PROJET EN COURS DE REDACTION NON UTILISABLE EN L’ETAT

**Conception et construction DE BATIMENTS EN ZONE CYCLONIQUE**

GUIDE d’application des exigencesd’application des exigences réglementaires

# SOMMAIRE

[SOMMAIRE 2](#_Toc162618884)

[INTRODUCTION 4](#_Toc162618885)

[1 DOMAINE D’APPLICATION 4](#_Toc162618886)

[2 CHARGE DE VENT CYCLONIQUE 7](#_Toc162618887)

[2.1 Méthodes de calcul 7](#_Toc162618888)

[2.2 Vitesse de référence du vent 8](#_Toc162618889)

[2.3 Méthode 1 : calcul de qp via la méthode standard de la NF EN 1991-1-4 9](#_Toc162618890)

[2.4 Méthode 2 : calcul de qp via les coefficients d’exposition cartographiés 12](#_Toc162618891)

[2.4.1 Calcul du coefficient d’exposition ce(z) 12](#_Toc162618892)

[2.4.2 Calcul de la pression dynamique de pointe qp 13](#_Toc162618893)

[2.4.3 Méthode de calcul alternative des coefficients d'exposition 13](#_Toc162618894)

[3 EXIGENCES POUR LES STRUCTURES 17](#_Toc162618895)

[3.1 Cas général 17](#_Toc162618896)

[3.2 Auvent, varangue 17](#_Toc162618897)

[3.2.1 Cas des auvents solidaires de la toiture du bâtiment 17](#_Toc162618898)

[3.2.2 Cas des auvents couvrant un cheminement essentiel 18](#_Toc162618899)

[3.2.3 Coefficient de réduction pour les autres auvents 18](#_Toc162618900)

[4 EXIGENCES POUR LES ELEMENTS NON STRUCTURAUX 20](#_Toc162618901)

[4.1 Cas général 20](#_Toc162618902)

[4.2 Couverture en tôle 20](#_Toc162618903)

[4.3 Couverture en tuile 21](#_Toc162618904)

[4.4 Menuiserie, protection et renfort 21](#_Toc162618905)

[4.4.1 Résistance au vent de la menuiserie 21](#_Toc162618906)

[4.4.1.1 Pression réduite avec protections et renforts 22](#_Toc162618907)

[4.4.1.2 Calcul de la pression nette Pnet par la méthode 1 23](#_Toc162618908)

[4.4.1.3 Calcul de la pression nette Pnet par la méthode 2 24](#_Toc162618909)

[4.4.2 Résistance aux chocs de la menuiserie ou de la protection 24](#_Toc162618910)

[4.4.3 Autres exigences 26](#_Toc162618911)

[4.5 Auvent, varangue 26](#_Toc162618912)

[5 EXIGENCES POUR LES ASSEMBLAGES 27](#_Toc162618913)

[5.1 Coefficient de sur-résistance 28](#_Toc162618914)

[5.1.1 Assemblage entre éléments structuraux 28](#_Toc162618915)

[5.1.2 Assemblage entre éléments non structuraux et leur support 28](#_Toc162618916)

[6 EXIGENCES POUR LES BATIMENTS DE CATEGORIE IV 30](#_Toc162618917)

[PRINCIPALES REFERENCES 31](#_Toc162618918)

[ANNEXE 1 : TABLEAUX DE PRESSION P3 POUR LES MENUISERIES 32](#_Toc162618919)

[Pression normale pour les bâtiments de catégorie I (cas 1 et 3a) 32](#_Toc162618920)

[Pression normale pour les bâtiments de catégorie II et III (cas 1 et 3a) 32](#_Toc162618921)

[Pression normale pour les bâtiments de catégorie IV (cas 1 et 3a) 33](#_Toc162618922)

[Pression réduite quelle que soit la catégorie de bâtiment (cas 2b et 3b) 33](#_Toc162618923)

# INTRODUCTION

La prise en compte de **l’aléa cyclonique dans la conception et la construction des bâtiments dans les territoires d’Outre-mer** est une réalité de longue date. Plusieurs documents de référence ont été rédigés à la fin du XXème siècle pour apporter une première pierre à la formalisation de pratiques communes. La mise en place d’une réglementation nationale relative au risque cyclonique, les profondes évolutions normatives (Eurocodes, bureaux de normalisation locaux) ainsi que les modifications des modes constructifs nécessitent de prolonger ce travail.

Depuis la survenue du cyclone Irma à l’automne 2017, le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires et le ministère des Outre-mer mènent conjointement, et en étroite association avec le CSTB, des études afin d’améliorer la prise en compte des risques liés aux vents cycloniques dans la construction des bâtiments situés dans les départements et régions d’outre-mer exposés à cet aléa. Les conclusions de ces travaux permettent désormais de préciser les règles techniques relatives à la conception et la construction des bâtiments dans les zones exposées aux cyclones.

Pour répondre à cet objectif, **deux guides réglementaires** et une série de documents complémentaires sont mis à disposition des acteurs de la construction afin de favoriser l’application correcte de la réglementation paracyclonique en vigueur.

|  |  |
| --- | --- |
| **Guides réglementaires** | **Guides complémentaires** |
| **Guide de conception et de construction** pour les maisons individuelles (C2PMI) | **Guide pédagogique** d’approfondissement des guides réglementaires |
| **Guide d’application**des exigences réglementaires | **Fiches pratiques** d’application |

**Le présent guide rassemble l'ensemble des exigences techniques réglementaires à satisfaire** pour la conception des éléments structuraux ainsi que les dispositions réglementaires concernant les éléments non structuraux. L’utilisation du présent document nécessite par ailleurs le respect des règles de l’art qu’elles soient de conception, de calcul et de réalisation qui s’appliquent en situation courante. Les règles en situation courante stipulées par les normes françaises (dont les DTU), les normes européennes ainsi que les Avis Techniques et Appréciation Techniques d’Expérimentation sont considérés comme compatibles avec le présent guide.

Au-delà d’une conception fondée sur ces exigences et les règles de l’art, les objectifs plus généraux d’un projet de construction doivent être pris en compte, à savoir notamment la sécurité, la qualité sanitaire, la qualité d’usage, l’accessibilité, la performance énergétique et tout ce qui a trait aux besoins des occupants.

# DOMAINE D’APPLICATION

Le domaine d’application du présent guide correspond *stricto sensu* à celui du **chapitre Ier « champ d’application »** **de** **l’arrêté du XX/XX/2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe, en Martinique et à Mayotte**, dans la mesure où il traduit les objectifs de la réglementation en exigences techniques.

Pour rappel, le domaine d’application de l’arrêté couvre les Départements et Régions d’Outre-mer de la Guadeloupe, la Martinique et Mayotte et concerne :

* **les bâtiments nouveaux** soumis à l’obligation d’une demande de permis de construire ou d’une déclaration préalable de travaux, y compris en cas de reconstruction après la destruction ou la démolition, totale ou partielle, d’un bâtiment préexistant ;
* **les bâtiments existants** à l’occasion d’une modification soumise à l’obligation d’une demande de permis de construire ou d’une déclaration préalable de travaux consistant à juxtaposer, surélever ou créer des surfaces nouvelles de plus de 20 % des surfaces de plancher initiales telle que définie à l’article R. 111-22 du code de l’urbanisme ou entrainant une augmentation de plus de 20 % de l’emprise au sol initiale telle que définie à l’article R.\*420-1 du code précité ;
* **les autres bâtiments existants** à l’occasion d’une modification importante de leur structure soumise à l’obligation d’une demande de permis de construire ou d’une déclaration préalable de travaux et tendant :
  + soit à supprimer plus de 30 % de surface de planchers à un niveau donné ;
  + soit à supprimer plus de 20 % du contreventement vertical ;
  + soit à adjoindre au bâtiment existant, lorsqu’il a été initialement construit en conformité avec les dispositions du présent arrêté, des éléments non structuraux supplémentaires susceptibles de créer un risque pour les occupants du bâtiment sous l’effet des vents cycloniques par la destruction ou l’endommagement grave du bâtiment ou de porter atteinte gravement à l’intégrité des bâtiments voisins.

L’article 2 de l’arrêté fournit les catégories d’importance des bâtiments qui servent de base à la détermination de la valeur de base de la vitesse de référence de vent (se référer à la partie 2.2).

|  |  |
| --- | --- |
| **Catégorie d’importance de bâtiment** | **Description** |
| I | Tous les bâtiments non visés par les autres catégories (inclus les dépendances des bâtiments de catégorie II) |
| II | **Bâtiments d'habitation** individuelle et bâtiments assimilés[[1]](#footnote-2) à l’exclusion de leurs dépendances qui peuvent relever seulement de la catégorie I  **Etablissements recevant du public relevant des 4e et 5e catégories** mentionnées à l’article R. 143-19 du code de la construction et de l'habitation, à l'exception des établissements scolaires  Lorsqu’ils ne relèvent pas des catégories III et IV :   * les bâtiments dont la hauteur est inférieure ou égale à 28 mètres à usage **d’habitation collective et à usage commercial**, de bureaux ou destinés à une activité industrielle * les bâtiments abritant les **parcs de stationnement** ouverts au public |
| III | **Etablissements scolaires** ;  **Etablissements recevant du public relevant des 1re, 2e et 3e catégories** mentionnées à l’article R. 143-19 du code de la construction et de l'habitation  Lorsqu’ils ne relèvent pas de la catégorie IV :   * les bâtiments dont la hauteur dépasse 28 mètres à **usage d’habitation collective et** **à usage commercial**, de bureaux ou destinés à l'exercice d'une activité industrielle * les bâtiments des **établissements sanitaires et sociaux** * les bâtiments pouvant **accueillir plus de 300 personnes**, en comptant, pour les bâtiments à usage de bureaux, une personne pour une surface de plancher de 12 mètres carrés, ou, pour les autres catégories de bâtiments, sur déclaration du maître d’ouvrage * les bâtiments des **centres de production collective d'énergie** répondant au moins à l'un des trois critères suivants, quelle que soit leur capacité d'accueil :   + la production électrique est supérieure au seuil de 40 MW électrique   + la production thermique est supérieure au seuil de 20 MW thermique   + le débit d'injection dans le réseau de gaz est supérieur à 2 000 Nm3/ h |
| IV | Bâtiments dont la protection est primordiale pour les besoins de **la sécurité civile ou de la défense nationale** ainsi que pour le **maintien de l'ordre public** et comprenant notamment :   * les bâtiments abritant les moyens de secours en personnels et matériels et présentant un caractère opérationnel * les bâtiments définis par le ministre chargé de la défense, abritant le personnel et le matériel de la défense et présentant un caractère opérationnel * les bâtiments conçus ou de nature à servir de lieu de refuge pour la population lors de l’épisode cyclonique  et désignés comme tel par l’autorité compétente de l’État ou par une collectivité   Bâtiments contribuant au maintien des **communications**, et comprenant notamment ceux :   * des centres principaux vitaux des réseaux de télécommunications ouverts au public * des centres de diffusion et de réception de l'information * des tours hertziennes stratégiques   Bâtiments et toutes leurs dépendances fonctionnelles assurant **le contrôle de la circulation aérienne** des aérodromes classés dans les catégories A, B et C2 suivant les instructions techniques pour les aérodromes civils (ITAC) édictées par la direction générale de l'aviation civile, dénommées respectivement 4 C,4 D et 4 E suivant l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI)  Bâtiments des **établissements de santé** qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine, chirurgie et obstétrique  Bâtiments de **production ou de stockage d'eau potable**  Bâtiments des **centres de distribution publique de l'énergie**  Bâtiments des **centres météorologiques** |

Tableau 1 : Catégorie d’importance de bâtiment

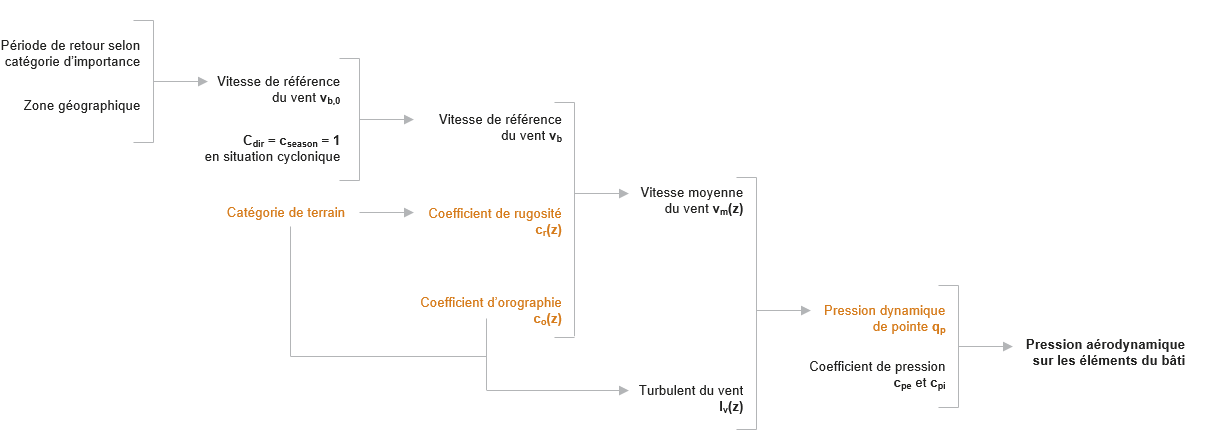
# CHARGE DE VENT CYCLONIQUE

## Méthodes de calcul

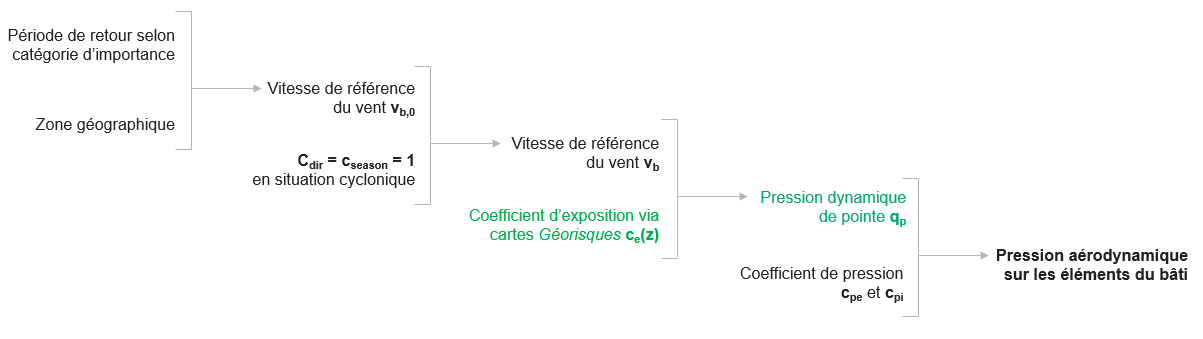
La charge de vent **soumise à** **la structure et aux éléments non structuraux (ENS)** peut être calculée selon une des deux méthodes suivantes, fondées sur l’Eurocode 1 partie 1-4 (NF EN 1991-1-4) et son annexe nationale française.

|  |
| --- |
| **Méthode 1 :** la démarche est identique à celle de l’Eurocode NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale à l’exception des vitesses de référence du vent dont les valeurs de base sont indiquées au § 2.2[[2]](#footnote-3). |
| **Méthode 2 :** la démarche est fondée sur celle de l’Eurocode NF EN 1991-1-4, à la différence du calcul des coefficients d’exposition qui s’appuie sur un jeu de cartes disponibles sur *Géorisques* pour les territoires visés, et à l’exception des vitesses de référence du vent dont les valeurs de base sont indiquées au § 2.2. |

**Calcul de la charge de vent via la méthode 1**



**Calcul de la charge de vent via la méthode 2**



La méthode 2 nécessite d’exploiter **des** **cartes de coefficients d’exposition ce(z)** spécifiquement dédiées aux Départements et Régions d’outre-mer. Cette méthode permet de simplifier l’application de la réglementation pour les constructions simples situées sur des terrains de topographie courante dans les départements et régions d’Outre-Mer et de mieux tenir compte de la végétation en place. La définition des paramètres clés – coefficient d’exposition et pression dynamique de pointe – reste néanmoins cohérente avec celle donnée dans les Eurocodes.

**Note 1 :** dans le cas d’un cyclone, le vent peut provenir de toutes les directions. Les coefficients de cseason et cdir doivent être pris égaux à 1.

**Note 2 :** Pour les projets complexes (cf. § 2.4.1), il est recommandé d’avoir recours aux méthodes avancées proposées dans les Eurocodes (Annexe K de la NF EN 1991-1-4). Dans ce cas, une étude spécifique doit être menée et appuyée par une combinaison de simulations num-ériques type CFD (*Computational Fluid Dynamics*) et/ou d’essais en soufflerie.

La méthodologie et les conditions auxquelles doivent se soumettre les essais et/ou les simulations sont décrites dans l’annexe susmentionnée.

Il est courant d’avoir recours à ces méthodes avancées dans les cas suivants :

* les IGH (immeubles de grande hauteur) ;
* les bâtiments à la forme ou l’enveloppe complexe ;
* les composants ou bâtiments pour lesquels on souhaite optimiser la conception.

Ces simulations et essais doivent être fondés sur une modélisation appropriée et suffisamment précise du vent naturel, de l’environnement (bâti et nature) et de l’objet étudié (élément, structure, bâtiment…).

**Note 3 :** Les coefficients d’exposition n’ont pas pu être calculés sur certains secteurs, du fait de leur topographie particulière cf. § 2.4.1) : dans ce cas, il doit être fait application des Eurocodes.

## Vitesse de référence du vent

La valeur de base de la vitesse de référence du à utiliser pour les vérifications, en fonction du territoire, sont présentées dans le tableau ci-dessous. Elles dépendent de la période de retour du phénomène cyclonique.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Période de retour | Guadeloupe | Martinique | Mayotte |
| 25 ans | 33 m/s | 30 m/s | 27 m/s |
| 50 ans | 38 m/s | 35 m/s | 30 m/s |
| 100 ans | 42 m/s | 39 m/s | 33 m/s |

Tableau 2 : Valeurs de base de la vitesse de référence du vent vb,0

Pour le calcul de l’action du vent appliquée à la **structure et aux éléments non structuraux** du bâtiment, la période de retour à considérer dépend de la catégorie de bâtiment.

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie d’importance de bâtiment | Période de retour |
| I | 25 ans |
| II | 50 ans |
| III |
| IV | 100 ans |

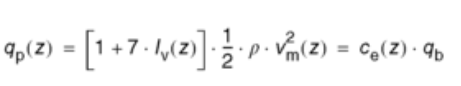
Tableau 3 : Période de retour en fonction de la catégorie de bâtiment

## Méthode 1 : calcul de qp via la méthode standard de la NF EN 1991-1-4

**La méthode 1** de calcul de la pression dynamique de pointe qp est fournie par l’Eurocode NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale. Les vitesses de référence du vent pour les différents territoires sont celles indiquées au § 2.2.

Le coefficient d’exposition n’est pas directement exploité via cette méthode pour le calcul de la pression sur les constructions.

**La pression dynamique de pointe qp** est calculée via son expression (4.8) :



Où :

Iv(z) : intensité de la turbulence

ρ : masse volumique de l'air : ρ = 1,225 kg/m3

vm(z) : vitesse moyenne du vent

ce(z) : coefficient d’exposition

qb : pression dynamique de référence du vent

**La pression dynamique de pointe** **qp** est ensuite exploitée dans le calcul des actions du vent soumises à une construction (§5 de la NF EN 1991-1-4). Elle permet de calculer d’une part la pression aérodynamique sur les surfaces et d’autre part les forces exercées par le vent sur l’ensemble de la construction ou un composant.

|  |
| --- |
| Exemple d’application du calcul de qp par la méthode 1 |
| **Schéma : *carte de localisation du bâtiment + hauteur du bâtiment en coupe avec profil du terrain < 3° de pente***  **Hypothèses pour l’exemple :**  Catégorie de bâtiment : II  Zone géographique : Martinique  Localisation : front de mer sans déclivité  Hauteur du bâtiment par rapport au sol : z = 6 m  **Etape 1 : Vitesse de référence du vent vb**  La valeur de base vb,0 à retenir dépend de la catégorie d’importance du bâtiment et du territoire considéré conformément aux tableaux de la partie 2.2. Dans le cas d’un cyclone, le vent peut provenir de toutes les directions. Les coefficients de cseason et cdir doivent être pris égaux à 1 et vb = vb,0.  Ex :  Pour un bâtiment de catégorie II, la période de retour à retenir est 50 ans.  En Martinique, pour une période de retour de 50 ans, **vb = 35 m/s**.  **Etape 2 : Coefficient de rugosité cr(z) et d’orographie c0(z)**  Le coefficient de rugosité cr(z)dépend de la catégorie de terrain et des valeurs associées de hauteur z0, z0,II et zmin. Le coefficient      Le coefficient d’orographie c0(z)doit être calculé lorsque la topographie du terrain (collines, falaises, etc) augmente les vitesses du vent de plus de 5%. Le calcul est précisé dans l’Annexe Nationale française.    Ex :  En bord de mer, la catégorie de terrain est la catégorie 0.  z0 = 0,005 m  z0,II = 0,05 m  zmin = 1 m  zmax = 200 m  kr = 0,162  z compris entre zmin = 1 m et zmax = 200 m  **cr(z) = 1,15**  Dans une zone sans déclivité, l’orographie ne doit pas être prise en compte.  **c0(z) = 1**  **Etape 3 : Vitesse de vent moyen vm**  La valeur de vm se calcule par la formule :    Ex :  **vm = 40,3 m/s**  **Etape 4 : Turbulence du vent Iv(z)**  La valeur de Iv(z) se calcule par la formule :      Ex :  kl = 1  Iv(z) = 0,141  **Etape 5 : Pression dynamique de pointe qp**  La valeur de qp(z) se calcule par la formule :    Ex :  ρ = 1,225 kg/m3  Iv(z) = 0,141  **qp = 1,97 kPa** |

## Méthode 2 : calcul de qp via les coefficients d’exposition cartographiés

### Calcul du coefficient d’exposition ce(z)

Pour un événement cyclonique donné, les caractéristiques topographiques du terrain et la nature de l’environnement atténuent ou accroissent localement la vitesse du vent. **Le coefficient d’exposition** exprime l’influence de l’orographie et de la rugosité du terrain dans le calcul de la pression dynamique de pointe.

Pour chaque territoire concerné par le risque cyclonique, sont disponibles des cartes de**coefficients d’exposition ce(z)** qui fournissent la valeur du coefficient d’exposition selon un maillage de 250x250m (180x180m pour Mayotte). Ces cartes prennent en compte la rugosité et l’orographie du terrain au sens de l’Eurocode NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale.

Les valeurs de **ce(z)**sont disponibles sur le site internet *Géorisques* : <https://www.georisques.gouv.fr/XXX>.

L’utilisation de ces coefficients d’exposition présente des limites :

* ils ne sont pas applicables pour les bâtiments dont la plus grande dimension excède 250 m ;
* ils ne sont pas applicables pour les bâtiments dont la hauteur excède 50 m ;
* les valeurs ne sont pas fournies pour certaines zones des territoires du fait de la singularité de leur topographie.

**Une notice d’utilisation** expliquant la démarche d’exploitation des données est disponible sur le site *Géorisques* : <https://www.georisques.gouv.fr/XXX>.

**Une notice explicative** présentant des méthodes alternatives à l’utilisation des cartes est disponible sur le site *Géorisques* : <https://www.georisques.gouv.fr/XXX>.

**Pour les cas non couverts par les cartes,** il est nécessaire de se référer à la méthode fournie par l’Eurocode NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale, correspondant à **la** **méthode 1** dans le présent guide (à l’exception des valeurs relatives à la vitesse de vent de référence dont la valeur à retenir est définie au § 2.2).

**Note :** Quelle que soit la méthode, il sera toujours nécessaire de tenir compte de l’environnement de l’ouvrage à construire. Celui-ci peut influencer localement l’exposition aux vents. Ce phénomène local peut être par exemple engendré par des bâtiments dont la hauteur est nettement plus élevée que le bâtiment considéré.[[3]](#footnote-4).

### Calcul de la pression dynamique de pointe qp

Les coefficients d’exposition permettent de calculer la pression dynamique de pointe qp localement, corrigée des effets de rugosité et d’orographie, à partir de la vitesse de référence du vent vb telle que définie au § 2.2selon la formule suivante :

|  |  |
| --- | --- |
|  | Avec :   * qp : pression dynamique de pointe (en ) ; * ce(z): coefficient d’exposition, déterminé en fonction de la localisation de la construction et de sa hauteur par rapport au sol naturel ; * ρ : masse volumique de l’air (en ), égale à 1,225 ; * vb : vitesse de référence du vent (en m/s). |

La pression dynamique de pointe qp est exploitée dans le calcul des actions du vent soumises à une construction (§5 de la NF EN 1991-1-4). Elle permet de calculer d’une part la pression aérodynamique sur les surfaces et d’autre part les forces exercées par le vent sur l’ensemble de la construction ou un composant.

**Note :** La pression dynamique de pointe qp est une valeur qui dépend du lieu où est implantée la construction. Il ne s’agit pas de la pression appliquée aux différentes parois de la construction considérée. Elle ne dépend donc pas de la morphologie de la construction ; à l’exception de sa hauteur puisque la valeur de la pression dynamique est calculée à une hauteur correspondant au sommet de la construction.

### Méthode de calcul alternative des coefficients d'exposition

Alternativement à la méthode générale, il est possible de faire appel à un spécialiste ou un laboratoire spécialisé pour calculer les coefficients d’exposition dans les zones non couvertes via des essais en soufflerie[[4]](#footnote-5) ou des simulations numériques[[5]](#footnote-6) en mécanique des fluides (dites simulations CFD).

Les deux méthodes peuvent permettre d’évaluer les effets d’orographie et de rugosité nécessaires au calcul des coefficients d’exposition. Il conviendra notamment de reproduire correctement les caractéristiques spécifiques des écoulements de vent au sein de la couche limite atmosphérique.

|  |
| --- |
| Exemple d’application du calcul de qp par la méthode 2 |
| **Schéma : *carte de localisation du bâtiment + hauteur du bâtiment en coupe avec profil du terrain en pente***  **Hypothèses pour l’exemple :**  Catégorie de bâtiment : IV  Zone géographique : Guadeloupe  Localisation :  Hauteur du bâtiment par rapport au sol : z = 9 m  **Etape 1 : Vitesse de référence du vent vb**  La valeur de base vb,0 à retenir dépend de la catégorie d’importance du bâtiment et du territoire considéré conformément aux tableaux 1 et 2. Dans le cas d’un cyclone, le vent peut provenir de toutes les directions. Les coefficients de cseason et cdir doivent être pris égaux à 1 et vb = vb,0.  Ex :  Pour un bâtiment de catégorie IV, la période de retour à retenir est 100 ans.  En Guadeloupe, pour une période de retour de 100 ans, **vb = 42 m/s**.  **Etape 2 : Coefficient d’exposition ce(z)**  Le coefficient d’exposition ce(z)est disponible sur le site Géorisques à l’adresse :  <https://www.georisques.gouv.fr/XXX>  Cliquer sur la carte où se trouve le bâtiment    Identifier la hauteur du bâtiment z par rapport au sol    Ex :  z = 9 m  **Pour les bâtiments inférieurs à 6m de hauteur,** relever la valeur de ce(z) sur la carte à 6m  **Pour les bâtiments entre 6 et 20m,** relever les valeurs de ce(z) des deux hauteurs encadrant la hauteur z  **Pour les bâtiments supérieurs à 20m de hauteur,** relever les valeurs de ce(z) sur les cartes à 15m et 20m  Ex :  Les hauteurs de référence encadrant z = 9 m sont 6 m et 10 m  Les valeurs affichées sur les cartes correspondantes sont nommées ce(6m) et ce(10m) et valent :  ce(6m) = 2,40 et ce(10m) = 2,64  Calculer la valeur de ce(z) par interpolation des hauteurs de référence :   * **Si la hauteur z est inférieure à 6m,** prendre la valeur de ce à 6m ; * **Si la hauteur z est comprise entre 6 et 20m,** procéder à une interpolation linéaire entre les valeurs de ce associées aux deux hauteurs de référence encadrant la hauteur du bâtiment considéré comme suit :   pour  pour  pour   * **Si la hauteur z est comprise entre 20 et 50m,** procéder à une extrapolation linéaire des valeurs de ce à 15m et 20m comme suit :   pour  Ex :  Par exemple, pour z = 9 m et des coefficients d’exposition ce(6m) = 2,40 et ce(10m) = 2,64 :    **ce(z) = 2,58**  **Etape 3 : Pression dynamique de pointe qp**  La valeur de qp(z) se calcule par la formule :  Ex : qp(9) = 2.58x=2 787 PaAvec ρ = 1,225 kg/m3  Soit **qp = 2,79 kPa** |

# EXIGENCES POUR LES STRUCTURES

Les objectifs généraux de la réglementation paracyclonique ont pour finalité de :

* préserver les vies humaines ;
* permettre une reprise rapide de l’activité économique et des services publics en cas d’épisodes cycloniques ;
* limiter les dommages sur le bâti.

## Cas général

Dans le cadre d’une conception paracyclonique, les éléments structuraux doivent être **dimensionnés à l’Etat Limite Ultime (ELU)** **sous combinaisons fondamentales** en prenant l’action du vent de référence comme action variable dominante au sens des Eurocodes. Cette obligation ne dispense pas le concepteur de vérifier le bâtiment vis-à-vis des autres combinaisons aux Etats Limites Ultime et de Service.

Par ailleurs, **un coefficient de sur-résistance, noté** , est appliqué au calcul de certains assemblages structuraux conformément au § 5.1.1, de façon à assurer leur résistance à l’arrachement du fait des vents cycloniques.

**Note 1 :** la vitesse de référence pour une catégorie de bâtiment donné est donnée dans leTableau 3*.*

## Auvent, varangue

Cette partie concerne les **éléments structuraux** **d’un auvent** : la charpente, les éléments porteurs et les fondations.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Figure 1 : Exemple de fixation d’un auvent à la structure d’une maison | Figure 2 : Exemple d’une structure d’auvent |

### Cas des auvents solidaires de la toiture du bâtiment

On entend par « solidaire » les situations où la charpente et/ou la couverture de l’auvent sont mécaniquement continues avec celles de la toiture. Autrement dit, ni la couverture, ni la charpente ne sont interrompues à la jonction entre toiture et auvent. Dans ce cas, l’endommagement de l’auvent peut entrainer l’endommagement de la toiture.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Figure 3 : cas d’un auvent solidaire | Figure 4 : cas d’un auvent désolidarisé |

Dans le cas d’un auvent solidaire, la charpente, la couverture, les éléments porteurs et les fondations sont soumiss aux mêmes exigences que celles imposées au bâtiment auquel l’auvent est adossé.

La rupture des auvents désolidarisés ne doit pas provoquer d’endommagement de la structure de l’ouvrage. Cela peut être obtenu moyennant l’utilisation d’assemblages auxquels sont appliqués le coefficient de sur-résistance explicité dans le paragraphe 5.1.1. Dans ce cas, le dimensionnement de l’auvent peut se faire dans les conditions du paragraphe 3.2.3.

### Cas des auvents couvrant un cheminement essentiel

On entend par cheminement essentiel une voie qui permet de donner accès aux véhicules de secours aux bâtiments ou qui est nécessaire au fonctionnement d’un bâtiment de catégorie IV.

Figure

Dans ce cas d’un auvent couvrant un cheminement essentiel, la charpente, la couverture, les éléments porteurs et les fondations sont soumises aux mêmes exigences que celles imposées au bâtiment auquel l’auvent est adossé.

### Coefficient de réduction pour les autres auvents

Pour tous les autres auvents qui ne couvrent pas un cheminement essentiel et qui sont désolidarisés de la structure, **un coefficient de réduction** est appliqué à la charge de vent.

Le tableau ci-après précise les coefficients de réduction à prendre en compte :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Catégorie d’importance du bâtiment** | **Configuration** | **Coefficient de réduction** | | |
| Guadeloupe | Martinique | Mayotte |
| **II et III** | Auvent solidaire de la toiture ou couvrant un cheminement essentiel | - | - | - |
| Tout autre auvent | 0,80 | 0,75 | 0,85 |
| **IV** | Auvent solidaire de la toiture ou couvrant un cheminement essentiel | - | - | - |
| Tout autre auvent | 0,85 | 0,85 | 0,85 |

Tableau 4 : Coefficient de réduction en fonction de la catégorie d’importance du bâtiment et de la zone géographique

# EXIGENCES POUR LES ELEMENTS NON STRUCTURAUX

On distingue deux catégories d’éléments non structuraux (ENS) :

* **les ENS d’enveloppe** qui doivent permettre d’assurer la fonction de clos-couvert ;
* **les ENS rapportés** qui ne doivent pas devenir des projectiles dangereux pour les personnes, les bâtiments et les équipements.

**Les ENS d’enveloppe** visés par le présent document comprennent les couvertures, les menuiseries, les bardages…

**Les ENS rapportés** visés par le présent document incluent les panneaux solaires, les protections solaires, les chauffe-eaux solaires, les groupes extérieurs de climatisation, les paraboles, les antennes, les lambrequins…

Limites pour **ENS rapportés :**  4 kg/m² et 0,5 m²

## Cas général

**Les ENS d’enveloppe** dont l’arrachement ou l’endommagement, sous l’effet des vents cycloniques est susceptible de créer un danger pour les occupants du bâtiment sont dimensionnés à **l’Etat Limite Ultime (ELU)** avec l’action du vent de référence comme action variable dominante et cela sous des **charges de vent identiques à la structure**. Cette obligation ne dispense pas le concepteur de considérer les autres combinaisons d’actions soumises aux ENS.

**Dans le cas des couvertures,** les ENS doivent être dimensionnés également à **l’Etat Limite de Service** afin de respecter une limite de déformation.

**Dans le cas des menuiseries et des bardages**, les ENS d’enveloppe doivent également être dimensionnés à **l’ELU** afin d’atteindre un certain niveau de résistance aux chocs.

Par ailleurs, **un coefficient de sur-résistance, noté** , est appliqué au calcul de certains assemblages entre éléments non structuraux et leur support conformément au § 5.1.2.

Les ENS rapportés représentent un danger au cours du cyclone pour les secours et les bâtiments avoisinants et doivent donc rester fixés à leur support pour éviter de devenir un projectile. Tout comme les ENS d’enveloppe, ils sont donc soumis à l’application du **coefficient de sur-résistance**.

**Dans le cas des menuiseries et de certains auvents,** une réduction des charges de vent peut être appliquée à certaines conditions. Ces conditions sont précisées dans le § 3.2 pour les auvents et dans le § 4.4 pour les menuiseries.

## Couverture en tôle

Une couverture **doit résister au vent** sous combinaisons à **l’Etat Limite Ultime** **(ELU)** en prenant l’action du vent de référence comme action variable dominante au sens des Eurocodes.

Une couverture **ne doit pas présenter** **une flèche sous charge ascendante** supérieure à la limite fixée dans le tableau suivant. Cette flèche correspond à la déformation maximale vers le haut subie par les toitures sous combinaison de charge à **l'Etat Limite de Service (ELS)** où le vent est l'unique action variable.

Cette limite est fixée selon la catégorie d’importance du bâtiment :

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie d’importance du bâtiment | Limite de flèche sous charge ascendante  [fraction de la portée de la couverture] |
| I | - |
| II et III | 1/100ème |
| IV | 1/200ème |

Tableau 5 : Limites de flèche sous charge ascendante en fonction de la catégorie d’importance

## Couverture en tuile

Une couverture **doit résister au vent** sous combinaisons à **l’Etat Limite Ultime** **(ELU)** en prenant l’action du vent de référence comme action variable dominante au sens des Eurocodes.

Elle doit être fixée mécaniquement à la charpente.

## Menuiserie, protection et renfort

Le système composé des menuiseries et de ses éventuelles protections et renforts **doit résister à une charge de vent** définie comme la pression nette sur la paroi Pnet **non pondérée et non combinée à d’autres charges** conformément au§ 4.4.1.

Le système **doit également résister aux chocs** conformément au § 4.4.2.

Il est possible de recourir à des protections (volets, protection provisoire…) ou des renforts pour protéger la menuiserie. Dans ce cas, la résistance aux pressions de vent et aux chocs engendrés par les projectiles peut être assurée par l’ensemble composé de la menuiserie équipée des protections ou renforts.

### Résistance au vent de la menuiserie

La pression de vent à prendre en compte est la pression nette sur la paroi contenant la menuiserie sans pondération et non combinée à d’autres charges.

Deux méthodes sont envisageables :

* **Méthode 1 :** calcul de la pression par assimilation à la **pression P3 au sens du DTU 36.5** via les tableaux disponibles en Annexe 1 ;
* **Méthode 2 :** calcul de la pression par assimilation à la **pression aérodynamique de la NF EN 1991-1-4** via démarche détaillée en partie 2.

Quelle que soit la méthode, **un coefficient de réduction** peut être appliqué à la pression obtenue en fonction des éventuels protections et renforts associés à la menuiserie.

#### Pression réduite avec protections et renforts

La charge de vent sur la menuiserie peut être réduite en fonction du niveau de porosité de la protection et de la présence éventuelle d’un renfort. Les protections des menuiseries sont classées selon les trois niveaux suivants :

* **protections « non poreuses » :** les protections sont distantes des menuiseries d’au moins 5 cm et leur porosité doit être inférieure à la moitié de celle de la menuiserie ;
* **protections « faiblement poreuses » :** les protections sont distantes des menuiseries d’au moins 15 cm et leur porosité ne doit pas être supérieure au double de celle de la menuiserie sans que la porosité de la menuiserie ne dépasse 0,14 % ;
* **protections « poreuses » :** toutes les protections ne respectant pas les critères énoncées ci-avant.

**Note :** Pour définir la porosité, deux cas peuvent se présenter en Outre-mer : les menuiseries sont classées par essai pour leur perméabilité à l’air comme au niveau national ou bien elles peuvent être dispensées d’essai. Le DTU 36.5 indique : « *Particulièrement dans les DOM, il peut être utilisé des fenêtres n'ayant aucune exigence vis-à-vis de la perméabilité à l'air.* »

**Dans le cas des menuiseries non classées**, les protections sont considérées comme poreuses[[6]](#footnote-7).

**Dans le cas des menuiseries classées**, les menuiseries sont réparties en quatre classes correspondant à des perméabilités allant de 50 m³/(h.m²) sous 100 Pa à 3 m³/(h.m²).

De manière simplifiée, nous pouvons établir l’équivalence[[7]](#footnote-8) suivante qui fonctionne tant que la porosité de la menuiserie est de nature équivalente à celle de la protection :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Classe perméabilité (EN 12207) | Perméabilité à l’air Q  m³/h.m² | Porosité maximale de la menuiserie  mm²/m² (%) | Porosité maximale de la protection  mm²/m² (%) |
| 1 | 50 | 1268 (0.14) | 2535 (0.28) |
| 2 | 27 | 685 (0.07) | 1369 (0.14) |
| 3 | 9 | 228 (0.023) | 456 (0.046) |
| 4 | 3 | 76 (0.008) | 152 (0.015) |

Tableau 6 : équivalence perméabilité – porosité pour les menuiseries

Une alternative est d’estimer par calcul la porosité de volets existants sur le marché. Cela n’est cependant possible que lorsque la dimension des orifices laissant passer l’air peut être estimée de manière fiable.

La nature de la pression – pression normale ou pression réduite – à considérer pour le dimensionnement de la menuiserie est synthétisé dans le tableau suivant :

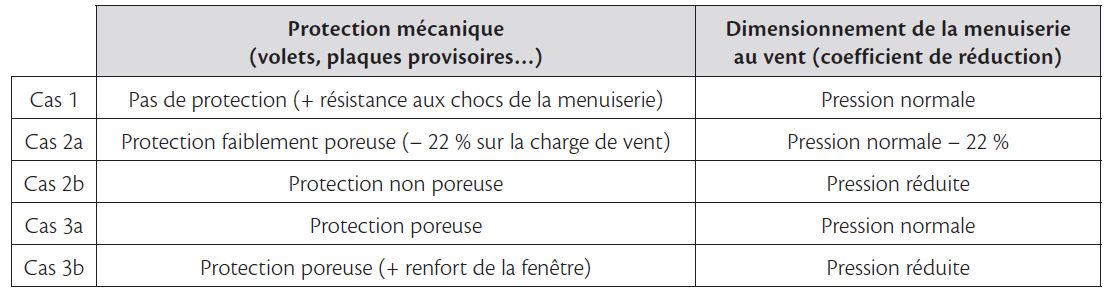


Tableau 7 : Dimensionnement de la menuiserie en fonction de la protection et des renforts

Si la menuiserie n’a pas de protection (cas 1) ou dispose d’une protection dite « poreuse » (cas 3a), celle-ci doit résister à la charge de vent calculée via les tableaux de l’Annexe 1.

Si la menuiserie est protégée par une protection dite « faiblement poreuse » (cas 2a) ou « non poreuse » (cas 2b) ou si elle dispose d’un renfort (cas 3b), **la pression appliquée est réduite**.

Les valeurs de pression sont fournies en Annexe 1.

Dans tous les cas la menuiserie doit justifier d’une résistance de **1200 Pa minimum**.

#### Calcul de la pression nette Pnet par la méthode 1

Le calcul de la pression P3 s’appuie sur les **tableaux de l’Annexe 1** et dépend des paramètres suivants :

* la catégorie d’importance du bâtiment ;
* la zone géographique ;
* le coefficient d’exposition à 10m du lieu d’implantation du bâtiment ;
* la hauteur du bâtiment

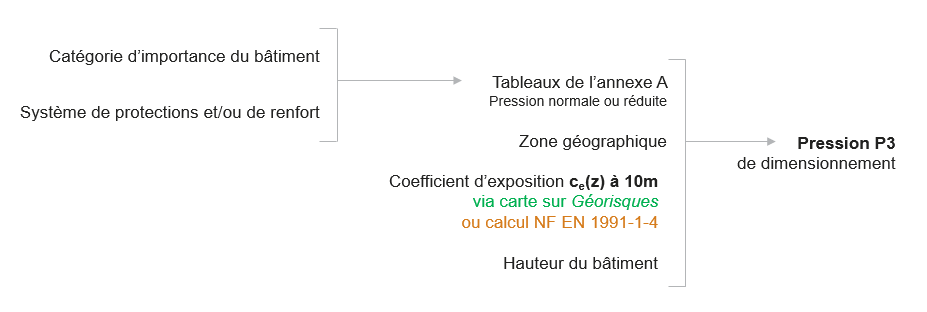


Figure 5 : Diagramme de calcul de la pression P3 de dimensionnement de la menuiserie

#### Calcul de la pression nette Pnet par la méthode 2

Le calcul de la pression s’appuie sur les deux méthodes présentées dans la partie 2 pour le calcul de la pression dynamique de pointe qp.

Le calcul des coefficients de pression extérieur est conforme à l’Eurocode NF EN 1991-1-4, § 7 Coefficients de pression et de force. La pression nette est ensuite calculée selon le § 5.2 Pression aérodynamique sur les surfaces.

### Résistance aux chocs de la menuiserie ou de la protection

Toute menuiserie, éventuellement équipée d’une protection, doit **résister aux chocs**. Le cas échéant, la protection peut être seulement constituée par un **dispositif amovible** pouvant être facilement mis en place avant le début de l’épisode cyclonique.

Lorsque les menuiseries ne sont pas protégées par des protections résistantes aux chocs, elles doivent être dimensionnées pour y résister intrinsèquement. Lorsque les menuiseries sont protégées, c’est la protection qui doit résister aux chocs.

Afin de vérifier la résistance aux chocs des menuiseries ou des protections, celles-ci doivent résister à **des essais réalisés** avec un élément en bois de pin scié de masse volumique 540 kg/m³ (± 50 kg/m³) de 4 kg (- 0 ; + 0,1 kg), de section 4 cm (± 0,2 cm) par 9 cm (± 0,2 cm).

La vitesse de l’impact dépend de la catégorie d’importance du bâtiment :

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie d’importance du bâtiment | Vitesse de l’impact (m/s) |
| I | Pas d’essai sauf exigence du marché |
| II et III | 15 (± 1,5) |
| IV | 24 (± 2,5) |

Tableau 8 : Vitesse de l’impact pour l’essai de résistance aux chocs[[8]](#footnote-9)

Pour les menuiseries comportant un vitrage, deux impacts ont lieu sur le vitrage et deux impacts sur les profilés. Pour les menuiseries pleines, les essais ont lieu sur la partie la plus fine du procédé une fois à l’endroit le plus souple et une fois à l’endroit le plus rigide, généralement au milieu et dans un angle du panneau le plus fin.

Les critères de réussite aux tests sont :

* une absence de perforation des éléments testés par l’objet impactant ;
* une absence de chute de matière à l’arrière de la maquette testée ;
* les éléments de protection doivent présenter une déformation lors de l’impact inférieure à l’espace prévu entre la protection et la menuiserie protégée ;
* pour les éléments de protection : une intégrité suffisante pour reprendre les efforts de pression nette Pnet.

Les équipements suivants sont réputés satisfaire aux critères précités :

* **Pour les menuiseries :**
  + volets à persienne dont l’épaisseur minimale de bois de 30 mm en périphérie et de 20 mm en persienne ;
  + parties en persienne de 1m de hauteur et 0,5 m de largeur maximum ;
  + fixation au gros œuvre avec des éléments pouvant reprendre un effort de 150 kg minimum et munis de protections provisoires ;
* **Pour les volets opaques :**
  + une épaisseur de bois en partie courante de 20 mm minimum ;
  + des renforts intérieurs en bois de 20 mm d’épaisseur minimum ;
  + des renforts extérieurs métalliques de 2 mm minimum en acier inoxydable ou galvanisé avec peinture antirouille ;
  + un espacement des renforts de 1 m maximum, les renforts aux extrémités étant à 30 cm maximum des bords ;
  + des fixations de volet dans le gros œuvre pouvant reprendre un effort de 150 kg minimum ;
* **Pour les baies vitrées :** 
  + volet roulant en bois, acier ou aluminium de dimensions maximales égales à :
    - 2,2 m de hauteur et 2 m de largeur avec une ligne de renfort ;
    - 2,2 m de hauteur et 4 m de largeur avec deux lignes de renforts ;
  + présence de crochets anti-tempête et de renfort.

|  |
| --- |
| Exemple d’application pour le dimensionnement aux chocs |
| **Schéma :**  **Hypothèses pour l’exemple :**   * Catégorie de bâtiment : III * Présence de protections   La méthode de dimensionnement aux chocs est fondée sur le protocole d’essai présenté ci-avant. La détermination des conditions de l’essai se fait selon les étapes suivantes :  **Etape 1 : Elément résistant aux chocs**  La configuration du système (menuiserie, protection et renfort) permet de connaitre l’élément résistant aux chocs ;  Si la menuiserie est seule ou menuiserie renforcée, c’est la menuiserie ;  Si la menuiserie est associée à une protection renforcée ou non, c’est la protection ;  Ex :  C’est la **protection** qui doit résister aux chocs.  **Etape 2 : Vitesse d’impact**  La catégorie du bâtiment donne la vitesse de l’impact à tester : 15 m/s (± 1,5) dans le cas des bâtiments couverts par le guide de conception et de construction pour les maisons individuelles.  Ex :  Le bâtiment est de catégorie III. La vitesse d’impact à retenir est donc 15 (± 1,5) m/s  **Etape 3 : Réalisation de l’essai et validation des critères de réussite**  L’essai est réalisé selon des conditions normées et doit remplir les critères de réussite cités ci-avant pour que soit confirmée la conformité de la menuiserie et de ses éventuelles protections.  La validation porte sur la catégorie de bâtiment visé et les catégories inférieurs.  Ex :  La validation porte sur les bâtiments de catégories I à III. |

### Autres exigences

Les protections et renforts considérés sont amovibles ou pérennes.

En cas de protections ou renforts amovibles, ceux-ci respectent les conditions suivantes :

* l’installation doit être assez simple pour qu’elle puisse être réalisée par l’occupant lui-même ;
* La mise en œuvre doit pouvoir être réalisée à partir de l’intérieur pour toutes les menuiseries inaccessibles de l’extérieur et réalisable par une personne à mobilité réduite dans le cas de logements respectant les obligations réglementaires d’accessibilité ;
* la mise en œuvre ne doit pas mettre en danger les occupants par du travail en hauteur ;
* le choix des renforts doit tenir compte de la flèche maximale acceptable de 1/100ème et de la masse maximale raisonnable de chaque élément à manutentionner (10 kg).

## Auvent, varangue

Cette partie concerne la couverture et les éventuels ENS rapportés (brise-soleil, panneau solaire, CESI, lambrequin…) qui composent l’auvent ou la varangue.

Figure auvent avec ENS en valeur

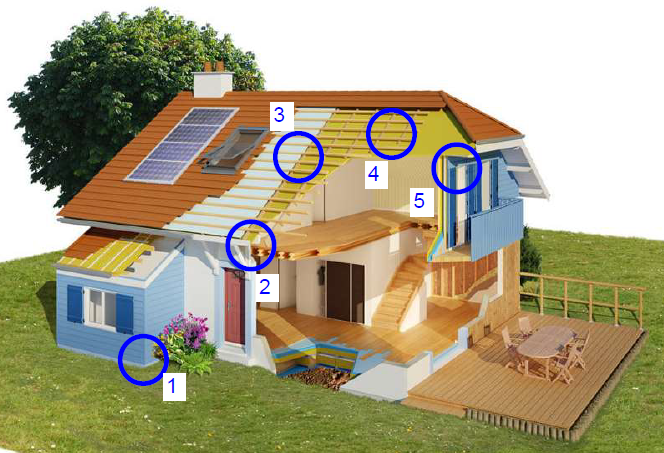
Le calcul des charges de vent est identique à celui dédié aux structures.

Les exigences sont ensuite déclinées par élément - couverture et les éventuels ENS rapportés (brise-soleil, panneau solaire, CESI, lambrequin…). Les critères à respecter sont définis dans les § 4.1 à 4.X.

# EXIGENCES POUR LES ASSEMBLAGES

Les précédents épisodes cycloniques ont montré que les sinistres majeurs ont pour origine **une rupture au niveau d’un assemblage**. La conception et l'exécution des assemblages dans les zones cycloniques exigent donc une attention particulière et doit prendre en compte **les spécificités des territoires d’outre-mer** que sont l’agressivité des embruns marins, les épisodes de fortes précipitations et un taux d’humidité globalement élevé.

Dans le cas d’une conception paracyclonique, on s’intéresse aux assemblages qui permettent de transmettre les charges de vent de l’enveloppe jusqu’aux fondations (Figure 6).



**Légende**

* 1 : assemblage entre structure légère et fondations ;
* 2 : assemblage entre structure et charpente ;
* 3 : assemblage entre charpente et tôle de couverture ;
* 4 : assemblage entre menuiserie et support structural.

Figure 6 : Types d’assemblage

|  |  |
| --- | --- |
| ,  Figure 7 : exemple d’assemblage entre structure légère et fondations **(1)** | Figure 8 : exemple d’assemblage entre structure et charpente **(2)** |
|  |  |
| Figure 9 : exemple d’assemblage entre charpente et tôle de couverture **(3)** | Figure 10 : exemple d’assemblage entre menuiserie et son support structural **(4)** |

## Coefficient de sur-résistance

Afin de limiter les ruptures brutales au niveau d’une liaison et de mieux maitriser les lieux d’apparition de défaillances, **un coefficient de sur-résistance, noté** , est appliqué. En renforçant les assemblages, on limite les risques de rupture à la chaine d’assemblages qui peuvent conduire à l’effondrement général de la structure. Renforcer les assemblages de fixation de l’enveloppe du bâtiment permet également de réduire le risque qu’un élément se transforme en projectile pouvant impacter les personnes, les bâtiments ou les équipements.

Ce coefficient porte sur l’ensemble de l’assemblage qui comprend les ancrages, sa liaison avec l’élément de structure et les organes d’assemblage (type équerre, platine, sabot, étrier à âme…) et s’applique aux efforts que subit l’assemblage.

La résistance Rd à un effort Ed que subit l’assemblage doit ainsi respecter la condition suivante :

|  |  |
| --- | --- |
|  | où :   * Ed : Valeur de calcul de l'effet des actions * Rd : Valeur de calcul de la résistance |

### Assemblage entre éléments structuraux

**Le coefficient de sur-résistance fixé à = 1,5** s’applique au calcul des assemblages structuraux suivants :

* Les assemblages entre structure et charpente ;
* Les assemblages entre structure légère (ossature bois ou métallique par exemple) et les fondations ;
* Les assemblages entre structure/charpente d’un auvent et structure/charpente du bâtiment.

### Assemblage entre éléments non structuraux et leur support

**Le coefficient de sur-résistance fixé à = 1,5** s’applique aux assemblages suivants des ENS avec leur support :

* Les assemblages entre les menuiseries et le support structural ;
* Les assemblages entre charpente et tôle de couverture.

Pour les bâtiments de catégorie d’importance I, un coefficient de sur-résistance fixé à = 1,5 s’applique au calcul de l’assemblage entre les éléments de bardages et leurs supports structuraux.

# EXIGENCES POUR LES BATIMENTS DE CATEGORIE IV

Pour les bâtiments de catégorie IV, des exigences supplémentaires sont à prendre en compte en fonction du type de bâtiment (hôpital, bâtiment refuge…). Ces exigences sont liées à la nécessité d’assurer une continuité de fonctionnement. **Elles doivent être définies dans les documents particuliers du marché.**

La réglementation paracyclonique impose que des mesures préventives spécifiques doivent être appliquées aux bâtiments, équipements et installations de catégorie IV **pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de cyclones**.

**Note :** En cas d’épisode cyclonique, les équipements et installations intérieures sont peu impactées tant que l’étanchéité de l’enveloppe est assurée.

Les exigences qui résultent de la continuité de fonctionnement **dépendent du type de bâtiment considéré**. Par exemple, un hôpital n’a pas les mêmes besoins qu’un bâtiment abritant un centre de secours.

Des règles spécifiques doivent donc être **établies par la maitrise d’ouvrage** en fonction du type de bâtiment. Ces règles doivent préciser les performances visées et les implications en termes d’hypothèses de conception, de critères de conception et de dispositions particulières à mettre en œuvre.

# PRINCIPALES REFERENCES

*Guide de bonnes pratiques pour la construction et la réhabilitation de l’habitat, points clés pour améliorer la sécurité, Saint-Martin*, Réalisation CSTB, 2018

*Conception paracyclonique à l’usage des architectes et ingénieurs*, Les grands ateliers de l’Isle d’Abeau, C. Barré, A. de la Foye et S. Moreau, 2011

Cahiers du CSTB n°3311, *Conception cyclonique, Concepts aérodynamiques et conseils pratiques*, S. Moreau, J. Gandemer et G. Barnaud, Janvier-Février 2001

*Règles Antilles*, Direction Départementale de l’Equipement Martinique et Direction Départementale de l’Equipement Guadeloupe, Edition 1996

*Cyclones... Environnement Constructions désordres remèdes*, Jean POTHIN, SOCOTEC, DDE La Réunion, mai 1992

*Guide de construction en région cyclonique*, Chambre des Métiers de La Réunion, 2012

*Guide de construction parasismique et paracyclonique de maisons individuelles à structure en bois aux Antilles*, Règles de construction et annexes techniques, Association Française du génie Parasismique (AFPS), Chapitres de Guadeloupe et de Martinique, Décembre 2011

*Guide de construction parasismique des maisons individuelles*, DHUP, CPMI-EC8, Zone 5, Edition 2020

*Guide de construction parasismique des maisons individuelles*, DHUP, CPMI-EC8, Zones 3 et 4 , Edition août 2021

*Recommandations professionnelles : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d’acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques*, PACTE, Décembre 2021

*Recommandations professionnelles : Couverture en plaques ondulées issues de tôles d’acier revêtues en climat tropical ou équatorial humide et conditions cycloniques*, PACTE, Décembre 2021

# ANNEXE 1 : TABLEAUX DE PRESSION P3 POUR LES MENUISERIES

## Pression normale pour les bâtiments de catégorie I (cas 1 et 3a)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Région** | **Coef expo**  **Ce(10m)** | **Pression P3 normale pour une hauteur H de bâtiment [Pa]** | | | | |
| **H≤9** | **9<H≤18** | **18<H≤28** | **28<H≤50** | **50<H≤100** |
| Guadeloupe | 0 à 1,28 | 1200 | 1200 | 1400 | 1700 | 2150 |
| 1,29 à 1,40 | 1200 | 1450 | 1700 | 2000 | 2500 |
| 1,41 à 1,83 | 1450 | 1750 | 2000 | 2400 | 2850 |
| 1,84 à 2,34 | 1850 | 2250 | 2500 | 2750 | 3250 |
| 2,35 à 2,90 | 2250 | 2650 | 2850 | 3150 | 3550 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Martinique | 0 à 1,28 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 1,29 à 1,40 | 1200 | 1200 | 1200 | 1400 | 1800 |
| 1,41 à 1,83 | 1200 | 1200 | 1400 | 1700 | 2050 |
| 1,84 à 2,34 | 1200 | 1450 | 1700 | 2000 | 2400 |
| 2,35 à 2,90 | 1550 | 1850 | 2050 | 2350 | 2650 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Mayotte | 0 à 1,28 | 1850 | 2250 | 2500 | 2800 | 3200 |
| 1,29 à 1,40 | 2350 | 2650 | 2850 | 3150 | 3500 |
| 1,41 à 1,83 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 1,84 à 2,34 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 2,35 à 2,90 | 1200 | 1200 | 1200 | 1400 | 1700 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |

## Pression normale pour les bâtiments de catégories II et III (cas 1 et 3a)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Région** | **Coef expo**  **Ce(10m)** | **Pression P3 normale pour une hauteur H de bâtiment [Pa]** | | | | |
| **H≤9** | **9<H≤18** | **18<H≤28** | **28<H≤50** | **50<H≤100** |
| Guadeloupe | 0 à 1,28 | 1350 | 1500 | 1850 | 2300 | 2850 |
| 1,29 à 1,40 | 1450 | 1950 | 2300 | 2650 | 3350 |
| 1,41 à 1,83 | 1950 | 2350 | 2650 | 3150 | 3750 |
| 1,84 à 2,34 | 2450 | 2950 | 3250 | 3650 | 4250 |
| 2,35 à 2,90 | 3000 | 3500 | 3750 | 4150 | 4650 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Martinique | 0 à 1,28 | 1450 | 1450 | 1550 | 1900 | 2450 |
| 1,29 à 1,40 | 1450 | 1600 | 1900 | 2350 | 2800 |
| 1,41 à 1,83 | 1600 | 2000 | 2350 | 2700 | 3250 |
| 1,84 à 2,34 | 2100 | 2500 | 2800 | 3200 | 3600 |
| 2,35 à 2,90 | 2650 | 3000 | 3250 | 3550 | 3950 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Mayotte | 0 à 1,28 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 1,29 à 1,40 | 1400 | 1400 | 1400 | 1700 | 2050 |
| 1,41 à 1,83 | 1400 | 1500 | 1700 | 2000 | 2350 |
| 1,84 à 2,34 | 1550 | 1850 | 2000 | 2350 | 2700 |
| 2,35 à 2,90 | 1900 | 2200 | 2350 | 2600 | 2950 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |

## Pression normale pour les bâtiments de catégorie IV (cas 1 et 3a)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Région** | **Coef expo**  **Ce(10m)** | **Pression P3 normale pour une hauteur H de bâtiment [Pa]** | | | | |
| **H≤9** | **9<H≤18** | **18<H≤28** | **28<H≤50** | **50<H≤100** |
| Guadeloupe | 0 à 1,28 | 1650 | 1850 | 2250 | 2800 | 3450 |
| 1,29 à 1,40 | 1750 | 2400 | 2800 | 3250 | 4100 |
| 1,41 à 1,83 | 2400 | 2850 | 3250 | 3900 | 4600 |
| 1,84 à 2,34 | 3000 | 3600 | 4000 | 4500 | 5250 |
| 2,35 à 2,90 | 3650 | 4300 | 4600 | 5100 | 5700 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Martinique | 0 à 1,28 | 1800 | 1800 | 1950 | 2400 | 3050 |
| 1,29 à 1,40 | 1800 | 2000 | 2400 | 2900 | 3500 |
| 1,41 à 1,83 | 2000 | 2450 | 2900 | 3350 | 4000 |
| 1,84 à 2,34 | 2600 | 3150 | 3500 | 3950 | 4450 |
| 2,35 à 2,90 | 3300 | 3750 | 4000 | 4400 | 4900 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Mayotte | 0 à 1,28 | 1650 | 1650 | 1650 | 1650 | 1650 |
| 1,29 à 1,40 | 1650 | 1650 | 1650 | 2100 | 2500 |
| 1,41 à 1,83 | 1650 | 1800 | 2100 | 2450 | 2850 |
| 1,84 à 2,34 | 1900 | 2250 | 2450 | 2850 | 3250 |
| 2,35 à 2,90 | 2300 | 2650 | 2850 | 3150 | 3550 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |

## Pression réduite quelle que soit la catégorie de bâtiment (cas 2b et 3b)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Région** | **Coef expo**  **Ce(10m)** | **Pression P3 réduite pour une hauteur H de bâtiment [Pa]** | | | | |
| **H≤9** | **9<H≤18** | **18<H≤28** | **28<H≤50** | **50<H≤100** |
| Guadeloupe | 0 à 1,28 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 1,29 à 1,40 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1450 |
| 1,41 à 1,83 | 1200 | 1200 | 1200 | 1350 | 1650 |
| 1,84 à 2,34 | 1200 | 1250 | 1400 | 1600 | 1850 |
| 2,35 à 2,90 | 1300 | 1500 | 1650 | 1800 | 2000 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Martinique | 0 à 1,28 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 1,29 à 1,40 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 1,41 à 1,83 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1400 |
| 1,84 à 2,34 | 1200 | 1200 | 1200 | 1400 | 1550 |
| 2,35 à 2,90 | 1200 | 1300 | 1400 | 1550 | 1700 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |
| Mayotte | 0 à 1,28 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 1,29 à 1,40 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 1,41 à 1,83 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1250 |
| 1,84 à 2,34 | 1200 | 1200 | 1200 | 1250 | 1450 |
| 2,35 à 2,90 | 1200 | 1200 | 1250 | 1400 | 1600 |
| > 2,90 | Calcul selon EN 1991-1-4 | | | | |

1. on entend par bâtiment assimilé à un bâtiment d’habitation individuelle un bâtiment de forme simple ayant pour fonction principale l'habitation, et une surface au sol inférieure ou égale à 200 m2, y compris ses dépendances [↑](#footnote-ref-2)
2. Lorsqu’il sera fait référence à l’Annexe Nationale et à son application dans le présent guide, la vitesse de référence du vent à retenir sera celle du paragraphe § 2.2 de ce guide. [↑](#footnote-ref-3)
3. Selon l’article 4.3.4 de l’annexe nationale de la norme NF EN 1991-1-4 (Eurocode partie 1-1-4) : « Lorsque la construction doit se situer à proximité d'une autre construction dont la hauteur est au moins égale à deux fois la hauteur moyenne des constructions avoisinantes, elle pourrait alors être exposée (selon les caractéristiques de la construction) à des vitesses augmentées pour certaines directions de vent. Il convient de tenir compte de ce type de cas. » [↑](#footnote-ref-4)
4. Les essais en soufflerie sont réalisés à échelle réduite et se doivent de respecter au mieux les similitudes associées à la problématique. Etant données les échelles de réduction utilisées pour cette approche (particulièrement dans le cas de topographie marquée), la modélisation des effets de rugosité peut s’avérer particulièrement délicate, voire impossible à proximité du sol. [↑](#footnote-ref-5)
5. Concernant l’approche numérique par simulation CFD, le modèle utilisé doit reposer sur une méthodologie préalablement validée. La pertinence des résultats et leur fiabilité requièrent une maitrise des nombreux choix de paramétrisation : modèle de turbulence, conditions initiales, conditions aux limites, méthode de discrétisation, domaine de calcul, schémas numériques, solveur... [↑](#footnote-ref-6)
6. La porosité (équivalent de l’étanchéité) n’étant pas maitrisée, il n’est pas possible d’utiliser l’hypothèse des protections faiblement poreuse en l’état des connaissances. [↑](#footnote-ref-7)
7. La traduction de ce classement en termes de porosité dépend de la forme des espaces laissant passer l’air (ponctuels, linéaires) et des pertes de charge. [↑](#footnote-ref-8)
8. Les vitesses d’impact sont inspirées des références internationales suivantes : ICC Hurricane (Guidelines for hurricane resistant residential construction – 2005, ASTM E1996 ; FBC/TAS 201 (Florida building code) : juillet 2020 pour la description des essais. [↑](#footnote-ref-9)