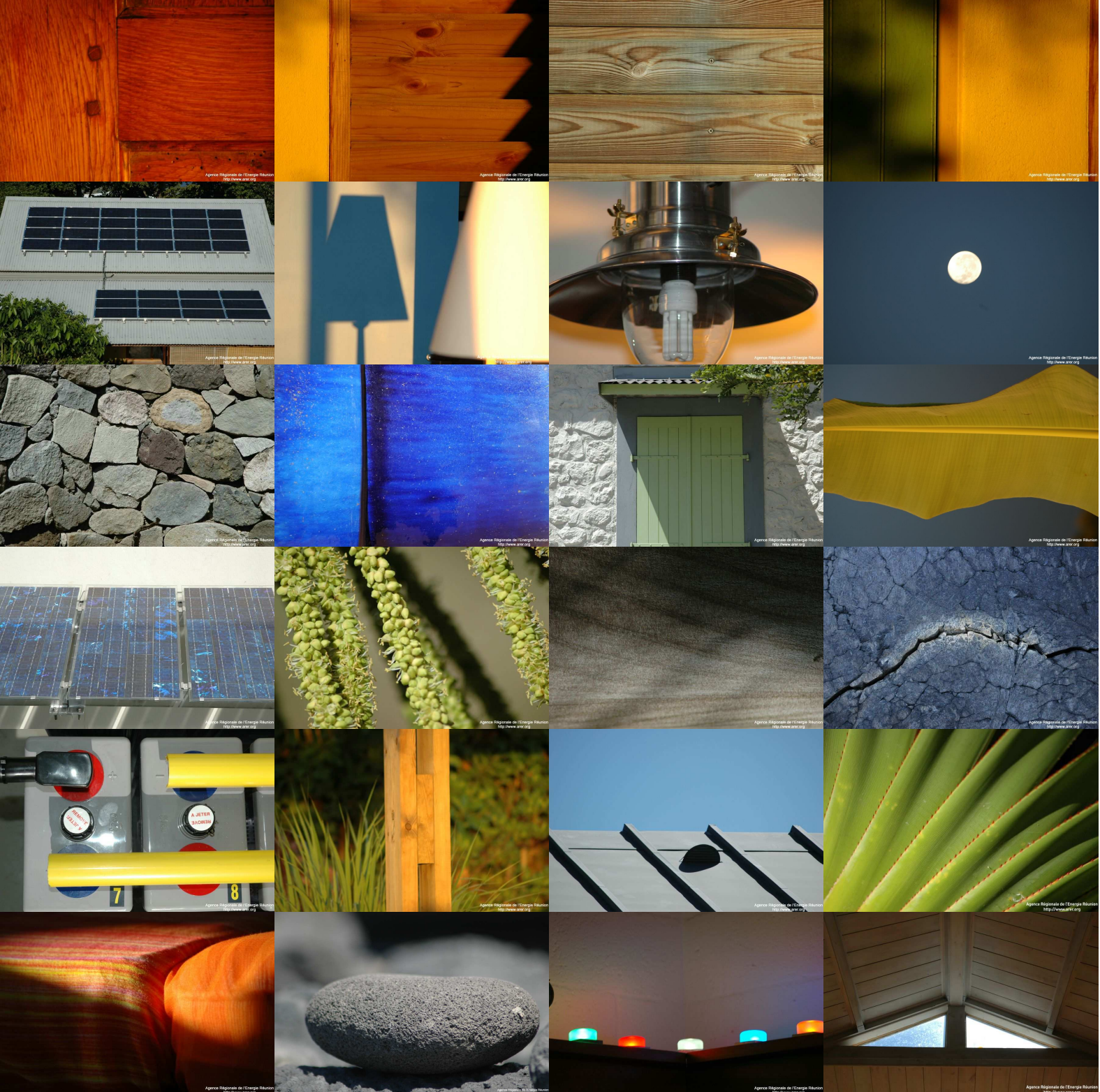




MAISON SOLAIRE Ile de La Réunion

PROJET de GUIDE DE PROGRAMMATION TECHNIQUE 2010

Développement Durable DD/Changement Climatique CC
 Habitat et transport individuels propres
 CASA DD/CC – RTAA DOM – PERENE Réunion



CONSTRUIRE ET RENOVER UNE MAISON D'HABITATION//UN GITE TOURISTIQUE

LA REUNION, Ile Solaire



JE FAIS DES ÉCONOMIES ET JE CREE DES EMPLOIS A LA REUNION /// J'AMÉLIORE MON CONFORT /// JE RESPECTE L'ENVIRONNEMENT

MAISON SOLAIRE

PROJET de GUIDE DE PROGRAMMATION TECHNIQUE

Développement Durable DD/Changement Climatique CC

Habitat et transport individuels propres

PACK PARCELLE et MAISON BIOCLIMATIQUE: parcelle et maison dans l'environnement et le climat local, adaptation au microclimat et au terrain, maison thermiquement et acoustiquement confortable conforme RTAA DOM avec performance PERENE, résiste aux fortes intempéries, favorise des matériaux et des systèmes « Made in La Réunion »

PACK ENERGIE POSITIVE: production d'énergie solaire thermique et photovoltaïque pour une maison et un véhicule électrique qui consomment peu d'électricité

PACK EAU : économies d'eau, stockage l'eau pluviale pour des usages spécifiques

PACK DECHET : gestion des déchets, réduire à la source la production de déchets, un tri raisonné des déchets de chantier, et l'exploitation de la maison,

PACK MAINTENANCE : exploite les bioressources de la parcelle, maintenir dans le temps une bonne performance des systèmes et de votre cadre de vie,

ÉDITION 2010 –

Référentiel CASADD/CC2010,
Energie Positive, PERENE,
Compatible RTAA DOM

Rédacteur principal : C.RAT, directeur ARER
Contributeurs: équipe ARER
Autres contributeurs cités dans le texte

MAISON SOLAIRE
PROJET DE GUIDE DE PROGRAMMATION TECHNIQUE
Développement Durable DD/Changement Climatique CC
Habitat et transport individuels propres

Partie 1 – Maison Solaire, Développement Durable et
Changement Climatique

EDITION 2010

Référentiel CASADD/CC2010,
Energie Positive, PERENE,
compatible RTAA DOM

Sommaire/table des matières - Partie 1

Sommaire/table des matières - Partie 1 2

Table des illustrations 3

Ressources photos pour la présente partie 4

La construction de maisons solaires, un plan économique de développement durable et d'adaptation au Changement Climatique 6

La maison solaire, une maison bioclimatique PERENE, qui résiste aux cyclones, économe en eau, énergie, déchet et matériaux, à énergie positive maison et véhicule électrique, conforme à la RTAA DOM 8

Visualiser le synoptique technique environnemental de la maison solaire, référentiel CASA DD/CC 2010, objet du présent guide 9

Raisonner la maison en coût global selon les phases programmation, études, travaux, exploitation 10

Investir mieux à la construction pour dépenser moins en exploitation 10

Assurer la solidité de l'ouvrage en milieu cyclonique tropical 10

La RTAA DOM, cadre réglementaire pour l'habitat 11

Le référentiel PERformance ENERgétique des Bâtiments à la Réunion, PERENE Réunion 12

Pour bien comprendre, quelques notions importantes générales ou issues de la RTAA DOM et de PERENE 12

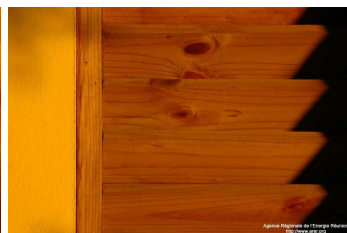
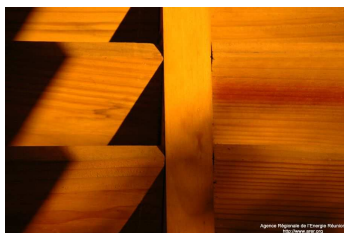
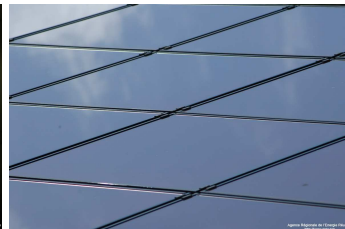
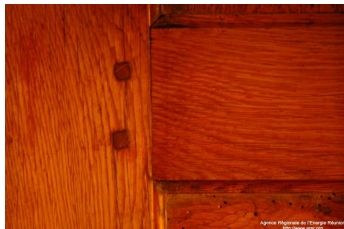
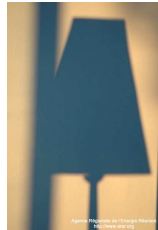
RTAA DOM, PERENE, appliquer le meilleur des deux pour un vrai confort thermique sans climatisation ou chauffage électrique 15

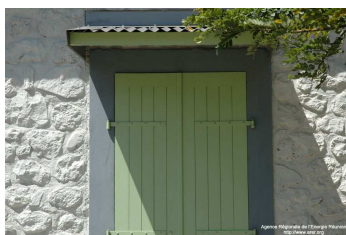
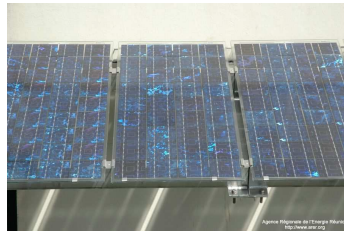
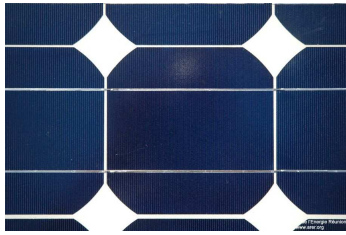
Pour réussir votre maison solaire, combiner le confort d'été et le confort d'hiver 19

Table des illustrations - Partie 1

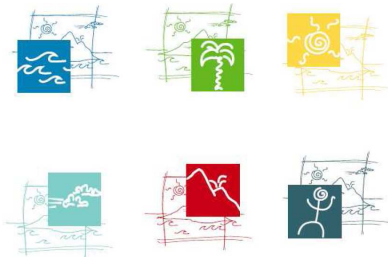
Figure 1 : exemple de maison bioclimatique solaire	9
Figure 2 : synoptique environnemental de la maison solaire DD/CC	9
Figure 3 : cycle de vie d'une maison.....	10
Figure 4 : définition des orientations PERENE Réunion (Ecart de 20°entre nord géographique et nord magnétique)	13
Figure 5 : tableau des valeurs alpha selon la couleur des revêtements	13
Figure 6 : concilier confort thermique d'été et d'hiver	19

Ressources photos pour la présente partie





La construction de maisons solaires, un plan économique de développement durable et d'adaptation au Changement Climatique



EDITO ARER

Le concept de **CASA DD**, Maison Adaptée au Développement Durable de La Réunion, a été développé en 2002 pour répondre à un besoin pressant de référentiel de construction de maison individuelle à LA Réunion. Construction bioclimatique ECODOM, puis PERENE, gestion de l'eau, des déchets, des matériaux. De nombreux guides ont été diffusés tout au long de ces années, avec des opérations démonstratives réussies. Pourtant une grande majorité des maisons individuelles sont encore construites sans conception bioclimatique, et font appel à des technologies de climatisation, de chauffe-eau électrique, de chauffage électrique, qui coûte cher à l'occupant dans la vie quotidienne.

Depuis mai 2010, la **RTAA DOM**, Réglementation Thermique, Acoustique, Aération s'impose comme base de construction de l'habitat neuf. Elle peut avoir un impact significatif sur les consommations énergétiques de l'île. Elle peut aussi susciter l'apprentissage et la mobilisation des acteurs du BTP et des maîtres d'ouvrages autour de ces questions cruciales. Encore faut-il la mettre en œuvre.

Pour aider, avec le concours des acteurs de la construction, L'ARER propose à l'ensemble des professionnels du bâtiment, des formations en 3 jours sur la RTAA DOM. Elle a formé durant 2010 plus de 180 techniciens, architectes et ingénieurs à ce référentiel technique. Dans le cadre de son activité «construction durable», le programme d'actions 2010 de l'ARER prévoit aussi la publication du guide de programmation technique en construction durable pour la **Maison Solaire**.

Ce guide vous invite et vous aidera à franchir le pas : techniquement et financièrement mettre en œuvre pour votre maison bioclimatique le meilleur des prescriptions PERENE et RTAA DOM, ainsi qu'un certains nombres de **cibles relatives à l'eau, à l'énergie, aux déchets, aux matériaux et à la maintenance**. Vous serez conforme à la réglementation en vigueur, vous économiserez à l'investissement comme à l'exploitation, vous suscitez de **nouvelles filières économiques** locales, vous engagerez La Réunion sur la voie du **développement durable** et des nécessaires adaptations au **changement climatique**.

C.RAT
Ingénieur Génie Civil et Urbanisme INSA Lyon
Directeur ARER 2000 - 2010

Edito SODICO

Isoler, c'est lutter contre l'**humidité**. C'est aussi **consommer moins d'électricité** ; pour la climatisation et le chauffage. Depuis 1994, **DICOPAN** milite pour imposer cette idée au monde du bâtiment.

Avec la mise en place de la réglementation obligatoire - **RTAA DOM** - l'isolation des bâtiments prend une nouvelle tournure. Il est désormais important de proposer des solutions d'isolation spécifiques et adaptées aux conditions climatiques de notre île. En particulier, contre le problème récurrent de l'humidité, auquel le bâtiment réunionnais doit faire face. L'ARER a toujours été un **moteur efficace** et clairvoyant pour cet objectif d'isolation. Le partenariat entre l'**ARER** et **DICOPAN** est né dès la première édition du **Guide Casa DD**.

Un partenariat enrichissant, de toutes les expériences accumulées avec les professionnels gravitant autour de l'ARER. DICOPAN est ainsi fière, une nouvelle fois, de participer à cette édition et par la même occasion de renouveler son partenariat.

Le directeur de SODICO
Jean-Louis MARIANNE

Edito CBO

CBO est un acteur clé de l'aménagement et de la construction à La Réunion. Conscient de sa responsabilité à l'égard des générations futures, CBO et ses équipes proposent aux réunionnais des concepts d'aménagement et d'habitation combinant le bien être, la qualité et la maîtrise des coûts, un cadre de vie et un bâti respectueux de l'environnement.

Mais il faut aller plus loin. Le phénomène de changement climatique induit des évolutions importantes sur l'île de La Réunion et sur la planète, influant nos conditions climatiques locales. Faire évoluer notre habitat, en anticipant les changements climatiques induits, particulièrement les températures qui vont à la hausse, et les phénomènes pluvieux extrêmes, est à la fois une mesure d'adaptation nécessaire pour le bien vivre futur, et l'opportunité d'un plan significatif pour soutenir l'économie du BTP.

Explorant sans cesse l'innovation en matière d'habitat durable, et l'intégrant progressivement, sa volonté déterminée s'illustre au travers des multiples réalisations et des partenariats engagés. En soutenant avec les partenaires de l'ARER l'édition de ce guide, notre volonté est de promouvoir notre expérience acquise, et la partager avec l'ensemble des bâtisseurs et constructeurs de La Réunion.

Le Président Directeur Général de CBO
Eric Wuillai

EDITO Chambre des métiers et de l'artisanat

La Chambre de Métiers et de l'Artisanat (CMA) assure depuis longue date la promotion de la construction durable, en s'appuyant sur le Centre de Formation des Apprentis (CFA) de Saint-André et sur l'ARER, avec des formations diverses, et des labels qualité !

Elle porte le Centre d'Innovation et de Recherche du Bâti Tropical (CIRBAT) « Pôle d'innovation pour l'artisanat et les petites entreprises ». Le CIRBAT cible les artisans du bâtiment travaillant en contexte tropical, et plus largement l'ensemble du tissu artisanal des collectivités d'outre-mer.

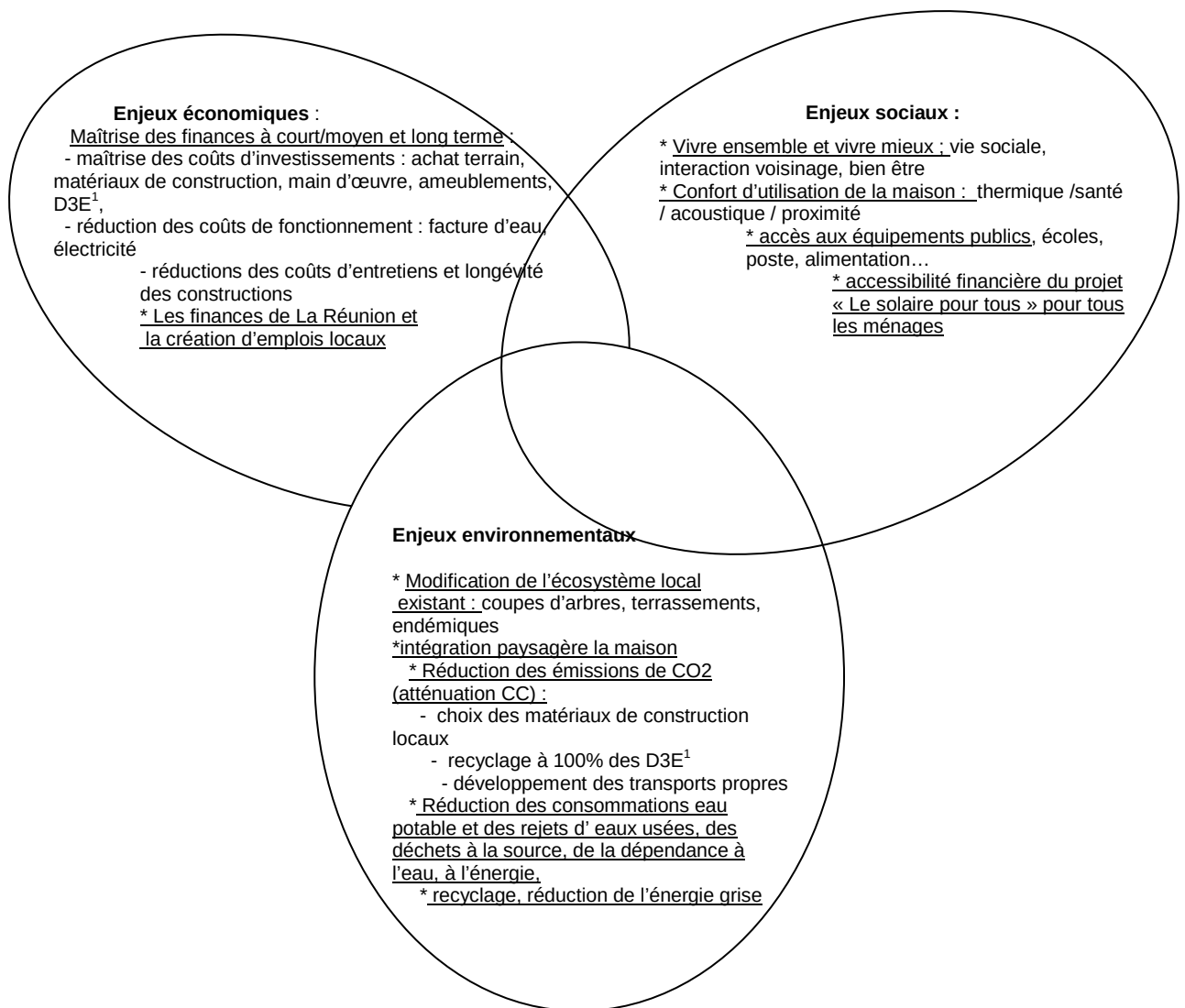
- Collecter les données auprès des partenaires, fournisseurs et industriels nationaux sur les matériaux adaptés et des vérifications de la compatibilité des matériaux au contexte tropical ;
- Développer une plate-forme d'expérimentation sur l'ensemble des problématiques tropicales ;
- Accompagner les outils de mesure et de contrôle pour la qualification, la certification et le classement des performances énergétiques du bâtiment.

Le CIRBAT œuvre actuellement à la réalisation de plusieurs projets innovants :

- Menuiserie résistante aux spécificités du climat tropical;
- Développement d'une maison « développement durable » adaptée au climat tropical;
- Cartographie des infestations de termites de la Réunion.

Le président de la Chambre des Métiers et de l'Artisanat

La Maison Solaire pour le Développement Durable (DD) et l'adaptation au Changement Climatique (CC)



*D3E : Déchets Equipements Electriques et Electroniques

Qu'est-ce qu'une Maison Solaire adaptée au changement climatique ?

Basée sur le concept de Case Adaptée au Développement Durable, c'est une maison solaire bioclimatique conçue avec le référentiel technique PERformance ENergétique des Bâtiments à la Réunion, (PERENE Réunion), conforme à la Réglementation Thermique Aération et Acoustique pour les DOM est parue le 17 avril 2009 (RTAA DOM). Elle résiste aux cyclones et aux fortes intempéries. Econome en eau, en énergie, et en déchets, elle utilise des matériaux durables, elle recycle ses déchets. Elle produit annuellement plus d'énergie qu'elle n'en consomme pour la maison et le véhicule électrique. Elle est financièrement économe.

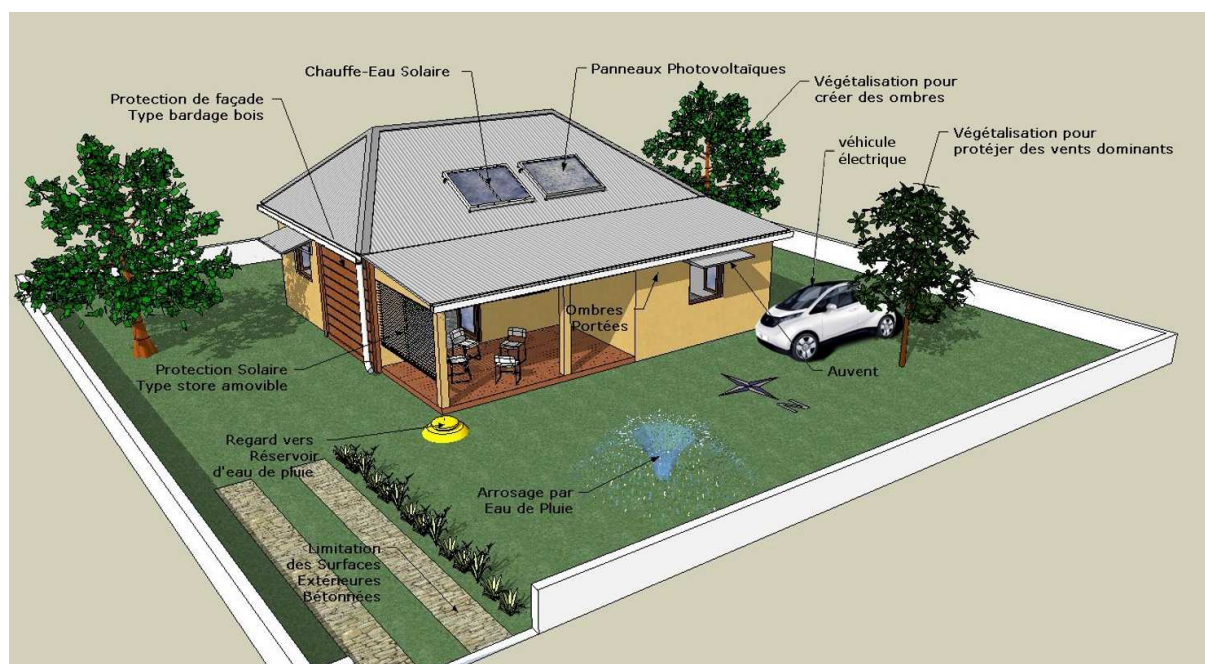


Figure 1 : exemple de maison bioclimatique solaire

Le synoptique technique et environnemental de la Maison Solaire adaptée au changement climatique

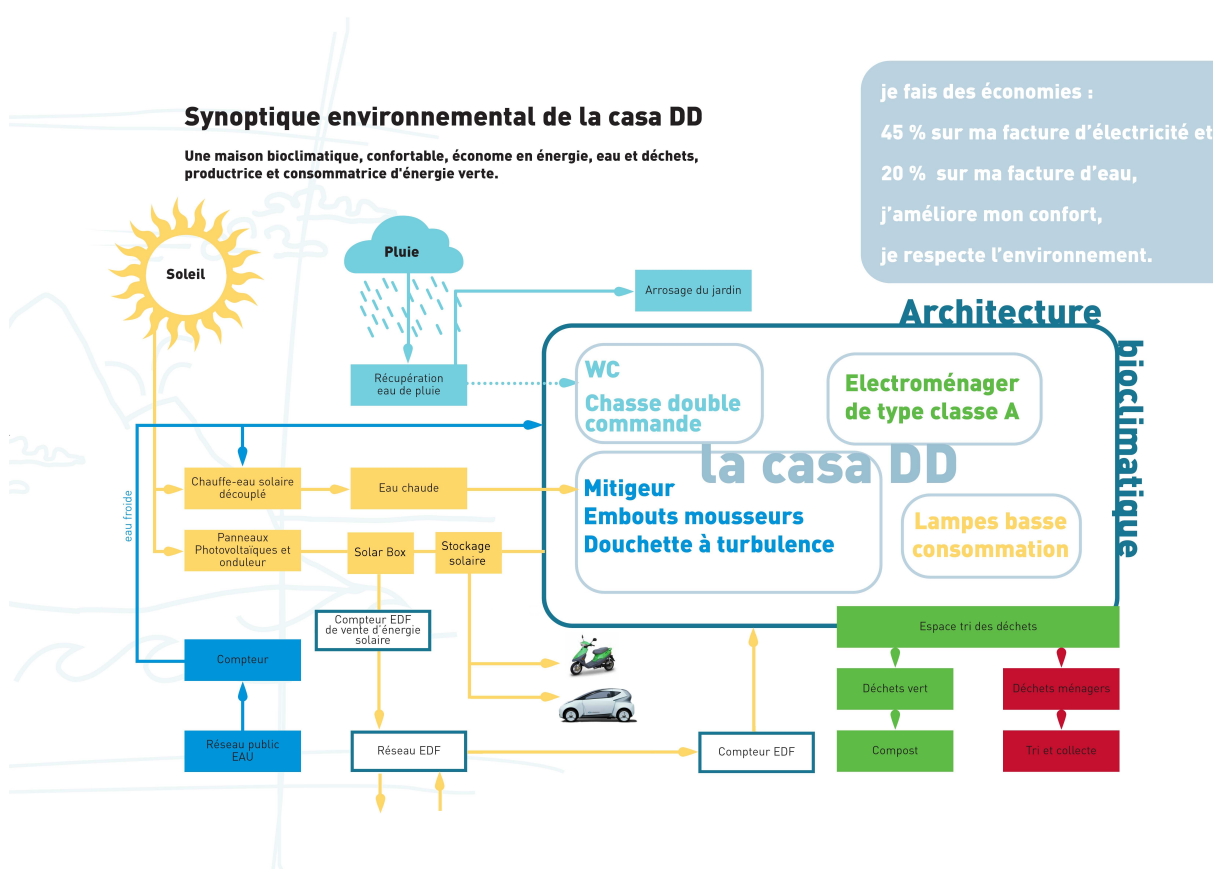


Figure 2 : synoptique environnemental de la maison solaire DD/CC

Raisonner la maison en coût global selon les phases de programmation, études, travaux et exploitation

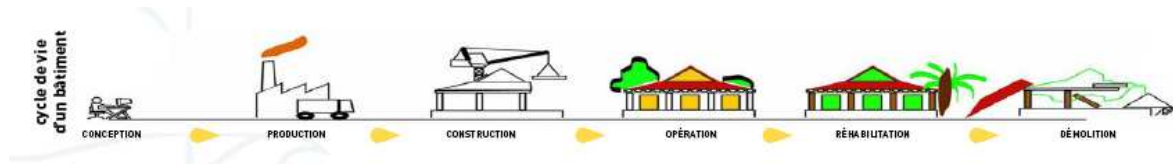


Figure 3 : cycle de vie d'une maison

Selon ENviroBAT Réunion, les coûts de construction et de conception représentent un quart des coûts globaux du cycle de vie de la maison. Des gisements d'économies plus ou moins importants sont identifiés sur :

- l'entretien courant et exceptionnel
- l'exploitation et la gestion des fluides
- la maintenance préventive et curative
- la déconstruction et le recyclage des matériaux (à préférer au terme de démolition)

Investir mieux à la construction pour dépenser moins en exploitation

Les choix immédiats portent généralement sur l'économie à l'investissement, au détriment des coûts induits dans la vie quotidienne. Le présent guide propose des cibles technologiques et de conception destinées à concevoir une maison, confortable, économe et robuste sur l'ensemble de sa durée de vie.

La durée de vie d'une maison est comprise entre 50 et 70 ans en moyenne. Les surinvestissements induits s'amortiront sur des périodes allant de 3 à 12 ans. Ainsi, avec un Temps de Retour sur Investissement (TRI) de 3 à 12 ans, la bonne conception de la maison est largement remboursée sur sa durée de vie. Des profits au delà de ces temps de retour sont générés :

- selon les équipements, les types de financements obtenus, (défiscalisation, crédit d'impôt, aide financières),
- selon les économies suscitées sur l'eau, l'énergie, les carburants, les réparations moins fréquentes du fait de matériaux et d'équipements de bonne qualité,
- selon les recettes de vente d'énergies,

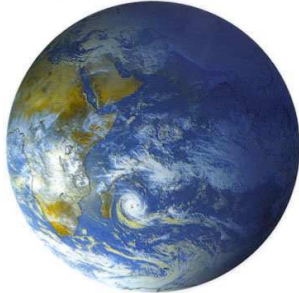
Un raisonnement soigné sur l'adaptation au sol (Poste budgétaire souvent important), dans le cas fréquent des terrains en pentes de La Réunion peut permettre une économie conséquente, qui couvre une partie significative du surinvestissement.

Les banques proposent des prêts à taux préférentiels pour la construction adaptée au Développement Durable.

Assurer la solidité de l'ouvrage en milieu cyclonique tropical

La compréhension du climat local est fondamentale pour concevoir correctement la maison. Il ne faut jamais sous estimer les risques climatiques encourus en cas de fortes pluies et de cyclones. Le guide de la construction en région cyclonique pour le clos et le couvert, édité par la Chambre des Métiers de La Réunion, capitalise une expérience précieuse. Nous vous invitons à vous y reporter utilement.

le GUIDE DE CONSTRUCTION



EN RÉGION CYCLONIQUE

clos et couvert



La RTAA DOM, cadre réglementaire pour l'habitat

La Réglementation Thermique Aération et Acoustique pour les DOM est parue le 17 avril 2009. Elle est applicable depuis le 1^{er} mai 2010. Celle-ci s'articule autour de quatre textes réglementaires.



Figure 4: les points clés de la RTAA DOM

Concernant l'aspect thermique, ce texte **oblige la pose** :

- d'isolation en toiture et sur les murs
- de pare soleil selon l'orientation des façades
- de fenêtres de dimension plus importantes pour favoriser la ventilation naturelle
- de brasseurs d'air pour les chambres non traversantes
- d'attentes pour brasseur d'air en plafond pour les pièces de vie (les pièces principales, selon la RTAA DOM)
- d'un chauffe eau solaire (si l'apport de soleil permet de couvrir au moins 50% des besoins)
- d'un thermostat pour les installations de chauffage au-delà de 800m d'altitude.

Elle favorise la ventilation naturelle dans le logement. Elle oblige à plus de performances thermique les espaces climatisés. La RTAA DOM s'applique aux projets de construction de bâtiments d'habitation neufs qui font l'objet d'une demande de permis de

construire ou d'une déclaration préalable prévue à l'article L. 421- 4 du code de l'urbanisme déposées à compter du 1^{er} mai 2010.

Le référentiel PERformance ENergétique des bâtiments à la Réunion, PERENE Réunion



Les professionnels de la construction durable ont édité une mise à jour 2009 de l'outil PERENE conçu en 2004 : PERformance ENergétique des Bâtiments à la Réunion 2009, en concertation avec les acteurs réunionnais de la construction.

Il s'agit de règles de conception thermiques et énergétiques applicables aux bâtiments tertiaires et résidentiels, adaptées à un zonage climatique de La Réunion décomposée en 4 zones : deux zones littorales Z1 (zone sous le vent) et Z2 (zone au vent) dont l'altitude est inférieure à 400m; une zone Z3 dite « des hauts » dont l'altitude est comprise entre 400m et 800m; une zone Z4 dite « d'altitude », dont l'altitude est au dessus de 800m.

Les préconisations portent alors en fonction de ces zones climatiques sur :

- la ventilation naturelle,
- les protections solaires et l'isolation des parois opaques,
- la protection solaire des baies/ouvertures,
- la fixation de ratios énergétiques et codes de qualité énergétiques (pas de climatisation, maîtrise de l'énergie et chauffe-eau solaire)

« La conception selon PERENE permet d'atteindre - jusqu'à 90 % du temps et de façon passive - le confort hydro-thermique par rapport à une solution de conception classique, pour laquelle on n'attend que 44% de niveau de confort.

PERENE permet de réduire le recours à la climatisation dans les bas et permet une économie estimée à 61 KWh/an/m². L'objectif de PERENE est de concevoir des bâtiments et logements qui soient confortables (en été comme en hiver) tout en étant le plus économe possible sur le plan énergétique. »

Pour bien comprendre, quelques notions importantes générales ou issues de la RTAA DOM et de PERENE

Comprendre la course du soleil et les expositions les façades pour les choix de protection et d'isolation

- Toute l'année, le soleil rayonne sur les toitures
- La façade Est, est ensoleillée le matin avec une incidence horizontale en début de matinée, puis oblique directe en journée.
- La façade Ouest, est ensoleillée l'après midi avec une incidence oblique, puis horizontale directe en fin d'après midi
- La façade Sud, est ensoleillée en été (Décembre Janvier) avec une incidence à l'aplomb
- La façade Nord, est ensoleillée tout le reste de l'année avec une incidence à l'aplomb

Définition des orientations de parois et des baies

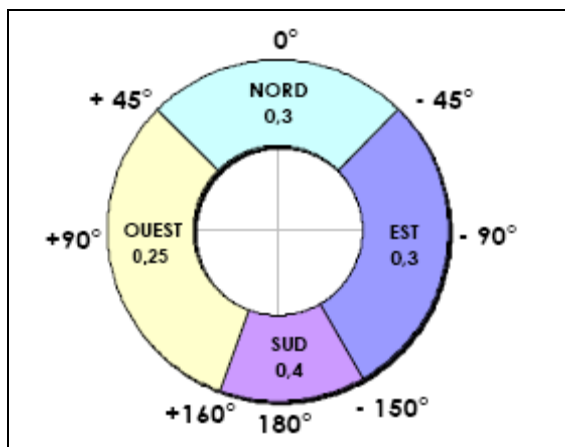


Figure 5 : définition des orientations PERENE Réunion (Ecart de 20° entre nord géographique et nord magnétique)

Définition du facteur solaire S, pourcentage d'énergie solaire que laisse passer une paroi,

Utile à la problématique de confort thermique d'été, le *facteur solaire S* est le rapport de l'énergie transmise par la paroi à l'intérieur du bâtiment pendant les heures d'exposition à l'ensoleillement par rapport à l'énergie reçue par la paroi pendant les heures d'exposition à l'ensoleillement.

Cm = coefficient de réduction du aux pare-soleil.
 α = coefficient d'absorption de la paroi
R = résistance thermique de la paroi (en m².K/W)

$$S = \frac{0,074 * Cm * \alpha}{R + 0,20}$$

Dans le cas des baies, le facteur solaire est précisé comme au chapitre concerné.

Définition du coefficient de transmission surfacique « U » des parois, agir sur « U » contre les déperditions thermiques

$$U = \frac{1}{R + 0,20}$$

Utile à la problématique de confort thermique d'hiver – Altitude > 800m, se protéger des fuites de chaleurs de l'habitat vers l'extérieur. Le coefficient de transmission surfacique « U » : sont les déperditions thermiques d'un bâtiment vers l'extérieur.

Définition de la résistance thermique d'une paroi ou d'un matériau

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda}$$

e est l'épaisseur du matériau (en m), λ est la conductivité thermique du matériau (en W/m.K). Lorsque la paroi est constituée de plusieurs matériaux, la résistance thermique de la paroi est la somme des résistances thermiques de chaque matériau.

Quelques valeurs du coefficient d'absorption α des parois – source RTAADOM

Coloris		Blanc Jaune Orange Rouge clair	Rouge sombre Vert clair Bleu clair Gris clair	Brun Vert sombre Bleu vif Gris moyen	Noir Brun sombre Bleu sombre Gris sombre
Type de couleur		« couleur claire »	« couleur moyenne »	« couleur sombre »	« couleur noire »
Coefficient d'absorption α	Paroi horizontale	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 1,0$
	Paroi verticale	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 1,0$

Figure 6 : tableau des valeurs alpha selon la couleur des revêtements

La protection solaire et l'isolation, des fonctions essentielles

La protection solaire a pour rôle de :

- limiter les flux de chaleurs dues au rayonnement direct sur la paroi, ou les ouvrants
- Réfléchir le rayonnement solaire : plus le « pare-soleil » est de couleur claire moins il s'échauffera et absorbera la chaleur.

L'isolant réduit les apports thermiques à l'intérieur en recherche de confort d'été. Il permet aussi de garder la chaleur à l'intérieur de la maison en recherche de confort d'hiver, ou le froid en cas de climatisation d'un local dans les périodes chaudes. Différents types d'isolants présentent chacun avantages et inconvénients

- les isolants à base de laine minérale comme la laine de verre ou la laine de roche
- les isolants à base de matière plastique alvéolaire
- les isolants à base biologique tels que le liège, chanvre, la ouate de cellulose
- les isolants minces réflecteurs

Les définitions des parois et pare soleil selon la RTAADOM

Paroi opaque : Une paroi est dite opaque lorsqu'elle est ni transparente ni translucide. Une paroi est transparente ou translucide si son facteur de transmission lumineuse (hors protection mobile éventuelle) est égal ou supérieur à 0,05.

Paroi opaque verticale : Paroi dont l'angle (vue de l'intérieur) avec le plan horizontal est compris entre 60° et 90°.

Paroi opaque horizontale : Paroi dont l'angle (vue de l'intérieur) avec le plan horizontal est inférieur à 60°.

Pare soleil ventilé :

- Cas des parois horizontales :

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

- Cas des parois verticales :

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

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

Les types de protections solaires définis dans PERENE

5 typologies de protections solaires, l'étude détaillée de leurs performances et les abaques de calcul associés sont présentés dans PERENE 2009 :

- Le débord fini (limité à la fenêtre),
- Le débord étendu (non limité à la fenêtre),
- Le débord infini,
- Le débord avec joue
- Le type brise soleil.

Illustrations de différents types de protections solaires rencontrées à La Réunion



Débord fini (limité à la fenêtre)



Débord non limité à la fenêtre



Débord (coursive) infini



Casquette + joue gauche



Brises soleil

Figure F. 5 : Photos de protections solaires

Entre RTAA DOM et PERENE Réunion, appliquer le meilleur des deux pour un vrai confort thermique sans climatisation ou chauffage électrique

Les exigences de PERENE ou de la RTAA DOM sont de mettre en œuvre des parois horizontales ou verticales ayant comme facteurs solaires et coefficients de transmission surfacique maximaux les valeurs indiquées dans les tableaux ci-après.

« Par rapport à la RT DOM, outre la différence de zonage climatique, il existe des écarts au niveau des seuils de performance thermiques et énergétiques. Dans certain cas PERENE est plus exigeant, dans d'autre c'est la RT DOM qui impose un seuil inférieur. Parmi les raisons principales à cette différence, il y a :

- La différenciation des zones géographiques en fonction du zonage climatique plus affiné dans PERENE,
- le mode de calcul des porosités de PERENE n'est pas celui de la RT DOM.

Concernant les logements, entreprendre une démarche PERENE n'affranchie en aucun cas le respect de la RT DOM qui a caractère réglementaire. » - Source PERENE Réunion 2009

Tableau comparatif RTAA DOM – PERENE (Source PERENE Réunion 2009)



Figure 7: exemple d'une façade maison conforme à la RTAA DOM en Z3 ouest

LOGEMENT

Base sans optimisation

Décret RT DOM
17 avril 2009

PERENE Réunion 2009

Z1 et Z2

Conception thermique

Toiture	Aucune isolation	$S_{Max} = 0,03$		$S_{Max} = 0,02$
Murs	Aucune protection	$S_{Max} = 0,09$		$S_{Max} = 0,05$
Baies et fenêtres	Faible protection solaire	$S_{Max} = 0,25$ climatisat°	$S_{Max} = 0,65$ Vent. nat.	S_{Max} : N = 0,3 S = 0,4 E = 0,3 O = 0,25
Traitement de l'air	Aucune prescription	Porosité : 20 % et/ou VMC si clim		Porosité : Z1 20%, Z2 20% et/ou VMC si clim
Qualité énergétique				
Eclairage	Incandescent, fluos, halogène	Aucune prescription		Fluos – LBC
Eau chaude	Electrique/gaz/solaire	Solaire taux de couverture 50% mini		Solaire 70% mini
Climatisation	Split/brasseurs d'air	Aucune prescription		brasseurs d'air
Autres usages	Toutes catégories			Classe A – A+

Z3

Conception thermique

Toiture	Aucune isolation	$S_{Max} = 0,03$		$S_{Max} = 0,02$ et $U_{Max} = 0,5$ W/m².K
Murs	Aucune protection	$S_{Max} = 0,09$		$U_{Max} = 0,5$
Baies et fenêtres	Faible protection solaire	$S_{Max} = 0,25$ climatisat°	$S_{Max} = 0,65$ Vent. nat.	$U_{Max} = 1$ W/m².K S_{Max} : N = 0,4 S = 0,4 E = 0,3 O = 0,25
Traitement de l'air	Aucune prescription	Porosité : 15% et/ou VMC		Porosité : 15% traversant, VMC obligatoire
Qualité énergétique				
Eclairage	Incandescent, fluos, halogène	Aucune prescription		Fluos – LBC
Eau chaude	Electrique/gaz/solaire	Solaire taux de couverture 50% mini		Solaire 70% mini
Climatisation	Split/brasseurs d'air	Aucune prescription		brasseurs d'air en attente
Autres usages	Toutes catégories			Classe A – A+

Z4	Conception thermique			
	Toiture	Aucune isolation	$U_{Max} = 0,5 \text{ W/m}^2.K$	$U_{Max} = 0,5 \text{ W/m}^2.K$
	Murs	Aucune protection	$U_{Max} = 2 \text{ W/m}^2.K$	$U_{Max} = 0,5 \text{ W/m}^2.K$
	Baies et fenêtres	Faible protection solaire	$S_{Max} = 0,25$ climatisat° $S_{Max} = 0,65$ Vent. nat.	$U_{Max} = 1 \text{ W/m}^2.K$
	Traitement de l'air	Aucune prescription	VMC ou vent. Nat.	VMC obligatoire
	Qualité énergétique			
	Eclairage	Incandescent, fluos, halogène	Aucune prescription	Fluos – LBC
	Eau chaude	Electrique/gaz/solaire	Solaire taux de couverture 50% mini	Solaire 70% mini
	Chauffage	Convecteurs électriques	Thermostat pour installations à effet Joule	Chauffage 150Wep/m² obligatoire
	Autres usages	Toutes catégories	Aucune prescription	Classe A – A+

Figure 8: tableau comparatif « Base sans optimisation - RTAA DOM 2009 – PERENE 2009 » (Source PERENE Réunion 2009)

Aucune préconisation n'est donnée dans PERENE relative à la perméabilité des ouvrant. La RTAA DOM propose d'appliquer les critères de Classe 1, NF EN 12207. D'une façon générale, les ouvrants mis en œuvre sur le marché présentent des critères supérieurs, type classe 3.

Rappel des exigences énergétiques PERENE Réunion

		LOGEMENT AERE (VILLAS)	
		Situation actuelle	PERENE 2009
Caractéristiques générales	surface utile de planchers (m²)	80	I
	hauteur sous plafond (m)	2,50	D
	forme du bâtiment	rectangulaire	E
	surface utile climatisée	4%	M
éclairage	niv. d'éclairement fonc. principale (lux)	150	125
	densité de puissance électrique (W/m²)	15	5
	type de luminaire	Incandescent / fluo	LBC / fluo
	contrôle du niveau d'éclairement	NON	NON
eau chaude	type de production :	Solaire/gaz/électrique	solaire
	puissance : (kW)	2	1
conditionnement d'air		Pas limitation	Chambres
	Zones 11-12 : brasseurs d'air	Pas d'obligation	Obligation Chambres - salon
	Zones 13 : brasseurs d'air	Pas d'obligation	Attentes BA
	Zone 14 : Chauffage		Chauffage obligatoire
	puissance installée	individuelle radiateur électrique 120 W/m²	100 W/m² - 150Wep/m²
Renouvellement d'air			
	Zones 11-12 :	Pas d'obligation	Naturel ou VMC
	Zones 13-14 :	Pas d'obligation	tilation mécanique obligatoire
Prises de courant	type	Electroménager/HIFI	Electroménager/HIFI
consommations	densité de puissance moyenne (W/m²)	70	Catégorie A-8 45
Cuisson	type	gaz, bois, électrique	gaz, bois
conditions d'exploitation			
	profil d'occupation journalier profil d'occupation week-end	20-7h00 : 100 % 24/24 : 100%	20-7h00 : 100 % 24/24 : 100 %
Contrat entretien annuel		NON	NON
Suivi des consommations		NON	OUI
RESULTATS	consommation électrique annuelle (kWh/m²)	36*	Rq 5 25

Figure 9: rappel des exigences énergétiques PERENE Réunion

Textes et documents de références

- Décret n°2009-424 du 17 avril 2009 portant sur les **dispositions particulières relatives** aux caractéristiques thermiques, énergétiques, acoustiques et d'aération des bâtiments d'habitation dans les départements de la Guadeloupe, de la Guyane, de la Martinique et de La Réunion ;
- Arrêté du 17 avril 2009 définissant les **caractéristiques thermiques minimales** des bâtiments d'habitation neufs dans les départements cités dans le **décret n°2009-424** ;
- Arrêté du 17 avril 2009 relatif aux **caractéristiques acoustiques** des bâtiments d'habitation neufs dans les départements cités dans le **décret n°2009-424** ;
- Arrêté du 17 avril 2009 relatif à l'**aération** des bâtiments d'habitation neufs dans les départements cités dans le **décret n°2009-424** ;

Pour concevoir une maison solaire, bien combiner le confort d'été et le confort d'hiver

Quelque soit la zone climatique, il faut obtenir un bon niveau de confort thermique naturel en été comme en hiver. L'orientation, la ventilation, les pare soleils, l'isolation, les choix de rafraîchissement ou de chauffage sont autant de paramètres à bien régler. Dans les deux types de confort recherchés (période chaude, période fraîche), l'occupant a un rôle actif : régler les protections solaires telles que stores, volets, ...régler les ouvertures pour favoriser la ventilation naturelle telles que jalousies, fenêtres...

En terme technique, il vous faudra travailler sur les valeurs S et U définies ci-dessus :

- Se protéger du chaud sans recourir à la climatisation électrique
- Se protéger du froid sans recourir à des systèmes de chauffages électriques



Figure 10 : Comment concilier confort thermique d'été et d'hiver

MAISON SOLAIRE
GUIDE DE PROGRAMMATION TECHNIQUE
Développement Durable DD/Changement Climatique CC
Habitat et transport individuels propres

Partie 2 – Pack parcelle et habitat bioclimatique

EDITION 2010

**Référentiel CASADD/CC2010,
Energie Positive, PERENE,
compatible RTAA DOM**

Sommaire/table des matières - Partie 2

Sommaire/table des matières - Partie 2	2
Table des illustrations - Partie 2	5
Ressources photos pour la présente partie	6
LA PARCELLE ET LA MAISON BIOCLIMATIQUE RTAADOM/PERENE	8
<i>Situer la parcelle selon le zonage climatique PERENE</i>	8
Zone 1 : la zone littorale sous le vent	8
Zone 2 : la zone littorale au vent	8
Zone 3 : la zone des Hauts (400 m à 800 m d'altitude)	9
Zone 4 : la zone d'altitude (> 800 m d'altitude) et les cirques	9
<i>Analyser la parcelle de terrain à bâtir</i>	10
But Recherché : identifier les contraintes et les atouts	10
<i>L'exposition aux risques de la parcelle et les données d'urbanisme</i>	10
<i>Analyser le site et la parcelle</i>	10
Identifier contraintes et atouts du site, les reporter sur le plan topographique	10
Préservez les plantes et arbres existants pour le futur jardin	10
Trois essences d'arbres utiles sont identifiées comme très utiles vis-à-vis du changement climatique, le Margousier, le « Baton Mourong », le Jatropha Curcas	11
Stocker précieusement la terre végétale et les enrochements en vue leur réutilisation ultérieure	11
Favoriser la perméabilité et le bon écoulement des eaux pluviales	11
Les plantations sur la parcelle	11
De l'analyse du site au plan « programme » du maître d'ouvrage	11
<i>Optimiser l'implantation et l'orientation de la maison</i>	12
But recherché : prendre en compte les atouts et les contraintes du site, les éléments de programmes pour concevoir la maison	12
Préconisations	12
Orienter les façades par rapport à la course du soleil	12
Orienter les façades par rapport aux vents	12
Végétaliser aux abords de la maison	13
la varangue pour le confort d'été	13
La varangue vitrée, un incontournable de plus en plus répandu pour le confort d'hiver dans les hauts, en zones 3 et en particulier en zone 4 PERENE	14
Le solarium intégré à l'habitat, une disposition confortable, sous réserve d'une bonne conception d'ensemble, pour les hauts de La Réunion, en zones 3 et 4 PERENE	15
Concrétiser le plan masse et le plan intérieur en fonction de ces multiples contraintes, en respectant le plan programme	15
Recommandations et mise en garde	16
<i>L'accroche de la maison au terrain, terre-plein, vide sanitaire, pilotis</i>	16
But Recherché : Adapter votre construction au terrain et exploiter judicieusement les pentes	16
Préconisations	16
Construire sur terre-plein	16
Le vide sanitaire, une solution efficace pour le confort thermique	17
La construction sur pilotis dans la pente, des fouilles pour les fondations, mais peu ou pas de terrassement : combiner l'efficacité du vide sanitaire et la création d'espaces techniques utiles	17
<i>Isoler et protéger la toiture</i>	19
But recherché	19
Préconisations	19
Isoler sa toiture tôle et les combles aménagés ou perdus	19
L'exemple des faux plafonds rampants ou suspendus (Source Guide ARER Confort thermique d'hiver et d'été dans les habitations des hauts de l'île - Edition 2009)	19
Dimensionnement technique PERENE pour l'isolation des toitures, basé sur des habitudes constructives locales (Source PERENE 2009)	20
Les toitures terrasses	20
Exemple d'isolation par le dessus avec du polystyrène expansé de 25 kg/m ³	21
Les toitures terrasses végétalisées, investir dans un nouveau type d'espace à vivre : le jardin suspendu	21
De nombreux avantages à considérer	21
Plusieurs formes de végétalisation possibles : intensive, semi intensive ou extensive (Source EnviroBAT Réunion)	21
Des incontournables pour la conception et la mise en œuvre	21
Diverses précautions à prendre pour la maintenance	22
Diverses réalisations à La Réunion	22
L'exemple de la toiture terrasse avec sur toiture ventilée	22
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance	23

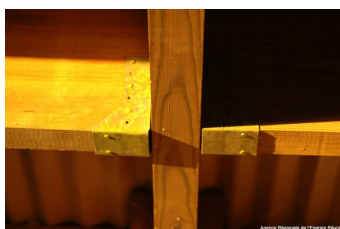
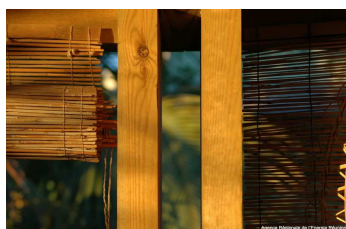
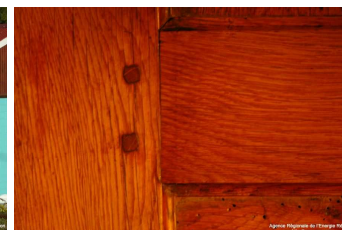
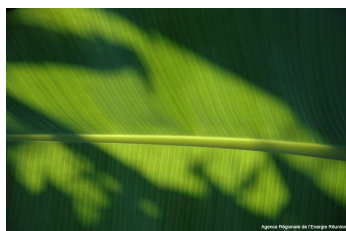
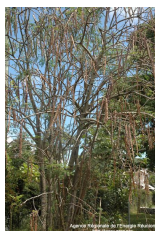
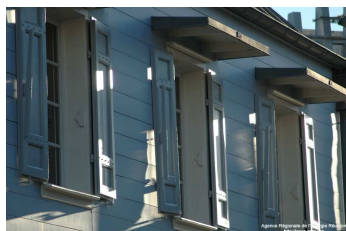
<i>Isoler et protéger les murs</i>	23
But recherché : combiner la protection solaire et l'isolation thermique des parois	23
Préconisations	23
Le pare soleil horizontal (Débord)	23
Un pare soleil horizontal est composé d'une « casquette » horizontale, reliée à l'ossature ou structure du logement. Les deux facteurs dimensionnant un pare-soleil sont « d » et « h » présentés dans les schémas suivants	23
Le pare soleil vertical ventilé	24
L'isolation des murs par l'intérieur	24
L'isolation des murs par l'extérieur	25
L'isolation répartie dans les murs, l'exemple innovant du « parement HAClave », parpaing de scorie (Source We're Réunion – Société HAClave)	27
Une isolation thermique et phonique exceptionnelles	27
Une solidité équivalente à un mur en béton classique	27
Un nouveau mode de construction, plus simple et plus rapide	27
La solution pour construire durablement en étant éco-responsable	27
Dimensionnement technique PERENE pour les parois verticales, basé sur des habitudes constructives locales (Source PERENE 2009)	28
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance	29
<i>Protection solaire des baies</i>	29
But recherché	29
Préconisations	29
Dimensionnement des différents type de protections solaires pour différents type de baies, se reporter utilement aux abaques PERENE 2009	29
Exemple de protection solaires horizontal (débord) couramment pratiqué	30
Les volets persiennés	30
La pergola en bois, une fonction de pare soleil élégante, si bien dimensionnée	31
Protection des baies en zone 4	31
La question des vitrages et des châssis en zone 4 (Source Guide ARER Confort thermique d'hiver et d'été dans les habitations des hauts de l'île Edition 2009)	31
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance	32
<i>La ventilation de confort</i>	33
But recherché	33
Préconisation pour favoriser la ventilation naturelle	33
La « notion de continuité du flux d'air à l'échelle d'un local ou d'une pièce »	33
Les ouvertures des parois internes	34
Exemple de calcul de porosité pour une maison de trois chambres en Zone 1	34
La description des ouvrants	34
Préconisation pour la ventilation mécanique	35
Les brasseurs d'air, une obligation de la RTAA DOM, une recommandation de PERENE Réunion	35
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance	35
<i>Le renouvellement de l'air hygiénique – la Ventilation Mécanique Contrôlée</i>	36
But recherché	36
Préconisations	36
La ventilation mécanique contrôlée ou la VMC : qu'est-ce que c'est ?	36
Cuisine	36
Salle de bains	36
Toilettes	36
Recommandations et mises en garde	36
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance	37
<i>Solutions techniques pour la condensation, phénomène fréquent à partir de 500 m d'altitude (Source PERENE 2004)</i>	37
Condensation en toiture	37
Condensation dans les pièces humides	37
<i>Matériaux durables</i>	37
Un vrai casse tête et aussi des ressources locales importantes comme le basalte, la scorie, le bois de cryptomeria, le bambou	37
Le guide ADEME Réunion, comparatif matériaux et solutions techniques pour les protections solaires des toitures, murs et ouvrants	38
La construction en bois de sylviculture, un solution viable, une opportunité pour la filière Cryptomeria à La Réunion	38
La certification à La Réunion pour le bâtiment, ACERBAT et GEOCERT	39
Matériaux et Santé	40
Les Composés Organiques Volatils (COV)	40
Une sensibilisation indispensable des acteurs du BTP et des habitants	41
Les peintures, de la pétrochimie à la chimie verte	41
La peinture avec résine et solvants	41
Dans les peintures en phase aqueuse, l'eau remplace les solvants organiques.	41
La peinture à l'eau, une peinture sans odeur mais pas sans danger	41
Comment limiter les dangers de la peinture pour la santé ?	41
Une solution innovante et répandue en Europe, qui émerge à La Réunion : les peintures biologiques sans composant pétrochimique	41
Une solution disponible à l'île de La Réunion, les peintures « HQE » contenant un faible taux de COV	41
Un matériaux d'isolation durable disponible à La Réunion, l'exemple de la ouate de cellulose	42

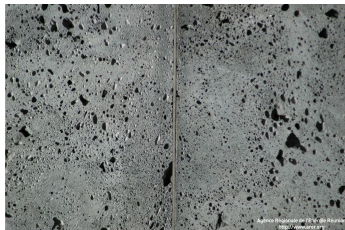
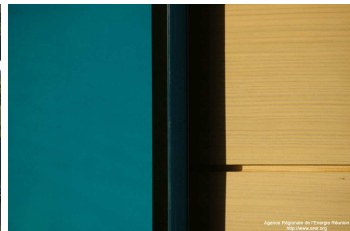
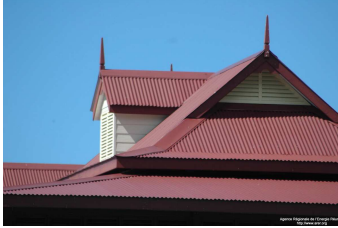
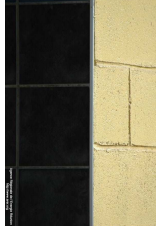
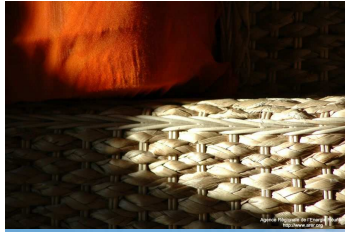
<i>Le traitement anti-termite de votre parcelle</i>	42
But Recherché : lutter contre le fléau et préserver les constructions	42
Préconisations	42
Connaître les termites et leurs habitudes.....	42
Deux types d'espèces nuisible: les termites « de bois sec » et les termites « souterrains »	42
Appliquer les traitements dans les règles de l'art en faisant appel à des professionnels	42
Recommandation et mise en garde	43
Extrait des obligations réglementaires	43

Table des illustrations - Partie 2

Figure 1 : zonage climatique PERENE Réunion.....	8
Figure 2 : exemple de maison solaire en zone 4 PERENE	9
Figure 3 : du plan topographique au plan programme, analyse et organisation de la parcelle et des espaces de vie.....	12
Figure 4 : Brise de mer et brise de terre à La Réunion, exemple d'une maison exposé au régime d'alizés de La Réunion.....	13
Figure 5: Façade sud ouest d'une maison bioclimatique en Z3 Ouest de l'île	13
Figure 6 : différents types de varangues vitrées solaire pour les Zones 3 et 4 de PERENE.....	14
Figure 7 : principe du mur trombe intégré à une varangue d'hiver vitrée et ventilée. Le mur accumulateur peut être construit en moellon de basalte	14
Figure 8: Façade nord en Z3 PERENE Ouest, traitée avec une verrière solaire pour le confort d'hiver.	15
Figure 9: exemple d'adaptation au terrain en pente (11,5%) d'un ensemble de deux maisons individuelles	16
Figure 10 : coupe d'isolation dallage sur terre-plein en zone 3 et 4.....	17
Figure 11: coupe d'isolation dallage sur vide sanitaire en zone 3 et 4 – à noter le pare vapeur doit se placer coté chaleur, donc à replacer sur le schéma coté dalle de l'isolant.....	17
Figure 12 : pilotis et vide sanitaire, détail d'une façade en Z3 Ouest.....	18
Figure 13 : détail de "pilotis", solution pour adapter les fondations au terrain.....	18
Figure 14 : coupe d'isolation toiture, avec faux plafond rampants ou suspendus	19
Figure 15: Coupe Maison PERENE Z3 Ouest, isolation avec plafond rampant, protection solaire par large débord de toiture....	20
Figure 16 : solutions techniques PERENE pour les combles, en zone 3 au dessus de 500 m, et zone 4.....	20
Figure 17 : croquis d'isolation de la dalle par l'extérieur	21
Figure 18 : un exemple de toiture terrasse végétalisées à sur le lycée Saint-Paul 4 (Source EnviroBAT Réunion).....	22
Figure 19 : Exemple de sur toiture ventilée sur immeuble d'habitation - Architecte GAZUT - Maître d'Ouvrage CBO - technique adaptable à la Maison à toiture terrasse	22
Figure 20 : Épaisseurs d'isolant en cm pour une toiture terrasse avec et sans PSHV	23
Figure 21 : exemple de pare soleil filant sur l'ensemble du mur, sous forme d'un débord de toiture bien dimensionné	23
Figure 22:Schéma pare soleil horizontal sur paroi opaque verticale - Source RTAA DOM	23
Figure 23: valeurs de Cm selon les dimensions d et h – source RDAA DOM	24
Figure 24 : coupe isolation par l'intérieur	25
Figure 25: rayonnement solaire sur paroi et absorption, cas de l'enduit extérieur type monocouche brut	25
Figure 26: rayonnement solaire sur paroi et absorption, cas de l'enduit extérieur type monocouche peint.....	25
Figure 27: rayonnement solaire sur paroi et absorption, cas du bardage de couleur claire	26
Figure 28 : coupe isolation par l'extérieur	26
Figure 29 : coupe isolation sur ossature bois.....	27
Figure 30: zones 1 et 2 - solutions techniques permettant d'atteindre un facteur solaire de 0.05.....	28
Figure 31: zones 3 et 4 -Solutions techniques permettant d'atteindre les valeurs de Umax exigées (pour un isolant de $\lambda = 0.035$ W/m.K de type polystyrène).....	28
Figure 32: solutions technique PERENE pour parois opaques en zones 3 et 4	28
Figure 33 : Graphe de méthode PERENE pour les calculs de protections solaire.....	29
Figure 34 : différents type de baies	29
Figure 35: exemple de pare soleil horizontal sur porte d'entrée sur Maison PERENE Zone 3 Ouest. Le débord de toiture en pignon joue le rôle de pare soleil horizontale sur la fenêtre d'étage et la partie haute du pignon (1 ^{er} étage).....	30
Figure 36 : volets persiennés avec système de blocage à 45°, conforme à PERENE et RTAA DOM quelque soit l'orientation – Nota Bene : pour être conforme à la RTAA DOM, au moins 20% de porosité.	30
Figure 37 : exemple de pergola avec fonction pare soleil	31
Figure 38 : tableau des matériaux d'isolation thermique des parois vitrées.....	32
Figure 39:Schéma d'aménagement des ouvertures pour permettre le flux d'air - Source DDE/MEEDAT	33
Figure 40:Schéma d'aménagement des ouvertures pour permettre le flux d'air - Source ECODOM.....	33
Figure 41 : coefficient M fonction du type de menuiserie	34
Figure 42 : schéma de principe VMC simple flux, double flux	36
Figure 43 : CO2 et construction en bois de sylviculture	38

Ressources photos pour la présente partie





LA PARCELLE ET LA MAISON BIOCLIMATIQUE RTAADOM/PERENE

Situer la parcelle selon le zonage climatique PERENE

Caractéristiques principales des zonages climatiques définies par PERENE :

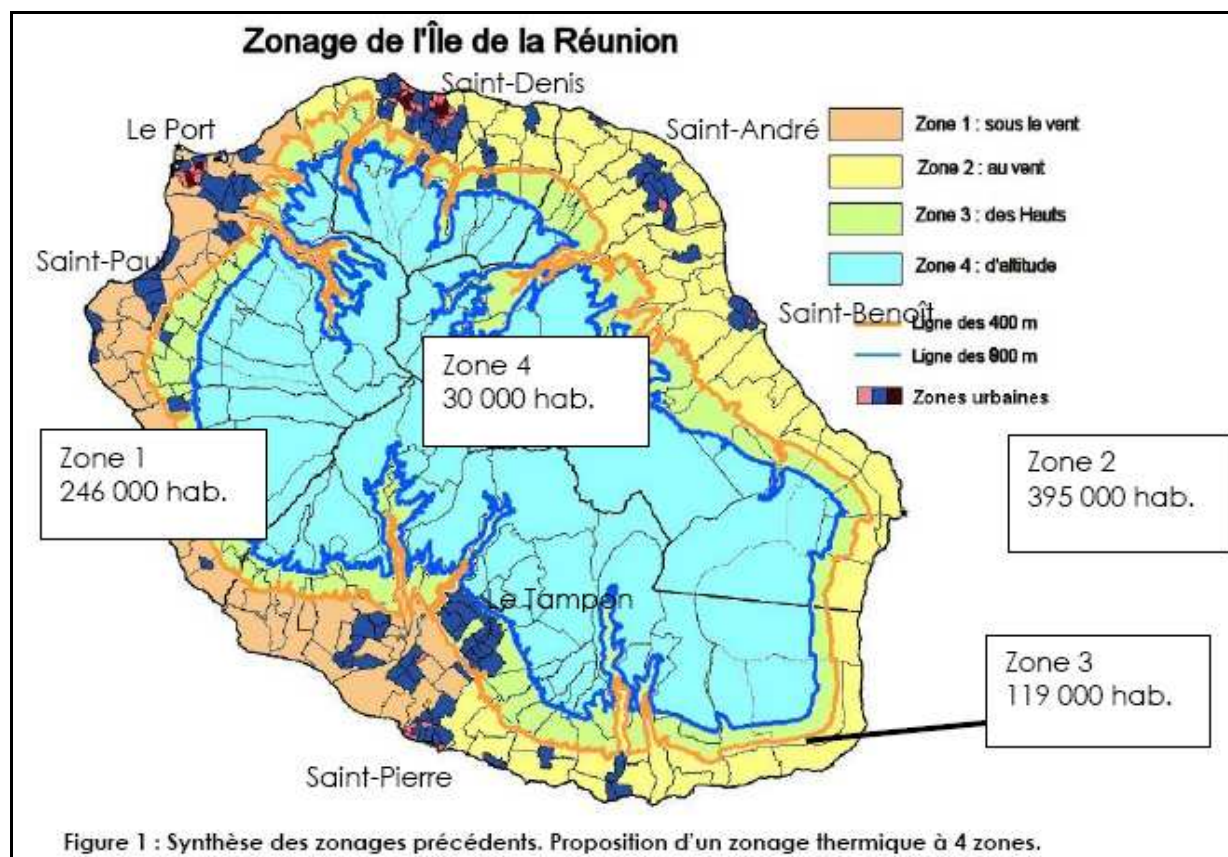


Figure 1 : zonage climatique PERENE Réunion

Zone 1 : la zone littorale sous le vent

Localisation :

- Altitude : 0 m à 400 m, pour la zone de La Possession à Saint-Pierre en passant par l'Ouest.

Caractéristiques :

- Températures moyennes journalières calculées sur l'année variant de 23°C à 28°C. Les températures extrêmes sont comprises entre 17,7°C pour la saison sèche et 35,1°C pour la saison humide.
- Le cumul d'ensoleillement journalier moyen est supérieur à 5000 Wh/m²/jour.
- Régime dominant de brises thermiques perpendiculaires à la côte (pour Le Port, vent inférieur à 4m/s 57% du temps).
- Présence quand même marquée des vents d'alizés pour les deux extrémités de la zone:
 - 100% des vents forts (>5m/s) orientés de Sud-est (100°-120°) pour Saint-Pierre,
 - 100% des vents très forts (>9m/s) orientés au Nord-Est (20°-60°) pour Le Port.

Zone 2 : la zone littorale au vent

Localisation :

- Altitude : 0 m à 400 m, pour la zone de Saint-Denis à Saint-Pierre en passant par Saint-Benoît (Saint-Pierre exclu puisque appartenant à la zone 1).

Caractéristiques :

- Températures moyennes journalières calculées sur l'année variant de 20,9°C à 26,2°C. Les températures extrêmes sont comprises entre 14,1°C pour la saison sèche et 32,4°C pour la saison humide.

- Le cumul d'ensoleillement journalier moyen est de 4960Wh/m /jour.
- Régime d'alizés dominant le jour avec couplage des brises thermiques la nuit. A Gillot, vent inférieur à 4m/s 28% du temps uniquement, à Saint-Benoît vent supérieur à 4m/s 66% du temps.

L'orientation des vents moyennement forts (4m/s) à forts (>5m/s) de jour est centrée de Sud-est (120°) à Sud (180°) pour toute cette zone. Cette prédominance des vents d'alizés apporte une forte pluviométrie et humidité à la partie Est et Sud de la côte.

Zone 3 : la zone des Hauts (400 m à 800 m d'altitude)

Localisation :

- Altitude : entre 400 et 800 m.

Caractéristiques :

- Températures moyennes journalières calculées sur l'année variant de 17°C à 22,8°C. Les températures extrêmes étant comprises entre 12°C pour la saison sèche et 30,1°C pour la saison humide.
- Le cumul d'ensoleillement journalier moyen est d'environ 4600Wh/m /jour.
- Vent moyen journalier est généralement calme avec une prédominance des brises (alternance de l'orientation entre le jour et la nuit).

A Bellevue dans l'Est, 79% du temps souffle un vent inférieur à 5m/s.

A Mascarin dans l'ouest 100% du temps un vent inférieur à 4m/s avec alternance d'orientation entre le Sud-Ouest (220°) le jour et le Nord-Est (40°) la nuit.

Attention, problème d'humidité à partir de l'altitude des 500 m (voir « solutions techniques pour la condensation.... »).

Zone 4 : la zone d'altitude (> 800 m d'altitude) et les cirques

Localisation :

- Altitude : dessus de 800 m, y compris les cirques.

Caractéristiques :

- Températures moyennes journalières calculées sur l'année sont inférieures à 17°C et l'extrême chaude est de 23,4°C.
- Le cumul d'ensoleillement journalier moyen est inférieur à 4300Wh/m /jour..
- Vent moyen journalier est inférieur à 4m/s la plupart du temps (63% pour la Plaines des Cafres et 84% pour la Plaine des Palmistes). Prédominance du régime de brises.

Du point de vue ensoleillement, la partie basse des cirques est assimilable à la zone d'altitude, mais la température y est nettement plus élevée et mènerait à classer ces parties dans la zone des hauts.



Figure 2 : exemple de maison solaire en zone 4 PERENE

Analyser la parcelle de terrain à bâtir

But Recherché : identifier les contraintes et les atouts

L'exposition aux risques de la parcelle et les données d'urbanisme

Observez et renseignez-vous auprès du voisinage sur les conditions climatiques du quartier, sur l'historique des fortes intempéries et leurs conséquences locales (débordement des ravines, dysfonctionnement des eaux pluviales sur la voirie, fonctionnement des eaux pluviales en amont et en aval de votre parcelle ...)

Il est impératif de vérifier si la parcelle est en zone constructible (Plan Local d'Urbanisme, Plan d'Occupation des Sols, Plan de Prévention des Risques d'Inondation, ...).

Se procurer et lire attentivement le règlement de construction.

Analyser le site et la parcelle

Identifier contraintes et atouts du site, les reporter sur le plan topographique

Le terrain recèle son lot de richesses et de particularités : pentes, vues remarquables, terres végétales, roches, plantes médicinales, plantes indigènes ou endémiques arbres, exposition à diverses nuisances potentielles, vis à vis... Les identifier permet de valoriser les ressources de la parcelle et minimiser ses inconvénients.

Investir dans un plan topographique est essentiel à la réussite du projet. Reporter ensuite les conclusions de votre analyse sur ce plan topographique. Cette analyse est la base indispensable pour réussir la conception détaillée de votre habitat.

- Identifier les pentes et les dénivelés pour optimiser les terrassements et les adaptations au sol
- Reporter clairement l'écoulement des eaux pluviales existant,
- Marquer la course du soleil, les vents dominants, les vues remarquables, les masques solaires potentiels dus aux arbres et aux constructions (les masques solaires pénalisent les systèmes solaires),
- Identifier les contraintes d'accès, les contraintes liées aux voiries, aux raccordements au réseau, les vis-à-vis de voisinage,
- Repérer les richesses naturelles de la parcelle, plantes, terre végétale, roches, arbres pour les protéger et les exploiter,
- Identifier les végétaux remarquables à préserver.
- Déterminer les données essentielles issues du règlement d'urbanisme

Préservez les plantes et arbres existants pour le futur jardin

Inscrire sur le plan topographique et le plan masse final d'aménagement les espèces végétales à conserver, sans omettre les espèces endémiques de La Réunion. Contractualiser avec les entreprises pour préserver durant le chantier les plantes et arbres à conserver.



Vous pourrez utilement vous référer à l'ouvrage de Raymond LUCAS « Cent plantes Endémiques et indigènes de La Réunion, AZALEES Edition.

Trois essences d'arbres utilitaires sont identifiées comme très utiles vis-à-vis du changement climatique, le Margousier, le « Baton Mourong », le Jatropa Curcas

Le **Neem**, **Azadirachta Indica**, est un excellent vecteur de lutte contre l'Aedes Albopictus (paludisme, Chikungunia...) et joue le rôle de répulsif des insectes nuisibles dans son environnement immédiat. La matière active, l'Azadirachtine, est isolée à partir d'extrait de graine d'arbre. Les substances actives de l'huile éliminent les larves de moustiques en bloquant la métamorphose du stade larvaire à celui d'adulte. Il a de nombreuses autres vertus. C'est l'arbre Pharmacie en inde.

Le **Moringa Oleifera**, alias « **Baton Mourong** », est un arbre à usages multiples, médicinales, nutritives, et fonctions d'assainissement des eaux. Des analyses nutritionnelles ont montré que les feuilles de Moringa Oleifera sont plus riches en vitamines, minéraux et protéines que la plupart des légumes. Les graines de Moringa contiennent un polyélectrolyte cationique qui a montré son efficacité dans le traitement des eaux (élimination de la turbidité), en remplacement du sulfate d'alumine ou d'autres floculants.

Le **Jatropa Curcas**, **Pignon d'Inde**, est connu et utilisé depuis l'antiquité pour son usage médicinal et énergétique. Il produit des graines très toxiques, qui contiennent jusqu'à 40 % d'huile. Il est aussi utilisable comme substitut au diesel. Il sert de nos jours à la production de carburant vert, en Afrique notamment et à Madagascar, par de grands groupes industriels.

Stocker précieusement la terre végétale et les enrochements en vue leur réutilisation ultérieure

- Contractualiser avec l'entreprise pour un stockage de la terre végétale et des enrochements issus des terrassements, en vue de l'aménagement ultérieur du jardin, à l'issue du chantier de construction.
- Préalablement aux terrassements, faire couper proprement les végétaux à ne pas conserver et les déposer à la benne déchet verts.
- Utiliser les enrochements et pierres récupérés et triés pour les murets et le jardin paysagé

Favoriser la perméabilité et le bon écoulement des eaux pluviales

- Vérifier l'écoulement d'eau pluviale en amont de votre parcelle et les risques potentiels.
- Etablissez un schéma d'écoulement des eaux de pluie.
- Des terrassements et des pentes judicieux protégeront la maison des inondations dues aux fortes précipitations
- Pour les espaces extérieurs, bannir les surfaces en durs qui dégraderont le confort thermique et la perméabilité du terrain. exemple : opter pour 5cm de scories ou de graviers afin de permettre l'infiltration des eaux de pluie dans le sol.
- Planter des arbres sur la parcelle, qui jouent un excellent rôle d'absorption des premières pluies

Les plantations sur la parcelle

- Prévoir dans l'aménagement
 - un **parterre de Plantes à Parfum, Aromatiques, et Médicinales** (Citronnelle, Verveine-citronnelle, Yavana, Romarin, etc...), et **d'épices** (gingembre, gingembre mangues, piments, gros piments, etc...)
 - un **mini potager** utilisera votre production de compost, pour des salades fraîches, des citrouilles, des choux, etc..
- Réintroduire sur la parcelle **quelques plantes endémiques judicieusement choisies** en fonction du microclimat
- Entretien et élaguer régulièrement** pour prévenir les risques sur les systèmes solaires et prévenir des chutes de branches en cas de forts vents.

De l'analyse du site au plan « programme » du maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage exprime les éléments de son programme : nombre et type de pièces, conditions d'accès, valorisation des vues remarquables, conditions d'accès à la parcelle. Il exprime aussi le mode vie souhaité et les relations entre les différents espaces à vivre de la maison et de la parcelle.

- Déterminer clairement l'ensemble de ces données avec le maître d'ouvrage,
- Bien prendre en compte les éléments d'analyse, contraintes et atouts identifiés ci-dessus
- Dessiner sous forme de « bulles » l'implantation des différents espaces à vivre envisagés, intérieurs, extérieurs, accès, etc ..., et leurs relations entre eux (l'ergonomie de l'habitat),
- Constituer ainsi le plan programme, expression des demandes du maître d'ouvrage et de la prise en compte des atouts et contraintes du site et de la parcelle

Celui-ci servira de base au constructeur et architecte pour la conception du plan masse de la parcelle, du plan de la maison et au final du projet d'habitat.

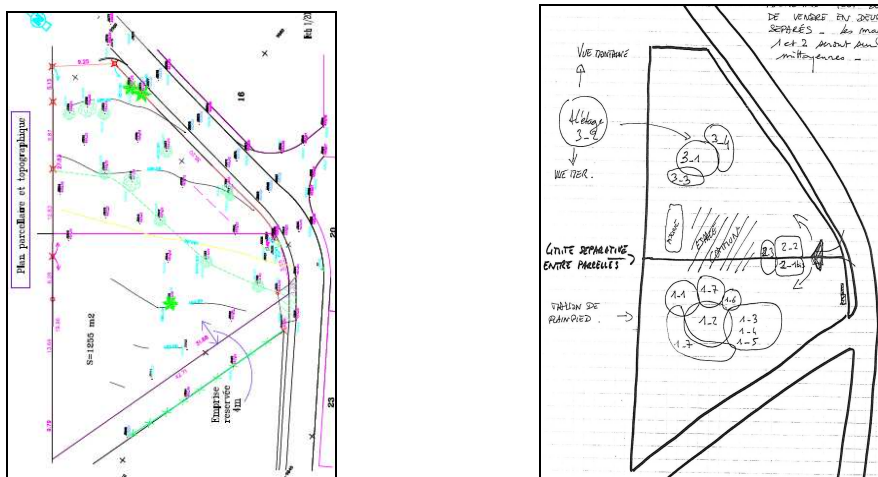


Figure 3 : du plan topographique au plan programme, analyse et organisation de la parcelle et des espaces de vie

Optimiser l'implantation et l'orientation de la maison

But recherché : prendre en compte les atouts et les contraintes du site, les éléments de programmes pour concevoir la maison

Composer avec les contraintes diverses, climatiques (soleil, vent, pluie), et les autres contraintes (bruit, autres nuisances diverses), par des actions au niveau de l'implantation et l'orientation de la construction.

Préconisations

Comme précisé plus haut, une observation attentive du terrain, de son emplacement (zonage climatique) orientation et de sa nature (en pente vallonnée) de son environnement (les arbres existants, les parcelles avoisinantes) est primordiale. Les données de programme du maître d'ouvrage et le règlement d'urbanisme tout autant. Ainsi, il pourra être conçu un habitat ergonomique et thermiquement confortable, tenant compte de toutes les données.

Du point de vue confort thermique et mode vie souhaité, le concepteur orientera les façades par rapport à l'ensoleillement, au vent, mais aussi, il disposera intelligemment les pièces à vivre, il pensera l'aménagement des abords de la construction en intégrant toutes les contraintes identifiées.

Orienter les façades par rapport à la course du soleil

Rappel : se reporter utilement au descriptif du microclimat de la zone concernée

- Toute l'année, le soleil rayonne sur les toitures
- La façade Est, est ensoleillée le matin avec une incidence horizontale en début de matinée, puis oblique directe en journée.
- La façade Ouest, est ensoleillée l'après midi avec une incidence oblique, puis horizontale directe en fin d'après midi
- La façade Sud, est ensoleillée en été (Décembre Janvier) avec une incidence à l'aplomb
- La façade Nord, est ensoleillée tout le reste de l'année avec une incidence à l'aplomb

En fonction de la zone microclimatique et des contraintes locales, le concepteur exposera ou non ses façades au soleil, en jouant sur l'orientation, sur les débords de façades, les protections solaires, les écrans de végétations.

Exemple :

- En Zone 1, protéger les façades du soleil
- En zone 4, exposer la varangue vitrée au soleil pour capter la chaleur dans l'habitat.

Orienter les façades par rapport aux vents

La compréhension des régimes de vent est essentielle pour optimiser la ventilation naturelle de l'intérieur des constructions. Deux grands régimes de vent influencent La Réunion :

- Le régime des alizés influence fortement les zones côtières et d'altitudes dites au vent dans l'est et le sud, de Saint-Denis à Saint-Pierre. Parfois l'alizé s'oriente un peu plus au nord et influencera exceptionnellement la région du Port. Il s'établit parfois plus au sud et influencera aussi la zone ouest jusqu'à la Saline.
- Le phénomène des brises thermiques marines et terrestres. En journée, la terre se réchauffe, et un vent thermique s'établit qui remontent le long des pentes de La Réunion. Le soir, la terre se refroidit, et le vent thermique s'inverse, descend les pentes jusqu'à la mer.

Le relief et l'environnement local des constructions et des abords de la parcelle influence beaucoup ces principes. Observer le site avec attention, questionner le voisinage, pour identifier correctement les vents. La conception doit privilégier la ventilation naturelle tout en protégeant les espaces de vie des vents dominants.

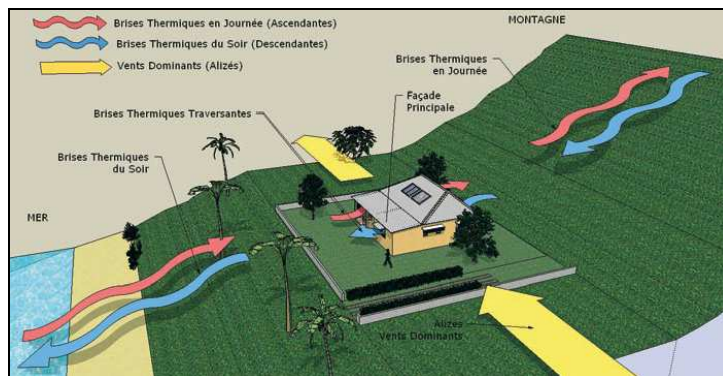


Figure 4 : Brise de mer et brise de terre à La Réunion, exemple d'une maison exposé au régime d'alizés de La Réunion

Végétaliser aux abords de la maison

Les surfaces bitumées et bétonnées aux abords du bâtiment doivent être évitées. Celles-ci augmentent en effet les apports thermiques et réchauffent l'air ambiant autour du bâti.

Dans la zone 3 et 4 : choisir des espèces à feuilles caduques indigènes ou endémiques pour laisser le soleil réchauffer la maison en hiver.

Cette prescription est couramment satisfaite :

- Par une végétalisation du sol (pelouse, arbustes, végétation) aux abords du bâtiment ;
- Par toute solution de type écran solaire végétal située au-dessus du sol et protégeant celui-ci (sol minéral ou sol fini) du rayonnement direct.

La végétation constitue également des écrans pour protéger la maison des vents dominants. Ces écrans sont constitués par une haie de bambou ou des arbres à feuillage dense (badamier, callistemon...)

la varangue pour le confort d'été

Dans ces zones, la varangue, située au nord ou à l'ouest, est un endroit extérieur aménagé incontournable de l'art de vivre à La Réunion.



Figure 5: Façade sud ouest d'une maison bioclimatique en Z3 Ouest de l'île

On notera le positionnement de la varangue d'été à l'ouest qui exploite la vue sur la mer, les pare soleil sur les ouvrants, les ventilations, la forme particulière de la toiture en vue d'intégrer des ventilations et de la lumière en comble. Pour être conforme à la RTAA DOM, il manque 2 protections solaires au dessus des 2 baies non protégées.

La varangue vitrée, un incontournable de plus en plus répandu pour le confort d'hiver dans les hauts, en zones 3 et en particulier en zone 4 PERENE

Le choix de placer une varangue peut se faire dès la conception de la maison, ou en réhabilitation d'une varangue afin de gagner un espace de vie complémentaire et tampon d'isolation, ainsi que des apports de chaleur pour l'hiver : **20 à 40% de vos besoins de chauffage peuvent être assurés gratuitement en exploitant le principe de la serre.**

Afin de capter un maximum de chaleur pendant la journée, il est préconisé de placer la véranda au nord ou à l'ouest. De plus, une attention particulière doit être portée sur les éventuelles déperditions de chaleur :

- Perte par la qualité des fenêtres, choisir des doubles vitrages à faible émissivité U inférieure à $1,8 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$.
- Perte par manque d'étanchéité des huisseries, privilégier les ossatures bois avec couverture Alu ou PVC, ou bien des ossatures munies d'une isolation interne.
- Privilégier une ouverture à la française afin d'optimiser les renouvellements de l'air et de minimiser les ouvertures sur l'extérieur.
- Perte par manque d'isolation entre la véranda et l'habitat, il est nécessaire de bien isoler la jonction véranda/habitat afin de respecter l'inertie des parois et d'éviter la fuite de chaleur pendant la nuit.

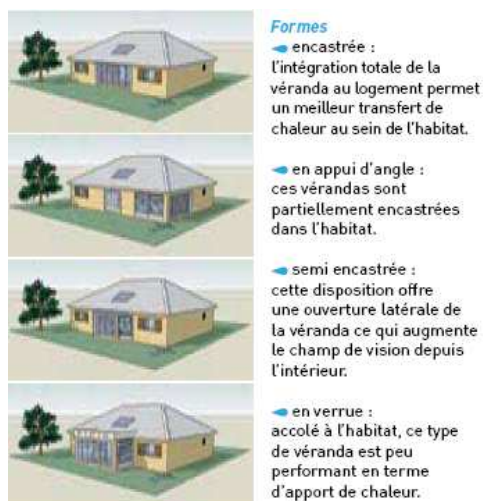


Figure 6 : différents types de varangues vitrées solaire pour les Zones 3 et 4 de PERENE

Sur le mur de fond d'une varangue vitrée, comment prévoir des murs accumulateurs de chaleur à forte inertie, type moellons de basalte non peints

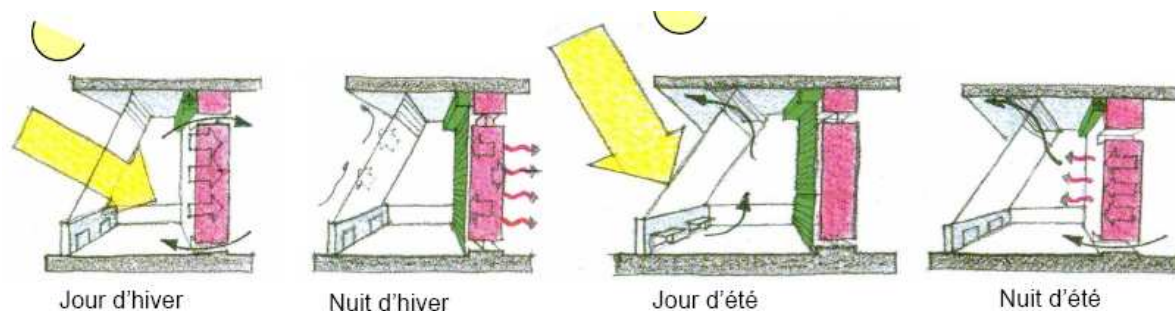


Figure 7 : principe du mur trombe intégré à une varangue d'hiver vitrée et ventilée. Le mur accumulateur peut être construit en moellon de basalte

- En hiver pendant la journée, l'air réchauffé de la serre circule lentement vers la maison par l'ouverture des baies du mur (en rose sur les schémas).
- Une protection solaire mobile (type store) du mur accumulateur est à prévoir pour éviter les risques de surchauffe en été et de déperditions en hiver
- Au couché du soleil, le store (en vert sur le schéma) permettra d'obstruer les ouvertures et favoriser le transfert des calories stockées dans le mur uniquement vers l'intérieur de la maison. En été, le processus est inversé.

Le solarium intégré à l'habitat, une disposition confortable, sous réserve d'une bonne conception d'ensemble, pour les hauts de La Réunion, en zones 3 et 4 PERENE

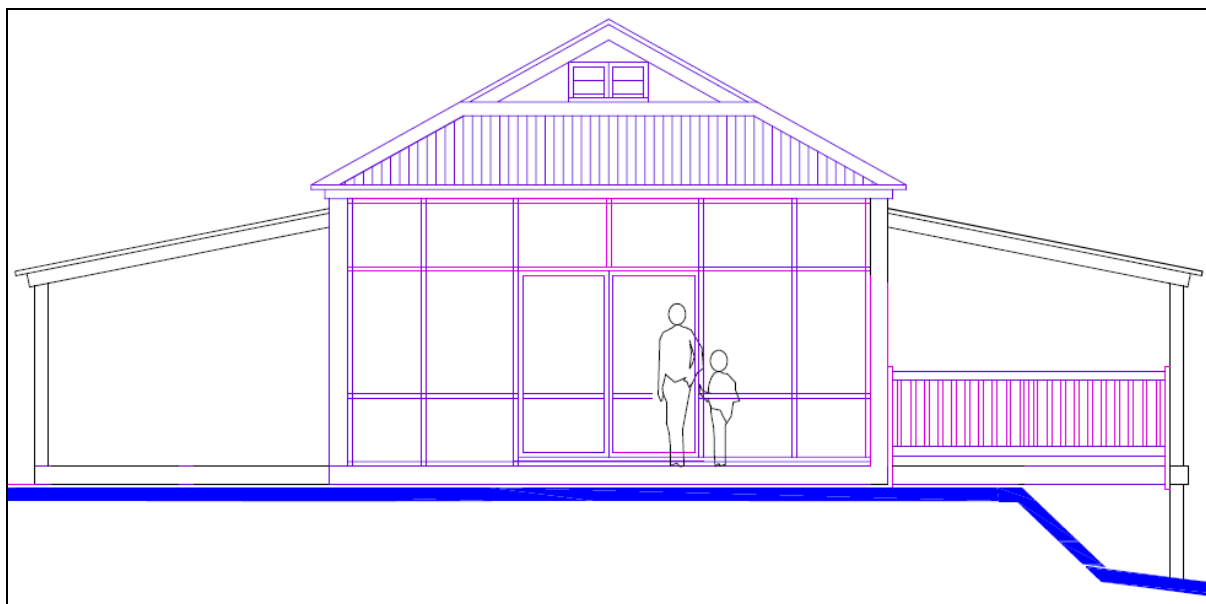


Figure 8: Façade nord en Z3 PERENE Ouest, traitée avec une verrière solaire pour le confort d'hiver.

On notera que cette façade n'est pas exposée au soleil durant les deux mois d'été les plus chauds. La forte porosité des façades, avec de grands ouvrants modulables, dans la verrière solaire, et sous les deux varangues Est et Ouest, permettent de contrôler la ventilation et l'apport solaire pour le confort d'été. L'adaptation au terrain génère une espace technique sous la varangue Ouest pour intégrer le stockage d'eau pluviale, ou d'autres items techniques. La lumière naturelle entre largement dans l'habitat.

Concrétiser le plan masse et le plan intérieur en fonction de ces multiples contraintes, en respectant le plan programme



Recommandations et mise en garde

- Le dimensionnement de la varangue vitrée et son système de ventilation et de store doit être bien conçu, par un BET, pour éviter de construire une pièce invivable l'été, ou embuée l'hiver. (Voir choix des vitrages et menuiseries en Z4, ci-après)
- Le bon fonctionnement de la serre dépend principalement du comportement des habitants, qui vont gérer les stores et les ouvrants pour atteindre le confort idéal

L'accroche de la maison au terrain, terre-plein, vide sanitaire, pilotis

But Recherché : Adapter votre construction au terrain et exploiter judicieusement les pentes

Les **adaptations aux terrains** influent fortement sur votre budget de construction et vous pourrez générer **surcoût ou économies** fortes en fonction de vos **décisions**. Investir dans un **plan topographique** pour concevoir votre maison est une **garantie d'économie et de réussite**. En cas de doute sur la nature du sol, investir dans un **sondage géotechnique** procure au concepteur les données nécessaires pour bien concevoir les fondations de la maison.

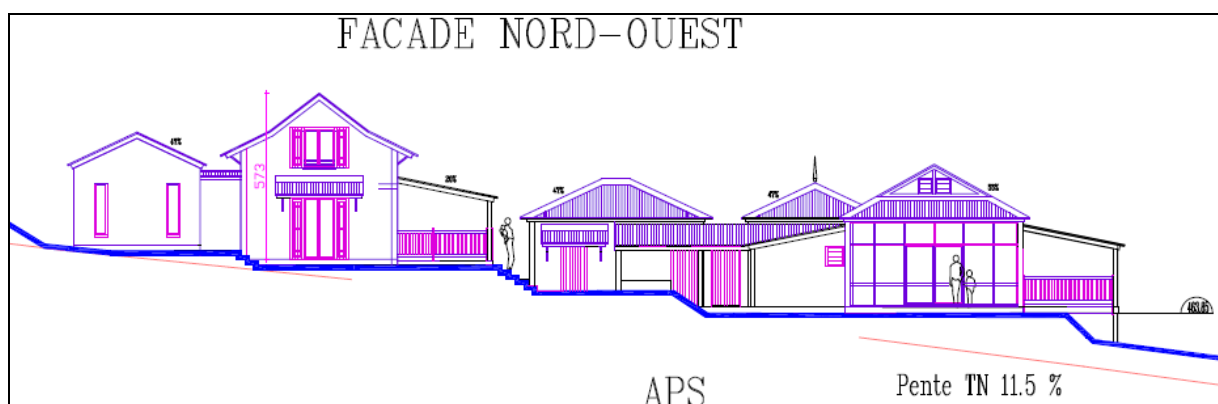


Figure 9: exemple d'adaptation au terrain en pente (11,5%) d'un ensemble de deux maisons individuelles

Préconisations

Selon ses critères, le concepteur de la maison doit choisir entre la technique de construction sur terre plein, sur vide sanitaire, ou sur pilotis.

Construire sur terre-plein

La construction sur terre-plein exige des sols durs, homogènes, stables et bien drainés, ces caractéristiques étant attestées par une étude du sol. Elle ne convient pas sur des sols susceptibles de subir des phénomènes de gonflements ou de retraités à la suite de périodes de fortes pluies.

- Prévoir impérativement une isolation en zone 3 et 4.

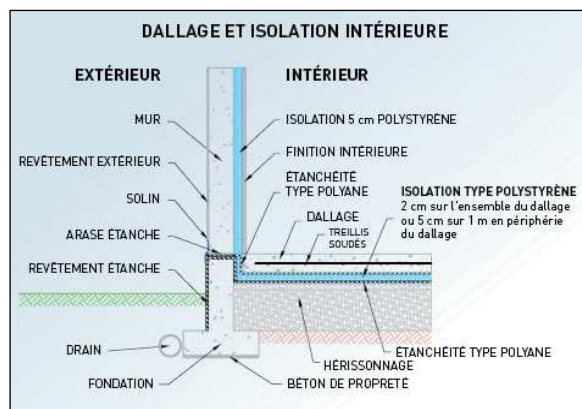


Figure 10 : coupe d'isolation dallage sur terre-plein en zone 3 et 4

Le vide sanitaire, une solution efficace pour le confort thermique

- Le vide sanitaire est applicable dans le cas d'un terrain plat ou légèrement pentu et quel que soit le type du sol, y compris meuble. Un vide sanitaire est la surélévation du plancher bas par rapport au niveau naturel du terrain. Un vide sanitaire est la surélévation du plancher bas par rapport au niveau naturel du terrain. Il y a création d'un vide d'air entre la dalle et le terrain
- Attention en zone 4, voir dans les hauts de la zone 3, apposer obligatoirement une isolation en sous face de la dalle du vide sanitaire pour éviter les déperditions thermiques

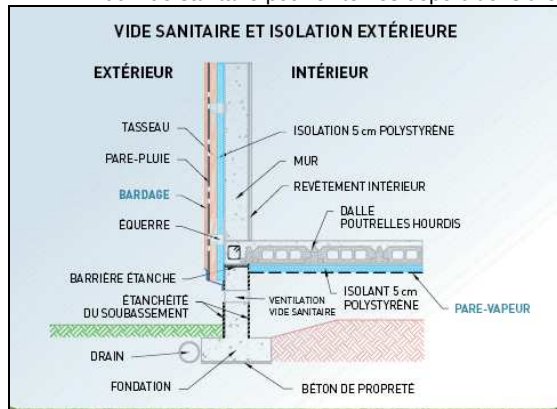


Figure 11: coupe d'isolation dallage sur vide sanitaire en zone 3 et 4 – à noter le pare vapeur doit se placer côté chaleur, donc à replacer sur le schéma côté dalle de l'isolant

Des avantages indéniables :

- Cette aération permanente élimine la formation et les remontées d'humidité : équiper prioritairement les constructions en vide sanitaire, dans le cas avéré de sites et de terrains très humides (efficacité accrue pour lutter contre l'humidité).
- En cas d'inondation, la maison est relativement protégée.
- L'espace sous plancher peut recevoir le passage des canalisations et en permettre l'accès à tout moment.
- Les problèmes de tassement des sols sont éliminés (fissurations de carrelages, de cloisons).
- La mise en oeuvre est traditionnelle (fondations sur semelle ou longrine et dalle sur plancher ourdis).
- Cet espace peut accueillir certains équipements techniques, type stockage d'eau.

Attention :

- Le vide sanitaire doit être étudié sur la base d'un relevé topographique.
- Le système constructif de la structure doit être fait par un bureau d'étude
- La ventilation du vide sanitaire est indispensable : accès de surface minimale 0,60 m², la plus petite dimension étant au moins égale à 0,7 m
- Prévoir des grilles robustes afin d'éviter l'intrusion de rongeurs

La construction sur pilotis dans la pente, des fouilles pour les fondations, mais peu ou pas de terrassement : combiner l'efficacité du vide sanitaire et la création d'espaces techniques utiles

- Minimise les terrassements, évite de déstabiliser le terrain, évite les mouvements de matériaux
- Favorise la création d'espaces techniques dédiés à l'accueil d'équipements pour le stockage d'eau de pluie, le stockage eau chaude solaire si impossible dans les combles, le stockage batterie solaire
- Vous pouvez cloisonner vos pilotis avec du bardage bois, des accès et ventilations et réaliser un bel effet architectural
- Accessibilité obligatoire de tous les espaces perdus et vide sanitaire pour l'entretien et la maintenance

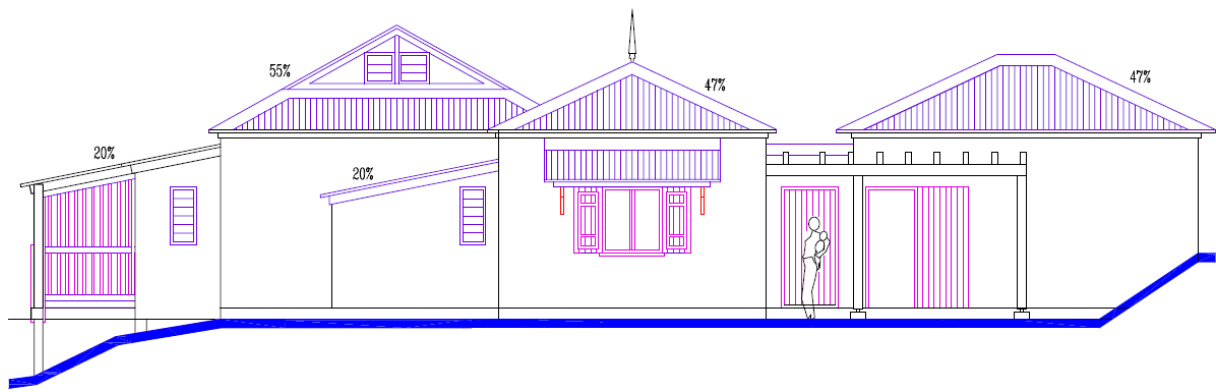


Figure 12 : pilotis et vide sanitaire, détail d'une façade en Z3 Ouest

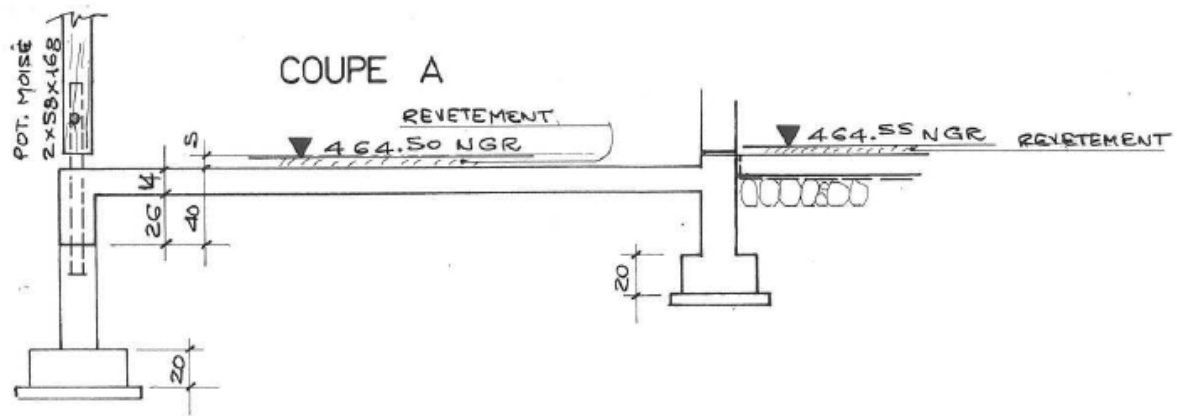


Figure 13 : détail de "pilotis", solution pour adapter les fondations au terrain

Isoler et protéger la toiture

But recherché

La toiture est en permanence **exposée** aux **rayonnements solaires**. Il s'agit donc de **limiter** les **apports thermiques** par la toiture à l'intérieur de la maison (2/3 des apports de chaleurs) pour la recherche du confort d'été, et les **dépenses** vers l'extérieur en cas de climatisation (non souhaité, si PERENE appliqué) ou de conservation du chaud à l'intérieur pour le confort d'hiver.

Préconisations

On agira sur le type et la couleur des matériaux, sur le type et le dimensionnement adéquate de l'isolation, sur le système de ventilation qui accompagne l'isolation, selon les zones climatique.

Isoler sa toiture tôle et les combles aménagés ou perdus

L'exemple des faux plafonds rampants ou suspendus (Source Guide ARER Confort thermique d'hiver et d'été dans les habitations des hauts de l'île - Edition 2009)

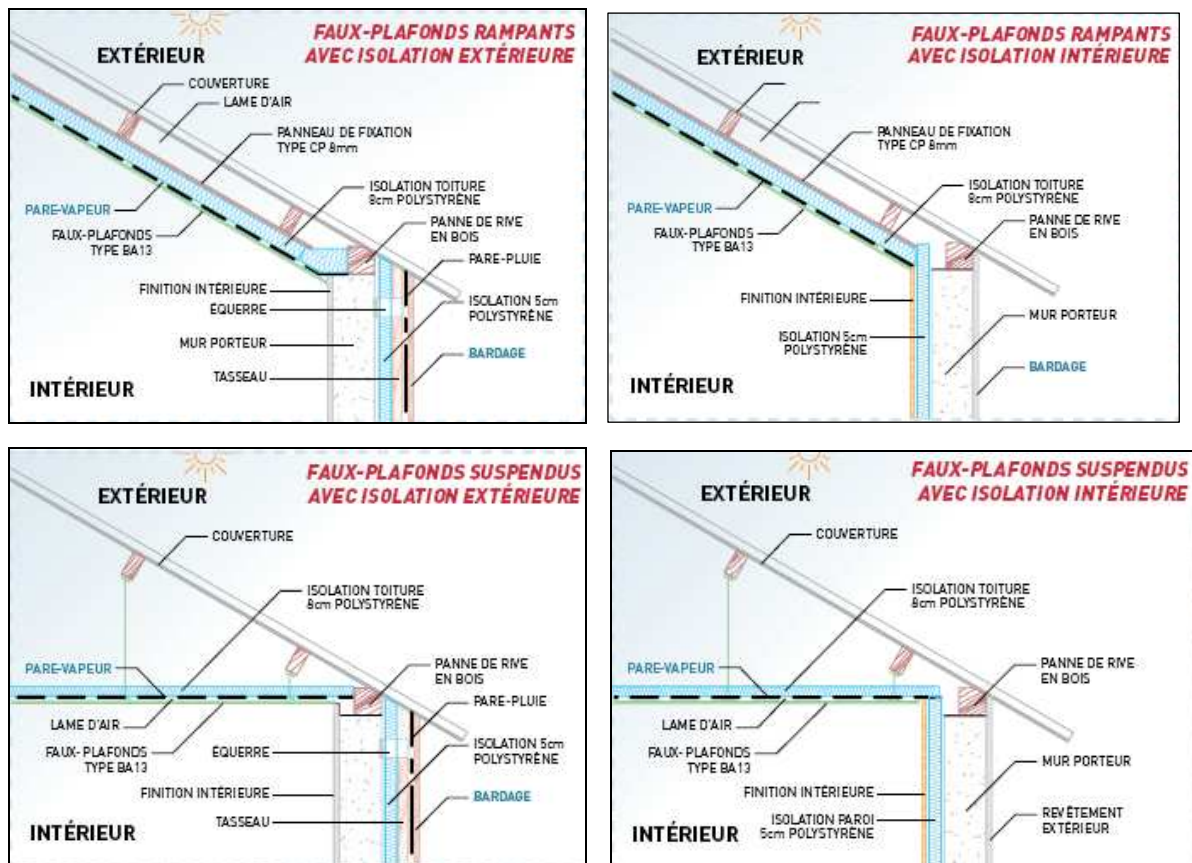


Figure 14 : coupe d'isolation toiture, avec faux plafond rampants ou suspendus

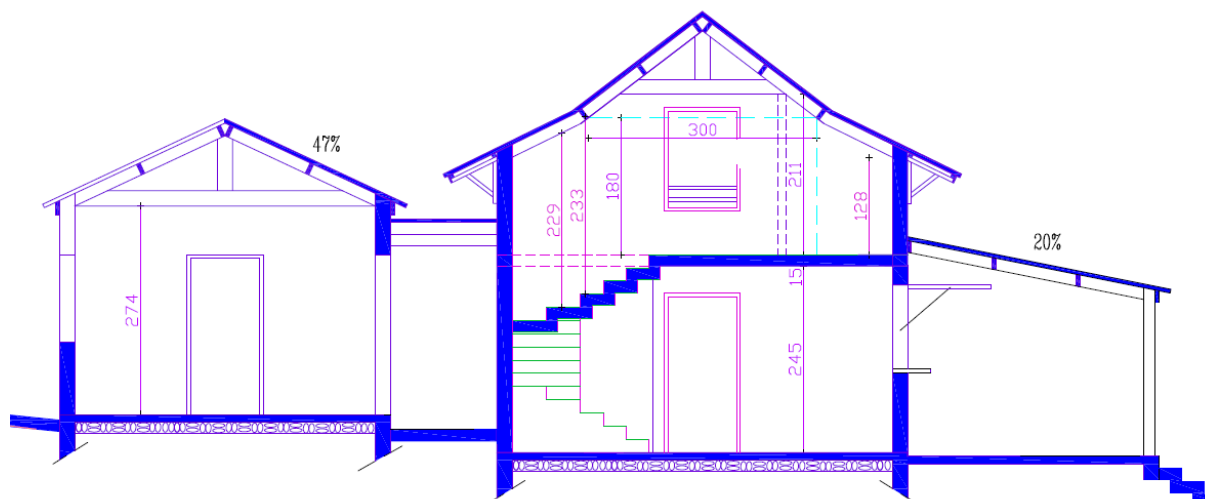


Figure 15: Coupe Maison PERENE Z3 Ouest, isolation avec plafond rampant, protection solaire par large débord de toiture

Dimensionnement technique PERENE pour l'isolation des toitures, basé sur des habitudes constructives locales
(Source PERENE 2009)

TOITURES Type de paroi	Zone 3 & 4 $R = 1,8 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{K/W}$ $U_{\text{max}} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{.K}$
Isolation des combles non aménagés	- Tôle ; - Isolant fixé entre la tôle et les pannes de type Clecon épaisseur 8 cm ou Isolant mince⁸ épaisseur 2 cm ; - comble non ventilé ; - BA 13 (faux plafond horizontal).
Isolation des combles aménagés	- Tôle ; - Isolant fixé entre la tôle et les pannes de type Clecon épaisseur 6 cm ou Isolant mince¹ épaisseur 2 cm ; - lame d'air épaisseur 10 cm, non ventilée ; - BA 13 (faux plafond rampant).
Isolation des toitures terrasses	Etanchéité - Isolant de type polystyrène épaisseur 7 cm ; - Dalle béton épaisseur 16 cm.
Isolation des toitures type panneaux sandwich	Panneaux sandwich épaisseur 10 cm

Figure 16 : solutions techniques PERENE pour les combles, en zone 3 au dessus de 500 m, et zone 4

Les toitures terrasses

Il est préférable d'isoler la toiture-terrasse par le dessus afin de protéger la dalle des chocs thermiques. Plusieurs solutions techniques sont envisageables en fonction des différents critères comme le type d'isolant à mettre en œuvre ou la future utilisation de la terrasse (accessible ou non).

Exemple d'isolation par le dessus avec du polystyrène expansé de 25 kg/m³.

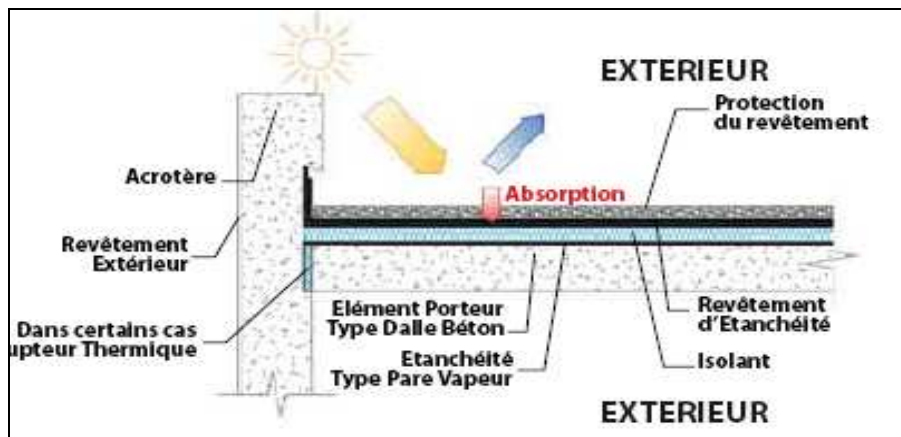


Figure 17 : croquis d'isolation de la dalle par l'extérieur

Les toitures terrasses végétalisées, investir dans un nouveau type d'espace à vivre : le jardin suspendu

De nombreux avantages à considérer

- Verdir les toitures terrasse : de vrais jardins suspendus esthétiques et qui vous procurent, en particulier sur les parcelles de petites surfaces, un espace contemplatif d'un nouveau type
- Protéger la toiture et accroître la résistance aux cyclones
- Obtenir un très bon niveau de performances thermiques et acoustiques
- Réduction des coûts énergétiques par l'effet d'isolation thermique
- Augmentation de la durée de vie de l'étanchéité protégée par le substrat
- Agit comme un mini bassin de rétention des premières eaux de pluies
- Rafraîchit l'air urbain par l'évapotranspiration des végétaux et par la réduction de l'albédo
- Amélioration de la qualité de l'air par résorption de la pollution atmosphérique
- Paysage agréable au regard et mieux intégré en milieu naturel
- Surface disponible pour une production vivrière locale
- Espaces verts protégés pour des activités récréatives

Plusieurs formes de végétalisation possibles : intensive, semi intensive ou extensive (Source EnviroBAT Réunion)

« A chacune correspondent une épaisseur et un type de culture différent.

La végétalisation intensive :

Cette technique qui se rapproche des espaces verts au sol consiste à réaliser une terrasse jardin. Le substrat de croissance de 20 à 60 cm de profondeur se compose essentiellement de terre et peut accueillir un choix de plante très varié. La surcharge de poids est importante (entre 500 et 900 kg/m² à saturation d'eau) et nécessite un dimensionnement adapté de la structure porteuse.

La végétalisation semi intensive :

Elle utilise un substrat élaboré de 30 cm de profondeur au maximum qui peut accueillir des plantes et des arbustes de faible hauteur. L'entretien moins important que pour la végétalisation intensive permet de réaliser de plus grandes surfaces. La surcharge de poids est également beaucoup plus faible puisqu'elle oscille entre 150 et 350 kg/m² à saturation d'eau.

La végétalisation extensive :

A l'opposé de la végétalisation intensive, cette technique consiste à réaliser un tapis végétal composé d'un substrat drainant de faible épaisseur : 5 à 10 cm, sur lequel on cultive une palette restreinte de végétaux qui nécessitent très peu d'entretien. Ces toitures plutôt légères (entre 60 et 160 kg/m² à saturation d'eau) sont applicables sur des supports variés : béton, bois, acier. »

Des incontournables pour la conception et la mise en œuvre

- S'assurer les services d'un professionnel expérimenté
- Dans le cas d'une toiture dalle existante, diagnostic de la structure pour vérification des capacités de surcharges de la toiture
- Déterminer clairement la technique et les végétaux adoptés pour établir le calcul de la surcharge globale, y compris eau
- Privilégier des espèces endémiques, capables d'encaisser de grosses sécheresses et des épisodes pluvieux importants
- Des espèces résistantes au sel permettent au système de bien se comporter dans les zones très exposées à la mer

Diverses précautions à prendre pour la maintenance

- Prévoir une passage régulier d'entretien et de maintenance
- Prévoir une étanchéité anti-racinaire
- Prévoir un point d'eau et un système d'arrosage automatique en phase de reprise des végétaux
- S'assurer de la mise en place d'un crochet d'ancrage ou d'un garde-corps pour sécuriser les opérations d'entretien (4 à 6 fois par an) ou l'accès à l'espace à vivre en jardin suspendu

Diverses réalisations à La Réunion :

- 2001, collège de Mare à Citron
- 2007, Cyclotron à Saint-Denis
- 2007, Lycée Saint-Paul 4
- 2007, Immeuble d'habitation Ilet du Centre à Saint-Pierre
- 2008, Collège de La Ravine des Cabris à Saint-Pierre
- 2008, Ecole primaire de Roquefeuille
- 2008, Prison de Domenjob
- 2009, Maison Individuelle à La Ravine des Cabris
- 2010, Toiture expérimentale à l'IUT de Saint-Pierre



L'exemple de la toiture terrasse avec sur toiture ventilée

Un pare-soleil horizontal ventilé se présente comme une protection solaire de la toiture avec une surface d'ouverture au moins égale à 5% de la surface de la toiture. Ce sont des solutions adaptées aux toitures terrasses. **Une solution intéressante sera d'utiliser un système photovoltaïque comme pare soleil horizontal ventilé, à conditions de préciser à l'entreprise qui réalisera les travaux de respecter les 5% de surface d'ouverture.**

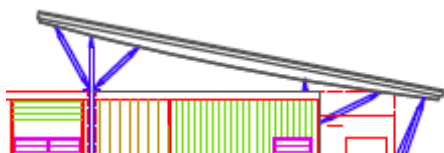


Figure 19 : Exemple de sur toiture ventilée sur immeuble d'habitation - Architecte GAZUT - Maître d'Ouvrage CBO - technique adaptable à la Maison à toiture terrasse

Le tableau ci-dessous présente les épaisseurs d'isolant (équivalent polystyrène expansé 25 kg/m³ et $\lambda = 0.029$ W/m.K) à mettre en œuvre en fonction des couleurs, de la zone du projet de construction et de la mise en place ou non d'un pare soleil horizontal ventilé (PSHV) de couleur claire.

	teinte de la protection	étanchéité + isolant + dalle béton 20cm	
		sans PSHV	avec PSHV
zones 1 et 2 S _{max} = 0,02	Claire : alpha :0,4 Blanc, rouge clair, jaune	Appliquer les contraintes de teintes moyennes : 10	2
	Moyenne : alpha :0,8 brun, vert sombre, gris moyen	10	
	Sombre :alpha : 1 Noir, bleu/gris ou brin sombre	12	
zone 3 S _{max} = 0,02 et U _{max} = 0,5	Claire : alpha :0,4 Blanc, rouge clair, jaune	Appliquer les contraintes de teintes moyennes : 10	8

	Moyenne : alpha :0,8 brun, vert sombre, gris moyen	10	
	Sombre :alpha : 1 Noir, bleu/gris ou brin sombre	12	
zone 4 Umax = 0,5	toute teinte (favoriser les teintes sombres)	8	

Figure 20 : Épaisseurs d'isolant en cm pour une toiture terrasse avec et sans PSHV

- La mise en œuvre d'un pare soleil horizontal ventilé réduit l'épaisseur d'isolant à mettre en œuvre.
- En confort d'été, surtout pour les zones 1 et 2, poser une sur toiture ventilée plutôt que de l'isolation permet à la maison de respirer et d'évacuer l'humidité. Sauf en cas de local climatisé en sous face de dalle, où il faudra tout de même lutter contre les déperditions en froid.).
- En zone 3, la double exigence de PERENE ($S < 0,02$ et $U < 0,5$), impose une épaisseur minimale d'isolant de 8 cm.

Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

Charpentier/ Couvreur /Plâtrier

De façon générale : l'ensemble des corps de métiers.

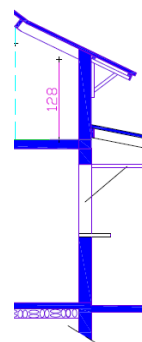
L'entretien régulier de la toiture visant notamment à supprimer les infiltrations d'eau assurera la longévité de votre construction.

Isoler et protéger les murs

But recherché : combiner la protection solaire et l'isolation thermique des parois

Les apports thermiques par les murs représentent généralement de **15 à 20%** des apports thermiques par les parois. Les réguler est donc **essentiel** au confort thermique et **maintenant obligatoire au titre de la RTAADOM**. Il s'agit de réduire les variations de températures entre l'extérieur et l'intérieur de la maison, mais aussi entre le jour et la nuit à l'intérieur de la maison. Pour les zones 1 et 2, les variations de températures sont plus faibles que pour les zones 3 et 4.

Vous pourrez jouer sur les écrans de végétations, les varangues, les protections solaires, et l'isolation des parois. Les épaisseurs d'isolant seront à mettre en œuvre en fonction des couleurs et de la compositions des parois, de la zone du projet de construction et de la mise en place ou non de pare soleil, horizontal, ou vertical ventilé.



Préconisations

Figure 21 : exemple de pare soleil filant sur l'ensemble du mur, sous forme d'un débord de toiture bien dimensionné

Le pare soleil horizontal (Débord)

Un pare soleil horizontal est composé d'une « casquette » horizontale, reliée à l'ossature ou structure du logement. Les deux facteurs dimensionnant un pare-soleil sont « d » et « h » présentés dans les schémas suivants.

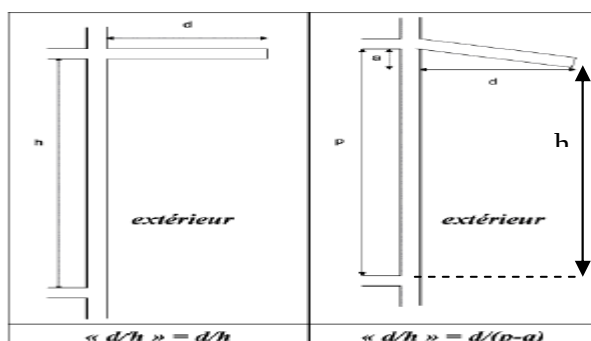


Figure 22:Schéma pare soleil horizontal sur paroi opaque verticale - Source RTAA DOM

Le dimensionnement du pare soleil horizontal influe directement sur le coefficient d'ensoleillement C_m selon l'orientation de la paroi considérée. Les valeurs de C_m sont données dans le tableau suivant.

Localisation	Orientation	Coefficient de réduction C_m correspondant au pare soleil			
		Paroi ou baie avec pare soleil horizontal			
		$d/h \leq 0,25$	$d/h \leq 0,5$	$d/h \leq 0,75$	$d/h = 1$
La Réunion	Est/Sud	0,65	0,5	0,4	0,35
	Nord/Ouest	0,7	0,45	0,3	0,25

Figure 23: valeurs de C_m selon les dimensions d et h – source RDTAA DOM

Les pare-soleil horizontaux (débords) sont installés en casquette sur une façade, au dessus d'une fenêtre, en débord de couverture ou décrochement de façade. Les rayonnements sur les parois et les baies au nord et au sud arrivent d'en haut. Ce type de pare soleil est très efficace. De plus, l'outil PERENE 2009 fournit des abaques représentant les valeurs de C_m selon les valeurs intermédiaires de d/h , et le type de débord. Ce qui permet une optimisation du dimensionnement du pare soleil.

Le pare soleil vertical ventilé

Un pare-soleil vertical ventilé se compose d'une structure fixée au mur et d'un remplissage par lames fixes ou réglables ou par un bardage bois. L'ensemble peut être en métal ou PVC mais l'emploi du bois reste préférable. La circulation d'air entre le pare-soleil et le mur (parpaing ou béton) permet l'évacuation de la chaleur et de l'humidité contenue dans le mur.

- Les rapports entre les surfaces d'ouverture libre par celle de la paroi aux extrémités haute et basse de la paroi sont au moins égaux à 3%,
- La distance horizontale séparant la face intérieure du pare soleil et la face extérieure de la paroi est telle que, sur toute la hauteur de la paroi, une surface horizontale libre au moins égale à 3% de la surface de la paroi soit ménagée pour assurer le passage de l'air.
- Les rayonnements sur les parois Est et Ouest arrivent de façon plus incidente, les pare soleil verticaux ventilés seront très efficaces

Exemple : pour un mur Ouest de 2,5m x 2m70 recouvert par un bardage bois. $Stot = 2,5ht \times 2,71 = 6,75 \text{ m}^2$. Ainsi, pour respecter la règle des 3%, il faut déporter le pare soleil vertical ventilé de $3\% \times 6,75 / 2,7 = 7,5 \text{ cm}$ en partie haute, idem partie basse, idem sur toute la hauteur. Le bardage sera déporté de 6,75cm de la paroi. Sa liaison au sol devra éviter toute remontée d'humidité.

L'isolation des murs par l'intérieur

Elle est intéressante dans le cas d'une rénovation lorsque l'enduit extérieur est en bon état.

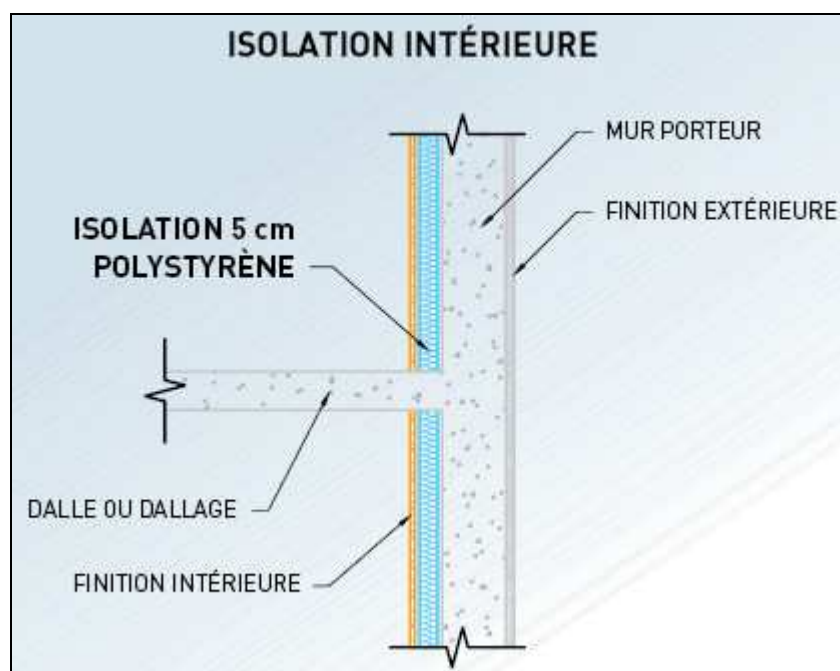


Figure 24 : coupe isolation par l'intérieur

Avantages :

- Absence de modification de l'aspect extérieur de la maison.
- Coût relativement peu élevé,
- Pose aisée

Inconvénients :

- Mise en oeuvre contraignante dans le cas de prises, canalisations, ou autres équipements à démonter.
- Réduction de la surface des pièces entraînant des gênes possibles. Par exemple pour l'ouverture des fenêtres du fait de l'épaisseur additionnelle (de l'ordre de 10 cm).
- Nombreux ponts thermiques difficiles voire impossibles à éliminer associés à des risques de condensation au cœur des parois.

L'isolation des murs par l'extérieur

Elle est réalisée par un isolant posé sur tous les murs extérieurs, recouvert d'un enduit ou d'un bardage. Idéal dans le cas où les façades de l'habitation nécessitent une réfection.

Avantages :

- Traitement d'un plus grand nombre de ponts thermiques.
- Non modifications des surfaces habitables (dans le cas d'une réhabilitation).
- Protection des murs des variations climatiques.
- Risques réduits de sinistres dus à la condensation.

Inconvénients :

- Coût plus élevé que celui de l'isolation par l'intérieur.
- Pose délicate (échafaudage nécessaire)
- Possible fragilité accrue de la façade

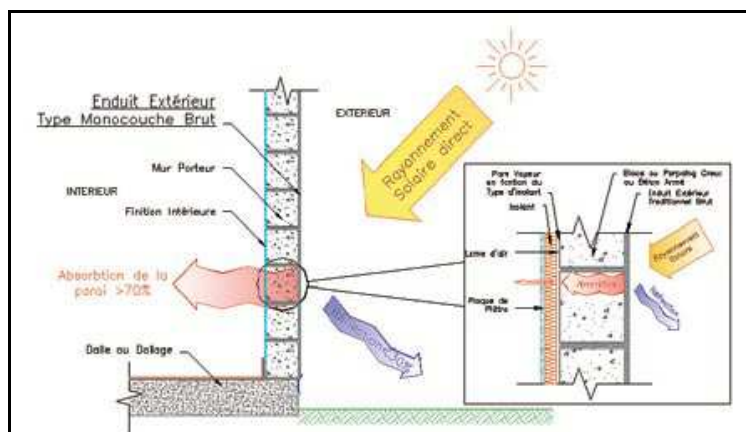


Figure 25: rayonnement solaire sur paroi et absorption, cas de l'enduit extérieur type monocouche brut

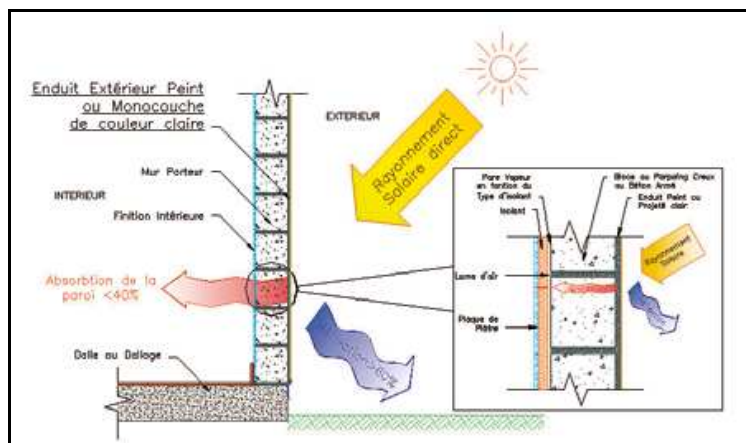


Figure 26: rayonnement solaire sur paroi et absorption, cas de l'enduit extérieur type monocouche peint

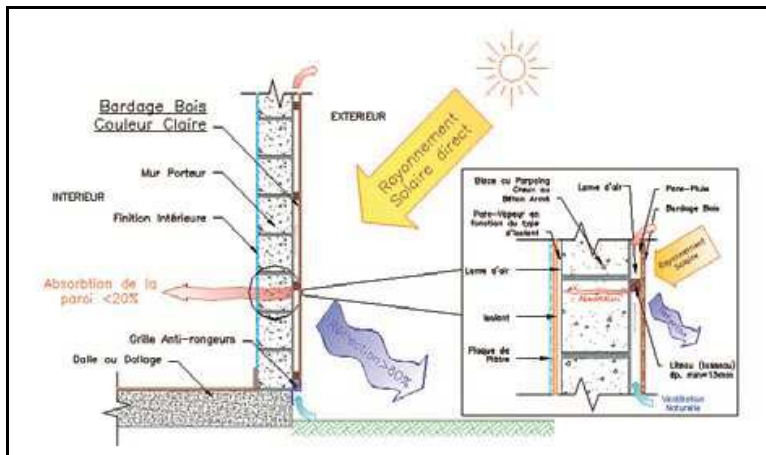


Figure 27: rayonnement solaire sur paroi et absorption, cas du bardage de couleur claire

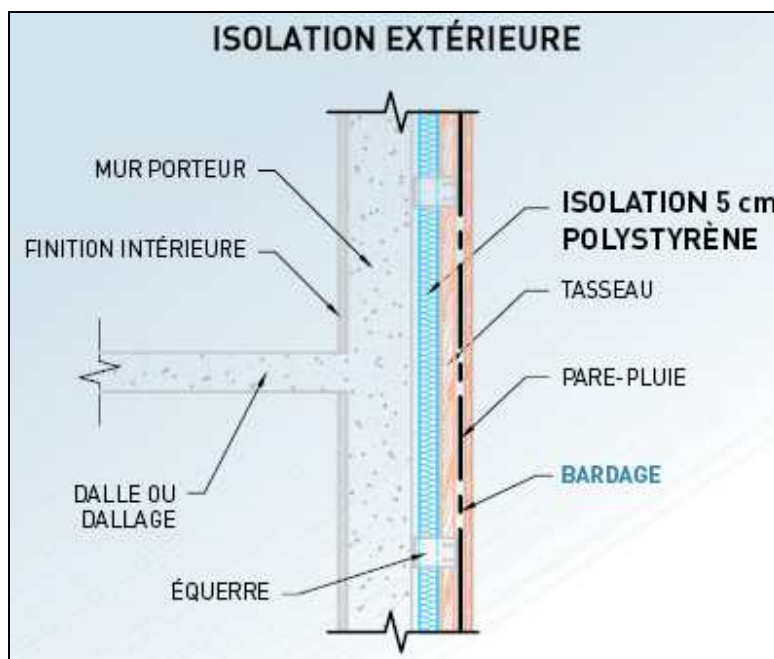


Figure 28 : coupe isolation par l'extérieur

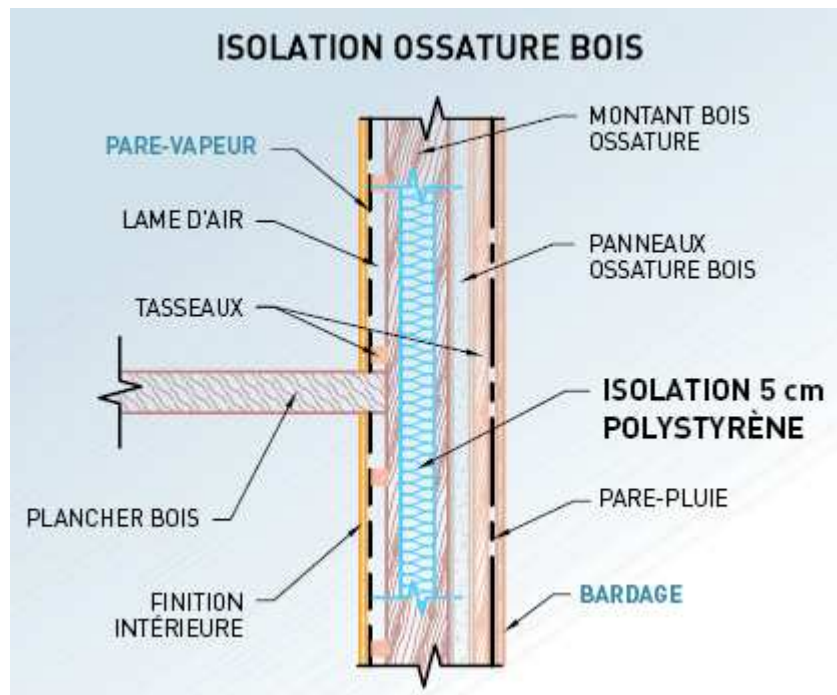


Figure 29 : coupe isolation sur ossature bois

L'isolation répartie dans les murs, l'exemple innovant du « parement HAClave », parpaing de scorie (Source We're Réunion – Société HAClave)

La Sté réunionnaise HAClave a conçu et breveté un parement à base de béton de scorie. Présentant la solidité du béton, le parement innovant garantit par ailleurs des performances thermiques et phoniques supérieures. Ce parement est un coffrage perdu pour la construction sans isolant intégré (isolation par l'extérieur et l'intérieur). Sa matière est composée de scorie de lave (matière naturelle locale) et de ciment. Il s'utilise aussi bien pour constituer les murs porteurs d'une habitation que ses cloisons intérieures.

Ce matériau innovant présente des propriétés exceptionnelles qui en font une solution majeure dans le domaine de l'éco construction.

Une isolation thermique et phonique exceptionnelles

Ce parement corrige les ponts thermiques, et dispose d'une inertie thermique et agit sans autre isolation intégrée. Il fournit des performances thermiques nettement supérieures à celles d'un mur classique en parpaings, et répond largement à la Réglementation Thermique DOM 2010 pour toutes les zones de l'île de La Réunion.

Il permet des affaiblissements acoustiques de 26 dB pour de simples cloisons et de 56 dB pour des murs périphériques. Les ondes sonores qui viennent heurter les parements sont en effet absorbées par le béton de scorie, initialement créé pour son pouvoir absorbant avec 32% de vide.

Une solidité équivalente à un mur en béton classique

Le mur de parements en scorie et son voile de béton armé forment une structure porteuse aussi solide qu'un mur de béton armé classique. Ils conviennent ainsi à tout type de construction : habitations (individuelles et collectives), établissements scolaires, hôtels, de plain-pied ou à étages, etc.

Un nouveau mode de construction, plus simple et plus rapide

Les parements s'assemblent les uns aux autres à sec, sans colle ou liant. Ils forment ainsi un coffrage parfait pour le coulage d'un voile de béton afin de constituer les murs porteurs d'une habitation. Seuls 10 PAREMENTS sont nécessaires pour construire 1m² de mur.

Utilisés pour le cloisonnement, ces parements suppriment tous les problèmes d'humidité liés aux matériaux importés tel que le plâtre. Imputrescibles et classés non inflammables, il ne craignent ni l'eau, ni le feu et sont recyclables.

Ces parements permettent par ailleurs une finition intérieure et extérieure personnalisée : brute, enduit décoratif ou ciment, peinture, plâtre, crépi monocouche, etc...., sans avoir à modifier les compétences des différents corps de métier. Adaptés au savoir-faire des professionnels du bâtiment, ils ne nécessitent pas de personnel très qualifié pour sa mise en œuvre.

La solution pour construire durablement en étant éco-responsable

Depuis sa fabrication jusqu'à sa vie en tant que mur porteur, ce type de parement est annoncé comme ayant un cycle de vie plus respectueux de l'environnement. Rejetant moins de CO₂ que la plupart des matériaux classiques, il s'avère idéal pour la construction de logements à basse consommation d'énergie et répond à la problématique du développement durable dans les DOM comme pour l'ensemble des pays chauds dans le monde.

Dimensionnement technique PERENE pour les parois verticales, basé sur des habitudes constructives locales (Source PERENE 2009)

Les deux tableaux ci-dessous donnent les solutions techniques permettant d'atteindre les exigences en fonction des habitudes constructives locales.

Zones Z1 et Z2 : épaisseur d'isolant type polystyrène $\lambda = 0.035 \text{ W/m.K}$

S_{max} = 0,05	Valeur de alpha					
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Béton 16 cm	1,5 cm	2 cm	2,5 cm	3 cm	3,5 cm	4 cm
Bloc creux 19 cm	1,5 cm	2 cm	2,5 cm	3 cm	3,5 cm	4 cm
Paroi bois : 2 lames de bois de 2 cm + lame d'air	1,5 cm	2 cm	2,5 cm	3 cm	3,5 cm	4 cm

Figure 30: zones 1 et 2 - solutions techniques permettant d'atteindre un facteur solaire de 0.05

Zones Z3 et Z4

Type de paroi	Zone 3 entre 400 et 500m	Zone 3 et Zone 4
	U_{max} = 1 W/m².K	U_{max} = 0,5 W/m².K
Béton banché 16 cm	Béton 16 cm + 2,5 cm isolant + BA13	Béton 16 cm + 6 cm isolant + BA13
Bloc creux 19 cm	Parpaing 19 cm + 2,2 cm isolant + BA13	Parpaing 19 cm + 5,7 cm isolant + BA13
Paroi bois : 2 lames de bois de 2 cm + lame d'air	Bois 2 cm + 1,6 cm d'isolant	Bois 2 cm + 5 cm d'isolant

Figure 31: zones 3 et 4 - Solutions techniques permettant d'atteindre les valeurs de U_{max} exigées (pour un isolant de $\lambda = 0.035 \text{ W/m.K}$ de type polystyrène)

PAROIS VERTICALES		Zone 3 & 4
Type de paroi		R = 1,8 m² °K/W U_{max} = 0,5 W/m².K
Isolation par l'extérieur mur parpaing	Parement extérieur (protection mécanique et contre les intempéries) épaisseur variable ; - Isolant de type polystyrène épaisseur 5 cm Parpaing à la française (6 alvéoles) épaisseur 20 cm + enduit intérieur	
Isolation par l'extérieur mur béton banché	Parement extérieur (protection mécanique et contre les intempéries) épaisseur variable ; - Isolant de type polystyrène épaisseur 7 cm ; - Béton banché épaisseur 16 cm + enduit intérieur.	
Isolation sur structure bois	Parement bois sur structure bois (protection mécanique et contre les intempéries) épaisseur 2 cm ; - Isolant de type polystyrène épaisseur 6 cm + lame d'air ou Isolant de type laine minérale épaisseur 10 cm ; - BA 13.	

Figure 32: solutions technique PERENE pour parois opaques en zones 3 et 4

- Pour les zones 1 et 2, la mise en œuvre de matériaux de couleurs claires, permet de diminuer le besoin d'isolant
- La mise en œuvre d'un pare soleil vertical ventilé ou d'une surtoiture permet de diminuer le besoin d'isolant.
- Pour les zones 1 et 2, il est plus intéressant de poser une protection solaire ventilée pour les murs plutôt que de l'isolation afin de permettre à la maison de respirer et d'évacuer l'humidité.
- Pour les zones 3 et 4, on ne considère pas le cas d'une mise en place d'un pare soleil vertical ventilé, le but étant de garder les calories dans la maison.
- Pour les pare soleil verticaux ou horizontaux, concernant les risques cycloniques, les règles NV 65 définissent le dimensionnement des ouvrages en fonction des charges climatiques liées au vent. La Réunion est classée avec les autres DOM en zone 5.
- Des panneaux photovoltaïques peuvent constituer un pare soleil horizontal efficace
- Eviter les isolants en laine de minérale qui ne sont pas adaptés aux forts taux d'humidité réunionnais.
- Ne pas remplir les alvéoles des parpaings avec du béton.

En plus d'une bonne performance thermique, quelques critères pour le choix d'un bon isolant :

- Acoustique : si l'isolant présente une bonne isolation acoustique, il vous permettra de réduire la transmission des bruits extérieurs mais aussi intérieurs (entre 2 pièces).
- Hydrophobe : l'isolant doit présenter une insensibilité maximale à l'eau.
- Mécanique : la performance mécanique dépend de l'emploi de l'isolant et se caractérise par son incompressibilité, sa stabilité dimensionnelle et sa cohésion.

Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

Menuisier / charpentier/ Plâtrier

De façon générale : l'ensemble des corps de métiers

Protection solaire des baies

But recherché

La mise en œuvre de protections solaires des baies est fondamentale pour la conception de logements thermiquement et énergétiquement performants. En effet, les baies représentent entre 10 et 20% des apports de chaleur (dans les bas) et 15% des déperditions de chaleur (dans les hauts).

Nota Bene : une baie est une ouverture ménagée dans une paroi opaque.

Préconisations

Dimensionnement des différents type de protections solaires pour différents type de baies, se reporter utilement aux abaques PERENE 2009

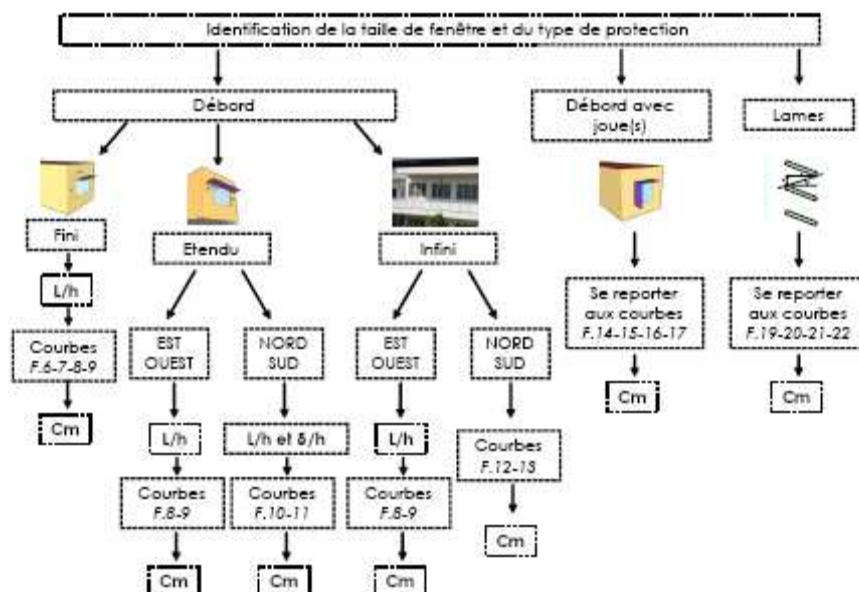
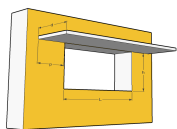


Figure 33 : Graphe de méthode PERENE pour les calculs de protections solaire



Figure 34 : différents type de baies



Exemple de protection solaires horizontal (débord) couramment pratiqué

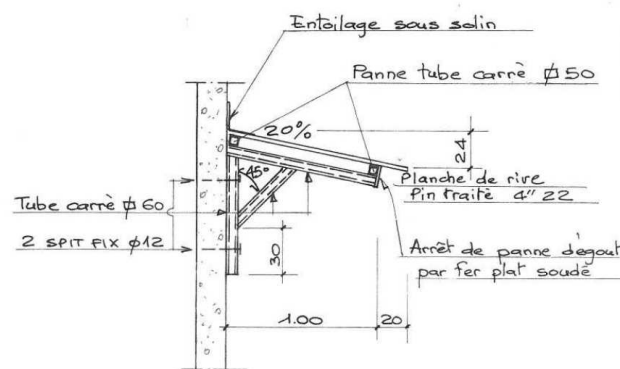
Baie ci-dessus protégée par une casquette étendue (non limitée à la largeur de la baie). A noter joue aussi rôle de pare pluie, permet de maintenir les ouvrants en ventilation pendant les épisodes de pluies.

- L = longueur de la baie
- h = hauteur de la baie
- d = longueur du débord
- p = dépassement du débord par rapport à L



Figure 35: exemple de pare soleil horizontal sur porte d'entrée sur Maison PERENE Zone 3 Ouest. Le débord de toiture en pignon joue le rôle de pare soleil horizontale sur la fenêtre d'étage et la partie haute du pignon (1^{er} étage)

COUPE TYPE SUR AUVENT FIXATION SUR BLOCS PLEINS DE BETON



Les volets persiennés



Figure 36 : volets persiennés avec système de blocage à 45°, conforme à PERENE et RTAA DOM quelque soit l'orientation – Nota Bene : pour être conforme à la RTAA DOM, au moins 20% de porosité.

La pergola en bois, une fonction de pare soleil élégante, si bien dimensionnée

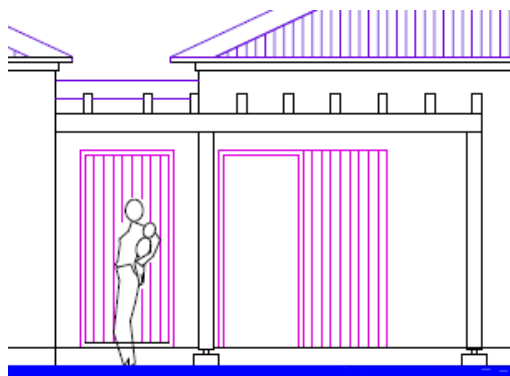


Figure 37 : exemple de pergola avec fonction pare soleil

Protection des baies en zone 4

- Choisir des protections mobiles intérieures ou extérieures afin d'augmenter les apports solaires l'hiver, un double vitrage (avec U_{max} de $1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).
- Les menuiseries bois / alu doivent aussi être dotées d'entrées (impostes) d'air conformément au renouvellement d'air hygiénique (voir fiche traitement de l'air hygiénique ou p.X) Pour la zone 3 : Les valeurs du tableau Y s'appliqueront aux orientations Sud et Nord.

La question des vitrages et des châssis en zone 4 (Source Guide ARER Confort thermique d'hiver et d'été dans les habitations des hauts de l'île Edition 2009)

Vitrages

Les ouvertures dans nos murs sont les points faibles de l'isolation de la maison, les fenêtres sont responsables de 10 % des pertes de chaleur d'un logement. D'où la nécessité de fenêtres performantes munies de double vitrage. Certains vitrages sont éligibles au crédit d'impôt (voir chapitre correspondant), un double vitrage à faible émissivité est à privilégier, soit un coefficient de déperdition surfacique $U < 1,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}^\circ$.

Un couplage entre double vitrage et volets extérieurs isolants permet une nette amélioration de l'isolation et doit atteindre un coefficient de déperdition surfacique $U = 1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{C}^\circ$ afin d'être homogène avec la résistance thermique des parois. Des vitrages au Nord bien dimensionnés vous apporteront de la chaleur en hiver. Bien dimensionner les protections solaires des baies pour empêcher les surchauffes en été lorsque la course du soleil passe au Sud.

Châssis

L'ossature cadre est une source de perte de chaleur. A ce titre, il faut privilégier des matériaux tels que le bois, ou encore une ossature mixte Bois/Aluminium ou Bois/PVC qui sont plus faciles à entretenir. Les ouvertures « à la française », à deux battants, permettent une meilleure étanchéité par rapport aux infiltrations d'air et une plus grande surface d'ouverture pour le renouvellement de l'air, comparées à une ouverture coulissante.

Équipements éligibles au crédit d'impôts de 25%
(40% si la construction date d'avant 1977)

Matériaux d'Isolation thermique des parois vitrées	Caractéristiques et performances (à partir du 1 ^{er} janvier 2009)
Fenêtres ou portes-fenêtres composées en tout ou partie de PVC.	$U_w < 1,4 \text{ W/m}^2.K$
Fenêtres ou portes-fenêtres composées en tout ou partie de bois.	$U_w < 1,6 \text{ W/m}^2.K$
Fenêtres ou portes-fenêtres métalliques.	$U_w < 1,8 \text{ W/m}^2.K$
Vitrages à isolation renforcée (vitrages à faible émissivité).	$U_g \leq 1,5 \text{ W/m}^2.K$
Doubles fenêtres (seconde fenêtre sur la baie) avec un double vitrage renforcé.	$U_g \leq 2,0 \text{ W/m}^2.K$
Volets isolants caractérisés par une résistance thermique additionnelle apportée par l'ensemble volet-lame d'air ventilé.	$R > 0,20 \text{ m}^2.K/W$

U_g, U_w : coefficient de transmission surfacique

Figure 38 : tableau des matériaux d'isolation thermique des parois vitrées



Recommandations :

Pour les zones Z3 et Z4, il est recommandé d'avoir des protections solaires mobiles afin d'augmenter le facteur solaire l'hiver et ainsi favoriser les apports solaires gratuits l'hiver.

Les baies des pièces climatisées doivent pouvoir être manoeuvrables afin de permettre un fonctionnement en ventilation naturelle dès la mi-saison. Au moins 50% de la baie doit pouvoir être manoeuvrable.

Zones 1, 2 et 3 : Interdiction d'installer des baies transparentes sur le plan horizontal.

Zone 3, 4 : double vitrage et volets obligatoires. Menuiseries dotées d'entrées d'air conformément au renouvellement d'air hygiénique. Le double vitrage doit avoir un U_{Max} de $1 \text{ W/m}^2.K$.

Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

Gros œuvre / Menuisier. De façon générale : l'ensemble des corps de métiers.

La ventilation de confort

But recherché

La recherche d'une **bonne ventilation** est une phase essentielle dans la conception d'une **maison thermiquement performante**. L'évacuation des calories et de l'humidité accumulées dans l'air ambiant de la maison et dans les divers matériaux de construction sera donc la priorité pour les zones 1,2 toute l'année, pour la zone 3 en été. En zone 4, la RTAA DOM préconise le renouvellement d'air mécanique.

Préconisation pour favoriser la ventilation naturelle

La ventilation naturelle du logement est un élément essentiel du confort thermique d'été. La RT DOM traite de ce point au chapitre III de l'arrêté du 17 Avril 2009, par les articles 4-5-6-7. Cette ventilation naturelle est assurée par un flux d'air extérieur continu, qui entre, transite et sort du logement par des baies ouvertes. Chaque pièce principale de tout logement doit être balayée par au moins un flux d'air extérieur continu. Ce flux d'air est obtenu par des ouvertures particulières percées dans au moins deux façades ayant des orientations différentes.

De plus, la RT DOM impose le recours aux brasseurs d'airs et la mise en place d'attentes de brasseur d'air.

La « notion de continuité du flux d'air à l'échelle d'un local ou d'une pièce »

Dans le but de permettre l'écoulement du flux d'air, il est nécessaire que les ouvertures dans les parois opaques, matérialisées par les baies soient disposées de manière à permettre l'écoulement de l'air. Deux cas sont prévus :

- Les façades sont opposées : il n'y a pas de problème, l'écoulement de l'air se fait naturellement de part et d'autre du local
- Les façades sont adjacentes ou latérales : les percements par lesquelles transite le flux doivent être éloignés du sommet de l'angle formé par les directions des parois d'une distance au moins égale à la moitié de la distance maximale, compté horizontalement, entre tout point de la paroi percée et le sommet de l'angle précipité.

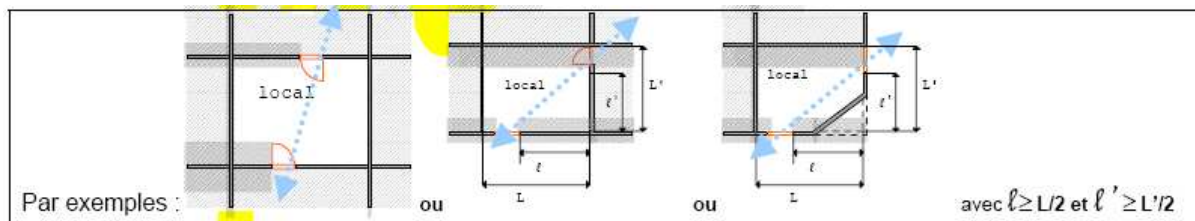


Figure 39: Schéma d'aménagement des ouvertures pour permettre le flux d'air - Source DDE/MEEDAT

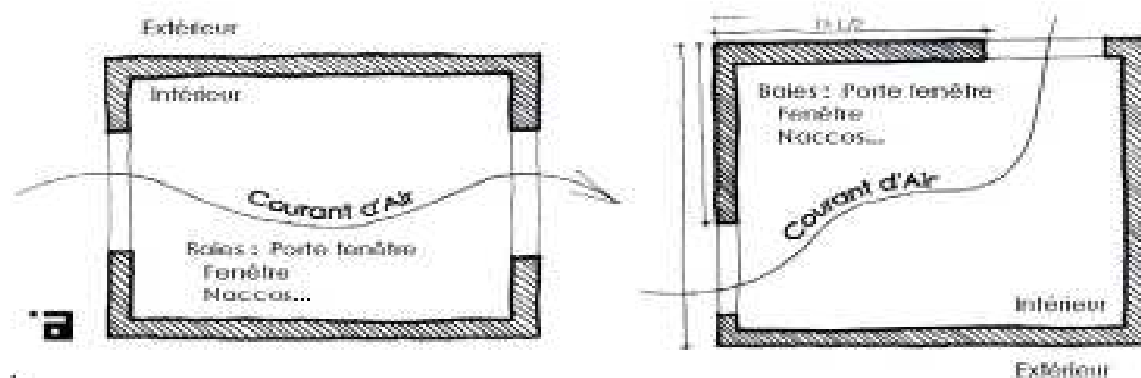


Figure 40: Schéma d'aménagement des ouvertures pour permettre le flux d'air - Source ECODOM

$$Sp = \frac{Sp_1 + Sp_2}{2}$$

$$SO = P \times Sp$$

(Formule PERENE. Le calcul de la porosité selon la RTAA DOM est différente – Cf.PY pour formaliser calcul et commentaires complémentaire)

- Sp1 est la surface de la façade principale 1
- Sp2 est la surface de la façade principale 2
- P est la porosité en % de la paroi
- SO est la surface d'ouvrant minimum requise sur chacune des parois principales.

Les pièces dites polluantes ne rentrent pas dans le calcul de la porosité (salle de bain, WC, cuisine sauf cuisine intégrée dans le séjour). Ces pièces seront à positionner en façade pour être ventilées naturellement sinon elles devront être équipées de ventilation mécanique (voir fiche renouvellement de l'air hygiénique).

Pour tenir compte du type de menuiserie, il faudra multiplier la surface d'ouvrant par un coefficient M donné dans le tableau suivant : $SO = M \times SO_{\text{réserve}}$ avec $SO_{\text{réserve}}$ la surface réservée dans la structure pour l'ouvrant.

Type de menuiserie	Coefficient M
jalousie	0,8
Coulissant 2 vantaux	0,5
Coulissant 3 vantaux	0,67
Ouvrant à la française, fenêtre à galandage, porte intérieure et extérieure...	1

Figure 41 : coefficient M fonction du type de menuiserie

Les ouvertures des parois internes

Les dimensions des portes intérieures ou autres ouvertures doivent être supérieures à la plus petite surface d'ouvrant des façades principales de ventilation. Les placards doivent être équipés de persiennes, afin d'éviter l'accumulation d'humidité dans vos linges.

Exemple de calcul de porosité pour une maison de trois chambres en Zone 1

Prenons le cas d'une maison se situant dans la zone 1 où la ventilation naturelle est primordiale.

$Sp1 = Sp2$ d'où $Sp = 33m^2$ (2m60 en hauteur et 12,7m en largeur).

La somme des ouvertures doit être égale à

$$SO = 0,2 \times 33 = 6,6 m^2$$

il faut 6,6 m² d'ouverture sur chacune des façades principales.

La description des ouvrants

- O1 et O2 : jalousies 0,9m x 1,1m disposées selon la « règle de L/2.
- O3 : fenêtre à la française, l = 0,9m et h = 1,3m
- O4 à O6 : fenêtres à la française, l = 1,6m et h = 1,5m
- O7 et O9 : portes fenêtres coulissantes 2 vantaux, l = 1,8m et h = 2,1m
- O8 : porte, l = 1m et h = 2,1m

Façade 1 :

$$SO_1 = O4 + O5 + O8 = 2,25 + 2,25 + 2,1 = 6,9 m^2.$$

On a bien $SO_1 > SO$, la porosité de la façade 1 est conforme à PERENE.

Façade 2 :

$$SO_2 = O3 + O6 + O7 + O9 = 1,17 + 2,4 + 0,5 \times 3,78 + 0,5 \times 3,78 = 7,35 m^2$$

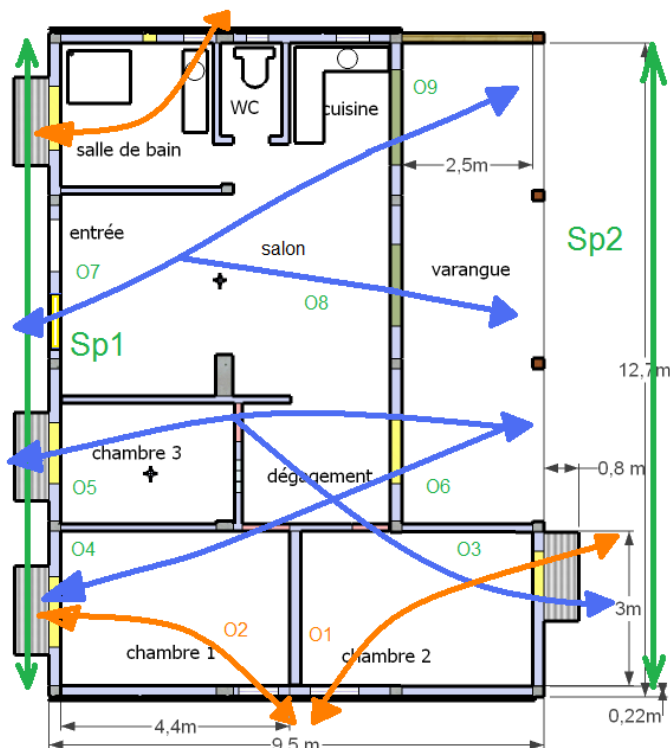
De même on a $SO_2 > SO$

Aussi, il faut vérifier les surfaces minimales d'ouvrants :

- Chambre 1 : $SO_4 + SO_2 = 0,8 \times 0,99 + 2,4 = 3,2 m^2 > 1,4 m^2$
- Chambre 2 : $SO_1 + SO_3 = 0,8 \times 0,99 + 1,17 = 1,9 m^2 > 1,4 m^2$
- Chambre 3 : $SO_5 = 2,4 m^2 > 1,4 m^2$

Les surfaces minimales d'ouvrants exigées sont conformes à PERENE. L'implantation d'ouvrants sur les pignons améliore la capacité de ventilation naturelle.

- Prévoir des blocs portes (magnétique ou à crochet), ou des portes coulissantes pour éviter les claquements.
- Surdimensionner les ouvrants sous le vent par rapport à ceux au vent.



Préconisation pour la ventilation mécanique

Bâtiments à usage d'habitation	
Z1 et Z2	Pièce traversante : Attente BA en plafond. Pièce non traversante : Installation obligatoire.
Z3	Pièce traversante : Attente BA en plafond. Pièce non traversante : Installation obligatoire.
Z4	Pas d'obligation.

Les brasseurs d'air, une obligation de la RTAA DOM, une recommandation de PERENE Réunion

Dans le cas où la ventilation naturelle est insuffisante, il est possible de la compléter par l'installation de brasseur d'air. Optez pour des brasseurs avec pâles en bois et angle d'attaque de 10° minimum. Longueur des pâles : 140 cm. Les moteurs à bain d'huile permettent la réduction du bruit de fonctionnement et améliore la longévité du brasseur d'air. Les attentes pour des brasseurs d'air doivent être prévues dès la conception de la maison. Cela laissera le choix ensuite aux habitants d'installer ou non les brasseurs d'air, en fonction du confort recherché.

- 1 brasseur d'air pour chaque tranche de 15m².
- Hauteur minimal de mise en œuvre recommandée : 2m30

Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

L'interaction se fait particulièrement avec :

- Gros oeuvre
- Menuisier
- Electricien
- Plombier

Le renouvellement de l'air hygiénique - la Ventilation Mécanique Contrôlée

But recherché

Le but est d'avoir une bonne **qualité d'air intérieur** en particulier en zone 4.

Préconisations

La ventilation mécanique contrôlée ou la VMC : qu'est-ce que c'est ?

C'est une ventilation motorisée, différente de la ventilation naturelle. La VMC désigne tous les dispositifs motorisés d'évacuation ou d'insufflation d'air frais. C'est un système global de renouvellement de l'air et d'évacuation de la condensation et des odeurs. Le principe général consiste à prévoir des entrées d'air neuf et frais dans les pièces principales dites sèches (séjour, chambre) et d'évacuer l'air vicié par les pièces humides dites techniques (cuisine, salle de bains, WC).

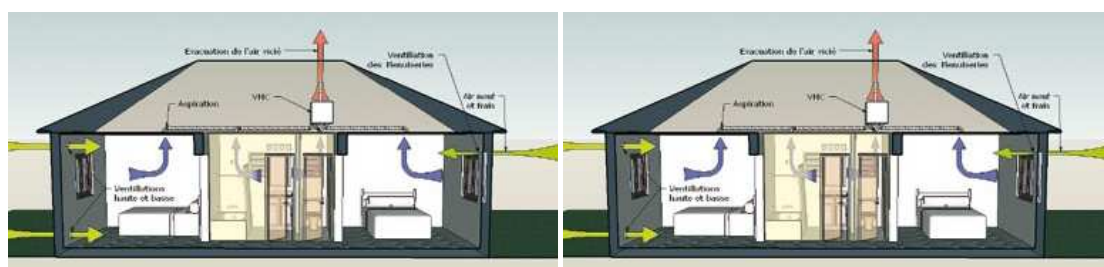


Figure 42 : schéma de principe VMC simple flux, double flux

Pour les zones 1 et 2, le recours à la VMC sera nécessaire uniquement dans les pièces polluantes (salle de bain et WC) n'étant pas en façade. Pour les zones 3 et 4, la mise en place d'une VMC dans la cuisine, les WC et la salle de bain, est obligatoire selon la RTAA DOM, afin d'évacuer l'humidité intérieure accumulée la nuit.

Cuisine

- La cuisine présente une baie ouvrant sur l'extérieur de surface d'ouverture libre minimale 1 m² dont au moins 0,2 m² est situé à une hauteur au moins égale à 2 mètres au-dessus du sol fini, ou :
- La cuisine présente une baie ouvrant sur l'extérieur et est équipée d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de :
 - 73 m³/h pour un logement de type 1 et 1 bis
 - 90 m³/h pour un logement de type 2
 - 105 m³/h pour un logement de type 3
 - 120 m³/h pour un logement de type 4
 - 135 m³/h pour un logement de type 5 et plus

Salle de bains

- La salle de bain présente une baie ouvrant sur l'extérieur de surface d'ouverture libre minimale 0,3 m², ou :
- La salle de bains est équipée d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de 60 m³/h.

Toilettes

- Les toilettes présentent une baie ouvrant sur l'extérieur de surface d'ouverture libre minimale 0,15 m², ou :
- Les toilettes sont équipées d'un système de ventilation mécanique assurant un débit d'extraction minimal de 30 m³/h.

Recommandations et mises en garde

- La VMC pour l'habitat individuel : Les fabricants proposent des kits complets (extracteurs, bouches, conduits, ...) pré dimensionnés en fonction des maisons.
- Les jalousies ne sont pas totalement étanches lors de fortes pluies. Les implanter avec des protections de type auvent ou varangue.
- Afin de permettre la ventilation à l'intérieur du logement lorsque les portes et les fenêtres sont fermées, il est conseillé de créer des impostes au-dessus des fenêtres et des portes intérieures.

- Des débits trop importants peuvent engendrer des problèmes acoustiques. Pour corriger ce phénomène deux solutions :
 - o Mettre en oeuvre une isolation acoustique et des pièges à son.
 - o Maintenir une vitesse maximale de 4 m3/h et augmenter la section des conduits.

Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

L'interaction se fait particulièrement avec :

- Gros oeuvre
- Menuisier
- Electricien
- Plombier

Un contrat de maintenance est fortement recommandé

Solutions techniques pour la condensation, phénomène fréquent à partir de 500 m d'altitude (Source PERENE 2004)

La condensation est un phénomène physique qui se produit lorsque de l'air chaud et humide rencontre un corps froid. La condensation est un problème récurrent à La Réunion qui est source de nombreuses dégradations à l'intérieur du bâtiment ou dans les toitures. **Celle-ci se produit essentiellement en hiver au delà de 500 m, soit entre la toiture tôle et le faux plafond, soit à l'intérieur du bâtiment.** La condensation se traduit par un pourrissement des faux plafonds (présence d'humidité) et par la présence de moisissure sur le faux plafond et sur les murs.

Condensation en toiture

- Problème : la condensation se produit souvent sur côté intérieur de la tôle (corps froid). L'eau ruisselle ensuite sur le faux plafond.
- Solution : isoler la toiture avec pose de l'isolant entre la panne et la tôle de manière à « couper » le pont thermique. Poser un isolant avec un pare vapeur. Le pare vapeur doit être positionné du côté le plus chaud et humide (le côté intérieur pour Z3 et Z4)

Condensation dans les pièces humides

- Problème : une autre cause est l'absence d'isolation thermique de toiture et des parois couplées à une absence de renouvellement d'air mécanique (l'humidité reste alors à l'intérieur du bâtiment)
- Solution : Isoler les parois et prévoir une ventilation mécanique contrôlée de manière à évacuer l'humidité, Prévoir des menuiseries à double vitrage possédant des entrées d'air autoréglages.

Matériaux durables

Un vrai casse tête et aussi des ressources locales importantes comme le basalte, la scorie, le bois de cryptomeria, le bambou...

Notre situation insulaire en zone intertropicale cyclonique, éloignée des grands sites de productions de matériaux, nous met à la merci des importateurs et de matériaux pas forcément adaptés à nos contraintes. Des surcoûts importants sont générés, de même qu'un bilan d'énergie grise très défavorable.

Aussi, depuis tout temps, La Réunion s'efforce de produire localement des alternatives à l'importation sur de nombreux produits, y compris dans les domaines du BTP et de l'équipement des constructions.

- Le **pierre de basalte** est une matière première locale disponible en très grande quantité, et utilisé depuis longtemps, dans les murets, les ouvrages d'art, les constructions, en murs, en remblai, ou en parement. Transformée, taillée, poncée, elle fait son apparition dans les aménagements d'intérieur.
- La **scorie** est aussi disponible pour de nombreux aménagements d'espace extérieur, sous réserve d'une gestion rationnelle de la ressource. Des recherches ont été menées pour une production de parpaings à base de scorie avec un comportement thermique et acoustique très intéressant.
- Le **bois** est un matériaux noble et utilisé depuis fort longtemps. Sa disponibilité locale émerge grâce à la sylviculture raisonnée de Tamarin et Cryptomeria. Le Tamarin est maintenant bien inscrit dans la filière d'ébénisterie. Le Cryptomeria a fait l'objet de quelques opérations de construction expérimental dans le passé. Une évaluation approfondie de ses potentiels d'application pour la construction est en cours.
- Le **bambou**, qui pousse aisément ici, a souvent été évoqué. Quelques bambouseraies existent, mais si les applications dans la construction, le second œuvre et la décoration sont nombreuses avec des produits importés à base de bambous, rares sont les produits mis en oeuvre utilisant du bambou pei. Ce potentiel est à explorer soigneusement.

Le guide ADEME Réunion, comparatif matériaux et solutions techniques pour les protections solaires des toitures, murs et ouvrants

Ce guide vous aidera à procéder à vos choix techniques. Son actualisation régulière est disponible sur le site <http://www.envirobat-reunion.com>

**GUIDE DES MATÉRIEAUX PERFORMANTS
POUR LA CONSTRUCTION À LA RÉUNION**



PRESENTATION

Ce guide a pour but principal de fournir aux professionnels du bâtiment, en particulier les prescripteurs et les entreprises, des informations objectives et concrètes sur des produits et systèmes présentant un intérêt sur le plan des économies d'énergie et/ou du confort thermique distribués voire fabriqués à la Réunion.

Vous y trouverez donc une liste des produits, composants et systèmes conseillés par l'ADEME à la Réunion car particulièrement performants pour :

- la protection solaire (au sens global de limitation des apports de toiture, de fenêtres et de murs)
- la maîtrise de l'air neuf (étanchéité)
- l'URE (utilisation rationnelle de l'énergie).

Ces matériaux sont classés selon 7 grandes catégories :

- 1 Protection solaire des toitures
- 2 Protection solaire des murs
- 3 Protection solaire des fenêtres
- 4 Étanchéité à l'air
- 5 VMC et brasseurs d'air
- 6 Climatisation
- 7 Gestion de l'énergie et des fluides

Chaque matériau dispose de sa propre fiche de renseignements à caractère technique et économique : caractéristiques physiques, dimensionnelles, classement, certification, aptitude à l'emploi et domaine d'utilisation, coût indicatif...

Les fiches fournissent également des informations sur l'intérêt de l'utilisation de ces matériaux (domaine d'application, adéquation avec le contexte local) et sur leur impact environnemental (économies d'énergie, réduction d'émissions de CO₂ ou gain en confort, compatibilité ECODOM).

Leur objectif est donc de diffuser la connaissance sur ces matériaux et de favoriser leur emploi dans un but environnemental et non commercial.



Toutes les remarques relatives au contenu de ce guide peuvent être adressées à l'ADEME :
Direction Régionale de La Réunion
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
 Parc 2000 - 3, avenue Théodore Drouhet
 BP 380 - 97 839 LE PORT CEDEX
 Tél : 02 62 71 11 30



Ce guide est représentatif de l'offre à la Réunion au moment de sa rédaction soit en mai 2009. Son actualisation régulière est donc une nécessité pour disposer d'informations fiables.
 Vous pourrez le consulter en ligne et télécharger les fiches régulièrement mises à jour sur le site du centre de ressources du CAUE : EnviroBat Réunion www.envirobat-reunion.com

PROTECTION SOLAIRE DES TOITURES	
1	Tôle en acier stratifié
2	Végétalisation extensive de toiture
3	Surtoiture ventilée
4	Panneau sandwich à âmes en mousse polyuréthane
5	Panneau de mousse polyuréthane
6	Polystyrène expansé pour toiture
7	Laine de verre
8	Laine de roche
9	Étanchéité réfléchissante
10	Toiture bois - bardeaux
11	Polyuréthane projeté
PROTECTION SOLAIRE DES MURS	
12	Coffrage en scorie volcanique
13	Panneau de mousse polyuréthane (en façade)
14	Protection solaire ventilée
PROTECTION SOLAIRE DES FENÊTRES	
15	Brise-soleil verticaux
16	Brise-soleil horizontaux
17	Vitrage réfléchissant
18	Double-vitrage à stores intégrés
19	Film solaire pour vitrages (film miroir sans tain)
20	Store intérieur
21	Store extérieur
ÉTANCHÉITÉ À L'AIR	
22	Menuiserie bois
23	Menuiserie aluminium à rupture de ponts thermiques
24	Menuiserie PVC
25	Jalousies (Nacos)
VMC ET BRASSEURS D'AIR	
26	Brasseur d'air
27	VMC simple flux (ventilation mécanique contrôlée)
28	VMC double flux (ventilation mécanique contrôlée)
29	Extraction naturelle d'air en toiture / ventilation naturelle assistée
CLIMATISATION	
30	Climatisation split classe A
31	Evaporative cooling (système de rafraîchissement évaporatif)
32	Rafraîchissement solaire
GESTION DE L'ÉNERGIE ET DES FLUIDES	
33	Contact de feuillure
34	Détecteur de présence
35	Système de gestion technique centralisée
36	Horloge
37	Optimiseur de puissance, délesteur
38	Hygrostat
39	Détecteur de lumière du jour ou interrupteur crépusculaire

La construction en bois de sylviculture, une solution viable, une opportunité pour la filière Cryptomeria à La Réunion

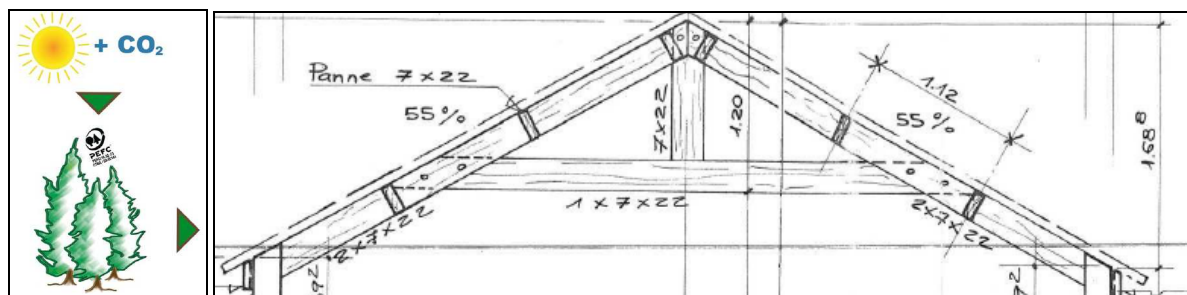


Figure 43 : CO₂ et construction en bois de sylviculture

La majeure partie du bois de construction importé à La Réunion provient de forêts européennes certifiées FSC ou PEFC. Ainsi, construire une maison en bois à la Réunion peut-elle tendre vers une démarche écologique. Encore plus dans le cas d'une valorisation de la filière Cryptomeria de l'île de La Réunion.

- Le bois est une ressource inépuisable si on gère la forêt (le label PEFC vous garantit que ces bois viennent de forêts en croissance).
- Le bois nécessite peu d'énergie pour sa production et permet de lutter efficacement contre les émissions de CO₂ en l'absorbant.
- Il a des capacités d'isolation thermique bien supérieures aux autres matériaux (fer, béton,...) et ne stocke pas la chaleur.
- Avec les nouveaux traitements sans produits nocifs, il est très durable (certains fournisseurs offrent une garantie de 30 ans).
- Contrairement aux idées reçues il est souvent économique à mettre en œuvre (pannes sur pignon, revêtement de façade,...), et nécessite peu d'entretien tout en bénéficiant d'une bonne image auprès des clients.
- Les structures en bois plutôt qu'en métal minimisent les ponts thermiques et les problèmes de condensation associés, présentent une résistance accrue aux cyclones. Leur tenue au feu est très supérieure à celle des charpentes métalliques non floquées couramment utilisées à La Réunion pour la maison individuelle. Elles propagent moins les bruits de choc. Elles sont d'une esthétique séduisante et peuvent être aisément mises en valeur.

FSC a été créé en 1993 par WWF, Greenpeace et Friends of the Earth. L'objectif visé par ce système était d'utiliser les mécanismes du marché afin de promouvoir la gestion durable des forêts tropicales. D'où la création du concept de « bois certifié » qui apporte au consommateur des garanties sur la gestion des forêts et sur la traçabilité des différents produits à base de bois PEFC. Le système PEFC constitue un cadre de reconnaissance mutuelle de systèmes de certification nationaux. L'évaluation de la gestion durable des forêts se fait au niveau régional et non pas au niveau de la propriété individuelle comme dans le système FSC.

La certification à La Réunion pour le bâtiment, ACERBAT et GEOCERT

ACERBAT, Association pour la certification des entreprises réunionnaises du Bâtiment a été créée en 2009. Les membres fondateurs d'ACERBAT sont l'ADIR, la Chambre des Métiers et de l'Artisanat et la CER BTP.

Les objectifs recherchés : « la création d'un service local dédié à la certification et à la normalisation de produits et services et à la construction adaptée en milieu tropical, destiné à héberger les secrétariats techniques, à développer des marques, à les prescrire (aux maîtres d'ouvrage et aux assureurs) et à vendre des prestations d'audit aux entreprises de l'industrie du BTP pour améliorer leur compétitivité ». Tous les champs de l'acte de construire sont visés :

Les produits et matériaux de construction

- Suivre et développer la marque Géocert® (cahiers des charges, intégration de critères environnementaux, exportation, passage en certification)
- Développer l'offre des supports techniques
- Elaborer une matériauthèque (caractéristiques environnementales, recyclabilité) à partir des travaux existants

Les compétences et les services

- Optimiser le dispositif de qualification (entreprises, maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage) en articulant les dispositifs existant (GEOCERT, QUALIBAT, QUALISOL, Artisans QUALITE) et à venir (QUALITEL, etc...)
- Suivre et réduire la sinistralité de la construction (relais Sycodès de l'Agence Qualité Construction).

La conception des ouvrages

- Adapter les normes fonctionnelles et de mise en œuvre à l'environnement tropical (DTU, avis techniques, Eurocodes) par la fourniture de contributions techniques aux organismes de référence (AFNOR, CSTB, FCBA)
- Accompagner l'application et la révision du cadre législatif adapté à la conception et la construction durable (ECODOM, PERENE Réunion, RTAA Dom, démarches HQE et HPE, classement de La Réunion en zone sismique) ;
- Suivre le développement de PERENE Réunion, qui prévoit les règles de conception thermique et acoustique des bâtiments pour améliorer leurs performances énergétiques.



une marque de qualité pour des produits adaptés à notre environnement climatique

Initiée par les industriels de l'ADIR avec l'appui financier du FEDER, de la Région et du Département, **Géocert®**, joue aujourd'hui un rôle structurant et fédérateur pour la filière de production locale des matériaux et composants du BTP. Elle repose sur les normes et DTU en vigueur dont le respect est vérifié mais surtout sur des critères qualitatifs d'adaptabilité des produits aux exigences de l'environnement tropical : étanchéité, résistance aux UV, résistance cyclonique et protection contre les termites sont les quatre axes de différenciation positive des produits « Géocertisés ».

Des cahiers des charges pointus, validés par des experts dans une commission indépendante, ont été rédigés : tôles de couverture, protection des métaux, ciments, charpentes, menuiseries, chauffe-eau solaires. Une liste non limitative, susceptible de s'allonger : blocs béton, treillis soudé, peinture...

Géocert®, est construite comme une certification dont elle a adopté la méthodologie et l'organisation :

- Un Comité d'attribution organe de gestion de la marque
- Une Commission technique composée de professionnels et d'experts
- Des auditeurs indépendants
- Un auditeur du système : CTBA, organisme certificateur agréé.

Les entreprises dont tout ou partie de leur gamme de produits sont aujourd'hui détenteurs de **Géocert®** : GALVANISATION REUNION, HOLCIM, LAFARGE, COFER, GIORDANO, METACOLOR, SORETOLE et enfin PROFILAGE DE LA REUNION. Des menuisiers sont en train de déposer leur dossier.

Le BTP est un secteur important, où les investissements individuels et collectifs sont lourds. C'est pourquoi nos producteurs se doivent de proposer des produits toujours plus adaptés à leur environnement : tenue dans le temps, maîtrise de l'énergie et gestion des déchets.

UN GAGE DE QUALITÉ POUR TOUS



Matériaux et Santé

Les Composés Organiques Volatils (COV)

« Alors que la pollution de l'air extérieur est médiatisée et contrôlée depuis plus de cinquante ans, aucune exigence réglementaire ne garantit un air respirable dans les bâtiments.

Or, la concentration des polluants y est plus élevée qu'à l'extérieur et le temps passé y est en moyenne neuf fois supérieur. Un air intérieur sain exige, entre autres, la diminution des sources de polluant. Les produits de construction et de décoration peuvent être l'un des facteurs de dégradation de la qualité de l'air respiré par les occupants en raison de l'émission de composés organiques volatils (COV), en particulier, de formaldéhyde.

Les COV sont composés de plusieurs atomes organiques, dont le carbone. Ils sont volatils, car ils deviennent gazeux avec les variations de température.» - Source EnviroBAT Réunion

Une sensibilisation indispensable des acteurs du BTP et des habitants

« Il est important pour l'ensemble des professionnels d'être sensibilisés au comportement des matériaux de fabrication au contact de la chaleur et de l'humidité, particulièrement à La Réunion. En effet, le développement des micro-organismes y est significatif. C'est le cas pour les moisissures qui sont des allergènes et des substances irritantes. Certaines d'entre elles possèdent même des toxines. Ce sont les COV qui posent particulièrement problème en ce qui concerne la qualité de l'air intérieur. Le marquage CE ne donne actuellement aucune information sanitaire à l'exception des produits dérivés du bois. L'ensemble des produits de construction devrait pourtant être concerné, plus spécifiquement ceux qui sont au contact de l'air intérieur : revêtements de sol, de mur et de plafond, par exemple.» - Source EnviroBAT Réunion

Les peintures, de la pétrochimie à la chimie verte

La peinture avec résine et solvants

Une peinture classique est composée de résines, de solvants, de pigments, de charges et d'additifs, la plupart issu de la pétrochimie. La toxicité spécifique des peintures en phase solvant est surtout liée à la présence de fortes quantités de solvants organiques, responsables essentiellement d'une neurotoxicité centrale et périphérique, de dermatoses et de toxicité hépatorenale. En outre, en raison de leur inflammabilité et de leur explosivité, des mesures de prévention et de protection s'imposent lors de leur stockage et de leur utilisation. Enfin, pour l'environnement leur écotoxicité implique un traitement spécifique des résidus et déchets et sont classé Déchet industriel Spécial (DIS).

Dans les peintures en phase aqueuse, l'eau remplace les solvants organiques.

Cependant, il persiste une certaine quantité de solvants organiques, en général des alcools et des dérivés des éthers de glycol. Leur neurotoxicité est moindre, les peintures aqueuses sont plus souvent à l'origine d'irritations ou de sensibilisation cutanéomuqueuse. Cependant, c'est la présence d'éthers de glycol qui constitue le risque principal de ces peintures, en raison de leur hématotoxicité à long terme, et de leur toxicité pour la reproduction.

La peinture à l'eau, une peinture sans odeur mais pas sans danger

Utilisés comme solvants dans l'industrie chimique, les éthers de glycol dérivés du butylglycol sont omniprésents dans les formulations de peintures à l'eau. Les dérivés du butylglycol, comme d'autres éthers de glycol déjà interdits, sont en débat dans les cercles de la santé publique en France. Leur toxicité est reconnue dans les milieux professionnels.

Comment limiter les dangers de la peinture pour la santé ?

- Le risque d'incendie et d'explosion est également mieux maîtrisé grâce à l'emploi de peintures non inflammables.
- La substitution de solvants organiques par l'eau et d'autres solvants moins volatils permet de diminuer, voire de supprimer l'émission de vapeurs.
- Utiliser des masques pour la peinture filtrant les gaz et les aérosols
- Utiliser des vêtements et de gants adaptés, afin d'éviter tout contact direct avec les peintures.
- Pour les éthers de glycol, l'absorption se fait essentiellement par voie cutanée.
- Il ne faut pas boire, manger ou fumer sur les lieux où sont préparées et appliquées les peintures, et où sont nettoyés les instruments et le matériel.

Une solution innovante et répandue en Europe, qui émerge à La Réunion : les peintures biologiques sans composant pétrochimique

Le marché européen propose tout une gamme de peintures composées de matières premières 100% naturelles : huile végétale, caséine, cellulose, eau, charges minérales, adjuvants et additifs issus de produits naturels tels que huiles végétales modifiées (agent anti-bulle), agent naturel à base de sodium (bactéricide), agent naturel à base d'acide acétique (anti oxydant). Ces peintures ne contiennent aucun dérivé de produit pétrolier, aucun solvant ou co-solvant, donc pas de C.O.V., aucun siccatif nocif issu de métaux lourds. Elles sont aux normes NF, Europe, Jouets et sont certifiés 100% écologiques par ECOCERT

Une solution disponible à l'île de La Réunion, les peintures « HQE » contenant un faible taux de COV

Certaines peintures conformes aux futures normes européennes environnementales, le label NF Environnement, ne dissocient plus la notion de qualité des produits de celle du respect de la santé et de l'écosystème.

Plus performantes mais aussi plus respectueuses de l'homme au travail et de son cadre de vie :

- émissions de solvants très largement minimisées,
- matières premières les plus « neutres » possibles,
- résines de bases les plus écologiques y compris dans leurs productions,

- exclusion des dérivés benzéniques et du plomb.

Un matériaux d'isolation durable disponible à La Réunion, l'exemple de la ouate de cellulose

Divers matériaux d'isolation sont dorénavant proposé sur le marché européen, notamment à base de fibres végétales avec des performances souvent remarquables. Des entreprises compétentes assurent leur mise en oeuvre

- Le chanvre en rouleaux ou en panneaux, en granulats
- Le lin en panneaux
- La laine de mouton en rouleaux
- Le liège
- La laine de bois ou la fibre de bois
- La ouate de cellulose vrac ou en panneau
- Le feutre...

Les matériaux d'isolation écologiques sont issus de végétaux dont la production n'entraîne pas de pollution pour l'environnement. Ils sont élaborés selon des procédés nécessitant de faibles dépenses d'énergie, reçoivent des ajouts minéraux non toxiques tels que sel de bore et silicates destinés à les protéger des insectes, champignons, rongeurs et risques du feu.

Sur l'île de La Réunion, trouver à la fois matériaux et entreprises pour mettre en oeuvre aux règles de l'art avec certification à l'appui reste difficile. Il est possible aujourd'hui de faire un choix écologique et économique, l'isolation par ouate de cellulose est un produit d'isolation totale, thermique et acoustique. D'origine biologique, classée M1 anti-feu, elle est réalisée à partir de papier de journaux recyclés. Mise en oeuvre depuis longue date en métropole, elle bénéficie de la certification CSTB. La durée de vie de la ouate de cellulose est incomparable. Son efficacité générale est avérée.

Le traitement anti-termite de votre parcelle

But Recherché : lutter contre le fléau et préserver les constructions

Préconisations

Connaître les termites et leurs habitudes

Seuls représentants de l'Ordre des Isoptères, les termites comptent environ 2600 espèces dans le monde (11 espèces à La Réunion). Ce sont des insectes sociaux qui vivent au sein de colonies hiérarchisées et organisées en castes.

Les termites sont des insectes xylophages : ils se nourrissent principalement de bois que les ouvriers dégradent avec leurs pièces buccales broyeuses. Ils sont indispensables au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers puisqu'ils dégradent le bois mort et permettent une aération du sol.

Cependant, en milieu urbanisé, ils occasionnent des dégâts importants aux habitations lorsqu'ils se nourrissent des matériaux de la construction contenant de la cellulose : bois, contre plaqués, etc. De plus ceux-ci sont capables de traverser des matériaux divers pour atteindre des sources de cellulose : polystyrène, câbles électriques, plaques de plâtre...

Deux types d'espèces nuisible: les termites « de bois sec » et les termites « souterrains »

Les **termites de bois sec** sont majoritairement représentés par le genre *Cryptotermes* à La Réunion. Il s'agit de termites qui forment des petites colonies (quelques centaines d'individus) directement dans le bois. Ils vivent à l'abri de la lumière et n'ont pas besoin d'eau pour se développer. Ils sont facilement reconnaissables par leurs déjections - petites billes de bois - qu'ils rejettent de leurs colonies (Photo 6).

Les **termites souterrains** vivent dans le sol et remontent dans le bois qu'ils dégradent pour se nourrir. Ils appartiennent à la famille des *Rhinotermitidae*. On distingue deux espèces de termites souterrains à La Réunion : *Coptotermes gestroi* (Photo 7) et *Prorhinotermes canalifrons*.

Les termites souterrains forment des colonies qui peuvent atteindre plusieurs millions d'individus. Ceux-ci construisent des termitières et des tunnels (Photo 8) dans lesquels ils se déplacent à l'abri de la lumière et des courants d'air. Ceux-ci ont besoin d'eau et de chaleur pour se développer.

Appliquer les traitements dans les règles de l'art en faisant appel à des professionnels

Traitements préventifs

Lors de la construction et de la rénovation	Mise en place d'une barrière physique ou physico-chimique entre le sol et le bâti : Obligatoire
	Utilisation de bois de structure dont la durabilité naturelle ou conférée est d'au moins 10 ans Obligatoire
Après la construction	Traitement des bois et matériaux pouvant être consommés (ex. laine de bois) ou traversés (ex. polystyrènes) par les termites
	Injections d'insecticides spécifiques au niveau des menuiseries, maçonneries et du sol et pulvérisations de surface

Traitements curatifs	
Contre les termites de bois sec	Injections d'insecticides spécifiques dans les bois de structure et menuiseries et pulvérisations de surface
Contre les termites souterrains	Injections d'insecticides spécifiques dans les sols intérieurs et extérieurs, les murs et cloisons, bois de structure et les menuiseries
	Mise en place de pièges-appâts.
	Cette Technique est à privilégier car permet une élimination totale de la colonie de termites et assure une surveillance du bâtiment.

Recommandation et mise en garde

- Mettre en place des accès au vide sanitaire et aux combles pour faciliter les inspections
- A l'issue de la construction, veillez à ce que tous les bois de coffrage soient retirés du site
- Faire disparaître les causes d'humidité dans le bâtiment : vérifier les canalisations, ne pas poser un revêtement imperméable sur du parquet, bien aérer les caves
- A l'extérieur du bâtiment : mettre en place des gouttières, éviter les retenues d'eau stagnante, éviter de planter des arbres et arbustes près des murs, ne pas stocker de bois à proximité immédiate de l'habitation...
- surveiller régulièrement le bâtiment, mettre en place un système de pièges de détection sur le pourtour du bâti afin d'observer les infestations au plus tôt...
- Pour plus d'information, n'hésitez pas à contacter le CIRBAT : cirbat@cm-reunion.fr

Extrait des obligations réglementaires

- Les bâtiments neufs doivent être conçus et construits de façon à résister à l'action des termites et autres xylophages. Ainsi, la résistance des bois et matériaux dérivés participant à la structure du bâti vis-à-vis de l'action des termites est assurée, dans les DOM, par une sélection de bois et matériaux dérivés dont la durabilité est d'au moins 10 ans.
- Les bâtiments neufs doivent être protégés contre l'action des termites. A cet effet doit être mis en œuvre une barrière physique ou physico-chimique entre le sol et le bâtiment afin d'empêcher la pénétration par les termites souterrains.

MAISON SOLAIRE
PROJET DE GUIDE DE PROGRAMMATION TECHNIQUE
Développement Durable DD/Changement Climatique CC
Habitat et transport individuels propres

Partie 4 – PACK EAU et PACK DECHET

EDITION 2010

**Référentiel CASADD/CC2010,
Energie Positive, PERENE,
compatible RTAA DOM**

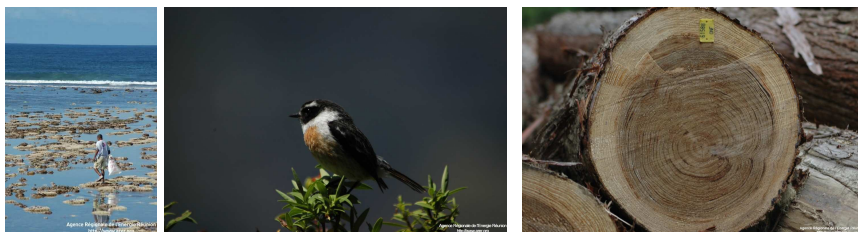
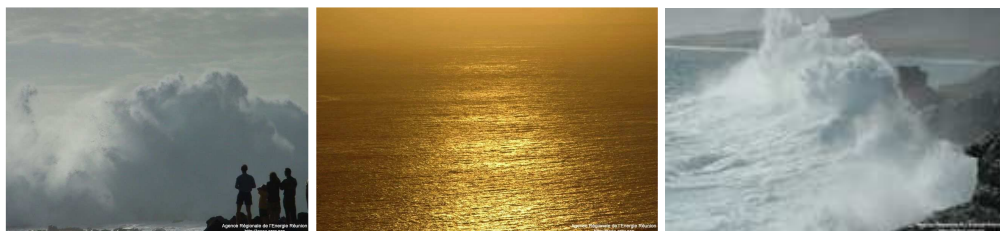
Sommaire/table des matières - Partie 4

Sommaire/table des matières - Partie 4	2
Ressources photos pour la présente partie	4
PACK GESTION RATIONELLE DE L'EAU	6
<i>Les systèmes d'économie d'eau</i>	6
But recherché : alléger nos factures d'eau de 30 à 50% et économisez la ressource en eau	6
Préconisations :	6
Pour les toilettes	6
Pour les lavabos et les douches	6
Pour le jardin et le nettoyage des véhicules et sols d'extérieurs.....	7
Des éco gestes au quotidien	7
L'état de la ressource en eau et des usages à La Réunion - synthèse annuelle de l'office de l'eau Réunion	7
<i>Les systèmes de récupération et de distribution de l'eau de pluie</i>	8
But recherché : économisez la ressource, réduire votre facture d'eau, de l'eau de pluie pour les usages non potables	8
Préconisations	9
Les usages de l'eau de pluie à privilégier	9
Composition de l'installation de récupération d'eau pluviale	9
Comment calculer le volume de la cuve ?.....	9
Potentiel annuel de récupération d'eau de pluie	9
Besoin annuel d'eau de pluie [B] :	10
Capacité de la cuve [C] :	10
Les dimensions des cuves.....	10
Conditions de stockage	10
Les attentes à prévoir	10
Reporter vous utilement au guide technique détaillé réalisé par l'Office de l'eau Réunion	10
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance	11
PACK REDUCTION ET TRI A LA SOURCE DES DECHETS.....	12
<i>Mobiliser la Responsabilité Elargie du Producteur (REP)</i>	12
Producteurs, distributeurs, consommateurs.....	12
Produits et filières à La Réunion	12
<i>La gestion des déchets chantier.....</i>	12
Réduction et tri à la source	12
Préconisations	12
Se munir du « Mémento pour la gestion des Déchets BTP »	12
Un guide très utile pour réussir à contractualiser avec votre constructeur	13
Préparer la bonne gestion des déchets c'est établir un plan d'organisation du chantier de votre parcelle intégrant les process de gestion des déchets:	13
Exemple d'organisation à minima pour le tri sur chantier	13
<i>La gestion des déchets ménagers.....</i>	15
Réduction et tri à la source	15
Préconisations	15
Comprendre les déchets produits à la maison et leurs destinations possibles	15
Les « 4 R » comme Réduire, Réparer, Réutiliser, Recycler	15
Pour assurer un tri aisé et facile de nos déchets à la maison, prévoir les espaces et les itinéraires	16
Le compostage sur la parcelle, moins de déchets collectés, du bon engrais en retour pour votre jardin	16
Annuaire des acteurs.....	17
Lexique illustré.....	18
Références utiles	20
Remerciements	Erreur ! Signet non défini.
4 ième de couverture – Maison Solaire : de la CASA DD à la CASADD/CC.....	21

Ressources photos pour la présente partie

Figure 1 : répartition des usages de l'eau pour une foyer métropolitain - Ministère de l'écologie – Cemagref 2002	6
Figure 2 : guide ADEME.....	7
Figure 3: prélèvement sur la ressource en eau à La Réunion - synthèse annuelle de l'office de l'eau Réunion	8
Figure 4: guide de l'Office de l'Eau de La Réunion.....	8
Figure 5: synoptique des usages de l'eau de pluie stockée (Source office de l'eau Réunion)	9
Figure 6 : composition d'une installation de récupération d'eau pluvial source - Office de l'eau Réunion.....	9
Figure 7: guide technique "La Récupération d'eau de pluie" par l'Office de l'Eau de La Réunion.....	10
Figure 8 : «Mémento pour la gestion des déchets du BTP, à l'usage des artisans et entreprises de La Réunion CERBTP, édition 2008 téléchargeable sur http://www.btp-reunion.net »	13
Figure 9 : synoptique déchets ménagers.....	15

Ressources photos pour la présente partie



PACK GESTION RATIONNELLE DE L'EAU

Les systèmes d'économie d'eau

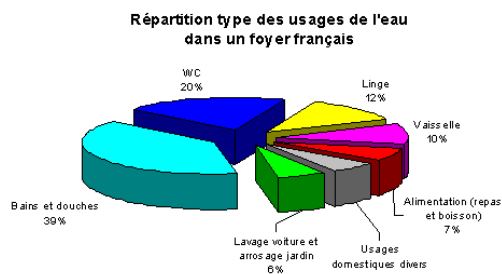


Figure 1 : répartition des usages de l'eau pour une foyer métropolitain - Ministère de l'écologie – Cemagref 2002

But recherché : alléger nos factures d'eau de 30 à 50% et économisez la ressource en eau

Depuis quelques années, non seulement **nos consommations d'eau augmentent et aussi leur coût**. Le coût de l'eau est très inégal selon les communes. Le budget annuel d'un foyer de quatre personnes est compris entre 380€ et 538€ par an.

Économiser l'eau permet aussi de **ménager les nappes phréatiques** qui alimentent nos réseaux, tout en faisant des économies significatives. À terme, cela **limite les volumes d'eaux sales à traiter**, des stations d'épurations (boues) dont l'élimination est problématique, et donc les investissements à réaliser par la collectivité.

Un réducteur de pression entre le compteur d'eau et les équipements sanitaires augmente la durée de vie de ces équipements. Pour réaliser des économies d'eau, demandez à votre fournisseur des équipements économes.

Exemple de dépenses en eau dans nos gestes du quotidien :

- 190 litres pour laver la VOITURE
- 120 litres pour un programme de LAVE-LINGE
- 17 litres/m² pour arroser le JARDIN
- 11 litres pour une manœuvre de CHASSE D'EAU tirée

Préconisations :

Pour les toilettes

- chasse d'eau à double commande,
- alimentation de la chasse par réseau séparé utilisant l'eau de pluie,
- option écologique fonctionnelle : les toilettes sèches,
- mettre une bouteille plastique vide et bouchée dans le compartiment eau pour réduire le volume.

Pour les lavabos et les douches

- mitigeur avec butée « limiteuse » de débit. Ce type d'appareil permet de régler le débit en fonction du souhait de l'utilisateur : position « économie » soit sur « confort ». 10% à 20 % d'économie,
- mousseur économiseur. Il s'installe sur les robinets, pour diminuer le débit tout en conservant la sensation de confort. La quantité d'eau est réduite mais compensée par de l'air. 30 à 40 % d'économie,
- robinet thermostatique. Avec un robinet de douche classique, une grande quantité d'eau est perdue lorsque l'on ajuste la température. Avec un robinet thermostatique, on règle d'un côté la température directement grâce à la graduation inscrite,
- pomme de douche économique, qui s'installe sur une pomme de douche à la base du flexible et permet de réduire le débit d'eau de moitié tout en gardant la même pression de jet. 50% d'économie !
- choisir des appareils ménagers économes en eau pour le lave-linge et le lave-vaisselle : se référer à l'étiquette énergie de l'appareil.

Pour le jardin et le nettoyage des véhicules et sols d'extérieurs

- Utiliser de l'eau de pluie récupérée et stockée.

Des éco gestes au quotidien

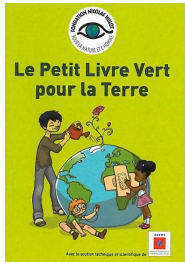


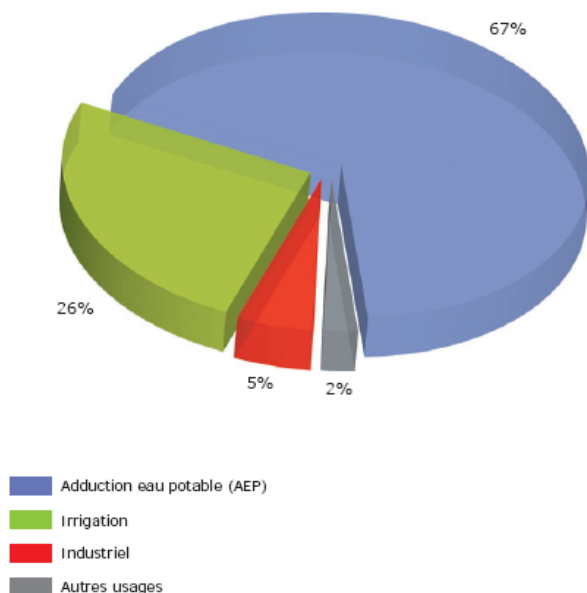
Figure 2 : guide ADEME

- Préférer la douche (30 à 80 litres) au bain (150 à 200 litres)
- Economiser 10 litres d'eau pendant le brossage des dents, 30 litres d'eau pendant le rasage en évitant que l'eau ne coule pour rien.
- Le lave-vaisselle nettoie une vaisselle de plusieurs repas avec 15 litres d'eau contre 2 à 3 fois plus lorsqu'elle est faite à la main
- Lutter contre les fuites en assurant un entretien régulier des appareils (Vérifier régulièrement le compteur d'eau quand toutes les consommations d'eau sont coupées pour voir s'il tourne).

L'état de la ressource en eau et des usages à La Réunion - synthèse annuelle de l'office de l'eau Réunion

La synthèse annuelle de l'Office de l'eau Réunion est un outil de communication à destination du grand public en vue d'apporter une vision claire de l'état de la ressource aquatique. Diffusée sous format papier de 1983 à 1996, sur CD-Rom entre 1997 et 2006, puis en format papier par la suite, ce document intègre toutes les données produites par l'Office de l'eau Réunion au cours de l'année écoulée.

V. Les prélèvements sur la ressource en eau



Les volumes prélevés en 2009* sur les milieux aquatiques connaissent une baisse de 1,2% par rapport à 2008. Hors hydroélectricité, plus de 216,5 millions de m³ d'eau sont ainsi prélevés et se répartissent à hauteur de :

- 144 millions de m³ pour l'alimentation en eau domestique,
- 55,6 millions de m³ consacrés à l'irrigation agricole,
- 11,6 millions de m³ pour l'usage industriel,
- 5,3 millions de m³ pour les autres usages.

Les variations annuelles sont très différenciées selon les usages.

Les prélèvements destinés à l'eau potable connaissent une stabilisation, tandis que ceux pour l'usage irrigation diminuent de 7,1% (il y avait déjà une baisse de 17,6% des volumes prélevés en 2008 par rapport à 2007).

Les prélèvements déclarés à usage industriel augmentent de 4,3% par rapport à 2008. L'abaissement du seuil de perception de la redevance (10.000 m³/an) et la détection de nouveaux redevables sont les principaux facteurs d'évolution.

Les prélèvements destinés aux autres usages augmentent de 25,8%, croissance essentiellement due à l'augmentation des prélèvements ayant servi à la réalimentation de milieux naturels.

Usage	2008	2009	Variation 2009/2008
Eau Potable (AEP)	143 892 482	144 023 383	0,1%
Irrigation	59 833 436	55 595 161	-7,1%
Industriel	11 137 141	11 617 285	4,3%
Autres usages	4 191 479	5 271 391	25,8%
Total	219 054 538	216 507 200	-1,2%

Figure 3: prélèvement sur la ressource en eau à La Réunion - synthèse annuelle de l'office de l'eau Réunion

Les systèmes de récupération et de distribution de l'eau de pluie

But recherché : économisez la ressource, réduire votre facture d'eau, de l'eau de pluie pour les usages non potables



Figure 4: guide de l'Office de l'Eau de La Réunion

L'eau de pluie est bonne à minima pour l'arrosage du jardin et le lavage des voitures.

- L'eau de pluie permet d'économiser l'eau potable, donc de préserver les ressources en eau des rivières et des nappes phréatiques, d'utiliser moins d'énergie et de produits pour rendre l'eau potable.
- L'eau de pluie récupérée ne ruisselle pas, l'érosion des sols et l'inondation sont donc évitées.
- L'eau de pluie est gratuite et elle est livrée à domicile. La facture d'eau est diminuée.

Préconisations

Les usages de l'eau de pluie à privilégier

Arrosage des espaces verts, le lavage des sols et véhicule. Pour ces usages, utiliser l'eau de pluie, un traitement minimum (sous forme d'une filtration mécanique par exemple) peut être nécessaire en fonction de la qualité de l'eau de pluie et en fonction de l'usage à laquelle on la destine.

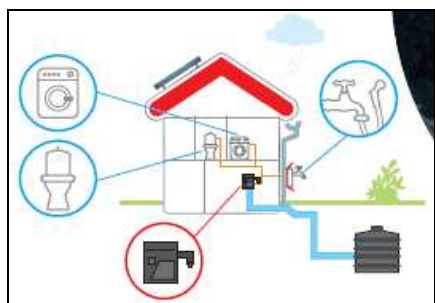


Figure 5: synoptique des usages de l'eau de pluie stockée (Source office de l'eau Réunion)

- L'alimentation des WC par les eaux pluviales L'alimentation des WC à partir d'eau pluviale impose la réalisation d'un réseau d'alimentation en eau qui doit être distinct de celui amenant l'eau potable. Il faut impérativement empêcher les retours d'eaux pluviales dans le réseau d'eau potable par l'installation par exemple d'un clapet anti-retour d'eau.
- L'alimentation des machines à laver (linge, vaisselle) par les eaux pluviales
- Le circuit d'eau de pluie alimente l'arrivée d'eau pour les machines à laver.
- Comme l'eau de pluie n'est pas calcaire, elle évitera en plus l'entartrage et vous permet d'économiser de la lessive. Mais attention : l'eau de pluie reste impropre à la consommation.

Composition de l'installation de récupération d'eau pluviale

1. une crapaudine (dispositif installé en amont de chaque descente de gouttière destiné à empêcher la pénétration d'objets et l'obstruction de la descente)
2. un système de dérivation sur descente de gouttière ou regard de dérivation
- 2 bis** : un regard rassemblant l'intégralité des eaux récupérées.
3. un dispositif de filtration des eaux de pluie par dégrillage
4. un dispositif de stockage constitué d'une ou plusieurs cuves reliées entre elles. Ce dispositif, enterré ou non, doit être étanche, résistant à des variations de remplissage, non translucide, fermé par un couvercle solide et sécurisé, comportant un dispositif d'aération muni d'une grille anti-moustiques, équipée d'une arrivée d'eau noyée et d'un système de trop plein muni d'un clapet anti-retour (sauf dans le cas où le trop plein s'effectue par l'arrivée d'eau), vidangeable, nettoyable intégralement par un accès manuel en tout point de paroi
5. des conduites de liaison
6. un robinet de soutirage verrouillable (qui ne peut être ouvert qu'à l'aide d'un outil spécifique)
7. une plaque de signalisation apparente et scellée installée au-dessus du robinet de soutirage portant de manière visible la mention « eau non potable » et un pictogramme caractéristique d'une eau impropre à la consommation.

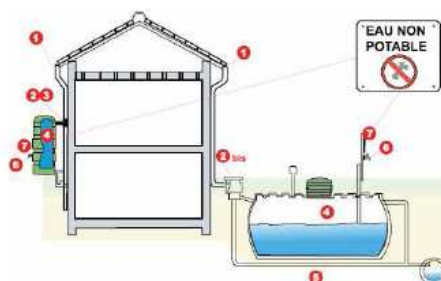


Figure 6 : composition d'une installation de récupération d'eau pluviale source - Office de l'eau Réunion

Comment calculer le volume de la cuve ?

Il y a 3 paramètres de calcul à prendre en compte :

- Précipitations locales en l/m²/an
- Surface de récupération d'eau de pluie
- Consommation d'eau de pluie (estimation moyenne 75l/personne/jour)

Potentiel annuel de récupération d'eau de pluie

Précipitation locales : Q

En l/m²/an avec $300 < Q < 1800$, cela dépend de la zone

Surface de la toiture sur laquelle va s'effectuer la récupération en m² : S

coefficient de perte Cp : 0,8 pour la tôle ondulée. 0,6 pour une toiture terrasse.

Le volume récupérable par an est : $V = Q \times S \times C_p$

Besoin annuel d'eau de pluie [B] :

WC: 8000 l/ personne/an x nombre de personnes
Machine à laver : 3700 l/ personne/an x nombre de personnes
Nettoyage (terrasse/véhicule) : 800 l /an x nombre de personnes
Arrosage jardin/potager : 60 l/ m² x surface du jardin/partagé

Capacité de la cuve [C] :

La capacité de la cuve est fonction du volume d'eau de pluie récupérable par an, des besoins annuels en eau de pluie par an et du choix du nombre de jour de réserve (en général 21 jours).

$$C = [(V+B) / 2] \times 21 / 365$$

Les dimensions des cuves

Pour réserver l'emplacement nécessaire à la cuve :

- 2000 litres (L x l x h) : 215 cm x 125 cm x 160 cm
- 3000 litres (L x l x h) : 245 cm x 145 cm x 180 cm
- 4000 litres (L x l x h) : 245 cm x 170 cm x 200 cm
- 5000 litres (L x l x h) : 245 cm x 190 cm x 220 cm
- 7500 litres (L x l x h) : 280 cm x 220 cm x 250 cm

Dans les zones à forte pluviométrie, la cuve est alimentée très régulièrement, il n'est donc pas nécessaire de disposer d'une grande capacité de stockage, le trop plein évacuera l'excédent si nécessaire. Dans les zones à faible pluviométrie, vous pouvez surdimensionner le stockage. Les événements de pluie sont plus rares en zone Ouest, mais les intensités restent souvent fortes, donc vous pourrez capter beaucoup d'eau en peu de temps.

Conditions de stockage

Il faut veiller à ce que les conditions de stockage de cette eau n'en dégradent pas la qualité, (éviter la prolifération bactérienne ou le développement d'algues, de mousses ou champignons). Cette qualité est assurée par la filtration en amont de la cuve.

On limite la formation d'algues vertes en enterrant la cuve, stabiliser ainsi la température de stockage et la garder l'eau à l'abri de l'air et de la lumière. Prévoir un entretien régulier des filtres et de la cuve..

Les attentes à prévoir

- attente électrique: au niveau du tableau électrique prévoir un disjoncteur dédié au circulateur avec un câble sous fourreau reliant le tableau électrique à l'emplacement du circulateur,
- attente plomberie: réalisation d'un circuit de distribution pour les points de puisage extérieurs (arrosage, lavage...) l'alimentation des machines à laver (linge et vaisselle) les WC. Ce circuit est interconnecté au réseau d'eau potable avec une vanne d'arrêt permettant d'isoler l'un au l'autre des réseaux,
- sur les terrains en pentes, intégrer votre stockage sous la construction, prévoir accès et possibilité de changement de la cuve. Sinon prévoir emplacement enfoui sur site, hors circulation véhicule, sur les plans et attentes plomberie et électricité à proximité.

Reporter vous utilement au guide technique détaillé réalisé par l'Office de l'eau Réunion



Figure 7: guide technique "La Récupération d'eau de pluie" par l'Office de l'Eau de La Réunion

Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

L'interaction se fait particulièrement avec :

- Gros oeuvre.
- Plomberie.
- Charpente et couverture.
- Electricité.
- De façon générale : l'ensemble des corps de métiers.

L'installation distribuant de l'eau de pluie à l'intérieur d'un bâtiment est soumis à des obligations d'entretien :

- L'ensemble des équipements doit être entretenu régulièrement.
- Tous les semestres : vérifier la propreté du système (la toiture, les gouttières, de la cuve), la présence de la signalétique, le bon fonctionnement des systèmes de déconnexion,
- Annuellement : procéder au nettoyage des filtres, à la vidange, au nettoyage et à la désinfection de la cuve de stockage, manoeuvrer les vannes et robinets de soutirage.

Un crédit d'impôt de 25% du montant des équipements de récupération et traitement des eaux pluviales pour une habitation principale existe en 2010.

PACK REDUCTION ET TRI A LA SOURCE DES DECHETS

Mobiliser la Responsabilité Elargie du Producteur (REP)

Producteurs, distributeurs, consommateurs

Une notion importante qui intéresse la gestion des déchets pour les ménages et les professionnels du BTP : la responsabilité élargie du producteur.

- les **producteurs** ont dorénavant l'obligation de pourvoir à la collecte et au traitement des produits qu'ils mettent sur le marché, une fois ceux-ci usagés (en fin de vie),
- les **distributeurs** ont l'obligation de reprendre gratuitement le produit usagé selon le principe de « un pour un », à savoir un produit acheté, un produit usagé repris,
- les **consommateurs** (ménages ou professionnels) sont les usagers du produit. Ils ont la possibilité de faire reprendre les produits usagés par les vendeurs.

Produits et filières à La Réunion

La maison individuelle, en chantier, comme en exploitation, concerne de nombreux produits qui aujourd'hui disposent d'une filière à La Réunion :

- Les huiles minérales
- Les Piles, accumulateurs, dont batteries au plomb
- Les pneumatiques
- Les Véhicules Hors d'Usage (VHU)
- Les D3E, Déchets d'Équipement Électriques et Electroniques, dont les ampoules et tubes fluorescents, les climatiseurs, les ordinateurs, les systèmes solaires...

Ne les jeter plus, des filières existent à La Réunion pour les récupérer!



La gestion des déchets chantier

Réduction et tri à la source

La construction d'une maison produit de nombreux déchets. Il s'agit de réduire l'impact de la construction sur l'environnement en réduisant la quantité et la nocivité des déchets produits mais aussi en optimisant le recyclage de ces déchets. Le meilleur déchet est celui qu'on ne produit pas.

Préconisations

Se munir du « Mémento pour la gestion des Déchets BTP »



Figure 8 : «Mémento pour la gestion des déchets du BTP, à l'usage des artisans et entreprises de La Réunion CERBTP, édition 2008 téléchargeable sur <http://www.btp-reunion.net> »

Vous y trouverez les éléments suivants, expliqués de façon simple et pratique :

- la RÉGLEMENTATION : La gestion des déchets est une obligation réglementaire stricte,
- la CLASSIFICATION DES DÉCHETS : Trois types de déchets sont distingués. Les **déchets inertes** ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique. Ils ne se décomposent pas, ne brûlent pas, ne polluent pas les eaux. Les **déchets banals** sont non toxiques mais pas inertes, ils sont souvent assimilés aux déchets ménagers. Les **déchets dangereux** contiennent des substances toxiques ou nocives pour l'homme et l'environnement,
- les FILIÈRES DE TRAITEMENT sont indiquées pour chaque micro région de La Réunion,
- un point sur les DÉCHETS PARTICULIERS ET DANGEREUX,
- les partenaires ÉQUIPEMENTIERS ET TRANSPORTEURS,
- des CONTACTS utiles.

Un guide très utile pour réussir à contractualiser avec votre constructeur

Le maître d'ouvrage du projet de construction formalise les obligations contractuelles avec le constructeur. Ils doivent leur donner les moyens d'assurer cette mission. Les entreprises alors concernées organisent les modalités de gestion des déchets sur le chantier et contrôlent leur élimination conforme.

L'entreprise de travaux doit intégrer les coûts de gestion des déchets à son offre. Elle doit respecter la gestion convenue et fournir les preuves de cette bonne gestion à savoir les bordereaux de suivi de déchets que lui remet le prestataire déchets.

Préparer la bonne gestion des déchets c'est établir un plan d'organisation du chantier de votre parcelle intégrant les processus de gestion des déchets:

- figurer sur le plan d'installation de chantier, et sur le plan sécurité et protection de la santé lorsqu'il existe, toute l'organisation du tri et de l'évacuation (Accès, Benne à tri, ...),
- figurer précisément les aires de fabrication du béton et les rinçages des outils, particulièrement polluant pour les sols et exiger l'utilisation d'un bac de rétention. Idem pour toute l'activité de peinture,
- figurer précisément les lieux de stockage de la terre végétale issue des terrassements pour la réutilisation ultérieure pour le jardin. Idem pour les roches à utiliser pour les aménagements d'espaces extérieurs et les parements décoratifs,
- faites abattre proprement les arbres concernés et récupérer les bois pour divers usages,
- éliminer les déchets dans des installations agréées en utilisant les bordereaux de suivi des déchets (BSD),
- respecter les interdits : brûlage, mise à l'égout enfouissement et abandon des déchets interdits,
- un affichage sera effectué sur les bennes ou poubelles,
- un ouvrier sera chargé d'assurer chaque jour la collecte finale et la vérification du tri,
- les feux de déchets sont interdits.

Exemple d'organisation à minima pour le tri sur chantier

Les recyclables	1 benne emballage, cartons, plastiques 1 benne ferraille 1 benne «inertes» recyclables (gravats, béton)	Prestataire déchets pour recyclage - Nombre de bennes à prévoir en accord avec le ou les prestataires
Les dangereux	1 benne	Prestataire déchets pour élimination
Le reste (non recyclables et non dangereux)	1 benne	centre d'enfouissement CET

Le coût de la gestion des déchets doit être intégré à l'offre globale faite au maître d'ouvrage et supporté par ce dernier. L'objectif est de limiter la quantité des déchets mise en décharge et d'optimiser la quantité de déchets valorisés. Pour cela, chaque entreprise devra quantifier, sur un bordereau annexé au marché, les déchets qu'elle produit, ceux qu'elles valorisent et les modes et filières de valorisation choisis, les mesures pour réduire les quantités de déchets émises et notamment pour maîtriser les emballages, la liste des filières de valorisation retenues et, en conséquence, le nombre de bennes et l'organisation des zones de stockage.

Rappel important : ces procédures sont finalisées contractuellement lors de la préparation de chantier sur le plan d'installation de chantier. Le Maître d'Oeuvre organise les modalités de gestion pour la totalité des déchets sur le chantier et contrôle leur élimination conforme, en coopération avec les entreprises.

La gestion des déchets ménagers

Réduction et tri à la source

Dans la conception de la maison et l'aménagement du terrain, prévoir les espaces et itinéraires pour faciliter la réduction à la source, le stockage, le tri et l'évacuation des déchets par les habitants de la maison.

Préconisations

Comprendre les déchets produits à la maison et leurs destinations possibles

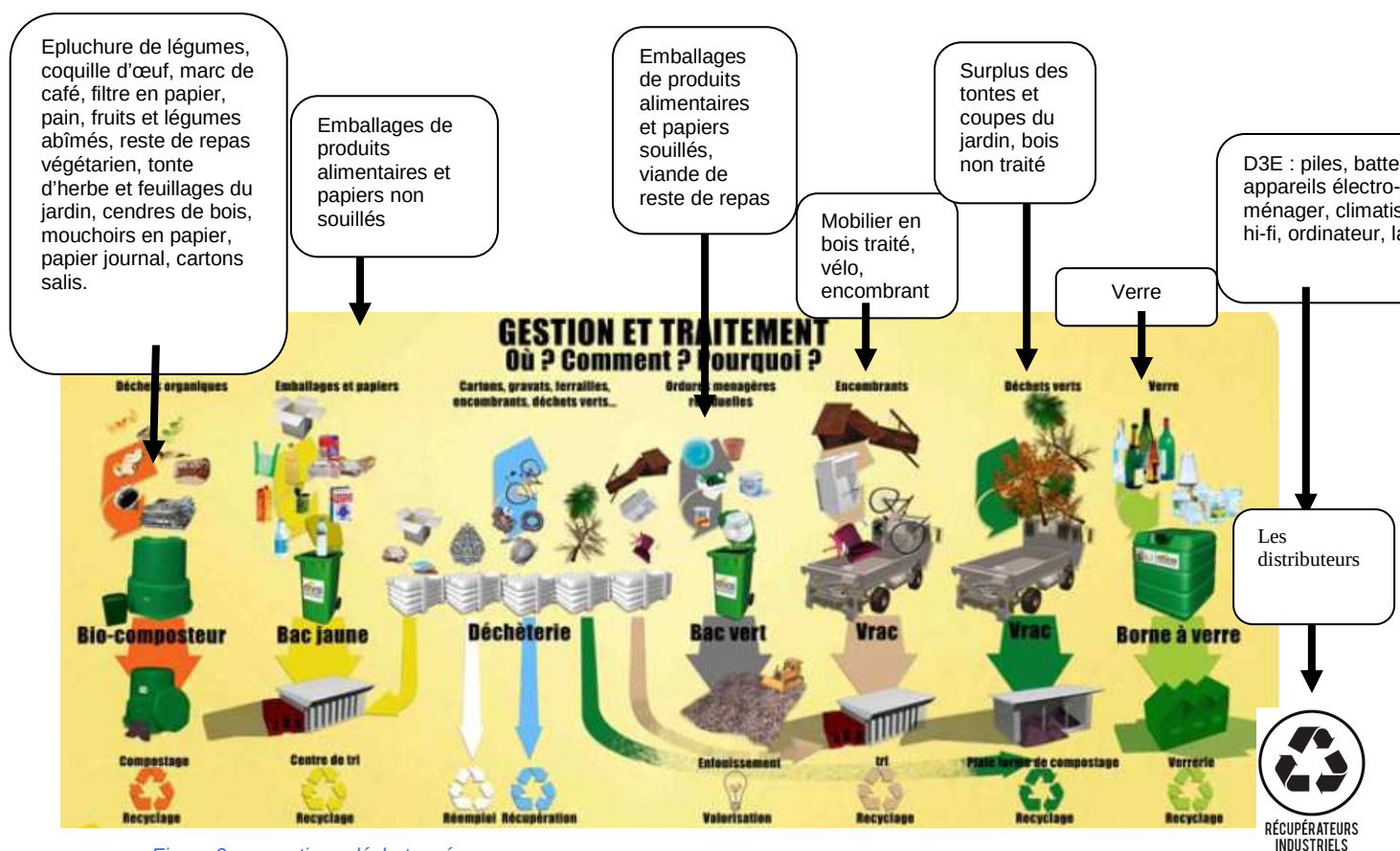


Figure 9 : synoptique déchets ménagers

Les « 4 R » comme Réduire, Réparer, Réutiliser, Recycler

Quelques exemples simples pour réduire à la source la production de déchets de la maison :

- Les **éco gestes d'achat** : privilégier les écorecharges, les écolabels, les produits biodégradables, les formats familiaux et les produits en vrac ou au détail. Eviter les produits de consommation individuel, les mini-doses en portions ou préemballés,
- Les **Diodes Electro Luminescentes (LED)** : privilégier l'achat de LED au détriment des LBC, que l'on trouve dans tous les grands magasins de bricolages à La Réunion. D'une durée de vie de 30 000 à 50 000 heures (moins de renouvellement, moins de déchets), elles sont aussi très économes et permettent de très bonnes mises en lumières de vos intérieurs et de votre jardin,
- Les **déchets verts** : pour votre barbecue, pour votre compost,
- Passer **du jetable au durable** : des éponges plutôt que des lingettes; des torchons, serpillières et chiffons plutôt que des essuies tout; des tasses plutôt que des gobelets plastiques ; des piles rechargeables plutôt que des piles jetables (branché sur votre batterie solaire, vous diminuerez considérablement les volumes jetés à recycler),
- Passer régulièrement à votre **déchetterie** la plus proche ou parfois situé sur le parking de votre grande surface, notamment pour le verre.

Pour assurer un tri aisé et facile de nos déchets à la maison, prévoir les espaces et les itinéraires

Prévoir un emplacement pour au moins deux types de poubelles dans la cuisine

- un mini espace de tri dans votre garage ou le débarras ou une pièce annexe
- un lieu de stockage des bacs de collectes à l'extérieur sur votre parcelle
- un lieu d'implantation du bac à compost

Le compostage sur la parcelle, moins de déchets collectés, du bon engrais en retour pour votre jardin

- composter tous vos déchets d'origine végétale. Evitez absolument les déchets carnés afin d'éviter l'intrusion de nuisibles carnivores (rats, chiens, chats...),
- placer ensuite le composteur dans un endroit ensoleillé et bien drainé, facilement accessible pour plus de praticité,
- mettre en alternance des résidus humides (p. ex., résidus de cuisine) et secs (p. ex., résidus de jardinage),
- retourner régulièrement l'ensemble à l'aide d'une fourche,
- **un compost bien fait et bien entretenu ne sent pas mauvais et n'attire pas la vermine !**
- pour vous procurer un bac à compostage, contacter votre mairie.

Annuaire des acteurs

Lexique illustré

Air hygiénique : quantité d'air neuf provenant de l'extérieur et assurant le respect de la qualité de l'air d'un local. Celui-ci est variable selon les pièces traitées. Il fait l'objet d'un règlement sanitaire : « règlement sanitaire départemental ».

Les alizés : Vents assez forts de direction dominante Sud Est principalement en hiver.

Albédo : C'est le rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface à l'énergie solaire incidente.

Attente BA : On entend par attente BA en plafond, une attente électrique en position centrée par rapport à la pièce et un fourreau avec câble en attente en position pour la future commande.

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

BA 13 : appellation désignant une plaque de plâtre d'épaisseur de 13 mm.

Brise de mer : phénomène provoqué par les différences de températures existantes, de jour comme de nuit, entre l'océan et la terre. En journée, le sol est plus chaud que la mer provoquant un courant d'air qui souffle de la mer vers la terre.

Brise de terre : phénomène provoqué par les différences de températures existantes, de jour comme de nuit, entre l'océan et la terre. La nuit, la terre se refroidit par rayonnement. Sa température devient plus basse que celle de la mer, provoquant l'établissement d'une brise soufflant de la terre vers la mer.

Coefficient d'absorption (α) : Il correspond au pourcentage du rayonnement absorbé et transmis par un matériau selon sa couleur. Il est exprimé en pourcentage.

Coefficient de transmission surfacique U, en $W/(m^2.K)$: Flux thermique en régime stationnaire par unité de surface, pour une différence de température d'un kelvin entre les milieux situés de part et d'autre d'un système. Plus U est faible, plus la surface est isolante.

Conductivité thermique (λ = Lambda en $W/(m.K)$) : Flux thermique par mètre carré, traversant un mètre d'épaisseur de matériau pour une différence de température d'un Kelvin entre les deux faces de ce matériau. C'est la caractérisation d'un matériau indépendamment de son épaisseur, c'est sa capacité à transmettre une quantité de chaleur sur une unité de surface. Plus lambda est grand, plus le matériau sera conducteur.

Compost : produit obtenu par la fermentation des déchets organiques en présence d'oxygène. C'est un composé organique qui permet d'améliorer la fertilité du sol.

Espèce endémique : Espèce présente naturellement dans une zone géographique.

Espace tampon : Pièce aménagée servant d'isolation thermique entre la pièce à vivre et l'extérieur (type véranda, garage, WC).

Energie grise : Quantité d'énergie totale nécessaire à l'élaboration d'un produit, de l'extraction des matières premières, de leur traitement et transformation jusqu'à leur mise en œuvre. Un même matériau produit localement aura une énergie grise plus faible que s'il est importé.

Déchets ménagers : déchets dont le détenteur final ou le producteur est un ménage. Ils peuvent être classés en cinq groupes : les ordures ménagères, les encombrants (électroménager, meubles, literie, etc.), les déchets dangereux (huiles usagées, piles, peintures, solvants, pesticides), les déchets de jardin (terre, feuilles, etc.), les déchets de l'automobile (huiles de vidange, batteries, pneus, etc.).

Facteur solaire : Pourcentage total d'énergie transmis au travers d'une paroi (simple ou composée) ou d'un vitrage associé ou non de protection solaire, à l'intérieur du local.

Flux d'air : Mouvement d'air provenant d'une ouverture sur l'extérieur et traversant cette pièce par une autre ouverture.

Feuille caduque : feuille non pérenne qui tombe à chaque hiver.

Générateur photovoltaïque (PV) : Générateur d'électricité fonctionnant sur la propriété des matériaux semi-conducteur (silicium par exemple) qui libèrent un électron à la réception d'un photon. L'énergie produite est stockée dans des accumulateurs et/ou transformée en courant alternatif pour être ensuite rachetée par EDF.

Joule (J) : unité d'énergie.

Isolant thermique : Matériau ayant une faible conductivité thermique. Il permet d'assurer une bonne isolation thermique en évitant les fuites de chaleur (refroidissement) ou l'entrée de la chaleur (« garde au frais »).

Kilowattheure (kWh) : unité d'énergie égale à celle qui serait consommée par un appareil de puissance de 1000W durant 1 heure.

Logement traversant : On considère qu'un logement ou une pièce est traversant s'il est au moins à double orientation et si au moins deux façades opposées sont percées de baies ouvrantes.

Mitigeur thermostatique : robinet permettant de réguler la température de l'eau chaude sanitaire soutirée

Monophasé : se dit d'une installation électrique qui est réalisée en 230 volts (deux câbles électriques) avec une phase (rouge) et un neutre (bleu).

Pare Vapeur : Matériau imperméable en plaque ou en film mis en œuvre sur la face chaude de la paroi (verticale, horizontale ou inclinée), dont la fonction est de limiter la transmission de vapeur d'eau à travers la paroi, pour éviter la formation du point de rosée à l'intérieur de l'isolant.

Puissance-crête : puissance délivrée par un générateur PV sous un ensoleillement optimum de 1 kW/m² à 25°C (les performances sont fonction de la température).

Unité : le watt (W, parfois écrit Wc)

PERENE Réunion (PERformances ENergétiques des bâtiments à La Réunion) : c'est un outil local de conception des bâtiments du tertiaire et des logements.

PLU (Plan local d'urbanisme) : Document remplaçant le Plan d'Occupation des Sols, il est plus simple à élaborer ou à réviser, et présente le projet urbain de la commune en matière d'aménagement, de traitement de l'espace public, de paysage et d'environnement. Il doit être compatible avec les autres documents de planification et notamment le schéma de cohérence territoriale. Il permet aux maires de mieux définir les règles d'urbanisme les mieux adaptées à la situation de leur commune et à leur projet urbain.

Ponts thermiques : Zone ponctuelle ou étendue qui dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une plus faible résistance thermique (jonction de deux parois par exemple). Les ponts thermiques constituent un point froid où l'humidité peut se condenser.

Porosité des parois : C'est le pourcentage d'ouverture (rapport de surfaces) d'une paroi ouverte sur l'extérieur par une baie.

Puissance-crête : puissance délivrée par un générateur PV sous un ensoleillement optimum de 1 kW/m² à 25°C (les performances sont fonction de la température).

Unité : le watt (W, parfois écrit Wc)

Rth (Résistance thermique) = $e/l \text{ m}^2.K/W$, où « e » représente l'épaisseur du matériau et l représente la conductivité thermique du matériau. Plus Rth ou R est élevée, plus la paroi sera résistante aux flux entrants et sortants de chaleur.

Système DRV (Débit de Réfrigérant Variable) : Ce type de climatiseur adapte la quantité de fluide frigorigène aux besoins. Ceci permet d'éviter les coups moteurs (démarrage et arrêt du compresseur) donc de diminuer les consommations électriques.

Possibilité de contrôle individuel de la température de chaque zone climatisée.

TDGS (Tableau Divisionnaire Générateur Solaire) : tableau électrique assurant d'une part la répartition sur les trois phases du réseau EDF des courants provenant des onduleurs (monophasé) et d'autre part, la protection contre la foudre.

Thermosiphon : circulation naturelle d'un liquide dans une installation du fait de la variation de sa masse volumique en fonction de la température. Dans un CESI en thermosiphon, le liquide caloporteur réchauffé dans les capteurs solaires se dilate, et, plus léger, monte vers le ballon de stockage. Il est remplacé par le liquide refroidi descendant du ballon.

Ventilation naturelle : Elle intervient dès lors qu'une pièce ou un logement est traversé de part et d'autre par un flux d'air neuf. On considère la ventilation naturelle d'une pièce disposant d'un volume « V » à partir d'un écoulement de l'air de 50V/h.

VMC, Ventilation Mécanique Contrôlée : dispositifs motorisés d'évacuation ou d'insufflation d'air frais. C'est un système global de renouvellement de l'air et d'évacuation de la condensation et des odeurs

Watt (W) : unité de puissance.

Watt crête (Wc) : puissance délivrée par un module photovoltaïque sous un ensoleillement optimum de 1 kW/m² à 25°C (les performances sont fonction de la température).

Références utiles

Conception de l'enveloppe :



PERENE 2009 : PERformances ENergétiques des Bâtiments Réunionnais, IMAGEEN, LPBS



Guide « Confort thermique d'hiver et d'été dans les habitations des hauts de l'île » - Edition 2009 – ARER



Construire à La Réunion, réalisé par le CAUE, s'adresse aux particuliers qui ont un projet de construction de maison individuelle. Il apporte des conseils pour mieux construire en s'adaptant à la pente ou en tenant compte des facteurs climatiques. Vous y trouverez de judicieux conseils.

Les guides de l'ARER : technique casa DD, édition 2006, de l'éco-maison (CIVIS),
La Conception bioclimatique, terre vivante, Samuel Courge et Jean-Pierre Oliva, 2007

L'ADEME : Le guide des matériaux à la Réunion, édition 2009

Le grand livre de l'isolation, Thierry Gallauziaux et David Fedullo, Editions Eyrolles, 2010

Pack énergie :



Guide « Mon eau chaude solaire mode d'emploi » - Edition 2009 – ARER

Pack eau :

Récupérer les eaux de pluie, de Brigitte Vu, Editions Eyrolles, 2006

Pack déchets :

Mémento ADEME REP Filière 2010-09-07

Mémento Gestion des déchets du BTP 2008

"Octobre 2010,

End of the Regional Energy Agency Réunion Island I founded ten years ago. Beginning of a new era...No matter how you work, you will always have to rebirth in a new mode, a new fashion, each time, you will have to take a new step, until you pass into another unknown world. This one as real as the last one, or perhaps not, just the emptiness that fills the universe, But looking at the stars, imagining our little big galaxy, a small spiral of light among so many others, you just can't believe it. Cluster of galaxies, and Cluster of cluster of galaxies, just trying to look through, in a fractal lens, you fly from one universe to another one; even by thought, you eventually reach far territories, unthinkable landscape, unbelievable opportunities. So never give up, just make a first new move on the road again. Anyway, here we are, everything's gonna be all right.

Cristobal."

Maison Solaire : de la CASA DD à la
CASADD/CC

Fruit de dix années de capitalisation de donnée et dernier travail d'assemblage et de rédaction de ma part, dans mes derniers temps à l'ARER, la « Maison Solaire « Développement Durable et Changement Climatique », la Casa DD/CC est une approche globale de conception intégrant les évolutions récentes, conceptuelles, réglementaires (RTAA DOM) et technologiques. Ce guide de programmation technique fournit un ensemble de propositions pratiques pour la réalisation de maisons individuelles (neuf ou réhabilitation) à La Réunion, adapté à nos microclimats. Il vous aidera à réussir votre maison dans un contexte de changement climatique avéré

- Une réflexion approfondie sur la gestion de la parcelle, de ses ressources naturelles, et de ses contraintes diverses, climatiques, de gestion des eaux pluviales, de l'adaptation au sol, des masques de voisinages, en vue **d'une bonne intégration de la construction dans son environnement et son climat**
- La conception bioclimatique pour un comportement thermique performant du bâti et sa parcelle, intégrant le solaire passif. Il en résulte **une maison confortable thermiquement et acoustiquement**, qui minimise ou supprime le recours à la climatisation (dans les bas) ou au chauffage (dans les hauts) pour des surcoûts négligeables.
- Quelques éléments d'approche pour la question délicate du choix des matériaux, et **privilégier les matériaux « Made in La Réunion »**, notamment sur les durées de vie, leur densité d'énergie grise, et leur capacité au recyclage ultérieur
- La stratégie énergétique, où comment concevoir **une maison à énergie positive qui consomme peu d'électricité**, de l'ordre de 30 à 70 % selon les niveaux d'investissement, qui en produit suffisamment pour la consommation quotidienne de la maison et la recharge de véhicules électriques.
- Une gestion rationnelle de l'eau, ou que faut-il prévoir à la conception pour **réduire la consommation d'eau d'une maison de 30 à 50 %**, et stocker l'eau de pluie, véritable manne du ciel, pour accroître encore la diminution de sa facture d'eau, dans des proportions significatives, allant jusqu'à 70% ?
- La gestion des déchets, préserver sa parcelle des nombreuses pollutions dues au chantier de construction, un **tri raisonné des déchets** de chantier, et bien sûr durant la vie et l'exploitation de la maison, de même que des dispositions pratiques d'ergonomie et de gestes simples pour **réduire à la source la production de déchets**.
- Une focale régulière traite enfin des questions de maintenances et d'entretien requises pour **maintenir dans le temps une bonne performance des systèmes et de votre cadre de vie**.

Ces orientations préfigurent une base utile pour une **réglementation de la Construction Durable** à La Réunion, élargie et en adéquation avec notre contexte insulaire tropical cyclonique. Elles suscitent aussi potentiellement de réelles économies sur les infrastructures collectives réunionnaises d'eau, d'énergie, de déchets et de matériaux de notre île.

Ces cibles techniques visent aussi à **adapter notre île et nos infrastructures aux évolutions climatiques annoncées**. Enfin, elles sont aussi un plan utile à **la diversification économique du secteur du BTP** et de tous les importateurs et fabricants de matériaux.

A Saint-Pierre, Ile de La Réunion, Septembre 2010

C.RAT
Directeur ARER 2000-2010
Ingénieur Génie Civil et Urbanisme INSA Lyon

MAISON SOLAIRE
PROJET DE GUIDE DE PROGRAMMATION TECHNIQUE
Développement Durable DD/Changement Climatique CC
Habitat et transport individuels propres

**Partie 3 - PACK ENERGIE DURABLE POUR L'HABITAT ET
LE TRANSPORT INDIVIDUELS**

EDITION 2010

**Référentiel CASADD/CC2010,
Energie Positive, PERENE,
compatible RTAA DOM**

Sommaire/table des matières - Partie 3

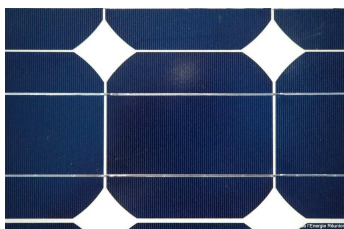
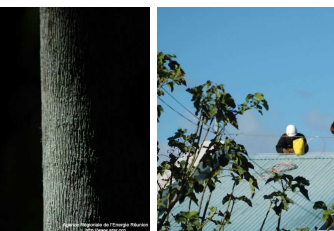
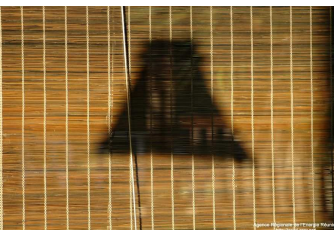
SOMMAIRE/TABLE DES MATIERES - PARTIE 3	2
TABLE DES ILLUSTRATIONS - PARTIE 3.....	4
RESSOURCES PHOTOS POUR LA PRESENTE PARTIE.....	5
PACK ENERGIE DURABLE POUR L'HABITAT ET LE TRANSPORT INDIVIDUELS	8
La gestion des économies et de la production d'énergie.....	8
Comprendre la structure de consommation énergétique des ménages réunionnais.....	8
Les consommations énergétiques confort thermique et eau chaude sanitaire de référence pour une maison.....	8
Les consommations énergétiques de référence d'une petite citadine électrique et d'une berline électrique	9
Comprendre l'impact de la consommation des maisons sur le réseau électrique et sur la facture des ménages.....	9
La domotique enfin disponible et simple pour gérer et entretenir les systèmes, facile en rénovation comme en construction neuve	11
Piloter la maison sans effort et avec visibilité, maîtriser l'énergie, communiquer partout dans la maison, gérer la sécurité, contrôler les productions d'énergie,	11
Equiper vos prises et interrupteur de la technologie Courant Porteur en Ligne (CPL)	11
Les bons choix pour l'éclairage: la lumière naturelle, les LBC, et maintenant les diodes	11
La lumière naturelle, un éclairage gratuit.....	11
Concevoir et choisir son éclairage artificiel.....	11
Les diodes électroluminescentes, LED.....	12
Les écogestes.....	12
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance.....	12
Les bons choix pour l'électroménager	12
But Recherché	12
Préconisations	13
Réfrigérateur	13
Lave-linge.....	13
Lave-vaisselle.....	13
Cuisson	13
Plaques électriques	13
Téléviseur.....	13
Chargeur de téléphone portable	13
Ordinateur	13
Communs à tous les appareils électroniques.....	14
Les coupes veilles, une multiprise intelligente.....	14
Recommandations et mises en garde	14
Les technologies actives de chauffage et de climatisation, Comment se dispenser d'investir dans des climatisations ou des convecteurs.....	15
But recherché : éviter la climatisation ou le chauffage électrique.....	15
Préconisation :	15
Le convecteur pour le chauffage électrique à éviter absolument.....	15
L'insert bois plutôt qu'une cheminée simple, une solution efficace.....	15
Qualité et financements.....	15
Préconisations.....	15
Le combiné solaire thermique - chaudière bois avec radiateurs ou plancher radiant absent du marché réunionnais, mais très approprié par exemple pour la zone 4 PERENE pour la maison individuelle et les écoles.....	16
Le chauffage solaire pour la piscine.....	16
La climatisation électrique, un fléau pour la santé, pour l'environnement et pour les finances.....	16
« Comment choisir une climatisation performante et économe en énergie ? »	17
Consultez utilement le guide "Comment choisir une climatisation performante".....	17
Exemple de protocole d'intervention pour la maintenance (Source ACCLEANER)	17
Unité intérieure et extérieure :	17
Parties électriques :	18
Evacuations et pompes de relevage	18

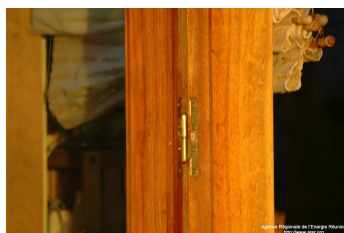
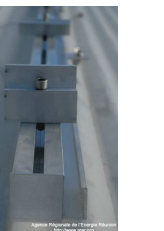
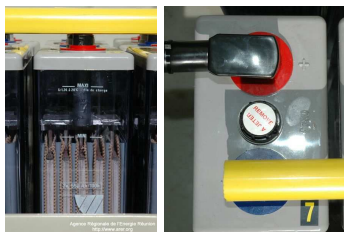
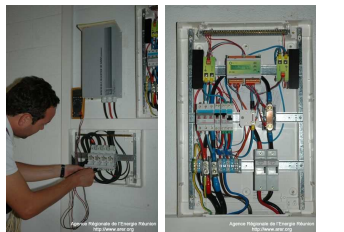
But recherché : généraliser le solaire thermique à toutes les constructions, améliorer la qualité des installations, organiser le recyclage des systèmes solaires.....	19
Préconisations	19
Poids d'une installation	19
Les panneaux.....	19
La structure	20
Le dimensionnement	20
Le chauffe-eau solaire thermosiphon monobloc	21
Attentes techniques à prévoir par les autres corps d'état	21
Le chauffe-eau solaire dissocié (thermosiphon à éléments séparés).....	22
<i>Figure 16: schéma de fonctionnement CES thermosiphon à éléments séparés</i>	22
Attentes techniques à prévoir par les autres corps d'état	22
Le chauffe-eau solaire à circulation forcée	22
Attentes techniques à prévoir par les autres corps d'état	23
Avantages et inconvénients des différents systèmes, monobloc, dissocié, à circulation forcée	23
Qui recycle les anciens chauffe-eau solaires individuels (CESI) ?.....	24
Recommandations et mises en garde	25
Interaction avec les autres corps de métier/Maintenance	25
Produire de l'électricité avec le soleil pour la maison et le transport individuel	26
But recherché : une maison à énergie positive, pour les besoins de l'habitation et d'un transport individuel, accessible à tous les ménages réunionnais	26
Le «SOLAIRE POUR TOUS » Habitat et Transport, principe et perspective	26
Quelques définitions utiles à rappeler	27
Produire de l'énergie photovoltaïque stockée dans l'habitat pour le transport électrique individuel.....	27
Du fait de la structure de production de l'électricité à La Réunion, la recharge d'un véhicule électrique sur le réseau électrique réunionnais conduit à un véhicule émetteur de gaz à effet de serre	27
Comparatif entre véhicule thermique et véhicules électriques des dépenses cumulées (achat, entretien, énergie) – Source EVERUN et AER – http://www.auto-elect-reunion.com	28
Recharger les véhicules électriques avec des électrons photovoltaïques est une solution viable sur le plan des émissions de Gaz à Effet de Serre, capable d'autre part de relancer significativement la filière solaire à La Réunion	29
Produire de l'énergie photovoltaïque stockée dans l'habitat, pour sécuriser le froid électroménager, quelques points lumineux et les communications	29
Produire de l'énergie photovoltaïque stockée dans l'habitat pour vente au réseau électrique d'une énergie solaire garantie aux heures de fortes demandes (Source : Schéma directeur Stockage Réunion ARER 2009).....	29
Récapitulatif pour la production d'énergie photovoltaïque en vue d'une maison à énergie positive pour l'habitat et le transport individuel	31
Les composantes d'un système photovoltaïque	33
Modules photovoltaïques.....	33
Structures	33
Onduleur.....	33
T.D.G.S. (Tableau Divisionnaire Générateur Solaire) avec des interrupteurs sectionneurs	33
Batteries solaires	34
Implantation, productivité et dimensionnement d'une installation.....	34
La ressource solaire à la Réunion.....	34
Comparaison de productible injecté au réseau EDF d'une installation de 3 kWc selon les 4 Zones PERENE pour une orientation donnée, orientation Nord - inclinaison 21°.....	35
Comparaison de productible injecté au réseau EDF d'une installation de 3 kWc en Z1 PERENE pour 4 orientations et inclinaisons.....	36
Les procédures de raccordement.....	36
Durée de vie d'un Système Photovoltaïque Complet.....	37
Recommandations et mises en garde	37
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance.....	37
L'interaction se fait particulièrement avec :	37
Détail des prestations pour un contrat d'entretien annuel obligatoire	38
Prospective: l'hydrogène solaire par électrolyse de l'eau pour l'habitat et les transports	38

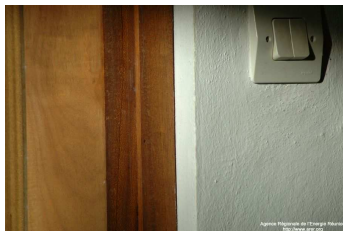
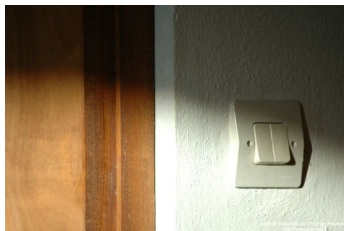
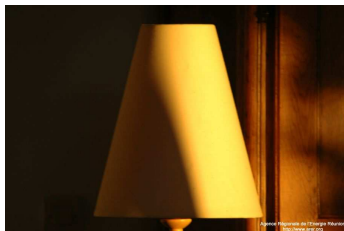
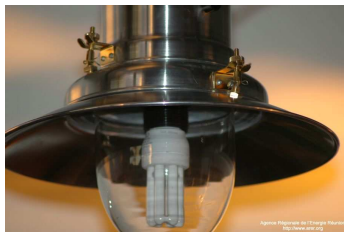
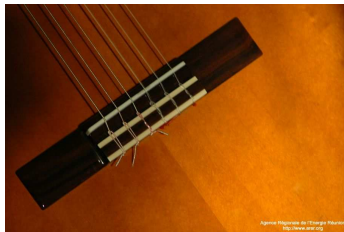
Table des illustrations - Partie 3

Figure 1: consommation globale moyenne d'énergie d'un ménage réunionnais - source OER 2010	8
Figure 2 : répartition des puissances électriques moyennes installées par poste - source OER 2010.....	8
Figure 3 : répartition des consommations électriques par poste – source OER 2010	8
Figure 4 ; graphe de la répartition des appels de puissance des consommations électriques sur une semaine sur une moyenne statistique de 50 ménages réunionnais - Source PRERURE 2004	10
Figure 5 : graphe de profil d'appel de puissance journalier au réseau sur une moyenne statistique de 50 ménages réunionnais - Source PRERURE 2004 complété ARER 2005.....	10
Figure 6: consommation des équipements électriques d'une maison sur une moyenne statistique de 50 ménages réunionnais - Source PRERURE 2004 complété ARER 2005.....	10
Figure 7 : Vue en large et en long d'une toiture propice à l'intégration de la ventilation des combles et de lumière naturelle, tout en privilégiant une surface potentielle de panneaux solaires en toiture importante	11
Figure 8 : synoptique du combiné solaire thermique - chaudière bois http://www.solaire-bois.fr/	16
Figure 9: exemple de capteur solaire de piscine	16
Figure 10: guide SYREF "Comment choisir une climatisation performante".....	17
Figure 11 : guide ARER « Mon eau chaude solaire, mode d'emploi »	19
Figure 12: détail de fixation chauffe eau solaire sur tôle ondulée	20
Figure 13: détail de traversée de la tôle pour la plomberie	20
Figure 14 : tableau de dimensionnement du chauffe-eau solaire selon les zones PERENE.....	21
Figure 15 : schéma d'installation d'un CES monobloc	21
Figure 16: schéma de fonctionnement CES thermosiphon à éléments séparés	22
Figure 17: schéma de fonction CES à circulation forcée	23
Figure 18 : électricité solaire pour les besoins de l'habitat et du véhicule individuel, renouveler la perspective économique technique de la filière photovoltaïque	26
Figure 19: Graphique d'évolution de la consommation et production d'énergie pour une maison réunionnaise de 100m ² avec 4 personnes en 2020 et en 2030.....	27
Figure 20 : tableau de calcul des dépenses pour une petite berline électrique et une petite berline thermique.....	28
Figure 21 : graphique comparatifs des dépenses cumulées entre une petite berline électrique et une petite berline thermique.....	28
Figure 22 : graphique comparatifs des dépenses annuelles entre une petite berline électrique et une petite berline thermique.....	29
Figure 23: tableau des différents types de productions, distributions et consommation d'énergie - Source SD stockage et régulation des énergies intermittentes ARER 2009.....	30
Figure 24: différentes possibilités de positionnement du stockage de l'énergie - Source SD stockage et régulation des énergies intermittentes ARER 2009.....	30
Figure 25: exemple d'insertion de 5,8 kWc de photovoltaïque et d'un chauffe-eau solaire sur un plan masse de toiture.....	31
Figure 26 : schéma de système de sécurisation électrique – source guide ADEME PVC.....	32
Figure 27 : topologie du réseau des charges intérieures – source guide ADEME PVC	32
Figure 28: Synoptique d'une installation photovoltaïque de maison individuelle – attention aux vents cycloniques. Soigner le dimensionnement et l'exécution de l'ouvrage.....	33
Figure 29: Carte du rayonnement solaire à La Réunion et Station météo de référence	35
Figure 30: productible en Z1 à la Pointe 3 Bassins.....	35
Figure 31: Productible en Z2 à Sainte Rose	36
Figure 32 : productible en Z3 à Grand Coude	36
Figure 33 : productible en Z4 à Petite France.....	36
Figure 34 : guide ARER "Photovoltaïque connecté au réseau à La Réunion"	37
Figure 35 : synoptique de la maison solaire hydrogène.....	39

Ressources photos pour la présente partie







PACK ENERGIE DURABLE POUR L'HABITAT ET LE TRANSPORT INDIVIDUELS

Fabriquer et exploiter une maison solaire à énergie positive couplée à son véhicule électrique propre

La gestion des économies et de la production d'énergie

Comprendre la structure de consommation énergétique des ménages réunionnais

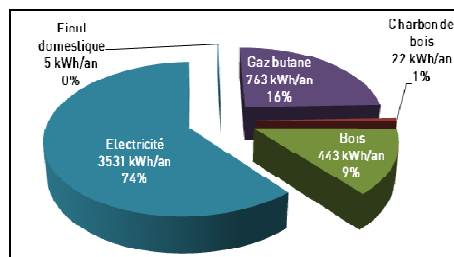


Figure 1: consommation globale moyenne d'énergie d'un ménage réunionnais - source OER 2010

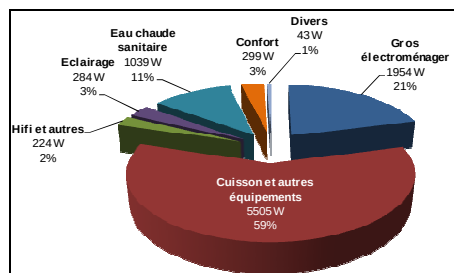


Figure 2 : répartition des puissances électriques moyennes installées par poste - source OER 2010

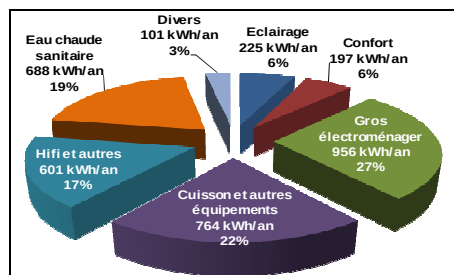


Figure 3 : répartition des consommations électriques par poste – source OER 2010

- La consommation globale moyenne d'énergie d'un ménage réunionnais toutes énergies confondues, hors transport, est de 4 769 kWh/an.
- La puissance moyenne obtenue par foyer est de 108 W/m², soit une puissance installée moyenne de 9347 W.
- La consommation moyenne d'électricité pour un foyer réunionnais est de 41kWh/m²/an soit 3 531kWh/an.

Les consommations énergétiques confort thermique et eau chaude sanitaire de référence pour une maison

Dans les éléments de programmation technique PETREL/STARTER pour la transition énergétique 2020 - 2030 100% Energie Propre, dorénavant inscrite dans la loi Grenelle pour les DOM, on suppose les éléments suivants :

- les consommations de référence d'une maison mal conçue 2007 sont de:

- 1 142 kWh pour une climatisation de classe C fonctionnant six mois par an, 8 heures par jour: à multiplier par le nombre de clim (~ nombre chambre + éventuellement 1 dans le salon)
- 548 kWh pour un convecteur électrique: à multiplier par le nombre de convecteur (~ nombre chambre + éventuellement 1 dans le salon)
- les besoins en froid/chaleur d'une maison PERENE sont de 30% de ceux d'une maison mal conçue, soit une économie de 70% sur la climatisation et le chauffage. (Possibilité de remplacer chaque clim par un ventilateur consommant unitairement 146kWh et chaque convecteur par un insert bois)
- les besoins en froid/chaleur d'une maison RT-DOM sont de 60% de ceux d'une maison mal conçue, soit une économie de 40% sur la climatisation et le chauffage (mais possibilité de remplacer chaque climatisation par un ventilateur consommant unitairement 146kWh et chaque convecteur par un insert bois)
- Un chauffe-eau électrique consomme 1 500kWh/an alors que l'appoint électrique d'un chauffe-eau solaire consomme 225kWh/an (Z1 et Z2)
- dans PETREL, les zones 3 et 4 ne se distinguent pas pour l'eau chaude sanitaire, mais dans l'étude de consommation des ménages OER 2010, on utilise 2 000kWh pour la zone 3 (500kWh pour appoint électrique chauffe eau solaire) et 2500 kWh pour zone 4 (750kWh pour appoint électrique chauffe eau solaire)

AU FINAL, si on prend une maison avec 3 chambres en zone 1, les consommations électriques pour le confort thermique et l'eau chaude sanitaire sont de:

- maison mal conçue avec 3 climatisations individuelles et un chauffe eau électrique: $3 \times 1142 + 1500$, soit environ 5 000 kWh
- maison RT-DOM avec 3 climatisations individuelles et un chauffe eau solaire: $3 \times 1142 \times 0.6 + 225$, soit environ 2 300 kWh
- maison PERENE avec 3 climatisations individuelles et un chauffe eau solaire: $3 \times 1142 \times 0.3 + 225$, soit environ 1 300 kWh
- maison PERENE avec 3 ventilateurs et un chauffe eau solaire : $3 \times 146 + 225$, soit environ 700 kWh pour confort et ECS

Les consommations énergétiques de référence d'une petite citadine électrique et d'une berline électrique

Examinons la consommation en kWh d'un véhicule électrique à La Réunion, pour un parcours moyen journalier de 40 km sur 300 jours par an, soit un total 12 000 km/an.

- Une petite citadine électrique consomme environ 12 kWh pour 100 km parcourus, soit 1 440 kWh/an
- Une berline électrique consomme 25 kWh pour 100 km parcourus, soit 3 000 kWh/an

A comparer avec la consommation moyenne annuelle d'une climatisation individuelle : 1 142 kWh/an.

Comprendre l'impact de la consommation des maisons sur le réseau électrique et sur la facture des ménages

Pour agir en terme de gestion des consommations et des productions d'énergie, il importe de comprendre la structure des appels de puissance d'une maison à La Réunion.

Orientons nos choix en fonction de ces analyses : lisser et diminuer les appels de puissance de la maison au réseau, notamment dans les heures pic de consommations, diminuer les consommations tout en maintenant un bon confort de vie.

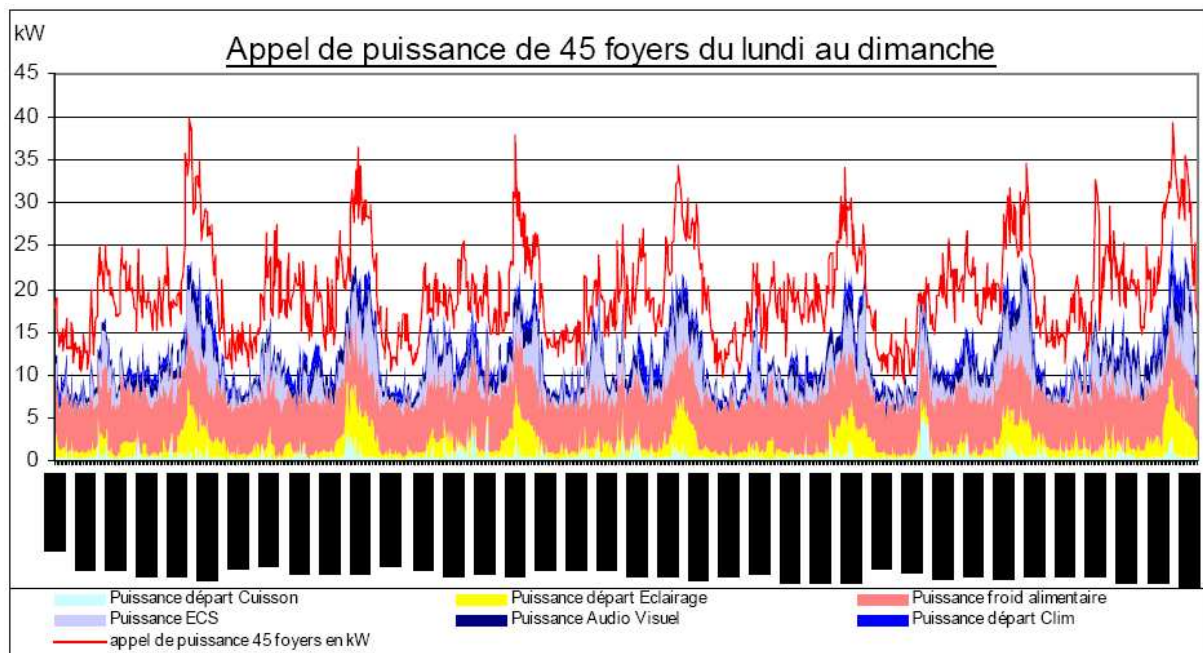


Figure 4 : graphe de la répartition des appels de puissance des consommations électriques sur une semaine sur une moyenne statistique de 50 ménages réunionnais - Source PRERURE 2004

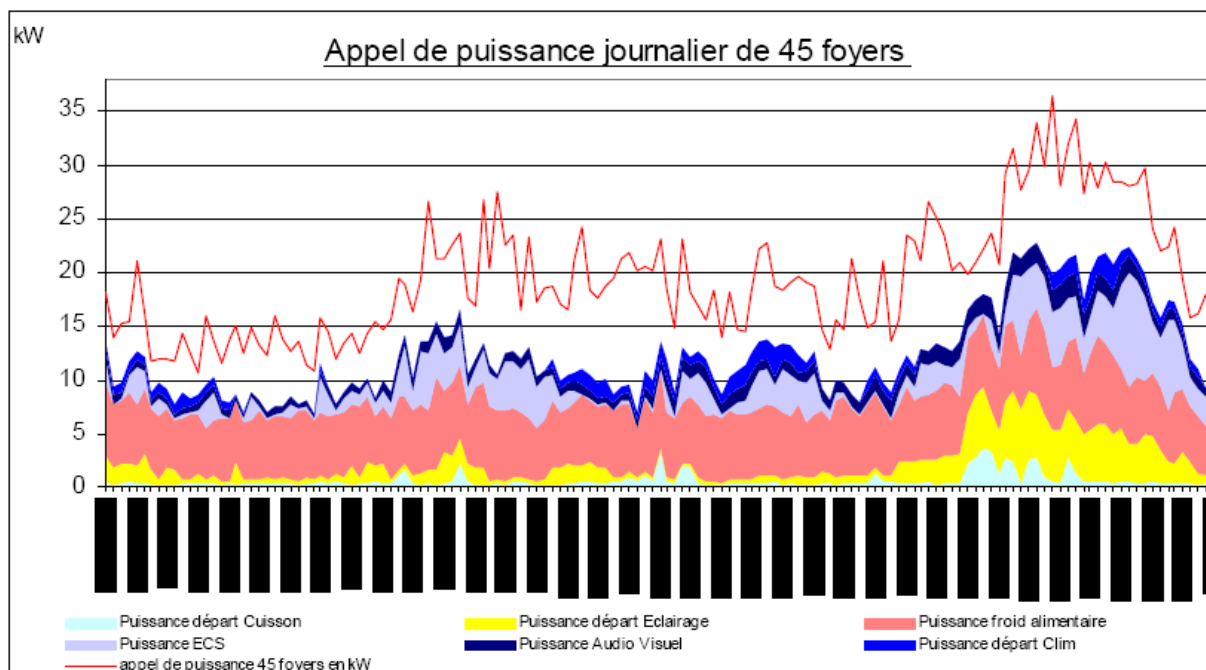


Figure 5 : graphe de profil d'appel de puissance journalier au réseau sur une moyenne statistique de 50 ménages réunionnais - Source PRERURE 2004 complété ARER 2005

Figure 6: consommation des équipements électriques d'une maison sur une moyenne statistique de 50 ménages réunionnais - Source PRERURE 2004 complété ARER 2005

- Une problématique nouvelle a émergé, celle de l'intégration à l'habitat de la production d'énergie solaire propre pour les véhicules électriques. L'arrivée probable des véhicules électriques implique une prise en compte rapide du phénomène.
- La domotique, elle aussi, a considérablement progressé et donne accès à des systèmes simples et efficaces de gestion de l'énergie, avec des produits dorénavant accessibles sur le marché réunionnais.

La domotique enfin disponible et simple pour gérer et entretenir les systèmes, facile en rénovation comme en construction neuve

Piloter la maison sans effort et avec visibilité, maîtriser l'énergie, communiquer partout dans la maison, gérer la sécurité, contrôler les productions d'énergie,

Ces systèmes apportent des solutions électriques nouvelles au confort, à la sécurité et à la communication. L'interrupteur déclenche le scénario d'éclairage souhaité. Contrôler, réguler et programmer les scénarios lumières, climatisation, chauffage, niveau d'éclairement, volet roulant, multimédia, suivi des productions d'énergie...

Equiper vos prises et interrupteur de la technologie Courant Porteur en Ligne (CPL)

Cette technologie transmet des messages codés à travers le réseau électrique 230V ~ de la maison. Pas de fils dédiés ni de raccordement particulier. La commande peut se réaliser sur tous les points de l'installation existante ou neuve. Des systèmes infrarouge ou Radio existent aussi.

Les bons choix pour l'éclairage: la lumière naturelle, les LBC, et maintenant les diodes

En journée, le but sera d'avoir recours le plus possible à l'éclairage naturel. A la tombée du soleil, il s'agira d'utiliser des luminaires performants associés à une gestion économe. Un vecteur important de dépense énergétique qu'il est possible de réduire par

- Une réflexion pièce par pièce sur l'utilisation de la lumière naturelle
- Le choix de luminaires performants et de leur gestion
- Les comportements d'utilisation de l'éclairage dans la maison

La lumière naturelle, un éclairage gratuit

Rien ne remplace la lumière naturelle en termes d'éclairage du point de vue du rendu visuel ou financier. La lumière naturelle contribue au bien-être et à l'équilibre physiologique, elle permet de combattre les dépressions et économise l'énergie.

Les solutions techniques pour faire entrer la lumière naturelle sont :

- une conception architecturale de la maison bien faite,
- le choix et le dimensionnement des fenêtres,
- le choix de couleurs claires pour les matériaux extérieurs permettant l'éclairage par réflexion,
- l'intégration de puits de lumière de diverses natures

La brique de verre est une solution simple et économique donnant de très bons résultats de luminosité dans les pièces sans possibilités de création d'ouverture (limite de propriété ou autre) ou dans les couloirs ou escalier. Une gamme de couleur vous permet aussi de choisir l'ambiance lumineuse d'une pièce.

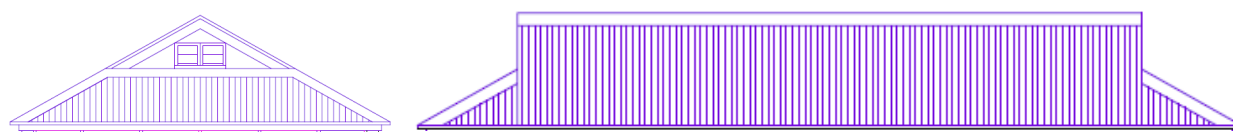


Figure 7 : Vue en large et en long d'une toiture propice à l'intégration de la ventilation des combles et de lumière naturelle, tout en privilégiant une surface potentielle de panneaux solaires en toiture importante

Concevoir et choisir son éclairage artificiel

Les ampoules sont soumises à l'affichage de l'étiquette énergie. Les Etats européens ont approuvé le 8 décembre 2008 l'interdiction progressive des lampes à incandescence à partir du 1er septembre 2009 avec un abandon total en 2012. Remplacer les ampoules à incandescences par des lampes basses consommation ou des diodes électroluminescentes.

	Efficacité en lm/W	Durée de vie en heures
Lampe à incandescence	14	1000
Lampe à économie d'énergie	30 à 65	6000 à 12 000
LED, diode électroluminescente	40 à 50	30 000 à 50 000

Pour qualifier la performance d'un éclairage artificiel, on s'intéressera à :

- son efficacité : rapport du flux lumineux généré sur la puissance électrique absorbée, en Lumens/Watt (lm/W)
- son IRC : Indice de restitution des couleurs
- sa durée de vie : le nombre d'heures de fonctionnement

Les différentes techniques de gestion des luminaires sont :

- Le variateur de lumière pour le salon
- Le minuteur ou le détecteur de présence pour les couloirs ou escaliers
- La centrale domotique par courants porteurs, associée à des scénarios de vie

Recommandations

- Pour des altitudes inférieures à 800m, La RTADOM interdit la pose d'éléments transparents ou translucides sur les parois horizontales. Ainsi les briques de verre et les panneaux de polycarbonate qui sont translucides sont interdits en toiture. Posés sur des parois verticales, ils devront être protégés comme des baies.
- Recyclage : les lampes en fin de vie doivent être retournées aux distributeurs/importateurs pour qu'elles soient retraitées par les éco organismes. Des sites de dépôts sont disponibles dans la plupart des magasins de bricolage de l'île de La Réunion.
- Supprimer les éclairages halogènes au profit des nouvelles générations de LED compatibles avec les halogènes

Les diodes électroluminescentes, LED

Les diodes électroluminescentes ou LED connaissent un fort taux de développement et devraient être une solution pour l'éclairage domestique performant.

La nature de leur éclairage implique de revoir les façons d'éclairer l'habitat. Leurs qualités d'éclairage spécifique autorisent des scénographies de lumières économiques et réussies.

- fabriquer les rétro-éclairages de parois et napper largement les parois (Avec une peinture claire qui réfléchit les photons, le résultat est exceptionnel et permet d'obtenir des intérieurs lumineux et visuellement confortable)
- créer des pinceaux de lumière directs mettant en valeur des objets, des plafonds,
- créer des nappages de lumière pour les surfaces type tables, aires de travail.
- disponibles dans de nombreuses gammes de couleurs, avec variateurs de couleurs incorporés automatiques, ou télécommandés,
- compatibles avec tous les types de lampes couramment rencontrés,
- couramment utilisées en luminothérapie, elles procurent des éclairages de qualité,
- un peu onéreuses à l'achat, leur durée de vie et leur très faible consommation garantissent des économies durables et une réduction sensible des déchets de lampes usagers.

Les éco-gestes

- privilégier toujours l'éclairage naturel,
- acheter des matériels économes et durables,
- éteindre la lumière en sortant d'une pièce doit devenir un réflexe,
- sensibiliser son entourage.

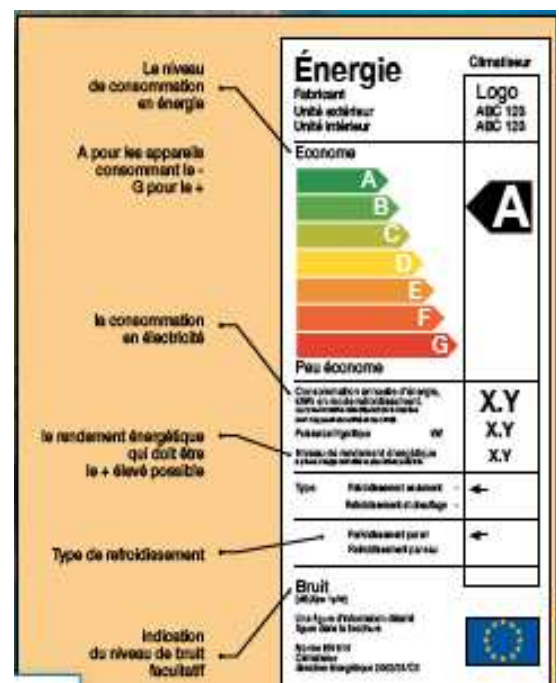
Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

Le gros œuvre pour ce qui est de l'éclairage naturelle et l'électricien pour l'éclairage artificiel.

Les bons choix pour l'électroménager

But Recherché

Avoir le confort moderne sans surconsommer.



Préconisations

Comme pour l'éclairage, le choix d'appareils performants (classe A ou mieux), de leur gestion et le comportement à adopter sont les principales sources d'économies.

Réfrigérateur

A faire

S'assurer que l'air circule librement derrière l'appareil.

- Éviter d'ouvrir la porte sans nécessité, et la maintenir ouverte le moins longtemps possible.
- Régler le thermostat du réfrigérateur à 5°C.

Astuce : pour vérifier l'étanchéité de la porte du réfrigérateur, fermer la porte sur une feuille de papier et la retirer. Si celle-ci ne résiste pas, les joints sont à changer.

A ne pas faire

- Ne pas placer l'appareil près d'une source de chaleur.
- Ne jamais mettre d'aliments chauds ou encore tièdes dans le réfrigérateur.
- Dégivrer quand le givre atteint une couche de 3 mm. Sinon, vous consommerez 30% de plus d'électricité !
- Ne pas entasser les aliments, afin que l'air puisse circuler librement.

Lave-linge

A faire

- Nettoyer régulièrement le filtre.
- Préférer les basses températures : les lessives sont étudiées pour être efficaces dès 30°C.
- Un cycle à 30/40°C consomme 3 fois moins qu'un cycle à 90°C.
- Faire fonctionner l'appareil pendant les heures creuses, si vous possédez l'option tarifaire.
- Choisir un lave-linge pouvant utiliser directement l'eau chaude solaire sanitaire

A ne pas faire

- Si la machine est suffisamment performante, évitez le prélavage.
- Éviter de faire 2 machines à demi charge, et préférer 1 machine à pleine charge.

Lave-vaisselle

- Laver et rincer la vaisselle dans une cuvette plutôt que sous l'eau courante. A programmer pendant les heures creuses.
- Choisir un lave-vaisselle pouvant utiliser directement l'eau chaude solaire sanitaire

Cuisson

- Couvrir les plats pendant la cuisson.
- Arrêter plaques et fours électriques un peu avant la fin de la cuisson, ils resteront chauds encore quelques minutes.
- Utiliser l'eau chaude sanitaire comme eau sanitaire préchauffée pour la préparation des pâtes, des infusions, du riz...

Plaques électriques

- Préférer une gazinière à des plaques électriques.
- Les plaques à induction sont plus performantes que les plaques électriques classiques.
- Utiliser des casseroles à fond plat, vous économiserez 30% d'électricité.

Téléviseur

- Ne pas laisser en mode veille.

Chargeur de téléphone portable

- Dé brancher le chargeur en fin de charge: certains modèles de chargeur consomment encore, même la charge du téléphone effectuée !

Ordinateur

Un ordinateur fixe consomme au moins deux fois plus qu'un ordinateur portable !

Communs à tous les appareils électroniques

Brancher les appareils sur une multiprise avec interrupteur on/off. En éteignant la prise, les appareils ne consommeront plus rien !

Les coupes veilles, une multiprise intelligente.

Les appareils en veille consomment de l'énergie quand ils restent en veille. Cette multiprise intelligente éteint automatiquement les appareils en veille, dès lors qu'elle remarquera une consommation électrique dérisoire. Par exemple, en éteignant le téléviseur avec la télécommande, le coupe veille mettra hors tension tous les appareils branchés dessus.

A suivre en terme de performance et d'efficacité, étant elle-même consommatrice d'un peu d'énergie. Utiliser un coupe veille économise d'environ 55€/an.

Recommandations et mises en garde

Recyclage : La réglementation sur les Déchets d'Équipement Électriques et Électroniques (D3E) impose maintenant un recyclage de l'ensemble des appareillages électriques de la maison arrivant en fin de vie. En achetant un nouvel appareil, le fournisseur a l'obligation de reprendre les appareils en fin de vie. Il doit les retourner aux distributeurs/importateurs pour les faire retraiter par les éco organismes collecteurs. L'achat finance ce système, donc ne jamais hésiter à assurer la démarche.

Les technologies actives de chauffage et de climatisation, Comment se dispenser d'investir dans des climatisations ou des convecteurs

But recherché : éviter la climatisation ou le chauffage électrique

Pour la maison, il s'agit de maintenir le confort thermique même dans des conditions extrêmes de températures extérieures (négatives ou positives) tout en minimisant les consommations d'énergies. Privilégier les modes passifs (Conception bioclimatique PERENE) plutôt que des systèmes actifs de chauffage ou climatisation.

Préconisation :

Le convecteur pour le chauffage électrique à éviter absolument

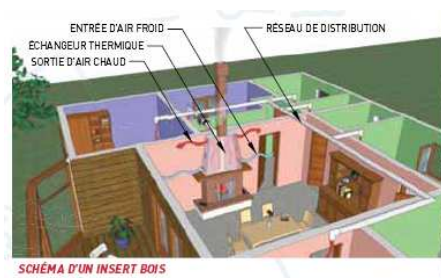
Diverses études récentes sur l'habitat dans les hauts de l'île révèlent une très forte expansion récente de cette technologie. Peu coûteux à l'achat, très onéreux en fonctionnement, et d'autant plus qu'il est utilisé dans des locaux souvent non isolés avec des déperditions thermiques importantes.

L'insert bois plutôt qu'une cheminée simple, une solution efficace

L'insert bois présente un rendement bien supérieur à celui d'une cheminée à foyer ouvert, grâce au système de récupération de chaleur disposé au niveau de sa hotte.

Les inserts bois s'apparentent à un poêle que l'on fixe sur un conduit de fumée, l'ensemble étant habillé telle une cheminée classique.

Un espace d'air se réchauffe en circulant entre l'appareil et le mur, grâce à des orifices haut et bas. Cette circulation de l'air ambiant, réchauffé au contact de l'appareil se diffuse dans la maison.



Les poêles à bois sont aussi un excellent chauffage d'appoint, peu contraignant.

De nombreuses maisons dans les hauts de l'île utilisent une cuisinière à bois : cuisson des aliments et chauffage des pièces, Certains modèles assure aussi la cogénération du circuit d'eau chaude sanitaire.

Qualité et financements

Une charte de qualité appelée « LABEL FLAMME VERTE » a été mise en place sur le marché français pour qualifier et identifier les inserts, foyers fermés et poêles les plus performants. Les appareils bénéficiant de ce label garantissent principalement un niveau de performances élevé : rendement supérieur à 70 %, faible émission de monoxyde de carbone (CO), gaz toxique et inodore, inférieure à 0,5%.

Les inserts bois et les poêles sont éligibles au crédit d'impôt de 50%.

Préconisations

Durant les périodes d'hiver austral, il conviendra d'allumer le foyer vers 18 h. En effet, 30 minutes sont nécessaires afin de ressentir la chaleur produite.

Pour une maison de 100 m², correctement isolée, il est préconisé :

- une installation de 14 kW, approximant un coût de fourniture et installation d'environ 4 500 Euros,
- 3 à 4 stères de bois/an (1 stère = 1 m³ de bûches de bois comprenant le vide),

- 1 stère de bois vaut environ 60 Euros (à titre indicatif),
- 1 ramonage/an du conduit (Obligatoire pour les assurances).

La RTAA DOM impose la mise en place d'une régulation par thermostat d'ambiance du système de chauffage actif et PERENE préconise les consignes suivantes : 19°C dans les pièces de vie et 16°C dans les chambres.

Le combiné solaire thermique - chaudière bois avec radiateurs ou plancher radiant absent du marché réunionnais, mais très approprié par exemple pour la zone 4 PERENE pour la maison individuelle et les écoles

Ces systèmes sont très efficaces et largement répandu en Europe, avec des car peu consommateur d'énergie. Si l'investissement de départ est élevé, le coût de fonctionnement est lui très faible. La filière bois à la Réunion est disponible. La zone 4 PERENE de l'île représente un marché potentiel intéressant.

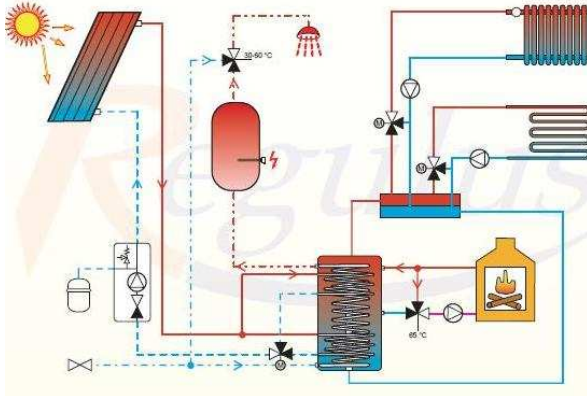


Figure 8 : synoptique du combiné solaire thermique - chaudière bois <http://www.solaire-bois.fr/>

« Un exemple de chauffage solaire combiné avec un ballon tampon HSK et une chaudière à bois bûches ou un poêle bouilleur. La production ECS est produite en instantané par un serpentin en inox dans le ballon HSK, assisté par un petit cumulus électrique de confort. Les deux circuits de chauffage (radiateurs et plancher chauffant) sont indépendants et régulés par une vanne 3 voies. »

Le chauffage solaire pour la piscine

L'énergie solaire une solution économique, écologique et performante pour le chauffage des eaux de piscines. Quelle que soit la taille de votre piscine, il existe des solutions de chauffage solaire. Disponible à La Réunion.

- Prévoir une surface de capteurs comprise entre deux tiers et l'équivalent de la surface de votre piscine.
- Réserver dans le plan masse de la toiture cette surface, à proximité de la piscine
- Ou alors intégrer sur la plage de piscine une pergola qui peut être équipée des capteurs solaires de piscine
- S'assurer du dimensionnement correct des ancrages, pour leurs résistances aux vents cycloniques.



Figure 9: exemple de capteur solaire de piscine

La climatisation électrique, un fléau pour la santé, pour l'environnement et pour les finances

Le recours à la climatisation se généralise dans l'habitat. Environ 40 000 climatisations individuelles sont importées chaque année à La Réunion. L'impact énergétique et environnemental est très important.

Les climatisations sont parfois de mauvaise qualité. Elles véhiculent des fluides très dangereux. Beaucoup d'entre elles ne sont ni correctement entretenues ni recyclées. Leur durée de vie est brève.

A noter aussi qu'un climatiseur mal réglé, ou un filtre non nettoyé, cas très fréquent, ont un impact démontré préjudiciable sur la santé des occupants.

La RTAA DOM vise à maîtriser ce phénomène. En mettant en pratique les conceptions de bâtiment de type PERENE et sauf cas très particulier, même dans des endroits très ensoleillés comme Le Port ou Saint-Pierre.

« Comment choisir une climatisation performante et économe en énergie ? »

Diverses raisons (proximité d'une route très bruyante, proche voisinage, informatique contrôlée, etc) peuvent vous amener à recourir à la climatisation.

Consultez utilement le guide "Comment choisir une climatisation performante"



Figure 10: guide SYREF "Comment choisir une climatisation performante"

- choisir impérativement une étiquette de classe A,
- isoler le local concerné par la climatisation,
- en cas de zones multiples à climatiser, prévoir un climatiseur de type multisplit DRV (une unité extérieure alimentant plusieurs unités intérieures recevant la quantité minimale de fluide frigorigène nécessaire),
- le coefficient de performance (ou EEE) du climatiseur doit être supérieur à 3,
- à poser en face Sud ou alors protégé du rayonnement solaire avec une casquette solaire,
- conserver 3 mètres sans obstacle devant le ventilateur de soufflage d'air chaud,
- signer un contrat d'entretien annuel et veiller à sa mise en œuvre,
- maintenir un écart maximum de 3 à 4 degrés entre intérieur et extérieur,
- fermer les fenêtres et les portes des pièces climatisées pendant la période de fonctionnement tant que la température extérieure sera supérieure à celle du local climatisé,
- rapporter le climatiseur en fin de vie à l'entreprise qui vous l'a vendu, il contient des gaz ayant des pouvoirs de réchauffement global bien supérieurs à celui du CO₂,
- le dispositif des D3E, qui gère le recyclage des climatiseurs est opérationnel à La Réunion. Assurez vous que votre "climaticien" respecte ce dispositif.

Exemple de protocole d'intervention pour la maintenance (Source ACCLEANER)

Unité intérieure et extérieure :

- contrôle du bon fonctionnement de chaque unité (relevé des températures de soufflages avant intervention, vérification sonore, rotation turbine/hélice),
- mise en place des protections au sol et du protocole d'hygiène adapté au site
- préparation et mise en place du matériel adapté à l'appareil de climatisation,
- démontage des capots ou des tabliers de protection, des volets d'air et des ailettes directionnelles,
- démontage du bac à condensat,
- protection des parties électriques,
- aspiration et brossage de l'échangeur, du bac et de la turbine,
- nettoyage et désinfection des filtres,
- nettoyage et désinfection du bac à condensat et des conduits d'écoulement,
- nettoyage et désinfection de la turbine,
- nettoyage et désinfection de l'évaporateur,
- nettoyage et désinfection des grilles d'aspiration et de soufflage,
- remise en service de l'installation,
- vérification du fonctionnement (pré diagnostic, suspicion de panne),
- relevé des températures de soufflage après intervention,
- les locaux doivent être restitués dans l'état où ils ont été trouvés,
- garantir l'innocuité des produits utilisés : biodégradables, bactéricides et Fongicides.

Parties électriques :

- contrôle des voyants,
- dépoussiérage des cartes électroniques et appareils électriques,
- resserrage des connections,
- vérification télécommande.

Evacuations et pompes de relevage

- débouchage des conduits d'évacuation des condensats
- contrôle des pompes de relevage.

- L'eau chaude solaire, ou comment utiliser une source naturelle et gratuite d'eau chaude ?

But recherché: généraliser le solaire thermique à toutes les constructions, améliorer la qualité des installations, organiser le recyclage des systèmes solaires

L'eau chaude sanitaire électrique représente 30 à 50 % de la facture EDF d'un ménage. La fourniture de cette eau chaude peut être facilement obtenue par l'utilisation de l'énergie solaire. Non polluante et inépuisable, l'énergie solaire permet d'obtenir de l'eau chaude. Un chauffe-eau solaire de qualité fonctionne pendant une vingtaine d'année. La technologie du chauffe-eau solaire est fiable. Ces appareils peuvent fonctionner sans problème pendant près de 20 ans sous conditions d'une bonne maintenance préventive et curative.

En plus d'économiser sur l'électricité, économiser sur la facture d'eau. Doubler l'installation de chauffe-eau solaire d'un kit d'économie d'eau. Connecter les machines à laver sur l'eau chaude solaire.

Le chauffe-eau solaire individuel est dorénavant obligatoire pour la construction de logements neufs dans les DOM, selon la RTAA DOM.

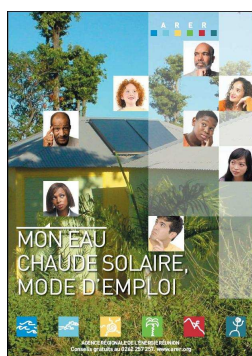


Figure 11 : guide ARER « Mon eau chaude solaire, mode d'emploi »

Préconisations

Le chauffe-eau solaire se compose d'un capteur solaire plan (qui convertit le rayonnement solaire en énergie thermique) d'un circuit de transfert de chaleur, d'un réservoir de stockage d'eau chaude et d'un système de chauffage d'appoint à commande manuelle, pour produire de l'eau chaude à température constante à toutes heures du jour et de la nuit, été comme hiver.

Poids d'une installation

Dans le cas d'une installation en toiture ou dans les combles du ballon de stockage, il est important de tenir compte du poids de l'installation afin de s'assurer que la structure porteuse puisse supporter ce poids supplémentaire. L'ensemble de l'installation présente un poids variant selon le tableau suivant :

	Ballon de stockage : 180 l	Ballon de stockage : 300 l	Ballon de stockage : 440 l	Ballon de stockage : 600 l
Surface approximative des capteurs	2m ²	4m ²	6m ²	8m ²
Poids à vide en kg	80	135	160	270
Poids en charge en kg	262	405	524	810
Pression maximale en service	7 bars			

Les volumes et les surfaces sont donnés à titre indicatif. Selon le modèle choisi, ces valeurs varient quelque peu.

Les panneaux

Les panneaux solaires doivent être à haut rendement supérieur à 70% un avis CSTB adapté aux DOM doit être fourni par le fabricant. Le cadre est en aluminium, cuivre, ou alliage placé en toiture, selon une orientation et une inclinaison proposées par le tableau ci-dessous :

Zonage	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Orientation	Nord - 40° à Nord +70°	Nord à Nord +90°	Nord à Nord +90°	Nord à Nord +90°
Inclinaison	10° à 40°	10° à 40°	10° à 40°	10° à 40°

La structure

Le châssis de support des panneaux, doit être réalisé en profilé d'acier galvanisé à chaud, boulonné pour un maintien dans le temps le plus long.

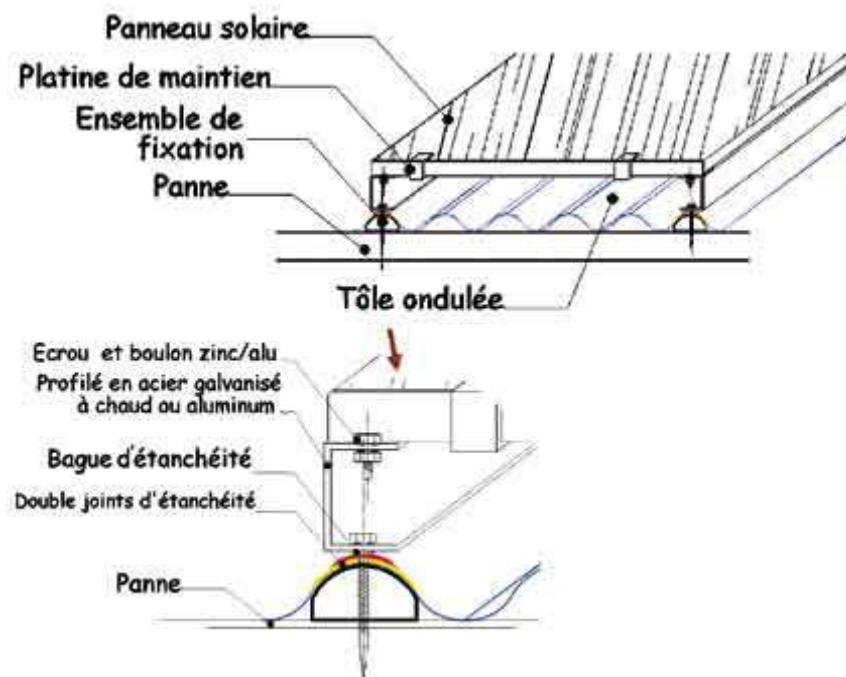


Figure 12: détail de fixation chauffe eau solaire sur tôle ondulée



Figure 13: détail de traversée de la tôle pour la plomberie

La traversée peut être également réalisée par la mise en œuvre d'une chatière.

Le dimensionnement

Le dimensionnement dépend :

- du volume d'eau à chauffer, directement lié à la taille du logement et ou nombre de personne,
- des conditions climatiques : la surface des capteurs nécessaires est liée au rayonnement solaire journalier, à la température,
- de l'air extérieur et de la température de l'eau froide,
- Rajouter un capteur permet d'augmenter le taux de couverture des besoins.



	T2 (1 à 2 pers) Volume de stockage : 180 l	T3 (2 à 3 pers) Volume de stockage : 180 l	T4 (3 à 4 pers) Volume de stockage : 300 l	T5 (4 pers et +) Volume de stockage : 440 l et +
Zone 1				
Surface des capteurs	2 m ² *	2 m ² *	4 m ²	6 m ²
Nombre de capteurs	1	1	2	3
Taux de couverture	59%	49%	73%	67%
Zone 2				
Surface des capteurs	2 m ² *	4 m ²	6 m ²	6 m ²
Nombre de capteurs	1	2	3	3
Taux de couverture	56%	79%	71%	65%
Zone 3				
Surface des capteurs	4 m ²	4 m ²	6 m ²	6 m ²
Nombre de capteurs	2	2	3	3
Taux de couverture	76%	69%	77%	72%
Zone 4				
Surface des capteurs	4 m ²	4 m ²	6 m ²	6 m ²
Nombre de capteurs	2	2	3	3
Taux de couverture	71%	68%	71%	71%

* Il s'agit ici de surfaces minimales.

Figure 14 : tableau de dimensionnement du chauffe-eau solaire selon les zones PERENE

Le chauffe-eau solaire thermosiphon monobloc

Le chauffe-eau monobloc est moins cher qu'un système à éléments séparés, mais son intégration esthétique est difficile en toiture, il offre aussi plus de prise aux vents cycloniques.

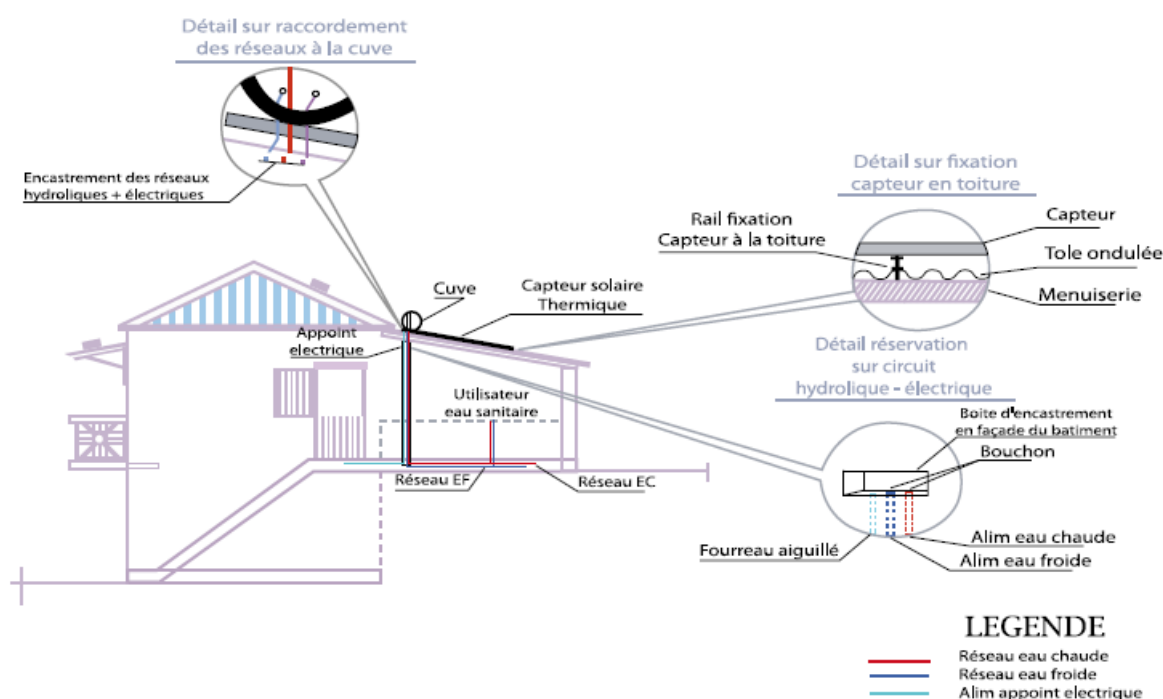


Figure 15 : schéma d'installation d'un CES monobloc

Attentes techniques à prévoir par les autres corps d'état

- attente pour alimentation résistance électrique d'appoint (3kW) reliée au tableau de distribution,
- liaison de commande manuelle et horloge au tableau pour activer la résistance électrique d'appoint quand il y a pénurie de soleil,
- attente pour mise à la terre de l'installation,
- évacuation sur eau usée pour le groupe de sécurité,
- cuvre Eau Chaude/Eau Froide, si possible isolé dans les zones d'altitude.

Le chauffe-eau solaire dissocié (thermosiphon à éléments séparés)

Son fonctionnement n'est pas dépendant de l'électricité.

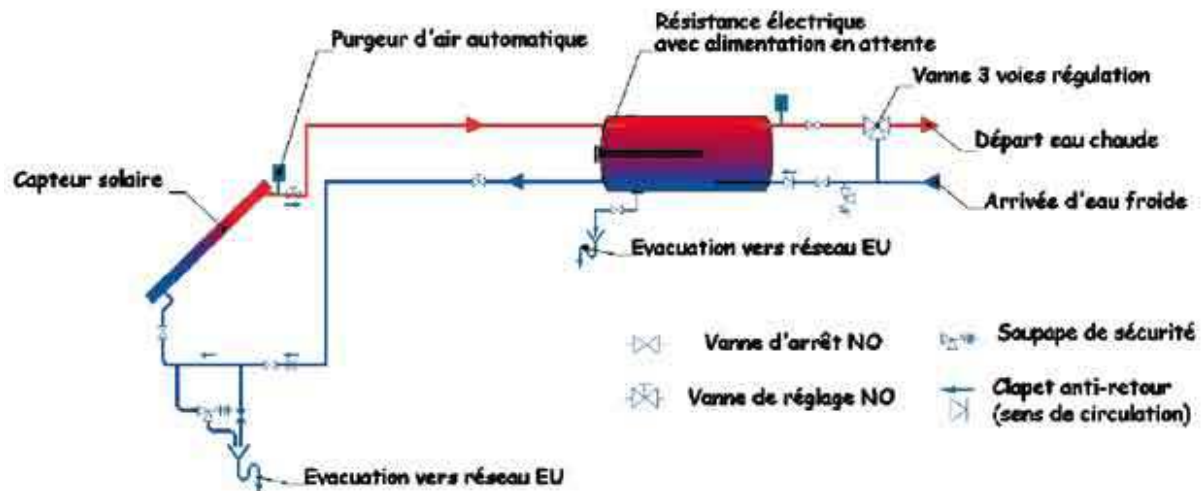


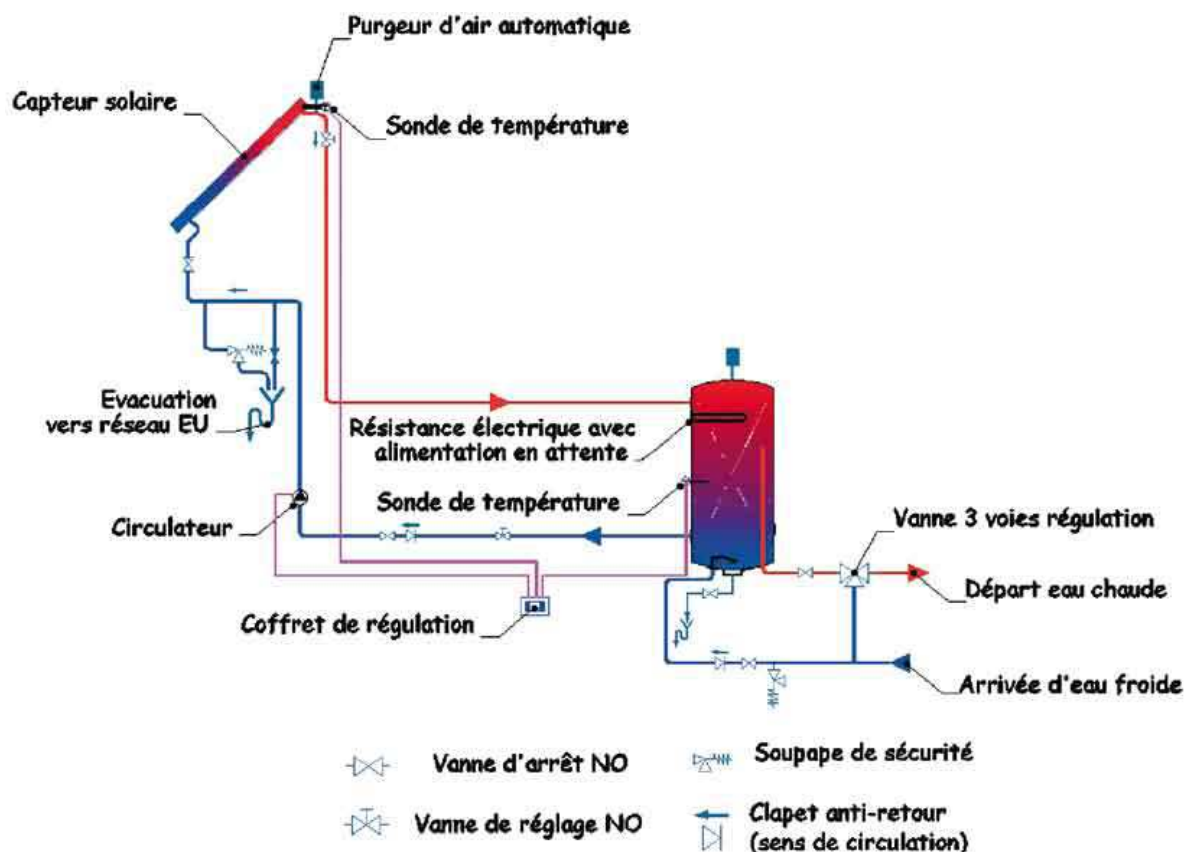
Figure 16: schéma de fonctionnement CES thermosiphon à éléments séparés

Attentes techniques à prévoir par les autres corps d'état

- espace sous comble pour le ballon et la cuve de rétention, avec bonne accessibilité pour démontage éventuel de la cuve, au dessus du niveau haut des capteurs pour fonctionnement en thermosiphon,
- encombrement ballon 1 mètre par 1 mètre par 2 mètres (Support horizontal, avec cuve de rétention),
- attente d'évacuation sur Eau Usée du bac de rétention,
- attente pour alimentation résistance électrique d'appoint (3kW) reliée au tableau de distribution,
- liaison de commande manuelle et horloge au tableau pour activer la résistance électrique d'appoint quand il y a pénurie de soleil,
- accessibilité pour entretien,
- attente pour mise à la terre de l'installation,
- attente d'évacuation sur Eau Usée, ou dans espace vert, pour le groupe de sécurité,
- cuivre EC/EF, si possible isolé dans les zones d'altitude.

Le chauffe-eau solaire à circulation forcée

Un chauffe-eau solaire à circulation forcée intègre en complément une pompe et un régulateur. Ces deux organes nécessitent une alimentation électrique, sans quoi le chauffe-eau ne peut fonctionner. Il est possible d'alimenter ces organes par électricité photovoltaïque secourue, dans le cas d'une maison équipée d'un tel système.



Attention : en cas de coupure électrique, la pompe et la régulation ne fonctionnent pas, la production d'eau chaude est alors interrompue. Dans le cas d'un stockage d'électricité solaire, alimenter l'ensemble du système de régulation et circulation sur l'électricité solaire sécurisée. Prévoyez une bascule sur le réseau alimenté par EDF en cas de maintenance nécessaire sur le système solaire.

Attentes techniques à prévoir par les autres corps d'état

- localisation spécifique (sous-sol, garage, à l'abri sous une varangue ou un bon débord de toiture...) et encombrement ballon 1 mètre par 1 mètre par 2,5 mètres (Support horizontal ou vertical),
- attente pour alimentation résistance électrique d'appoint (3kW) reliée au tableau de distribution,
- liaison de commande manuelle et horloge au tableau pour activer la résistance électrique d'appoint quand il y a pénurie de soleil,
- accessibilité pour entretien,
- attente pour mise à la terre de l'installation,
- attente d'évacuation sur Eau Usée ou dans espace vert pour le groupe de sécurité,
- attente électrique pour système de régulation (Centrale de régulation et pompes) et liaison par fourreau avec sonde de température située vers le capteur,
- protection pompe et centrale de régulation au tableau électrique, bascule possible vers une source autonome d'énergie en cas de coupure de courant prolongée,
- cuvre EC/EF, si possible isolés dans les zones d'altitude.

Avantages et inconvénients des différents systèmes, monobloc, dissocié, à circulation forcée

	Système thermosiphon type monobloc	Système thermosiphon type dissocié	Système à circulation forcée
Commentaires	Plus simple dans son fonctionnement et moins onéreux. Le thermosiphon monobloc, ne nécessite ni pompe de circulation, ni régulateur.	Meilleure solution énergétique et esthétique.	Plus onéreux car il nécessite un dispositif de régulation et de circulation.
Prix moyen TTC pour un chauffe-eau solaire de 300 l	Environ 3 500 €	Variable selon implantation des composants	Environ 4 000 € à 4 500 €
Installation	Simplicité d'installation en toiture : Pas de pompe de circulation, Pas de système de régulation, Fonctionne même en cas de coupure du courant électrique. Prévoir le calorifugeage des tuyauteries eau chaude en zone des hauts.	Plus d'exigence sur la qualité de pose et de raccordement. Il nécessite un espace sous combles pour le ballon et une cuve de rétention. Il faut également prévoir une trappe d'accès pour faciliter l'accessibilité pour le démontage éventuel du ballon. L'encombrement du ballon est d'environ 2m³ (support horizontal, avec cuve de rétention et tuyau d'évacuation en PVC). Le thermosiphon monobloc, ne nécessite ni pompe de circulation, ni régulation.	Plus d'exigence sur la qualité de pose et de raccordement. Permet de dissocier le captage et le stockage.
Intégration	Intégration architecturale plus difficile avec une plus grande prise aux vents.	Meilleure intégration architecturale.	Meilleure intégration architecturale.
Entretien Maintenance	Vérification périodique de l'état d'usure de l'anode de protection, comme pour un chauffe-eau électrique. Vérification du groupe de sécurité. Vérification de la propreté du vitrage. Nettoyage périodique du vitrage des capteurs.		

Qui recycle les anciens chauffe-eau solaires individuels (CESI) ?

Parce qu'ils contiennent une résistance électrique, les chauffe-eaux solaires sont assimilés à des D3E (Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques). Les fabricants et les distributeurs de matériels électriques ont l'obligation de financer la collecte à partir du point de collecte, le traitement, la valorisation et l'élimination des DEEE commercialisés à compter du 13 août 2005 soit en adhérant à un éco-organisme agréé pour la collecte et le traitement des équipements ménagers. A la Réunion, la filière est organisée par Eco-Systemes représentée par le SICR – Syndicat de l'Importation et du Commerce de la Réunion, soit en gérant en direct les déchets.

Le financement de cette filière se fait grâce à l'éco-participation facturée pour tout achat de matériel. Pour les chauffe-eaux construits avant août 2005, les solaristes n'ont donc pas l'obligation de traitement des déchets, ils peuvent néanmoins se charger de les démonter et les faire éliminer dans une filière agréée.

Pour les chauffe-eaux datant d'après août 2005, leur élimination doit être prise en charge gratuitement par les solaristes depuis le point de livraison du nouveau matériel (le domicile du client en général) mais pas la dépose du matériel usagé.

La directive européenne 2002/96/CE du 27 janvier 2003, relative aux DEEE modifiée par la directive 2003/108/CE du 8 décembre 2003, oblige les fournisseurs à accepter la reprise gratuite d'un appareil usagé lors de l'achat d'un nouvel appareil même s'il est d'une marque différente, qu'ils soient ou non affiliés à un éco-organisme : c'est la règle du « 1 contre 1 ».

Si le démontage d'un ancien CESI peut être facturé par les solaristes, cette prestation peut également faire partie d'une offre commerciale lors de l'achat d'un nouvel équipement.

Aucun solariste à la Réunion n'a adhéré à un éco-organisme pour organiser la filière de traitement des CESI. L'écotaxe applicable à un chauffe-eau solaire est de 3,34 €HT et doit figurer sur la facture d'achat.

Les anciens CESI ne contenant pas de résistance électrique sont considérés comme des déchets ménagers et peuvent être amenés en déchetterie.

Plus de renseignements sur le site du SICR : <http://www.sicr.re>

Recommandations et mises en garde

- pour la zone 4 PERENE, soumise aux problèmes du gel, calorifuger toutes les tuyauteries. Les désordres recensés sur les chauffe-eau solaire à la Plaine des cafres démontrent la nécessité de prévoir des chauffe-eau solaire spécifiquement adaptés au gel,
- privilégier les chauffe-eau à éléments séparés pour une meilleure intégration architecturale de l'installation solaire,
- structure : les soudures, les recoupes ne doivent pas être réalisées sur place. Pour garantir une parfaite étanchéité, il est recommandé de mettre du silicone entre les différentes pièces,
- réseaux hydrauliques : l'ensemble des réseaux doit être en cuivre calorifugé. Le raccordement évacuation groupe sécurité doit être raccordé jusqu'au sol ou réseau d'évacuation conformément au DTU 65.11 Plomberie sanitaire,
- gestion et régulation : la couverture solaire ne couvrant pas 100% des besoins annuels, il est préférable d'avoir un appoint électrique mis sur une horloge et une commande manuelle délocalisée au niveau du tableau général,
- groupe de sécurité : sa fonction est d'encaisser les éventuelles surpressions. Il doit être raccordé jusqu'au sol (si possible dans un espace vert ou sur le réseau d'évacuation Eau Usée conforme au DTU 65.11 Plomberie Sanitaire),
- le disjoncteur de la mise en marche de la résistance électrique doit être délocalisé au niveau du tableau général pour une gestion manuelle et si possible temporisé pour éviter d'oublier de l'éteindre,
- il est recommandé d'isoler thermiquement les canalisations d'eau chaude provenant du ballon pour limiter les pertes de chaleur,
- mise à la terre du système solaire et protection anti-foudre : prévoir la liaison à la terre de chaque composant,
- le recyclage : en fin de vie, exiger la reprise des chauffe-eau solaire en fin de vie par votre fournisseur pour recyclage.

Il est possible de raccorder le lave-linge et/ou le lave vaisselle à l'alimentation en eau chaude solaire. Dans ce cas, il faut prévoir une double alimentation de ces équipements qui présentent une double entrée d'eau. Dimensionner l'installation solaire afin de préchauffer l'eau alimentant ces équipements.

Il est fortement recommandé de réaliser l'installation solaire au même moment que la construction de la maison pour avoir la meilleure intégration de l'ensemble. Toutefois si ce n'est pas possible, réaliser les réservations nécessaires en gros œuvre, plomberie et électricité (Voir la liste des attentes techniques requises)

Interaction avec les autres corps de métier/Maintenance

L'interaction se fait particulièrement avec :

- gros oeuvre : passage de fourreau et des boîtes en attentes, réservation dans les bétons, positionnement et encombrement des systèmes,
- charpente et couverture : surcharge du système, attaches et fixations, accessibilité en toiture,
- électricité : passage de fourreaux et des boîtes en attente, réservation dans les bétons, positionnement et encombrement des systèmes,
- plomberie : les attentes cuivre et évacuation du groupe de sécurité.

Liste des points à vérifier lors de l'entretien annuel du système :

- état des capteurs : à nettoyer avec liquide dégraissant pour vitre,
- état des supports des capteurs : poncer et protéger les points corrodés, resserrer les vis et boulons, éventuellement mettre en œuvre un nouveau point d'ancrage,
- état du réseau hydraulique : fuites, calorifuge...
- vérification des soupapes de sécurité, des pressions de service, du débit, des capteurs de température et de la régulation, des purgeurs d'air, de l'anode de protection du ballon et du mitigeur thermostatique.

Produire de l'électricité avec le soleil pour la maison et le transport individuel

But recherché : une maison à énergie positive, pour les besoins de l'habitation et d'un transport individuel, accessible à tous les ménages réunionnais

Produire de l'énergie électrique solaire garantie, avec une ressource d'énergie renouvelable et si possible non polluante est un enjeu important pour le changement climatique.

Les modules photovoltaïques absorbent le rayonnement solaire qu'ils transforment en électricité sous forme de courant continu. Cette énergie électrique est ensuite adaptée en tension et en courant par l'onduleur pour être vendue au réseau EDF. Dans les réseaux insulaires, EDF a déterminé une **limite technique de 30 %**, que ne peut dépasser la part d'énergie fatale et intermittente injectée au réseau.

La filière photovoltaïque dans les DOM et en particulier à La Réunion est susceptible de connaître une perte de vitesse rapide, alors que son potentiel d'application est encore majeure, tout simplement en généralisant les techniques de stockage de l'énergie solaire à toutes les constructions.

Le **stockage** de l'énergie intermittente, notamment éolienne et solaire, l'**autoconsommation** et la **sécurisation** sans injection réseau sont des axes économiques et techniques stratégiques, identifiés par l'ARER dans les études sur la filière hydrogène et stockage de l'énergie, et les rencontres Energie Réunion 2005. La **recharge des véhicules électriques** à l'électricité solaire est aussi une voie prometteuse.

Les technologies ont évolué depuis et nous apportent dorénavant des capacités de réponses certaines.

Il convient aussi de souligner l'importance de la **qualité de dimensionnement et de réalisation des systèmes**, de la qualité et du soin à apporter à la **maintenance préventive et curative**. Les systèmes solaires, du fait de leur généralisation progressive, méritent une certification ISO pour garantir la qualité de la filière dans l'avenir.

Le «SOLAIRE POUR TOUS » Habitat et Transport, principe et perspective

Comment rendre accessible le solaire à tous les ménages réunionnais, quelle corrélation avec la promotion d'un **plan économique pour maintenir et développer la filière photovoltaïque à l'île de La Réunion**, assorti tant à l'habitat qu'aux nouvelles filières de transports propres ?

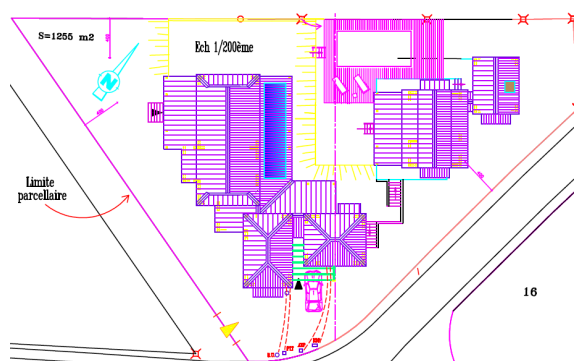
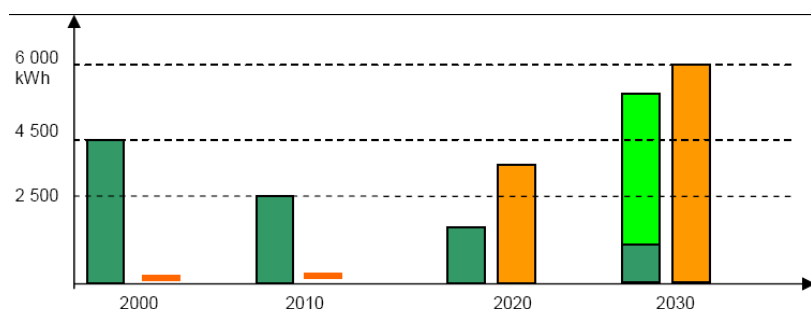


Figure 18 : électricité solaire pour les besoins de l'habitat et du véhicule individuel, renouveler la perspective économique technique de la filière photovoltaïque

Le graphique suivant présente l'évolution prospective des consommations et productions d'énergie des maisons à La Réunion. En 2020, la plupart des maisons sont à énergie positive : elles produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment, conformément à l'objectif du Grenelle de l'environnement. En 2030, les maisons de La Réunion produisent l'énergie solaire nécessaire aux besoins pour l'habitat et pour le transport individuel électrique.

Ces maisons solaires jouent un rôle essentiel dans la régulation du réseau électrique de l'île en proposant à EDF une injection au réseau d'une énergie solaire « garantie », grâce aux technologies du stockage.



Prospective STARTER 2009 Conso Maison 100 m² et Véhicule électrique, Production PV

Figure 19: Graphique d'évolution de la consommation et production d'énergie pour une maison réunionnaise de 100m² avec 4 personnes en 2020 et en 2030

Quelques définitions utiles à rappeler

L'énergie W, comme le travail qu'elle peut produire, se mesure en Joules (J). Dans certains cas, on utilise d'autres unités :

- la calorie : 1 cal = 4,18 J.
- la thermie : 1 Th = 1000000 cal
- le wattheure : 1 Wh = 3 600 J
- le Kilowattheure : 1 KWh = 1000 Wh = 3 600 000 J

La puissance d'une machine : c'est l'énergie qu'elle fournit en 1 seconde. La puissance se note P. Elle se mesure en Watt. (W en Joule, t en seconde, P en Watt). Par extension nous avons $W = P \cdot t$

L'énergie électrique: si le récepteur est soumis à une tension U et qu'il est traversé par un courant d'intensité I pendant un temps t, il va absorber de l'énergie électrique. Cette énergie est notée $W = U \cdot I \cdot t$ avec : U en Volt, I en Ampère, t en seconde, W en Joule. Remarque: si le temps t est mesuré en heure, W est obtenu en Wattheure (Wh).

La mesure de l'énergie électrique : l'énergie électrique qui nous est fournie par le réseau électrique est mesurée par un compteur placé à l'entrée de l'installation et gradué en Kilowattheure. L'énergie consommée est obtenue en mesurant la tension, l'intensité du courant, le temps de fonctionnement et en faisant le produit de ces trois valeurs.

La puissance électrique : $P = W/t$, $W = U \cdot I \cdot t$, $P = U \cdot I$ avec U en Volt, I en Ampère, P en Watt

Produire de l'énergie photovoltaïque stockée dans l'habitat pour le transport électrique individuel

La « solar box » est un appareil synchronisant l'injection de la production PV dans le réseau avec l'appel de courant pour charger la batterie. Les électrons entrant pour charger la batterie sont donc considérés comme « propres » puisque générés par le générateur photovoltaïque. Ainsi, grâce à la mise en œuvre progressive de ce concept, la maison devient une unité de production d'énergie pour ses besoins propres, pour le réseau EDF (Vente d'énergie garantie aux heures de pointe des appels de puissance), pour les transports individuels propres (Voiture, scooter, vélo électrique).

Du fait de la structure de production de l'électricité à La Réunion, la recharge d'un véhicule électrique sur le réseau électrique réunionnais conduit à un véhicule émetteur de gaz à effet de serre

Pour un véhicule type équivalent berline, compter environ 25 kWh pour 100 km parcourus (fort relief à La Réunion). Pour un véhicule type « petite citadine », compter environ 10 à 12 kWh, et 4 kWh pour un scooter.

Type de véhicule électrique	kWh consommés pour 100 km en parcours mixte	Temps de charge moyen pour prise standart	Nombre de cycles de charge annoncés batterie au plomb	Nombre de cycles de charge annoncés batterie autre type	Autonomie du véhicule
Equivalent Berline	20 à 25	7 à 9 heures	2 à 3 ans	5 à 7 ans	120 à 140 km
Petite citadine	8 à 12	6 à 8 heures	2 à 3 ans	5 à 7 ans	80 à 120 km
Scooter 125 Cm3	4	4	2 à 3 ans	5 à 7 ans	40 à 60 km
Vélo	0,7	0,	2 à 3 ans	5 à 7 ans	20 à 40 km

Le kWh produit à La Réunion émet 822g de CO2 (Valeur système électrique réunionnais 2008 OER-ARER).

- Un **équivalent Berline** émettra environ **206 g de CO2/km parcouru**. Il se place alors dans la classe des véhicules **fortement émetteurs de CO2**, bien qu'il soit présenté comme véhicule propre.
- Une **petite citadine** émettra entre 50 et 96 g de CO2/km parcouru, ce qui la classe dans les véhicules « propres » éligible à la prime nationale ADEME.

Comparatif entre véhicule thermique et véhicule électriques des dépenses cumulées (achat, entretien, énergie) – Source EVERUN et AER – <http://www.auto-elect-reunion.com>

Il est important de bien comprendre le comparatif de performance financières et environnementale entre un véhicule électrique et un véhicule thermique. Voici une analyse basée sur des véhicules que l'on peut se procurer à l'île de La Réunion aux conditions 2010, proposée par deux pionniers de La Réunion en la matière.

kilométrage annuel	km		année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	année 6	année 7	année 8	année 9	année 10
Véhicule électrique												
modèle	Petite berline électrique											
coût d'achat du véhicule	€ 24 900,00		24 900,00									
prime à l'achat du véhicule	€ 0,00		0,00									
coût de l'énergie pour 100 km	€ 1,10		110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
coût annuel de l'assurance	€ 220,00		220,00	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00	220,00
maintenance annuelle d'usure	€ 150,00		150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
remplacement des batteries	km 105 000,00 € ou 8 000,00 € années 7,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8 000,00	0,00	0,00	0,00
		annuel électrique	25 380,00 €	480,00 €	480,00 €	480,00 €	480,00 €	480,00 €	8 480,00 €	480,00 €	480,00 €	480,00 €
		cumul électrique	25 380,00 €	25 860,00 €	26 340,00 €	26 820,00 €	27 300,00 €	27 780,00 €	36 260,00 €	36 740,00 €	37 220,00 €	37 700,00 €
Véhicule thermique												
modèle	Petite berline thermique étiquette B											
coût d'achat du véhicule	€ 18 600,00		18 600,00									
coût de l'énergie pour 100 km	€ 10,32		1 032,24	1 032,24	1 032,24	1 032,24	1 032,24	1 032,24	1 032,24	1 032,24	1 032,24	1 032,24
coût annuel de l'assurance	€ 290,00		290,00	290,00	290,00	290,00	290,00	290,00	290,00	290,00	290,00	290,00
maintenance annuelle d'usure	€ 320,00		320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00	320,00
remplacement de la courroie de distribution	km 70 000,00 € ou 600,00 € années 3,00		0,00	0,00	600,00	0,00	0,00	600,00	0,00	0,00	600,00	0,00
remplacement de l'embrayage	km 80 000,00 € ou 2 500,00 € années 8,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2 500,00	0,00	0,00
remplacement de l'échappement	km 50 000,00 € ou 250,00 € années 3,00		0,00	0,00	250,00	0,00	0,00	250,00	0,00	0,00	250,00	0,00
		annuel thermique	20 242,24 €	1 642,24 €	2 492,24 €	1 642,24 €	1 642,24 €	2 492,24 €	1 642,24 €	4 142,24 €	2 492,24 €	1 642,24 €
		cumul thermique	20 242,24 €	21 884,48 €	24 376,72 €	26 018,96 €	27 661,20 €	30 153,44 €	31 795,68 €	35 937,92 €	38 430,16 €	40 072,40 €
		écart annuel thermique-électrique	-5 137,76	1 162,24	2 012,24	1 162,24	1 162,24	2 012,24	-6 837,76	3 662,24	2 012,24	1 162,24
		écart cumulé thermique-électrique	-5 137,76	-3 975,52	-1 963,28	-801,04	361,20	2 373,44	-4 464,32	-802,08	1 210,16	2 372,40

Figure 20 : tableau de calcul des dépenses pour une petite berline électrique et une petite berline thermique

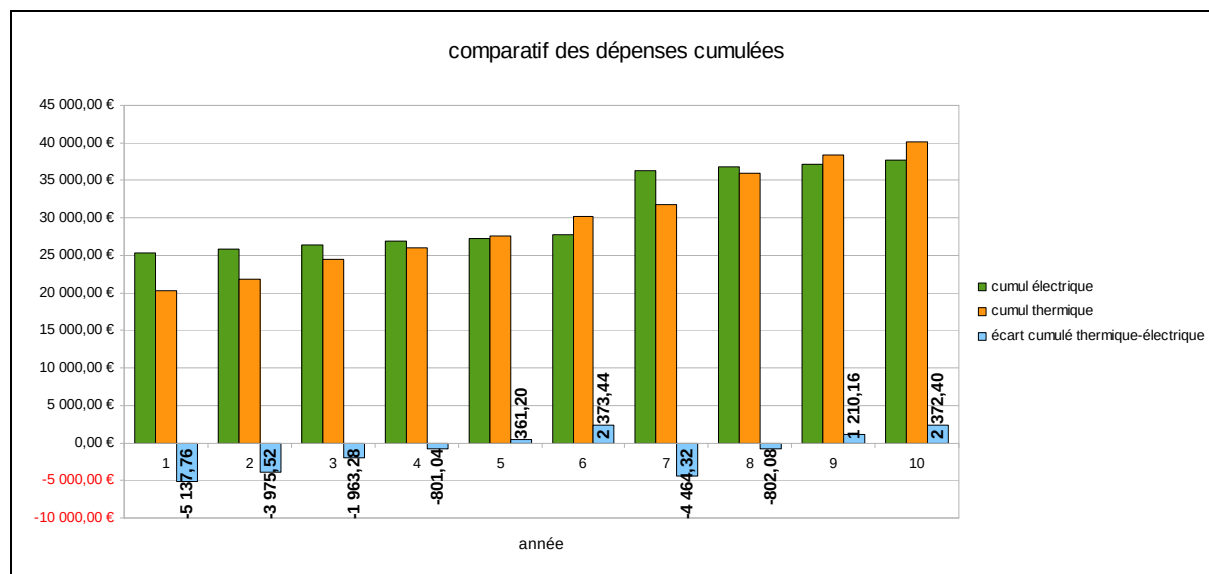


Figure 21 : graphique comparatifs des dépenses cumulées entre une petite berline électrique et une petite berline thermique

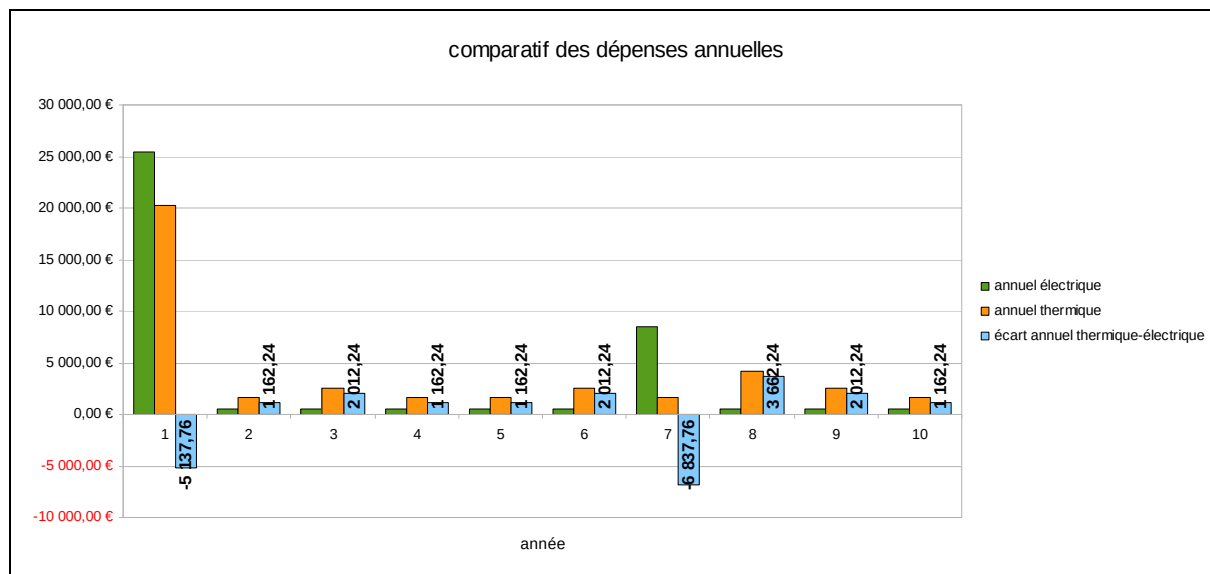


Figure 22 : graphique comparatifs des dépenses annuelles entre une petite berline électrique et une petite berline thermique

Recharger les véhicules électriques avec des électrons photovoltaïques est une solution viable sur le plan des émissions de Gaz à Effet de Serre, capable d'autre part de relancer significativement la filière solaire à La Réunion

Afin de parcourir en moyenne **40 km par jour en petite citadine individuelle sur 200 jours**, il faut tabler sur une **production journalière de 4 kWh** d'électricité solaire. Le système doit garantir **5 jours d'autonomie de recharge**. Il s'agit donc de viser une capacité de stockage en batterie intégré à l'habitat de 20 kWh délivrables, en vue d'une recharge du véhicule électrique la nuit. Prévoir une durée moyenne de 7 à 9 heures en condition standart de charge.

Le dimensionnement final dépendra de la zone climatique. Par exemple, en Z1 à Saint-Pierre, compter alors **1,5 à 2 kWc de panneaux photovoltaïques interfacés à un stockage en batterie solaire** d'une puissance de 2 kW qui délivre 4 à 10 kWh pour une charge de durée maximale d'environ 7 à 9 heures.

- Diviser par 5 le bilan des émissions de CO2 au kilomètre par rapport à un véhicule fossile.
- Rendre accessible à tous les Réunionnais le transport propre à un coût identique puis inférieur à celui d'un véhicule fossile.

Produire de l'énergie photovoltaïque stockée dans l'habitat, pour sécuriser le froid électroménager, quelques points lumineux et les communications

Le **stockage de l'énergie solaire** d'une partie de la production photovoltaïque peut aussi s'avérer très **utile lors de coupures EDF et des évènements climatiques type cyclone ou forte intempérie**.

Pour l'habitat, l'énergie solaire photovoltaïque stockée, avec une autonomie de 5 jours, interfacé au réseau EDF alimente et sécurise :

- le froid électroménager,
- une alimentation informatique
- une alimentation de borne WIFI Internet,
- trois points d'éclairage en diode électroluminescente
- la pompe et le régulateur du chauffe-eau solaire découplé.

En terme de consommation annuelle cumulée, compter environ 1 000 kWh pour cet ensemble, soit un système de 1kWc de puissance photovoltaïque solaire assorti à 12 batteries solaires de 2 volts en série, et l'onduleur régulateur assorti.

- Prévoir une bascule sur le réseau EDF pour l'alimentation de ces fonctions lors des périodes d'entretien et de maintenance du système solaire

Produire de l'énergie photovoltaïque stockée dans l'habitat pour vente au réseau électrique d'une énergie solaire garantie aux heures de fortes demandes (Source : Schéma directeur Stockage Réunion ARER 2009)

Objectif : fournir au réseau EDF une énergie solaire garantie et non intermittente. L'injection au réseau est déclenchée par le régulateur du réseau EDF sur besoin (Smart Grid, par exemple lissage de la pointe d'appel de puissance grâce aux batteries réparties dans l'habitat et les constructions).

« A La Réunion, les énergies renouvelables sont majoritairement saisonnières et/ou intermittentes :

- combustible primaire renouvelable saisonnier
- électricité primaire renouvelable saisonnière
- électricité primaire renouvelable intermittente

Le stockage de l'énergie peut être une solution de stabilité :

- stockage « saisonnier » : stockage en période de surproduction pour consommation en période de sous-production
- stockage « intermittent » : stockage de l'énergie pour contrôler sa fourniture aussi bien en termes de suivi de la demande que de qualité

Par ailleurs, il faut envisager plusieurs positionnements des solutions de stockage :

- stockage de l'énergie « in-situ » côté producteur, c'est-à-dire sur le site de production de l'énergie
- stockage de l'énergie sur le système : le stockage prélève de l'énergie sur le système et le réintègre sur demande dans le système
- stockage de l'énergie « in-situ » côté consommateur, c'est-à-dire sur le site de consommation de l'énergie

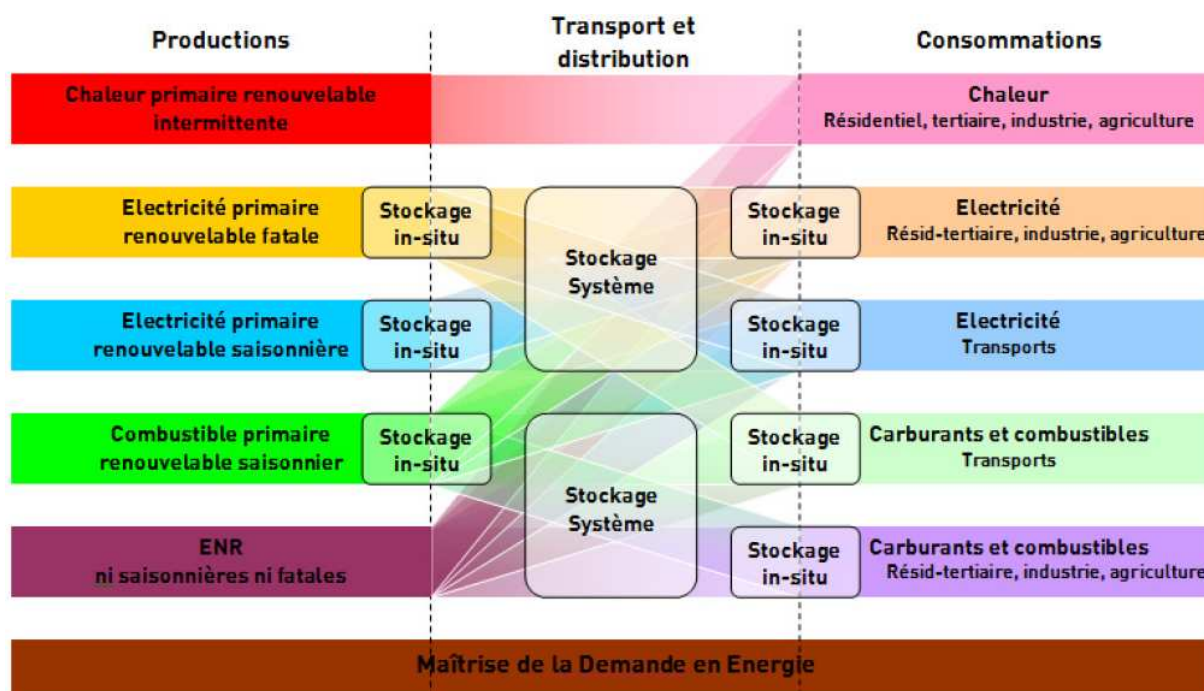


Figure 23: tableau des différents types de productions, distributions et consommation d'énergie - Source SD stockage et régulation des énergies intermittentes ARER 2009

La réussite des objectifs du Grenelle pour 2020 et 2030 dépend aussi de la capacité à intégrer de façon massive l'énergie intermittente dans la régulation et le mix énergétique insulaire global. Les acteurs de l'énergie travaillent sur le concept de « Smart Grid », en vue d'intégrer une multitude d'unité de « production – stockage – régulation » d'énergie, répartie sur le réseau de distribution de l'énergie.

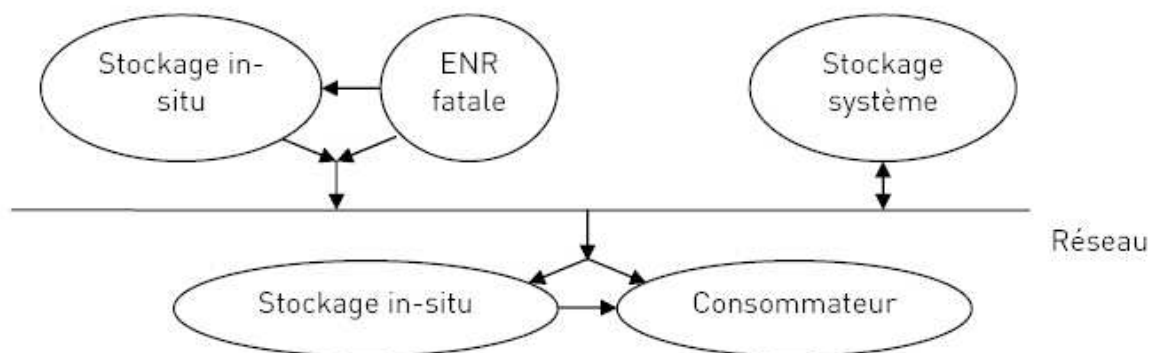


Figure 24: différentes possibilités de positionnement du stockage de l'énergie - Source SD stockage et régulation des énergies intermittentes ARER 2009

Ainsi, l'une des fonctions nouvelles de l'habitat est la production d'énergie solaire photovoltaïque pour vendre et délivrer à des heures données de volumes d'énergie données, activées par le gestionnaire du réseau.

Récapitulatif pour la production d'énergie photovoltaïque en vue d'une maison à énergie positive pour l'habitat et le transport individuel

Envisager le dimensionnement et la réalisation de systèmes photovoltaïques en vue d'une production d'énergie positive sur l'habitat est techniquement et financièrement faisable dorénavant. Cela implique de s'associer les compétences d'un solariste capable de formuler les bonnes options de dimensionnement selon les fonctionnalités souhaitées, et de lui confier une mission complète ingénierie – réalisation – exploitation maintenance.

Trois scénarios sont possibles techniquement avec des technologies disponibles à La Réunion :

- Production et injection directe au réseau de l'énergie solaire (Tarif de vente disponible)
- Production, stockage, autoconsommation, injection au réseau des excédents non consommés au fil de l'eau (Tarif de vente disponible)
- Production, stockage, autoconsommation, injection au réseau des excédents sous forme garantie à des heures données pour des volumes donnés (Tarif de vente non encore disponible)

Pour un habitat moyen, sans piscine, avec un véhicule électrique de type petite citadine, pour un objectif d'énergie positive sur l'année selon les cibles décrites précédemment pour l'habitat et le véhicule électrique : tabler sur 4 à 6 kWc photovoltaïque, un stockage d'une puissance d'environ 2 à 3 kW et du système de régulation assorti.

Une maison bien conçue en amont pourra aisément accueillir en toiture les surfaces photovoltaïques requises et les attentes techniques requises.

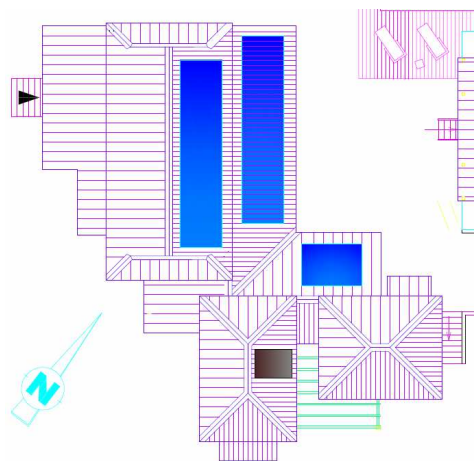


Figure 25: exemple d'insertion de 5,8 kWc de photovoltaïque et d'un chauffe-eau solaire sur un plan masse de toiture

Deux schémas électriques sont proposés en configuration standard :

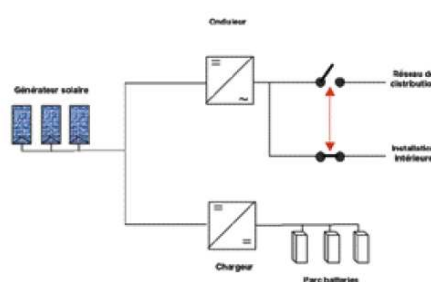


Figure 10 : schéma de système de sécurisation à fonctions séparées

Type A4 : architecture à fonctions séparées
Il s'agit de gérer le système à partir de composants fonctionnels discrets, comme on le ferait pour une installation autonome. Cette solution présente aujourd'hui l'avantage de la robustesse et de la performance car ces composants ont déjà fait leurs preuves dans des configurations autonomes.
Cela revient à concevoir deux installations plus classiques en parallèle : une installation typique de connexion pure lorsque le réseau est présent, une installation autonome lorsque le réseau est absent.
(Remarque : on peut utiliser deux onduleurs complètement séparés, l'un dédié à la connexion pure et l'autre uniquement au secours)

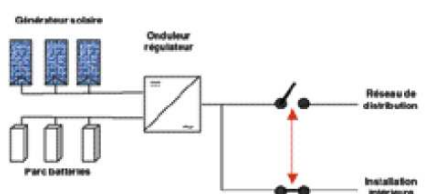


Figure 11 : schéma de système de sécurisation à onduleur « tout en un »

Type A5 : architecture à fonctions intégrées
Un seul composant prend à sa charge la gestion complète de l'ensemble du système. Cette solution est la plus pratique pour des installations domestiques de faible puissance ($P_c < 5 \text{ kVA}$). Il faut néanmoins attendre l'apparition de produits adaptés sur le marché pour les installations de plus forte puissance.

Figure 26 : schéma de système de sécurisation électrique – source guide ADEME PVC

Bien que souvent hors des spécifications techniques des générateurs PV à proprement parler, car souvent pré-existantes, la topologie du réseau des charges intérieures peut se faire suivant les trois principes décrits ci-après.

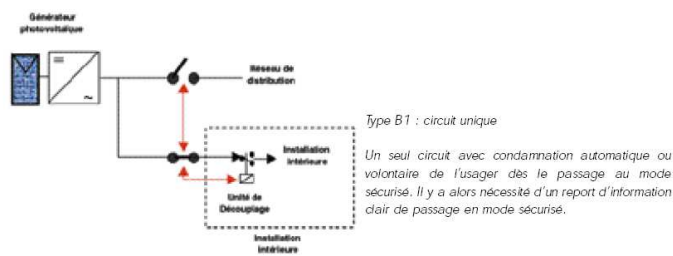


Figure 12 : schéma type à circuit unique

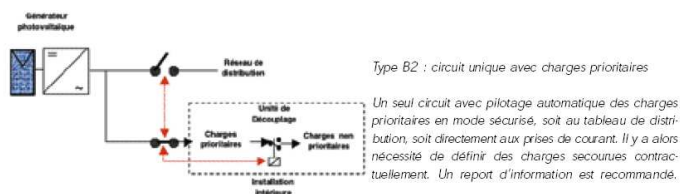


Figure 13 : schéma type à circuit unique avec charges prioritaires

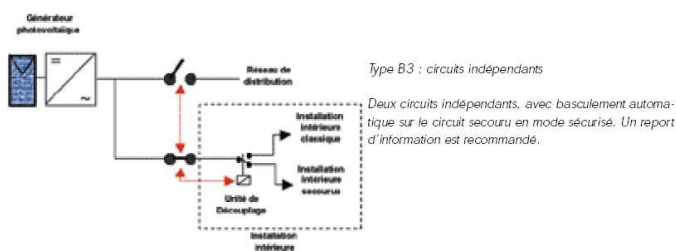


Figure 14 : schéma type à deux circuits indépendants

Figure 27 : topologie du réseau des charges intérieures – source guide ADEME PVC

Les composantes d'un système photovoltaïque

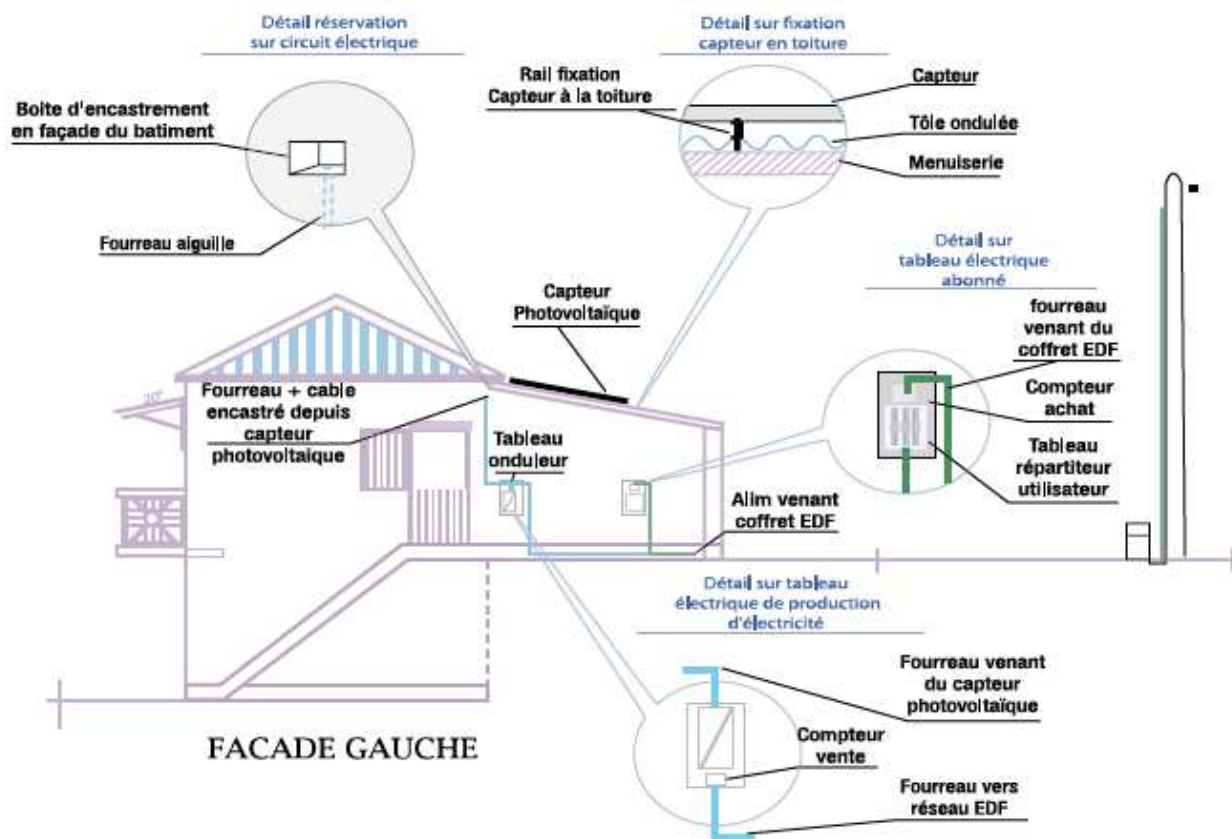


Figure 28: Synoptique d'une installation photovoltaïque de maison individuelle – attention aux vents cycloniques. Soigner le dimensionnement et l'exécution de l'ouvrage

Modules photovoltaïques

Les plus couramment répandus sont les polycristallins. On les reconnaît grâce à leur couleur bleue caractéristique. Leur rendement est d'environ de 12%. Différentes gammes de puissance sont proposées par les fournisseurs. Ils sont caractérisés par leur poids, leur surface et leur puissance (exprimée en Watt Crête : Wc).

Les panneaux présents sur le marché ont une surface de 1,30 m² environ (variant légèrement d'un fabricant à un autre) pour un poids moyen de 17 kg par panneau. La puissance du panneau, la plus répandue aujourd'hui sur le marché est de 165 Wc. Localisation : généralement en toiture.

Structures

Les supports des capteurs doivent être en aluminium et être fixés directement sur les chevrons ou pannes de la charpente, avec un entraxe adapté à la dimension de l'installation. La hauteur minimale des supports doit être de 10 cm. Poids d'une installation : De 15 à 20 kg/m².

Onduleur

En monophasé adapté au couplage réseau, les onduleurs peuvent être placés à l'extérieur ou dans un local technique ventilé situé à proximité des panneaux. L'onduleur a des dimensions de l'ordre de 30 cm x 40 cm x 50 cm
Localisation : en comble ou dans le garage (à condition que la distance entre les panneaux photovoltaïques et les onduleurs n'excèdent pas 100 m).

T.D.G.S. (Tableau Divisionnaire Générateur Solaire) avec des interrupteurs sectionneurs

Ce dernier assure deux fonctions :

- la répartition sur les trois phases du réseau EDF des courants provenant des onduleurs (monophasés).
- la protection contre la foudre.

Localisation : dans le garage ou à proximité du tableau abonné.

Batteries solaires

Les batteries stockent l'énergie produite par les modules photovoltaïques. Ces batteries, à décharge lente, sont spécifiquement conçues pour les applications solaires ou éoliennes. Elles n'ont pas les mêmes caractéristiques qu'une batterie de voiture. La capacité d'une batterie s'exprime en Ah (Ampère/heure) et sa tension est de 12 V (Volts), 6V et parfois 2V (pour les installations les plus importantes).

Localisation et encombrement

- implantation dans un local technique sec et aéré, à l'abri du gel, de la chaleur et du soleil, ou en extérieur dans les coffres prévus à cet effet,
- les batteries pèsent lourd. S'assurer d'une résistance du sol à la charge suffisante. Voir pour cela les charges préconisées par le constructeur des batteries,
- prévoir une surface au sol de 4 à 6 m²,
- toujours poser les batteries "debout", elles ne doivent pas être penchées pour éviter tout risque d'épanchement de l'acide des batteries.

Condition d'utilisation et durée de vie

Comme pour tout type de batterie ou accumulateur, la première charge de la batterie solaire a un impact sur sa durée de vie.

- toute décharge importante, nuit gravement à la durée de vie d'une batterie solaire, et le phénomène est amplifié si cet état dure,
- une batterie s'use exponentiellement par rapport à son utilisation,
- pour le premier chargement, il est recommandé de charger la batterie solaire à 100%. Dans l'idéal cette charge s'effectuera avec un chargeur régulé avec une intensité constante de 1/20 de la capacité,
- ne jamais stocker (pour un hivernage par exemple) une batterie complètement déchargée (donc a priori après utilisation) et s'assurer de son parfait état de charge avant stockage,
- le non-respect de ces consignes pourrait porter préjudice à la capacité et la durée de vie de la batterie.

Sécurité, maintenance et recyclage

- attention à l'acide et aux gaz des batteries, produit dangereux,
- ne pas fumer! Se tenir éloigné de toutes flammes nues et étincelles, en raison du risque d'explosion et d'incendie.
- attention aux pièces métalliques de la batterie toujours sous tension et actives électriquement,
- lors de toute intervention sur les batteries, porter des lunettes et des vêtements de protection, respecter les consignes de protection contre les accidents,
- **contrat de maintenance obligatoire,**
- respect des consignes d'usage des batteries pour une durée de vie de 5 à 7 ans,
- recyclage obligatoire des batteries usagées,
- la quantité de batteries existantes et à venir mérite une usine de retraitement – recyclage à La Réunion, qui pourrait aussi traiter les batteries de l'île Maurice

L'ensemble des recommandations de sécurité concernant la sécurité des installations de batteries stationnaires sont décrites dans la norme EN 50272-2:2003.

Implantation, productivité et dimensionnement d'une installation

La ressource solaire à la Réunion

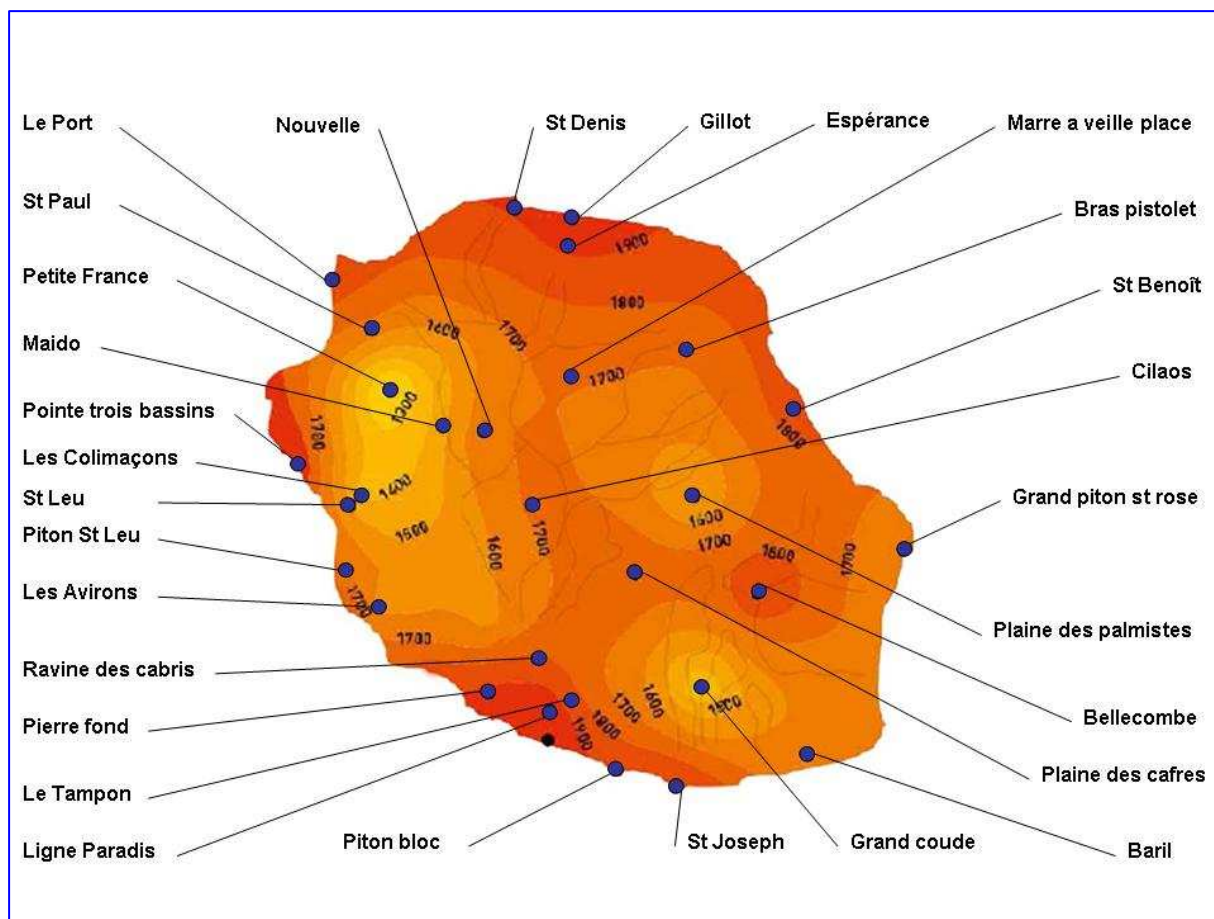


Figure 29: Carte du rayonnement solaire à La Réunion et Station météo de référence

Comparaison de productible injecté au réseau EDF d'une installation de 3 kWc selon les 4 Zones PERENE pour une orientation donnée, orientation Nord - inclinaison 21°

L'orientation théorique optimale des panneaux photovoltaïques est au nord et avec une inclinaison des panneaux à 21° (ce qui correspond à la latitude du lieu)

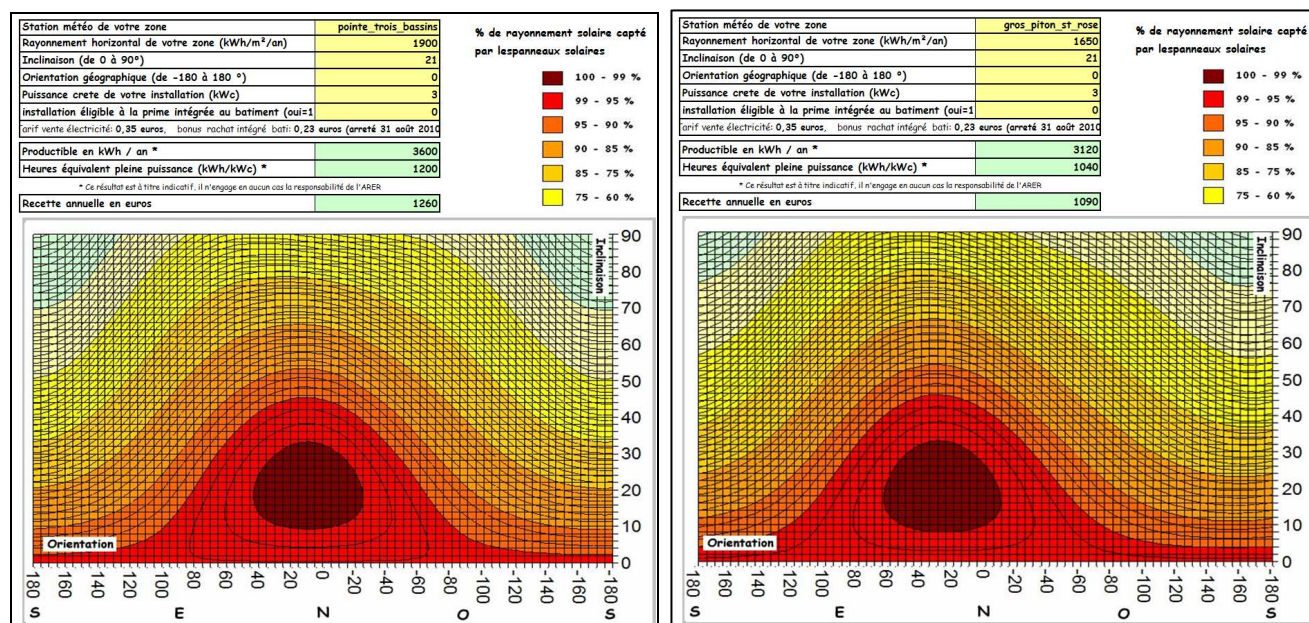


Figure 30: productible en Z1 à la Pointe 3 Bassins

Figure 31: Productible en Z2 à Sainte Rose

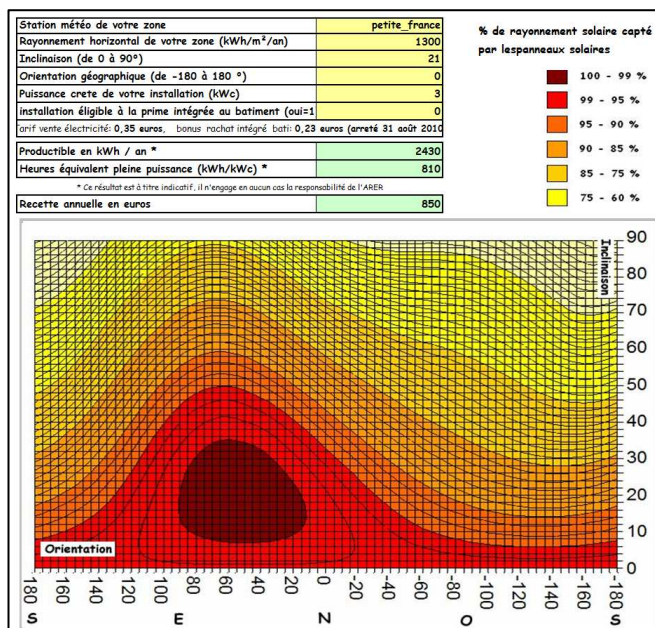
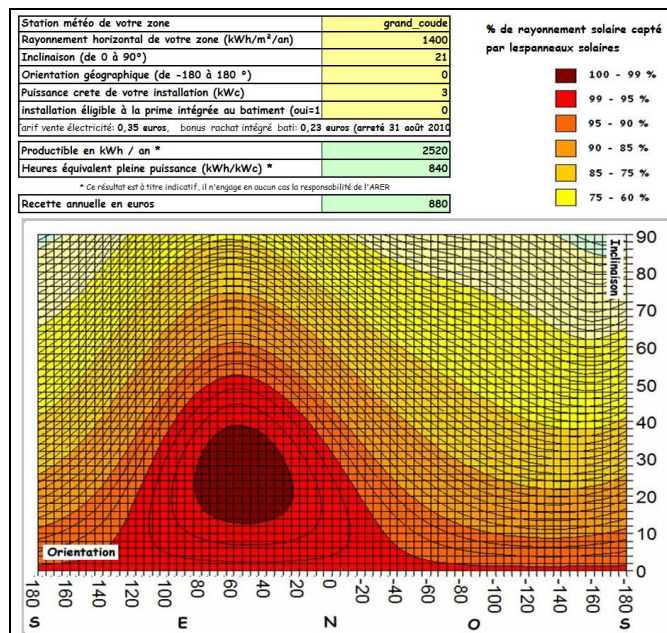


Figure 32 : productible en Z3 à Grand Coude

Figure 33 : productible en Z4 à Petite France

Le productible moyen injecté et vendu au réseau EDF à la Réunion est de 1 350 kWh/kWc/an (Suivi des installations PV 2010 ARER-ADEME). L'évitement des émissions de GES est de 1,11 tonnes d'équivalent CO₂ par an (Base Bilan GES ARER 2007, un kWh type du système électrique réunionnais de 2007 émet 822g d'équivalent CO₂.)

Comparaison de productible injecté au réseau EDF d'une installation de 3 kWc en Z1 PERENE pour 4 orientations et inclinaisons

Station météo de votre zone	pointe_trois_bassins
Rayonnement horizontal de votre zone (kWh/m ² /an)	1900
Inclinaison (de 0 à 90°)	35
Orientation géographique (de -180 à 180 °)	0
Puissance crete de votre installation (kWc)	3
Installation éligible à la prime intégrée au bâtiment (oui=1)	0
tarif vente électricité: 0,35 euros, bonus rachat intégré bati: 0,23 euros (arrêté 31 août 2010)	
Productible en kWh / an *	3540
Heures équivalent pleine puissance (kWh/kWc) *	1180
* Ce résultat est à titre indicatif, il n'engage en aucun cas la responsabilité de l'ARER	
Recette annuelle en euros	1240

Station météo de votre zone	pointe_trois_bassins
Rayonnement horizontal de votre zone (kWh/m ² /an)	1900
Inclinaison (de 0 à 90°)	10
Orientation géographique (de -180 à 180 °)	-60
Puissance crete de votre installation (kWc)	3
Installation éligible à la prime intégrée au bâtiment (oui=1)	0
tarif vente électricité: 0,35 euros, bonus rachat intégré bati: 0,23 euros (arrêté 31 août 2010)	
Productible en kWh / an *	3480
Heures équivalent pleine puissance (kWh/kWc) *	1160
* Ce résultat est à titre indicatif, il n'engage en aucun cas la responsabilité de l'ARER	
Recette annuelle en euros	1220

Station météo de votre zone	pointe_trois_bassins
Rayonnement horizontal de votre zone (kWh/m ² /an)	1900
Inclinaison (de 0 à 90°)	35
Orientation géographique (de -180 à 180 °)	60
Puissance crete de votre installation (kWc)	3
Installation éligible à la prime intégrée au bâtiment (oui=1)	35
tarif vente électricité: 0,35 euros, bonus rachat intégré bati: 0,23 euros (arrêté 31 août 2010)	
Productible en kWh / an *	3420
Heures équivalent pleine puissance (kWh/kWc) *	1140
* Ce résultat est à titre indicatif, il n'engage en aucun cas la responsabilité de l'ARER	
Recette annuelle en euros	1200

Station météo de votre zone	pointe_trois_bassins
Rayonnement horizontal de votre zone (kWh/m ² /an)	1900
Inclinaison (de 0 à 90°)	10
Orientation géographique (de -180 à 180 °)	0
Puissance crete de votre installation (kWc)	3
Installation éligible à la prime intégrée au bâtiment (oui=1)	0
tarif vente électricité: 0,35 euros, bonus rachat intégré bati: 0,23 euros (arrêté 31 août 2010)	
Productible en kWh / an *	3570
Heures équivalent pleine puissance (kWh/kWc) *	1190
* Ce résultat est à titre indicatif, il n'engage en aucun cas la responsabilité de l'ARER	
Recette annuelle en euros	1250

Les procédures de raccordement

Pour des raisons techniques, EDF accepte le raccordement pour les générateurs de puissance inférieure à 36 kVA sans étude complémentaire. Le raccordement au réseau pour la vente de l'énergie photovoltaïque ne peut se faire que si un réseau BT se trouve à proximité de la concession (distance inférieure à 200 m). Coûts de raccordement au réseau Basse Tension à la charge

du maître d'ouvrage. Les démarches ne peuvent être entreprises qu'une fois la puissance de l'installation et le type des onduleurs définis. Pour plus d'information sur les procédures de raccordement au réseau des installations inférieures à 36 kVA.

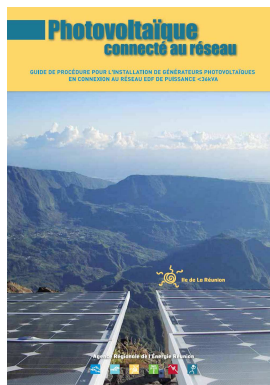


Figure 34 : guide ARER "Photovoltaïque connecté au réseau à La Réunion"

Durée de vie d'un Système Photovoltaïque Complet

Un module photovoltaïque cristallin au silicium de type standard durera au moins 20 ans s'il est correctement installé.

La batterie durera entre 5 et 12 ans si elle est judicieusement choisie et correctement utilisée. La durée de vie normale d'une batterie dans un système photovoltaïque dépend de la conception du système ainsi que de l'entretien et la maintenance assurés tout au long de son utilisation. Il y a une relation entre le prix de la batterie, l'usage que l'on en fait, le soin apportée à sa maintenance, et sa durée de vie annoncée.

Le régulateur durera 10 ans ou plus, ce qui représente la durée de vie typique d'un composant électronique. En considérant une période de 20 ans, prévoir un budget pour le remplacement de la batterie solaire et du régulateur.

Recommandations et mises en garde

Pour raccorder une installation photovoltaïque au réseau public, on utilisera un onduleur adapté à la connexion réseau, ce qui suppose :

- la synchronisation avec le réseau,
- le déclenchement automatique en cas de défaut ou de panne du réseau,
- l'enclenchement et le déclenchement automatiques de l'installation,
- un faible taux de distorsion (sinusoïde la plus parfaite possible),
- aucune perturbation électromagnétique (parasites sur les ondes radio),
- un degré de fiabilité élevé,
- un rendement élevé.

Selon sa conception, certaines fonctions de sécurité spécifiques à la connexion au réseau pourront être assurées par l'onduleur, sans ajout de dispositifs de sécurité complémentaires, à savoir :

- déclenchement automatique de l'installation en cas de défaut du réseau, de fluctuations de tension ($< 0,85U_n$ et $> 1,1U_n$) ou de fréquence ($> 0,2 \text{ Hz}$), de pannes dans les circuits de commande,
- protection contre les surcharges et les courts-circuits,
- sectionnement de la source courant continu provenant des modules.

Il est préférable d'étudier l'implantation de tous les composants du système et réaliser l'installation solaire au même moment que la construction de la maison.

Si l'installation photovoltaïque n'est pas mise en œuvre au moment de la construction de la maison, prévoir, à minima, les surfaces de toitures nécessaires, les attentes conservatoires nécessaires type fourreau, boîtes, passage de câble, emplacement onduleur, compteurs, etc... Le coût de ces réservations est faible et facilitera grandement la mise en œuvre ultérieure des équipements.

Interaction avec les autres corps de métiers/Contraintes de maintenance

L'interaction se fait particulièrement avec :

- Electricité : passage de fourreau, boîte de dérivation en attente intégrée en parpaing 20 cm x 20 cm environ sous rive et accessible par l'extérieur au plus près de la ferme solaire par où passe le câblage en provenance de la ferme solaire, positionnement et encombrement des différents composants du système.

- Charpente et couverture : surcharge du système/attache et fixation/accessibilité toiture
- Gros oeuvre : passage de fourreau « TPC 50 » descendant le long du mur dans les parpaings jusqu'à immédiate proximité de l'onduleur et arrivant dans une boîte en attente intégrée en parpaing 20 cm x 20 cm, réservation dans les bétons, positionnement et encombrement des systèmes

De façon générale : l'ensemble des corps de métiers.

- Par ailleurs, prévoir un « TPC 75 » allant dans une tranchée type raccordement EDF et sur les mêmes règles que celle alimentant la maison jusqu'en limite de propriété, pour être ensuite intégré dans un deuxième coffret EDF (pour la vente de l'électricité solaire à EDF).

Détail des prestations pour un contrat d'entretien annuel obligatoire

Votre maison et votre transport dépendront du bon niveau de performance de l'installation. Vérifiez régulièrement le bon fonctionnement de l'installation en faisant au moins une fois par mois un relevé du compteur et comparez ce relevé avec la production prévue ou la consommation. Cela vous permettra de détecter une très forte diminution de la production qui peut être due à de nombreux facteurs: déclenchement du parafoudre de l'onduleur, câble défectueux, panne de l'onduleur, obstruction des panneaux...Mieux encore équipez votre système d'une télémaintenance. Passer un contrat d'entretien avec un prestataire compétent.

- définition des niveaux de maintenance : contrôler, vérifier les usages, détecter, localiser, réparer,
- disponibilité des documents techniques et de recollement de l'installation,
- distinguer visites préventive (Contrôle) / curative (dépannage),
- nettoyage des modules : à nettoyer à l'eau,
- prévention de l'ombre sur les modules : vérifier masque de végétation, nouvelles constructions,
- entretien des supports: poncer et protéger les points corrodés, resserrer les vis et boulons, éventuellement mettre en œuvre un nouveau point d'ancrage,
- vérification de toutes les connectiques des systèmes,
- test et entretien sur Onduleur – Régulateur – vérification tous les trois mois, ou systèmes de contrôle mesure de performance par télémaintenance,
- test et entretien sur les batteries de stockage, niveau d'électrolytes, graissage des bornes de connexion,
- test sur le bon fonctionnement des diodes anti-retour,
- test sur le système d'acquisition et suivi des données de performances et de production.

Prospective: l'hydrogène solaire par électrolyse de l'eau pour l'habitat et les transports

Le cycle de l'hydrogène propre, par électrolyse de l'eau, est remarquable par son élégance environnementale et son efficacité en terme d'énergie grise. Voici le scénario technologique proposé pour l'habitat individuel, étudié en détail par l'ARER en 2003 et 2004.

La phase de production et de stockage de l'hydrogène est une chaîne technologique simple faisant appel à des technologies répandues et exempte d'émission notable de Gaz à Effet de Serre:

- (captage et stockage d'eau de pluie+ production d'électron solaire photovoltaïque)= (stockage gaz d'hydrogène+ stockage gaz d'oxygène avec électrolyseur)

La phase de production d'électricité présente deux options technologiques :

- consommation directe de l'hydrogène en bonbonne de gaz pour les besoins de l'habitat (cuisson au gaz), production d'électricité avec turbine à gaz, ou groupe électrogène à gaz,
- utilisation d'une Pile à Combustible qui produit électricité, chaleur et eau en utilisant comme combustible l'hydrogène solaire produit par électrolyse de l'eau.



<http://www.arer.org>

"L'énergie" au service de la Réunion et du Développement Durable

Point info Energie, Environnement et Développement Durable
Conseil gratuit en ligne au 0262 257 257

Conception et illustration: Mathieu Leveau



Hydrogène : n.m. Corps simple, gazeux, extrêmement léger, c'est le premier élément atomique de la table de MENDELÉEV et le plus abondant de l'Univers.

Cette molécule représente une nouvelle source d'énergie pour les consommateurs de demain. Présent partout, il ne peut pas y avoir de pénurie comme avec le pétrole. Pour exploiter cette ressource, il existe deux méthodes :
- le moteur à hydrogène
- la pile à combustible

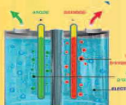
LA PRODUCTION D'HYDROGENE

L'ELECTROLYSE DE L'EAU

Sous apport de courant, l'eau est dissociée en hydrogène et oxygène.

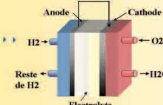
A l'anode : l'eau se dissocie en oxygène et en protons.
Les électrons partent dans le circuit.

A la cathode : les protons, passés à travers la membrane, se recombinent avec les électrons pour donner l'hydrogène.



LA PILE A COMBUSTIBLE

La pile à combustible, découverte en 1839, transforme une énergie chimique en énergie électrique : c'est un convertisseur électro-chimique.



Dans le cas d'une pile hydrogène-oxygène, on a oxydation de l'hydrogène à l'anode selon:
 $H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$ électrolyte acide
 $2 H_2O \rightarrow 2 e^- + O_2$ électrolyte basique

Il s'agit d'une réaction catalysée. L'atome d'hydrogène réagit en libérant deux électrons, qui circulent dans le circuit électrique qui relie l'anode à la cathode.

A la cathode, on assiste à la réduction cathodique de l'oxygène selon:
 $1/2 O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow H_2O$ électrolyte acide
 $1/2 O_2 + H_2O + 2 e^- \rightarrow 2 OH^-$ électrolyte basique

Le bilan donne donc:

$H_2O + \text{chaleur}$

Cette source de courant peut ensuite alimenter un moteur électrique. La réaction se produisant au sein de la pile à combustible (PAC), ne produit que de la vapeur d'eau (eau + chaleur). Son utilisation permet donc une croissance énergétique tout en respectant l'environnement.

Hydrogène + PAC + casa DD =

"solution de régulation offre/demande électrique pour EDF"

Description de l'installation avec un électrolyseur fonctionnant en alternatif:

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Consommation électrique	10 kWh/jour
Ensoleillement	5 kWh/m²/jour
Puissance PV	5 kWc
PV brut (sortie champ)	20 kWh/jour
PV net (sortie transform.)	18,5 kWh/jour
Hydrogène brut	15 à 30 Nm³/jour
Hydrogène net	14 à 28 Nm³/jour
Consommation nécessaire	90 à 180 kWh/j
Encombrement électrolyseur	4 m³
Puissance PAC	5 kW
Production PAC (élec)	1,5 kWh/Nm³
Encombrement PAC	1 m³
Stockage pour 1 semaine d'autonomie électrique	45 Nm³ (125 litres à 350 bars)
Consommation d'eau	12 litres/jour

Le champ photovoltaïque transforme la radiation solaire en énergie électrique qui est injectée soit sur le réseau public soit sur le réseau domestique (via un onduleur) qui fournit l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de l'électrolyseur (3 Nm³/h), du transformateur, du purificateur et du compresseur.

L'alimentation de l'électrolyseur provient donc soit de l'installation PV, soit du réseau EDF. L'électrolyseur fonctionne, suivant les besoins, entre 5 et 10 heures par jour. Une partie de la production d'hydrogène est utilisée dans le processus de purification, l'autre est récupérée et transférée vers un ballon de stockage intermédiaire, d'où il est comprimé à 350 bars dans des bouteilles, ou dans un stock d'hydrures métalliques.

Une PAC de 5 kW y est connectée (puissance équivalente à celle fournie par EDF pour une maison), qui libère ses électrons sur le réseau domestique ou bien sur le réseau EDF pour répondre à la demande électrique aux heures de pointes. La production d'électricité varie suivant les besoins.

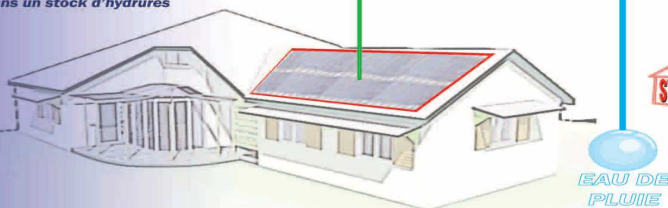


Figure 35 : synoptique de la maison solaire hydrogène