



MAÎTRISE DES CHARGES ÉNERGÉTIQUES,
DE LA CLIMATISATION ET DU CONFORT
THERMIQUE EN OUTRE-MER
<https://ecco-dom.fr/>

Conférence finale à la Guadeloupe
13/12/2023



Contexte

Lauréat de
l'appel à
projets CEE
2019



Mars 2020 =>
Décembre
~~2022~~ 2023

COPIL
DGEC
ADEME
DHUP
DGOM



Financeurs



Porteurs du
programme



Objectifs Ecco Dom

- ◆ **Partie 1 « Instrumentation »** - Constituer un observatoire et un laboratoire vivant sur le Parc Social en Outre Mer pour :
 - comprendre les usages de l'électricité et les conditions de confort thermique dans ces logements
 - et expérimenter et analyser la mise en œuvre d'écogestes dans ces logements.

- ◆ **Partie 2 « Pédagogie »** - Sensibiliser, former et accompagner des ménages ultramarins et des personnels et usagers de **bureaux** (collectivités locales et bailleurs sociaux) à la réduction de leurs consommations d'énergie.



CSTB
le futur en construction

 **USHOM**
UNION SOCIALE POUR
L'HABITAT OUTRE-MER

Programme

- ◆ 8h30-9h – Accueil avec buffet petit-déjeuner
- ◆ 9h-9h10 - Mot d'introduction
- ◆ 9h10-10h40 - Résultats de la partie 1 « Instrumentation »
dont 15 min de questions/réponses
- ◆ Pause de 10 min
- ◆ 10h50-11h50 – Résultats de la partie 2 « Pédagogie »
dont 15 min de questions/réponses
- ◆ 11h50-12h - Mot de conclusion

CSTB
le futur en construction

 **USHOM**
UNION SOCIALE POUR
L'HABITAT OUTRE-MER



MAÎTRISE DES CHARGES ÉNERGÉTIQUES,
DE LA CLIMATISATION ET DU CONFORT
THERMIQUE EN OUTRE-MER
<https://ecco-dom.fr/>

Résultats Phase 1 « Instrumentation »

CSTB
le futur en construction



Objectifs Ecco Dom

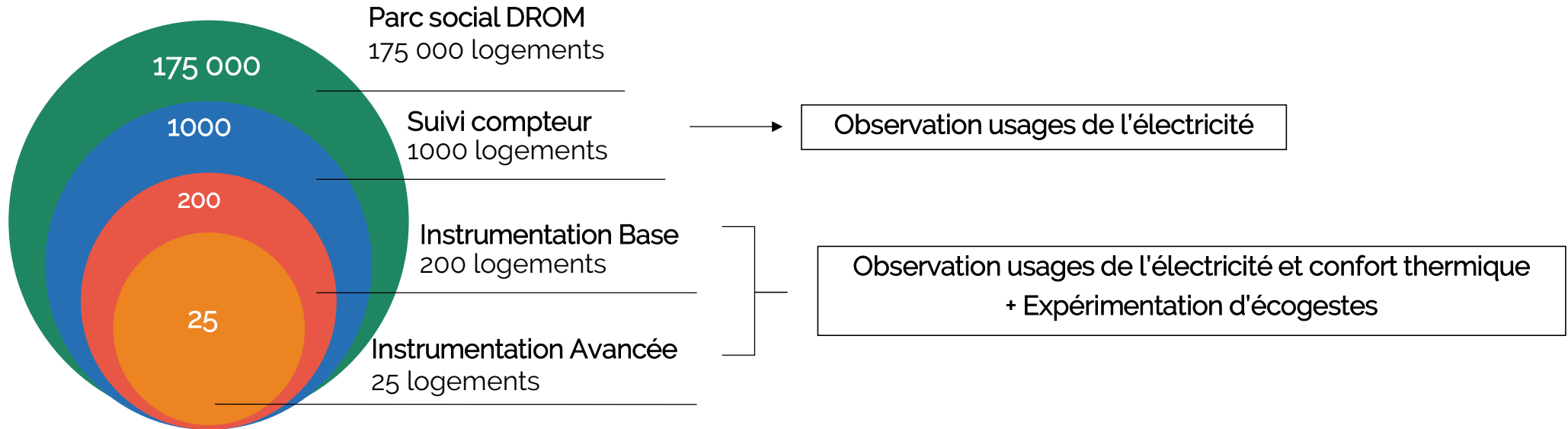
- ◆ **Partie 1 « Instrumentation »** - Constituer un observatoire et un laboratoire vivant sur le Parc Social en Outre Mer pour :
 - comprendre les usages de l'électricité et les conditions de confort thermique dans ces logements
 - et expérimenter et analyser la mise en œuvre d'écogestes dans ces logements.


- ◆ **Partie 2 « Pédagogie »** - Sensibiliser, former et accompagner des ménages ultramarins et des personnels et usagers de **bureaux** (collectivités locales et bailleurs sociaux) à la réduction de leurs consommations d'énergie.



Panels suivis

Objectifs de recrutement
en nombre de logements sociaux





ECCO DOM – Partie 1 « Instrumentation »

- 01. Observatoire – Suivi au compteur
- 02. Observatoire – Instrumentation
- 03. Expérimentation d'écogestes – Instrumentation
- 04. Synthèse

01. Observatoire - Suivi au compteur

Etude « Suivi au compteur » : Objectifs

- ◆ Observatoire : caractériser les consommations électriques (quasi-totalité de la consommation toute énergie du résidentiel dans les DROM) et leurs principaux déterminants
 - ◆ Focus sur le parc de logements sociaux
 - ◆ Exploitation avancée des compteurs électriques communicants. Quelles perspectives?
- Etude complémentaire à l'étude détaillée « Observatoire – Panels instrumentés »

Recrutement du panel « Suivi au compteur »

◆ Recrutement réalisé (entre le 10/05 et le 01/06/2022) :

→ Sollicitation d'EDF SEI, via leur filiale Datanumia, par mailing à leurs clients particuliers équipés d'un compteur communicant télérelevé et éligibles au chèque Energie

4 143 volontaires sur un objectif de 1 000

Territoire	Population 2019	Parc RPS 2019 social	E-mail 1 ^{ère} vague	Nombre de recrutés 1 ^{ère} vague	Taux de conversion	E-mail 2 ^{ème} vague*	Nombre de recrutés 2 ^{ème} vague	Taux de conversion	Total des recrutés	Nombre de déclarés en logement social
Mayotte	270 372	300								
Guadeloupe	382 704	37 000	3 476	386	11%	1 856	72	4%	458	219
Martinique	364 354	33 200	4 740	483	10%				483	231
Guyane	296 711	18 200	1 797	153	8%	846	21	2%	174	92
Réunion	865 506	75 700	19 699	3 028	15%				3 028	1 352
Total	2 179 647	164 400	29 712	4 050	13%	2 702	93	3%	4 143	1 894

*Relance effectuée sur les non-ouvreurs de la campagne n°1



3

11

→ Finalement, 3878 logements exploités après nettoyage des données

Données du panel

◆ Données des compteurs électriques communicants entre juin 2022 et mai 2023


- Consommations électriques journalières
- Puissance maximale journalière
- Courbes de charge horaire



◆ Caractéristiques des logements :

DROM, commune, type abonnement, Pu abonnement souscrite, état contrat

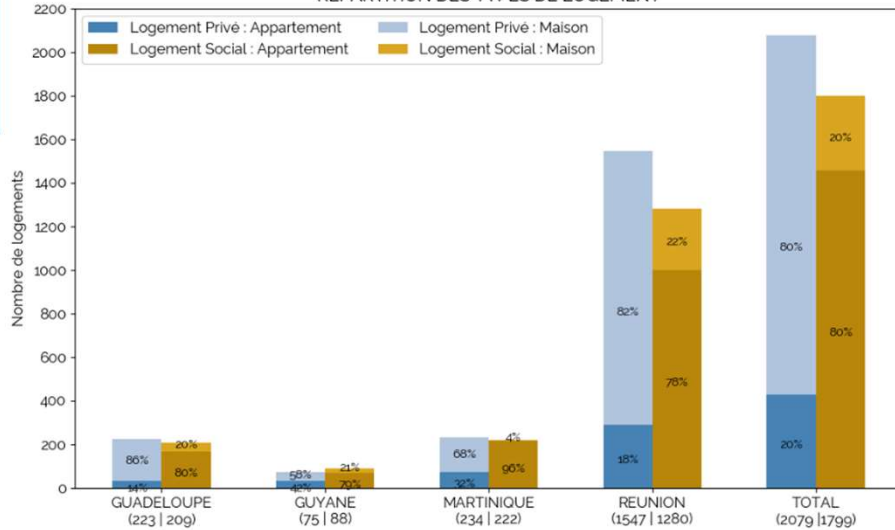
→ Réponses au questionnaire (remplissage obligatoire lors du recrutement) :

- MI/LC
- Logement social ou pas
- Nombre d'occupants
- Nombre de chambres
- ECS électrique ou non 
- Climatisation (fixe ou mobile) ou non
- Si climatisation, si utilisation uniquement durant la nuit
- Pour La Réunion, chauffage électrique ou non



Caractéristiques du panel

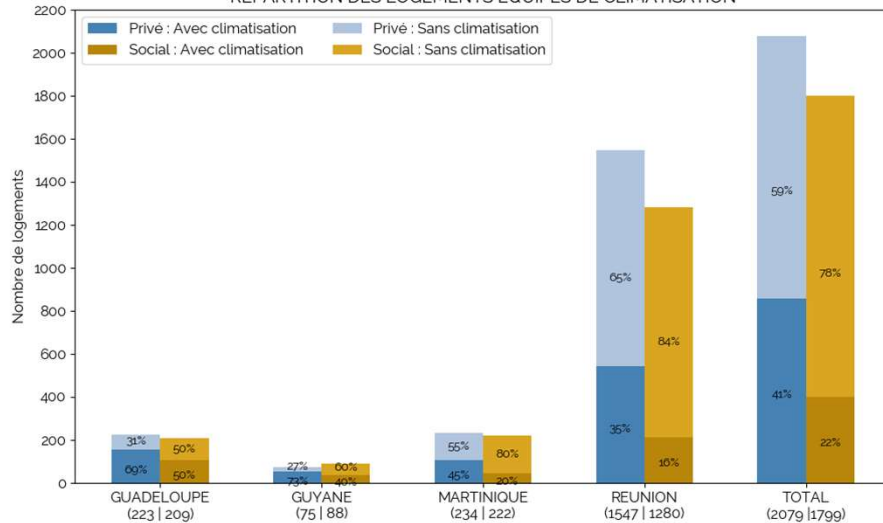
RÉPARTITION DES TYPES DE LOGEMENT



- Sur-représentation du panel par rapport aux parcs existants :
- de logements à La Réunion (73 % des logements dans le panel)
 - de logements sociaux (46 % dans le panel) et d'appartements (48 % dans le panel)

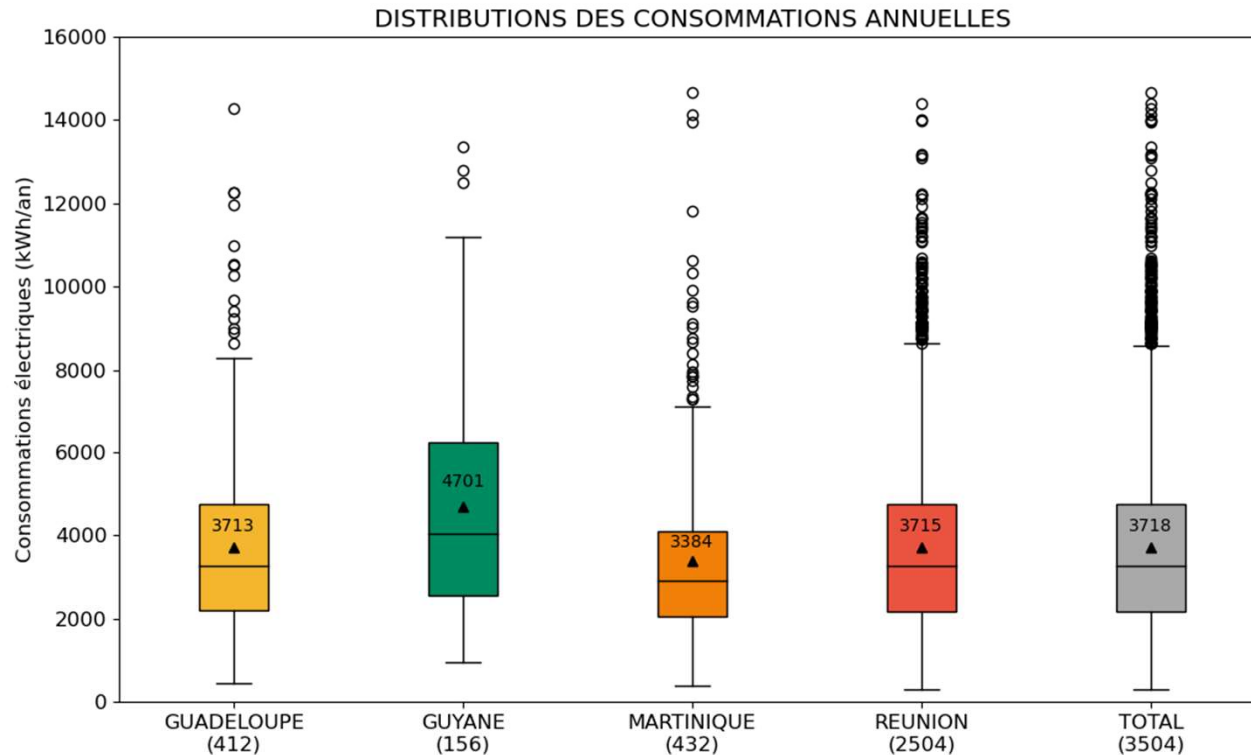
Sous-représentation des logements avec 1 seul occupant (15 % dans le panel)

RÉPARTITION DES LOGEMENTS ÉQUIPÉS DE CLIMATISATION



- Taux de climatisation du panel :
- supérieur a priori par rapport aux parcs existants
 - environ 2 fois plus élevé dans le privé que dans le social

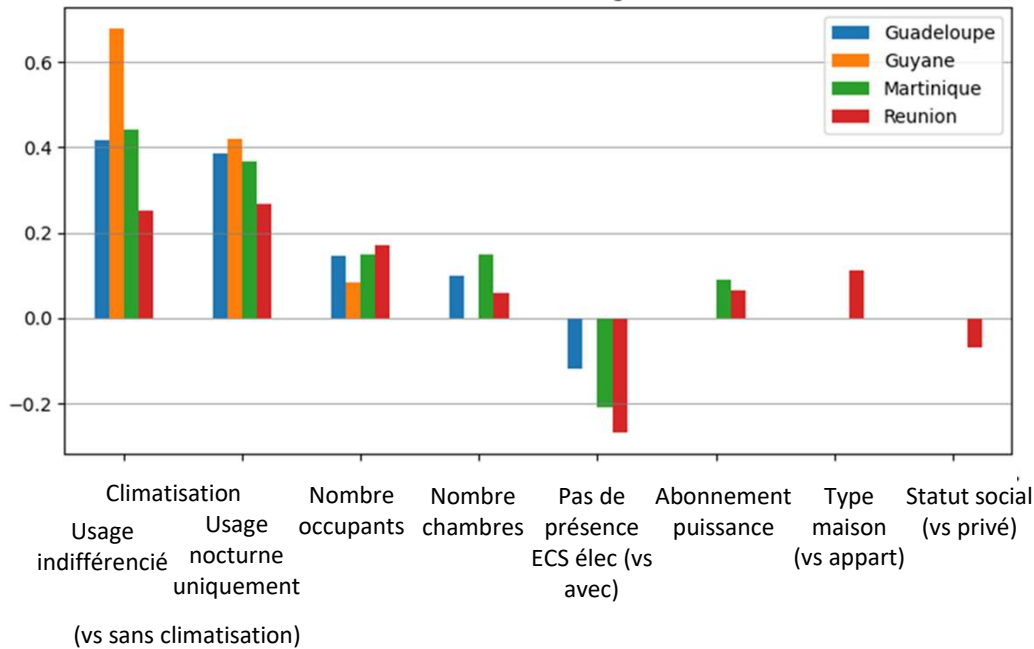
Consommations électriques annuelles



- Des consommations moyennes similaires en ordre avec ce qu'on peut trouver dans la littérature
- Les consommations sont **statistiquement similaires** entre DROM à l'exception de la Guyane (consommation annuelle significativement plus élevée)
- Une **variabilité importante** des consommations entre les logements

Consommations électriques annuelles

Coefficients linéaires significatifs



Caractéristiques impactant les consommations

→ Réalisation de modèles de régression linéaire multiple sur chaque DROM :

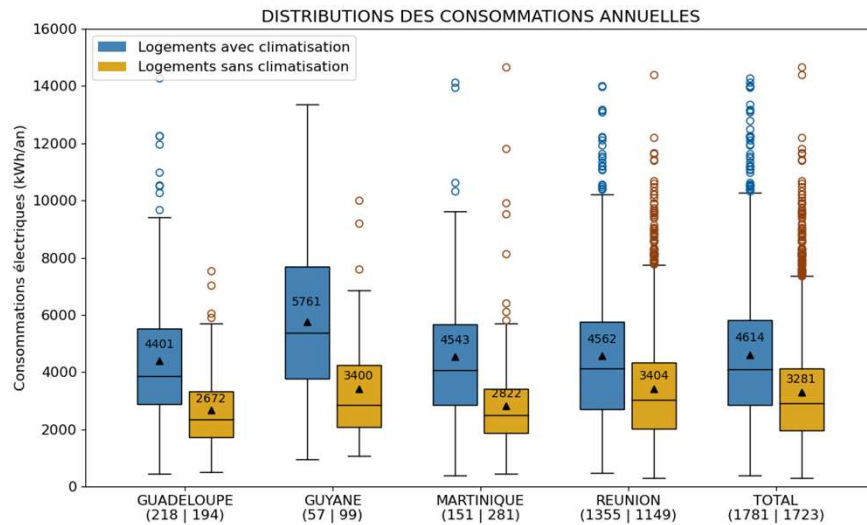
Consommation électrique annuelle d'un logement en fonction de ses caractéristiques connues

→ Principaux facteurs explicatifs :

- Présence de climatisation
- Nombre d'occupants
- Présence d'eau chaude sanitaire (ECS) électrique
- Nombre de chambres
- Type et statut du logement (MI/LC et Privé/Social)

Consommations électriques annuelles

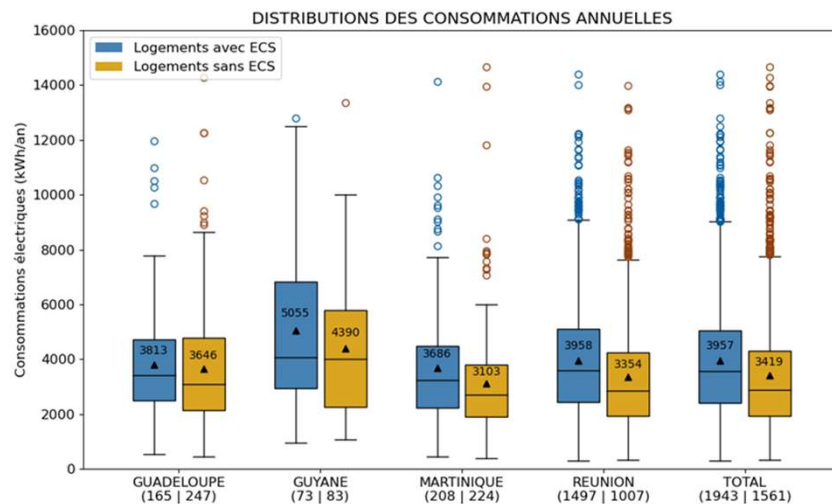
Climatisation



Consommation électrique moyenne tout DROM confondu associée à la présence :

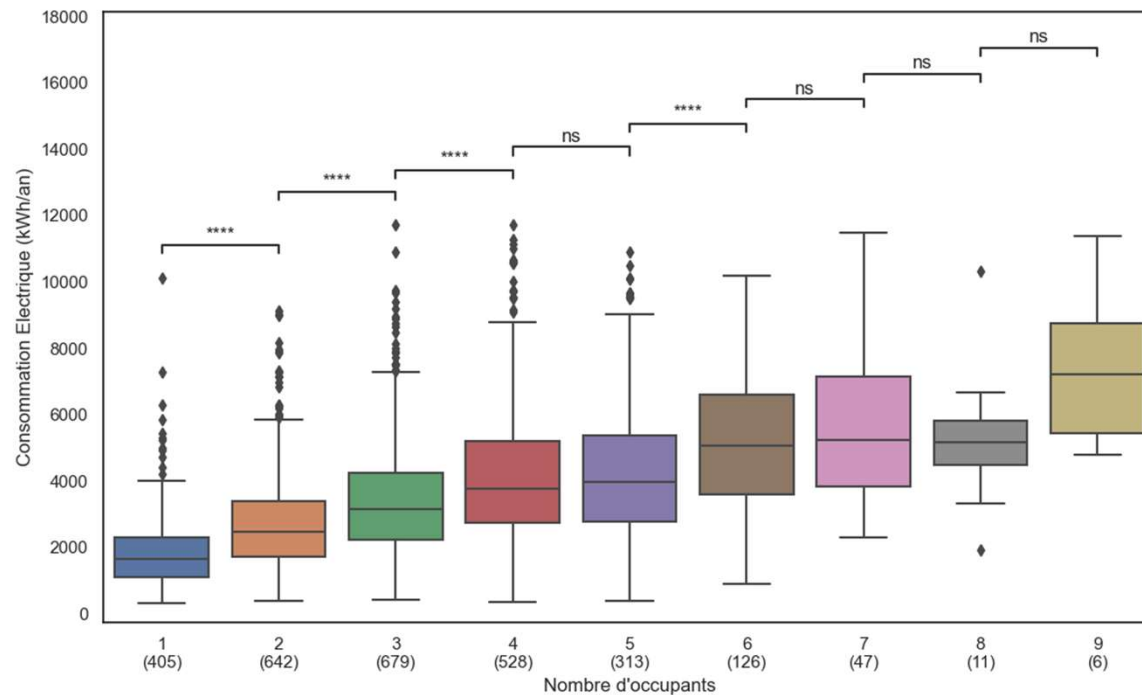
- D'une climatisation : env. 1300 kWh/an
- D'une prod. eau chaude électrique : env. 540 kWh/an
(attention : confusion systèmes/appoints possible)

ECS



Consommations électriques annuelles

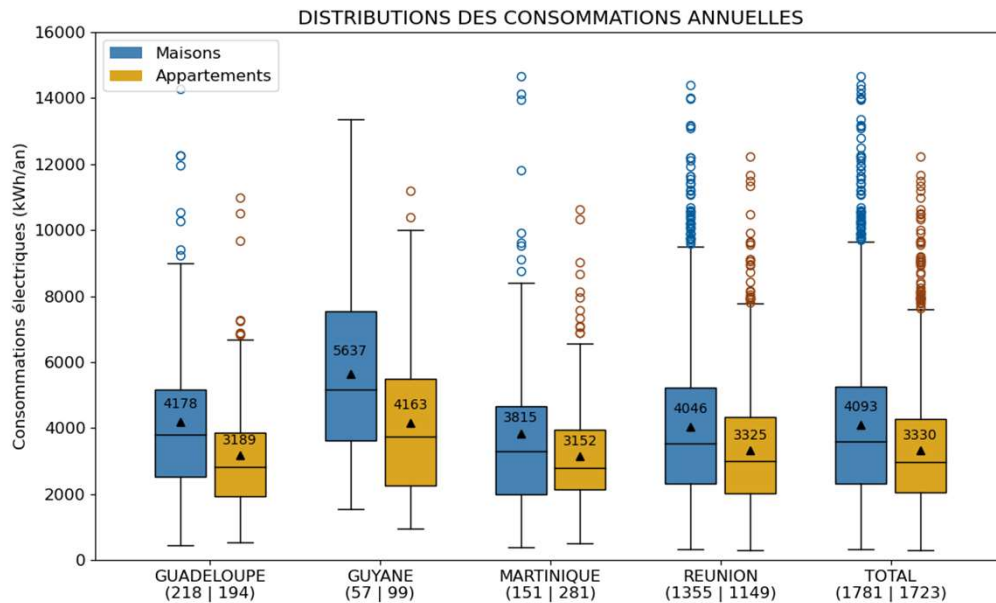
Nombre d'occupants



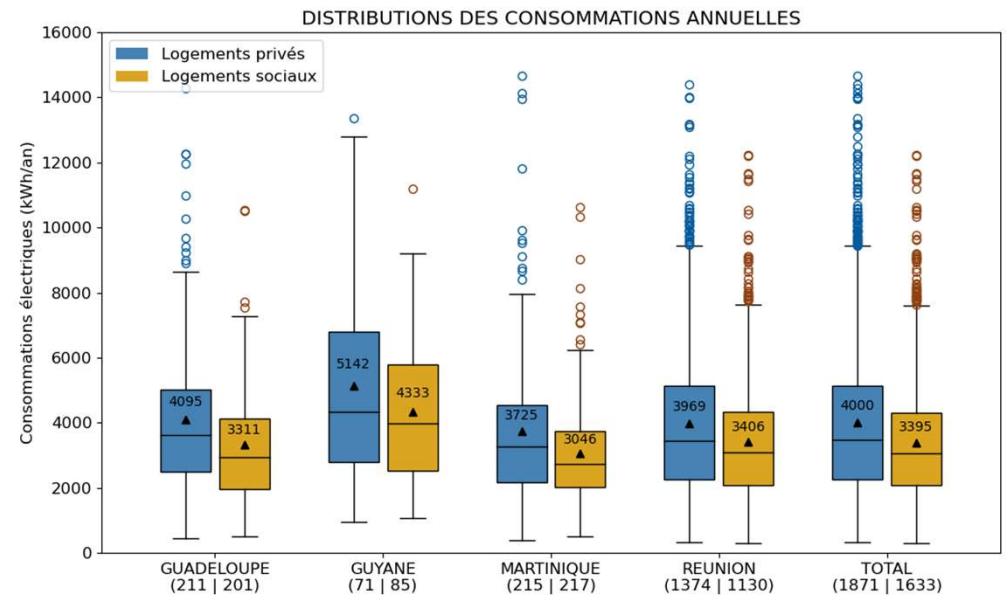
Les consommations augmentent significativement avec le nombre d'occupants (relation vérifiée jusqu'à 6 occupants)

Consommations électriques annuelles

Maisons / Appartements

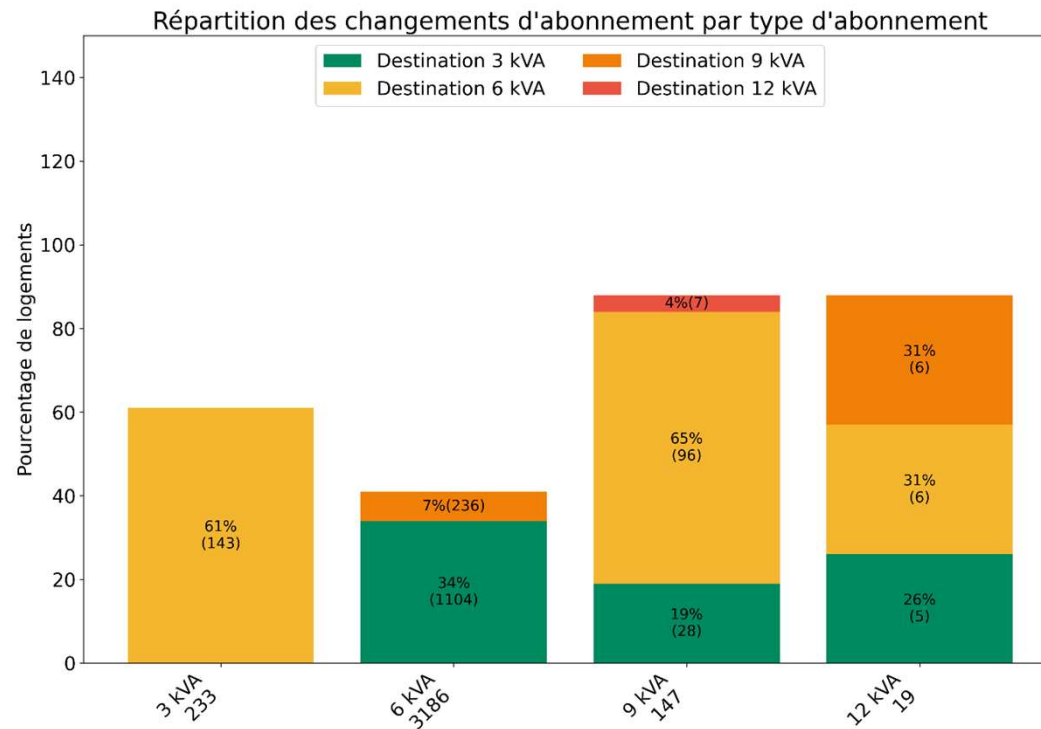


Privé / Social



Tout DROM confondu, environ 20 % d'écart sur les consommations moyennes entre d'une part, une maison et un appartement et d'autre part, un logement privé et un logement social

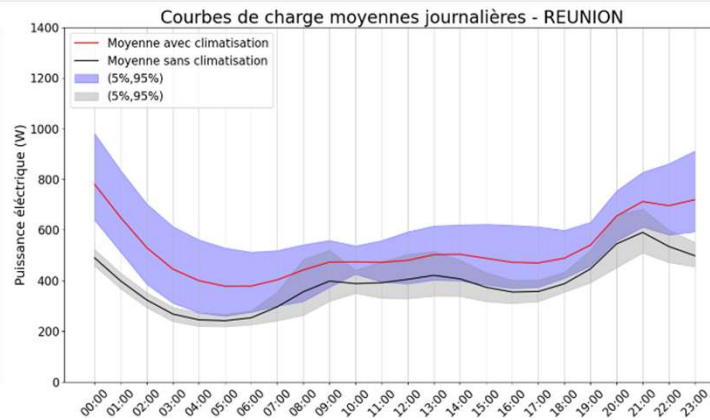
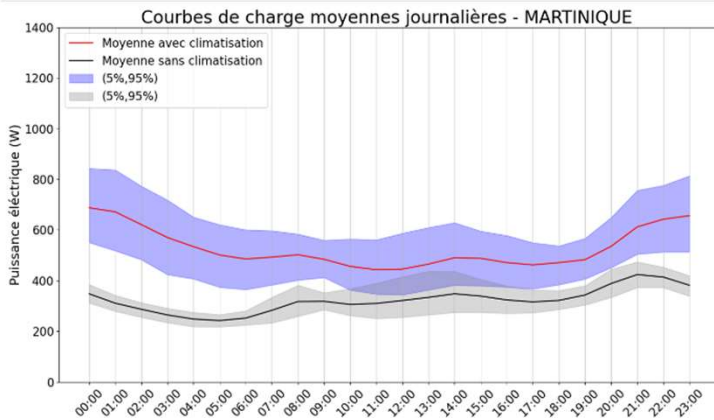
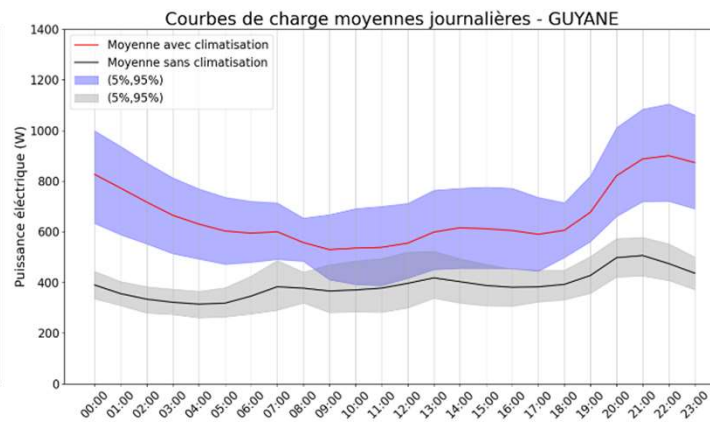
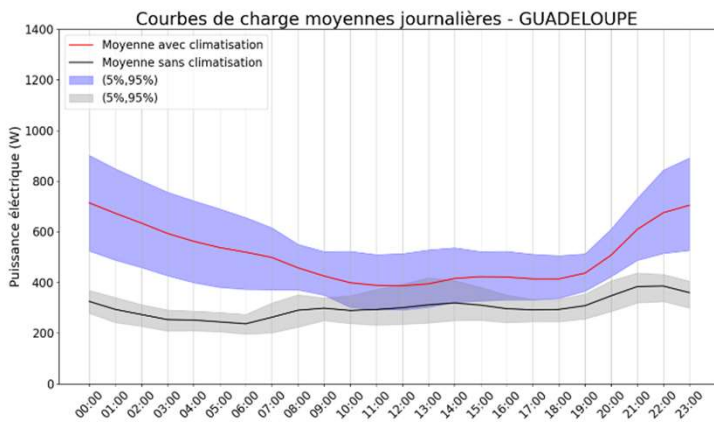
Puissances maximales et abonnements



Sur l'année observée, 36 % des logements auraient pu réduire leur niveau d'abonnement

Courbes de charge horaires

Courbes de charge horaires moyennes



- Forme des courbes :
 - Pic vers 20h
 - Pics secondaires matin et midi
- Impacts importants de la climatisation, en particulier la nuit
- Ecart moins marqué à La Réunion sur avec et sans climatisation

Modèles de prévision



Modèles d'apprentissage : *Machine learning*

◆ Prévion de la consommation électrique annuelle

A partir des informations du questionnaire

Meilleurs modèles (régression + *Catboost*) : $R^2 = 0,4$

→ Seule 40 % de la variance des consommations est expliquée par les caractéristiques récupérées

→ Informations insuffisantes pour une prédiction fiable



◆ Prévion de la présence de climatisation

A partir des autres informations du questionnaire et de la consommation électrique annuelle

Meilleurs modèles (*Random Forest*) : Précision = 80 %

→ Bon niveau de prédiction

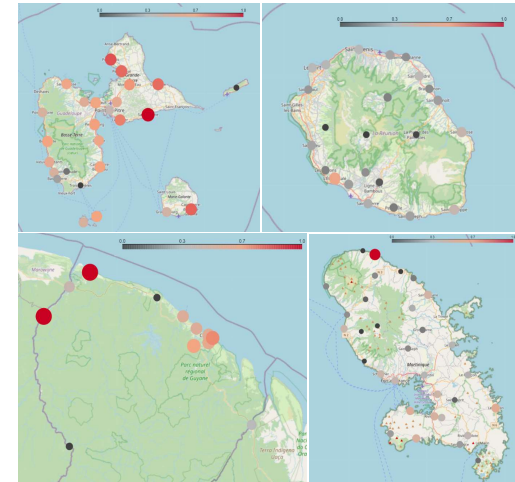
Applications : connaissance et suivi du déploiement de la climatisation



Synthèse

- ◆ Etude large et détaillée enrichissant la connaissance sur les consommations d'électricité des logements dans les DROM, en particulier sur le parc social
- ◆ Caractérisation des facteurs impactant la consommation d'électricité
- ◆ Données chiffrées sur les consommations et les courbes de charge et sur l'impact de climatisation sur celles-ci
- ◆ Perspectives pour l'utilisation des données des compteurs communicants pour l'amélioration de la performance énergétique et la maîtrise de la demande

→ Rapport de l'étude « Suivi au compteur – Livrable 3.4 » disponible courant décembre sur le site internet du programme, page Ressources (<https://ecco-dom.fr/ressources/>)



02. Observatoire – Instrumentation

Eléments de contexte

CONTEXTE SANITAIRE

Recrutement et instrumentations à partir de début 2021

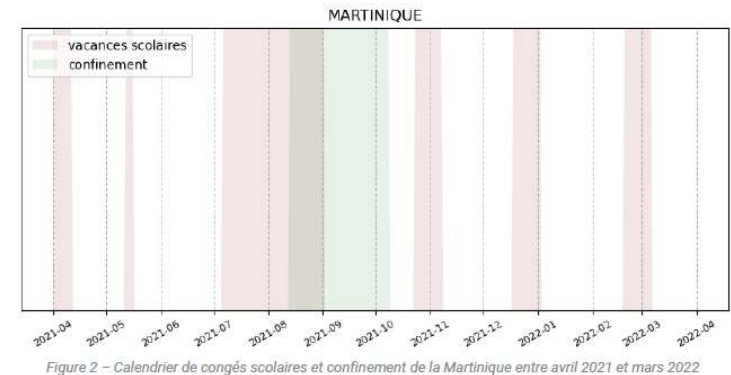
Suivi instrumenté analysé avant expérimentation d'écogestes :
avril 2021-fin mars 2022

→ En pleine crise sanitaire de la Covid-19 pour une bonne partie

CONTEXTE SOCIAL

Mouvements sociaux dans les Antilles et en Guyane fin 2021 – début 2022

➤ Modification de la présence et des usages par rapport à une année « classique »



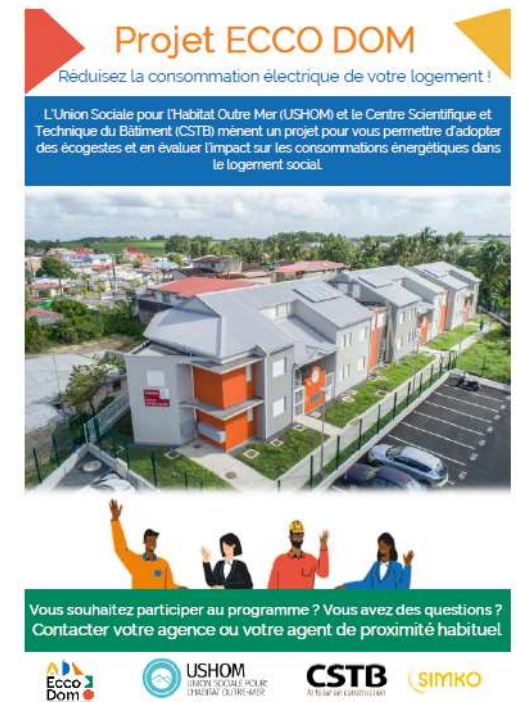
Recrutement des logements

- ✓ Recrutement réalisé par les **10 bailleurs sociaux partenaires** :
 - En Guadeloupe, SEMAG et SIKOA
 - En Martinique, OZANAM, SIMAR et SMHLM
 - En Guyane, SIMKO
 - A Mayotte, SIM
 - A La Réunion, SHLMR, SIDR et SEDRE

- ✓ Absence de projets de travaux dans les résidences sélectionnées

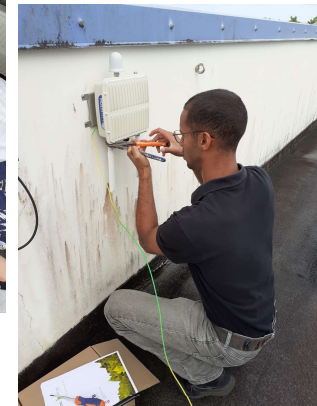
- ✓ Mise à leur disposition de flyers, affiches, vidéos (en français et en langue locale)

- Objectif de 200 logements sociaux atteint (216 au total mais qu'après mars 2022, fin de la période analysée dans l'étude)



Instrumentation : capteurs et outils

IoThink : fourniture des capteurs et de la solution de remonté en continu des données + formation et protocoles de pose



Relais locaux : bureaux d'étude sous-traitants du CSTB. Pose des instrumentations et questionnaires *Nos relais locaux :*

- *Guadeloupe, Greenaffair*
- *Martinique, Bureau Veritas*
- *Guyane, Bureau Veritas*
- *Mayotte, Imageen*
- *La Réunion, EDEX Ingénierie*

- Renseignement pour chaque capteur (logement, pièce, etc.) par les relais locaux d'une plateforme web développé par IoThink

Capteur	Etat	Bailler	Residence	Batiment	Logement
78000000000001	En Maintenance	SEMAU	LEZARDIERES	B	22 BOIN
78000000000002	Contrôle de mesure	SEMAU	LEZARDIERES	B	21
78000000000003	Contrôle de mesure	SEMAU	RENEVILLE	A	204
80180000000001	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000002	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000003	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000004	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000005	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000006	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000007	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000008	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000009	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000010	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000011	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000012	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000013	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000014	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000015	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000016	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000017	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000018	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000019	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000020	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000021	Installation	SEMAU	SEMAU		
80180000000022	Installation	SEMAU	SEMAU		

Instrumentation de base

◆ Panel de base :

- Mesurer les conditions de température intérieure et humidité dans les pièces principales du logement
- Suivre au compteur les consommations électriques du logement
- Mesurer les consommations électriques de quelques appareils électroménagers (les principaux notamment climatiseur si présent)
- Mesurer les consommations d'eau chaude



4 par logement
(5 min)



1 par logement
(1 h)



1 par logement
(1 min)



4 par logement
(3 min)

Instrumentation avancée

◆ Panel avancé :

- Idem panel de base
- + suivi plus fin des consommations électriques (sous-comptages au tableau)
- + suivi plus fin des conditions intérieures (éclairage, CO₂, présence, ouvertures des fenêtres)

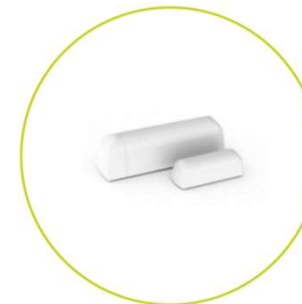
1 par logement
(10 min)



1 par logement
(1 min)



4 par logement
(5 min,
présence chaque
changement)



≈ 10 par logement
(chaque changement)



4 par logement
(3 min)



1 par logement
(1 h)

Questionnaires

◆ Panels de base et avancé, questions posées :

- Informations sur le bâtiment (mode constructif, orientation, apports, etc.)
- Informations sur le logement (surface, nombre de pièces, etc.), les équipements présents (climatisation, brasseur/ventilateur, ecs, électroménagers) et leur utilisation (fréquence d'utilisation, consigne de climatisation, etc.)
- Informations sur les occupants (nombres de personnes, scénario de présence, sensibilités et priorités sur les questions énergétiques, ressentis en termes de confort, etc.)
- Relevés de factures

➤ Questionnaire développé en interne CSTB sur une plateforme web :

<http://eccodom.dimn-cstb.fr/>

The screenshot shows a web browser window displaying the ECCO DOM questionnaire interface. The page title is "ECCO DOM" and the URL is "eccodom.dimn-cstb.fr/questionnaire". The user is logged in as "Elodie Said". The interface includes a navigation menu with tabs for "Informations générales", "Informations bâtiment", "Informations logement", "Informations occupants", "Informations instrumentation", "Relevés de factures", and "Informations écogestes". The "Informations générales" tab is active, showing a form with fields for "DOM*", "DOM concerné", "DRQ*", and "Date de renseignement du questionnaire". The "DOM concerné" field has radio button options for Guadeloupe, Guyane, Martinique, Mayotte, and Réunion. The "Date de renseignement du questionnaire" field has a date input with the placeholder "jj/mm/aaaa". A "Valider le questionnaire" button is visible at the top right.

REX relais locaux

- Importance d'impliquer les personnels de proximité des bailleurs sociaux pour assurer entre autres une bonne compréhension du projet de la part des recrutés.
- Difficultés spécifiques pour l'instrumentation :
 - des tableaux électriques, compliquée en raison de leur étroitesse et de la difficulté à identifier les équipements sur les circuits;
 - de l'état d'ouverture des ouvrants, capteurs difficiles à poser en raison du décalage (parfois plusieurs cm) entre les parties fixe et mobile des ouvrants;
 - des conditions intérieures (température, humidité relative), choix de l'emplacement pas toujours simple entre une mesure représentative et pas accessible aux enfants ; le scotchage sur un mur n'a pas tenu en partie ;
 - des appareils mobiles, difficulté dans le temps à les conserver associés à leur prise connectée.
- Questionnaire, attention à la longueur.

Caractéristiques des panels

- 188 logements sociaux intégrés dans l'étude « Observatoire – Panels Instrumentés » :
 - 24 en avancé et 164 en base,
 - dans 39 résidences.
- Instrumentations posées au fur et à mesure des recrutements ainsi pas une année complète de données entre avril 2021 et mars 2022 pour la plupart des logements.

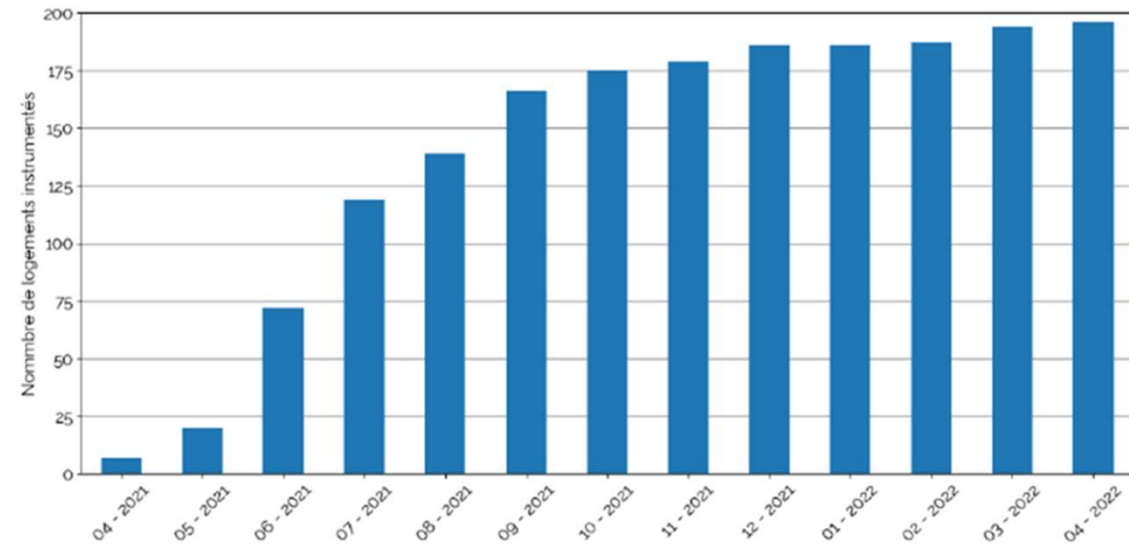


Figure 57 – Evolution du nombre de logements instrumentés

Caractéristiques des panels

Caractéristiques par rapport au parc social des 5 DROM :

- Pas représentatif en termes de répartition géographique
- Plutôt représentatif en termes de type de logement (très majoritairement des logements collectifs) mais en moyenne des logements plus récents
- Panel plutôt représentatif en termes de caractéristiques des ménages
- Des taux d'équipement plus élevés en termes de climatisation (environ 2 fois plus) et en ECS (sur panel, 60% solaire et 40 % électrique)

Tableau 3 – Répartition des logements instrumentés par DROM et par bailleur

DROM	Bailleur	Nombre de logements	Pourcentage	Pourcentage total par DROM	Pourcentage dans le parc social des 5 DROM (RPLS, 2019)
Guadeloupe	SEMAG	22	12 %	12 %	23 %
Martinique	OZANAM	16	9 %	30 %	20 %
	SIMAR	28	15 %		
	SMHLM	11	6 %		
Guyane	SIMKO	28	15 %	15 %	11 %
Mayotte	SIM	28	15 %	15 %	< 1 %
La Réunion	SHLMR	44	23 %	29 %	46 %
	SIDR	11	6 %		
TOTAL	-	188	-	-	-

Tableau 5 - Répartitions par type de logement des logements instrumentés et des parcs sociaux (RPLS, 2019) au sein des 5 DROM

DROM	Type de construction			
	Collectif		Individuel (en bande ou groupé)	
	Ensemble du parc social	Panel ECCO DOM	Ensemble du parc social	Panel ECCO DOM
Guadeloupe	78 %	100 %	22 %	0 %
Martinique	100 %	93 %	0 %	7 %
Guyane	79 %	86 %	21 %	14 %
Mayotte	100 %	100 %	0 %	0 %
La Réunion	86 %	82 %	14 %	18 %
Total	86 %	91 %	14 %	9 %

Caractéristiques des instrumentations

- Environ 3000 points de mesure suivis. Analyse des capteurs uniquement avec 80 % de données valides sur la période suivie.

- Monitoring d'un grand nombre d'appareils :
 - De froid alimentaire
 - Lié au confort (climatiseur et ventilateur mobile)
 - D'électroménager (lave-linge, etc.)

Tableau 4 - Répartitions des points de comptage installés

Points de mesure	Guadeloupe	Martinique	Guyane	Mayotte	Réunion	Total
Compteurs électriques généraux	22	55	28	28	55	188
Sous-comptage électrique	121	192	119	78	228	738
Température	103	222	110	103	218	756
Humidité	103	222	110	103	218	756
CO ₂	11	19	11	0	39	80
Débit ECS	13	8	0	0	31	52
Luminosité	11	19	11	0	39	80
Ouverture fenêtre	11	28	13	0	27	79
Ouverture porte int.	11	3	6	0	59	79
Mouvements	11	19	11	0	39	80
Total	417	787	419	312	953	2888

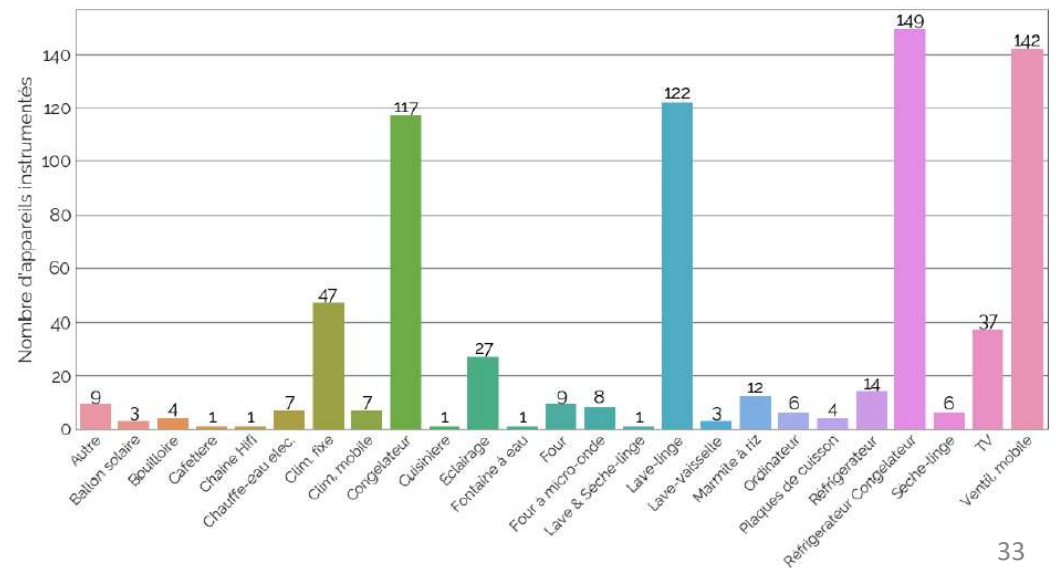


Figure 64 – Ensemble des appareils électriques suivis individuellement

Température et Humidité intérieures

- ✓ Analyses par DROM des températures et humidités intérieures durant la journée dans les salons et la nuit dans les chambres, sans connaître la présence ou non des occupants.
- Observations principales :
 - Mayotte avec les températures moyennes les plus élevées (autour de 29,5 °C).
 - Guyane avec les humidités relatives moyennes les plus élevées (autour de 85 %).
 - La Réunion avec les valeurs moyennes les plus « faibles » (autour de 25,5 °C et 77 %).
- En moyenne, -1 °C et -5/10 % entre les chambres climatisées (avec et sans le climatiseur en fonctionnement) et non climatisées la nuit.

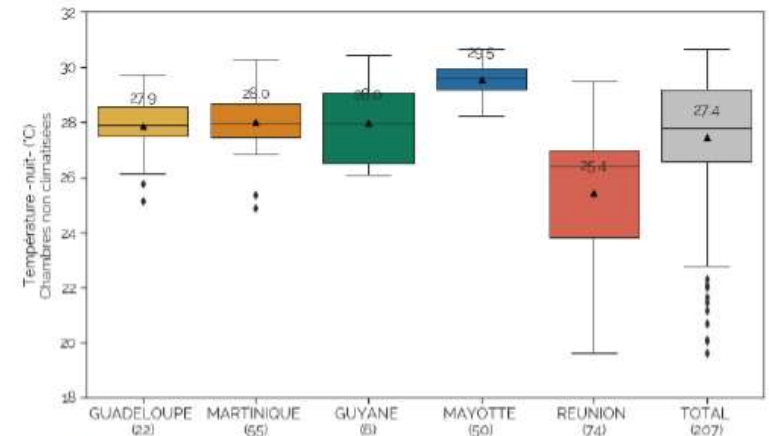


Figure 128 – Moyennes des températures intérieures mesurées la nuit dans les chambres non climatisées au sein du panel instrumenté : médiane, moyenne, quantile 25 %, quantile 75 % et valeurs extrêmes.

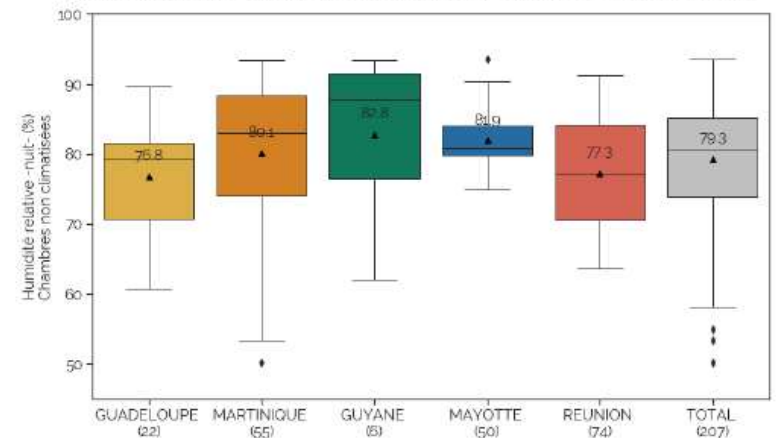


Figure 129 – Moyennes des humidités relatives intérieures mesurées la nuit dans les chambres non climatisées au sein du panel instrumenté : médiane, moyenne, quantile 25 %, quantile 75 % et valeurs extrêmes.

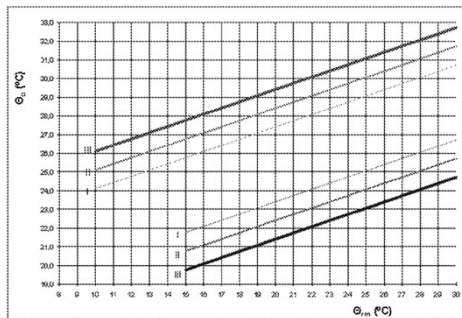
Indicateurs de confort

Confort adaptatif

Fonction de :

- Température intérieure
- Température extérieure passée (moy. glissante)

Locaux non climatisés



PMV / PPD

Fonction de :

- Température intérieure
- Humidité intérieure
- Clo, Met, Vair ... (hypothèses)

Locaux climatisés

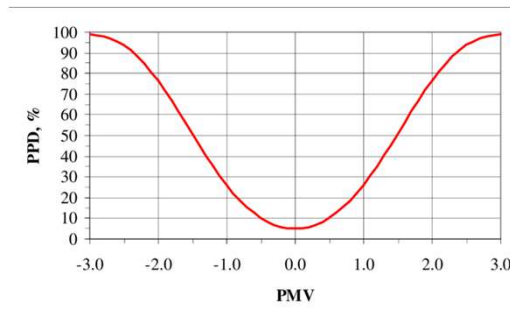


Diagramme de Givoni

Fonction de :

- Température intérieure
- Humidité intérieure
- Vair

Tous types de locaux

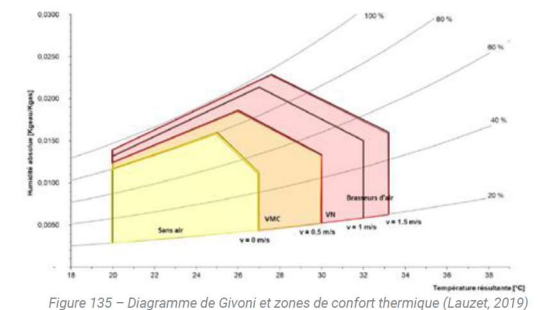


Figure 135 – Diagramme de Givoni et zones de confort thermique (Lauzet, 2019)

Indicateur principal considéré : diagramme de Givoni (sans adaptation aux DROM)
→ contexte humide DROM, tous les types de locaux pris en compte, simple

Confort thermique (Givoni) par DROM

- ✓ Analyses des résultats par DROM, par résidence et en différenciant pièces climatisées et non climatisées
- Dans les pièces non climatisées (très grande majorité des pièces), en moyenne, 45 % du temps sur la période suivie en inconfort (diagramme sans adaptation aux DROM).
- Taux d'inconfort les plus élevés à la Guyane et à Mayotte.
- Nette amélioration des niveaux de confort dans les pièces climatisées.

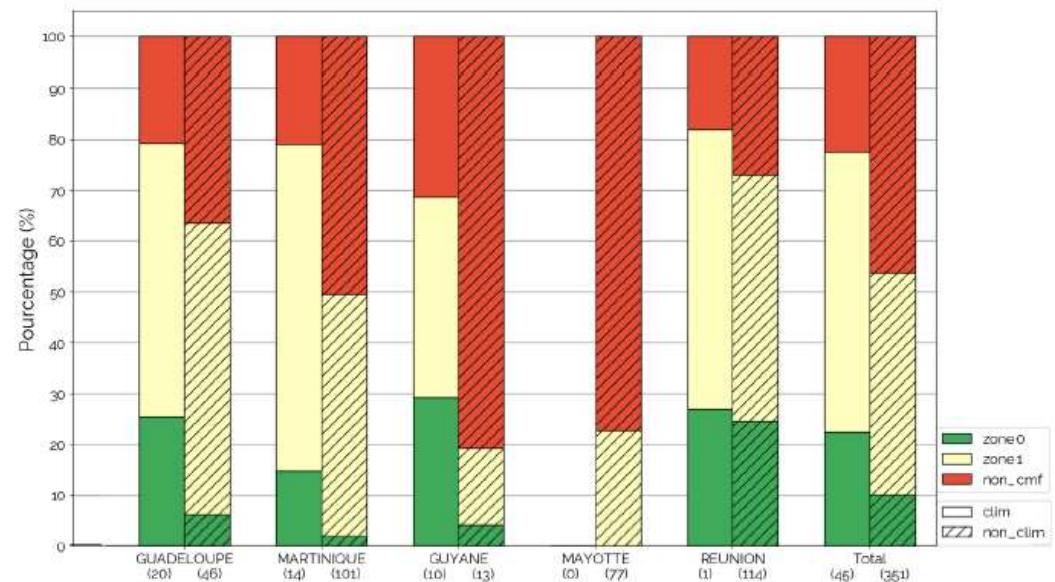


Figure 145 – Comparaison des pourcentages calculés dans les classes de confort thermique selon le diagramme de Givoni entre les pièces climatisées et non climatisées pour tous les DROM

Solutions passives de maintien du confort

- ✓ Dans le questionnaire, retour des occupants sur leurs pratiques.
- Des actions des occupants qui pourraient être optimisées (e.g. 75 % ouvrent leurs fenêtres tout le temps ou en journée). -> Besoin de dialogue avec eux pour un compromis par rapport à leurs contraintes (aération vs protection thermique).
- Moins de 50 % des logements avec des protections solaires extérieures (fenêtres ou façades).

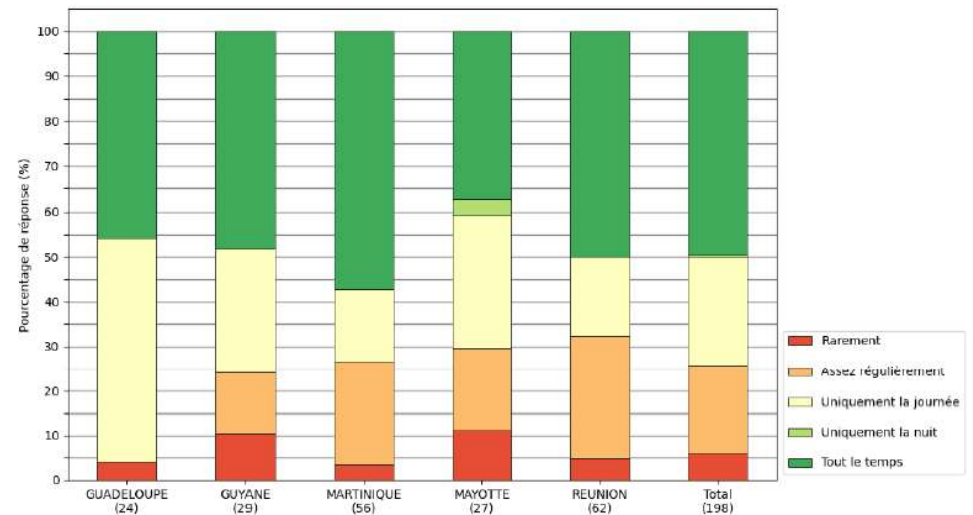


Figure 157 – Habitudes concernant l'ouverture des fenêtres des occupants dans les logements instrumentés

Consommation électrique

- ✓ A noter sur l'exploitation des consommations d'électricité :
- Extrapolation à l'année des consommations sur la période suivie (en majorité, 8 mois et plus).
- Consommation en énergie finale.

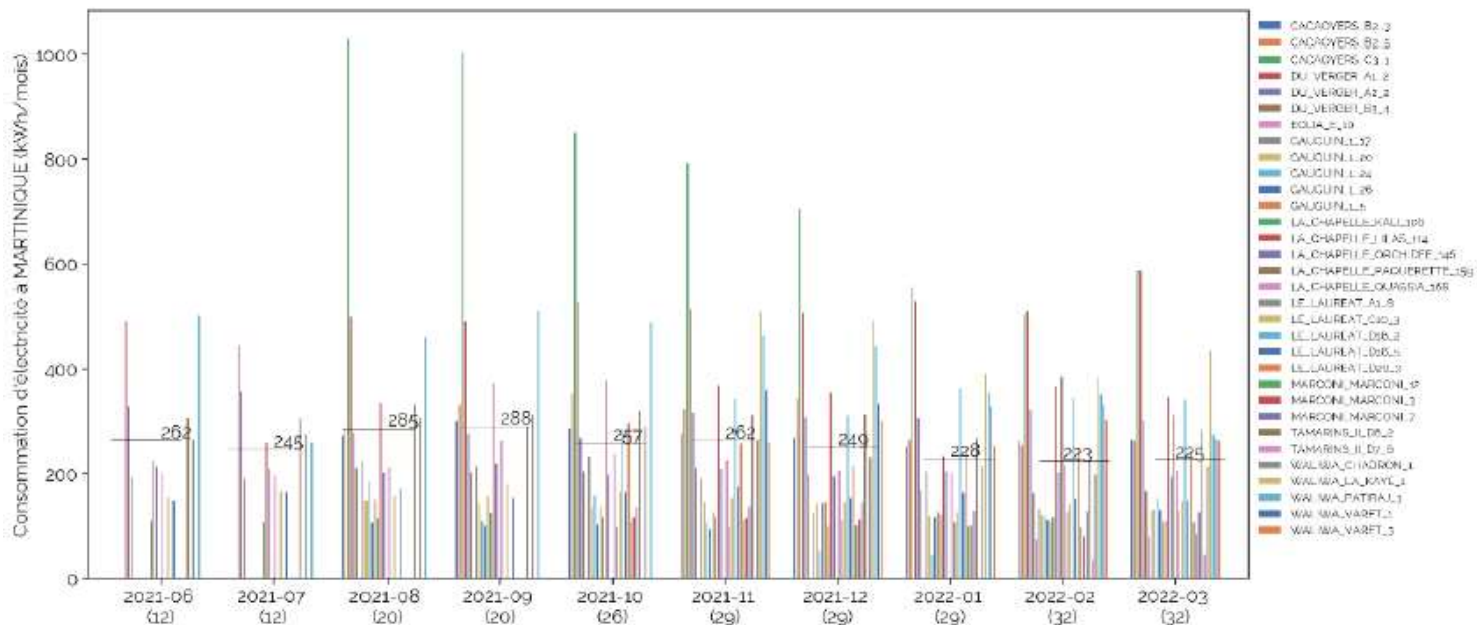
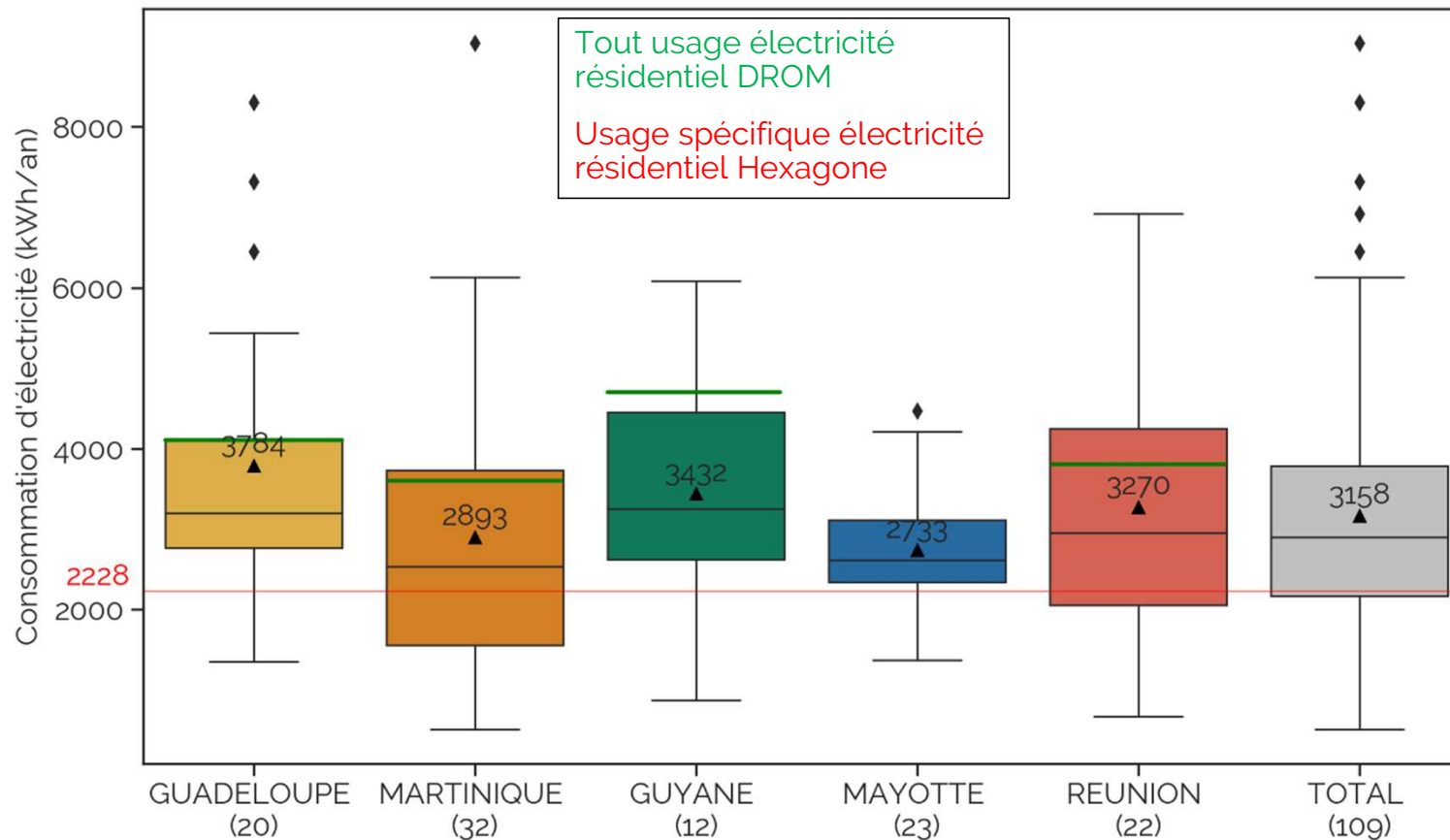


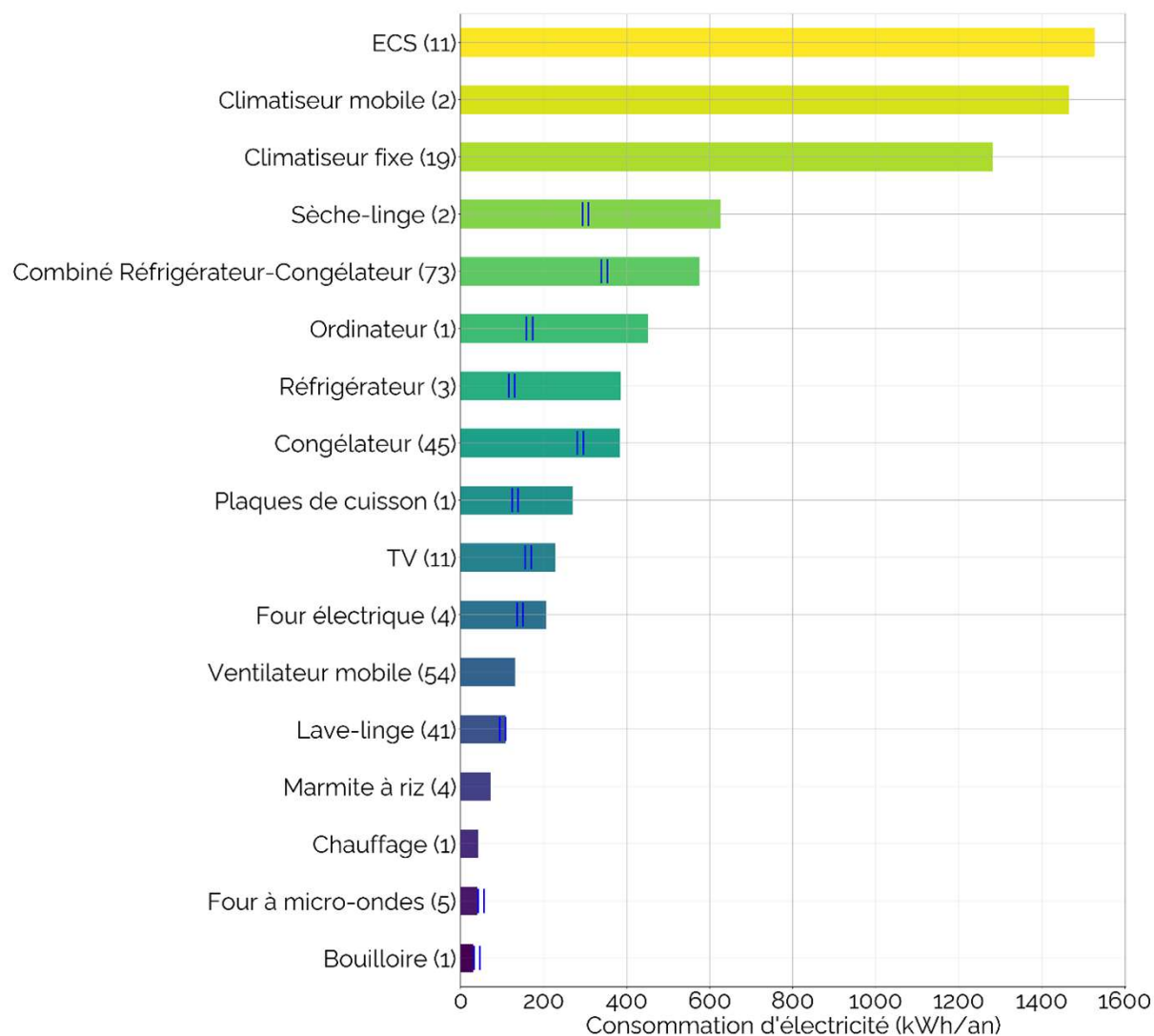
Figure 246 – Consommation électrique totale des logements suivis au pas mensuel pour la Martinique

Consommation électrique totale



- Une consommation moyenne tout DROM confondu similaire en ordre de grandeur à la valeur moyenne pour un logement social sur le panel « suivi au compteur » (3200 kWh vs 3400 kWh)

Consommation électrique des équipements



✓ Bilan tout DROM confondu des consommations moyennes annuelles d'électricité des différents équipements suivis.

➤ Top 3 des équipements les plus consommateurs :

- Chauffe-électrique à effet Joule
- Climatiseur
- Equipement de froid alimentaire

Consommation et usage ECS électrique

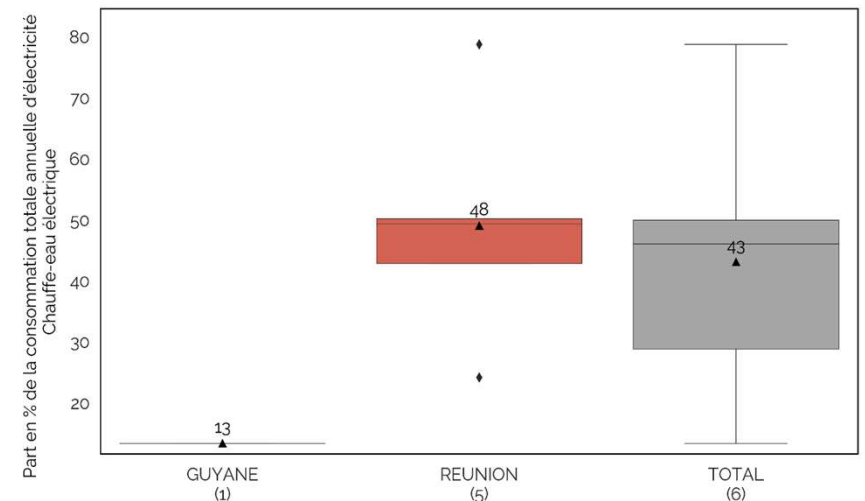
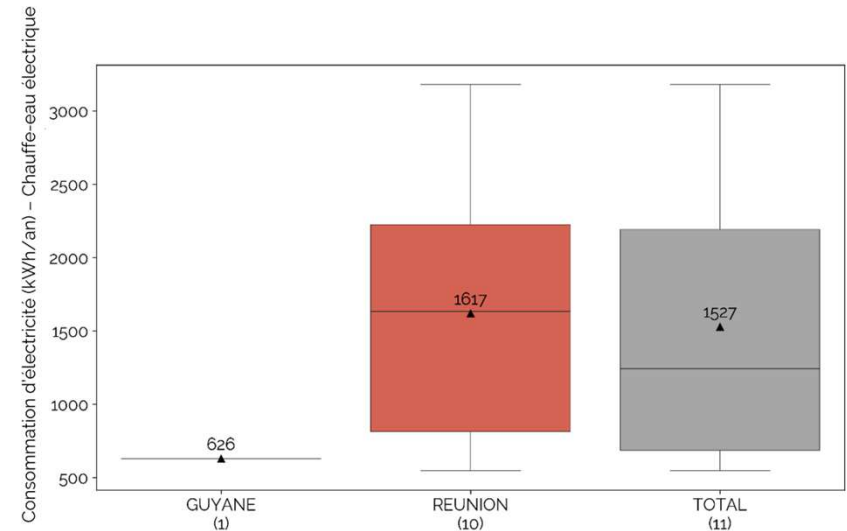
➤ 1 chauffe-eau à effet Joule, en moyenne :

- 1500 kWh/an (environ 3 fois moins dans panel « suivi au compteur »)

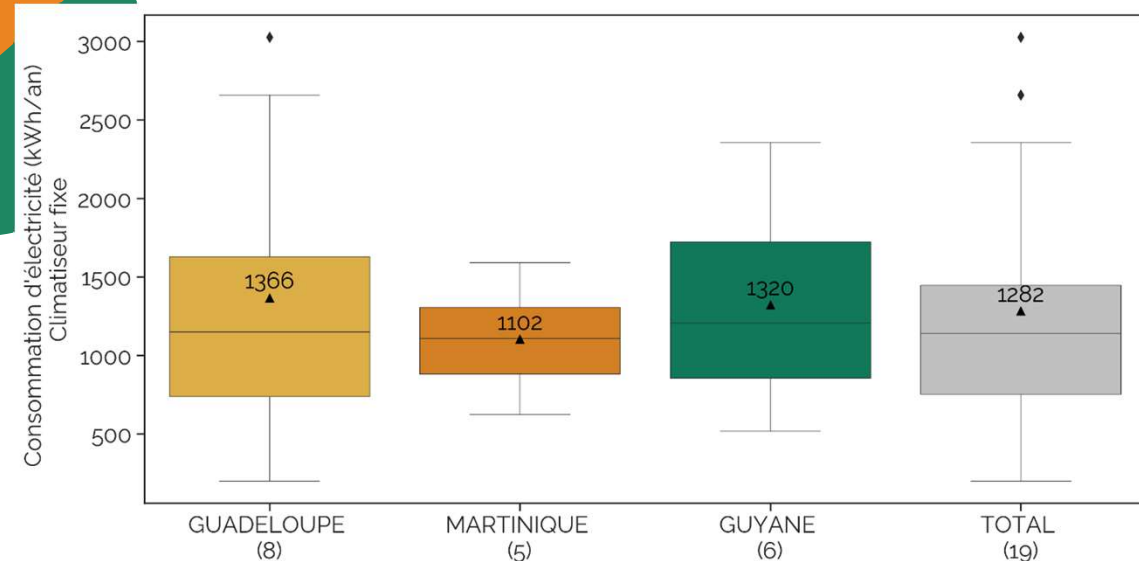
- 40 % de la consommation totale d'électricité des ménages équipés

-> Toutefois, très forte volatilité d'un logement à l'autre + *données quasiment que sur La Réunion* (DROM avec la consommation moyenne d'ECS la plus élevée, 43 m³/an, plus de x2 celle des autres DROM).

➤ Un équipement fortement consommateur mais qui semble être oublié en tant que tel par les ménages.

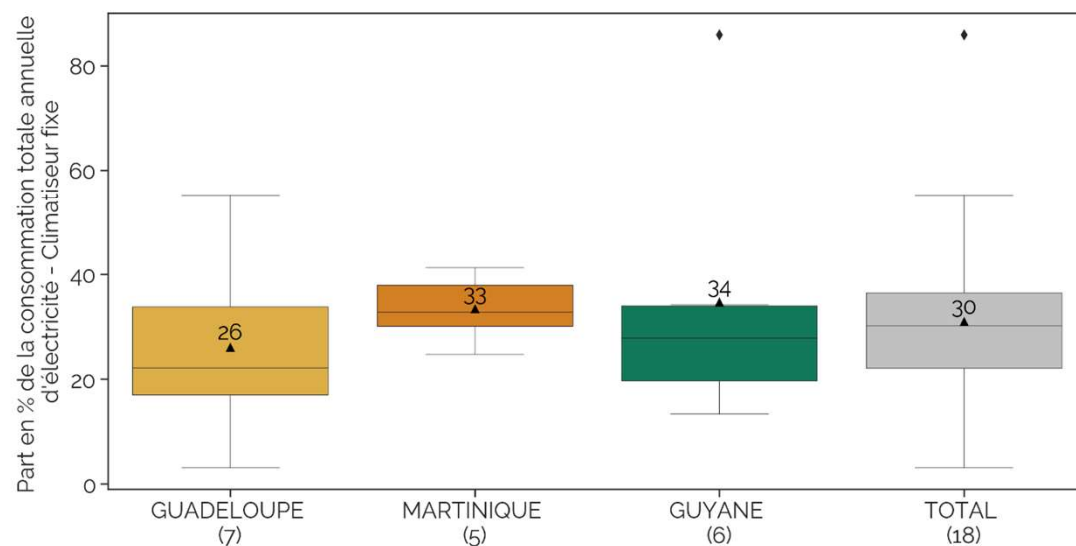


Consommation et usage des appareils de confort



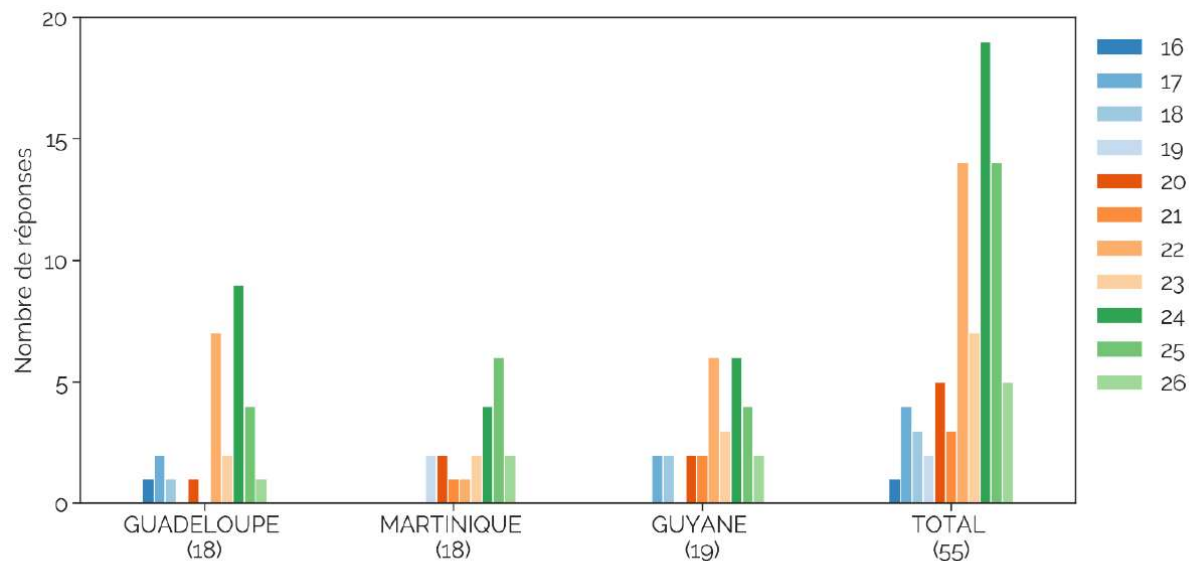
- ✓ Dans le livrable, aussi :
 - des données sur les ventilateurs
 - des données sur le chauffage (La Réunion)

- 1 climatiseur fixe, en moyenne :
 - 1300 kWh/an (même ordre de grandeur dans panel « suivi au compteur »)
 - 30 % de la consommation totale d'électricité des ménages équipés



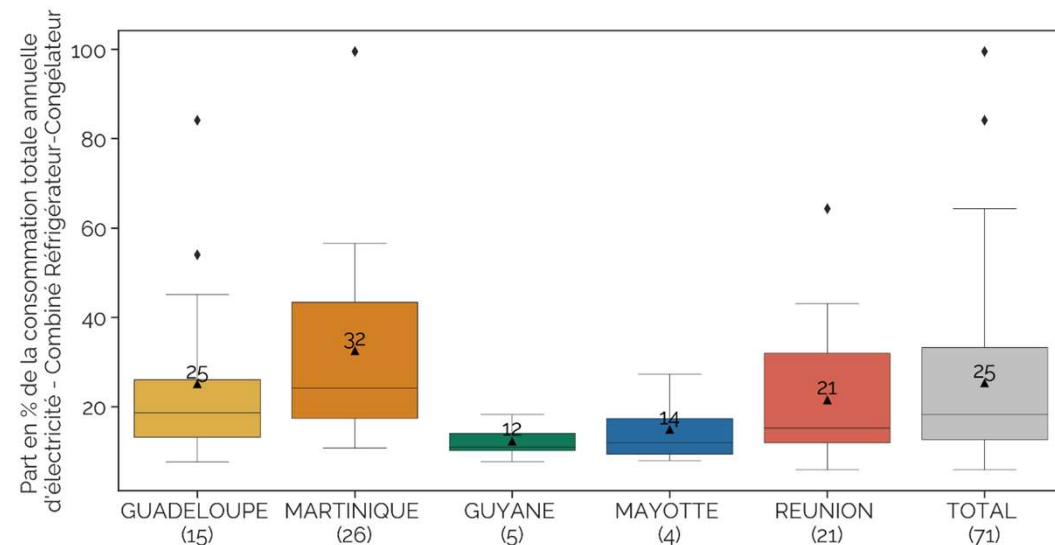
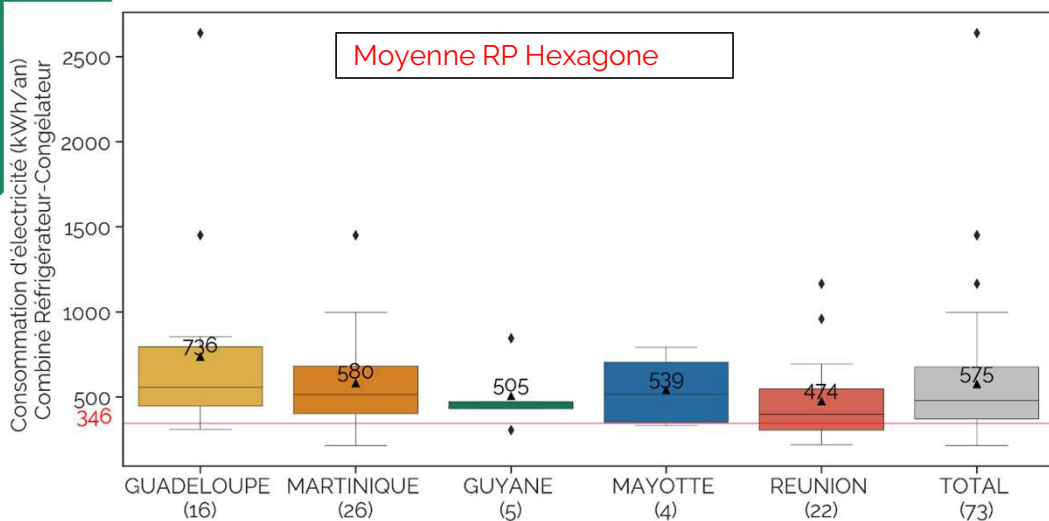
Consommation et usage des appareils de confort

- Déclarations de ménages possédant un climatiseur fixe sur leur utilisation de celui-ci :
 - **75 % des locataires** déclarent une température de consigne inférieure ou égale à 24 °C et pour **19 %**, même une température inférieure ou égale à 20 °C (potentiel un écogeste d'optimisation).
 - Usage principalement toute l'année.
 - Usage principalement « En permanence la nuit » (mais dans les mesures, constat d'utilisation le jour et la nuit).



NB : plusieurs réponses possibles pour un même ménage si celui-ci possède plus d'un climatiseur. Entre parenthèses, le nombre de ménages ayant répondu.

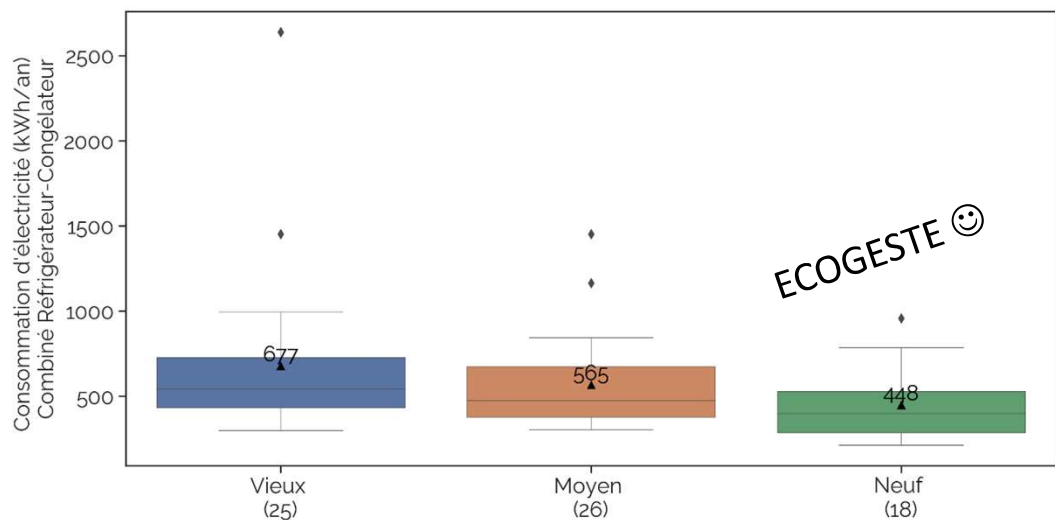
Consommation et usage appareils électrodomestiques



➤ 1 combiné réfrigérateur-congérateur, en moyenne :

- 575 kWh/an
- 25 % de la consommation totale d'électricité des ménages équipés (90 % du panel).

➤ Observation d'un effet de l'âge de l'appareil sur sa consommation -> potentiel pour un écoGESTE de remplacement



Synthèse

- Un panel qui possède une représentativité partielle du parc social des 5 DROM mais qui fournit une photographie récente et encore jamais réalisée à cette échelle sur celui-ci.
 - Observations sur les conditions de confort :
 - Globalement moyennes selon diagramme de Givoni (sans adaptation aux DROM)
 - Solutions passives semblent peu mises en œuvre. Un dialogue à avoir avec les occupants et une généralisation souhaitable des protections solaires extérieures.
 - Observations sur les consommations d'électricité :
 - Consommation totale moyenne d'un logement social de l'ordre 3200 kWh/an toutefois variabilité importante entre les logements.
 - Les trois appareils les plus consommateurs sont chauffe-eau électrique (~1500 kWh/an), climatiseur fixe (~1300 kWh/an) et combiné réfrigérateur-congélateur (~575 kWh/an)
- Rapport et synthèse de l'étude « Observatoire - Panels Instrumentés – Livrable 3.2 » disponible sur le site internet du programme, page Ressources (<https://ecco-dom.fr/ressources/>)

03. Expérimentation d'écogestes - Instrumentation

Vue d'ensemble des écogestes 1/4

◆ Abaissement de la consommation des appareils de froid alimentaire:

Optimisation de l'utilisation des appareils de froid alimentaire

Optimisation de l'entretien des appareils de froid alimentaire

Remplacement des appareils de froid alimentaire



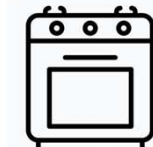
◆ Abaissement de la consommation des autres appareils électroménagers

Optimisation de l'utilisation des appareils de cuisson

Optimisation de l'utilisation des lave-linges

Remplacement des lave-linges

Suppression des veilles des équipements multimédia

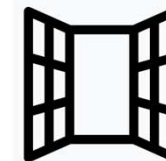
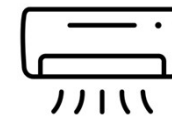


◆ Abaissement de la consommation des climatiseurs ou amélioration du confort thermique par moyen « naturel »

Optimisation de l'utilisation des climatiseurs fixes

Optimisation de l'utilisation des climatiseurs mobiles

Optimisation de la gestion des ouvrants (Ventilation naturelle)



Vue d'ensemble des écogestes 2/4

t0

Allocation des écogestes par le CSTB à chacun des ménages (max 3) en fonction :

- Du t0 d'instrumentation du logement afin d'avoir plusieurs mois de suivi sans écogeste
- Des équipements instrumentés et capteurs installés dans le logement
- D'une non-simultanéité de plusieurs écogestes sur le même équipement/poste

Sans écogeste

Démarrage expérimentation des écogestes :

Par les *relais locaux* lors d'une visite auprès de chacun des locataires en s'appuyant :

- Sur un bilan du suivi sans écogeste du logement
- Des explications pédagogiques des écogestes
- Des flyers de présentation des écogestes
- De stickers à poser sur les équipements impliqués

Intérêt des ménages pour les écogestes relevé

Nos relais locaux :

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

Avec écogeste

Fin du suivi « avec écogeste » pour tous les ménages

le 30/06/2023 (début de la dépose des instrumentations)

Mise en pratique des écogestes par les ménages relevée en cours d'expérimentation par les relais locaux

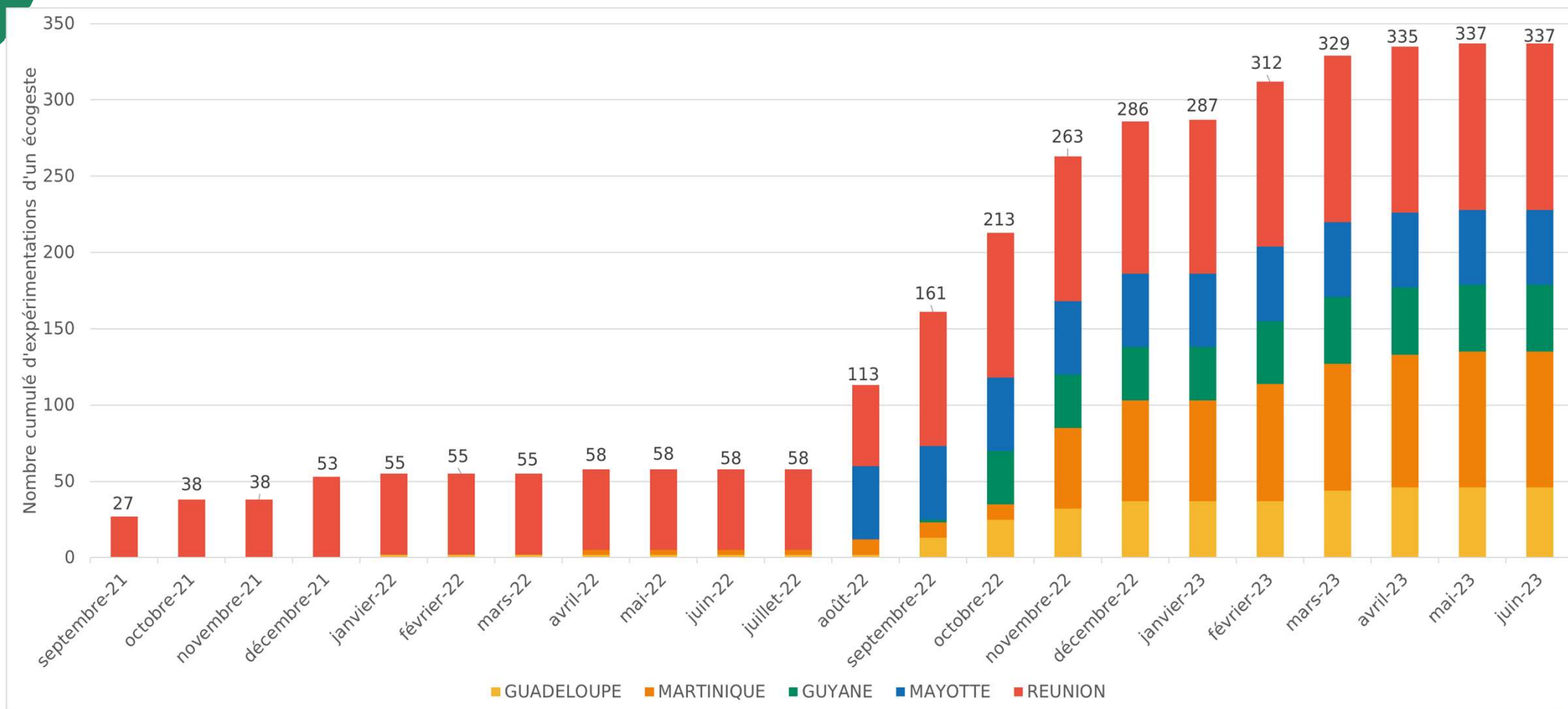
Analyse

Vue d'ensemble des écogestes 3/4 : REX relais locaux

- Reprise de contact pour une nouvelle visite difficile avec certains ménages.
- Lors des visites de présentations des écogestes aux ménages :
 - intérêt de commencer celle-ci par la présentation du bilan du suivi sans écogeste;
 - 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;
 - à 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;
 - à la Guadeloupe, certains ménages se sont montrés toujours sceptiques vis-à-vis de l'étude du fait de la présence d'instruments de mesure dans leur logement.
- Observation de capteurs, notamment les prises connectées ayant été déplacés ou retirés ou des appareils/équipements instrumentés ayant été remplacés ou même retirés par les ménages -> pose la question de la durée optimale de ce type de suivi instrumenté

Vue d'ensemble des écogestes 4/4

337 expérimentations d'un écogeste par 183 ménages
soit en moyenne, un peu moins de 2 écogestes par ménage



Méthode pour qualifier les écogestes 1/2

◆ Qualité des mesures analysées

Suppression des datas suspectes

Valeurs aberrantes

Changement connu ou suspecté de destination des capteurs

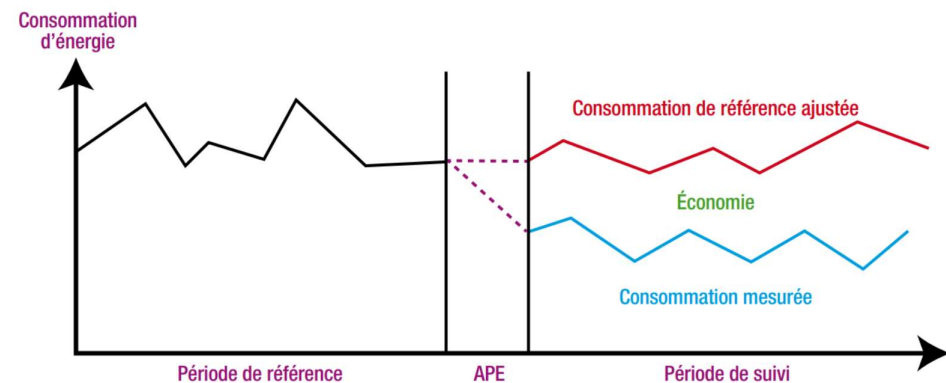
Critères de sélection :

- Donnée complètes sur la journée
- Minimum 90 jours de données valides avant écogeste
- Au moins 20 % de données valides sur la période globale d'étude

◆ Ajustement aux conditions météo

Pour la climatisation et le froid alimentaire

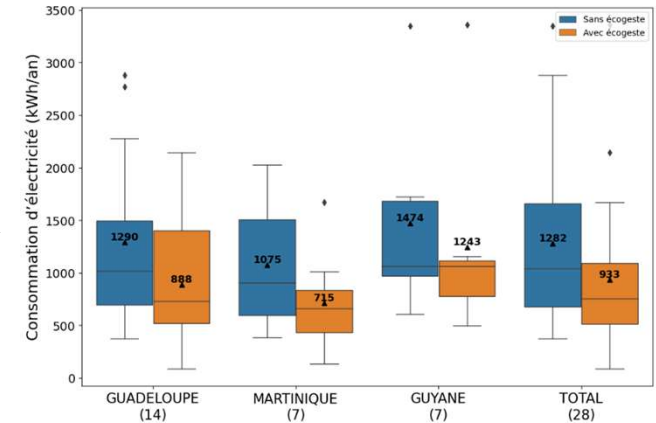
Modèles de régression linéaire des consommations journalières électriques en fonction de la température extérieure moyenne de la journée construits sur la base des données avant écogeste (type IPMVP)



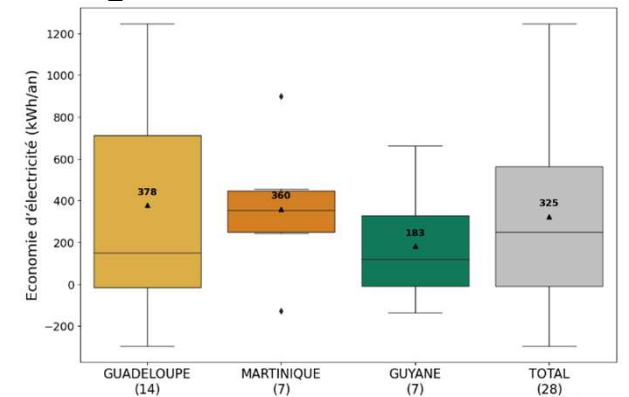
Principe de l'ajustement météo

Méthode pour qualifier les écogestes 2/2

- ◆ Pour chaque écogeste expérimenté :
A partir des données de consommation d'électricité de l'équipement concerné, calcul de la consommation annualisée sans et avec écogeste

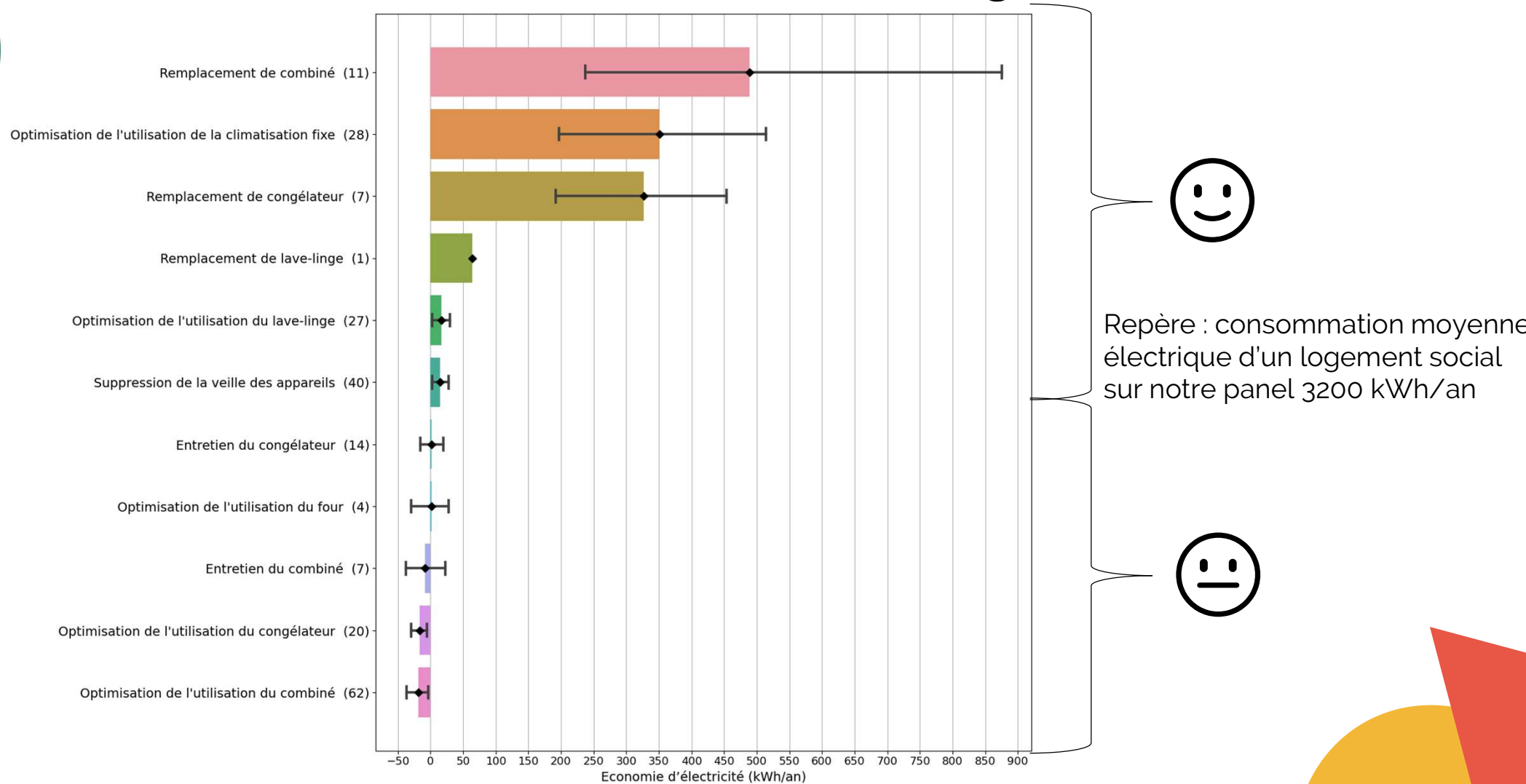


- ◆ Puis $\text{Economie kWh/an} = \text{Conso. élec sans écogeste} - \text{Conso. élec avec écogeste}$



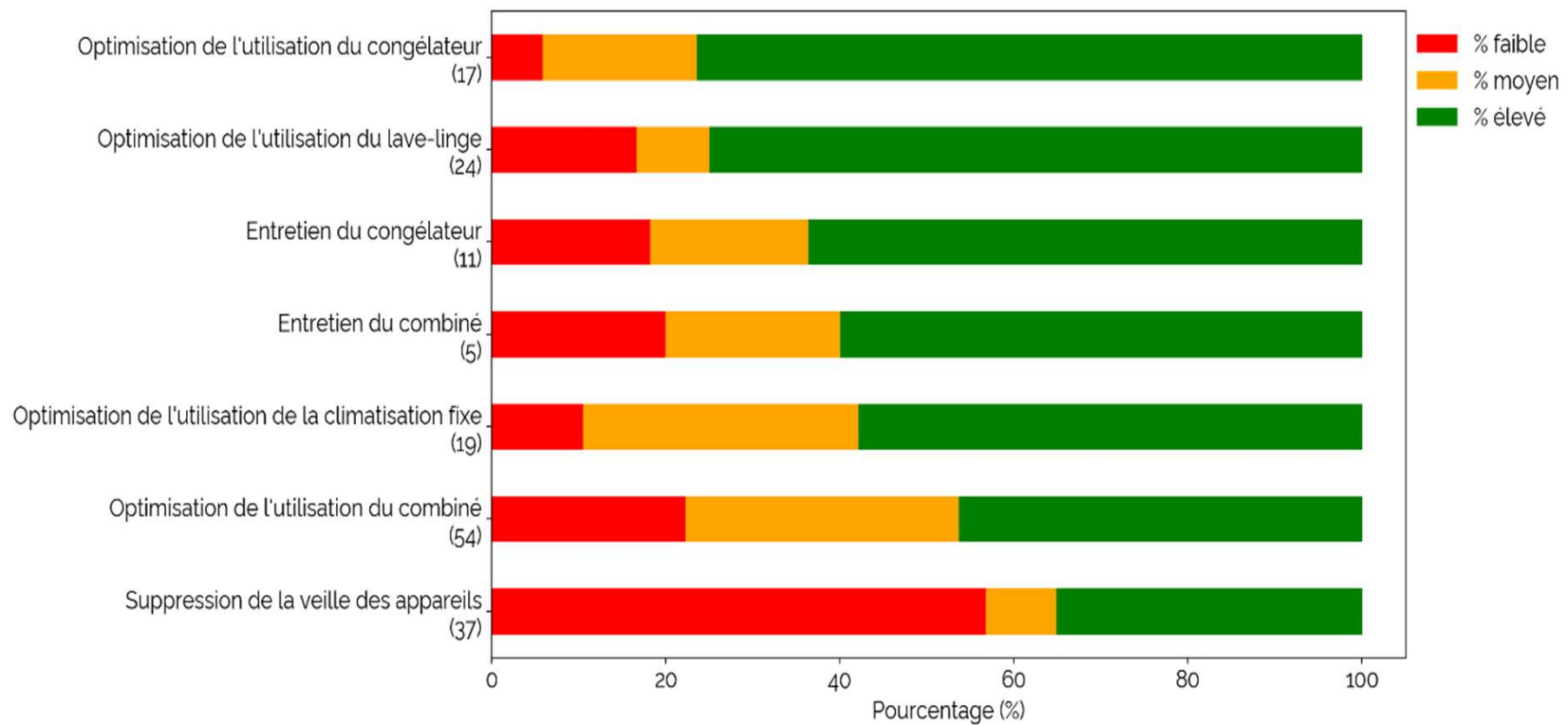
- ◆ Puis test de significativité statistique par rapport à 0 kWh/an du gain moyen observé sur l'ensemble des expérimentations du même écogeste

Vue d'ensemble du résultat des écogestes 1/2



Vue d'ensemble du résultat des écogestes 2/2

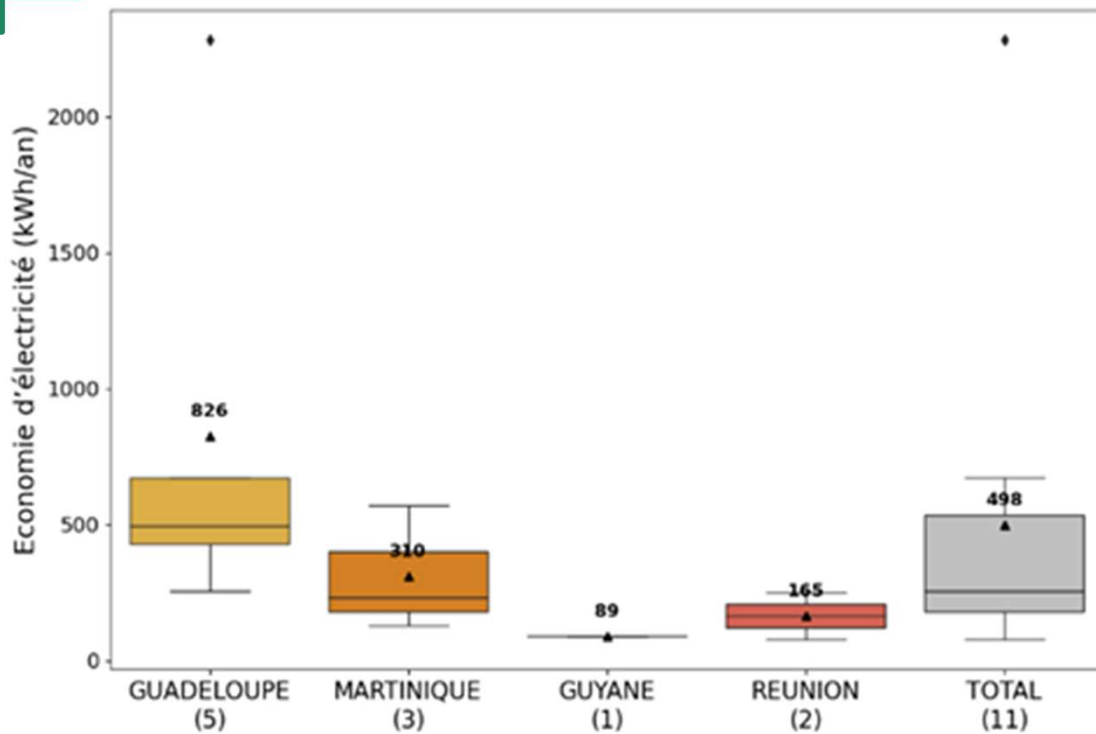
Niveau de mise en pratique par les ménages



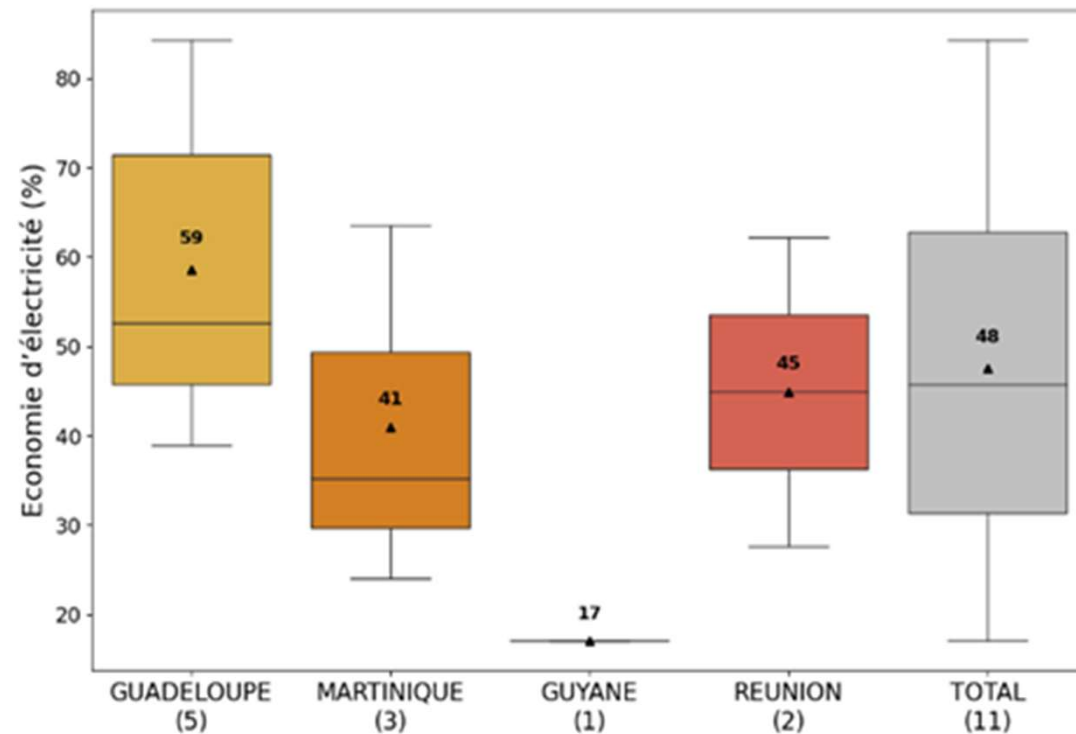
Globalement, les écogestes avec les niveaux de mise en œuvre déclarés les plus élevés ne sont pas ceux avec les niveaux d'économies d'électricité générées les plus importants

Les écogestes Remplacement du combiné

Economie absolue en kWh/an

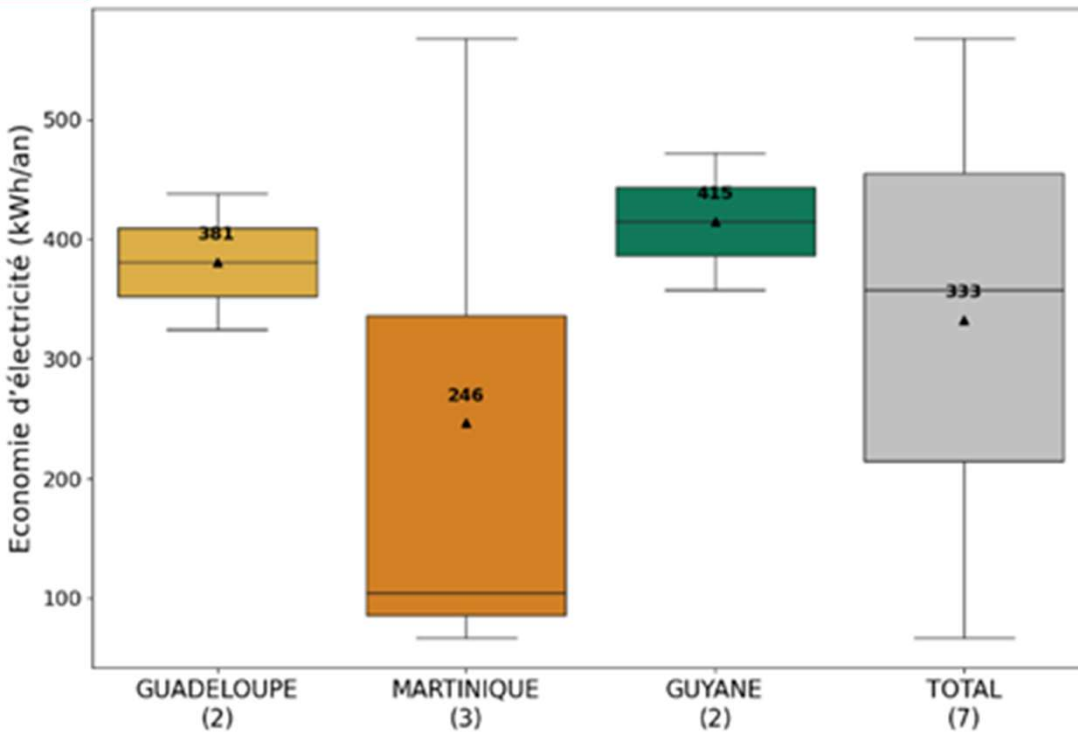


Economie relative en %

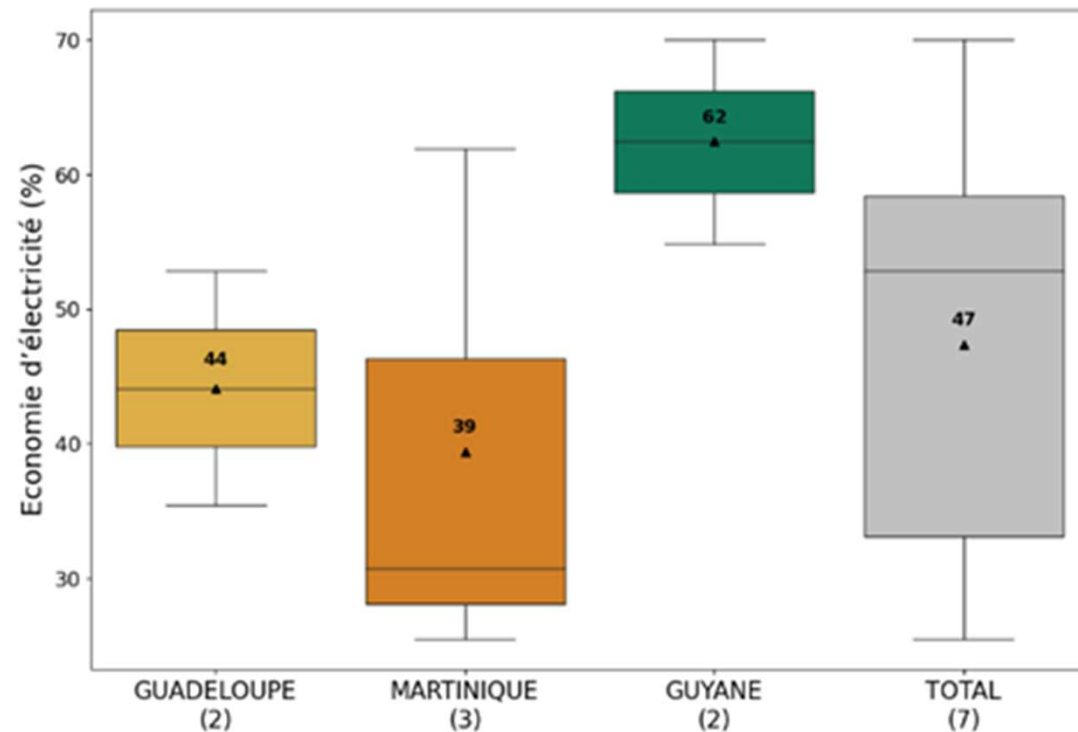


Les écogestes Remplacement du congélateur

Economie absolue en kWh/an

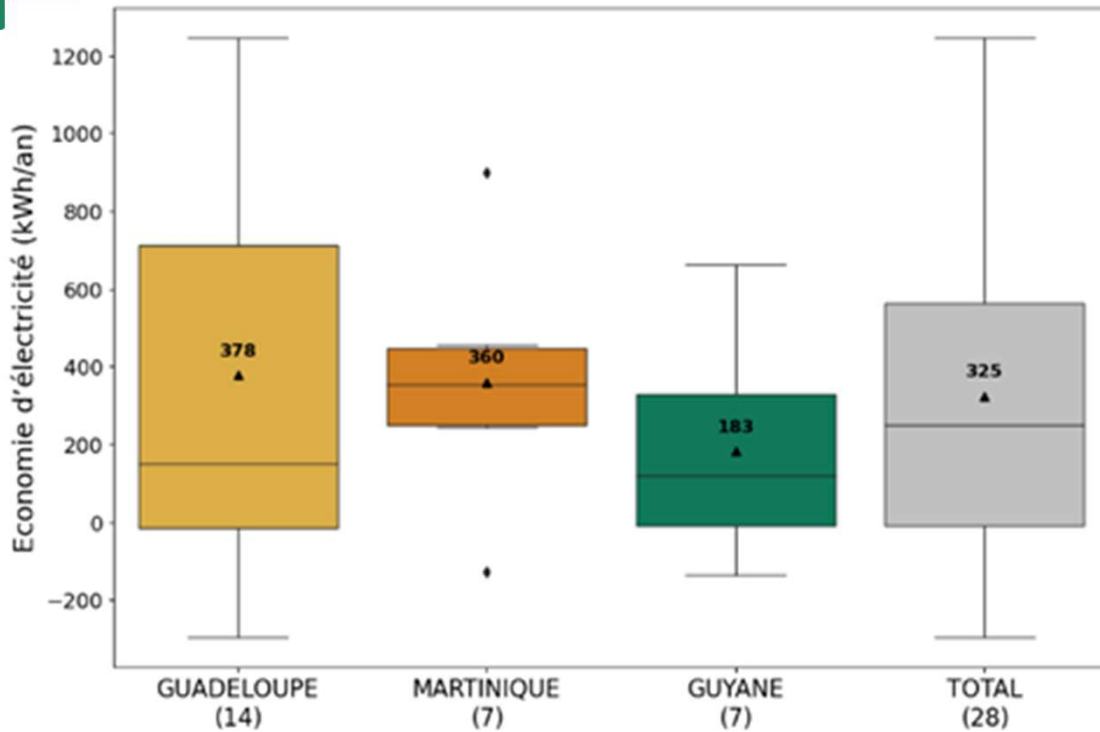


Economie relative en %

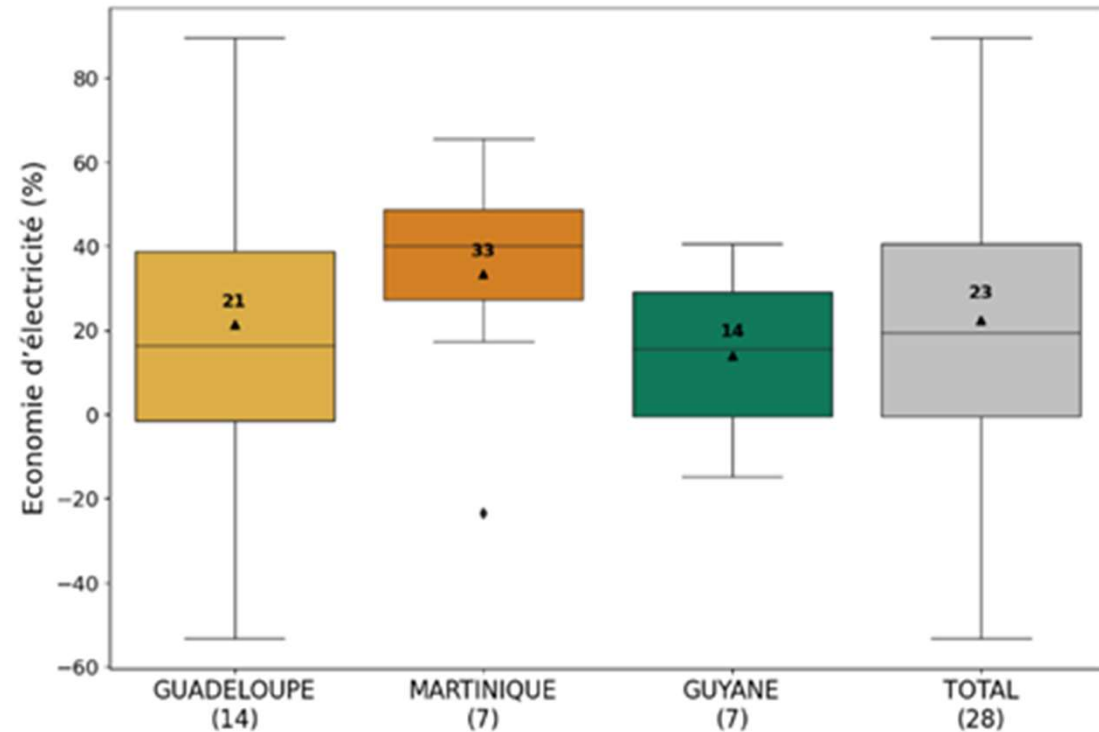


L'écogeste Optimisation utilisation climatiseur fixe

Economie absolue en kWh/an

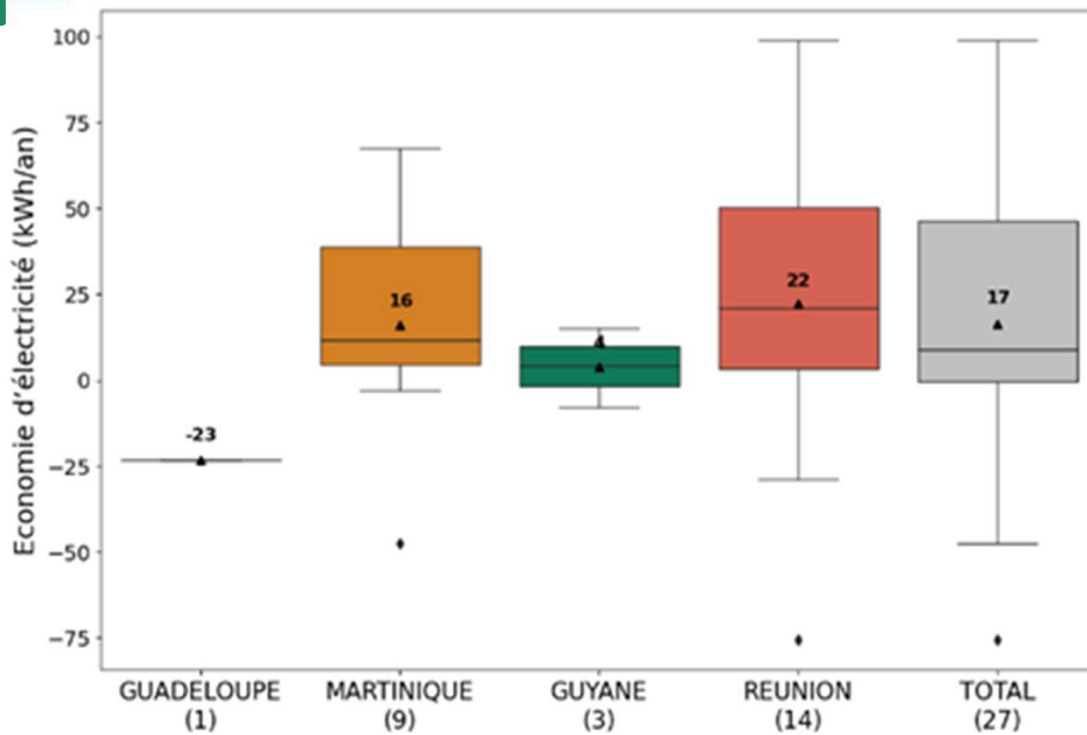


Economie relative en %

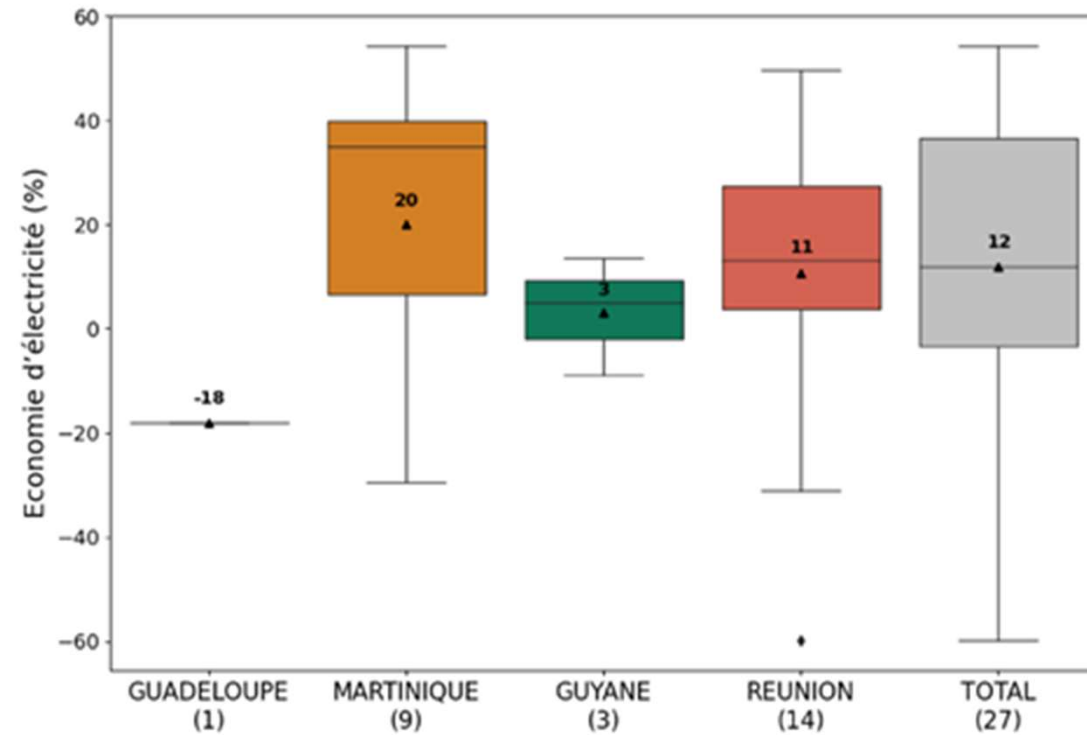


L écogeste Optimisation utilisation lave-linge

Economie absolue en kWh/an

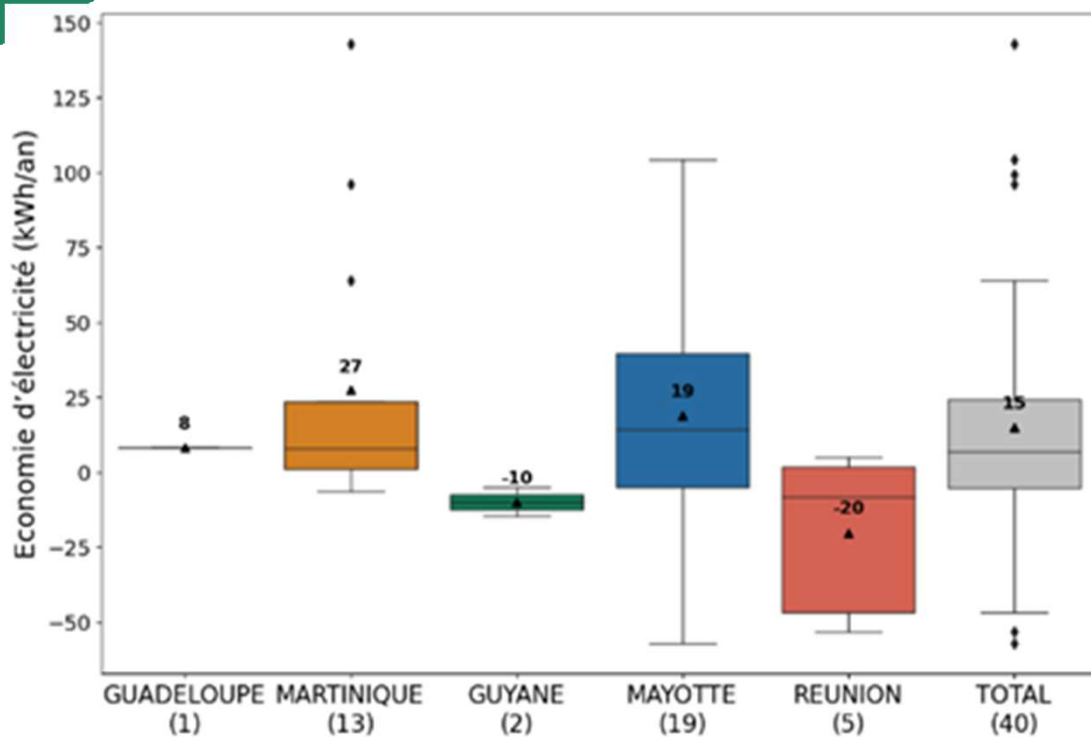


Economie relative en %

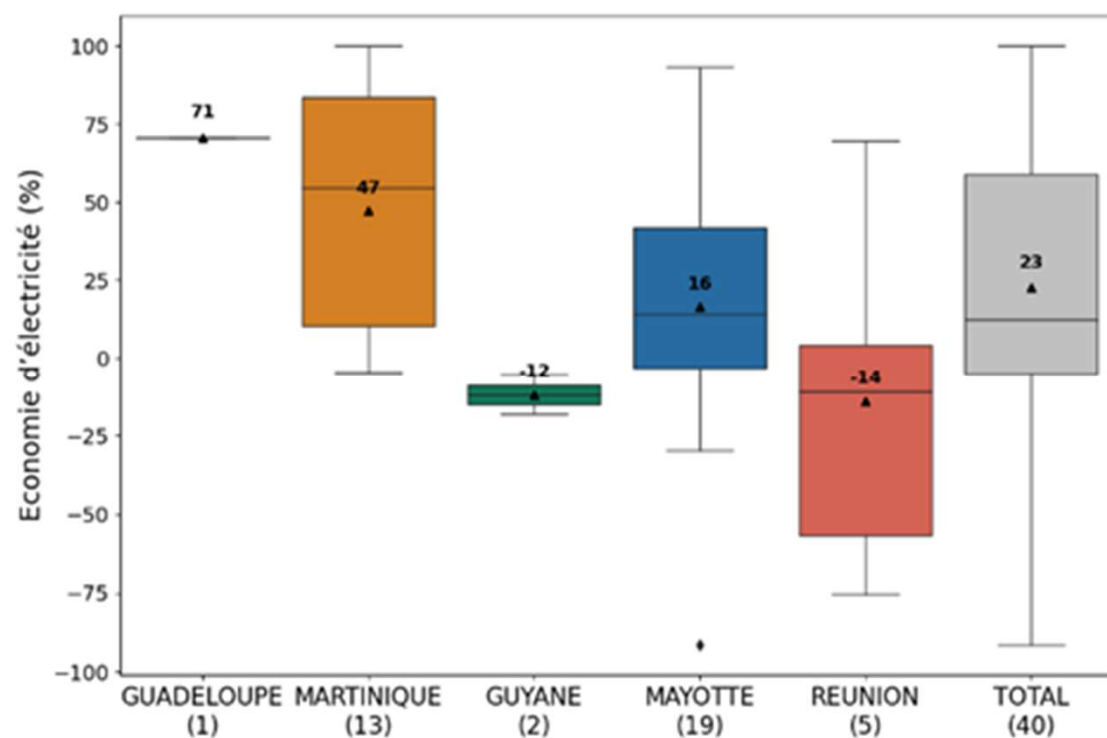


L'écogeste Suppression veille

Economie absolue en kWh/an



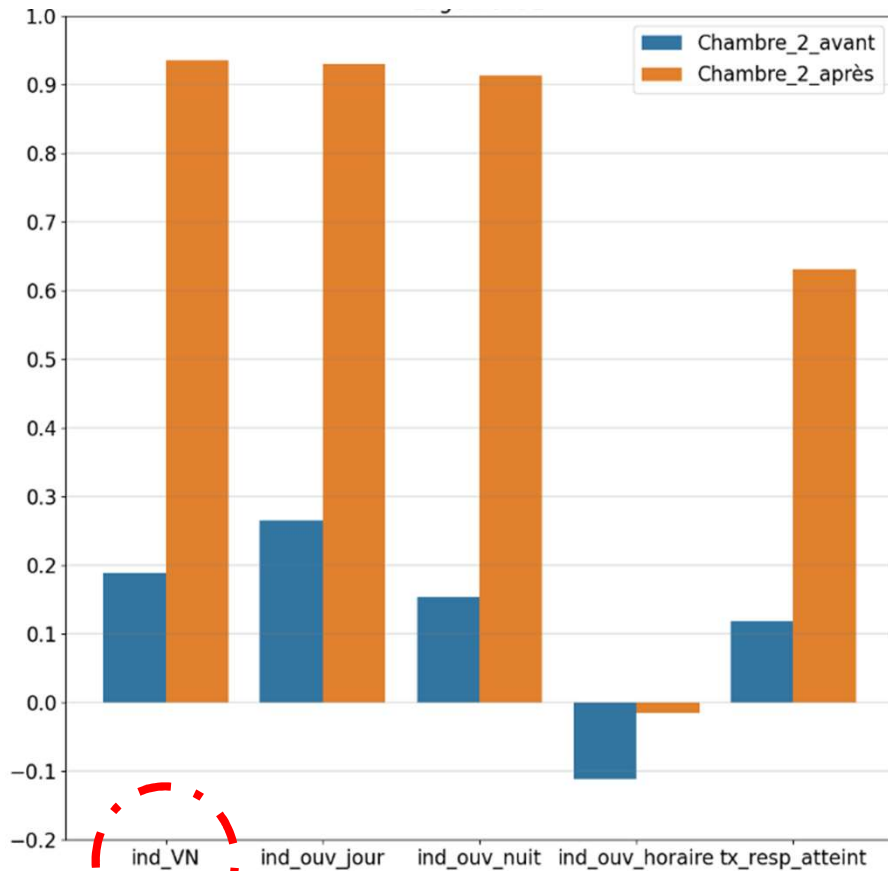
Economie relative en %



Ecogeste optimisation gestion des ouvrants 1/2

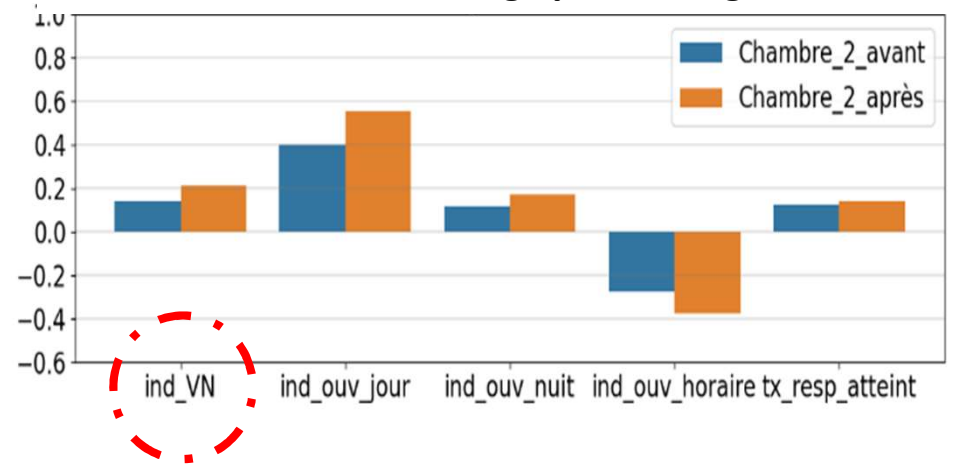
Logement 1

Intérêt déclaré du ménage pour l'écogeste FORT



Logement 2

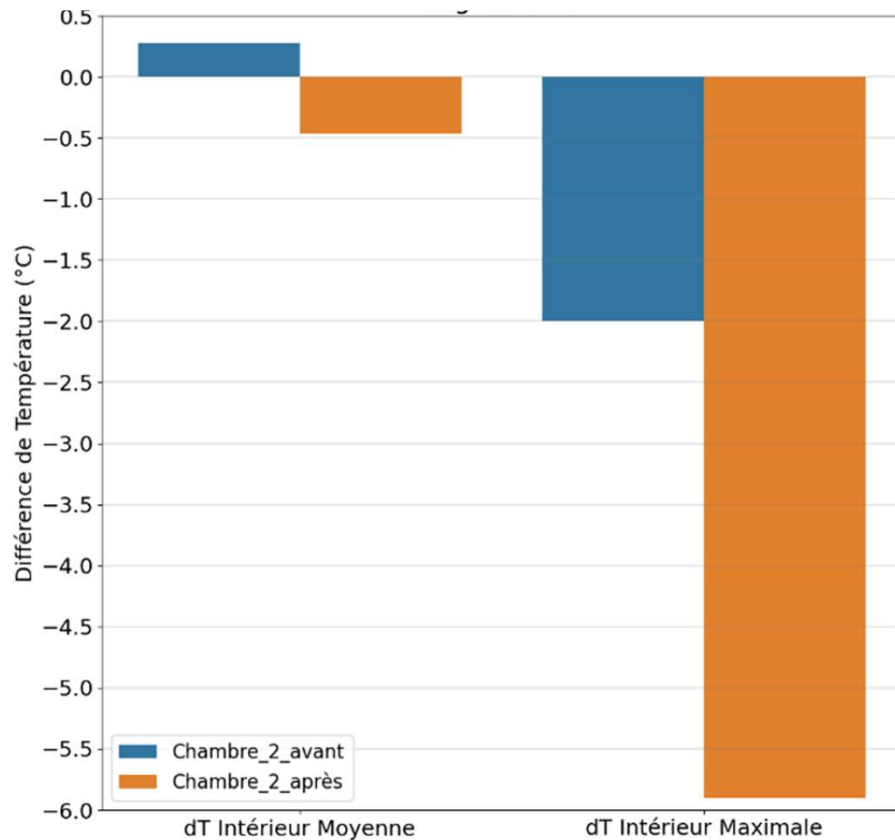
Intérêt déclaré du ménage pour l'écogeste FAIBLE



Ecogeste optimisation gestion des ouvrants 2/2

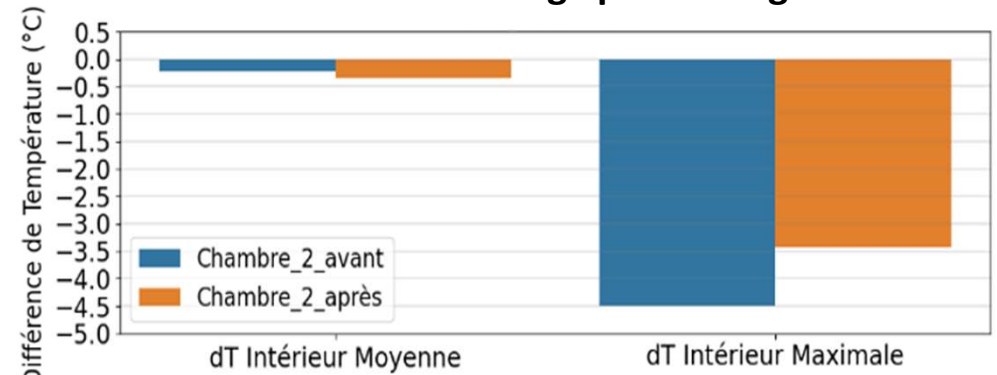
Logement 1

Intérêt déclaré du ménage pour l'écogeste FORT



Logement 2

Intérêt déclaré du ménage pour l'écogeste FAIBLE



C'est possible !


Synthèse

- Froid alimentaire : l'optimisation de l'usage et l'entretien ne génèrent pas d'économie
 - Le remplacement à iso taille des appareils de froid alimentaire est l'écogeste générant le plus d'économies d'électricité
 - Pour les écogestes relevant de l'optimisation de l'usage, ceux générant le plus d'économies d'électricité portent :
 - sur la **climatisation fixe**
 - puis les machines à laver (optimisation de la température des cycles)
 - puis **la veille** si on cible le fonctionnement permanent des téléviseurs avec un point de vigilance *sur l'acceptation*
 - La ventilation naturelle pourrait a priori être mieux exploitée pour améliorer le confort dans les logements
- Rapport de l'étude « Déploiement et évaluation de l'expérimentation d'écogestes - Livrable 3.3» disponible sur le site internet du programme, page Ressources (<https://ecco-dom.fr/ressources/>)

04. Synthèse




Synthèse globale

- L'étude du panel « Suivi au compteur » est une première, à notre connaissance, à cette échelle (environ 4000 logements privés et sociaux) de données des compteurs communicants électriques de logements des DROM.
 - Le suivi instrumenté des consommations d'électricité et des conditions de confort hygrothermique d'environ 200 logements sociaux répartis dans les 5 DROM et l'expérimentation d'écogestes associée représentent des études n'ayant, à notre connaissance, jamais encore pu être menées sur le parc social des 5 DROM à la fois.
 - Les connaissances produites par ces travaux sont disponibles pour accompagner les futures actions de maîtrise de la demande d'électricité des logements des DROM via notamment *la diffusion, le plus possible par une relation interpersonnelle, des écogestes relevés comme les plus performants en termes d'économies d'électricité.*
- 



Synthèse globale

- D'autres études menées dans cette partie 1 « Instrumentation » n'ont pu être présentées :
 - Etudes bibliographiques et état de l'art
 - Etude sociologique en partenariat avec l'Université de La Réunion auprès de certains ménages des logements instrumentés à La Réunion avant et pendant l'expérimentation d'écogestes
 - Etude PULSE d'analyse de la perception du confort par approche physico-sensorielle (18 personnes instrumentées pour mesurer leur température de peau et leur fréquence cardiaque pendant 7 jours à La Réunion parmi les locataires de logements instrumentés)

 - Tous les rapports des études sont disponibles sur la page Ressources du site internet du programme : <https://ecco-dom.fr/ressources/>
- 



Merci pour votre attention

Des questions ?



MAÎTRISE DES CHARGES ÉNERGÉTIQUES,
DE LA CLIMATISATION ET DU CONFORT
THERMIQUE EN OUTRE-MER
<https://ecco-dom.fr/>

Résultats Phase 2 « Pédagogie »





MAÎTRISE DES CHARGES ÉNERGÉTIQUES,
DE LA CLIMATISATION ET DU CONFORT
THERMIQUE EN OUTRE-MER
<https://ecco-dom.fr/>

Mot de conclusion



Mot de conclusion

- La Partie 1 « Instrumentation » a produit des connaissances disponibles pour accompagner les futures actions de maîtrise de la demande d'électricité des logements des DROM via notamment *la diffusion, le plus possible par une relation interpersonnelle, des écogestes relevés comme les plus performants en termes d'économies d'électricité.*
- Tous les rapports des études sont disponibles sur la page Ressources du site internet du programme : <https://ecco-dom.fr/ressources/>

Remerciement

➤ Un grand MERCI à :

- à EDF pour le financement de cette partie du programme et leur implication dans le recrutement du panel « suivi au compteur »,



- aux bailleurs sociaux et notamment à la Guadeloupe, SEMAG et SIKOA pour leur implication dans cette partie du programme et notamment le recrutement de certains de leurs locataires pour les panels « instrumentés »,



- aux relais locaux et notamment à la Guadeloupe, GreenAffair pour tout le travail de grande qualité mené sur les panels « instrumentés ».



Contacts



Maxime Raynaud

Chef de projet

maxime.raynaud@cstb.fr

Tél. : +33 (0)1 61 44 80 54

Port : +33 (0)6 28 19 33 89



Sabrina Mathiot

Directrice

s.mathiot@ushom.org

Port. : +33 (0)6 95 16 28 98