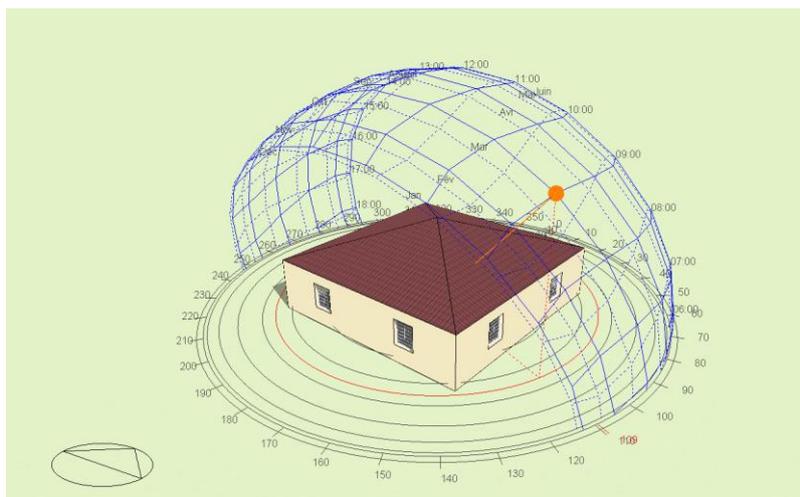




RéBAN

RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BATIMENTS DE LOGEMENT INDIVIDUEL AUX ANTILLES



LOT 1 – Tâche 1.2 : Rapport sur l'analyse des facteurs d'influence

31/08/2021

**Watt
Smart**

Sommaire :

I. Rappel du contenu de la tâche 1.2	3
II. Rappel des hypothèses du modèle	3
III. Analyse des facteurs d'influence	4
A. Synthèse des résultats :	5
B. Composition des murs extérieurs et couleur	6
a) Composition des murs	6
b) Epaisseur des murs	7
c) Couleur des murs.....	8
C. Mitoyenneté	9
D. Surface de vitrage	10
E. Type de vitrage.....	11
F. Type de toiture et couleur	12
a) Composition toiture.....	12
b) Présence de combles et ventilation.....	14
c) Cas particulier : présence d'une dalle anticyclonique en béton	16
d) Couleur de toiture	17
e) Présence d'un logement intermédiaire séparant de la toiture	17
G. Liaison avec le sol.....	19
H. Etanchéité à l'air (mode climatisé)	20
I. Niveau de ventilation (mode non-climatisé).....	21
J. Conditions climatiques (fichiers météorologiques)	22
a) Données Météo France 2019 :	22
b) Analyse de l'influence des conditions climatiques	23

I. Rappel du contenu de la tâche 1.2

L'objectif de cette tâche est de réaliser une analyse des facteurs d'influence des caractéristiques du bâti sur les flux de chaleur, le confort thermique et le besoin de climatisation. Les facteurs d'influence sont constitués par tous les éléments extérieurs au périmètre de maîtrise de l'occupant d'un logement existant et qui influencent le confort ou le besoin de climatisation. L'idéal serait de pouvoir faire cette analyse sur tous les cas de maisons individuelles répandues aux Antilles mais cela nécessiterait de faire plusieurs milliers de simulations pour représenter toutes les situations possibles (différents types de toiture, murs, orientation des fenêtres, ...). Le projet RéBAN prévoit de faire cette analyse sur un « logement laboratoire » simple correspondant à une maison standard d'un seul volume afin de faciliter les calculs. Sur cette dernière, il sera facilement possible de faire varier tous les paramètres et d'observer l'impact sur l'aspect thermique. Cela permettra de tirer des enseignements généraux sur l'ordre d'importance des facteurs d'influence et leur impact sur le confort ou les consommations de climatisation. Les principaux facteurs d'influence seront utilisés pour définir les logements types dans le lot 2 et acter les travaux-clés.

Cette analyse est réalisée grâce au logiciel de simulation thermique dynamique Designbuilder V6.

Le présent rapport présente les résultats des simulations qui ont été faites sur le modèle du « logement laboratoire ».

II. Rappel des hypothèses du modèle

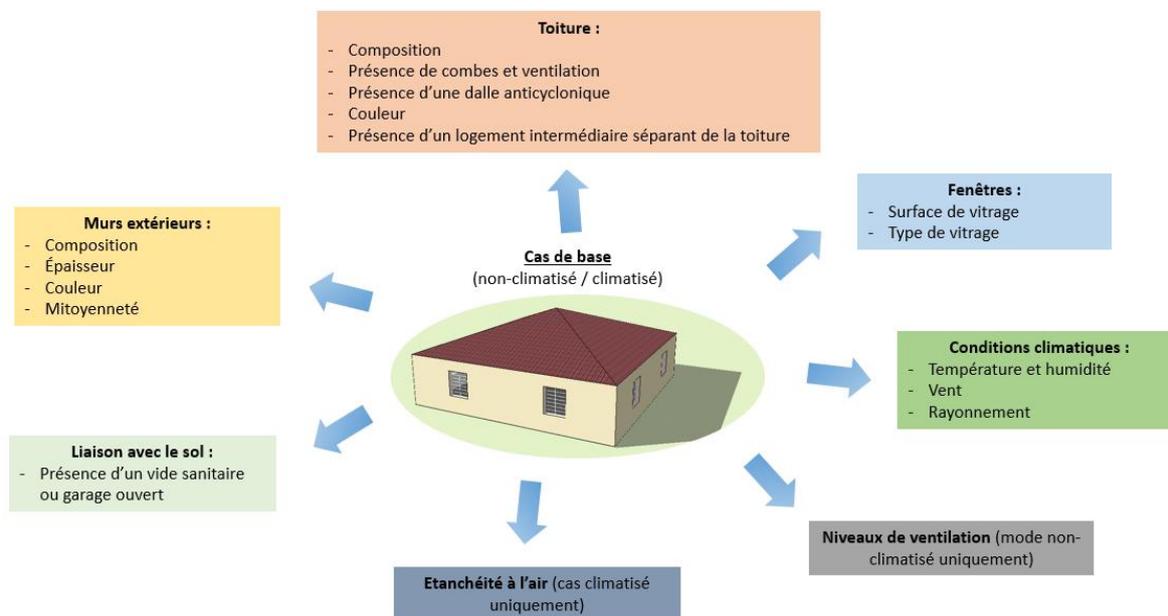
Un précédent rapport présentait en détail les hypothèses du modèle de base du « logement laboratoire ». Ci-dessous sont rappelés les principales données :

	En mode climatisé	En mode non-climatisé
Paramètre d'analyse	Besoin de climatisation en kWhf/m ² .an pour une température d'air de consigne de 24°C	% du temps où la température opérative est supérieure à 30°C
Période d'analyse	Toutes les heures de l'année	
Apport internes (équipements et occupants)	Aucun	
Terrain	Albédo = 0,2 Paramètre d'évapotranspiration de la couverture de terrain = 0,4	
Infiltrations logement (renouvellement d'air)	1 vol/h (24h/24)	5 vol/h (24h/24)
Ouvertures	10% des façades Simple vitrage non réfléchissant 6mm	
Murs externes	Parpaing + Enduit extérieur couleur claire	
Toiture combles	Tôle non isolée couleur moyenne (faible rugosité et émissivité = 0,9)	
Plafond combles perdus	Plaque plâtre	
Plancher sur terrain	Dalle béton + carrelage	

III. Analyse des facteurs d'influence

Il est important de noter que l'analyse des variantes pour chaque facteur d'influence, se fait par rapport au modèle de base du « logement laboratoire » tel qu'il est décrit précédemment. Pour chaque variante, l'écart du besoin de climatisation ou du niveau de confort par rapport au cas de base a été calculé.

L'ensemble des facteurs d'influence étudiés sont précisés sur le schéma ci-dessous :



Le cas de base présente les résultats suivants :

	Mode climatisé (jour + nuit)	Mode non climatisé (jour + nuit)
	Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	% du temps inconfortable sur l'année (T°op ≥ 30°C)
Cas de base	307	38%

Pour certains cas nous avons également étudié un mode supplémentaire afin de nuancer certaines conclusions : logement climatisé uniquement la nuit entre 20h et 6h.

	Mode climatisé (uniquement la nuit : 20h-6h)
	Besoin de froid (kWhf/m ² .an)
Cas de base	121

En revanche, excepté quelques compléments dans l'analyse, nous avons choisi de ne pas afficher les résultats du cas non-climatisé avec une occupation uniquement la nuit (18h-8h). En effet, même si c'est le cas pour beaucoup d'occupants qui travaillent à l'extérieur en semaine, le logement est souvent occupé en journée le weekend donc il est important de prendre en compte le confort en journée.

Il est important de ne pas extrapoler ces résultats de simulations effectuées sur le logement laboratoire sur des logements réels sans garder en tête les limites de représentativité du modèle (pas d'apports internes, logement compact de plain-pied, ventilation continue en mode non-climatisé, 10% de vitrage, ...).

A. Synthèse des résultats :

Les principales conclusions de cette analyse sur les facteurs d'influence de la performance du logement laboratoire (besoin de climatisation et confort des occupants) sont les suivantes :

- La composition des murs a une influence importante uniquement lorsque le logement n'est pas occupé en journée. Dans ce cas, les murs légers (bois) à faible inertie permettent d'améliorer sensiblement la performance du logement.
- La couleur des murs est déterminante, d'autant plus pour les murs lourds. On observe jusqu'à 14% d'inconfort en plus avec un mur en parpaing sombre par rapport à un mur clair. Cet impact sera d'autant plus grand avec une maison à étages (plus grande surface de murs extérieurs).
- La présence d'un logement mitoyen a une influence importante notamment dans le cas d'un logement non-climatisé (jusqu'à -11% d'inconfort avec un logement mitoyen à l'ouest).
- La surface de vitrage impacte fortement la performance du logement, plus elle est importante, plus les apports solaires sont importants : +15% sur les besoins de climatisation lorsque l'on passe de 10 à 30% de vitrage sur les façades.
- Le double vitrage n'a aucun avantage thermique par rapport à un simple vitrage, même en mode climatisé.
- La composition de la toiture a une influence importante en l'absence d'isolation. Une toiture en tuiles est plus performante qu'une toiture tôle (jusqu'à -10% d'inconfort). En revanche, une toiture béton est très pénalisante notamment lorsque le logement est occupé uniquement en soirée car elle accumule la chaleur en journée et la restitue la nuit (+14% sur les besoins de climatisation).
- La présence de combles perdus peu ventilés par rapport à une toiture apparente a une faible influence. En revanche, lorsque ceux-ci sont bien ventilés l'impact peut être important (jusqu'à -11% d'inconfort à 30 vol/h).
- La présence d'une dalle anticyclonique en béton comme plancher des combles a un impact important uniquement lorsque le logement n'est pas occupé en journée. L'inertie de la dalle engendre une surconsommation de climatisation la nuit (+25% en mode climatisation uniquement la nuit).
- La couleur de toiture est un des paramètres les plus influents pour n'importe quel type de toiture. Une toiture terrasse béton avec un revêtement extérieur de couleur claire permet de réduire l'inconfort de 50% par rapport à une couleur sombre.
- La présence d'un logement intermédiaire entre le logement et la toiture réduit considérablement les apports de chaleur : entre -61% et -98% d'inconfort selon la performance thermique du logement intermédiaire.
- La présence d'un vide sanitaire peu ventilé sous le plancher bas n'a pas d'influence, en revanche la présence d'un garage ouvert très ventilé (ex : maison sur pilotis, bien que très défavorable aux séismes) peut réduire de 8% l'inconfort par rapport à un plancher bas directement sur terrain.
- En mode climatisé, l'étanchéité à l'air du logement impacte beaucoup la consommation de climatisation. En effet, en laissant rentrer une grande quantité d'air chaud et humide, le besoin de climatisation augmente fortement (jusqu'à +42% avec 3 vol/h d'infiltrations).
- En mode non-climatisé, le niveau de ventilation du logement est déterminant. Avec 20 vol/h on réduit de 23% l'inconfort par rapport à 5 vol/h en évacuant une grande partie des surchauffes. Au-delà de 20 vol/h le gain thermique est limité, mais cela permet tout de même d'assurer une vitesse d'air satisfaisante à l'intérieur du logement sans avoir besoin d'un brasseur d'air ou ventilateur.
- Enfin, les conditions climatiques du site ont évidemment un impact important notamment selon l'altitude qui a une forte influence sur la température et l'humidité. Dans un logement à Petit Bourg en Guadeloupe (à 110m alt), l'inconfort est réduit de 32% par rapport à un logement au Lamentin (Martinique).



B. Composition des murs extérieurs et couleur

a) Composition des murs

Nous avons analysé l'impact de la composition des murs pour une couleur claire (le plus souvent observé) et sans isolation. L'impact de l'isolation sera traité dans la prochaine phase du projet.

Composition		Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T° _{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Parpaing 20cm + enduit couleur claire (R _{global} =0,57)	307	0%	38,1%	0%
	Plaque de plâtre intérieur + lame d'air 10cm + bois couleur claire (R _{global} =0,61)	304	-0,7%	38,6%	1,4%
	Béton armé 20cm + enduit couleur claire (R _{global} =0,35)	317	3,2%	37,0%	-2,9%

Composition		Mode climatisé (nuit uniquement : 20h-6h)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Parpaing 20cm + enduit couleur claire (R=0,57)	121	0%
	Plaque de plâtre intérieur + lame d'air 10cm + bois couleur claire (R=0,61)	96	-20,9%
	Béton armé 20cm + enduit couleur claire (R=0,35)	125	2,8%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé (jour + nuit)		X		
En mode climatisé uniquement la nuit				X
En mode non-climatisé		X		

En mode climatisé

- La composition des murs extérieurs a une influence relativement faible lorsque le logement est climatisé le jour et la nuit (3%) car seule la résistance thermique a un impact et elle est similaire dans les 3 compositions proposées.
- En revanche, lorsque le logement est climatisé uniquement la nuit, le mur en bois permet de réduire fortement le besoin de froid (-21%). En effet, sa faible inertie accumule très peu de chaleur dans la journée.

En mode non-climatisé

- La composition des murs extérieurs a une influence relativement faible.

- Il y a très peu de différence sur le confort entre un mur en parpaing et un mur en bois (1,4%) lorsque celui-ci est occupé la journée et la nuit.
- Le mur en bois est défavorable en journée car sa masse est plus faible (faible inertie), il transmet donc directement la chaleur. En revanche, le soir il met moins de temps à évacuer la chaleur accumulée dans le logement la journée et permet une baisse de température plus rapide.
- Pour montrer ce phénomène nous avons simulé également le cas où le logement ne serait pas occupé la journée mais uniquement entre 18h et 8h. Dans ce cas, un mur en bois permettrait de réduire l'inconfort de 25% par rapport à un mur en parpaing de couleur claire.

b) Epaisseur des murs

Pour un même type de mur, en béton armé, non isolé et de couleur claire, nous avons analysé l'impact de l'épaisseur du mur. Ici le cas de base théorique est considéré comme étant un mur en béton armé de 10cm d'épaisseur. L'écart est calculé par rapport à ce cas.

Composition et épaisseur		Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T ^{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Béton armé 10cm + enduit couleur claire	325	0%	37,5%	0%
	Béton armé 20cm + enduit couleur claire	317	-2,7%	37,0%	-1,4%
	Béton armé 30cm + enduit couleur claire	309	-5,2%	37,1%	-1,2%
	Béton armé 40cm + enduit couleur claire	302	-7,3%	37,6%	0,1%
	Béton armé 50cm + enduit couleur claire	295	-9,2%	38,3%	2,0%

Composition		Mode climatisé (nuit uniquement : 20h-6h)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Béton armé 10cm + enduit couleur claire	111	0%
	Béton armé 20cm + enduit couleur claire	125	12,0%
	Béton armé 30cm + enduit couleur claire	124	11,6%
	Béton armé 40cm + enduit couleur claire	122	9,9%
	Béton armé 50cm + enduit couleur claire	121	8,7%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé (jour + nuit)		X		
En mode climatisé uniquement la nuit		X		
En mode non-climatisé		X		

En mode climatisé

- L'épaisseur des murs extérieurs a une influence relativement faible lorsqu'on considère uniquement des épaisseurs réalistes qui correspondent à ce qu'on peut trouver aux Antilles (aux alentours de 20 cm). Un mur de 50 cm n'existe pas sur nos territoires contrairement à la métropole.
- Lorsque le logement est climatisé le jour et la nuit, plus l'épaisseur des murs est grande plus le besoin de climatisation diminue. En effet avec une épaisseur plus grande, la résistance thermique augmente légèrement, ce qui limite le flux thermique entre la zone climatisée et l'extérieur. Par ailleurs plus l'épaisseur est grande, plus les apports de chaleurs extérieurs mettent du temps pour arriver dans le logement. Ainsi, en début de soirée quand il n'y a plus d'apports de chaleurs et que l'air extérieur se rafraîchit, une partie de la chaleur accumulée dans le mur qui n'a pas encore été transférée dans le logement est évacuée par l'extérieur. Avec un mur de 50 cm le besoin de froid est réduit de 9% par rapport à 10cm.
- Lorsque le logement est climatisé uniquement la nuit, le constat est inversé, c'est l'épaisseur la plus faible qui limite le plus le besoin de froid. En effet, moins le mur stocke la chaleur la journée, plus vite la chaleur des murs sera évacuée en soirée et donc moins le besoin de froid sera important. On peut voir que l'épaisseur la plus couramment observée (20 cm) sur le terrain est la plus défavorable sur le besoin de froid. En effet, à partir de 30 cm, le besoin diminue légèrement car à partir d'une épaisseur suffisamment grande une partie de la chaleur est évacuée par l'extérieur lorsque la température diminue.

En mode non-climatisé

- La composition des murs extérieurs a une influence relativement faible.
- Malgré une faible influence, il est intéressant de noter que l'épaisseur du mur est favorable jusqu'à un certain niveau où le phénomène s'inverse (au-delà de 30cm). A partir de cette épaisseur, le mur évacue moins bien la chaleur la nuit.

c) Couleur des murs

Pour deux types de murs non isolés (en parpaing et bois), nous avons analysé l'impact de la couleur du revêtement extérieur. L'écart est calculé par rapport au cas de couleur claire.

Mur en parpaing :

	Composition et couleur	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWh/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T ^{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base 1	Parpaing 20cm + enduit couleur claire ($\alpha = 0,4$)	307	0%	38,1%	0,0%
	Parpaing 20cm + enduit couleur moyenne ($\alpha = 0,6$)	321	5%	40,6%	6,5%
	Parpaing 20cm + enduit couleur sombre ($\alpha = 0,8$)	335	9%	43,3%	13,5%

Mur en bois :

	Composition et couleur	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T°op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base 2	Plaque de plâtre intérieur + lame d'air 10cm + bois couleur claire (α = 0,4)	304	0%	38,6%	0,0%
	Plaque de plâtre intérieur + lame d'air 10cm + bois couleur moyenne (α = 0,6)	317	4%	39,9%	3,3%
	Plaque de plâtre intérieur + lame d'air 10cm + bois couleur sombre (α = 0,8)	330	9%	41,2%	6,6%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé			X	
En mode non-climatisé				X

En mode climatisé

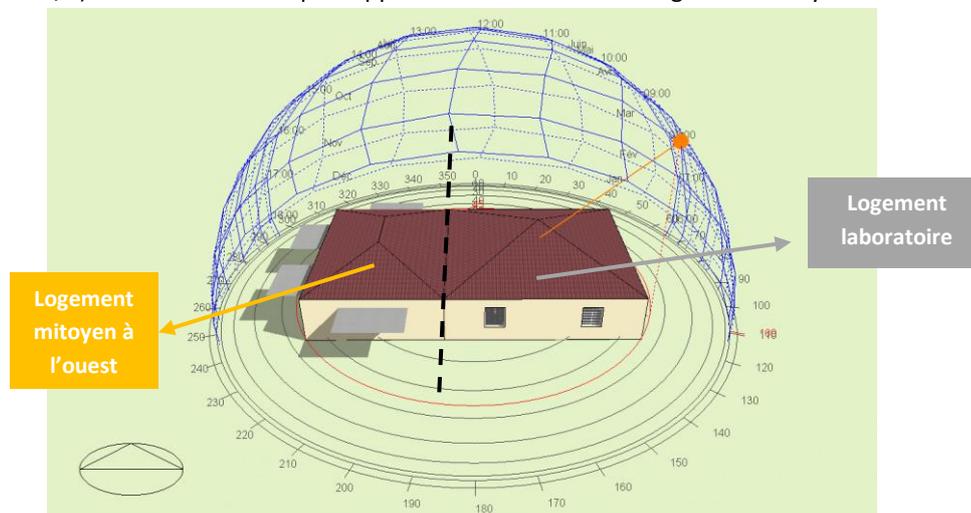
- La couleur des murs extérieurs a une influence importante quelle que soit l'inertie du mur (bois ou parpaing).
- Plus la couleur est sombre, plus le mur absorbe la chaleur et la transmet à l'intérieur du logement. Des murs sombres nécessitent 9% de besoin de climatisation en plus par rapport à des murs clairs.

En mode non-climatisé

- La couleur des murs extérieurs a une influence importante que ce soit pour les murs en parpaing ou en bois. C'est d'autant plus vrai lorsque les murs sont en parpaing ou béton (inertie forte) car davantage de chaleur est stockée au cours de la journée et restituée le soir.
- Plus la couleur est sombre, plus le mur absorbe la chaleur et la transmet à l'intérieur du logement. Des murs en parpaing sombres engendrent un inconfort supérieur de 14% par rapport à des murs en parpaing clairs.

C. Mitoyenneté

Nous avons analysé l'impact de la présence d'un logement mitoyen. Celui-ci est considéré comme non-climatisé mais bien protégé de la chaleur (toiture isolée, avec de larges protections solaires des fenêtres) et bien ventilé (20vol/h). L'écart est calculé par rapport au cas de base sans logement mitoyen.



Mitoyenneté		Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m².an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T°op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Aucun logement mitoyen	307	0%	38,1%	0,0%
	Logement mitoyen au sud	299	-2,5%	34,3%	-10,1%
	Logement mitoyen au nord	303	-1,0%	34,9%	-8,4%
	Logement mitoyen à l'est	297	-3,2%	34,0%	-10,8%
	Logement mitoyen à l'ouest	296	-3,5%	33,9%	-11,0%

		Niveau d'influence			
		Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé			X		
En mode non-climatisé					X

En mode climatisé

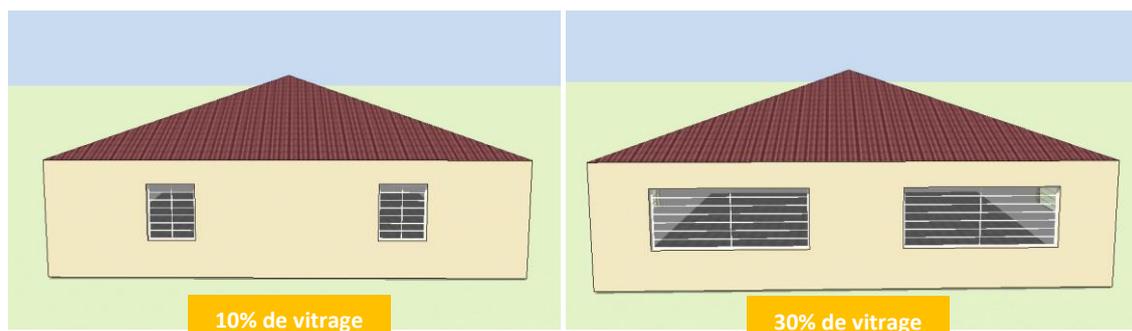
- La mitoyenneté a une influence relativement faible.
- Cela permet de réduire les apports par rayonnement sur une façade mais le besoin de froid n'est que légèrement réduit car il existe toujours une différence de température relativement importante entre le logement laboratoire climatisé (24°C) et le logement mitoyen non climatisé. Par ailleurs, le refroidissement nocturne par cette façade est moins efficace du fait de la présence du logement mitoyen.
- L'influence est encore plus faible au nord car les apports annuels par rayonnement sont moindres pour cette orientation.

En mode non-climatisé

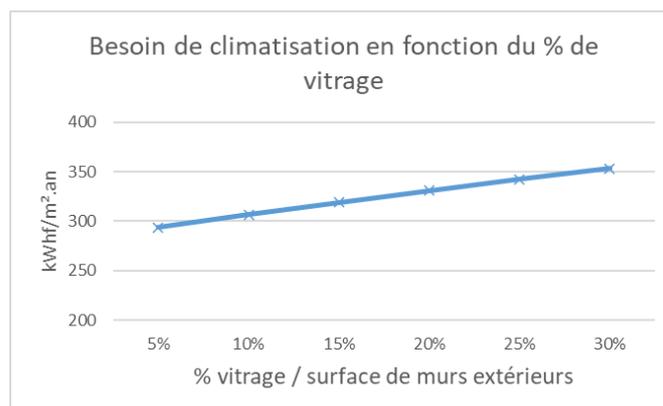
- La mitoyenneté a une influence très importante sur le confort (jusqu'à -11% d'inconfort avec un logement mitoyen à l'ouest).
- En effet, sans climatisation, l'absence d'apports par rayonnement sur une façade a un impact important à certains moments de la journée selon l'orientation du logement mitoyen (cela ne tient pas compte de la capacité de ventilation naturelle du logement).

D. Surface de vitrage

L'impact de la surface de vitrage a été calculé par rapport au cas de base avec 10% de vitrage par rapport à la surface de façades extérieures. On considère ici un simple vitrage sans traitement réfléchissant et sans protections solaires.



	% vitrage / surface de façades extérieures	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T ^{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	5%	294	-4,2%	36,2%	-5,1%
	10%	307	0,0%	38,1%	0,0%
	15%	319	4,1%	39,9%	4,6%
	20%	331	8,0%	41,4%	8,6%
	25%	342	11,7%	42,6%	11,7%
	30%	353	15,3%	43,6%	14,5%



	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé				X
En mode non-climatisé				X

En mode climatisé

- La surface de vitrage a une influence très importante.
- Plus la surface de vitrage est importante, plus les apports solaires sont conséquents et plus le besoin de climatisation augmente. Avec un pourcentage de vitrage de 30%, le besoin de climatisation augmente de 15% par rapport à une surface de vitrage à 10%.

En mode non-climatisé

- La surface de vitrage a une influence très importante sur le confort.
- Plus la surface de vitrage est importante, plus les apports solaires sont conséquents et plus la température radiante est importante à l'intérieur du logement. Avec un pourcentage de vitrage de 30%, l'inconfort augmente de 15% par rapport à une surface de vitrage à 10%.

E. Type de vitrage

Pour un même facteur solaire de vitrage, nous avons analysé l'impact du double vitrage qui permet d'avoir un meilleur (plus faible) coefficient de déperdition thermique ($U = 2,7 \text{ W/m}^2.K$ contre 5,8 pour un simple vitrage).

	Type de vitrage	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T ^{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	simple vitrage (U=5,8 W/m ² .K)	307	0,2%	38,2%	0,2%
	double vitrage (U=2,7 W/m ² .K)	309	0,6%	38,9%	1,9%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé	X			
En mode non-climatisé		X		

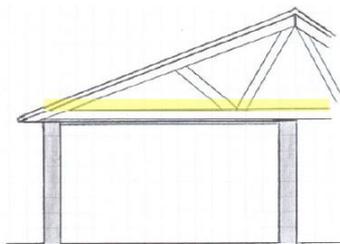
En mode climatisé et non-climatisé

→ Le double vitrage n'a quasiment aucune influence. En effet, contrairement au climat tempéré, en climat tropical la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur est relativement faible, ce qui limite l'impact de l'amélioration du coefficient de déperdition thermique. L'intérêt du double vitrage se limite à l'aspect acoustique.

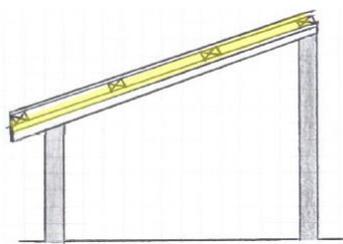
F. Type de toiture et couleur

L'influence de la composition, du type et de la couleur de toiture a été analysé en l'absence d'isolation. Il est important de noter que la présence d'isolant n'aboutirait pas aux mêmes conclusions. L'impact de l'isolation sera traité dans la prochaine phase du projet.

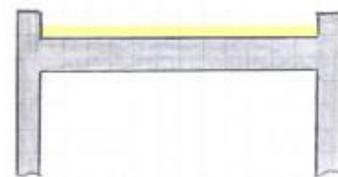
Pour la suite, voici un rappel des différents types de toitures les plus observés aux Antilles en logement individuel.



1-Toiture en pente avec combles perdus et faux plafond



2-Toiture en pente (sans combles ou combles habitables)



3-Toiture terrasse (sans combles)

a) Composition toiture

En premier lieu, afin d'analyser uniquement l'impact de la composition de la toiture (tôle, tuiles, béton) et non pas du type de toiture, nous avons choisi de prendre une toiture plate sans combles. Le cas d'une maison avec une toiture plate en tôle sans combles n'existe pas ou est très rare mais cela permet de focaliser l'analyse sur la composition.

	Composition de toiture plate sans combles	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T° _{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	toiture tôle + lame air 10cm + faux plafond placo (R=0,33)	307	0%	38,3%	0%
	toiture tuiles + lame air 10cm + faux plafond placo (R=0,34)	286	-6,9%	34,5%	-10,0%
	toiture béton 10 cm (R=0,23)	332	7,9%	40,6%	6,1%

	Composition de toiture plate sans combles	Mode climatisé (nuit uniquement : 20h-6h)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	toiture tôle + lame air 10cm + faux plafond placo (R=0,33)	114	0%
	toiture tuiles + lame air 10cm + faux plafond placo (R=0,34)	107	-12,1%
	toiture béton 10 cm (R=0,23)	138	13,9%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé (jour + nuit)			X	
En mode climatisé uniquement la nuit				X
En mode non-climatisé			X	

En mode climatisé

- La composition de la toiture a une influence importante.
- Lorsque le logement est climatisé le jour et la nuit, une toiture en béton engendre une surconsommation des besoins de climatisation de 8%. En effet, la toiture est la paroi la plus exposée au rayonnement solaire donc la résistance thermique légèrement inférieure de la toiture béton (R=0,23) par rapport à celle de la toiture tôle + faux plafond (R=0,33) engendre des gains significatifs. Par ailleurs, la très forte inertie du béton engendre une accumulation de la chaleur la journée qui est restituée la nuit, ce qui réduit légèrement le besoin de climatisation la journée mais l'augmente la nuit.
- La toiture en tuiles + faux plafond permet de réduire le besoin de climatisation de 7% par rapport à la toiture tôle. En effet, sa résistance thermique est identique à la toiture tôle¹ et la masse de la tuile permet d'augmenter légèrement l'inertie de la toiture et donc de limiter légèrement les apports de chaleur en journée tout en limitant la restitution la nuit.
- Lorsque le logement est climatisé uniquement la nuit, l'impact est similaire et même plus marqué (+14% pour la toiture béton et -12% pour la toiture tuiles).

En mode non-climatisé

- La composition de la toiture a une influence importante.
- Les tendances sont les mêmes que pour le mode climatisé avec un bénéfice encore plus significatif pour la toiture en tuiles.

¹ La résistance thermique de la tuile uniquement (hors lame d'air, faux plafond et résistance convective) est d'environ 0,01 m².K/W pour une épaisseur d'1cm. La résistance thermique de la tôle est nulle.

b) Présence de combles et ventilation

La présence de combles perdus et leur niveau de ventilation a été analysé pour une toiture tôle. Dans le cas sans combles, la toiture tôle est tout de même équipée en sous face d'un faux plafond en placo.



Toiture avec combles perdus



Toiture sans combles

Présence de combles :

Pour cette analyse le renouvellement d'air dans les combles est fixé à 1 vol/h (peu ventilé).

	Présence de combles	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T°op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	toiture avec combles perdus	307	0%	38,1%	0%
	toiture sans combles	325	6,2%	37,0%	-2,8%

	Présence de combles	Mode climatisé (nuit uniquement : 20h-6h)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	toiture avec combles perdus	121	0%
	toiture sans combles	118	-2,2%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé (jour + nuit)		X		
En mode climatisé uniquement la nuit		X		
En mode non-climatisé		X		

En mode climatisé

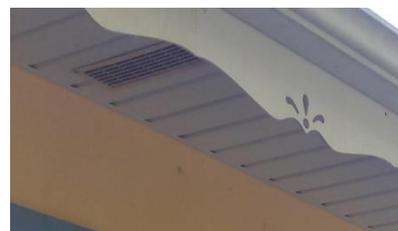
- La présence de combles en toiture a une influence relativement faible.
- Lorsque le logement est climatisé le jour et la nuit, l'absence de combles fait augmenter de 6% le besoin de climatisation. La présence de combles permet de réduire légèrement les apports de chaleur mais c'est également dû au fait que le volume à climatiser est légèrement plus faible.
- Lorsque le logement est climatisé uniquement la nuit, l'absence de combles permet de réduire légèrement les besoins de climatisation (-2%). En effet, le rafraîchissement nocturne par la toiture est plus efficace sans les combles.

En mode non-climatisé

→ En mode non-climatisé l'influence est faible, l'absence de combles permet de réduire légèrement l'inconfort (-3%). En effet, le rafraîchissement nocturne par la toiture est plus efficace sans les combles.

Ventilation des combles :

Il est difficile de connaître le niveau de ventilation des combles aux Antilles dans l'existant car aucune donnée existe. Dans la majorité des cas ils sont très peu ventilés car aucune ouverture n'est prévue à part quelques rares grilles d'aération (voir photo), cela afin de limiter l'entrée de nuisibles. On peut donc estimer que le débit est plutôt proche de 1 vol/h. Nous avons tout de même étudié avec des débits importants jusqu'à 30 vol/h pour voir l'impact mais c'est peu réaliste car ce serait plutôt comparable à une sur-toiture ventilée qu'à un comble perdu.



Grille d'aération des combles au niveau d'un débord de toiture

	Ventilation des combles	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T°op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Combles perdus peu ventilés (1 vol/h)	307	0%	38,1%	0%
	Combles perdus ventilés à 10 vol/h	298	-2,7%	36,3%	-4,8%
	Combles perdus ventilés à 20 vol/h	293	-4,3%	34,9%	-8,3%
	Combles perdus ventilés à 30 vol/h	289	-5,7%	33,8%	-11,2%

	Ventilation des combles	Mode climatisé (nuit uniquement : 20h-6h)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Combles perdus peu ventilés (1 vol/h)	121	0%
	Combles perdus ventilés à 10 vol/h	117	-3,7%
	Combles perdus ventilés à 20 vol/h	113	-6,9%
	Combles perdus ventilés à 30 vol/h	110	-9,0%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé (jour + nuit)			X	
En mode climatisé uniquement la nuit			X	
En mode non-climatisé			X	

En mode climatisé

- La ventilation des combles a un impact important mais les gros débits simulés ne sont pas réalistes par rapport à ce qui est observé sur le terrain.
- Plus le débit de ventilation est important, moins la chaleur du rayonnement solaire est transmise à l'intérieur du logement et moins le besoin de climatisation est important (jusqu'à moins 6% à 30

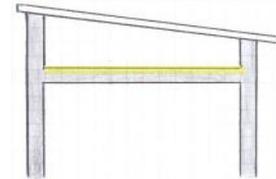
vol/h). Lorsque le logement est climatisé uniquement la nuit, la ventilation a un impact légèrement plus important.

En mode non-climatisé

→ La ventilation des combles a une influence importante avec les mêmes constats qu'en mode climatisé.

c) Cas particulier : présence d'une dalle anticyclonique en béton

Ce cas est plus rare en logement individuel mais il est amené à se développer, nous avons étudié l'impact de la présence d'une dalle anticyclonique en béton à la place d'un faux plafond léger.



	Composition plancher des combles	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m².an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T°op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Faux plafond en placo	307	0%	38,1%	0%
	Dalle béton 10 cm	296	-3,6%	36,4%	-4,5%

	Composition plancher des combles	Mode climatisé (nuit uniquement : 20h-6h)	
		Besoin de froid (kWhf/m².an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Faux plafond en placo	121	0%
	Dalle béton 10 cm	151	24,5%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé (jour + nuit)		X		
En mode climatisé uniquement la nuit				X
En mode non-climatisé		X		

En mode climatisé

- Le type de plancher des combles a un impact important.
- La présence d'une dalle anticyclonique en béton permet de réduire légèrement les besoins de froid lorsque le logement est climatisé le jour et la nuit car la résistance thermique est légèrement meilleure. En revanche, il entraîne une nette surconsommation si celui-ci n'est climatisé que la nuit (+25%). En effet, l'inertie du béton engendre une accumulation de la chaleur la journée qui est restituée dans le logement la nuit au lieu de profiter du rafraîchissement nocturne.

En mode non-climatisé

- Le type de plancher des combles a un impact relativement faible.
- La présence d'une dalle anticyclonique en béton permet de réduire de l'ordre de 4,5% l'inconfort.
- Par ailleurs, l'impact de la ventilation des combles en cas de présence d'une dalle anticyclonique est davantage marqué qu'avec un faux plafond. Les simulations montrent qu'une ventilation à 10 vol/h

permet de réduire l'inconfort de 12% par rapport à 1vol/h, alors que cela ne permet de gagner que 4,8% avec un faux plafond en placo.

d) Couleur de toiture

Pour deux types de toitures non isolés (en tôle et en béton), nous avons analysé l'impact de la couleur du revêtement extérieur. L'écart est calculé par rapport au cas de couleur moyenne.

Toiture tôle avec combles :

	Couleur de toiture tôle	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T [°] op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Moyenne (α = 0,6)	307	0%	38,1%	0%
	Claire (α = 0,4)	254	-17,0%	27,8%	-27,1%
	Sombre (α = 0,8)	361	17,6%	45,6%	19,7%

Toiture terrasse béton sans combles :

	Couleur de toiture terrasse béton	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T [°] op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Moyenne (α = 0,6)	332	0%	40,6%	0%
	Claire (α = 0,4)	271	-18,4%	26,1%	-35,7%
	Sombre (α = 0,8)	393	18,4%	51,3%	26,2%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé				X
En mode non-climatisé				X

En mode climatisé

- La couleur de toiture a une influence très importante que ce soit pour une toiture en tôle ou en béton.
- En effet, une couleur claire permet de réduire de l'ordre de 20% les besoins de climatisation par rapport à une couleur moyenne.

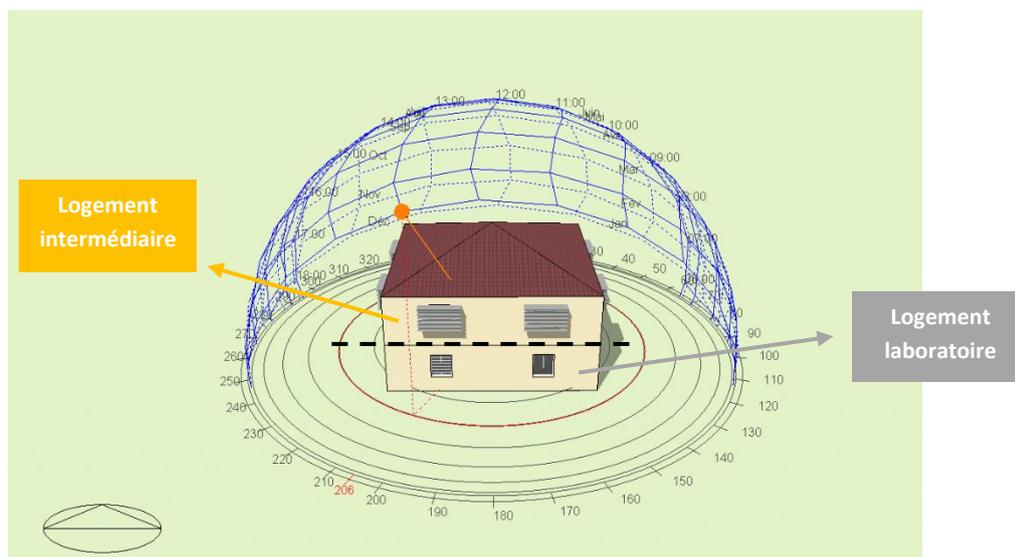
En mode non-climatisé

- La couleur de toiture a une influence très importante que ce soit pour une toiture en tôle ou en béton.
- Pour une toiture tôle, une couleur claire permet de réduire l'inconfort de l'ordre de 27% par rapport à une couleur moyenne. L'influence est davantage marquée pour une toiture béton avec une réduction de 36% de l'inconfort avec une toiture claire.

e) Présence d'un logement intermédiaire séparant de la toiture

Nous avons analysé l'impact de la présence d'un logement intermédiaire non-climatisé entre celui étudié et la toiture. Les 2 logements sont séparés par un plancher intermédiaire en béton de 10 cm. Deux cas ont été

simulés : avec un logement intermédiaire performant (toiture isolée, larges protections solaires des fenêtres et très bonne ventilation à 20 vol/h) et avec un logement intermédiaire peu performant (toiture non isolée, pas de protections solaires des fenêtres et faible ventilation à 5 vol/h). L'écart est calculé par rapport au cas de base sans logement intermédiaire.



	Présence logement intermédiaire séparant de la toiture	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T ^{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Sans logement intermédiaire	307	0%	38,1%	0%
	Avec logement intermédiaire performant	198	-35,4%	0,9%	-97,6%
	Avec logement intermédiaire peu performant	245	-20,2%	15,0%	-60,7%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé				X
En mode non-climatisé				X

En mode climatisé

- La présence d'un logement intermédiaire a une influence très importante.
- La présence d'un logement intermédiaire performant permet de réduire de l'ordre de 35% les besoins de climatisation par rapport à un logement directement sous toiture. Avec un logement peu performant, la baisse du besoin est plus faible (20%).

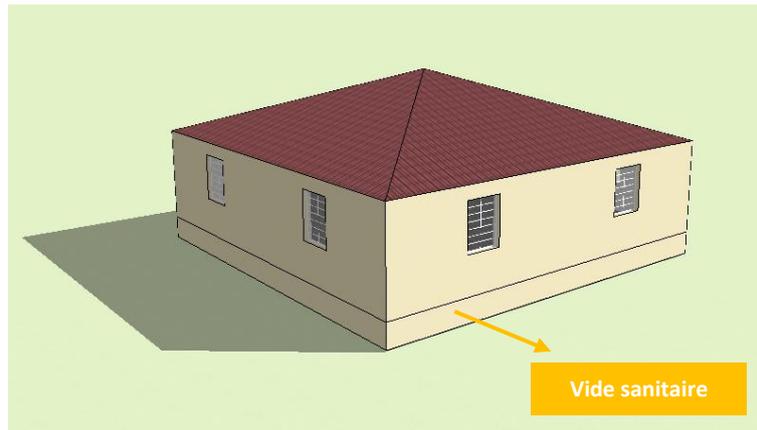
En mode non-climatisé

- La présence d'un logement intermédiaire a une influence très importante.
- La présence d'un logement intermédiaire performant permet de réduire de l'ordre de 98% l'inconfort par rapport à un logement directement sous toiture. Il est important de noter que ce faible niveau d'inconfort est aussi lié au choix de notre indicateur qui correspond au pourcentage du temps sur l'année où la température opérative est supérieure à 30°C. Avec un seuil à 28°C, le résultat serait moins avantageux.
- Avec un logement intermédiaire peu performant la baisse de l'inconfort est plus faible (61%).

→ La présence du plancher intermédiaire en béton apporte une inertie supplémentaire qui est également bénéfique pour limiter les apports en journée. L'impact serait moins important avec un plancher plus léger (en bois par exemple) mais cela reste très bénéfique.

G. Liaison avec le sol

Nous avons analysé l'impact de la présence d'un vide sanitaire ou d'un garage ouvert (maison sur pilotis comme on peut en observer régulièrement aux Antilles, bien que très défavorable aux séismes) entre le plancher bas et le sol. Le plancher bas est considéré comme non isolé car cette pratique n'est pas du tout répandue aux Antilles et n'a pas d'intérêt thermique.



	Liaison avec le sol	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T ^{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Plancher bas sur terrain	307	0%	38,1%	0%
	Avec vide sanitaire peu ventilé (1 vol/h)	298	-2,8%	37,6%	-1,4%
	Avec garage ouvert	290	-5,3%	34,9%	-8,4%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé			X	
En mode non-climatisé			X	

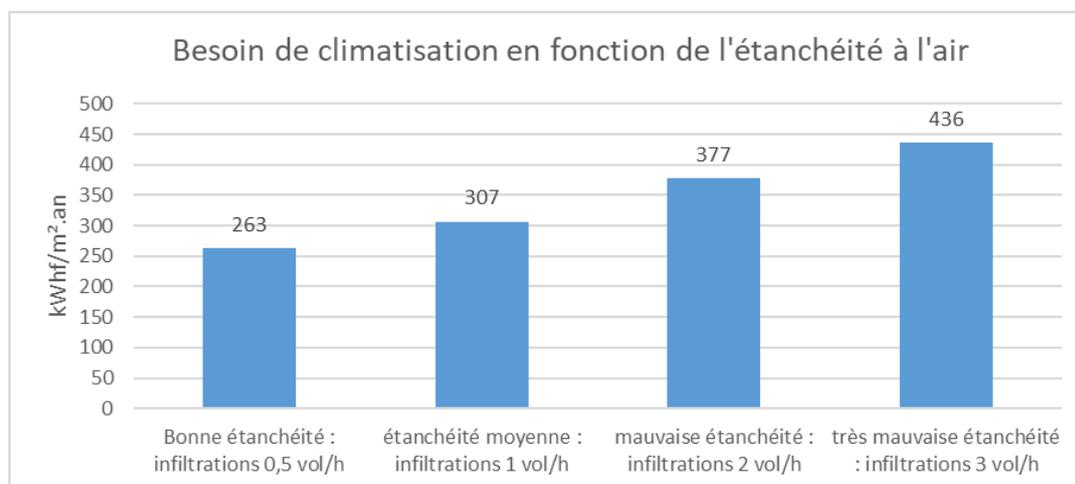
En mode climatisé et non-climatisé

- La présence d'un vide sanitaire a une influence faible avec une réduction du besoin de climatisation de 3% et de l'inconfort de 1%.
- La présence d'un garage ouvert a une influence plus importante avec une réduction du besoin de climatisation de 5% et de l'inconfort de 8%.
- En l'absence d'un vide sanitaire ou d'un garage ouvert, le plancher bas en béton se décharge plus difficilement de la chaleur accumulée la journée malgré son contact avec le sol car le sol garde une partie de la chaleur accumulée les jours précédents selon les conditions climatiques. Avec un garage ouvert, le plancher bas est en contact avec l'air extérieur et se décharge plus facilement.

H. Étanchéité à l'air (mode climatisé)

Dans le cas d'un logement climatisé, nous avons analysé l'impact du niveau d'étanchéité à l'air du logement. La valeur de 1 vol/h correspond à la valeur utilisée en métropole pour la perméabilité à l'air des bâtiments résidentiels existants avec des fenêtres à vitrage plein sans joints (Méthode ThCex 2008 : 2,5 m³/h.m² sous 4 Pa qui équivaut à 1 vol/h pour une zone de 100m² avec une hauteur sous plafond de 2,5m).

Etanchéité à l'air		Mode climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Bonne étanchéité : infiltrations 0,5 vol/h	263	-14,1%
	étanchéité moyenne : infiltrations 1 vol/h	307	0%
	mauvaise étanchéité : infiltrations 2 vol/h	377	23,1%
	très mauvaise étanchéité : infiltrations 3 vol/h	436	42,1%



Etanchéité à l'air		Mode climatisé (nuit uniquement : 20h-6h)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Bonne étanchéité : infiltrations 0,5 vol/h	109	-10,3%
	étanchéité moyenne : infiltrations 1 vol/h	121	0%
	mauvaise étanchéité : infiltrations 2 vol/h	139	14,4%
	très mauvaise étanchéité : infiltrations 3 vol/h	151	24,9%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé				X
En mode climatisé uniquement la nuit				X

- L'étanchéité à l'air a une influence très importante dans un logement climatisé.
- En effet, plus il y a d'air chaud et humide qui pénètre à l'intérieur du logement, plus le besoin de climatisation augmente. Avec une très mauvaise étanchéité à l'air (infiltrations 3 vol/h) on augmente le besoin de climatisation de 42% par rapport à un cas moyen avec des infiltrations à 1 vol/h. En

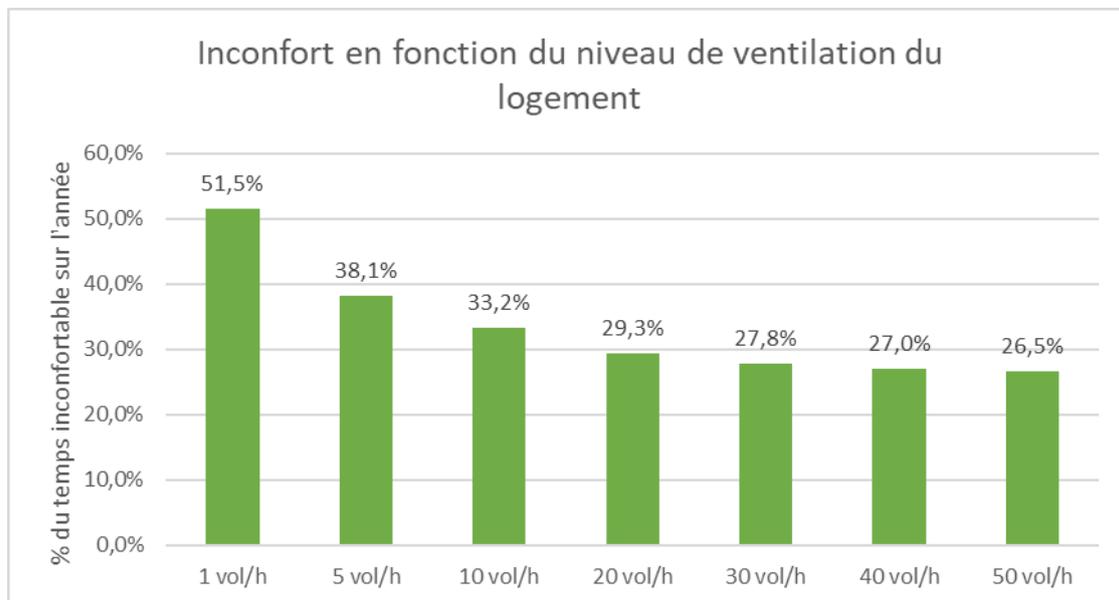
situation réelle, l'écart est généralement moins marqué car souvent la puissance du climatiseur est insuffisante pour atteindre la température de consigne lorsque l'étanchéité de la pièce est très mauvaise.

- Inversement, une bonne étanchéité à l'air du logement permet de réduire les besoins de climatisation de 14%.
- En mode climatisé uniquement la nuit, les résultats sont similaires bien que la réduction du besoin de climatisation soit plus faible du fait du gradient de température qui est plus faible.

I. Niveau de ventilation (mode non-climatisé)

Dans le cas d'un logement non-climatisé, nous avons analysé l'impact du niveau de ventilation du logement. Il correspond à la ventilation naturelle effectuée par l'intermédiaire des fenêtres. Certains logements sont plus ou moins bien ventilés en fonction de leur caractéristiques (porosité, orientation, ...) ou de l'utilisation des ouvertures par l'occupant. Pour simplifier l'analyse, on considère le niveau de ventilation identique 24h/24 sans variations au cours de la journée.

		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		% du temps inconfortable sur l'année ($T^{op} \geq 30^{\circ}C$)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	1 vol/h	51,5%	35,2%
	5 vol/h	38,1%	0%
	10 vol/h	33,2%	-13,0%
	20 vol/h	29,3%	-23,0%
	30 vol/h	27,8%	-27,0%
	40 vol/h	27,0%	-29,1%
	50 vol/h	26,5%	-30,5%



	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode non-climatisé				X

- Le niveau de ventilation du logement a une influence très importante dans un logement non-climatisé.

- Par rapport à notre cas de base qu'on estime moyennement ventilé avec 5 vol/h, une très faible ventilation du logement (1 vol/h) entraîne une augmentation de l'inconfort de 35%. Par ailleurs, un bon niveau de ventilation à 20 vol/h permet de réduire l'inconfort de 23%. Cette ventilation permet d'évacuer les surchauffes liées aux apports de chaleur.
- Au-delà d'un certain niveau de ventilation (ici 20 vol/h), la réduction de l'inconfort devient de moins en moins significative. Les débits importants permettent en revanche d'avoir une vitesse d'air satisfaisante (1 m/s) à l'intérieur du logement afin d'améliorer le confort sans avoir besoin d'un ventilateur ou d'un brasseur d'air.

J. Conditions climatiques (fichiers météorologiques)

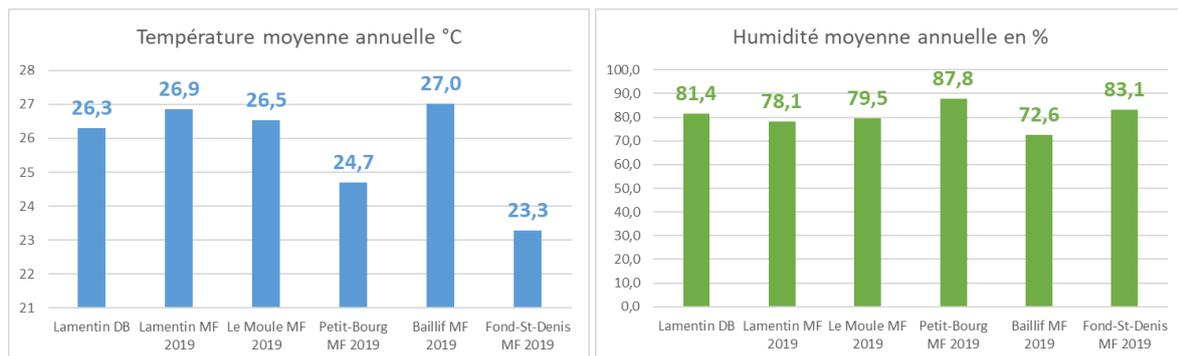
Nous avons analysé l'impact des conditions climatiques liées à la localisation du logement aux Antilles. Pour cela nous avons récupéré auprès de Météo France 5 fichiers météorologiques de l'année 2019 représentatifs des différents climats observés en Martinique et en Guadeloupe :

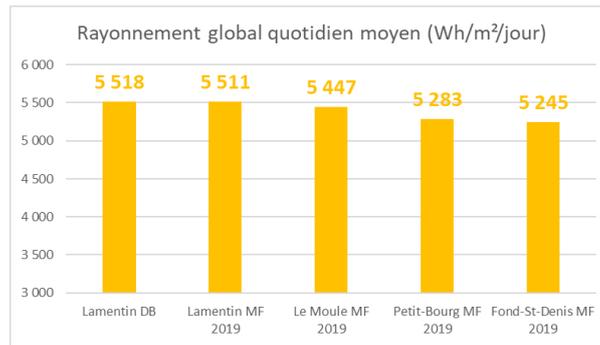
- Zone centre : Station du Lamentin / Martinique
- Zone montagne : Station de Fonds St Denis (493 m d'alt)/ Martinique
- Zone sèche : Station du Moule / Guadeloupe
- Zone mi-altitude : Station de Petit Bourg (110 m d'alt) / Guadeloupe
- Zone sous le vent : Station de Baillif / Guadeloupe

Pour le cas de base, la simulation était réalisée avec le fichier météo de référence utilisé par le logiciel DesignBuilder. Il s'agit du fichier météo de l'aéroport du Lamentin (ASHRAE IWEC) dont les données proviennent de 18 années de données météorologiques archivées à l'origine au National Climatic Data Center. Par la suite, la référence à ce fichier se fera par l'abréviation « Lamentin DB ».

a) Données Météo France 2019 :

Les moyennes annuelles de température, humidité et rayonnement global de l'ensemble des fichiers météorologiques sont présentés ci-dessous :





b) Analyse de l'influence des conditions climatiques

Température et humidité :

Fichier météo	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
	Besoin de froid (kWhf/m².an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T°op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base				
Lamentin fichier DB	307	0%	38,1%	0%
Lamentin Météo France 2019	320	4,4%	42,4%	11,2%
Petit Bourg Météo France 2019	255	-16,8%	28,9%	-24,0%
Le Moule Météo France 2019	309	0,8%	39,7%	4,2%
Baillif Météo France 2019	309	0,8%	44,0%	15,5%
Fond St Denis Météo France 2019	186	-39,3%	16,5%	-56,8%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé				X
En mode non-climatisé				X

En mode climatisé et non-climatisé

- Les conditions de température et d'humidité sur une année complète ont une influence importante.
- Entre les stations du Lamentin et du Moule les écarts sont faibles.
- A Baillif, l'inconfort est supérieur de 15% par rapport au Lamentin notamment du fait de la température moyenne plus élevée (27°C contre 26,3°C). En revanche, le besoin de climatisation supplémentaire est limité à 0,8% du fait d'une plus faible humidité relative (73% contre 81%) qui limite les apports latents.
- L'impact est très significatif pour les stations de Petit Bourg et Fond St Denis qui sont situées en altitude (respectivement 110m et 493m). La diminution du besoin de climatisation est de 39% et la diminution de l'inconfort de 57% pour Fond St Denis même si cette station est représentative d'un faible nombre d'habitations aux Antilles. Avec les conditions de Petit Bourg, la diminution du besoin de climatisation est de 17% et la diminution de l'inconfort de 24%.

Vent :

Pour un même site, nous avons testé l'influence du niveau de vent. Il est important de noter que pour ces simulations, la modification de la vitesse du vent n'affecte pas le débit ventilation du logement qui est fixé à 5

vol/h pour le logement de base. En effet, il s'agit d'évaluer ici uniquement l'impact lié à l'augmentation du phénomène de convection sur l'enveloppe (rafraîchissement de la toiture, des murs,) et non de celui de l'évacuation de la chaleur à l'intérieur du logement, déjà évalué précédemment.

Nous avons défini différents niveaux de vent moyen en se basant sur les données Météo France. Par exemple, la vitesse moyenne annuelle sur une zone très exposée au vent (Vauclin en Martinique) est de 25 km/h soit environ 7 m/s sur les 3 dernières années. Elle est environ 2 fois plus faible dans une zone moyennement exposée comme l'aéroport du Lamentin par exemple, avec environ 3,5 m/s selon les données du fichier de référence DesignBuilder. Pour prendre en compte un niveau de vent sur un site très exposé (7 m/s), nous avons simplement multiplier par 2 la vitesse du vent du fichier météo de base de Lamentin (3,5 m/s) à chaque pas de temps. La variation au cours de la journée et de l'année est la même mais l'intensité est 2 fois plus forte. La même chose a été faite pour tester une zone bien exposée (5 m/s) et peu exposée (2 m/s).

Vitesse de vent moyenne annuelle		Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T ^{op} ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	2 m/s : peu exposé	347	13,2%	45,1%	18,4%
	3,5 m/s : moyennement exposé (fichier Lamentin DB)	307	0%	38,1%	0%
	5 m/s : bien exposé	284	-7,5%	33,8%	-11,2%
	7 m/s : très exposé	267	-12,8%	30,4%	-20,3%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé				X
En mode non-climatisé				X

En mode climatisé et non-climatisé

- Le niveau de vent a une influence importante du fait de l'amélioration des échanges convectifs avec l'air extérieur au niveau des parois de l'enveloppe.
- Dans une zone très exposée, en mode climatisé, la réduction du besoin de climatisation atteint 13% par rapport à une zone moyennement exposée. En mode non climatisé, la réduction de l'inconfort est de 20%.
- Inversement, dans une zone peu exposée, le besoin de climatisation augmente de 13% et l'inconfort également de 18%.

Rayonnement :

Le rayonnement est un sujet complexe car pour pouvoir effectuer les simulations il faut comme paramètres d'entrée la puissance à chaque pas de temps du rayonnement global, direct et diffus. Or les stations météorologiques de Météo France permettent uniquement d'avoir le rayonnement global. Il n'y a donc que dans le fichier météo de référence de Designbuilder du Lamentin que les trois composantes du rayonnement sont disponibles. Pour réaliser les simulations à partir du rayonnement global issu des stations Météo France, la méthode utilisée consiste à estimer que la part de diffus/direct à chaque instant est la même que pour le fichier météo de référence, cela implique une marge d'erreur importante car la couverture nuageuse n'est pas la même à chaque instant en tout point du territoire (Martinique ou Guadeloupe).

Pour quatre stations (car la donnée n'était pas disponible pour Baillif), en utilisant les conditions de températures et d'humidité issues des stations Météo France, nous avons simulé en gardant le rayonnement

issu du fichier de référence du Lamentin et en utilisant le rayonnement des stations Météo France (dont la fiabilité de la part direct/diffus est perfectible).

	Fichier météo	Mode climatisé (jour + nuit)		Mode non climatisé (jour + nuit)	
		Besoin de froid (kWhf/m ² .an)	Ecart par rapport au cas de base (%)	% du temps inconfortable sur l'année (T [°] op ≥ 30°C)	Ecart par rapport au cas de base (%)
Cas de base	Lamentin MF 2019 (avec Rayonnement fichier référence DB)	320	0%	42,4%	0%
	Lamentin MF 2019 (avec Rayonnement Lamentin MF 2019)	322	0,8%	42,3%	-0,2%
Cas de base	Petit Bourg MF 2019 (avec Rayonnement fichier référence DB)	255	0%	28,9%	0%
	Petit Bourg MF 2019 (avec Rayonnement Petit Bourg MF 2019)	248	-2,7%	27,1%	-6,5%
Cas de base	Le Moule MF 2019 (avec Rayonnement fichier référence DB)	309	0%	39,7%	0%
	Le Moule MF 2019 (avec Rayonnement Le Moule MF 2019)	309	-0,1%	39,3%	-1,0%
Cas de base	Fond St Denis MF 2019 (avec Rayonnement fichier référence DB)	186	0%	16,5%	0%
	Fond St Denis MF 2019 (avec Rayonnement Fond St Denis MF 2019)	178	-4,5%	15,5%	-5,8%

	Niveau d'influence			
	Aucune	Faible	Importante	Très importante
En mode climatisé		X		
En mode non-climatisé		X		

→ L'impact est beaucoup moins important que pour la température et l'humidité avec au maximum 6,5% de réduction de l'inconfort en mode non-climatisé sur la station de Petit Bourg. En effet, comme on peut le voir dans le traitement des données Météo France, les variations de rayonnement solaire global sont assez faibles selon les localisations (<5%).