques de l'Electricité à la Réunion*.
- European Committee for Standardization. (2019). *EN 16798-1: Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 1 : indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustic*. Brussels.
- EVO. (2010). *Protocole International de Mesure et de Vérification de la Performance énergétique*.
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environment Engineering*. Technical University of Denmark: DANISH TECHNICAL PRESS. Copenhagen, Denmark <https://doi.org/10.1177/146642407209200337>.
- Global Id Concept. (2012). *Reconstitution de la courbe de charge de la demande d'électricité par usage - Rapport d'avancement n°4*.
- Govern, A. &. (1994). A new and simpler approximation for ANOVA under variance heterogeneity. *Journal of educational Statistics*, 91-101.
- H3C-CARAIBES. (2013). *Analyse énergétique du parc immobilier, des flux de construction et de réhabilitation en Martinique*.
- Imageen. (2020). *REX Mayernergie*. Ademe.
- ISO 7730. (Third Edition 2005 (E)). *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO7730. (1993). *Moderate Thermal Environments Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort*. Geneva, Switzerland: International Standardization Organization.
- Lauzet, N. (2019). *Prise en compte cumulée du CHANGEMENT CLIMATIQUE et des SURCHAUFFES URBAINES en phase amont de CONCEPTION FRUGALE DES BÂTIMENTS centrée sur le CONFORT DES OCCUPANTS. Des propositions méthodologiques*. Nantes, France: Université Bretagne Sud.
- Louis Harris LH2dom. (2010). *Diagnostic de la consommation électrique des foyers guyanais*.
- McNall, P., Jaax, J., Rohles, F., Nevins, R., & Springer, W. (1967). Thermal comfort (thermally neutral) conditions for three levels of activity. *ASHRAE Trans.*, 73(1).
- Nevins, R., Rohles, F., Springer, W., & Feyerherm, A. (1966). Temperature-humidity chart for thermal comfort of seated persons. *ASHRAE trans*, 72, 283-291.
- OER. (2010). *Consommations énergétiques des ménages réunionnais*.
- OREC. (2017). *Analyse énergétique du parc immobilier résidentiel*.
- Page "Programme" site internet ECCO DOM. (2021). Récupéré sur Site internet ECCO DOM: <https://ecco-dom.fr/>

## **Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes**

Wikipédia. (2022, juin 5). *Révolte de 2021-2022 dans les Antilles françaises*. Récupéré sur Wikipédia:  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9volte\\_de\\_2021-2022\\_dans\\_les\\_Antilles\\_fran%C3%A7aises](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9volte_de_2021-2022_dans_les_Antilles_fran%C3%A7aises)

Wikipédia. (2023, juin 5). *Théorie du nudge*. Récupéré sur Wikipédia:  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie\\_du\\_nudge](https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_du_nudge)



## Programme Ecco Dom

MAÎTRISE DES CHARGES ÉNERGÉTIQUES, DE LA CLIMATISATION ET DU CONFORT  
THERMIQUE EN OUTRE-MER

### Livrable 3.3 – Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes

Client **DGEC**

Version : **V1**

**DEE**

## Annexes

## Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM

Version : V1

DEE

### Annexe A : Flyers synthétiques de présentation des écogestes



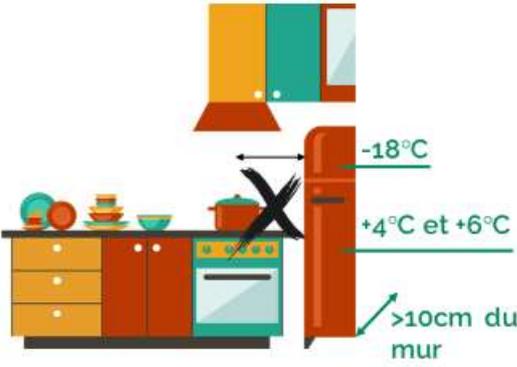
## Optimisation de la température de fonctionnement et de l'emplacement du réfrigérateur/congélateur

 Je règle mes équipements de façon à obtenir une température entre  $+4^{\circ}\text{C}$  et  $+6^{\circ}\text{C}$  pour le réfrigérateur et  $-18^{\circ}\text{C}$  pour le congélateur.

J'éloigne tant que possible mon réfrigérateur et mon congélateur de toute source de chaleur (cuisinière, four, etc.) et des fenêtres.

J'éloigne l'arrière de mes appareils d'au moins **10cm** du mur dans la mesure du possible.

 S'ils sont installés sur la loggia ou la terrasse, j'évite qu'ils soient au soleil.



**But: Réduire les consommations des réfrigérateurs/congélateurs**



**Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM**

Version : V1

DEE

## Optimisation de l'utilisation du réfrigérateur



Je retire les **suremballages des aliments** avant de les mettre à l'intérieur

Je mets les **aliments sans emballage** notamment les légumes et les fruits dans les bacs dédiés ou dans des emballages (boîtes, etc.)



Je n'introduis pas les **plats encore chauds** à l'intérieur

J'évite d'**ouvrir trop fréquemment la porte** et de la laisser trop longtemps ouverte

J'évite de **surcharger l'intérieur**

J'évite de mettre trop de **poids dans la porte**



But: Réduire les consommations des réfrigérateurs



## Optimisation de l'utilisation du congélateur



Je n'introduis pas les **plats encore chauds** à l'intérieur

J'évite d'**ouvrir trop fréquemment la porte** et de la laisser trop longtemps ouverte



But: Réduire les consommations des congélateurs



## Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM

Version : V1

DEE

### Entretien du réfrigérateur et du congélateur



Tous les 3 mois, en suivant les préconisations du constructeur :

- Je fais un **dégivrage**
- Je fais un dépoussiérage de la **grille arrière**
- Je nettoie le **joint** au niveau de la porte



But: Réduire les consommations des réfrigérateurs et des congélateurs



## Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM

Version : V1

DEE

### Optimisation de l'utilisation des appareils électriques de cuisson



- 1  
  - J'adapte les **tailles des plaques** utilisées et des casseroles employées
  - J'utilise des **couvercles** sur les casseroles lors des moments de cuisson
  - Je diminue la **température des plaques** une fois l'eau en train de bouillir et les aliments introduits dans l'eau
  - Si mon logement est équipé d'une production d'eau chaude solaire, je prends de l'eau chaude directement au robinet avant de terminer la montée en température sur la plaque.
- 2  
  - Je fais **dégeler** les aliments dans le réfrigérateur ou à l'air ambiant avant de les faire cuire
  - Je sors les aliments **10 à 15 min** à l'avance du réfrigérateur avant de les faire cuire
- 3  
  - Je fais cuire **plusieurs plats** à la fois ou à la suite dans le four
  - J'éteins le four **quelques minutes** avant la fin de la cuisson



But: Réduire les consommations des appareils électriques de cuisson



## Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM

Version : V1

DEE



### Optimisation de l'utilisation du lave-linge



- ✓ Je privilégie des cycles de lavage à **basse température** (30 à 40 °C)
- Je privilégie des **vitesse d'essorage lentes**
- Je remplis **complètement le tambour** avant de lancer un cycle de lavage
- J'**éteins** systématiquement ma machine après usage
  
- ✗ J'évite les prélavages, ils ne sont pas nécessaires avec les lave-linge modernes



But: Réduire les consommations des lave-linges



## Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM

Version : V1

DEE



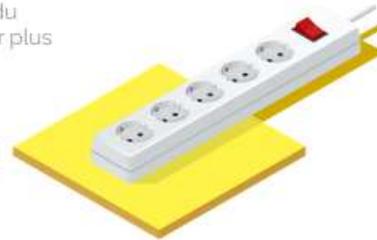
### Suppression des veilles



J'installe des **multiprises** avec interrupteur et/ou programmeur horaire.

Je coupe l'alimentation des différents appareils branchés sur les multiprises via les **interrupteurs** de celles-ci au moment du coucher le soir ou au moment de sortie du logement pour plus d'une heure.

Plus généralement, je fais attention à avoir une utilisation rationnelle de mes équipements multimédia (TV allumée que si quelqu'un dans la pièce qui la regarde, etc.)



But: Réduire les consommations liées aux veilles des différents équipements multimédia



## Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM

Version : V1

DEE

### Optimisation des consignes de climatisation




-  J'utilise la climatisation seulement si les méthodes « naturelles » (ouverture de fenêtre, brasseur d'air, ventilateur mobile) ne permettent pas de satisfaire mon confort.
-  J'adopte une consigne inférieure de **5°C** à la température extérieure sans jamais aller au dessous de **26°C**.
-  Je mets en fonctionnement le climatiseur **15 à 20 min** avant l'occupation de la pièce, avec une ventilation à grande vitesse **seulement les 30 premières minutes**.
-  Je **ferme les ouvrants extérieurs** (fenêtres et portes-fenêtres) et **portes intérieures** des pièces où la climatisation est en fonctionnement.

---

-  Si je m'absente pour plus d'1 heure, j'éteins mon climatiseur.
-  J'éteins mon climatiseur **15 à 20 min** avant de sortir de la pièce.
-  Dans ma chambre, j'éteins le climatiseur avant de m'endormir ou j'augmente la consigne de **3°C**.

But Réduire la consommation liée à la climatisation tout en satisfaisant le confort




### Optimisation de l'utilisation du climatiseur mobile




-  J'utilise le climatiseur mobile seulement si les méthodes « naturelles » (ouverture de fenêtre, brasseur d'air, ventilateur mobile) ne permettent pas de satisfaire mon confort.
-  J'adopte une consigne inférieure de **5°C** que la température extérieure sans jamais aller au dessous de **26°C**.
-  Je mets en fonctionnement le climatiseur mobile **15 à 20 min** avant l'occupation de la pièce, avec une ventilation à grande vitesse **seulement les 30 premières minutes**.
-  Je **ferme les portes intérieures** des pièces où la climatisation est en fonctionnement.
-  J'ouvre au minimum l'ouvrant extérieur par lequel passe le conduit du climatiseur et je ferme les autres ouvrants extérieurs (fenêtres et portes-fenêtres)

---

-  Si je m'absente pour plus d'1 heure, j'éteins mon climatiseur mobile.
-  J'éteins mon climatiseur mobile **15 à 20 min** avant de sortir de la pièce.
-  Dans ma chambre, j'éteins le climatiseur mobile avant de m'endormir ou j'augmente la consigne de **3°C**.

But Réduire la consommation liée à la climatisation tout en satisfaisant le confort




**Livrable 3.2 - Synthèse des connaissances et analyse de l'observatoire ECCO DOM**

Version : V1

DEE

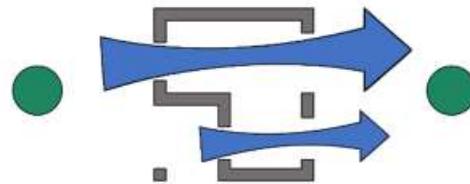


## Ventilation naturelle/Optimisation de la gestion des ouvrants

Pour réduire les températures intérieures



- J'ouvre les ouvrants extérieurs (fenêtres et portes-fenêtres) des façades opposées de mon logement ainsi que les portes intérieures présentes entre ces façades lorsqu'il y a du vent ou quand la température intérieure est supérieure à la température extérieure
- J'ouvre aussi les volets, stores, etc. de ces ouvrants
- Je ferme les ouvrants extérieurs (fenêtres et portes-fenêtres) en dehors de ces conditions



Circulation de l'air avec une bonne ventilation naturelle

But: Améliorer mon confort intérieur et/ou réduire ma consommation liée à la climatisation




## Ventilation naturelle/Optimisation de la gestion des ouvrants

Pour réduire les températures intérieures



- Même si j'ai une climatisation, j'applique la ventilation naturelle seule tant que mon confort est satisfait.



- J'applique la ventilation naturelle avant de mettre la climatisation pour abaisser au maximum la température intérieure de la pièce
- Je ferme les ouvrants extérieurs (fenêtres et portes-fenêtres) et portes intérieures de la pièce quand je mets la climatisation



- Si j'ai une cuisine fermée, lorsque j'utilise mes appareils de cuisson, je ferme la porte intérieure de la cuisine et j'ouvre l'ouvrant extérieur (fenêtre et portes-fenêtres)

But: Améliorer mon confort intérieur et/ou réduire ma consommation liée à la climatisation

