



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ADEME



AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE



CLÉS POUR AGIR

Étude des consommations énergétiques des logements martiniquais

Watt Smart

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : Théo Demaret (ADEME)

Rédacteurs : Gilles Guerrin, Tom Chabillon (WATT SMART)

Suivi communication : Solène Déchamps (ADEME)

Remerciements : Le comité de rédaction tient à remercier Enertech et Equinoxe qui ont participé à la campagne d'instrumentation servant de base au présent guide

Crédits photo : ADEME

Création graphique : Studio Pépite

Brochure réf. 012473

ISBN : 9791029723285 - Mai 2024 - 100 exemplaires

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, mai 2024

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

SOMMAIRE



CONTEXTE ET ENJEUX TERRITORIAUX

page 04

Le contexte énergétique martiniquais

page 05

Une grande campagne de mesure

page 06

Principaux enseignements territoriaux

page 08

LE BATI RESIDENTIEL MARTINICAIS

page 14

Confort et comportement thermique des logements

page 15

Le confort dans les logements

page 18

La qualité de l'air à l'intérieur des logements

page 20

Rénover pour améliorer le confort et baisser les factures

page 22

PROFILS DE CONSOMMATION ENERGETIQUE

page 23

Consommations moyennes des logements

page 23

Variations de la consommation énergétique

page 25

CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DES EQUIPEMENTS

page 27

Le froid alimentaire

page 29

La climatisation

page 32

La ventilation de confort

page 35

Eau chaude sanitaire

page 37

Audiovisuel – numérique et informatique

page 39

Autres usages domestiques mesurés

page 42

GLOSSAIRE

page 45

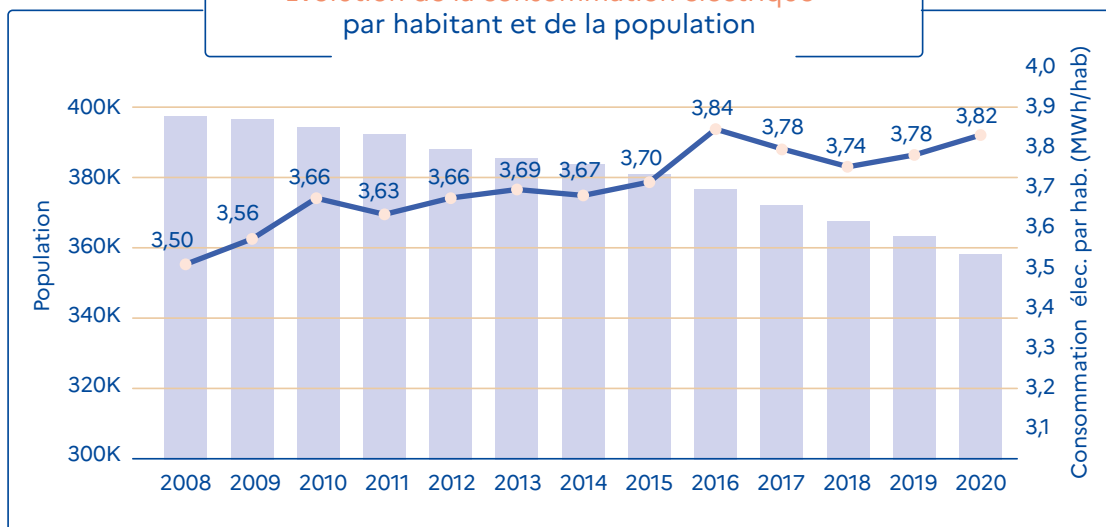
BOÎTE À OUTILS

page 46

CONTEXTE ET ENJEUX TERRITORIAUX



Évolution de la consommation électrique
par habitant et de la population



LE CONTEXTE ÉNERGÉTIQUE MARTINICAIS

Un bref historique du contexte énergétique en Martinique montre que la période 2010-2020 a été celle de la mise en œuvre des socles des politiques publiques en matière d'efficacité énergétique :

- Réglementations thermiques
- Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE*)
- Programmes de déploiement des énergies renouvelables
- Cadre de compensation de la petite MDE*.

Sur ces bases volontaristes, la décennie 2020-2030 devrait voir en Martinique la transformation du paysage énergétique avec la transition vers une économie décarbonée :

- pour la production, un mix électrique dominé par les énergies renouvelables,
- sur les volets de la consommation, l'amélioration des performances des bâtiments et la généralisation des technologies efficaces,
- enfin, l'amorce des mobilités durables.

La Martinique a une production d'électricité encore dominée par les énergies fossiles (environ 75% chiffres OTTEE* – 2020), engendrant d'importantes émissions de CO₂, de l'ordre de 10 fois la moyenne nationale par kWh produit.

La Martinique, comme l'ensemble des ZNI*, a pour objectif d'atteindre un mix électrique 100% renouvelable à l'horizon 2030. La Programmation Pluriannuelle de l'Energie définit les

modalités pour l'atteinte d'un tel objectif, avec notamment le développement de différents types d'énergies renouvelables mais également la réduction des consommations énergétiques du territoire. Aujourd'hui, les bâtiments représentent environ 90% des consommations électriques du territoire, réparti entre le résidentiel (44%) et les bâtiments tertiaires (45%). Un effort spécifique de sobriété et d'efficacité énergétique doit donc être réalisé dans ce domaine.

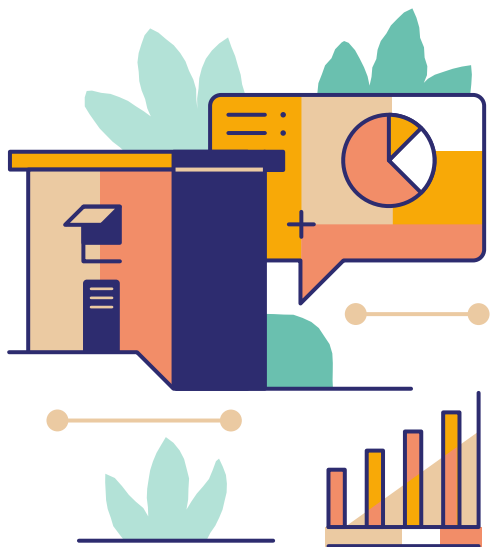
Avec plusieurs décennies de hausse importante, les consommations électriques globales du territoire se sont stabilisées depuis 2010 sous l'effet, d'une part, du fort ralentissement de la démographie et, d'autre part, de la généralisation en cours des technologies efficaces sur une partie des usages prédominants (climatisation inverter, chauffe-eau solaires, éclairage LED, ...).

A présent que cette stabilisation est atteinte, il s'agit de réduire ce niveau de consommation car la consommation par habitant continue d'augmenter. Cela constitue un défi d'une autre ampleur et nécessite de nouveaux moyens, en raison notamment de l'augmentation du taux d'équipement en climatisation dans les logements. Ce changement est indispensable pour atteindre les objectifs de la PPE, à savoir, avoir 100% de l'électricité du territoire d'origine renouvelable.

Afin d'agir efficacement sur la réduction des consommations électriques, il s'avère indispensable de mieux les connaître et les comprendre. La climatisation est-elle seule responsable ? Où se situent les autres gisements ? Des travaux ont déjà été menés sur les bureaux et les commerces en Martinique, mais le secteur du logement reste encore à étudier.

* Cf : Glossaire → p 45

UNE GRANDE CAMPAGNE DE MESURE



Afin de mieux comprendre la consommation électrique du logement résidentiel, l'ADEME, en concertation avec les membres du **PTME***, a lancé une vaste campagne de mesure sur 100 logements répartis entre la Martinique et la Guadeloupe. La mission s'est déroulée de 2020 à 2023 et a en partie été perturbée par le COVID-19. Elle a été menée par les bureaux d'études ENERTECH, WATT SMART et EQUINOXE.

Le présent guide s'appuie uniquement sur les résultats de la Martinique, les données de Guadeloupe n'ont pas été intégrées.

Il s'agit de la toute première étude de ce genre aux Antilles basée sur un panel représentatif du parc résidentiel qui consiste à faire des mesures de consommations réelles et de confort thermique (température et humidité dans les pièces) **sur une année entière**. A cela, a été ajouté des mesures sur la qualité de l'air dans les logements afin d'évaluer notamment la concentration en CO₂ dans les pièces climatisées et la présence des particules fines.



MÉTHODOLOGIE

Des critères ont été établis afin que les logements suivis soient représentatifs du parc martiniquais. Les principaux critères de représentativité retenus étaient : la localisation, la période de construction, le type de logement (individuel, collectif, social), le nombre de pièces et enfin la présence de certains équipements comme la climatisation ou l'eau chaude solaire. Les 50 ménages ont été recrutés à travers l'ensemble du territoire martiniquais. Sur l'échantillon retenu, 24 logements ont connu un suivi détaillé de chacune des consommations tandis que les 26 autres ont été instrumentés de manière simplifiée avec uniquement un suivi de la consommation électrique totale, ne permettant pas d'identifier la part de chaque usage.

Le déroulé de la campagne de mesure était le même pour chaque participant :

- **Visite du logement**
- **Relevé du bâtiment** (surface, orientation, protections solaires, isolation...)
- **Relevé des équipements** (nombre, âge, puissance...)
- **Questionnaire sur la gestion du logement, les habitudes...**
- **Pose de l'ensemble des capteurs**

Les 50 logements de Martinique ont été instrumentés pendant 12 mois entre février 2021 et février 2022. Les ménages qui ont participé à cette étude l'ont fait bénévolement, il s'agit d'un réel investissement personnel.

* Cf : **Glossaire** → p 45

DES LOGEMENTS RÉPARTIS SUR TOUT LE TERRITOIRE



Analyse des résultats

Toutes les données collectées ont dû être traitées et « nettoyées » afin d'identifier tout défaut de capteur, absence de mesure... Cette longue étape est indispensable pour garantir la fiabilité des résultats. Les données ont ensuite été mises en forme afin de faciliter leur analyse. De très nombreuses comparaisons et analyses de facteurs d'influence ont pu être réalisées tout en veillant à conserver à chaque fois une taille d'échantillon suffisante pour pouvoir extrapoler les résultats à l'ensemble du territoire.

Le présent guide constitue la synthèse de cette étude en reprenant les principales conclusions. Les résultats détaillés de l'étude et l'ensemble des graphiques sont consultables gratuitement en ligne, sur la librairie de l'ADEME ↓

librairie.ademe.fr

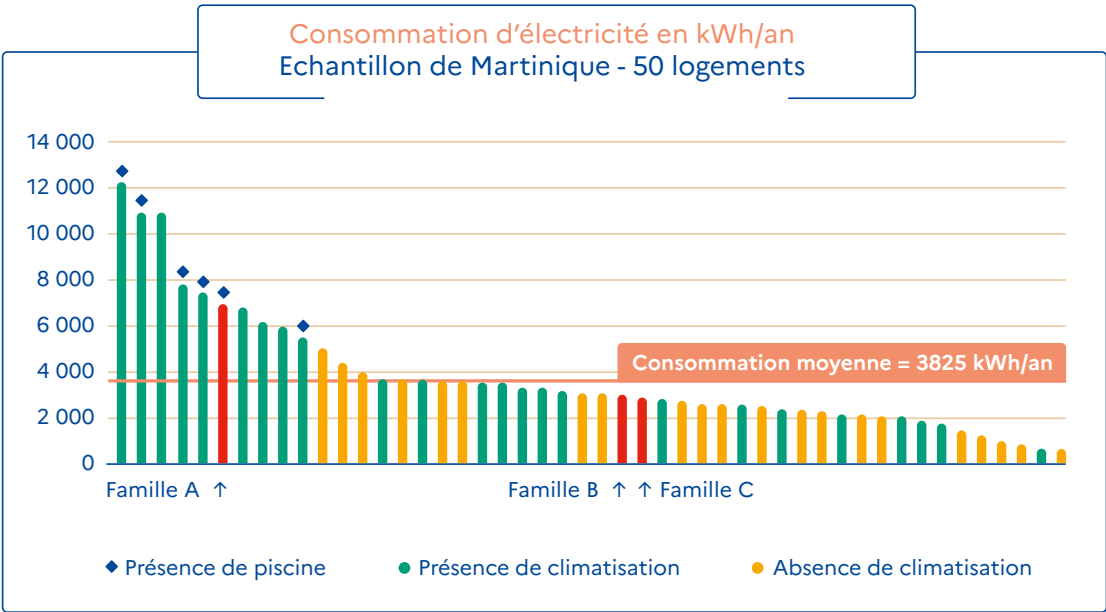


PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS TERRITORIAUX

La consommation moyenne des ménages martiniquais

La campagne de mesure confirme la consommation énergétique moyenne par logement qui était auparavant estimée à partir des données générales du fournisseur d'électricité. Ainsi, la consommation moyenne d'électricité des ménages étudiés est de **3 825 kWh/an** (environ 950€ en 2024) avec des valeurs allant de 652 à 12 305 kWh/an. Ces grandes disparités de consommations s'expliquent par des différences de taille entre les logements, de nombre d'occupants, du niveau d'équipements ou encore de comportements d'usage.

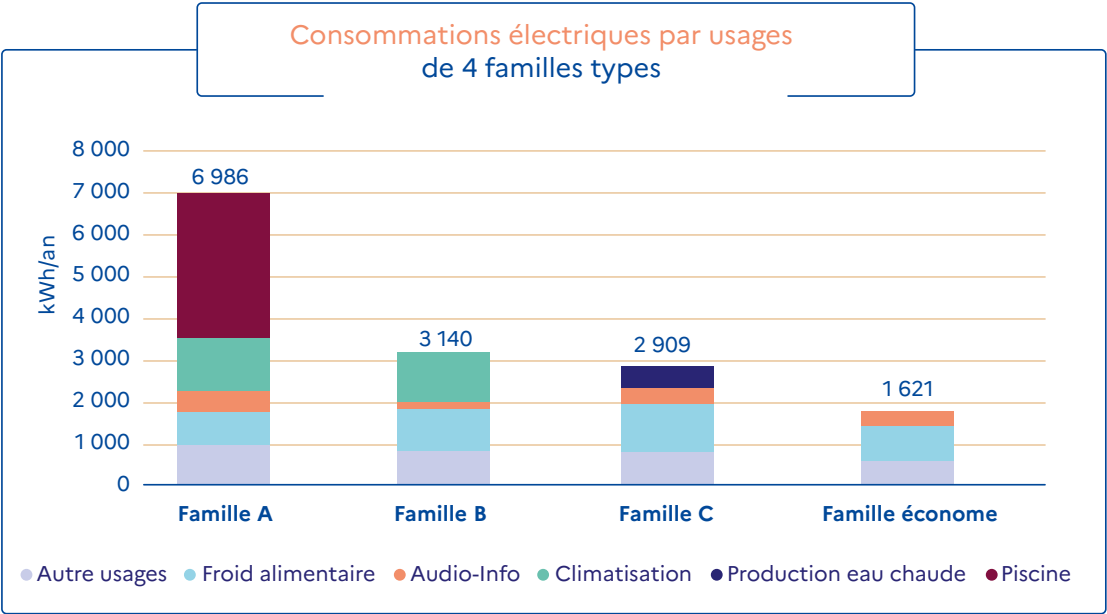
L'OTTEE, dans son bilan énergétique de la Martinique réalisé en 2020, a traité les données d'EDF à l'échelle territoriale, la consommation moyenne du secteur résidentiel en Martinique est de **3 400 kWh/an par foyer**. Il y a un écart de 11% entre ces données territoriales et les résultats de la campagne de mesure. Cet écart est faible et permet de valider la qualité de l'échantillon de l'étude.*



Dans ce graphique, on remarque la prédominance des logements équipés de piscines dans les ménages les plus énergivores. En revanche, dans la partie médiane de l'échantillon, la présence de climatisation n'apparaît pas comme un facteur de distinction entre les logements.

* Cf : Glossaire → p 45

Des profils de consommation variés



Afin de mieux comprendre ces disparités et toute la complexité de la consommation énergétique à l'échelle d'une population voici 3 cas réels et un cas exemplaire qui illustrent ces profils de consommation.

6 986
kWh/an

Famille A
Villa individuelle de 114 m²
avec piscine, 2 climatiseurs
et un chauffe-eau solaire

3 140
kWh/an

Famille B
Villa de 109 m²,
3 climatiseurs
et un chauffe-eau solaire

2 909
kWh/an

Famille C
Appartement de 40 m²,
aucun climatiseur
et un ballon d'eau chaude
électrique

1 621
kWh/an

Famille économe
Villa de 97 m², aucun
climatiseur (bonne
ventilation naturelle),
chauffe-eau solaire
et équipements de froid
alimentaire récents

La consommation d'un ménage dépend peu du type de logement, un petit appartement peut consommer autant qu'une grande villa.

La distinction entre les consommations repose principalement sur 3 facteurs :

- Le froid alimentaire
- La climatisation
- Et l'eau chaude sanitaire lorsqu'elle est électrique

C'est en agissant simultanément sur ces 3 piliers qu'un ménage peut baisser significativement sa consommation électrique, comme présenté ici avec la famille économe. Reste le cas particulier de la piscine qui double la consommation énergétique des foyers. Le recours au photovoltaïque pour l'alimentation des piscines est une alternative durable sur le plan énergétique pour réduire leur impact.

Un impact variable des équipements électriques

Le niveau de détail de la campagne de mesure a permis d'isoler la consommation réelle de tous les types d'équipement et de l'analyser. Ainsi, on connaît à présent la consommation **mesurée** d'un réfrigérateur, d'un lave-linge ou encore d'un climatiseur dans son usage en Martinique.

Equipement	Taux d'équipement des logements	Consommation moyenne par équipement (kWh/an)	Nbre équipements suivis
Réfrigérateur combiné	100%	582	33
Congélateur	56%	446	17
Climatiseur	34%	591	25
Ballon d'eau chaude électrique	38%	770	9
Téléviseur	96%	125	18
Box TV	38%	95	4
Box internet	79%	78	14
Plaques de cuisson électrique	50%	150	6
Four	83%	117	10
Ventilateur sur prise	62%	60	23
Lave-linge	96%	63	21
Lave-vaisselle	33%	153	8
Piscine	5%	3 155	6



Ce tableau reprend la consommation moyenne mesurée de chaque équipement et fait le lien avec le taux d'équipement du territoire, c'est-à-dire la part de ménages martiniquais qui disposent de cet équipement électrique. Par exemple, on note que la consommation moyenne d'un ballon électrique est élevée (770 kWh/an) mais que seulement 38% des ménages en sont équipés, les autres ayant un ballon solaire ou ne disposant pas de l'eau chaude sanitaire dans le foyer.

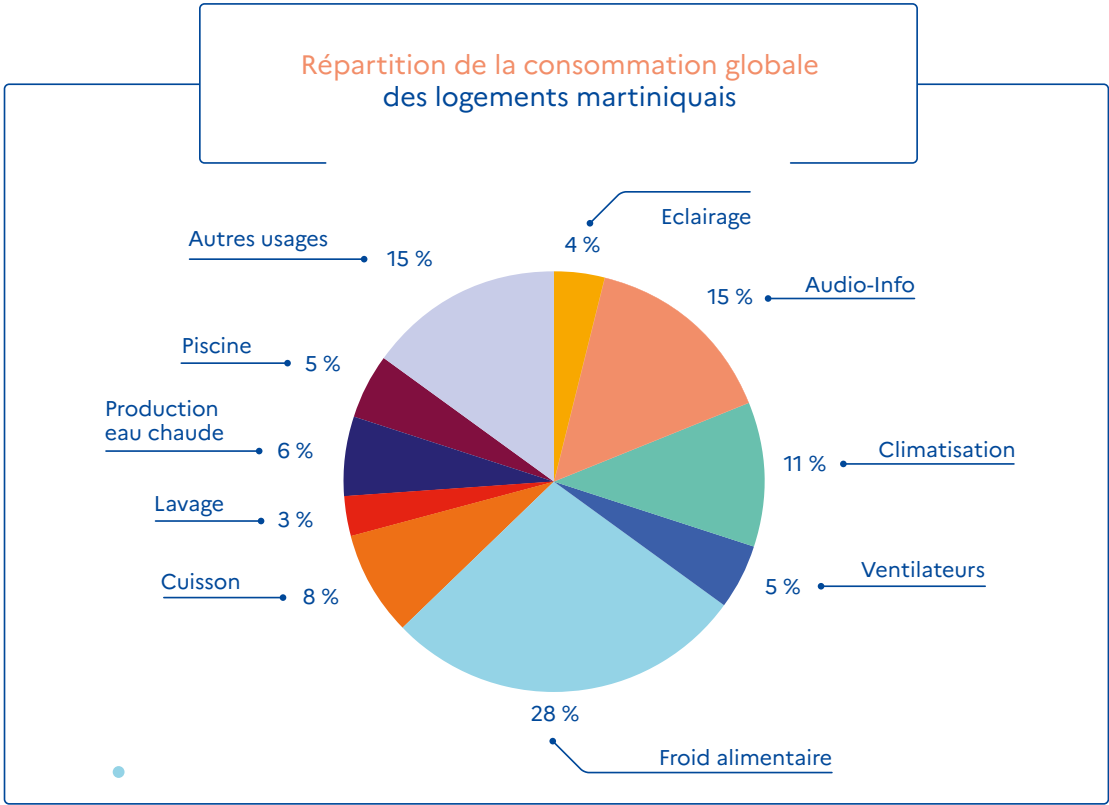
Le croisement des 2 données, à savoir le taux d'équipement et la consommation unitaire de l'équipement, va permettre de justifier la pertinence d'une action de politique publique visant à réduire l'impact énergétique de l'équipement en question.

L'étude fait ressortir l'importance du froid alimentaire (réfrigérateur et congélateur) dans la consommation énergétique des ménages. La consommation unitaire des équipements est importante (582 kWh/an pour le **réfrigérateur combiné***) et le taux d'équipement est très élevé, avec souvent plusieurs équipements par ménage.

* Cf : **Glossaire** → p 45

Avec une consommation unitaire à près de 600 kWh/an, cette campagne de mesure confirme également tout l'intérêt des politiques publiques visant à limiter la diffusion de la climatisation ou encore à faire disparaître le chauffe-eau électrique.

Pour illustrer l'impact énergétique de chaque équipement à l'échelle territoriale et ainsi faire ressortir ce lien entre consommation unitaire et taux d'équipement, l'étude a permis d'établir une représentation de la consommation d'électricité en fonction de chaque équipement.



Ce graphique n'est pas représentatif de la consommation énergétique d'un ménage mais est bien une moyenne à l'échelle territoriale. Par exemple, la piscine représente normalement la moitié des consommations énergétiques des logements qui en sont équipés, mais seule une petite partie des ménages en sont équipés, ce qui explique sa représentation à hauteur de 5% à l'échelle territoriale.

Il ressort de cette représentation, qu'à l'échelle territoriale, **le froid alimentaire représente 29% de la consommation d'électricité** dans le secteur résidentiel ce qui en fait, de loin, le 1er poste de consommation. La climatisation est en 3^{ème} position mais il s'agit d'équipement dont le taux d'équipement augmente le plus fortement. Sans

politique publique efficace, il y a fort à parier que la climatisation représentera le deuxième ou premier poste de consommation énergétique du territoire dans les prochaines années.

La consommation d'énergie de chaque poste sera détaillée dans la partie 4 du présent guide page 27.

Courbe de charge

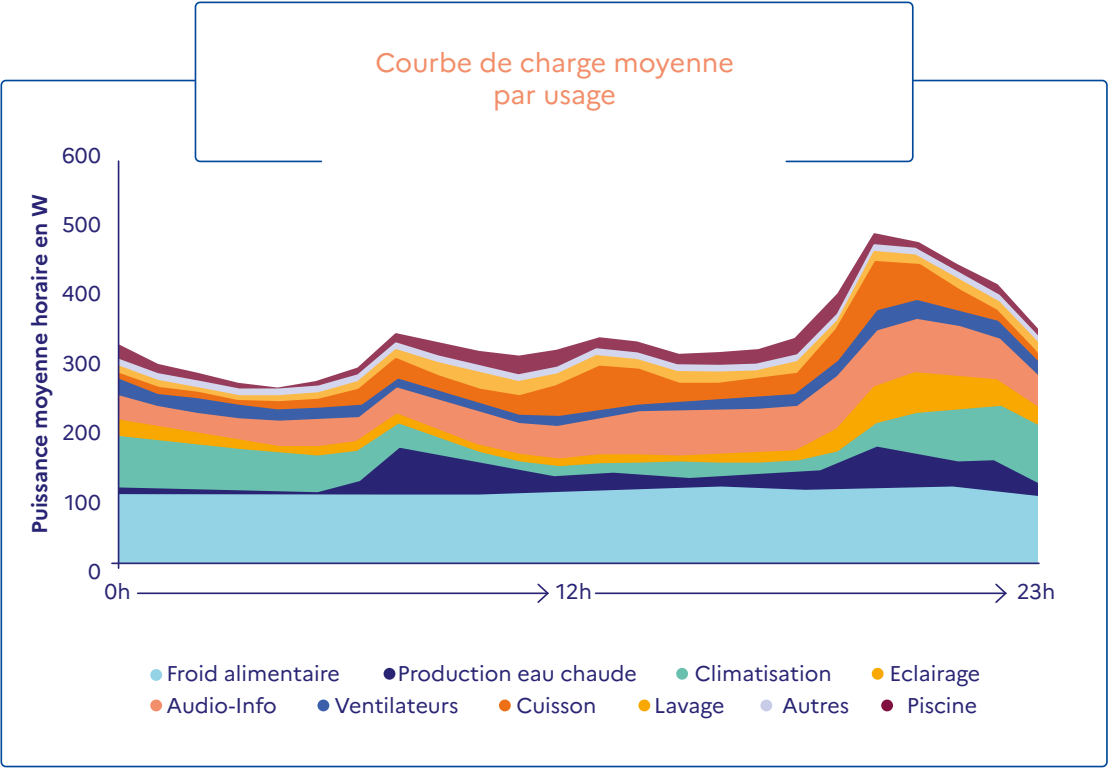
En ZNI, comme c'est le cas en Martinique, la courbe de charge du réseau électrique revêt un triple enjeu :

- La sécurisation de l'approvisionnement en électricité des clients
- L'impact environnemental de la production électrique
- Le coût de production de l'électricité

En effet, lors des pics de consommation, comme c'est généralement le cas le soir entre 18 et 21h lorsque les gens rentrent du travail, le réseau

électrique est soumis à rude épreuve. Durant ces pointes, il faut veiller à garantir l'approvisionnement à tous les clients ce qui nécessite d'utiliser des turbines à combustion (appelées TAC), qui sont d'importantes émettrices de gaz à effet de serre et dont le fonctionnement est particulièrement coûteux. Cela pousse les pouvoirs publics à identifier tous les leviers possibles permettant de réduire ces pics de consommation.

La campagne de mesure, financée et pilotée par l'ADEME, a permis d'établir la courbe de charge de chacun des ménages. Ces courbes de charges ont été moyennées sur l'année afin de distinguer des tendances et surtout de mesurer la part de contribution de chacun des types d'équipements.



On note que malgré des consommations générales faibles à l'échelle territoriale, l'eau chaude sanitaire électrique contribue à la pointe du soir. Il en va de même pour l'éclairage qui représente pourtant seulement 4% à l'échelle territoriale. Enfin, la mise en fonctionnement des équipements de cuisson électrique et des climatiseurs contribue à ce pic de consommation.

Réduire la consommation des équipements

La première action pour réduire la consommation énergétique des équipements électriques demeure **la sobriété** avec, en priorité, le nombre d'équipements et leur temps d'utilisation. La multiplication des équipements dans les foyers comme les réfrigérateurs ou encore les box télé, quelle que soit leur performance, entraînera mécaniquement une hausse de la consommation énergétique des ménages. La sobriété concerne également le choix de solutions non énergivores comme **l'eau chaude solaire, pour lequel un soutien financier doit se poursuivre**, ainsi que la diffusion des brasseurs d'air pour limiter le nombre d'heures d'utilisation de la climatisation ou en augmenter la température de consigne.

Le second type d'action concerne l'amélioration à l'échelle territoriale de la performance énergétique moyenne de chaque type d'équipement. La campagne de mesure ainsi qu'une **étude réalisée en Guadeloupe en 2023***, confirment par exemple que l'étiquette énergétique moyenne des réfrigérateurs est mauvaise (classe F ou G). Le remplacement progressif de ces équipements énergivores par des équipements plus performants réduira la consommation énergétique du secteur concerné. Des actions de politique publique doivent être menées pour accélérer la réduction de la consommation énergétique des ménages.

Ces actions à mener doivent se faire en s'assurant de limiter au maximum les effets rebond. Une incitation financière sur un équipement performant ne doit pas amener à un cumul de ces équipements, ni à une augmentation des besoins.

De même, **il est pertinent d'encourager les climatiseurs performants mais pas d'encourager la climatisation**. Il faut soutenir uniquement des équipements durables (avec une durée de vie importante), posés selon les règles de l'art avec notamment une bonne gestion des fluides frigorigènes qui sont d'importants contributeurs à l'effet de serre.

Enfin, le sujet des piscines est délicat à traiter car il s'adresse principalement à des ménages aisés, pour un besoin qui est non essentiel mais qui représente un impact significatif sur le réseau électrique.

Les actions prioritaires identifiées sont :

- La promotion de la sobriété et des écogestes
- L'amélioration de la performance des réfrigérateurs et des congélateurs
- La poursuite des actions visant à réduire la consommation énergétique de la climatisation, notamment le nombre d'équipements
- L'identification d'actions permettant de réduire l'impact grandissant du poste audio-info, notamment avec la multiplication des box
- La réduction de l'impact de la consommation des piscines via des pénalités financières, des équipements plus efficaces, l'utilisation d'énergie renouvelable...

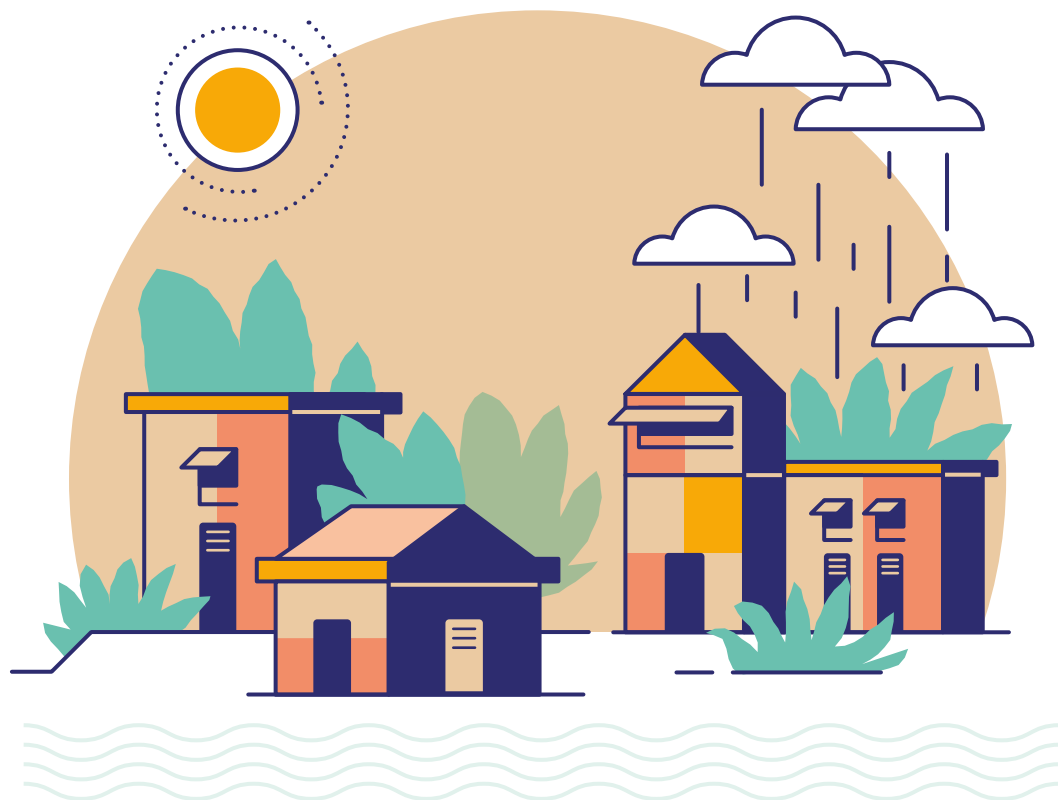


L'EFFET REBOND, C'EST QUOI ?

Il s'agit d'un terme désignant une action visant à économiser de l'énergie mais qui finalement entraîne une consommation plus importante. Par exemple, un ménage faisait très attention à l'utilisation de son vieux climatiseur pour économiser de l'énergie. Un ménage qui remplace un vieux climatiseur par un équipement très performant A+++ peut avoir tendance à davantage l'utiliser, puisqu'il est plus économe. Mais s'il reste allumé plus longtemps, l'énergie consommée au global augmente. C'est un effet rebond : une action qui vise à économiser de l'énergie, mais qui a le résultat inverse.

* Cf : Boîte à outils → p 46

LE BATI RESIDENTIEL MARTINICAIS



LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE MARTINICAISE

Depuis le 1er septembre 2013, toutes les constructions neuves de logements et de locaux tertiaires doivent respecter la Réglementation Thermique Martinique (RTM). Cette réglementation fixe différents niveaux d'exigence pour s'assurer de la construction de nouveaux bâtiments confortables et nécessitant peu de climatisation. Cette réglementation ne concerne pas les constructions existantes. Durant l'étude, des comparaisons ont été effectuées entre les calculs réglementaires théoriques et le confort mesuré dans les logements. Le détail de ces comparaisons est disponible dans le rapport complet de l'étude. Il en ressort qu'aucune corrélation directe n'a pu être établie entre valeurs RTM et valeurs mesurées, sur le confort thermique ou sur les consommations d'énergie. Ceci est probablement dû à l'importance du comportement des usagers.

CONFORT ET COMPORTEMENT THERMIQUE DES LOGEMENTS

En climat tropical humide, le niveau de confort hygrothermique d'une personne est compris entre 20 °C et 32 °C. Plusieurs paramètres vont influencer sur ce confort, à savoir :

- Le **métabolisme**, qui est la production de chaleur interne au corps humain permettant de maintenir celui-ci autour de 36,7°C.
- L'**habillement**, qui représente une résistance thermique aux échanges de chaleur entre la surface de la peau et l'environnement.
- La **température ambiante** de l'air.
- La **température moyenne des parois** de son logement.
- L'**humidité**.
- La **vitesse de l'air**, qui influence les échanges de chaleur.

En Martinique et en climat tropical en général, **l'objectif est d'empêcher la surchauffe du bâtiment par rapport à la température de l'air ambiant, notamment sous l'effet du rayonnement solaire**. La conception de l'espace sera différente s'il fonctionne en ventilation naturelle ou s'il est climatisé.

- **Espace non climatisé** : il doit **empêcher le rayonnement solaire de rentrer**. Le bâtiment doit permettre d'éviter toute accumulation de chaleur en **favorisant la circulation de l'air entre l'intérieur et l'extérieur**. L'objectif est qu'il fasse la même température dans le bâtiment, que dehors à l'ombre sous un arbre et que l'air puisse circuler pour apporter une sensation de fraîcheur.

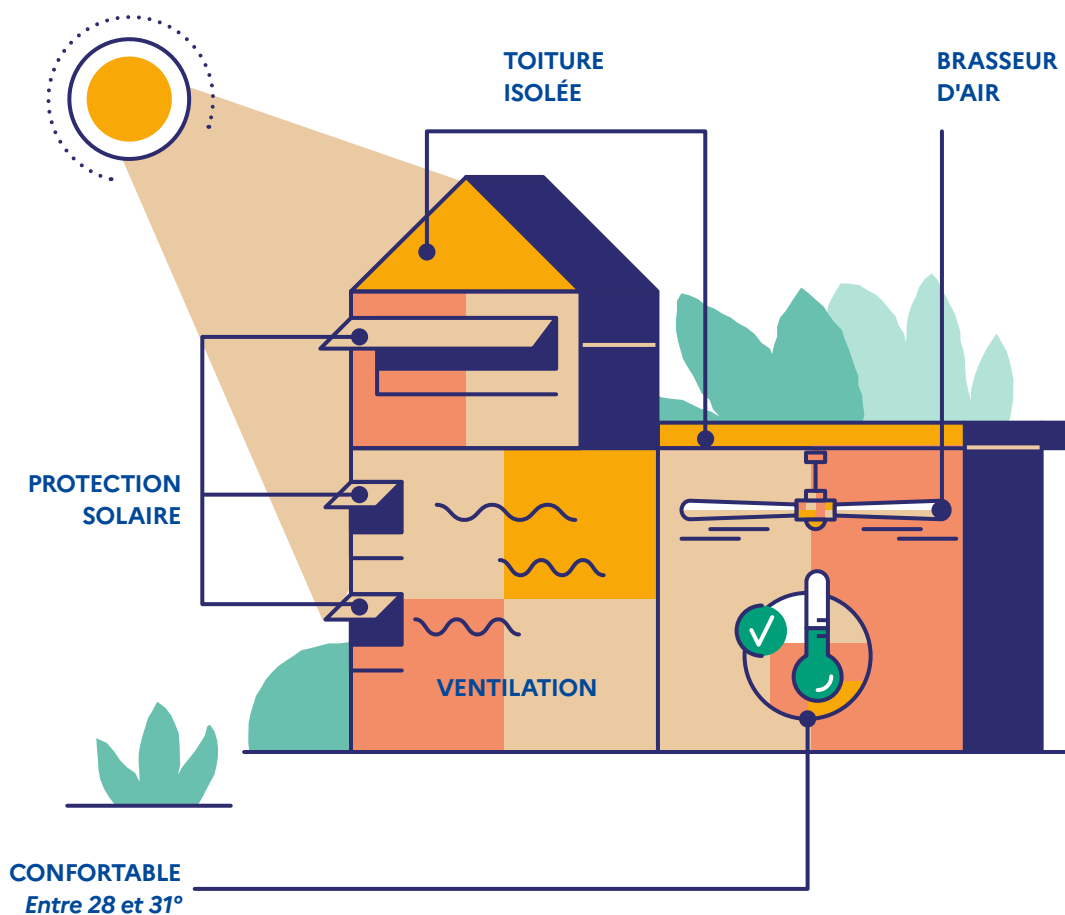
- **Espace climatisé** : il doit empêcher le rayonnement solaire de rentrer et en plus limiter au maximum l'entrée d'air extérieur. L'objectif est d'avoir un **espace presque hermétique** afin que la climatisation permette d'avoir une température intérieure inférieure à la température extérieure tout en garantissant un air sain aux occupants.

Il est donc très difficile de transformer un bâtiment conçu pour la ventilation naturelle en bâtiment climatisé.

Dans un logement de plain-pied, la toiture est la première source d'apport de chaleur. Dans les bâtiments de plusieurs étages comme les immeubles collectifs, l'importance de la toiture se réduit au profit des murs et des fenêtres.

La chaleur se transmet à l'intérieur du bâtiment principalement par le rayonnement solaire : les rayons du soleil chauffent l'intérieur du logement et l'ensemble de l'enveloppe (toiture, murs...). C'est généralement le phénomène majoritaire. Il faut également prendre en compte la chaleur qui provient des apports internes : la chaleur dégagée par les occupants, les équipements comme les appareils de cuisson, le réfrigérateur, ...

En ayant un logement bien conçu, ventilé et équipé de brasseurs d'air, on peut se sentir en situation de confort toute l'année, sans recourir à la climatisation.



LA THÉORIE DU MANGUIER

Pour se représenter ce qu'est un bâtiment performant en climat tropical, les spécialistes évoquent souvent la théorie du manguier. En effet, à l'ombre d'un manguier, avec une légère brise de vent, il y fera bon toute l'année. Le logement doit être pensé de la même manière, en apportant une ombre rafraîchissante toute la journée et en laissant circuler l'air pour qu'on se sente en situation de confort.

MISE EN LUMIÈRE DU PROJET COCO

L'étude COCO, réalisée de 2021 à 2023, démontre que les référentiels utilisés pour définir le confort thermique ne sont pas adaptés aux Outre-mer. Cette notion est subjective et se base sur le ressenti des occupants, mais n'avait pas été adaptée à la perception du climat par la population locale.

Ce travail de recherche, **co-financé par l'Agence Qualité Construction (AQC) et l'ADEME**, s'appuie sur l'étude de plus de 4 000 questionnaires de ressenti de confort au sein d'édifices de la Martinique et de Mayotte. Des relevés précis de température, humidité et vitesse de l'air ont été associés à chaque témoignage.

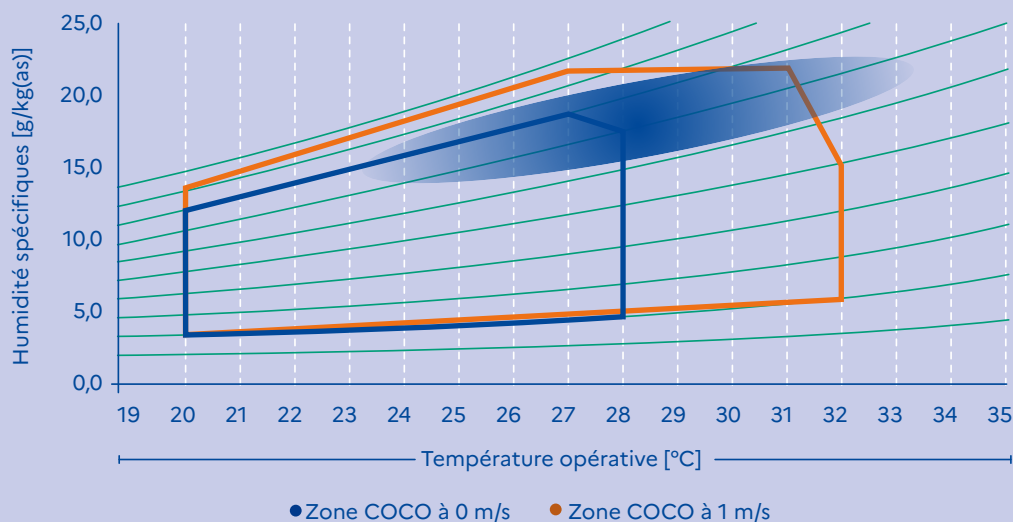
Les habitants acclimatés aux conditions de chaleur et d'humidité tropicales, manifestent un ressenti

de confort différent des résidents de climats tempérés. La tolérance est de 2°C supplémentaires en moyenne, notamment lorsque la ventilation est satisfaisante.

L'étude révèle que 83% des personnes sondées déclarent se sentir en situation de confort avec une vitesse d'air nulle ou très faible (moins de 0,2 m/s) pour une température de 28°C et une hygrométrie pouvant atteindre 80 %.

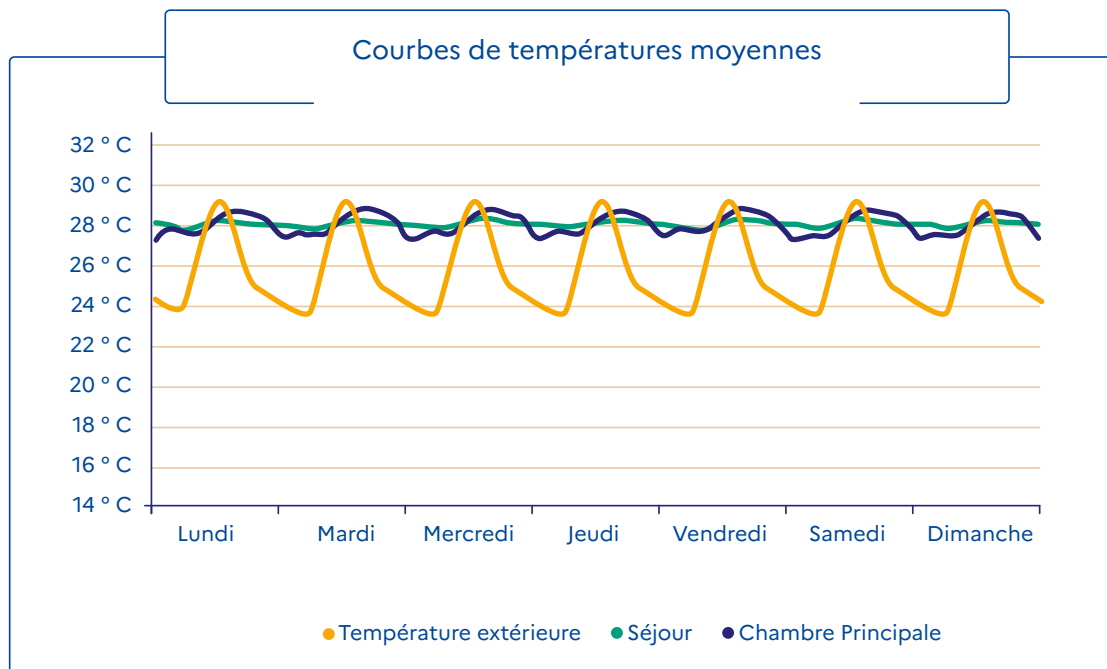
Avec une vitesse d'air de 0,5 à 1 m/s, soit les conditions de ventilation sous un brasseur d'air, 85% des personnes se considèrent en conditions de confort thermique jusqu'à 31°C pour un taux d'humidité compris entre 65 et 75%.

Répartition des enquêtes sur le diagramme de l'air humide avec zones de confort COCO



Appliqué à un logement suivi dans la campagne de mesure, cela revient à dire que le logement étudié est confortable 99% du temps dès lors que la ventilation est suffisante (1m/s) alors qu'auparavant on aurait estimé ce niveau de confort à seulement 81% du temps.

LE CONFORT DANS LES LOGEMENTS



Ces mesures ont permis de faire ressortir qu'il est fréquent, comme dans ce logement, qu'il y ait une surchauffe par rapport à l'air extérieur, notamment la nuit. Il y fait souvent 2 à 4°C de plus.

En plus de la consommation énergétique, la campagne de mesure a permis de suivre le confort thermique dans les logements durant une année. Tous les logements ont été instrumentés avec à minima 2 sondes de température/humidité dans le séjour et dans la chambre principale. De plus, des sondes ont été installées en extérieur sous un abri pour obtenir les conditions extérieures. Elles ont été réparties pour couvrir plusieurs zones climatiques du territoire.

Pour évaluer le confort dans les logements, il a été considéré dans l'étude qu'en dessous de 28°C l'occupant était en situation de confort, entre 28 et 30 °C le confort était dégradé mais acceptable dans un logement bien ventilé et au-delà de 30°C l'occupant était en situation d'inconfort. Sur l'ensemble de l'échantillon, l'inconfort mesuré est faible avec une moyenne à 4% du temps. Les espaces de vie et de nuits sont globalement confortables toute l'année, à condition d'être bien ventilés ou de disposer d'un équipement de ventilation (ventilateur sur pied ou brasseur d'air).



Facteurs d'influence des conditions de confort

Un des objectifs de ces mesures était d'identifier les principaux facteurs d'influence qui contribuent au confort dans un logement. Malheureusement, la grande diversité de paramètres au regard de la taille de l'échantillon n'a pas permis de mettre en relief tous les facteurs d'influence.

Pour autant, on observe un fort impact de l'altitude sur le niveau de confort thermique. **Même si la taille de l'échantillon est faible au-delà de 200m, on peut conclure**

qu'à partir de cette altitude l'inconfort thermique n'est plus un enjeu majeur.

Bien qu'il y ait plusieurs paramètres qui rentrent en ligne de compte, l'étude montre également une tendance en fonction de la typologie des logements. Les logements collectifs apparaissent moins confortables que les logements individuels. Sur l'échantillon de logements étudiés sur cette campagne de mesure, ce phénomène est plus fortement marqué sur le parc social.

	Part du temps où la température dépasse 28 °C		
Selon l'altitude	En dessous de 100m	Entre 100 et 200 m	Au-delà de 200 m
	45%	21%	6%
Selon le type de logement	Immeuble collectif social	Immeuble collectif privé	Logement individuel
	44%	35%	30%
Selon la porosité du logement	Faible porosité (<10%)	Porosité moyenne (10 à 20%)	Bonne porosité (>20%)
	36%	39%	25%

Dernier point, la porosité qui caractérise la capacité d'un logement à laisser passer le vent et donc évacuer la chaleur. La porosité moyenne des logements a été calculée en divisant la surface de baies par rapport à la surface de mur sur la deuxième façade la plus ouverte. Sur l'échantillon étudié, les logements avec une grande porosité (>20%) sont

plus confortables. En revanche il n'y a pas de différence significative entre les logements avec une faible porosité (<10%) et une porosité moyenne (10 à 20%). Cela montre que la porosité ne suffit pas à garantir un bon niveau de confort : la bonne utilisation des ouvrants par l'occupant est elle aussi impactante.

LA QUALITÉ DE L'AIR À L'INTÉRIEUR DES LOGEMENTS

Le taux de CO₂



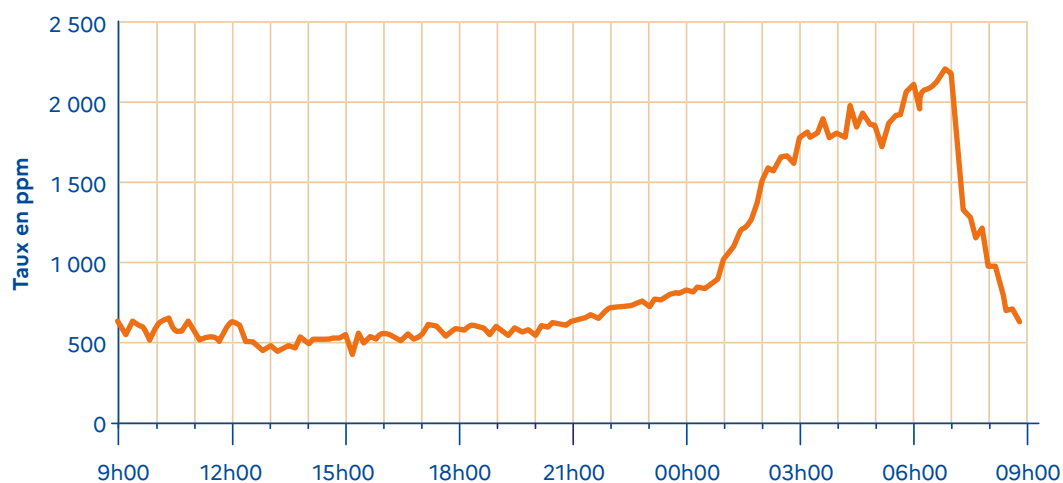
La campagne de mesure a également permis d'évaluer la qualité de l'air à l'intérieur d'une partie des logements. Les mesures de qualité de l'air ont été réalisées sur de courtes périodes et non sur une année entière comme la température ou encore les consommations électriques. Les principales données exploitables ont été celles sur le taux de concentration en CO₂.

Taux de CO ₂	Qualification
350 - 400 ppm	Niveau environnement extérieur
1000 ppm	Niveau intérieur maximum recommandé
1000 - 2000 ppm	Signe de fatigue et concentration réduite
2000 - 5000 ppm	Maux de tête potentiels
> 5000 ppm	Nausée et accélération du rythme cardiaque
> 15 000 ppm	Problème respiratoire



Ci-dessus le tableau précise les effets possibles sur la santé en fonction du taux de CO₂.

Taux de CO₂ dans une chambre climatisée sur une journée



Voici l'évolution de la concentration en CO₂ dans une chambre climatisée :

Dans ce logement, pendant la journée (de 9h à 21h), les taux de CO₂ sont à des niveaux normaux. A partir de 22h, ce taux augmente progressivement pour atteindre un maximum en fin de nuit vers 7h à plus de 2000 ppm ce qui a un impact sur la santé.

Ces chiffres, que l'on retrouve dans de nombreux logements climatisés, poussent à faire évoluer les pratiques. En effet, par souci d'éco-

nomie d'énergie, il est généralement recommandé de calfeutrer au maximum les pièces climatisées et dans le cas présent les chambres. Or, les résultats de ces mesures montrent que cela n'est pas sans risque pour la santé. Une piste est de rendre les chambres moins étanches, ce qui augmenterait légèrement les consommations d'énergie de climatisation, ou de favoriser une solution de ventilation.

RÉNOVER POUR AMÉLIORER LE CONFORT ET BAISSER LES FACTURES

Quels travaux pour quelles économies ?



Si la campagne de mesure n’a pas permis de quantifier exactement les apports de certains travaux sur les consommations énergétiques, il n’en demeure pas moins indispensable d’améliorer la performance des logements. Il est nécessaire que les occupants disposent d’un logement confortable tout au long de l’année avec de faibles besoins énergétiques. Un logement bien conçu permet de limiter voire de se passer complètement d’un recours à la climatisation.

Réalisation des travaux	Réduction de la consommation de la climatisation	Amélioration du confort
Isolation de toiture	15%	50%
Changement de couleur de toiture (de sombre à claire)	20%	40%
Protection solaire des fenêtres	15%	20%
Changement de couleur des murs (de sombre à clair)	10%	20%
Isolation des murs donnant sur l'extérieur	10%	Défavorable
Remplacement des climatiseurs anciens	30%	-
Mise en place de brasseurs d'air	20%	40%



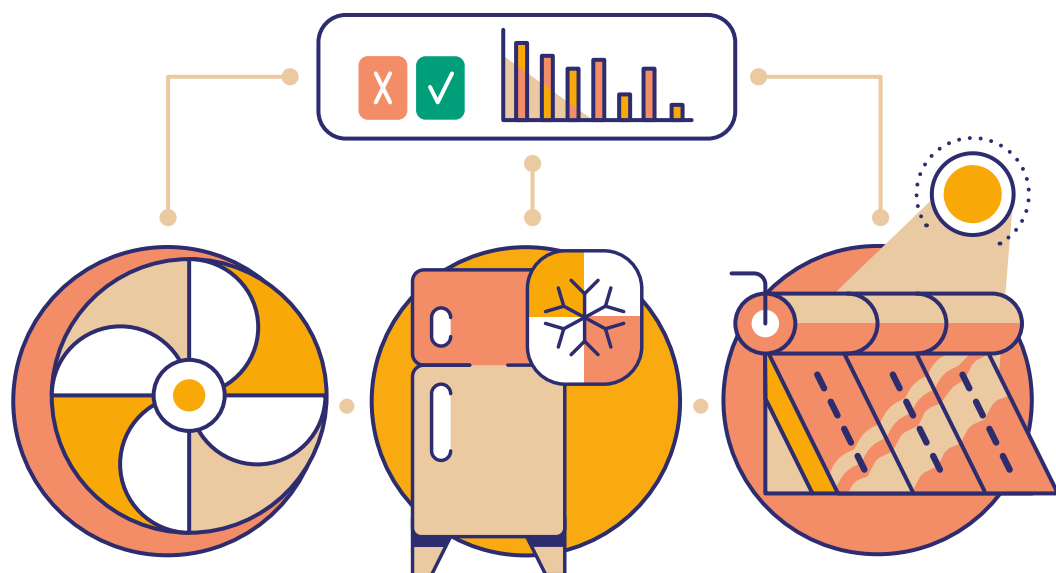
Le tableau ci-dessus, basé sur l’outil Makazrénov (makazrenov.com), présente des estimations de réduction de la consommation de climatisation et de l’amélioration du confort pour les différents types de travaux dans le logement individuel. Concernant l’amélioration du confort, les pourcentages indiquent la réduction du temps où l’occupant se sent en situation d’inconfort thermique.

Le programme ECCO DOM qui s’est déroulé en parallèle de 2021 à 2023 a également permis de recueillir de précieuses informations sur le comportement des bâtiments et les consommations énergétiques en climat tropical. Pour en savoir plus →

ecco-dom.fr



PROFILS DE CONSOMMATION ENERGETIQUE



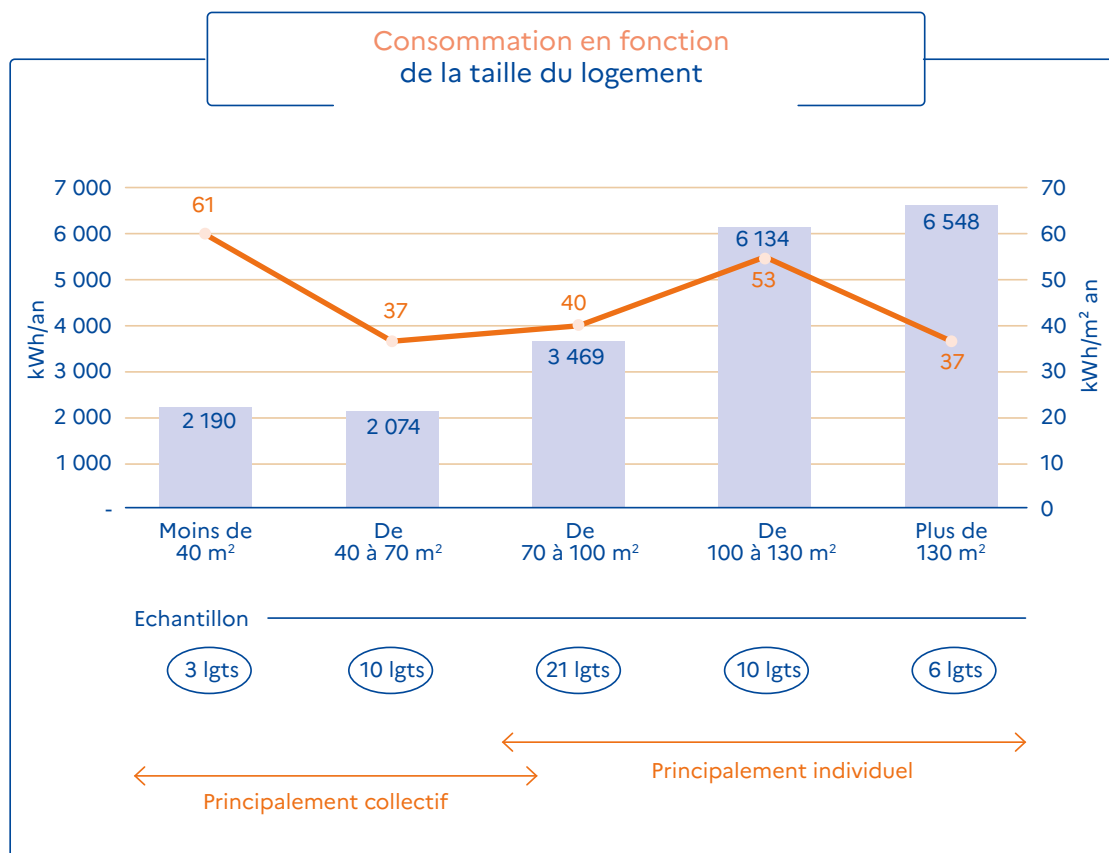
CONSOMMATIONS MOYENNES DES LOGEMENTS

La campagne de mesure a permis de mettre en lumière la grande disparité de consommation électrique des logements. Sur l'échantillon étudié, bien que la moyenne s'établisse à 3 800 kWh/an, les valeurs varient de 650 à 12 300 kWh/an. De nombreux facteurs expliquent ces différences (taille du logement, nombre d'occupants...) mais cette étude permet d'ores-et-déjà de définir de premières tendances.

Rapportée à la surface utile du logement, la **consommation moyenne annuelle est de 43 kWh/m².an** en allant de 10 à 96 kWh/m².an. Dans

l'Hexagone, la consommation d'électricité tous usages est de 54kWh/m².an mais de 36 kWh/m².an si on exclut le chauffage (source panel Elecdom ADEME/RTE).

Une autre manière de d'évaluer ces consommations consiste à les rapporter au nombre d'occupants. Celui-ci doit être pondéré car une partie des utilisations est commune. Sur la base de ces coefficients, la consommation moyenne annuelle par personne est de **1 939 kWh/pers.an** en allant de 652 à 4 932 kWh/pers./an.



Sans surprise, **plus les logements sont grands plus les consommations absolues sont importantes, cela vaut pour les appartements et les maisons**. Les logements de plus de 100m², **qui sont uniquement des maisons individuelles**, consomment en moyenne 3 fois plus que les logements de moins de 70 m². Cela s'explique aussi par la présence des piscines dans certaines maisons qui ont dans la majorité des cas une surface supérieure à 100 m². Les logements de moins de 40 m² sont ceux qui ont la consommation par mètre carré la plus élevée, car certains usages ne dépendent pas de la taille du logement (exemple : eau chaude sanitaire). En cas de mise en œuvre de nouvelles réglementations dans le logement, il faudra veiller à prendre en considération cette diffé-

rence de consommation, notamment pour ne pas pénaliser les logements de petite surface avec un seuil unique en kWh/m².

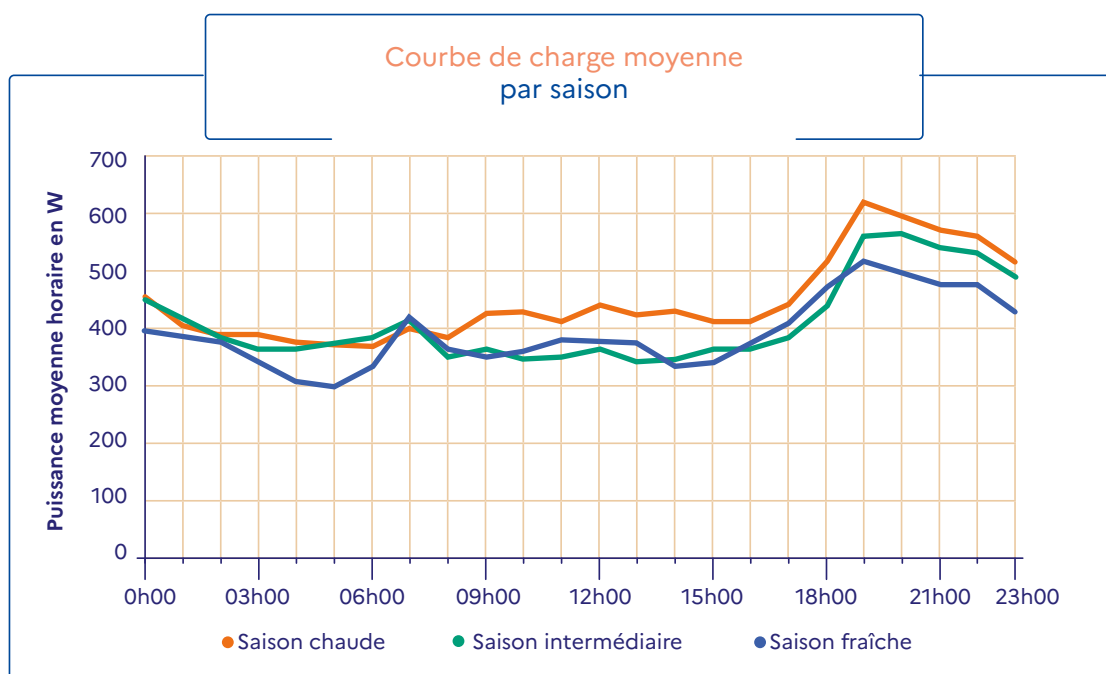
Au-delà de la surface des logements, les consommations ont été analysées au travers de différents paramètres : zone climatique, altitude, période de construction, isolation de toiture... Ces différents critères font ressortir que les principaux facteurs d'influence de la consommation d'un logement ne sont pas liés aux caractéristiques du logement mais bien à l'occupant : le choix des équipements, leur taux d'utilisation... Différentes actions existent ou sont en cours de développement pour encourager les ménages à faire évoluer leurs comportements pour réduire leur consommation.

VARIATIONS DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

Comme indiqué, en Martinique, la variation de la consommation énergétique influe fortement le réseau électrique au point de menacer la sécurisation de l'approvisionnement, le coût de production et l'impact environnemental. L'analyse de cette variation de la consommation était un des principaux attendus de l'étude. Mieux connaître la consommation permet d'adapter la production y compris pour

intégrer des énergies renouvelables comme du solaire en autoconsommation. A partir des mesures de consommations horaires effectuées sur le compteur général EDF lors de la campagne de mesure, il a été possible d'établir la courbe des logements mais également sa composition. Ce traitement des données a également permis d'établir une saisonnalité de la consommation.

Courbe de charge de la consommation électrique

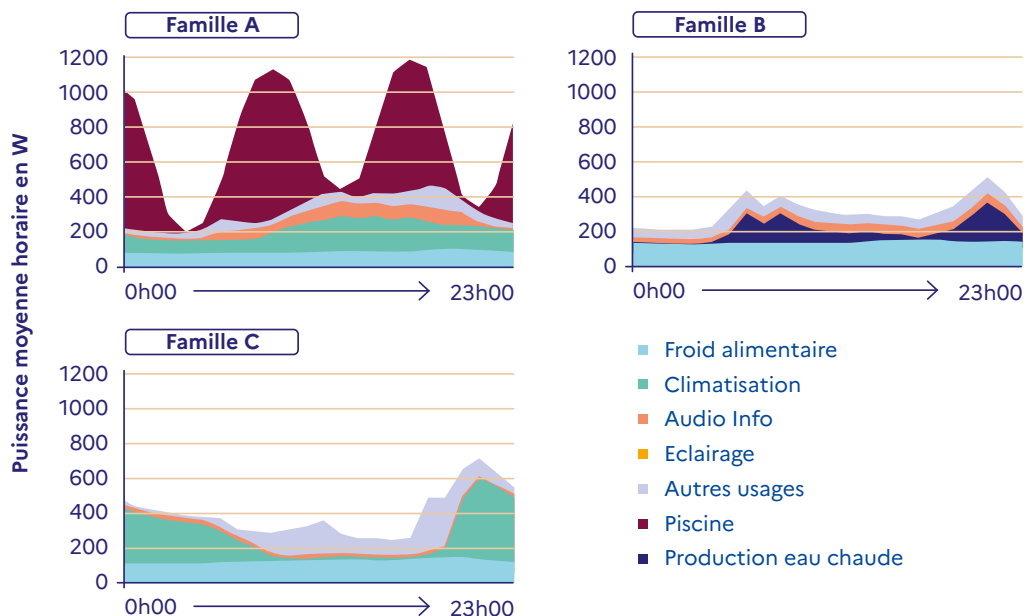


On note une pointe du soir plus élevée ainsi qu'une consommation générale légèrement plus haute dès 8h et tout au long de la journée. Enfin, ces courbes soulignent l'absence de baisse en fin de nuit (de 3h à 6h du matin) qui est très marquée en saison fraîche. Il y a une réelle saisonnalité dans la courbe de charge et les consommations énergétiques associées. Il est fréquent en septembre et en octobre qu'il y ait des « pannes d'alizés » entraînant une augmentation de la température et une absence

de vent. Cette surchauffe pousse les ménages à utiliser davantage leur climatisation et entraîne également une surconsommation des équipements de froid alimentaire.

Pour autant, si ces courbes de charge territoriales définissent une tendance générale, elles ne reflètent pas les grandes disparités qu'il peut y avoir d'un logement à un autre et même d'une journée à une autre.

Courbe de charge moyenne des 3 familles types



Voici 3 exemples issus de la campagne de mesure, déjà abordés en page 9 :

**6 986
kWh/an**

Famille A

Villa individuelle de 114 m²
avec piscine, 2 climatiseurs
et un chauffe-eau solaire

**3 140
kWh/an**

Famille B

Villa de 109 m²,
3 climatiseurs
et un chauffe-eau solaire

**2 909
kWh/an**

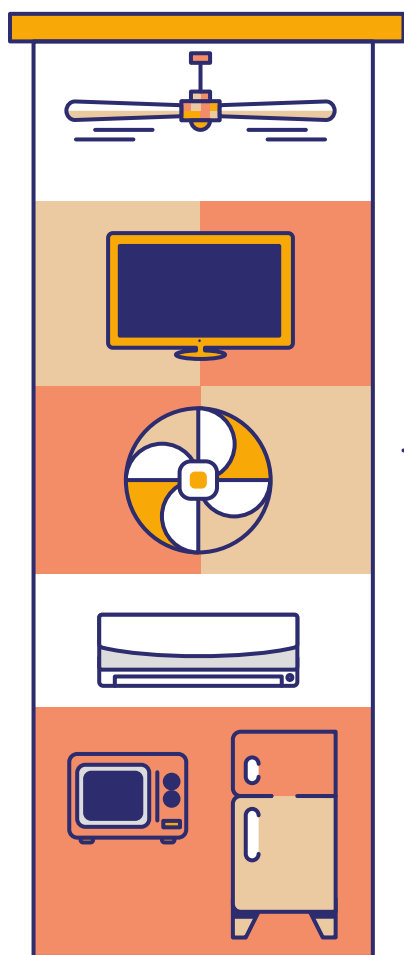
Famille C

Appartement de 40 m²,
aucun climatiseur
et un ballon d'eau chaude
électrique

Cette comparaison met en avant les disparités qu'il y a entre les familles dans les profils de consommation. Si on note généralement une hausse en fin de journée, on observe que certains équipements comme la piscine, la climatisation ou encore le chauffe-eau électrique vont impacter la courbe de charge du logement.

Si on étudie les profils de consommation à l'échelle d'une journée sur un logement, les courbes précédentes étant moyennées sur une année, on note une grande fluctuation des courbes de charge d'une heure à l'autre en fonction de l'utilisation des équipements. Par exemple, dans le cas de la famille A, la mise en marche de la pompe de piscine entraîne des appels de puissance de plus de 3 500 W.

CONSOMMATION ENERGETIQUES DES EQUIPEMENTS



Dans cette partie, chaque équipement ayant un impact significatif sur la consommation électrique des ménages est présenté de façon détaillée.

Les informations regroupées sont :

- Le taux d'équipement et la dynamique en Martinique
- La consommation unitaire moyenne et la courbe de charge de l'équipement
- Les principaux facteurs d'influence de l'enjeu énergétique de l'équipement
- Les recommandations pour réduire l'impact environnemental de l'équipement concerné

↓ Les équipements présentés sont ↓



VENTILATEURS

- Ventilateurs sur pied



CLIMATISATION

- Climatiseur fixe
- Climatiseur mobile



FROID ALIMENTAIRE

- Réfrigérateur seul
- Réfrigérateur combiné
- Congélateur
- Cave à vin



PISCINE

- Pompe de filtration
- Robot nettoyeur



PRODUCTION D'EAU CHAUDE

- Ballon électrique
- Ballon thermodynamique



AUDIO-INFO

- Téléviseur
- Box internet
- Décodeur TV
- Ordinateur
- Écran
- Console de jeux
- Imprimante
- Equipement audio
- Lecteur DVD



LAVAGE

- Lave-linge
- Lave-vaisselle
- Sèche-linge



CUISSON (hors gaz)

- Four électrique
- Plaque électrique
- Plaque induction
- Hotte
- Micro-onde
- Equipements divers de cuisine (cafetière, bouilloire, grille pain, cuiseur vapeur,...)



ÉCLAIRAGE

- Luminaire plafonnier
- Luminaire d'appoint
- Éclairage extérieur
- Brasseur d'air (n'a pas pu être isolé du circuit éclairage)

LE FROID ALIMENTAIRE

Dynamique territoriale

La catégorie du froid alimentaire regroupe un grand nombre d'équipements présents dans les foyers : le réfrigérateur, le réfrigérateur combiné, le congélateur, la cave à vin, la machine à glaçons...

Certains de ces équipements répondent à des besoins essentiels de conservation des aliments mais d'autres, comme les caves à vin

ou les machines à glaçons sont davantage des équipements « accessoires ». En territoire insulaire, les problématiques d'approvisionnement, les risques sismique et cyclonique poussent les ménages à avoir davantage de provisions de nourriture. Cela se traduit par des volumes de froid alimentaire plus importants.

	En Martinique	Dans l'Hexagone
Volume de froid positif / ménage	295 L (+20%)	246 L
Volume de froid négatif / ménage	226 L (+50%)	151 L
Total / ménage	521 L (+31%)	397 L



Le volume de stockage total par logement est supérieur de 31% en Martinique (521 L) par rapport à l'hexagone (397 L). Le volume de froid positif est supérieur de 20% et le volume de froid négatif de 50%.

Concrètement, cette hausse du volume de froid alimentaire se traduit par des équipements de plus grand volume mais également la généralisation du double équipement. En effet, de plus en plus de ménages disposent de 2 réfrigérateurs, généralement un récent, qui est le réfrigérateur principal, et un réfrigérateur secondaire, ancien, qui sert de stockage pour les boissons, provisions, plats cuisinés... Le développement de cette pratique impacte très fortement la consommation énergétique des ménages. Selon un sondage (2021), on considère que 50% des ménages Guadeloupéens disposent de 2 réfrigérateurs. Cette donnée n'est pas disponible pour la Martinique.

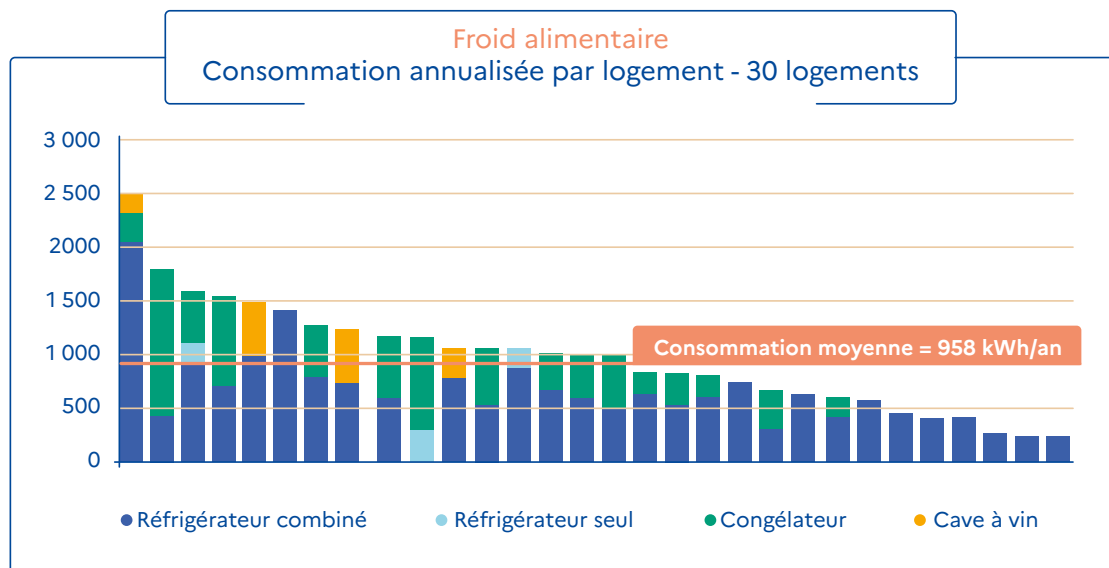
Dernier élément de contexte, les équipements de froid alimentaire se dégradent très vite avec le temps : rouille, jointage des portes... Cela s'explique par la part importante d'équipements d'entrée de gamme mais également par l'impact du climat et, sur les zones côtières, par les échouages de sargasses. L'offre d'équipement de froid alimentaire présent chez les distributeurs en Martinique reste dominée par des équipements avec une mauvaise classe énergétique.

Consommation des équipements

Pour rappel, le froid alimentaire représente le premier poste de consommation des logements en Martinique avec 28% de la consommation totale.

La consommation moyenne annuelle de l'ensemble des équipements de froid alimentaire par logement est de 958 kWh/an. Cette consommation est presque 2 fois supérieure à la

consommation moyenne dans l'Hexagone (535 kWh/an, données ADEME 2021). Cela s'explique principalement par le climat plus chaud tout au long de l'année qui nécessite un besoin de refroidissement élevé toute l'année (+70% de consommation pour un réfrigérateur combiné et +55% pour un congélateur), mais aussi par le volume de stockage élevé évoqué précédemment.



Les équipements de froid ont une courbe de charge assez similaire toute l'année. A l'échelle d'une journée, la courbe est stable avec possiblement une légère variation lors des heures les plus chaudes ou pendant les périodes de forte utilisation comme en soirée. A l'échelle d'une heure, on note des variations qui sont liées au démarrage et à l'extinction du compresseur. Les équipements équipés d'une technologie inverter (vitesse variable du compresseur) dispose d'une courbe de charge plus régulière et dépassent rarement les 200 W appelés.

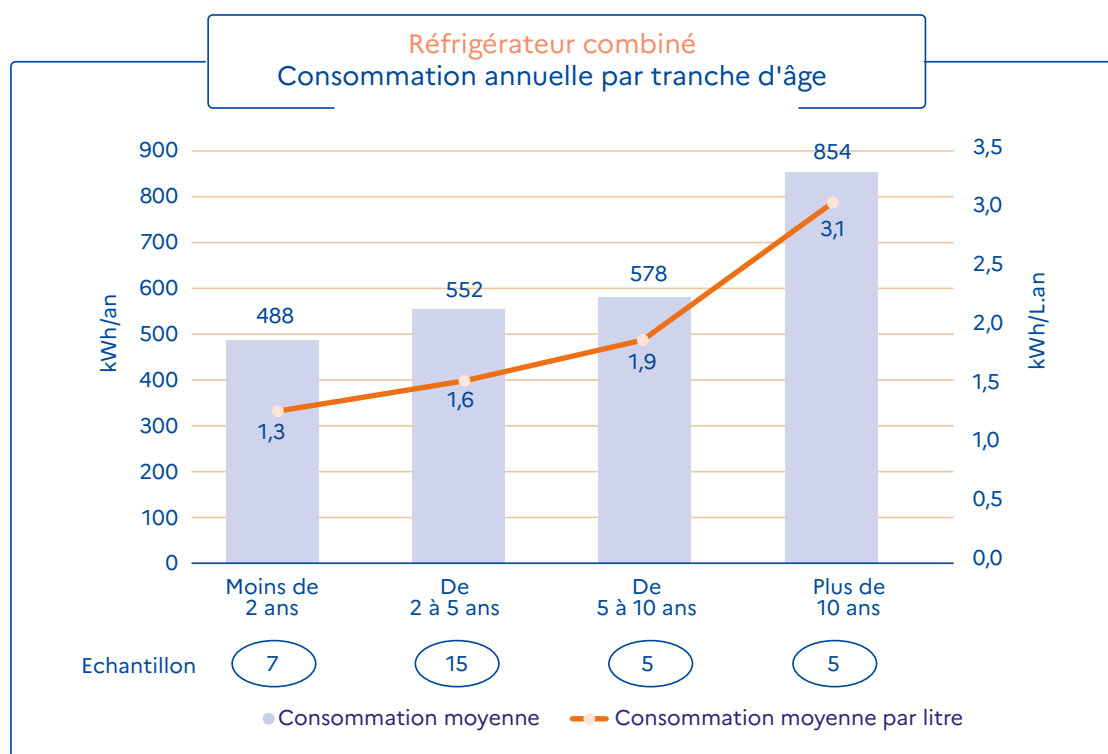


Facteurs d'influence

En se focalisant sur le réfrigérateur combiné qui est l'équipement de froid le plus diffusé, les 2 principaux facteurs d'influence sont l'âge de l'équipement et son volume. Il y a une certaine linéarité entre la consommation énergétique annuelle de l'équipement et son volume. Les réfrigérateurs combinés de plus de 400 L consomment en moyenne 660 kWh/an contre 424 kWh/an pour les moins de 400 L.

Concernant l'impact de l'âge de l'équipement, on constate qu'à volume équivalent (kWh/L), plus l'appareil est ancien, plus la consommation annuelle est importante :

Cette tendance se retrouve sur les congélateurs où il y a un facteur 2 entre la consommation moyenne par litre entre un équipement de moins de 2 ans et un équipement de plus de 10 années.





Recommandations

La campagne de mesure a mis en avant le fort impact du froid alimentaire dans la consommation électrique des foyers martiniquais. A ce jour, peu d'actions d'ampleur ont été lancées pour réduire cette consommation.

En premier lieu, il convient d'encourager les ménages à réduire leur taux d'équipement. En effet, un réfrigérateur secondaire peut représenter plus 600 kWh/an soit plus de 150€ par an sans que les ménages en aient réellement conscience. Il s'agit d'une action peu coûteuse mais qui nécessite de la communication et de la sensibilisation.

Par ailleurs, il faut encourager les ménages à acquérir des équipements neufs, en remplacement d'équipements anciens, de plus faible volume et avec une meilleure classe énergétique. Des incitations financières

significatives doivent être mises en place pour permettre à l'ensemble des ménages d'opter pour une solution de froid alimentaire performante et durable.

Enfin, il est important de rappeler les bons gestes pour réduire au quotidien la consommation énergétique de ses équipements de froid comme le fait de les dégivrer régulièrement, d'attendre que les aliments aient refroidis avant de les stocker ou encore de positionner l'équipement dans un endroit où il ne reçoit pas le soleil et où il est éloigné de sources de chaleur comme un four par exemple.

La mise en place d'un programme d'action global doit permettre de faire baisser rapidement et de façon significative la part du froid alimentaire dans la consommation électrique des ménages.

LA CLIMATISATION

Dynamique territoriale

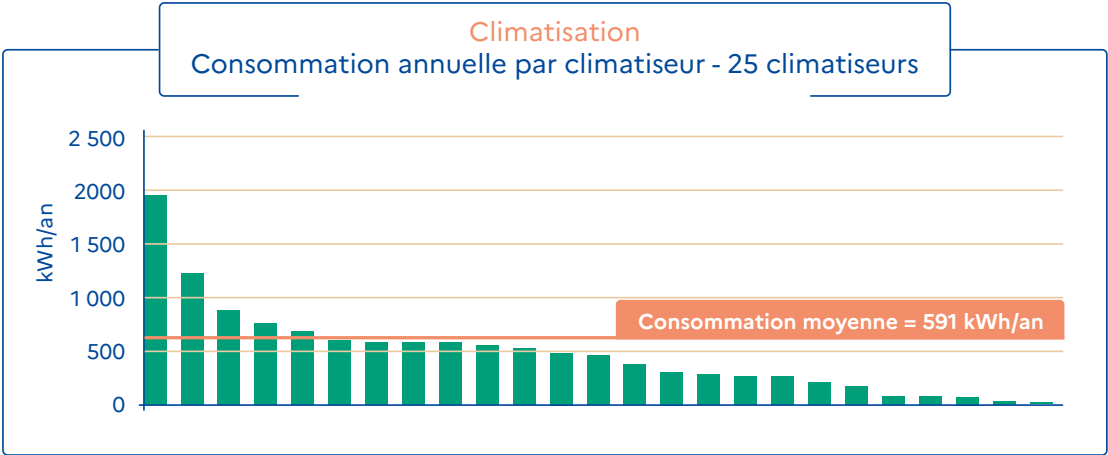
La part de logements martiniquais équipés d'au moins un climatiseur augmente régulièrement depuis les années 2000. Cette part de logement était estimée à 34% lors d'un sondage réalisé en 2021 sur un échantillon représentatif de la population. Elle était de 59% en 2021 en Guadeloupe. Dans les logements déjà équipés d'un climatiseur, le nombre de climatiseurs augmente, avec les autres chambres du logement qui deviennent climatisées et, plus rarement, les séjours qui le deviennent également.

La moitié des climatiseurs ont moins de 5 ans, cela témoigne du dynamisme du marché et met également en avant le problème de faible

durée de vie des équipements. La très large majorité (plus de 90% selon la campagne de mesure) des équipements installés sont des monosplit d'une puissance froid de 9 000 BTU/h soit 2 600 W froid.

Le marché continue de se développer ce qui n'est pas sans conséquence sur la facture énergétique des ménages et sur la stabilité du réseau électrique. **De plus, les fluides frigorigènes présents dans les climatiseurs ont un très fort pouvoir de réchauffement climatique. Il est indispensable que la filière continue de progresser dans la gestion et la récupération de ces fluides.**

Consommation des équipements

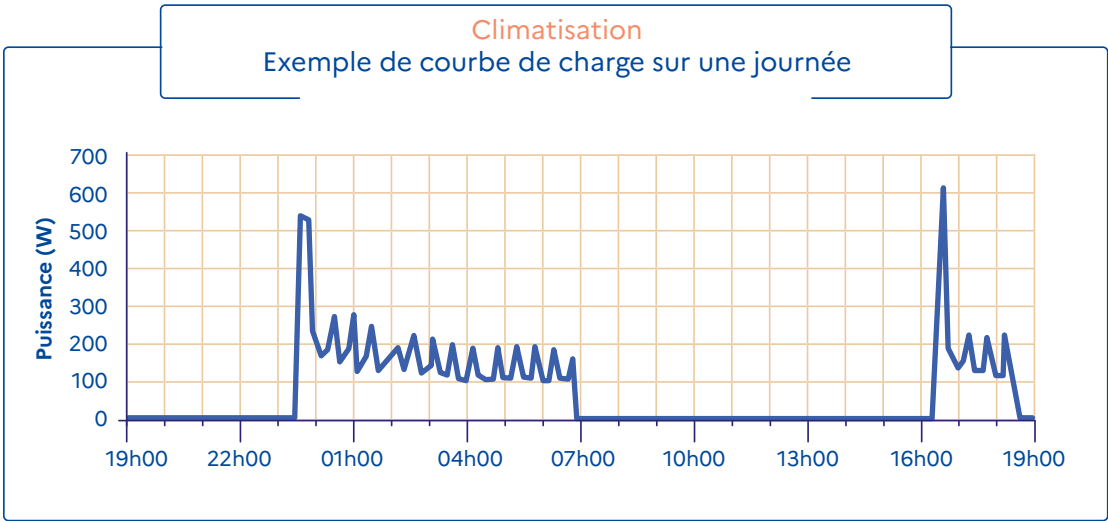


Pour la première fois en Martinique, cette campagne de mesure a permis de mesurer en conditions réelles la consommation des climatiseurs. Au total, 27 climatiseurs ont été suivis durant une année entière.

Les consommations des climatiseurs de l'échantillon varient entre 20 kWh/an et 1950 kWh/an, ce qui montre une grande disparité. La moyenne de consommation d'un climatiseur est de 591 kWh/an.

La majorité des équipements installés actuellement sont de type «inverter», cela signifie que la vitesse du compresseur peut varier en fonction des besoins de froid. Auparavant il existait uniquement des équipements dits «tout ou rien».

Cette technologie «inverter» permet d'avoir des appels de puissance électrique plus lissés ce qui est bénéfique pour la consommation énergétique et le réseau électrique.





Facteurs d'influence

La consommation moyenne des climatiseurs est plus faible que ce qui était indiqué dans de précédentes études théoriques qui l'évaluait autour 1 000 à 1 200 kWh/an. Cela peut s'expliquer d'une part, du fait que la moitié des équipements sont récents (< 5 ans) avec probablement un bon niveau de performance (notamment technologie « inverser »). Et d'autre part car l'utilisation de la climatisation se fait en grande majorité la nuit (73% du temps), lorsque les conditions

climatiques extérieures sont les plus favorables pour le rendement de l'équipement. Des essais en laboratoire à la Réunion indiquent un rendement de 5,5 en usage nocturne.

De plus, les messages de sensibilisation sur l'impact de la température de consigne des climatiseurs semblent porter leurs fruits puisque la température moyenne mesurée des chambres climatisées est de 25,8°C.



Recommandations

Bien que la consommation unitaire réelle des climatiseurs soit plus faible que les précédentes estimations, la climatisation reste un enjeu fort de la consommation énergétique du secteur résidentiel.

Il faut veiller à ne pas encourager et banaliser le développement du marché de la climatisation, mais plutôt à prioriser la rénovation énergétique des logements. Les logements performants sont confortables en toute saison sans recourir à la climatisation, dont l'usage doit être limité aux périodes les plus chaudes.

Les messages de sobriété et d'usage de la climatisation doivent continuer à être diffusés auprès de la population.

Les climatiseurs présents sur le marché doivent être à minima de classe A+ et les ménages doivent être encouragés à s'équiper avec des climatiseurs A+++ . Il est nécessaire également de veiller à ce que les climatiseurs soient d'une qualité suffisante pour garantir une bonne durée dans le temps.

Enfin, la filière doit améliorer ses pratiques sur la gestion des fluides frigorigènes dont chaque fuite dans l'atmosphère a un impact environnemental équivalent à près de 2 tonnes de CO₂ (correspondant à 1kg de R410a).

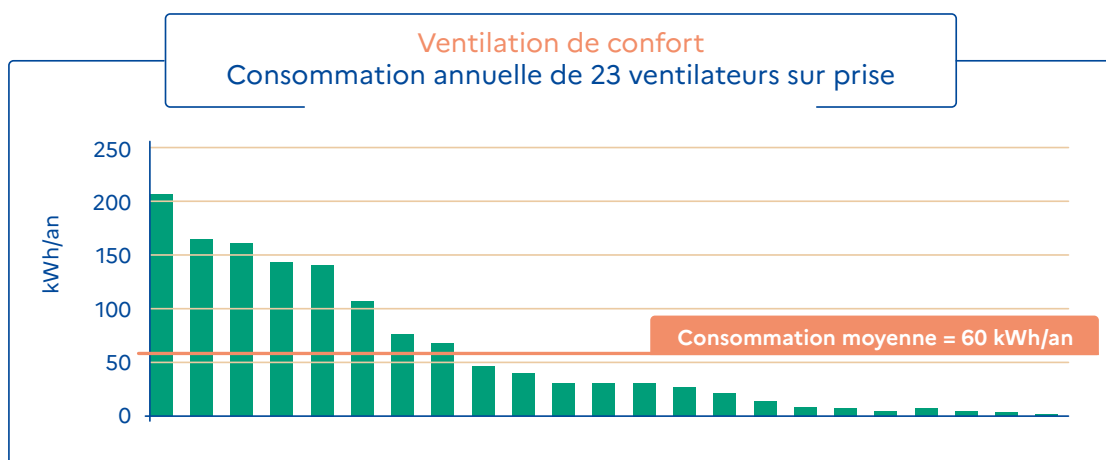
LA VENTILATION DE CONFORT

Dynamique territoriale

Comme indiqué plus en amont dans le présent guide, la ventilation mécanique (brasseurs d'air/ventilateurs de plafond et les ventilateurs sur pied) apporte du confort aux occupants avec un impact énergétique limité. La très large majorité des logements est équipée de ventilateurs sur pied. Les incitations financières des pouvoirs publics, notamment grâce à une offre à 1€, ont permis de diffuser davantage les brasseurs d'air.

Les brasseurs d'air offrent une ventilation plus homogène dans la pièce et une nuisance sonore réduite. Cela en fait le meilleur atout pour améliorer son confort tout en contenant ses factures énergétiques. A contrario, les ventilateurs sur pied sont plus bruyants et la ventilation est directionnelle donc non homogène dans la pièce.

Consommation des équipements



La campagne de mesure n'a pas permis de mesurer la consommation des brasseurs d'air car ils étaient tous associés à un éclairage de type plafonnier. Pour autant, des mesures ont pu être effectuées sur les ventilateurs sur pied. La consommation annuelle moyenne est de 60 kWh/an, elle est similaire pour un brasseur d'air.



Facteurs d'influence

Les ventilateurs ne disposent pas d'une étiquette énergétique contrairement à d'autres appareils électroménager comme les réfrigérateurs ou les climatiseurs. Pour autant, les fabricants ont des exigences d'éco-conception et il est possible de trouver dans les notices ou sur les emballages les niveaux d'efficacité énergétique.

On parle de $\text{m}^3/\text{h}/\text{W}$, et plus cette valeur est élevée, plus le ventilateur est performant.

Le nombre d'heure d'utilisation et le réglage de la vitesse ont évidemment un impact sur la consommation énergétique de ce type d'équipement.



Recommandations

Les brasseurs d'air sont plus performants que les ventilateurs sur pied. Il s'agit de la solution la plus durable et la plus confortable à encourager auprès des ménages. Le brasseur d'air permet de se passer de la climatisation une grande partie de l'année et il peut également être associé à une climatisation lors des mois les plus chauds. Cette association permet d'augmenter la température de consigne de la climatisation tout en garantissant un niveau de confort suffi-

sant. Ce couplage est générateur d'importantes économies d'énergie.

Il est important d'encourager les ménages vers des équipements performants et idéalement avec une télécommande et une programmation horaire. S'ils sont équipés d'éclairage, il faut veiller à opter pour une technologie LED. Pour en savoir plus sur le brasseur d'air, un guide lui est spécialement dédié : <https://guide-brise.org/>.

EAU CHAUDE SANITAIRE

Dynamique territoriale

La part de logements martiniquais disposant de l'eau chaude sanitaire (ECS) continue d'augmenter. Elle était de 59% en 2008 pour s'établir à 71% en 2019 (données INSEE). Bien que l'arrivée de l'ECS dans les logements ait commencé avec des ballons électriques, le soutien des pouvoirs publics a permis un développement important de l'eau chaude solaire depuis les années 2010.

Une part importante des logements individuels s'équipent en eau chaude solaire, notamment

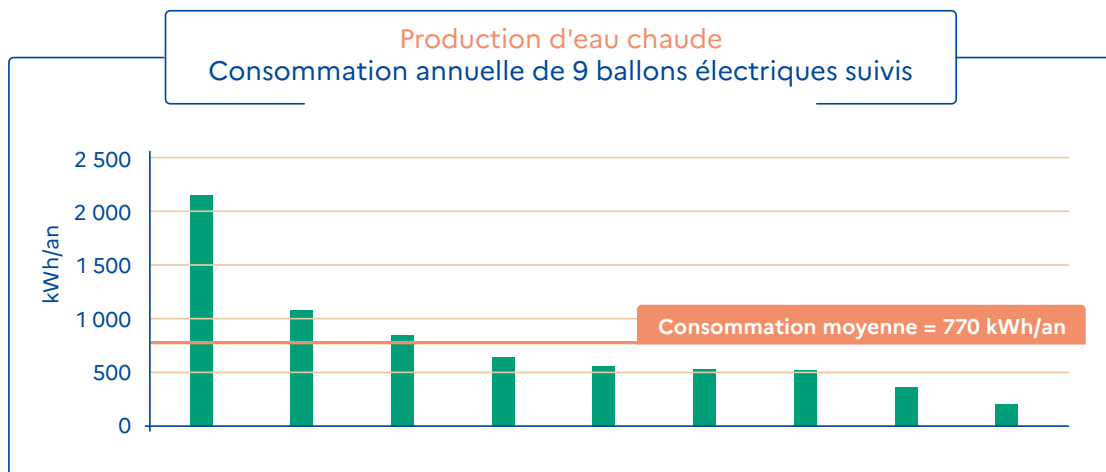
avec des thermosiphons. Une dynamique similaire se retrouve dans le logement collectif. Les chauffe-eaux électriques les plus diffusés sont des ballons de petite dimension, généralement entre 30 et 50 L. Il est rare de trouver des équipements supérieurs à 80 L ce qui témoigne de besoins en ECS réduits pour les ménages.

A noter également que la production d'eau chaude sanitaire par une énergie renouvelable est imposée dans réglementation thermique martiniquaise pour les logements neufs.

Consommation des équipements

La quasi-totalité des chauffe-eaux solaires installés ne disposent pas d'un appoint électrique, ce qui signifie que leur consommation électrique est nulle, sauf pour les systèmes avec une pompe de circulation. Le climat martiniquais permet de s'affranchir de cet appoint, et d'éviter ainsi toute

dérive de consommation qui pourrait être liée à un dysfonctionnement du pilotage. La campagne de mesure a permis de suivre la consommation de 9 ballons électriques et de 2 chauffe-eau thermodynamiques.



La consommation moyenne est de 770 kWh/an pour un ballon électrique allant de 209 à 2160 kWh/an. Du fait du faible volume des ballons, la consommation électrique des ballons a lieu principalement au moment du puisage le matin à 7h et le soir à 19h. Dans la majorité des cas il n'y a pas de pilotage de la production à des heures en dehors des pointes.

Avec seulement 2 équipements suivis, les données issues de la campagne de mesure sur le chauffe-eau thermodynamique ne sont pas suffisamment représentatives des usages du territoire. L'un des 2 chauffe-eau avait un dysfonctionnement dans le pilotage ce qui entraînait une utilisation systématique de la résistance électrique au lieu de la pompe à chaleur.

Pour le logement sur lequel l'équipement a bien fonctionné, la consommation mesurée était de 115kWh/an, ce qui est bien inférieur à la consommation moyenne annuelle d'un chauffe-eau électrique standard.



Facteurs d'influence

La consommation moyenne des ballons électriques dépend de la quantité d'utilisation de l'eau chaude, du nombre d'occupants, du volume du ballon, du réglage du thermostat, et de son efficacité (isolation, encrassement, ...). **La consommation moyenne par occupant est de 337 kWh/an.** Le volume du ballon a une influence indépendamment du nombre d'occupants. Plus le volume est important plus la quan-

tité d'eau chaude à stocker à une température élevée est importante même si l'eau n'est pas entièrement utilisée, et donc la consommation est élevée. La différence de température entre l'eau à l'intérieure du ballon (55°C) et la température extérieure (26°C) reste importante en climat tropical (environ 30°C d'écart). Les pertes par conduction sont importantes et nécessitent un bon niveau d'isolation.



Recommandations

Du fait du fort développement de l'eau-chaude solaire, la part de l'eau chaude sanitaire dans la consommation électrique du secteur résidentiel martiniquais reste faible (6%). Pour autant, avec une consommation moyenne de 770 kWh/an, l'eau chaude sanitaire peut représenter plus de 30% de la consommation à l'échelle d'un logement et une facture estimée à près de 200€/an (données 2024).

Il est important que les pouvoirs publics continuent de réduire la part des chauffe-eau électriques présents sur le territoire, notamment grâce au soutien à la filière solaire. Il sera nécessaire de suivre la diffusion du chauffe-eau thermodynamique sur le territoire et notamment de prévenir toute dérive, avec par exemple la déconnexion des appoints électriques qui sont inutiles en climat tropical.

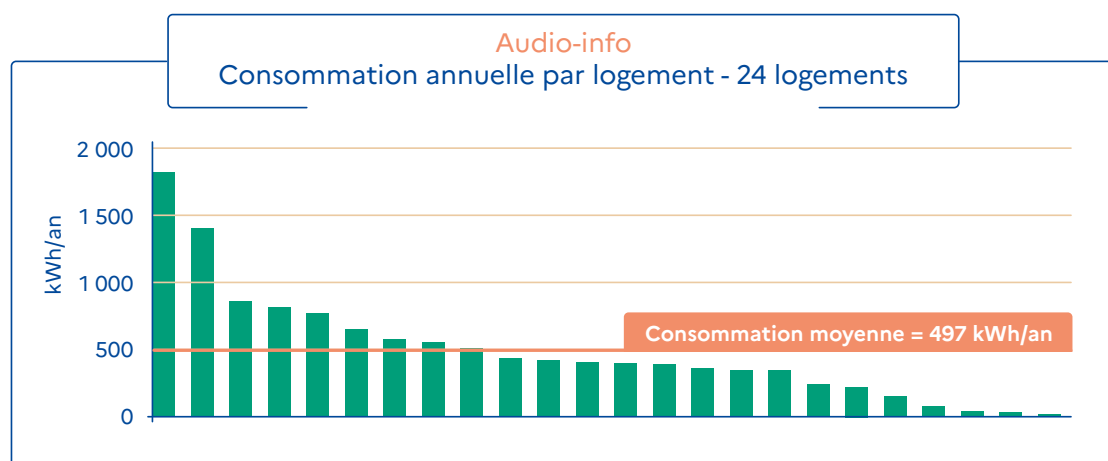
AUDIOVISUEL – NUMÉRIQUE ET INFORMATIQUE

Dynamique territoriale

Comme partout dans le monde, la Martinique n'échappe pas au fort développement du numérique. Ainsi, les foyers s'équipent de plus en plus en équipements audiovisuels et numériques. Le niveau d'équipement est globalement similaire à celui de l'Hexagone. Cette catégorie d'équipements regroupe : les téléviseurs, les box internet et télé, les lecteurs et consoles, les ordinateurs, les tablettes, les enceintes et la Hi-Fi.

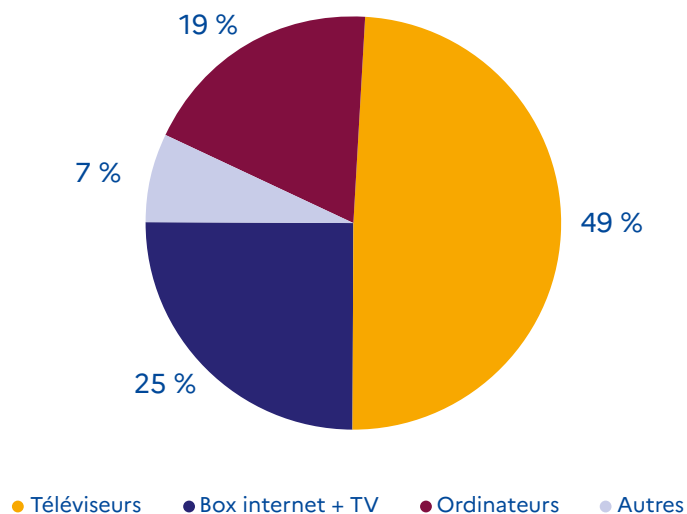
La performance énergétique des équipements est encore un critère peu pris en compte par les ménages lors des acquisitions. La multiplication de petits équipements entraîne une augmentation de la consommation énergétique sans que les ménages ne s'en aperçoivent réellement. **Il est par exemple difficile de concevoir qu'une simple box internet consomme sur une année autant d'énergie qu'un lave-linge.**

Consommation des équipements



Le poste audio-info est le 2ème poste de consommation des logements avec 15% de la consommation totale. Les consommations annuelles par logement du poste audio-info sont les suivantes. La consommation moyenne est de 497 kWh/an pour le poste audio-info. La consommation varie de 0 à 1811 kWh/an selon les logements avec une grande disparité. Cette consommation est globalement équivalente à celle dans l'hexagone (529 kWh/an, données ADEME 2021).

Audio-info
Répartition des consommations
par type d'équipements



La consommation à l'échelle de l'échantillon de la campagne de mesure se répartie de la façon suivante. Les téléviseurs représentent le premier équipement en termes de consommation. La consommation moyenne du téléviseur principal a été mesurée à 125 kWh/an. A noter également que les box consomment chacune en moyenne entre 80 et 90 kWh/an.



Facteurs d'influence

Comme indiqué, la multiplication des équipements est le premier facteur d'influence de la consommation énergétique de ces équipements. Ainsi, les consommations augmentent sans que les ménages puissent réellement en identifier l'origine.

Par exemple, chaque box (TV ou internet) représente une facture de 20€/an (donnée 2024). Par ailleurs, concernant les écrans, sa taille impacte directement sa consom-

mation. Un téléviseur de grande taille de classe énergétique B, consommera davantage d'énergie qu'un téléviseur de dimension inférieure et de classe énergétique D.

Enfin, la question des usages est centrale concernant la consommation de cette catégorie. Un téléviseur qui reste allumé toute la journée alors que personne ne le regarde aura une consommation très importante.



Recommandations

Les équipements numériques, à l'exception des téléviseurs, sont peu concernés par l'étiquetage énergétique. Ainsi, lors des achats, les consommateurs n'ont pas ou peu d'information sur la consommation énergétique généré par cet équipement. Compte tenu de la hausse continue de ces

équipements, il est important que les pouvoirs publics multiplient les messages d'information et de sensibilisation auprès du grand public. Les ménages doivent prendre conscience de cet enjeu énergétique et identifier des actions et des gestes permettant de réduire ces consommations.

AUTRES USAGES DOMESTIQUES MESURÉS

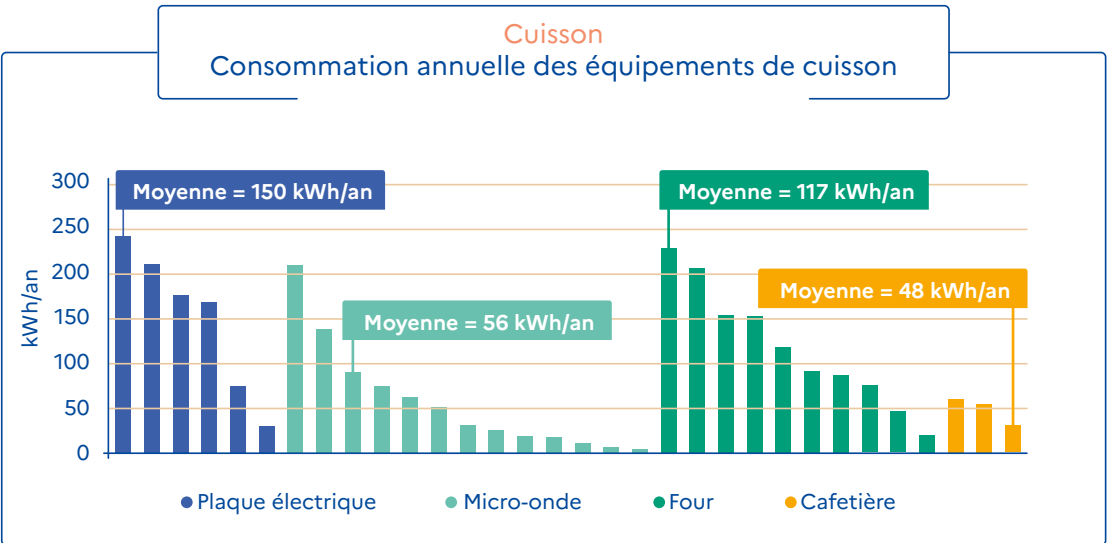
Dynamique territoriale

La campagne de mesure n'a pas pu mesurer l'ensemble des équipements électroménagers présents chez les ménages, notamment du petit électroménager comme un grille-pain, une bouilloire ou encore un aspirateur. Cepen-

dant, l'étude a pu recueillir de la donnée sur le lavage, la cuisson, l'éclairage et les piscines. Il n'y a pas de grande disparité sur les taux d'équipements entre la Martinique et l'Hexagone.

Consommation des équipements

LA CUISSON



 Ce poste représente une consommation moyenne annuelle de 287 kWh/an. La consommation provient principalement des plaques électriques (lorsqu'il n'y a pas de cuisson au gaz) et du four.

L'ÉCLAIRAGE

La technologie LED est à présent généralisée dans les logements et représente 60% des points lumineux mais il reste encore des halogènes (les plus énergivores) et des tubes néon. La puissance moyenne par logement est

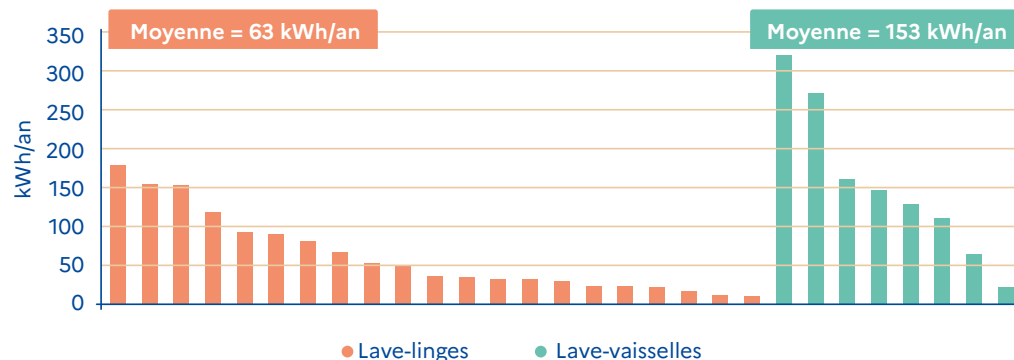
505 W ce qui, rapporté à la surface du logement donne du 5,2W/m² contre 7,9W/m² dans l'Hexagone. La consommation moyenne pour le poste éclairage est de 158 kWh/an.



LE LAVAGE

Lavage

Consommation annuelle des lave-linges et lave-vaisselles



Cette catégorie regroupe à la fois les lave-vaisselles et les lave-linges. Le taux d'équipement du lave-vaisselle est bien inférieur à celui présent dans l'Hexagone, pour ce qui est du lave-linge, ce taux est équivalent. La consommation moyenne du lave-linge est de 63 kWh/an et de 153 kWh/an pour le lave-vaisselle.



LES PISCINES

On considère que 5 à 10% des logements martiniquais sont équipés de piscines. La consommation moyenne des piscines enterrées est de 3155 kWh/an. C'est 18% de plus que la moyenne dans l'Hexagone (2 667 kWh/an, données ADEME 2021). Cela s'explique notamment par le fait qu'en Martinique la pompe de piscine fonctionne toute l'année en régime normal alors que

dans l'Hexagone elle est souvent arrêtée ou réduite durant l'hiver.

La piscine de l'échantillon qui consomme le plus (4 621 kWh/an) est équipée d'une pompe à chaleur pour le chauffage de l'eau, ce qui explique sa consommation bien plus importante.



Facteurs d'influence

La cuisson, l'éclairage et le lavage ont un impact limité à l'échelle territorial malgré un taux d'équipement élevé. A contrario, le taux d'équipement est faible pour les piscines mais l'impact de chaque équipement est très élevé, il peut représenter plus de 50% de la consommation énergétique du ménage.

Sur la cuisson, le principal facteur d'influence va être l'usage fait par les ménages. Il n'y a pas eu de grand saut technologique permettant de générer d'importantes économies d'énergie.

Pour l'éclairage, bien que la LED se soit démocratisée, les équipements de type halogène vont avoir un impact important

sur la consommation du logement. Sur les logements équipés à 100% de la technologie LED, le gisement d'économie d'énergie sera faible et se limitera au bon usage.

Concernant le lavage, là encore peu de facteurs d'influence. Il n'y a pas eu de saut technologique sur les dernières années et le gisement d'économie d'énergie reste faible. Il se limite à l'usage qui en est fait pas les ménages.

Enfin, pour ce qui est des piscines, le temps d'utilisation est le principal facteur d'influence. Il est important de trouver l'optimum entre la qualité de l'eau de baignade et le temps d'utilisation de la filtration.



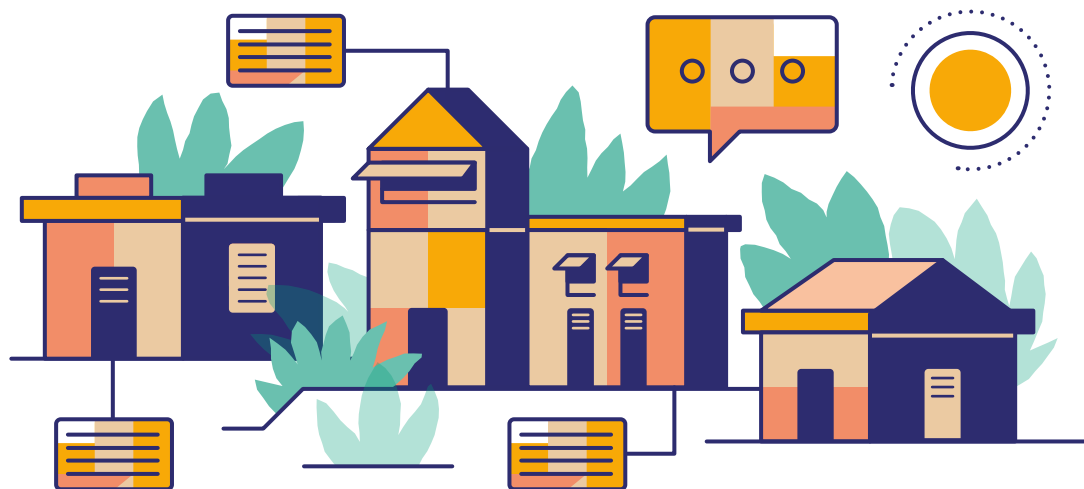
Recommandations

Pour la cuisson et le lavage, le principal levier d'action reste la sensibilisation et les messages de sobriété (laver à basse température, optimiser l'utilisation de son four...). Concernant l'éclairage, il est important de faire disparaître les derniers halogènes existants sur le territoire. Cela représente le principal gisement d'économie d'énergie sur ce poste.

A propos des piscines, il est primordial d'agir sur 2 leviers :

- La réduction de la consommation, en informant les ménages sur la consommation élevée de cet équipement et en formulant des recommandations sur les temps d'utilisation optimaux
- L'optimisation des horaires d'utilisation en incitant les ménages à ne pas faire fonctionner les moteurs de piscine lors des pointes de consommation électrique, notamment le soir.

GLOSSAIRE



PPE : Programmation pluriannuelle de l'énergie, outil de pilotage de la politique énergétique utilisé par les autorités locales

MDE : Maîtrise de la demande en énergie, concerne toutes les actions ou politiques permettant d'économiser de l'énergie

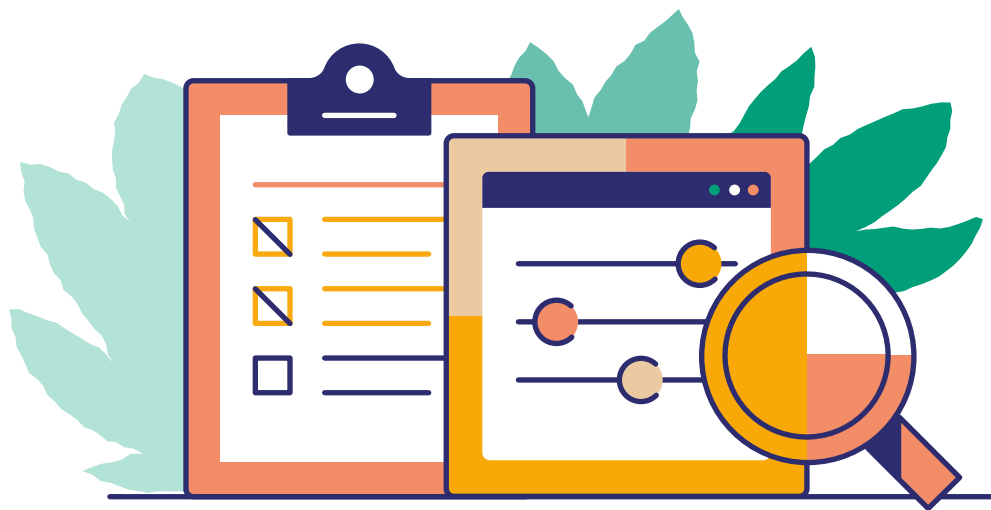
OTTEE : Observatoire Territorial de la Transition Ecologique et Energétique, organe public permettant l'appui, le suivi et l'évaluation des politiques menées à la Martinique en matière de transition écologique et énergétique

ZNI : Zone Non Interconnectée, signifie d'un territoire que son réseau électrique n'est pas connecté avec le réseau continental. C'est le cas en Martinique, toute l'électricité consommée en Martinique y est produite.

PTME : Programme territorial de maîtrise de l'énergie, est un programme d'accompagnement, technique et financier, des projets en faveur de la Transition Energétique en Martinique. Il est composé de la CTM, de l'ADEME, de l'Etat au travers de la DEAL, du SMEM et d'EDF.

Réfrigérateur combiné : est la dénomination utilisée dans ce guide pour désigner les équipements de froid alimentaire comprenant un compartiment principal en froid positif (réfrigérateur) et un compartiment secondaire, de plus petit volume, en froid négatif (congélateur).

BOÎTE À OUTILS



Liste des projets et études complémentaires au présent guide :

Programme ECCO-DOM : porté par l'Union Sociale de l'Habitat Outre-mer (USHOM) et le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) de 2020 à 2022, ce programme était décomposé en 2 phases : instrumenter 200 logements sociaux en outre-mer et suivre 1000 compteurs électriques ; sensibiliser et accompagner 34 000 ménages sur l'ensemble des territoires d'outre-mer.

→ <https://ecco-dom.fr>

Le guide des brasseurs d'air : est un guide complet de Recommandations, d'Informations, de Sensibilisation et de partage d'Expériences sur les brasseurs d'air.

→ <https://guide-brise.org/>

Nature et de la performance énergétique de l'offre d'équipements électriques en Guadeloupe : étude portée par Synergile en Guadeloupe permettant de caractériser les enjeux de filières de l'électroménager du territoire et de formuler des recommandations

→ https://www.synergile.fr/media_public/synthese-de-letude-de-la-nature-et-de-la-performance-energetique-de-loffre-dequipements-electriques-en-guadeloupe

Améliorer la performance énergétique des commerces martiniquais : ce guide a pour objectif de mettre en avant les bonnes pratiques et de recommander des actions concrètes d'économie d'énergie pour tous les commerces

→ <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/6465-realisation-d-une-campagne-de-mesure-sur-des-logements-en-martinique.html>

Watt Smart

est un bureau d'études basé en Martinique avec une agence sur Bordeaux spécialisé sur l'efficacité énergétique et la maîtrise de la demande énergétique. Il a été fondé en 2019 sur la base de l'expérience commune de ses associés en matière d'accompagnement, d'audit et de formation dans les secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

Pépité

est un studio de design graphique qui développe une approche hybride, ludique et multidisciplinaire dans le cadre de conception d'identités pour les institutions culturelles, publiques et de marques. Le studio crée des systèmes visuels, de manière décomplexée et décalée, réinventant ses outils que sont la typographie et l'illustration pour le support imprimé ou web. Pépité dessine et distribue des caractères typographiques.

Remerciements

Ce guide a été réalisé grâce à la campagne d'instrumentation à laquelle ont participé les bureaux d'études Enertech et Equinox.

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME – l'Agence de la transition écologique –, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

Les collections de l'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur :

Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert :

Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent :

Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en oeuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir :

Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



ETUDE DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DES LOGEMENTS MARTINIQUAIS

Les logements représentent 44 % de la consommation électrique du territoire. Face aux objectifs de transitions énergétique et environnementale, ce gisement d'économies d'énergies doit être mobilisé. Pour agir, il faut connaître et comprendre la répartition de ces consommations actuelles. La climatisation est-elle seule responsable ? Où se situent les autres gisements ?

Basé sur une étude instrumentée de 50 logements martiniquais, ce guide a pour objectif de diffuser les résultats sur les consommations d'énergie par équipement, et de formuler des recommandations adaptées à chaque usage. Il aborde également les enjeux liés au confort dans l'habitat.

Dans ce guide vous trouverez :

- Une analyse des consommations électriques par équipement
- Des recommandations pour réduire les consommations d'énergie
- Des éléments sur le confort thermique en milieu tropical

