Région Guadeloupe

Elaboration d'une réglementation thermique des bâtiments

Etat des lieux technique

DÉPARTEMENT ÉNERGIE SANTÉ ENVIRONNEMENT

Région Guadeloupe

Elaboration d'une réglementation thermique des bâtiments

Etat des lieux technique

Lionel BERTRAND

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale, sauf clauses spécifiques explicitées dans la convention liant le CSTB et le donneur d'ordre.

Toute reproduction, même partielle, devra mentionner le CSTB et le ou les auteurs.

Il comporte 43 pages

JUILLET 2011

REVISION C

ESE/DIR2-10.002R

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

SIÈGE SOCIAL > 84 AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2

TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX. (33) 01 60 05 70 37 | SIRET 775 688 229 000 27 | www.cstb.fr

ÉTABLISSEMENT PUBLIC À CARACTÈRE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL | RCS MEAUX 775 688 229 | TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA-ANTIPOLIS

SOMMAIRE

1. PRESENTATION 4

2. CONSTITUTION DU PARC DE BATIMENTS EXISTANTS 4

2.1 LE PARC DE BATIMENTS EXISTANT 4
2.2 LES EQUIPEMENTS DES BATIMENTS 9
2.3 LE MODE D'OCCUPATION DES BATIMENTS 12
2.4 APPROCHE DES NIVEAUX DE CONSOMMATION 13

3. CONSISTANCE DU FLUX DE CONSTRUCTION NEUVE 17

3.1 DONNEES D'ETUDE 17
3.2 FLUX GLOBAL DE CONSTRUCTION 18
3.3 DECOMPOSITION DU FLUX PAR TYPE DE BATIMENT 18
3.4 DECOMPOSITION CORRIGEE PRENANT EN COMPTE LA CLIMATISATION 19
3.5 COMMENTAIRES COMPLEMENTAIRES 20

4. TYPOLOGIE DES COMPOSANTS D'ENVELOPPE DU BATIMENT 21

4.1 METHODOLOGIE ADOPTEE 21
4.2 OBSERVATIONS DIVERSES 21
4.3 LA TOITURE 21
4.4 LES FAÇADES (PARTIES PLEINES) 25
4.5 LE PLANCHER BAS 27
4.6 LES BAIES 27

5. TYPOLOGIE DES SYSTEMES ENERGETIQUES UTILISES LOCALEMENT 28

6. CONVENTIONS D'USAGE DES BATIMENTS 30

6.1 SCENARIOS HORAIRES D'OCCUPATION 30
6.2 SCENARIOS HORAIRES D'ECLAIRAGE ARTIFICIEL 30
6.3 APPORTS INTERNES 30
6.4 COMPORTEMENT DE DECLENCHEMENT MANUEL DE LA CLIMATISATION : 30
6.5 TEMPERATURE DE CONSIGNE DE CLIMATISATION 31
6.6 COMPORTEMENT D'OUVERTURE DES FENETRES 31
6.7 TABLEAU DE SYNTHESE 33

7. ANALYSE DES MOTIVATIONS DU RECOURS A LA CLIMATISATION 34

8. PRATIQUES DE MAINTENANCE 35

8.1 CLIMATISATION 35
8.2 AUTRES EQUIPEMENTS 35

9. CLIMAT 36

9.1 ENSOLEILLEMENT 36
9.2 HUMIDITE 36
9.3 TEMPERATURE 37
9.4 VENT 38
9.5 TEMPERATURE DE L'EAU FROIDE 41
9.6 CONCLUSIONS 41

10. DONNEES ECONOMIQUES 42

11. ANNEXE 1 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 43

12. ANNEXE 2 : LISTE DES ACTEURS LOCAUX AYANT CONTRIBUE A L'ENQUETE 43

1. PRESENTATION

Le présent document synthétise de manière thématique les éléments techniques recueillis lors de l'enquête technique préalable menée de janvier 2010 à avril 2010. Cette enquête vise à identifier et – autant que possible – quantifier les spécificités des bâtiments en Guadeloupe.

Les conclusions formulées dans ce rapport sont destinées à alimenter la construction du dispositif de règlementation thermique des bâtiments dans le cadre de l'habilitation règlementaire dont dispose la Région Guadeloupe. Elles répondent donc en priorité aux questions techniques posées par l'équipe d'AMO chargée de la construction de la RT, et apportent des éléments d'aide à la décision à la Région Guadeloupe.

Les éléments présentés ici ont été établis par synthèse des informations et avis collectés à l'occasion d'entretiens avec des acteurs locaux, d'analyse bibliographique, d'études complémentaires ou de constats effectués par le CSTB. Sur certains points, les avis recueillis ne convergent pas, c'est pourquoi la synthèse présentée ici ne prétend pas restituer un avis partagé par tous les acteurs rencontrés.

2. CONSTITUTION DU PARC DE BATIMENTS EXISTANTS

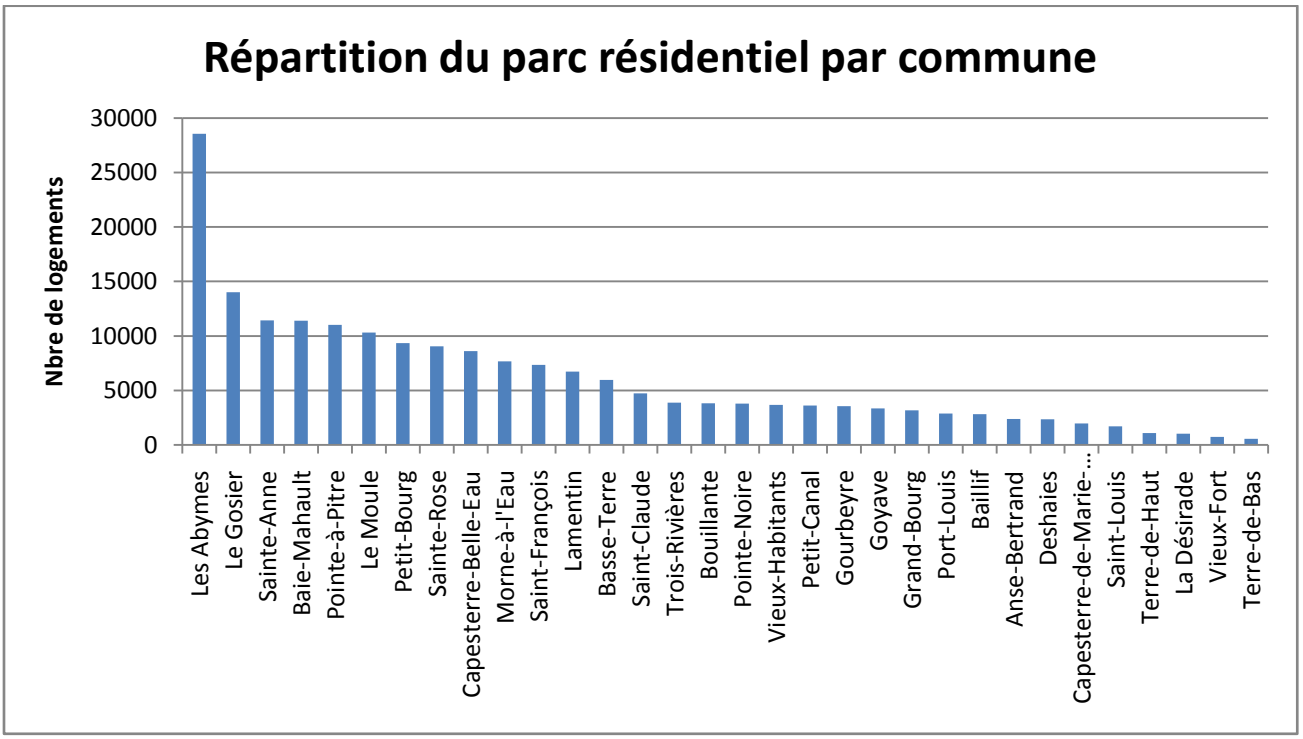
2.1 LE PARC DE BÂTIMENTS EXISTANT

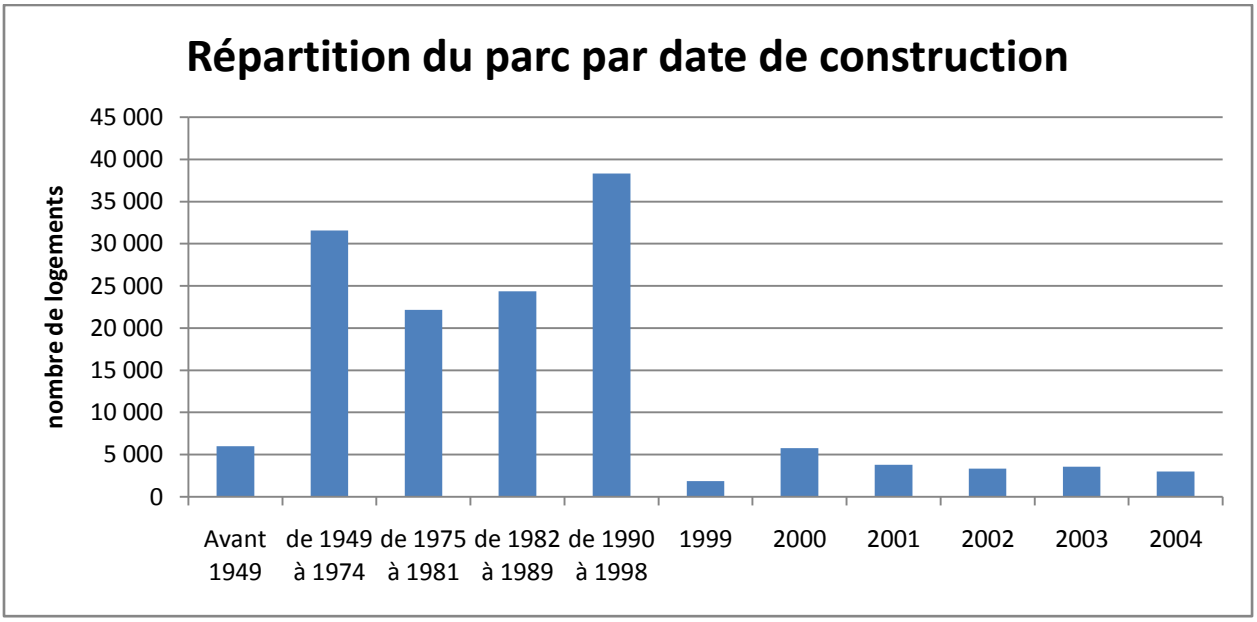
2.1.1 SECTEUR RÉSIDENTIEL

Selon les études de l'INSEE, le parc est de 192.500 logements en 2006, contre 164.300 logements en 1999, soit une croissance d'environ 2% par an.

On peut ainsi estimer le parc 2010 à **210.000 logements** environ.

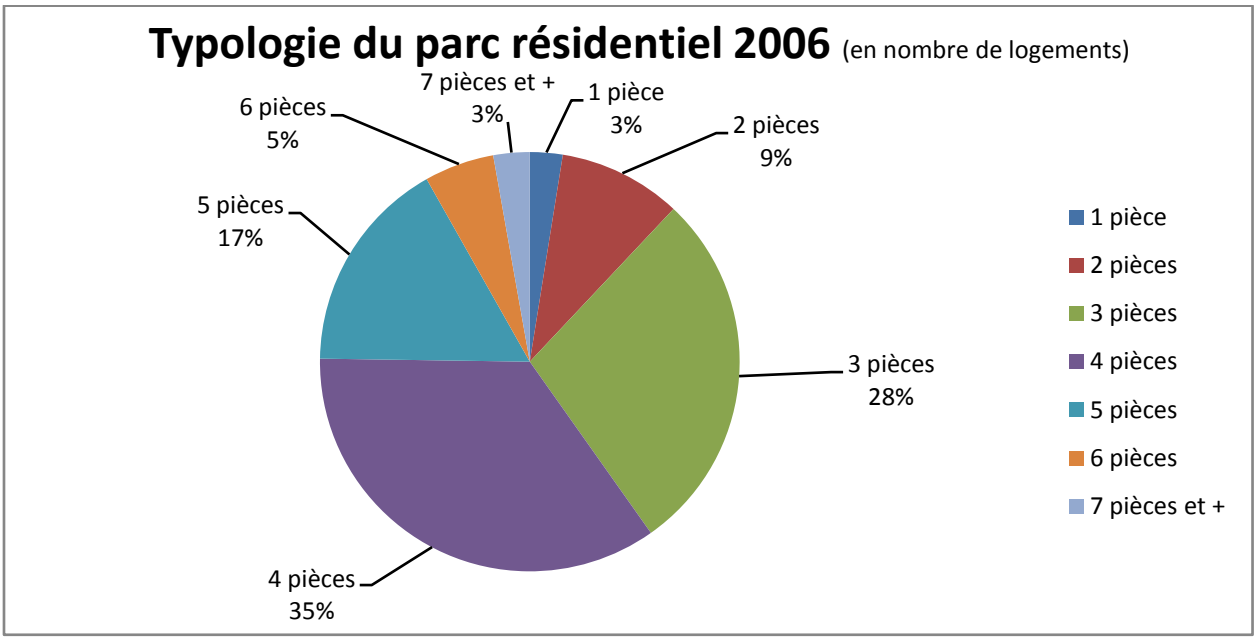
Le parc est réparti de la manière suivante :

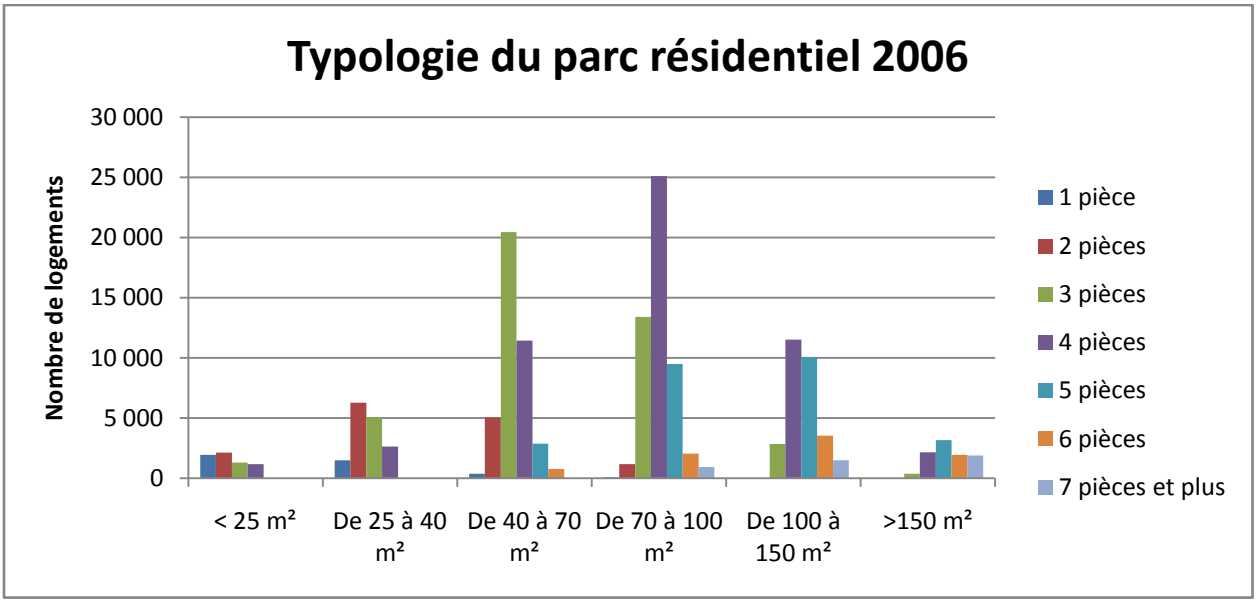




La proportion individuel / collectif est évaluée en 2006 à 77%/23% selon l'INSEE (proportion calculée en nombre de logements). Les immeubles collectifs sont essentiellement concentrés dans les zones urbaines Abymes et Pointe à Pitre, et dans une moindre mesure Gosier, Basse-Terre et Baie-Mahault.

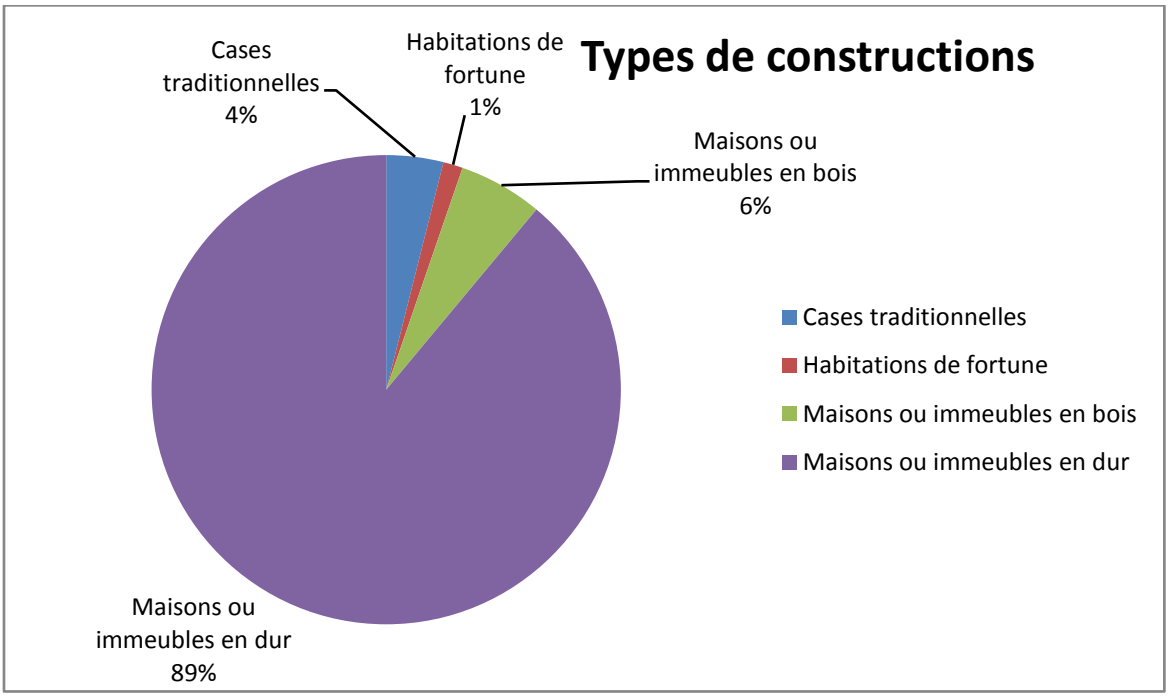
En 2006, la décomposition typologique du parc résidentiel est la suivante :





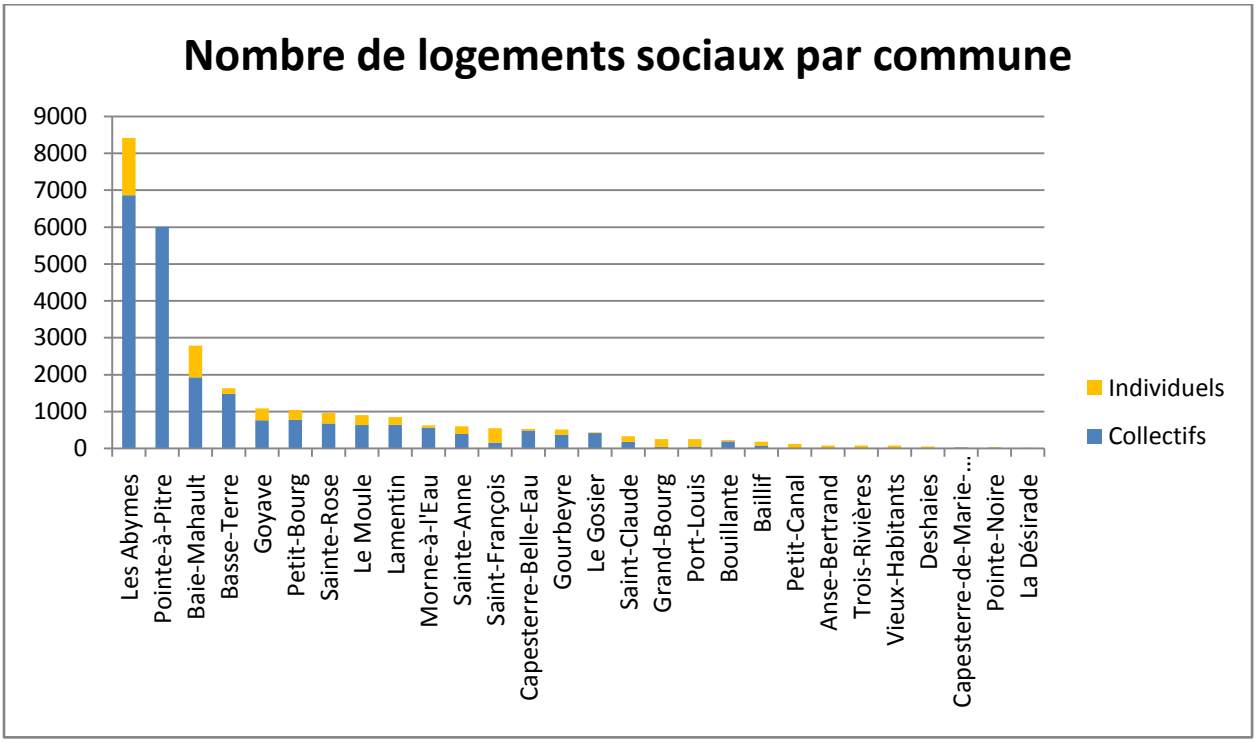
A partir de cette typologie, on estime :

- La taille moyenne du logement à 82,5 m² de surface habitable,
- La taille du parc résidentiel 2010 à 17 millions de m² de surface habitable.



Les habitations traditionnelles (cases, maisons en bois) sont devenues de plus en plus marginales : 31 % en 1990 contre 10 % en 2006. Le nombre d'habitations de fortune a fortement baissé et passe de 5 % en 1990 à 1,4 % seize ans plus tard. Mais 2 400 logements de ce type ont encore été recensés en 2006.

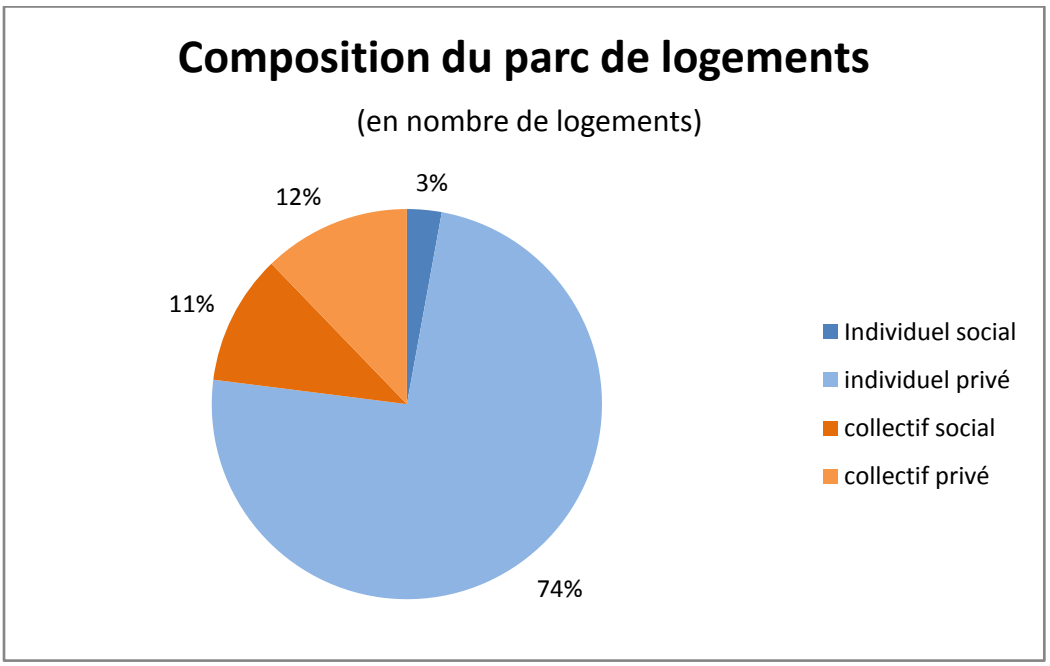
Selon l'enquête EPLS 2009, le parc de logements sociaux est constitué de 28.677 logements (soit environ 14% du parc résidentiel existant) répartis de la manière suivante :



La part de maisons individuelles ne représente que 21% du parc de logement social.

Les communes des Abymes et de Pointe à Pitre totalisent la moitié du parc de logements sociaux.

A partir de ces données, nous pouvons reconstituer la composition du parc de logements existants :



2.1.2 SECTEUR NON RÉSIDENTIEL

Aucune base de données sur le parc non résidentiel n'a été trouvée lors de l'enquête.

A partir d'études pré-existantes, nous avons cherché à estimer ces chiffres.

L'étude EDF-Tecsol-LH2 présente une estimation partielle des surfaces existantes. A partir de ces données (excluant les autres îles de l'archipel Guadeloupe) et des hypothèses de ratio 13m²/élève en enseignement et de 100m²/lit en hospitalier, on obtient les chiffres suivants :

type de bâtiment	**surface m²**
enseignement	1 627 847
bureaux	1 025 725
industrie	845 030
commerce	623 170
hotel et résidence	317 930
santé	288 700
stockage	66 500
transport	28 000
loisir	21 000
	4 843 902

Les travaux d'inventaire réalisés par le BRGM lors de l'étude d'évaluation des risques sismiques apportent des éléments chiffrés complémentaires. Ces éléments chiffrés sont cependant limités au dénombrement de bâtiments, et ne recensent que les établissements scolaires et les zones d'activité sans distinction entre les usages tertiaires, industriels et commerciaux.

Ces données sont synthétisées dans le tableau de synthèse suivant :

		Nbre d'établissements	Nbre de bâtiments
Etablissements scolaires			
	Ecoles	307	1510
	Collèges	41	416
	Lycées	30	630
	Universités	3	NC
Bureaux + industriel + Commerces			
	zone de Jarry	NC	3557
	autres ZA	NC	370
	hypermarchés	4	NC

Notons que, excepté les bâtiments d'enseignement, cet inventaire exclut les bâtiments non résidentiels situés hors zone d'activité, notamment :

- Les immeubles tertiaires publics (mairies, administrations,…)
- Les bâtiments de santé,
- Les bâtiments à usage de culture et de loisir,

- Les complexes hôteliers…

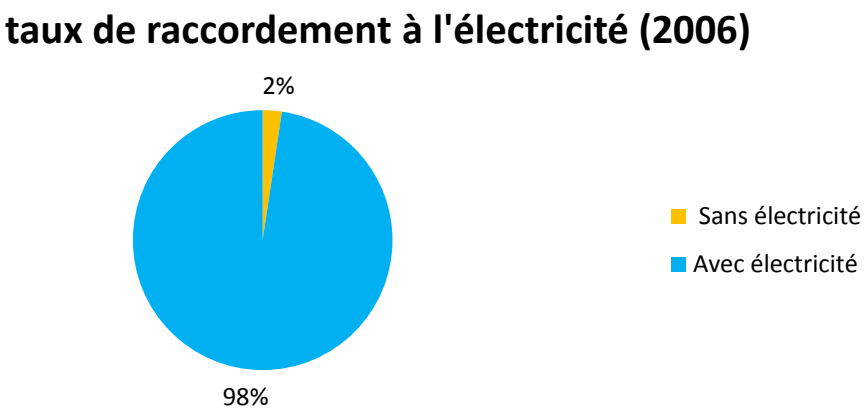
L'étude typologique menée par le BRGM sur les 3557 bâtiments de Jarry fait apparaitre la tendance suivante :

- Bâtiments à façade maçonnée : 60%
- Bâtiments à façade en bardage : 40%

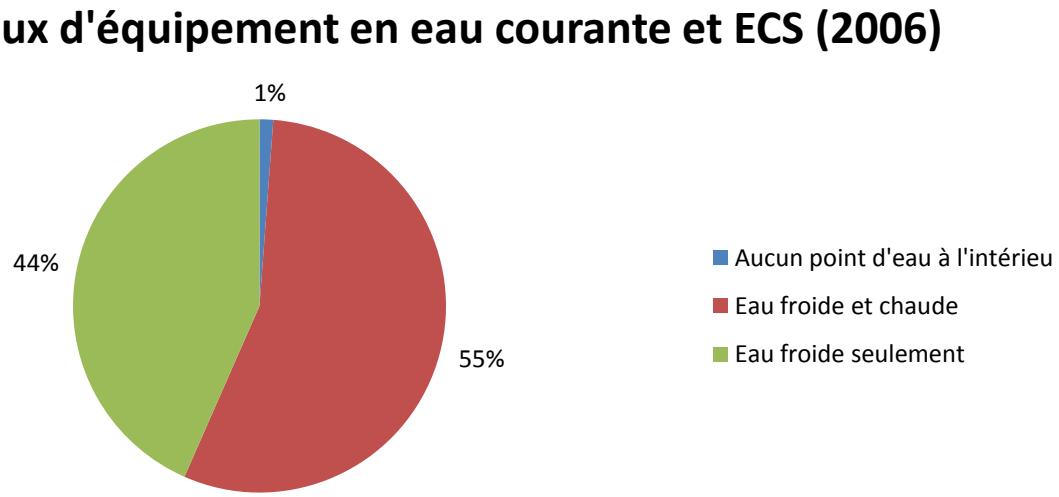
2.2 LES ÉQUIPEMENTS DES BÂTIMENTS

2.2.1 SECTEUR RÉSIDENTIEL

L'enquête logements INSEE 2006 apporte des éléments chiffrés précis sur les principaux équipements :



La quasi-totalité des foyers sont alimentés en électricité.



L'eau courante est présente pratiquement dans tous les logements. Depuis 1990, de plus en plus de logements sont alimentés en eau chaude (55% en 2006). Moins de 5 % des logements ne sont pas pourvus des équipements sanitaires élémentaires : des W-C et

une douche. Il en va de même pour la présence d'une cuisine avec évier, alors qu'un quart des logements n'en disposaient pas en 1990.

Selon l'ARMOS, moins de 10% des logements sont équipés de baignoires. La consommation d'ECS est essentiellement liée aux douches, puis à la vaisselle.

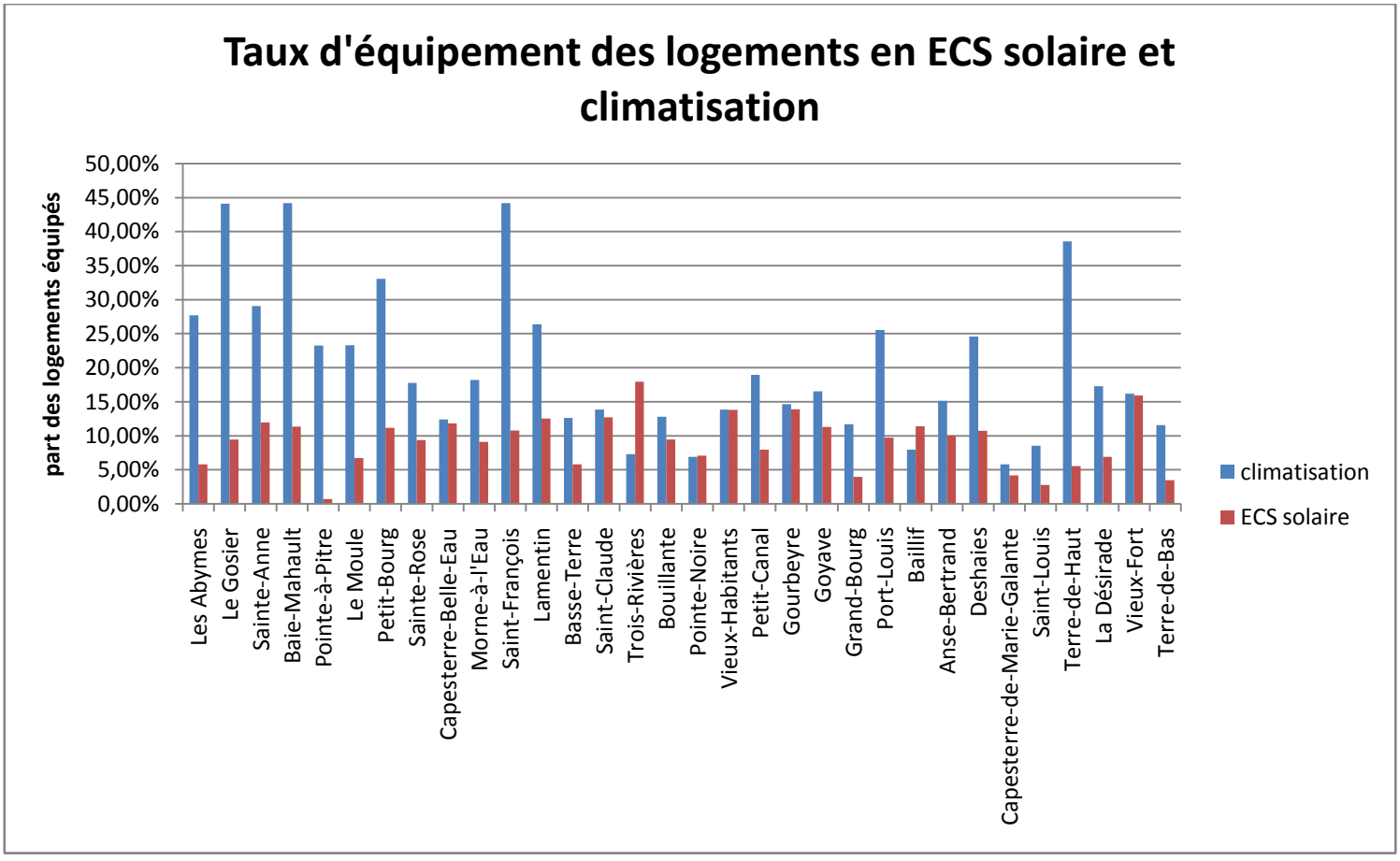
En termes d'équipement ménager, l'enquête INSEE 1999 permet d'approcher les chiffres suivants :

- 93 % des ménages possèdent un réfrigérateur en 1999 contre 70 % en 1982.
- 60% des ménages possèdent un congélateur en 1999
- 75% des ménages sont équipés d'un lave-linge en 1999

Nous complétons ces éléments avec les conclusions suivantes, tirées des entretiens :

- Très peu de ménages possèdent un sèche-linge
- Le taux d'équipement en TV et ordinateur est très élevé

« De nouveaux équipements comme la climatisation et le chauffe-eau solaire se popularisent. La climatisation est présente dans près d'un tiers des logements contre 7 % en 1982. Un logement sur dix est équipé d'un chauffe-eau solaire » (INSEE, enquête logements 2006).



Dans le graphe ci-dessus, le taux d'équipement 2006 est représenté par commune, les communes étant classées par ordre décroissant de nombre de logements.

Le taux d'équipement en ECS solaire varie de 0,7% (Pointe à Pitre) à 18% (Trois Rivières) avec une moyenne de 10% sur la Guadeloupe (rappelons que le taux global d'équipement en ECS solaire ou électrique est de 55%).

Le taux d'équipement en climatisation (au moins 1 pièce climatisée) varie de 7% (Trois Rivières) à 44% (Gosier, Baie-Mahault, Saint-François) avec une moyenne de 25% sur la Guadeloupe.

On note ici des profils très différents selon que l'on se situe ou non en zone urbaine dense (PAP, Abymes).

Ces chiffres issus de l'étude INSEE de 2006 doivent être actualisés en 2009, compte tenu de la forte croissance de ces équipements. Ainsi, selon une étude menée par EDF, **le taux moyen d'équipement de climatisation des logements en 2009 est estimé à 37%, avec un nombre moyen de climatiseurs par logement climatisé proche de 2**, soit 150.000 climatiseurs environ (l'étude EDF-TECSOL-LH2 présente le chiffre de 90.000 appareils hors autres îles de l'archipel).

Selon l'ARMOS, le taux d'équipement en climatisation est nettement inférieur en logement social que la moyenne de Guadeloupe.

Seuls 1,8% des logements sont desservis par un ascenseur.

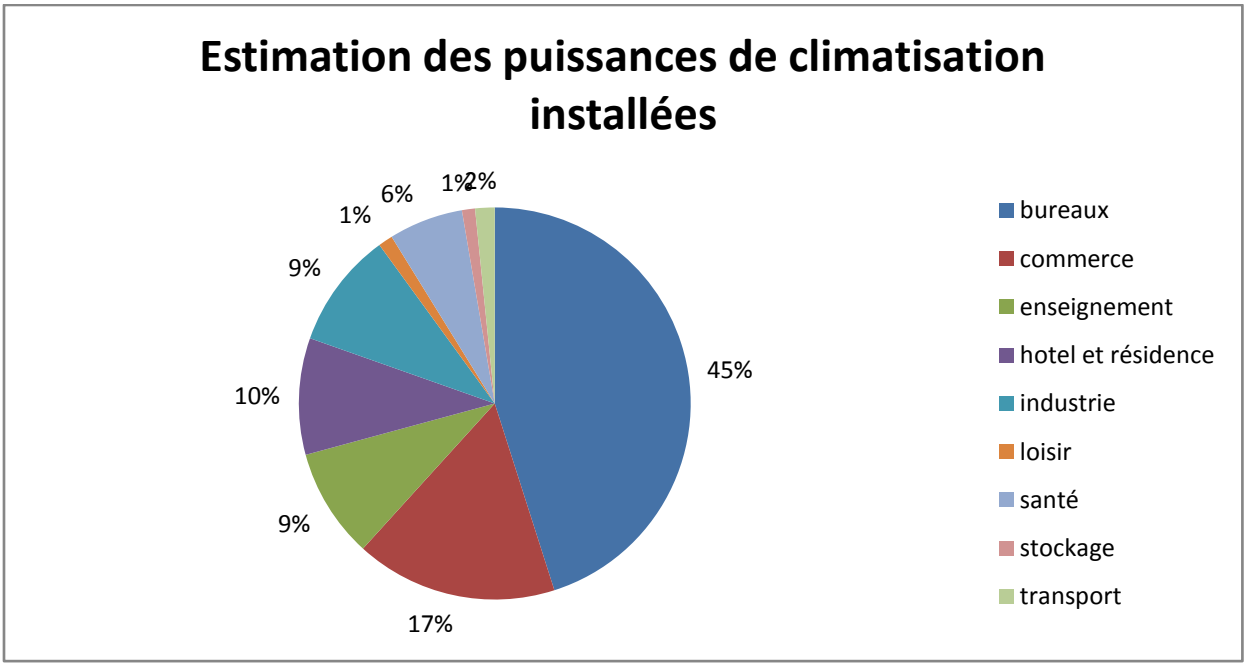
2.2.2 SECTEUR NON RÉSIDENTIEL

L'enquête logements de l'INSEE n'a pas d'équivalent dans le tertiaire.

D'une manière générale, les acteurs du bâtiment s'accordent sur le constat que les bâtiments de bureaux doivent être climatisés. Les expériences de ventilation naturelle ont échoué (notamment les bureaux d'EDF près de PAP) pour des raisons de confort thermique non atteint, mais aussi d'inconfort lié à la vitesse d'air, à l'acoustique et à l'étanchéité à l'eau. Il en est de même pour la plupart des bâtiments tertiaires. Les complexes hôteliers sont systématiquement climatisés, tout comme que les bâtiments de santé ou encore les commerces.

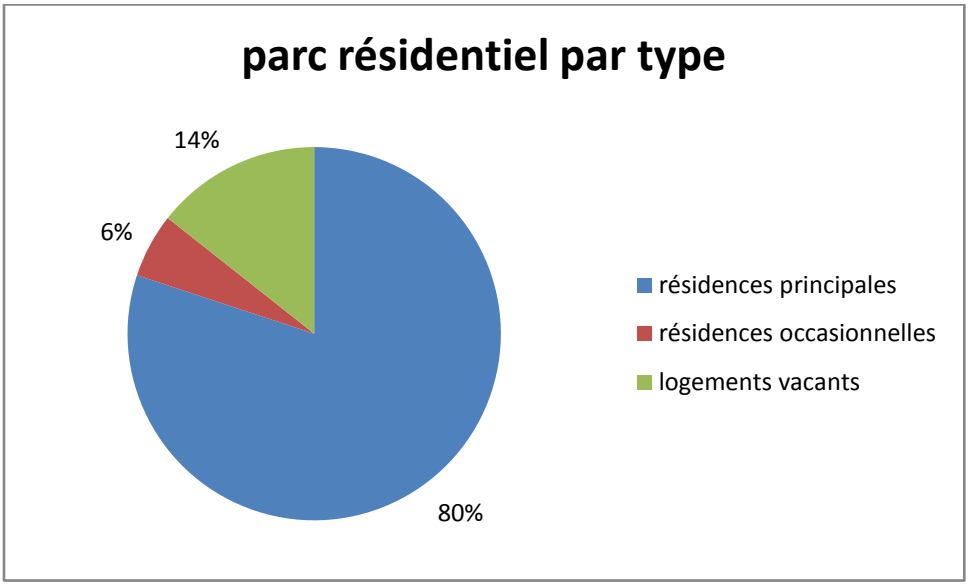
En revanche, les bâtiments d'enseignement sont climatisés uniquement dans les zones d'administration.

L'étude EDF-Tecsol-LH2 estime les puissances de climatisation installées. A partir de ces chiffres, on obtient un total de 237 MW froid se répartissant de la manière suivante :



2.3 LE MODE D'OCCUPATION DES BATIMENTS

2.3.1 SECTEUR RÉSIDENTIEL



L'enquête INSEE fait apparaître que les résidences principales ne représentent que 80% du parc résidentiel. Les logements vacants seraient en grande partie constitués d'habitations anciennes de type traditionnel.

La proportion de propriétaires est de 59% contre 56% pour la moyenne nationale.

Le nombre moyen de personnes par ménage est en forte diminution (2,7 en 2005 contre 2,9 en 1999 selon l'INSEE). Cette évolution est le principal facteur explicatif de la croissance des besoins en logement, car la croissance démographique est faible.

2.3.2 SECTEUR NON RÉSIDENTIEL

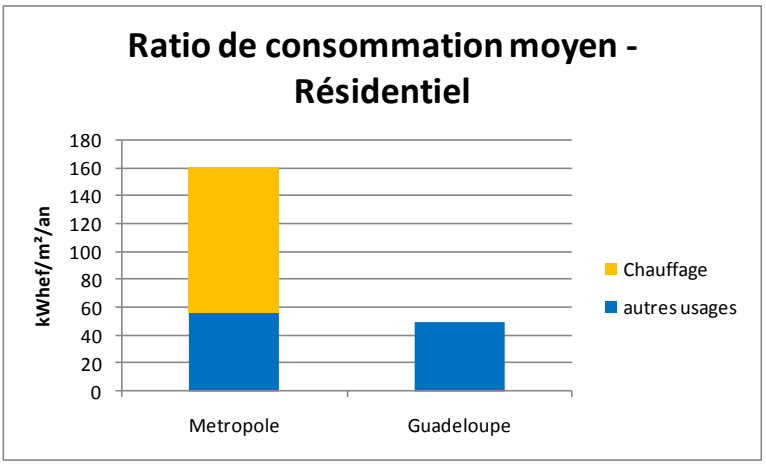
sans objet

2.4 APPROCHE DES NIVEAUX DE CONSOMMATION

2.4.1 SECTEUR RÉSIDENTIEL

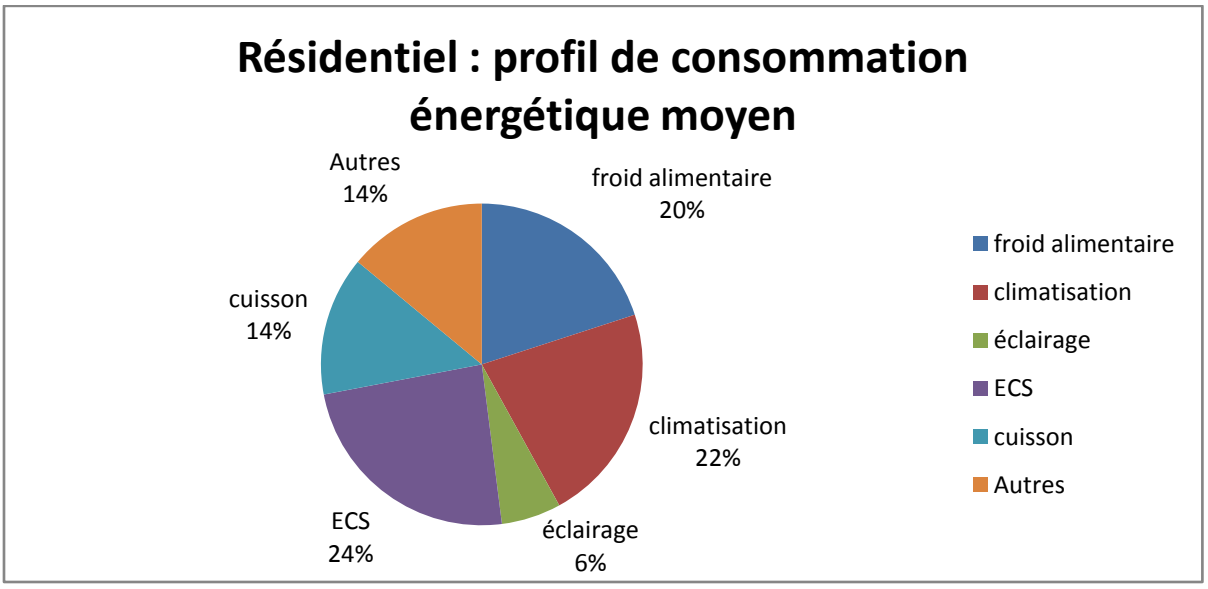
En 2007, la consommation électrique moyenne d'un foyer s'élève à 4.420 kWhef/an soit une consommation globale de 830 GWhef/an pour le secteur résidentiel de Guadeloupe (source : EDF).

Le ratio de consommation moyen en Guadeloupe est donc de l'ordre de **50 kWhef/m² habitable/an**. A titre de référence, la consommation moyenne en métropole est de 160 kWhef/m²/an dont 65% sont imputables au chauffage, soit un ratio de consommation moyen de 56 kWhef/m²/an hors chauffage (source : ADEME chiffres clés 2007).

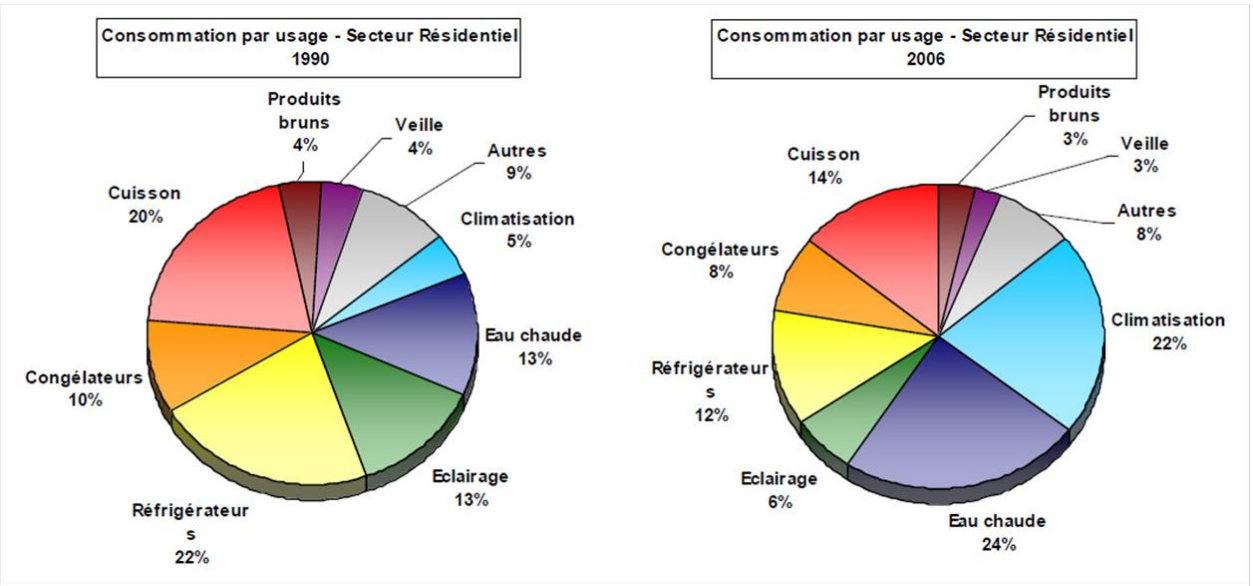


Depuis 2000, cette consommation affiche une croissance de l'ordre de 5% par an (source : PRERURE).

Selon les études menées par EDF, la consommation globale des ménages de Guadeloupe en 2007 se décompose de la manière suivante :



Les chiffres avancés dans le PRERURE affichent les mêmes proportions, et démontrent que la croissance de la consommation est essentiellement induite par le développement de l'ECS et de la climatisation :



A partir de ces clés de répartition, des volumes totaux de consommation électrique ainsi que des statistiques de surface et de taux d'équipement, nous déduisons les ratios de consommation moyens suivants :

Ratios de consommation élémentaires - par usage :					
ratio consommation moyen tous usages :	4421	kWhef/lgt/an	11 406	kWhep/lgt/an	
	54	kWhef/m²ha/an	**138**	**kWhep/m²ha/an**	
ratio moyen éclairage :	265	kWhef/lgt/an	684	kWhep/lgt/an	
	3	kWhef/m²ha/an	**8**	**kWhep/m²ha/an**	
ratio moyen climatisation :	2629	kWhef/lgt/an	6 782	kWhep/lgt/an	
	32	kWhef/m²ha/an	**82**	**kWhep/m²ha/an**	
ratio moyen ECS :	2122	kWhef/lgt/an	5 475	kWhep/lgt/an	
	26	kWhef/m²ha/an	**66**	**kWhep/m²ha/an**	
ratio moyen autres usages :	2122	kWhef/lgt/an	5 475	kWhep/lgt/an	
	26	kWhef/m²ha/an	**66**	**kWhep/m²ha/an**	
Ratios de consommation globaux - tous usages :					
ratio consommation moyen logt non équipé :	29	kWhef/m²ha/an	**75**	**kWhep/m²ha/an**	
ratio conso. Moyen logt équipé ECS :	55	kWhef/m²ha/an	**141**	**kWhep/m²ha/an**	
ratio conso. Moyen logt équipé CLIM :	61	kWhef/m²ha/an	**157**	**kWhep/m²ha/an**	
ratio conso. Moyen logt équipé CLIM+ECS :	87	kWhef/m²ha/an	**223**	**kWhep/m²ha/an**	

Nota important : cette approche quantifiée repose sur les clés de répartition des consommations que nous avons obtenues lors de l'enquête, mais que nous n'avons pas vérifiées. Il subsiste donc une forte incertitude sur la validité de ces ratios. Le ratio de consommation ECS parait élevé. Il correspond à :

- 100 litres à 40° par personne et par jour avec un rendement ECS global de 70%
- 55 litres à 40° par personne et par jour avec un rendement ECS global de 40%

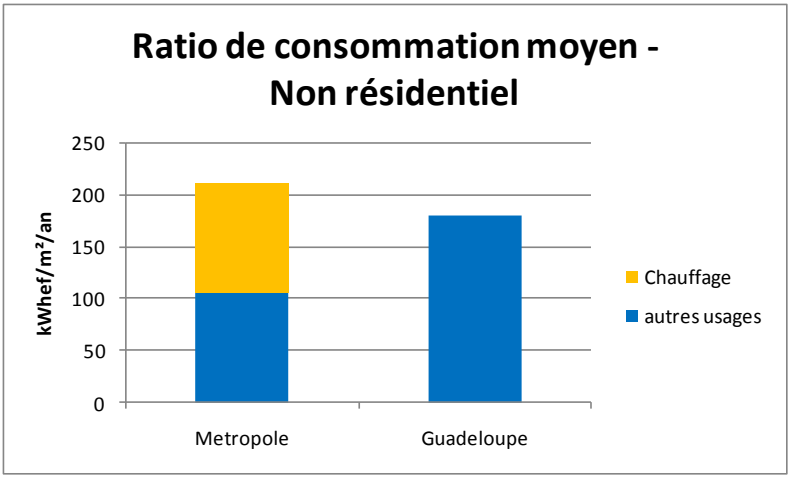
A titre de référence, la consommation d'eau chaude sanitaire par jour et par personne a été approchée par une étude CSTB basée sur le suivi instrumenté de 20 chauffe-eau solaires. Le résultat moyen obtenu est le suivant : 55 litres ECS à 40°C/jour/personne contre 48 litres ECS à 40°C/jour/personne en métropole.

Cette approche pourrait être complétée par une étude de consommation sur un panel de résidences (en collaboration avec EDF et ARMOS).

2.4.2 SECTEUR NON RÉSIDENTIEL

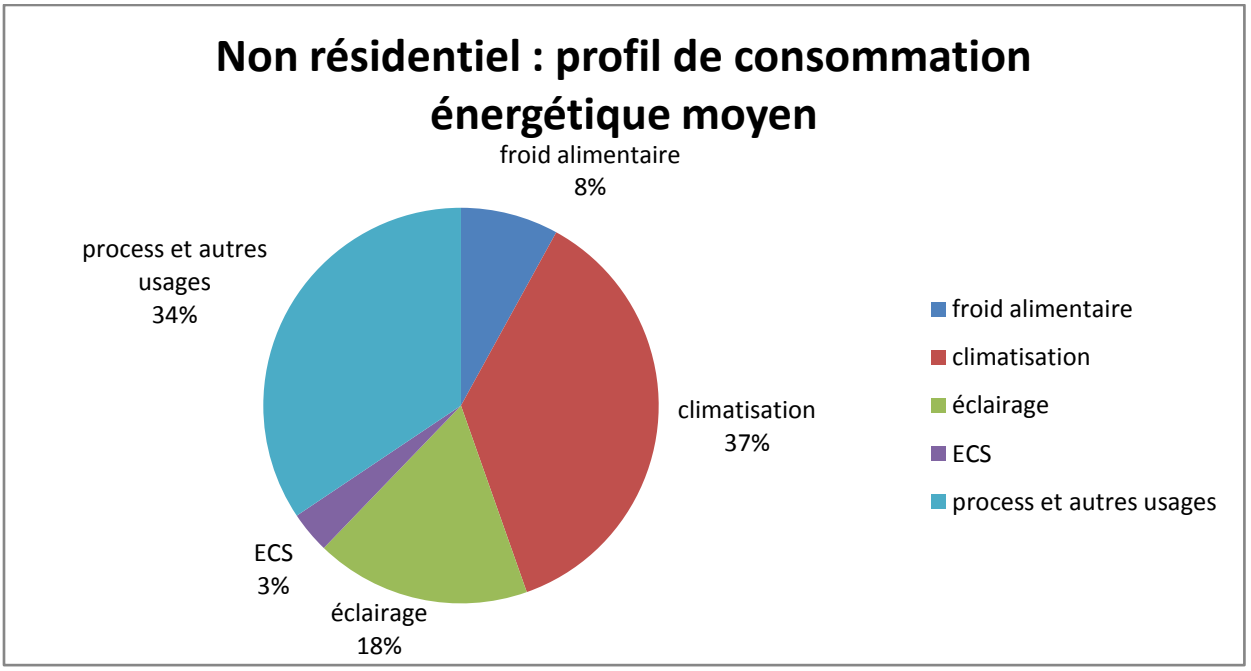
En 2007, la consommation électrique globale du secteur non-résidentiel de Guadeloupe s'élève à 870 Gwhef/an (source : EDF).

Le ratio de consommation moyen en Guadeloupe est donc de l'ordre de **180 kWhef/m² habitable/an**. A titre de référence, la consommation moyenne en métropole est de 212 kWhef/m²/an dont environ 50% sont imputables au chauffage, soit un ratio de consommation moyen de l'ordre de 110 kWhef/m²/an hors chauffage (source : ADEME chiffres clés 2007). Le secteur tertiaire en Guadeloupe affiche donc un niveau de consommation élevé.



L'analyse des rapports d'audit de 9 bâtiments tertiaires de la ZAC Dothemard confirme cette tendance avec une consommation moyenne de 208 kWhef/m²/an et une puissance appelée maximale moyenne de 55W/m².

A partir des données communiquées par EDF sur le tertiaire public, d'une part, et privé, d'autre part, nous avons effectué une décomposition schématique de la consommation globale du secteur non-résidentiel de Guadeloupe :



On note que l'éclairage et la climatisation représentent plus de 50% de la consommation électrique de ce secteur.

La climatisation comprend le rafraichissement mais aussi la déshumidification de l'air qui représente une fraction de consommation beaucoup plus importante qu'en métropole. Pour cette raison, l'étanchéité à l'air des locaux en inoccupation doit faire l'objet d'une attention particulière.

Les acteurs de la construction, interrogés sur la part de consommation imputable à la climatisation, l'estiment généralement au-dessus de celui du graphique ci-avant, qui peut donc être considéré comme une hypothèse basse.

La consommation énergétique du secteur hôtelier est très élevée, notamment à cause du comportement des occupants.

3. CONSISTANCE DU FLUX DE CONSTRUCTION NEUVE

L'objectif de cet élément d'étude est d'apprécier le poids relatifs des différents types de bâtiments dans le flux actuel de construction. Cette information est utile notamment pour définir le périmètre d'application de la RT.

3.1 DONNÉES D'ÉTUDE

L'étude est menée à partir des statistiques de permis de construire enregistrées sur 10 ans de 1999 à 2009. Les chiffres qui suivent, communiqués par la DDE de Guadeloupe, proviennent de la base de données SITADEL.

Les chiffres sont exprimés en m² SHON.

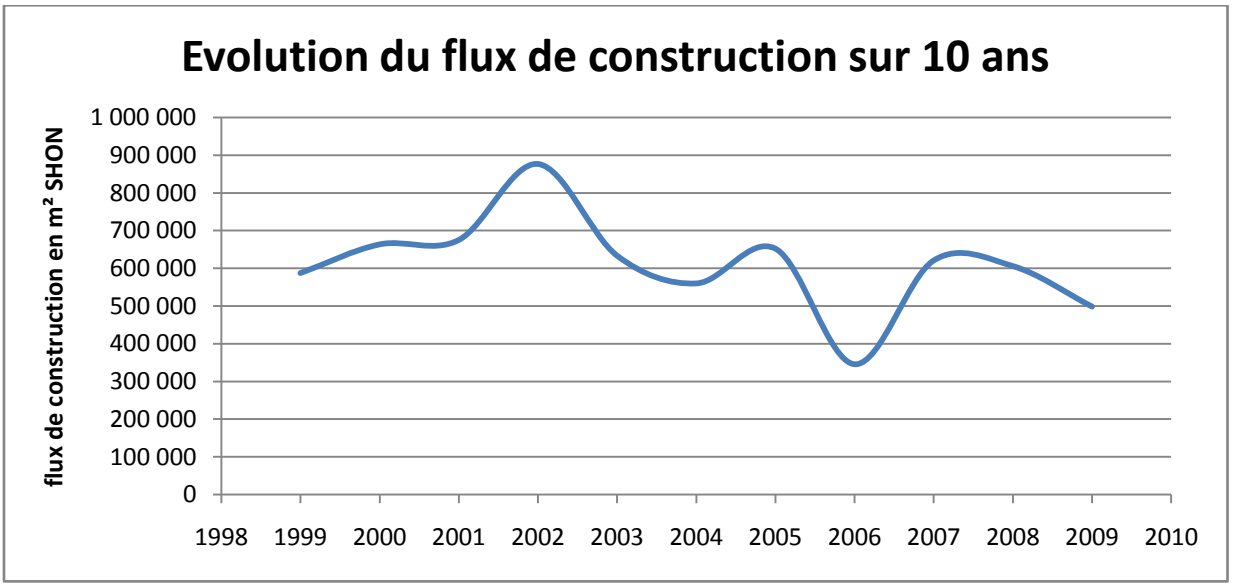
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	total 10 ans	moyenne/an	part du flux
logement	logement individuel	345 805	360 442	339 945	436 470	318 305	338 064	312 665	193 337	330 465	351 160	254 483	3 581 141	358 114	53,3%
logement	logement collectif	145 453	182 229	184 897	234 704	133 630	97 411	153 565	94 298	148 142	130 364	54 591	1 559 284	155 928	23,2%
résidences	tourisme	11 916	2 885	4 333	3 900	18 744	3 270	4 402	700	661	729	916	52 456	5 246	0,8%
résidences	étudiants		2 678	15 025	2 400	0	290	284	999			1 815	23 491	2 349	0,3%
résidences	pers. âgées	1 242	1 599				1 699	125			6 040		10 705	1 071	0,2%
résidences	autre						116	5 668	0	1 195	1 934	673	9 586	959	0,1%
non résidentiel	bureaux	23 583	20 130	37 421	46 943	49 955	34 104	59 163	15 442	37 871	18 638	34 807	378 057	37 806	5,6%
non résidentiel	commerce	25 503	30 391	29 287	59 571	55 363	27 514	49 748	19 287	22 964	28 528	11 497	359 653	35 965	5,4%
non résidentiel	santé	1 413	4 829	8 300	8 058	13 740	17 265	14 136	242	20 618	2 376	59 121	150 098	15 010	2,2%
non résidentiel	culture loisir	6 845	15 307	9 815	40 244	12 112	5 287	9 160	2 586	15 547	1 768	3 947	122 618	12 262	1,8%
non résidentiel	hôtels	3 898	11 083	8 083	5 535	2 450	2 759	2 733	6 037	974	0	2 748	46 300	4 630	0,7%
non résidentiel	enseignement recherche	12 039	11 020	12 947	8 291	10 273	5 196	16 705	4 960	4 391	25 713	5 366	116 901	11 690	1,7%
non résidentiel	action sociale	402	964	280	1 301	325	2 327	390	1 011	1 844	1 157	2 047	12 048	1 205	0,2%
non résidentiel	transport	0	4 761	1 779	369	0	0	190	312	0	0	0	7 411	741	0,1%
non résidentiel	industrie	3 533	11 147	7 554	20 407	13 745	14 053	7 533	4 358	17 397	11 695	4 897	116 319	11 632	1,7%
non résidentiel	entrepôt	2 728	1 395	1 845	1 686	1 977	2 876	10 059	1 138	9 300	19 031	20 520	72 555	7 256	1,1%
non résidentiel	loc agricoles	1 704	853	11 846	4 893	2 556	6 629	3 979	82	7 984	5 127	6 668	52 321	5 232	0,8%
non résidentiel	ouvrages spéciaux	1 385	1 740	1 682	1 860	295	1 059	1 603	932	1 487	1 602	33 628	47 273	4 727	0,7%
non résidentiel	artisanat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	843	843	84	0,0%
		587 449	663 453	675 039	876 632	633 470	559 919	652 108	345 721	620 840	605 862	498 567	6 719 060	671 906	100%

Notons que dans la nomenclature SITADEL :

- Les commerces englobent les locaux destinés à l'activité commerciale de gros (vente pour la revente) ou de détail (vente pour utilisateur final),
- Les bâtiments de santé englobent les locaux destinés à des services de soin : centres médico-sociaux, dispensaires, hôpitaux, cliniques, etc., et gérés par une institution publique ou privée,
- Les bâtiments de culture / loisirs sont dédiés à des activités culturelles ou aux loisirs : musées, théâtres, casinos, etc., et gérés par une institution publique ou privée,
- Les bâtiments d'action sociale comprennent : aide à l'enfance, orientation professionnelle, hébergement d'handicapés, foyers de jeunes travailleurs, etc., et gérés par une institution publique ou privée,
- Les bâtiments de transports comprennent : gare routière, garages, plates-formes urbaines, poste de commande et de contrôle, etc. ; et gérés par une institution publique ou privée.
- Ouvrages spéciaux : Il s'agit de locaux dérogeant aux critères ordinaires de la construction soit en raison de leurs dimensions, soit en raison de la technicité utilisée : centrale électrique, raffinerie de pétrole etc. ; et gérés par une institution publique ou privée.

3.2 FLUX GLOBAL DE CONSTRUCTION

Le flux global de construction – tous types de bâtiments confondus - est de 672.000 m²SHON /an en moyenne.

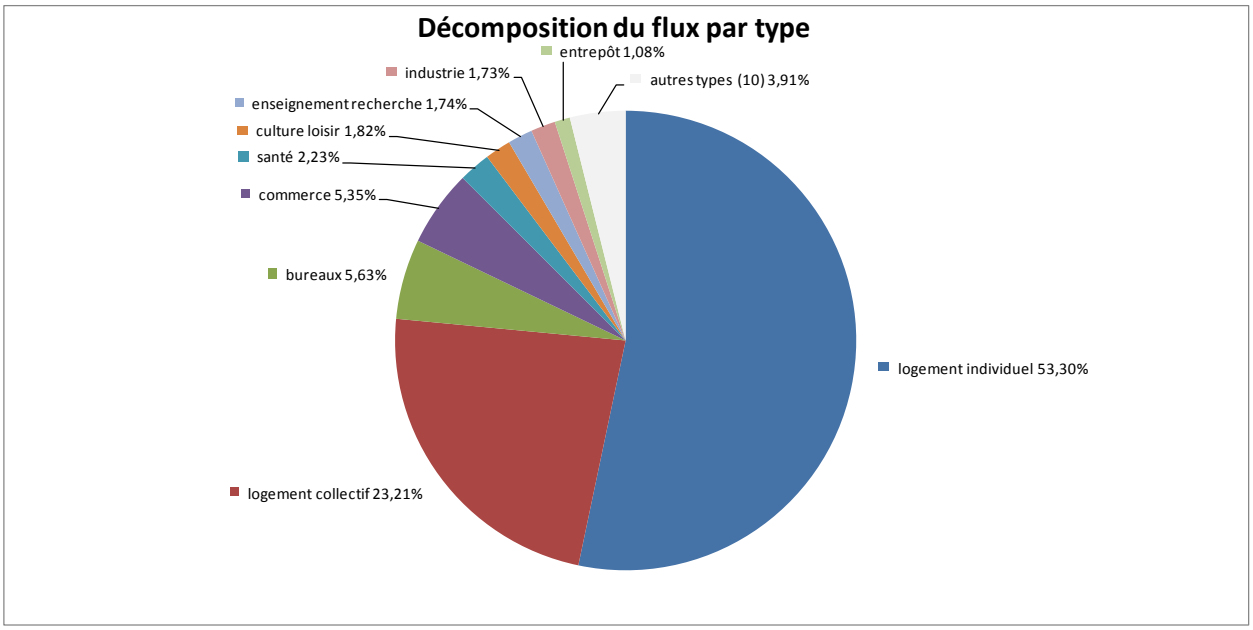


La courbe d'évolution du flux sur les 10 dernières années fait apparaitre un pic en 2002 (explicable par la conjoncture) et un creux en 2006 (non explicable – peut-être lié à des délais administratifs d'enregistrement).

Cette tendance n'est pas partagée par tous les types de bâtiments, mais est essentiellement données par les chiffres du logement.

3.3 DECOMPOSITION DU FLUX PAR TYPE DE BATIMENT

On s'intéresse ici à la part respective des différents types de bâtiment dans le flux annuel.



Il apparait que :

- 9 des 19 catégories totalisent 96% des surfaces construites,
- Le logement représente plus des ¾ des surfaces construites (77%)
- la maison individuelle représente plus de la moitié du flux de construction [chiffre encore sous-estimé par rapport à la réalité, si l'on ajoute les constructions sans PC]
- Les résidences ne représentent que 1% des surfaces construites, volume négligeable par comparaison au logement.

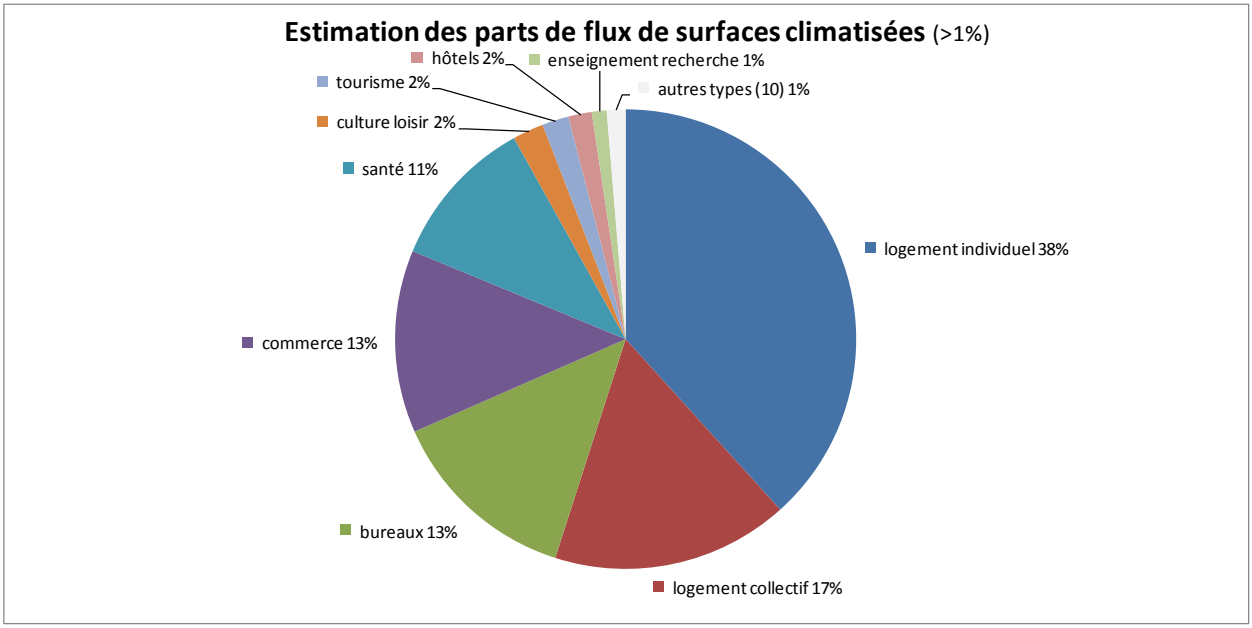
3.4 DECOMPOSITION CORRIGEE PRENANT EN COMPTE LA CLIMATISATION

Dans l'optique de cadrer un périmètre d'application de la RT, il convient de corriger les chiffres en pondérant les surfaces selon les niveaux de consommation énergétiques canalisables par la réglementation. Dans l'approche qui suit, nous avons choisi d'affecter un « coefficient de climatisation » reflétant une part de surface climatisable, ainsi que la durée de climatisation. Etant donné le caractère arbitraire de ce traitement, l'interprétation des résultats doit être limitée à la mise en évidence de tendances générales. Ainsi :

- Dans les logements, nous affectons un coefficient de 0,3 correspondant à la part de surface occupée par les chambres – potentiellement climatisables 12H/J
- Dans les locaux de bureaux, commerces, résidences de tourisme, hôtel : on considère que 100% de la surface est climatisée 12H/J soit un coefficient de 1
- Dans les établissements de santé, 100% des surfaces sont climatisées 24H/J soit un coefficient de 1
- Dans les autres types, nous avons affecté un coefficient de 0,5 ou de 0 selon que ces surfaces sont généralement équipées ou non de climatisation.

		part du flux	coeff. Clim	Surface climatisée	part du flux climatisé
logement	logement individuel	53,30%	30%	107 434	38%
logement	logement collectif	23,21%	30%	46 779	17%
non résidentiel	bureaux	5,63%	100%	37 806	13%
non résidentiel	commerce	5,35%	100%	35 965	13%
non résidentiel	santé	2,23%	200%	30 020	11%
non résidentiel	culture loisir	1,82%	50%	6 131	2%
résidences	tourisme	0,78%	100%	5 246	2%
non résidentiel	hôtels	0,69%	100%	4 630	2%
non résidentiel	enseignement recherche	1,74%	25%	2 923	1%
résidences	étudiants	0,35%	50%	1 175	0,419%
résidences	pers. âgées	0,16%	100%	1 071	0,381%
non résidentiel	action sociale	0,18%	50%	602	0,215%
résidences	autre	0,14%	50%	479	0,171%
non résidentiel	transport	0,11%	50%	371	0,132%
non résidentiel	industrie	1,73%	0%	0	0,000%
non résidentiel	entrepôt	1,08%	0%	0	0,000%
non résidentiel	loc agricoles	0,78%	0%	0	0,000%
non résidentiel	ouvrages spéciaux	0,70%	0%	0	0,000%
non résidentiel	artisanat	0,01%	0%	0	0,000%

Les données ainsi corrigés conduisent à une nouvelle décomposition du flux :



Il apparait que :

- Selon cette approche, les volumes se ré-équilibrent en faveur des bureaux, commerce et santé,

- 4 des 19 catégories totalisent 80% du flux, ce qui justifie un cadrage du périmètre d'application de la RT construction neuve.

3.5 COMMENTAIRES COMPLÉMENTAIRES

- Il convient de relativiser les conclusions en notant qu'une part significative des logements construits échappe aux statistiques de permis de construire. Il s'agit en majeure partie de travaux d'extension de maisons individuelles, réalisés en auto construction. Le volume de ces constructions n'est pas connu. Les estimations avancées par les acteurs de la construction sont de l'ordre de 30% du flux global de maisons individuel, soit 100.000 m²SHON supplémentaires par an (source DDE, confirmée par l'étude logement INSEE 2006).

- Les immeubles de logements collectifs non climatisés présentent une spécificité architecturale : pas de couloirs mais des coursives extérieures permettant la ventilation traversante, induisant un nombre de cages d'escaliers élevé.

- La surface moyenne d'une chambre se situe entre 10 et 12 m².

4. TYPOLOGIE DES COMPOSANTS D'ENVELOPPE DU BATIMENT

4.1 METHODOLOGIE ADOPTEE

Pour chaque constituant d'enveloppe (toiture – façade – baies – plancher bas), les différents composants élémentaires ont été évalués en termes de fréquence d'utilisation.

Cette analyse a été effectuée de manière distincte dans les 3 typologies de bâtiments suivantes :

- logement individuel
- logement collectif
- tertiaire

Le barème d'évaluation de la fréquence d'usage est le suivant :

Très rare	Rare	Fréquent	Très fréquent

L'évaluation a été faite à dire d'experts, avec la contribution du CROAG, de l'UMF, et plus largement en exploitant les informations recueillies lors des entretiens du CSTB avec les professionnels du bâtiment.

Dans un deuxième temps, les combinaisons d'assemblage les plus fréquentes ont été identifiées (schémas).

4.2 OBSERVATIONS DIVERSES

- Pratiques d'isolation thermique : l'usage de l'isolation thermique est :
    - quasi systématique dans le cas de toitures terrasse,
    - fréquent dans le cas des couvertures
    - plus rare dans le cas des façades, avec un traitement différencié des façades exposées ou non au soleil.
    - très rare en plancher bas (on ne le trouve que dans des cas particuliers tels que chambres froides…)

4.3 LA TOITURE

4.3.1 COUVERTURE OU TOITURE TERRASSE ?

Les règlements d'urbanismes incitent les concepteurs à opter pour une couverture, en limitant généralement la surface de terrasse maximale d'un projet à 25% de la surface de toiture. Les terrasses sont donc inexistantes ou, au mieux, partielles. Elles sont d'usage très rare en tertiaire.

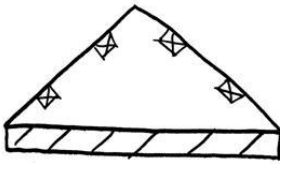
4.3.2 LES COMPOSANTS ELEMENTAIRES

	usage en Guadeloupe			commentaires	gammes dimensions
	logt indiv.	logt collectif	tertiaire		
charpente					
charpente bois	très fréquent	très fréquent	fréquent	Dans le cas d'une isolation en rampant : le type de charpente bois (épaisseur pannes ou liteaux) conditionne l'épaisseur de l'isolant	>fermettes espacement 60 cm + liteaux ep.50 mm espacement 80 cm >charpentes traditionnelles avec pannes ep. 7 à 10 cm
charpente métal	très rare	fréquent	très fréquent		
charpente béton	très rare	très rare	très rare		
peau extérieure en couverture					
bac acier laqué	très fréquent	très fréquent	très fréquent	recommandé par les règlements d'urbanisme - emboutissage en local	ep. 75/100 en bord de mer sinon 63/100
bac aluminium	très rare	très rare	très rare	1% du marché environ - prix 2 fois plus élevé que acier - problèmes fréquents sur mise en œuvre et accessoires de fixation	
bac matériau de synthèse ou fibrociment	très rare	très rare	très rare	pas de production locale identifiée	
bac support d'étanchéité	très rare	très rare	rare	on le trouve en industriel uniquement	
tuiles	très rare	très rare	très rare	pourtant utilisé en Martinique	
peau extérieure en terrasse					
étanchéité autoprotégée	très fréquent	très fréquent	très fréquent		
étanchéité + protection rapportée type gravillons ou dalles	très rare	très rare	très rare		
peau intérieure plafonds					
peinture sur béton armé	rare	rare	rare	sur béton banché uniquement	
enduit ciment + peinture	rare	fréquent	fréquent	enduit type technicoat	ep. 12 à 15 mm
enduit platre + peinture	fréquent	fréquent	fréquent		ep. 12 à 15 mm
plaque de plâtre BA13 hydrofuge + peinture	très fréquent	très fréquent	fréquent		
panneaux bois CTBH C3 ou T1 + peinture	fréquent	fréquent	fréquent		ep. 11 à 15 mm
plafonds PVC	très rare	très rare	très rare		
bac acier laqué	très rare	très rare	fréquent	principalement industrie	
bac aluminium	très rare	très rare	très rare		
faux plafond en fibres minérales	rare	rare	très fréquent		
couleurs en couverture					
Clair : blanc, jaune, orange, rouge clair	très fréquent	très fréquent	très fréquent		
Moyen : rouge sombre, vert clair, bleu clair, gris clair	fréquent	fréquent	fréquent		
Sombre : brun, vert sombre, bleu vif, gris moyen	rare	rare	rare		
Noire : noir, brun sombre, bleu sombre, gris sombre	très rare	très rare	très rare		
isolation thermique toiture					
polystyrène expansé	fréquent	fréquent	très fréquent	M1 - fabriqué localement en couverture : souvent posé entre liteaux de 5 cm	> en terrasse : ep. 20 à 50 mm forte densité > en couverture : ep. 4,5-**5**-5,5 cm faible densité - ne couvre généralement que la SHON (hors loggias et débords)
laine de verre ou laine de roche	rare	rare	rare	avec feuille d'aluminium - vulnérable à l'humidité - attire animaux - possible uniquement si pannes	ep. 70 à 100 mm
polystyrène extrudé	très rare	très rare	très rare		
polyuréthane	très rare	très rare	très rare		
isolants à base végétale ou animale	très rare	très rare	très rare	procédé à base de bagasse à l'étude à l'UAG	
protections solaires additionnelles de la toiture					
isolants réfléchissants	rare	rare	rare	en croissance - nécessite une lame d'air pour mobiliser le facteur solaire	
bac supplémentaire ventilé	très rare	très rare	très rare		
terrasse végétalisée	rare	rare	rare	pas recommandé par PLU - contraintes d'entretien	

4.3.3 LES COMBINAISONS TYPES

Les caractéristiques susceptibles de varier sont :

- **dalle anticyclonique :** il s'agit d'une dalle béton supplémentaire n'ayant aucun rôle de toiture. Son utilité est controversée car elle crée une vulnérabilité aux séismes. Elle est d'un usage :
  - très rare en tertiaire

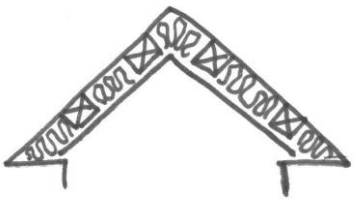
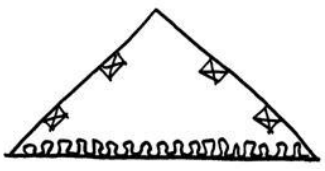


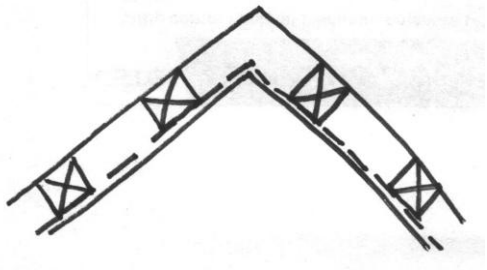
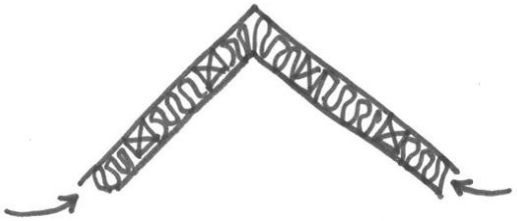
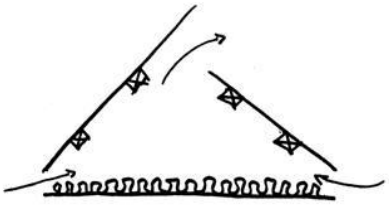
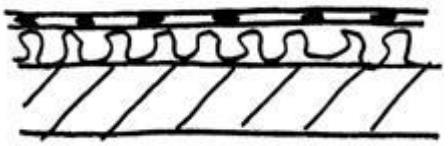
- fréquent en logement collectif (on les trouve dans environ 40% des cas) mais est souvent sacrifiée lorsque des économies sont recherchées sur le projet.
- rare en logement individuel, et souvent limitée aux chambres à coucher.

Ces dalles sont généralement des dalles pleines coulées en place d'épaisseur 18 cm. Lorsque ces dalles existent, on cherche généralement à exploiter les combles pour du stockage, c'est pourquoi l'isolant thermique est rarement disposé sur cette dalle, mais plutôt sous rampant de toiture.

- **ventilation de la toiture :** cette disposition pourtant efficace d'un point de vue thermique est peu développée en Guadeloupe. Les raisons invoquées sont la vulnérabilité vis-à-vis des pluies tournantes ainsi que la pénétration d'animaux tels que chauves-souris. En cas de cyclone ou de tempête, une ventilation haute peut être génératrice de sinistre important en infiltration. Depuis le cyclone Hugo de 1989, l'usage de bandes d'étanchéité en bitume/aluminium sous les éléments pliés de couverture (faitières notamment) s'est généralisé. Néanmoins, des peignes PVC ou inox sont généralement disposés en sous face des débords de toiture, ce qui crée une ventilation basse, mais pas de ventilation haute. On peut penser que ce type de ventilation est efficace en cas de vent. Quelle que soit la configuration, la lame d'air passe toujours au-dessus de l'isolant thermique, dans le vide formé par les ondes du bac de couverture.
- **position du faux plafond :** généralement sous rampant de couverture, ou encore horizontal (notamment en cas de charpente de type fermettes), cette dernière configuration étant la plus économique.
- **position de l'isolant :**
  - la position la plus fréquente est sous rampant de couverture, entre pannes ;
  - on trouve également des cas d'isolation horizontale déroulée sur le faux plafond ou, plus rare, sur la dalle anticyclonique ;
  - la position est généralement idem faux plafond.
- protection solaire réfléchissante

Les combinaisons les plus fréquentes sont les suivantes :

• Couverture non ventilée • Plafond rampant en CTBH 12-15mm ou BA13 • Isolant PSE (4,5-5-5,5 cm) ou laine minérale (6 à 10 cm) selon épaisseurs des liteaux (généralement 5x8) ou des pannes • rencontré plutôt en logement individuel (principalement séjours, pièces de jour, terrasse) et tertiaire	très fréquent	
• Couverture non ventilée • Plafond horizontal en BA13 • Isolant laine minérale (6 à 10 cm) déroulée en 1 couche • rencontré plutôt en	fréquent	

logement individuel (chambres, pièces de services) et logement collectif		
Couverture ventilée avec isolant réfléchissant et faux plafond rampant sur charpente traditionnelle. Lame d'air de 5cm continue entre l'isolant et le bac de couverture, correspondant à l'épaisseur des liteaux. L'isolant est positionné entre liteaux et faux plafond. Rencontré essentiellement en logement individuel.	Rare mais en fort développement	
Couverture ventilée avec isolant et faux plafond sous rampant	rare	
Couverture ventilée avec isolant sur faux plafond (BA13) Se trouve en logement social	rare	
Terrasse type, avec étanchéité autoprotégée en semi-adhérence et isolant thermique fixé mécaniquement	fréquent	

4.4 LES FAÇADES (PARTIES PLEINES)

4.4.1 LES COMPOSANTS ELEMENTAIRES

	usage en Guadeloupe			commentaires	gammes dimensions
	logt indiv.	logt collectif	tertiaire		
structure verticale					
maçonnerie en blocs de ciment	fréquent	rare	très rare		ep.15 cm généralement - ep.20 cm plus rare, mais en croissance cause sismique.
béton armé	fréquent	très fréquent	fréquent	solution privilégiée en parasismique	
ossature métal	très rare	très rare	très fréquent	principalement en bureaux et industriel	
ossature bois	rare	très rare	très rare	matériau traditionnel, mais plus cher	
peau extérieure en façade					
enduit ciment + peinture classe I2	très fréquent	fréquent	rare	associé à maçonnerie d'agglos chaînée	ep. 15 mm
peinture classe I3 sur béton armé	rare	très fréquent	rare		
enduit monocouche teinté dans la masse	fréquent	fréquent	rare	en MI : plutôt en privé en logt collectif : plutôt en LES	ep. 15 mm
bardage bois non ventilé				type résineux importé - mauvais retours d'expérience suite aux cyclones - généralement en double peau avec pare pluie	ep. 22 à 25 mm posé horizontalement
couleurs en façade					
Clair : blanc, jaune, orange, rouge clair	très fréquent	très fréquent	très fréquent		
Moyen : rouge sombre, vert clair, bleu clair, gris clair	fréquent	fréquent	fréquent		
Sombre : brun, vert sombre, bleu vif, gris moyen	rare	rare	rare	essentiellement pour le marquage	
Noire : noir, brun sombre, bleu sombre, gris sombre	très rare	très rare	très rare		
isolation thermique façade					
polystyrène expansé	rare	rare	fréquent	M1 - fabriqué localement -	ep. 40 mm
laine de verre ou laine de roche	rare	rare	rare	avec feuille d'aluminium - vulnérable à l'humidité - attire animaux	
polystyrène extrudé	très rare	très rare	très rare		
polyuréthane	très rare	très rare	très rare		
isolants à base végétale ou animale	très rare	très rare	très rare	procédé à base de bagasse à l'étude à l'UAG	
peau intérieure verticale					
peinture sur béton armé	rare	fréquent	fréquent	sur béton banché uniquement	
enduit ciment + peinture	rare	rare	rare		ep. 12 à 15 mm
enduit platre + peinture	fréquent	fréquent	fréquent		ep. 12 à 15 mm
plaque de plâtre BA13 hydrofuge + peinture	très fréquent	très fréquent	fréquent		
lambris bois	rare	très rare	très rare	on le trouve fréquemment si ossature bois, mais même dans ce cas, le doublage est plus souvent BA13	
lambris PVC	très rare	très rare	très rare		
bac acier laqué	très rare	très rare	fréquent	principalement industrie	
bac aluminium	très rare	très rare	très rare		
fibrociment (VIROC)	rare	rare	rare		
protections solaires additionnelles de la façade					
isolants réfléchissants	rare	rare	rare	en croissance - nécessite une lame d'air pour mobiliser le facteur solaire	
bardage supplémentaire ventilé - bois	très rare	très rare	très rare	tend à disparaitre car surcoût	
bardage supplémentaire ventilé - acier	rare	rare	fréquent	tend à disparaitre car surcoût	
débords de toiture	fréquent	rare	fréquent	efficace mais vulnérable aux cyclones	de l'ordre de 40 cm
galeries périphériques / loggias / coursives	fréquent	rare	rare	orientations sud et ouest de préférence	

4.4.2 LES COMBINAISONS TYPES

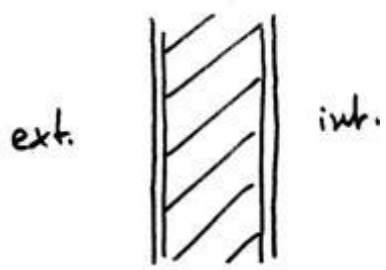
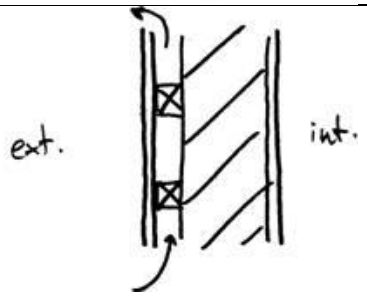
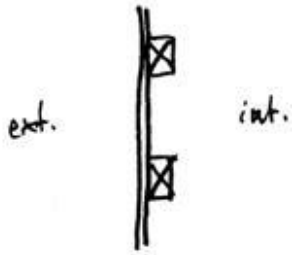
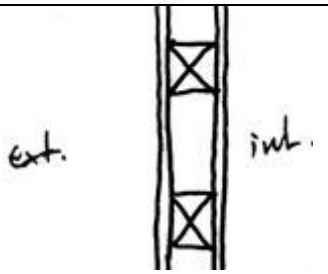
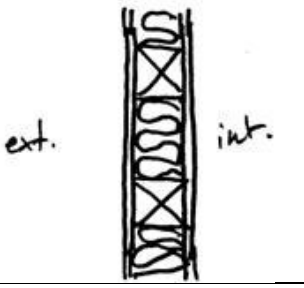
Les caractéristiques susceptibles de varier sont :

- **structure lourde ou légère :** en logement, les structures lourdes sont très largement majoritaires ; la tendance est inverse en tertiaire, où l'on trouve également des structures mixtes avec maçonnerie sur le rez-de-chaussée.
- **position de l'isolation :**
  - en logement : l'usage de l'isolant thermique en façade est très rare. Les façades sont isolées par l'intérieur, mais un procédé local d'isolation par l'extérieur va bientôt être mis sur le marché.

- en tertiaire : l'usage de l'isolant thermique est plus répandu (principalement sur locaux climatisés) avec une position entre bardage et peau intérieure.

- **protection solaire additionnelle**

Les combinaisons les plus fréquentes sont les suivantes :

• mur maçonné enduit non isolé • utilisé principalement en logements	très fréquent	
• façade maçonnée avec protection solaire additionnelle par bardage ventilé • en logement : bardage généralement bois • en tertiaire : bardage généralement métal • rencontré le plus souvent en tertiaire climatisé	Rare mais en croissance	
• Bardage simple peau • Utilisé en logement individuel (bois) • Rare en tertiaire (métal)	Fréquent	
• Bardage double peau non isolé non ventilé • équipé d'un pare pluie • Peau extérieure généralement bois • Peau intérieure : bois ou BA13 • Utilisé en logement (individuel ou collectif)	Fréquent	
• Bardage double peau métallique avec isolant thermique. • La peau intérieure peut être BA13 ou métal. • Utilisé en tertiaire • très rare en bois	Fréquent	

4.5 LE PLANCHER BAS

Les planchers bas sont généralement de type dallage béton sur terre plein, sans isolation thermique.

Les rares cas d'isolation thermique sont réalisés avec du polystyrène PEHD d'épaisseur 2,5 à 3 cm.

Les dalles sur vide sanitaire sont rares, et réalisées uniquement en cas de nécessité (déclivité du terrain, passage de réseaux,…).

4.6 LES BAIES

4.6.1 LES COMPOSANTS ELEMENTAIRES

	usage en Guadeloupe			commentaires	gammes dimensions
	logt indiv.	logt collectif	tertiaire		
Chassis : matériaux					
aluminium à rupture de pont thermique	très rare	très rare	fréquent	on le trouve sur certains locaux tertiaires climatisés	
aluminium sans rupture de pont thermique	très fréquent	très fréquent	fréquent		
PVC	rare	rare	rare		
bois	fréquent	rare	rare	plutôt sur maisons individuelles privées	
Chassis : type d'ouverture					
fixe (systématiquement associé à des jalousies)	fréquent	fréquent	très fréquent		
ouvrant à la française	très fréquent	rare	très rare	généralement surmontés d'un chassis fixe à jalousie en allège	
ouvrant coulissant	rare	fréquent	rare		
ouvrant basculant	très rare	très rare	très rare		
Vitrage					
simple vitrage	très fréquent	très fréquent	fréquent		
double vitrage	très rare	très rare	fréquent		
vitrages spéciaux	très rare	rare	rare	réfléchissant type coolight - en croissance	
jalousies (lames réglables)	fréquent	fréquent	très fréquent	généralement type security, avec barre anti-intrusion intégrée	
pas de vitrage	rare	fréquent	très rare	il s'agit généralement de baies équipées de jalousies aluminium type DURO - très utilisé en logement social	
Protections solaires additionnelles					
auvent horizontal	très rare	très rare	fréquent	structure légère ajourée pour éviter les risques sismiques	
brise soleil vertical fixe	très rare	très rare	fréquent		
stores intérieurs manuels	très rare	très rare	fréquent		
stores extérieurs manuels	très rare	très rare	rare		
volets bois - pleins - ouvrants à la française	fréquent	rare	très rare		
volets alu ou PVC	rare	rare	rare		

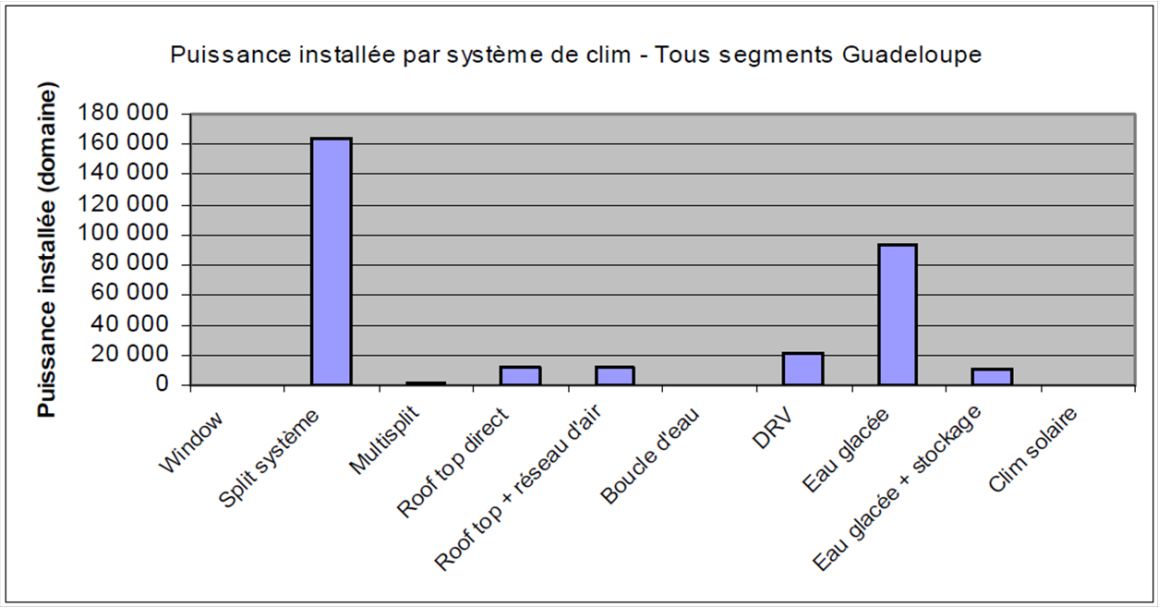
Commentaires :

- le DTU 36.1 fixant un classement A des châssis sur locaux climatisés n'est pas respectée localement
- en logement social, les systèmes de baies « double peau » (vitrage + protections solaires) sont très rares pour des raisons de coût. On trouve assez fréquemment des baies équipées uniquement de volets alu à lames réglables (jalousies) n'assurant pas d'étanchéité à l'air.

5. TYPOLOGIE DES SYSTEMES ENERGETIQUES UTILISES LOCALEMENT

- **Climatisation :**
  - les splits sont utilisés en logement ou en petit tertiaire lorsqu'il n'y a pas plus de 5 petites pièces à équiper. On les trouve également dans les établissements scolaires. Les puissances le plus fréquemment rencontrées sont entre 2,5 et 3,7 kW. Les unités intérieures sont en très grande majorité murales.
  - le DRV est utilisé dans le petit tertiaire Les puissances le plus fréquemment rencontrées sont 50 et 60 kW. Les ensembles possèdent en moyenne 12 unités intérieures, d'une puissance moyenne de 4,1 Kw.
  - la production d'eau glacée avec ou sans stockage froid équipe le tertiaire de taille plus importante. Les ensembles possèdent en moyenne 56 unités intérieures, d'une puissance moyenne de 10 Kw.
  - les roof tops sont utilisés essentiellement en milieu industriel
  - d'autres systèmes existent, mais en quantité négligeable
  - les climatiseurs monoblocs ne sont plus installés

Le graphique suivant, extrait de l'étude EDF-Tecsol-LH2 estime la part respective des différents systèmes en termes de puissance installée :



Il apparait que les systèmes splits et eau glacée totalisent 86% de la puissance installée en Guadeloupe.

- **Chauffe eaux solaires individuels :**
  - La technologie des thermosiphons est généralisée dans le pavillonnaire.
  - L'équipement moyen en individuel est de type 2m² de capteurs – 1100kWh/an – ballon 200 litres (source : Tenesol)
  - Les chauffe-eaux solaires sont généralement garantis 10 ans, pour une durée de vie moyenne de 15 ans.
  - Le montage se fait localement, et on atteint en Guadeloupe des niveaux de prix de fourniture inférieurs à la métropole.

- selon l'étude CSTB 2007, les CESI seraient en général surdimensionnés par rapport aux besoins, car la température de l'eau froide (supérieure à 26°) est plus tolérable qu'en métropole en cas de production insuffisante.
- L'installation combinée de solaire thermique et photovoltaïque est possible sur les maisons équipées d'une couverture (généralement : 20m²PV+2m²ST)

- **Chauffe eaux solaires collectifs :**
  - En logement collectif, la solution généralement utilisée est un réseau primaire équipé d'une pompe, alimentant un échangeur par logement. La consommation électrique de la pompe est estimée à 10% de la consommation d'un chauffe eau ECS électrique classique.
  - à partir de R+2, la mise en place de CES en immeuble collectif pose des problèmes :
    - d'ordre technique (fuites d'eau non détectables, réseau de plomberie toute hauteur, échangeurs, circulateurs, légionellose,…)
    - et de gestion (comptage et facturation de l'eau) d'autant plus que les bailleurs sociaux cherchent à réduire les charges de parties communes. Les solaristes ont abandonné la formule de location de l'équipement avec refacturation des consommations, non rentable car le volume critique de contrats n'était pas atteint.

- **Les chauffe-eaux électriques** sont considérés comme du mobilier. Ils sont donc achetés par les locataires, et le prix d'achat est un critère déterminant du choix, au détriment de la performance énergétique de l'appareil.

- Dans le secteur du logement, **la VMC** n'est généralement installée que dans les WC ou salles de bains borgnes. La cuisine n'est jamais équipée de VMC.

6. CONVENTIONS D'USAGE DES BATIMENTS

L'objectif de ce chapitre est de guider les concepteurs des modèles de calcul dans la définition des conventions d'usage des bâtiments, qui devront être identiques pour tous les projets dans le calcul des indicateurs règlementaires.

On cherche ici à retranscrire le comportement dominant des utilisateurs, afin que les conventions de calcul soient aussi proches que possible des valeurs moyennes locales. L'intégration de conventions réalistes contribue au réalisme du modèle de calcul.

Cette étude n'a pas fait l'objet d'une enquête systématique, mais de discussions avec différents acteurs du bâtiment.

6.1 SCÉNARIOS HORAIRES D'OCCUPATION

- en résidentiel : le taux élevé d'inactifs pourrait induire une présence diurne dans le logement plus forte qu'en métropole [nota : cet avis n'est pas partagé par tous les acteurs]. Certains acteurs avancent un écart de 30% à 40% par rapport à la métropole.
- Les plages horaires de sommeil semblent décalées par rapport à la métropole. Les Guadeloupéens se lèvent plus tôt (5-6h), et se couchent plus tôt (21h-22h).
- La convention de plage horaire de travail métropolitaine pourra éventuellement être corrigée en ce sens. Cependant, le scénario moyen prévu dans THCE2005 (8H-18H) peut convenir.

6.2 SCÉNARIOS HORAIRES D'ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL

- les heures de lever et de coucher du soleil (en moyenne 6H-18H) varient peu d'une saison à l'autre (+ou-30minutes) ce qui conduit à un scénario d'éclairage quasi constant
- en résidentiel :
    - La consommation d'éclairage est négligeable en journée, du lever jusqu'au coucher du soleil.
    - L'éclairage extérieur nocturne des maisons individuelles constitue un poste plus important qu'en métropole.

6.3 APPORTS INTERNES

- Equipement : pas de spécificité notoire de la Guadeloupe par rapport à la Métropole, y compris l'équipement électronique en logement.
- Eclairage : les lampes basse consommation sont très largement utilisées dans les projets neufs; il conviendra de prendre en compte ce constat dans le calcul du ratio d'apport interne apporté par l'éclairage
- Densité d'occupation : selon l'INSEE, le logement moyen est de 82,5 m² habitable et héberge 2,5 personnes. Une relation plus précise entre surface et nombre de personnes peut être obtenue par analyse des données INSEE.
- Notons que les locaux non climatisés sont fortement ventilés naturellement, et éliminent ainsi une grande partie des apports internes convectifs à leur source.

6.4 COMPORTEMENT DE DECLENCHEMENT MANUEL DE LA CLIMATISATION :

- en résidentiel : pendant la période de sommeil (21H-6H), la climatisation est en fonctionnement. Avant la période de sommeil, la climatisation est quelquefois

allumée en avance, à partir de l'heure de retour au logement (18-19H). En dehors de ces périodes, elle ne fonctionne pas. Certains utilisateurs n'utilisent la climatisation que pendant les mois les plus pénibles de l'année (saison chaude et humide de mai à octobre)

- en non résidentiel :
    - pendant les heures d'occupation, la climatisation est en fonctionnement. En dehors de cette période, elle ne fonctionne pas. On pourra cependant prévoir 1H de fonctionnement anticipée avant l'occupation pour déshumidification et remise en température du local, soit :
        - pour les bureaux : 7H-18H
        - pour les commerces : 9H-20H pour les petits commerces, et quasi-ininterrompue pour les moyennes et grandes surfaces [source : Tecsol]
    - Dans le cas particulier des hôtels (si ce type de bâtiment est inclus dans le périmètre réglementaire) : les immeubles existants sont énergivores car la modulation de la climatisation en période diurne (occupation occasionnelle) est généralement mal gérée. Pour autant, la réglementation ne peut pas cautionner ces pratiques en intégrant cette convention dans le calcul.

6.5 TEMPÉRATURE DE CONSIGNE DE CLIMATISATION

- Elle est jugée excessivement basse en tertiaire, notamment dans les bâtiments de commerce où l'on trouve des températures de l'ordre de 20°
- Pas d'informations sur les régimes de consigne pratiquées en logement. L'ADEME préconise 24°, ce qui pourrait constituer la convention de calcul. En pratique, les températures pratiquées sont inférieures à cette valeur (entre 19° et 24°).
- *Nous n'avons pas recueilli d'information sur les consignes d'humidité.*

6.6 COMPORTEMENT D'OUVERTURE DES FENÊTRES

- **en résidentiel**

    - zones climatisées (uniquement chambres) :
        - pendant la période de sommeil (21H-6H), les fenêtres sont fermées.
        - En dehors de cette période, il est difficile de définir un comportement moyen. Le comportement dépendra des caractéristiques des baies en place vis-à-vis de l'intrusion (permettent-elles une ventilation tout en assurant une protection contre l'intrusion ?). Le comportement le plus fréquent semble être de donner la priorité à la protection contre l'intrusion, ce qui conduit à fermer les ouvertures de ventilation (même avec les dispositifs de jalousie sécurisés).

    - zones non climatisées :
        - Pendant les périodes de présence des occupants, l'ouverture à l'air des baies est réglée de manière à optimiser le confort intérieur. Ceci est généralement atteint avec une vitesse d'air fixe (probablement de l'ordre de 1 m/s) qui est un compromis entre évacuation des calories et inconfort lié au déplacement d'air. Ce comportement est assimilable à

la fixation d'une vitesse de consigne, qui dans certains cas ne pourra pas être atteinte par manque de vent.

- Pendant les périodes d'absence des occupants (y compris la zone de jour pendant le sommeil), le comportement le plus fréquent semble être de donner la priorité à la protection contre l'intrusion, ce qui conduit à fermer les ouvertures de ventilation (même avec les dispositifs de jalousie sécurisés).
- La possibilité d'une modulation de la règle selon la classe d'exposition au bruit est à étudier dans le cas des chambres non climatisées. Une option serait de simplifier la convention, en considérant que les nuisances n'existent pas ou, si elles existent, sont acceptées, ce qui correspond au choix de la ventilation naturelle.

- **en non résidentiel**

  - zones climatisées : fenêtres fermées en permanence.

  - zones non climatisées :
    - en période d'occupation : fenêtres ouvertes en permanence. La modulation selon la classe d'exposition au bruit serait inadaptée, car conduirait inévitablement à un inconfort nécessitant la climatisation. On considère donc que le choix de la ventilation naturelle implique l'absence de nuisances sonores ou l'acceptation des nuisances sonores existantes
    - en période d'inoccupation : le comportement le plus fréquent semble être de donner la priorité à la protection contre l'intrusion, ce qui conduit à fermer les ouvertures de ventilation (même avec les dispositifs de jalousie sécurisés). Cette pratique est renforcée par les risques d'intrusion des chauve-souris en période nocturne, d'où la fermeture des vitrages (nota : l'usage de grillages anti-insectes est très rare, principalement pour des raisons d'entretien et de réduction du potentiel de ventilation naturelle).

  - ***Nota :*** *dans ces propositions, il n'est pas tenu compte des contraintes de renouvellement d'air hygiénique.*
  - *En tertiaire climatisé non équipé de ventilation mécanique, les fenêtres sont susceptibles d'être ouvertes de manière intermittente afin d'assurer un renouvellement d'air hygiénique.*
  - *Dans les chambres climatisées, aucun dispositif de ventilation mécanique n'est prévu. Le renouvellement se produit par les fuites en menuiserie, éventuellement la porte ouverte ou une grille réglable en imposte, qui ne sont pas souhaitables d'un point de vue thermique. Une convention peut être trouvée pour le débit d'air, mais la question reste entière sur les dispositions de conception.*

6.7 TABLEAU DE SYNTHÈSE

			Réglage		
			Protection solaire	ventilation naturelle	climatisation
Résidentiel	occupé	climatisé	sans objet car nocturne	minimum	oui : 19-24°
		non climatisé	minimum	recherche d'une vitesse de confort (consigne)	
	inoccupé	climatisé	maximum	minimum	non
		non climatisé	maximum	minimum	
Non résidentiel	occupé	climatisé	recherche d'un compromis avec l'éclairement	minimum	oui : 19-24°
		non climatisé	recherche d'un compromis avec l'éclairement	recherche d'une vitesse de confort (consigne)	
	inoccupé	climatisé	maximum	minimum	non
		non climatisé	maximum	minimum	

minimum signifie : réglage du dispositif de filtrage au flux le plus faible (de rayonnement solaire ou d'air)

Il a été constaté que les conventions réglementaires étaient parfois interprétées comme des modèles comportementaux (notamment : la consigne de température de climatisation) d'où l'intérêt qu'ils soient exemplaires d'un point de vue énergétique. Les conventions formulées ci-avant pourront être adaptées en ce sens.

7. ANALYSE DES MOTIVATIONS DU RECOURS A LA CLIMATISATION

Cette question est traitée de manière détaillée dans l'étude sociologique CSTB. Ne sont repris ici que les points essentiels.

En logement, la montée en puissance de la climatisation ne concerne que les chambres à coucher. Les facteurs incitant les ménages à s'équiper de la climatisation sont :

- le besoin d'intimité (problème qualifié d' « ingérable » par certains acteurs) en contradiction avec la ventilation naturelle
- la nécessité de protéger le logement contre les intrusions pendant la journée. Si les menuiseries ne permettent pas de concilier anti-intrusion et ventilation, le logement accumule la chaleur pendant la journée et devient invivable le soir.
- la ventilation naturelle laisse rentrer dans la chambre :
    - le bruit
    - la poussière
    - l'eau de pluie
    - les odeurs

  Selon la localisation et l'environnement du logement, elle réduira plus ou moins le niveau de confort intérieur
- le potentiel de ventilation naturelle du site peut se dégrader dans le temps du fait de l'évolution de l'aménagement extérieur (évolution des écrans végétaux et des constructions environnantes)
- la climatisation est devenue une solution de lutte contre les moustiques

8. PRATIQUES DE MAINTENANCE

8.1 CLIMATISATION

Dans le **secteur résidentiel**, nous ne disposons d'aucune information sur les pratiques de maintenance de la climatisation. Néanmoins, les prix d'installation très bas pratiqués en Guadeloupe laissent présager un recours quasi nul à des contrats de maintenance.

Dans le **secteur tertiaire**, le bon fonctionnement de la climatisation est une des préoccupations majeures des utilisateurs, et constitue ainsi un critère de confort important. Les critères sont essentiellement :

- la fiabilité (risques de pannes)
- la régulation (possibilité de moduler la température selon ses besoins)

Pourtant, les pratiques de maintenance sont moins développées en Guadeloupe qu'en Métropole, notamment en ce qui concerne la maintenance préventive. **Les pannes de climatisation fréquentes incitent les concepteurs à construire des bâtiments polyvalents, capables de fonctionner sans climatisation dans des conditions de confort acceptables. Cette démarche ne permet pas d'optimiser la conception thermique des bâtiments**.

D'après l'étude EDF-Tecsol-LH2 sur la climatisation, les taux de souscription d'un contrat de maintenance est d'environ 1 site sur 2, avec un taux maximal constaté dans le secteur des bureaux (environ 55%). Ces taux sont très différents par types de systèmes, selon la complexité des installations :

- DRV : contrat quasi systématique
- Eau glacée : contrat sur 4 sites sur 5
- Tout air ou boucle d'eau : contrat sur ¾ des sites
- Systèmes individuels : contrat sur moins d' 1 site sur 2

Selon les acteurs du bâtiment, il y a une forte marge de progression sur la qualité des prestations de maintenance. Les contrats manquent de lisibilité. Les objectifs des prestataires ne sont pas clairs, et sont difficiles à contrôler. Les entreprises de maintenance disposent rarement d'un carnet d'identité des installations. Les contrats de maintenance sont jugés chers par les gestionnaires, c'est pourquoi ils sont souscrits de manière ponctuelle plutôt que sous une forme pluriannuelle.

8.2 AUTRES ÉQUIPEMENTS

Hormis la climatisation, les défaillances de maintenance sont ressenties sur les ascenseurs qui souffrent, selon les gestionnaires, d'un taux de panne anormalement élevé.

Les bailleurs sociaux gèrent un plan de grosses réparations, basé sur des paramètres théoriques de durée de vie, complétés par des diagnostics in situ. Cette pratique est similaire à celle de leurs homologues métropolitains. Cette démarche se traduit par des actions de petite maintenance. Les opérations de réhabilitation lourdes sont cependant plus rares qu'en métropole, à cause de la difficulté de revalorisation des loyers.

Il convient enfin de noter l'importance des problèmes de moisissure, notamment dans les locaux climatisés, traduisant des problèmes de condensation mal maîtrisés.

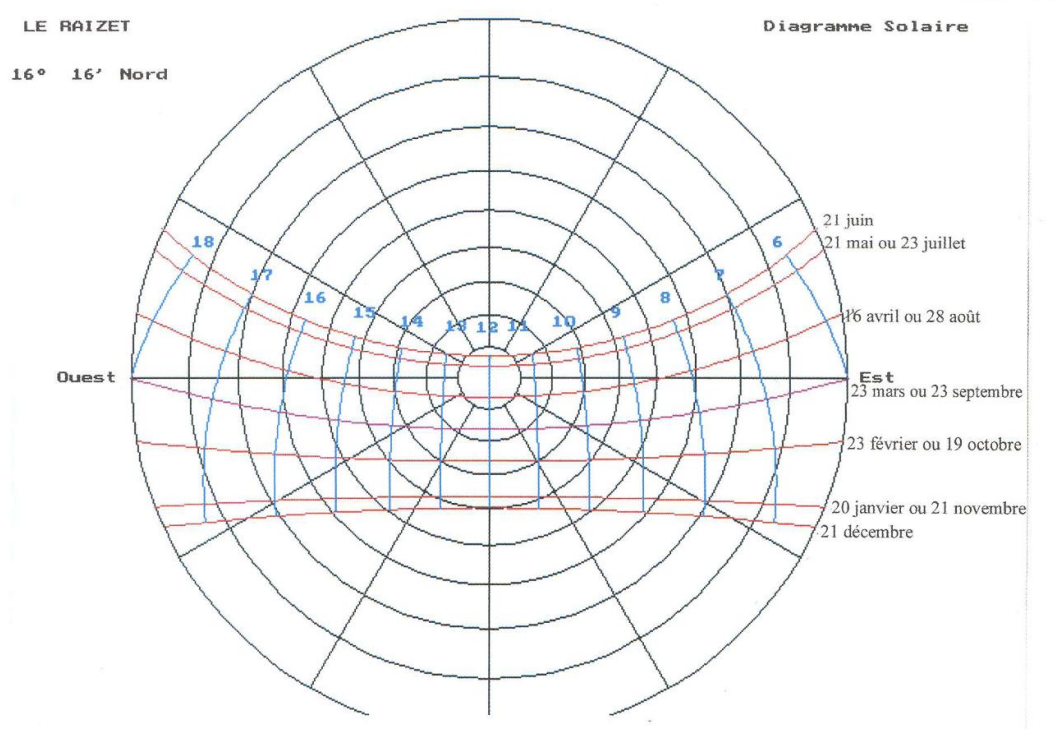
9. CLIMAT

Un fichier météorologique à pas de temps horaire a été établi à partir des mesures Météo-France effectuées sur l'aéroport du Raizet. Nous nous intéressons ici aux variations spatiales des caractéristiques climatiques, afin de caractériser l'ampleur des microclimats. Cette analyse est destinée à alimenter la réflexion sur la faisabilité et la pertinence d'une prise en compte des microclimats dans les calculs réglementaires.

9.1 ENSOLEILLEMENT

Aucune donnée de variation spatiale de l'ensoleillement n'a été trouvée.

Le diagramme ci-après est l'héliodon de la Guadeloupe (source : Météo France)



9.2 HUMIDITÉ

Valeurs du Raizet :

- la valeur moyenne HR : 75%
- amplitude moyenne (jour/nuit) de HR : 38%
- altitude : 7 m

Variations à partir du Raizet :

- en se rapprochant des côtes au vent :

- la valeur augmente (→80% au Moule Gardel alt. 30m)
- l'amplitude diminue (→25% au Moule Gardel alt. 30m)

- en altitude :
  - la valeur augmente (→85% à Capesterre Neufchateau alt. 250m, située également « au vent »)
  - l'amplitude diminue (→25% à Capesterre Neufchateau alt. 250m)

- sur la côte sous le vent :
  - la valeur augmente (→80% à Vieux Habitants Bouchu alt. 20m)
  - l'amplitude diminue (→30% à Vieux Habitants Bouchu alt. 20m)

9.3 TEMPÉRATURE

Depuis 1951, la température moyenne enregistrée au Raizet augmente de 0,04 °C par an

Valeurs du Raizet :

- la valeur moyenne T : de 24,7°C à 27,8°C suivant la saison, en moyenne trentenaire
- amplitude moyenne journalière de T : 7 à 9°C
- altitude : 7 m

Variations à partir du Raizet :

- en se rapprochant des côtes au vent :
  - la valeur est identique
  - l'amplitude diminue (→3 à 4°C à la Désirade)

- en altitude :
  - la valeur diminue (→diminution de l'ordre de -3° à Capesterre Neufchateau alt. 250m située également « au vent »)
  - l'amplitude diminue (→5 à 6°C à Capesterre Neufchateau alt. 250m)

- sur la côte sous le vent :
  - la valeur diminue (→diminution de l'ordre de -1° à Vieux Habitants Bouchu alt. 20m)
  - l'amplitude augmente (→3 à 4°C à Vieux Habitants Bouchu alt. 20m)

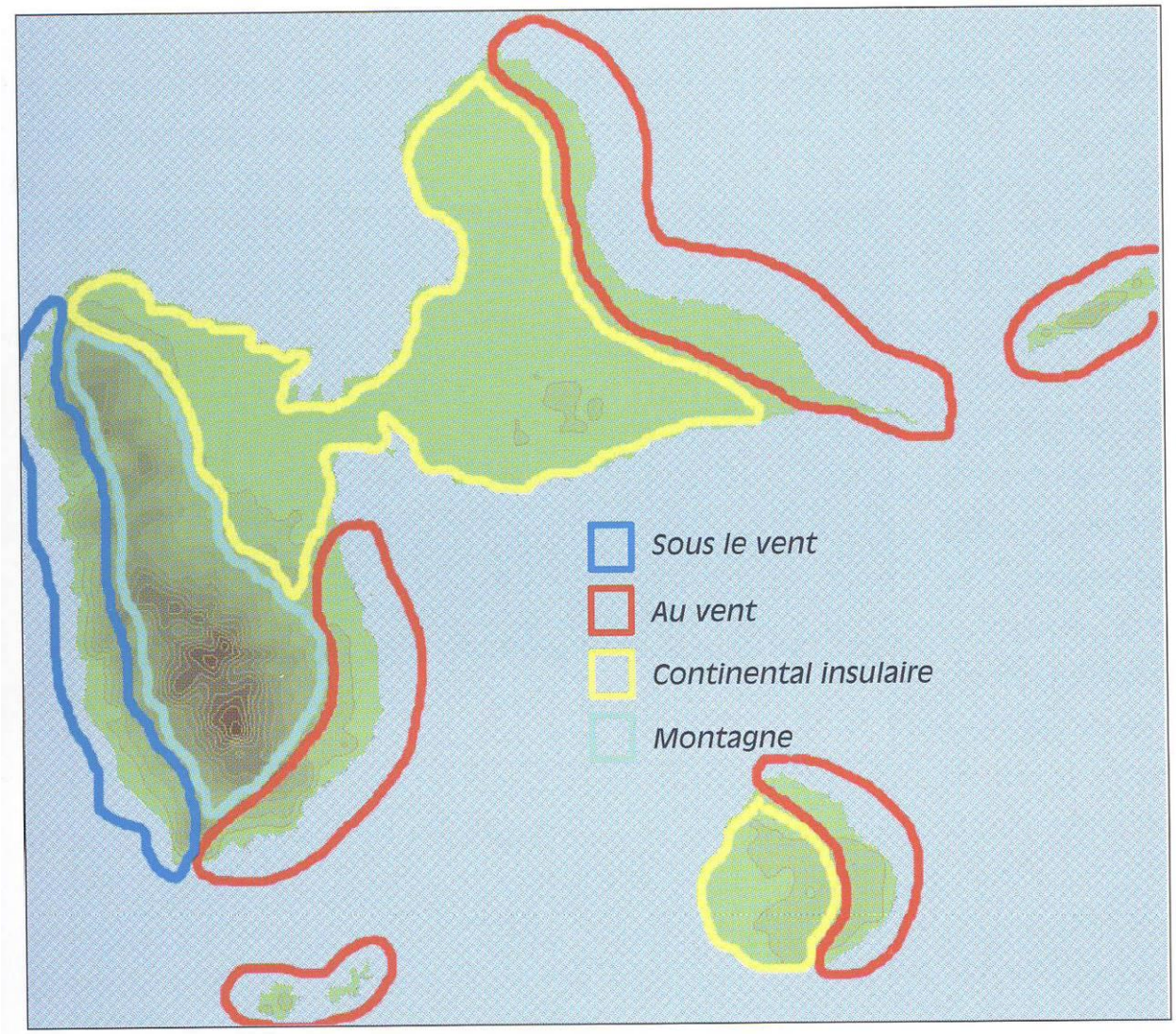
D'après les mesures effectuées par Météo-France à différentes saisons, le gradient de température en fonction de l'altitude est en moyenne de l'ordre de :

- 1°C par dénivelé de 100m, entre 0 et 500 m d'altitude
- 0,7°C par dénivelé de 100m, entre 500 et 1000 m d'altitude
- 0,6°C par dénivelé de 100m, entre 1000 et 1500 m d'altitude

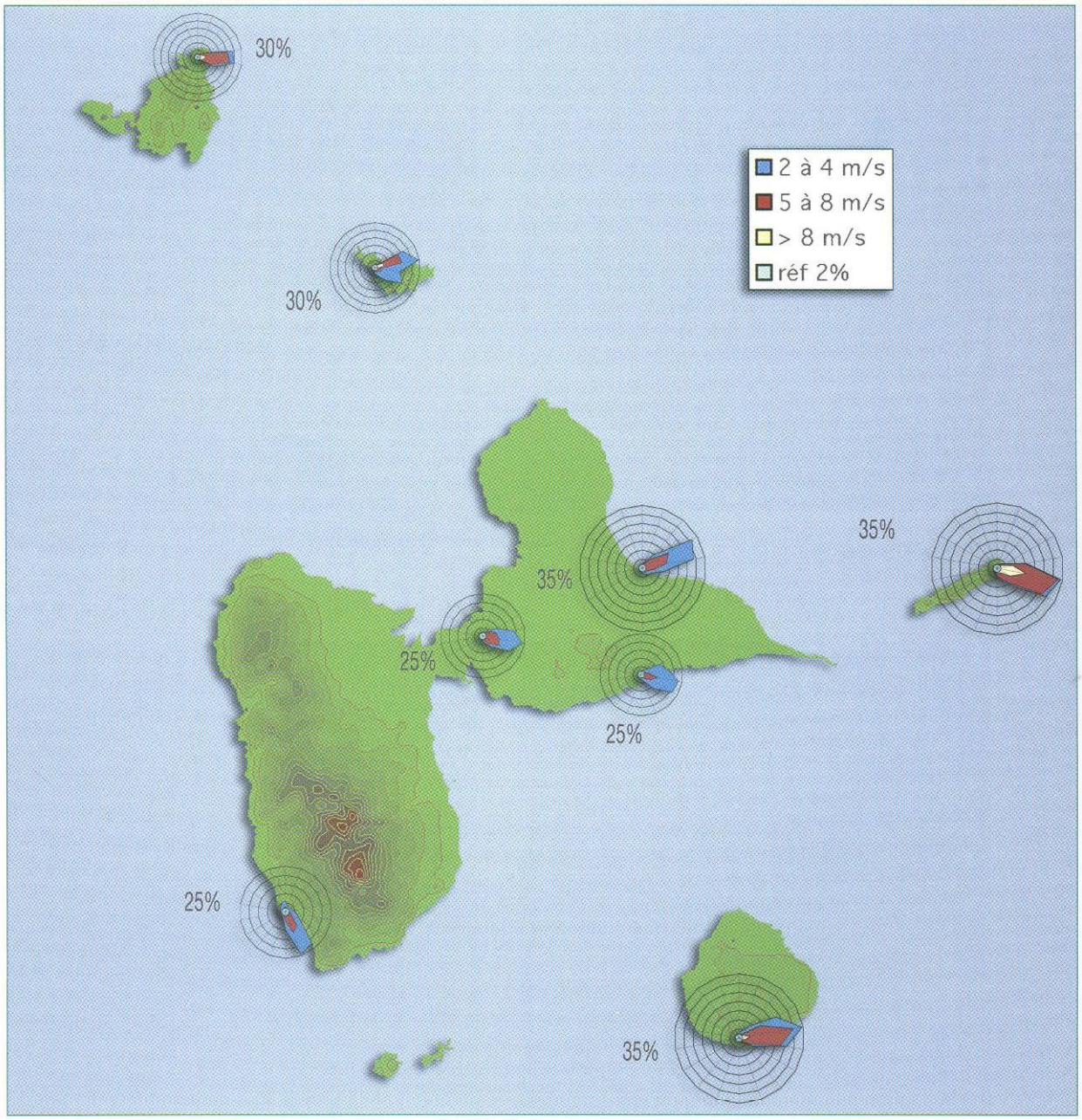
Rappelons que la soufrière culmine à 1450m.

9.4 VENT

Météo-France distingue globalement trois régimes de vent en Guadeloupe :



- le régime côte au vent (ex : le Moule, Capesterre): les alizés ne sont pas perturbés par le relief et soufflent sans accalmie nocturne
- Le régime continental insulaire (ex : le Raizet, Gosier, St Anne) : les alizés sont peu perturbés par le relief mais on assiste à une accalmie nocturne liée à un effet thermique
- Le régime sous le vent et montagne (ex : Basse terre, Vieux habitants) : comportement complexe induit par de nombreux effets locaux



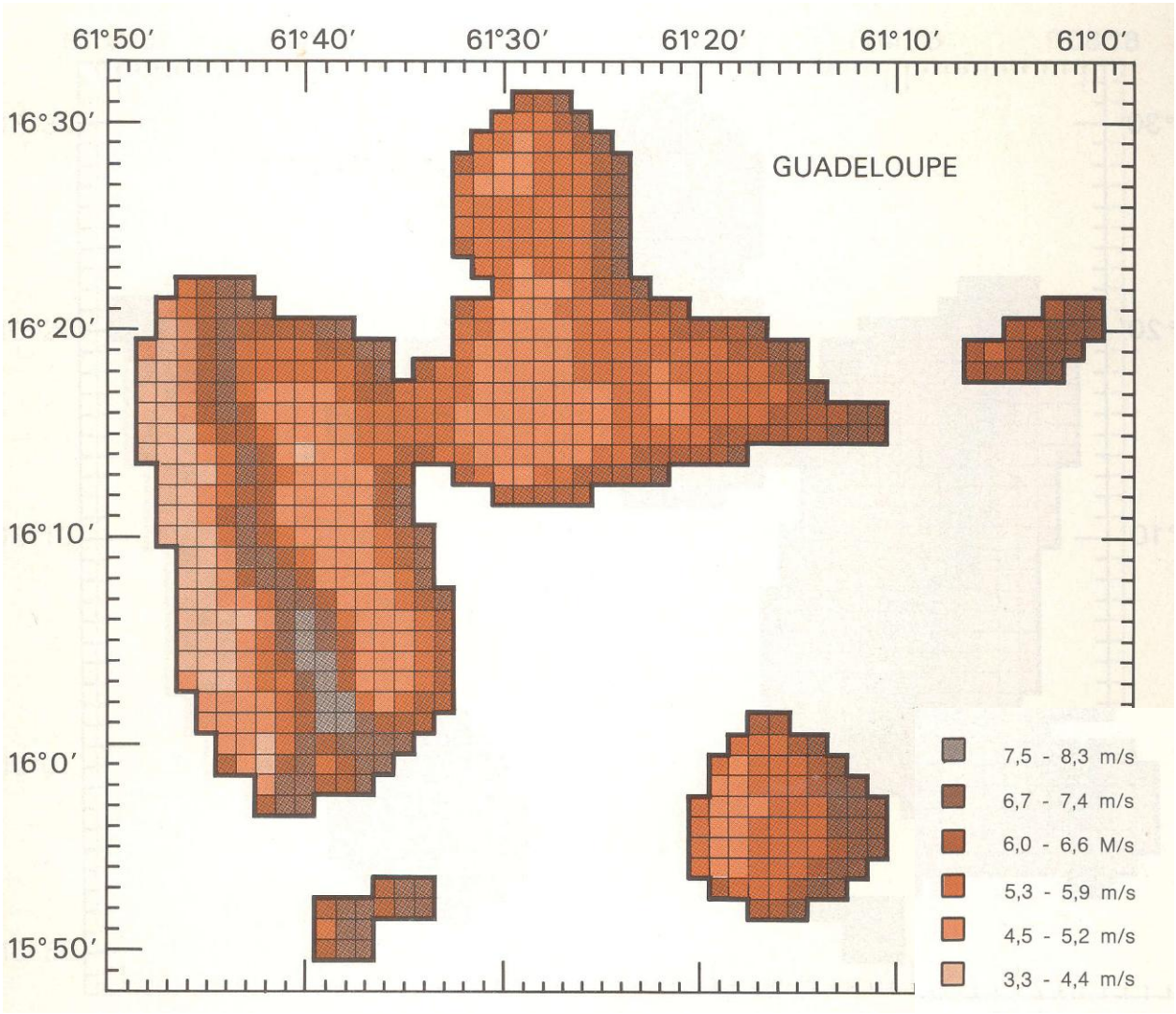
Une analyse rapide de la carte des roses des vents Météo France nous amène à la conclusion simplificatrice suivante :

- pour le régime côte au vent (ex : le Moule, Capesterre)
  - sur l'île Guadeloupe :
    - l'intensité des vents est du même ordre qu'au Raizet (continental insulaire)
    - la fréquence des vents est supérieure d'environ +50% à celle du Raizet (continental insulaire)
  - Sur la Désirade, Marie Galante et Les Saintes :
    - l'intensité des vents est de l'ordre du double de celle du Raizet (continental insulaire)

        - la fréquence des vents est supérieure d'environ +50% à celle du Raizet (continental insulaire)

- Pour le régime sous le vent et montagne (ex : Basse terre, Vieux habitants) :
    - l'intensité des vents et leur fréquence est similaire à celle du Raizet (continental insulaire)
    - la direction est fortement modifiée

Le CSTB a réalisé une cartographie des vents en Guadeloupe basée sur une simulation numérique :



Vent Moyen à 60 m de hauteur

Les résultats conduisent à des conclusions différentes :

- la zone sous le vent apparait moins ventée que le Raizet (1/4 à 1/3 de vent en moins environ)
- Les zones au vent apparaissent effectivement plus ventées que le Raizet (1/2 de vent en plus environ)
- à l'exception de la zone sous le vent, il y a toujours un effet majorateur sur le littoral (bande de 1 à 5 km) avec ¼ de vent en plus environ

- pas de disparité notoire entre les différentes zones « au vent »

9.5 TEMPÉRATURE DE L'EAU FROIDE

La température de l'eau froide varie de 25,3°C en janvier à 27,4°C en juillet, avec une valeur moyenne de 26,3°C.

9.6 CONCLUSIONS

Les données de microclimats à notre disposition sont sommaires. Il n'est pas faisable techniquement de prendre en considération de manière détaillée les disparités climatiques dans les calculs règlementaires, ce qui aurait nécessité de disposer de fichiers climatiques horaires détaillés en plusieurs points. Les variations climatiques sont par ailleurs assez complexe à appréhender, notamment sur la côte sous le vent. Une modulation des calculs basée sur **des conventions simples** (restant à définir sur la base des éléments ci-avant) reste toutefois possible.

10. DONNEES ECONOMIQUES

- Coût du foncier (source : UMF) :
  - 56 à 60 €/m2 viabilisée en zone rurale,
  - 100 à 150 €/m2 en agglomération

- Cout de la construction tout corps d'état :

  - Logement : 1000-1100 €HT/m² travaux seuls (d'après chiffres communiqués par Armos)
  - Tertiaire : 2000 €HT/m² travaux + honoraires (source : Tecsol)
  - Le prix élevé est explicable par les spécificités suivantes :
    - climat :
      - parasismique,
      - cyclones,
    - effet insulaire :
      - manque de concurrence des entreprises,
      - import des matériaux : les entreprises sont obligées d'importer les produits d'Europe pour pouvoir justifier du marquage CE ainsi que des avis techniques auprès des assureurs. Le surcoût lié au fret est évalué à 30 à 35% ;
      - Nécessité de constituer des stocks afin de gérer les délais d'approvisionnement
- Contraintes économiques propres au logement social : selon l'ARMOS, l'équilibre financier des projets est de plus en plus difficile à atteindre. Ceci est lié à l'accumulation progressive des contraintes conjoncturelles (telles que hausse du prix du foncier) et règlementaires (telles que accessibilité) au-delà de la progression des moyens de financement
- Coût de l'énergie : 8,9 c€/kWh pour les particuliers
- Coût de la climatisation :
  - selon la FFB un split logement de classe A revient à 400-450€ fourni posé
  - selon une étude menée par EDF, le prix de fourniture seule d'un climatiseur de classe A de puissance 2,5 kW est de 550€ environ auquel il faut rajouter 100 à 200€ pour la pose.
- Coût des chauffe-eaux :
  - le coût d'un chauffe eaux solaire est de l'ordre de 2000 €TTC pour un pavillon (type thermosiphon 2 m²-200l). Ce prix est majoré de 20% dans le cas de toitures terrasses.
  - le coût d'un chauffe eaux électrique est de l'ordre de 200€

11. ANNEXE 1 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MEEDDM 2009 Enquête EPLS (Enquête du Parc de Logements Sociaux)
- Insee, 2006, recensement de la population en Guadeloupe
- Insee, 2006, enquête logement en Guadeloupe
- CSTB, 2007, suivi et évaluation énergétiques de CESI en Guadeloupe
- BRGM, 2009, étude préliminaire à la mise en place de scénarios départementaux de risques sismiques en Guadeloupe
- Météo France, 2003, atlas climatique de la Guadeloupe
- CSTB, 1989, Cartographie du vent en Guadeloupe et Martinique
- EDF-Tecsol-LH2, 2009, Etude technique de la climatisation et de la filière
- SEMAG – Tecsol – Colorado, 2009, Rapports d'audits environnementaux de bâtiments de la ZAC Dothemard

12. ANNEXE 2 : LISTE DES ACTEURS LOCAUX AYANT CONTRIBUE A L'ENQUETE

- 2010-01-26 Région Guadeloupe M.ABELLI (DST)
- 2010-01-26 DDE M.AUDRAS (qualité construction) + M.RAFRAF (statisticien)
- 2010-01-27 TECSOL M.BLEUZE (directeur d'agence)
- 2010-01-27 FFB M.MICHAUX (président) + M.URSULE (architecte) + M.BOUTON (resp. section bâtiment)
- 2010-01-27 UMF M.LASNIER (Pdt)
- 2010-01-28 SOCOTEC M.CORNEC (chargé d'affaire) + M.REINE (directeur)
- 2010-01-28 SAVIMA [menuiseries extérieures] M.GABRIEL
- 2010-01-29 CARAIBES INDUSTRIES [polystyrène] M.DUMONT (directeur)
- 2010-01-29 EDF M.LAMBOUR (responsable MDE)
- 2010-02-01 3A [entreprise d'électricité] M.DAUCHY
- 2010-02-01 M.Vincent THOMAS [ingénieur conseil]
- 2010-02-01 TOP CARAIBES [fabriquant de tôles acier / alu] M.POTIER (directeur)
- 2010-02-01DDE ARMOS M.Hopital (SIKOA - président) + Loïc Petit (SIG - vice président)
- 2010-02-01 DDE TENESOL M.VIAL COLLET (directeur)
- 2010-02-02 CROAG M.MARTON (Président) +M.MOCKA CELESTINE (vice pdt) + AIBG M.BOTTINO (Pdt) + CAUE Mme CAROUPANAPOULLE (resp.environnement)