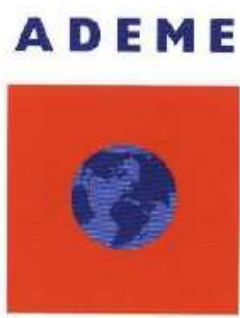


ADEME



**CAISSE DES DEPOTS ET
CONSIGNATIONS**



GUIDE ECODOM+ VERSION ANTILLES FRANCAISES

INTRODUCTION

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE ET ENJEUX.....	3
1.1.	EFFET DE SERRE ET DEPENDANCE ENERGETIQUE.....	3
1.2.	MAITRISE DE L'IMPACT HUMAIN ET ENVIRONNEMENTAL.....	3
2.	LE LABEL « ECODOM + ».....	5
2.1.	UNE DEMARCHE NATIONALE DECLINEE AUX ANTILLES.....	5
2.2.	QUELLE TRADUCTION POSSIBLE ?	5
2.3.	INTERETS DU LABEL	6
3.	DEROULEMENT DE LA PROCEDURE	7
3.1.	COMITE DE PILOTAGE	7
3.2.	ACCOMPAGNEMENT TECHNIQUE (AMO ECODOM +).....	7
3.3.	LABELLISATION	7
3.4.	METHODOLOGIE.....	7

1. CONTEXTE ET ENJEUX

1.1. EFFET DE SERRE ET DEPENDANCE ENERGETIQUE

Le Protocole de Kyoto, entré en application le 16 février 2005 n'est qu'une première étape, importante mais insuffisante, en termes d'effort de réduction des gaz à effet de serre. Les nouveaux résultats scientifiques du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) sont plus alarmants que les précédents. Ils indiquent un réchauffement beaucoup plus rapide, plus intense et aux conséquences catastrophiques. La division par 4 des émissions des gaz à effet de serre du niveau de 1990 d'ici 2050, dite aussi d'un facteur 4, est aujourd'hui considérée comme le minimum requis pour prévenir des dégradations irréversibles du climat mondial. Elle contiendrait, selon le GIEC, la hausse des températures entre 1,5°C et 3,9°C à l'horizon 2100. Pour apposer un jalon à l'échéance 2020 dans la trajectoire du facteur 4, le GIEC préconise une réduction de 25% à 40% des émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau de 1990 pour les pays industrialisés. Dans cette optique, l'Union Européenne a adopté le « paquet énergie climat » en décembre 2008 pour atteindre le « 3 fois 20 » dès 2020 :

- Une réduction de 20% des émissions de gaz à effet de serre
- Une amélioration de 20% de l'efficacité énergétique
- Une part de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de l'UE.

Dans les Départements d'Outre-mer, le projet de loi du Grenelle II vise l'autonomie énergétique à l'horizon 2050 avec une étape ambitieuse à l'horizon 2020 de 50% d'énergie renouvelable dans la consommation d'énergie primaire. Elle est aujourd'hui de 2% en Martinique à titre d'exemple. Cette situation n'est pas durable au regard de l'épuisement des ressources fossiles. Le secteur du bâtiment est le second secteur consommateur d'énergie en Martinique. C'est donc un enjeu important pour la Martinique en particulier et les Antilles en général.

1.2. MAITRISE DE L'IMPACT HUMAIN ET ENVIRONNEMENTAL

Les enjeux et objectifs d'une démarche de type ECODOM + se situent au niveau de la recherche de l'**amélioration du confort thermique et de la maîtrise des consommations électriques**. Au-delà des avantages évidents, pour un locataire, d'une bonne maîtrise de la température intérieure de son logement, et de la réduction de sa facture d'électricité, se situent des enjeux environnementaux d'une importance plus globale et planétaire.

Avec une protection optimale du soleil, une bonne ventilation naturelle, et un chauffe-eau solaire correctement implanté, le confort peut être atteint sans recours à l'énergie électrique. Outre les substantielles économies réalisées (un climatiseur associé à un chauffe-eau électrique peut facilement représenter une consommation annuelle de 3 500 kWh/an, soit un **coût de 350 euros** par an d'électricité), l'effet positif sur l'environnement est considérable.

En effet, l'électricité produite aux Antilles, et d'une manière générale, dans les Départements d'Outre-Mer, provient en majorité de centrales à énergie fossile qui brûlent des combustibles et émettent, entre autres, du dioxyde de carbone (CO₂), le principal responsable de l'effet de serre. Au final, chaque kWh électrique produit émet en moyenne près de **744 gCO₂** en Martinique, **760 gCO₂** en Guadeloupe, et joue de fait un rôle important dans le réchauffement climatique. La construction de logement répondant aux exigences ECODOM+ est une réponse nécessaire mais non suffisante pour enrayer les émissions de gaz à effet de serre. Chacun peut à son niveau participer en minimisant ses propres émissions de CO₂ par son choix de mode de déplacement, de mode de consommation...

De plus, le pétrole, au même titre que le gaz et le charbon, ou l'uranium, sont **des sources d'énergie fossiles, qui sont en voie d'extinction** plus ou moins rapide : une quarantaine d'années pour le pétrole, - avec un pic de production maximale (« peak oil ») prévu entre 2015 (selon les experts indépendants) et 2040 (selon les compagnies pétrolières), 60 ans pour le gaz et l'uranium, et 200 pour le charbon. Ces ressources vont très vite devenir inabornables sur un plan économique. Il est donc impératif d'adopter une démarche de sobriété en maîtrisant les consommations superflues pour limiter sa dépendance au pétrole et donc sa fragilité économique.

Les enjeux environnementaux de l'habitat se situent également à d'autres niveaux. Les fluides utilisés pour les climatiseurs sont également fortement responsables de l'augmentation de l'effet de serre, chaque molécule ayant un impact jusqu'à 1 500 fois supérieur à celui d'une molécule de CO₂.

Enfin, même si ECODOM+ n'est pas une démarche Haute Qualité Environnementale, il faut signaler que le choix des matériaux est aussi important dans la conception de l'habitat. Certains matériaux consomment énormément d'énergie pour leur fabrication (extraction des matières premières, transport, transformation). Cette énergie, appelée **énergie grise**, est variable suivant les types de matériaux, et caractérise son « contenu

énergétique propre », calculé sur sa durée de vie. En clair, elle rassemble **les quantités d'énergie utilisées pour la fabrication de ce produit**, depuis l'extraction des matières premières nécessaires à sa fabrication, à sa mise en œuvre sur le chantier et jusqu'à sa fin de vie. Une liste non exhaustive des phases consommatrices d'énergie dans le cycle d'utilisation d'un matériau pourrait se décrire ainsi :

- extraction des matières premières et acheminement ;
- transformation, mise en œuvre, assemblage ;
- emballage ;
- transport et importation éventuelle (ainsi un kilo de matériau acheminé en bateau depuis la France vers les Antilles aura par exemple produit plus de 140 grammes de CO₂, et entre 10 kilos si le transport est effectué par avion) ;
- mise en œuvre sur le chantier ;
- déconstruction, mise en décharge, élimination des déchets.

D'autres matériaux sont non renouvelables, et leur utilisation participe à l'extinction des réserves existantes. C'est le cas des dérivés du pétrole, comme le plastique ou les matériaux bitumineux par exemple, ou de certains matériaux métalliques, comme en atteste le tableau ci-dessous, qui donnait les réserves disponibles en minéraux ou combustibles en 1995 :

Réserves en combustibles	
Charbon	210 ans
Pétrole brut	36 ans
Gaz naturel	55 ans
Uranium (hors Chine et Russie)	56 ans
Réserves en minéraux	
Aluminium	213/218 ans
Plomb	14/29 ans
Cadmium	19/40 ans
Fer (contenu minéral)	168/258 ans
Cuivre	29/53 ans
Mercur	15/34 ans
Nickel	47/109 ans
étain	20/21 ans
zinc	13/60 ans

(Source DK-TEKNIK (94), Statistiques CEE (86), BP (90))

NOTA : Les chiffres donnés dans ce tableau correspondent aux réserves estimées, et pas forcément prouvées. Ces données, et notamment celles touchant au pétrole, ont évolué depuis une quinzaine d'années, et sont de fait discutables. Mais s'ils ne sont parfaitement exacts, les chiffres de ce tableau ont avant tout pour ambition d'indiquer une tendance, et de mettre en avant le fait qu'une majorité de ressources généralement utilisées pour l'énergie et la construction ne seront prochainement plus disponible à bon marché.

L'impact environnemental des matériaux se mesure aussi *a posteriori*. Certains ne sont pas recyclables, et posent le problème de la gestion de leurs déchets en fin de vie, d'autres vont nécessiter beaucoup d'eau pour leur mise en œuvre sur le chantier, ou peuvent avoir des conséquences sanitaires importantes sur l'air intérieur des locaux (produits chimiques contenus dans les enduits, colles, peintures ou mousses isolantes) et sur l'occupant. Tous ces effets liés à l'utilisation de tel ou tel matériau ou procédé constructif sont plus ou moins quantifiables et quantifiés, et il est éminemment complexe de mettre en balance des types de nuisance aussi variés que ceux touchant à l'effet de serre, la pollution des sols ou les émissions radioactives ou électromagnétiques, mais nous croyons bon de spécifier, dès qu'il sera possible dans ce guide, les impacts environnementaux de certains choix constructifs.

La construction d'un logement a donc des effets plus ou moins néfastes sur son environnement selon la démarche adoptée. La Haute Qualité Environnementale (HQE®, www.asso-hqe.com) intègre des problématiques telles que la gestion de l'eau, des déchets ou la qualité sanitaire d'un bâtiment par exemple. Elle constitue donc un outil plus global pour la construction de logements en intégrant une approche de développement durable. Le label ECODOM + est axée sur le traitement de la cible énergie de la HQE.

2. LE LABEL « ECODOM + »

2.1. UNE DEMARCHE NATIONALE DECLINEE AUX ANTILLES

La Caisse des Dépôts et Consignations (CDC) a souhaité, au niveau national, mettre à disposition des constructeurs de logement un prêt à taux bonifié pour la construction de logements répondant aux critères d'un label de type « Très Haute Performance Énergétique » (THPE). Ce label a pour ambition de favoriser en France la construction de bâtiments d'habitation **dont les performances énergétiques se situent au-delà de la réglementation en vigueur**, et qui garantissent un niveau de consommation énergétique 20 % inférieur à celui défini par la Réglementation Thermique 2005. Le prêt mis en place par la Caisse des Dépôts et Consignations, appelé Prêt Energie Performance, permet de financer à taux bonifié le surcoût de la construction de logements sociaux neufs qui répondent au label THPE.

Toutefois, ce label n'est pas décliné dans les territoires d'Outre-Mer, pour trois raisons principales :

- absence d'une réglementation thermique dans ces départements jusqu'à récemment
- existence de conditions climatiques et de préoccupations de confort majoritairement différentes
- prédominance d'une économie basée essentiellement sur l'importation, qui génère un phénomène de dépendance énergétique extrême dans l'ensemble de ces départements (70 à 98 % de l'énergie consommée), et un manque flagrant de matériaux de construction et de savoir-faire locaux,

Face à ces constats, la Caisse des Dépôts et Consignations et l'ADEME ont souhaité s'associer pour proposer un guide adapté au département. Il a été nommé « ECODOM + Antilles Françaises », en référence à la démarche d'architecture bioclimatique du même nom, et permettra notamment l'obtention de ce prêt aux Antilles.

Ce guide a été élaboré sur la base de travaux réalisés depuis le début des années 90 aux Antilles, et déclinés à travers deux ouvrages :

- « Guide sur la climatisation naturelle de l'habitat en climat tropical humide », tomes 1 et 2, édité par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) ;
- le label expérimental ECODOM, démarche bioclimatique appliquée aux logements neufs aux Antilles.

2.2. QUELLE TRADUCTION POSSIBLE ?

Le label THPE est défini :

- d'une part par le respect d'exigences de **moyens** dont un certain nombre sont inadaptées aux Antilles, en raison des causes évoquées ci-dessus, mais qui sont toutefois extrapolables au prix de certaines adaptations.
- d'autre part, les projets sont soumis à une obligation de **résultats** correspondant au respect de performances énergétiques calculées. Ces exigences sont très difficilement extrapolables au cas des Antilles pour les raisons suivantes :
 - Les besoins énergétiques prioritaires des logements des Antilles sont totalement différents de ceux de la France métropolitaine (absence de besoin de chauffage, besoin de rafraîchissement) ;
 - En outre les besoins de rafraîchissement ne font à ce jour l'objet d'aucune exigence réglementaire de confort de telle sorte que ces besoins sont, à des degrés divers :
 - soit **satisfaits par des dispositifs architecturaux** (conception bioclimatique), cette démarche qui est celle conduisant manifestement aux meilleures performances énergétiques, se heurtant à de nombreuses difficultés et étant globalement peu diffusée ;
 - soit satisfaits **par des dispositifs techniques consommateurs d'énergie**, en faible (brasseurs d'air, ventilateurs, ..) ou en grande quantité (climatiseur) ;
 - soit **pas satisfaits du tout** auquel cas on a un déficit sur ce besoin social légitime de confort thermique pour les habitants des logements concernés.

Pour toutes ces raisons, **la définition d'exigences en termes de résultats (consommation d'électricité au m² par exemple), tels que définies par le label Bâtiment Basse Consommation (BBC) n'est pas envisageable dans l'immédiat**. Il n'existe pas à l'heure actuelle de méthode de calcul caractérisant les performances énergétiques globales des logements des départements d'Outre Mer, et il serait extrêmement difficile de caractériser ces performances qui seront dépendantes de nombreux paramètres, en particulier ceux externes au logement (site, orientation, urbanisme périphérique, potentiel de vent, ...).

Les exigences se porteront donc sur des **obligations de moyens**, comme cela est le cas au niveau d'outils existants, comme :

- ECODOM, opération expérimentale de qualification thermique des logements menée de 1995 à 2006 par l'ADEME, et qui a généré multiples opérations exemplaires réussies et valorisables ;
- l'opération PERENE menée à l'île de la Réunion dans la continuité d'ECODOM, pour élargir le champ thématique des prescriptions à d'autres usages énergétiques que ceux abordés dans ECODOM, ainsi qu'à d'autres types de bâtiments que le secteur résidentiel.

Les enseignements de ces opérations ont été ici largement exploités pour la définition d'un label, comme cela l'a été pour définir le cadre réglementaire proposé pour la Réglementation Thermique DOM en discussion depuis plusieurs années. Les niveaux d'exigence définis dans ce guide reprendront la base de l'opération ECODOM qui est déjà connue des acteurs professionnels des Antilles-Guyane, mais se situeront au-delà. Pour cette raison, il a donc été décidé de nommer le label ECODOM +.

2.3. INTERETS DU LABEL

Au rythme de construction de 900 logements sociaux par an aux Antilles, davantage si l'on intègre le domaine privé, le secteur de l'habitat accentue de plus en plus son impact environnemental. On comptait ainsi, selon l'INSEE en 2006, plus de 181 000 logements en Martinique, et 192 000 en Guadeloupe, pour un taux de foyers équipés de climatisation de près de 50%. Le secteur de l'habitat tirait ainsi à lui plus de **40 % des consommations totales d'électricité, et produisait en 2007 près de 20 % des émissions de CO₂**.

Il est cependant possible, lorsque les conditions extérieures s'y prêtent (pas de nuisance olfactive ou acoustique, pas de masque au vent), d'obtenir un confort satisfaisant sans recourir aux appareils très énergivores que sont les climatiseurs.

Pour les constructeurs ou les aménageurs, ECODOM + permet de développer une réponse évidente aux attentes des locataires en améliorant le confort du logement tout en maîtrisant la facture énergétique.

Le label ECODOM + présente donc les niveaux d'exigences à respecter pour construire des logements dont le confort hygrothermique est atteint sans un recours systématique à la climatisation.

3. DEROULEMENT DE LA PROCEDURE

3.1. COMITE DE PILOTAGE

Le Comité de Pilotage sera composé de l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie et de la Caisse Des Dépôts et Consignations.

3.2. ACCOMPAGNEMENT TECHNIQUE (AMO ECODOM +)

Lorsque le Maître d'ouvrage souhaite réaliser un projet selon la démarche ECODOM +, il doit faire part de sa décision par écrit à l'ADEME, avant même la réalisation du programme de construction. Dans sa lettre, il doit fournir les informations relatives au projet (Nom de l'opération, lieu de construction, nombre et type de logements, budget prévisionnel) et solliciter une assistance technique.

La demande est alors présentée au Comité de Pilotage, qui a pour rôle d'analyser et de valider le projet. L'accompagnement technique, qui se réalise pendant la totalité de la phase conception (programme, APS, APD, DCE), se fait par le biais d'un bureau d'études indépendant. Celui-ci a pour mission de travailler en relais avec l'architecte et le Maître d'Ouvrage, pour mettre en œuvre l'ensemble des prescriptions requises à l'attribution du label. Le coût de cette mission peut être accompagné par l'ADEME.

En phase d'attribution des marchés aux entreprises, le projet est présenté au Comité de Pilotage pour avis. En cas de validation du comité, il est alors délivré une attestation provisoire du label ECODOM +.

3.3. LABELLISATION

Pendant la phase « Chantier », l'assistant technique doit assurer un suivi des travaux. Il doit pour cela être destinataire des « comptes-rendus de chantier », et être à la disposition du Maître d'Ouvrage pour offrir des solutions alternatives en cas de problèmes rencontrés dans l'accomplissement des travaux, qu'ils soient d'ordre technique, économique ou autres. Il y a dans cette phase une nécessité de dialogue continu entre le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre, pour mener à bien le projet en toute compréhension.

Deux visites techniques sur site, dites de « contrôle », sont prévues :

- l'une lors de la mise « hors-eau » du chantier,
- une seconde en fin de travaux.

Cette dernière peut ainsi être, pour des questions de logistique, intégrée à la réception de l'opération. Elles seront réalisées par un contrôleur technique, financé par l'ADEME et qui délivrera alors un accord « **certificat d'examen favorable** » portant mention du niveau ECODOM +, pour la validation définitive de l'opération.

3.4. METHODOLOGIE

DEPUIS LA PRISE DE DECISION DU MAITRE D'OUVRAGE :

- 1- Solliciter une demande d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO) ECODOM + auprès de l'ADEME pour le suivi de la démarche en phase conception
- 2- Établir avec l'AMO, le potentiel de ventilation du site

EN CAS DE CONCOURS D'ARCHITECTURE :

- 1- Intégrer la volonté de prendre en compte la démarche dans le cahier des charges de consultation, dans lequel seront intégrés, à minima :
 - A. Le tableau de synthèse
 - B. Un renvoi vers le présent guide
- 2- Intégrer l'AMO au Comité Technique pour une analyse ECODOM + des projets d'architecture présentés

EN PHASE CONCEPTION :

- 1- Organiser une réunion de présentation entre le maître d'œuvre lauréat du projet et l'AMO pour définir les exigences du projet
- 2- Organiser des réunions de validation à la fin de chaque phase APS, APD et DCE pour s'assurer de la compatibilité du projet avec le niveau d'exigence requis
- 3- Solliciter une validation ECODOM + provisoire du projet par l'AMO au moment de la signature des marchés avec les entreprises

EN PHASE TRAVAUX :

- 1- Communiquer les comptes-rendus de chantier à l'AMO, et l'alerter en cas de modification pouvant remettre en cause les niveaux d'exigences obtenus par la validation ECODOM + provisoire
- 2- Solliciter le passage du contrôleur technique en phase de mise hors-eau du projet, pour une pré-validation
- 3- Solliciter le passage du contrôleur technique à la fin du chantier pour une validation définitive

ADEME



**CAISSE DES DEPOTS ET
CONSIGNATIONS**



GUIDE ECODOM+ VERSION ANTILLES FRANCAISES

PARTIE TECHNIQUE

Version initiale : Mai 2010

SOMMAIRE

1. UNE EXIGENCE DE MOYENS	3
1.1. NOTIONS DE CONFORT	3
1.2. THEMATIQUES ABORDEES.....	4
2. NIVEAU D'EXIGENCES ET SOLUTIONS POSSIBLES.....	5
2.1. IMPLANTATION	5
2.1.1. CONCILIER PROTECTION SOLAIRE ET EXPOSITION AUX VENTS DOMINANTS.....	5
2.1.2. CRITERES INFLUANT SUR LA VENTILATION	5
2.1.3. COEFFICIENTS DE PONDERATION	8
2.2. MAITRISE DES APPORTS DE CHALEUR.....	9
2.2.1. PROTECTION SOLAIRE DE LA TOITURE	9
A. TYPES DE SOLUTIONS ENVISAGEABLES	11
B. IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	13
C. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES.....	14
2.2.2. PROTECTION SOLAIRE DES OUVRANTS	14
A. TYPES DE SOLUTIONS ENVISAGEABLES	16
B. IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	21
2.2.3. PROTECTION SOLAIRE DES MURS	23
A. TYPES DE SOLUTIONS ENVISAGEABLES	24
B. IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	28
2.2.4. VEGETALISATION DES ABORDS	28
2.3. VENTILATION	29
2.3.1. VENTILATION NATURELLE OU CLIMATISATION ?	29
2.3.2. VENTILATION NATURELLE	29
A. ETAPE 1 : RENDRE LE LOGEMENT TRAVERSANT.....	30
B. ETAPE 2 : DELIMITER LES ZONES DE VENTILATION HOMOGENE (ZVH)	30
C. ETAPE 3 : CALCULER LES POROSITES A TRAVERS LES CONES DE VENTILATION	31
D. AUTRES RECOMMANDATIONS.....	34
E. BRASSEURS D'AIR.....	35
2.3.3. RAFRAICHISSEMENT ASSURE PAR DES CLIMATISATEURS.....	36
2.3.4. VENTILATION HYGIENIQUE	38
2.4. FOURNITURE D'EAU CHAUDE SANITAIRE	39
2.4.1. INSTALLATIONS INDIVIDUELLES.....	39
2.4.2. INSTALLATIONS COLLECTIVES	39
2.5. ECLAIRAGE PERFORMANT	40
3. SYNTHESE DES EXIGENCES.....	42

1. UNE EXIGENCE DE MOYENS

Le label ECODOM + est basé uniquement sur des **exigences de moyens, et non de résultats**. Ces exigences sont ambitieuses et doivent garantir l'obtention effective de performances énergétiques élevées dans tous les cas. Il s'agit donc ici d'apporter des conditions de confort satisfaisantes, mais non quantifiables, par le biais de moyens éprouvés garantissant une majorité du temps des conditions de température et d'humidité intérieure (hygrométrie) suffisantes au bien-être de l'occupant.

1.1. NOTIONS DE CONFORT

Les principes de l'opération de qualification ECODOM + sont des principes simples, et ont pour objectif de définir un ensemble de solutions techniques qui permettront de générer un confort thermique optimal. Le confort thermique d'un individu est un concept :

- global
- subjectif et comportemental
- sociologique et culturel
- psychologique et physiologique
- évolutif : l'être humain peut s'adapter

Les critères qui le caractérisent dépendent donc en partie de l'individu et de sa personnalité, de son comportement, de son habillement ou de son état psychologique.

Mais les conditions climatiques dans lesquelles se trouve cet individu, et en particulier **la température et l'humidité** du lieu, régissent en grande partie les bonnes conditions d'évolution de cette personne dans son environnement.

On parlera ainsi de zone de confort thermique, qui a été définie à partir d'études expérimentales sur des individus acclimatés, vêtus d'une tenue légère simple, au repos ou en activité légère, dans un local sans ventilation. Les résultats ont montré qu'elle se situait entre **une température de 22 et 26°C d'un côté, et une humidité de 30 et 80%** de l'autre, comme le montre le diagramme de l'air humide ci-contre.

Le respect des deux conditions est quasiment inévitable pour apporter des garanties de confort minimal.

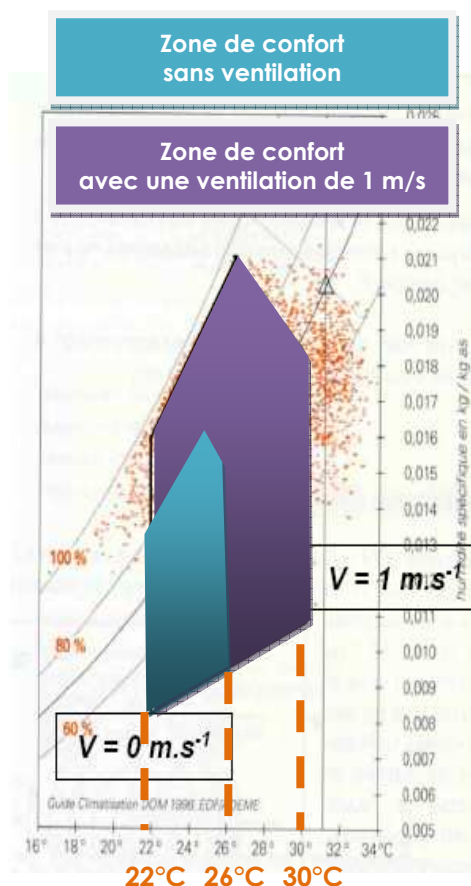
Par ailleurs, d'autres paramètres rentrent en jeu, et l'on peut également citer :

- la vitesse de déplacement de l'air : 1 m/s de mouvement d'air intérieur peut, selon les conditions de températures et d'hygrométrie, apporter ainsi un « ressenti » de 4°C en moins sur la peau, et augmente l'amplitude de la zone de confort en autorisant des températures jusqu'à 30°C, et des taux d'humidité proches de 95 % (voir graphique ci-contre) ;
- la direction de l'air : si le déplacement se fait en direction du visage, il est évident que cela peut être désagréable ;
- la dissymétrie de température des parois : si deux murs opposés sont par exemple de température différente, ils déséquilibrent et perturbent le niveau de confort de l'individu.

Le traitement simultané de toutes ces données est inévitable, et c'est leur équilibre qui va déterminer le niveau de confort d'une pièce.

Ce travail constitue la base d'une conception bioclimatique en milieu tropical :

- maintenir une chaleur intérieure à peu près équivalente à celle de l'extérieur, par un travail sur la protection solaire (des parois extérieures et des ouvrants) ;
- évacuer la chaleur superflue et créer une sensation de rafraîchissement par une ventilation naturelle ou artificielle (par brasseur d'air).



1.2. THEMATIQUES ABORDEES

Les thématiques abordées à travers le label ECODOM + vont en tout cas au-delà des préoccupations énergétiques du label national. En effet, il s'agit ici de garantir un niveau de performance optimal pour l'ensemble des postes qu'il est possible de traiter par un opérateur immobilier de type SEM.

Les exigences vont donc se situer au niveau de 4 groupes d'intérêt :

- la maîtrise des apports de chaleur ;
- la ventilation naturelle ou la climatisation performante ;
- la fourniture d'eau chaude sanitaire solaire ;
- l'éclairage performant.

Les thématiques de ventilation et d'eau chaude sanitaire seront abordées selon deux niveaux de traitement :

- les logements pourront être traités par le biais de la ventilation naturelle, ou, lorsque cela est justifié par le maître d'ouvrage, par le biais d'une climatisation mécanique performante ;
- l'eau chaude sanitaire sera produite par l'énergie solaire ;

Les thématiques telles que la cuisson, ou les appareils électroménagers, ne seront pas ici abordées, car elles ne sont pas de la compétence des constructeurs.

2. NIVEAU D'EXIGENCES ET SOLUTIONS POSSIBLES

Le présent chapitre a pour ambition de livrer au maître d'ouvrage et au maître d'œuvre une traduction des exigences du label, à travers une série d'exemples constructifs couramment rencontrés, et que nous avons jugés opportun de détailler. Ces principes sont à chaque fois donnés en précisant les conditions qu'il convient de respecter pour satisfaire aux besoins du label ECODOM +.

Toutefois, la liste des exemples fournie ci-après ne saurait résumer à elle seule l'ensemble des possibilités conceptuelles existantes, et ne doit en aucun cas brider la créativité nécessaire à toute réalisation de projet constructif. De plus, la recherche d'optimisation énergétique d'un projet dont il est question dans ce guide ne doit pas se faire au détriment d'autres aspects essentiels d'une réflexion conceptuelle globale, tels que l'intégration urbaine du projet et sa qualité structurelle, architecturale ou fonctionnelle.

De même, nous avons essayé d'aborder l'ensemble des solutions proposées, quand cela était possible, en fonction des répercussions directes ou indirectes qu'elles pourraient avoir au niveau du confort acoustique, visuel, ou bien des conditions sanitaires intérieures ou extérieures. Enfin, lorsque cela était possible, nous avons essayé d'aborder les aspects économiques à travers les thématiques de durée de vie ou de coût d'entretien.

Une nouvelle fois, nous croyons nécessaire de rappeler que toute démarche énergétique, aussi performante qu'elle soit, doit se situer au centre d'une réflexion globale, intégrant au même titre d'importance des considérations sociale, culturelle, environnementale et économique. Le maître d'ouvrage se doit de faire émerger une volonté affirmée de minimiser les impacts préjudiciables d'une opération qui doit s'inscrire pour plusieurs décennies dans un environnement et une société donnés.

2.1. IMPLANTATION

Le choix d'implantation d'un local est primordial dans une démarche bioclimatique. C'est un préalable important qui va conditionner le niveau de confort futur d'un local, et les principes à retenir pour ensuite l'optimiser.

La décision finale prise quant à l'orientation d'un bâtiment résulte souvent d'un compromis obtenu entre différents atouts et contraintes, qu'ils soient d'ordre climatique, urbanistique, réglementaire, de voisinage, géodésique, acoustique, environnemental, politique ou autre. Dans ce cadre, il n'est pas toujours évident de placer en premier lieu l'intérêt d'une bonne exposition aux vents dominants ou au soleil.

2.1.1. CONCILIER PROTECTION SOLAIRE ET EXPOSITION AUX VENTS DOMINANTS

RAPPEL

Les vents dominants se situent au Nord/Nord-est, et à l'Est en saison sèche.

Insolation Est et Ouest : 1,5 à 2 fois supérieure en moyenne à celles de Sud et Nord.

A 45° des vents dominants, le potentiel de ventilation est 25 % moins important que face à ces mêmes vents, et à 90°, il est 50 % moins élevé.

Sur un plan thermique, il est important de trouver la juste mesure entre la pleine exposition aux vents dominants et celle qui consiste à se protéger le plus du soleil.

Ainsi, si l'orientation la plus favorable à la ventilation naturelle est l'Est, qui est la direction moyenne aux alizés, il faut être attentif aux répercussions qu'entraîne ce type d'orientation en particulier sur des bâtiments conçus en bandes larges, par exemple, et qui exposent de larges façades plein Est et Ouest, où les apports solaires sont les plus préjudiciables.

C'est dans cette recherche constante d'équilibre entre protection solaire et ventilation que devra se mener la toute première réflexion liée à l'orientation et la morphologie des bâtiments.

2.1.2. CRITERES INFLUANT SUR LA VENTILATION

Il n'est par ailleurs pas toujours facile voire possible d'orienter les bâtiments de manière optimale, en raison des contraintes évoquées plus haut. Sur un plan géographique, on peut notamment citer les cas suivants :

- parcelle étriquée
- réglementation urbaine
- densité urbaine

Il est donc important de prendre en compte les caractéristiques d'un site et les niveaux de contraintes d'un projet, pour jauger la capacité de ce dernier à répondre à des exigences en termes de ventilation naturelle. Nous retiendrons trois niveaux majeurs d'influence :

- la situation géographique macro
- l'orientation
- la situation géographique micro

Ces trois niveaux de contraintes ne sont pas exhaustifs, et un nombre plus important de typologies géographiques et d'implantation est donné en annexe 7. Chaque situation y est exprimée par rapport à la ventilation intérieure constatée, et quantifiée à l'aide d'un « coefficient de ventilation ».

GEOGRAPHIQUE « MACRO »

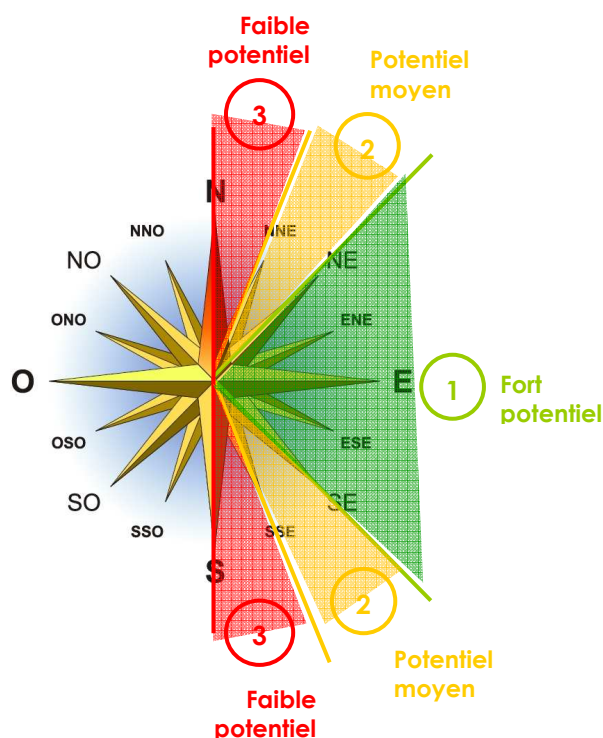
Nous allons définir ici trois zones « macro » de ventilations, qui dépendent de la situation géographique du site de construction. A l'évidence, les potentiels de ventilation ne sont pas les mêmes en zone côtière dégagée qu'en zone urbaine dense. Suivant le potentiel de ventilation naturelle qu'ils impliquent, nous pouvons délimiter ainsi trois zones géographiques :

FORT POTENTIEL DE VENTILATION NATURELLE	POTENTIEL DE VENTILATION NATURELLE MOYEN	FAIBLE POTENTIEL DE VENTILATION NATURELLE
Zones côtières exposées au vent, zones d'altitude	Zones de campagne et semi-urbaines, zones côtières sous le vent	Zones urbaines

ORIENTATION

L'orientation du bâtiment choisie ou contrainte va constituer la seconde donnée de considération du potentiel de vent.

La circulation des vents à l'intérieur d'un bâtiment varie en fonction de l'orientation de la façade principale. Nous distinguerons donc trois niveaux d'orientation par rapport aux vents dominants :



POTENTIEL DE VENTILATION NATURELLE FORT	POTENTIEL DE VENTILATION NATURELLE MOYEN	POTENTIEL DE VENTILATION NATURELLE FAIBLE
1	2	3
Sud-est à Nord-est	Nord-Est à Nord/Nord-est et Sud-est à Sud/sud-est	Nord/Nord-est à Nord et Sud/Sud-est à Sud

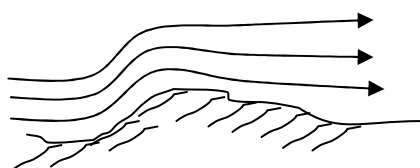
GEOGRAPHIE « MICRO » (TOPOGRAPHIE)

Ce critère de définition du potentiel de ventilation se situe au niveau de la position du projet par rapport à la topographie, que l'on peut qualifier de géographie « micro ». Le relief existant peut donc influencer le potentiel de ventilation, selon les deux catégories de relief définies ici :

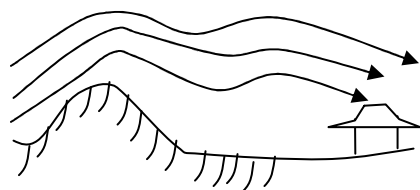
RELIEF FAVORABLE (F)

Bâtiment "au vent" au voisinage du sommet d'une colline

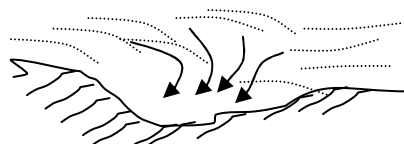
Bâtiment entre deux obstacles créant un "effet Venturi"



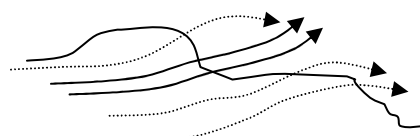
Les vitesses les plus rapides se situent au sommet des collines (perturbations en face « sous le vent »).



L'écoulement d'air est perturbé en aval sur une distance fonction de la forme de la colline (de 10 à 20 fois la hauteur d'une colline abrupte).



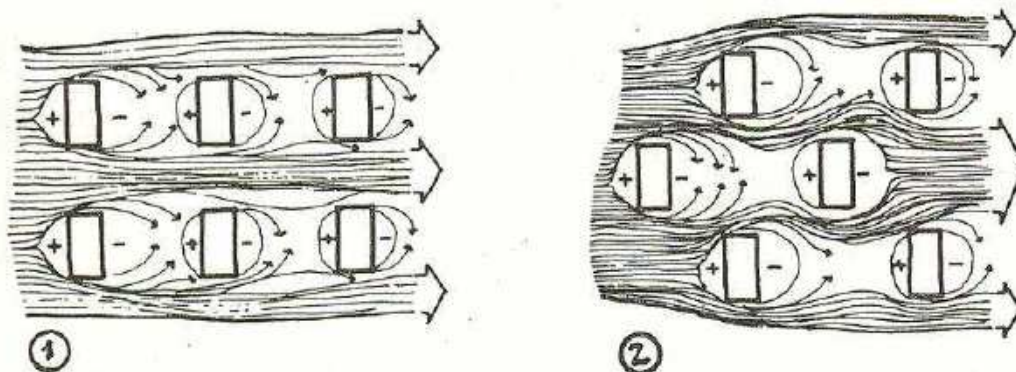
Les vallées peuvent canaliser les vents, et aussi créer des mouvements d'air convectifs, l'air froid descendant au fond de la vallée.



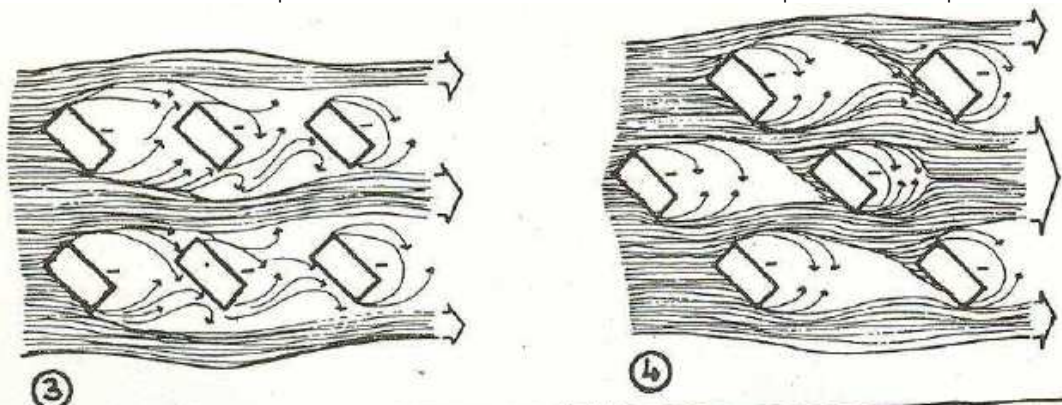
Les vallées peuvent canaliser les vents. Les vents qui sont déviés et canalisés entre les obstacles ont une vitesse d'air accrue au point de passage le plus étroit (effet venturi)

*D'après Martin EVANS,
Housing, Climate and confort)*

Par ailleurs, l'influence des bâtiments les uns par rapport aux autres est prépondérante. Quelques exemples sont donnés ci-dessous (d'après A. BOWEN, *Classification of air motion systems and patterns*, dans *PASSIVE COOLING*) :



Vent perpendiculaire à la façade principale : la disposition en quinconce (2) permet de diminuer l'effet de masque et réduit les zones de dépression. La ventilation sera mieux assurée que dans la disposition linéaire (1).



Vent de biais par rapport aux façades : la disposition (3), maisons en quinconce va, dans ce cas, créer des zones de turbulence à l'arrière des maisons, la ventilation sera difficile. La disposition linéaire (4), permet de diminuer l'effet de masque entre bâtiments.

2.1.3. COEFFICIENTS DE PONDERATION

Le potentiel de ventilation naturelle des différents projets n'est pas le même selon sa localisation et ses caractéristiques. Il est donc nécessaire de pondérer les exigences de ventilation naturelle en fonction des critères géographiques influant sur la ventilation, définis précédemment (situation géographique macro et micro du site, orientation du bâtiment).

Les coefficients à apporter au niveau de « porosité » sont résumés dans le tableau suivant :

Classement du site	Zones côtières exposées au vent, zones d'altitude						Zones de campagne et semi-urbaines, zones côtières sous le vent						Zones urbaines					
Orientation de la façade principale	1	2	3				1	2	3				1	2	3			
Situation	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF
Coefficient de pondération de la porosité	0,85	0,95	0,9	1,05	0,95	1,1	0,95	1,05	1	1,15	1,05	1,2	1,05	1,2	1,1	1,2	1,2	1,4
CLIMATISATION NON TOLEREE	OUI						NON						NON					
CLIMATISATION TOLEREE	NON						NON						OUI					

Les coefficients de pondération oscillent donc entre 0,85 et 1,4, en conséquence de quoi les exigences pour la ventilation naturelle varieront de 17 à 28 % de porosité (voir page 29 – ces valeurs peuvent être augmentées de 10% si l'utilisation de moustiquaire sur les ouvrants est nécessaire). Ce coefficient n'est pas contradictoire avec le respect des normes parasismiques aux Antilles. Ce dernier exige 75% maximum de

porosité pour les logements sans étage et autour de 50 % pour des bâtiments R+6. Dans tous les cas, le niveau de porosité recommandé dans ce guide est au maximum de 31%.

Pour exemple, un projet situé en zone côtière, en haut d'une colline, et où, pour des raisons liées à la parcelle, le bâtiment est contraint à une orientation Est/Sud-est, verra son exigence de porosité, initialement égale à 20 %, être réduite à 19 % (facteur 0,95).

Enfin, dans certains cas et selon certaines contraintes, explicitées page 29, **le traitement climatique des logements pourra être envisagé par le biais de la climatisation mécanique**. Les conditions pour lesquelles la climatisation pourra être tolérée sont indiquées dans le tableau ci-dessus, et concernent majoritairement les opérations en milieu urbain dense.

2.2. MAITRISE DES APPORTS DE CHALEUR

Les apports de chaleur que l'on retrouve dans un logement de plain-pied sont en grande partie liés à l'absorption par les parois extérieures du rayonnement solaire. Mais celui-ci n'est pas le même suivant les orientations. Il est ainsi, dans l'année, plus important au niveau horizontal (toiture) et sur les orientations Est et Ouest.

Aussi, en termes de pourcentage, les répartitions des apports de chaleur au niveau du logement sont les suivantes :

2.2.1. PROTECTION SOLAIRE DE LA TOITURE

	VENTILATION NATURELLE	CLIMATISATION
EXIGENCE MINIMALE		
Indicateur : Facteur solaire (Fts)	< 1,2 %	< 1,2 %

Comme vu précédemment, les apports de chaleur par les toitures peuvent représenter jusqu'à presque **2/3 des apports de chaleur d'un logement sur une journée**. Une protection solaire efficace de la toiture constitue la 1^{ère} urgence d'une bonne conception thermique et énergétique.

Le Facteur de transmission solaire (Fts), ou facteur solaire d'une paroi, définit le pourcentage de chaleur transmise par une paroi à l'intérieur d'un local, par rapport à celle qu'il a reçue au cours d'une journée. C'est ce qui caractérise la performance thermique globale d'une paroi. Il dépend à la fois :

- de sa capacité à résister à la transmission de chaleur (résistance thermique R, exprimée en m².C/W))
- de sa capacité à capter la chaleur, qui dépend de la teinte du mur (coefficient d'absorption α : voir ci-dessous)

D'une manière générale :

$$Fts = 0,05 \times \alpha / (R + 0,22)$$

Plus le facteur solaire d'une paroi est faible, moins celle-ci transmet la chaleur.

IMPORTANCE DE LA TEINTE DE LA TOITURE

L'un des premiers principes d'une bonne protection solaire de toiture consiste à choisir, conformément aux exigences réglementaires (urbanisme), une teinte la plus claire possible. En effet, **les teintes les plus claires absorbent 2 fois moins de chaleur que celles plus foncées**. Cette capacité d'absorption est définie par un coefficient d'absorption, appelé « α », qui définit le pourcentage de rayonnement « absorbé » par un matériau.

Quelques exemples sont donnés dans le tableau ci-dessous, pour différents types de toitures :

Type de matériau	Coefficient d'absorption
Aluminium poli.....	0,15
Asphalte neuve.....	0,91
vieille.....	0,82
Béton.....	0,60
Ciment blanc.....	0,42
exposé à l'extérieur depuis 6 mois.....	0,61
après 12 mois d'exposition.....	0,71
après 6 ans d'exposition, très sale.....	0,63
rouge.....	0,69
Etanchéité en feuilles bitumées brun.....	0,87
vert.....	0,86
Feutre bitumé.....	0,88
avec surface aluminisée.....	0,40
Herbe sèche.....	0,68
Tuile en terre cuite.....	0,64

Pour généraliser, les valeurs suivantes seront communément admises, quel que soit le type de matériau. On notera que la teinte et la couleur sont deux notions distinctes et certaines couleurs dites « claires » peuvent avoir un coefficient d'absorption « α » assez élevé :

CATEGORIES DE TEINTES	COULEURS	VALEURS DE α À UTILISER
Claire	Blanc, jaune, orange, beige, crème, rouge clair	0,4
Moyenne	Rouge sombre, vert clair, bleu clair	0,6
Sombre	Brun, vert sombre, bleu vif, gris clair, bleu sombre	0,8
Noire	Gris foncé, brun sombre, noir	1

Cependant, ces valeurs sont théoriques. Or les toitures de teinte claire vieillissent plutôt mal, et se recouvrent de champignons (cryptogames) qui à terme assombrissent le coloris, et le rendent équivalent à une teinte moyenne voire sombre. De ce fait, nous donnerons ici les **mêmes degrés d'exigences pour les teintes claires que pour les moyennes**, même si à l'évidence le confort thermique sera plus important les premières années (avant vieillissement) avec la première catégorie.

ISOLATION

Pour renforcer le facteur solaire, il faut donc choisir une teinte la plus claire possible, et un complexe de toiture performant au niveau de la résistance thermique. Pour cela, l'isolation est une solution inévitable.

L'isolation thermique peut être :

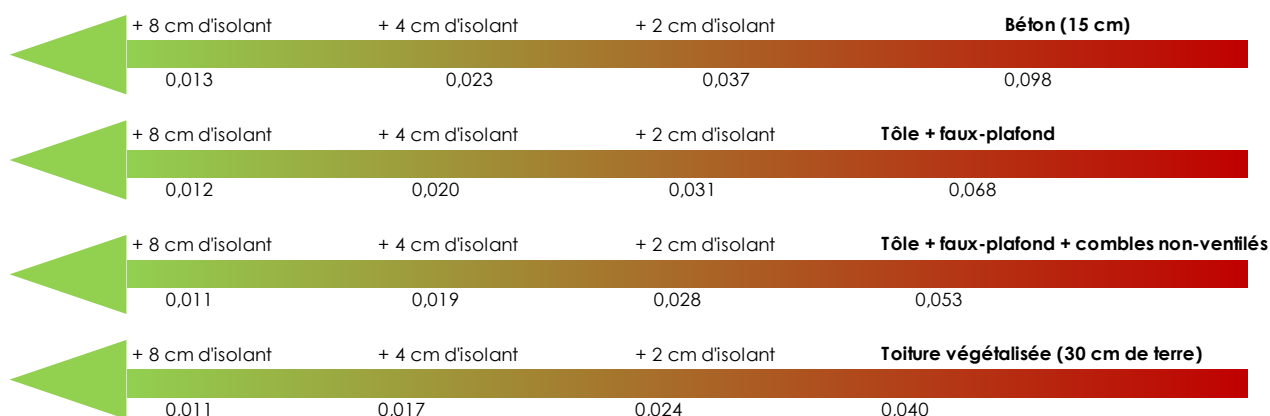
- rapportée en plafond en sous-face de la toiture ou en surtoiture
- réalisée à partir de panneaux isolants préfabriqués, dits « panneaux sandwich »
- accompagnée d'un Isolant Mince Réfléchissant (IMR), **qui ne saurait être à lui seul un isolant au sens propre du terme**

Si l'on compare par exemple deux types de toiture terrasse de teinte moyenne, l'une isolée, l'autre non, on obtient les résultats suivants :

Dalle haute (15 cm) sans isolation	Dalle haute (15 cm) avec 5 cm de perlite
Facteur solaire = 9,8 %	Facteur solaire = 2,4 %

Une dalle béton (0,086 m².°C/W pour 15 cm d'épaisseur) est généralement à elle seule **10 fois moins efficace** pour contrer la chaleur qu'une faible épaisseur d'isolant (5 cm). Au final, le complexe « dalle+isolant » **absorbe 4 fois moins de chaleur** dans la journée, par rapport à une simple dalle haute. D'autres valeurs comparatives sont données dans le tableau page 25.

Différentes valeurs de facteurs solaires ci-dessous, pour différents types de toiture. On voit ainsi l'importance de l'isolation :



A. TYPES DE SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Ces exemples ne sont pas exhaustifs, et n'ont pour autre ambition que de fournir des indications simplifiées pour les types de toitures généralement rencontrés.

Ceux-ci peuvent se distinguer en 4 groupes :

- toiture terrasse en béton (« dalle haute »)
- toiture légère sans comble
- toiture légère sur combles fermés ou faiblement ventilés
- toiture décollée (au minimum de 50 cm pour une maison d'environ 100 m²)

TOITURE TERRASSE

Ce type de toiture est généralement constitué par une dalle béton plane de 20 cm, avec une étanchéité de type bitumineuse en revêtement extérieur, et un enduit en face interne.

Dans le cadre d'une solution de toiture végétalisée, la dalle peut aussi servir de base à un système végétal composé de plusieurs couches :

- Un substrat dans lequel seront installés les végétaux
- Une couche filtrante anticontaminante
- Une couche drainante pour éliminer l'excès d'eau
- Un film anti-racines pour éviter toute dégradation éventuelle

Dans les deux cas de figure, **une solution non-isolée n'est pas satisfaisante**. Les niveaux d'isolation requis, selon les différents types d'isolant existant aux Antilles, sont les suivants :

Teinte toiture	Polyuréthane ou polystyrène extrudé (cm)	Polystyrène expansé ou laine de verre/ roche (cm)	Perlite (cm)
Dalle haute			
Claire ou moyenne	8	9	10
Sombre	10	12	14
Toiture végétalisée			
	5	7	8

TOITURE LEGERE SANS COMBLE

On classe dans cette catégorie toutes les toitures de matériaux à faible épaisseur, et présentant leur sous-face (nue ou avec faux-plafond) à la vue des occupants d'une pièce. Il n'existe donc pas de combles.

Les toitures peuvent être réalisées en tôle (acier, zinc-aluminium) ou bac acier, mais aussi en bardeaux de bois ou bitumineux (shingle), en tuile de terre cuite, ou en matériau polymère ou fibreux.

Dans tous les cas, la toiture doit être isolée, avec un isolant d'épaisseur suivante :

Teinte toiture	Polyuréthane ou polystyrène extrudé (cm)	Polystyrène expansé ou laine de verre/ roche (cm)	Perlite (cm)
Claire ou moyenne	7	9	10
Sombre	10	12	14

TOITURE LEGERE, AVEC COMBLES PEU OU PAS VENTILES

Dans cette catégorie entrent les mêmes types de toiture que précédemment, mais surplombant cette fois-ci des combles peu ou pas ventilés. Ces types de toiture sont généralement plus performants, toutes choses égales par ailleurs, d'un point de vue thermique.

La notion de combles non-ventilés peut ici être définie par un quota d'ouvertures minimum en deçà (bien en deçà, en fait) duquel les combles sont considérés comme faiblement ventilés. Ce quota, ou cette surface d'ouverture minimale des combles, est équivalent à 15 % de la surface totale de la toiture.

Ainsi, une toiture avec une ouverture de type « chien assis » ne peut être considérée comme suffisamment ventilée. L'impact de ce type d'ouverture va par contre dans le sens de l'amélioration thermique d'un local s'il est situé dans le sens des vents dominants, et permet de réduire l'épaisseur d'isolant nécessaire, si sa taille est significative. Dans ce cas, les épaisseurs d'isolant minimales à mettre en place sont définies dans le tableau suivant :

Teinte toiture	Polyuréthane ou polystyrène extrudé (cm)	Polystyrène expansé ou laine de verre/ roche (cm)	Perlite (cm)
Moyenne	7	8	9
Sombre	9	11	13

TOITURE DECOLLEE

Ce type de toiture recouvre l'ensemble de configurations comprenant de larges sections d'ouvertures entre la toiture et le faux-plafond.

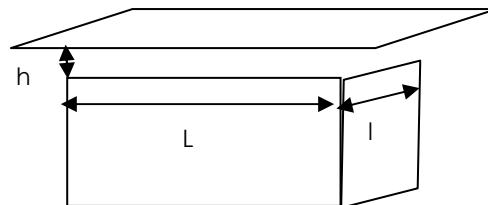
On peut dégager deux niveaux d'exigence, suivant le niveau de ventilation du site :

- **En site peu venté ($V \leq 2 \text{ m/s}$) :**

La surface totale d'ouverture de la toiture par rapport au faux-plafond ou la dalle haute doit à minima être égale à minima à 15 % de la surface totale de toiture. Autrement dit, la hauteur d'élévation minimale « h » de la toiture par rapport au haut du mur du dernier étage, doit

satisfaire :

$$h \geq 0,15 \times l \times L / (l + L)$$



- **En site très venté ($V \geq 5 \text{ m/s}$) :**

La surface totale d'ouverture de la toiture face au vent, doit être à minima égale à 5 % de la surface totale de toiture.

Entre ces deux niveaux d'exigence, pour des vents moyens, la surface d'ouverture devra en général être de 10 % minimum, avec des fluctuations allant de 5 à 15 % selon la vitesse des vents.

	Surface d'ouverture/ surface de toiture	Direction de vent	Répartition spatiale des ouvertures de ventilation
Site peu venté : $V \leq 2 \text{ m/s}$	> 0,15	Sans direction privilégiée	Ouvertures réparties uniformément suivant tout le périmètre
Site moyennement venté : $2 \text{ m/s} \leq V \leq 5 \text{ m/s}$	> 0,10 ($\pm 0,05$ selon la force des vents)	Sans direction privilégiée	Ouvertures réparties uniformément suivant tout le périmètre
Site très venté : $V \geq 5 \text{ m/s}$	> 0,05	Alizés	Ouverture au vent et sous le vent de même surface

Dans tous les cas, les toitures devront répondre à l'exigence suivante :

$$\alpha/R \leq 3,5 \text{ (W/m}^2\text{.}^\circ\text{C)}$$

Où :

- α est le coefficient d'absorption de la toiture (voir page 10)
- R est la résistance thermique du complexe de toiture (exprimé en $\text{m}^2\text{.}^\circ\text{C/W}$)

B. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'impact environnemental des différents types de toitures peut se mesurer à plusieurs niveaux :

- énergie grise des matériaux utilisés, eau nécessaire à leur conception et leur mise en œuvre, déchets et pollutions générés, impacts sanitaires.
- entretien et maintenance : est-elle facilitée ? Les matériaux choisis sont-ils adaptés à leur emploi ?

Le tableau suivant donne à titre d'exemple quelques éléments qualitatifs pour différents types d'isolants et de matériaux de toiture, et concernant :

- la résistance thermique des matériaux, qui dépend de leur qualité thermique propre mais aussi de leur épaisseur ; plus le chiffre est important, plus le matériau est isolant ;
- l'énergie grise, obtenue à partir des données France, et qui n'intègre de fait pas le transport jusqu'aux Antilles ;
- la tenue dans le temps et d'autres aspects sanitaires locaux ou plus globaux (effet de serre, couche d'ozone).

	Résistance thermique R (W/m ² .°C)	Energie grise (kWh/m ³)*	Tenue dans le temps	Impact sanitaire
Isolants				
Laine de roche	1,25 (5 cm d'épaisseur)	150	Tassement pour les matériaux à faible densité (vendus en rouleaux), absorption d'humidité	Présence de fibres pouvant être inhalées
Laine de verre	1,32 (5 cm d'épaisseur)	250	Tassement important, absorption d'humidité	Présence de fibres pouvant être inhalées
Ouate de cellulose	1,19 (5 cm d'épaisseur)	6	Traitement au sel de bore pour la résistance au feu, à l'humidité et aux insectes, mais pas de retour actuellement sous les tropiques	
Polystyrène expansé	1,43 (5 cm d'épaisseur)	450	Bonne, mais ne doit pas être en contact avec des éléments métalliques dont la température peut dépasser 70°C.	Dégagement de pentane et de HCFC (nocif à la couche d'ozone) pour certains types importés, et dégagement de styrène à la chaleur.
Polyuréthane	1,79 (5 cm d'épaisseur)	1 000	Bonne	Dégagement d'amines, issus du chlore
Perlite	1,00 (5 cm d'épaisseur)	250	Bonne	
Matériaux de toiture				
Bac acier	0,0001	60 000	Risques d'oxydation plus ou moins grands selon le type de matériau	
Bardeau bois	0,2	Dépend du type de bois, mais faible	Nécessité d'un entretien régulier, et d'une pente suffisante pour permettre l'écoulement (15°)	
Tuile	0,01	1 400	Apparition de mousses	
Végétalisation	0,2 (15 cm de terre)		Bonne	Régulation de l'humidité et solution aux problèmes de gestion des eaux pluviales, et réduction locale de la pollution de l'air

* données générales France

NB : les isolants dits « écologiques » autres que la ouate de cellulose de type chanvre, laines animales, n'ont pas été abordés ici, car rarement commercialisés à l'heure actuelle.

C. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

Les documents régissant la pose d'isolant sont transcrits dans le DTU 45.1.

Il existe une certification ACERMI sur la qualité des isolants, qui les caractérise selon 5 points, désignés par un classement ISOLE auquel s'ajoute la résistance thermique R :

I : Caractérise l'aptitude de l'isolant à résister à l'effet d'une compression (incompressibilité).

S : permet de juger de la stabilité dans le temps des dimensions initiales de l'isolant sous l'influence de la chaleur, de l'humidité et des sollicitations mécaniques.

O : caractérise le comportement à l'eau de l'isolant (imperméabilité, absorption d'eau...).

L : caractérise la cohésion et la rigidité de l'isolant après essais mécaniques en traction.

E : caractérise l'aptitude de l'isolant à s'opposer au passage de la vapeur d'eau.

CERTIFICAT ACERMI					
ISOLANT THERMIQUE MANUFACTURE DU BATIMENT					
Caractéristiques et niveaux d'aptitude certifiés selon le Règlement Technique ACERMI					
I	S	O	L	E	R = m ² K / W

Chacune de ces caractéristiques est notée de 1 à 5, selon son niveau de qualité. C'est ce classement qui, en plus des propriétés thermiques propres au matériau, caractérise ses performances.

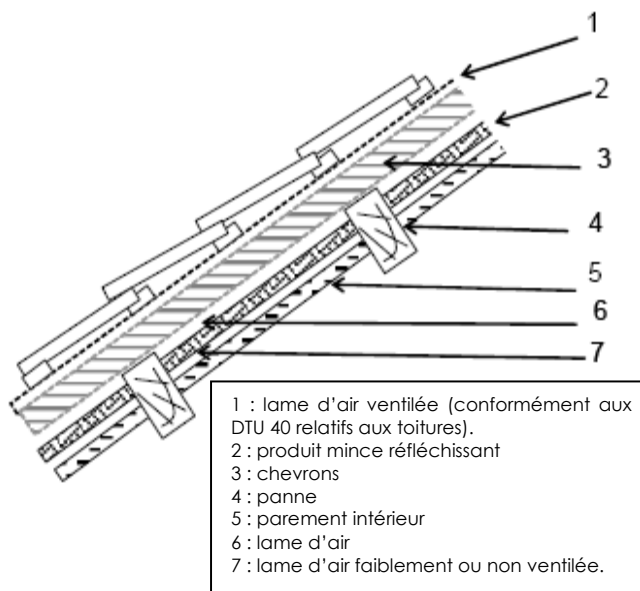
Isolants Mince Réfléchissants (IMR) :

Les isolants Mince Réfléchissants doivent quant à eux respecter un mode de pose scrupuleux pour atteindre des performances thermiques acceptables.

En effet, c'est la lame d'air étanche et immobile, entre l'IMR et la paroi, qui va surtout influencer d'un point de vue thermique sur le complexe. De fait, les fuites d'air admises doivent généralement être inférieures à 1500 mm² par mètre linéaire de mur (fente acceptable : moins de 1,5 mm d'ouverture) ce qui correspond à une pose soignée de produits bien **tendus, agrafés et pincés par des profilés pour assurer une étanchéité périphérique correcte**.

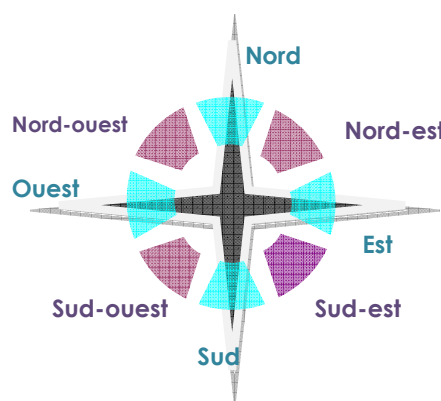
Généralement, la lame d'air est de 2 à 4 cm, et peut être doublée sur l'autre face avec la mise en place d'un parement intérieur (faux-plafond, plaque de plâtre).

En complément d'un isolant classique, ils peuvent faire office de pare-vapeur, mais ne doivent jamais être posé côté intérieur (risque de condensation dans l'isolant).



2.2.2. PROTECTION SOLAIRE DES OUVRANTS

NOTA : pour les deux thématiques suivantes (protection solaire des ouvrants et des murs), nous allons distinguer 3 niveaux d'exigences, selon les 8 types d'orientation, en fonction de l'exposition géographique des façades, comme indiqué sur le schéma ci-contre :



EXIGENCE MINIMALE	LOCALISATION
Indicateur : Facteur solaire (Fts)	
< 10 %	Ouest et Sud-ouest
< 15 %	Est et Sud-est
< 20 %	Sud, Nord-est et Nord-ouest
< 30 %	Nord
Prohibé	Vitrage horizontal

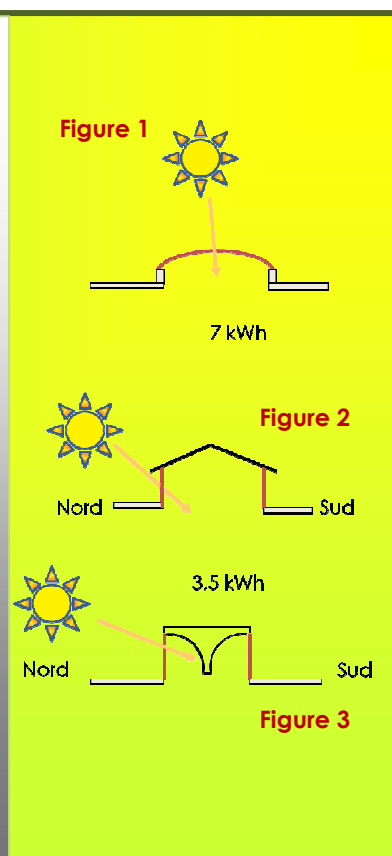
Les apports de chaleur par les ouvrants représentent généralement 60 % des apports solaires des parois verticales, c'est-à-dire les apports « hors toiture ».

Ils sont liés à l'énergie emmagasinée par les ouvertures d'une maison, qu'il s'agisse d'une fenêtre ou d'une porte, car elles sont généralement moins « étanches » à la chaleur que les matériaux plus lourds qui constituent les murs.

Par ailleurs, le vitrage d'une fenêtre va avoir tendance à stocker de la chaleur par « effet de serre ».

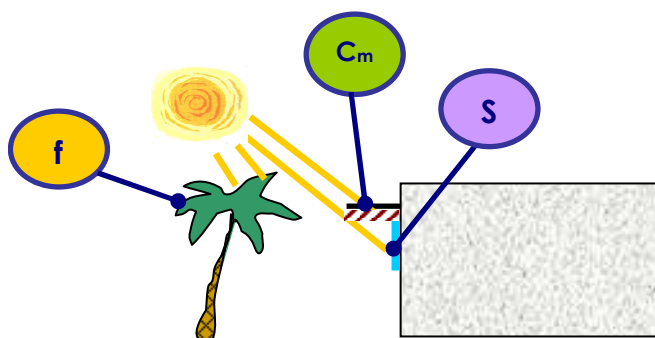
VITRAGE HORIZONTAL

On définit par **vitrage horizontal** tout type de vitrage situé dans le même plan que la toiture (type de la figure 1). Ces principes sont incompatibles avec une démarche ECODOM +, mais il existe d'autres moyens envisageables pour générer des éclairages zénithaux sans tomber dans le vitrage horizontal. Le chien assis ou les lanterneaux (fig. 2 et 3) constituent des réponses appropriées s'ils sont situés au Nord ou au Sud, et sont une moindre source d'énergie (1 kWh/m².j au Nord et 2,5 pour le Sud contre 7 kWh/m².j pour une surface horizontale). Leur traitement en termes de protection solaire correspond à celui d'un vitrage vertical.



Pour chacune des protections envisagées, le niveau de performance va se calculer une nouvelle fois à l'aide du Facteur de Transmission Solaire (Fts), qui est égal au produit :

- du facteur solaire propre de l'ouvrant (porte ou fenêtre), nommé S_{ouv} ,
- du coefficient « d'effet de masque proche » constitué par la protection solaire qui l'accompagne, noté C_m (en cas de présence de plusieurs protections, multiplier les diverses valeurs de C_m)
- du coefficient « d'effet de masque lointain » nommé f , et qui caractérise les effets de masques liés aux éléments extérieurs (bâtiment ou végétation)



$$Fts = f \times S_{ouv} \times C_m$$

Ces trois valeurs sont égales à 1, par défaut, lorsque :

- il n'y a pas de masque lointain : $f = 1$
- une fenêtre est une baie simple (sans protection solaire) : $S_{ouv} = 1$
- il n'y a pas de masque proche : $C_m = 1$

NOTE : LE PRESENT CHAPITRE NE DONNE QUE LES DIMENSIONS MINIMALES DES PROTECTIONS, PRISES INDIVIDUELLEMENT, POUR SATISFAIRE AUX EXIGENCES ECODOM +.

DANS LE CAS DE SOLUTIONS COMBINEES, LES VALEURS DES FACTEURS SOLAIRES DE CHACUNE DES SOLUTIONS SONT DONNEES DANS LES ANNEXES 3, 4 ET 5.

LES FACTEURS DE MASQUE LOINTAINS SONT DONNES EN ANNEXE 6.

A. TYPES DE SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Il existe une pléthore de solutions de protections solaires des ouvrants, et l'intérêt de ce guide n'est pas de brider la créativité mais bien de dresser une liste de solutions courantes et régulièrement utilisées aux Antilles pour combattre les apports de chaleur par les ouvrants.

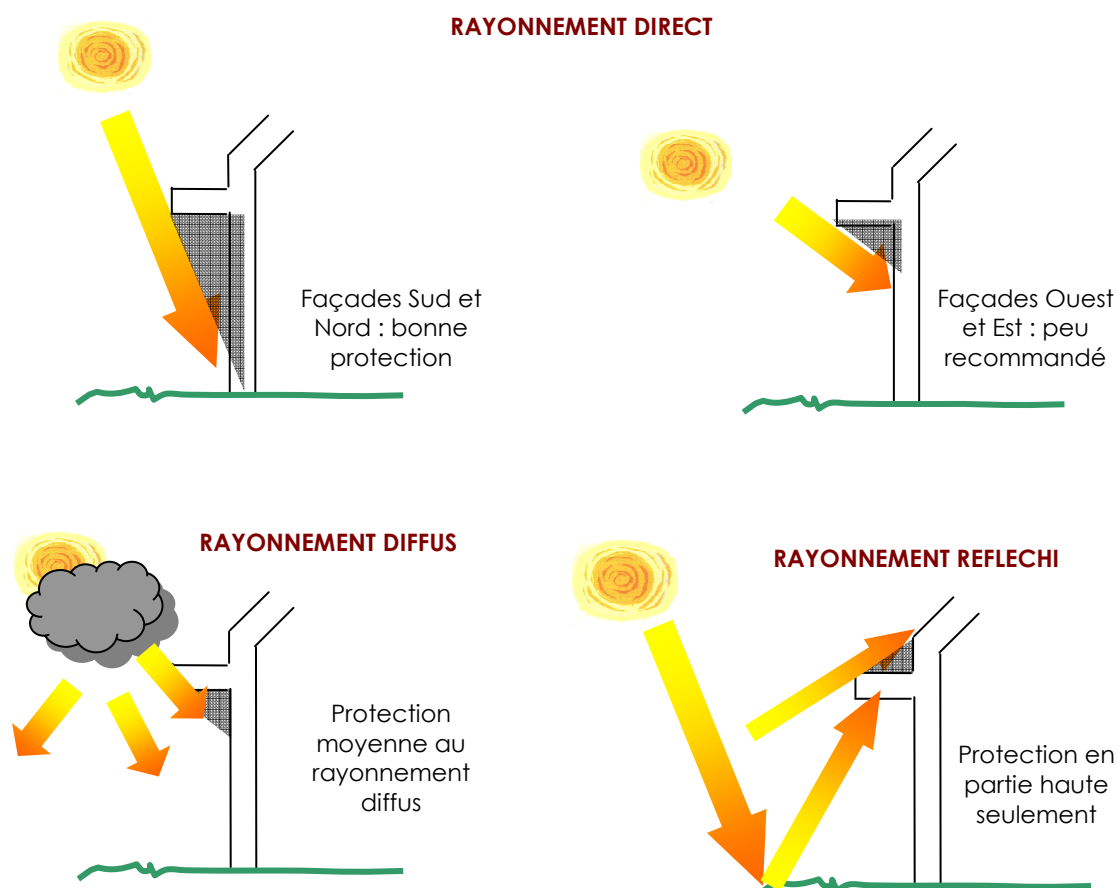
Nous distinguerons ici trois familles de solutions :

- les protections horizontales, de type auvent, casquette ou débord de toiture ;
- les protections verticales intégrées (volets, brise-soleil) ;
- les protections verticales rapportées (film, store).

PROTECTIONS HORIZONTALES

Cette catégorie de solutions intègre toutes les protections extérieures qui se situent au-dessus des ouvrants, qu'elles soient positionnées au droit de la fenêtre ou à distance. On y trouve ainsi les débords de toiture et les auvents (ou casquettes). Ces types de protection peuvent avoir une double fonction de protection solaire des ouvrants et des murs (voir chapitre 5.1.3). Elles sont généralement **très efficaces pour contrer le rayonnement direct, mais très peu le diffus** (les rayons solaires qui traversent les nuages et se diffusent sur toute la surface de la Terre) ou le réfléchi par l'albédo (le rayonnement réfléchi et renvoyé par l'environnement immédiat). Par ailleurs, elles peuvent être plus efficaces en termes d'apport de lumière naturelle, mais sont déconseillées hors des façades Sud et Nord, en raison des dimensions importantes que leur efficacité implique.

Quoi qu'il en soit, le dimensionnement de ce type de protection solaire devra se faire en totale cohésion avec les réglementations d'urbanisme et aux dispositions techniques des normes de sécurité anticycloniques.



La valeur qui va ici servir de référence pour évaluer les dimensions minimales des auvents à respecter est celle de « d/h », qui est définie à partir :

- de la longueur de l'avancée de l'auvent : d
- de son emplacement par rapport à l'ouvrant
- de la hauteur de celui-ci : h

Les équivalents de « d/h », selon le type de structure, sont donnés dans le tableau ci-dessous :

« d/h » = d/h	« d/h » = $d/(p-a)$	« d/h » = $d/(f+b)$	« d/h » = $d/(f-e)$

Source : CSTB

Pour satisfaire aux exigences du label, et **pour un vitrage nu, sans masque lointain, les protections horizontales seules ne sont pas une réponse appropriée ou suffisantes.**

Pour les orientations Sud et Nord, Sud-est et Nord-est, et dans le cas d'un **vitrage simple, muni d'un store intérieur**, les valeurs minimales de « d/h » à atteindre en fonction de l'orientation de l'ouvrant sont les suivantes :

Orientation	d/h
SUD	0,5
NORD	0,1
SUD-EST	1,2
NORD-EST ET NORD-OUEST	1

Pour les autres orientations, les protections verticales seront plus appropriées. Ou alors il conviendra de cumuler plusieurs types de protections solaires (voir annexes 3 à 5).

Comme pour la toiture, les solutions de teinte claire et/ou en bois sont les plus satisfaisantes, et les tôles et les stores de toile sont les moins efficaces.

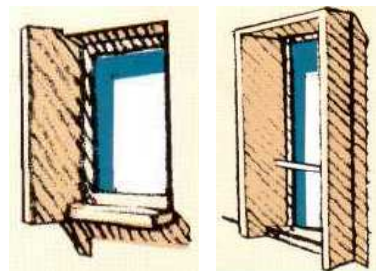
Il est aussi recommandé d'employer des structures ajourées permettant d'éviter l'accumulation d'une « poche » d'air chaud sous l'auvent.

Les protections solaires des baies et fenêtres peuvent également atténuer les bruits aériens transmis dans le logement lorsqu'elles comportent des matériaux absorbants sur leur face recevant les ondes sonores extérieures.

PROTECTION LATÉRALE

Les protections latérales, si elles sont moins efficaces que les autres types de protections solaires, peuvent représenter un complément intéressant aux protections horizontales voire verticales. Elles ne pourront constituer à elles seules une protection suffisante, et ce quelle que soit l'orientation.

Les valeurs de facteur solaire de ce type de protection sont données en annexe 3.



PROTECTIONS VERTICALES INTEGREES

Ce terme regroupe l'ensemble des solutions architecturales intégrées à une paroi, de type brise-soleil ou volet.

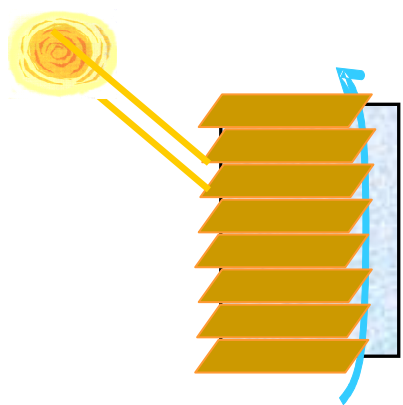
Brise-soleil :

Ces dispositifs sont d'autant plus efficaces qu'ils obturent la lumière naturelle. Les solutions optimales sont donc obtenues en combinant ce type de protection solaire à d'autres (masques proches ou lointains par exemple).

On trouve ici plusieurs sortes : moucharabieh, treillis, perforés, à lamelles, mais nous ne traiterons ici que cette dernière catégorie, plus simple et plus courante.

Les autres types de protection plus complexes pourront être assimilés à des systèmes de lames ou devront faire l'objet d'une étude spécifiques afin de définir s'ils satisfont aux exigences ECODOM +.

Les brise-soleil à lamelles peuvent être à lamelles fixes ou orientables (en particulier à l'Est et à l'Ouest). Dans ce cas, leur manipulation peut se faire manuellement, ou avec l'aide d'un dispositif électrique élaboré.



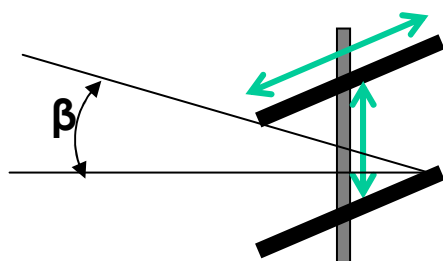
Brise-soleil vertical à lamelles

Pour qu'il soit efficace quelle que soit son orientation, un brise-soleil se doit d'être de couleur claire ou moyenne (voir la définition des teintes page 10) et ventilé.



On dit qu'un brise-soleil est ventilé quand, en tout point de l'ouvrant, la distance « d » qui le sépare du pare-soleil est à minima égal à 3 % de la hauteur totale de l'ouvrant. Son coefficient de masque C_m est alors de 0,3 (voir annexe 3)

Les dimensions que doivent respecter les brise-soleil pour respecter les exigences ECODOM + doivent se conjuguer de manière à respecter à minima les valeurs d'angle β suivantes :



Orientations de la paroi	Angle β maximal
Ouest	15
Est	15
Sud	50
Nord	80

Si la protection solaire est de teinte sombre, alors la paroi ou l'ouvrant devra respecter une résistance thermique supérieure à $0,15 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$.

Pour information, les valeurs de l'angle β à observer pour une occultation totale de l'ensoleillement sont les suivantes :

Occultation totale de l'ensoleillement direct**Angle β**

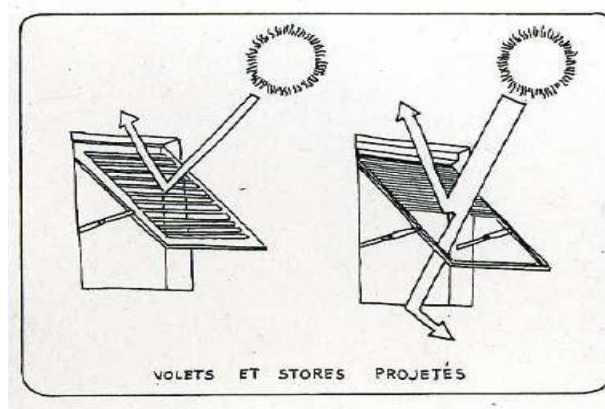
Protection à partir de 7 h en face Est ou jusqu'à 17 h en face Ouest	7°
Protection à partir de 8 h en face Est ou jusqu'à 16 h en face Ouest	19°
Protection à partir de 9 h en face Est ou jusqu'à 15 h en face Ouest	30°
Protection à partir de 10 h en face Est ou jusqu'à 14 h en face Ouest	41°
Protection à partir de 11 h en face Est ou jusqu'à 13 h en face Ouest	48°

Volets ou stores :

Les volets, quand à eux, ne seront admis que **lorsqu'ils assurent une protection solaire en étant ouverts, sans nuire à la ventilation naturelle.**

C'est le cas des volets (ou stores) projetables de couleur claire par exemple. Leurs dimensions doivent se calculer sur la base de dimensionnements des protections solaires horizontales (voir paragraphe précédent).

Les valeurs des facteurs solaires propres à ce type de protection sont données en annexes 3 et 4.

**PROTECTIONS VERTICALES RAPPORTEES**

Le troisième type de protection solaire est une solution rapportée, appliquée à une fenêtre ou une porte-fenêtre, de type store intérieur ou extérieur, ou film solaire. Ce type de protection n'intervient globalement qu'en appoint d'autre solution, et est généralement d'autant plus efficace sur un plan thermique qu'elle est défavorable en termes d'éclairage naturel (voir partie suivante, « B. Impact environnemental, confort visuel »).

Si pour quelques vitrages le film est intégré, celui-ci se pose généralement collé au vitrage. On préférera une pose par l'extérieur, ce qui empêche la chaleur de pénétrer dans le vitrage, et de rester bloquée par effet de serre dans le local. D'un autre côté, la pose en intérieur peut générer des phénomènes de cassures sur le vitrage, en raison de la chaleur accumulée dans le verre. C'est le cas notamment lorsque le verre est soumis à des différences de températures à certaines endroits (zones d'ombres et zones chauffées, effet de soufflage de climatisation sur un point précis) ou, plus rare, à des « chocs thermiques » dus à des passages de nuages par exemple.

Les protections solaires intérieures seront toujours moins efficaces qu'une protection extérieure (pas d'effet de serre créée par l'absorption du rayonnement) :

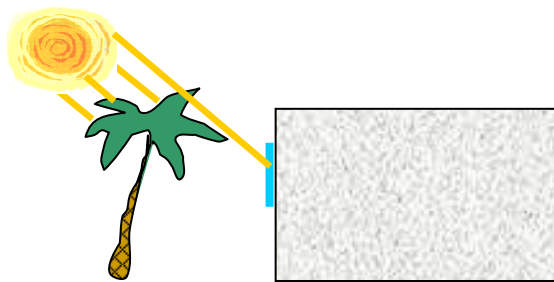
Stores intérieurs	Stores extérieurs
Avantages	
- Coût limité - Facilité de pose - Entretien peu onéreux - Durabilité	- Performances élevées
Inconvénients	
- Performances limitées	- Prix plus élevé - Installation plus délicate - Durée de vie limitée (exposition aux contraintes climatiques) - Mobilité plus réduite (difficulté de manipulation par l'utilisateur)

La mise en place de protections solaires intérieures n'est toutefois que rarement à la charge de l'opérateur immobilier.

Les données propres à ces solutions sont livrées en annexes 4 et 5.

MASQUES LOINTAINS

Parmi les trois catégories qui viennent d'être abordées n'ont pas été pris en compte les masques existants. Ceux-ci sont constitués par des éléments extérieurs, comme un bâtiment proche, un relief important ou de la végétation arborée, qui peuvent dispenser d'un traitement local sur le bâtiment, pour protéger un ouvrant (ou une paroi entière). **Leur efficacité est cependant aléatoire**, et ils ne sont souvent intéressants qu'aux heures les moins nocives de la journée (matin et soir, au soleil rasant).

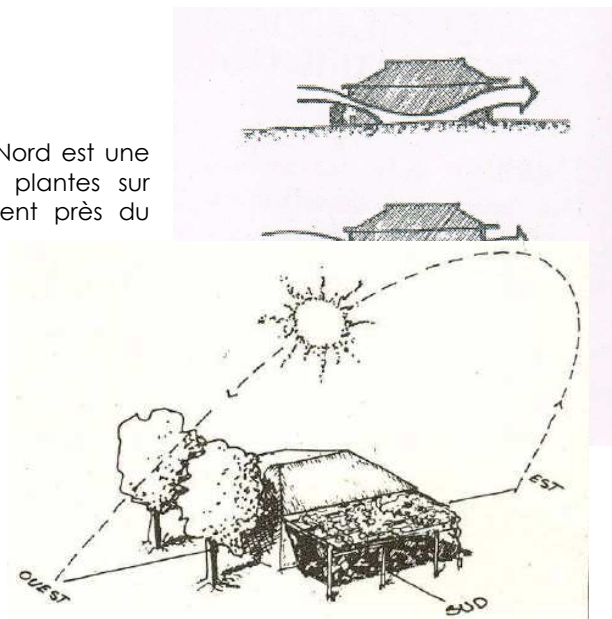


Ces solutions, si elles sont intéressantes puisqu'elles permettent de s'appuyer sur des masques existants et maintenir les arbres ou les végétaux déjà présents sur le site, peuvent a contrario perturber les flux de ventilation (voir annexe 7).

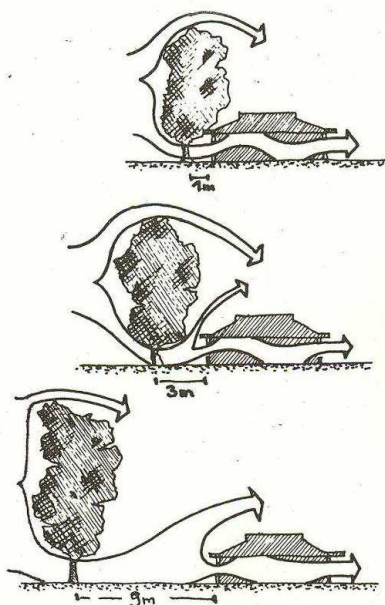
A titre d'exemple, nous donnons certaines dispositions à respecter par rapport aux végétaux existants, pour faciliter une bonne ventilation :

Végétation :**Réduire les apports solaires...**

- La meilleure végétation pour les façades Sud et Nord est une végétation qui se développe horizontalement : plantes sur treillis, tonnelle, arbres hauts s'ils sont suffisamment près du bâtiment...
- Pour les façades Est et Ouest, il vaut mieux planter une végétation verticale : arbres, buissons
- La masse du feuillage d'un arbre peut arrêter entre 65 et 90% du rayonnement direct.
- Les plantations ne doivent pas être à plus de 6 mètres du bâtiment pour avoir un effet réel au rayonnement solaire direct ou indirect. Seuls les très grands arbres auront une influence au-delà.

**...en limitant la perturbation de la ventilation naturelle**

L'emplacement optimal d'un arbre, pour une maison à un niveau, est à 3 mètres de hauteur, et 6 mètres de la façade exposée au vent.

**Arbre :**

Pour un arbre avec un feuillage à 1,5 m du sol, l'emplacement idéal est à 9 m.

Haie :

Une haie, comme un rideau d'arbres, représente un coupe-vent qui a pour conséquence une baisse sensible de la vitesse du vent en aval de celle-ci (jusqu'à 50% à une distance de 10 fois la hauteur de la haie).

SOLUTIONS MIXTES

Dans le cas de solutions alliant plusieurs types de protections solaires, on se référera à la formule de calcul de Facteur solaire ($F_t = f \times S \times C_m$), et aux différents coefficients donnés en annexes 4, 5 et 6.

B. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Outre le confort thermique et la réduction des consommations énergétiques, on peut mettre en avant d'autres types d'impact environnemental et social, liés à la mise en place de protections solaires. Ainsi, en reprenant les cibles de la Haute Qualité Environnementale®, on peut noter les implications sur les cibles suivantes :

- l'intégration paysagère ;
- le choix des matériaux utilisés ;
- l'entretien et maintenance ;
- le confort visuel de la pièce

INTEGRATION PAYSAGERE

Le choix de masques naturels (et en particulier l'utilisation de la végétation existante) est un atout non négligeable, tant sur un plan environnemental (préservation de l'environnement paysager, utilisation d'éléments existants, donc réduction des besoins en matériaux et par conséquent d'énergie, de l'eau et des déchets pour leur fabrication et leur mise en place) qu'économique (réduction des besoins en matériaux et donc des coûts d'investissement).

CHOIX DES MATERIAUX UTILISES

Il est ici évident que le fait d'utiliser le matériau bois, qui plus est lorsqu'il est extrait localement, sera plus environnemental que celui de concevoir les protections solaires avec d'autres types de matériaux, métalliques notamment (l'aluminium demande près de 1000 fois plus d'énergie à la fabrication que le bois).

ENTRETIEN ET MAINTENANCE

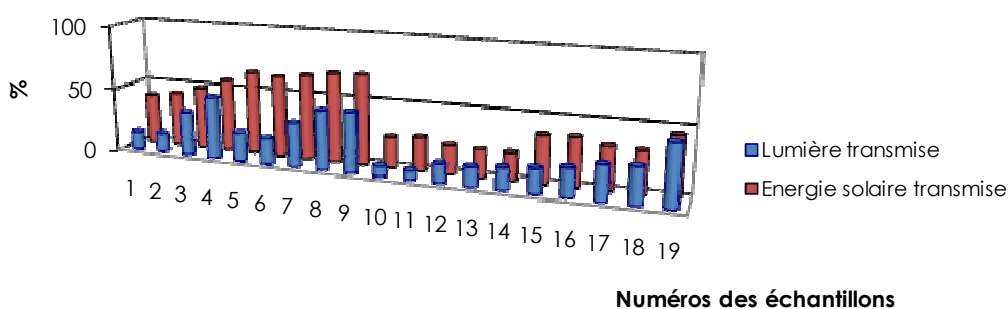
Les brise-soleil devront être faciles à entretenir. Pour cela, une distance raisonnable entre les lamelles, et entre la structure et le vitrage, devra être observée. Pour les structures-bois, et selon le type d'essence utilisée, il peut y avoir un entretien de type lasure ou vernis à réaliser régulièrement.

CONFORT VISUEL DE LA PIECE

C'est le point qu'il faut conjuguer avec la recherche de la minimisation des apports solaires pour optimiser l'apport en lumière naturelle, sous peine de voir augmenter les consommations électriques liées à l'éclairage. Les protections solaires ne doivent donc pas entraver et la bonne ventilation, et l'éclairage naturel d'un local. A ce titre, les volets pleins sont déconseillés, de même que tous les types de protections opaques verticales (stores). Comme indiqué page 18, les brise-soleil à lame ne doivent également pas être trop inclinés sous peine d'entraver l'accès à la lumière naturelle. Ces aspects sont toutefois difficilement mesurables sans calculs préalables précis, à l'aide par exemple de logiciels d'ingénierie (de type ECOTECT).

A titre d'exemple, le graphique ci-dessous donne les niveaux de lumière transmise à un local en fonction de l'efficacité d'un échantillon de 19 films solaires (données catalogue fournisseur). On voit ainsi que la lumière transmise varie dans la plupart des cas en fonction de l'énergie solaire transmise. Donc, dans la plupart des cas, plus un film est efficace sur un plan thermique, moins il laisse passer de lumière naturelle.

Protection solaire et lumière naturelle



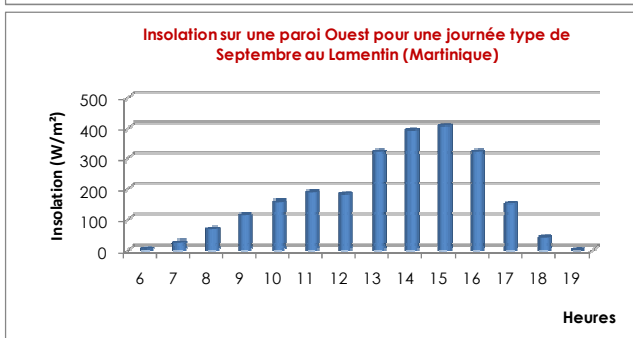
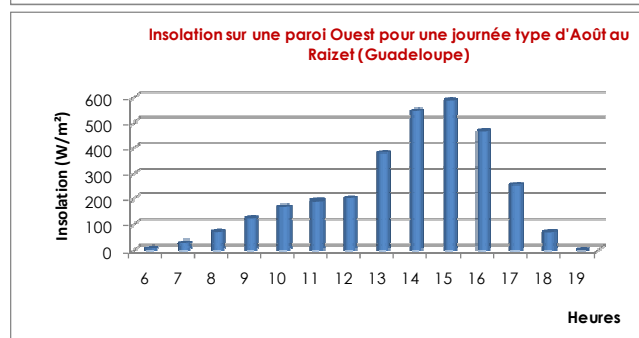
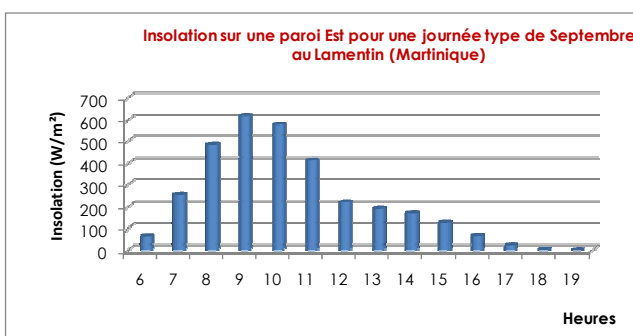
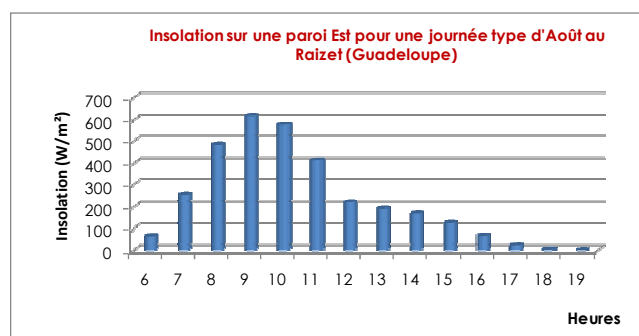
2.2.3. PROTECTION SOLAIRE DES MURS

EXIGENCE MINIMALE Indicateur : Facteur solaire (Fts)	VENTILATION NATURELLE	CLIMATISATION	LOCALISATION Ouest et Sud-ouest Sud, Est, Sud-est, Nord-est et Nord-ouest Nord
	< 4 %	< 2 %	
	< 5 %	< 2 %	
	< 6 %	< 2 %	

La dernière source d'apport solaire d'un local se situe au niveau de l'absorption et la rediffusion de la chaleur par les murs (parois verticales).

Les apports solaires majeurs se situent à l'Est et à l'Ouest, et sont sensiblement équivalents sur une journée. Comme le montrent les graphiques ci-dessous, qui donnent l'insolation reçue par des parois verticales pour une journée type, les heures les plus nocives en termes d'apports solaires se situent autour de :

- 9 h à l'Est
- 15 h à l'Ouest



L'efficacité d'un mur à retransmettre cette chaleur se mesure ici aussi par son facteur solaire, exprimée comme pour la toiture, en fonction de sa teinte (caractérisée par le coefficient α , voir page 10), mais aussi, comme pour les ouvrants, d'un coefficient de masque C_m (voir annexes).

$$Fts = 0,06 \times \alpha \times C_m / (R + 0,17)$$

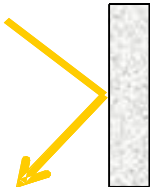
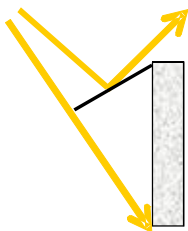
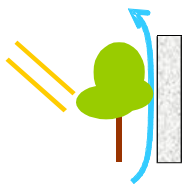
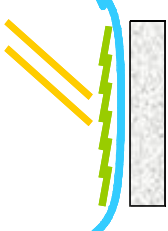
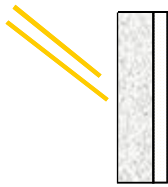
ON NOTERA QUE LES MURS DE TEINTE SOMBRE NE SONT PAS EVOQUES DANS LES TABLEAUX SUIVANTS, CAR ILS SONT CONSIDERES COMME INCOMPATIBLES AVEC UNE DEMARCHE ECODOM +.

A. TYPES DE SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Comme pour les ouvrants, trois types de protections solaires sont généralement rencontrés :

- les protections horizontales
- les protections verticales, généralement ajourées
- l'isolation du mur

Les différents types de solutions sont repris et comparés dans le tableau ci-dessous :

				
Couleur de mur claire	Débord de toiture, auvent	Végétalisation	Bardage ventilé	Isolation
Bonne solution, mais d'une part cette couleur n'est pas durable et elle nécessite d'autre part un complément de protection, en particulier à l'Est et à l'Ouest	Solution à préconiser au Sud et au Nord en particulier, en veillant à ce que ces débords ne viennent pas occulter la lumière naturelle. Peut aussi faire office de protection à la pluie à l'Est.	Bonne solution globale, mais dont l'impact n'est pas immédiat. Provoque un rafraîchissement par évapo-transpiration de la végétation	Le rayonnement solaire et en partie réfléti et une partie de la charge solaire résiduelle entre le mur et le bardage est évacuée par ventilation. Solution optimale à l'Est et à l'Ouest	Pas essentiel au Sud et au Nord lorsque les murs sont clairs. A l'Est et à l'Ouest, quelques centimètres suffisent généralement.

PROTECTION HORIZONTALE

On retrouve ici les mêmes types de protections que pour les ouvrants. Une nouvelle fois, on se base sur la distance « d/h » (voir page 17) pour déterminer le facteur solaire de la paroi. Les différentes valeurs de minima de « d/h » à obtenir selon le type de mur rencontré sont les suivantes, pour les logements ventilés naturellement (ligne blanche) ou climatisés (ligne bleue).

Une nouvelle fois, le dimensionnement de ce type de protection solaire devra se faire en totale cohésion avec les réglementations d'urbanisme et aux dispositions techniques des normes de sécurité anticycloniques.

On notera par ailleurs que, excepté pour les murs de teinte claire, en latérite ou en bois, la protection via une protection horizontale pour les pièces climatisées n'est pas compatible avec la démarche ECODOM + :

	Ouest	Sud-ouest	Sud	Sud-est	Est	Nord-est et Nord-ouest	Nord
<i>Teinte de mur claire</i>							
Béton (15 cm)	0,7	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0
	Non adapté						
Agglo (15 cm)	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0
	Non adapté						
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	0,2	0,2	0	0	0	0	0
	0,9	0,7	0,5	0,7	0,9	0,8	0,3
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	0,7	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,2
Double-peau bois	0,2	0,2	0	0	0	0	0
	0,8	0,7	0,5	0,7	0,8	0,8	0,3

Teinte de mur moyenne							
Béton (15 cm)	1,1	1	0,5	0,7	0,9	1	0,3
Agglo (15 cm)	0,9	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,2
Briques creuses (ép. 15 cm)	0,6	0,5	0,2	0,3	0,4	0,3	0
Briques creuses (ép. 20 cm)	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0
Double-peau bois	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3	0,3	0

En rouge : logements ventilés naturellement / En bleu : logements climatisés mécaniquement

PROTECTION LATÉRALE

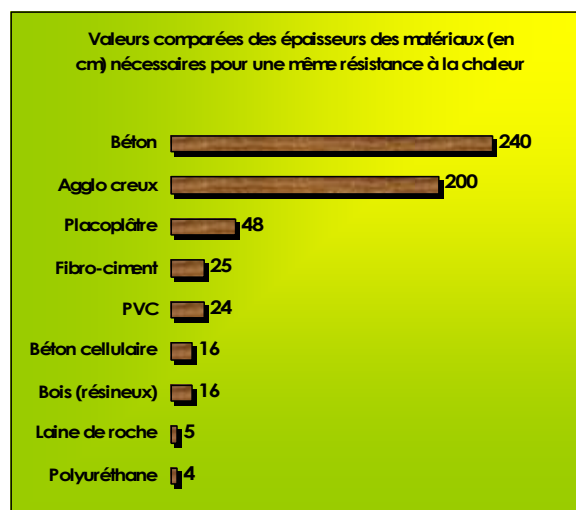
Les valeurs sont les mêmes que pour les ouvrants, et se réfèrent à l'annexe 3.

PROTECTION VERTICALE

Là aussi, nous retrouvons les systèmes de brise-soleil à lames. Les exigences sont les mêmes que précédemment, à savoir un décollement de la façade à protéger d'au moins 3 % de la hauteur du mur.

ISOLATION DU MUR

Ce principe a pour désavantage de ne pas assurer de protection de la façade à la pluie, comme les pare-soleil ou les débords de toiture. Mais a contrario, il offre une solution intéressante en réhabilitation, et pour les pièces climatisées, pour lesquelles il constitue également un recours aux problèmes de condensation.



Afin de respecter les exigences requises par le label ECODOM +, les murs doivent être équipés, selon l'orientation, et/ou la présence de débords de toiture ou d'auvents périphériques, d'une épaisseur d'isolant (de type polystyrène ou laines minérales ($\lambda = 0,039 \text{ W/}^\circ\text{C.m}$)) égale à (en cm) :

Sans débord de toiture ou auvent			
	Ouest et SO	Sud, Est, SE, NE et NO	Nord
Teinte de mur claire			
Béton (15 cm)	2 4	1 4	1 4
Agglo (15 cm)	2 4	1 4	0 4
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	1 3	0 3	0 3
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	0 3	0 3	0 3
Double-peau bois	1 3	0 3	0 3

Teinte de mur moyenne			
Béton (15 cm)	3	2	2
	6	6	6
Agglo (15 cm)	3	2	2
	6	6	6
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	2	1	1
	6	6	6
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	2	1	0
	5	5	5
Double-peau bois	2	1	1
	6	6	6

En rouge : logements ventilés naturellement

En bleu : logements climatisés mécaniquement

Avec débord de toiture (ou auvent) à minima de 0,5 m , ou de 1 m à l'étage au-dessus

	Ouest	Sud-ouest	Sud	Sud-est	Est	Nord-est et Nord-ouest	Nord
Teinte de mur claire							
Béton (15 cm)	1	1	0	0	1	0	0
	3	3	3	3	3	3	2
Agglo (15 cm)	1	1	0	0	0	0	0
	3	3	2	3	3	3	1
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	2	2	2	2	0
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	1	2	2	2	0
Double-peau bois	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	2	2	2	2	0
Teinte de mur moyenne							
Béton (15 cm)	2	2	1	1	2	1	0
	5	5	4	5	5	5	3
Agglo (15 cm)	2	2	1	1	1	1	0
	5	4	4	4	5	4	2
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	1	1	0	0	0	0	0
	4	4	3	4	4	4	2
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	1	0	0	0	0	0	0
	4	3	3	3	4	3	1
Double-peau bois	1	1	0	0	0	0	0
	4	4	3	4	4	4	2

En rouge : logements ventilés naturellement / En bleu : logements climatisés mécaniquement

Avec débord de toiture (ou auvent) à minima de 1 m							
	Ouest	Sud-ouest	Sud	Sud-est	Est	Nord-est et Nord-ouest	Nord
<i>Teinte de mur claire</i>							
Béton (15 cm)	1	0	0	0	0	0	0
	2	2	2	2	2	2	1
Agglo (15 cm)	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	1	2	2	2	1
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	1	1	0
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	1	1	0
Double-peau bois	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	1	1	0
<i>Teinte de mur moyenne</i>							
Béton (15 cm)	2	1	0	1	1	1	0
	4	3	3	3	4	3	2
Agglo (15 cm)	1	1	0	0	1	0	0
	4	3	2	3	4	3	2
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	3	2	2	2	3	3	1
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	3	2	1	2	3	2	1
Double-peau bois	0	0	0	0	0	0	0
	3	2	2	2	3	3	1

En rouge : logements ventilés naturellement / En bleu : logements climatisés mécaniquement

Avec débord de toiture (ou auvent) à minima de 1,5 m							
	Ouest	Sud-ouest	Sud	Sud-est	Est	Nord-est et Nord-ouest	Nord
<i>Teinte de mur claire</i>							
Béton (15 cm)	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	1	2	2	1
Agglo (15 cm)	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	1	1	1
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	1	0	0
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
Double-peau bois	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	1	0	0
<i>Teinte de mur moyenne</i>							
Béton (15 cm)	1	1	0	0	0	0	0
	3	2	2	2	3	3	2
Agglo (15 cm)	1	0	0	0	0	0	0
	3	2	1	2	3	2	2
Briques creuses (ép. 15 cm - R=0,3 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0

	2	2	0	2	2	2	1
Briques creuses (ép. 20 cm - R=0,39 m².°C/W)	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	0	1	2	2	0
Double-peau bois	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	0	2	2	2	1

En rouge : logements ventilés naturellement / En bleu : logements climatisés mécaniquement

MASQUES LOINTAINS

Les principes sont les ici les mêmes que pour les protections solaires des ouvrants.

B. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Pour les protections solaires verticales et horizontales, on retrouve les mêmes caractéristiques qu'au chapitre précédent.

Pour les isolants, ou le choix des matériaux, on s'intéressera ici à leur impact en termes d'énergie grise. Cette thématique a été abordée dans le chapitre sur les protections solaires de toiture (page 28).

2.2.4. VEGETALISATION DES ABORDS

EXIGENCE MINIMALE

Protection des abords sur 3 m

LOCALISATION

Logements situés en rez-de-chaussée
sauf site urbain dense (zone UA)

Le sol fini autour du bâtiment doit être protégé efficacement de l'ensoleillement direct sur au moins les trois quarts de sa périphérie (hors mitoyenneté), sur une bande d'au moins 3 mètres de large.

Cette prescription est couramment satisfaite :

- par une végétalisation du sol (pelouse, arbustes, fleurs) aux abords du bâtiment,
- par toute solution de type "écran solaire" minéral ou végétal situé au-dessus du sol et protégeant celui-ci du rayonnement solaire direct.

En site urbain dense (zones UA), cette prescription devient caduque en raison des fortes contraintes liées aux exigences de construction en limite de propriété dans ces zones.

Cette dernière solution est particulièrement adaptée aux constructions en zone urbaine.

La végétalisation des abords permet en outre un meilleur drainage des eaux pluviales, et donc de s'affranchir des problèmes d'inondations. Cela peut notamment conduire à un plus juste dimensionnement des réseaux d'évacuation.

2.3. VENTILATION

2.3.1. VENTILATION NATURELLE OU CLIMATISATION ?

La ventilation naturelle propre à l'architecture bioclimatique peut parfois ne constituer qu'un vœu pieux. En effet, pour des raisons liées au contexte extérieur (climat) ou à l'environnement proche (urbanisation) d'une opération de logements, **il peut être difficile ou défavorable de donner la priorité à ce type de solution naturelle**, pour diverses raisons : bruit, absence de vent, voire moustiques (même si ce problème peut-être traité en n'entravant que légèrement le potentiel de ventilation naturelle – voir chapitre suivant). Dans le cadre de la démarche ECODOM +, nous allons donc distinguer deux types de contexte pour lesquels l'une ou l'autre des solutions sera privilégiée : l'un favorable à la ventilation naturelle, l'autre à la climatisation.

C'est ce 2^{ème} cas que nous allons ici définir, à partir de critères objectifs liés à l'urbanisme existant, aux conditions climatiques locales ou à certains aspects architecturaux.

On peut ainsi distinguer 3 cas pour lesquels le maître d'ouvrage souhaitant intégrer une climatisation performante pourra justifier l'utilisation de climatiseurs, à condition qu'elle respecte un niveau d'exigences défini dans la partie 2.3.3. :

1) Mauvaise exposition liée à des contraintes urbanistiques

Cet argument ne peut être recevable que lorsqu'il est justifié par des contraintes urbanistiques, qui peuvent être dues, de manière exhaustive, à :

- une parcelle étriquée ;
- l'implantation de voiries ou de bâtiments existants ne permettant pas une orientation optimale ;
- la présence de facteurs proches perturbants (mangrove avec moustiques).

2) Manque de ventilation sur le site

- Faible potentiel de ventilation d'un site en intensité, en fréquence et en direction de vent à proximité immédiate de la construction ;
- Environnement défavorable en raison des effets du relief et des constructions voisines : fond de vallée, site encaissé, masques importants à proximité.

3) Nuisances acoustiques

La proximité immédiate d'un réseau routier à forte circulation ou d'une autre source de bruit existante et régulière peut justifier le choix de la climatisation des logements. Cependant, comme il est difficile d'exiger du maître d'ouvrage une mesure précise des niveaux de bruit, les exigences ne seront pas ici quantifiées. En conséquence, les justifications du maître d'ouvrage en termes de nuisances acoustiques resteront du domaine du subjectif, et seront laissées à la libre appréciation du comité de Pilotage ECODOM +.

Comme défini dans le tableau de coefficients de ventilation page 8, la climatisation ne sera généralement admise que pour les situations en **milieu urbain dense ou en zone semi-urbaine avec une orientation contrainte et défavorable des bâtiments**.

2.3.2. VENTILATION NATURELLE

Dans des conditions normales (humidité inférieure à 70%), une ventilation de 1 m/s (environ 4 km/h) génère une température ressentie de 4°C en moins par rapport à la température ambiante.

$$T_{\text{ressentie}} = T_{\text{ambiante}} - 4^{\circ}\text{C}$$

EXIGENCE MINIMALE
Indicateur : Porosité

> 20%

$P_{\text{int}} > P_{\text{ext}}$

LOCALISATION

Toutes pièces regroupées par zone de ventilation

La ventilation naturelle présente plusieurs avantages en termes de confort thermique.

Elle permet ainsi de balayer et d'évacuer la chaleur accumulée au long de la journée (apports solaires, mais aussi chaleur interne des occupants, des appareils électriques).

Un déplacement d'air dans une pièce permet également, s'il reste en deçà de vitesses importantes susceptibles d'être désagréables à l'être humain, de procurer une sensation de rafraîchissement en termes de ressenti sur la peau. De fait, il permet une augmentation des limites de la zone de confort thermique.

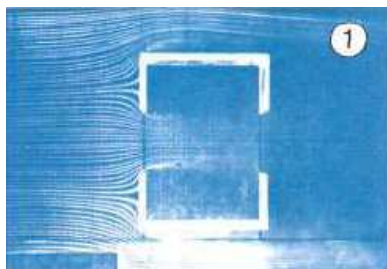
Pour une vitesse d'air de 1 m/s, on sait ainsi que la zone de confort s'élargit et englobe des températures allant de 22°C à 30°C, et des hygrométries allant jusqu'à 95 % (voir graphique page 3). Une vitesse de 1 m/s rend des conditions de températures et d'humidité d'habitude plus supportables.

Le niveau de ventilation naturelle d'un bâtiment est assez complexe à mesurer, et peut globalement se définir à partir de deux éléments notables :

- La capacité d'un local à laisser passer l'air d'un côté à l'autre sans problème. On dit alors qu'il est **traversant**.
- La perméabilité de ce local, qui se mesure à partir du degré de **porosité** de ses façades, c'est à dire de leur pourcentage d'ouvertures par rapport à la surface totale du mur.

On peut définir la mise en place d'une bonne ventilation naturelle à travers 3 étapes successives :

A. ETAPE 1 : RENDRE LE LOGEMENT TRAVERSANT



La condition préalable à la ventilation naturelle d'un logement est qu'il doit être à chaque niveau ou étage complètement **traversant** c'est-à-dire posséder des ouvertures (fenêtres battantes ou coulissantes, « jalousies », portes-fenêtres, portes, ouvrants spécifiques de ventilation) sur au moins deux façades opposées, permettant une ventilation diurne et nocturne (figure ❶).

Si toutefois une ou plusieurs pièces du logement ne bénéficient pas de la ventilation traversante de celui-ci (par exemple pièces isolées) le logement sera toutefois conforme à l'exigentiel si ces pièces possèdent des ouvrants donnant sur l'extérieur dans des parois perpendiculaires.

Remarques :

- à **45° des vents dominants**, le potentiel de ventilation est **25 % moins important** que face à ces mêmes vents, et à 90°, il est 50 % moins élevé.
- les baies coulissantes permettent de doser le débit de l'air sans modifier l'écoulement, mais elles divisent la surface ouvrable par 2 (sauf dans le cas de coulissants à galandages, qui permettent une ouverture totale de la fenêtre).
- Le problème des **moustiquaires** peut se régler par le biais de moustiquaires, qui réduisent toutefois le débit de l'air. On peut considérer que leur mise en place réduit la ventilation de 10 à 15%. Ainsi, un m² carré de fenêtre avec moustiquaire ne représente en réalité qu'un équivalent de 0,85 m² d'ouverture.
- les auvents, balcons, et autres avancées peuvent modifier nettement l'écoulement d'air intérieur.
- il est judicieux de positionner les pièces de service en façade de manière à ce qu'elles bénéficient d'une bonne ventilation, indépendante de celle des pièces principales du logement. Dans ce cas la position des pièces de service par rapport au vent et/ou à l'étanchéité des ouvrants entre ces pièces et les pièces principales, doit permettre d'éviter un flux (et donc les odeurs) des pièces de service vers les pièces principales.

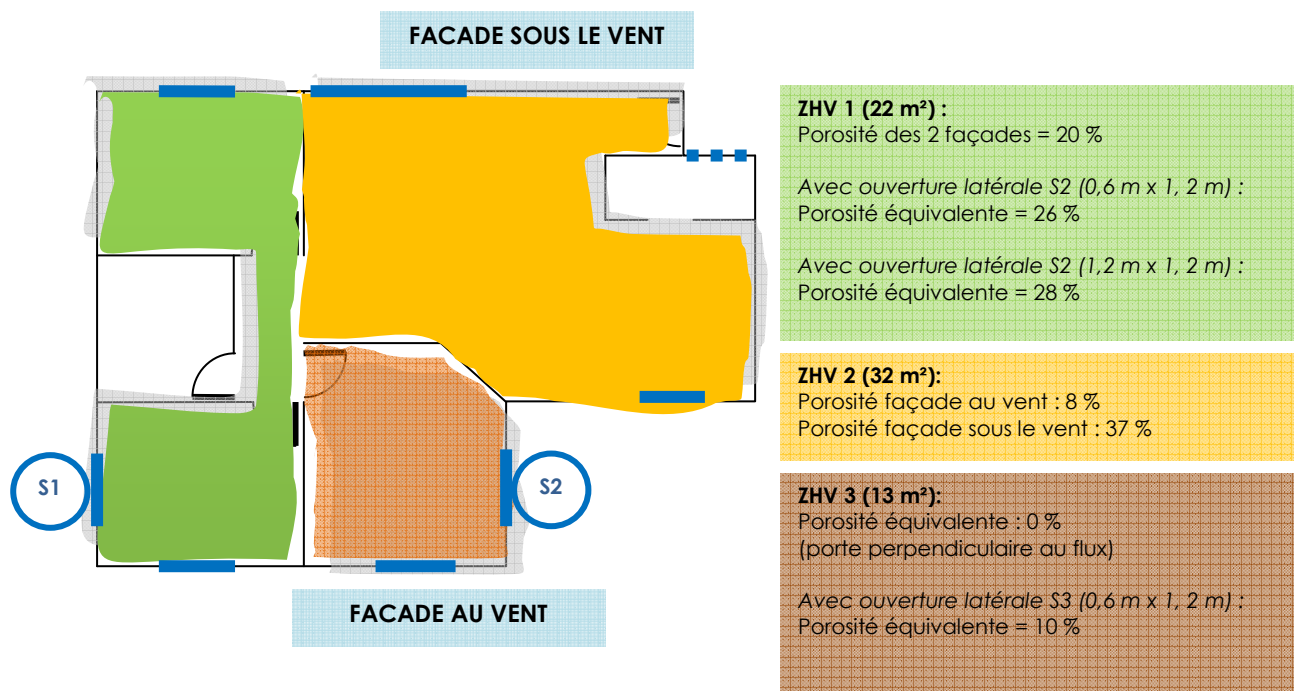
B. ETAPE 2 : DELIMITER LES ZONES DE VENTILATION HOMOGÈNE (ZVH)

La ventilation naturelle d'un logement ne peut se traiter de manière homogène pour l'ensemble du bâtiment. Une pièce de jour ne va pas fonctionner dans le même temps qu'une pièce de nuit, et plusieurs pièces éloignées ou sur deux étages différents vont être difficiles à considérer comme formant un seul ensemble de ventilation.

Dans un premier temps, il est impératif de définir, pour chaque projet de construction, des espaces clos constitués d'une ou plusieurs pièces pouvant être ventilées de manière indépendante. Ces **zones de ventilation homogènes** (ou ZVH) forment ainsi des espaces homogènes vis à vis de la ventilation et ont obligatoirement au moins 2 parois extérieures au bâtiment. Il peut s'agir par exemple :

- d'un ensemble séjour-cuisine-terrasse
- d'une série de chambres
- d'une seule pièce ventilée sur deux parois opposées ou perpendiculaires.

Les ZVH sont à établir pour chaque niveau du logement, sauf dans le cas de pièces communes à deux étages. C'est le cas d'une mezzanine en contact avec un séjour par exemple. Chacune d'entre elles devra être « traversante » et sera soumise à un calcul de porosité, comme décrit sur le schéma ci-dessous, où l'on a délimité 3 ZHV. Le calcul a été mené selon plusieurs hypothèses, et notamment le rajout d'ouvertures latérales (S1 et S2) de différentes tailles :



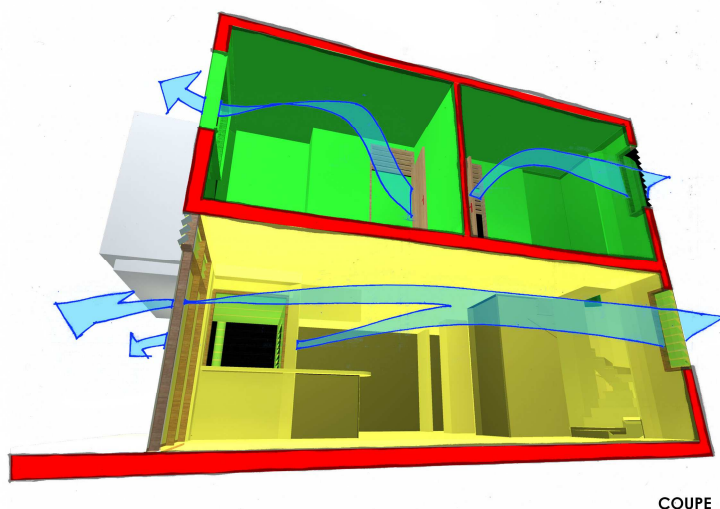
C. ETAPE 3 : CALCULER LES POROSITES A TRAVERS LES CONES DE VENTILATION

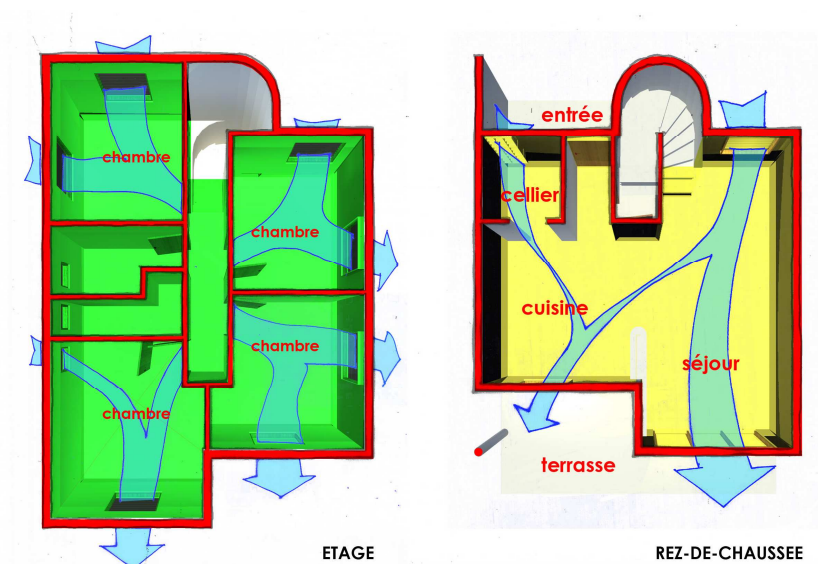
La troisième étape dans la conception d'un logement ventilé naturellement consiste à définir les niveaux de porosité, à travers l'élaboration de **flux de ventilation**.

La disposition des ouvertures extérieures associée à la direction des vents dominants permet de définir des flux de ventilation et des zones de " balayage " des logements. Ces flux sont représentés graphiquement par des volumes reliant les ouvertures extérieures et intérieures entre elles. Ils ont une direction nominale et un sens et sont appelés **cônes de ventilation**.

Dans le cas de cloisons, les cônes de ventilation traversent les ouvertures intérieures (ex : portes de chambres).

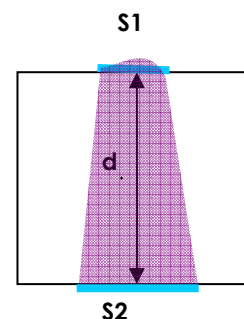
Exemple d'un logement T5 sur 2 niveaux :





Dans le cas d'un séjour totalement traversant, le cône de ventilation est celui qui relie une fenêtre à l'autre, et ses dimensions sont les suivantes :

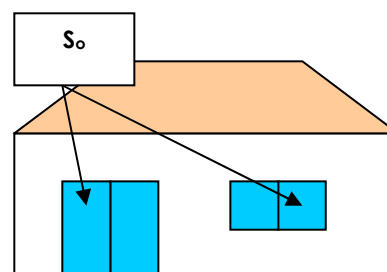
$$V_c = \left(\frac{S_1 + S_2}{2} \right) \times d$$



C'est grâce à ce cône de ventilation que l'on déterminera **la porosité**, qui caractérise le taux d'ouvertures d'une façade par rapport à la surface totale de celle-ci. Elle s'exprime en pourcentage :

$$P = S_o / S_p (\%)$$

où
 S_p = surface de la façade
 S_o = surface totale des ouvrants



La porosité est le critère qui va déterminer le niveau de qualité de la ventilation naturelle d'un logement.

A l'échelle d'un logement ou d'une zone de ventilation homogène, elle s'exprime de deux manières suivant les configurations des zones homogènes de ventilation :

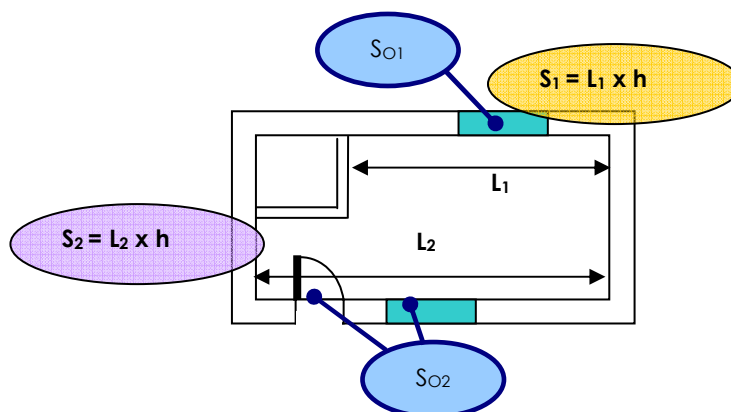
- **Porosité (P) ou porosité moyenne (Pm)** pour les pièces possédant des ouvertures extérieures sur deux façades opposées
- **Porosité équivalente (Pég)** pour les pièces possédant aussi des ouvertures sur deux façades contiguës.

Les cas de pièces de plus de 4 parois n'ont pas ici été traités, pour des raisons de complexité.

La porosité intérieure a également son importance dans le bon cheminement de la ventilation naturelle, et le balayage optimal des pièces par le courant traversant.

POROSITE MOYENNE

La porosité moyenne s'exprime pour les locaux ou des ZVH possédant des façades opposées mais de tailles différentes :



Dans ce cas là, on parle de porosité moyenne. En notant les surfaces d'ouvrants S_o , les porosités des deux façades s'expriment par rapport à la surface moyenne des 2 façades S_m :

$$S_m = (S_1 + S_2)/2$$

$$P_m (\text{façade 1}) = S_{O1} / S_m$$

$$P_m (\text{façade 2}) = S_{O2} / S_m$$

POROSITE EQUIVALENTE

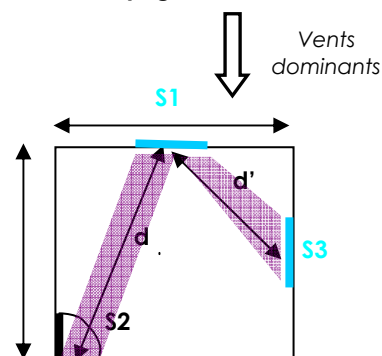
Ce type de porosité concerne les logements ou ZVH dont les ouvertures sont sur des façades adjacentes. Il permet de prendre en compte les ouvertures sur les 3ème et 4ème façades, de mieux apprécier la **disposition des ouvertures** et de prendre en compte au moins partiellement le phénomène de **balayage**.

Le calcul de cette porosité est fait au choix par la méthode géométrique exacte, par une approximation (voir ci-dessous) ou par un calcul graphique.

Il peut y avoir plusieurs cônes de ventilation par ZVH.

L'approximation généralement valable consiste à définir le volume d'un cône de ventilation comme étant égal à la « moyenne des surfaces des ouvertures » multiplié par « la distance médiane entre les ouvertures » :

$$V_c = \left(\frac{(S_1/2) + S_2}{2} \right) \times d + \left(\frac{(S_1/2) + S_3}{2} \right) \times d'$$



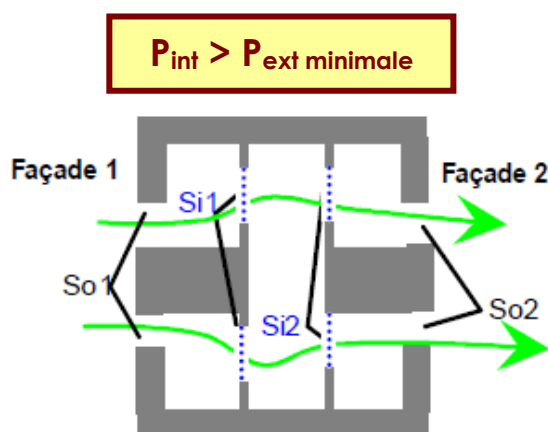
Il est à noter que :

- les portes intérieures perpendiculaires au flux de ventilation ne sont pas prises en compte dans le calcul des cônes de ventilation.
- les ouvertures secondaires de ventilation disposées notamment perpendiculairement au flux principal permettent d'augmenter la valeur de la porosité équivalente, sans toutefois que les cônes ne puissent se confondre (voir schéma des cônes ci-dessus).

La porosité équivalente correspond ensuite au rapport entre le volume du (des) cône(s) de ventilation et le volume total de la ZVH (ou le volume de la pièce considérée si la ZVH est constituée d'une seule pièce) :

$$P_{\text{équiv}} = V_c / V_{\text{ZVH}}$$

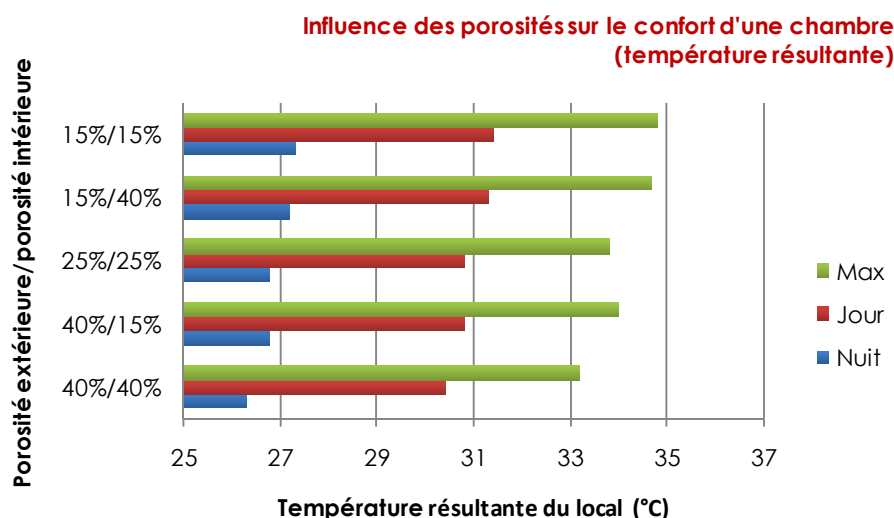
POROSITE INTERIEURE



La porosité des parois intérieures des zones de ventilation homogène devra être au moins égale à la plus petite porosité des parois extérieures de cette même zone.

Ainsi, la surface totale des ouvertures intérieures (portes et impostes) perpendiculaires au sens du flux, devra être supérieure à la surface totale des ouvrants de la paroi extérieure qui a la porosité la plus faible. Ces surfaces intérieures devront par ailleurs être réparties uniformément.

On voit sur le graphique ci-dessous l'influence des couples de porosité « extérieure/intérieure » sur la température résultante d'un local :



D. AUTRES RECOMMANDATIONS

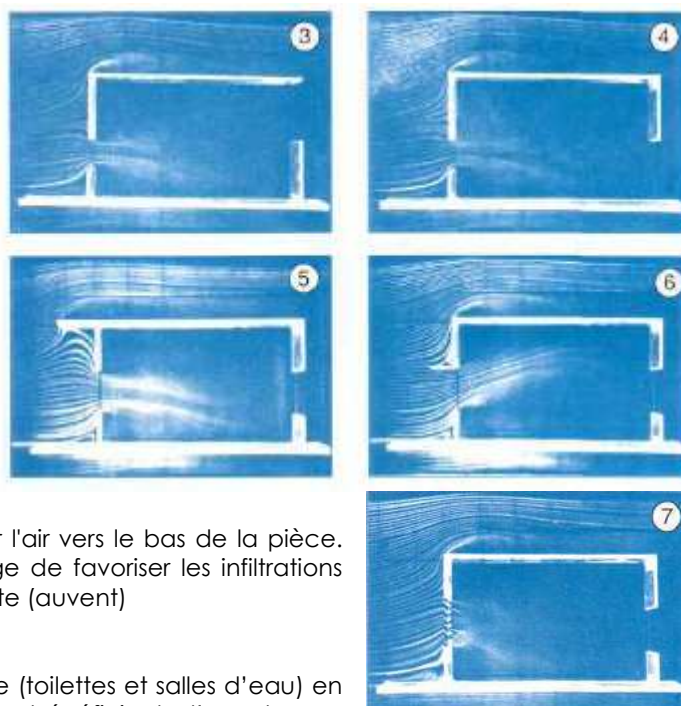
NB : Les schémas décrits ci-dessous ont été tirés d'une étude aéraulique de V. Olgyay (DESIGN WITH CLIMATE – Princeton University Press – 1963).

INFLUENCE DE LA HAUTEUR DES OUVERTURES ET DES AUVENTS

③ et **④** : quelle que soit la position de la sortie d'air (en haut, au milieu ou en bas du mur), le flux intérieur est dirigé vers le bas si l'entrée est en position basse. La ventilation est alors efficace.

⑤ et **⑥** : les avancées de toiture et pare-soleil modifient l'importance et la direction du mouvement d'air. Une avancée assez haute augmente le flux sans modifier sa direction. Un pare-soleil horizontal juste au-dessus de la fenêtre dirige le flux vers le plafond et diminue l'efficacité de la ventilation.

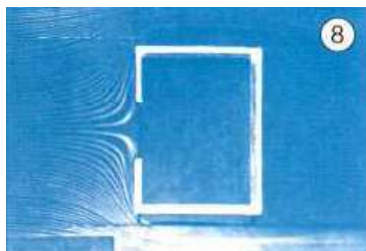
⑦ : les fenêtres pivotantes et fenêtres à lames mobiles doivent être placées de façon à orienter l'air vers le bas de la pièce. Ce type de système a par contre le désavantage de favoriser les infiltrations d'eau, si l'ouvrant n'est pas protégé en partie haute (auvent)



On veillera aussi à positionner les pièces de service (toilettes et salles d'eau) en façade sous le vent de manière à ce qu'elles bénéficient d'une bonne

ventilation, indépendante de celle des pièces principales du logement. Lorsque les pièces principales ne sont pas en façade, il est fortement conseillé d'équiper ces pièces de VMC (voir page 38) ou à défaut de tourelles d'extraction statiques en toiture.

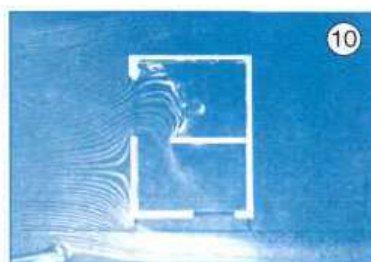
QUELQUES CONFIGURATIONS A EVITER



❶ Avec seulement une ouverture du côté exposé au vent, il y a peu de mouvement d'air à l'intérieur.

❷ Cloison perpendiculaire au flux principal : altération importante, mauvaise efficacité de la ventilation.

❸ Cloisonnement coupant le flux : perturbations. La pièce fermée n'est pas ventilée, l'autre l'est très faiblement.



On pourra se rapporter à l'annexe 7 pour quelques conseils sur la prise en compte du vent dans le procédé constructif.

E. BRASSEURS D'AIR

EXIGENCE MINIMALE

Prévision d'un brasseur d'air (ou d'attentes électriques pour son installation future) tous les 15 m²

VENTILATION
NATURELLE

Brasseur
d'air

Attentes

CLIMATISATION

Attentes

Attentes

LOCALISATION

Chambres

Séjour et autres
pièces de vie

Pour une même plage d'utilisation, un brasseur d'air est 20 fois moins consommateur qu'un climatiseur.

Le brasseur d'air est ici prescrit pour les logements à faible possibilité de ventilation naturelle.

Comme pour la ventilation naturelle, l'objectif de ce type d'appareil est de créer un brassage de l'air, et donc un mouvement d'air qui génère une sensation de rafraîchissement. Il ne rafraîchit pas à proprement parler la température d'une pièce, si ce n'est en chassant les calories superflues (en cas d'ouvertures de fenêtres).

Le brasseur d'air peut de plus être utilisé en complément d'un climatiseur pour soulager son fonctionnement :

- pour améliorer, par son action de dispersion de l'air rafraîchi, l'efficacité du climatiseur ; ce qui permet une utilisation à une moindre puissance
- pour offrir une alternative moins énergivore à l'utilisateur, lorsque cela est possible.

Selon les caractéristiques de ventilation naturelle, le label ECODOM + va imposer la pose d'un appareil selon les prescriptions décrites ci-dessous, ou plus simplement la prévision d'attentes électriques en vue de son installation future.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Les brasseurs d'air à pales métalliques sont généralement plus efficaces que ceux à pales en bois ou en osier cannelé. Plus les pales sont grandes (diamètre supérieur à 1,40m), plus les brasseurs sont efficaces.

Il est demandé :

- de choisir plutôt des brasseurs d'air en fonction de leur performance énergétique (label Energy Star, et efficacité > à 500 m³/h.W)
- de sélectionner des brasseurs d'air à pales métalliques profilées et dont les diamètres sont supérieurs à 1,40 m

PRESCRIPTIONS A L'INSTALLATION

L'appareil se fixe au plafond, de préférence au centre de la pièce, mais gagne à ne pas être disposé juste au-dessus des zones occupées. Les ventilateurs doivent également respecter un nombre de points d'ancrage. Pour des questions de sécurité, il peut être enserré dans un carter. On veillera aussi à ne pas situer de luminaires entre les pales et le plafond, pour éviter un effet stroboscopique gênant.

L'installation de brasseurs d'air est très fortement conseillée lorsque le logement a une orientation défavorable.

Il est notamment recommandé :

- d'installer 1 brasseur d'air (ou des attentes électriques) tous les 15 m², positionnés de manière à permettre un brassage d'air homogène
- d'équiper les commandes d'alimentation des brasseurs de variateur de vitesse
- que le plan de rotation des pales soit à une distance d'au moins 30 cm du plafond, tout en veillant à ce qu'elles n'occasionnent aucun risque pour les occupants.

Par ailleurs, les attentes électriques devront respecter la norme électrique NFC 15-100.

2.3.3. RAFFRAICHISSEMENT ASSURE PAR DES CLIMATISATEURS

NOTA : Ce cas ne concerne que les opérations ne pouvant avoir recours à la ventilation naturelle (voir paragraphe 5.2.1). Il n'est valable **que pour les chambres (pièces de nuit)**.

EXIGENCE MINIMALE

Indicateur : Qualité d'installation

Qualification OPTICLIM® ou équivalent

LOCALISATION

Chambres

Les exigences sont ici celles de la charte de qualité « OPTICLIM® » ou équivalent et un équipement de classe A minimum.

Cette charte définit les conditions d'installation de systèmes de climatisation individuelle performants, en les considérant dans leur globalité, de leur dimensionnement jusqu'à leur fin de vie.

Elle engage l'installateur :

- À prodiguer des conseils sur le bâti :
 - o Protection solaire de la toiture
 - o Protection solaire des vitrages
 - o Étanchéité de l'air des ouvertures
 - o Protection solaire des murs
- À concevoir une installation de qualité :
 - o Conception générale et dimensionnement
 - o Choix de matériel performant
- À proposer des équipements complémentaires :
 - o Brasseurs d'air
 - o Portes coulissantes automatisées
 - o Contacts de feuilures
 - o Asservissement en fonction de l'occupation
- À réaliser une installation de qualité :
 - o Mise en œuvre selon les règles de l'art
 - o Intégration architecturale
 - o À respecter l'environnement
 - o Mise en place de matériel permettant la récupération des fluides

- o Collecte systématique des fluides frigorigènes
- o Retraitement des ces fluides
- A formuler des conseils pour l'auto-entretien
- A proposer un contrat d'entretien
- A prodiguer des conseils d'utilisation

ÉTANCHEITE DU BÂTI

Si les prescriptions générales concernant les performances thermiques du bâti ont été décrites dans les chapitres précédents (Protection solaires de la toiture, des ouvrants et des murs), le point présent concerne l'étanchéité des ouvrants (vitrages), et en particulier celle à l'air.

Tous les ouvrants extérieurs devront posséder une classe d'étanchéité qui soit au minimum A3.

DIMENSIONNEMENT

Est concernée ici la conception de l'installation, et notamment son dimensionnement en termes de puissance frigorifique (exprimée en W ou en BTU/h). La valeur de puissance à adopter sera calculée selon la méthode « OPTICLIM® » ou équivalente.

CHOIX DES APPAREILS

Les appareils performants seront bien évidemment privilégiés. On ne considère ici que les appareils de type « split-system », dont l'efficacité frigorifique (ou E.E.R) devra être supérieure à 3.2, ce qui correspond à un appareil de classe énergétique A (étiquette énergie).

Classe d'efficacité énergétique de l'unité en mode réfrigération	
A	3.20 < EER
B	3.20 ≥ EER > 3.00
C	3.00 ≥ EER > 2.80
D	2.80 ≥ EER > 2.60
E	2.60 ≥ EER > 2.40
F	2.40 ≥ EER > 2.20
G	2.20 ≥ EER

MISE EN OEUVRE

Les unités extérieures devront être placées dans des endroits bien ventilés, et éloignées de toute source de chaleur qui pourrait entraver leur bon fonctionnement (ensoleillement par exemple). Elles seront situées si possible en hauteur, à l'abri de nuisances possibles (poussières, fumées), mais accessibles.

Les unités intérieures devront quant à elles être disposées si possible en hauteur, accessible, mais de manière à insuffler un air :

- qui ne soit dérangeant pour l'utilisateur
- qui ne soit perturbé par des obstacles éventuels
- qui balaye le plus grand volume possible

En cas de placement en allège, le jet d'air sera orienté de 15° à 20° par rapport à la verticale.

Les liaisons frigorifiques devront être inférieures à 10 m, le plus linéaires possible, et calorifugées par un isolant adéquat (de type « Armaflex », et de résistance thermique supérieure à 0,4 m².°C/W).

ENTRETIEN ET MAINTENANCE

L'installateur devra se soumettre à un contrat de maintenance, annuel ou semestriel, tel que défini dans la charte « OPTICLIM » ou équivalent.

INSCRIPTION PREFECTURE

L'installateur devra avoir fait l'objet d'une inscription en Préfecture.

FIN DE VIE

En fin de vie de l'installation, l'entreprise s'engage à récupérer les fluides frigorigènes, avec un matériel adéquat (type station).

2.3.4. VENTILATION HYGIENIQUE

EXIGENCE MINIMALE

Indicateur : Débit d'extraction

Selon pièce

LOCALISATION

Pièces d'eau sans communication avec l'extérieur et/ou dans le cas de pièces climatisées

D'une manière générale, on privilégiera le choix de pièces d'eau en contact direct avec l'extérieur avec la mise en place d'ouverture.

L'humidité, qu'elle soit climatique ou issue des activités humaines (transpiration, vapeur d'eau...) est très présente au sein de l'habitat. Cette humidité favorise le développement des moisissures, qui peuvent avoir un impact très négatif sur la santé. Il convient donc de renouveler l'air par une ventilation, pour chasser cette humidité. Si celle-ci n'est pas possible naturellement (pièces borgnes), il est judicieux de prévoir une Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC).

La VMC peut fonctionner en « tout ou rien », mais il existe des modèles qui possèdent un débit nominal obtenu avec le moteur en petite vitesse et un débit forcé avec le moteur en grande vitesse. Un interrupteur permet de basculer en grande vitesse après une forte production de vapeur d'eau (douche ou bain par exemple).

Il existe également des modèles de VMC hygroréglables, qui modulent le débit en fonction de l'humidité de la pièce.

MODE DE POSE

Les bouches d'extraction de l'air sont placées au niveau des pièces humides (salle de bain, cuisine, WC, voire buanderie) et reliées à un groupe d'extraction motorisé. L'air extérieur « neuf » est ainsi aspiré via les pièces sèches au niveau d'entrées d'air puis rejetées au niveau des pièces humides par des bouches d'extraction. Pour que le passage de l'air puisse se faire même porte fermée, il est idéalement préférable de prévoir un interstice de 1 à 2 cm sous les portes (détalonnage).

Pour les systèmes autoréglables, les débits minimum d'usage pour les différentes pièces est déterminé dans le tableau suivant (en m³/h) :

	cuisine	SDB	autre salle d'eau	WC1	WC2
T1	20/75	15	15	15	15
T2	30/90	15	15	15	15
T3	45/105	30	15	15	15
T4	45/120	30	15	30	15
T5 et +	45/135	30	15	30	15

ENTRETIEN

Un nettoyage des bouches d'extraction (une fois par trimestre, à l'eau savonneuse) est nécessaire. Les filtres doivent aussi être nettoyés une fois par an. D'une manière plus globale, un entretien de l'installation dans son ensemble (bloc moteur, gaines) doit être réalisé par un professionnel tous les 3 ans.

2.4. FOURNITURE D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Dans le cadre de la démarche ECODOM +, un projet ne pourra être validé s'il n'existe pas de solution intégrée de fourniture d'eau chaude sanitaire par un système de production solaire.

EXIGENCE MINIMALE

Indicateur : Qualité d'installation

Qualification QUALISOL ou étude de faisabilité

Pour la fourniture d'eau chaude sanitaire (ECS), le système de production d'eau chaude solaire sera collectif ou individuel.

2.4.1. INSTALLATIONS INDIVIDUELLES

Les exigences, pour le solaire thermique individuel, seront celles de la Charte de qualité QUALISOL ou équivalent.



IMPLANTATION DES CAPTEURS

L'appareil, s'il est de type « autostockeur », ou les capteurs, dans le cas de systèmes « thermosiphon » ou « à éléments séparés », devront être :

- orientés vers le Sud, avec $\pm 90^\circ$
- inclinés d'un angle compris entre 10° et 20° avec l'horizontale.

VISSERIE ET ACCESSOIRES

L'installation devra être obligatoirement équipée de vannes d'arrêt dont une accessible pour la neutralisation du réseau et des équipements suivants :

- groupe de sécurité, dont l'évacuation des fluides doit être raccordée par tuyauterie, soit jusqu'au sol, soit jusqu'au réseau d'évacuation pour éviter tout risque de brûlure.
- réducteur de pression
- mitigeur thermostatique (conformément à l'arrêté du 30 novembre 2005)

Il pourra également être prévu, selon la situation, un filtre à tamis pour limiter les dépôts de latérite, des clapets anti-retour ou des anti-béliers. L'ensemble des accessoires devra être homologué NF ou CE.

Les éléments de visserie utilisés pour la structure et la fixation des matériels seront en acier inoxydable pour les diamètres inférieurs ou égaux à 8 mm et en acier zingué au-delà de 8 mm, et la visserie utilisée pour la fixation de la structure sur une toiture pourra être de même type que celle préexistante sur cette toiture.

RESEAU HYDRAULIQUE

Le matériel employé sera homologué NF ou CE. Les tuyauteries, en cuivre, seront fixées tous les mètres avec des fixations disponibles sur le marché, et calorifugées, sur la liaison capteur-ballon et l'alimentation en eau chaude du logement, par un isolant peu sensible à l'humidité et protégé des intempéries et des agents agressifs (pluie, rayonnement solaire, animaux,...).

REGLES TECHNIQUES ET CERTIFICATION

Le DTU n° 65-12 et la norme NF P50-601-1 devront être respectées, et les chauffe-eau solaires devront bénéficier d'un avis technique favorable du CSTB (ou équivalent européen) en cours de validité.

2.4.2. INSTALLATIONS COLLECTIVES

Sur ce type de montage plus complexe, l'unique prescription va ici se limiter à l'obligation d'une étude de faisabilité et de suivi de l'opération. Elle devra être assurée par un Bureau d'Etudes indépendant et spécialisé dans ce type de prestations.

2.5. ECLAIRAGE PERFORMANT

EXIGENCE MINIMALE

Indicateurs :

Puissance surfacique

Type de gestion

Puissance installation < 2 W/m²
Minuterie

LOCALISATION

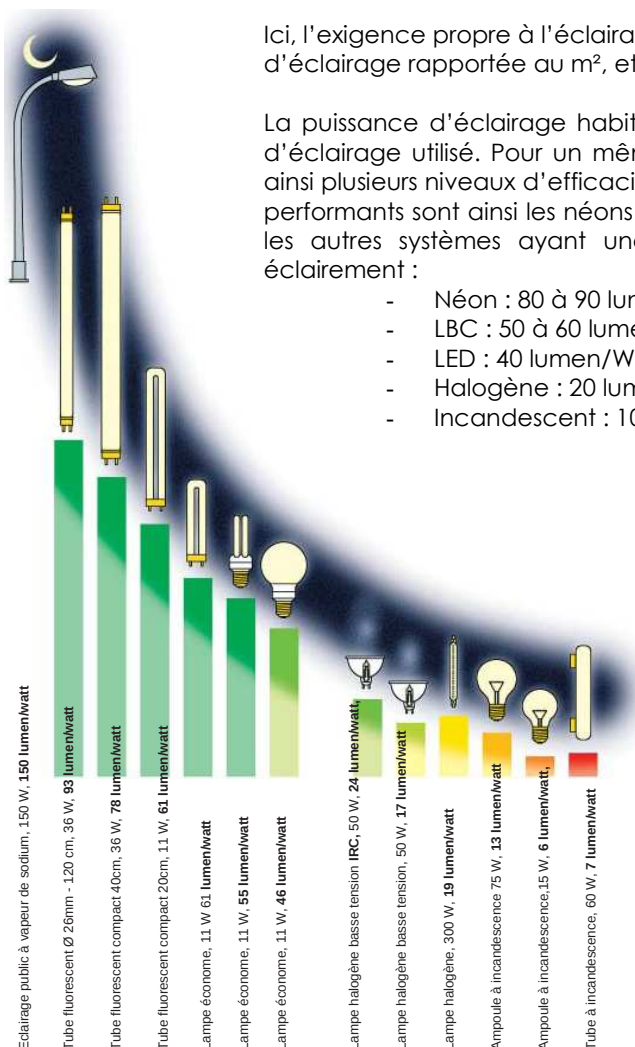
Parties
communes

Les exigences liées à cette thématique concernent principalement la puissance de l'éclairage à mettre en place, pour assurer un éclairage performant, et sa gestion (minuterie). Mais nous donnerons également, à titre de conseil, des niveaux minima de qualité de lumière (Indice de Rendu des Couleurs (IRC), température des couleurs) à adopter, pour un meilleur confort visuel.

Les logements étant livrés sans appareils d'éclairage, les lieux concernés sont les espaces communs, qui englobent les endroits suivants :

- Les circulations
- Les garages
- Le (ou les) local (locaux) « poubelles »
- Les cheminements piétonniers extérieurs

PERFORMANCE ENERGETIQUE



Ici, l'exigence propre à l'éclairage s'exprime en puissance électrique (exprimée en Watt) d'éclairage rapportée au m², et doit être inférieure ou égale à **2 W/m²**.

La puissance d'éclairage habituellement rencontrée dans l'habitat varie selon le type d'éclairage utilisé. Pour un même degré d'éclairement (exprimé en lumen), on trouve ainsi plusieurs niveaux d'efficacité énergétique selon les types d'appareils utilisés. Les plus performants sont ainsi les néons ou l'éclairage à diode électroluminescente (LED, OLED), les autres systèmes ayant une consommation supérieure pour produire un même éclairement :

- Néon : 80 à 90 lumen/Watt
- LBC : 50 à 60 lumen/Watt
- LED : 40 lumen/Watt
- Halogène : 20 lumen/Watt
- Incandescent : 10 lumen/Watt

GESTION

Il sera prévu des systèmes de minuterie dans tous les circulations communes, locaux poubelles et garages. Ces systèmes seront à temporisation ou à détecteur de présence.

QUALITE DE LA LUMIERE

Deux autres critères rentrent ici en compte, et concernent plus directement la qualité de l'éclairage : l'indice de rendu des couleurs (IRC) et la chaleur de l'éclairage.

Ce sont 2 critères à ne pas négliger, et qui font que l'on pense souvent, à tort, que l'éclairage fluorescent est moins « chaleureux » qu'un éclairage incandescent ou halogène :

- l'indice de rendu des couleurs (IRC) définit le rendu des couleurs par un éclairage artificiel. Plus il est important (supérieur à 90%), mieux les couleurs sont restituées.
- la température de l'éclairage (qui va généralement de 2 500 K à 6 000 K) définit la gamme de couleur produite par la lampe, de chaude à froide. Paradoxalement, plus la température est élevée, plus la lumière apparaît comme « froide » et blanche.

code	IRC-indice de rendu des couleurs	Température de couleur (teinte de la lumière)
827	82 à 85	2700K blanc très chaud
830	82 à 85	3000K blanc chaud
840	82 à 85	4000K lumière du jour
930	92 à 98	3000K blanc chaud
940	92 à 98	4000K lumière du jour

L'IRC et la température de l'éclairage sont définis par un code international à 3 chiffres, qui est généralement indiqué sur les ampoules (voir ci-dessus). Le 1^{er} donne le niveau d'IRC en pourcentage, et les 2 autres donnent la température de l'éclairage (gamme de couleur produite par la lampe).

Dans le cadre de la démarche de ECODOM +, il sera demandé un IRC de 85 % minimum, et une température de 4 000 K (codes 840, 930 ou 940).

COUT GLOBAL

Sur la base de 2 000 heures d'utilisation/an, une LBC de 11 W permet d'économiser :

- 10 euros/an par rapport à incandescence
- 20 à 30 euros/an par rapport à une lampe halogène

La durée de vie d'un éclairage fluorescent ou de type néon est également 5 à 10 fois plus importante que les autres types d'éclairage, et permettent de s'affranchir de changements et de rachats fréquents. Aussi d'une manière générale, un éclairage fluorescent est, sur sa durée de vie, 3 fois moins coûteux qu'un éclairage incandescent, et 7 à 10 fois moins qu'un éclairage halogène.

Les ampoules à incandescence cesseront d'ailleurs d'être commercialisées au 1er septembre 2012.

3. SYNTHÈSE DES EXIGENCES

Le tableau suivant retrace l'ensemble des niveaux d'exigence requis pour respecter une démarche ECODOM + :

Thématique		Critères d'exigence	Ventilation naturelle	Climatisation
Protection solaire de la toiture		Facteur de transmission solaire (Fts)	< 1,2 %	
Protection solaire des ouvrants	Ouest et Sud-ouest	Facteur de transmission solaire (Fts)	< 10 %	
	Est et Sud-est		< 15 %	
	Sud, Nord-est et Nord-ouest		< 20 %	
	Nord		< 30 %	
Protection solaire des murs	Ouest et Sud-ouest	Facteur de transmission solaire (Fts)	< 4 %	< 2 %
	Est, Sud-est, Sud, Nord-est et Nord-ouest		< 5 %	< 2 %
	Nord		< 6 %	< 2 %
Ventilation naturelle		Porosité équivalente	> 20 %	Pas d'exigence
		Brasseur d'air	Attentes électriques	Obligatoire
Climatisation		Charte de qualité	Pas d'exigence	OPTICLIM® ou équivalent Classe A
Eau chaude sanitaire	Charte de qualité		QUALISOL ou équivalent	
Eclairage	Puissance d'éclairage		2 W/m²	

ADEME



**CAISSE DES DEPOTS ET
CONSIGNATIONS**



GUIDE ECODOM+ VERSION ANTILLES FRANCAISES

ANNEXES

Version initiale : Mai 2010

ANNEXE 1 : DONNEES GEOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES DE LA MARTINIQUE

COORDONNEES GEOGRAPHIQUES ET CLIMAT

Latitude : 14°25 à 14°55 N

Longitude : 61°05 à 61°50 O

Emergeant entre l'océan Atlantique et la mer des Caraïbes, la Martinique se trouve sur l'arc antillais au niveau des Petites Antilles, entre l'île de la Dominique au Nord et celle de Sainte Lucie au Sud. De taille modeste (1080 km²) l'île mesure 65 km d'allongement maximum (axe NNW-SSE) et 30 km dans la plus grande largeur.

Le climat de la Martinique est de type tropical pluvieux.

L'île est placée sur le trajet de courants marins et atmosphériques d'Est.

Les premiers véhiculent les eaux chaudes du courant équatorial. Les secondes sont les vents alizés, flux atmosphériques d'Est soufflant régulièrement des hautes pressions subtropicales (l'anticyclone des Açores) vers les basses pressions équatoriales.

Les alizés chauds et humides sont instables.

Leur rencontre avec les reliefs martiniquais les contraint à s'élever, donc à se détendre. Cette dilatation entraîne un refroidissement générateur de nuages et de pluies. De gros nuages se forment sur le versant oriental des massifs volcaniques et ils arrosent copieusement la région exposée à l'alizé atlantique, appelée le versant "au vent".

Le Sud de la Martinique, moins élevé, est moins arrosé et les zones les plus éloignées de la masse montagneuse sont peu arrosées.

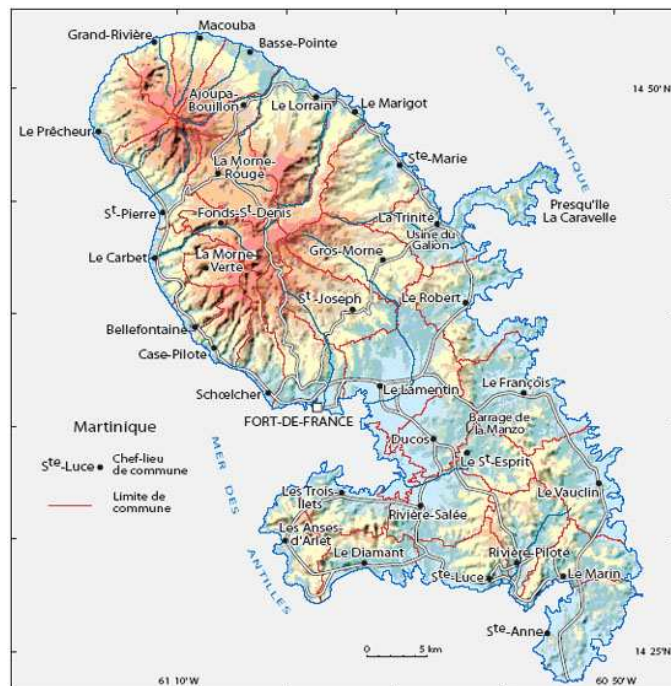
Les régions abritées de l'alizé atlantique, appelées régions "sous le vent", sont moins arrosées que la côte au vent.

Au-dessous de 300 à 400 mètres d'altitude, les régions sous le vent connaissent un sérieux déficit pluviométrique.

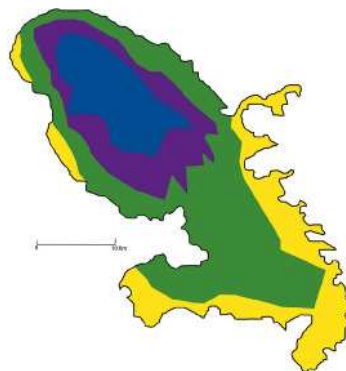
Au delà de ces caractères généraux, le relief tourmenté de l'île est à la base des nombreux microclimats et des variations marquées, à faible distance, de la pluviosité et de la durée de la saison sèche.

Le long de l'année, on distingue deux saisons :

- Saison des pluies ou hivernage : elle s'étend de juin à décembre, avec les précipitations concentrées surtout de juillet à novembre. Pendant cette période l'île reçoit environ 75% du total annuel des pluies.
- Saison sèche ou carême. Une situation barométrique anticyclonique s'installe. Décembre est encore bien arrosé, la véritable saison sèche (besoin d'irrigation dans le sud) ne commence qu'en janvier et se poursuit jusqu'au mois de mai.



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU CLIMAT EN MARTINIQUE



-  Zone d'altitude, soumise à des températures fraîches et à une forte nébulosité entraînant une faible durée d'ensoleillement journalier et des précipitations importantes.
Température moyenne: 22 °C. Températures extrêmes comprises entre 19 °C et 29 °C.
-  Zone d'altitude > 200 m, soumise à une forte pluviométrie tout au long de l'année et à une insolation moyenne annuelle comprise entre 2300 et 2500 heures.
Température moyenne: 25 °C. Températures extrêmes comprises entre 19 °C et 29 °C.
-  Zone d'altitude < 200 m, soumise à un fort ensoleillement (plus de 2500 heures par an).
Température moyenne: 27 °C - 28 °C. Températures extrêmes comprises entre 22 °C et 31 °C.
-  Zone chaude et sèche caractérisée par un fort ensoleillement et des températures élevées. La pluviométrie y est la plus faible. Les zones au vent bénéficient d'un bon potentiel de rafraîchissement, tandis que les zones sous le vent bénéficient d'un régime de brise thermique.

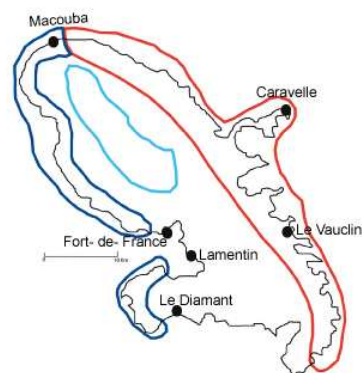
L'humidité est à peu près constante toute l'année, à cause de l'influence marine. En général, les valeurs minimales sont relevées de février à avril et celles maximales de juin à novembre (en accord avec la distribution des précipitations). L'humidité est importante pour les hautes altitudes et la côte sous le vent est moins humide que la côte au vent.

VENT

Les alizés soufflent du nord-est à l'est pendant la majeure partie de l'année, croissant pendant la matinée et décroissant pendant l'après-midi pour tomber le soir. C'est le régime de vent de la saison sèche durant laquelle les passages du vent au Sud-Est ou au Sud sont toujours de très courte durée (quelques heures).

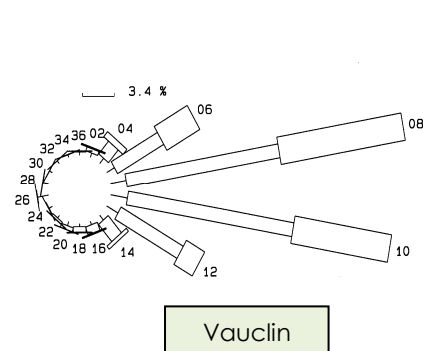
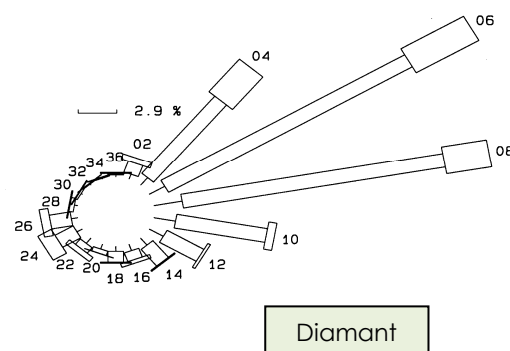
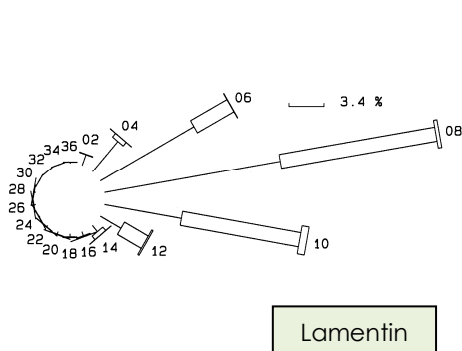
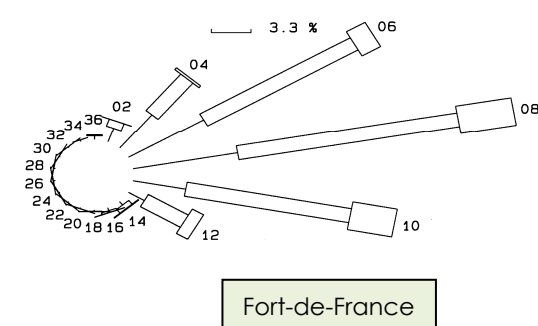
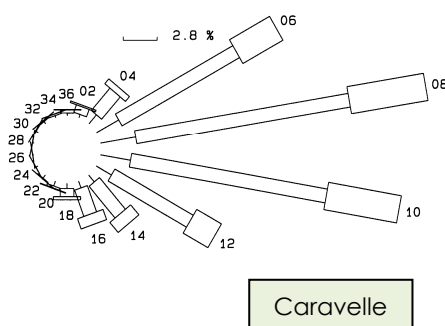
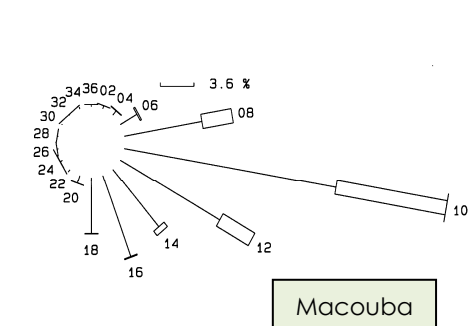
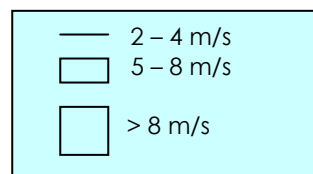
Le climat de la Martinique est directement réglé par les positions de l'anticyclone des Açores qui dirige l'alizé de nord-est, et de la zone de basses pressions équatoriales où les alizés de l'hémisphère nord rencontrent ceux de l'hémisphère sud, le long de la zone de convergence intertropicale (ZIC).

Pendant le temps de l'hivernage, le régime des vents est beaucoup plus instable. Ils varient de l'ENE à l'ouest en passant par le sud. Pendant cette période, le vent peut rester pendant plusieurs jours de secteur sud.

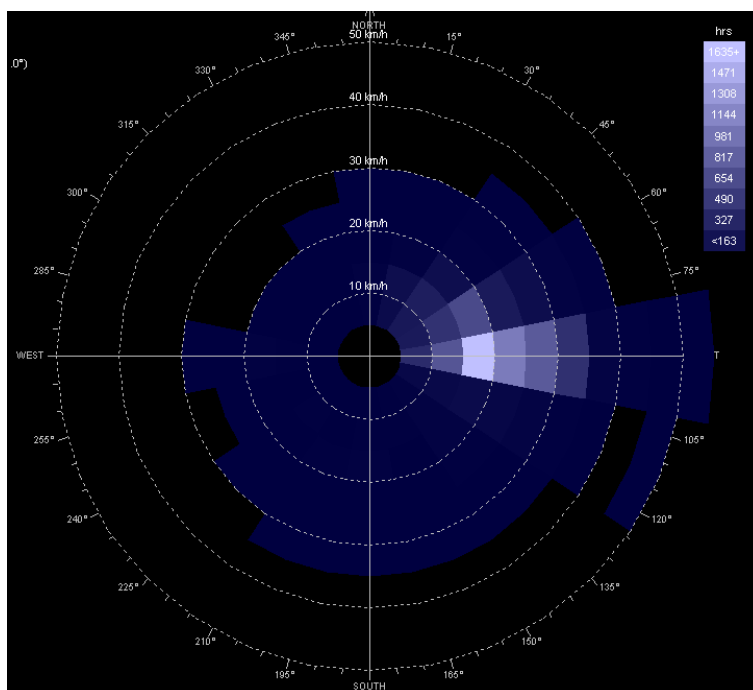


■ Zone au vent	Le vent synoptique y souffle en permanence et ne présente pas d'accalmie nocturne. L'influence des alizés domine le jour et la nuit la brise thermique se couple à celle des alizés.
■ Zone intermédiaire	Zone moyennement ventée et caractérisée par une accalmie nocturne (effet de coussin radialif).
■ Zone montagneuse	Le relief engendre sur la face au vent un ralentissement du vent synoptique, en altitude le vent est accéléré du fait de la confluence.
■ Zone sous le vent	Dans ces zones le vent est plus apparenté aux régimes des brises thermiques de jour et de nuit.

Les valeurs sont présentées sous forme de polygone des fréquences de vent à 60 m, avec des seuils de 2 m/s, 5 m/s et 8 m/s pour permettre une visualisation des différents régimes :



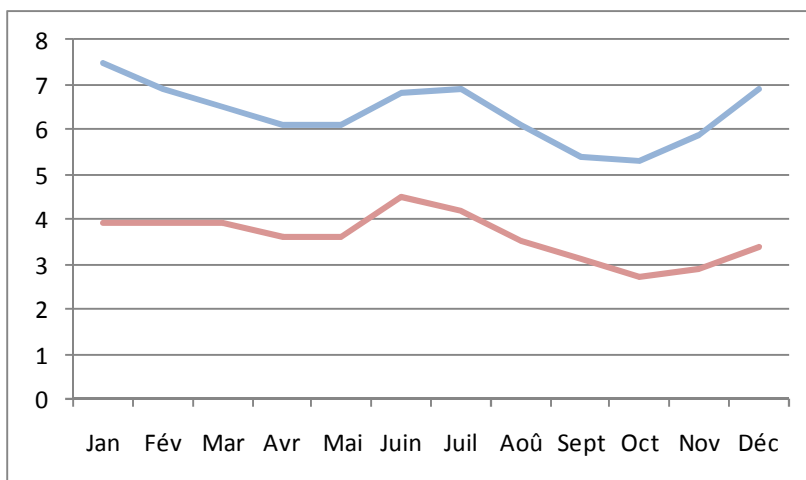
Fréquence et direction des vents pour la station de Fort-de-France (données ECOTECT)



Vitesse de vent moyen à 10 m en m/s (source RETSCREEN)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE LAMENTIN	3,9	3,9	3,9	3,6	3,6	4,5	4,2	3,5	3,1	2,7	2,9	3,4	3,6
LE LORRAIN	7,5	6,9	6,5	6,1	6,1	6,8	6,9	6,1	5,4	5,3	5,9	6,9	6,4

Vitesse de vent moyen à 10 m en m/s
(en rouge : LE LAMENTIN,
en bleu : LE LORRAIN)

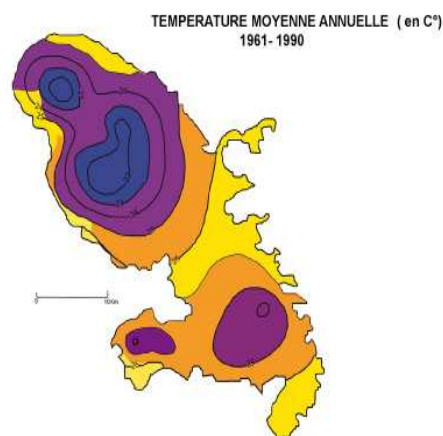


TEMPERATURES ET HYGROMETRIE

La température est très uniforme. L'île est entourée de mers exceptionnellement chaudes (température de l'eau en surface 24-28°C) et l'insularité rend les influences maritimes sensibles en tous les points de l'île.

La température moyenne annuelle est de 26 °C. Les mois les plus chauds sont ceux de mars, avril, mai, tandis que les mois les plus frais sont ceux de décembre et de janvier.

Les températures les plus chaudes relevées l'ont été à Saint-Pierre avec 37 °C en avril et mai 1986 et la plus basse environ 12 °C à Fonds-Saint-Denis (entre Pitons du Carbet et Montagne Pelée) en mars 1965. On constate en moyenne six jours par an au Lamentin une température inférieure à 18 °C.

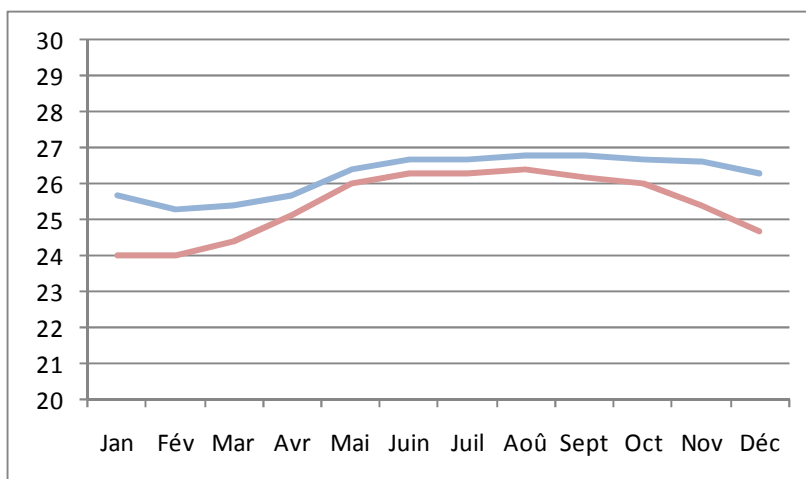


Types de zones	Température moyenne	Température maximale (normale)	Température minimale (normale)
Zone montagneuse	22 °C	28 °C	18 °C
Zone intermédiaire fraîche (altitude >200 m)	25 °C	29 °C	19 °C
Zone intermédiaire chaude (altitude <200 m)	27 °C	31 °C	22 °C
Zone chaude	28 °C	33 °C	24 °C

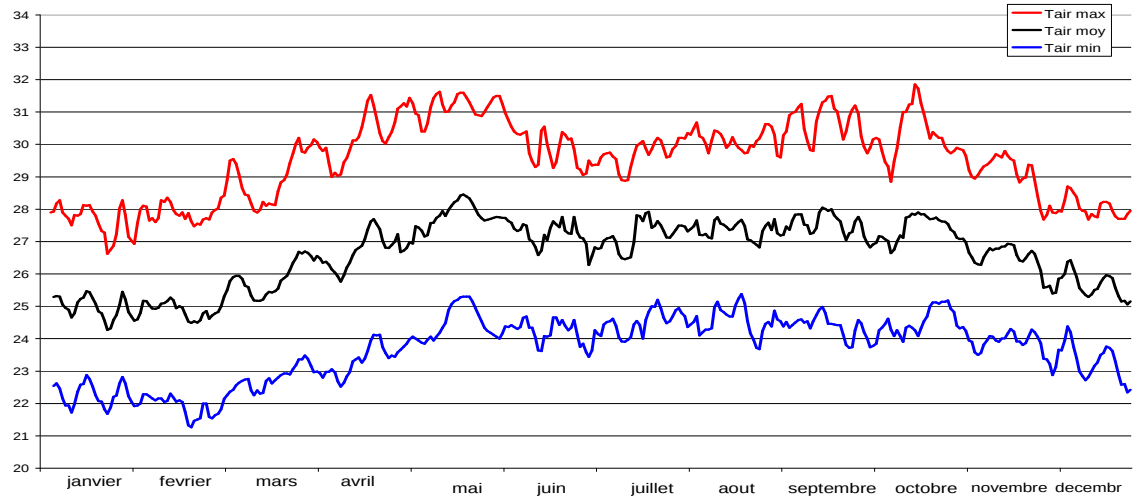
Température moyenne de l'air en °C (source RETSCREEN)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE LAMENTIN	24	24	24,4	25,1	26	26,3	26,3	26,4	26,2	26	25,4	24,7	25,4
LE LORRAIN	25,7	25,3	25,4	25,7	26,4	26,7	26,7	26,8	26,8	26,7	26,6	26,3	26,3

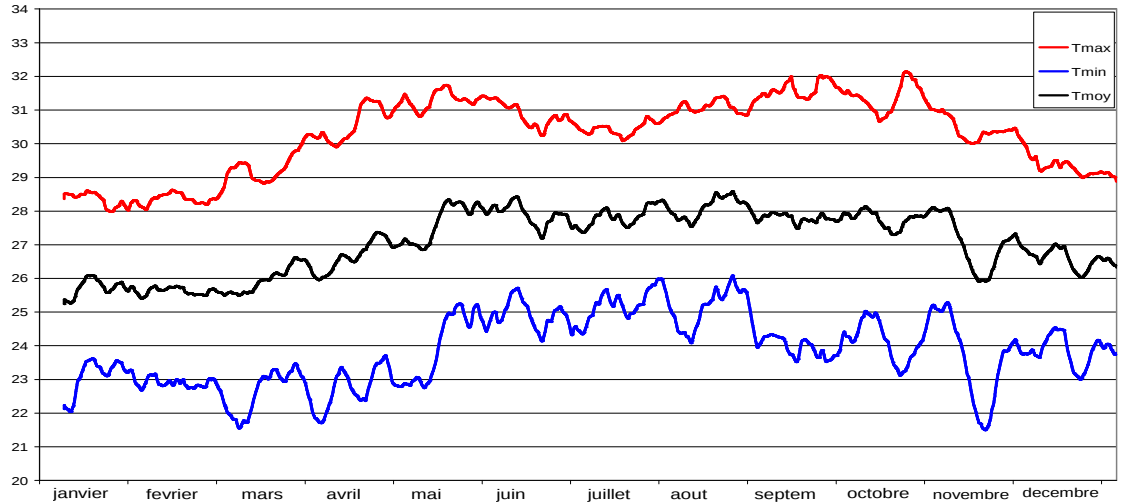
Température moyenne de l'air en °C
(en rouge : LE LAMENTIN,
en bleu : LE LORRAIN)



Evolution
annuelle des
températures
station de Fort-
de-France



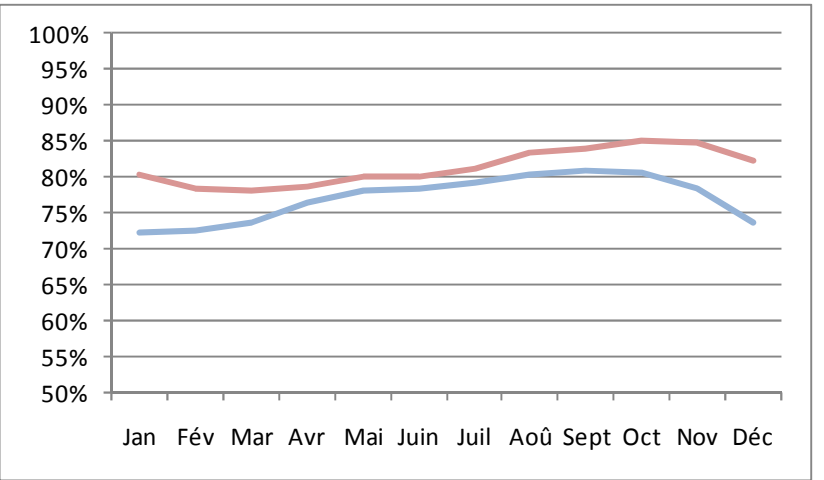
Evolution
annuelle des
températures
station du
Lamentin



L'hygrométrie oscille quant à elle entre 50 % et 95 %, pour une moyenne située autour de 80 %.

Humidité relative en % (source RETSCREEN)													
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE LAMENTIN	80,3%	78,5%	78,1%	78,6%	80,0%	80,2%	81,3%	83,4%	84,0%	85,0%	84,9%	82,4%	81,4%
LE LORRAIN	72,3%	72,5%	73,6%	76,4%	78,2%	78,5%	79,3%	80,3%	80,8%	80,6%	78,4%	73,6%	77,0%

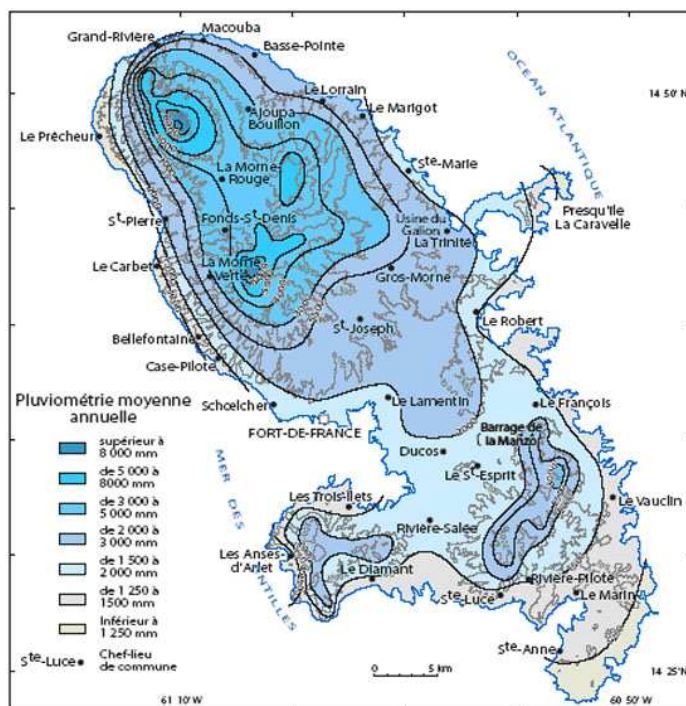
Humidité relative en %
(en rouge : LE LAMENTIN,
en bleu : LE LORRAIN)



PLUVIOMETRIE

Le relief est un des paramètres influant le plus sur la pluviométrie. On retrouve en effet les zones de plus forte pluviométrie au niveau des zones montagneuses. Les régions les moins pluvieuses sont principalement côtières.

Globalement les précipitations annuelles peuvent ainsi passer de moins de 1000 mm avec une saison sèche très prononcée dans les régions basses au vent ou sous le vent des montagnes, à plus de 5000 mm dans les hauteurs exposées aux vents dominants.

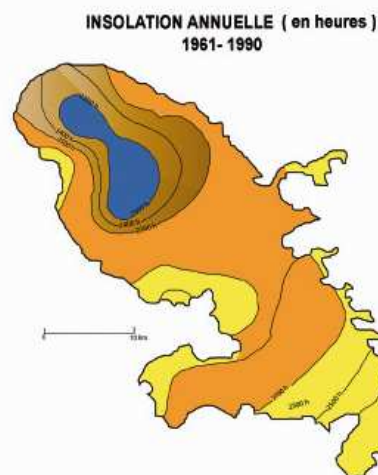
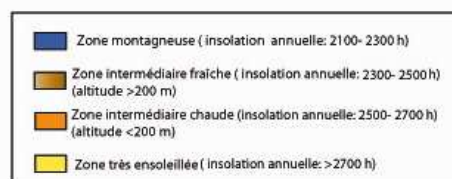


(Source : LCA - IRD)

COURSE DU SOLEIL ET INSOLATION

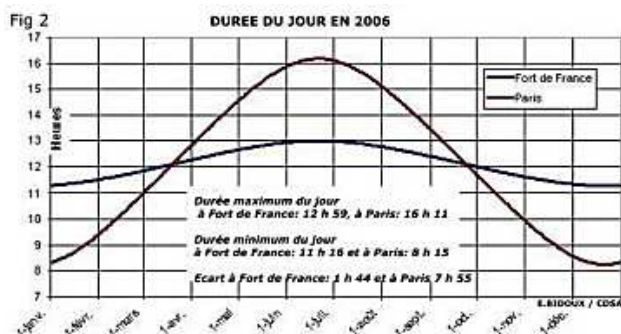
L'ensoleillement est une grandeur relativement constante au cours de l'année : entre 6h et 8h d'insolation quotidienne. Ce qui constitue un très fort potentiel énergétique. La variation de l'insolation est liée au régime de formation et de « circulation » des nuages qui réduit significativement sa durée.

Nous pouvons ainsi distinguer quatre zones principales comme le montre le graphique ci-contre.



Malgré une pluviométrie importante, la Martinique dispose d'un ensoleillement important, avec entre 2100 et plus de 2700 heures d'ensoleillement par an.

La durée du jour varie assez peu tout au long de l'année avec une durée minimum d'environ 11h à Fort-de-France pour une durée maximum de 13h (voir graphe ci-contre, source CDSA).

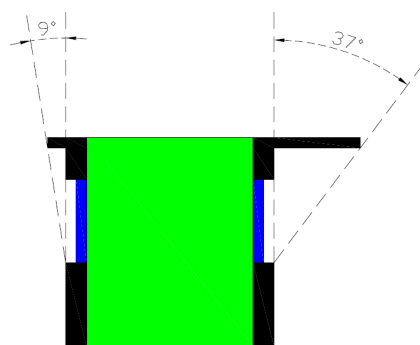


Au long de l'année, le soleil effectue une course évoluant entre deux positions maximales, à 12 h, aux solstices d'hiver et d'été :

- le 21 juin (solstice d'été), à 37° au Sud
- le 21 décembre (solstice d'hiver) à 9° au Nord

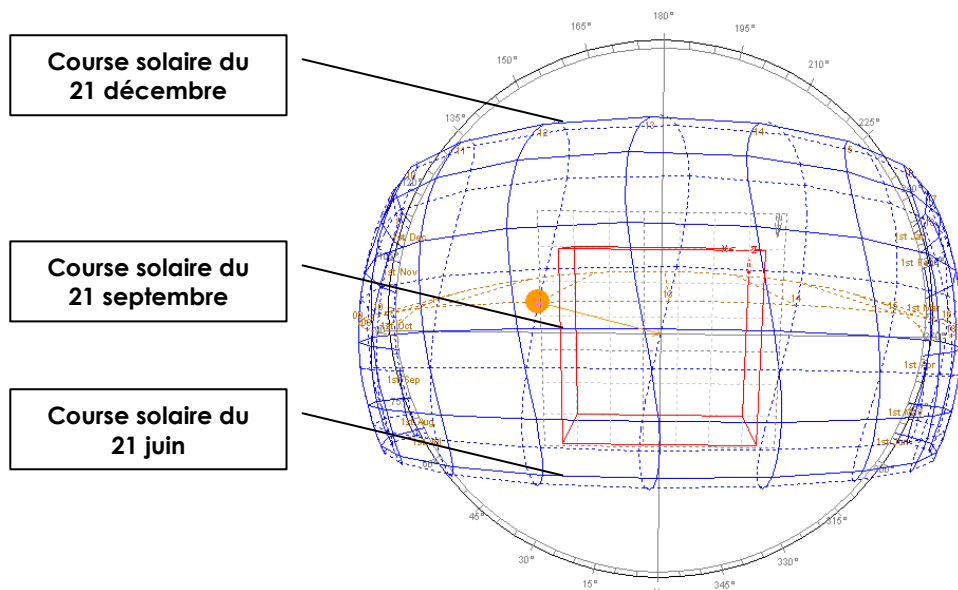
Nord

Positions extrêmes du soleil à 12h



Entre les deux, il est au Sud de septembre à mars (7 mois) et au Nord d'avril à août (5 mois).

Le diagramme ci-dessus donne les différentes positions du soleil au cours de l'année à Fort-de-France, suivant les heures de la journée (vue de dessus) :



Rayonnement solaire sur un plan horizontal en kWh/m².jour (source RETSCREEN)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE LAMENTIN	4,8	5,3	5,9	6	5,8	5,6	5,7	5,6	5,3	5	4,4	4,4	5,3
LE LORRAIN	5,5	6,2	6,9	7,2	7	6,6	6,8	6,8	6,4	5,9	5,3	5,2	6,3

L'irradiation est sur un plan horizontal :

Irradiation minimale :

Irradiation maximale :

Irradiation moyenne annuelle :

LE LAMENTIN

4,4 kWh/m².jour

6,0 kWh/m².jour

5,3 kWh/m².jour

LE LORRAIN

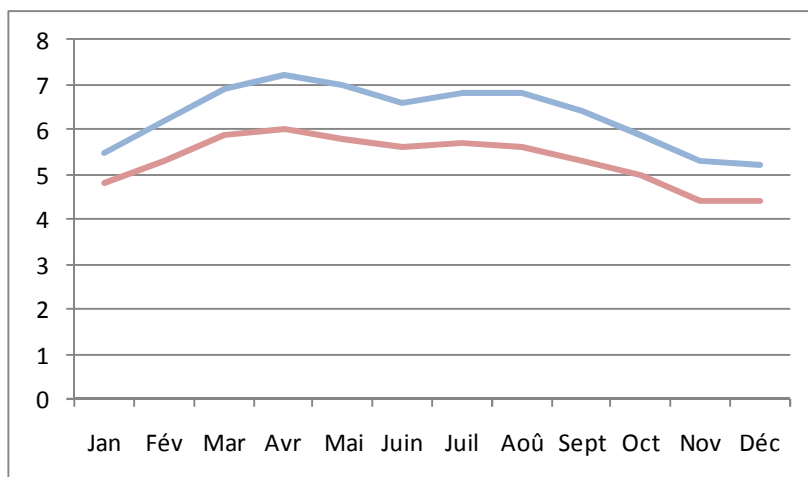
5,2 kWh/m².jour

7,2 kWh/m².jour

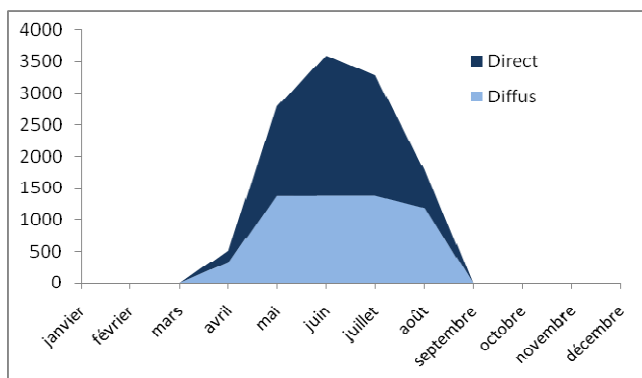
6,3 kWh/m².jour

Rayonnement solaire sur un plan horizontal en kWh/m².jour

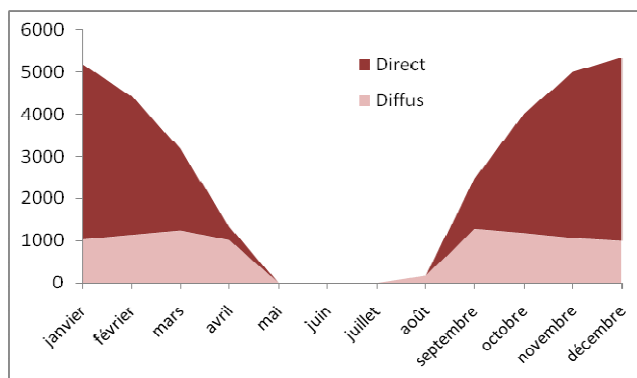
(en rouge : LE LAMENTIN, en bleu : LE LORRAIN)



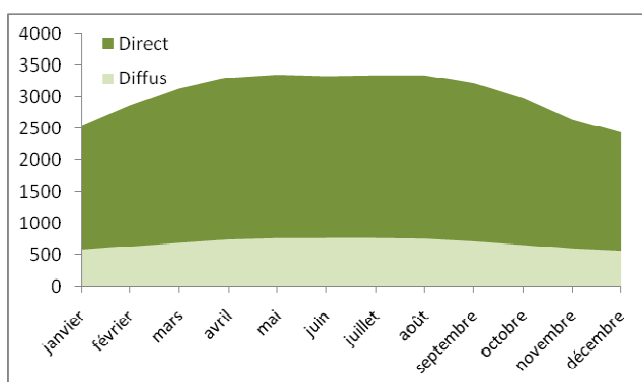
Les valeurs mensuelles des apports de chaleur journaliers moyens (en Wh/m².jour) sont données dans le tableau ci-dessous pour chaque orientation, au cours de l'année (données CERMA) :

Nord

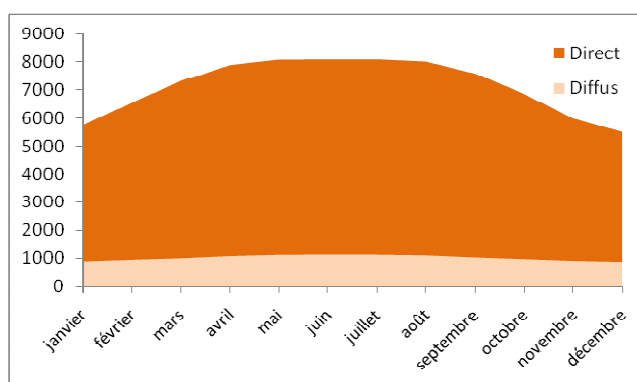
Apports totaux : 368 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 1,0 kWh/m².j

Sud

Apports totaux : 942 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 2,6 kWh/m².j

Est et Ouest

Apports totaux : 1 111 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 3,0 kWh/m².j

Paroi horizontale

Apports totaux : 2 607 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 7,1 kWh/m².j

ANNEXE 2 : DONNEES GEOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES DE LA GUADELOUPE

COORDONNEES GEOGRAPHIQUES ET CLIMAT

Latitude : 15°55 à 16°30 N

Longitude : 61°00 à 61°50 O

Emergeant entre l'océan Atlantique et la mer des Caraïbes, la Guadeloupe se trouve sur l'arc antillais au niveau des Petites Antilles, entre l'île de la Dominique au Sud et celles de Montserrat et Antigua au Nord.

La Guadeloupe se présente géographiquement sous la forme d'un archipel de 1 702 km², constitué de cinq groupes d'îles : la Guadeloupe continentale, d'une superficie de 1 438 km², composée de la Basse-Terre à l'Ouest (848 km²) et la Grande-Terre à l'Est (590 km²), séparées par un étroit canal, la Rivière Salée et les îles voisines, l'archipel des Saintes (14 km²), La Désirade (22 km²) et Marie-Galante (158 km²).

Le climat de la Guadeloupe est de type tropical pluvieux.

Elle est placée sur le trajet de courants marins et atmosphériques d'Est.

Les premiers véhiculent les eaux chaudes du courant équatorial. Les secondes sont les vents alizés, flux atmosphériques d'Est soufflant régulièrement des hautes pressions subtropicales (l'anticyclone des Açores) vers les basses pressions équatoriales.

Le long de l'année, on distingue deux saisons :

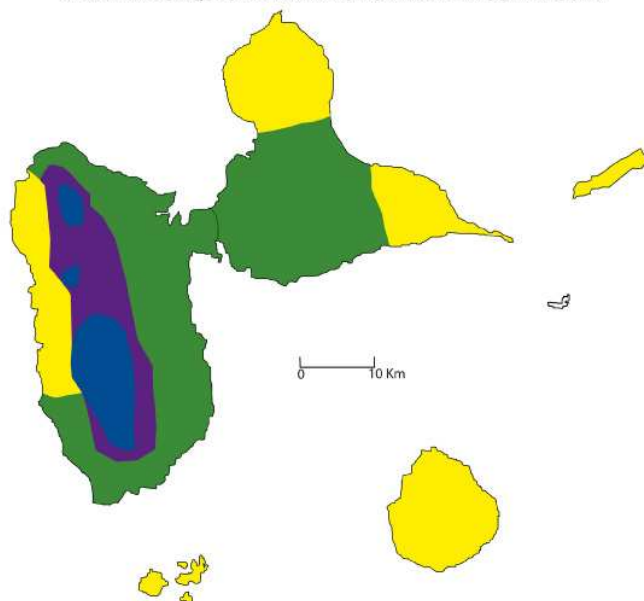
- Saison des pluies ou hivernage : elle s'étend de juin à décembre, avec les précipitations concentrées surtout de juillet à novembre. Pendant cette période l'île reçoit environ 75% du total annuel des pluies.
- Saison sèche ou carême. Une situation barométrique anticyclonique s'installe. Décembre est encore bien arrosé, la véritable saison sèche (besoin d'irrigation dans le sud) ne commence qu'en janvier et se poursuit jusqu'au mois de mai.

L'humidité est à peu près constante toute l'année, à cause de l'influence marine. En général, les valeurs minimales sont relevées de février à avril et celles maximales de juin à novembre (en accord avec la distribution des précipitations).

La géographie spécifique de l'archipel, le contraste entre la Basse-Terre et la Grande-Terre, entraîne également un climat spécifique sur chacune de ces îles. La Grande-Terre et ses plateaux calcaires connaissent régulièrement de sévères sécheresses, alors que dans le même temps, le relief perpendiculaire au flux des alizés de la Basse-Terre régule le régime des pluies.



CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU CLIMAT EN GUADELOUPE

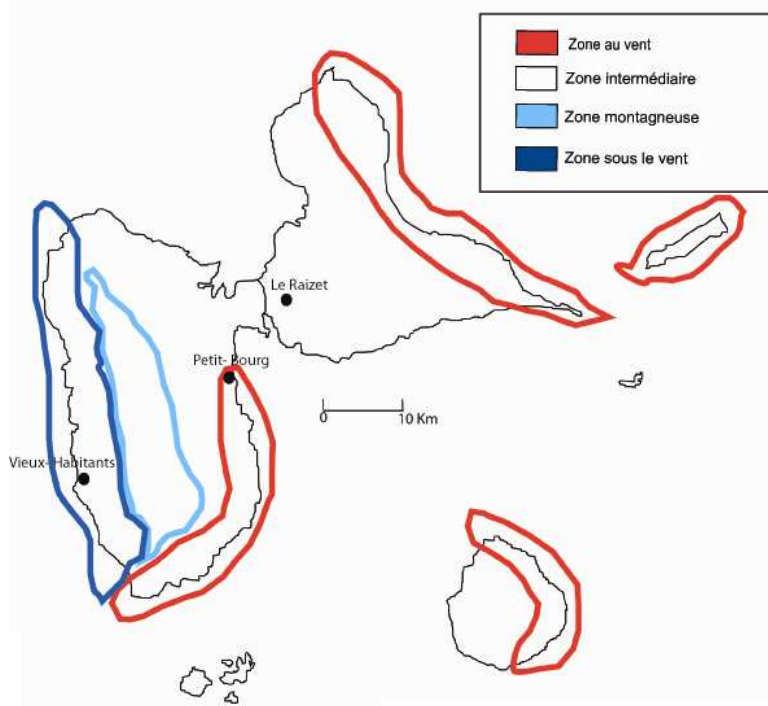


- Zone d'altitude, soumise à des températures fraîches et à une forte nébulosité entraînant une faible durée d'ensoleillement journalier et des précipitations importantes.
Température moyenne : 22 °C. Températures extrêmes comprises entre 19 °C et 29 °C.
- Zone d'altitude > 200 m, soumise à une forte pluviométrie tout au long de l'année et à une insolation moyenne annuelle comprise entre 2300 et 2500 heures.
Température moyenne : 25 °C. Températures extrêmes comprises entre 19 °C et 29 °C.
- Zone d'altitude < 200 m, soumise à un fort ensoleillement (plus de 2500 heures par an).
Température moyenne : 27 °C - 28 °C. Températures extrêmes comprises entre 22 °C et 31 °C.
- Zone chaude et sèche caractérisée par un fort ensoleillement et des températures élevées. La pluviométrie y est la plus faible. Les zones au vent bénéficient d'un bon potentiel de rafraîchissement, tandis que les zones sous le vent bénéficient d'un régime de brise thermique.

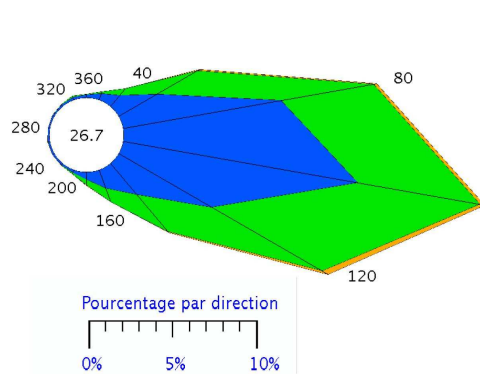
VENT

Les alizés soufflent toute l'année et sont généralement faibles à modérés. Les côtes au vent sont particulièrement exposées à ce régime.

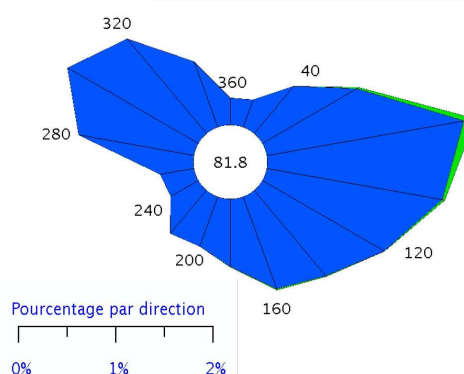
A l'intérieur des terres les effets locaux sont prédominants et résultent des effets du relief, des côtes, des températures (brises thermiques)...



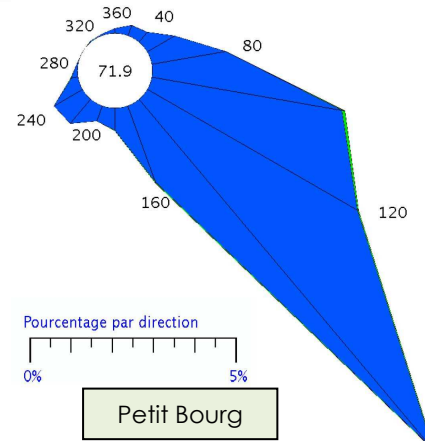
Groupes de vitesses (m/s)



Le Raizet



Vieux Habitants

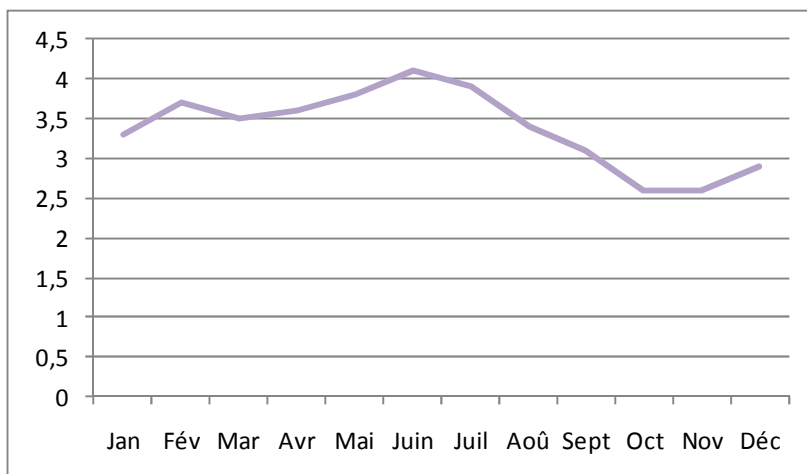


Petit Bourg

Vitesse de vent moyen à 10 m en m/s (source RETSCREEN)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE RAIZET	3,3	3,7	3,5	3,6	3,8	4,1	3,9	3,4	3,1	2,6	2,6	2,9	3,4

Vitesse de vent moyen à 10 m en m/s

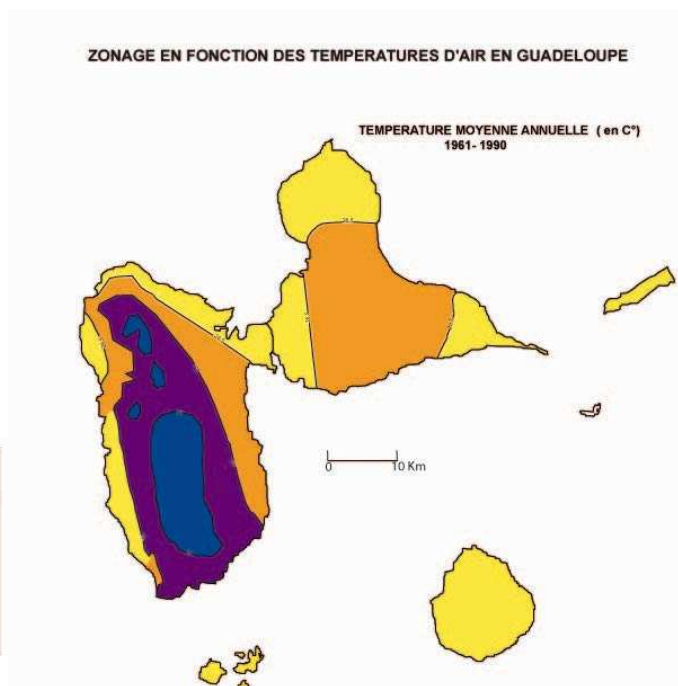


TEMPERATURES ET HYGROMETRIE

La température est relativement uniforme sur l'ensemble des îles.

Les zones montagneuses sont les zones les plus froides : la température est étroitement liée à la forte nébulosité qui y règne et à l'altitude. Les régions situées au vent sont caractérisées par des températures moyennes élevées. Il en est de même pour les régions de la côte sous le vent

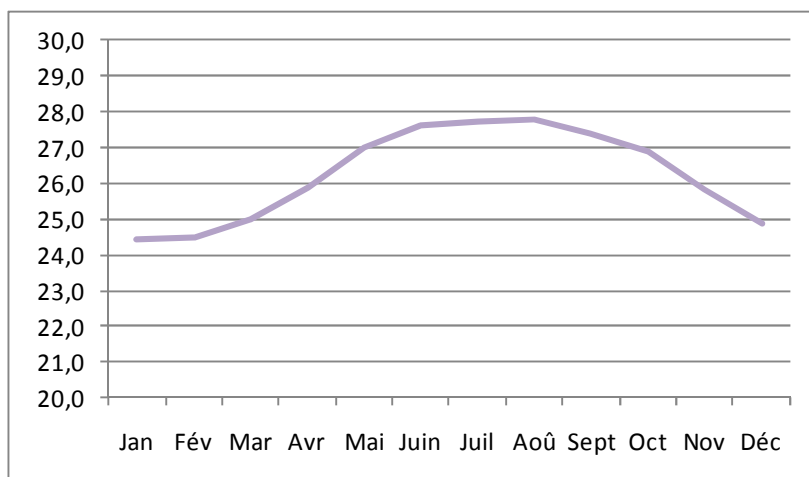
Types de zones	Température moyenne	Température maximale (normale)	Température minimale (normale)
Zone montagneuse	22 °C	28 °C	18 °C
Zone intermédiaire fraîche (altitude >200 m)	25 °C	29 °C	19 °C
Zone intermédiaire chaude (altitude <200 m)	27 °C	31 °C	22 °C
Zone chaude	28 °C	33 °C	24 °C



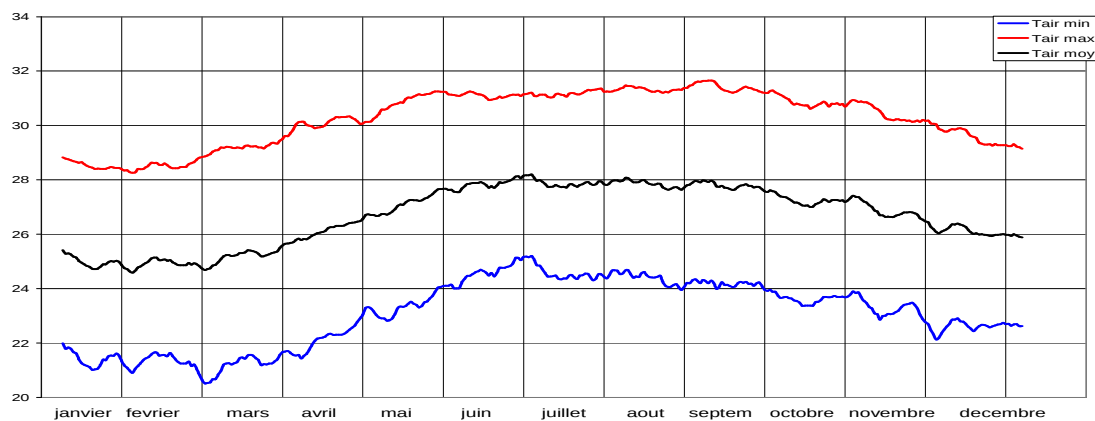
Température moyenne de l'air en °C (source RETSCREEN)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE RAIZET	24,4	24,5	25,0	25,9	27,0	27,6	27,7	27,8	27,4	26,9	25,8	24,9	26,2

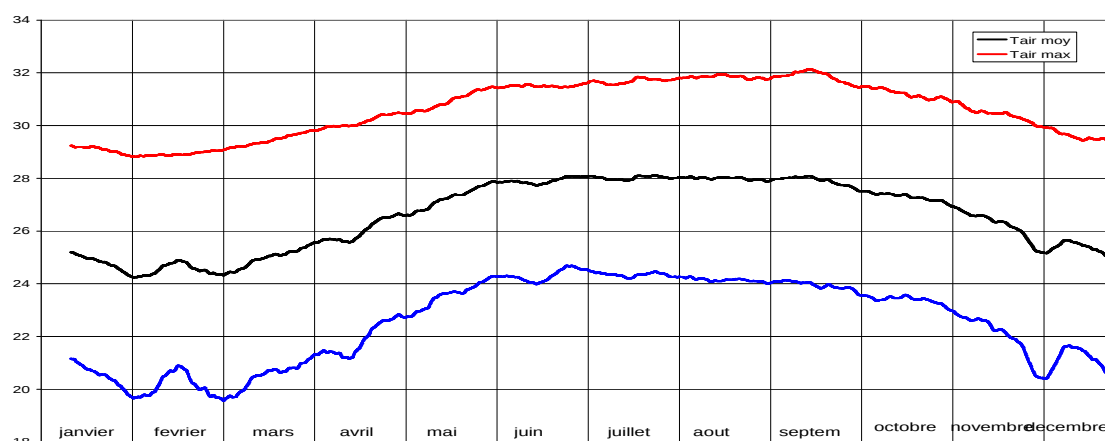
Température moyenne de l'air en °C



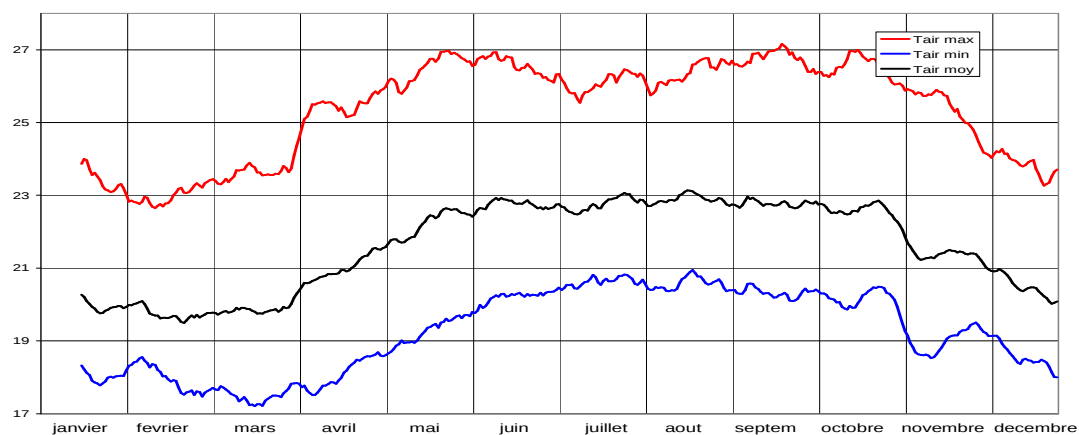
**Evolution annuelle
des températures
station de Port-Louis**



**Evolution annuelle
des températures
station du Raizet**



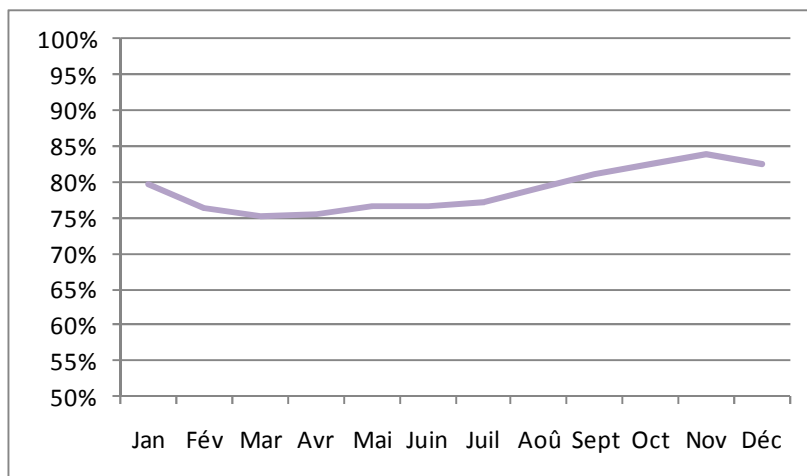
**Evolution annuelle
des températures
station de Matouba**



L'hygrométrie oscille quant à elle entre 50 % et 95 %, pour une moyenne située autour de 80 %.

Humidité relative en % (source RETSCREEN)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE RAIZET	79,7%	76,2%	75,3%	75,6%	76,6%	76,5%	77,1%	79,1%	81,2%	82,5%	84,0%	82,4%	78,9%

Humidité relative en %**PLUVIOMETRIE**

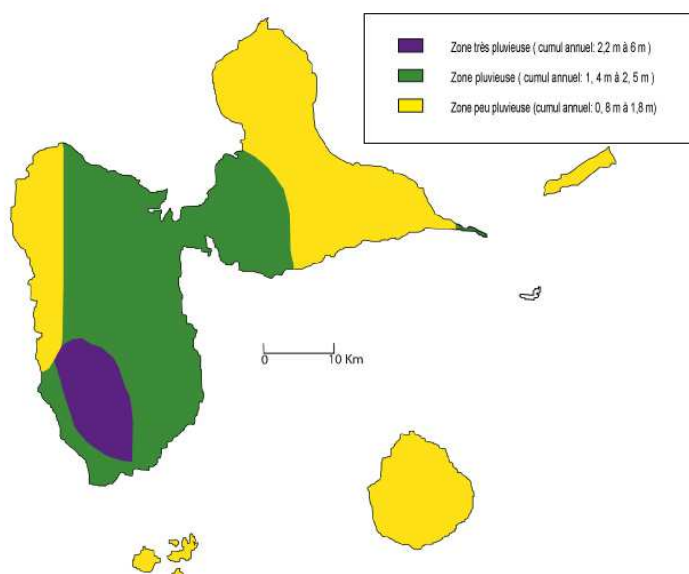
L'ensoleillement exceptionnel provoque une forte évaporation formant ainsi de nombreux nuages. Poussés par les Alizés, les nuages se retrouvent bloqués par les reliefs et contribuent ainsi, à l'important arrosage des côtes au vent. Selon la position géographique où l'on se trouve, la météo présente d'importantes différences.

En montagne, l'altitude fait décroître la température et les pluies y sont abondantes du fait de l'accumulation des nuages.

La côte caraïbe, sous le vent, est protégée par l'effet de foehn. Elle connaît de faibles précipitations.

La Grande-Terre et les îles de formation calcaire, comme Marie-Galante sont nettement moins arrosées.

La Grande-Terre enregistre en moyenne moins de 2 m de pluie par an, moins d'un mètre à saint François, contre 10 m à la Soufrière.

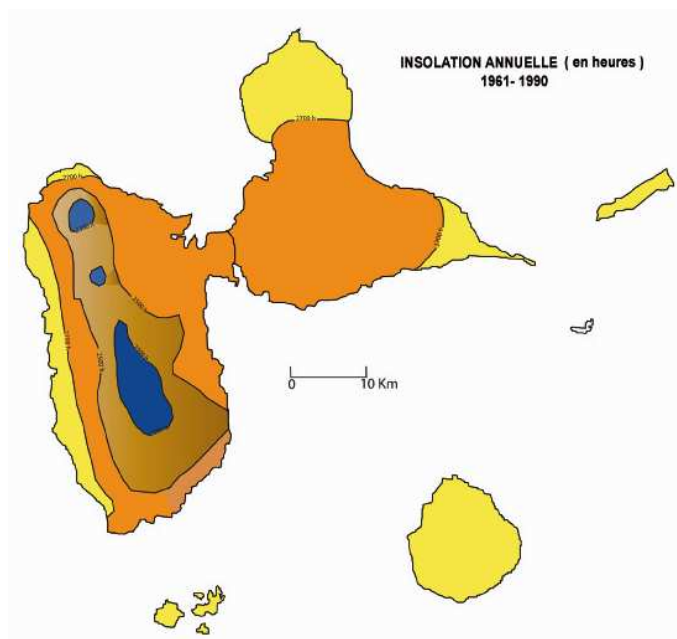
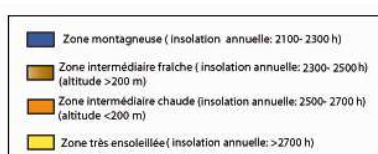


COURSE DU SOLEIL ET INSOLATION

L'ensoleillement est une grandeur relativement constante au cours de l'année : entre 6h et 8h d'insolation quotidienne. Ce qui constitue un très fort potentiel énergétique. La variation de l'insolation est liée au régime de formation et de « circulation » des nuages qui réduit significativement sa durée.

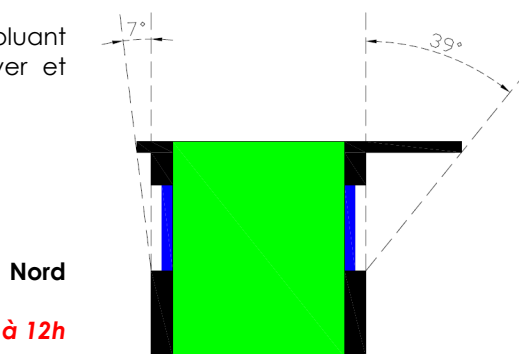
Malgré une pluviométrie importante, la Guadeloupe dispose d'un ensoleillement élevé, avec jusqu'à 3000 heures d'ensoleillement par an.

La durée du jour varie assez peu tout au long de l'année avec une durée minimum d'environ 11h à Pointe-à-Pitre pour une durée maximum de 13h.



Au long de l'année, le soleil effectue une course évoluant entre deux positions maximales, à 12 h, aux solstices d'hiver et d'été :

- le 21 juin (solstice d'été), à 39° au Sud
- le 21 décembre (solstice d'hiver) à 7° au Nord



Positions extrêmes du soleil à 12h

Entre les deux, il est au Sud de septembre à mars (7 mois) et au Nord d'avril à août (5 mois).

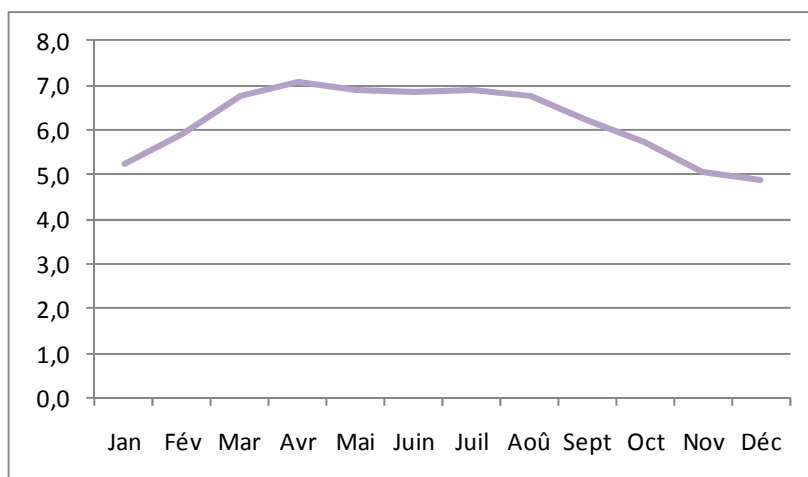
Rayonnement solaire sur un plan horizontal en kWh/m².jour (source RETSCREEN)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	Moy.
LE LORRAIN	5,2	5,9	6,8	7,1	6,9	6,9	6,9	6,8	6,2	5,7	5,1	4,9	6,2

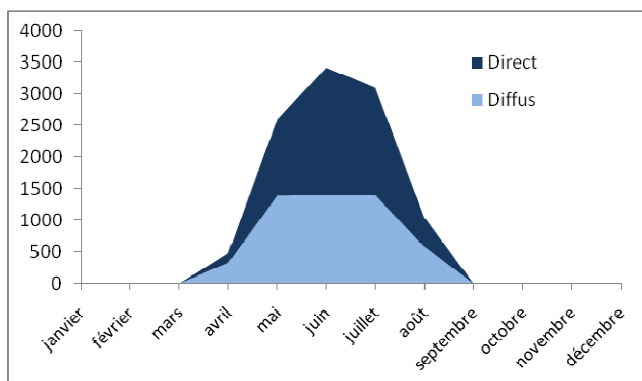
L'irradiation est sur un plan horizontal :

Irradiation minimale : **4,9 kWh/m².jour**
 Irradiation maximale : **7,1 kWh/m².jour**
 Irradiation moyenne annuelle : **6,2 kWh/m².jour**

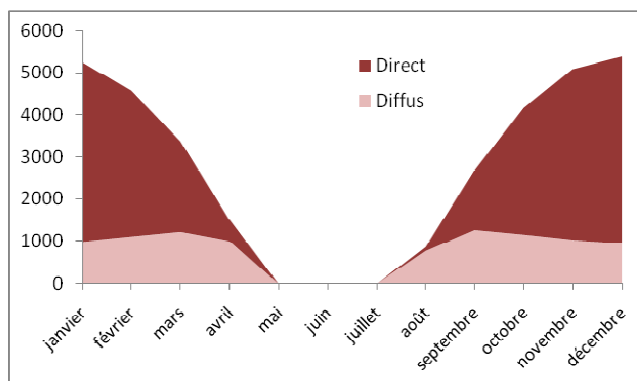
Rayonnement solaire sur un plan horizontal en kWh/m².jour



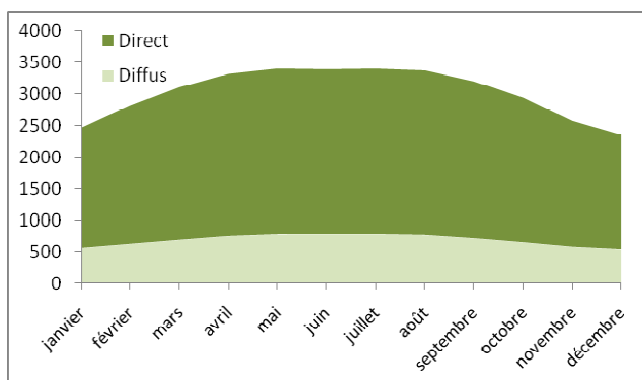
Les valeurs mensuelles des apports de chaleur journaliers moyens (en Wh/m².jour) sont données dans le tableau ci-dessous pour chaque orientation, au cours de l'année (données CERMA) :

Nord

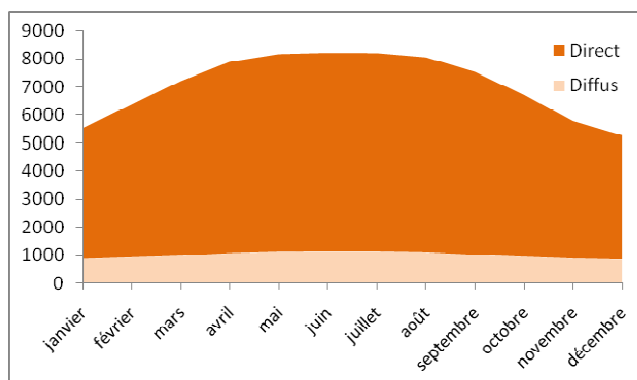
Apports totaux : 326 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 0,9 kWh/m².j

Sud

Apports totaux : 997 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 2,7 kWh/m².j

Est et Ouest

Apports totaux : 1 107 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 3,0 kWh/m².j

Paroi horizontale

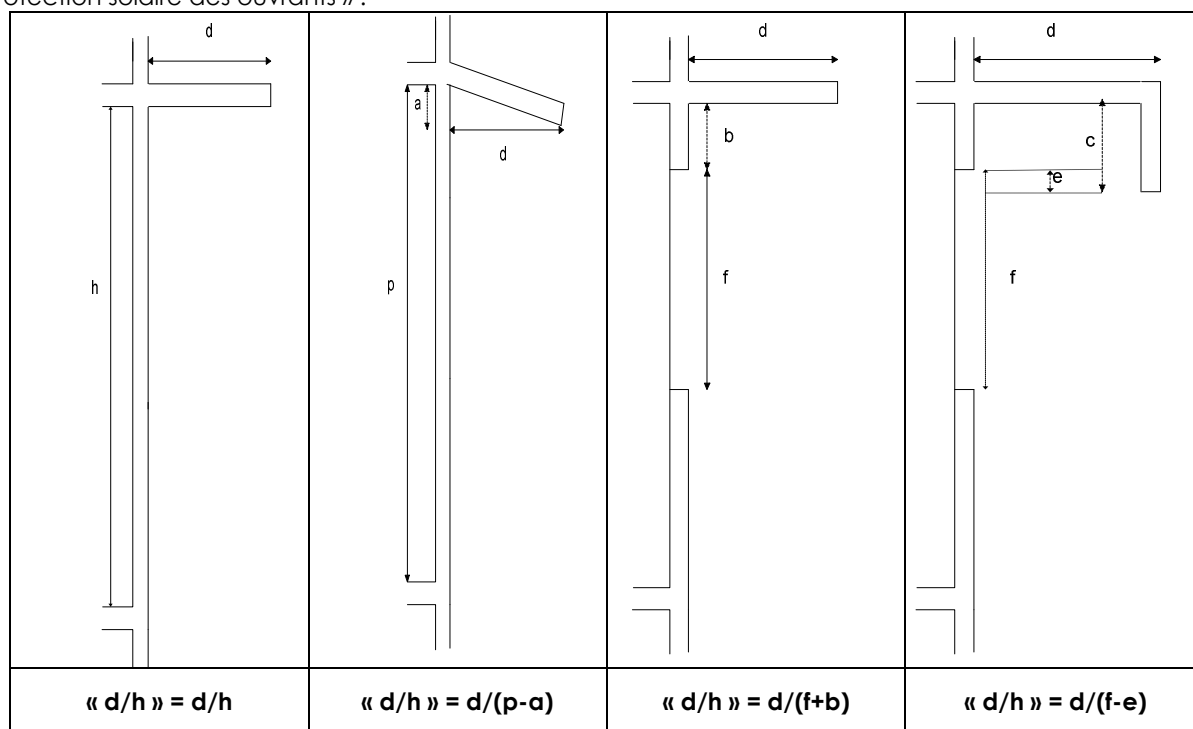
Apports totaux : 2 582 kWh/m².an
Apports journaliers moyens dans l'année : 7,1 kWh/m².j

ANNEXE 3 : COEFFICIENTS DE MASQUE C_m DES PROTECTIONS HORIZONTALES, LATÉRALES ET DES BRISE-SOLEIL (SOURCE : CERMA)

PROTECTION HORIZONTALE (DE TYPE AUVENT OU DEBORD DE TOITURE) ET LATÉRALES (DE TYPE RETOUR DE MUR OU AUTRE)

Les valeurs données dans ce tableau correspondent au coefficient de masque solaire C_m , pour les murs et les ouvrants, en fonction des dimensions des auvents, des protections latérales (arête gauche, c'est-à-dire située à gauche de l'ouvrant lorsque l'on regarde vers l'extérieur, ou arête droite), ou des deux combinés (masque complet).

Pour les auvents et les calculs de d/h , il convient de se référer aux schémas suivants, décrits dans le chapitre « Protection solaire des ouvrants » :

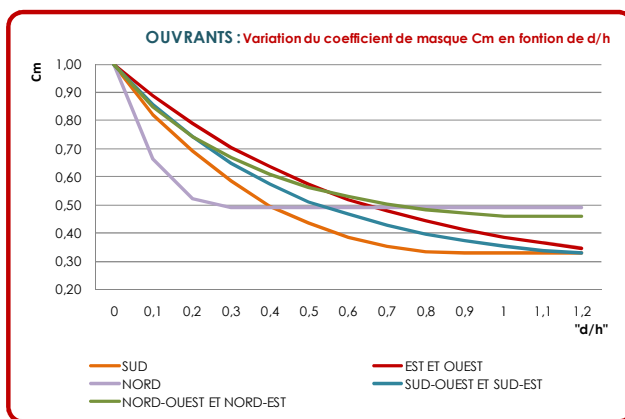
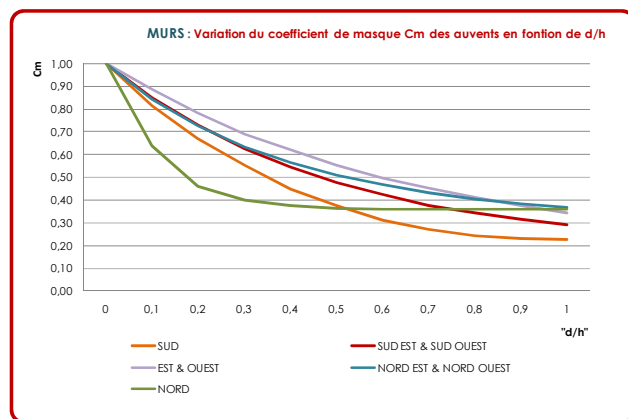


Source : CSTB

Les valeurs obtenues sont légèrement différentes pour un ouvrant que pour un mur, et sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

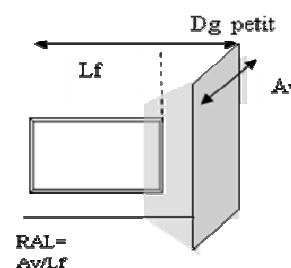
Valeurs des coefficients de masque C_m pour un mur en fonction de « d/h »												
d/h	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
SUD	1,00	0,81	0,67	0,55	0,45	0,38	0,31	0,27	0,24	0,23	0,23	
SO ET SE	1,00	0,85	0,73	0,63	0,54	0,48	0,42	0,38	0,34	0,31	0,29	
EST ET OUEST	1,00	0,89	0,78	0,69	0,62	0,55	0,49	0,45	0,41	0,37	0,34	
NO ET NE	1,00	0,84	0,73	0,63	0,56	0,51	0,47	0,43	0,40	0,39	0,37	
NORD	1,00	0,64	0,46	0,40	0,38	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	

Valeurs des coefficients de masque C_m pour un ouvrant standard (120 x 100) en fonction de « d/h »													
d/h	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
SUD	1,00	0,82	0,69	0,58	0,50	0,44	0,38	0,35	0,34	0,33	0,33	0,33	0,33
SO ET SE	1,00	0,85	0,74	0,65	0,57	0,51	0,47	0,43	0,40	0,37	0,35	0,34	0,33
EST ET OUEST	1,00	0,89	0,79	0,70	0,64	0,57	0,52	0,48	0,44	0,41	0,38	0,36	0,35
NO ET NE	1,00	0,85	0,74	0,67	0,61	0,56	0,53	0,50	0,48	0,47	0,46	0,46	0,46
NORD	1,00	0,66	0,52	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49



Pour les protections latérales, leur efficacité se mesure en fonction de la taille de la protection et de sa distance à l'ouvrant ou au mur. Ce rapport est noté RAL (voir ci-contre).

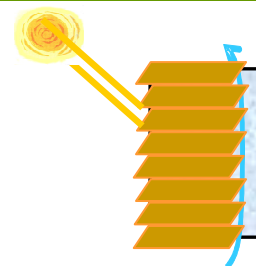
	« d/h » ou RAL	N	E	S	O
Arête Gauche	0,3	0,74	0,97	0,86	0,92
	0,6	0,73	0,95	0,82	0,88
	0,9	0,73	0,94	0,81	0,85
Arête Droite	0,3	0,74	0,92	0,86	0,97
	0,6	0,73	0,88	0,82	0,95
	0,9	0,73	0,85	0,81	0,94



PROTECTION VERTICALE (DE TYPE BRISE-SOLEIL A LAMES)

Le coefficient de masque C_m d'un brise-soleil à lame ou toute protection verticale ventilée est de **0,3**.

Pour rappel, une protection verticale est dite ventilée lorsque la distance qui la sépare de la paroi est égale à 3% de la hauteur totale de cette paroi.



Nota :

Dans le cas de la présence simultanée de protections horizontales et verticales, les 2 coefficients C_m sont à multiplier.

ANNEXE 4 : FACTEURS SOLAIRES Souv D'OUVRANTS ET PROTECTIONS SOLAIRES DIVERS (SOURCE : CSTB)

FENETRES OU PORTE-FENETRES DE LOCAUX NON CLIMATISES

TYPES DE BAIES ET DE PROTECTIONS		Souv
Baie fixe d'un local non-climatisé		
Baie libre (pas de vitrage), pas de fermeture autre que grille ou barreaudage		1,00
Jalousie à lames opaques (bois, métal, PVC, ...)	lame de « couleur claire » ⁽¹⁾	0,28
	lame de « couleur moyenne »	0,37
	lame de « couleur sombre »	0,46
	lame de « couleur noire »	0,53
Jalousies à lames en glace claire sans traitement réfléchissant	lame en glace claire 4 mm	0,87
	lame en glace claire 10 mm	0,83
Avec volet projetable ou un store opaque projetable	volet ou store de « couleur claire » ⁽¹⁾	0,28
	volet ou store de « couleur moyenne »	0,37
	volet ou store de « couleur sombre »	0,46
	volet ou store de « couleur noire »	0,53
Avec store transparent (transmission lumineuse supérieure à 20%) projetable	store de « couleur claire » ⁽¹⁾	0,36
	store de « couleur moyenne »	0,44
	store de « couleur sombre »	0,52
		0,60
Baie coulissante sans galandage d'un local non-climatisé		
Baie sans volet ni store	Menuiserie métallique	0,78
	Autres menuiseries	0,72
Avec volet projetable ou un store opaque projetable	volet ou store de « couleur claire » ⁽¹⁾	0,19
	volet ou store de « couleur moyenne »	0,25
	volet ou store de « couleur sombre »	0,30
	volet ou store de « couleur noire »	0,34
Avec store transparent (transmission lumineuse supérieure à 20%) projetable	store de « couleur claire » ⁽¹⁾	0,28
	store de « couleur moyenne »	0,33
	store de « couleur sombre »	0,38
	store de « couleur noire »	0,43

(1) Voir définition des teintes partie 2.2.1 du volet technique

FENETRES OU PORTE-FENETRES DE LOCAUX CLIMATISES

Baie fixe à vitrage translucide ou transparent d'un local climatisé						
		Baie non protégée	Baie protégée par des volets battants ou roulants ou store extérieur opaque de couleur :			
			claire	moyenne	sombre	noire
Fenêtre battante métallique	« couleur noire » ou « sombre »	0,63	0,16	0,18	0,20	0,22
	« couleur moyenne » ou « claire »	0,61	0,12	0,14	0,16	0,18
Autre menuiserie métallique	« couleur noire » ou « sombre »	0,66	0,14	0,16	0,18	0,20
	« couleur moyenne » ou « claire »	0,64	0,10	0,12	0,14	0,16
Menuiserie bois PVC	« couleur noire » ou « sombre »	0,52	0,10	0,12	0,14	0,16
	« couleur moyenne » ou « claire »	0,51	0,08	0,10	0,12	0,14

(1) Voir définition des teintes partie 2.2.1 du volet technique

PROTECTIONS INTERIEURES

Protections intérieures		
Store vénitien à lames minces	de « couleur claire »	0,45
	de « couleur moyenne »	0,56
	de « couleur sombre »	0,65
Rideau opaque	de « couleur claire »	0,34
	de « couleur moyenne »	0,45
	de « couleur sombre »	0,57
Rideau légèrement transparent	de « couleur claire »	0,36
	de « couleur moyenne »	0,47
	de « couleur sombre »	0,59
Rideau assez transparent	de « couleur claire »	0,39
	de « couleur moyenne »	0,50
	de « couleur sombre »	0,61

(1) Voir définition des teintes partie 2.2.1 du volet technique

PORTES

	TYPE DE PORTE	S _{ouv}
Porte ou partie opaque fixe en bois ou PVC ($R > 0,1 \text{ W/}^\circ\text{C.m}^2$)	Face extérieure « couleur claire » ⁽¹⁾	0,09
	Face extérieure « couleur moyenne »	0,14
	Face extérieure « couleur sombre »	0,19
	Face extérieure « couleur noire »	0,22
Porte métallique ou partie opaque fixe à très faible résistance thermique ($R < 0,1 \text{ W/}^\circ\text{C.m}^2$)	Face extérieure « couleur claire »	0,15
	Face extérieure « couleur moyenne »	0,22
	Face extérieure « couleur sombre »	0,30
	Face extérieure « couleur noire »	0,35

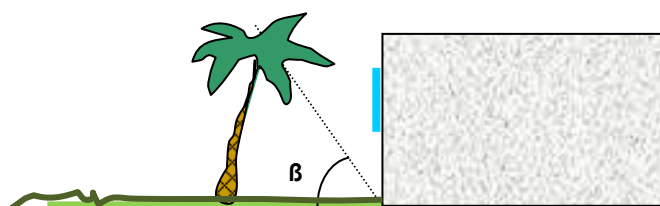
(1) Voir définition des teintes partie 2.2.1 du volet technique

ANNEXE 5 : FACTEURS SOLAIRES _{S_{ouv}} DES STORES COMBINES AUX FILMS SOLAIRES (SOURCE : CLIMATISER DANS LES DOM)

	Vitrage clair		Vitrage bronze	
	Prot. sol. extérieure	Prot. sol. intérieure	Prot. sol. extérieure	Prot. sol. intérieure
Opaque - Blanc	0,04	0,28	0,04	0,31
Opaque - Pastel	0,07	0,39	0,07	0,35
Opaque - Sombre	0,10	0,49	0,10	0,40
Opaque - Noir	0,13	0,59	0,13	0,44
Transparent medium - Blanc	0,21	0,38	0,18	0,36
Transparent medium - Pastel	0,24	0,48	0,21	0,40
Transparent medium - Sombre	0,27	0,58	0,24	0,45
Transparent medium - Noir	0,28	0,63	0,25	0,47
Transparent haut - Blanc	0,39	0,52	0,34	0,43
Transparent haut - Pastel	0,41	0,57	0,35	0,45
Transparent haut - Sombre	0,42	0,62	0,37	0,48
Transparent haut - Noir	0,44	0,68	0,38	0,50

	Vitrage havane		Vitrage argent	
	Prot. sol. extérieure	Prot. sol. intérieure	Prot. sol. extérieure	Prot. sol. intérieure
Opaque - Blanc	0,04	0,26	0,04	0,18
Opaque - Pastel	0,07	0,27	0,07	0,18
Opaque - Sombre	0,10	0,28	0,10	0,18
Opaque - Noir	0,13	0,29	0,13	0,17
Transparent medium - Blanc	0,16	0,28	0,14	0,19
Transparent medium - Pastel	0,19	0,29	0,17	0,19
Transparent medium - Sombre	0,21	0,30	0,19	0,19
Transparent medium - Noir	0,23	0,31	0,21	0,19
Transparent haut - Blanc	0,29	0,31	0,25	0,20
Transparent haut - Pastel	0,30	0,32	0,26	0,20
Transparent haut - Sombre	0,31	0,32	0,28	0,20
Transparent haut - Noir	0,33	0,33	0,29	0,20

ANNEXE 6 : FACTEURS DE MASQUE LOINTAIN (SOURCE : CLIMAWIN)



β : Hauteur angulaire du masque

MARTINIQUE (Fort-de-France)

Valeurs de f		Hauteur angulaire du masque								
Orientation	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
SUD	100%	96%	88%	82%	74%	63%	50%	44%	44%	44%
SUD EST	100%	100%	90%	80%	78%	66%	55%	55%	53%	53%
EST	100%	99%	90%	90%	79%	69%	60%	60%	56%	56%
NORD EST	100%	99%	90%	90%	80%	71%	63%	63%	58%	57%
NORD	100%	98%	90%	90%	81%	74%	71%	68%	64%	62%
NORD OUEST	100%	97%	87%	87%	76%	66%	66%	60%	56%	55%
OUEST	100%	97%	86%	86%	75%	64%	64%	57%	53%	53%
SUD OUEST	100%	94%	94%	82%	70%	60%	55%	52%	51%	51%

GUADELOUPE (Pointe-à-Pitre)

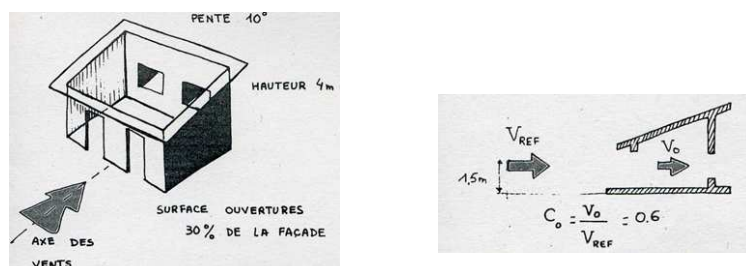
Valeurs de f		Hauteur angulaire du masque								
Orientation	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
SUD	100%	99%	91%	83%	71%	59%	46%	42%	42%	42%
SUD EST	100%	100%	91%	79%	71%	59%	53%	53%	51%	51%
EST	100%	99%	90%	90%	79%	68%	60%	60%	56%	56%
NORD EST	100%	99%	90%	90%	80%	71%	63%	63%	59%	58%
NORD	100%	98%	95%	91%	82%	82%	82%	82%	69%	68%
NORD OUEST	100%	96%	96%	86%	76%	66%	66%	60%	56%	55%
OUEST	100%	96%	96%	86%	74%	64%	64%	57%	53%	53%
SUD OUEST	100%	95%	89%	76%	70%	59%	55%	51%	50%	50%

ANNEXE 7 : COEFFICIENTS DE VENTILATION (SOURCE : CSTB)

De manière informative, nous indiquons ici quelques bonnes pratiques quant à **l'implantation d'un logement, son procédé constructif et l'aménagement des pièces**. L'objectif de ces indications est de favoriser une ventilation naturelle permettant un confort agréable dans les pièces.

Notons toutefois que la ventilation naturelle ne peut être performante que dans des sites où la fréquence et l'importance des vents sont avérées.

Le document donne ici les valeurs de coefficients de ventilation pour différentes situations géographiques et topographiques, et typologies de bâtiments. Ces coefficients s'expriment en fonction d'un coefficient de ventilation type C_0 , défini comme la valeur de référence déterminée pour une cellule traditionnelle expérimentée en soufflerie par le CSTB.



Par coefficient de ventilation, on entend le rapport entre la vitesse moyenne de l'air à l'intérieur d'un local sur la vitesse extérieure.

Pour l'exemple ci-dessus : $C_0 = 0,6$. C'est à dire que pour un vent de 2 m/s, le courant d'air moyen créé à l'intérieur de la pièce du logement est de 1,2 m/s.

Les valeurs présentées ci-après sont alors comparées à cette valeur de référence de 0,6.

Lorsque les coefficients sont égaux ou supérieures à C_0 la ventilation peut s'avérer efficace, dans la mesure de conditions de vent favorables.

Les coefficients sont regroupés selon 4 paramètres :

1. le site fonction de :
 - la topographie du site, et son coefficient CT
 - l'environnement proche, CE
 - le plan masse, CPm
2. l'orientation, CO
3. l'architecture fonction de :
 - la forme du toit, CF
 - les écopages, CEC
 - la porosité des façades, CP
4. l'aérodynamisme interne avec :
 - le cloisonnement intérieur, CC

Le coefficient final d'une pièce dépend ensuite de plusieurs paramètres : **c'est la valeur minimum des 4 coefficients (site, orientation, architecture, aérodynamisme).**

Pour le coefficient de site et celui d'architecture, ils sont déterminés selon les règles suivantes :

- Coefficient de site : Si $CE < C_0$ (0,6), le site n'est pas adapté à la ventilation naturelle
Sinon, si $CT < C_0$, la valeur retenue est CT,
Sinon, la valeur retenue est $(CT + CPm)/2$
- Coefficient d'architecture : Si la porosité est inférieure à 15%, le logement n'est pas adapté
Si $CEC = C_0$, la valeur retenue est égale à $(CF + CEC + CP)/3$
Sinon, la valeur retenue est égale $(CF + CP)/2$

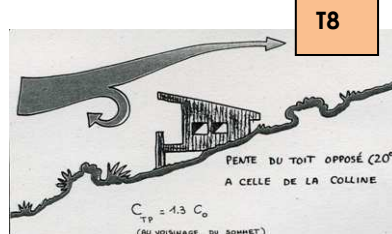
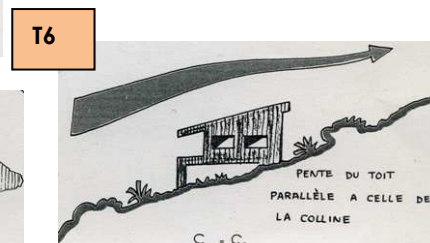
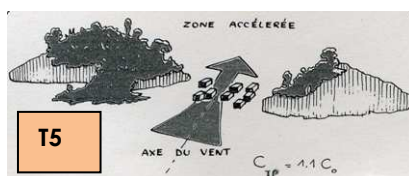
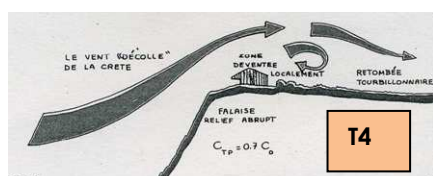
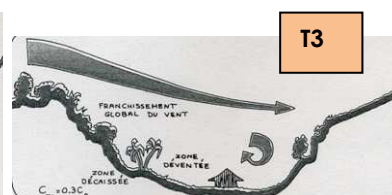
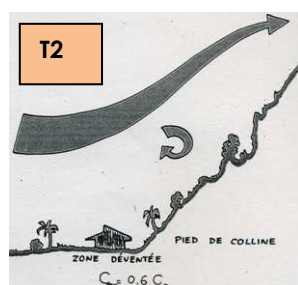
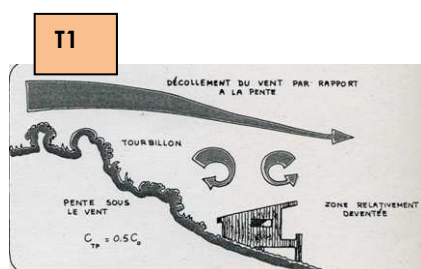
Toutes ces valeurs présentées ci-après ont été obtenues à partir d'essais en soufflerie réalisés par le CSTB.

EFFETS DE SITE

Effet topographique

Site sous le vent des collines ou des dénivelées
 Site au vent ou en pied de colline
 Site dépressionnaire ou vallées (mal orientées)
 Site à proximité d'accidents de relief (falaises, failles)
 Site formant collecteur au vent (entre collines)
 Site au sommet des collines avec pente au vent
 Site au sommet des collines avec pente parallèle
 Site au sommet des collines avec pente opposée
 Non défini

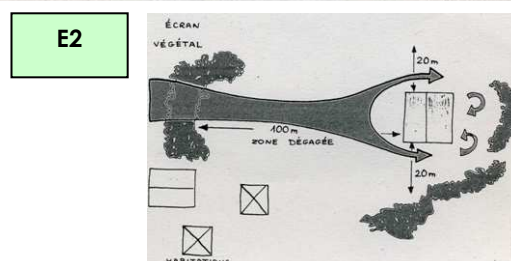
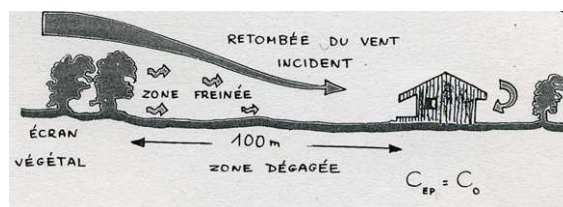
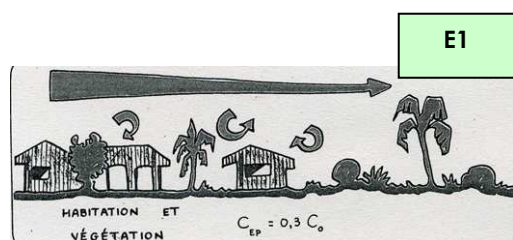
T1	0,5 Co
T2	0,6 Co
T3	0,3 Co
T4	0,7 Co
T5	1,1 Co
T6	1,2 Co
T7	Co
T8	1,3 Co
T9	1,0 Co



Effet environnement proche

Ecran végétal dense ou clôture opaque proche
 Non défini

E1	0,3 Co
E2	1,0 Co

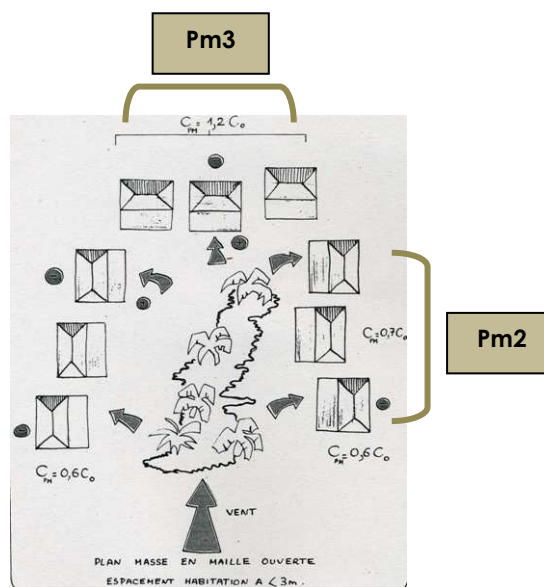
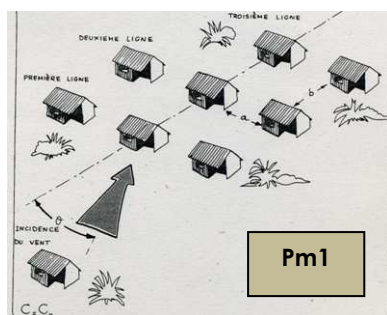


EFFETS LIES A L'IMPLANTATION DU PROJET

Plan masse

Plan masse en semis ou en bandes
 Plan masse en maille ouverte, fond de maille
 Plan masse en maille ouverte, branches latérales
 Non défini

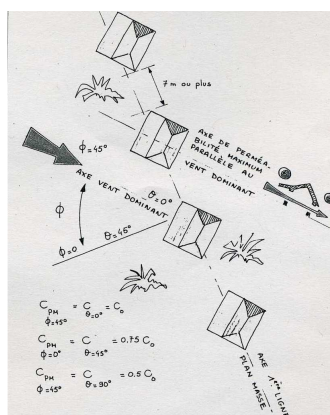
Pm1 1,0 Co
 Pm2 1,2 Co
 Pm3 0,6 Co
 Pm4 1,0 Co



Orientation par rapport aux vents

Perpendiculaire à l'axe des vents dominants (0°)
 A 22,5° de l'axe des vents dominants
 A 45° de l'axe des vents dominants
 A 67,5° de l'axe des vents dominants
 A 90° de l'axe des vents dominants

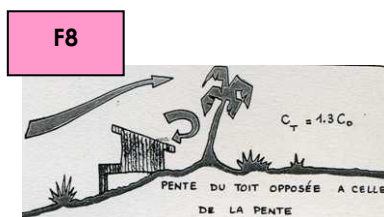
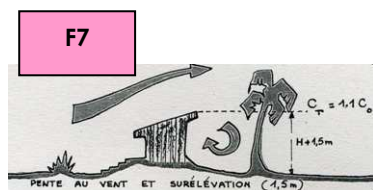
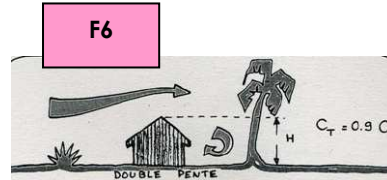
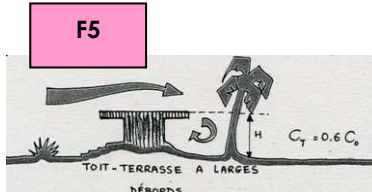
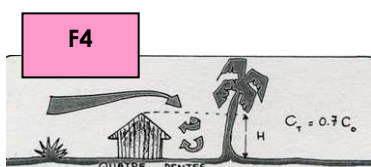
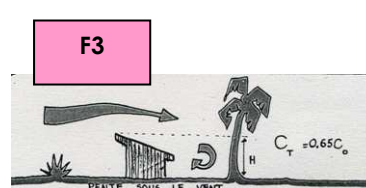
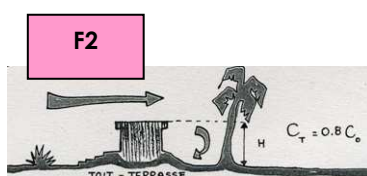
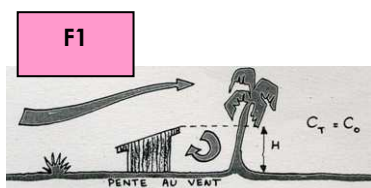
O1 1,0 Co
 O2 0,85 Co
 O3 0,75 Co
 O4 0,65 Co
 O5 0,5 Co



EFFET LIES A LA TYPOLOGIE DES LOGEMENTS

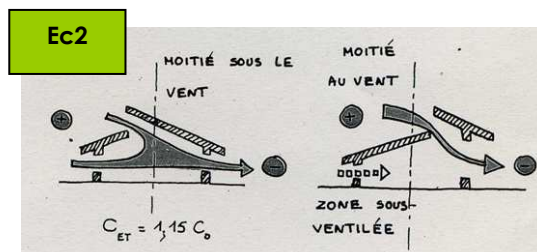
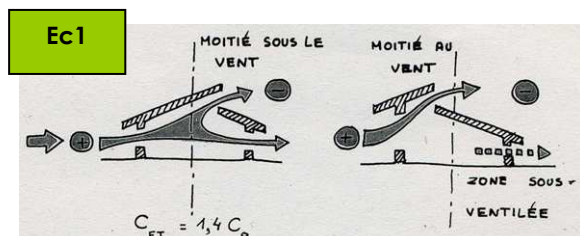
Forme du toit

Pente au vent	F1	1,0 Co
Toit terrasse	F2	0,8 Co
Pente sous le vent	F3	0,65 Co
Quatre pentes	F4	0,7 Co
Toit terrasse avec larges débords	F5	0,6 Co
Double pente	F6	0,9 Co
Pente au vent et surélévation	F7	1,1 Co
Pente opposée à celle de la pente	F8	1,3 Co



Ecope

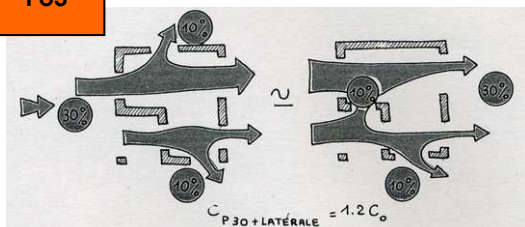
Ecope ouverte sous le vent	Ec1	1,4 Co
Ecope ouverte au vent	Ec2	1,15 Co
Sans écope	Ec3	1,0 Co



Porosité des façades

Perméabilité au vent (30 %)	30	1,00 Co
Perméabilité sous le vent (30 %)	30	1,00 Co
Perméabilité latérale (oui/non) + Porosité au et sous le vent (1)	Po3	1,20 Co
Perméabilité latérale (oui/non) sans Porosité sous le vent (2)	Po4	1,00 Co

Po3



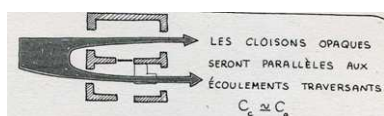
Po4



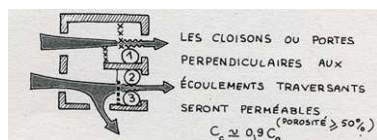
Cloisonnement intérieur

Cloisons opaques parallèles au vent	C1	1,0 Co
Cloisons ou portes perpendiculaire au vent, de porosité > 50%	C2	0,9 Co
Cloisonnement opaque, pièces en amont	C3	0,8 Co
Cloisonnement opaque, pièces en aval	C4	0,3 Co

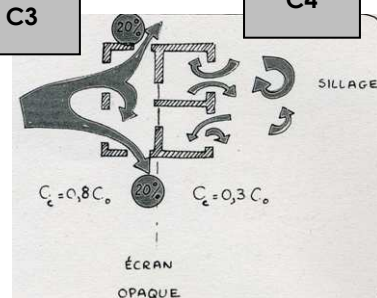
C1



C2



C3



C4