

juin 2004

# *document de travail* – Partie 2

REVISION DES EXIGENCES DE QUALITE TECHNIQUE DES  
CONSTRUCTIONS DANS LES DEPARTEMENTS D'OUTRE-MER

# ***THERMIQUE, VENTILATION***

*des bâtiments neufs à usage d'habitation*



ministère de l'Outre-Mer  
DIRECTION DES AFFAIRES ECONOMIQUES, SOCIALES ET CULTURELLES

ministère de l'Emploi, du Travail et de la Cohésion Sociale  
secrétariat d'Etat au Logement  
DIRECTION GENERALE DE L'URBANISME, DE L'HABITAT ET DE LA CONSTRUCTION

## RESUME

A ce jour aucune réglementation thermique ne s'applique dans les DOM. Trois axes guident le présent projet de dispositif thermique :

- privilégier les solutions qui s'inscrivent dans le développement durable (conceptions bioclimatiques en ventilation naturelle) et exiger des performances supplémentaires pour les locaux climatisés,
- disposer d'eau chaude sanitaire dans tous les logements neufs à moindre coût énergétique,
- garantir des débits d'air suffisants pour l'hygiène dans les logements climatisés.

Pour une première étape réglementaire, le projet définit des niveaux d'exigences homogènes pour les 4 départements, modulés en fonction des spécificités locales. Les exigences sont exprimées en performance par éléments d'ouvrage. Le projet de dispositif indique :

- les niveaux minimum admissibles de protection solaire pour les toitures, pour les murs et pour les baies en prenant en compte : la couleur, l'épaisseur, les matériaux constitutifs, les pare-soleil éventuels (débords, pare-soleil, volets, ...),
- les surfaces minimum admissibles des ouvertures permettant la ventilation naturelle des pièces de vie du logement,
- les débits d'air minimum dans les locaux climatisés et les pièces de services pour la ventilation d'hygiène,
- les garde-fou requis pour les équipements.

La vérification de la conformité à ces niveaux peut être menée avec peu ou pas de calcul afin d'être compréhensible par l'ensemble des professionnels.

Afin de ne pas engendrer de surcoûts que les acteurs de la construction ne pourraient supporter, l'objectif est de renforcer les exigences en matière de thermique, de ventilation et de réduction des dépenses énergétique, étape par étape en proposant des dispositifs incitatifs en amont des évolutions réglementaires. Les niveaux de cette première étape visent à privilégier les bonnes pratiques actuellement rencontrées avec un impact économique estimé entre 1,5 et 4% du coût des travaux .

Le présent document de travail est issu de propositions techniques du CSTB<sup>1</sup> soumises à concertations avec les professionnels locaux depuis 2001. Il se compose en 3 parties :

- le contexte, pour présenter la problématique du confort thermique et le contexte énergétique dans les DOM,
- les principes du projet de dispositif réglementaire en matière de thermique et de ventilation des bâtiments d'habitation,
- le dispositif en lui-même qui sera traduit dans les projets de textes réglementaires (décret, arrêtés).

<sup>1</sup> Centre scientifique et technique du bâtiment

## Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b><u>RESUME</u></b>                                     | <b>2</b>  |
| <b><u>A- CONSIDERATIONS GENERALES</u></b>                | <b>4</b>  |
| <b><u>B- PRINCIPES DU DISPOSITIF</u></b>                 | <b>7</b>  |
| COMBINAISON VENTILATION/PROTECTION SOLAIRE               | 9         |
| PROTECTION SOLAIRE                                       | 10        |
| VENTILATION DE CONFORT ET VENTILATION D'HYGIENE          | 17        |
| EQUIPEMENTS  | 18        |
| IMPACTS ECONOMIQUES DU DISPOSITIF                        | 18        |
| <b><u>C- PROPOSITION DE DISPOSITIF REGLEMENTAIRE</u></b> | <b>20</b> |
| CARACTERISTIQUES DE L'ENVELOPPE – PROTECTION SOLAIRE     | 20        |
| VENTILATION  | 22        |
| EQUIPEMENTS  | 27        |
| <b><u>ANNEXE 1</u></b>                                   | <b>28</b> |
| FACTEUR SOLAIRE DES PAROIS HORIZONTALES ET VERTICALES    | 28        |
| COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE DES PAROIS         | 29        |
| FACTEUR SOLAIRE DES BAIES (A MODIFIER)                   | 29        |
| <b><u>ANNEXE 2</u></b>                                   | <b>31</b> |
| <b><u>ANNEXE 3</u></b>                                   | <b>34</b> |
| <b><u>ANNEXE 4</u></b>                                   | <b>35</b> |

La présente proposition d'adaptation réglementaire vise à la publication : d'une part, d'un décret relatif aux caractéristiques thermiques et à la ventilation des bâtiments et d'autre part, d'arrêtés visant les locaux d'habitation.

## A - CONSIDERATIONS GENERALES

### Le climat

Le climat des départements d'outre-mer est de type tropical humide<sup>2</sup> (ou équatorial pour la Guyane), caractérisé par<sup>3</sup> :

- un ensoleillement important,
- des températures élevées variant peu entre le jour et la nuit, les maxima dépassant que rarement 33° C, les minima (hors les Hauts de la Réunion) étant de l'ordre de 18 à 20°C,
- une hygrométrie toujours très élevée pendant presque toute l'année aux Antilles et à la Réunion et toute l'année en Guyane,
- le régime général des vents est celui des alizés, de secteur Est en Guyane, Est Nord Est aux Antilles et Est Sud Est à la Réunion. Toutefois les effets locaux (encaissement, intérieur des villes, relief) peuvent modifier le régime des vents.

### La consommation d'énergie dans les DOM

En moyenne dans les DOM, les systèmes de climatisation des constructions absorbent plus de 20 % de la demande en énergie dans le secteur résidentiel. La demande électrique augmente plus rapidement dans ces départements qu'en métropole (hausse moyenne de 7 % par an contre 1,7 % en métropole), et ce d'autant plus que le taux d'accroissement de la population est plus élevé qu'en métropole.

La majorité de la production énergétique est assurée par des centrales thermiques de petites tailles ce qui induit un coût d'énergie élevé (par rapport aux centrales de forte puissance rencontrées en métropole) et se traduit par des émissions conséquentes de gaz à effet de serre.

<sup>2</sup> Le cas des Hauts de la Réunion correspond à une situation climatique différente, plus proche de la métropole.

<sup>3</sup> Pour plus de précisions sur les climats et les consommations d'énergie, voir la présentation générale.

Les paramètres d'ambiance déterminant le confort thermique dans un bâtiment, en règle générale, pour une personne à l'abri d'une part, du rayonnement solaire et d'autre part, d'autres sources de chaleur, sont :

- la température et l'humidité de l'air,
- la vitesse de l'air,
- la température des parois.

Dans les climats chauds et humides :

La température de l'air est régulièrement inférieure à celle de la peau des occupants, mais supérieure aux limites de confort. Le taux d'humidité empêche tout refroidissement de l'air par évaporation d'eau (par la sueur). L'un des moyens pour atteindre un niveau de confort satisfaisant est **d'augmenter la vitesse de l'air**. Ceci intensifie les échanges entre l'occupant et son milieu et diminue la température de la peau.

Le schéma ci-après présente la zone de confort en fonction de la température et de l'humidité de l'air. En augmentant la vitesse de l'air, dans certaines limites, la zone de confort se déplace vers le haut. En négligeant la protection solaire, elle se déplace vers le bas. (d'après V.Olgay, in *guide de l'architecture bioclimatique* tome 3)



De plus, sous ces climats, les faibles écarts journaliers de température ne permettent guère d'utiliser la fraîcheur nocturne pour refroidir les bâtiments afin de limiter l'élévation de température intérieure aux heures les plus chaudes.

La maîtrise des consommations d'énergie dans les bâtiments est une priorité dans les DOM. Elle conduit à privilégier les conceptions d'habitats bioclimatiques dont le confort thermique est assuré sans le recours systématique à des systèmes de climatisation.

### Les paramètres du confort thermique sous ces climats

Le confort thermique est défini par des plages de température, d'humidité relative et de vitesse d'air (dans lesquelles l'occupant ne ressent pas d'inconfort). Sous les climats des DOM (hors les Hauts de la Réunion), dans les bâtiments, la régulation de deux paramètres (voir encadré ci-après) permettent d'atteindre efficacement la « plage » de confort thermique :

- la protection des rayonnements solaires,
- l'augmentation des vitesses d'air.

Le confort thermique des bâtiments est alors assuré par la combinaison :

- d'une protection solaire efficace de l'enveloppe du bâtiment (toitures, murs extérieurs, baies) afin de limiter les apports de chaleur solaire,
- des débits d'air importants pour évacuer les apports internes et solaires et pour créer sur les occupants des vitesses d'air significatives qui ont pour effet de contribuer à une meilleure sensation de confort. Une vitesse d'air d'1 m/s équivaut à une diminution de 4 à 5°C de la température. C'est l'objet des conceptions de bâtiments « en ventilation naturelle » favorisées dans le présent dispositif.

### Un habitat traditionnel confortable

Les conceptions architecturales et constructives constituant un type d'habitat traditionnel, rural ou urbain, sont fondées sur cette combinaison : d'une part la protection solaire avec des dispositifs d'ombrage (galeries en façade, loggia, varangues, débords de toitures, fanfreluches) et de ventilation de toiture (écopes, chiens-assis), d'autre part la limitation des obstacles à l'écoulement de l'air extérieur dans le bâtiment par la multiplication notamment les ouvertures en façade (jalousies, nacos, larges impostes). Ce type d'habitat en ventilation naturelle, ouvert sur l'extérieur est adapté aux modes de vie locaux.

### ECODOM une opération expérimentale

L'opération ECODOM lancée en 1995-1996 par EDF et l'ADEME, visait à améliorer la qualité thermique et les performances énergétiques de certains logements neufs de « manière significative et généralisable au plus grand nombre de logements [...] dans des limites de coûts acceptables, plutôt que rechercher des conditions de confort permanentes à des coûts prohibitifs »<sup>4</sup>. A travers plus de 1500 logements construits ou programmés (bilan 1995-2000), cette expérimentation a permis la diffusion de modèles de conceptions architecturales thermiquement efficaces dans les DOM. Les principes constructifs développés dans cette méthode incitative sont les mêmes que ceux qui guident la présente proposition d'adaptation réglementaire.

### Règles de construction en matière de confort thermique

Aujourd'hui, dans les DOM, aucune exigence réglementaire relative aux caractéristiques thermiques des constructions n'est imposée.

### *Bilan*

Dans le but de définir un niveau de confort thermique minimal et de réduire les consommations et dépenses énergétiques des logements dans les DOM, la plupart des principes qui sous-tendent la réglementation thermique métropolitaine ne peuvent être repris. En effet, le cadre de cette dernière est notamment fondée sur la thermique d'hiver ; les locaux étant généralement chauffés. En métropole, les constructions à forte inertie (par exemple des murs épais) et imperméables à l'air sont privilégiées.

Des solutions locales déjà éprouvées notamment dans le patrimoine architectural traditionnel ou encore plus récemment à travers l'expérimentation ECODOM permettent, dans une première étape d'atteindre efficacement les enjeux de confort thermique et d'économie d'énergie. Le projet de réglementation thermique pour les DOM s'inspire, dans ses principes, de ces bonnes pratiques fondées sur la ventilation naturelle des locaux et définit un minimum acceptable au regard de son impact économique, tout en évitant les dysfonctionnements manifestes.

<sup>4</sup> Extrait de l'Avant-propos, CELAIRE R., JOURDAN O., Opération expérimentale ECODOM prescriptions techniques

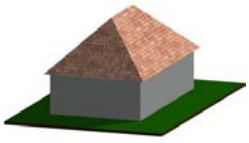
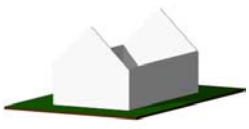


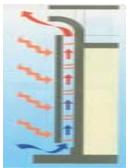
## B - PRINCIPES DU DISPOSITIF

L'objectif central du dispositif est que tout logement neuf dans les DOM soit conçu et construit selon les principes de la ventilation naturelle des bâtiments afin d'offrir un niveau de confort thermique satisfaisant. Le recours à des systèmes de climatisation pour une ou plusieurs pièces est alors une option avec des exigences supplémentaires afin de limiter le plus possible la durée de la climatisation dans l'année tout en permettant, d'une part, un confort thermique satisfaisant lorsque la climatisation est « éteinte » et d'autre part, lorsqu'elle fonctionne, de limiter sa consommation énergétique.




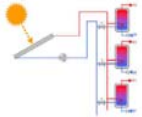
Il a été convenu pour atteindre cet objectif qu'une première réglementation thermique viserait à éliminer les conceptions qui conduiraient soit à des niveaux d'inconfort inacceptables soit, dans le cas où le choix de la climatisation est faite par le maître d'ouvrage, à des consommations d'énergie excessives. Cette réglementation, de niveau d'exigence homogène pour les 4 départements, sera dès cette première étape modulée en fonction des différences climatiques notables inter-DOM (potentiel de vent, gradient de température selon l'altitude). Elle pourra donner lieu ultérieurement à des renforcements d'exigences différenciés en tant que de besoin par département.

Afin de faciliter l'appropriation par l'ensemble des professionnels concernés des dispositions réglementaires, il a été convenu de retenir un mode d'expression fondé sur des niveaux de performances requis pour les éléments d'ouvrages d'enveloppe et les équipements (voir le tableau ci-après) à l'image des prescriptions des opérations expérimentales ECODOM.

**Le tableau ci-après indique pour chaque élément d'ouvrage les familles d'ouvrage et les domaines de performances dans lesquels ils interviennent dans le projet de réglementation. La dernière colonne liste les paramètres de chaque élément (caractéristiques et/ou localisation dans la construction) pris en compte (dans cette étape réglementaire) pour la vérification du respect des exigences de confort thermique et d'économie d'énergie.**

| Eléments  |   | Familles d'éléments d'ouvrage                  | Domaines de performance   | Paramètres pris en compte dans la vérification du respect des exigences du présent dispositif               |
|---|---|--|---|---|
|    | Toiture, terrasse au dernier niveau   | Parois opaques                                 | Protection solaire  | Pouvoir isolant et réfléchissant des matériaux, couleur, présence d'un pare-soleil.                         |
|    | Murs extérieurs, façades, pignons   | Parois opaques                                 | Protection solaire  | Pouvoir isolant et réfléchissant des matériaux, couleur, ombre projetée, présence d'un pare soleil.         |
|    | Fenêtres, jalousies/nacos, impostes (ouvertures vers l'extérieur du logement) | baies  | Protection solaire, Ventilation naturelle pour le confort et pour l'hygiène | Type de vitrage, couleur des jalousies/nacos, surface libre, répartition par rapport aux pièces du logement |
|   | Ouvertures dans les parois internes au logement                               | portes de distribution, impostes, baies libres | Ventilation naturelle pour le confort                                       | Surface, disposition  |
|  | Pare soleil ventilés  | Parois opaques                                 | Protection solaire  | Présence de l'élément, couleur, efficacité d'évacuation de l'air chaud dans la lame d'air                   |



|   |   |                                    |  |   |
|---|---|------------------------------------|--|---|
|  | Pare soleil projetant de l'ombre, débords de toitures ou de balcon.     | Parois opaques et baies            | Protection solaire                                       | Présence de l'élément, dimensions, orientation                                    |
|  | Ventilation mécanique   | Equipements des pièces de services | Ventilation d'hygiène                                    | débit   |
|  | Ventilateur de plafond  | équipements                        | Ventilation de confort                                   | Présence de l'élément, positionnement   |
|  | Installation de production et distribution d'eau chaude sanitaire (ECS) | Equipements et distribution        | Production et distribution d'eau chaude sanitaire, santé | Source d'énergie (solaire privilégié), capacité, maîtrise de la température d'eau |

Enfin, s'agissant d'une réglementation visant la construction de logements neufs, il est apparu légitime (lors du comité interministériel de suivi du 25 février 2003), de rendre obligatoire l'installation des équipements nécessaires à la production et à la distribution d'eau chaude sanitaire notamment avec le recours aux énergies renouvelables (par exemple : chauffe-eau solaires).

### **Combinaison ventilation/protection solaire**

Comme présenté ci-avant, en climat chaud et humide le confort est assuré en ventilation naturelle grâce à la combinaison d'une protection solaire de l'enveloppe du bâtiment et des débits d'air importants. Aussi, un même niveau « cible » de confort peut être obtenu avec différentes configurations de la combinaison de ces deux facteurs.

La configuration proposée pour définir le niveau réglementaire est issue de la concertation avec les professionnels et les ministères concernés, elle s'équilibre selon les éléments suivants :

- a. Les débits d'air variant au cours de l'année en fonction du régime des vents et le « potentiel aérodynamique » d'un site pouvant être modifié en fonction de l'évolution de l'environnement proche du bâtiment (nouvelles constructions, croissance de la végétation ...), il est proposé que le dispositif repose sur une **priorité donnée à la protection solaire de l'enveloppe** qui a un caractère stable et pérenne dans le temps.
- b. La première proposition privilégiait la protection de la seule façade la plus exposée aux rayonnements solaires (façade ouest). Pour limiter les consommations d'énergie lors d'une éventuelle installation ultérieure de la climatisation dans certaines pièces du logement, **un niveau minimum renforcé, et généraliser à toutes les orientations**, de protection solaire des parois extérieures des pièces principales a été retenu, au regard du faible surcoût (de l'ordre de 0,5 % - cf. étude économique) par rapport à la proposition initiale. L'influence de l'orientation a été conservée et affinée (lors de la 2<sup>e</sup> concertation avec les professionnels locaux) dans la prise en compte des pare-soleil de type : débord de toiture ou de loggia.
- c. Afin d'assurer tout au long de l'année et dans tous les sites un niveau de confort satisfaisant, les seuils réglementaires proposés en matière de ventilation naturelle, ont été déterminés en prenant en compte les débits d'air correspondant aux configurations les plus défavorables ; ce qui par exemple se traduit par la non-différenciation entre les côtes « au vent » et les côtes « sous le vent ». Si les seuils réglementaires imposent de larges ouvertures, l'occupant conserve la possibilité de prévoir une régulation de la ventilation (avec des jalousies à lames mobiles par exemple) pour moduler les débits d'air lorsqu'il fait plus frais. Cependant, à la Réunion où la variation de la température avec l'altitude est très nette, une zone intermédiaire entre le littoral et les Hauts (de 400 à 800 m d'altitude) a pu être délimitée pour proposer des débits de ventilation de confort plus faibles (cette modification provient de la 2<sup>e</sup> concertation avec les professionnels locaux).

### **Protection solaire**

Le tableau p.8 a présenté les éléments d'ouvrage qui participent à la protection solaire du logement : les parois opaques et les baies en contact avec l'extérieur qui constituent l'enveloppe du bâtiment ainsi que les éléments architecturaux projetant de l'ombre sur les murs et leurs ouvertures.

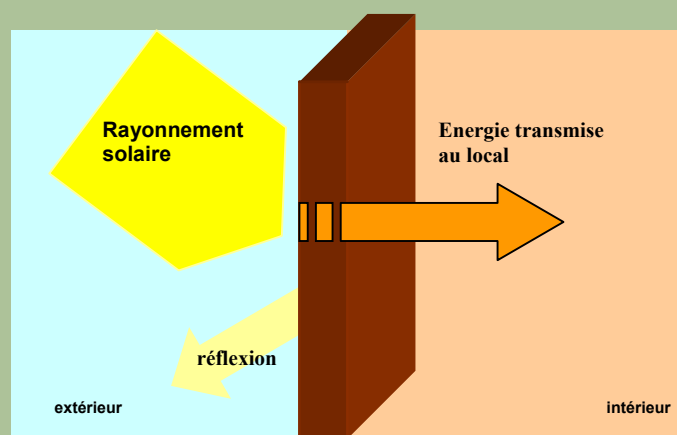
## 1. définition de l'exigence

Le niveau de protection solaire de l'enveloppe du bâtiment est évalué au moyen du **facteur solaire**. Le facteur solaire traduit la capacité de la paroi à limiter l'énergie solaire sous forme de chaleur qui entre dans le local (voir en complément encadré p. 11). Noté **S**, exprimé sans unité, il se détermine spécifiquement pour les parois opaques (voir §2 p.12 et §3 p.13) et pour les baies (§4p.14). La valeur maximale admissible du facteur solaire, noté **S<sub>max</sub>** est définie pour chaque type de paroi (opaque horizontale, verticale et baie vitrée ou à lames).

**Est alors considéré comme satisfaisant les exigences de protection solaire, tout bâtiment neuf situé en Guadeloupe, Guyane, Martinique et à la Réunion à une altitude inférieure ou égale à 800 mètres, pour lequel le maître d'ouvrage est en mesure de montrer que le facteur solaire de chaque paroi de l'enveloppe du bâtiment (parois opaques horizontales, parois opaques verticales et les baies extérieures) est inférieur ou égal au facteur solaire maximal admissible défini pour chaque paroi.**

Le respect de ces exigences pour les parois opaques, peut se faire de manière simplifiée (avec pas ou peu de calculs), par la vérification que les performances d'isolation des parois sont au moins égales aux exigences de **résistance thermique minimale (R<sub>mini</sub>)**. La résistance thermique d'une paroi, noté R<sub>th</sub>, exprimée en m<sup>2</sup>.K/W, traduit la faculté d'une paroi à limiter la transmission de chaleur entre la face externe et la face interne de cette paroi. Elle dépend de la constitution de la paroi, du pouvoir isolant des matériaux et de leur épaisseur. Des résistances thermiques minimales sont définies pour les parois opaques verticales et horizontales en contact avec l'extérieur (voir §2 p.12 et §3 p.13). La vérification R<sub>th</sub> ≥ R<sub>mini</sub> ne prend en compte ni la couleur de la paroi ni les dispositifs

### Définition du facteur solaire



L'énergie solaire arrivant sur la face externe d'une paroi est en partie réfléchiée et absorbée puis partiellement transmise dans le local suivant la masse et l'isolation thermique de cette paroi.

Le facteur solaire S est le rapport entre l'énergie transmise dans le local et l'énergie reçue sur la paroi. Ainsi, plus S est faible, plus la paroi protégera le logement du rayonnement solaire et meilleur sera le confort pour l'occupant.

Le facteur solaire dépend donc :

- Des pare-soleil, qui vont réduire la quantité d'énergie solaire reçue sur la paroi. On définit **C<sub>m</sub>** : le **coefficient de réduction du pare-soleil**, plus C<sub>m</sub> est faible, meilleur est le pare-soleil.
- De la capacité des matériaux de surface de la paroi à réfléchir l'énergie solaire. Cette capacité dépend de la couleur de la paroi, plus le matériau est réfléchissant, moins il y aura de chaleur issue du rayonnement solaire transmise dans le local. On définit le **coefficient d'absorption de la paroi** : **α**, plus la couleur est claire, plus α est faible et plus l'énergie solaire est réfléchiée.
- De l'effet d'isolation thermique d'un matériau qui découle de **sa conductivité λ** et de son **épaisseur e**. On définit la **résistance thermique du matériau R<sub>th</sub>** qui détermine la faculté de la paroi à limiter la transmission de l'énergie solaire, avec R<sub>th</sub>=e/λ.

**Calcul du facteur solaire d'une paroi opaque**

A l'aide des définitions de l'encadré précédent, le calcul du facteur solaire d'une paroi opaque comme indiqué en annexe du dispositif réglementaire se résume à :

$$S = \frac{0,074 * C_m * \alpha}{R_{th} + 0,20}$$

Par convention, le coefficient d'échange surfacique extérieur  $1/h_e$  est égal à  $0,074 \text{ m}^2.\text{K/W}$  et le coefficient d'échange surfacique intérieur  $1/h_i$  est égal à  $0,125 \text{ m}^2.\text{K/W}$ . Ces coefficients sont dus à des échanges par convection de part et d'autre de la paroi.  $0,20$  est la valeur approchée de  $(1/h_e + 1/h_i)$ .

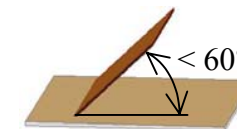
Rappel :  $C_m$  dépend des pare-soleil, ses valeurs sont indiquées en annexe du dispositif.  $R_{th}$  se calcule avec les caractéristiques des matériaux et les valeurs de  $\alpha$  peuvent se lire dans le tableau présent en annexe.

d'ombrage. Le respect de cette exigence de protection solaire est donc plus pénalisant que la méthode avec calcul du facteur solaire puisque bien évidemment il ne prend pas en compte tous les éléments du projets.

Le paragraphe 5 présente les caractéristiques thermiques retenues pour l'enveloppe des bâtiments situés dans les Hauts de la Réunion.

## 2. caractéristiques thermiques minimales des parois opaques horizontales en contact avec l'extérieur

Le terme « parois opaques horizontales » regroupe toutes les parois opaques dont l'angle avec le plan horizontal vu de l'intérieur est inférieur à  $60^\circ$  (voir figure ci-contre). Il s'agit ici, des parois horizontales supérieures : terrasses, toitures de pente inférieure à  $60^\circ$ ...



Pour un logement de plain-pied ou situé au dernier étage d'un immeuble, plus de la moitié des apports solaires proviennent de la toiture. Un facteur solaire peu élevé, pour les parois opaques horizontales est donc primordial.

La méthode permettant de calculer le facteur solaire d'une paroi opaque est définie en annexe du dispositif (voir p.28 et encadré explicatif p.12). Le calcul, simple, prend en compte :

- la couleur de la toiture ou de la terrasse (paramètre  $\alpha$ ),
- la constitution de la paroi, le type d'isolant et son épaisseur (résistance thermique de la paroi : paramètre  $R_{th}$ ),
- la présence d'un pare-soleil ventilé comme défini dans l'annexe 2 p.31 et dans l'encadré p.13.

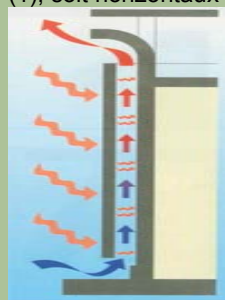
Par exemple, une bonne isolation (5 à 7 cm d'isolant de type laine de verre ou polystyrène) associée à un revêtement clair (doté d'un faible  $\alpha$ ) donne une protection solaire de toiture satisfaisante.

Le facteur solaire maximum admissible pour ce type de paroi noté  $S_{max}$  est défini dans le projet de réglementation (Tableau 1 p.21). Les valeurs de ce tableau résultent du souhait des professionnels locaux lors de la 2<sup>e</sup> concertation, de fixer un niveau plus exigeant que la proposition initiale,  $S_{max} = 0,03$  (ce qui correspond à un doublement de l'épaisseur d'isolant dans le cas de la laine de verre sous une toiture de couleur sombre par rapport à la première proposition à  $0,05$ ).

**Les pare-soleil**

Les pare-soleil protègent les murs ou les toitures des rayonnements solaires.

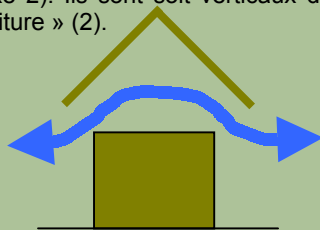
- Les pare-soleil ventilés forment une deuxième enveloppe à l'extérieur, décollée du mur et ouverte à ses extrémités supérieures et inférieures pour assurer une ventilation par convection permettant d'évacuer l'air chaud de la lame d'air et limiter ainsi l'absorption d'énergie par le mur du logement (cf. valeur par définition annexe 2). Ils sont soit verticaux devant un mur (1), soit horizontaux en « sur toiture » (2).



1

La prise en compte des pare-soleil verticaux a été introduite lors de la 2<sup>e</sup> concertation avec les professionnels locaux.

- Les auvents horizontaux, les casquettes, les stores extérieurs, les loggia ou encore les débords de toitures sont des pare-soleil horizontaux (ils projettent leur ombre sur les murs ou les baies). Leurs caractéristiques géométriques sont intégrées dans le rapport d/h (rapport de la longueur du débord sur la hauteur de la paroi protégée) pour les différents cas de figure présentés à l'ANNEXE 3 p.33. Suivant l'orientation des parois, ce rapport

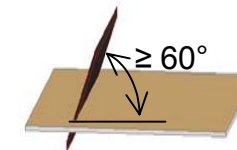


2

Le niveau minimal admissible de résistance thermique des parois horizontales est aussi défini (Tableau 1 p.21) afin de permettre la vérification de l'exigence de protection solaire des toitures de manière simplifiée.

### 3. caractéristiques thermiques minimales des parois opaques verticales en contact avec l'extérieur

Le terme « parois opaques verticales » regroupe toutes les parois opaques dont l'angle avec le plan horizontal vu de l'intérieur est égal ou supérieur à 60° (voir figure ci-contre). Il s'agit ici, par exemple des murs de façades, des pignons, ... Les niveaux de protection ne sont requis que pour les pièces principales (destinées au séjour et au sommeil).



Le calcul du facteur solaire S se fait de la même manière que pour les parois horizontales (voir p.28 et encadré explicatif p.12), mais il prend cette fois en compte :

- la couleur des murs ou des pare-soleil (paramètre  $\alpha$ ),
- la constitution de la paroi, le type d'isolant et son épaisseur (paramètre  $R_{th}$  appelé résistance thermique de la paroi),
- la présence d'un pare-soleil ventilé comme défini dans l'annexe 2 p.31 et dans l'encadré ci-contre,
- la présence de pare-soleil permettant de projeter leur ombre sur la paroi considérée (voir encadré p.13).

Le facteur solaire maximum admissible pour ce type de paroi noté  $S_{max}$  est défini dans le projet de réglementation (Tableau 1 p.21).

Le niveau minimal admissible de résistance thermique des parois opaques verticales est aussi défini (Tableau 1 p.21) afin de permettre la vérification de l'exigence de protection solaire des toitures de manière simplifiée.

#### 4. les baies en contact avec l'extérieur

Une baie est une ouverture ménagée dans une paroi extérieure (ou intérieure), elle peut assurer les fonction d'éclairage, de passage des personnes ou d'aération. Le terme baie englobe notamment les fenêtres, les jalousies, les nacos, les impostes, ... Une paroi transparente ou translucide<sup>5</sup> est également considérée comme une baie.

Le facteur solaire S d'une baie traduit, là encore, sa capacité à limiter le passage de l'énergie solaire (voir encadré p.11), pratiquement, il représente le rapport entre l'énergie solaire traversant une baie protégée (par des volets, des lames fixes ou mobiles, ...) et l'énergie qui traverserait la même baie libre de toute protection (un simple trou dans le mur).

Le dispositif proposé fixe un facteur solaire maximum admissible pour les baies des pièces principales :  $S_{max}$ . Ces niveaux admissibles variant d'un département à l'autre, ont été fixés suivant les caractéristiques climatiques en concertation avec les professionnels locaux. De plus, pour des raisons de confort thermique et d'économie d'énergie, le dispositif interdit les baies des pièces principales transparentes ou translucides dans le plan des parois horizontales (du type des fenêtres ci-contre).



En annexe du dispositif est présentée la méthode permettant de calculer le facteur solaire d'une baie (S) pour vérifier la validité d'un projet (voir p.29). Ce calcul simple prend en compte :

- le type de baie (jalousie, vitrage, ..., ou baie mixte),
- la couleur des lames lorsqu'il y en a (paramètre  $\alpha$ ),
- la présence de pare-soleil permettant de projeter leur ombre sur la baie considérée (voir encadré p.13),
- la présence de volets ou de stores (à intégrer au dispositif)

#### 5. cas des logements situés à plus de 800 mètres à la Réunion.

Le cas des Hauts de la Réunion correspond à une situation climatique différente, plus proche de la métropole. De ce fait, le dispositif réglementaire proposé vise, lorsque les locaux sont chauffés, à limiter les déperditions énergétiques de l'enveloppe au moyen d'une isolation minimale des parois. Pour traduire le fait que l'enveloppe est

<sup>5</sup> Une paroi est dite transparente ou translucide si son facteur de transmission lumineux (hors protection mobile éventuelle) est égal ou supérieur à 0,05. Dans le cas contraire, elle est dite opaque.

plus ou moins déperditive, on utilise le coefficient de transmission thermique U de la paroi, exprimé en  $W/m^2.K$  ; plus le U est faible, moins il y a de déperditions d'énergie et donc de frais de chauffage.

Le dispositif proposé fixe d'une part, la méthode pour déterminer le U, présentée en annexe du dispositif (voir p.29), et d'autre part, la valeur maximale admissible ( $U_{max}$ ) du coefficient U (Tableau 1 p.21).

De la même manière que pour les autres localités, le projet prévoit deux mode de preuve : la vérification  $U \leq U_{max}$  et une comparaison de la résistance thermique de la paroi avec la résistance thermique minimale admissible  $R_{th} \geq R_{mini}$ . Pour les baies des pièces principales, le dispositif proposé fixe un facteur solaire maximum admissible  $S_{max}$  plus élevé que pour les autres localités. De plus, ces baies doivent être étanches, être équipées d'un dispositif de fermeture et elles doivent être pourvues d'entrées d'air pour permettre le renouvellement d'air ou un dispositif d'insufflation d'air neuf doit exister dans ces pièces (cf. 2.ventilation d'hygiène, p.18).

## **6. cas des locaux climatisés – dispositions supplémentaires**

Pour les parois opaques horizontales ou verticales (pour les toitures et pour les murs extérieurs) les mêmes exigences sont imposées aux locaux climatisés ( $S \leq S_{max}$  ou  $R_{th} \geq R_{mini}$  ; et  $U \leq U_{max}$  pour les Hauts de la Réunion).

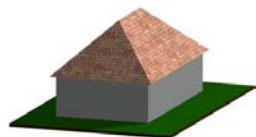
Le dispositif proposé fixe un facteur solaire maximum admissible  $S_{max}$  pour les baies des pièce principales climatisées, plus élevé que pour les locaux en ventilation naturelle et identique pour les quatre départements.

De plus, ces baies doivent être manœuvrables (position fermée en utilisation normale) et elles doivent être équipées d'entrées d'air pour permettre le renouvellement d'air des pièces climatisées ou un dispositif d'insufflation d'air neuf doit exister dans ces pièces.

*Bilan*

Les parois en contact avec l'extérieur doivent vérifier :  $S \leq S_{\max}$  ou  $R_{th} \geq R_{\min}$

- Pour les **parois opaques** du projet en contact avec l'extérieur :

**S**

- se calcule comme indiqué en annexe du dispositif en prenant en compte :
  - le type de paroi (notamment  $R_{th}$ )
  - la présence de pare-soleil (suivant le département et l'orientation)
  - la couleur des parois

**S<sub>max</sub>**

Fixé dans le dispositif réglementaire et identique pour toutes les orientations et pour les 4 DOM, excepté à la Réunion pour les altitudes supérieures à 800m où les parois opaques doivent vérifier  $U \leq U_{\max}$

- Pour les **baies** donnant sur l'extérieur :

**S**

- se calcule comme indiqué en annexe du dispositif en prenant en compte :
  - le type de baie
  - la présence de pare-soleil (suivant le type de protection, le département, l'orientation et la couleur)

**S<sub>max</sub>**

Fixé dans le dispositif réglementaire, identique pour toutes les orientations et pour les 4 DOM (sauf les Hauts de la Réunion et les logements climatisés pour lesquels l'exigence est renforcée)

- baies transparentes ou translucides dans le plan de la toiture interdites.



## Ventilation de confort et ventilation d'hygiène

La ventilation des logements est prise en compte pour deux aspects :

- sa contribution au confort : c'est le principe du présent dispositif et des conceptions en ventilation naturelle,
- sa contribution à l'hygiène en assurant des débits suffisants pour assurer l'évacuation des polluants.

Le tableau p. 8 a présenté les éléments d'ouvrage qui participent à la ventilation naturelle de confort du logement : les baies percées dans les parois en contact avec l'extérieur, les baies percées dans les parois internes du logement.

### 1. ventilation de confort.

**Calcul des surfaces des ouvertures**



On entend par « surface d'ouverture libre » la surface (vue de l'intérieur du logement) permettant le passage libre de l'air ( $S_1+S_2$  en orange), baies et lames orientables en position ouverte (l'épaisseur des lames orientables ou fixes est négligée dans le calcul de cette surface). Cette surface est exprimée en pourcentage de la surface de la paroi de la pièce ( $L*h$ ).

Pour assurer une vitesse d'air sur les occupants des pièces principales, le dispositif propose que les logements soient conçus de telle sorte que les pièces principales<sup>6</sup> puissent être toutes balayées par un ou des flux d'air provenant de l'extérieur du logement. Ces écoulements d'air doivent pouvoir être maintenus, c'est à dire qu'ils doivent pouvoir transiter par des baies pouvant rester en position ouverte (les portes doivent pouvoir rester ouvertes, les jalousies ou nacos doivent tenir en position ouvertes)<sup>7</sup>.

Pour que ce flux balaye efficacement les pièces principales, le dispositif définit :

- les configurations admissibles de logement pour permettre l'établissement et le maintien d'un ou plusieurs flux d'air,
- les surfaces minimales des ouvertures par lesquelles transitent les flux,
- les dispositions relatives aux ventilateurs de plafond :
  - branchements en attente imposés pour chaque pièce principale,

<sup>6</sup> Lorsqu'une cuisine ou une salle de bain est intégrée respectivement au séjour ou à la chambre, elles sont considérées comme pièces principales.

<sup>7</sup> Un tableau (à constituer) indiquera le taux d'ouverture obtenu avec des menuiseries type persienne projetable, volet ouvrant à la française,...

- fourniture obligatoire de ventilateur de plafond dans les pièces principales lorsque les exigences de ventilation ne sont pas compatibles avec le confort acoustique et lorsque les flux d'air extérieur ne sont pas suffisants.

Les dispositions de ventilateurs de plafond ne sont pas exigées pour les Hauts de la Réunion.

## **2. ventilation d'hygiène**

Pour l'aspect hygiène, le dispositif prévoit dans le cas général que la ventilation peut être assurée pièce par pièce, que la cuisine est dans tous les cas pourvue d'une ouverture sur l'extérieur et que pour les autres pièces de service, si elles ne disposent pas d'ouvertures sur l'extérieur suffisantes, des débits d'extraction minimum sont assurés au moyen d'une ventilation mécanique (par exemple une VMC : ventilation mécanique contrôlée).

Dans le cas des logements climatisés, une disposition d'extraction est de plus imposée pour toutes les pièces de service.

### **Equipements**

Pour l'eau chaude sanitaire, rendue obligatoire, le dispositif vise le recours aux énergies renouvelables (en particulier les installations solaires) et à défaut, il prescrit des principes de production économes en énergie en excluant notamment les appareils de production instantanée.

Pour les installations de climatisation, il est proposé l'installation de thermostats dans chaque pièce climatisée afin de limiter les consommations énergétiques (*d'autres dispositions seront rajoutées*).

Enfin, pour le cas des Hauts de la Réunion, les installations de chauffage, s'il en est prévu, doivent avoir recours aux énergies renouvelables ou à défaut être équipées de thermostats.

### **Impacts économiques du dispositif**

1) Les travaux de réflexion technique conduits par le CSTB, à la base de ces propositions, ont été accompagnés par une étude de leur impact économique, en 1999. La situation de référence prise en compte correspondait aux dispositions constructives applicables dans les DOM et l'analyse a porté sur les propositions initiales d'exigences qui ont été modifiées au cours de la concertation avec les professionnels locaux. Le détail de cette étude n'est pas

présenté dans le présent document du fait de cette évolution des propositions<sup>8</sup> (notamment le renforcement de l'exigence de protection solaire et l'allègement des surfaces minimales requises pour les ouvertures).

En synthèse, l'impact estimé pour la prise en compte du dispositif relatif au confort thermique et acoustique dans les bâtiments collectifs, se situe dans une fourchette de -0,51 à -0,1 % du coût des travaux. Cette moins-value estimée est la conséquence notamment de la proposition de suppression du niveau minimal d'isolement acoustique de façade de 30 dB vis à vis des bruits extérieurs. En effet, le respect de cet isolement nécessite la pose de menuiseries présentant des caractéristiques acoustiques renforcées d'une part et la mise en place d'un système assurant une ventilation permanente d'hygiène dans le logement fenêtres fermées (de type VMC).

2) Cependant, du fait du problème de mise en œuvre dans le contexte des DOM, la réglementation acoustique y est peu appliquée (voir document de travail ACOUSTIQUE). A la demande des ministères de l'équipement et de l'outre-mer, une évaluation de l'impact économique du dispositif a été confiée au Centre d'études techniques de l'équipement Méditerranée (CETE Méditerranée) en 2003, en prenant comme référence les pratiques constructives couramment rencontrées dans les DOM. Les hypothèses et les données de l'étude sont présentées à l'ANNEXE 4 p.35.

En matière de thermique, les surcoûts sont à prévoir au niveau de l'isolation des toitures et des murs ainsi qu'au niveau des installations électriques pour les ventilateurs de plafond. De plus, pour la Réunion, on peut également prévoir un surcoût important pour les menuiseries. En effet, les pratiques constructives sont plus proche de la métropole avec notamment l'emploi de fenêtres coulissantes qui n'offrent qu'une demi-surface pour la ventilation naturelle.

Du fait des incertitudes sur les prix des matériaux (isolants+branchements électriques des ventilateurs de plafond), et du fait de la taille variable des logements qui influe sur le nombre de branchements de ventilateurs de plafond, les surcoûts sont encadrés par une fourchette.

En synthèse, l'impact estimé pour la prise en compte du dispositif relatif au confort thermique se situe dans une fourchette de 1,5 à 2,5 % du coût des travaux pour les bâtiments collectifs aux Antilles et en Guyane et de 2,5 à 4 % à la Réunion.

---

<sup>8</sup> Référence de l'étude : CSTB, *éléments d'analyse de l'impact économique*, document n°DOM 99/6 bis.

## C - PROPOSITION DE DISPOSITIF REGLEMENTAIRE

Il est proposé que les bâtiments d'habitation neufs construits dans les départements d'Outre-mer respectent simultanément les conditions suivantes.

### Caractéristiques de l'enveloppe – protection solaire

#### 1. caractéristiques thermiques minimales des parois (hors bales) en contact avec l'extérieur

- Le facteur solaire<sup>9</sup>  $S$  des parois horizontales en contact avec l'extérieur<sup>10</sup> est inférieur ou égal à la valeur maximale admissible  $S_{max}$  précisée dans le Tableau 1 ci-dessous **ou** la résistance thermique  $R_{th}$ <sup>11</sup> de ces parois horizontales est supérieure ou égale à la valeur minimale admissible  $R_{mini}$  précisée dans le même Tableau 1 ci-dessous.

Pour les bâtiments d'habitation construits à la Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, le coefficient de transmission thermique  $U$  des parois horizontales en contact avec l'extérieur<sup>10</sup> est inférieur ou égal à la valeur maximale admissible  $U_{max}$  précisée dans le Tableau 1 ci-dessous **ou** la résistance thermique  $R_{th}$ <sup>11</sup> des parois horizontales est supérieure ou égale à la valeur minimale admissible  $R_{mini}$  précisée dans le même Tableau 1.

- Le facteur solaire  $S$ <sup>9</sup> des parois verticales en contact avec l'extérieur<sup>12</sup> des pièces principales est inférieur ou égal à la valeur maximale admissible  $S_{max}$  précisée dans le Tableau 1 ci-dessous **ou** la résistance thermique  $R_{th}$  des parois verticales des pièces principales est supérieure ou égale à la valeur minimale admissible  $R_{mini}$  précisée dans le même Tableau 1 ci-dessous.

Pour les bâtiments d'habitation construits à la Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, le coefficient de transmission thermique  $U$  des parois verticales en contact avec l'extérieur<sup>12</sup> est inférieur ou égal à la valeur maximale admissible  $U_{max}$  précisée dans le Tableau 1 ci-dessous **ou** la résistance thermique  $R_{th}$ <sup>11</sup> des parois verticales est supérieure ou égale à la valeur minimale admissible  $R_{mini}$  précisée dans le même Tableau 1.

<sup>9</sup> le mode de détermination du « facteur solaire » d'une paroi et d'un ensemble de parois est décrit en ANNEXE 1 p.28.

<sup>10</sup> il s'agit ici des parois horizontales supérieures (les toitures, les terrasses ...)

<sup>11</sup> la résistance thermique d'une paroi est égale au rapport de son épaisseur « e » à sa conductivité «  $\lambda$  »

<sup>12</sup> il s'agit ici des murs de façades, pignons ...

**Tableau 1 : facteur solaire admissible (et résistance thermique) pour les parois opaques**

| <b>PAROIS HORIZONTALES</b>                          |   |                       |            |                       |
|---|---|-----------------------|------------|-----------------------|
|   |   | $S_{max}$             | $R_{mini}$ | $U_{max}$             |
| Guyane, Guadeloupe, Martinique                      |   | 0,030                 | 1,7        | <b>Pas d'exigence</b> |
| Réunion   | altitude inférieure ou égale à 800 mètres | 0,030                 | 1,7        | <b>Pas d'exigence</b> |
|   | altitude supérieure à 800 mètres          |                       | 1,7        | 0,526                 |
| <b>PAROIS VERTICALES DES PIECES PRINCIPALES</b>     |   |                       |            |                       |
|   |   | $S_{max}$             | $R_{mini}$ | $U_{max}$             |
| Guyane, Guadeloupe, Martinique                      |   | 0,091                 | 0,3        | <b>Pas d'exigence</b> |
| Réunion   | altitude inférieure ou égale à 800 mètres | 0,091                 | 0,3        | <b>Pas d'exigence</b> |
|   | altitude supérieure à 800 mètres          | <b>Pas d'exigence</b> | 0,3        | 2                     |
| <b>AUTRES PAROIS VERTICALES</b>                     |   |                       |            |                       |
|   |   | $S_{max}$             | $R_{mini}$ | $U_{max}$             |
| Réunion (altitude supérieure ou égale à 800 mètres) |   | <b>Pas d'exigence</b> | 0,3        | 2                     |

## 2. caractéristiques thermiques minimales des baies

- Le facteur solaire  $S^{13}$  de toutes les baies du logement en contact avec l'extérieur est inférieur ou égal à la valeur maximale admissible  $S_{max}$  précisée dans le Tableau 2 ci-dessous. Sont exclues toutes les baies des pièces de services dont les surfaces sont inférieures à 0.5 m<sup>2</sup>.

Tableau 2 : facteur solaire maximum pour les baies

|                                | $S_{max}$   |      |
|--------------------------------|---|------|
| Guyane, Guadeloupe, Martinique | 0,58  |      |
| Réunion                        | altitude inférieure ou égale à 800 mètres                   | 0,58 |
|                                | altitude supérieure à 800 mètres (baies en position fermée) | 0,25 |

- A l'exception des bâtiments d'habitation construits à la Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, les baies des logements, transparentes ou translucides, en contact avec l'extérieur, dans le plan des parois horizontales<sup>14</sup> sont interdites.
- Pour les bâtiments d'habitation construits à la Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, les menuiseries des baies des pièces principales présentent un classement d'étanchéité à l'air au moins de classe 1 au sens de la norme NF EN 12207. Les menuiseries ou les façades des pièces principales sont équipées d'entrée d'air pour permettre le renouvellement d'air conformément au paragraphe 2.2 « Dispositions particulières pour les logements climatisés ou comportant des zones climatisés » p.26, ci-après.

<sup>13</sup> le mode de détermination du « facteur solaire » d'une baie est décrit en ANNEXE 1 p.28.

<sup>14</sup> Cf. annexe 2 – définitions

### 3. dispositions supplémentaires pour les logements climatisés ou comportant des zones climatisés

- Les dispositions du paragraphe « 1. caractéristiques thermiques minimales des parois (hors baies) en contact avec l'extérieur », p.20 doivent être respectées
- le facteur solaire S des baies des pièces principales climatisées est inférieur ou égal à la valeur maximale admissible  $S_{max}$  précisée dans le Tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : facteur solaire maximum pour les baies (locaux climatisés)

|   | $S_{max}$ |
|---|-----------|
| Guyane, Guadeloupe, Martinique, Réunion<br>(baies en position fermée) | 0,25      |

- Les baies des pièces principales climatisées doivent être manœuvrables (position fermée en utilisation normale) ; conformément au paragraphe 2.2 « Dispositions particulières pour les logements climatisés ou comportant des zones climatisés » p.26, ci-dessous, les pièces principales climatisées doivent être dotées d'un système présentant une amenée d'air neuf (bouche en façade ou dispositif d'insufflation).
- Les baies des logements, transparentes ou translucides, ouvrant sur l'extérieur, dans le plan des parois horizontales sont interdites<sup>14</sup>.

## Ventilation

Les dispositions ci-dessous visent à déterminer les conditions minimales admissibles permettant la ventilation des logements climatisés ou non pour satisfaire aux besoins d'hygiène et de confort des occupants.

### 1. ventilation de confort

#### 1.1 ventilation naturelle

Afin d'assurer une vitesse d'air minimale sur les occupants, alors même que les dispositifs mobiles de protection solaire sont déployés conformément aux exigences précédemment établies, les pièces principales doivent pouvoir être balayées par au moins un flux d'air extérieur continu.

Un flux d'air est un écoulement de l'air à travers un local, engendré par un différentiel de pression de l'air sur les parois. Le balayage des pièces principales est conditionné par 3 caractéristiques.

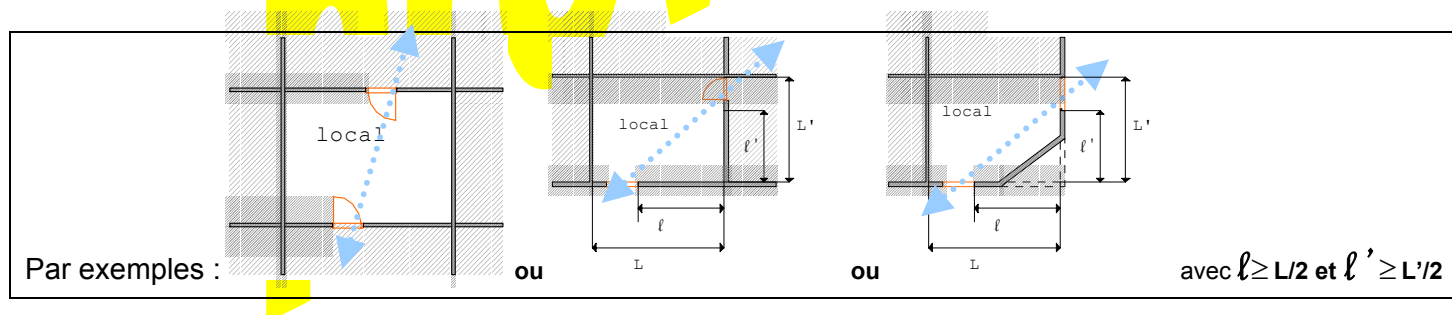
- Le ou les flux qui balaye(nt) au moins une pièce principale ne peu(ven)t pas traverser un local abritant les WC.

- à l'échelle du logement, chaque flux doit pouvoir être maintenu entre des ouvertures particulières percées dans au moins deux parois en contact avec l'extérieur ayant des expositions différentes. La surface des ouvertures<sup>15</sup> des parois en contact avec l'extérieur doit être supérieure ou égale à la valeur minimale admissible (exprimée par rapport à la surface de la paroi) précisée dans le tableau ci-dessous et ne doit pas être inférieure à 1 m<sup>2</sup>.

Tableau 4 : surfaces minimales admissibles des ouvertures extérieures

|            |                                      | Surface minimale admissible des ouvertures en % de la surface de la paroi extérieure <sup>16</sup> |
|------------|--------------------------------------|--|
| Guyane     |                                      | 25%  |
| Guadeloupe |                                      | 20%  |
| Martinique |                                      | 20%  |
| Réunion    | altitude inférieure à 400 mètres     | 20%  |
|            | altitude comprise entre 400 et 800 m | 15%  |
|            | altitude supérieure à 800            | Pas d'exigence   |

- à l'échelle d'un local : un flux balaye un local lorsqu'il est maintenu entre des ouvertures particulières à chaque flux, percées dans deux parois, opposées ou latérales. Dans ce dernier cas, les percements par lesquels transite le flux doivent être éloignés du sommet de l'angle formé par les directions des parois d'une distance au moins égale à la moitié de la distance maximale, comptée horizontalement, entre tout point de la paroi percée et le sommet de l'angle précité. La surface des ouvertures<sup>17</sup> des parois internes doit être supérieure à la plus petite des 2 surfaces des ouvertures percées dans les parois en contact avec l'extérieur par laquelle transite le même flux. De plus, les ouvertures intérieures des parois des pièces de service doivent être obturables.



<sup>15</sup> La surface des ouvertures est la surface vue de l'intérieur de la pièce permettant le passage libre de l'air, baies et lames orientables en position ouverte (l'épaisseur des lames orientables ou fixes est négligée dans le calcul de cette surface).

<sup>16</sup> La surface de la paroi extérieure est la surface de la paroi en contact avec l'extérieur du logement vue de l'intérieur de la pièce principale.

<sup>17</sup> La surface des ouvertures est la surface vue de l'intérieur de la pièce permettant le passage libre de l'air, baies, portes, impostes et lames orientables en position ouverte.

## 1.2 Ventilateurs de plafond

Pour permettre de compléter la « ventilation naturelle » des logements notamment lorsqu'elle est inopérante ou insuffisante :

a. Les pièces principales des logements sont équipées d'une attente pour permettre l'installation d'un ventilateur de plafond<sup>18</sup> ; les pièces principales de surface supérieure à 30 m<sup>2</sup> sont équipées de deux attentes.

b. Les pièces principales sont équipées de ventilateur de plafond lorsque :

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

Pour les bâtiments d'habitation construits à la Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, il n'est pas demandé d'équipements de ventilateurs de plafond dans les pièces principales.

## 1.3 Exemples de type de conception conforme à ces dispositions

Lorsque les surfaces minimales des ouvertures sont respectées :

|  | Présence de ventilateurs de plafond |
|--|-------------------------------------|
| Toutes les pièces principales à double orientations  | non                                 |
| Pièces principales ventilées par les dégagements et/ ou pièces de services<br>Flux dans le sens du vent dominant                   | non                                 |
| Pièces principales ventilées par les dégagements et/ ou pièces de services<br>Flux perpendiculaire à la direction du vent dominant | oui                                 |
| Pièces principales ventilées par d'autres pièces principales et des dégagements ou pièces de services                              | oui                                 |

<sup>18</sup> on entend par « attente pour permettre l'installation d'un ventilateur de plafond » la pose en plafond d'un dispositif d'accrochage mécanique pour un ventilateur à pales horizontales de diamètre au moins égal à 0,80 m, muni de son alimentation électrique et d'un organe de commande pour la mise en rotation du ventilateur.



## 2. ventilation d'hygiène

### 2.1 Cas général

La ventilation d'hygiène est assurée dans les conditions suivantes :

#### 2.1.1 cuisine

- La cuisine présente une baie ouvrant sur l'extérieur de surface d'ouverture libre minimale de 1 m<sup>2</sup> dont au moins 0,2 m<sup>2</sup> est situé à une hauteur au moins égale à 2 mètres au-dessus du sol fini

**ou**

La cuisine présente une baie ouvrant sur l'extérieur et est équipée d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de :

- 75 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 1 et 1 bis
- 90 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 2
- 105 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 3
- 120 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 4
- 135 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 5 et plus

#### 2.1.2 salle de bains

- La salle de bain présente une baie ouvrant sur l'extérieur de surface d'ouverture libre minimale 0,3 m<sup>2</sup>

**ou**

La salle de bains est équipée d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de 60 m<sup>3</sup>/h

#### 2.1.3 toilettes

- Les toilettes présentent une baie ouvrant sur l'extérieur de surface d'ouverture libre minimale 0,15 m<sup>2</sup>

**ou**

Les toilettes sont équipées d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de 30 m<sup>3</sup>/h

#### 2.1.4 *Autres dispositions*

- Un passage libre de hauteur minimale égale à 2 cm (ou équivalent) est ménagé sous les portes intérieures sur toute leur largeur

### 2.2 **Dispositions particulières pour les logements climatisés ou comportant des zones climatisés**

La ventilation d'hygiène est assurée dans les conditions suivantes :

#### 2.2.1 *cuisine*

- La cuisine présente une baie ouvrant sur l'extérieur **et** est équipée d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de :
  - 75 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 1 et 1 bis
  - 90 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 2
  - 105 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 3
  - 120 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 4
  - 135 m<sup>3</sup>/h pour un logement de type 5 et plus

#### 2.2.2 *salle de bains*

- La salle de bains est équipée d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de 60 m<sup>3</sup>/h

#### 2.2.3 *toilette*

- Les toilettes sont équipées d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de 30 m<sup>3</sup>/h

#### 2.2.4 *Autres dispositions*

- Un passage libre de hauteur minimale égale à 2 cm (ou équivalent) est ménagé sous les portes intérieures sur toute leur largeur.
- Il existe une porte de séparation entre pièces principales climatisées et parties non climatisées du logement.
- Les menuiseries ou les façades des pièces principales climatisées sont équipées d'entrée d'air ou il existe un dispositif d'insufflation d'air neuf dans les pièces principales climatisées afin d'assurer des débits minimum d'admission de 25 m<sup>3</sup>/h pour chaque chambre climatisées et 60 m<sup>3</sup>/h pour le séjour.

### 2.3 Cas des logements situés dans des secteurs affectés par le bruit des transports terrestres et des aéroports

Pour les habitations exceptionnellement admises dans les zones exposées au bruit des aéroports et pour les habitations dont :

- les chambres doivent présenter un isolement vis-à-vis des transports terrestres au moins égal à 35 dB,  
ou
- les pièces principales doivent présenter un isolement vis-à-vis des transports terrestres au moins égal à 40 dB,  
ou
- les pièces principales et la cuisine doivent présenter un isolement vis-à-vis des transports terrestres au moins égal à 45 dB.

Il faut appliquer les dispositions du 2.2 ci-dessus.

### Equipements

- Les bâtiments d'habitation sont équipés d'une installation de production et de distribution d'eau chaude sanitaire collective ou individuelle alimentant la cuisine et la salle d'eau
- Les installations de production d'eau chaude sanitaire sont constituées d'un chauffe-eau solaire individuel ou collectif, d'une installation de combustion de matériaux renouvelables ou à défaut d'une installation de production à effet Joule ou à combustibles fossiles.

Les appareils de production à effet Joule devront être équipés d'un ballon de stockage de capacité minimale égale à 100 litres.

Les appareils de production à combustibles fossiles devront être équipés d'un ballon de stockage de capacité minimale égale à 30 litres.

- Pour les bâtiments d'habitation construits à la Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres s'ils sont équipés d'installations de chauffage à effet Joule ou à combustibles fossiles, celles-ci sont munies de thermostats.
- S'il y a lieu, les équipements de climatisation permettent d'obtenir une température résultante interne, au centre de la pièce, qui, d'une part ne peut pas être inférieure à 25°C lorsque la température extérieure est supérieure à cette valeur, et d'autre part, ne peut pas présenter un écart maximum de X°C avec la température extérieure.

## ANNEXE 1

### Facteur solaire des parois horizontales et verticales

Le facteur solaire des parois horizontales et verticales S a pour valeur<sup>19</sup> :  $S = \frac{0,074 * C_m * \alpha}{R_{th} + 0,20}$

où :  $C_m$  est un coefficient de réduction correspondant aux pare-soleil dont les valeurs sont précisées dans le Tableau 5 ci-après ;

$\alpha$  est le coefficient d'absorption de la paroi dont les valeurs, fonction de sa couleur, sont précisées dans le Tableau 6 ci-après (lorsque la paroi est protégée par un pare-soleil ventilé<sup>20</sup>, c'est le  $\alpha$  du pare-soleil qui permet de calculer le facteur solaire)

$R_{th}$  est la résistance thermique de la paroi ;

Pour un ensemble de parois, le facteur solaire S est égal à la moyenne pondérée par les surfaces de ces parois des valeurs de leurs facteurs solaires, ces surfaces étant celles vues de l'intérieur du logement.

**Tableau 5**

#### **Parois horizontales**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Avec pare-soleil ventilé <sup>20</sup> | Autres cas                  |
| <b><math>C_m = 0,3</math></b>          | <b><math>C_m = 1</math></b> |

#### **Parois verticales**

|                          | Orientation <sup>21</sup> | Avec<br>pare-soleil<br>ventilé <sup>20</sup> | Sans<br>pare-<br>soleil     | Avec pare-soleil horizontal de valeur $d/h$ <sup>22</sup> |                                |                                |                                |
|--------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                          |                           |  |                             | $d/h \geq 0,25$   | $d/h \geq 0,5$                 | $d/h \geq 0,75$                | $d/h = 1$                      |
| Guyane                   | Est/Nord/Sud              | <b><math>C_m = 0,3</math></b>                | <b><math>C_m = 1</math></b> | <b><math>C_m = 0,65</math></b>                            | <b><math>C_m = 0,50</math></b> | <b><math>C_m = 0,35</math></b> | <b><math>C_m = 0,30</math></b> |
|                          | Ouest                     | <b><math>C_m = 0,3</math></b>                | <b><math>C_m = 1</math></b> | <b><math>C_m = 0,70</math></b>                            | <b><math>C_m = 0,50</math></b> | <b><math>C_m = 0,35</math></b> | <b><math>C_m = 0,30</math></b> |
| Guadeloupe<br>Martinique | Est/Nord                  | <b><math>C_m = 0,3</math></b>                | <b><math>C_m = 1</math></b> | <b><math>C_m = 0,65</math></b>                            | <b><math>C_m = 0,50</math></b> | <b><math>C_m = 0,40</math></b> | <b><math>C_m = 0,35</math></b> |
|                          | Sud/Ouest                 | <b><math>C_m = 0,3</math></b>                | <b><math>C_m = 1</math></b> | <b><math>C_m = 0,70</math></b>                            | <b><math>C_m = 0,45</math></b> | <b><math>C_m = 0,30</math></b> | <b><math>C_m = 0,25</math></b> |
| Réunion                  | Est/Sud                   | <b><math>C_m = 0,3</math></b>                | <b><math>C_m = 1</math></b> | <b><math>C_m = 0,65</math></b>                            | <b><math>C_m = 0,50</math></b> | <b><math>C_m = 0,40</math></b> | <b><math>C_m = 0,35</math></b> |
|                          | Nord/Ouest                | <b><math>C_m = 0,3</math></b>                | <b><math>C_m = 1</math></b> | <b><math>C_m = 0,70</math></b>                            | <b><math>C_m = 0,45</math></b> | <b><math>C_m = 0,30</math></b> | <b><math>C_m = 0,25</math></b> |

<sup>19</sup> Par convention,  $h_e$  est le coefficient d'échange surfacique extérieur,  $h_i$  le coefficient d'échange surfacique intérieur.  $1/h_e$  est égal à  $0,074 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ,  $1/h_i$  est égal à  $0,125 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ .  $0,20$  est approximativement égal à  $(1/h_e + 1/h_i)$ .

<sup>20</sup> Les définitions d'un pare-soleil ventilé pour une paroi horizontale ou verticale figurent en annexe 2.

<sup>21</sup> La définition des orientations figure en annexe 2.

<sup>22</sup> « d » est le débord de toiture, « h » est la hauteur de la paroi protégée. On trouvera en annexe 3 le mode de détermination de « d » et de « h »

Tableau 6

|                     | catégorie  |   |   |  |
|---------------------|--|---|---|--|
|                     | claire<br>(blanc, jaune,<br>orange, rouge clair) | moyenne<br>(rouge sombre, vert<br>clair, bleu clair, gris<br>clair) | sombre<br>(brun, vert sombre,<br>bleu vif, gris<br>moyen) | noire<br>(noir, brun sombre,<br>bleu sombre, gris<br>sombre) |
| Parois horizontales | $\alpha = 0,6$                                   | $\alpha = 0,6$  | $\alpha = 0,8$  | $\alpha = 1,0$   |
| Parois verticales   | $\alpha = 0,4$                                   | $\alpha = 0,6$  | $\alpha = 0,8$  | $\alpha = 1,0$   |

### Coefficient de transmission thermique des parois

Le coefficient U d'une paroi a pour valeur :

$$U = \frac{1}{R_{th} + 0,20} \text{ où } R_{th} \text{ est la résistance thermique de la paroi}$$

Pour une paroi composée d'un ensemble d'éléments de parois, la valeur moyenne de U, est égale à la moyenne pondérée par les surfaces de ces parois, des valeurs de leurs coefficients U, ces surfaces étant celles vues de l'intérieur du logement.

### Facteur solaire des baies (à préciser)

#### 1. baies des pièces principales de logements non climatisés ou de pièces principales non climatisés

- Le facteur solaire d'une baie constituée de lames orientables a pour valeur :
  - si  $\tau < 0,1$  :  $S = 0,1 + 0,5 \cdot \alpha(\tau + 0,9)$
  - si  $\tau \geq 0,1$  :  $S = \tau + 0,5 \cdot \alpha$

où :  $\tau$  est le taux de transmission énergétique en courtes longueurs d'onde des lames<sup>23</sup>  
 $\alpha$  est le taux d'absorption dont les valeurs sont précisées dans le Tableau 6 ci-avant
- le facteur solaire de la partie ouvrante d'une baie sans protection solaire est égal à 1
- le facteur solaire de la partie fixe d'une baie est déterminé par application des règles Th S (à modifier)

<sup>23</sup> pour information il est rappelé que  $\tau$  est égal à 0,83 pour une lame de verre claire de 4 mm et à 0 pour une lame opaque

- Pour les bâtiments d'habitation construits à la Réunion à une altitude supérieure à 800 mètres, le facteur solaire des baies est déterminé par application des règles Th S. (à modifier)
- Le facteur solaire S d'une baie équipée d'un pare soleil a pour **valeur (à compléter pour intégrer d'autres dispositifs : volets, stores, pare-soleil verticaux)** :  
 $S = C_m \cdot S_{\text{sans pare soleil}}$  (où  $S_{\text{sans pare soleil}}$  est le facteur solaire de la baie sans pare soleil et  $C_m$  est un coefficient de réduction correspondant au pare soleil dont les valeurs sont précisées dans le **Tableau 7** ci-après).

**Tableau 7**

|                          | Orientation | Sans pare soleil         | Avec pare soleil horizontal de valeur d/h <sup>24</sup> |                             |                             |                             |
|--------------------------|-------------|--------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                          |             |                          | d/h ≥ 0,25  | d/h ≥ 0,5                   | d/h ≥ 0,75                  | d/h = 1                     |
| Guyane                   | Est/Nord    | <b>C<sub>m</sub> = 1</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,65</b>                             | <b>C<sub>m</sub> = 0,50</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,35</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,30</b> |
|                          | Sud/Ouest   | <b>C<sub>m</sub> = 1</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,70</b>                             | <b>C<sub>m</sub> = 0,50</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,35</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,30</b> |
| Guadeloupe<br>Martinique | Est/Nord    | <b>C<sub>m</sub> = 1</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,65</b>                             | <b>C<sub>m</sub> = 0,50</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,40</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,35</b> |
|                          | Sud/Ouest   | <b>C<sub>m</sub> = 1</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,70</b>                             | <b>C<sub>m</sub> = 0,45</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,30</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,25</b> |
| Réunion                  | Est/Sud     | <b>C<sub>m</sub> = 1</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,65</b>                             | <b>C<sub>m</sub> = 0,50</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,40</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,35</b> |
|                          | Nord/Ouest  | <b>C<sub>m</sub> = 1</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,70</b>                             | <b>C<sub>m</sub> = 0,45</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,30</b> | <b>C<sub>m</sub> = 0,25</b> |

- Pour une baie constituée d'éléments de facteur solaire différent, la valeur du facteur solaire moyen S est égale à la moyenne pondérée par les surfaces de ces éléments des valeurs de leurs facteurs solaires S. Dans ce calcul, on néglige les effets de l'encadrement.

**2. baies des pièces principales de logements climatisés ou de pièces principales climatisés**

- le facteur solaire est déterminé par application des règles Th S
- Le facteur solaire S d'une baie équipée d'un pare soleil a pour valeur :  
 $S = C_m \cdot S_{\text{sans pare soleil}}$  (où  $S_{\text{sans pare soleil}}$  est le facteur solaire de la baie sans pare soleil et  $C_m$  est un coefficient de réduction correspondant au pare soleil dont les valeurs sont précisées dans le **Tableau 7** ci-avant)
- Pour une baie constituée d'éléments de facteur solaire différent, la valeur du facteur solaire moyen S est égale à la moyenne pondérée par les surfaces de ces éléments des valeurs de leurs facteurs solaires S. Dans ce calcul, on néglige les effets de l'encadrement.

<sup>24</sup> « d » est le débord de toiture, « h » est la hauteur de la paroi protégée. On trouvera en annexe 3 le mode de détermination de « d » et de « h »

## ANNEXE 2

### définitions

- **Paroi verticale ou horizontale**

Une paroi est dite verticale lorsque l'angle de cette paroi vue de l'intérieur avec le plan horizontal est égal ou supérieur à 60 degrés, elle est dite horizontale lorsque cet angle vu de l'intérieur est inférieur à 60 degrés.

- **Baie**

Une baie est une ouverture ménagée dans une paroi extérieure ou intérieure au logement servant à l'éclairage, le passage ou l'aération. Une paroi transparente ou translucide est considérée comme une baie.

- **Paroi transparente ou translucide**

Une paroi est dite transparente ou translucide si son facteur de transmission lumineuse (hors protection mobile éventuelle) est égal ou supérieur à 0,05. Dans le cas contraire, elle est dite opaque.

- **Pare soleil ventilé**

- Cas des parois horizontales :

On considère qu'une paroi horizontale est pourvue d'un pare soleil ventilé quand le taux d'ouverture (surface d'ouverture libre rapportée à la surface de la paroi) est au moins égal à 5 %. Les ouvertures doivent être réparties sur des orientations opposées et de préférence au vent et sous le vent.

- Cas des parois verticales :

On considère qu'une paroi verticale est pourvue d'un pare soleil ventilé quand les trois conditions suivantes sont simultanément satisfaites :

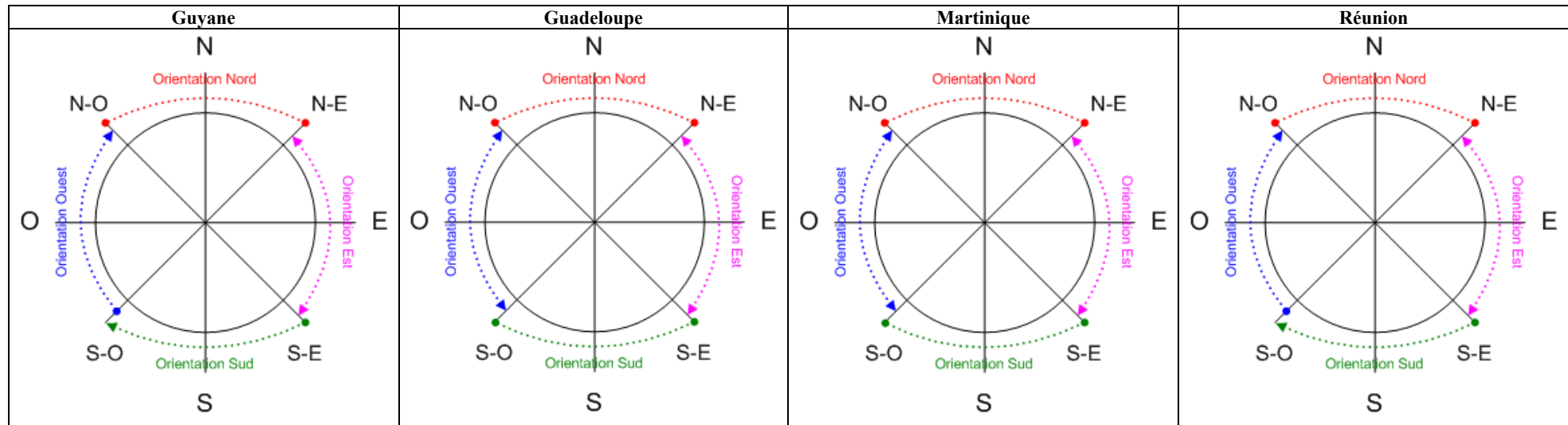
- Le taux d'ouverture (surface d'ouverture libre rapportée à la surface de la paroi) à l'extrémité basse de la paroi est au moins égal à 3%,
- Le taux d'ouverture (surface d'ouverture libre rapportée à la surface de la paroi) en l'extrémité haute de la paroi est au moins égal à 3%,
- La distance horizontale séparant la face intérieure du pare soleil et la face extérieure de la paroi est telle que, sur toute la hauteur de la paroi, une surface horizontale libre au moins égale à 3% de la surface de la paroi soit ménagée pour assurer le passage de l'air.

Nota : la couleur à prendre en compte pour la détermination du coefficient  $\alpha$  pour le calcul du facteur solaire des parois opaques verticales S est celle de la face externe du pare soleil (et non celle de la paroi protégée).

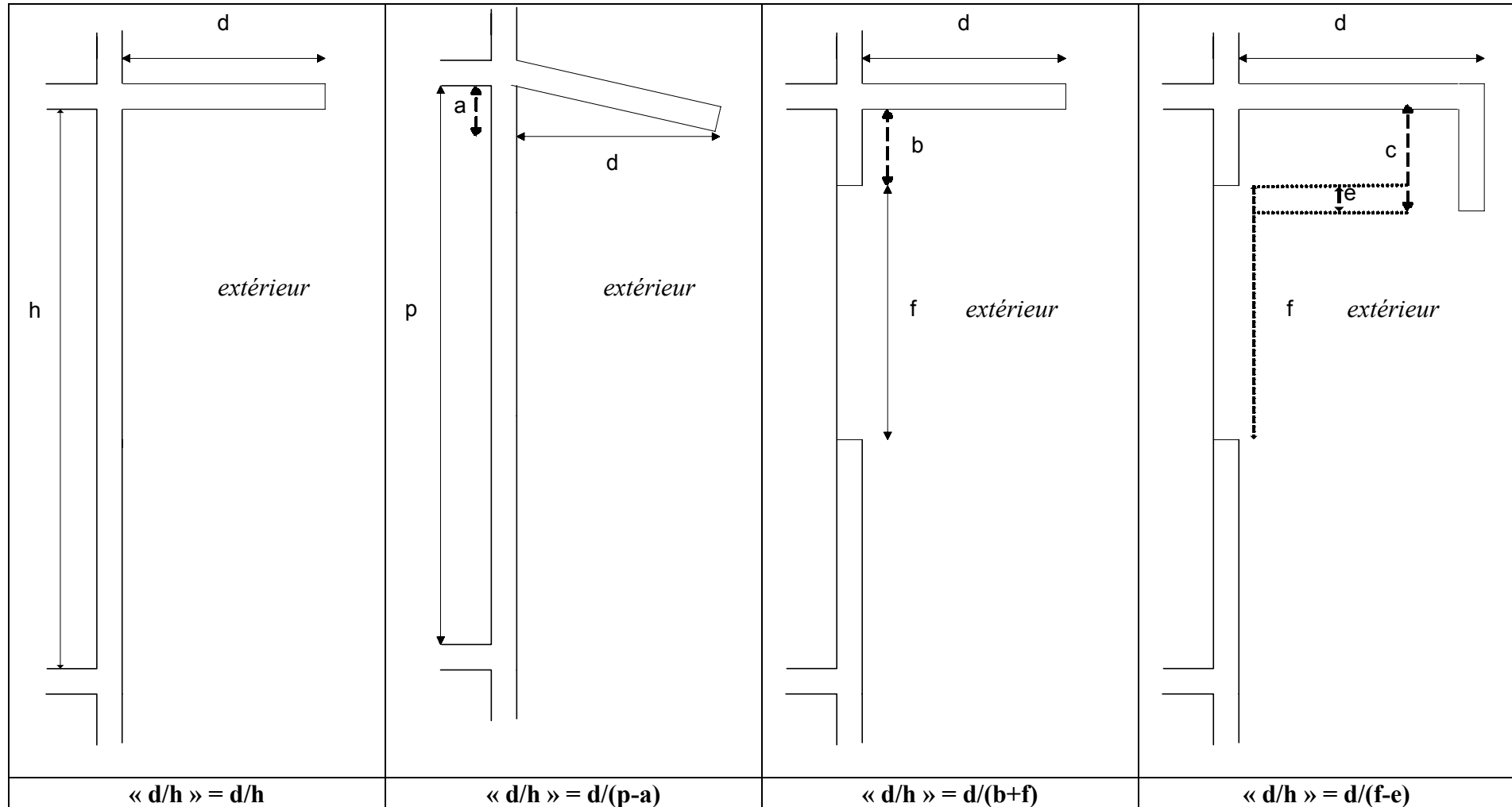
• Orientation

|                                  | Orientation « sud »   | Orientation « ouest »   | Orientation « nord »   | Orientation « est »   |
|----------------------------------|---|---|--|---|
| <b>Guyane</b>                    | L'orientation « sud » est toute orientation comprise entre le sud-est et le sud-ouest en passant par le sud, y compris l'orientation sud-est.                 | L'orientation « ouest » est toute orientation comprise entre le nord-ouest et le sud-ouest en passant par l'ouest, l'orientation nord-ouest étant exclue                  |  |   |
| <b>Guadeloupe<br/>Martinique</b> | L'orientation « sud » est toute orientation comprise entre le sud-est et le sud-ouest en passant par le sud, y compris les orientations sud-est et sud-ouest. | L'orientation « ouest » est toute orientation comprise entre le nord-ouest et le sud-ouest en passant par l'ouest, les orientations nord-ouest et sud-ouest étant exclues | L'orientation « nord » est toute orientation comprise entre le nord-est et le nord-ouest en passant par le nord, y compris les orientations nord-est et nord-ouest | L'orientation « est » est toute orientation comprise entre le nord-est et le sud-est en passant par l'est, les orientations nord-est et sud-est étant exclues |
| <b>Réunion</b>                   | L'orientation « sud » est toute orientation comprise entre le sud-est et le sud-ouest en passant par le sud, y compris l'orientations sud-est.                | L'orientation « ouest » est toute orientation comprise entre le nord-ouest et le sud-ouest en passant par l'ouest, l'orientation nord-ouest étant exclue                  |  |   |





**ANNEXE 3**



## ANNEXE 4

Le Centre d'études techniques de l'équipement Méditerranée (CETE Méditerranée) a conduit, à la demande des ministères de l'équipement et de l'outre-mer, une évaluation de l'impact économique du dispositif envisagé.

### 1. hypothèses de travail et éléments de méthode

Cette évaluation a été menée sur la base d'une opération de 90 logements collectifs construite en Guyane dont les plans et le Devis Quantitatif Estimatif (DQE) ont été pris comme référence. Les caractéristiques de cette opération sont les suivantes :

- ✓ 90 logements LLS (4 bâtiments en R+3)
- ✓ logements moyens et situés entre T3 et T4
- ✓ surface habitable moyenne 84.7 m<sup>2</sup> dont 12 m<sup>2</sup> de terrasse
- ✓ coûts bâtiment (hors honoraire) actualisé 2000 → 5M€ 32.9 MF (650 €/m<sup>2</sup> shab 4300 F/m<sup>2</sup>)
- ✓ coût moyen du logement

La démarche a consisté à modifier en tant que de besoin les caractéristiques de l'opération pour respecter les seuils réglementaires envisagés puis de chiffrer les évolutions des coûts découlant de cette mise à niveau. La comparaison entre le coût « mis à jour » et le coût figurant sur le DQE fournit alors une estimation en ordre de grandeur de l'impact économique du dispositif dans le contexte guyanais. Une extrapolation aux contextes des autres départements a été faite, dans l'attente de disposer de projets réels sur lesquels la démarche décrite ici pourra être conduite.

Il est important de noter que, du point de vue du CETE Méditerranée, l'évaluation découlant de cet exercice constitue vraisemblablement une estimation « par excès » car les coûts additionnels ont été chiffrés comme dans le cas de « travaux supplémentaires », c'est à dire sans optimisation dès le stade du projet des dispositions architecturales et constructives vis-à-vis des seuils réglementaires proposés. Le surcoût réel ne pourra apparaître que lorsque les opérations programmées et conçues avec les nouvelles règles seront confrontés aux offres de prix.

### 2. Isolation thermique

#### isolation des combles

Plusieurs solutions possibles dont la plus simple et la moins coûteuse, consiste à dérouler 8 à 10 cm de laine de verre dans les combles. Cet ouvrage n'existe pas dans le DQE de l'opération, nous donnons quelques références :

**BATIPRIX 2000 : 6,63 €/m<sup>2</sup> (43.51 F/m<sup>2</sup>) pour 8 cm de laine de verre et 7,36 €/m<sup>2</sup> (48.28 F/m<sup>2</sup>) pour 10cm**  
**CSTB<sup>25</sup> : 7,62 €/m<sup>2</sup> (50 F/m<sup>2</sup>)**

<sup>25</sup> CSTB, document DOM 99/6 bis

| Evaluation ECODOM : **10,67 €/m<sup>2</sup>** (70 F/m<sup>2</sup>)

En Guyane et plus généralement pour les autres DOM, l'isolation est peu employée ce qui complique l'exercice d'évaluation, car outre la qualification nécessaire à la mise en place du matériau encore faut-il s'approvisionner auprès des fournisseurs locaux au meilleur coût.

**Pour un collectif en R+3 l'impact peut donc varier entre 0.25 % et 0.40 % (138 €/log à 223 €/log soit 908 F/log à 1461 F/log)**

**Pour une maison individuelle de plain-pied de 1.37% à 2.08% (762 €/log à 1159 €/log soit 5000 F/log à 7600 F/log)**

Une deuxième solution est possible (plus onéreuse) mais elle permet de récupérer la partie comble ce qui est plus intéressant en terme de volume et de confort et qui permet de poser des brasseurs d'air sans les problèmes de hauteurs sous plafond.

Il s'agit de mettre en place la laine de verre entre chevrons (en sous toiture)

**BATIPRIX 2000 : 11,32 €/m<sup>2</sup>** (74.28 F/m<sup>2</sup>) soit un surcoût supplémentaire de 70%

### isolation des murs verticaux

Pour la nouvelle réglementation il est prévu d'isoler toutes les façades. Comme précédemment cette isolation n'est pas actuellement mise en place. Si on prend comme hypothèse la technique la plus utilisée en métropole qui consiste à coller sur le mur un complexe (polystyrène + plaque de plâtre cartonée) :

**BATIPRIX 2000 : 24,74 €/m<sup>2</sup>** (162.3 F/m<sup>2</sup>) (10mm+20mm avec une plaque de plâtre hydrofugée) et **25,87 €/m<sup>2</sup>** (169.7 F/m<sup>2</sup>) pour un complexe 10+30.

Pour une pose sur les façades agglos l'enduit intérieur n'est plus nécessaire (19 €/m<sup>2</sup> soit 122 F/m<sup>2</sup>) ce qui correspond à 6 €/m<sup>2</sup> (40 F/m<sup>2</sup>) pour le complexe 10+20<sup>26</sup>.

Pour l'opération et pour une isolation thermique de tout le logement y compris les pièces de services :

| <b>Isolation des murs extérieurs</b>                     | <b>0.52%</b> | <b>291 €/log</b> | <b>1909 F/log</b> |
|--|--------------|------------------|-------------------|
| Remarques :<br>Une seule façade (mur Ouest des chambres) |              |                  |                   |
| Façade côté entrée                                       | 0.17%        | 93 €/log         | 605 F/log         |
| Autre façade   | 0.22%        | 124 €/log        | 812 F/log         |
| Pignon   | 0.13%        | 75€/log          | 493 F/log         |

<sup>26</sup> remarque : CSTB : 7 à 11 €/m<sup>2</sup> (50 à 70 F/m<sup>2</sup>)

Extrapolation pour maison individuelle de plain-pied :

|   |              |                  |                   |
|---|--------------|------------------|-------------------|
| <b>Isolation des murs extérieurs</b>      | <b>0.70%</b> | <b>398 €/log</b> | <b>2610 F/log</b> |
| Remarques :                               |              |                  |                   |
| Une seule façade (mur Ouest des chambres) |              |                  |                   |
| Façade côté entrée                        | 0.22%        | 124 €/log        | 812 F/log         |
| Autre façade                              | 0.22%        | 124 €/log        | 812 F/log         |
| Pignons                                   | 0.26%        | 150 €/log        | 986 F/log         |

L'incertitude reste très forte sur le prix réel qui sera pratiqué compte tenu que le complexe isolant pourra difficilement être fabriqué localement et sera donc importé. Dans ces conditions pour l'hypothèse haute de prix nous avons considéré un doublement du coût des fournitures ce qui correspond à 70% supplémentaire.

|                                      |                         |                                 |                                   |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Isolation des murs extérieurs</b> | <b>De 0.52% à 0.91%</b> | <b>De 291 €/log à 509 €/log</b> | <b>De 1909 F/log à 3340 F/log</b> |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|

Dans le cadre de l'opération en Guyane prise en référence, toutes les pièces principales sont situées côté opposé à l'entrée ce qui permet en orientation sud de les protéger facilement par une terrasse couverte, les pièces de services sont sur la façade côté entrée (cuisine, Salle de bains, WC, buanderie). Cette configuration ne facilite pas la ventilation transversale (des pièces principales) par contre toutes les pièces ont un ouvrant en façade, notamment : la salle de bains, les WC, la buanderie. Le séjour bénéficie de la ventilation transversale par la cuisine ouverte sur celui-ci.

### 3. menuiseries extérieures

Sur l'opération de référence les 25% de porosité de façade sont obtenus, par contre ces ouvertures ne sont pas équilibrées sur les deux façades, ce qui souligne l'importance de la conception des cellules. De nombreux dossiers examinés de ce point de vue sont de même nature.

Les concepteurs devront redéfinir leur concept de cellule logement et retrouver une optimisation économique pour tenir compte de la direction des vents dominant afin d'assurer une bonne ventilation transversale, tenir compte également de l'orientation des bâtiments pour la mise en œuvre des protections solaires. D'autres contraintes peuvent également influencer l'implantation de ces bâtiments ou la position des pièces principales (le bruit, la trame urbaine, ...).

### 4. pose de ventilateurs de plafond

Alimentation électrique assimilée à l'installation d'un interrupteur

BATIPRIX : 72 €/log (472 F/log) et DQE opération : 31 €/log (202.4 F/log)

## 5. Installation ballon d'eau chaude sanitaire (ECS)

Généralement dans les logement, l'installation est déjà faite (alimentation eau froide et distribution eau chaude ainsi que l'installation électrique) reste le coût de la fourniture et pause du chauffe-eau de 100 Litres estimée entre 335 €/log<sup>t</sup> (2200 F/log<sup>t</sup>) et 427 €/log<sup>t</sup> (2800F/log<sup>t</sup>).

## 6. synthèse pour l'opération de référence (collectif).

| libellé                                | Mini         |             |               | Max          |              |               |
|--|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
|  | %            | €/log       | F/log         | %            | €/log        | F/log         |
| Isolation Th des combles               | 0,25%        | 138         | 908           | 0,40%        | 223          | 1 461         |
| Isolation Th des murs verticaux        | 0,52%        | 291         | 1 909         | 0,91%        | 509          | 3 340         |
| Menuiseries extérieures                | 0,00%        | 0           | 0             | 0,00%        | 0            | 0             |
| Installation ballon 100 L              | 0,60%        | 335         | 2 200         | 0,77%        | 427          | 2 800         |
| Installation électrique brasseur d'air | 0,22%        | 122         | 800           | 0,52%        | 290          | 1 900         |
| <b>Total thermique<sup>27</sup></b>    | <b>1,59%</b> | <b>886</b>  | <b>5817</b>   | <b>2,60%</b> | <b>1 449</b> | <b>9 501</b>  |
| <b>Total acoustique<sup>28</sup></b>   | <b>1,47%</b> | <b>822</b>  | <b>5389</b>   | <b>2,41%</b> | <b>1346</b>  | <b>8836</b>   |
| <b>Total</b>                           | <b>3,06%</b> | <b>1708</b> | <b>11 206</b> | <b>5,01%</b> | <b>2795</b>  | <b>18 337</b> |

Evaluation pour une opération de maison individuelle

| libellé                                | Mini         |             |               | Max          |             |               |
|--|--------------|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
|  | %            | €/log       | F/log         | %            | €/log       | F/log         |
| Isolation Th des combles               | 1,37%        | 762         | 5000          | 2,08%        | 1159        | 7600          |
| Isolation Th des murs verticaux        | 0,71%        | 398         | 2610          | 1,25%        | 696         | 4568          |
| Menuiseries extérieures                | 0,00%        | 0           | 0             | 0,00%        | 0           | 0             |
| Installation ballon 100 L              | 0,60%        | 335         | 2 200         | 0,77%        | 427         | 2 800         |
| Installation électrique brasseur d'air | 0,22%        | 122         | 800           | 0,52%        | 290         | 1 900         |
| <b>Total</b>                           | <b>2,90%</b> | <b>1617</b> | <b>10 610</b> | <b>4,61%</b> | <b>2572</b> | <b>16 868</b> |

<sup>27</sup> surcoût du aux exigences en matière de thermique et ventilation (présent document)

<sup>28</sup> surcoût du aux exigences en matière d'acoustique (voir document acoustique)

## 7. généralisation aux Antilles et à la Réunion

### Aux Antilles

Pour les deux départements des Antilles, les hypothèses définies pour la Guyane doivent pouvoir s'appliquer et si le niveau de prix est différent, les surcoûts en % restent valables à structure de coût équivalente. Malgré tout une incertitude majeure pour le surcoût du volet thermique, ventilation : nous ne connaissons pas les pratiques actuelles en matière de porosité des façades, cependant l'exigence de 20% n'est pas excessive.

### A la réunion

Le système constructif est différent de celui des Antilles Guyane et se rapproche de celui de la métropole des différences sont donc importantes entre le logement réunionnais et celui défini en référence et de ce fait l'incertitude définie pour les Antilles pour le volet thermique est plus importante. Les fenêtres des chambres et séjour sont coulissantes ce qui ne permet de ventiler qu'avec la moitié de la surface et pour certaines opérations, les logements ne sont pas traversants. Le déficit de porosité demanderait environ 2m<sup>2</sup> d'ouverture supplémentaire soit un coût moyen estimé au logement de 457 € à 610 € (3000 F à 4000F).

| libellé                                | Mini         |              |              | Max          |              |               |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
|  | %            | €/log        | F/log        | %            | €/log        | F/log         |
| Isolation Th des combles               | 0,25%        | 138          | 908          | 0,40%        | 223          | 1 461         |
| Isolation Th des murs verticaux        | 0,52%        | 291          | 1 909        | 0,91%        | 509          | 3 340         |
| Menuiseries extérieures                | 0,82%        | 457          | 3 000        | 1,09%        | 610          | 4 000         |
| Installation ballon 100 L              | 0,60%        | 335          | 2 200        | 0,77%        | 427          | 2 800         |
| Installation électrique brasseur d'air | 0,22%        | 122          | 800          | 0,52%        | 290          | 1 900         |
| <b>Total thermique<sup>29</sup></b>    | <b>2,41%</b> | <b>1 343</b> | <b>8 817</b> | <b>3,69%</b> | <b>2 059</b> | <b>13 501</b> |
| <b>Total acoustique<sup>30</sup></b>   | <b>1,25%</b> | <b>695</b>   | <b>4558</b>  | <b>1,38%</b> | <b>771</b>   | <b>5058</b>   |
| <b>Total</b>                           | <b>3,66%</b> | <b>2038</b>  | <b>13375</b> | <b>5,07%</b> | <b>2 830</b> | <b>18 559</b> |

<sup>29</sup> surcoût du aux exigences en matière de thermique et ventilation (présent document)

<sup>30</sup> surcoût du aux exigences en matière d'acoustique (voir document acoustique)

Evaluation pour une opération de maison individuelle à la Réunion :

| libellé                                | Mini         |              |               | Max          |             |               |
|--|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
|  | %            | €/log        | F/log         | %            | €/log       | F/log         |
| Isolation Th des combles               | 1,37%        | 762          | 5 000         | 2,08%        | 1159        | 7600          |
| Isolation Th des murs verticaux        | 0,71%        | 398          | 2 610         | 1,25%        | 696         | 4568          |
| Menuiseries extérieures                | 0,82%        | 457          | 3 000         | 1,09%        | 610         | 4000          |
| Installation ballon 100 L              | 0,60%        | 335          | 2 200         | 0,77         | 427         | 2 800         |
| installation électrique brasseur d'air | 0,22%        | 122          | 800           | 0,52%        | 290         | 1 900         |
| <b>Total</b>                           | <b>3,72%</b> | <b>2 074</b> | <b>13 610</b> | <b>5,71%</b> | <b>3182</b> | <b>20 868</b> |



**Table des matières**

**A - CONSIDERATIONS GENERALES ..... 4**

**B - PRINCIPES DU DISPOSITIF ..... 7**

**COMBINAISON VENTILATION/PROTECTION SOLAIRE..... 9**

**PROTECTION SOLAIRE..... 10**

1. DEFINITION DE L'EXIGENCE..... 11

2. CARACTERISTIQUES THERMIQUES MINIMALES DES PAROIS  
OPAQUES HORIZONTALES EN CONTACT AVEC L'EXTERIEUR ..... 12

3. CARACTERISTIQUES THERMIQUES MINIMALES DES PAROIS OPAQUES  
VERTICALES EN CONTACT AVEC L'EXTERIEUR ..... 13

4. LES BAIES EN CONTACT AVEC L'EXTERIEUR ..... 14

5. CAS DES LOGEMENTS SITUES A PLUS DE 800 METRES A LA  
REUNION..... 14

6. CAS DES LOCAUX CLIMATISES – DISPOSITIONS SUPPLEMENTAIRES  
15

**VENTILATION DE CONFORT ET VENTILATION D'HYGIENE..... 17**

1. VENTILATION DE CONFORT..... 17

2. VENTILATION D'HYGIENE..... 18

**EQUIPEMENTS..... 18**

**IMPACTS ECONOMIQUES DU DISPOSITIF ..... 18**

**C - PROPOSITION DE DISPOSITIF REGLEMENTAIRE .. 20**

**CARACTERISTIQUES DE L'ENVELOPPE – PROTECTION SOLAIRE .... 20**

1. CARACTERISTIQUES THERMIQUES MINIMALES DES PAROIS (HORS  
BAIES) EN CONTACT AVEC L'EXTERIEUR ..... 20

2. CARACTERISTIQUES THERMIQUES MINIMALES DES BAIES ..... 21

3. DISPOSITIONS SUPPLEMENTAIRES POUR LES LOGEMENTS  
CLIMATISES OU COMPORTANT DES ZONES CLIMATISES..... 22

**VENTILATION ..... 22**

1. VENTILATION DE CONFORT..... 22

2. VENTILATION D'HYGIENE..... 25

**EQUIPEMENTS..... 27**

**ANNEXE 1..... 28**

**FACTEUR SOLAIRE DES PAROIS HORIZONTALES ET VERTICALES ... 28**

**COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE DES PAROIS  
HORIZONTALES ET VERTICALES..... 29**

**FACTEUR SOLAIRE DES BAIES (A MODIFIER) ..... 29**

1. BAIES DES PIECES PRINCIPALES DE LOGEMENTS NON CLIMATISEES  
OU DE PIECES PRINCIPALES NON CLIMATISEES..... 29

2. BAIES DES PIECES PRINCIPALES DE LOGEMENTS CLIMATISEES OU DE  
PIECES PRINCIPALES CLIMATISEES ..... 30

**ANNEXE 2..... 31**

DEFINITIONS ..... 31

**ANNEXE 3..... 34**

**ANNEXE 4..... 35**

1. HYPOTHESES DE TRAVAIL ET ELEMENTS DE METHODE ..... 35

2. ISOLATION THERMIQUE ..... 35

3. MENUISERIES EXTERIEURES..... 37

4. POSE DE VENTILATEURS DE PLAFOND..... 37

5. SYNTHESE POUR L'OPERATION DE REFERENCE (COLLECTIF)..... 38

6. GENERALISATION AUX ANTILLES ET A LA REUNION..... 39

TABLE DES MATIERES ..... 41

Pour tout complément d'information :

**ministère de l'Emploi, du Travail et de la Cohésion Sociale**

**secrétariat d'Etat au Logement**

**DIRECTION GENERALE DE L'URBANISME, DE L'HABITAT ET DE LA CONSTRUCTION**

Bureau des partenariats et des actions territoriales (QC2)

Marc.chevrier@equipement.gouv.fr

Tél : 01.40.81.92.81

Fax : 01.40.81.95.30

**ministère de l'Outre-Mer**

**DIRECTION DES AFFAIRES ECONOMIQUES, SOCIALES ET CULTURELLES**

Département habitat et politique de la ville (DHPV)

