



GUIDE DE BONNES PRATIQUES

POUR LA CONSTRUCTION ET LA RÉHABILITATION DE L'HABITAT

POINTS CLÉS POUR AMÉLIORER LA SÉCURITÉ



Introduction

L'ouragan IRMA a frappé les Antilles avec une violence sans précédent. L'événement, par ses effets et son impact sur la population, a suscité une émotion et une solidarité de tous les Français. Très vite, la mobilisation des habitants, des élus et des services s'est employée à répondre à l'hébergement d'urgence, au rétablissement des fonctions vitales du territoire et à la reconstruction.

Beaucoup a d'ores et déjà été fait. Le protocole entre l'État et la Collectivité de Saint-Martin signé le 21 novembre 2017 a fixé les axes et les actions en matière de reconstruction exemplaire et solidaire. Le plan de prévention des risques a été renforcé par la prise en compte de l'aléa submersion à proximité des côtes. Certaines règles concernant les autorisations d'urbanisme ont été assouplies et simplifiées tout en maîtrisant la bonne prise en considération des risques.

La reconstruction doit tirer les enseignements de l'événement et partager les nouveaux savoir-faire pour capitaliser, prévenir les risques et assurer la sécurité des populations. Ce guide est parti de l'idée simple qu'en échangeant ensemble sur les bonnes pratiques, en informant sur les risques et les solutions techniques, on pouvait progresser collectivement, mieux se préparer à demain en apprenant d'hier et de tous.

Des fixations bien montées, un matériel adapté, quelques règles de conception, de pose et d'entretien ne sont pas que du confort et du travail bien fait. L'enjeu est de bien construire, de bien reconstruire au bon endroit, avec la parfaite maîtrise des risques et des techniques, dans la connaissance des aléas et avec les solutions qui y sont adaptées.

Je salue la mobilisation des contributeurs à ce guide, ingénieurs, architectes, techniciens, ouvriers, services de l'État et de la collectivité, sans l'implication de qui il aurait été impossible d'avancer.

Beaucoup reste à faire. Nul n'oubliera IRMA mais Saint-Martin se relève par la détermination de tous à rebâtir un territoire d'exception.

Julien DENORMANDIE, Secrétaire d'État à la cohésion des territoires



Madame, Monsieur,

Le 6 septembre dernier, un ouragan d'une intensité inédite à ce jour, dévastait l'île de Saint-Martin : avec des rafales de vent enregistrées à quelque 400 kilomètres/heure. En plus du lourd bilan humain, le cyclone Irma a détruit ou endommagé la quasi-totalité de nos infrastructures.

La Collectivité d'outremer de Saint-Martin a immédiatement compris qu'il y aurait un avant et un après Irma et qu'elle devait tirer toutes les leçons du passage de cet ouragan pour atteindre l'objectif qu'elle s'est fixé et qui est désormais le fil conducteur de toutes ses politiques publiques : celui de devenir un modèle de résilience et d'adaptation au changement climatique.

Une volonté qui trouve sa traduction aujourd'hui avec l'édition de ce « Guide de bonnes pratiques pour la construction et la réhabilitation de l'habitat », issu d'un partenariat fructueux entre l'Etat et la Collectivité de Saint-Martin, dont les six fascicules détaillent clairement, étape par étape, les choix des matériaux à utiliser et les bons gestes à adopter, pour reconstruire dans les règles de l'art et surtout dans la plus grande sécurité.

« La sécurité est l'affaire de tous », dit très justement le slogan : aussi, j'encourage vivement l'ensemble des professionnels de l'île mais également toute la population de Saint-Martin à s'approprier ce précieux outil pédagogique et à appliquer les conseils judicieux que ce Guide répertorie, afin qu'ensemble nous renforçons la résistance de l'habitat saint-martinois et que nous bâtissons un Saint-Martin toujours plus sûr.

Daniel GIBBES, Président de la Collectivité d'outremer de Saint-Martin

Sommaire

1. Fiche de contexte	7
2. Fiche des risques	13
3. Fiches pratiques	20
N° 1 Couverture métallique	
N° 2 Charpentes en bois	
N° 3 Fenêtres et baies vitrées	
N° 4 Maçonneries	
N° 5 Structures en bois	
N° 6 Auvents	
4. Références.....	22

1. Fiche de contexte

L'élaboration de ce guide fait suite à la dernière saison cyclonique, particulièrement intense et destructrice pour les Antilles françaises, et notamment pour les îles de Saint-Barthélemy et Saint-Martin. En effet, ces territoires ont été fortement impactés par le passage de l'ouragan IRMA le 6 septembre 2017.

Ce guide illustre la volonté conjointe de l'Etat et de la collectivité de Saint-Martin de capitaliser les enseignements de l'événement pour renforcer la qualité de la construction avec pédagogie et pragmatisme. Il résulte d'un travail partenarial et collaboratif entre experts et professionnels du terrain et a vocation à pouvoir alimenter les pratiques constructives sur l'ensemble des départements et territoires d'outre-mer confrontés aux phénomènes cycloniques.

L'ouragan a causé des dégâts considérables sur ces deux îles, et notamment sur leur bâti. Selon, une première évaluation des dommages sur le bâti, réalisée par le CSTB le 18 septembre 2017, les ouvrages impactés par l'ouragan l'ont été principalement du fait :

- de la légèreté de la structure elle-même, surtout pour l'habitat précaire ;
- des liaisons entre les éléments (fixation des toitures et des auvents, fixation des garde-corps, vitrage, etc.) ;
- de la qualité de la réalisation des constructions (surélévation avec ancrage insuffisant, défaut de raidisseurs dans certains ouvrages, etc.).

Il est à noter que les structures des bâtiments en béton ou en maçonnerie ont été peu impactées. Pour ce type de bâtiments, les impacts concernent principalement les toitures en tôles, les vitrages et les garde-corps. Les effondrements constatés sont principalement la conséquence de ruptures de charpentes.



Figure 1 : Désordres sur couvertures



Figure 2 : Désordre sur les baies vitrées



Figure 3 : Désordres sur parties légères d'ouvrages maçonnés

1.1 Objectif de cet ouvrage

Les cyclones sollicitent de manière considérable les constructions. Aux effets directs des vents violents, s'ajoutent des pluies torrentielles et des crues provoquées par le cyclone. En effet, « nombre des constructions en zone cyclonique sont trop mal conçues, insuffisamment dimensionnées ou réalisées avec trop peu de soins pour résister à de telles actions »¹.

Afin de réduire les risques induits par les cyclones, les acteurs impliqués aux côtés des architectes, ingénieurs, entrepreneurs ont un rôle important à jouer et doivent aussi être sensibilisés à la question de la construction paracyclonique. Localisation et conception, dimensionnement, exécution, entretien et réparation sont des étapes cruciales dans ce processus.

Ce guide est donc destiné **aux professionnels et aux non-professionnels de la construction** qui interviennent **pour des réparations**. Il vise d'une part à rappeler les règles de base pour la mise en œuvre de ces réparations et d'autre part à sensibiliser le lecteur à la nécessité d'entretenir et de vérifier le bâtiment avant chaque période cyclonique.

L'objectif est cependant distinct en fonction des compétences du lecteur :

- les professionnels peuvent utiliser toutes les fiches comme des indications de ce qu'il est possible de faire rapidement, de manière fiable et sans nécessiter de conception lourde. Les références indiquées à la fin des fiches permettent d'adapter les préconisations aux cas rencontrés ;
- il est conseillé aux non-professionnels de n'utiliser que les fiches clos-couvert sans impact sur la structure de l'ouvrage (mention « tout public » sur la page de garde). Les règles indiquées doivent être appliquées au plus près.

1.2 Importance de la localisation et du respect des règles de l'urbanisme et de la construction en vigueur (photos et schémas explicatifs)

Ce guide ne concerne pas la construction ex-nihilo, ni même les ouvrages conséquents de reconstruction. Dans ce cas, il est fortement conseillé d'avoir une réflexion sur l'implantation du bâtiment et sur sa conception, afin d'en réduire les risques.

Chacun doit prendre conscience de l'importance de la **localisation** du bâti et de la qualité de la conception et de sa mise en œuvre. La nouvelle **carte des aléas**, présentée à la Collectivité le 17 janvier 2018, présente à ce titre les zones à fort risque cyclonique, au-delà du plan de prévention des risques naturels de 2011 toujours en vigueur.

ATTENTION

Les réparations effectuées selon ce guide ne garantissent pas la résistance du bâti en cas d'épisode cyclonique, notamment en cas de constructions préalablement fragilisées. De plus, suivre les instructions du présent guide ne constitue pas une permission de construire ou de reconstruire.

1. Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, *Conception paracyclonique à l'usage des architectes et ingénieurs*, 2011.

1.3 Importance d'une bonne conception des bâtiments

La conception architecturale des ouvrages joue un rôle essentiel dans leur capacité à résister aux vents extrêmes et aux séismes. Elle doit être confiée au maximum à des professionnels : architectes et bureaux d'études.

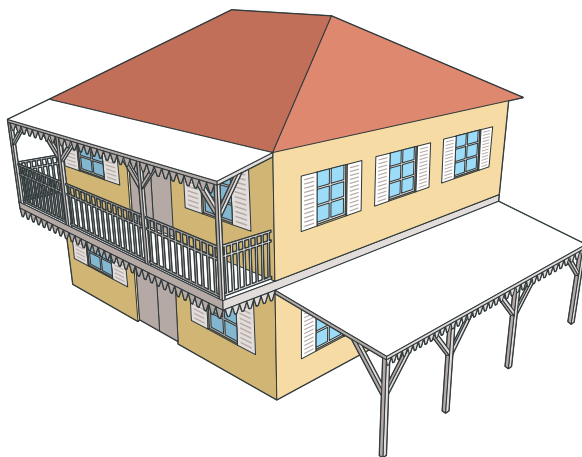


Figure 4 : Exemple de maison de forme simple

Une construction aura d'autant plus de chances de résister à des événements violents si elle suit quelques règles de base :

- avoir un plan de forme simple, se rapprochant le plus d'un carré ou d'un rectangle ;
- les éléments rapportés comme les auvents, les brise-soleil doivent être le plus compacts possible ;
- la toiture doit également être de forme simple avec peu de traversées ;
- les éléments de structure résistants aux séismes et aux cyclones doivent être le plus répartis possible, que ce soit verticalement ou horizontalement : tous les murs de façade et tous les planchers doivent être résistants ;
- tous les éléments doivent être bien liaisonnés entre eux.

1.4 Importance de la qualité des matériaux de construction et de leur bonne mise en œuvre

Le mode de construction le plus courant du bâti correspond aux structures lourdes (béton ou en maçonnerie). Environ 20 % des habitations sont constituées de constructions basses, en rez-de-chaussée en bois ou en ossature métallique. Il convient de noter une généralisation de l'utilisation de tôle en acier ou en aluminium pour des toitures en général à 2 pentes.

Dans la mesure du possible, il est fortement recommandé de recourir à des professionnels de la construction qualifiés et d'utiliser des matériaux de qualité, répondant aux normes européennes parasismiques et paracycloniques. De plus, l'entretien régulier du bâti et de ses éléments apparaît essentiel, il est détaillé dans les fiches ci-après.

Les présentes fiches se déclinent par principaux corps d'état impactés. Il est néanmoins important d'attirer l'attention de chacun sur l'importance de la liaison entre les différents éléments du bâti, notamment dans le cas d'une hétérogénéité de matériaux.

1.5 Choix des matériaux

Le choix des matériaux et produits de construction a une importance essentielle pour la sécurité et la durabilité des bâtiments. Les fiches incluses dans le présent ouvrage indiquent chacune des critères de choix qui permettent de sélectionner les produits. Les performances répondant aux critères doivent être indiquées par le fabricant et se retrouvent directement sur le produit ou sur l'étiquette qui l'accompagne. Pour que ces informations soient utilisables, il est nécessaire qu'elles soient indiquées dans un format bien précis : celui lié au marquage CE.

■ Marquage CE

Le marquage CE réglementaire est généralement obligatoire pour la mise sur le marché d'un produit. Il a pour but de faciliter la libre circulation des produits dans l'Espace Economique Européen, car il traduit la conformité d'un produit avec les exigences fondamentales des règlements et directives européens dont le Règlement Produit de Construction (RPC).

Le Règlement Produit de Construction (Règlement UE n° 305/2011) est entré en vigueur le 1^{er} juillet 2013 et impose que tout produit de construction, conforme à une norme harmonisée ou à une Evaluation Technique Européenne, ait une Déclaration des Performances et soit marqué CE avant de pouvoir être mis sur le marché.

Pour les produits de construction, le marquage CE indique que le fabricant assume la responsabilité de la conformité du produit avec les performances déclarées dans la déclaration de performances lors de la mise sur le marché dudit produit de construction.

Pour apposer le marquage CE sur son produit, le fabricant doit procéder, à différentes étapes, à des essais initiaux d'évaluation technique et à des contrôles de production en usine.

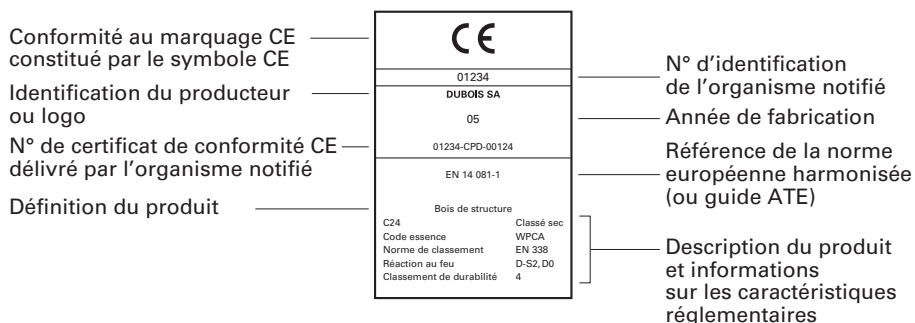


Figure 5 : Principe d'une étiquette liée au marquage CE

■ Comment reconnaître un produit CE ?

La première marque de reconnaissance d'un produit CE est le logo présenté ci-dessous. Ce logo est obligatoire si le produit est visé par le marquage CE. Il doit apparaître clairement sur le produit ou sur l'étiquette qui l'accompagne.



Figure 6 : Logo identifiant un produit marqué CE

Ce marquage est généralement accompagné d'une étiquette sur laquelle sont indiquées certaines performances utiles du produit (Figure 2). Le fabricant est également tenu de communiquer une « Déclaration de performances » dans laquelle apparaissent l'ensemble des informations obligatoires. Il est conseillé de consulter cette déclaration avant d'utiliser un produit donné.

2. Fiche des risques

2.1 Séismes

Le risque sismique est un risque majeur bien connu dans les Antilles. Plusieurs séismes récents l'ont rappelé alors que des catastrophes passées restent en mémoire. Au niveau d'un bâtiment, un séisme se caractérise surtout par un mouvement de sol dans les trois directions de l'espace. Ce mouvement dépend de plusieurs facteurs :

- les caractéristiques du séisme : profondeur et puissance notamment ;
- la nature du sol traversé jusqu'au bâtiment ;
- l'environnement direct du bâtiment comme le relief ou la présence d'ouvrages significatifs.

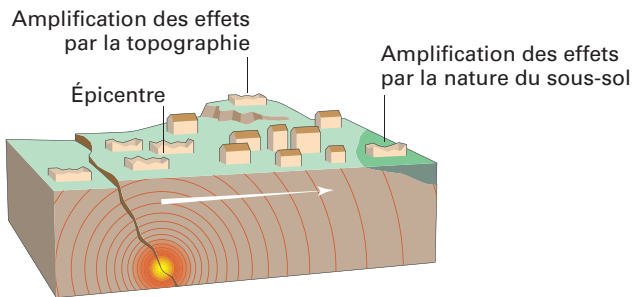


Figure 7 : Les effets du séisme

Un bâtiment va être entraîné par la mise en mouvement du sol. L'effet d'inertie dû aux masses va ainsi provoquer des efforts dans la structure qui va se déformer. Les masses étant positionnées au niveau des planchers, l'effort induit doit être transféré aux murs puis aux fondations. Pour faciliter ce transfert, la structure des bâtiments doit répondre à certains critères :

- disposer de planchers à tous les niveaux et qui soient suffisamment rigides pour ne pas se déformer et ainsi faire participer tous les murs à la reprise des efforts (effet diaphragme). Cette règle est valable également en haut du dernier niveau situé directement sous la charpente ;
- implanter des murs contreventant (ceux qui reprennent les efforts) de manière régulière et surtout symétrique par rapport au plan du bâtiment ;
- prévoir une forme en plan la plus compacte possible ;
- prévoir un plan similaire pour les niveaux des bâtiments qui en contiennent plusieurs. Les surfaces de plancher ne doivent pas varier de plus de 20 %. Tous les éléments secondaires doivent être correctement fixés à la structure.

2.2 Cyclones

L'ouragan IRMA a rappelé la violence que peuvent atteindre les phénomènes cycloniques. Les cyclones se développent au-dessus de l'océan lorsque la température de l'eau en surface est supérieure à 26 °C et à une distance de l'équateur suffisamment grande pour que les forces de Coriolis atteignent un niveau suffisant à sa mise en rotation.

Ainsi, à l'exception des zones équatoriales de latitude inférieure à environ 7°, les cyclones concernent toutes les zones littorales et *a fortiori* insulaires de la bande intertropicale maritime.

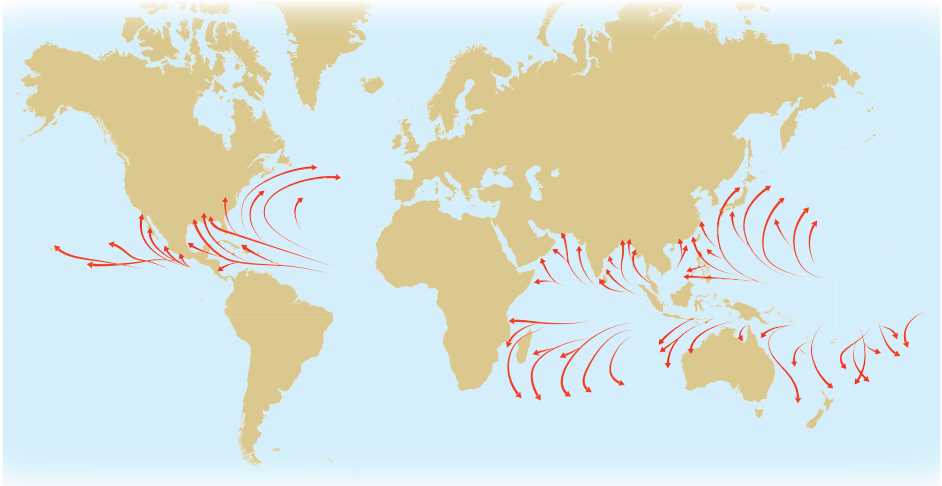


Figure 8 : Régions cycloniques

Si les cyclones ont un impact fort et immédiat sur la sécurité des personnes et des biens, le climat quotidien est, quant à lui, caractérisé par des conditions impactant le confort des habitants. Il présente généralement des vents constants (direction et niveaux), de fortes températures et des taux d'humidité élevés, un ensoleillement soutenu et une pluviométrie importante. Les critères de construction sont, sous ces climats, souvent liés aux exigences les plus quotidiennes. La recherche de confort - sauf à adhérer aux techniques de climatisation artificielle qui rendent parfaitement étanches les constructions, ce qui n'est pas à encourager dans une démarche de développement durable - conduit alors à une architecture très perméable favorisant la ventilation naturelle et à des extensions multiples. Les vérandas, auvents et autres dispositifs légers, constituent évidemment des éléments particulièrement sensibles à l'action du vent. Ainsi, la conception d'un habitat parfaitement adapté au climat tropical humide implique nécessairement la prise en compte simultanée des problématiques de sécurité et de confort. Cette double approche requiert une bonne mise en œuvre des règles de l'art de la construction et une connaissance des mécanismes aérodynamiques mis en jeu.

■ **L'influence de l'environnement immédiat** : l'environnement proche conditionne directement les phénomènes aérodynamiques auxquels est soumise la construction. L'observation du bâti existant dans le périmètre immédiat du projet (Rayon ≥ 100 à 150 m) est nécessaire pour jauger l'accroissement du risque ou au contraire évaluer l'effet protecteur induit (effet de masque).

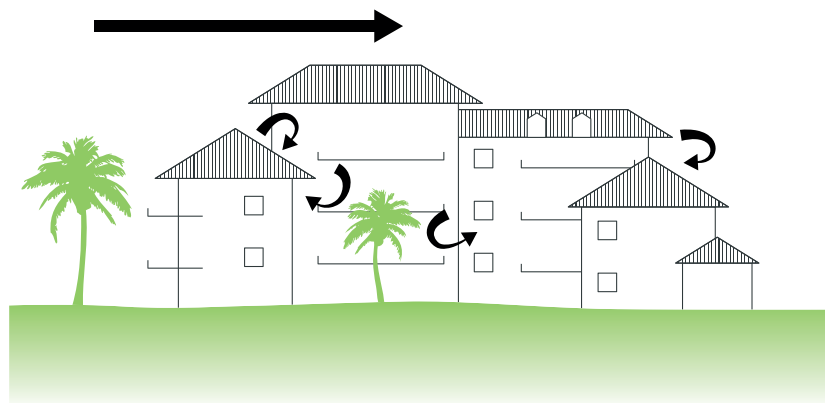


Figure 10 : Zone abritée

■ **L'influence de la forme** : La géométrie globale de l'ouvrage a une influence sur son comportement au vent. On peut faire le constat d'une réduction sensible (facteur 1,5) des forces résultantes (charges dimensionnantes) pour une forme de géométrie compacte (type plan octogonal). On peut concevoir des formes les plus compactes qui ont un comportement au vent plutôt tridimensionnel. Le choix d'une géométrie carrée, hexagonale ou octogonale dont les dimensions au sol sont approximativement équivalentes, couverte d'une toiture à pans multiples (4 et plus), permet donc de réduire significativement la sollicitation du vent.

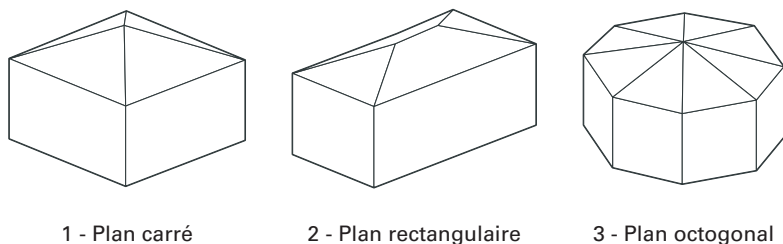


Figure 11 : Géométrie globale de l'ouvrage

■ **L'influence de la toiture, pente et nombre de pans de toiture** : La pente de toiture est un paramètre très sensible des charges exercées par le vent. Pour des toits à deux pans de pente inférieure à environ 20°, la toiture au vent est fortement dépressionnaire ; les risques d'arrachements sont importants. Au contraire, l'augmentation de la pente réduit les dépressions en toiture et les risques d'arrachement. En outre, quelle que soit la pente, les rives de toiture restent toujours des zones particulièrement exposées. C'est pourquoi, le choix d'une toiture à quatre pans permet une forte réduction des charges à l'arrachement en comparaison avec un toit à deux pans. En incidence oblique plus particulièrement, la sollicitation est réduite d'environ 50 %. Cette réduction des efforts se fait essentiellement sentir en rive de toiture, zone particulièrement sollicitée de la couverture, et de façon générale, les sollicitations sont mieux réparties sur l'ensemble de la structure porteuse.

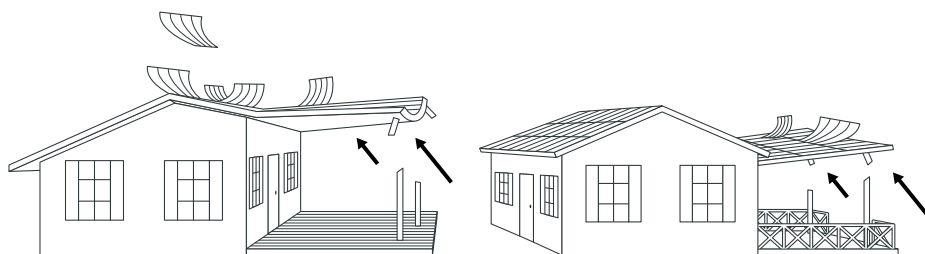
En synthèse, une construction optimisée, tant en action globale sur la toiture qu'en action locale au niveau des rives et des arêtes, doit présenter :

- une volumétrie plutôt compacte, tendant vers le cube ;
- une toiture à quatre pans (au minimum) ;
- une pente voisine de 30°, équipée de petits débords.



Figure 12 : Construction optimisée

■ **Déconnexion structurale et éléments fusibles** : Il est conseillé de désolidariser la toiture principale des éléments secondaires tels que les vérandas et les auvents. Il est également possible de déconnecter de la vêtue principale, les éléments de couverture susceptibles d'être arrachés par le vent. Ce principe de sauvegarde des éléments essentiels du clos et du couvert est adaptable au bâti existant comme à l'immobilier neuf.



Auvent en continuité à éviter

Auvent séparé de la toiture principale

Figure 13 : Déconnexion de la toiture principale et d'un auvent – Éléments fusibles

2.3 Conclusion

Les deux phénomènes que sont les séismes et les cyclones provoquent des effets sur les bâtiments qui peuvent être similaires ou au contraire antagonistes. Les règles évoquées dans les deux précédents paragraphes sont cependant compatibles. On retrouve dans les deux cas :

- la compacité du bâtiment ;
- le liaisonnement correct de tous les éléments entre eux, y compris les éléments non structuraux.

Par conséquent, une bonne conception vis-à-vis d'un des effets sera favorable pour l'autre.

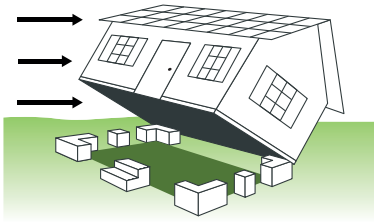


Figure 14 : Soulèvement de la maison (vent et séisme)

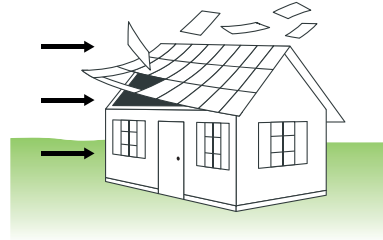


Figure 15 : Arrachement de la charpente (vent)

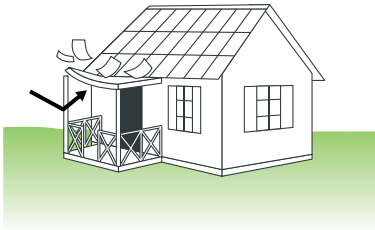


Figure 16 : Arrachement d'un auvent (vent)



Figure 17 : Rupture des murs résistants (séisme)

3. Fiches pratiques

Les fiches pratiques ont été construites pour fournir des indications sur les dispositions à prendre, afin d'avoir à la fin un bon niveau de sécurité. Le principe est de présenter à chaque fois :

- les modes de ruine observés suite au cyclone Irma ;
- les matériaux nécessaires pour réparer ;
- les dispositions à prendre pour la réparation ;
- l'entretien à prévoir.

La réparation implique que seule une partie de l'ouvrage est concernée. Il est conseillé de vérifier que la partie de l'ouvrage, qui n'a pas été dégradée, répond aux critères indiqués dans les fiches. Si ce n'est pas le cas, il est préférable de procéder au renforcement de cette partie d'ouvrage également.

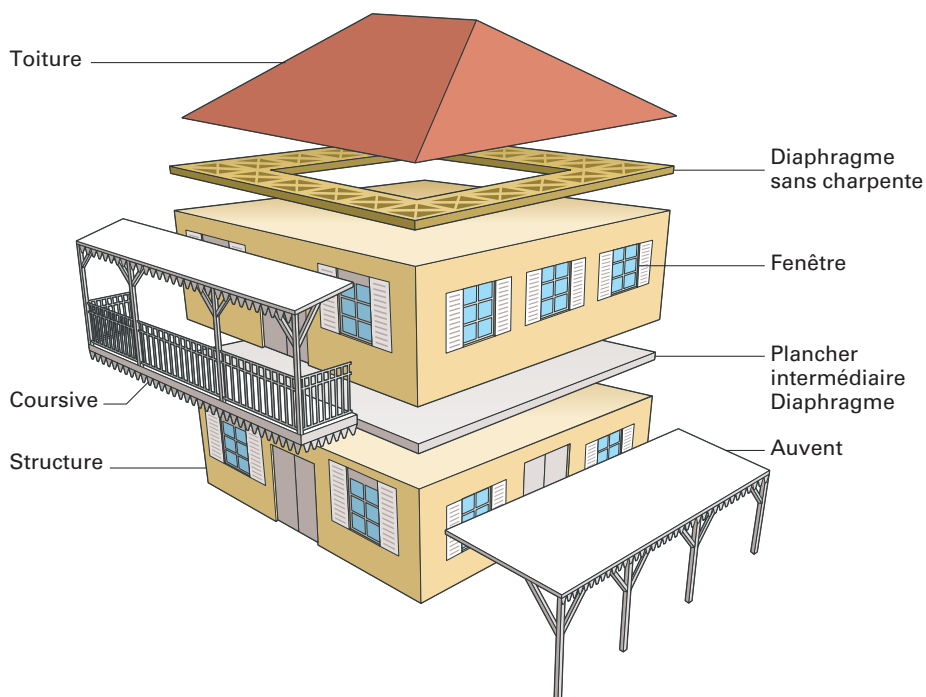
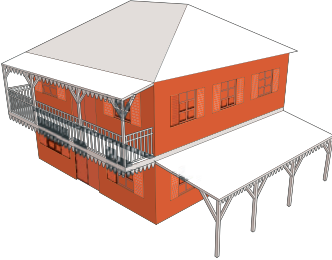
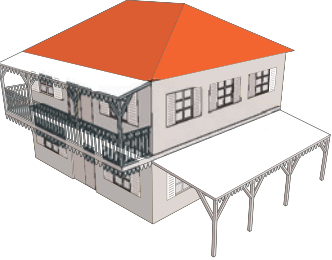
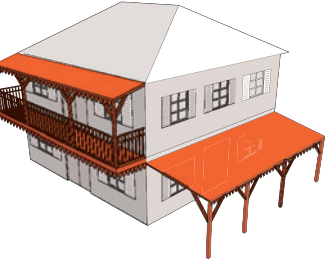
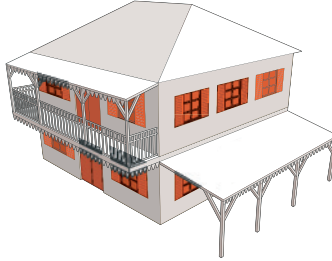


Figure 18 : Détail éléments visés par les fiches

Catégorie	Fiches	Illustration
Structure	Maçonneries : Fiche n° 4 Structure en bois : Fiche n° 5	
Toiture	Charpente en bois : Fiche n° 2 Couverture métallique : Fiche n° 1	
Ouvrages rapportés	Auvents : Fiche n° 6	
Menuiseries	Fenêtres et baies vitrées : Fiche n° 3	

4. Références

CSTB, Habitat cyclonique : concept adapté à l'auto-construction, 1998.

Les Grands Ateliers de L'Isle-d'Abeau, Conception paracyclonique à l'usage des architectes et ingénieurs, 2011.

Conception cyclonique, Concepts aérodynamiques et conseils pratiques – *Cahier du CSTB* n° 3311 – Sophie Moreau, Jacques Gandemer et Guy Barnaud.

Règles de construction parasismiques des maisons individuelles CPMI-EC8 ZONE 5.

Guide to Dominica's housing standards, Dominica Ministry of Planning, 2018

Crédit photos :

CAUE Guadeloupe.

DEAL Martinique et Guadeloupe.

Délégation interministérielle pour la reconstruction des îles de Saint-Barthélemy et Saint-Martin.

Illustrations :

Laurent Stefano

Remerciements

Pour l'ensemble de leur contribution, la Délégation interministérielle pour la reconstruction de Saint-Barthélemy et Saint-Martin tient à remercier :

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages ; le cabinet de M. Julien Denormandie, Secrétaire d'État auprès du ministre de la Cohésion des territoires ; le cabinet de M. Daniel Gibbes, Président du conseil territorial de Saint-Martin.

Romain Kereneur et Maureen Maquin pour la DHUP, Philippe Leblond et l'équipe du projet pour le CSTB, Noëlie Carretero pour le Cerema ; M. Gauthier Grienche, M. Lébert Mimifir et Mme Françoise Varin pour la DEAL de la Guadeloupe ; M. Frédéric Vaudelin pour la DEAL de la Martinique ; M. Axel Grava, M. Jean-Bernard Lamasse, M. Jack Sainsily et Mme Françoise Troplent pour le CAUE de la Guadeloupe, Mme Aline Hannouz et M. Lionel Orsi, Architectes Conseil de l'État ; Mme Karine Meaux pour la Fondation de France.

M. Sédar Cadrot pour Alcor Consulting ; M. Christian Chams pour CH2 Techni Control ; M. René Coconnier pour Groupe SMA ; M. Gilles Courteboeuf pour Socotec ; Mme Yseult Dubernet pour Y Agency ; M. Lionel Firmin pour Eco Conception Antilles ; M. Raphaël Firmin pour ECP Brouks ; M. Jean-Paul Gouget ; M. Yves-Marie Jhigaï pour JYM Studio ; M. Thierry Maggi et M. Pascal Marigo pour GLM Service ; M. Philippe Michaux ingénieur pour FRBTPS, M. François Montezume pour LCPLP ; Mme Christine Pouzet ; M. Didier Rouault Président de l'association des architectes de Saint-Martin ; Mme Jeanne Salomé pour A2 Studio ; M. Olivier Scherrer pour les Compagnons bâtisseurs ; M. Laurent Sochet pour Guez Caraïbes ; M. Paul Turbet Delof pour Elis ; M. Joris Vanden Eyde pour ICE Sint Maarten.



GUIDE DE BONNES PRATIQUES POUR LA CONSTRUCTION ET LA RÉHABILITATION DE L'HABITAT
WWW.SAINT-BARTH-SAINT-MARTIN.PREF.GOUV.FR – WWW.COM-SAINT-MARTIN.FR
PRÉFECTURE : 05 90 52 30 50 – SERVICE URBANISME DE LA COLLECTIVITÉ : 05 90 52 27 30

