



PACTE – AP11

REX RTAA DOM

Retour d'expérience sur la réglementation thermique, aéraulique et acoustique des DOM dans les logements à La Réunion

Rapport tâche 3 Retour d'expérience sur 100 logements

NOVEMBRE 2019



Table des matières

Réglementation RTAA DOM	3
Tâche 3 : Retour d’expérience sur 100 logements	4
1 Périmètre de l’étude.....	4
2 Sous-tâche 3.1. : Diagnostic technique et architectural des logements	5
2.1 Analyse environnementale.....	5
2.2 Analyse architecturale à l’échelle des opérations.....	7
2.3 Analyse architecturale à l’échelle des logements	13
2.3.1 Volet thermique.....	13
2.3.2 Aération	48
2.3.3 Prise en compte des niveaux acoustiques des équipements	54
2.3.4 Acoustique : protection contre les bruits intérieurs et contre les bruits extérieurs.....	55
3 Sous-tâche 3.2 : Evaluation du confort des usagers par l’enquête et la mesure	57
3.1 Sous-tâche 3.3. Evaluation de la consommation énergétique des logements	57
3.1.1 Mesures de la consommation générale	57
3.1.2 Mesures de la consommation liée à la production d’eau chaude (ECS)	61
3.1.3 Mesures de la consommation liée à la climatisation	63
3.1.4 Mesures de la consommation liée aux brasseurs d’air	64
3.2 Evaluation du confort des logements par la mesure.....	65
3.3 Evaluation du confort des logements par l’étude sociologique.....	72
3.3.1 Résultats de l’étude sociologique détaillée.....	73
3.3.2 Combinaison de l’analyse architecturale et l’étude sociologique détaillée.....	78
3.3.3 Conclusion de l’étude sociologique	82

Réglementation RTAA DOM

RTAA DOM	Thématiques règlementaires	Focus dans le cadre de l’étude
THERMIQUE	Objectifs : ⇒ Économies d’énergie ⇒ Recours aux énergies renouvelables ⇒ Confort hygrothermique	
	Protection contre le rayonnement solaire : - Facteurs solaires minimums - Fenêtre de toit interdite	Caractérisation protection solaire des parois Caractérisation protection solaire des baies
	Ventilation naturelle de confort thermique : - Ouverture sur au moins 2 façades opposées - Taux porosité minimum - Exigences sur les ventilateurs de plafond	Coursive Sas d’entrée Types de menuiseries Présence de brasseur d’air
	Consommation énergétique - Production d’eau chaude solaire : 50% de taux de couverture - Limiter le recours à la climatisation	Mesure de la consommation générale / ECS / Climatisation / Brasseurs d’air

AERATION	Objectifs : ⇒ Confort hygrothermique ⇒ Santé	
	Qualité air	<i>Non étudié</i>
	Ventilation naturelle d’hygiène : traitement de surface minimale d’ouverture des baies des pièces de service	Ventilation des pièces humides Consommation VMC
	Prise en compte de l’isolement acoustique : débits minimaux d’air extérieur entrant	<i>Non étudié</i>

ACOUSTIQUE	Objectifs : ⇒ Confort acoustique ⇒ Santé	
	Protection contre les bruits intérieurs : - Murs séparatifs entre logements - Distance minimale entre les baies de logements différents - Niveaux sonores équipements	<i>Non étudié</i>
	Protection contre les bruits extérieurs	Proximité d’une voie classée

Un focus sur la végétalisation a été réalisé dans le cadre de l’étude

Apport de la végétation	Végétalisation	A l’intérieur de l’opération A l’extérieur de l’opération
Densité	Traitement de la densité à la parcelle	Volumétrie/ hauteur/ PLU

Tâche 3 : Retour d’expérience sur 100 logements

1 Périmètre de l’étude

A l’issu de l’enquête, 150 logements (75 logements avant RTAA DOM et 75 logements après RTAA DOM) ont donné leur accord pour une campagne d’instrumentation. 98 logements ont été approchés :

	Avant RTAA DOM		Après RTAA		Total
	Social	Privé	Social	Privé	
Opérations	19		19		38
	14	5	16	3	
Total logements	908		1 070		1 978
	666	242	944	126	
Logements	38	15	39	6	98

Tableau 1 : Répartition des opérations et des logements avant/après RTA

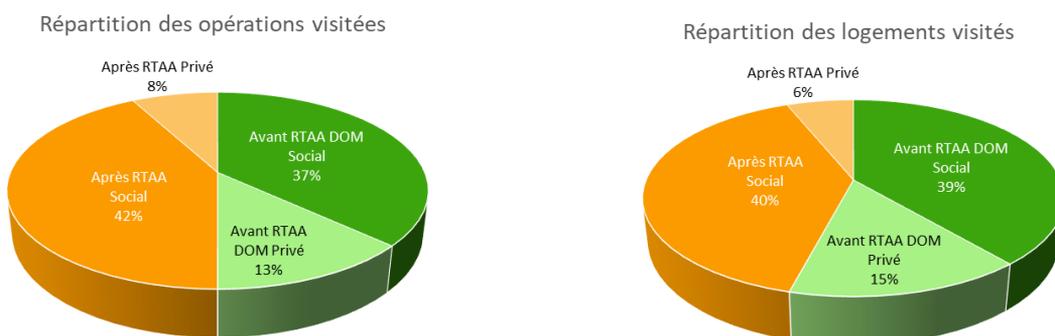


Figure 1: Répartition des opérations et des logements avant/après RTAA DOM

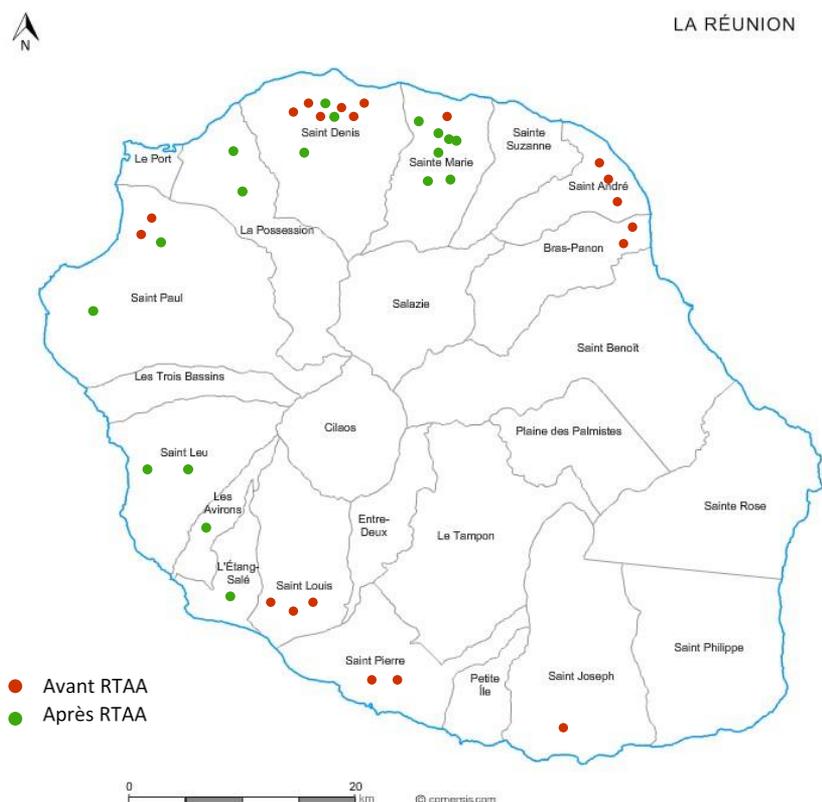


Figure 2 : répartition des opérations instrumentées sur l’île

De ce fait, au regard de l’effectif du panel étudié, l’analyse présentée ci-dessous ne peut être considérée comme exhaustive de l’ensemble du patrimoine bâti de logements sur l’île.

Cependant, le panel des opérations étudiées est représentatif du parc de logements construits avant et après la réglementation thermique.

La répartition des opérations et des logements étudiés sur les périodes avant et après RTAADOM est plus ou moins équilibrée, avec une légère majorité pour les logements construits avant RTAADOM.

Remarque :

Il est possible de constater, qu’en moyenne, la densité des opérations avant et après RTAA n’augmente pas entre les deux périodes. La densité des opérations, induite par les volumétries constructibles, est directement liée au Plan Local d’Urbanisme (PLU) ainsi qu’au financement des programmes de logements.

2 Sous-tâche 3.1. : Diagnostic technique et architectural des logements

L’analyse architecturale présentée dans ce document, s’appuie sur un périmètre d’étude composé de 36 opérations de logements collectifs (privés et sociaux) localisées sur le littoral de l’île de La Réunion. Elles représentent un ensemble de 1978 logements au total, dont une centaine ont été instrumentés et visités ; et dont 62 ont fait l’objet d’une analyse architecturale par le CAUE.

2.1 Analyse environnementale

Les opérations constituant le périmètre d’étude se situent dans les bas de l’île (altitude < 600m) et dans différentes zones géographiques.

75% des opérations étudiées ont été réalisées par des bailleurs sociaux, les 25% restant ont été réalisées par des bailleurs privés.

Parmi celles réalisées par les bailleurs sociaux, 12 opérations ont été réalisées à la suite de l’application de la RTAADOM.

Parmi celles réalisées par les bailleurs privés, 2 opérations ont été réalisées à la suite de l’application de la RTAADOM.

	Toutes opérations confondues		AVANT RTAADOM		APRES RTAADOM	
Localisation	36	100%	22	100%	14	100%
<i>Urbain</i>	17	47%	13	59%	4	29%
<i>Péri-urbain*</i>	19	53%	9	41%	10	71%

Tableau 2 : répartition des opération urbaines et péri-urbaines

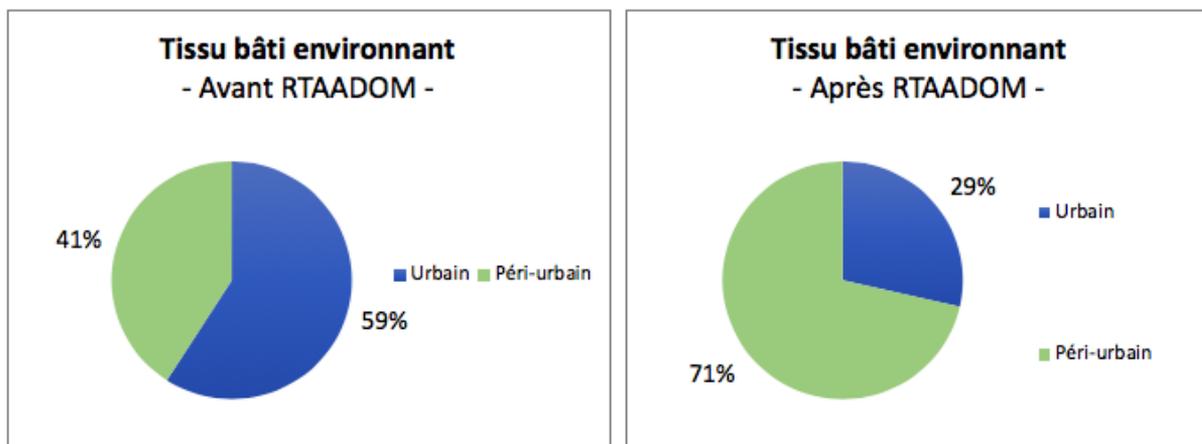


Figure 3 : Répartition des opérations et logements urbains et péri-urbain avant/après RTA

59% des opérations avant RT que nous avons pu étudier sont localisées en milieu urbain.

71% des opérations après RT que nous avons pu étudier sont localisées en milieu péri-urbain.

Ce constat n'est pas lié à l'application de la réglementation thermique (RT) mais exprime sur une dizaine d'années la migration en zone péri-urbaine de la disponibilité foncière des constructions de logements.

*Péri-urbain ** : les logements que nous signalons en zone péri-urbaine, sont situés au début des mi-pentes des villes, dans la bande en dessous des 400m d'altitude et dans des quartiers à la densité moins importante.

Nuisances sonores provenant de l'environnement proche

La RTAADOM définit un isolement acoustique minimal des pièces principales et des cuisines situées dans le secteur de nuisance d'une ou plusieurs infrastructures de transports terrestres classées en catégorie 1, 2 ou 3. Cet isolement acoustique varie en fonction de la distance entre la façade concernée et la voie représentant la nuisance sonore.

D'après le classement sonore des infrastructures routières de l'île, mis à disposition sur le site de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL), la majorité des opérations étudiées ne sont pas concernées par des nuisances sonores liées au trafic routier.

Les opérations concernées par ces nuisances se situent majoritairement à proximité des axes routiers assimilés à un classement de catégorie 4 ou 5 et donc non concernées par un isolement acoustique.

Niveau sonore de référence $L_{Aeq}(6h-22h)$ en dB(A)	Niveau sonore de référence $L_{Aeq}(22h-6h)$ en dB(A)	Catégorie de l'infrastructure	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
$L > 81$	$L > 76$	Catégorie 1 - la plus bruyante	300 m
$76 < L \leq 81$	$71 < L \leq 76$	Catégorie 2	250 m
$70 < L \leq 76$	$65 < L \leq 71$	Catégorie 3	100 m
$65 < L \leq 70$	$60 < L \leq 65$	Catégorie 4	30 m
$60 < L \leq 65$	$55 < L \leq 60$	Catégorie 5	10 m

Tableau 3 : Classement des routes

Une seule opération parmi celles étudiées, construite après la mise en application de la RTAA DOM, se situe sur la limite extérieure de la zone C, zone d’exposition au bruit des aérodromes. Pour ce bâtiment l’isolation des pièces principales et des cuisines vis-à-vis des bruits extérieurs à prévoir est $DnT,A,tr=35dB$.

2.2 Analyse architecturale à l’échelle des opérations

	Toutes opérations confondues		AVANT RTAADOM		APRES RTAADOM	
Nombre de bâtiments par Opération	36	100%	22	100%	14	100%
<i>un seul bâtiment</i>	10	28%	8	36%	2	14%
<i>entre 2 et 5 bâtiments</i>	16	44%	13	59%	3	21%
<i>entre 6 et 10 bâtiments</i>	10	28%	1	5%	9	64%

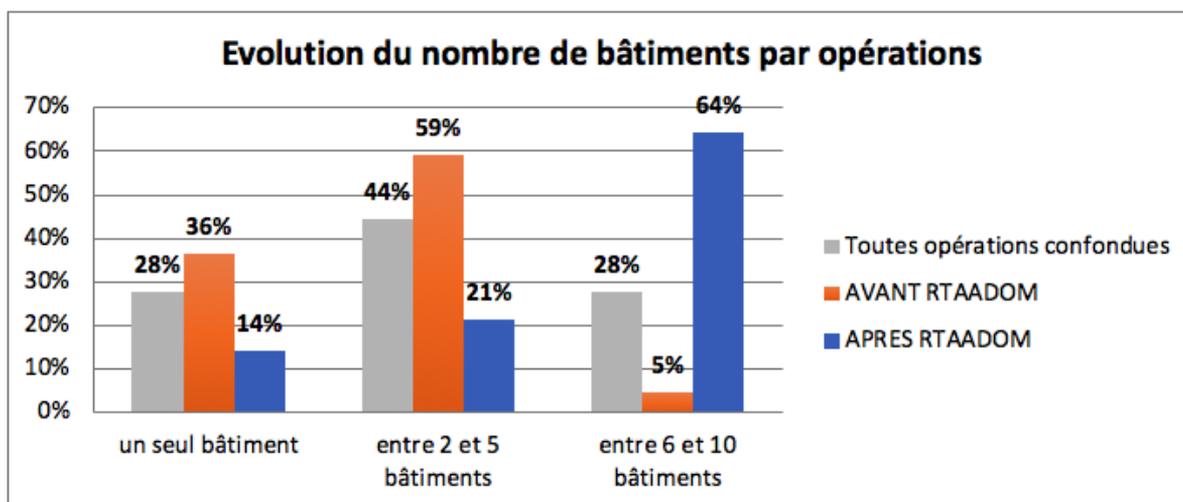


Figure 4 : Répartition du nombre de bâtiment par opération

Le nombre de bâtiments par opération construite après RTAADOM a augmenté. Ces opérations sont constituées en majorité de plus de 5 bâtiments.

Implantation des bâtiments

Distance des bâtiments à la rue	12	15	7
Distance entre les bâtiments avec vis-à-vis	17	19	11

Tableau 4 : Distance d’implantation des bâtiments en mètres

La suppression du couloir central dans les opérations construites après l’application de la RTAA DOM a pour effet la démultiplication des bâtiments sur la parcelle. La distance entre bâtiments d’une même résidence a par conséquent diminué, jusqu’à être divisée par 2 pour les opérations les plus denses. Cela accentue la problématique de ressenti des usagers pour leur intimité et les nuisances acoustiques liées aux bruits aériens entre logements.

De même, les bâtiments se rapprochent de la route sur la deuxième période de l’étude.

Une particularité est à noter en centre urbain, les opérations présentent régulièrement un corps de bâtiment implantés en alignement sur voie.

Apport de la végétation pour l’amélioration du confort thermique au sein des opérations

Le rapport sur le nombre de logement à l’hectare n’a pas évolué sur le panel étudié, pour autant l’implantation d’un nombre plus important de corps de bâtiments a fortement influé sur la disponibilité foncière pour le traitement paysager des opérations.

Cependant, ce constat est à nuancer : si une partie de la qualité des espaces paysagers est liée à la surface dédiée à ce traitement il reste surtout déterminé par la volonté du maître d’ouvrage de réaliser un traitement de qualité.

La végétalisation des abords des bâtiments n’est pas un critère réglementaire pris en compte dans la RTAA DOM. Nous pouvons cependant synthétiser les constats faits au sein des 36 opérations au cours de cette étude.

Certes l’apport de la végétation en termes de confort n’est pas réglementé, mais son traitement adéquat reste un outil incontournable sous nos latitudes pour permettre de tendre vers l’objectif du confort thermique des usagers au sein de leur « logement ventilé ».

Au regard des visites réalisées, il est possible de distinguer différents types de végétalisation des parcelles : de la plus réduite à celle plus fournie.

Une majorité des opérations présente un traitement essentiellement minéral, avec la présence trop ponctuelle de quelques arbres ou arbustes.



La moitié des résidences visitées ont réalisé des aménagements conduisant à une forte minéralisation des abords : enrobé pour les surfaces de circulation et de stationnement des voitures, béton pour les cheminements piétons...



Certaines opérations renforcent la présence d'arbres à proximité des zones de stationnement et en périphérie au niveau de la limite parcellaire, mais les espaces résiduels sont traités en aire de gazon.



Cette végétation doit être plus étoffée pour pouvoir participer à l'objectif du confort thermique.



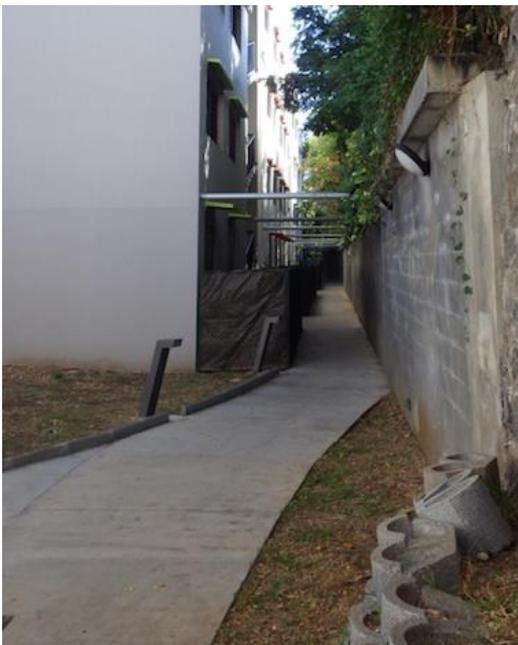
Il est également fréquent de constater que les pieds de bâtiments sont végétalisés sur une largeur de 3 à 5 m. Ces espaces plantés participent au confort thermique puisqu'ils limitent l'albédo en pied de bâtiment. Ces bandes végétales sont divisées en jardins privatifs dont l'entretien est à la charge des usagers. Une grande disparité est à noter quant à l'état de ces jardins.



Gestion de l'intimité des jardins :

De manière générale l'occultation par la mise en place de panneaux, de toiles d'ombrages, de canisses ou autres dispositifs, pose la question de l'intégration architecturale à l'opération.

De manière moins fréquente, la présence de végétation assure le rôle de filtre visuel entre les parties extérieures communes et privatives.



Lorsque les espaces résiduels peu ensoleillés sont utilisés comme jardin survient la problématique de la pérennité des végétaux.

Ce problème est d'autant plus accentué lorsque le jardin se superpose à une dalle de parking souterrain.



PACTE – AP11 REX RTAA DOM Retour d’expérience sur la réglementation thermique, aéralique et acoustique des DOM dans les logements à La Réunion – Tâche 3 : Retour d’expérience sur 100 logements

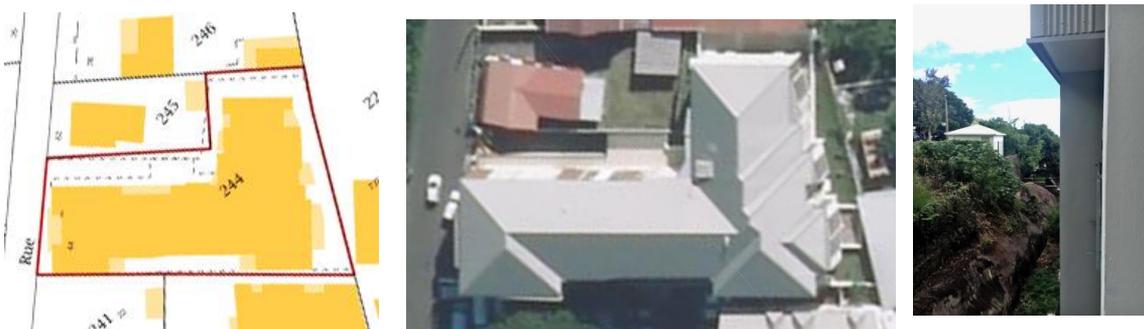
Dans une configuration moins fréquente, des jardins et aménagements paysagers de qualité ont été observés dans certaines opérations.



Il reste cependant nécessaire d’anticiper sur la problématique de la pérennité de ces espaces qui lorsqu’ils ne sont pas ou peu entretenus dépérissent. Sans entretien, les plantes invasives peuvent rapidement prendre racine et nuire l’effort réalisé pour la mise en valeur de ces espaces.



Enfin, dans certaines opérations, l’occupation du sol est telle qu’aucun espace n’est « véritablement » planté.





Même à la suite de l'application de la RTAA DOM, il est possible de constater des traitements d'opérations sans végétalisation. Le retrait réglementaire des limites parcellaires et la perméabilité demandés au PLU sont appliqués sans valorisation de qualité en espace vert.

Ces « friches » qui semblent de prime abord réduire l'entretien peuvent alors générer l'attrait de nuisibles, de dépôt de déchets, ... et participer à la dégradation du ressenti de la qualité du cadre de vie des usagers.

Les constats réalisés lors de nos visites pour cette étude nous amènent à conclure que la réglementation d'urbanisme (permis de construire) à elle seule ne peut pas permettre d'assurer le niveau de traitement paysager qui serait suffisant pour participer au confort thermique recherché par les objectifs de la RT.

Une partie de la réflexion portée lors la refonte de la RTAA DOM devra se concentrer sur l'intégration de cet aspect dans la nouvelle réglementation.

2.3 Analyse architecturale à l’échelle des logements

2.3.1 Volet thermique

2.3.1.1 Protection contre le rayonnement solaire



1^{er} objectif : facteur solaire maximum - protection solaire des parois opaques :

La RTAA DOM impose la protection solaire les parois opaques dans les bas de l’île, pour une altitude inférieure à 600 m.

Le facteur solaire S des murs des pièces principales et de la toiture varie en fonction de l’orientation, de la position et de la taille du pare-soleil (C_m , coefficient d’ombrage), due à la couleur de la paroi (α , coefficient d’absorption) et de la résistance thermique de la paroi (R_{th}). Le facteur solaire de l’ensemble des murs des pièces principales et des toitures doit être inférieur à des valeurs seuils données dans le tableau suivant.

Rappel de la réglementation :

RTAA 2009

<p>1. Facteur solaire des parois opaques</p> <p>1.1. Le facteur solaire, noté S, d’une paroi opaque est calculé avec la formule [1] :</p> $S = \frac{0,074 * C_m * \alpha}{R + 0,20} \quad \text{formule [1]}$ <p>où</p> <p>C_m est un coefficient de réduction correspondant aux pare-soleil dont les valeurs sont précisées dans les tableaux 8 et 8 <i>bis</i> de cette annexe ;</p> <p>α est le coefficient d’absorption de la paroi dont les valeurs, fonction de sa couleur, sont précisées dans le tableau 7 de cette annexe ;</p> <p>R est la résistance thermique de la paroi en $m^2.K/W$.</p> <p>Lorsque la paroi est protégée par un pare-soleil ventilé, c’est le coefficient d’absorption α correspondant à la couleur du pare-soleil qui permet de calculer le facteur solaire de la paroi.</p>

Art. 5. – 1° A l’exception des bâtiments d’habitation construits à La Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, le facteur solaire des parois opaques horizontales et le facteur solaire des parois opaques verticales des pièces principales, en contact avec l’extérieur, doivent être respectivement inférieurs ou égaux aux valeurs maximales, notées S_{max} , données dans le tableau ci-après :

TYPE DE PAROI	S_{max}
Paroi opaque horizontale.	0,03
Paroi opaque verticale des pièces principales.	0,09

Tableau 5 : niveau d’exigence RTAA DOM sur les facteurs solaires des parois

RTAA 2016 (mise à jour)

4° Au 1° et au 2° de l’article 5, les mots : « 800 mètres » sont remplacés par les mots : « 600 mètres » ;

Le retour d’expérience sur le panel des 36 opérations étudiées a montré que la nature des protections solaires, de manière générale, a évolué positivement entre les constructions réalisées avant la RTAA DOM et celles construites après sa date d’application.

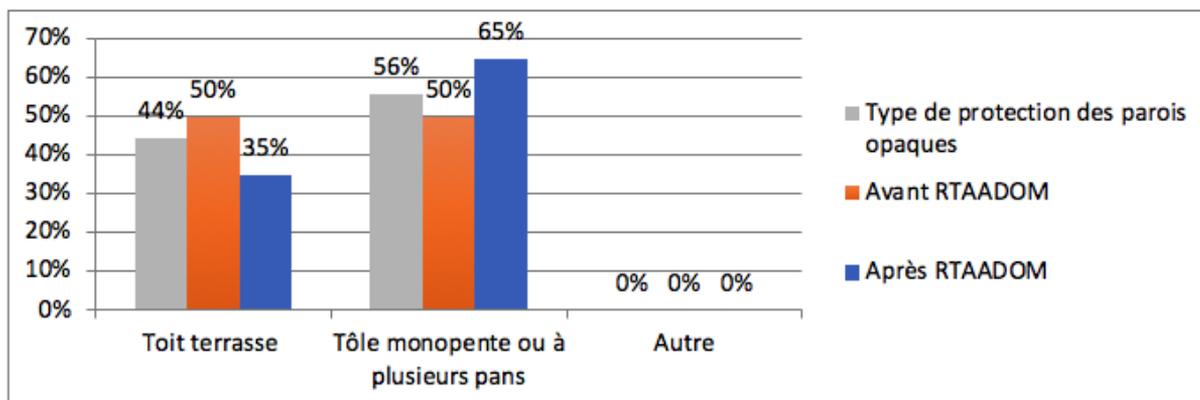


Figure 5 : Répartition par type de toiture

La lecture de ce graphique nous permet d’affirmer, qu’il y a autant de toitures terrasses (50%) (inaccessible (47%) – accessible (3%)) que de toitures avec une ou plusieurs pentes (50%) avant la RTAADOM.

Après l’application de la RTAA DOM, il y a une diminution de l’usage des toitures terrasses. 65% des toitures de type toiture en pente recouverte de bacs aciers et 35% en toitures terrasses. La couleur majoritaire des toitures de type bac acier est le gris ($\alpha = 0,8$) ;

La sur-toiture ventilée, reste à la marge sur quelques corps de bâtiment et le dispositif de toiture végétalisée n’a pas été constatée sur le périmètre d’étude.

Nota : La composition des matériaux constituant les toitures n’a pas été communiquée. Bien que cela joue un rôle important par rapport à la performance thermique du bâtiment, elle ne sera pas abordée dans ce rapport.

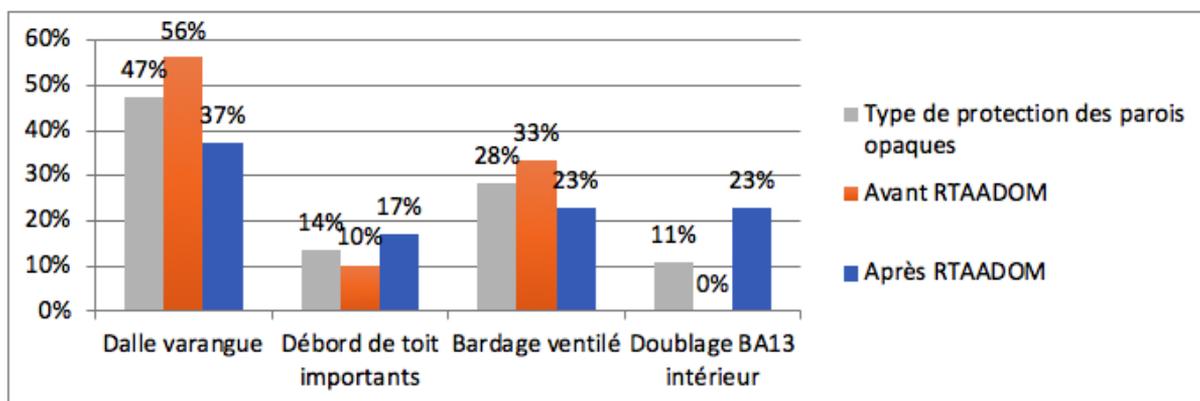


Figure 6 : Répartition des protections solaires de parois

L’ensemble des logements bénéficie d’une partie de leur façade protégée par l’ombre portée de la **dalle de la varangue** du logement du niveau supérieur.

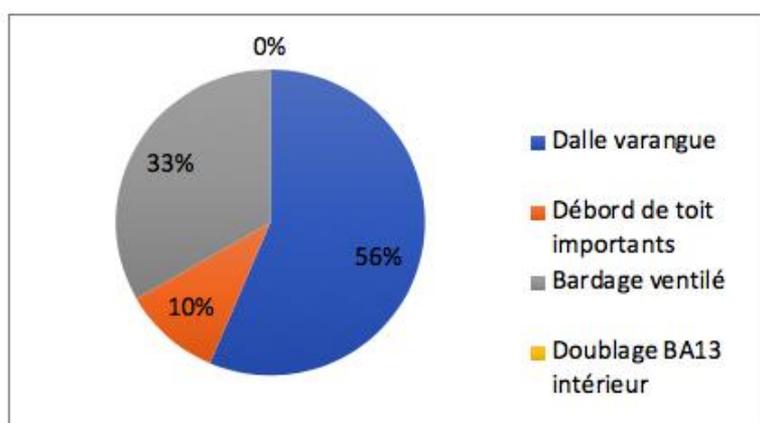
Un autre dispositif permettant de protéger la façade est le **débord de toit**. Il est possible de constater une légère augmentation de ce dispositif après l’application de la RTAA DOM.

La variation de l'usage des **bardages ventilés** depuis l'apparition de la RTAADOM s'explique par la diversification de la nature des protections solaires dans le plan de la paroi (usage de doublages intérieurs).

La majorité des bardages est réalisé en fibrociment de différente forme (panneaux ou lames). Au regard des conditions climatiques de l'île, il s'agit d'un matériau offrant une contrainte d'entretien moindre. Le bois et les bacs aciers sont également utilisés comme bardage.

Depuis l'apparition de la réglementation, on constate l'apparition de **doublages intérieurs en BA13** qui participent à la performance thermique des parois des pièces principales donnant sur l'extérieur. Ils sont utilisés comme alternative aux bardages ventilés pour la protection des façades.

Répartition de l'usage des protections solaires avant RTAADOM :



Les protections solaires de parois opaques les plus utilisées sur les opérations de logements construites avant la RTAADOM sont les dalles de varangues.

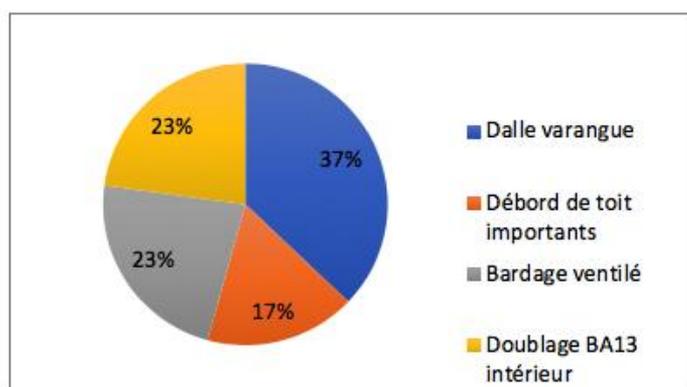
Figure 7 : Répartition des types de protections solaires avant RTAA DOM

Les **dalles de varangues** protègent systématiquement une partie des façades des pièces principales (séjour, chambres et/ou cuisine).

L'usage de **bardages ventilés** représente un tiers des protections solaires de parois opaques. Cependant il est possible de constater que leur mise en œuvre est repérée sur les opérations construites à l'approche de la date d'application de la RTAADOM. Les bâtiments construits bien avant la date d'application de la réglementation ne sont pas dotés de bardages.

Certains débords de toits importants sont constatés sur 4 opérations sur 22, dont une conçue selon l'outil PERENE.

Répartition de l'usage des protections solaires après RTAADOM :



Les protections solaires de parois opaques les plus utilisées sur les opérations de logements construites après la RTAADOM restent les dalles de varangues.

Figure 8 : Répartition des types de protections solaires après RTAA DOM

Il est constaté l'apparition d'un nouveau dispositif de protection des parois opaques, le **doublage intérieur** en plaques de BA13.

Les doublages intérieurs, comme les bardages ventilés représentent $\frac{1}{4}$ des protections de parois opaques verticales.

Les débords de toitures importants pour protéger les façades sont davantage utilisés après l'application de la RTAADOM.

PROTECTION SOLAIRE DES PAROIS OPAQUES - CE QUE LA RTAADOM A APORTE :



Il est constaté une amélioration globale de la protection solaire des parois opaques des pièces principales.

L'usage de protections solaires ponctuelles des façades des pièces principales avant la RTAADOM se généralise et se diversifie.



Les opérations construites bien avant la RTAADOM n'étaient pas dotées de protections solaires de type bardage ou doublage intérieur.



A l'approche de la RTAA il est possible de commencer à noter la présence de bardages en façades. Cependant, dans la majorité des cas, ils sont utilisés comme éléments décoratifs de façades plus que comme protection solaire des façades des pièces principales.



La mise en œuvre de bardages efficaces sur les façades des pièces principales est rare sur les opérations construites avant l'application de la RTAA DOM.



PACTE – AP11 REX RTAA DOM Retour d'expérience sur la réglementation thermique, aéralique et acoustique des DOM dans les logements à La Réunion – Tâche 3 : Retour d'expérience sur 100 logements

A la suite de l'application de la RTAA DOM, l'ensemble des façades extérieures des pièces principales est protégé par des bardages, en lame de fibrociment de manière générale, ou par des doublages intérieurs en BA13.

La nature des toitures a également changé. Il y a davantage de toiture en bac acier après la RTAADOM. Plusieurs raisons pourraient expliquer cette évolution : la prise en compte des sinistres importants liés à l'étanchéité des toitures terrasses, la facilité d'installation de chauffe-eau solaires thermiques sur les toitures de type bac acier.

En conclusion, l'application de la RTAADOM s'est traduite par l'amélioration de la protection solaire des parois opaques des pièces principales.



2ème objectif : facteur solaire maximum - Protection solaire des baies :

La RTAADOM impose la nécessité de protéger les baies du soleil dans les bas de l’île, pour une altitude inférieure à 600 m.

Le facteur solaire S des baies varie en fonction de la présence ou non de protection dans le plan de la baie (S₀) et de l’orientation, de la position et de la taille du pare-soleil (C_m, coefficient d’ombrage). Le facteur solaire des baies doit être inférieur à des valeurs seuils rappelées dans les textes réglementaires suivants.

Rappel de la réglementation :

RTAA 2009

2. Facteur solaire des baies	
2.1. Le facteur solaire d’une baie est égal au facteur solaire sans pare-soleil horizontal S ₀ corrigé par le coefficient C _m correspondant à l’effet de pare-soleil déterminé dans les tableaux 8 et 8 bis ci-après :	
$S = S_0 * C_m$	formule [3]

Art. 6. – A l’exception des baies des pièces de service dont la surface est inférieure à 0,5 m² et des baies des locaux climatisés, le facteur solaire S de chaque baie des logements, en contact avec l’extérieur, doit être inférieur ou égal à 0,65.

Le facteur solaire S des baies des locaux climatisés doit être inférieur ou égal à 0,25.

Art. 7. – A l’exception des bâtiments d’habitation construits à La Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, les baies des logements, transparentes ou translucides, en contact avec l’extérieur, sont interdites dans le plan des parois horizontales.

RTAA 2016 (mise à jour)

5° L’article 6 est remplacé par les dispositions suivantes :

« **Art. 6.** – A l’exception des baies des pièces de service dont la surface est inférieure à 0,5 m², le facteur solaire S de chaque baie des logements, en contact avec l’extérieur, doit être inférieur ou égal aux valeurs maximales données dans le tableau ci-après, selon la localisation du bâtiment et l’orientation de la façade.

LOCALISATION		NORD	SUD	EST	OUEST
Guyane		0,7	0,7	0,6	0,6
La Réunion	Altitude inférieure à 400 mètres	0,6	0,8	0,6	0,6
	Altitude comprise entre 400 et 600 mètres	0,8	Pas d’exigence	0,8	0,8

Tableau 6 : Niveaux d’exigences de protection solaire de la RTAA DOM 2016

Le retour d'expérience sur le panel des 36 opérations étudiées a montré que la nature des protections solaires des baies s'est diversifiée et leur usage est devenu systématique, à la suite de l'application de la RTAA DOM.

Sans que cela soit l'objectif recherché par la RT, on peut noter que ce traitement favorise la richesse architecturale des façades des opérations.

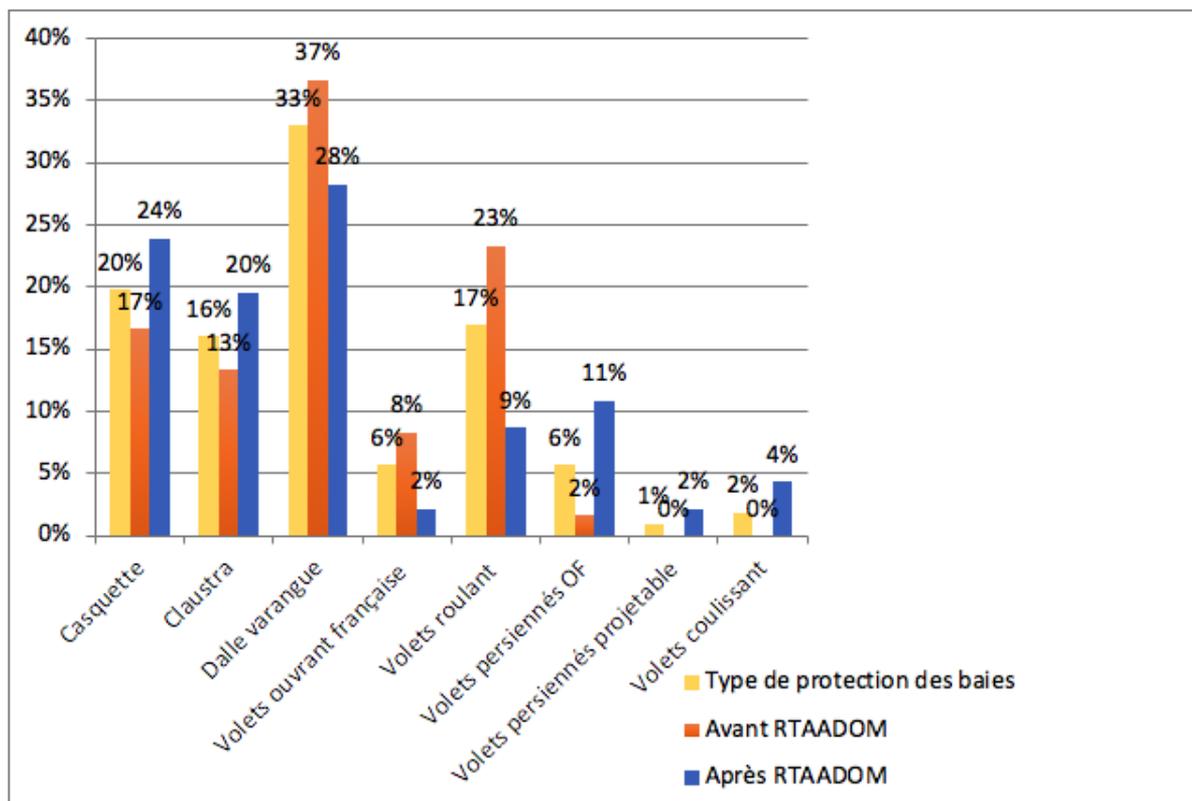


Figure 9 : Répartition des protections solaires des baies

L'analyse des protections solaires des baies permet d'affirmer que deux types de protections sont utilisées sur les bâtiments visités, que ce soit avant ou après l'application de la RTAADOM.

Le premier type de protections solaires de baies observées sont situées dans le plan de la baie (impact sur la valeur S_0). Il s'agit des volets avec des modes d'ouvertures différents et permettant, ou pas, le passage de l'air une fois fermés.

L'autre type de protections solaires des baies observées correspond à des protections solaires de types « pare-soleil » (impact sur la valeur C_m). Ces pare-soleils peuvent être des casquettes, des dalles de varangues et des claustras.

L'ensemble des baies permettant l'accès aux varangues est protégé par l'ombre portée de la **dalle de la varangue** du logement du niveau supérieur.

A la suite de l'application de la RTAA DOM, la nature des protections se diversifie, ce qui explique la diminution de certains pourcentages, mais cela ne signifie pas pour autant que les dalles de varangues sont moins présentes sur les projets construits après l'application de la réglementation.

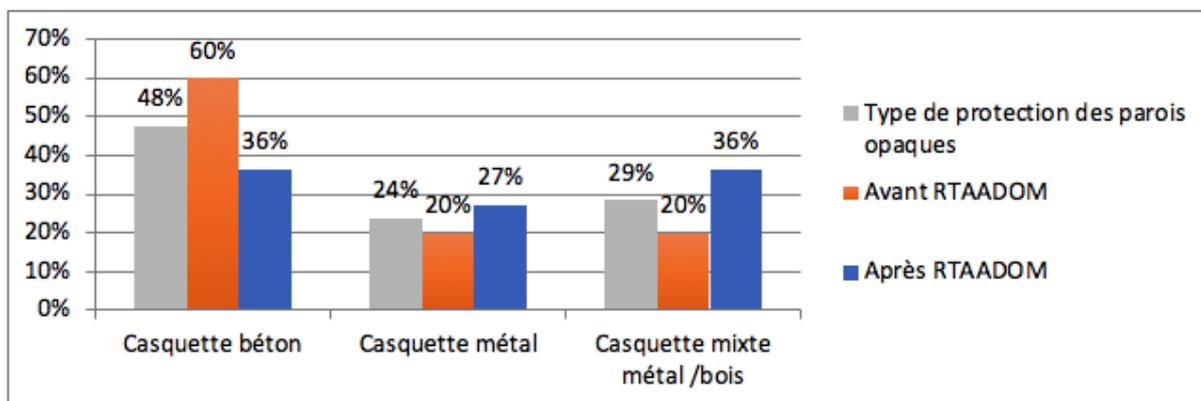


Figure 10 : Répartition des types de casquettes

L’usage de protections solaires de type **casquettes** et **claustras** augmente après la mise en œuvre de la RTAA DOM. Il est possible de distinguer trois types de casquettes : les casquettes en béton, les casquettes métalliques et les casquettes composées de bois et de métal.

La proportion des casquettes béton a considérablement diminuée au profit des casquettes métalliques et composées de bois et de métal.

Les claustras sont essentiellement installés sur les varangues, ou directement dans le plan de la baie. Ils sont constitués de lames en métal ou en bois.

Sur les opérations réalisées après l’application de la RTAA DOM, l’usage de **moyens d’occultation** des baies est beaucoup moins récurrent. La nécessité d’assurer la ventilation naturelle des logements n’en est pas la seule raison. Il semblerait que la disparition des moyens d’occultation des baies soit aussi liée aux économies de projet.

Il est possible de noter également l’apparition de volets persiennés, battants ou projetables.

Il a été constaté que les opérations construites par des promoteurs privés sont davantage équipées en volets que celles construites par les bailleurs sociaux.

Enfin, les volets qui persistent sur les opérations construites après l’application de la RTAA DOM se trouvent essentiellement en rez-de-chaussée pour se prémunir des risques d’intrusions. Lorsqu’ils sont présents, ils sont, la plupart du temps, protégés par des casquettes.

Protections solaires des baies avant la RTAA DOM :

Avant l’application de la RTAA DOM, on note que la plupart des protections solaires permettent un fonctionnement en ventilation naturelle (69%), toutefois certaines protections occultent totalement les baies et ne permettent plus d’assurer la ventilation naturelle (31%).

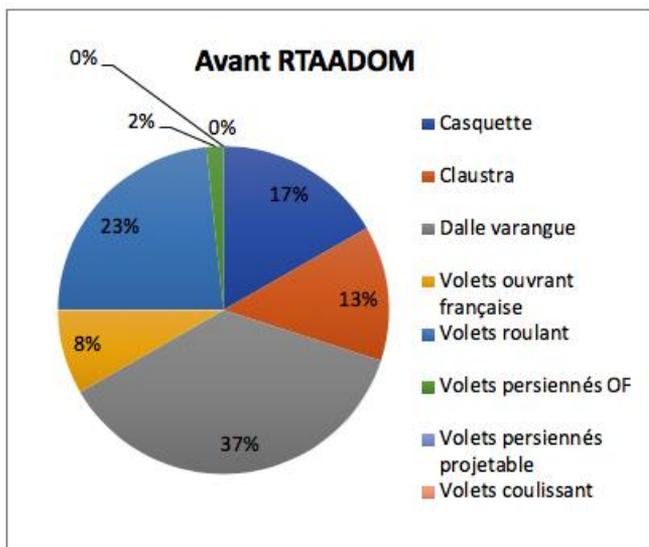


Figure 11 : Répartition des protections solaires avant la RTAA DOM

Les protections solaires des baies les plus utilisées sur les opérations de logements construites avant l’application de la RTAADOM restent les dalles de varangues.

Les protections solaires qui permettent la ventilation naturelle :

- Dans tous les logements, les **dalles de varangues** protègent certaines baies des pièces principales (séjour le plus souvent et parfois chambres et/ou cuisine) ;
- Les **casquettes** représentent 17% des protections solaires rencontrées sur les baies ;
- Les **claustras** sont également utilisés à hauteur de 13% ;
- La présence de **volets persiennés battants** n’a été observée que sur une opération avant la RTAA DOM.

Les protections solaires qui ne permettent pas la ventilation naturelle :

- Parmi les dispositifs d’occultation ne permettant pas la ventilation naturelle, les **volets roulants** représentent 23% des protections solaires observées ; les **volets pleins battants** représentent 8% des protections solaires observées. Avant la RTAADOM, l’usage des volets pleins n’est pas couplé avec une autre protection solaire permettant la ventilation naturelle.

Protections solaires après la RTAADOM :

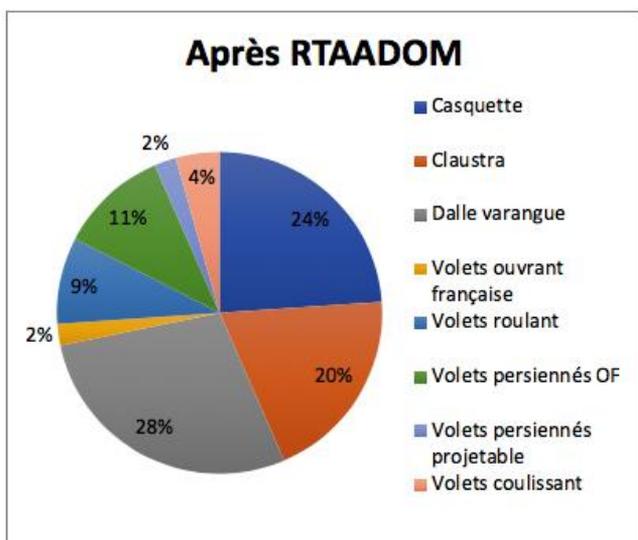


Figure 12 : Répartition des protections solaires après la RTAA DOM

Après l’application de la RTAA DOM, on constate que la nature des protections solaire est plus variée.

On distingue les principales protections permettant le fonctionnement en ventilation naturelle (85%) et celles qui occultent totalement les baies et ne permettent plus la ventilation naturelle (15%). On note une augmentation de l’ordre de 15% des protections solaires compatibles avec un fonctionnement en ventilation naturelle avec l’application de la RTAA DOM.

Les protections solaires des baies les plus utilisées sur les opérations de logements construites après la RTAA DOM restent les dalles de varangues.

Les protections solaires qui permettent la ventilation naturelle :

- Dans tous les logements, les **dalles de varangues** protègent certaines baies des pièces principales (séjour le plus souvent et parfois chambres et/ou cuisine) ;
- Les **casquettes** représentent 24% des protections solaires rencontrées sur les baies ;
- Les **claustras** sont également utilisés à hauteur de 20% ;
- La présence de **volets persiennés battants** a été observée sur 6 opérations parmi les 14 analysées après la RTAA DOM.

Les protections solaires qui ne permettent pas la ventilation naturelle :

- Les dispositifs d'occultation ne permettant pas la ventilation naturelle sont en nette diminution par rapport aux constructions réalisées avant l'application de la RTAA DOM. Parmi les protections installées, les **volets roulants** représentent 9% des protections observées, les **volets pleins battants** représentent 2% de protections solaires observées de même que les **volets pleins coulissants**.

Après la RTAA DOM, lorsqu'un moyen d'occultation est mis en œuvre, des protections solaires de type casquette sont systématiquement installées en complément pour permettre la ventilation naturelle du logement tout en assurant la protection solaire.



PROTECTION SOLAIRE DES BAIES - CE QUE LA RTAADOM A APPORTE

On constate une amélioration globale de la protection solaire des baies. L'usage de protections solaires ponctuelles présentes avant la RTAA DOM se généralise et se diversifie.

On distingue deux types de protections solaires :

- Les protections solaires dans le plan de la baie,
- Les protections solaires au-dessus de la menuiserie.

Les protections solaires dans le plan de la baie (So) :

Bien qu'à la suite de l'apparition de la RTAA DOM, les protections solaires dans le plan de la baie se raréfient, lorsqu'elles sont présentes, elles gagnent en efficacité.

Après la RTAA DOM, lorsque les protections solaires sont installées dans le plan de la baie, elles permettent un fonctionnement compatibles avec la ventilation naturelle (volets persiennés battants ou projetables).



Modification du type d'occultation pour assurer la ventilation naturelle des logements requise par la RTAADOM. Le second effet positif est le gain en luminosité naturelle.

En rez-de-chaussée, les moyens d'occultation déjà présents pour assurer la sécurité contre les intrusions persistent après la RTAA DOM. Lorsque ces occultations ne permettent pas le passage de l'air (volets pleins coulissants ou ouvrants à la française et volets roulants), ils sont systématiquement surmontés d'une protection solaire assurant le rôle de pare-soleil.



Cependant, pour des raisons d'intimité, l'usage de volets pleins (roulants ou coulissants), ne permettent pas la ventilation des pièces concernées.

Une différence peut être notée entre les opérations construites par les bailleurs sociaux et privés. En effet, dans les logements sociaux, seules les menuiseries des rez-de-chaussée disposent de moyens d'occultation dans le plan de la baie. Les logements privés en disposent sur l'ensemble des étages.

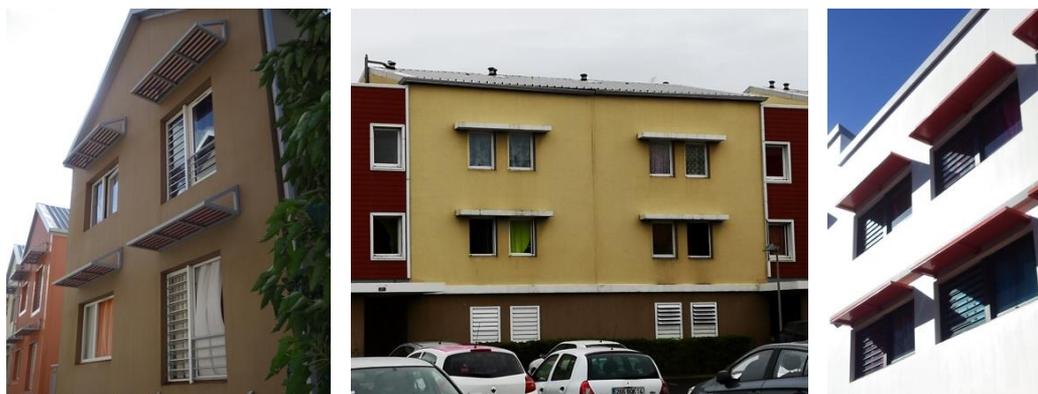


Les

protections solaires au-dessus des baies (Cm) :

Les protections solaires horizontales au-dessus des baies représentent les dispositifs les plus fréquemment rencontrés.

A la suite de l'application de la RTAA DOM, l'usage des casquettes en béton diminue en faveur des casquettes légères, à faible inertie en métal ou structure mixte.



La couleur des casquettes (coefficient d'absorption α), pouvant être à l'origine de la surchauffe des matériaux et d'émission de rayonnement, n'est cependant pas pris en compte par la réglementation.



Remarque :

Sur les opérations construites à la suite de l'application de la RTAADOM il est possible de noter la présence de casquettes dont l'efficacité sur certaines façades peut cependant être remise en question.

Les protections solaires de type joues latérales restent très peu utilisées.



Il est possible de constater une amélioration générale de la protection solaire des baies à la suite de l'application de la RTAA DOM. L'évolution positive de la protection des baies favorise le bon fonctionnement de la ventilation naturelle des logements.



1er objectif – Conclusion sur la protection solaire des parois et des baies

En conclusion, l'application de la RTAA DOM a permis l'amélioration globale de la protection de l'enveloppe du bâtiment (parois opaques et baies) contre le rayonnement solaire. L'usage des dispositifs architecturaux, tels que les bardages, les doublages intérieurs ou encore les casquettes et volets persiennés, agrémente la richesse architecturale des façades mais surtout favorise le bon fonctionnement du bâtiment et le confort thermique et visuel des usagers.

LES POINTS DE VIGILANCE DES PROTECTIONS SOLAIRES :

Dalles de varangues



Les dalles de varangues et les casquettes sont des moyens de protection solaire efficace en façade Nord et Sud essentiellement.

Leur efficacité en façade Ouest et Est est moindre. On observe alors que les varangues sont occultées par les occupants avec des matériaux et produits divers (stores, voiles d'ombrage...) pouvant atténuer la cohérence

architecturale de l'opération mais surtout qui tend à rendre nulle la ventilation naturelle et l'éclaircement naturel des logements.

Bardages ventilés



La préconisation de bardages ventilés doit prendre en compte certains paramètres pour permettre la pérennité du dispositif.

Une façade exposée à l'Est et à l'Ouest ne sera pas soumise aux mêmes contraintes climatiques et donc les matériaux ne seront pas sollicités de la même manière.

Il est primordial que le choix du matériau utilisé pour le bardage soit en adéquation avec la capacité financière du maître d'ouvrage à en assurer l'entretien. Une façade dotée d'un bardage bois exposée à l'Est, aux pluies les plus importantes, ne bénéficiera pas d'une protection solaire pérenne si son entretien n'est pas prévu dès la conception.

Lors de la finalisation des travaux de VRD, il se peut que la garde au sol des pieds de bardages ne soit pas respectée. Cela a deux conséquences : la dégradation accélérée du bardage dans un premier temps et la diminution de la circulation d'air à l'arrière du bardage dans un second temps. Il en va de l'efficacité de ce système de protection de façade que de vérifier le respect de la garde au sol des pieds de bardage lors de la réception de l'ouvrage.



Doublage intérieur en BA13

Non contraints aux conditions climatiques critiques, il est aisé de penser que les doublages intérieurs représentent des moyens de protections solaires pérennes.

Cependant il y a des points de vigilances à soulever : Il est nécessaire de sensibiliser les usagers quant à l'accrochage d'éléments d'aménagement ou de décoration sur ces parois (les barres de rideaux par exemple).

Il est aussi important de prendre en considération le caractère hygroscopique des plaques de plâtres de BA13 qui se tâchent, se gonflent et se désagrègent en présence d'eau. Dans la construction, la prise en compte des problématiques de remontées capillaires, d'étanchéité de façades horizontales et verticales et d'éloignement des EP des pieds de façades n'est pas à négliger pour la pérennité de l'ouvrage.



Alternance bardage sur les façades des chambres et aux derniers étages et doublages intérieurs dans les chambres des niveaux inférieurs.

Casquettes

De manière générale, les casquettes participent à l'agrément des façades et sont mises en évidence par des couleurs dont le coefficient d'absorption peut s'avérer élevé. Plus la valeur de ce coefficient sera importante, plus le matériau va accumuler et restituer de la chaleur par rayonnement. Il peut participer au réchauffement de l'air qui entrera, dans le logement par le biais de la ventilation naturelle. Cependant, la RTAA DOM ne tient pas compte de la couleur des protections solaires des baies.



Volets projetables



Les volets projetables représentent une protection solaire performante car ils stoppent de manière efficace les rayonnements du soleil et la pluie. Cependant, la surface utile à la bonne ventilation du local est réduite et l'entrée de lumière naturelle est limitée.

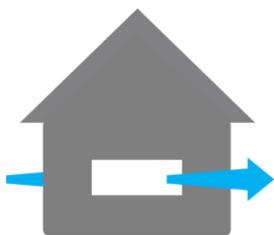
2^{ème} objectif : Protection solaire des parois et des baies – Fenêtres de toit interdites :

La RTAA DOM interdit la mise en œuvre de fenêtres de toit sur les bâtiments construits à une altitude inférieure à 600m.

Sur les bâtiments étudiés, construits à la suite de l'application de la réglementation, il n'a pas été repéré de fenêtre de toit.

La RTAADOM permet par cette interdiction de limiter les surchauffes dans les combles.

2.3.1.2 Ventilation naturelle de confort thermique



Pour atteindre les objectifs de confort thermique, la RTAADOM pose le cadre réglementaire minimum devant permettre la ventilation naturelle du logement. Pour cela des façades d'orientations différentes doivent avoir des ouvrants suffisamment dimensionnés (dans les pièces de vie du logement). Il s'agit donc de répartir de manière efficace les ouvertures dans des façades opposées ou latérales, et d'avoir une porosité minimum des façades par des dimensions d'ouvrants suffisantes.

Rappel de la réglementation :

RTAA 2009

▶ CHAPITRE III : VENTILATION NATURELLE DE CONFORT THERMIQUE

Article 9 [En savoir plus sur cet article...](#)

Afin d'assurer une vitesse d'air minimale pour le confort thermique des occupants, les pièces principales de tout logement doivent pouvoir être balayées par au moins un flux d'air extérieur continu, qui entre, transite et sort du logement par des baies ouvertes en adoptant les conventions suivantes :

1* A l'échelle du logement, le flux d'air est obtenu par des ouvertures particulières percées dans au moins deux façades ayant des orientations différentes. Le taux d'ouverture des façades considérées pour ce flux d'air doit être supérieur ou égal à la valeur minimale admissible donnée dans le tableau ci-après selon le département, l'altitude et la zone :

LOCALISATION		TAUX MINIMAL ADMISSIBLE d'ouverture des façades de logement requis pour un flux d'air
Guyane.		25 %
Guadeloupe.		20 %
Martinique.		20 %
La Réunion.	Altitude inférieure à 400 m.	20 %
	Altitude comprise entre 400 et 800 m.	15 %
	Altitude supérieure à 800 m.	Pas d'exigence.

Tableau 7 : Niveaux d'exigences RTAA DOM 2009 sur la porosité en fonction de l'altitude

RTAA 2016 (mise à jour)

« Art. 9.-Afin d'assurer une vitesse d'air minimale pour le confort thermique des occupants dans les pièces principales, chaque logement doit pouvoir bénéficier d'une ventilation naturelle par ouverture des baies en adoptant les règles suivantes, à l'exception des logements situés à une altitude supérieure à 600 mètres à La Réunion :

1* Pour tout logement, le taux d'ouverture de chaque pièce principale doit être au moins égal aux pourcentages donnés dans le tableau ci-après :

LOCALISATION		SÉJOUR ET SALON	CHAMBRES ET AUTRES PIÈCES principales
Guyane		25 %	20 %
La Réunion	Altitude inférieure ou égale à 400 mètres	22 %	18 %
	Altitude comprise entre 400 et 600 mètres	18 %	14 %

Tableau 8 : Niveaux d'exigences RTAA DOM 2016 sur la porosité en fonction de l'altitude

SURFACE DE LA PIÈCE	INFÉRIEURE À 12 M2	ENTRE 12 ET 25 M2	SUPÉRIEURE À 25 M2
Surface minimale de l'ouverture interne	1,6 m2	1,8 m2	2,2 m2

Tableau 9 : Niveaux d'exigences RTAA DOM 2016 sur la porosité intérieure

1^{er} objectif : Avoir un flux traversant le logement

Le retour d'expérience sur le panel des 36 opérations étudiées a montré que pour répondre à cet objectif de ventilation naturelle des logements, la configuration des logements a fortement évolué entre les constructions réalisées avant la RTAA DOM et celles construites après sa date d'application.

40% des logements avant RTAA DOM visités présentent un plan de logement mono-orienté.

100% des logements après RTAA DOM présentent un plan de logement traversant ou d'angle avec deux façades latérales qui participent au passage du flux d'air.

Pour autant cette étude ne permet pas d'affirmer l'efficacité des ouvertures des 60% de logements bi-orientés avant RTAA.

Après RTAA DOM, le traitement de la desserte verticale et horizontale, a fortement évolué pour permettre la double orientation des logements. Cette évolution vient impacter le traitement des cages d'escaliers et des coursives (les couloirs intérieurs au sens où nous les connaissons avant RTAA n'existant quasiment plus après RTAA DOM).

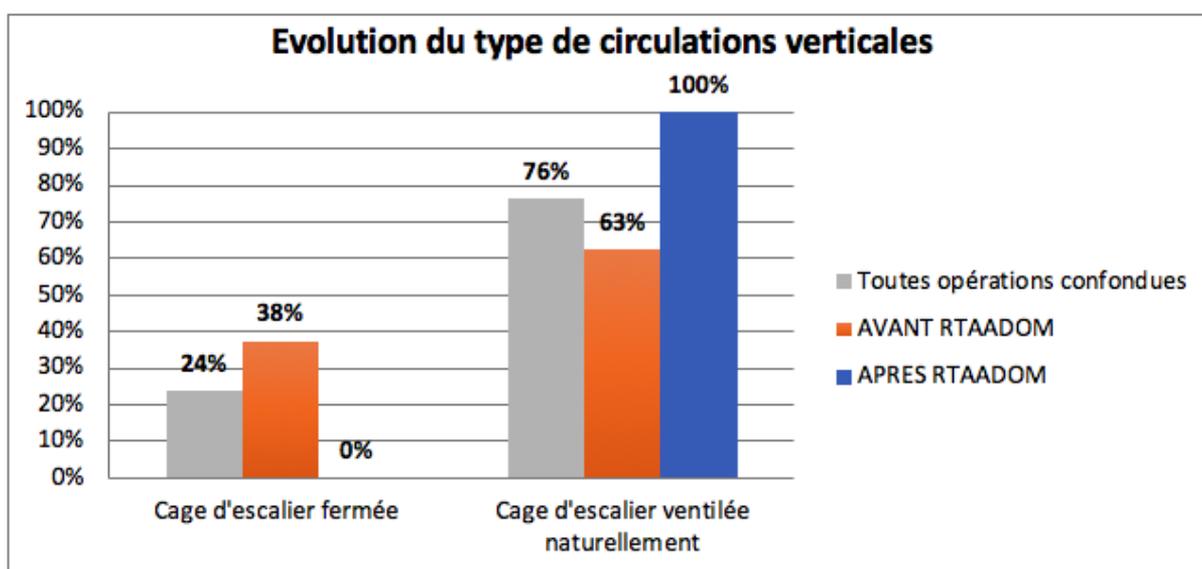


Figure 13 : Evolution des types de circulations verticales

68 % des résidences construites avant RTAADOM ont des logements desservis par une cage d'escalier ventilée naturellement ; après RTAADOM ce chiffre passe à 100 % des opérations.

Après RTAA DOM le traitement de la ventilation de la cage d'escalier est divers : tôle perforée, persienne, etc.



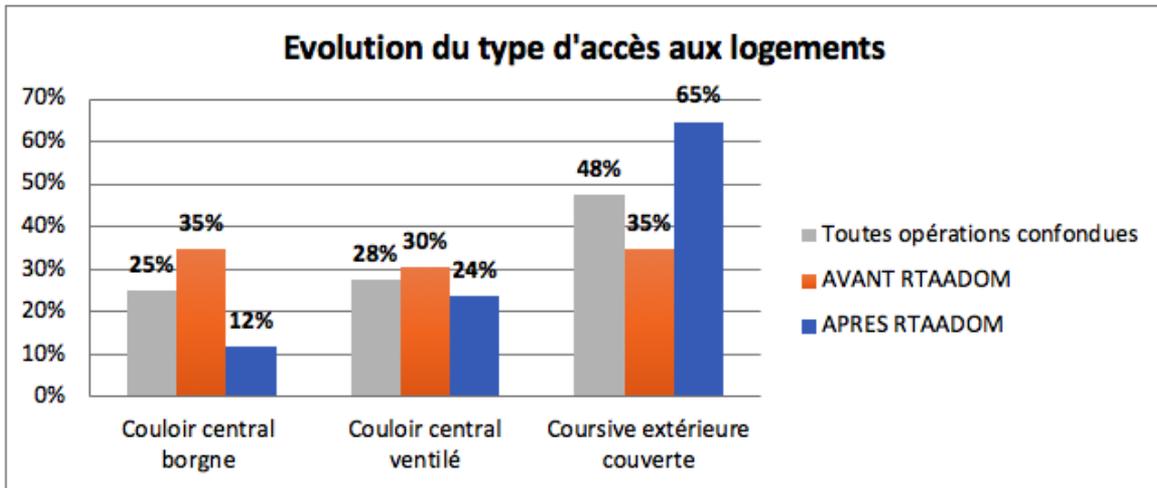


Figure 14 : Evolution des types de circulations horizontales

Seulement 35 % des résidences construites avant RTAA DOM ont des logements desservis par une coursive extérieure couverte. Le couloir central permettant de desservir plusieurs logements de part et d'autre était la desserte la plus courante avant la RTAA.

Après RTAA DOM, 65 % des logements sont desservis par une coursive extérieure couverte.

Les 35 % de logements après RTAA DOM non desservis par une coursive extérieure couverte correspondent à :

- Des logements desservis par une cage d'escalier centrale ventilée, dans le cas d'opération de logements de ville (en bande).
Ce choix dans les opérations réduites démultiplie les escaliers mais présente l'avantage d'obtenir une ventilation naturelle traversante efficace car seuls 2 logements sont desservis sur un même palier. Les entrées sont ainsi personnalisées.



Figure 15 : Type de déserte sans coursive de logements après RTAA DOM



- Des logements desservis par un couloir central ventilé.
L'efficacité du choix du couloir central ventilé reste limitée, en particulier lorsqu'il participe à la ventilation naturelle de nombreux logements. Lorsqu'il est long et dessert plusieurs logements les « creux » permettant la ventilation doivent être suffisamment dimensionnés.

A défaut, la ventilation naturelle des logements peut être insuffisante et le manque de luminosité naturelle doit être pallié par un éclairage artificiel qui porte préjudice aux plantations en cœur d'opération.

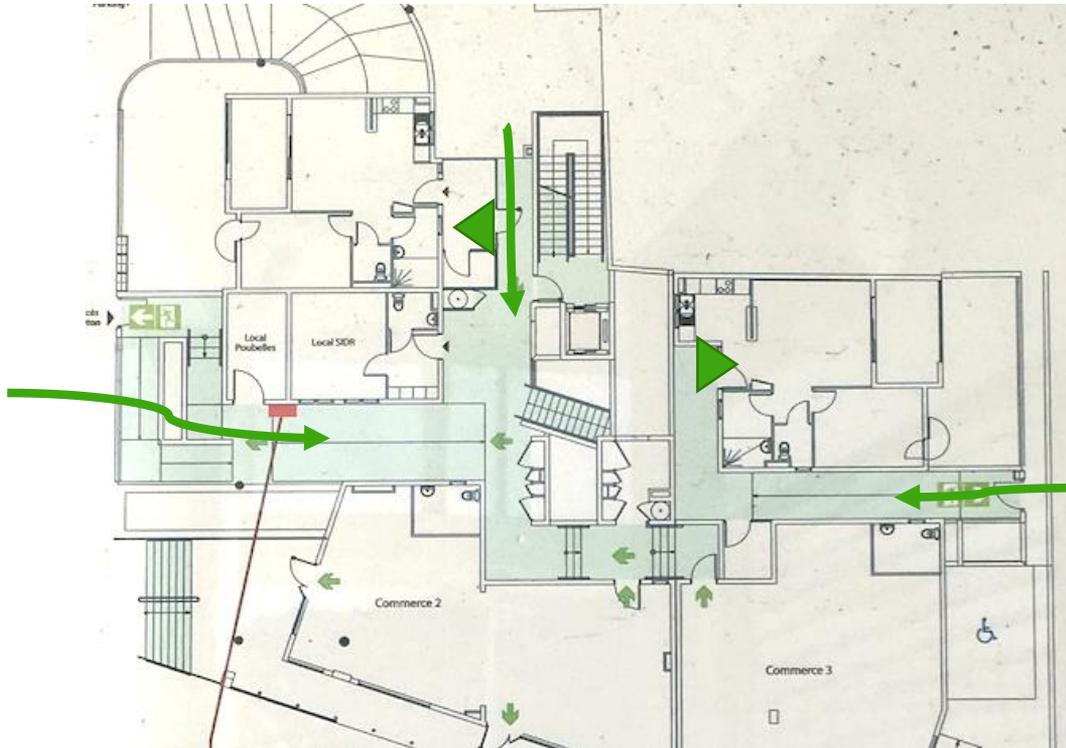
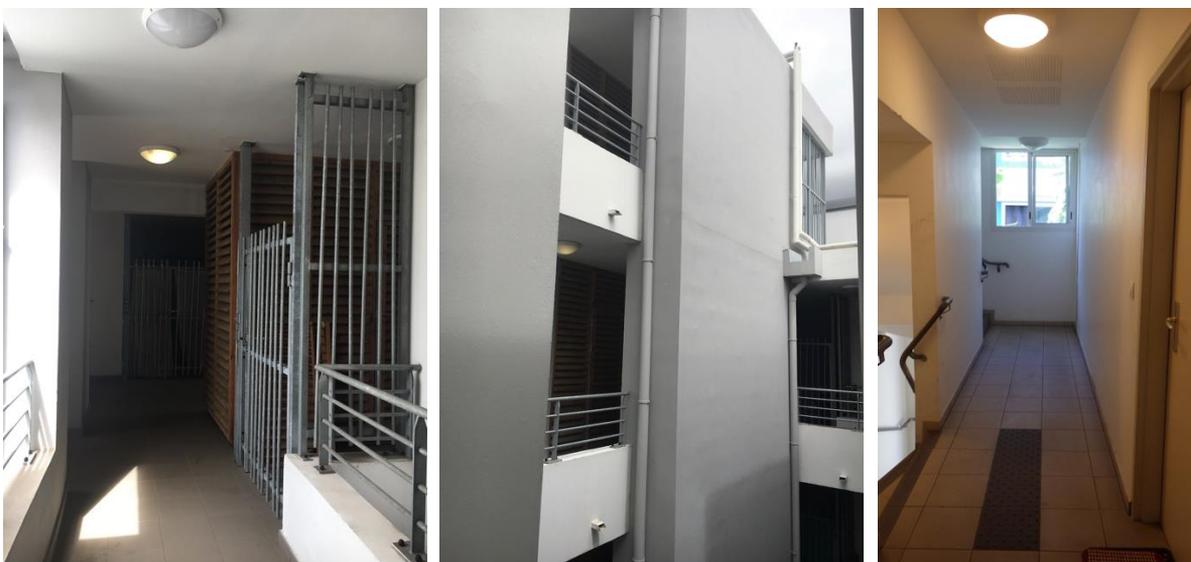


Figure 16 : Des logements desservis par un couloir central ventilé.



En conclusion, le fondement de la réglementation est la ventilation naturelle de confort thermique, sur ce point les logements visités bénéficient sans équivoque des apports de la RTAADOM en ayant un flux d'air traversant.

Les limites de la RTAA (pour les opérations conformes) qui apparaissent sur l'effcience de ce flux d'air sur le confort des usagers, sont liées à l'usage du locataire et au traitement des abords de la résidence.

LES POINTS DE VIGILANCE ENTRE USAGE DES LOCATAIRES ET FLUX D'AIR TRAVERSANT

Le rôle du locataire dans la mise en œuvre des moyens offerts par le logement de ventiler naturellement est déterminant. Le sujet est alors une question de sentiment d'intimité au sein de son logement : « la typologie des ouvertures, le traitement de mon entrée, le vis-à-vis qu'il peut y avoir depuis la coursive me donnent-ils le sentiment de pouvoir ouvrir mes fenêtres ? »

Coursive et intimité du logement :

L'exigence de ventilation naturelle à travers le logement, a très clairement impacté la desserte horizontale qui ne se réalise quasiment plus par un couloir central.

En longeant la façade des logements, la coursive extérieure peut cependant poser la problématique de la préservation de l'intimité du logement.

Plusieurs stratégies sont alors élaborées pour diminuer la visibilité à l'intérieur du logement :

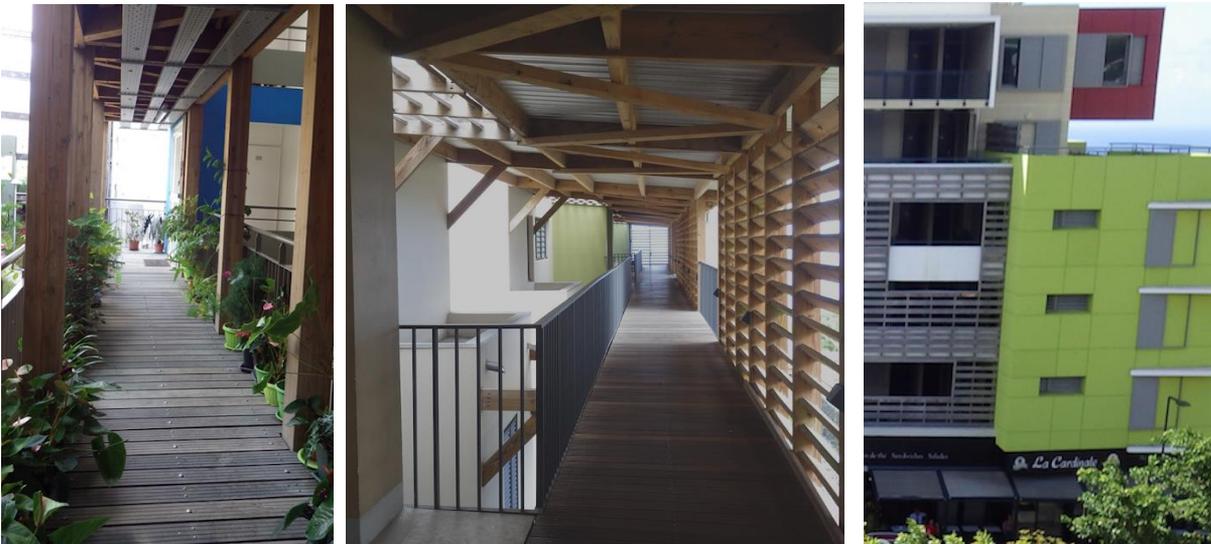
- La création d'un sas ventilé
- Le retrait de la façade de la coursive plus ou moins important selon les possibilités de l'opération
- Le traitement des menuiseries qui donnent sur la coursive

Sur chaque opération la justesse de la stratégie apportée à cette problématique ainsi que la qualité du traitement de la coursive contribuent fortement à la réussite de ces espaces communs qui sont essentiels à la ventilation naturelle du logement.

Dans le cas contraire, un sentiment de manque d'intimité fait mettre en place par le locataire des aménagements de fermeture qui obstruent en partie ou complètement la ventilation naturelle.



Des coursives perpendiculaires au corps de bâtiment, positionnées entre chaque bloc de logement.



Des coursives protégées des intempéries, ventilées et partiellement masquées en façade.

FOCUS / Sas d'entrée :

La création d'un sas d'entrée peut en effet permettre de privatiser les entrées des logements sur une coursive. Cependant le traitement en termes de surface et celui en termes de typologie de « clôture », sont déterminant dans la réussite de l'objectif de ventilation naturelle du logement.

- Trop grand, le sas sera probablement détourné au profit de la création d'une varangue même s'il en existe déjà une dans le logement. Et pour cet usage le locataire cherchera le plus souvent à créer plus d'intimité que nécessaire à un sas ;
- Pas suffisamment « protégé du regard », le sas réduit, sera lui aussi obstrué par les propres moyens du locataire pour préserver les objets personnels qui y sont stockés (du rideau en tissu à ceux en lattes de bambou ou de bois jusqu'à la plaque de contreplaqué).

PACTE – AP11 REX RTAA DOM Retour d'expérience sur la réglementation thermique, aéralique et acoustique des DOM dans les logements à La Réunion – Tâche 3 : Retour d'expérience sur 100 logements

Cet espace d'entrée dans le logement que l'on souhaite faire participer activement au processus de ventilation traversante du logement est alors particulièrement difficile à traiter.



Le sas réduit associé à une partie cellier, masqué en partie par des persiennes ou de la tôle perforée semble répondre au double objectif d'intimité et en même temps de ventilation naturelle.

Malgré tout, l'usage du locataire et son information sur l'objectif de cet espace entrent dans l'équation de réussite du fonctionnement de la ventilation naturelle.





Exemples qui ne sécurisent pas le locataire et ne lui permettent pas de ventiler son logement par la porte d'entrée.



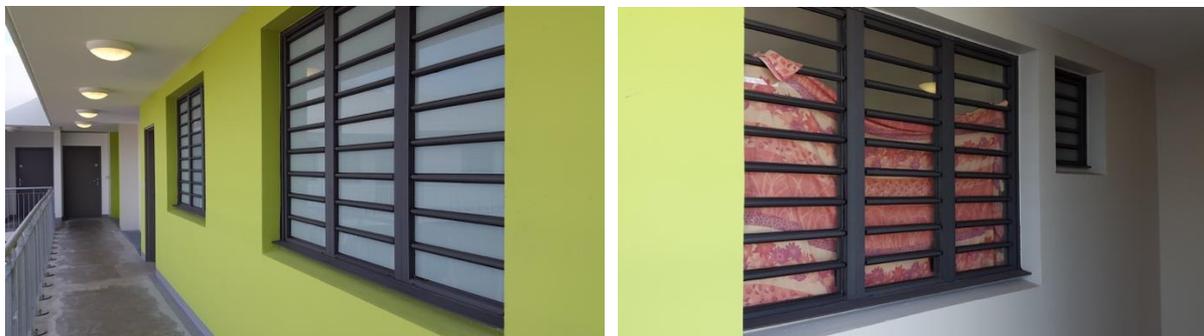
Lorsqu'une jalousie verticale est juxtaposée à la porte d'entrée, il est plus aisé pour le locataire d'ouvrir et de ventiler son logement en ayant un sentiment « relatif » d'intimité préservé.

Ce sentiment d'intimité reste certes subjectif mais est directement en lien avec la dimension de la jalousie et la possibilité ou non à une personne extérieure d'avoir accès à cette jalousie.

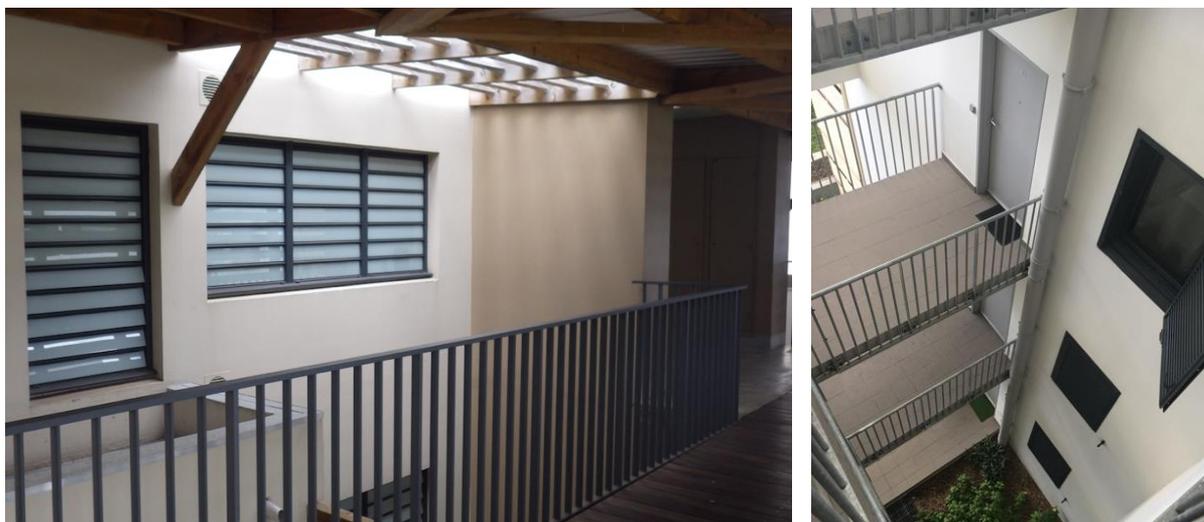
FOCUS / Retrait de la façade de la coursive :

Le retrait de la façade pour traiter l'objectif de l'intimité doit être soit suffisant soit accompagné de traitement de fermeture partielle qui préserve l'intimité au niveau des ouvrants.

A défaut le locataire ferme ses ouvrants pour se préserver de la vue et du bruit.



Exemples de coursive le long de la façade, les locataires ne souhaitent pas ouvrir leurs jalousies : si leur menuiserie est en verre transparent et accessible, si la menuiserie même avec le verre traité en opalescent reste trop accessible depuis la coursive.



Lorsque la coursive même éloignée de la façade permet une visibilité directe sur les ouvrants, pourtant traité en vitrage opalescent, le sentiment d'intimité n'est souvent pas jugé satisfaisant pour permettre l'ouverture des fenêtres ou des jalousies.

Le fait de pouvoir se positionner en face de l'ouverture, et cela même si la coursive est éloignée de la façade, pose la problématique du sentiment de manque d'intimité.

Cette situation peut être atténuée par le locataire par l'installation de rideaux à l'intérieur du logement, la problématique devient alors d'avoir un flux d'air suffisant.

FOCUS / Traitement des menuiseries de la façade donnant sur la coursive :

Les ouvertures peuvent présenter un traitement opalescent du verre et être accompagnées de fermetures. Cependant la protection par une fermeture complète de l'ouverture repose la problématique de la ventilation du logement.

A quel point une ouverture peut-elle être protégée de la vue et permettre en même temps le passage de l'air ?



Les portes d'entrées peuvent être doublées d'une grille permettant de laisser sa porte pleine ouverte pour laisser le flux d'air ventiler le logement.



Force est de constater que les locataires utilisent rarement cette grille à cet usage.

Les rares cas constatés correspondent à des locataires très « décontractés » qui se sont appropriés une partie des espaces communs, ... au désarroi des autres locataires.

2^{ème} objectif : Une porosité minimum de façade

Le retour d’expérience sur le panel des 36 opérations étudiées a montré que pour répondre à cet objectif de porosité minimum des façades, le traitement du logement, a évolué entre les constructions réalisées avant la RTAADOM et celles construites après sa date d’application.

Typologie des menuiseries :

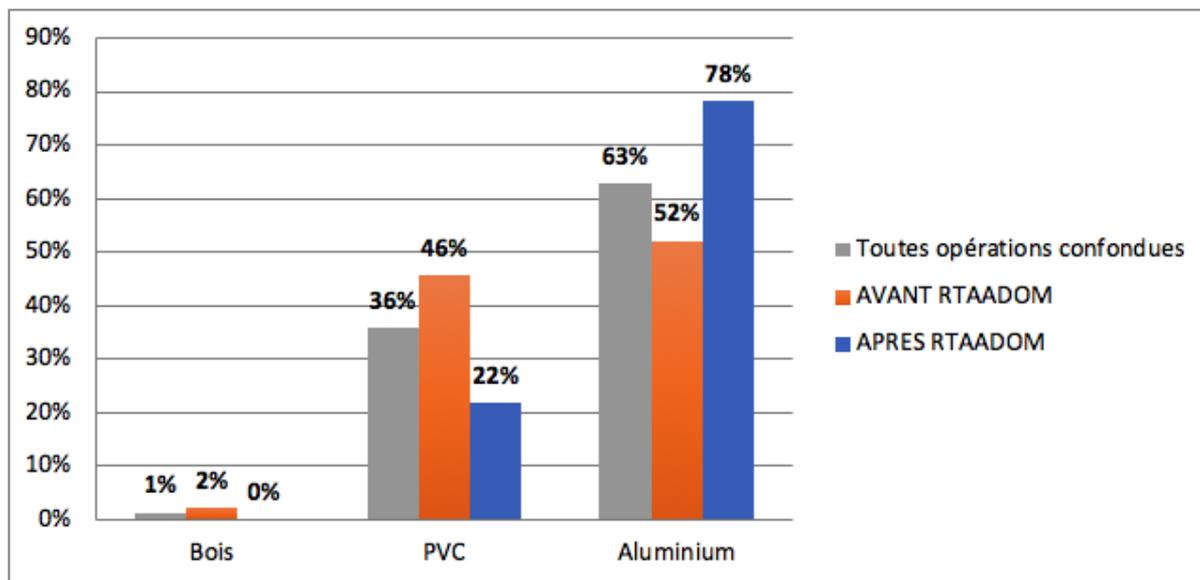


Figure 17 : Matériaux utilisés pour les baies

De manière globale sur l’ensemble des menuiseries du logement, après RTAA DOM, l’évolution du type de menuiserie tend vers des menuiseries en aluminium et en ouvrant à la française.

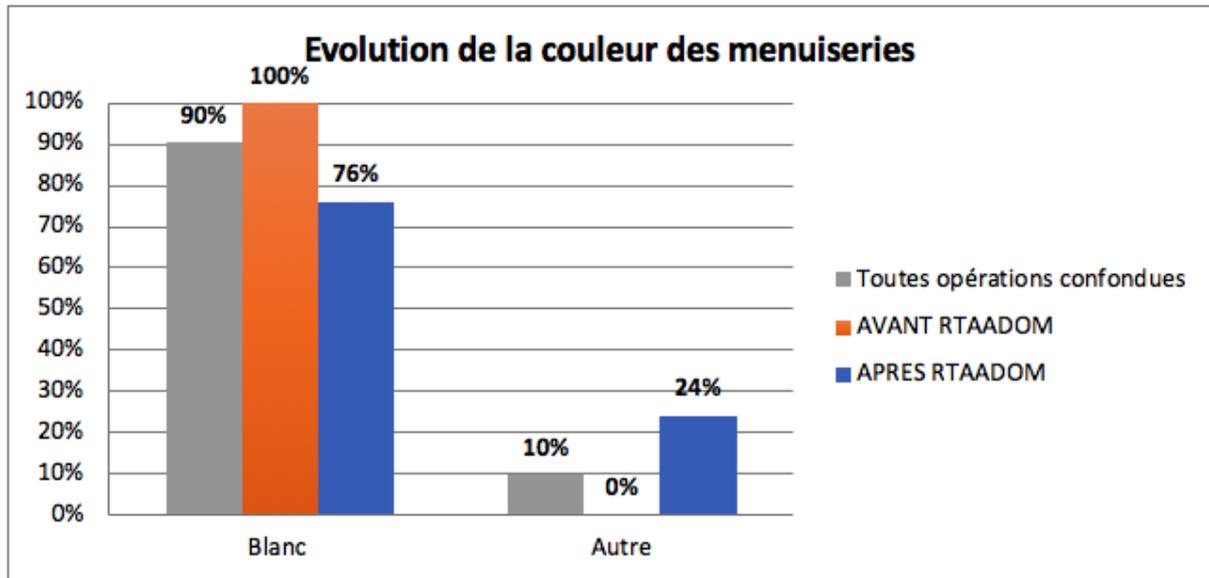
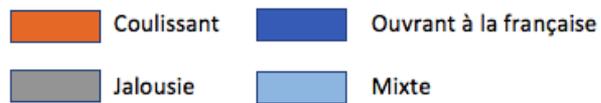
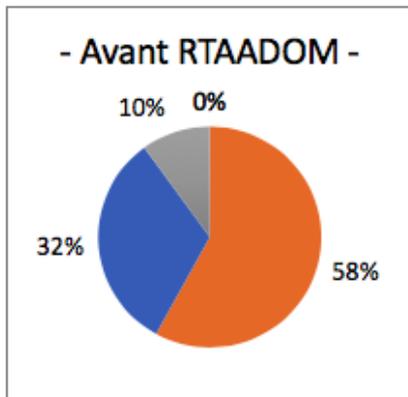


Figure 18 : Couleurs des menuiseries

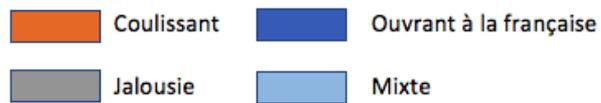
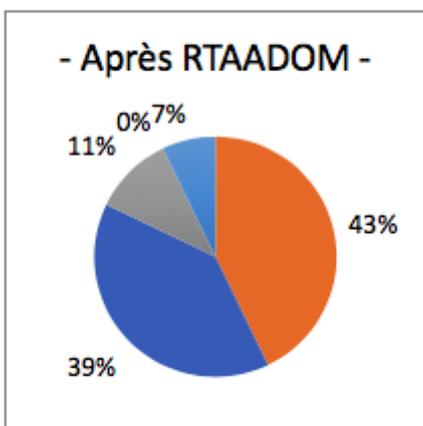
Après RTAA DOM, la couleur blanche des menuiseries tend à diminuer pour le choix du noir et du gris anthracite en lien avec des menuiseries en aluminium.

Type d'ouvrants dans les séjours :



58 % des baies de séjour sont des coulissants à 2 vantaux. Le deuxième type de baie étant des ouvrants à la française.

Figure 19 : Type de menuiseries dans les séjours avant RTAA DOM



43 % des baies de séjour sont des coulissants à 2 ou 3 vantaux. Le deuxième type de baie étant des ouvrants à la française.

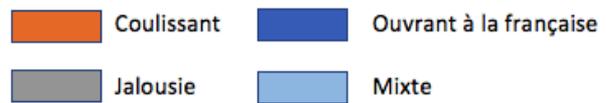
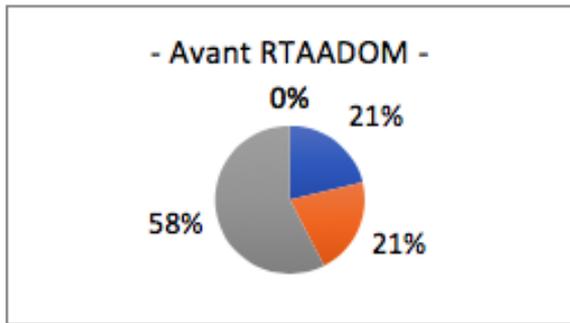
Figure 20 : Type de menuiseries dans les séjours après RTAA DOM

La problématique du coulissant en ventilation naturelle étant la surface réelle d'ouverture libre et donc de ventilation qu'elle permet d'offrir au logement. Le coulissant du séjour a ainsi évolué :

- soit augmenté en termes de vantaux passant de 2 à 3,
- soit accompagné d'une autre menuiserie de type jalousie verticale,
- soit transformé en ouvrant à la française.

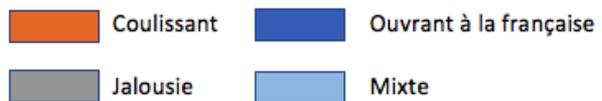
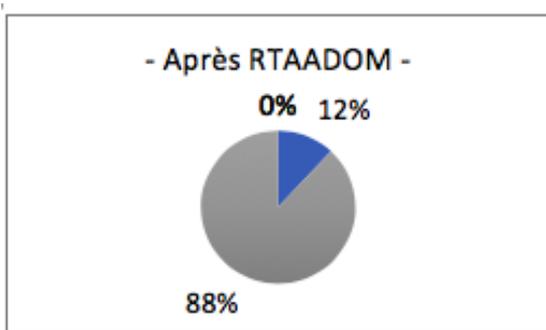


Type d'ouvrants dans les cuisines :



58 % des fenêtres de cuisine sont des ouvrants à la française. Les autres ouvertures étant à part égale des coulissants et des jalousies.

Figure 21 : Type de menuiseries dans les cuisines avant RTAA DOM

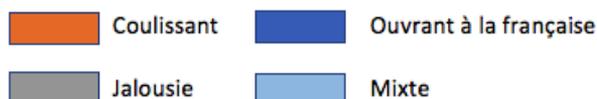
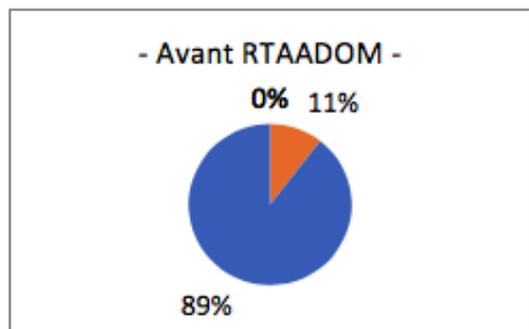


88 % des fenêtres de cuisine sont des jalousies. Le deuxième type d'ouverture étant des ouvrants à la française.

Figure 22 : Type de menuiseries dans les cuisines après RTAA DOM

Le nombre de jalousie pour la cuisine se renforcent après RTAA DOM. Plus aucun des logements visités après RTAA DOM ne présente de coulissant dans les cuisines.

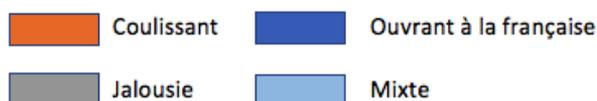
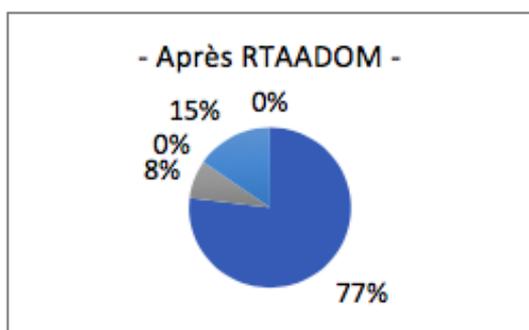
Type d'ouvrants dans les chambres :



89 % des fenêtres de chambre sont des ouvrants à la française. Le deuxième type d’ouverture étant des coulissants.

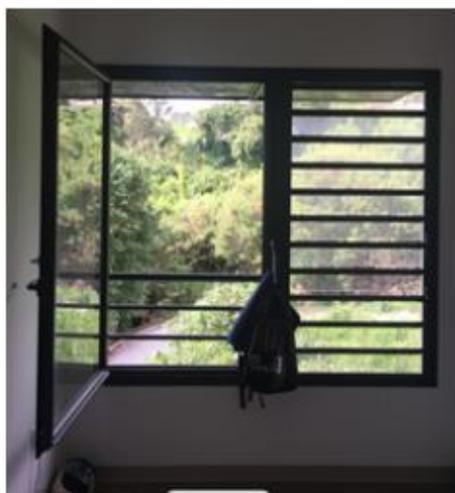
Les fenêtres de nature classique présentent une allège à 1 mètre.

Figure 23 : Type de menuiseries dans les chambres avant RTAA DOM



77% des fenêtres de chambre sont des ouvrants à la française. Le deuxième type d’ouverture étant des menuiseries mixtes : ouvrant à la française associé à une jalousie.

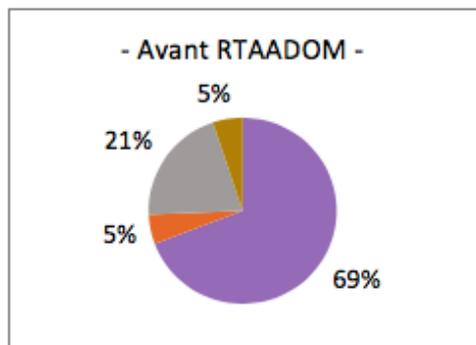
Figure 24 : Type de menuiseries dans les chambres après RTAA DOM



Le nombre d’ouvrant à la française pour les chambres se renforcent après RTAA DOM. On voit apparaître les jalousies et les menuiseries mixtes. Il faut noter que plus aucun des logements visités après RTAA DOM ne présente de coulissant dans les chambres.

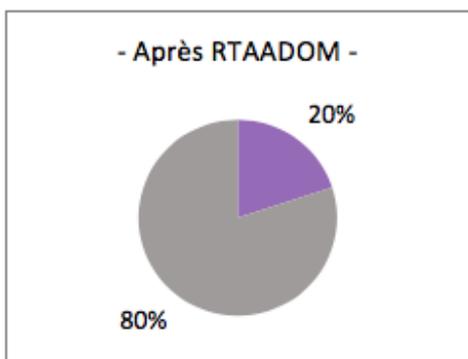
Des menuiseries aux allèges rabaissées apparaissent, elles permettent d’améliorer le flux d’air à la hauteur des occupants.

Type d'ouvrants dans les salles de bain :



69 % des salles de bain sont sans ouvrants.
21 % des salles de bain présentent des jalousies.

Figure 25 : Type de menuiseries dans les salles de bain avant RTAA DOM



80 % des salles de bain présentent des jalousies
20 % des salles de bain sont sans ouvertures.

Figure 26 : Type de menuiseries dans les salles de bain après RTAA DOM

On voit apparaitre un plan du logement qui positionne la salle de bain en façade et permet d’avoir une jalousie. La salle de bain comprend quelque fois dans sa surface le sanitaire.

La dimension de la jalousie est légèrement augmentée. Les formes sont plus rectangulaires que carrés, et une manivelle est mise en place pour répondre aux règles d’accessibilité.



En conclusion, la réglementation précise la dimension minimum des ouvrants participants à la ventilation du logement (% de porosité), sur ce point les logements visités bénéficient sans équivoque des apports de la RTAADOM en présentant des ouvertures modifiées et adaptées en dimension et en typologie selon les pièces du logement.

Les limites de la RTAA (pour les opérations conformes) qui apparaissent sur l’efficacité du flux d’air qu’apporte ces ouvertures redimensionnées et réparties, sur le confort des usagers, restent liées à l’usage du locataire et au traitement des abords de la résidence (sécurité, intimité, bruit).

LES POINTS DE VIGILANCE ENTRE USAGE DES LOCATAIRES ET LA POROSITE MINIMALE DES FACADES :

Type d'ouvrants dans les séjours :

Le choix de la baie du séjour en ouvrant à la française peut questionner dans son usage.

Le séjour a souvent été réduit pour répondre à la réglementation accessibilité. L'ameublement de cette pièce devient compliqué pour les locataires et ne permet souvent pas d'ouvrir les 2 vantaux de la baie, ce qui revient en termes de ventilation naturelle à avoir un coulissant à 2 vantaux.



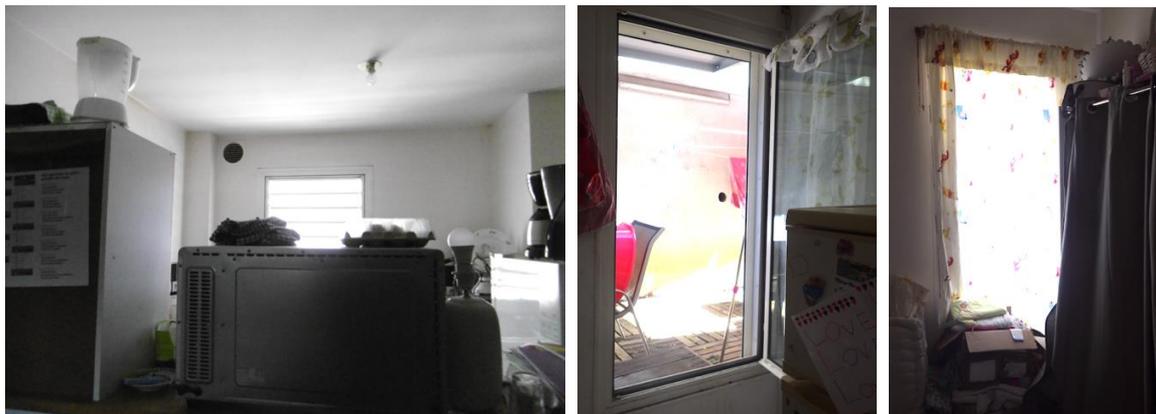
Type d'ouvrants dans les cuisines :

La problématique, du bon usage de la jalousie de la cuisine, est liée à celle du traitement de la coursive et du sas d'entrée ou du cellier lorsque cette ouverture est orientée vers ces espaces.



La cuisine étant majoritairement ouverte sur le séjour, la question de l'intimité peut se poser lorsque la jalousie donne sur une coursive.

Dans le cas des jalousies donnant sur le sas d'entrée ou le cellier, c'est l'encombrement lié à l'usage du locataire de ces espaces qui peuvent venir obstruer la ventilation que permettait à l'origine la jalousie.



3^{ème} objectif : Une vitesse d'air minimale

La réglementation précise la nécessité de prévoir une à deux attentes de brasseur d'air, ou l'installation d'un brasseur d'air selon la configuration de la pièce pour assurer une vitesse d'air minimale, pour le confort des occupants.

Rappel de la réglementation :

RTAA 2009

Article 10 [En savoir plus sur cet article...](#)

Les pièces principales des logements sont équipées d'une attente pour permettre l'installation d'un ventilateur de plafond ; les pièces principales de surface supérieure à 30 m² sont équipées de deux attentes au moins.

Dans les séjours, on compte une attente pour 20 m² de surface habitable.

Article 11 [En savoir plus sur cet article...](#)

A l'exception des bâtiments d'habitation construits à La Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, les chambres sont équipées de ventilateur de plafond lorsque :

- le flux d'air extérieur qui les balaye, au sens de l'article 8 du présent arrêté, traverse au moins une autre pièce principale ;
- la pièce est à simple exposition et le flux d'air extérieur qui la balaye, au sens de l'article 8 du présent arrêté, ne s'écoule pas dans la direction du vent dominant.

RTAA 2016 (mise à jour)

Article 10 [En savoir plus sur cet article...](#)

Modifié par [Arrêté du 11 janvier 2016 - art. 1](#)

Afin d'assurer une vitesse d'air minimale pour le confort thermique des occupants en l'absence de vent, les pièces principales, qu'elles soient climatisées ou non, doivent satisfaire aux dispositions suivantes, à l'exception des bâtiments d'habitation construits à La Réunion à une altitude supérieure à 600 mètres :

1. Les chambres sont équipées a minima d'un ventilateur de plafond fixe lorsqu'elles ne possèdent qu'une ouverture sur l'extérieur.
2. Les chambres possédant au moins deux ouvertures sur l'extérieur et les autres pièces principales sont équipées d'une attente électrique pour permettre l'installation ultérieure d'un ventilateur de plafond. Les séjours de surface supérieure à 20 m² sont équipés a minima de deux attentes. En cas de cuisine ouverte sur le séjour, la surface à prendre en compte pour déterminer le nombre d'attentes est la somme de la surface de la cuisine et du séjour.

NOTA : Conformément à l'article 6 de l'arrêté du 11 janvier 2016, les présentes dispositions s'appliquent aux projets de construction de bâtiments qui font l'objet d'une demande de permis de construire ou d'une déclaration préalable prévue à l'article L. 421-4 du code de l'urbanisme déposées à compter du 1er juillet 2016. Elles peuvent être applicables par anticipation à compter du 14 janvier 2016.

Le retour d'expérience sur le panel des 36 opérations étudiées a montré que pour répondre à cet objectif d'une vitesse d'air minimale pour le confort des occupants, le traitement du logement, a fortement évolué entre les constructions réalisées avant la RTAADOM et celles construites après sa date d'application.

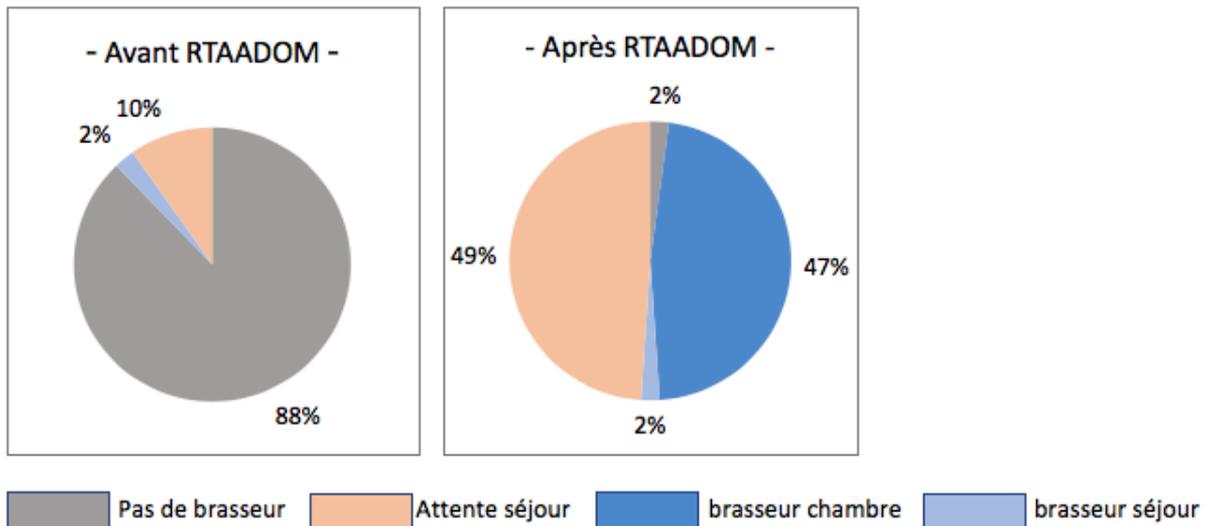


Figure 27 : Taux d’équipement en brasseurs d’air avant/après RTAA DOM

Avant RTAA, seuls 2% des logements visités ont des brasseurs d’air installés, ce chiffre augmente très significativement à 49% après RTAA.

Cependant la pièce qui en bénéficie est quasiment systématiquement la chambre, dont les ouvrants ne permettent pas d’avoir un flux d’air suffisant (la réglementation RTAA permettant cette adaptation à la règle générale).

En conclusion, les logements visités bénéficient de la réglementation sur la nécessité de prévoir une à deux attentes de brasseur d’air, ou l’installation d’un brasseur d’air, cependant le constat est mitigé : encore trop peu de logements sont véritablement équipés en brasseurs.

Les limites de la RTAA (pour les opérations conformes) qui apparaissent sur ce point sont liés à la règle en elle-même et à la capacité financière et technique du locataire.

FOCUS / Brasseurs d’air :

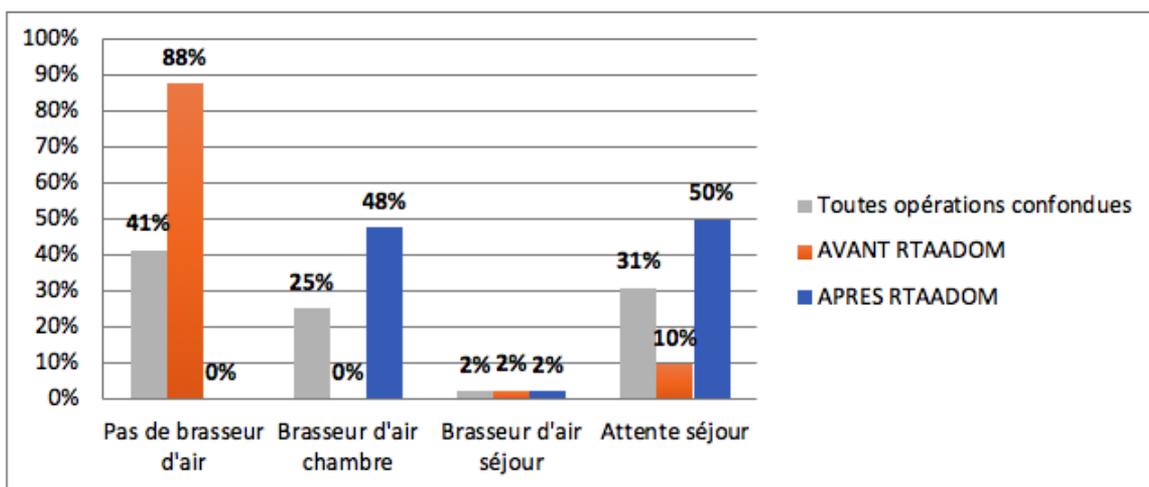


Figure 28 : Répartition du taux d’équipement en brasseurs d’air avant/après RTAA DOM

PACTE – AP11 REX RTAA DOM Retour d'expérience sur la réglementation thermique, aéralique et acoustique des DOM dans les logements à La Réunion – Tâche 3 : Retour d'expérience sur 100 logements

En effet la moitié des logements après RTAA n'ont aucun brasseur d'air installé. Pour les logements qui en ont, c'est uniquement dans une ou deux chambres et non dans le séjour.

Au final, tout en étant conforme et en ayant avancé sur la mise en place des attentes, on ne peut que constater que très peu de logement sont équipés de brasseur d'air.

Dans l'usage cela reste un équipement qui présente un coup d'acquisition et d'installation important (estimé de 250€ à plus de 600€ selon le type de brasseur), que le locataire ne prend pas à sa charge.

D'autre part, la problématique de l'approvisionnement se pose : même si les offres ont évolué en termes de rapport qualité / prix, les brasseurs d'airs ne sont pas aisément disponibles en grande surface. Le brasseur d'air contrairement au ventilateur, reste encore un produit « d'initié », il s'agit d'un équipement pour lequel la majorité des locataires n'a pas les compétences techniques pour son installation.



2.3.1.3 Production d'eau chaude sanitaire par le solaire

Ce chapitre est traité dans la Sous-tâche 3.3. Evaluation de la consommation énergétique des logements

2.3.2 Aération

2.3.2.1 Qualité de l'air intérieur

L'aération et la climatisation :

Dans le panel étudié, 25% des opérations sont équipées de climatiseurs.

- Avant l'application de la RTAADOM, sur 8 opérations concernées, 2 étaient gérées par des bailleurs sociaux.
En général, pour les opérations privées, l'ensemble des logements bénéficie de chambres climatisées, ce qui génère l'installation de nombreuses unités extérieures sur les façades. Aucun dispositif de protection ne permettant de les intégrer architecturalement à la façade, ni d'optimiser leur rendement n'est installé lorsqu'ils sont posés sur le nu de la façade. Certains groupes extérieurs sont positionnés sur les varangues.
Dans les opérations sociales, il est possible de constater ponctuellement l'installation d'un groupe extérieur en façade.

Aucune adaptation visant le renouvellement d'air confiné de ces logements n'a été réalisée.



LA CLIMATISATION - CE QUE LA RTAADOM A APORTE :

Un seul logement climatisé a été constaté dans une résidence construite après RTAADOM.

Le logement non conçu pour être climatisé ne dispose pas de dispositif permettant le renouvellement de l'air intérieur pour permettre la qualité de l'air intérieur.

2.3.2.2 Traitement pièces de services

Rappel de la réglementation :

RTAA 2009

Art. 3. – Dans tous les logements, les cuisines doivent posséder une baie d'au moins 1 m² ouvrant sur l'extérieur et dont au moins 0,2 m² est situé à une hauteur au moins égale à 1,9 mètre au-dessus du sol fini.

Art. 4. – Pour tous les logements, à l'exception de ceux visés à l'article 5 du présent arrêté et de ceux climatisés ou comportant des zones climatisées et désignés à l'article 6, l'aération de chaque pièce de service autre que la cuisine est assurée par au moins une baie ouvrant sur l'extérieur. La surface libre d'ouverture est au moins égale à la surface d'ouverture minimale déterminée selon l'usage de la pièce dans le tableau ci-après :

PIÈCE	SURFACE D'OUVERTURE minimale
Salle de bains	0,30 m ²
Cabinet d'aisances	0,15 m ²

De manière exceptionnelle, si une pièce de service ne dispose pas d'ouverture de taille suffisante, elle doit être équipée d'un système de ventilation mécanique dont les débits sont définis par pièce dans le tableau ci-après :

PIÈCE	DÉBIT MINIMUM D'AIR EXTRAIT
Cuisine	Pour un logement de type 1 et 1 bis : 20 m ³ /h Pour un logement de type 2 : 30 m ³ /h Pour un logement de type 3 et plus : 45 m ³ /h
Salle de bains	Pour un logement de type 1 ou 2 : 15 m ³ /h Pour un logement de type 3 et plus : 30 m ³ /h
Cabinet d'aisances	15 m ³ /h

Tableau 10 : Niveaux d'exigences réglementaire pour le renouvellement d'air neuf

Art. 5. – Pour les habitations dont les façades sont soumises à l'isolement acoustique contre les bruits générés par les infrastructures de transport les plus bruyantes, en application de l'article R.* 162-3 du code de la construction et de l'habitation, l'aération des pièces principales et des cuisines dont les baies sont exposées au bruit doit être réalisée en faisant entrer l'air extérieur dans ces pièces par :

1° Pour les cuisines : une entrée d'air neuf et une mise en dépression du local par rapport à l'extérieur réalisée au moyen de dispositions spécifiques, correspondant à un débit d'air extrait d'au moins 20 m³/h.

2° Pour les pièces principales :

- soit une mise en dépression du local par rapport à l'extérieur réalisée au moyen de dispositions spécifiques, correspondant à un débit d'air extrait d'au moins 35 m³/h ;
- soit un système mécanique d'insufflation d'air extérieur permettant des débits d'insufflation d'au moins 20 m³/h pour chaque chambre exposée au bruit et 40 m³/h pour le séjour.

Art. 6. – Pour les logements climatisés ou comportant des zones climatisées, la ventilation d'hygiène des pièces situées dans ces zones est assurée selon les mêmes dispositions que celles de l'article 5.

Art. 7. – Les menuiseries ou les façades des pièces principales sont équipées d'entrée d'air pour permettre le renouvellement d'air.

RTAA 2016 (mise à jour)

Les valeurs sont inchangées par rapport à la version 2009

Le retour d'expérience sur le panel des 36 opérations étudiées a montré que l'aération des pièces humides s'est nettement améliorée depuis l'application de la RTAADOM.

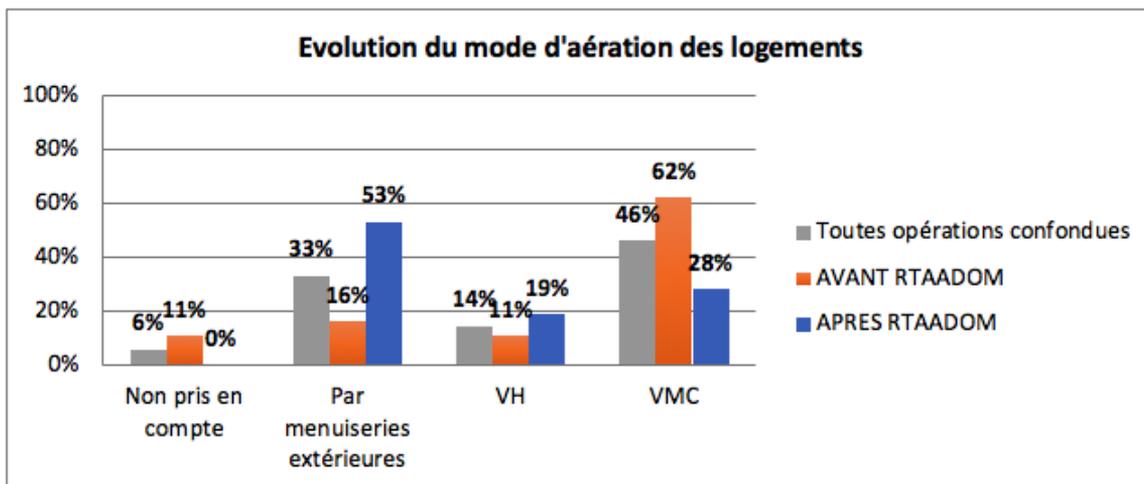


Figure 29 : Type d'aération des pièces humides avant /après RTAA DOM

Il est possible de constater sur les opérations construites après l'application de la RTAA DOM, que la majorité de l'extraction d'air vicié se fait par les menuiseries extérieures. Cela représente 53 % des logements visités.

28% de l'extraction d'air dans les pièces humides se fait par VMC.

Certaines pièces humides (19%) sont dotées d'une ventilation haute uniquement.

Enfin, contrairement à certains logements construits avant la RTAA DOM, aucun logement, après RTAA DOM visités, ne dispose de pièce humide aveugle.

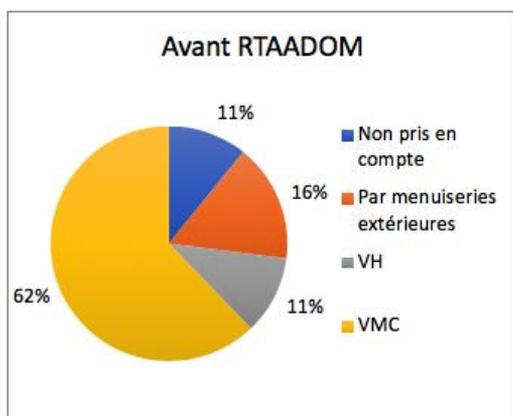


Figure 30 : Type d'aération des pièces humides avant RTAA DOM

La majorité (62%) des logements construits avant la RTAA DOM est dotée d'une VMC.

Les menuiseries extérieures représentent 16% des modes d'aération des pièces humides et les Ventilations Hautes (VH) 11%.

Pour 11% des logements, l'extraction d'air vicié des pièces humides n'est pas prise en compte.

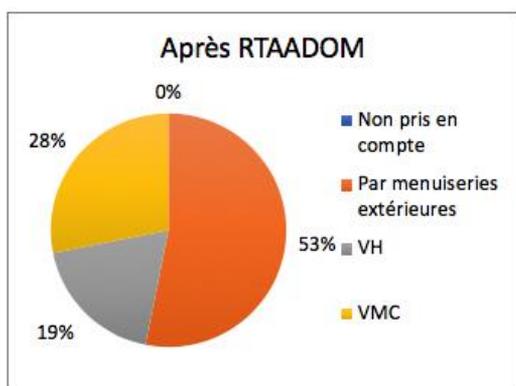


Figure 31 : Type d'aération des pièces humides après RTAA DOM

A la suite de l'application de la RTAA DOM, l'aération des pièces humides se fait essentiellement par les menuiseries extérieures (53% de l'échantillon).

L'aération par VMC représente 28% du panel étudié.

Après la RTAADOM, dans 6 logements visités, l'aération des pièces humides est assurée par une VH

Différents moyens d'aération rencontrés :



Dysfonctionnement et mauvais usages :



Il a été constaté à plusieurs reprises des VMC hors service ou encore des raccordements de hottes sur les bouches d'extractions des cuisines.

Aération des cuisines :

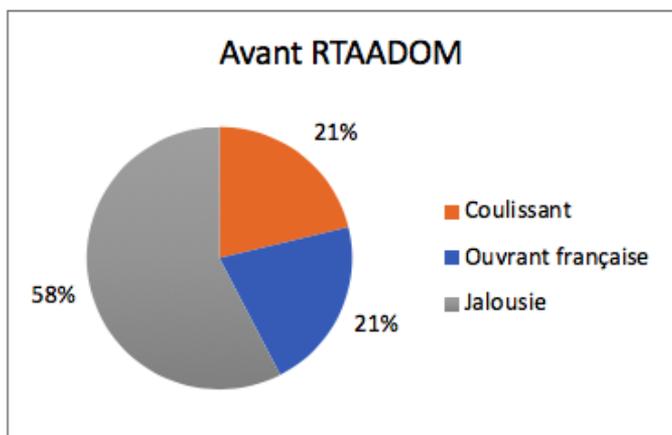


Figure 32 : Type d'aération des cuisines avant la RTAA DOM

Avant la RTAADOM, le type principal de menuiseries extérieures retrouvé dans les cuisines est la jalousie.

21 % des menuiseries des cuisines sont de type fenêtres coulissantes.

21 % des menuiseries des cuisines sont de type fenêtres ou porte-fenêtres ouvrant à la française à 1 ou 2 vantaux.

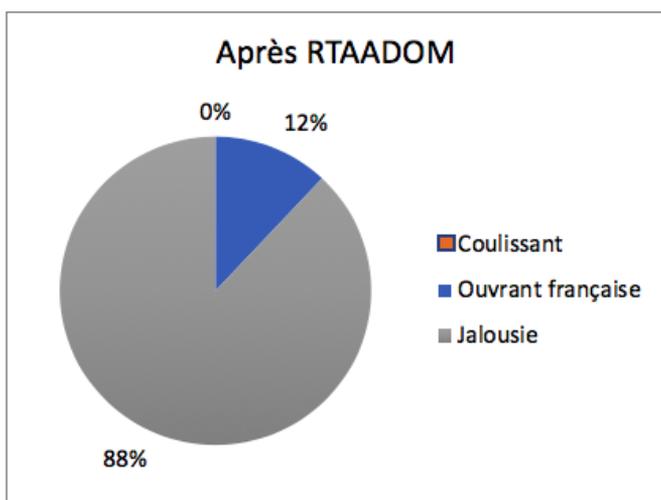


Figure 33 : Type d'aération des cuisines après la RTAA DOM

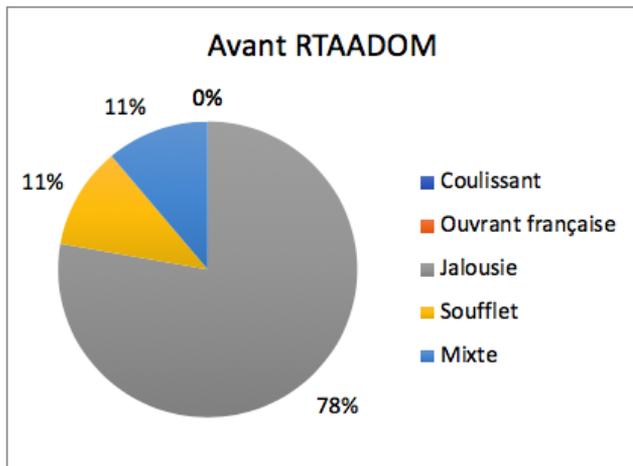
A la suite de l'application de la RTAADOM, l'obligation d'avoir une surface d'ouvrant de 1m2 dans la cuisine a engendré l'arrêt de l'usage des fenêtres coulissantes.

88% des menuiseries des cuisines sont des fenêtres de type jalousie, 12% sont des fenêtres ou porte-fenêtres ouvrants à la française.

Différents types de menuiseries rencontrées dans les cuisines :



Aération des salles de bain :

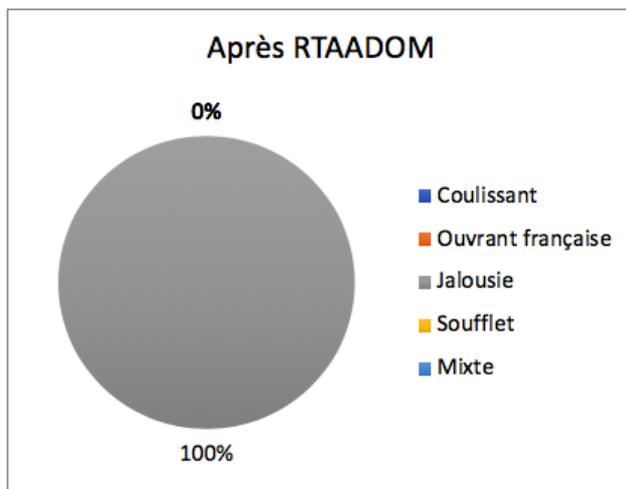


Avant la RTAADOM, le type principal de menuiseries extérieures retrouvé dans les salles de bains est la jalousie, à 78%.

11 % des menuiseries des salles de bains sont un ensemble menuisé composé de jalousie et d’un ouvrant à la française.

11 % des menuiseries des salles de bains sont des soufflets.

Figure 34 : Type d’aération dans les salles de bain avant la RTAA DOM



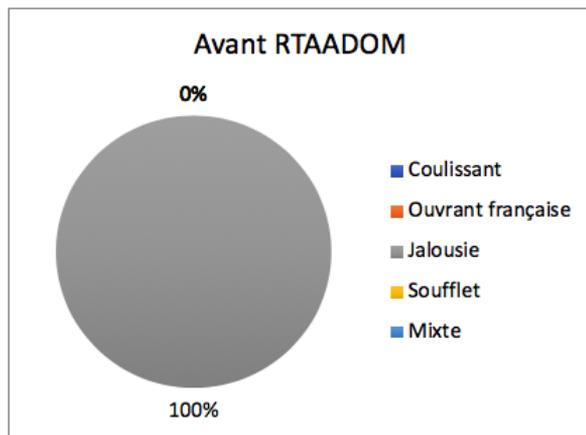
100% des menuiseries extérieures des salles de bains sont des jalousies à la suite de l’application de la RTAA DOM.

Figure 35 : Type d’aération dans les salles de bain après la RTAA DOM

Différents types de menuiseries rencontrées dans les salles de bains :



Aération des WC:



Lorsque les WC sont dotés de menuiseries extérieures dans les opérations 100% des menuiseries sont des jalousies.

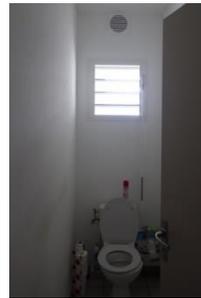


Figure 36 : Type d'aération dans les WC après la RTAA DOM

L'AERATION - CE QUE LA RTAADOM A APORTE :

L'extraction de l'air vicié est assurée dans la totalité des pièces humides à la suite de l'application de la RTAA DOM. Il est également possible de constater qu'une adaptation du type de menuiseries a été adoptée pour favoriser le renouvellement d'air. La jalousie devient le moyen d'aération principale des pièces humides.

2.3.3 Prise en compte des niveaux acoustiques des équipements

Prise en compte de l'isolement acoustique : débits minimaux d'air extérieur entrant

Le panel de logements étudié n'est pas concerné par cet objectif.

Il n'a pas été possible de dresser de retour d'expérience concernant la prise en compte de l'isolement acoustique.

2.3.4 Acoustique : protection contre les bruits intérieurs et contre les bruits extérieurs.

Nos moyens d'analyse dans le cadre de cette étude sur ce point restent très sommaires, l'objectif n'étant pas d'avoir une vision du confort acoustique. Cependant il est incontestable qu'indirectement la capacité d'intervention sur les nuisances sonores impacte le confort thermique.

Le retour d'expérience sur le panel des 38 opérations étudiées a montré que la moyenne du nombre de logements par résidence n'a pas significativement changé. Les zones très urbaines présentent très logiquement (densité liée au PLU) des opérations plus denses d'une moyenne de 60 logements et les zones de mi-pente permettent en moyenne d'avoir des résidences d'une trentaine de logements. Ce constat reste à prendre avec précaution, il est intrinsèquement lié à la surface de parcelle disponible.

Une seule opération étudiée, construite après la RTAADOM, se situe en limite de la zone C, zone d'exposition au bruit des aéroports. Pour ce bâtiment une isolation des pièces principales et des cuisines vis-à-vis des bruits extérieurs sont à prévoir (DnT,A,tr=35dB).

2.3.4.1 A l'échelle du quartier

Très peu de résidence sont soumise au bruit routier référencé, même si la proportion a légèrement évolué après RTAADOM, et ces dernières le sont au niveau 4 relativement faible.

Cependant les zones qui restent constructibles sont dans un environnement de plus en plus dense. Les axes routiers qui ne sont pourtant pas assimilés à un classement aux normes référencées induisent néanmoins un niveau sonore que les usagers jugent gênant. Ce constat est d'autant plus important, que de nombreuses résidences en zone urbaine sont construites à l'alignement de la voie.

Cette problématique qui dépasse le cadre réglementaire de la RTAA, va pourtant induire un comportement de l'usager en secteur bruyant souvent incompatible avec la ventilation naturelle.



2.3.4.2 A l'échelle du projet



Le programme du projet et son traitement de la densité à la parcelle, va influencer sur la gestion du niveau sonore au sein même de la résidence. La proximité des cages d'escaliers, des coursives, des espaces communs impacte directement les pièces de vie qui sont ouverts sur ces espaces. La distance minimum entre les corps de bâtiment pourtant réglementaire (5 mètres au minimum) ne suffit pas à atténuer les nuisances sonores.

Le choix reste complexe soit l'opération est tournée vers la ville, soit vers l'intérieure de la parcelle...

3 Sous-tâche 3.2 : Evaluation du confort des usagers par l'enquête et la mesure

3.1 Sous-tâche 3.3. Evaluation de la consommation énergétique des logements

Le retour d'expérience de la tâche 3 est réalisé sur la base des logements qui ont accepté de se porter volontaire pour que leur logement soit instrumenté (conditions thermiques intérieures et consommations électriques par usage). La sélection de ces logements s'est faite lors de l'enquête terrain d'IPSOS. Le taux de réponses positives des personnes sondées pour des études complémentaires est de l'ordre de 10% selon le retour d'expérience d'IPSOS ce qui représente un échantillon de 25 à 30 logements par période (avant / après RTAA).

Pour permettre d'augmenter la taille de cet échantillon, nous proposons d'accorder une indemnité de 50 € par foyer instrumenté. L'indemnisation permet de doubler la taille de l'échantillon soit 50 à 60 logements par période (à la place de 100 logements par période prévus initialement).

La campagne de mesures a été réalisée sur la période de mi-février à fin mars 2019. 98 logements ont été visités et instrumentés :

- 98 logements instrumentés
- 78 logements analysés dont :
 - 21 logements privés
 - 57 logements sociaux



3.1.1 Mesures de la consommation générale

3.1.1.1 Niveau réglementaire RTAA DOM

Art. 12. – *Les installations de production d'eau chaude sanitaire, individuelles ou collectives, fonctionnant totalement ou partiellement à l'énergie électrique, doivent être équipées d'un ballon de stockage. Quelle que soit la source d'énergie utilisée, les installations de production d'eau chaude sanitaire doivent être conçues de manière à garantir, aux points de puisage, le respect des mesures de prévention des risques de brûlure et des risques de contamination par les légionnelles prévues par l'article 36 de l'arrêté du 23 juin 1978 susvisé, relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, des locaux de travail ou des locaux recevant du public, modifié par l'arrêté du 30 novembre 2005.*

Art. 13. – *Pour les bâtiments d'habitation construits à La Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, les équipements d'installation de chauffage doivent être munis de thermostats.*

La RTAA DOM ne fixe pas d'objectif de ratio de de consommation générale dans les logements neufs. Quelques critères sur le dimensionnement des installations solaire pour la production d'eau chaude sanitaire. Mais aucune exigence sur le dimensionnement et la performance de la climatisation dans les bas de l'île de La Réunion.

3.1.1.2 Consommation annuelle des logements données EDF

Les consommations annuelles présentées ci-dessous sont issues d'un panel de 368 logements (logements ayant donné leur autorisation à EDF pour l'exploitation des données) :

	Avant RTAA DOM	Après RTAA DOM	TOTAL
STUDIO	10	1	11
1 CHAMBRE	47	32	79
2 CHAMBRES	66	68	134
3 CHAMBRES	58	52	110
4 CHAMBRES	20	11	31
5 CHAMBRES ET +	3		3
Total général	204	164	368

Tableau 11 : Répartition des logements avant / après RTAA DOM et par typologie

Sur les 368 logements analysés, 204 logements (55%) ont été construits avant la RTAA DOM et 164 logements (45%) après la RTAA DOM.

Une majeure partie des logements est de type T3ⁱ et T4 avec 60% de l'échantillon. 23 % présentent des logements type T2 et 12% de type T5 et plus

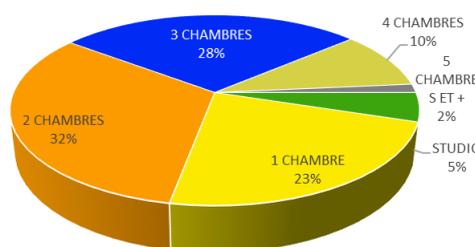


Figure 37 : Répartition des logements par typologie

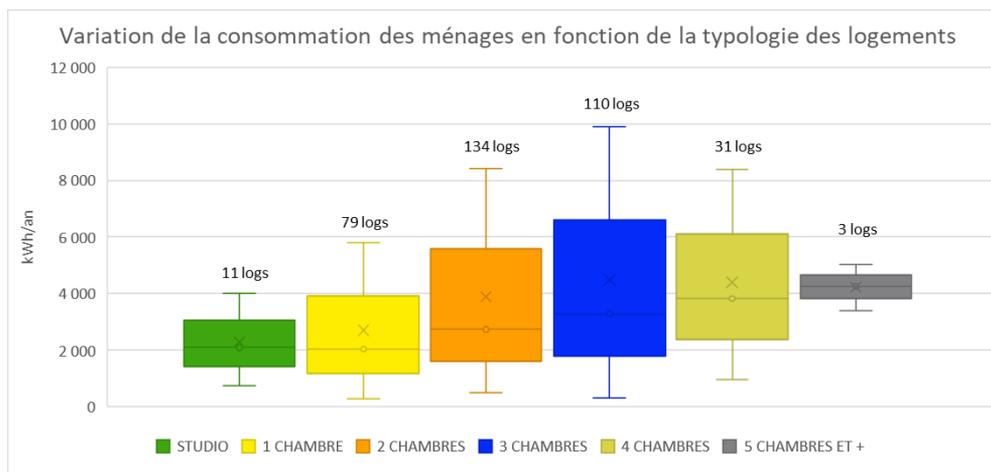


Figure 38 : Variation de la consommation des ménages en fonction de la typologie des logements

Sur les 368 logements, la consommation moyenneⁱⁱ varie de 2 000 kWh/an pour un studio ou T2 à 4 000 kWh/an pour un T5 avec des variations très importantes d'un facteur 4 d'un logement à un autre d'une même typologie.

Cette variation est également entre les logements construits avant la réglementation et ceux construits après la RTAA DOM. Sur l'ensemble de typologies de logements, on note une baisse de l'ordre de 30 % sur les logements privés et de 4 à 30 % sur les logements sociaux. La consommation du studio après RTAA DOM n'est pas une valeur représentative puisque c'est la consommation d'un seul logement social. De

ⁱ Les typologies des logements sont présentées sous deux formes : soit en T1, T2, T3... et en nombre de chambre. La correspondance est : 1 chambre = T2, 2 chambres = T3, 3 chambres = T4...

ⁱⁱ Les moyennes calculées sont des moyennes pondérées sur le nombre de logements par catégorie. Les maxima et minima sont des valeurs absolues

même la comparaison sur les logements de grande taille (T5 et T6 et plus) n’est pas possible puisque seuls 3 logements sociaux avant RTAA DOM sont disponibles.

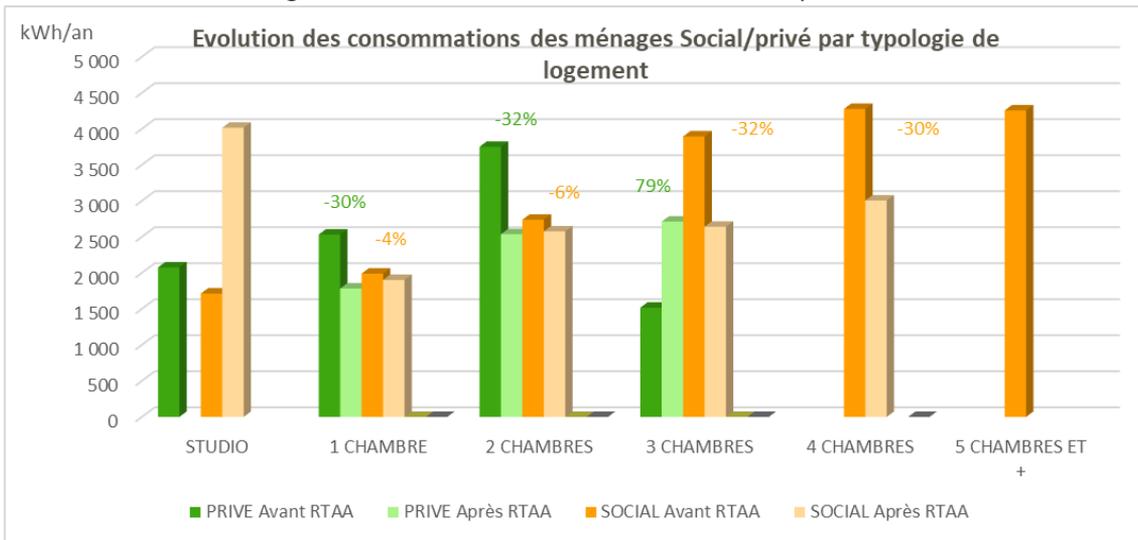


Figure 39 répartition des consommations annuelle sur 368 logements

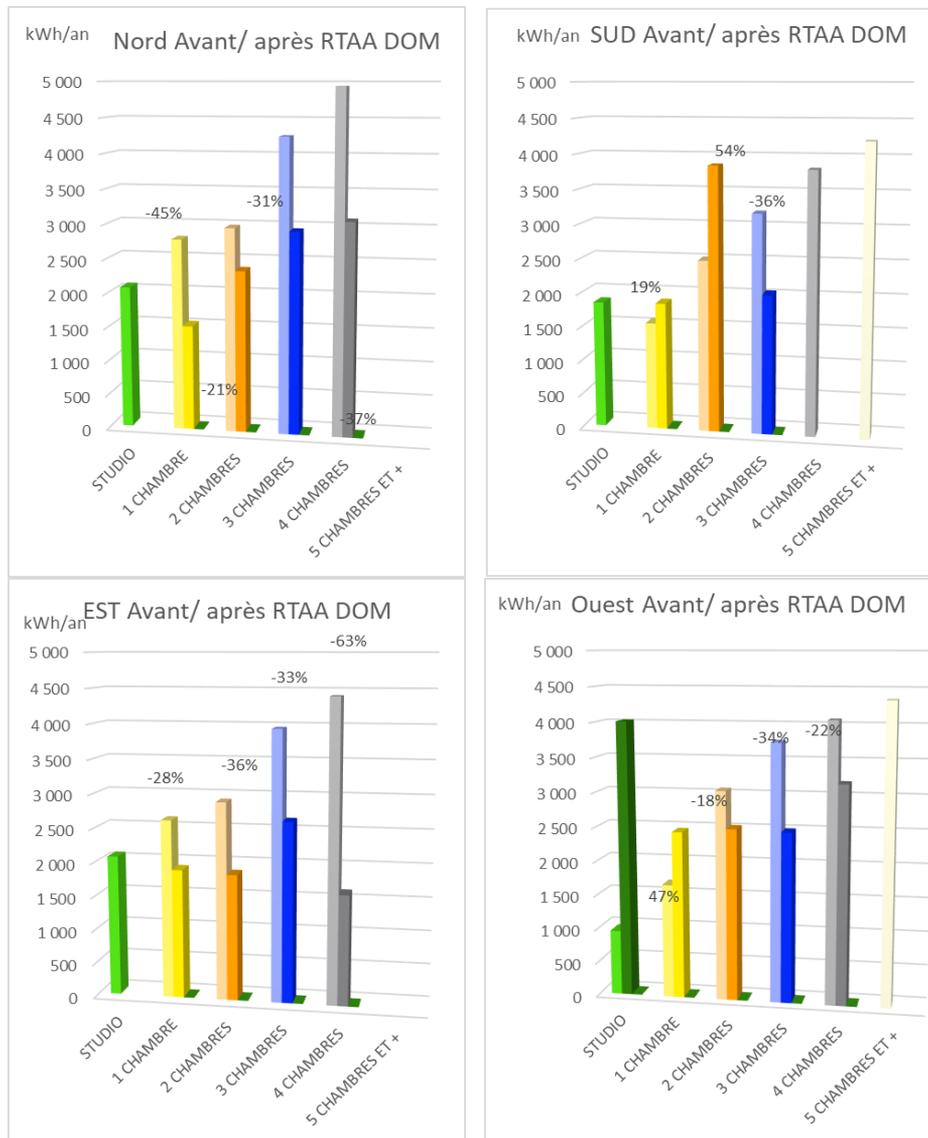


Figure 40 : répartition de la consommation annuelle des logements par zone géographique

L’analyse des 4 graphiques aboutit aux mêmes conclusions que la répartition sur l’ensemble de l’île avec globalement une baisse de la consommation des ménages dans les logements conçus avec la réglementation thermique.

3.1.1.3 Consommation générale des logements par la mesure

La mesure du départ général a été réalisée pendant 14 jours en saison chaude pour les 78 logements.

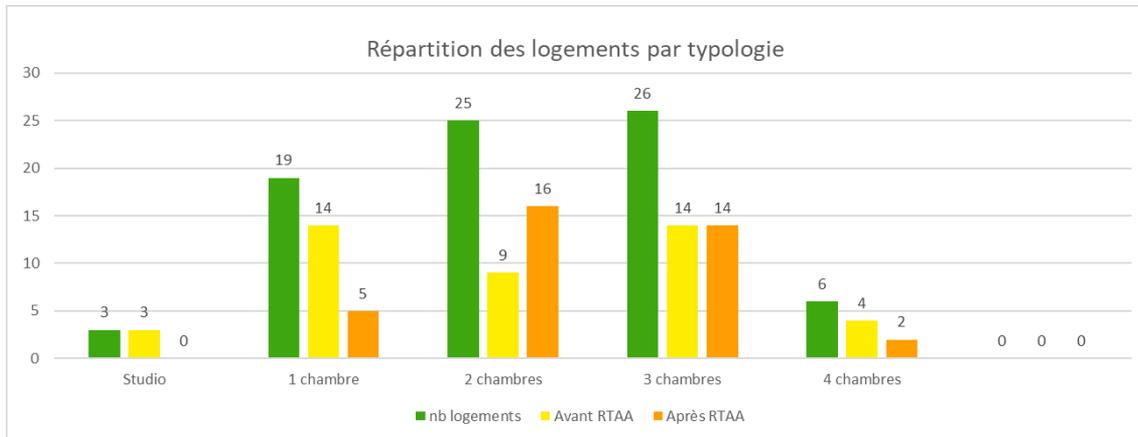


Figure 41 : Répartition des 78 logements par typologie

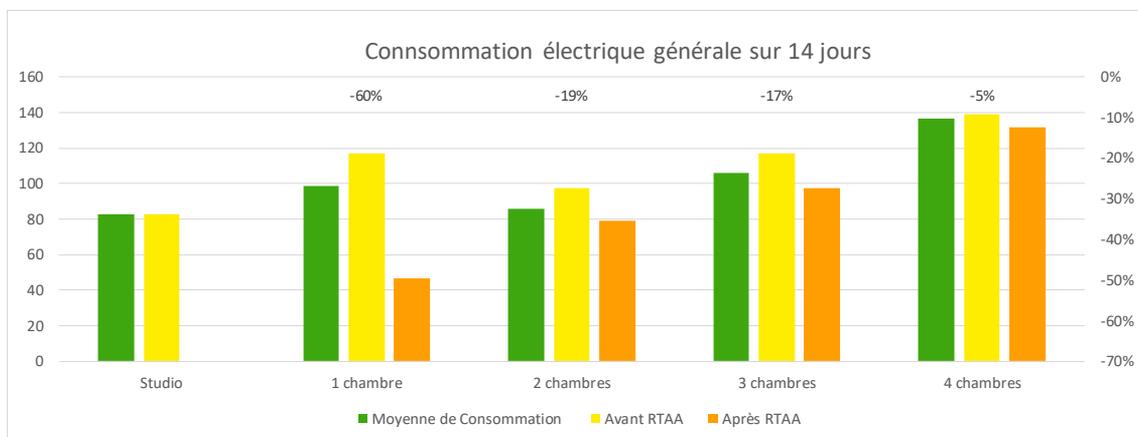


Figure 42 : campagne de mesures électriques sur le départ général

Sur la campagne de mesures de 14 jours, les résultats montrent que globalement la consommation des ménages est plus basse dans les logements après RTAA DOM qu’avant la réglementation. Cette baisse est de l’ordre de 18 à 25 % (en moyenne pondérée) sur l’ensemble des typologies.

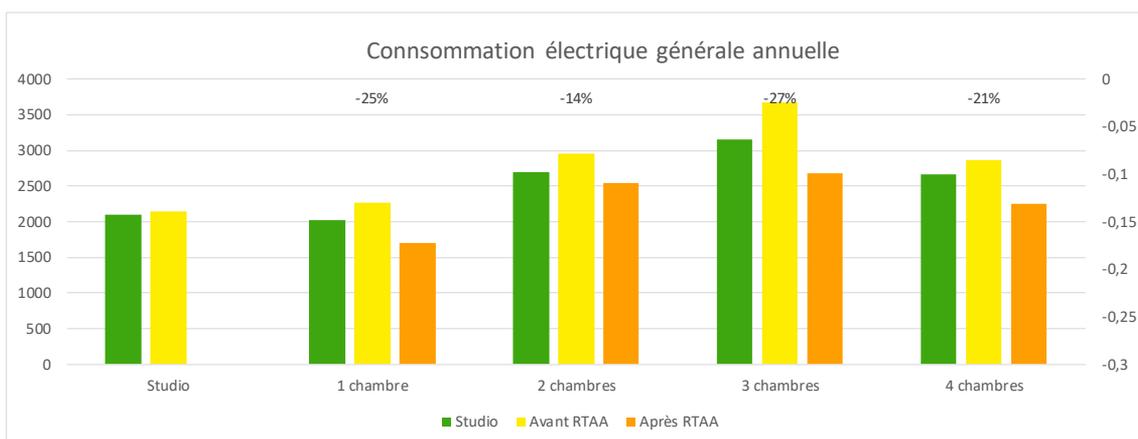


Figure 43 : Extrapolation de la consommation annuelle sur 78 logements

Ramener à la consommation annuelle, sur la base des données de facturation EDF, la baisse des consommations se confirme sur les logements après RTAA DOM à hauteur de 22% en moyenne.

3.1.2 Mesures de la consommation liée à la production d'eau chaude (ECS)ⁱⁱⁱ

3.1.2.1 Niveau réglementaire RTAA DOM

La RTAA DOM fait référence à l'article R. 162-2 du code de la construction et de l'habitation (CCH).

Article R. 162-2 du CCH :

I. – Dans les départements de la Guadeloupe, de la Martinique et de La Réunion, tout logement neuf compris dans un bâtiment d'habitation au sens de l'article [R. 111-1-1] est pourvu d'un système de production d'eau chaude sanitaire.

*II. – Dans les départements de la Guadeloupe, de la Martinique et de La Réunion, ainsi que dans le département de la Guyane lorsqu'un système de production d'eau chaude sanitaire est installé dans un logement neuf, cette eau chaude est produite par énergie solaire pour une part au moins égale à 50 % des besoins sauf si l'ensoleillement de la parcelle ne permet pas de mettre en place un système de production d'eau chaude sanitaire par énergie solaire couvrant au moins **50 %** des besoins.*

Le respect du taux minimal de couverture des besoins d'eau chaude sanitaire de chaque logement peut être justifié en adoptant une surface de capteur solaire supérieure ou égale aux valeurs suivantes :

		Surface habitable du logement			
		moins de 45 m ²	entre 45 et 70 m ²	entre 70 et 120 m ²	plus de 120 m ²
Surface minimale de capteur solaire	Situation en altitude inférieure à 800 m	1 m ²	1,5 m ²	2 m ²	2,5 m ²
	Situation en altitude supérieure à 800 m	1,5 m ²	2 m ²	2,5 m ²	3 m ²

Tableau 12 : Surface de capteur minimale en fonction de la taille des logements

La surface minimale d'une installation solaire collective est égale à la somme des surfaces minimales données pour chaque logement raccordé à cette installation.

Nota : ce dimensionnement correspond à un ensoleillement de 1800 kWh/an et une productivité solaire de 550 kWh/an par m² de capteur (460 kWh/an.m² si altitude supérieure à 800 m).

Ce dimensionnement minimal est donné sous les conditions suivantes :

- *Caractéristiques des capteurs*

Les capteurs ou systèmes solaires doivent être certifiés (CSTB ou Solar Keymark) ou toute autre certification équivalente dans un État membre de l'Union Européenne dès lors que cette certification repose sur les normes NT EN 12975 ou NF 12976.

- *Orientation des capteurs*

Les panneaux sont orientés entre le sud-est et le sud-ouest (hémisphère nord) ou entre le nord-est et le nord-ouest (hémisphère sud : cas de La Réunion).

- *Inclinaison des capteurs*

Les panneaux ont une inclinaison par rapport à l'horizontale comprise entre 10° et 40°, l'optimal étant la latitude du lieu.

- *Risques d'ombrage sur les capteurs*

Les panneaux sont positionnés dans un lieu sans ombres portées par des masques au rayonnement solaire direct : végétation, mur, ballon de stockage...

- *Volume de stockage*

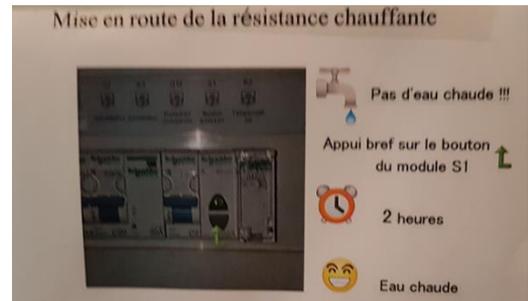
Le stockage solaire est compris entre 60 et 120 litres par m² de capteur.

ⁱⁱⁱ ECS : eau chaude sanitaire

3.1.2.2 Campagne de mesures des résistances pour la production de l’ECS

Sur 78 logements instrumentés, 100% des logements sont équipés d’une résistance électrique pour la production d’ECS. Ces résistances alimentent soit des ballons électriques (plutôt dans le privé avant la RTAA DOM) soit des ballons solaires comme appoint.

Sur certaines opérations, un pictogramme explique le mode de fonctionnement de la résistance d’appoint en cas de manque de production solaire.



Seuls 35 logements ont utilisé la résistance soit 45% des logements instrumentés dont 68% dans les logements avant la RTAA DOM.

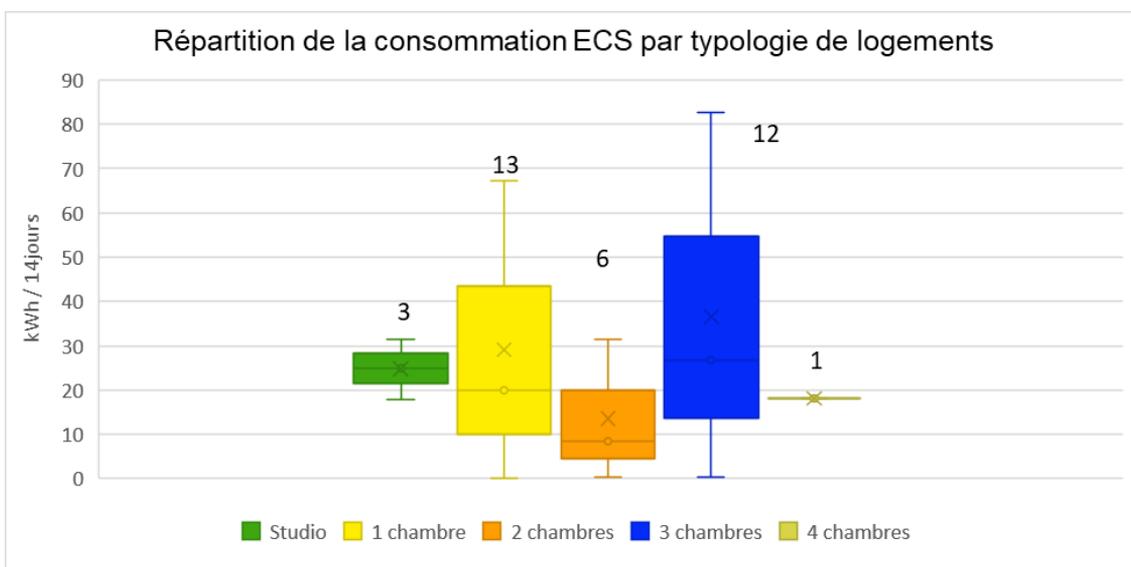


Figure 44 : répartition de la consommation électrique pour l’ECS

Cette consommation représente en moyenne 25% (max = 47% et min = 24%) de la consommation du logement sur la même période.

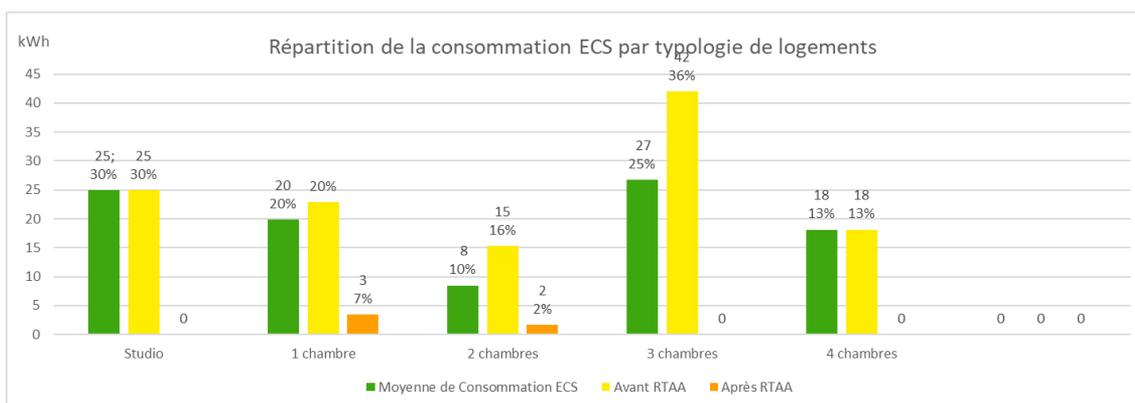


Figure 45 : Consommation moyenne des résistances électriques pour l’ECS

16 logements privés, dont 14 avant RTAA DOM et 2 après RTAA DOM. 19 logements sociaux dont 10 avant la RTAA DOM ce qui représente 68% de logements avant la RTAA DOM qui utilisent l’énergie électrique pour

l’ECS. Par ailleurs, la consommation électrique de ce poste avant RTAA DOM représente entre 13 et 36% de la consommation du logement alors que pour les logements après RTAA DOM, la proportion est de l’ordre 2 à 7% de la consommation totale.

3.1.3 Mesures de la consommation liée à la climatisation

Seuls 12 logements présentaient un ou des départs électriques pour la climatisation soit 15% de l’échantillon instrumenté. Celle-ci était exclusivement installée dans les chambres.

A l’exception d’un logement social, l’ensemble des installations (11) sont sur des opérations avant RTAA DOM, avec neuf logements privés et deux logements sociaux.

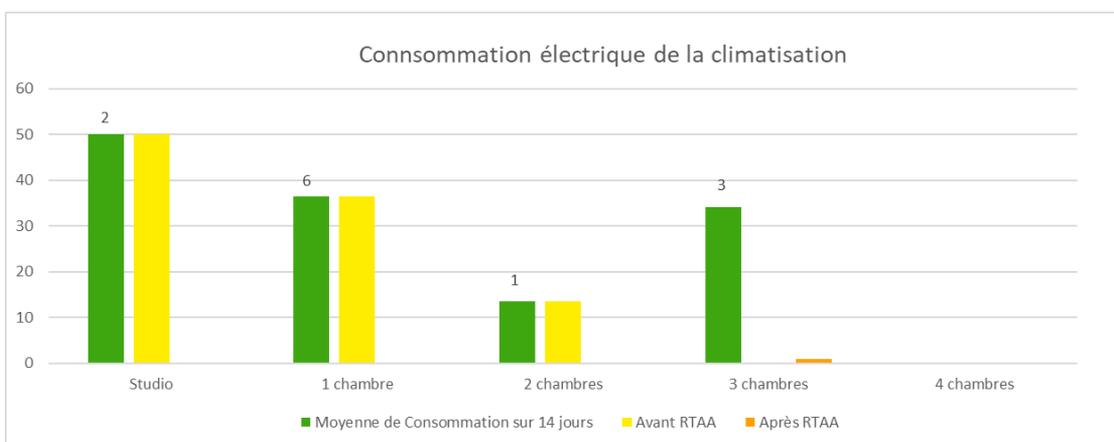


Figure 46 : Consommation moyenne de la climatisation

Sur les 12 logements, seuls 8 logements ont utilisé la climatisation au cours de la campagne de mesures.

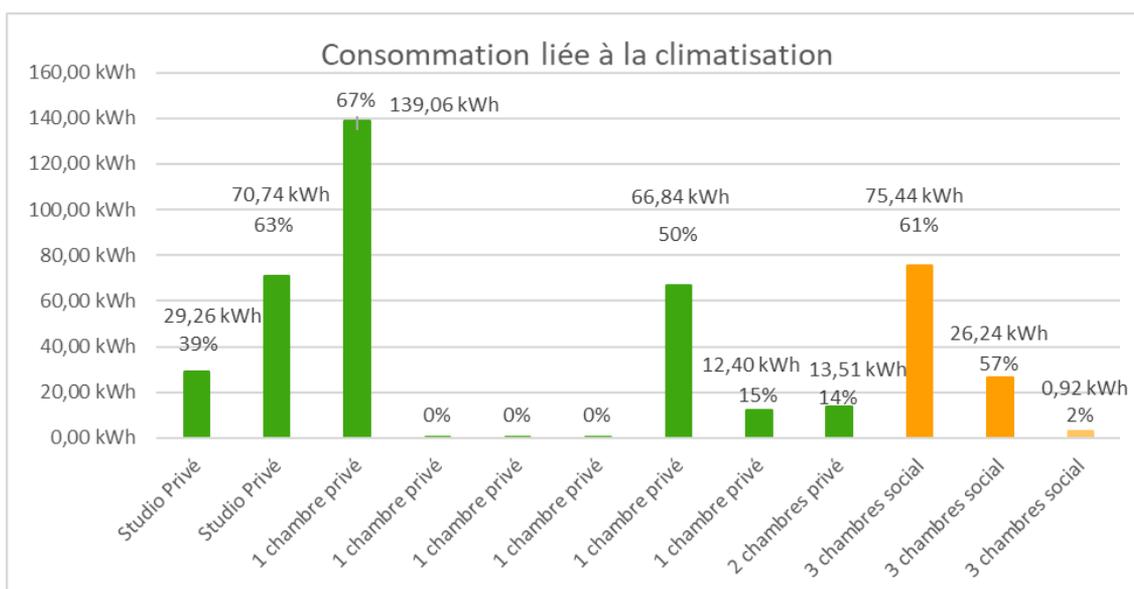


Figure 47 : Consommation de la climatisation par logement

La consommation liée à la climatisation est très dispersée et fonction de l’usage qu’en font les habitants. Cette consommation varie de 50 à 300 kWh/mois et représente entre 15 et 70% de la consommation totale du logement.

Au vu de la constitution de l’échantillon, nous ne pouvons pas conclure sur le fait que la réglementation thermique à La Réunion a conduit à la suppression ou la réduction de la consommation de climatisation dans les logements privés en particulier.

Cependant, il est indéniable que la réglementation thermique a modifié la conception des logements surtout privés. Cette modification se constate principalement à deux niveaux :

- L'ouverture des logements sur une deuxième façade les rendant ainsi traversant alors qu'avant la réglementation thermique ils sont principalement mono-orientés.
- Une protection solaire, des baies et des parois, plus performante.

Dans ces conditions, nous pouvons supposer qu'il peut y avoir une baisse de la consommation liée à la climatisation dans les logements après RTAA.

3.1.4 Mesures de la consommation liée aux brasseurs d'air

3.1.4.1 Niveau réglementaire RTAA DOM

Art. 10. – Les pièces principales des logements sont équipées d'une attente pour permettre l'installation d'un ventilateur de plafond ; les pièces principales de surface supérieure à 30 m² sont équipées de deux attentes au moins.

Dans les séjours, on compte une attente pour 20 m² de surface habitable.

En cas de cuisine ouverte sur le séjour, la surface à prendre en compte pour déterminer le nombre d'attentes correspond à la somme de la surface de la cuisine et de celle du séjour.

Art. 11. – A l'exception des bâtiments d'habitation construits à La Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, les chambres sont équipées de ventilateur de plafond lorsque :

- *le flux d'air extérieur qui les balaye, au sens de l'article 8 du présent arrêté, traverse au moins une autre pièce principale ;*
- *la pièce est à simple exposition et le flux d'air extérieur qui la balaye, au sens de l'article 8 du présent arrêté, ne s'écoule pas dans la direction du vent dominant.*

RTAA DOM 2016 :

Les règles relatives à l'obligation de mise en place d'un ventilateur de plafond sont simplifiées.

En ce qui concerne les attentes, l'accrochage mécanique en plafond n'est plus exigé. La commande peut se faire par télécommande ou tout autre dispositif accessible à l'utilisateur.

Une recommandation sur la hauteur minimale sous pales :

La présence de ventilateurs sous plafond nécessite la définition d'une hauteur sous pales minimum pour des questions de sécurité des personnes.

La hauteur minimale entre le sol fini et les pales du ventilateur fait généralement partie des recommandations fournies par l'industriel. Celle-ci est usuellement fixée à 2,30 m en l'absence de dispositif de protection. Si le ventilateur est muni d'un dispositif sécuritaire, la hauteur minimale entre le sol fini et les pales du ventilateur peut être ramenée à 2,20 m.

3.1.4.2 Campagne de mesures de la consommation électriques des brasseurs d'air

La consommation électrique des brasseurs d'air n'a été enregistrée que sur 19 logements, exclusivement sur les logements après RTAA DOM dont 5 dans des logements privés et principalement sur des T2 (10) et des T3 (7).

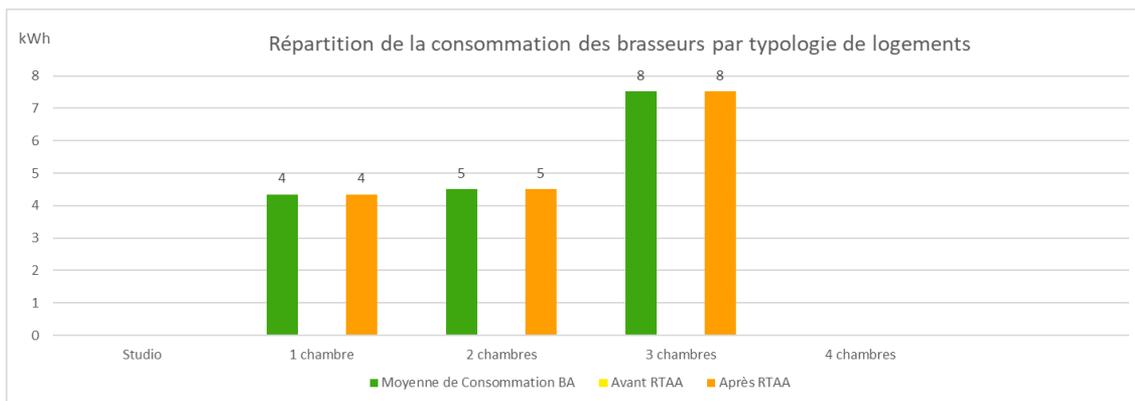


Figure 48 : Répartition de la consommation des brasseurs d’air par typologie de logement

La consommation moyenne de ce poste représente 8% de la consommation générale en été. Elle varie entre 5 et 18% de la consommation générale en fonction de la fréquence d’usage et de la typologie du logement (de 1 à 3 brasseurs d’air).

3.2 Evaluation du confort des logements par la mesure

3.2.1.1 Analyse des mesures de température dans les logements

64 mesures fiables et exploitables ont été recensées dont :

	Avant RTAA DOM	Après RTAA DOM	Total
Nombre de logement	37	27	64
Privé	14	4	18
Social	23	23	46
Température moyenne	28,3°C	27,7°C	
Température max	34,2°C	34,2°C	
Température min	21,0°C	22,6°C	

Tableau 13 : Récapitulatif des mesures thermiques dans les logements

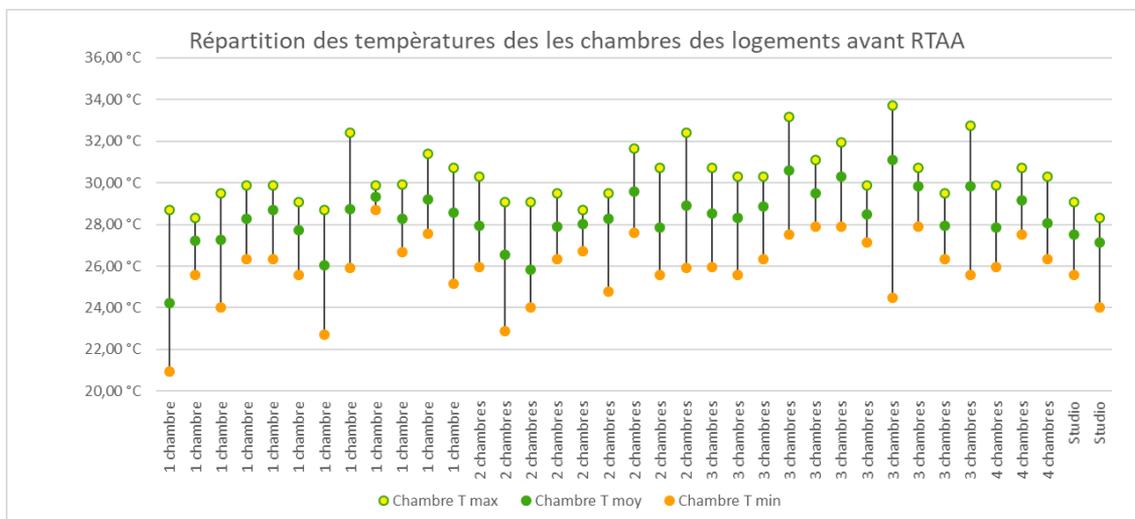


Figure 49 : Répartition des températures dans les chambres logements avant RTAA DOM

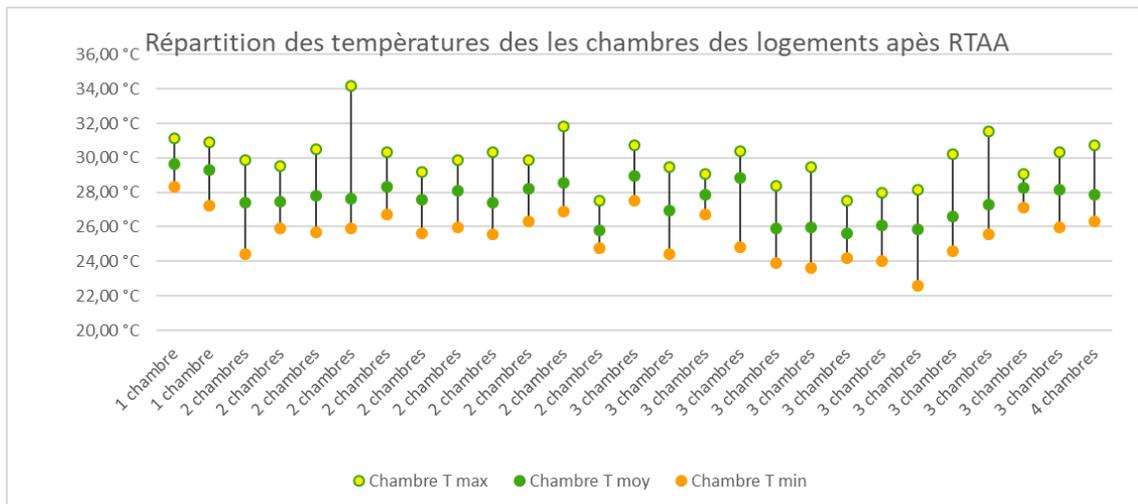


Figure 50 : Répartition des températures dans les chambres des logements après RTAA DOM

La première analyse de ces mesures est que la température moyenne dans les logements avant la réglementation thermique est supérieure de près d'un degré. La température minimale avant RTAA DOM est de 21,0°C, température obtenue par la climatisation dans les logements privés. Si on retire les températures de ces logements, on obtient une température minimale moyenne de 26,5°C et une température moyenne de 28,9°C. L'écart avec la température moyenne des logements après RTAA DOM est donc de 1,4°C.

Nota : la température minimale de 22,6°C est dans un logement social dans les hauts de Sainte-Marie à une altitude de 325 m. La température extérieure correspondante est de 23,0°C au même moment.

Comparaison des températures intérieures mesurées dans un logement avant RTAA DOM et dans un logement après RTAA DOM :

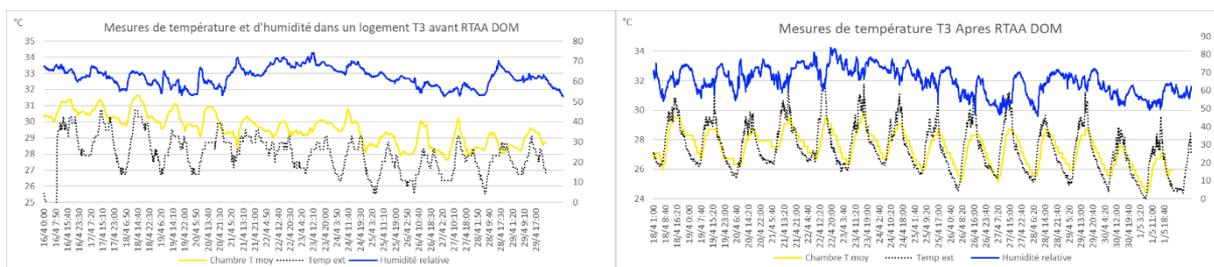


Figure 51 : Exemples de restitutions des campagnes de mesures thermiques

A l'analyse de ces deux courbes, on peut constater les éléments suivants :

- Les températures extérieures sont relativement voisines (T° max = 30°C, T° moyen entre 27 et 28°C) ;
- La température du logement avant RTAA DOM est toujours supérieure à celle de l'extérieur : le logement emmagasine de la charge thermique en journée qui n'est pas évacuée pendant la nuit ;
- La température du logement après RTAA DOM suit la température extérieure. Il n'y a pas d'élévation de la température intérieure au-dessus de celle de l'extérieur preuve que la protection solaire et d'une ventilation du logement sont efficaces.

Mais si l'analyse des courbes peut donner des indications sur la performance thermique du logement, elle ne permet pas de qualifier ou de quantifier le niveau de confort des occupants.

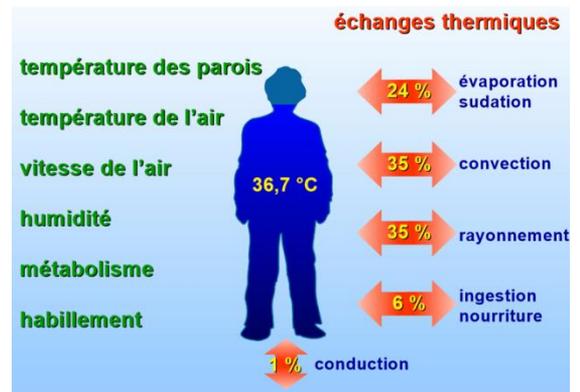
La représentation de mesures de température et humidité dans un diagramme de confort de Givoni permet d'approcher les niveaux de confort des logements.

3.2.1.2 Notion de confort thermique

La notion de confort ou inconfort correspond à la sollicitation plus ou moins forte du système de thermorégulation du corps.

Le confort thermique dépend de :

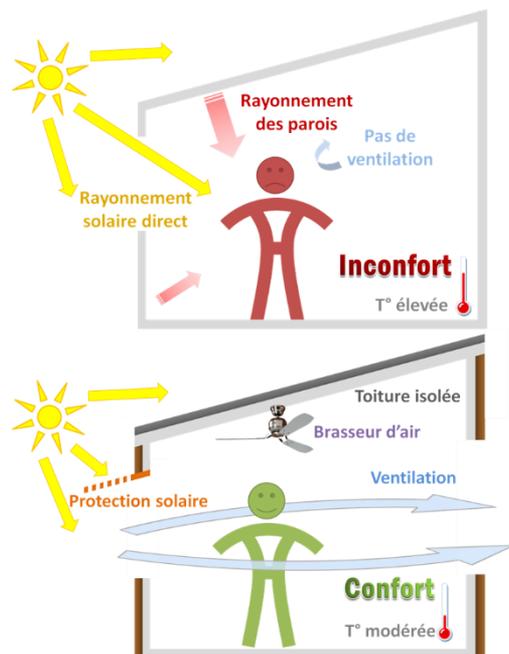
- l'activité ;
- la vêtture ;
- les conditions thermiques du local (température des parois, température de l'air, humidité de l'air et vitesse de l'air)



L'objectif du contrôle du confort est de réduire la sensation de chaleur en favorisant les transferts thermiques du corps vers l'ambiance extérieure et en évitant les apports de chaleur directe :

- o Adoption de vêtements légers et amples
- o Empêcher la transmission de chaleur des parois chaudes (rayonnement) vers l'intérieur du local
- o Arrêter le rayonnement solaire direct qui atteint les parois ou pénètre au travers des ouvertures

Augmenter la vitesse et le « brassage » de l'air au voisinage des occupants pour favoriser les échanges entre la surface de la peau et l'ambiance extérieure



Le diagramme de Givoni permet de visualiser sous forme de diagramme si un individu est en situation de confort dans une ambiance donnée.

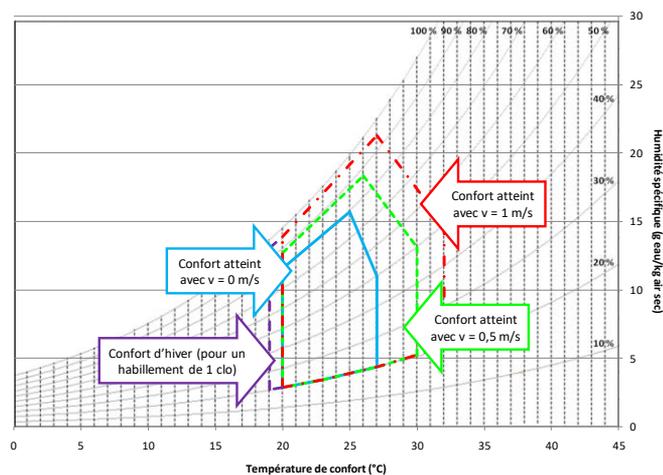


Figure 52 : diagramme de Givoni

Sur ce diagramme, trois zones de confort sont définies :

- La première zone de confort correspond à une vitesse d'air de 0 m/s ;
- La seconde zone de confort correspond à une vitesse d'air de 0,5 m/s ;
- La troisième zone de confort correspond à une vitesse d'air de 1 m/s.

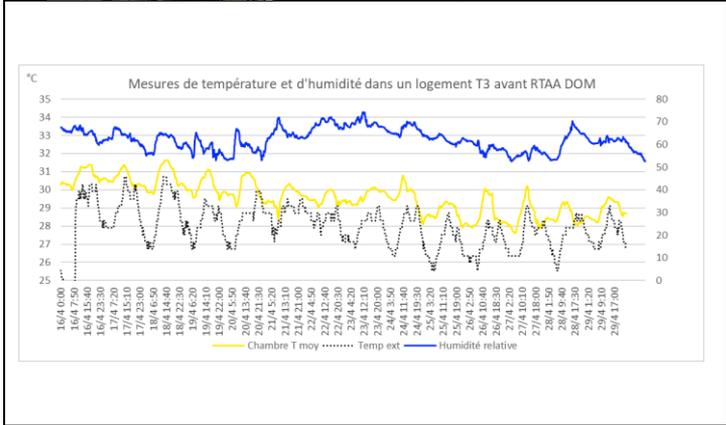
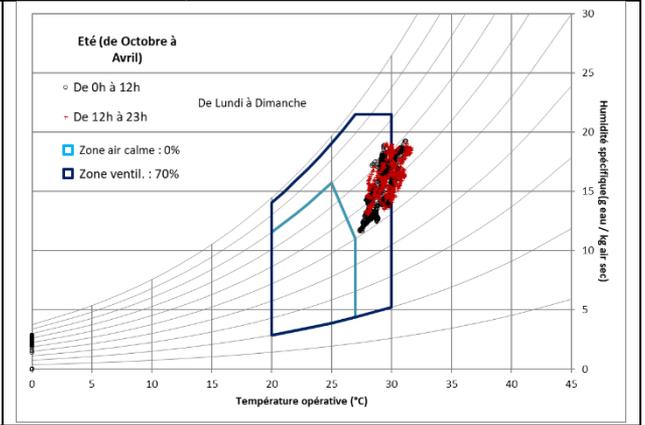
Pour les couples température/humidité se trouvant dans la 1^{ère} zone de confort, il n'est pas nécessaire d'avoir une vitesse d'air importante pour que les occupants soient en situation de confort.

Pour les couples température/humidité se trouvant dans la 2^{ème} zone de confort, il est nécessaire d'avoir une vitesse d'air égale à 0.5 m/s (équivalent à un léger courant d'air ou à une vitesse de brasseur d'air en position intermédiaire).

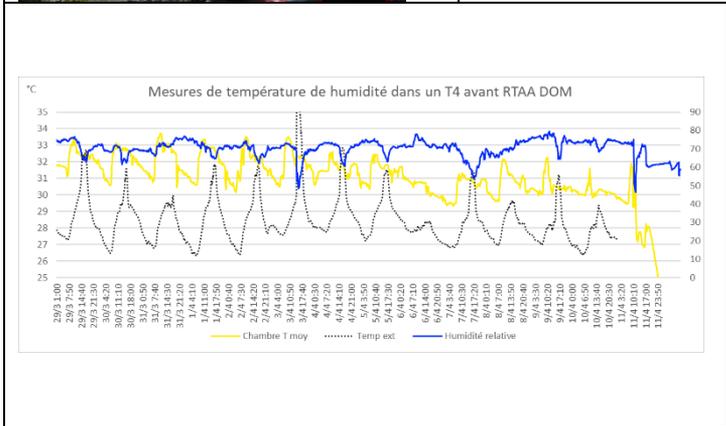
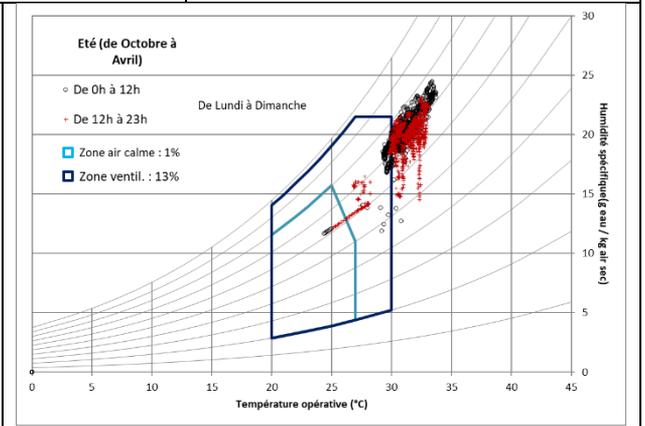
Enfin, pour la troisième zone, il est nécessaire d'avoir une vitesse d'air égale à 1 m/s (équivalent à un brasseur d'air en vitesse maximale) pour que les occupants, soient en situation de confort.

3.2.1.3 Approche du confort thermique : Etude de cas avant RTAA DOM

- **1^{er} cas**

	<p>Zone géographique : <input checked="" type="checkbox"/> Nord <input type="checkbox"/> Sud <input type="checkbox"/> Est <input type="checkbox"/> Ouest RTAA DOM : <input checked="" type="checkbox"/> Avant <input type="checkbox"/> Apres Localisation : <input checked="" type="checkbox"/> Urbaine <input type="checkbox"/> Péri-urbaine</p>	<p>Opération Typologie T3 Fiche ID 12</p>
		
<p>Pour ce logement, le confort thermique n'est atteint qu'à hauteur de 70% du temps et sous réserve d'avoir une vitesse d'air de 1 m/s. Or, de par sa situation géographique défavorable à la prise de vent (milieu urbain dense avec des immeubles hauts tout autour) et comme le logement n'est pas équipé de brasseur d'air, le niveau d'inconfort de ce logement est prédominant.</p>		

- **2^{ème} cas**

	<p>Zone géographique : <input type="checkbox"/> Nord <input checked="" type="checkbox"/> Sud <input type="checkbox"/> Est <input type="checkbox"/> Ouest RTAA DOM : <input checked="" type="checkbox"/> Avant <input type="checkbox"/> Apres Localisation : <input checked="" type="checkbox"/> Urbaine <input type="checkbox"/> Péri-urbaine</p>	<p>Opération Typologie T4 Fiche ID 381</p>
		
<p>Les températures et les taux d'humidité sont plus élevés que dans le premier cas ce qui place la majeure partie des points (T,H) en dehors de la zone de confort possible et même si le logement est exposé à une ventilation naturelle favorable, le niveau de confort du logement est médiocre. L'analyse des températures intérieures et extérieures montre qu'il est possible d'agir sur une amélioration thermique par la réduction des apports de chaleur.</p>		

3.2.1.4 Etude de cas après RTAA DOM

- 1^{er} cas

	<p>Zone géographique : <input type="checkbox"/> Nord <input type="checkbox"/> Sud <input type="checkbox"/> Est <input checked="" type="checkbox"/> Ouest RTAA DOM : <input type="checkbox"/> Avant <input checked="" type="checkbox"/> Après Localisation : <input type="checkbox"/> Urbaine <input checked="" type="checkbox"/> Péri-urbaine</p>	<p>Opération Typologie T3 Fiche ID 100</p>
<p>L'analyse des températures montre peu de montée en charge thermique du logement. De plus, au vu de son exposition (zone dégagée et logement en hauteur), sa ventilation naturelle est favorable. L'ensemble de ces constats sont corroborés par le diagramme de Givoni, dans lequel l'ensemble des points sont dans la zone de confort.</p>		

- 2^{ème} cas

	<p>Zone géographique : <input checked="" type="checkbox"/> Nord <input type="checkbox"/> Sud <input type="checkbox"/> Est <input type="checkbox"/> Ouest RTAA DOM : <input type="checkbox"/> Avant <input checked="" type="checkbox"/> Après Localisation : <input type="checkbox"/> Urbaine <input checked="" type="checkbox"/> Péri-urbaine</p>	<p>Opération Typologie T5 duplex Fiche ID 106</p>
<p>La même analyse peut être faite sur ce cas, avec un constat sur une décharge thermique plus faible en période nocturne. Cela se traduit par un confort thermique conditionné par un mouvement d'air plus important dans le premier cas.</p>		

3.2.1.5 Risque lié au dérèglement climatique en 2050

Les études du GIEC sur la période 1850-2250 présentent les différents scénarii d'élévation de température à l'horizon 2050. Le cas le plus défavorable (RCP 8.5) prévoit une élévation de la température moyenne de 2,5°C.

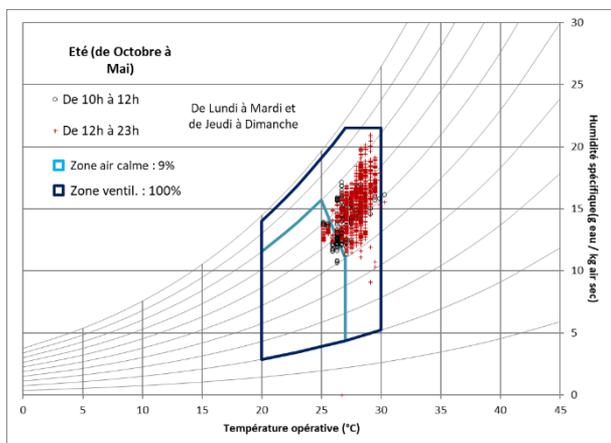


Figure 53 : condition de confort état actuel

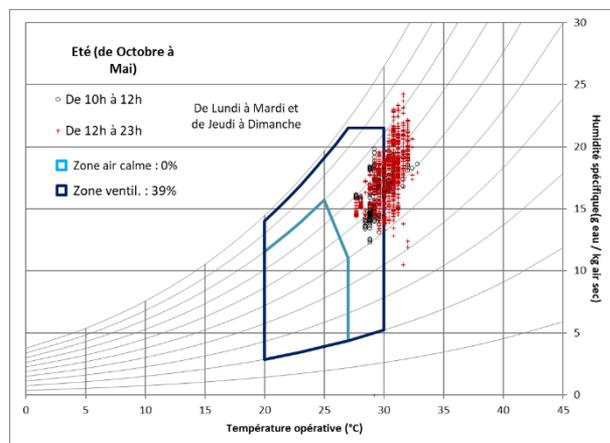


Figure 54 : condition de confort état projeté en 2050

En prenant le logement qui présente les conditions de confort les plus favorables (100 % de taux de confort dont 10% sans vitesse d'air) et projetant selon les hypothèses du GIEC à l'horizon 2050, le taux de confort est réduit à 39% du temps avec une vitesse d'air de 1 m/s.

Si la RTAA DOM a apporté une réelle amélioration sur le confort thermique des logements par rapport à la conception des bâtiments dans les années 2000 - 2010, les niveaux d'exigences actuels ne permettront pas de garder l'habitat réunionnais confortable avec le réchauffement climatique annoncé.

Les bâtiments construits aujourd'hui sont ceux qui seront occupés dans 50 ans prochaines années. Il est donc important d'anticiper et de projeter les exigences futures sur la conception d'aujourd'hui.

Dans cette problématique de réchauffement climatique, les exigences seuils définis par la RTAA DOM en termes de protections solaires, de porosités des pièces principales ne peuvent tenir compte des conditions d'implantations des opérations (environnement urbain, faible ou forte exposition aux vents...) et ne peuvent donc pas déterminer les niveaux de confort atteints d'une opération à une autre.

La prise en compte de la végétalisation des abords dans la réglementation thermique pourra permettre une amélioration des conditions de confort au sein des logements dans les conditions qui risquent dégradées par le dérèglement climatique dans les prochaines décennies.

3.3 Evaluation du confort des logements par l'étude sociologique

Dans le cadre du retour d'expérience sur la Réglementation Thermique Aéraulique et Acoustique spécifique aux DOM (RTAA DOM), une analyse des ressentis des usagers au sein de leurs logements a été réalisée.

Ce retour d'expérience a pour objectif de mettre en avant les améliorations thermiques et énergétiques que la réglementation a pu permettre au sein des constructions de logement à La Réunion.

Afin de réaliser une étude complète, plusieurs axes ont été traités :

- Une analyse architecturale qui vise à mettre en avant les modifications architecturales sur les bâtiments qu'a entraînée la mise en application de la réglementation ;
- Une instrumentation thermique et énergétique au sein de 98 logements afin de mesurer le gain énergétique et thermique suite à la réglementation ;
- Une étude sociologique par questionnaire sur l'ensemble des 620 logements, qui met en avant les utilisations des logements par les usagers avant et après la RTAA DOM. Ce questionnaire comprend plusieurs catégories afin de contextualiser l'ensemble des réponses. Les thématiques abordées dans le questionnaire sont les suivantes :
 - o Profil du logement et équipement (13 questions) ;
 - o Usage du logement et de ses équipements (7 questions) ;
 - o Conditions thermiques (satisfactions, insatisfactions) (4 questions) ;
 - o Conditions acoustiques (satisfactions, insatisfactions) (2 questions) ;
 - o Economie d'énergie (3 questions) ;
 - o Profil des personnes interrogées/ du ménage (4 questions).

Parmi les personnes interrogées, nous avons analysé plus spécifiquement les réponses au questionnaire de 57 logements. Seules les catégories « conditions thermiques », « acoustiques », et « économies d'énergie » ainsi que le « profil du logement et équipement » ont été approfondies.

Cet échantillon de 57 logements provient de l'accord des usagers pour la transmission de leurs réponses à l'ensemble des bureaux d'études intervenant sur ce projet de recherche. En effet, l'étude sociologique s'est faite de façon anonyme. Cela permet de rassurer les occupants lors des interventions. Une demande d'autorisation a été formulée auprès des 57 logements pour pouvoir utiliser les données recensées et les corréler avec les mesures thermiques et énergétiques.

Parmi ces logements nous retrouvons :

- 13 logements construits avant la mise en place de la RTAA DOM ;
- 44 logements réalisés après la mise en place de la réglementation.

Ainsi, la proportion des logements construits après la réglementation reste plus importante. Néanmoins, la description de cette présente étude est une synthèse des ressentis des usagers détaillés au sein des fiches spécifiques. Chaque pourcentage réalisé réfère du nombre de logements avant/après la RTAA DOM.

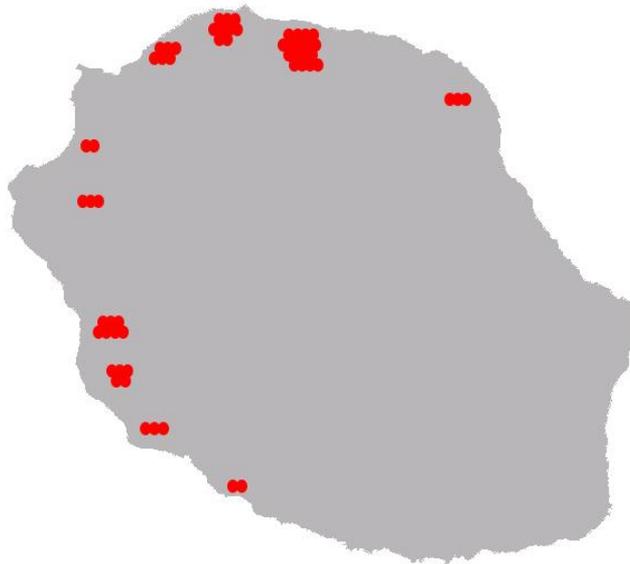


Figure 55: Répartition des 57 logements sur l’ensemble de La Réunion

Comme le montre la Figure 55, cet échantillon est majoritairement composé de logements localisés dans le nord de l’île (Saint-Denis et Sainte-Marie).

Néanmoins, nous retrouvons également des logements situés à l’Ouest (la Possession, Saint Paul, Saint-Gilles les hauts, Piton Saint-Leu, Avirons, L’Etang-Salé et Saint Pierre) ainsi que dans l’Est (Bras Panon).

3.3.1 Résultats de l’étude sociologique détaillée

D’après les résultats, d’une façon globale nous pouvons voir une amélioration du confort thermique ressenti au sein des chambres et du séjour après la mise en place de la RTAA DOM. Les graphiques sont issus des analyses sur l’échantillon de 57 logements décrits auparavant sur la satisfaction des usagers des températures dans leur logement avant et après la RTAA DOM.

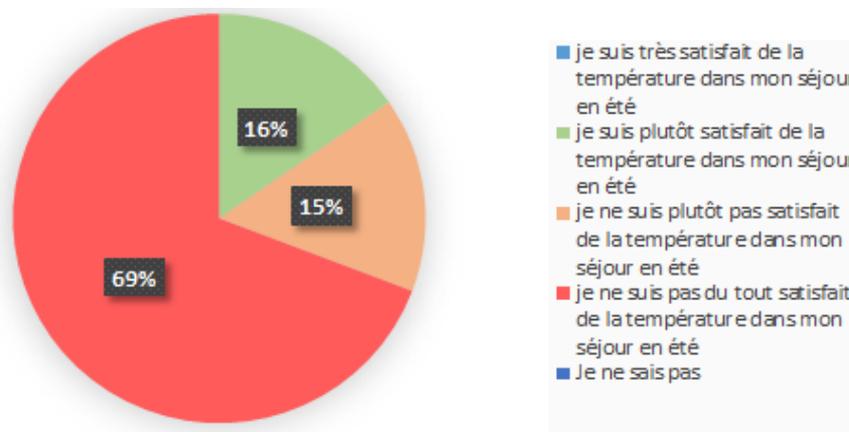


Figure 56 : Confort thermique du séjour en été avant RTAA DOM

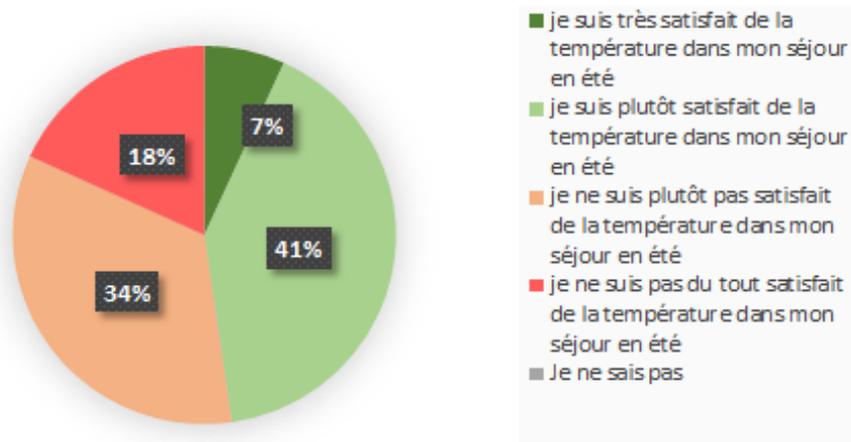


Figure 57 : Confort thermique séjour en été après RTAA DOM

Les Figure 56 et Figure 57 font apparaître les écarts de satisfaction des températures des usagers au sein des séjours de cet échantillon avant et après la mise en place de la RTAA DOM. Il en ressort qu’après l’application de la RTAA DOM, nous avons une augmentation de la satisfaction du confort thermique en été. En effet, sur la Figure 57, près de 50% de l’échantillon est satisfait contrairement à 16 % sur la Figure 56. Ici, l’ensemble des insatisfactions diminue donc de près de 30%, ce qui n’est pas négligeable.

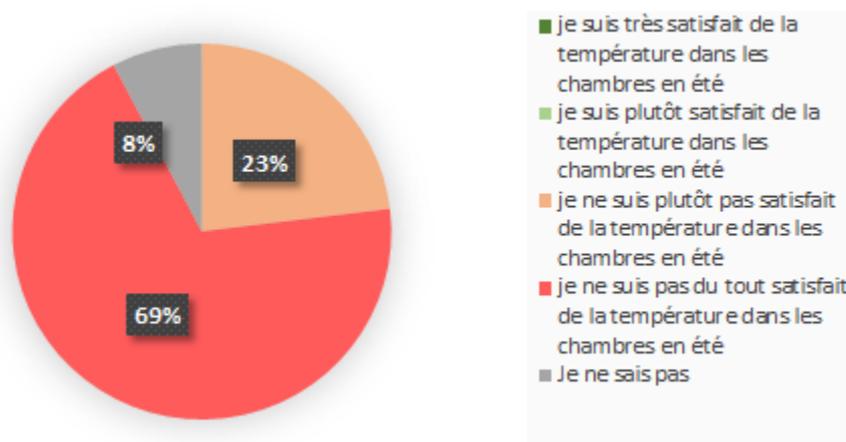


Figure 58 : Confort thermique des chambres en été avant RTAA DOM

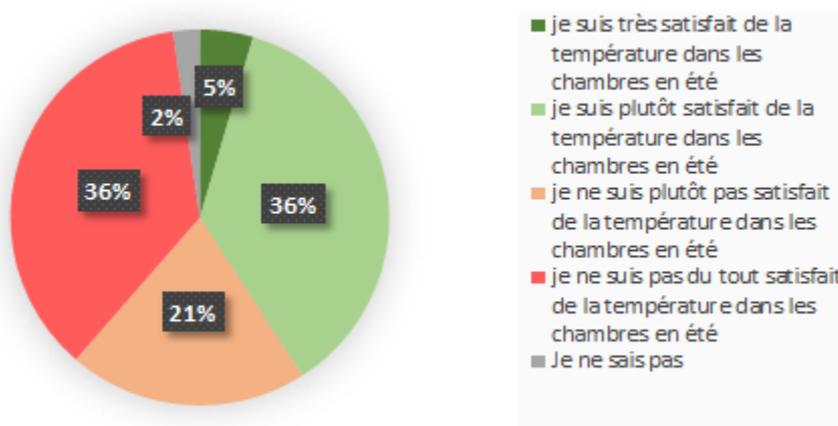


Figure 59 : Confort thermique des chambres en été après RTAA DOM

Les Figure 58 et Figure 59 ci-dessus, expriment la satisfaction des usagers des températures au sein des chambres sur l’échantillon étudié. Ces graphiques montrent une augmentation de satisfaction avec 0 % d’occupants satisfaits avant la mise en place de la RTAA DOM (Figure 58) contre 41 % d’occupant satisfaits après la mise en place de la RTAA DOM en période estivale.

De ce fait, en période estivale, toujours sur l’échantillon étudié ici, nous retrouvons une augmentation des personnes satisfaites des températures dans leurs séjours et chambres. Cette augmentation se situe entre 30% et 40%.

Durant la période hivernale, via les Figure 60 et Figure 61, au sein de leur séjour les occupants se sentent plus en confort après la mise en place de la réglementation, toujours selon cet échantillon. En effet, nous retrouvons une augmentation de près de 10% des personnes satisfaites des températures sur un total de 85%, dont 25% qui sont très satisfaites (Figure 61). De même, une diminution des insatisfactions se fait ressentir avec 23 % d’insatisfaits avant la mise en place de la RTAA contre seulement 11 % après la réglementation.

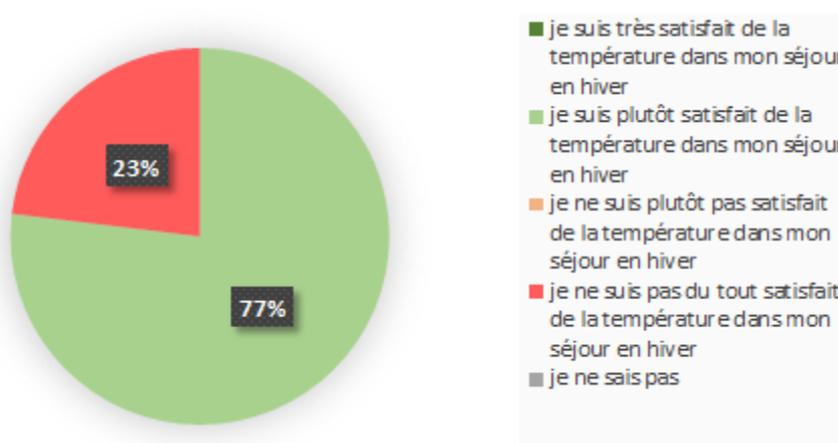


Figure 60 : Confort thermique du séjour en hiver avant RTAA DOM

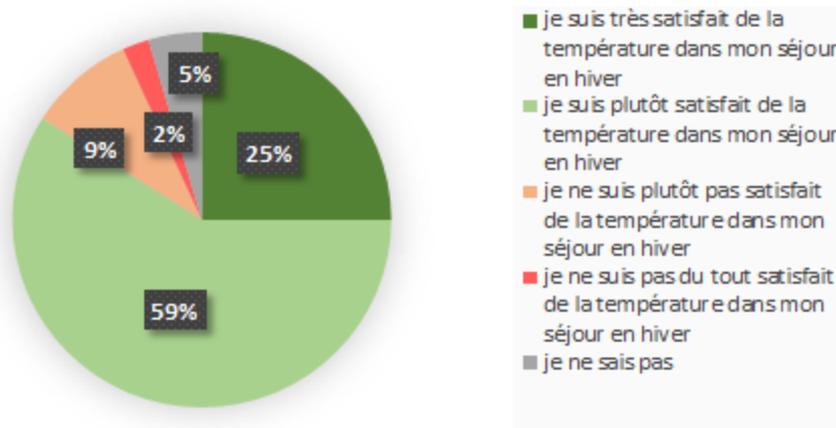


Figure 61 : Confort thermique séjour en hiver après RTAA DOM

Les Figure 62 et Figure 63 indiquent les résultats de l’étude sociologique des 57 logements sur leur satisfaction des températures hivernales au sein des chambres.

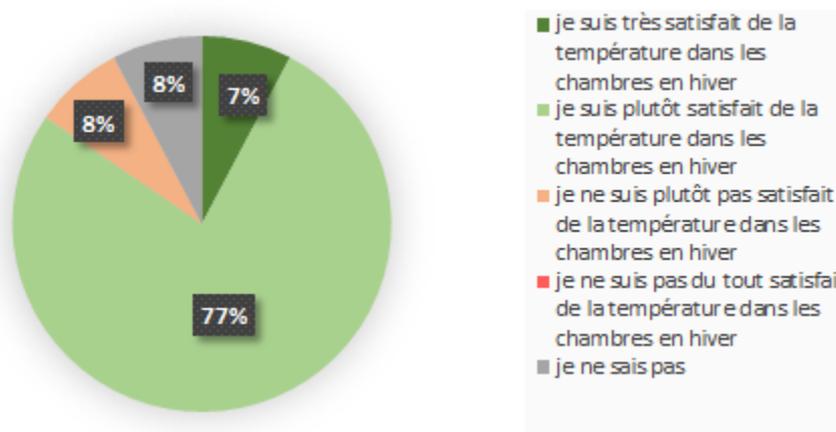


Figure 62 : Confort thermique des chambres en hiver avant RTAA DOM

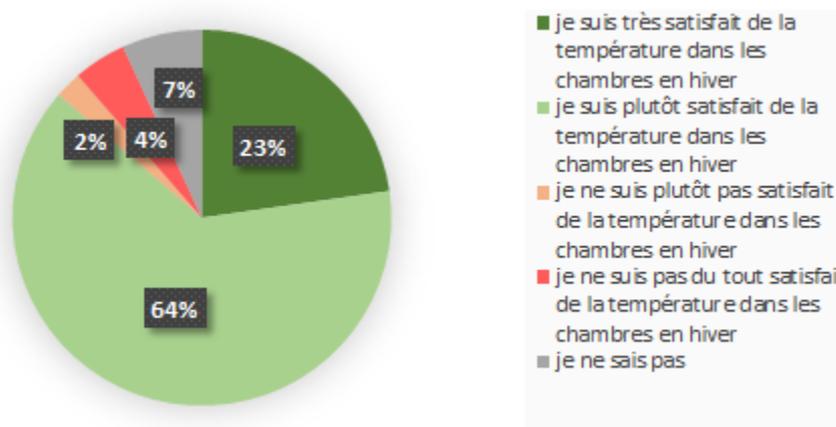


Figure 63 : Confort thermique des chambres en hiver après RTAA DOM

Les Figure 62 et Figure 63 explicitent que les occupants sont plus satisfaits des températures après la mise en place de la RTAA DOM. L’augmentation des personnes très satisfaites est de 16%. Ainsi, nous pouvons

voir que les conclusions de la période estivale sont les mêmes que celles en période hivernale avec une augmentation de la satisfaction des températures de pièces après la mise en place de la RTAA DOM.

Néanmoins, malgré l'ensemble de ces résultats satisfaisants, au sein de cet échantillon de 57 logements, nous retrouvons quelques défaillances sur la RTAA DOM.

En effet, cette dernière préconise pour l'enveloppe des bâtiments, la mise en place des protections solaires, mais également une porosité permettant la circulation des flux aérauliques ayant pour rôle la décharge thermique au sein des logements. Cependant, dans l'usage, les occupants ont encore du mal à comprendre le fonctionnement de l'ensemble de ces dispositifs pour optimiser leur confort.

Concernant le respect de la porosité, dans la réalité, les occupants peuvent laisser les baies fermées pour différentes raisons. Cela a donc pour conséquence une mauvaise décharge thermique des pièces soit une surchauffe du logement. Parmi les causes de fermeture des baies évoquées par les locataires, nous retrouvons :

- Trop de bruit à l'extérieur ;
- Je fais trop de bruit ;
- Les odeurs ;
- La pollution ;
- La sécurité ;
- Le climatiseur est toujours allumé ;
- Trop de lumière ;
- Trop de courant d'air ;
- L'intimité ;
- Les insectes (moustiques, cafard, ...) ;
- Pas de présences de flux d'air ;
- Fenêtre mal positionnée.

La présence d'insectes est l'un des points revenant plusieurs fois ici. Pour répondre à cette problématique, les usagers peuvent mettre en place des moustiquaires mais cela ne permet pas au flux aéraulique de circuler au sein des logements. La meilleure possibilité est de réaliser un agencement extérieur utilisant des espèces végétales qui limitent la prolifération des insectes nuisibles tels que les moustiques. De plus, une bonne gestion des déchets permettra également de limiter la prolifération de certaines espèces d'insectes.

Afin de répondre à la problématique du flux d'air inexistant, un travail doit se faire sur la densité de la construction. En effet, une réflexion sur l'insertion urbaine du projet favorisera la circulation du flux d'air dans l'ensemble des logements mais également au sein des bâtiments à proximité.

Concernant les problématiques liées à l'insécurité et l'intimité, l'une des meilleures actions est la mise en place de volets persiennés. Ces volets, avec une porosité suffisante, permettent la ventilation naturelle au sein des pièces tout en limitant les risques d'intrusion. De plus, durant la nuit, l'impact de l'éclairage artificiel extérieur est atténué et ainsi les usagers ont des nuits plus douces et une meilleure qualité pour le sommeil. Le volet est également une protection solaire efficace. Néanmoins, pour une meilleure efficacité elle peut être complétée par une casquette qui limitera les dégâts causés par la pluie dans le logement au travers de la baie.

Nous retrouvons différents types de protections solaires dans l'ensemble des logements, à savoir :

- De volets ;
- De casquettes/ auvents ;
- De rideaux/ stores ;
- D'une varangue ;

- D'un voile d'ombrage / toile tendue ;
- Des films/ vitres teintées ;
- Des draps tendus ;
- Des parasols.

Ces deux dernières solutions, qui sont référentes à cet échantillon puisque cela provient de l'utilisateur, ne permettent pas aux ouvrants de laisser entrer la lumière naturelle ni de flux aéralique. L'utilisation de ce type de protections provient de personnes habitant des logements respectant la RTAA DOM. Ainsi, malgré les préconisations de la norme, les protections solaires externes restent, dans certains cas, insuffisantes puisqu'une les usagers mettent en place des rideaux et stores ou équivalents dans leurs séjours et chambres. Ces protections opaques permettent également de répondre aux problématiques d'insécurité et d'intimité selon les occupants.

3.3.2 Combinaison de l'analyse architecturale et l'étude sociologique détaillée

L'analyse architecturale des logements permet de mettre en avant les problématiques et les avantages de chacun d'entre eux. Pour exemple, le caractère traversant d'un logement peut être impacté par une construction à proximité des baies. Cette construction n'intervient pas au sein de l'analyse RTAA DOM du logement, mais l'impact n'en reste pas moins important.

La combinaison de l'analyse architecturale et de l'étude sociologique détaillée permet d'identifier certaines causes d'insatisfaction des usagers. Cela permet de tenir compte :

- De l'aspect traversant du logement. Cet aspect au-delà des spécifications de la RTAA DOM prend en compte le cheminement aéralique interne. En effet, la mise en place d'une circulation comprenant des courbures importantes (90°) est considérée non efficiente ;
- De l'occultation des baies. L'occultation des baies correspond à la mise en place de volets roulants, des volets pleins, des stores. Les rideaux, peuvent également être considérés comme éléments occultant ;
- De la satisfaction de la ventilation. Cette comparaison permet de mesurer l'impact de la ventilation (été et hiver) sur le confort thermique des usagers.

Ces comparaisons sont réalisées pour l'été et l'hiver.



Figure 64 : Satisfaction des usagers des températures estivales pour des logements non traversants (échantillon des 57 logements)

A travers cet échantillon, la Figure 64 montre une corrélation entre l'aspect traversant du logement et le confort thermique. En effet, un logement traversant permet une meilleure circulation du flux aéralique ce qui favorise la décharge thermique du logement.



Figure 65 : Satisfaction des usagers de la ventilation estivale pour des logements non traversant (échantillon des 57 logements)

La Figure 65 révèle que malgré le fait que les logements soient non traversants, les usagers se disent satisfaits de la ventilation en été. De ce fait, malgré les conclusions de la Figure 64, pour cet échantillon de 57 logements il est difficile d'avoir un raisonnement concernant les impacts de la porosité des logements sur la température et la ventilation naturelle. En effet, cela met en avant la différence entre la satisfaction des usagers et les besoins réels pour permettre une décharge thermique suffisante. Les thématiques du confort thermique et de la ventilation naturelle restent encore difficiles à appréhender par les usagers qui n'ont pas de recul technique dans ce domaine.



Figure 66 : Satisfaction des usagers des températures estivales pour des logements ayant des baies occultées (échantillon des 57 logements)

Selon la Figure 66, l'occultation des baies n'est pas une cause d'inconfort thermique. En effet, plus de 50% des usagers sont confortables au sein de leur logement malgré l'occultation des baies. Cependant, il faut prendre en compte que cette occultation n'est pas constante. Les usagers peuvent complètement fermer les baies via des volets roulants, des volets pleins et/ou des stores mais ces baies peuvent également rester ouvertes dans la majorité des cas. Ainsi, avec la prise en compte des réponses fournies pour un échantillon de 57 logements, l'occultation des baies ne permet pas de conclure sur le confort thermique des usagers.



Figure 67 : Satisfaction des usagers des températures estivales pour les logements non satisfaits de la ventilation estivale (échantillon des 57 logements)

La Figure 67, contrairement aux conclusions des Figure 64, Figure 65 et Figure 66, montre la corrélation très forte entre le confort thermique et la satisfaction de la ventilation naturelle. En effet la Figure 67 montre que

92% des usagers non satisfaits de la ventilation en été sont également non satisfaits de la température interne.



Figure 68 : Satisfaction des usagers des températures hivernales pour des logements non traversants (échantillon des 57 logements).

La Figure 68 montre que pour des températures plus douces en hiver, les usagers ne jugent pas nécessaire de mettre en place une circulation de flux d'air importante. En effet, au sein de ces 57 logements, en fonction de leurs orientations et de leurs localisations, les charges externes du rayonnement solaire sont moins importantes durant la période hivernale ce qui améliore le confort intérieur.



Figure 69 : Satisfaction des usagers de la ventilation hivernale pour des logements non traversants (échantillon des 57 logements).

La Figure 69 conforte la conclusion de la Figure 68. Malgré un logement non traversant, les usagers sont satisfaits de la ventilation ainsi que de la température. Avoir une température extérieure plus basse en période hivernale rend le confort thermique plus accessible contrairement à la période estivale où les températures extérieures sont importantes.



Figure 70 : Satisfaction des usagers des températures hivernales pour des logements ayant des baies occultées (échantillon des 57 logements).

La Figure 70, montre que malgré l'occultation des baies par des systèmes tels que les volets roulants, les volets pleins et/ou les stores, les usagers restent satisfaits de la ventilation en hiver.



Figure 71 : Satisfaction des usagers des températures hivernales pour les logements non satisfaits de la ventilation hivernale (échantillon des 57 logements).

Enfin, la Figure 71 vient en complément des Figure 68, et Figure 70. Elle met en avant que dans cette étude malgré l’insatisfaction de la ventilation naturelle hivernale, les usagers sont majoritairement satisfaits de la température hivernale.

Ainsi, la comparaison entre l’analyse architecturale et sociologique montre que la corrélation entre le ressenti des usagers et la conception de l’enveloppe est importante, notamment en période estivale. Cependant, nous constatons au sein de cet échantillon de 57 logements, que dans certains cas, les ressentis des usagers peuvent-être difficilement quantifiables. En effet, comme il a été dit précédemment, les notions de confort thermique et de ventilation naturelle sont encore difficilement quantifiables par les occupants.

3.3.3 Conclusion de l'étude sociologique

Cette analyse détaillée, concernant 57 logements qui sont répartis sur toute l'île, montre une augmentation du confort au sein des logements (séjours et chambres) après la mise en place de la RTAA DOM. En effet, comme le montre la combinaison de l'analyse architecturale et l'étude sociologique détaillée, l'enveloppe du bâtiment a un impact non négligeable sur le confort de l'usager.

Bien que cet échantillon reste faible, il permet de mettre en avant des problématiques d'ores et déjà connues dans la construction environnementale mais encore non chiffrées à ce jour. En effet, les usagers sont censés utiliser leurs baies pour ventiler leur logement, mais dans les faits plusieurs éléments mis en place par les occupants ne permettent pas d'atteindre un confort optimal au sein des pièces. Nous retrouvons notamment la mise en place des rideaux, de stores intérieurs et toutes autres protections intérieures opaques, qui ne permettent pas un fonctionnement en ventilation naturelle ce qui limite la décharge thermique. L'ensemble de ces éléments obstruent le rayonnement solaire ce qui induit également une diminution de l'éclairage naturel au sein des logements. L'usager doit alors mettre en route l'éclairage artificiel ce qui génère une consommation énergétique importante et crée une surchauffe thermique.

Ainsi, sur cet échantillon au vu des différentes problématiques posées, des solutions peuvent être envisagées telles que :

- Un **accompagnement des occupants** pour leur expliquer le fonctionnement de leur logement afin de limiter les consommations énergétiques et d'optimiser le confort hygrothermique. Cet accompagnement doit se faire par la réalisation d'un guide de bonnes pratiques ainsi que la mise en place des réunions explicatives auprès des usagers ;
- La **prise en compte des abords du logement** pour que celui-ci puisse fonctionner en ventilation naturelle, et que les abords ne soient pas en surchauffe. Pour exemple, une réflexion peut se faire sur les bâtiments environnants qui peuvent faire office de masque aéraulique, ainsi que l'insertion paysagère qui va limiter la surchauffe des abords avec l'évapotranspiration du végétal. En effet, intégrer des surfaces d'enrobés aux abords des logements augmentent la surchauffe de celui-ci. De plus, l'insertion paysagère ramène l'homme à ses racines en retrouvant une biodiversité perdue en ville.

Ces points ne sont pas, à ce jour, traités au sein de la réglementation thermique aéraulique et acoustique spécifique aux DOM. Un travail sur ces thématiques, pourra augmenter l'impact positif de la RTAA DOM.