



SECTEUR **P**ILOTE **I**NNOVATION **O**UTRE-**M**ER

&



**ASSOCIATION FRANÇAISE DU GENIE PARASISMIQUE
CHAPITRES DE GUADELOUPE ET DE MARTINIQUE**

CONSTRUCTION PARASISMIQUE DES MAISONS INDIVIDUELLES AUX ANTILLES

STRUCTURES EN BOIS

PREMIERE PARTIE : REGLES DE CONSTRUCTION

DOCUMENT EN COURS DE FINALISATION

Version V0-5 en date du 15 novembre 2007

Attention : Certaines illustrations seront ajoutées ou modifiées pour plus de précision d'ici le 1^o décembre.

ASSOCIATION FRANÇAISE DU GENIE PARASISMIQUE

28 rue des Saints-Pères
75343 Paris Cedex 07
Tél. : 01 44 58 28 40
Fax : 01 44 58 28 41
afps@mail.enpc.fr

Membres du groupe de rédaction

AUDRAS	Francis,	Guadeloupe,	Technicien supérieur DDE - Suivi SPIOM,	Cadrage administratif
BALANDIER	Patricia,	Martinique,	Architecte consultante - Pilote du projet,	Organisation et rédaction
CHAMS	Christian,	Martinique,	Ingénieur – Contrôleur technique,	Expertise et rédaction
DONTEVIEUX	Gabriel,	Martinique,	Ingénieur – BET,	Expertise et rédaction
LASNIER	Patrice,	Guadeloupe,	Ingénieur – Constructeur MI,	Expertise et rédaction
QUISTIN	Paul,	Guadeloupe,	Ingénieur – Contrôleur,	Expertise et rédaction
SCHAPIRA	Guy,	Martinique,	Ingénieur – Constructeur MI,	Expertise et rédaction

Remerciements aux partenaires

Les auteurs tiennent à remercier :

Les partenaires logistiques

- Monsieur Alfred MARIE-JEANNE, Président du Conseil Régional de Martinique
- Monsieur Jean-Michel MAURIN, Directeur de l'Équipement de Guadeloupe
- Monsieur **xx Gadarkan**, Président de la Fédération du BTP de Guadeloupe
- L'UNCFMI de Guadeloupe

Le Groupe de relecture en Guadeloupe

(Liste à établir en fin de participation)

Le Groupe de relecture en Martinique

(Liste à établir en fin de participation)

Le Groupe de relecture du Conseil Scientifique et Technique de l'AFPS

(Liste à établir en fin de participation)

Les autres relecteurs

(Liste à établir en fin de participation)

Préambule

Ce guide n'est pas un ouvrage généraliste sur la construction en bois.

Les auteurs ont volontairement limité son domaine d'application aux caractéristiques des constructions en bois les plus courantes aux Antilles.

Ils ont exclu les sites trop exposés aux vents cycloniques et certaines autres configurations qui nécessitent des prescriptions trop complexes ou coûteuses pour une prescription forfaitaire

Pour tous les cas exclus du domaine d'application défini à l'article 1, les auteurs renvoient les constructeurs à une étude réalisée par un BET compétent.

Les références normatives mentionnées dans le texte sont celles qui sont en vigueur au moment de la rédaction ou par anticipation au moment de la publication du guide.

Présentation du guide

(introduction technique à rédiger par le Président de l'AFPS)

Thèmes envisageables pour la présentation :

La volonté de rédiger ce guide et le choix de son domaine d'application ont été actés par le groupe de travail sur les considérations suivantes :

- Prise en compte, outre les impératifs de bon comportement sous séisme, des spécificités du contexte insulaire subtropical :
 - Autres aléas majeurs auxquels sont exposées les constructions : cyclones, xylophages, corrosion atmosphérique, saturation d'humidité.
 - Essences de bois disponibles sur le marché des Antilles françaises (filiales des bois d'importation « du nord » et tropicaux).
 - Traditions architecturales, dont la présence de vastes « galeries » (Guadeloupe) ou « vérandas » (Martinique) à la périphérie des bâtiments, et la présence de « solages » (soubassements originellement maçonnés en Martinique).
- Prise en compte des normes et réglementations :
 - Le guide répond à la nécessité d'intégrer les obligations des normes diverses applicables de fait aux maisons individuelles, notamment les Euro Normes adoptées comme Normes Françaises.
 - Il a pour objectif de simplifier l'approche du projet en proposant des dimensionnements forfaitaires et des dispositions constructives explicites garantissant le respect des normes et de ce fait la sécurité.
- Prise en considération d'une facilité d'usage par les destinataires :
 - Les destinataires sont principalement les constructeurs professionnels qui y trouveront en annexe une synthèse des éléments normatifs justifiant les prescriptions.
 - Le guide vise également un public élargi aux autoconstructeurs qui y trouveront une partie pédagogique en éclairage des prescriptions (aspects parasismiques et paracycloniques principalement).

Préface

(introduction stratégique à rédiger par le Commanditaire – Secrétariat d'Etat à l'Outre-Mer ?)

Thèmes envisageables pour la préface :

- Le guide répond à un besoin régional. Il a été conçu par des professionnels guadeloupéens et martiniquais ayant d'une part une bonne expertise technique et d'autre part une bonne connaissance du contexte régional.
- Favoriser le retour à la construction traditionnelle en bois :
 - Pendant longtemps la maison en bois a dominé le marché de la construction aux Antilles, avant d'être supplantée par le béton armé et la maçonnerie au XX^e siècle en raison de sa vulnérabilité aux xylophages qui la rendait très vulnérable aux cyclones.
 - Une partie de la population aspire à nouveau à ce type de construction, notamment pour ses qualités thermiques, mais la plupart des professionnels ont des difficultés à interpréter les règles de construction parasismique et paracyclonique pour les structures en bois.
 - Il faut noter le bon comportement du bois traité ou autoprotégé contre les xylophages et l'intérêt de ces structures légères et dissipatives sous l'action des séismes observée au XIX^e siècle (notamment en 1839 et 1843) et confirmée lors du séisme des Saintes du 21 novembre 2004.

Documents de référence – Bibliographie

Références normatives générales

- NF-EN 1990 Eurocode : Bases de calcul des Structures
- NF-EN 1991 Eurocode 1: Actions sur les structures
- NF-EN 1992 Eurocode 2: Calcul des structures en béton
- NF-EN 1995 Eurocode 5: Calcul des structures en bois
- NF-EN 1997 Eurocode 7: Calcul géotechnique
- NF B 52-001-4 Règles d'utilisation du bois en construction partie4-classment visuel pour l'emploi en structure principales essences résineuses et feuillues
- NF B51-002 (février 1942) : Caractéristiques physiques et mécaniques des bois
- NF B54-150 (décembre 1988) : Contreplaqué - Classification - Désignation (Indice de classement : B54-150)
- NF B54-100 (octobre 1985) : Panneaux de particules - Définitions - Classification - Désignation (Indice de classement : B54-100)
- NF EN 338 (septembre 2003) : Bois de structure - Classes de résistance (Indice de classement : P21-353)
- NF EN 335-1 (janvier 2007) : Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définitions des classes d'emploi - Partie 1 : généralités (Indice de classement : B50-100-1)
- NF EN 316 (janvier 2000) : Panneaux de fibres de bois - Définition, classification et symboles (Indice de classement : B54-050)
- NF EN 335-3 (octobre 1995) : Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définitions des classes de risque d'attaque biologique - Partie 3 : Application aux panneaux à base de bois (Indice de classement : B50-100-3)
- NF EN 335-2 (janvier 2007) : Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définitions des classes d'emploi - Partie 2 : application au bois massif (Indice de classement : B50-100-2)
- NF EN 635-1 à 3 : Contreplaqué - Classification selon l'aspect des faces - Partie 1 : Généralités (Indice de classement : B54-170-1) , Partie 2 : Bois feuillus (Indice de classement : B54-170-2), Partie 3 : Bois résineux (Indice de classement : B54-170-3)
- Autres Euronormes ayant valeur de Norme Française
- Normes Françaises en vigueur à la date de rédaction du guide

Règles de construction parasismique

- NF-EN 1998 Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
- Règles de construction parasismique PS-92

Recommandations techniques particulières

- NF EN 206 – 1 : Béton – partie 1 – spécifications, performances, production et conformité

- BAEL 91
- Règles Antilles, pour les prescriptions particulières liées au contexte insulaire subtropical
- Fiches techniques du CIRAD - Forêt, pour les caractéristiques techniques des bois disponibles sur les marchés de Guadeloupe et Martinique (bois dits « du Nord » et « tropicaux »)
- Cahiers du CSTB conception cyclonique janv-fév 2001 cahier n°3311
- Règles NV 65
- NF P 18-201 : DTU 21 « travaux de bâtiment – exécution des ouvrages en béton – cahier des clauses techniques »

Références techniques générales

- Guide des dispositions constructives parasismiques des ouvrages en acier, béton, bois et maçonnerie (AFPS – Presse des Ponts et Chaussées, Paris, 2006)
- Les Eurocodes Conception des bâtiments et des ouvrages de génie civil (Ed°Le Moniteur)
- NHERP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures – FEMA 450 (FEMA – Building Seismic Safety Council, Washington DC, 2004)
- Seismic Design of Timber Structures (tomi Tottratti)
- Guide de l'utilisation des bois de Guyane dans la construction (Michel Vernay et Daniel Fouquet pour le SPIOM-FEOGA, Louna production, 1997)
- Guide des assemblages de charpente (CTBA-CAPEB)
- Fiches techniques du CTBA

Autres

- Sycodés, le magazine de l'Agence Qualité Construction, n° 37, Bimensuel juillet-août 1996, article *Les attaques biologiques des bois dans la construction*, p 66 à 68
- Sycodés, le magazine de l'Agence Qualité Construction, n° 61, Bimensuel juillet-août 2000, article *Prévention des risques : L'emploi des bois en ambiance humide*, p 61 à 66

Organisation du Guide

Le guide de *CONSTRUCTION PARASISMIQUE DES MAISONS INDIVIDUELLES AUX ANTILLES* pour les *STRUCTURES EN BOIS* est divisé en trois sections :

- **Première partie – Règles de construction** : Document prescriptif.
- **Deuxième partie – Annexes techniques** : Références et documents justifiant la validité réglementaire et technique des choix opérés.
- **Troisième partie – Commentaires** : Document explicatif de la partie prescriptive à l'intention du grand public. On y trouve des informations pédagogiques, des figures pour interprétation et d'autres précisions.
- **Un glossaire** des termes techniques et de quelques dénominations créoles de parties d'ouvrages est annexé.

Les paragraphes de la partie prescriptive et de la partie commentaire observent la même numérotation afin de faciliter les renvois de lecture.

N-B : Il est envisagé pour la mise en forme définitive grand public de mettre les articles des parties 1 et 3 en vis-à-vis (comme pour les PS-92), et la partie 2 en annexe.

N-B : La première partie est l'objet du contrat SPIOM. Les autres sont une initiative des auteurs.

Sommaire

Membres du groupe de rédaction	2
Remerciements aux partenaires	2
Préambule	3
Présentation du guide	4
Préface	5
Documents de référence – Bibliographie	6
Organisation du Guide	8
Sommaire	9
PREMIERE PARTIE : REGLES DE CONSTRUCTION	14
1. Domaine d'application	14
1.1. Hypothèses	14
1.1.1. Généralités	14
1.1.2. Dimensionnement au vent	14
1.1.3. Dimensionnement au séisme	15
1.2. Objectifs de comportement	15
1.2.1. Généralités	15
1.2.2. Comportement sous l'action du séisme de référence	16
1.2.3. Comportement sous l'action du cyclone de référence	16
1.2.4. Comportement face aux xylophages	16
1.3. Site d'implantation du bâtiment	16
1.3.1. Constructibilité du site	16
1.3.2. Sol d'implantation	16
1.3.3. Pente	16
1.3.4. Topographie	17
1.3.5. Voisinage	17
1.4. Infrastructure en béton armé	17
1.5. Géométrie de la structure	17
1.5.1. Dimensions maximales	17
1.5.2. Décrochements en plan	18
1.5.3. Décrochements en élévation	18
1.5.4. Décrochements en toiture	18
1.5.5. Dimensions des baies	18
1.6. Nature de la structure principale et terminologie	18
1.6.1. Matériaux admis	18
1.6.2. Description générale	19

1.6.3.	Structure principale de contreventement	19
1.6.4.	Charpentes de toiture et toitures	20
1.6.5.	Solage.....	20
1.7.	Eléments non structuraux	20
1.7.1.	Cloisons	20
1.7.2.	Auvents liaisonnés à la structure	20
1.7.3.	Masses rapportées	20
2.	Caractéristiques minimales des matériaux et composants	22
2.1.	Généralités.....	22
2.2.	Béton armé pour fondation, infrastructure et solage.....	22
2.2.1.	Béton	22
2.2.2.	Armatures	23
2.3.	Bois de structure	23
2.3.1.	Bois massif – Essences autorisées	23
2.3.2.	Panneaux à base de bois autorisés.....	23
2.3.3.	Classes d’emploi et traitements des bois autorisés.....	24
2.4.	Bois de menuiserie et autres bois utilisés dans le bâtiment	24
2.5.	Colles.....	24
2.6.	Prescriptions relatives aux assembleurs.....	24
2.6.1.	Généralités	24
2.6.2.	Ancrages et scellements pour assemblage bois – béton ou métal – béton.....	25
2.6.3.	Assembleurs de type tige pour assemblages bois-bois ou bois-métal	25
2.6.4.	Autres éléments assembleurs	27
2.6.5.	Protection anti-corrosion des assembleurs.....	27
2.7.	Enveloppe	28
2.7.1.	Composition de la couverture	28
2.7.2.	Étanchéité des façades	28
3.	Dimensions et régularité des ouvrages en bois couverts par le guide.....	29
3.1.	Géométrie	29
3.1.1.	Conception en plan.....	29
3.1.2.	Conception en élévation	29
3.1.3.	Toitures d’auvents liaisonnés à la structure principale	29
3.2.	Fondation – infrastructure	29
3.3.	Contreventement vertical et autres parois structurelles.....	29
3.4.	Planchers	31
3.4.1.	Généralités	31
3.4.2.	Plancher bas en béton armé.....	32

3.4.3.	Plancher bas en bois	32
3.4.4.	Plancher haut.....	32
3.5.	Toiture.....	32
4.	Règles de construction pour les parties d'ouvrage en béton armé	33
4.1.	Généralités.....	33
4.2.	Conception et réalisation de la fondation et de l'infrastructure en béton armé	33
4.2.1.	Fondation sur semelles.....	33
4.2.2.	Fondation sur radier.....	33
4.2.3.	Infrastructure pour les sites en pente limitée à 10%	33
4.2.4.	Indications techniques pour l'ingénierie des infrastructures sur sites dont les pentes sont comprises entre 10 et 35%	33
4.3.	Conception et réalisation des solages en béton armé	33
4.3.1.	Généralités	33
4.3.2.	Dispositions constructives	34
5.	Conception générale de la structure porteuse en bois.....	36
5.1.	Généralités.....	36
5.2.	Conception et dimensionnement des murs de façade	36
5.2.1.	Principe Constructif.....	36
5.2.2.	Dimensionnement forfaitaire des montants	37
5.2.3.	Ancrage des montants courants	37
5.2.4.	Dimensionnement forfaitaire des lisses inférieures et supérieures	39
5.2.5.	Ancrage des lisses basses	40
5.2.6.	Dispositions constructives particulières	40
5.3.	Murs porteurs intérieurs	42
5.3.1.	Principe Constructif.....	42
5.3.2.	Dimensionnement forfaitaire des montants	42
5.3.3.	Ancrage des montants.....	42
5.3.4.	Dimensionnement forfaitaire des lisses inférieures et supérieures	43
5.3.5.	Ancrage des lisses basses	43
5.3.6.	Dispositions constructives complémentaires	43
5.4.	Contreventement par voiles travaillants	44
5.4.1.	Principe constructif	44
5.4.2.	Typologie des panneaux de murs.....	45
5.4.3.	Dimensionnement forfaitaire du contreventement	45
5.4.4.	Ancrage des panneaux de murs.....	47
5.4.5.	Dispositions constructives complémentaires	49
5.5.	Contreventement par palées de stabilité triangulées.....	51
5.5.1.	Principe.....	51

5.5.2.	Typologie des palées de stabilité triangulées	51
5.5.3.	Dimensionnement forfaitaire du contreventement	52
5.5.4.	Ancrage des palées de stabilité triangulées	61
5.5.5.	Dispositions constructives	64
5.6.	Conception et réalisation des planchers en bois	65
5.6.1.	Principe constructif	65
5.6.2.	Dimensionnement forfaitaire de l'ossature en bois	66
5.6.3.	Réalisation de la trémie	66
5.6.4.	Dispositions d'ancrage et de fixation des solives et entretoises	66
5.6.5.	Conditions de réalisation du diaphragme horizontal	67
5.7.	Conception et réalisation des toitures en charpentes traditionnelles	69
5.7.1.	Conception	69
5.7.2.	Dimensionnement forfaitaire de la charpente	69
5.7.3.	Ancrages et fixation des éléments de charpente	71
5.7.4.	Conditions de réalisation du diaphragme de toiture	74
5.8.	Conception et réalisation des charpentes industrialisées à fermettes	76
5.8.1.	Conception	76
5.8.2.	Hypothèses de dimensionnement de la charpente	76
5.8.3.	Précisions pour les dispositions constructives et la réalisation	76
5.9.	Transport, levage et stockage des éléments de structure pré-assemblés	79
5.10.	Contrôles d'exécution sur chantier	79
6.	Règles de construction pour la couverture	80
6.1.	Liteauage	80
6.2.	Fixation des plaques de tôles	80
6.3.	Réalisation des faîtières et des arêtières et des brisures	81
6.4.	Raccords d'étanchéité avec les façades	81
7.	Règles de mise en œuvre des autres parois et éléments de parois	82
7.1.	Mise en place du bardage extérieur	82
7.2.	Conception et réalisation des cloisons	82
7.3.	Conception et réalisation des auvents liaisonnés en façade	82
7.3.1.	Section, espacement et ancrage des poteaux	82
7.3.2.	Section et fixation des poutres de rive	82
7.3.3.	Section espacement et fixation des chevrons et pannes	82
8.	Cas particulier de création d'un comble partiel dans une maison à simple RdC	84
8.1.	Généralités	84
8.2.	Dimensionnement forfaitaire de l'ossature	84
8.3.	Dimensionnement forfaitaire du contreventement	84

8.3.1.	Contreventement vertical.....	84
8.3.2.	Voiles travaillants.....	85
8.3.3.	Palées triangulées	85
8.4.	Ancrage des panneaux de contreventement	86
8.4.1.	Généralités	86
8.4.2.	Voiles travaillants.....	86
8.4.3.	Palée de stabilité triangulée.....	87
8.5.	Plancher.....	87
9.	Règles de mise en œuvre des équipements.....	88
9.1.	Conception et réalisation de l'étanchéité des façades.....	88
9.1.1.	Généralités	88
9.1.2.	Mise en place des films pare-pluie	88
9.1.3.	Masticage	88
9.2.	Protections des baies contre les cyclones	88
9.3.	Fixation des chauffe-eaux solaires en toiture	88
10.	Règles complémentaires.....	89
10.1.	Protection anti-termites des sols	89
10.2.	Protection contre l'incendie	89
	TABLE DES ILLUSTRATIONS	90
	TABLE DES TABLEAUX.....	92

PREMIERE PARTIE : REGLES DE CONSTRUCTION

1. Domaine d'application

1.1. Hypothèses

1.1.1. Généralités

Les dispositions constructives forfaitaires du présent guide de *CONSTRUCTION PARASISMIQUE DES MAISONS INDIVIDUELLES AUX ANTILLES* pour les *STRUCTURES EN BOIS* ne peuvent être utilisées que si l'ensemble des conditions de son domaine d'application est vérifié.

Pour tout autre cas, le dimensionnement et les détails d'exécution de la construction doivent faire l'objet d'une étude d'ingénierie propre au projet sur son site d'implantation.

La réalisation d'un étage supérieur en bois sur un bâtiment neuf ou ancien en béton armé ou en maçonnerie chaînée, n'entre pas non plus dans le domaine d'application du guide, même si le bâtiment utilisé comme soubassement a fait l'objet d'une étude d'ingénierie conforme à la réglementation en vigueur. Le cas d'une adaptation à la pente précisé au **l'article 1.3.3.**, permet la création d'un sous-sol partiel dans le respect de certaines conditions.

Conformément aux dispositions de l'Eurocode n°8, il est supposé qu'aucune modification de la structure ne sera effectuée pendant la phase de construction ou pendant la durée de vie de la structure, à moins qu'elle ne soit correctement justifiée et vérifiée. En raison de la nature spécifique de la réponse sismique, ceci s'applique également aux modifications entraînant un renforcement de la résistance de la structure.

En outre, et comme pour toute construction exposée aux intempéries et agressions diverses, il est également supposé que le bâtiment fait l'objet dans le temps d'une surveillance et d'un entretien appropriés afin de prévenir la perte de résistance des éléments constructifs.

On dénomme « structure » dans le guide, les éléments de la construction contribuant à la stabilité et au couvert.

1.1.2. Dimensionnement au vent

La valeur de vent caractéristique retenue pour le calcul des ouvrages est 36 m/s conformément à l'AN de l'EN 1991-1-4 (la valeur la plus défavorable aux Antilles)

Les dimensionnements forfaitaires proposés par le guide répondent à 4 cas de figures plus ou moins pénalisants au regard du vent cyclonique :

- Cas n°1 : Bâtiment situé en zone côtière exposé aux vents de mer, avec étage ou comble à plancher total.
- Cas n°2 : Bâtiment situé en zone côtière exposé aux vents de mer, à simple RdC
- Cas n°3 : Bâtiment hors zone côtière avec étage ou comble à plancher total.
- Cas n°4 : Bâtiment hors zone côtière, à simple RdC.

Est considérée comme zone côtière exposée au vent de mer, la zone comprise entre le littoral et une distance de 800 m au littoral. N-B : Cette distance est issue de l'EN 1991-1-4 : zone catégorie 0 : 400 m + zone de transition : 370 m = 770 m arrondis à 800 m)

Les bâtiments implantés sur les bords de falaises et les haut de collines (voir article 1.3.4) ne font pas partie du domaine d'application du guide.

En outre, pour le dimensionnement de la structure sous charges de vent cyclonique, deux sous-cas de figures sont introduits :

- Sous-cas a : maison ayant la plus grande longueur de façade $L \leq 10\text{m}$
- Sous-cas b : maison ayant une de ses longueurs de façade $L > 10\text{m}$

Les logos suivants permettent dans la suite du guide, d'identifier les 8 cas de figures.

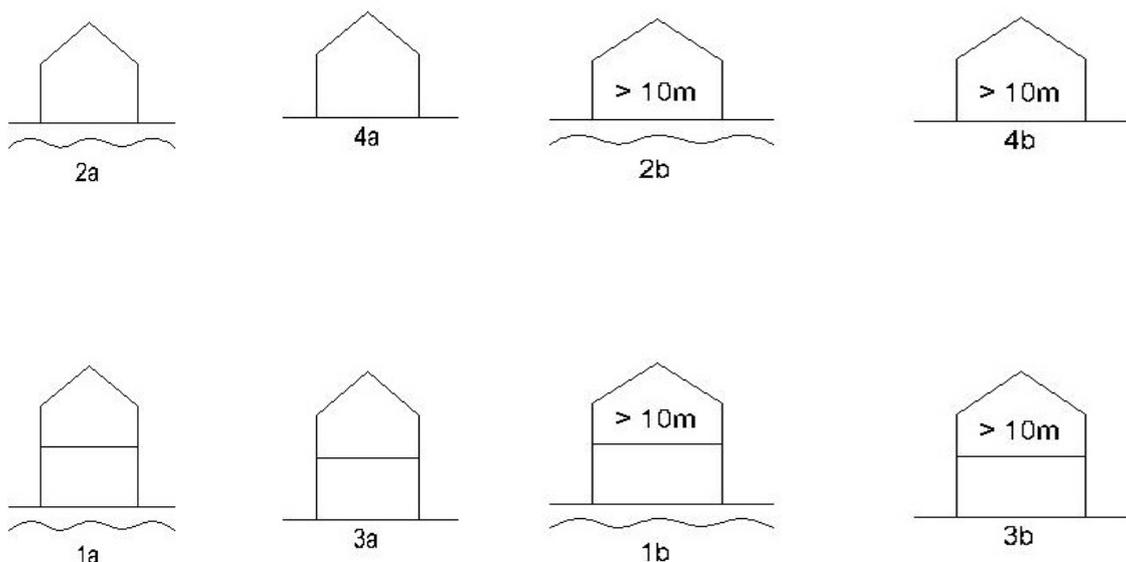


Figure 1--Schémas synthétiques : logos des 8 configurations envisagées par le guide.

1.1.3. Dimensionnement au séisme

L'action sismique au rocher qui a été retenue pour le calcul est la valeur de la réglementation en vigueur.

En ce qui concerne la réponse spectrale c'est la valeur légale maximale qui a été retenue.

En raison des dispositions de l'article 1.3.4, il n'a pas été appliqué d'amplification topographique.

Le coefficient q retenu est variable en fonction des configurations de régularité. Pour chaque cas, c'est le coefficient q maximum autorisé qui a été utilisé.

1.2. Objectifs de comportement

1.2.1. Généralités

Le but des prescriptions du guide est d'assurer qu'au regard des divers aléas naturels propres à la situation insulaire caribéenne, séismes, vents cycloniques, pluies violentes, insectes, moisissures, pourritures, corrosion :

- les vies humaines sont protégées ;
- les dommages sont limités.

Il est considéré que la satisfaction des exigences réglementaires permet d'obtenir ces résultats.

1.2.2. Comportement sous l'action du séisme de référence

Afin d'assurer un comportement ductile d'ensemble, les préconisations du guide visent la prévention des ruptures fragiles et de la formation prématurée de mécanismes instables. La conception des liaisons entre les éléments structuraux où un endommagement est prévisible, fait l'objet d'une attention particulière au regard des dispositions constructives et du dimensionnement.

1.2.3. Comportement sous l'action du cyclone de référence

Les préconisations du guide visent une résistance mécanique permettant la conservation de l'intégrité de l'enveloppe du bâtiment et la prévention de la formation de mécanismes instables sous l'effet de la pression du vent de référence.

Elles supposent également la conservation de l'étanchéité à l'eau des toitures et des façades sous l'effet des pluies de référence. Néanmoins, en situation cyclonique, l'étanchéité peut ne pas être obtenue localement.

1.2.4. Comportement face aux xylophages

Les préconisations du guide visent la prévention de la formation d'un milieu favorable à la chaîne des xylophages.

1.3. Site d'implantation du bâtiment

1.3.1. Constructibilité du site

La constructibilité du site est soumise à l'application de la réglementation en vigueur pour la prévention des catastrophes naturelles : le projet doit être implanté sur un site reconnu comme constructible.

1.3.2. Sol d'implantation

Le sol d'implantation doit être de bonne qualité. Une étude géotechnique doit démontrer la faisabilité d'une construction sur fondations superficielles.

1.3.3. Pente

Seules deux possibilités sont admises pour l'application des dispositions forfaitaires du présent guide.

- a) La pente du sol d'implantation est et demeurera inférieure ou égale à 10%. L'infrastructure en béton armé du bâtiment peut alors être réalisée selon les dispositions forfaitaires du guide.
- b) La pente du sol d'implantation est et demeurera comprise entre 10% et 35%. Dans ce cas l'infrastructure doit être contreventée par des voiles de béton armé et la hauteur maximale au dessus des semelles de fondation de ces voiles ne doit pas dépasser 2,5 m. Les dispositions constructives de cette infrastructure doivent faire l'objet d'une étude d'ingénierie qui garantisse les conditions définies à l'article **4.2.4.**

1.3.4. Topographie

Les implantations de nature à augmenter de façon significative la vitesse des vents (coefficient d'orographie élevé) sont exclues du domaine d'application du guide (voir l'article 1.1.2). Il s'agit des implantations :

- en bord de falaises sur une distance de 8 fois la hauteur de la falaise,
- sur les pentes et sommets de *mornes* isolés ou situées en bord de massif collinaire ou montagneux, sur une distance à partir de la crête de 8 fois la hauteur de la colline.

1.3.5. Voisinage

1.3.5.1. Environnement proche

Les critères d'appréciation du risque lié à l'effondrement des ouvrages et talus voisins ne sont pas définis par le domaine d'application du guide et restent sous la responsabilité du maître d'ouvrage qui doit s'entourer d'avis compétents avant de choisir l'implantation du bâtiment projeté, hors d'atteinte d'un ouvrage ou talus instable.

1.3.5.2. Bâtiments limitrophes

L'implantation limitrophe d'une construction existante réputée stable est conditionnée à l'une ou l'autre des deux vérifications suivantes :

- La construction existante a fait l'objet d'un contrôle technique parasismique et à ce titre est réputée conforme aux règles PS-92 ou à l'EC8, dans ce cas un joint vide de 6 cm minimum sera respecté entre les deux bâtiments. Les couvre-joints ne seront fixés que d'un côté du joint.
- Une étude d'ingénierie garantit la stabilité de la construction existante et prescrit les caractéristiques du joint parasismique en fonction des déformations élastiques et plastiques prévisibles.

1.4. Infrastructure en béton armé

L'infrastructure de la construction, réalisée selon les prescriptions résultant de l'un ou l'autre des cas précisés à l'article 1.3.3, doit permettre l'implantation et l'ancrage de la structure en bois sur un plan horizontal unique rigide. Les conditions de cette rigidité sont définies à l'article 4.

1.5. Géométrie de la structure

1.5.1. Dimensions maximales

Les prescriptions techniques forfaitaires du guide ne concernent que les bâtiments dont les dimensions sont limitées comme suit.

- En hauteur, la structure en bois comprend au maximum deux niveaux sur l'infrastructure en béton armé (un rez-de-chaussée et un étage), avec :
 - o une hauteur d'étages, inclus le plancher, limitée à 2,60 m,

- une hauteur de façades à l'égout limitée à 5 m et une hauteur au faîtage limitée à 8 m.

Ces hauteurs sont mesurées à partir du plan supérieur de l'infrastructure. Lorsqu'un *solage* en béton armé est présent entre l'infrastructure et la structure en bois, sa hauteur est incluse dans les hauteurs précitées (Voir l'article 1.6.5).

- La surface au sol est limitée à 150 m² de SHOB pour les constructions à un seul niveau, avec éventuellement un plancher de comble partiel limité à 40 m² (voir l'article 8).
- Pour les constructions à 1 étage et constructions avec plancher de comble total, la SHOB est limitée à un total de 200 m², soit 100m² par niveau.
- Dans le respect des conditions précédentes, la longueur totale de la construction (L) et la largeur totale (l) sont limitées à 15 m et le rapport L/l ne doit pas dépasser 2.

1.5.2. Décrochements en plan

La structure principale des bâtiments à un seul niveau, comportant un diaphragme supérieur rigide (plancher ou toiture), tel que décrit aux articles 5.8, 5.9 ou 5.10, peut comprendre un décrochement en plan n'ayant aucune dimension supérieure à 25% de la longueur de la façade et limité à 3m maxi, sous réserve des dispositions relatives à l'implantation des palées de stabilité telles que décrites aux articles 3.3, 5.6 et 5.7.

La structure principale des bâtiments à étage (R+1) ne doit pas comprendre de décrochement en plan. Un ou plusieurs auvents légers en bois peuvent être adossés à la façade. La réalisation de ces auvents doit respecter les prescriptions techniques de l'article 7.3.

1.5.3. Décrochements en élévation

Les bâtiments ne doivent présenter aucun décrochement en élévation hormis les auvents du rez-de-chaussée, mentionnés à l'article 1.5.2.

1.5.4. Décrochements en toiture

Le domaine d'application exclut les décrochements en toiture et autorise les ruptures de pentes.

Toutefois la création d'un chien assis, non décrite par le guide, est autorisée si sa conception fait l'objet d'un document technique descriptif établi par un bureau d'étude compétent.

1.5.5. Dimensions des baies

La largeur des baies est limitée à 1,20 m. Leur hauteur est libre entre deux diaphragmes.

1.6. Nature de la structure principale et terminologie

1.6.1. Matériaux admis

Les prescriptions forfaitaires du guide ne s'appliquent qu'aux structures dont :

- Les ouvrages d'infrastructure et le *solage* éventuel sont en béton armé.

- Les éléments constituant les parois verticales porteuses et de contreventement sont en bois ou produits dérivés du bois.
- Les éléments constituant le plancher supérieur et la charpente porteuse de la couverture (diaphragmes horizontaux et assimilés) sont en bois ou produits dérivés du bois.
- Le plancher inférieur est en béton armé, néanmoins il peut être en bois dans le cas des maisons à simple RdC lorsque le soubassement en béton armé est compris entre 0,5 m et 1 m de haut et qu'il est ventilé.
- Les systèmes d'assemblage sont en acier.
- Les matériaux de couverture sont en tôle d'acier.

L'ensemble des matériaux doit être conforme aux prescriptions techniques de l'article 2.

1.6.2. Description générale

La structure porteuse, qui reprend les charges verticales, est une ossature constituée de traverses (lisse basse et lisse haute) et de montants en bois.

Les bardages de façade en bois doivent résister à la pression du vent et à ce titre font l'objet d'exigences structurelles.

La structure porteuse comprend des panneaux de structure dite « principale » (de contreventement) qui assurent dans leur plan la résistance à l'action horizontale du séisme et du vent, et les autres panneaux de structure dite « secondaire » dont on n'attend que le maintien de la fonction porteuse et la résistance à la pression du vent perpendiculaire à leur plan s'ils sont situés en façade.

1.6.3. Structure principale de contreventement

1.6.3.1. Contreventement vertical

On appelle palée de stabilité dans le guide un panneau du système constructif qui contribue au contreventement vertical de la structure.

Deux types de contreventement vertical sont admis et décrits dans le guide :

- Les structures à panneaux de contreventement constitués par des plaques en contreplaqué, clouées sur l'ossature dont les montants sont localement renforcés. Ce système est appelé contreventement par « voiles travaillants » ;
- Les structures à « palées de stabilité triangulées » par des écharpes en bois travaillant en compression, et dont les montants sont localement renforcés.

Le contreventement par portique à assemblages semi-rigides est exclu du domaine d'application du guide.

1.6.3.2. Contreventement horizontal

On appelle « diaphragmes », les planchers et en général les éléments plans horizontaux ou inclinés dont les dispositions constructives admises et décrites dans le guide assurent une raideur et une résistance satisfaisantes au regard des nécessités du contreventement horizontal.

Planchers

Les planchers constituent des diaphragmes horizontaux qui se développent dans un plan unique. Aucun décrochement vertical n'est admis. Ils doivent présenter les caractéristiques techniques définies à l'article 5.8.

Toitures

Les systèmes de charpente des toitures peuvent être assimilés à des diaphragmes horizontaux sous réserve du respect des dispositions constructives définies à l'article 5.9 ou 5.10.

1.6.4. Charpentes de toiture et toitures

Les charpentes de toiture admises et décrites dans le guide sont des types dits « charpentes traditionnelles » et « fermettes industrielles » et comportent deux ou quatre pans.

En l'absence de plancher supérieur, elles doivent constituer un *diaphragme horizontal rigide*.

Un pan de toiture peut comporter une rupture de pente.

Les auvents décrits par les articles 1.7.2, et 7.3 ne sont pas pris en compte dans le nombre des pentes de toiture de la structure principale.

Les débords de toiture en console ne dépassent pas 0,5 m de longueur dans le plan incliné.

1.6.5. Solage

L'implantation de la structure en bois sur un *solage* en béton armé est autorisée.

Le *solage* est un muret de soubassement périphérique en béton armé, s'élevant au dessus du plancher bas. Sa hauteur est limitée à 0,7 m.

Rappel : La hauteur du *solage* est comprise dans la hauteur d'étage définie à l'article 1.5.1.

1.7. Eléments non structuraux

1.7.1. Cloisons

Les ossatures en bois des cloisons sont de la même nature que celles de la structure principale. Les sections des montants et des lisses horizontales peuvent être réduites.

Les plaquages intérieurs peuvent être en plaques de plâtre ou autre matériau peu résistant autorisant les déformations de la structure, à l'exclusion de matériaux dont le bris pourrait provoquer des blessures.

1.7.2. Auvents liaisonnés à la structure

Des auvents liaisonnés à la structure principale en façade sont autorisés notamment pour la réalisation de terrasses couvertes au rez-de-chaussée sous réserve du respect des dispositions architecturales et constructives définies aux articles 1.5.2, 5.9.2 et 7.5.

1.7.3. Masses rapportées

La présence de masses rapportées comme des réservoirs, des archives ou autres équipements lourds, est soumise aux conditions suivantes.

- Sur le plancher bas, les masses supérieures à 200 kg doivent être solidement fixées, de manière à ne pas se déplacer sous l'effet du séisme ou exercer une action sur les parois verticales.
- A l'étage, sont autorisées des masses rapportées supérieures à 200 kg condition qu'elles soient concentrées en une seule masse de 400 kg maximum, solidement ancrée sur le plancher et distante du centre de gravité du plancher d'au plus 10% de la dimension du bâtiment, dans chaque direction horizontale
- En toiture, est autorisée une masse rapportée de 250 kg maximum à condition qu'elle soit solidement ancrée sur la charpente et distante du centre de gravité de la toiture d'au plus 10% de la dimension du bâtiment, dans chaque direction horizontale .

Pour la résistance de l'ancrage des masses, on se réfèrera aux guides de recommandations pour l'installation des équipements en zone sismique.

2. Caractéristiques minimales des matériaux et composants

2.1. Généralités

Les matériaux utilisés respectent les normes en vigueur. Lorsque celui-ci leur est imposé, ils font l'objet d'un marquage CE qui indique leurs caractéristiques et leur classification selon les euronormes.

En ce qui concerne la structure en bois, les dommages doivent survenir prioritairement dans les assemblages métalliques qui ne doivent pas rompre .

Tous les systèmes d'assemblage sont en acier dont les caractéristiques doivent impérativement être respectées.

La classe de ductilité retenue pour l'application des règles de construction parasismique est la classe de ductilité moyenne DCM.

2.2. Béton armé pour fondation, infrastructure et solage

2.2.1. Béton

Les ouvrages retenus dans le guide sont de la catégorie de chantier A au sens du DTU 21 (NF P18-201).

Leur conception doit suivre les dispositions de l'Eurocode 8 (séisme) mais également celles de l'Eurocode 2 (béton).

Conformément à la norme NF EN 206-1 (et ses amendements), le béton utilisé pour la confection des éléments en béton armé tels que fondations, voiles ou murs de soubassement, *solage* et dalle du plancher bas, peut être un béton fabriqué sur le chantier type Béton à Composition Prescrite dans la norme NF P18-201 (appelé plus loin BCP DTU 21) ou un béton prêt à l'emploi type Béton à Propriétés Spécifiées (BPS).

La classe de résistance minimale à respecter est indiquée dans le tableau suivant selon le type de béton utilisé et la classe d'exposition environnementale de l'ouvrage :

Type de béton	Classe d'exposition	
	<i>XC3(F)</i> Zone peu exposée aux embruns, à plus de 1 Km du littoral	<i>XS1(F)</i> Zone exposée aux embruns marins, jusqu'à 1 km du littoral
BPS	C25/30	C30/37
BCP DTU21	Dosage 400 Kg/m ³	

Tableau 1 - Classe de béton à utiliser en fonction de la localisation du site

On retiendra comme zone côtière au regard de l'exposition aux embruns marins, une distance maximale de 1 km de la côte.

2.2.2. Armatures

Les armatures de béton armé des fondations, voiles ou murs de soubassement, *solage* et dalle plancher bas doivent être des barres ou treillis soudés de classe B au sens de l'annexe C de l'eurocode 2 (NF EN 1992-1-1)

Le positionnement des armatures dans le coffrage doit garantir un enrobage nominal des armatures de 3.5 cm dans le cas général et de 4.5 cm pour les faces extérieures des constructions exposées aux embruns telles que définies à l'article 2.2.1 (classe environnementale XS1).

2.3. Bois de structure

2.3.1. Bois massif – Essences autorisées

Les hypothèses de comportement et de dimensionnement du guide ont été établies pour les bois de catégories visuelles STI et STII définies dans la NF B51-001 donnant des classes de résistance mécanique équivalente au minimum à C22 pour les bois résineux et D50 pour les bois feuillus tropicaux telles que définies dans de la norme NF EN 338.

Seuls ces types de bois sont autorisés pour la réalisation de l'ossature principale et secondaire des maisons dimensionnées dans ce guide.

A titre indicatif, les bois suivants satisfont ces exigences.

Essences	Classification		Propriétés mécaniques		
	Visuelle	Résistance	Résistance en flexion (N/mm ²)	Rigidité Module moyen d'élasticité axiale E _{0,mean} (KN/mm ²)	Masse volumique moyenne ρ_{mean} (Kg/m ³)
Pin	ST II	C24	24	11	350
Sapin-épicéa					
Angélique	ST I	D50	50	14	780

Tableau 2- Liste des essences autorisées -Classe mécanique et visuelle

La classe de service retenue conformément à la NF EN 1995-1 est la classe de service 3 pour tous les ouvrages en bois.

2.3.2. Panneaux à base de bois autorisés

Les panneaux à base de bois autorisés pour le contreventement sont uniquement les panneaux en contreplaqué dont l'épaisseur minimale est indiquée selon leur utilisation structurelle dans les parties d'ouvrage aux articles 5.4.2 (tableaux de dimensionnement), 5.8., 5.9 et 5.10.

Les panneaux en contreplaqué utilisés pour le contreventement ont une densité minimale de 540 kg/m²

Dans le cas d'utilisation d'un panneau en contreplaqué incluant un nervurage décoratif sur une face, pour l'application de l'article 5.4 relatif au contreventement par voiles travaillants, l'épaisseur à retenir est celle de l'âme.

Complément de rédaction soumis à avis des autorités :

(NOTA : L'utilisation de panneaux de bois aggloméré est a priori exclue. Elle pourrait toutefois être envisagée en situation de non exposition aux intempéries dans le cas où les autorités accepteraient une hypothèse de taux d'humidité du bois correspondant à la classe de service 2 de l'Eurocode 5. Dans ce cas, leur masse volumique serait au moins de 650 kg / m³.)

2.3.3. Classes d'emploi et traitements des bois autorisés

Les conditions d'exposition du bois en service déterminent la durabilité requise pour la bonne tenue des ouvrages. Les choix d'essences et de traitements des bois doivent satisfaire les exigences suivantes :

- Classe 4 exigée : Toute pièce de bois en contact avec le sol ou le soubassement en béton armé.
- Classe 3.bT exigée : Toute pièce de bois hors sol exposée aux intempéries.
- Classe 3.aT exigée : Autres pièces de bois (Hors sol et sous abri).

Seuls les produits de traitement autorisés par la réglementation en vigueur sont utilisés, dans les conditions définies par les autorités.

2.4. Bois de menuiserie et autres bois utilisés dans le bâtiment

Les choix d'essences et de traitement des bois doivent satisfaire l'exigence suivante :

- Classe 3.a exigée pour tous les bois non visés par l'article 2.3.

2.5. Colles

Seules des colles de type I, conformément à l'Euronorme EN 301, doivent être utilisées pour les assemblages entre éléments de structure, en respectant scrupuleusement les recommandations du fabricant, notamment la préparation des supports, les mélanges et le délai d'attente avant mise en charge des ouvrages ou parties d'ouvrages.

N-B : L'usage de colle pour les éléments de structure n'est autorisé qu'en complément des assemblages métalliques, pour raidir les diaphragmes horizontaux des planchers.

2.6. Prescriptions relatives aux assembleurs

2.6.1. Généralités

Les assemblages structurels sont réalisés par des organes métalliques qui doivent faire l'objet d'un marquage CE, d'un agrément technique européen (ATE) et d'un cahier des charges technique du fournisseur précisant leur résistance admissible en situation de pose et autorisant explicitement leur utilisation en zone sismique et la reprise de charges sismiques.

Le guide précise au cas par cas les valeurs de charges auxquelles ils doivent résister.

Les caractéristiques mécaniques minimales des éléments métalliques de type tiges utilisés pour les assemblages sont définies ci dessous :

- limite d'élasticité $f_y = 480 \text{ N/mm}^2$;
- résistance ultime à la traction $f_u = 600 \text{ N/mm}^2$

La Nuance d'acier minimale pour les éléments métalliques type équerres, sabots est S235.

2.6.2. Ancrages et scellements pour assemblage bois – béton ou métal – béton

2.6.2.1. Scellements chimiques

Les scellements chimiques réalisés pour l'ancrage de la structure dans le béton armé de l'infrastructure ou du *solage* doivent faire l'objet d'une attention particulière lors de la mise en œuvre (nettoyage des trous, profondeur adaptée au diamètre des tiges scellées.)

Ils ne sont utilisés que si le nettoyage du trou de forage est parfait.

2.6.2.2. Chevilles métalliques/tiges métalliques

Le diamètre maximum des chevilles d'ancrage ou tiges métalliques de scellement utilisées est de 16 mm.

Leurs caractéristiques mécaniques sont données par la fiche technique du fabricant et dans l'ATE.

2.6.3. Assembleurs de type tige pour assemblages bois-bois ou bois-métal

2.6.3.1. Espacement minimum des fixations

Les distances minimales suivantes entre deux percements doivent être respectées. (d = diamètre de la pointe ou du boulon).

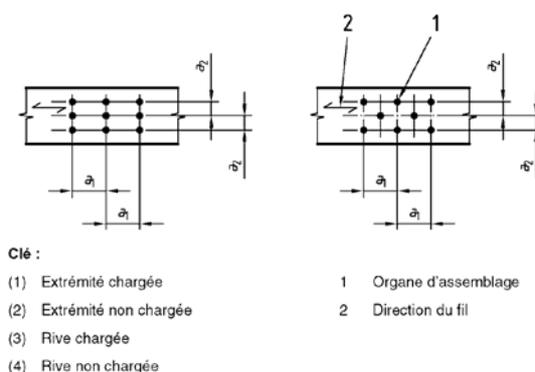


Figure 2-Règle d'espacement minimum entre deux fixations et par rapport au bord (ajouter a3 et a4)

Type de bois	fixation	Espacement minimum des fixations (mm)			
		Entre fixations a1 // au fil du bois	Entre fixations a2 ⊥ au fil du bois	Au bord a3	En rive a4
Résineux	pointes	11 d	11d	20d	7d
	boulons	5d	5d	7d / 80mm	3d
	Tire-fonds	dd	4d	4d	2.5d
Feuillus durs	pointes	11 d	11d	20d	7d
	boulons	5d	5d	7d / 80mm	3d
	Tire-fonds	dd	4d	4d	2.5d

Tableau 3 -Règle d'espacement minimum entre fixations type pointes ou boulons ou tire-fonds (valeurs en rouge à vérifier)

Pour les assemblages entre des éléments d'ossature en bois et des panneaux de contreplaqué (contreventement et diaphragme), les espacements minimums entre pointes sont de :

- a1 et a2 : 10d
- a3 et a4 : 3d

2.6.3.2. Pointes

Seul l'emploi de pointes torsadées, crantées ou annelées est autorisé pour les assemblages de la structure.

Les conditions suivantes doivent être respectées :

- Pour les éléments principaux de structure, aucun assemblage par pointes, quel que soit le type de pointe, ne doit travailler à l'arrachement / traction dans le sens du fil du bois
- L'emploi de pointes de diamètre d supérieur à 8 mm est interdit pour les assemblages de la structure.
- La longueur des pointes est égale ou supérieure à 50 mm ; la longueur de pénétration dans la pièce du côté de la pointe est égale ou supérieure à 6 fois son diamètre (6 d).
- Pour les assemblages des panneaux à base de bois des voiles travaillants et des diaphragmes, la fixation des plaques métalliques d'ancrage des panneaux de contreventement (voiles travaillants et palées triangulées), le diamètre des pointes est de 2,5 mm minimum et ne doit pas excéder 3,1 mm.
- Lorsque la masse volumique caractéristique du bois est supérieure ou égale à 500 kg/m³, il convient de pré-percer le bois pour faciliter la mise en place des pointes. N-B : Le tableau 2 de l'article 2.3.1. précise la masse volumique caractéristique des différentes essences commercialisées aux Antilles. Le diamètre du pré-perçage doit être au maximum égal au diamètre de la pointe moins 1 mm.

Les espacements et distances minimum pour les pointes chargées axialement sont définis dans la figure 1 et le tableau 3.

2.6.3.3. Boulons pour assemblages bois-bois ou bois-métal

Le diamètre maximal des boulons utilisés est de 12 mm.

Les boulons sont de catégorie D classe 6.8 .

Les espacements et distances minimum pour les boulons chargés axialement sont définis dans la figure 1 et le tableau 3.

Il est accepté que les tiges filetées soient utilisées à la place des boulons (à diamètre égal), dans les deux cas suivants :

- assemblages travaillant au cisaillement ;
- assemblages d'éléments de charpente (fermes, pannes, chevrons) ou plancher (solives) pouvant admettre un glissement plus important sans grande conséquence pour le comportement de l'ouvrage.

2.6.3.4. Tire-fond pour assemblages bois-bois ou métal-bois

Le diamètre maximal des tire-fonds utilisés est de 12 mm.

Ce type d'assembleur ne peut être utilisé que pour la fixation des pannes, chevrons, solives ; en aucun cas pour les éléments de contreventement

Le pré-perçement des bois est obligatoire pour les tire-fond de diamètre supérieur à 6 mm. Le trou de guidage pour la partie filetée a un diamètre approximativement égal à 70 % du diamètre de la partie lisse.

La longueur de pénétration minimale du côté de la pointe de la partie filetée est de 6 *d*.

Les espacements et distances minimum pour les tire-fond chargés axialement sont définis dans la [figure 1](#) et le [tableau 3](#).

2.6.4. Autres éléments assembleurs

2.6.4.1. Plaques métalliques embouties

Les plaques métalliques embouties à usage de connecteur ne sont utilisées que dans le cas des assemblages de charpentes en fermettes industrielles. Leur choix est conforme à la réglementation et reste de la responsabilité du fournisseur.

2.6.4.2. Plaques métalliques type Equerres et sabot

L'épaisseur des équerres et sabots est au minimum de 2 mm.

Les épaisseurs plus élevées peuvent être précisées au cas par cas dans le guide notamment pour l'ancrage des montants tendus des panneaux de contreventement

2.6.5. Protection anti-corrosion des assembleurs

N-B : Deux rédactions envisagées (la seconde seulement si avis favorable des autorités)

1- Proposition conforme à l'EC5 pour la classe de service 3 : économiquement irréaliste et objectivement excessive

Conformément aux obligations de la classe de service 3 qui est celle applicable aux ouvrages construits aux Antilles, les quincailleries utilisées pour les assemblages respecteront les protections anti-corrosion suivantes :

- Pointes, tire-fond, boulons : Fe/Zn 25c ou Z350 .
- Plaques métalliques d'épaisseur supérieure à 3 mm : Fe/Zn 25c ou Z350.
- Plaques métalliques d'épaisseur inférieure ou égale à 3 mm : acier inoxydable.

De plus, Il doit être procédé au peinturage des pièces d'assemblage situées à l'extérieur.

Pour les situations particulièrement corrosives, notamment pour toutes les constructions situées à moins d'un km du littoral il convient d'envisager le: Fe/Zn 40 (ou Z450), un revêtement par galvanisation à chaud ou de l'acier inoxydable

2- Proposition réaliste aux Antilles, issue du retour d'expérience

Conformément aux Addenda Antilles des DTU, dits « Règles Antilles », les quincailleries utilisées pour les assemblages respectent les protections anti-corrosion par galvanisation en continu suivantes (cela correspond aux obligations de la classe de service 2:

- Intérieur : Z 275 minimum ;

- Extérieur : Z 350 minimum.

Pour les situations particulièrement corrosives, notamment pour toutes les constructions situées à moins d'1 km du littoral il convient d'envisager le: Fe/Zn 40 (ou Z450), un revêtement par galvanisation à chaud ou de l'acier inoxydable

Il doit être procédé au peinturage des pièces d'assemblage situées à l'extérieur.

2.7. Enveloppe

2.7.1. Composition de la couverture

Les matériaux de couverture sont en tôle d'acier galvanisé ou inoxydable ou en aluminium et leur masse ne doit pas dépasser 15 kg / m². Les tôles peuvent être « isothermes » ou simples, dans ce cas l'isolation thermique est posée à posteriori.

Le profil des tôles peut être « ondulé » ou « nervuré », dans le respect des règles d'urbanisme.

L'épaisseur minimale des tôles ondulées est de 63/100. Celle des bacs acier est de 75/100. Celle des tôles aluminium est de 1 mm.

La protection anti-corrosion requise est celle de la catégorie 6 (35 microns par face pour les tôles galvanisées)

Dans la mesure du possible, on utilisera les tôles en une seule longueur sur les pentes. Lorsque les découpes sont nécessaires, elles doivent être réalisées exclusivement à la grignoteuse.

Jusqu'à leur mise en place les tôles doivent être manipulées de manière à éviter les griffures sur leurs revêtements. Le transport doit s'effectuer à plat, les tôles étant correctement calées pour éviter les déformations. Le stockage sur chantier après livraison devra être le plus court possible et garantir la non projection de matériaux divers.

N-B : Dans le cas des couvertures en bac aluminium, les tire-fonds sont en inox.

2.7.2. Etanchéité des façades

L'étanchéité des façades est obtenue soit par la pose d'un film pare-pluie, soit par masticage des joints des lames/clins de bardage.

2.7.2.1. Film pare-pluie

Le film pare-pluie répond aux caractéristiques suivantes :

- Matériaux de perméance > 0,5 g /m².h.mmHg
- Matériaux résistants à la déchirure :
 - o Feutres bituminés imprégnés définis par les normes NF P 84-302 et 84-307.
 - o Panneaux de fibres tendres bituminés.
 - o Films polyéthylènes ou polyester non tissés enduits de bitume ou non.
 - o Autres matériaux de qualité équivalente.

2.7.2.2. Mastic

Le masticage se fait à l'aide d'un mastic élastomère de 1^o catégorie.

3. Dimensions et régularité des ouvrages en bois couverts par le guide

3.1. Géométrie

3.1.1. Conception en plan

La structure du bâtiment doit être approximativement symétrique en plan par rapport à deux directions orthogonales, en ce qui concerne la raideur latérale et la distribution de la masse.

- En ce qui concerne les bâtiments à un seul niveau, le guide accepte un décrochement, dans les limites définies à l'article 1.5.2. du domaine d'application. La torsion est prise en compte dans le dimensionnement (prise en compte d'efforts sismiques majorés de 25%.)
- En ce qui concerne les bâtiments à étage ou à plancher de comble total, le guide interdit les décrochements en plan.

3.1.2. Conception en élévation

Conformément au domaine d'application un bâtiment réalisé en utilisant le guide ne doit pas présenter de décrochement en élévation. Les murs de l'étage, s'il y a lieu, sont portés par des murs au rez-de-chaussée. Les panneaux de contreventement de l'étage sont impérativement implantés sur les panneaux de contreventement du rez-de-chaussée.

3.1.3. Toitures d'auvents liaisonnés à la structure principale

Les toitures d'auvents attachées à la structure principale ont une profondeur en projection horizontale limitée à 2,5 m., leur pente est au minimum de 25 %

Les profondeurs plus importantes sont autorisées dans la limite de 3 m à condition que leur conception fasse l'objet d'un projet par un Bureau d'Etudes Techniques. Cela peut conduire à des dispositions plus sévères que celles du guide, qui ne serait donc plus applicable.

3.2. Fondation – infrastructure

Le système de fondation est superficiel et un seul type de fondation est utilisé sous la structure. Le contreventement vertical de l'infrastructure, s'il y a lieu, est constitué de voiles de béton armé. Leur localisation et leurs dimensions doivent correspondre aux descentes de charge des palées de stabilité de la structure en bois.

3.3. Contreventement vertical et autres parois structurelles

Le nombre de panneaux de contreventement répond aux prescriptions des articles 5.5 ou 5.6. Les conditions générales suivantes doivent être respectées :

- Le nombre minimum de panneaux de contreventement par façade est de 3, un à chaque extrémité de façade et un dans le tiers central,
- Aucun panneau de contreventement ne doit être implanté hors des parois porteuses et des façades
- Chaque panneau de contreventement a une longueur respectant les prescriptions des articles 5.5 ou 5.6, et un seul type de panneau peut être utilisé dans une maison, sauf exceptions précisées dans le guide.

- En cas de décrochement en façade, l'angle rentrant doit comporter au moins un panneau de contreventement par direction.

Les conditions complémentaires suivantes doivent être respectées, au cas par cas :

a- Pour les maisons à simple RDC :

- Pour toute paroi porteuse, si la longueur cumulée des panneaux de contreventement de la paroi représente au moins 30% de la longueur de la paroi, il est possible de décaler les panneaux de contreventement d'extrémité, d'1 m de l'extrémité de la paroi au maximum.
- Si une des dimensions de la maison dépasse 10 m :
 - o .Dans chaque direction, 2 panneaux de contreventement supplémentaires doivent être ajoutés perpendiculairement aux façades, dans un mur porteur intérieur. Celui-ci doit être positionné dans le tiers central des façades auxquelles il aboutit.
 - o La distance entre deux murs parallèles comportant des panneaux de contreventement est inférieure à 7 m.

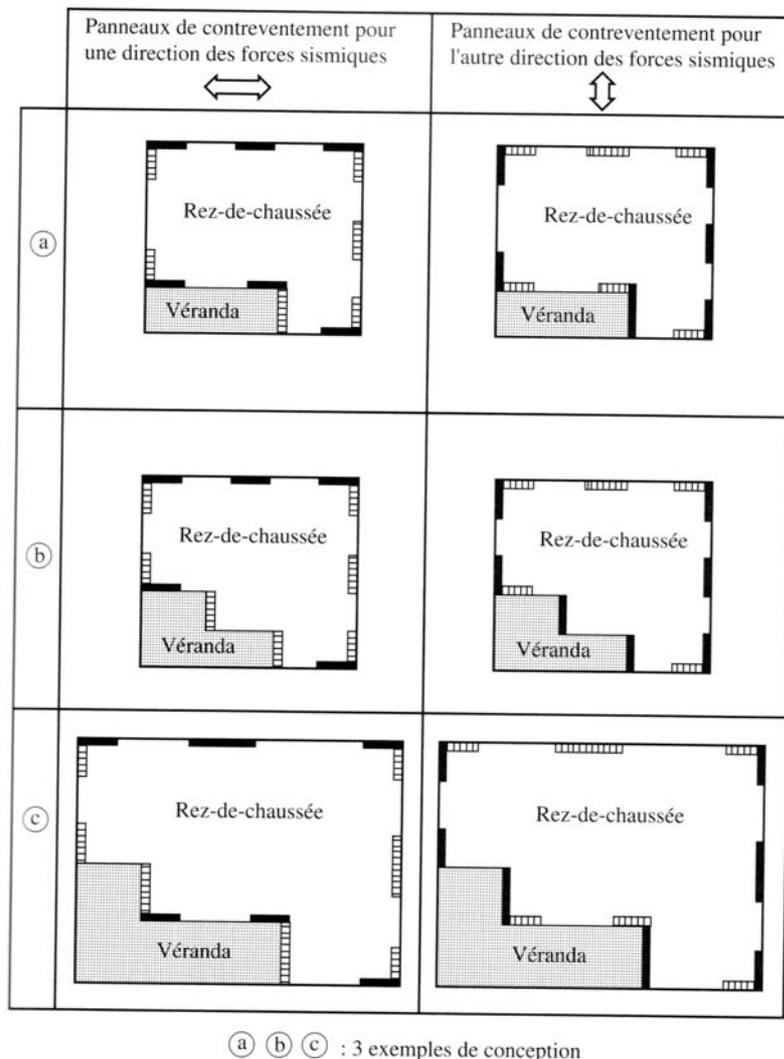


Figure 3- Exemples de disposition des panneaux de contreventement dans une maison RdC avec terrasse/véranda (Les schémas définitifs ajouteront des palées intérieures pour le cas du bas > 10m)

b- Pour les maisons avec étage ou avec plancher de comble total:

- La distance entre deux murs parallèles comportant des panneaux de contreventement est inférieure à 5 m.
- Dans chaque direction, 4 panneaux de contreventement supplémentaires doivent être ajoutés perpendiculairement aux façades, dans un mur porteur intérieur. Celui-ci doit être positionné dans le tiers central des façades auxquelles il aboutit.
- Dans le cas de panneaux de contreventement en voile travaillant, la longueur cumulée des panneaux en façade est au minimum de 4,8 m par paroi.

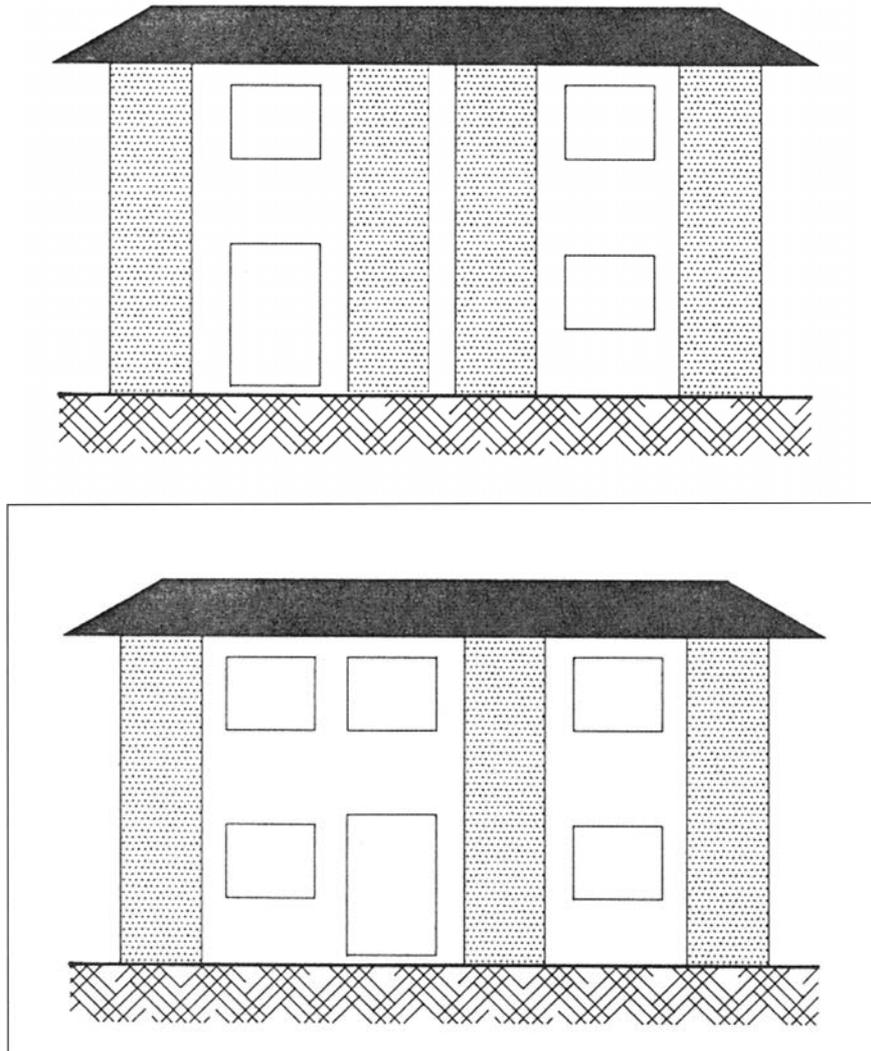


Figure 4- Exemples d'implantations minimales des panneaux de contreventement dans une maison r+1

3.4. Planchers

3.4.1. Généralités

Le plancher d'un niveau donné se développe sur l'ensemble du niveau, sur un plan unique. Il est constitué d'un système constructif unique.

Les planchers décrits dans l'article 5.8 transmettent avec une sur-résistance suffisante, les effets de l'action sismique et cyclonique dans les palées de contreventement auxquelles ils sont liés. (Voir l'article 1.6.3.)

3.4.2. Plancher bas en béton armé

Le plancher bas, situé dans le plan supérieur de l'infrastructure est de préférence en béton armé.

Dans le cas où la hauteur de l'infrastructure au dessus des fondations est partiellement ou totalement supérieure à 1 m, il doit impérativement être en béton armé.

Le plancher en béton armé peut comprendre une trémie de 2.5 m² maximum.

3.4.3. Plancher bas en bois

Le plancher bas peut être en bois si les trois conditions suivantes sont respectées :

- La maison est à simple RdC .
- Son système d'ancrage est fixé directement dans les chaînages supérieurs de l'infrastructure.
- La hauteur de l'infrastructure au dessus des fondations est comprise entre 0,5 m et 1 m de haut et ce soubassement est ventilé.
- Il ne comprend pas de trémie.

3.4.4. Plancher haut

Le plancher haut est en bois.

Il peut comprendre une trémie de 2,5 m² maximum.

3.5. Toiture

Si le diaphragme supérieur est situé dans les plans des pans de toiture, la toiture doit être sensiblement symétrique selon les deux axes principaux de la structure principale.

Les pentes de toiture sont comprises entre 25 % et 58 % (respectivement 14° et 30°).

Les chiens assis sont autorisés à condition que leur conception fasse l'objet d'un projet par un Bureau d'Etudes Techniques. Cela peut conduire à des dispositions plus sévères que celles du guide, qui ne serait donc plus applicable.

Les toitures cintrées n'entrent pas dans le domaine d'application du Guide.

4. Règles de construction pour les parties d'ouvrage en béton armé

4.1. Généralités

Pour la conception générale du soubassement en béton armé on se réfèrera aux règles en vigueur ou au guide CP-MI Antilles.

L'article 4 ne traite que des spécificités propres au domaine d'application du guide.

Les matériaux utilisés et le positionnement des armatures dans le coffrage respectent les prescriptions de l'article 2.2.

4.2. Conception et réalisation de la fondation et de l'infrastructure en béton armé

4.2.1. Fondation sur semelles

Préciser spécificités liées au domaine d'application.

4.2.2. Fondation sur radier

Préciser spécificités liées au domaine d'application.

4.2.3. Infrastructure pour les sites en pente limitée à 10%

4.2.3.1. Infrastructure à plancher en béton armé

Préciser spécificités liées au domaine d'application.

4.2.3.2. Infrastructure à plancher en bois (H < 1,5 m)

Préciser spécificités liées au domaine d'application.

4.2.4. Indications techniques pour l'ingénierie des infrastructures sur sites dont les pentes sont comprises entre 10 et 35%

Détailler les objectifs de comportement à retenir pour le projet d'infrastructure à réaliser par un BET.

4.3. Conception et réalisation des solages en béton armé

4.3.1. Généralités

Lorsque la maison comprend un *solage*, le plancher bas est en béton armé.

Le *solage* a une hauteur maximum de 0.70 m au dessus du niveau supérieur du plancher et une épaisseur de 0.18 m minimum.

4.3.2. Dispositions constructives

Les armatures du solage répondent aux conditions suivantes dont la réalisation est décrite sur les schémas 1 à 4.

- Armatures verticales

HA 8 verticaux espacés de 15 cm sur chaque face, ancrés, soit dans la dalle basse (Voir Schémas n°1 et 2), soit dans le voile sous-jacent. (Voir Schémas n°3 et 4)

- Armatures horizontales

HA 8 horizontaux filants à raison de :

- 2 armatures en tête du muret, une par face
- d'armatures complémentaires sur chaque face verticale, espacées de 0.30 m au maximum.

- En tête du solage

Le *bouclage* des armatures verticales en HA est réalisé selon les dispositions des schémas n°1 à 4.

- Chaînages

Les chaînages verticaux du *solage* prolongent ceux de l'infrastructure

- 4 HA12
- frettes horizontales de 6 mm minimum espacées de 15 cm maximum

Schéma à insérer

Figure 5 – Schéma n°1 : légende

Schéma à insérer

Figure 6- Schéma n°2 légende

Schéma à insérer

Figure 7 – Schéma n°3 légende

Schéma à insérer

Figure 8– Schéma n°4 légende

- Longueurs de recouvrement

Une longueur de recouvrement de 70 diamètres minimum est respectée pour les barres longitudinales des chaînages, soit 56 cm pour les HA 8 et 84 cm pour les HA 12.

- Jonction d'angle entre deux murs

La continuité des armatures horizontales de chaque lit et la liaison au chaînage vertical est obtenue de la manière suivante.

Schéma à insérer

Figure 9– Schéma légende

- **Jonction en T entre deux murs**

La continuité des armatures horizontales de chaque lit et la liaison au chaînage vertical est obtenue de la manière suivante.

Schéma à insérer

Figure 10– Schéma légende

5. Conception générale de la structure porteuse en bois

5.1. Généralités

L'ensemble des parois est à ossature bois. En façade comme à l'intérieur, l'ossature est constituée de traverses (lisse basse et lisse haute) et de montants en bois.

Les panneaux d'ossature se distinguent selon leur fonction structurale et leur emplacement dans la construction, soit :

- Les murs de façades porteurs des planchers ou de la charpente de toiture, dénommés dans le guide « *murs de façade* » sont décrits à l'article 5.2. Ils reprennent les efforts du vent cyclonique appliqués perpendiculairement à leur plan et comprennent des palées de stabilité résistant aux efforts horizontaux dans leur plan (séisme ou vent).
- Les murs porteurs de refend dénommés dans le guide « *murs porteurs intérieurs* » sont décrits à l'article 5.3. Ils reprennent uniquement la descente de charges verticales et les efforts de soulèvement dus au vent et apportés par la toiture lorsqu'ils sont reliés à la charpente, et comportent des palées de stabilité résistant aux efforts horizontaux (séisme ou vent),
- N-B : Les parois de cloisonnement dénommées « *cloisons* » sont décrites à l'article 7.1. Elles n'ont que la fonction de partition de l'espace et doivent être stables sous les différentes sollicitations.

Le contreventement vertical pour la reprise des actions horizontales (vent, séisme) est assuré par les panneaux appelés « panneaux de contreventement » dans le guide. Ces panneaux font l'objet de dispositions constructives décrites aux articles 5.4 (voiles travaillants) et 5.5 (palées de stabilité triangulées par écharpes).

Les organes métalliques utilisés et leurs conditions de mise en œuvre doivent être conformes aux dispositions de l'article 2.6.

5.2. Conception et dimensionnement des murs de façade

5.2.1. Principe Constructif

Les murs de façade sont constitués d'une ossature et d'un bardage en bois massif.

Les éléments constructifs constituant l'ossature des murs de façade sont décrits dans l'article 5.2. et le bardage à l'article 7.2.

N-B : Ces dispositions minimums sont complétées pour les panneaux de contreventement (voiles travaillants et palées triangulées) dans les articles 5.4 ou 5.5.

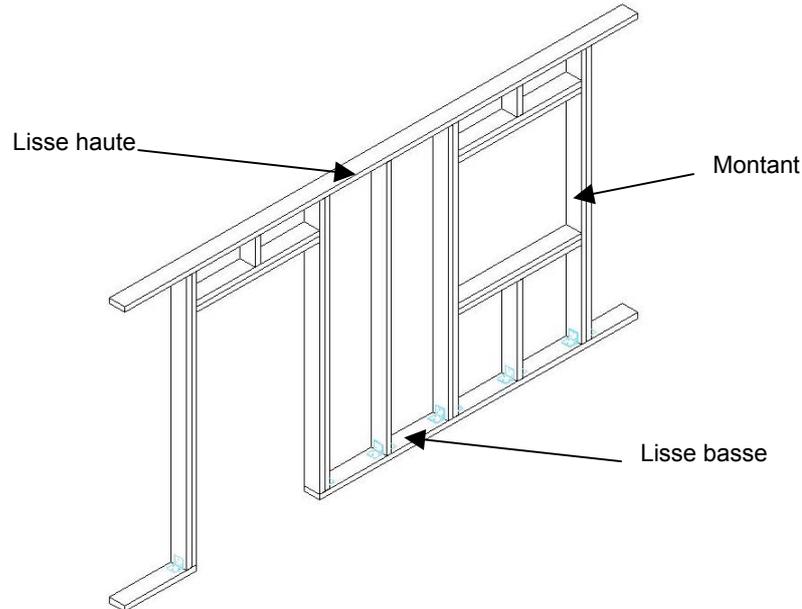


Figure 11- Schéma de principe de la conception de l'ossature

5.2.2. Dimensionnement forfaitaire des montants

Les montants sont espacés de 0.60 m maximum et leur hauteur sous lisse haute est comprise entre 1.90 m et 2.50 m selon qu'un *solage* est présent ou non. La section commerciale brute des montants est choisie en fonction :

- de l'essence du bois,
- de la portée des montants (longueur entre 2 appuis)
- du cas d'exposition aux vents défini à l'article 1.1.2.

Les montants d'extrémité de façade ou montants d'angle sont renforcés ainsi que les montants situés sous une ferme :

Le tableau suivant donne la section des montants à mettre en œuvre pour le respect des critères de résistance et de flèche admissible ($l/150$).

Cas de figure	Section commerciale (bois C22 ou D50)	
	Montant courant	Montant renforcé
Maison zone côtière RdC (2a, 2b)	8x12 ou 5x15	12x12
Maison zone côtière R+1 (1a, 1b)	8x12 ou 5x15	15x15
Maison zone intérieure RdC (4a, 4b)	8x10	12x12
Maison zone intérieure R+1 (3a, 3b)	8x10	15x15

Tableau 4- Tableau synthétique des sections minimales de montants

5.2.3. Ancrage des montants courants

L'ancrage des montants courants dans les lisses est obtenu :

- soit au moyen d'équerres métalliques renforcées ;
- soit par assemblage tenon – mortaise complété d'un clouage.

Les organes métalliques de fixation, ancrage et/ou scellement (pointes, boulons, tire-fond, équerres, chevilles métalliques ou tiges filetées métalliques) utilisés pour l'ancrage des murs porteurs de façade, doivent être conformes aux dispositions de l'article 2.6 et faire l'objet d'un Agrément Technique Européen, d'un marquage CE et d'essais par le fabricant en situation de pose.

- **Mise en œuvre d'équerres**

L'assemblage nécessite la mise en œuvre de 2 équerres par montant.

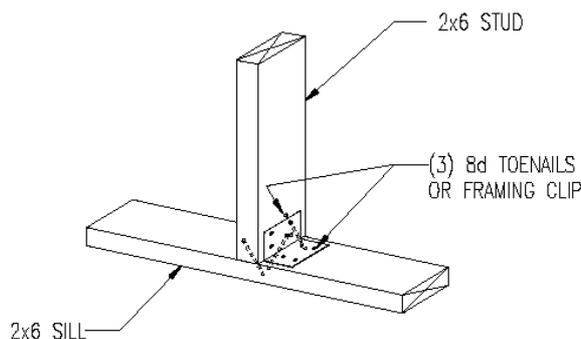


Figure 12- Schéma de principe de l'assemblage avec plaques métalliques

Les ancrages en pied de montant au RdC doivent être actifs dans le béton armé sur une longueur minimum de 7 cm et sont réalisés :

- soit par des chevilles métalliques de 10 mm de diamètre minimum et 16 mm maximum,
- soit par des tiges filetées de 10 mm de diamètre minimum et 16 mm maximum, fixées par scellement chimique.

Les caractéristiques mécaniques de l'assemblage (efforts admissibles de traction et/ou de cisaillement) résultant des données figurant dans la fiche technique du fabricant, doivent pouvoir équilibrer les charges de calcul donnés dans le tableau suivant.

Cas de figure	Charges pondérées en pied de montant de façade (daN)		
	combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)
Zone côtière 1 et 2	ELU vent	400	500
Zone intérieure 3 et 4	ELU vent	230	170

Tableau 5- Efforts à reprendre par les ancrages de montants de façade

- **Mise en œuvre de tenons – mortaises cloués**

L'ancrage du montant dans la lisse basse est effectuée par un assemblage tenon – mortaise complété par 4 pointes lardés de dimensions 3,1 x 100 mm; la distance à la rive chargée étant égale à 10d.

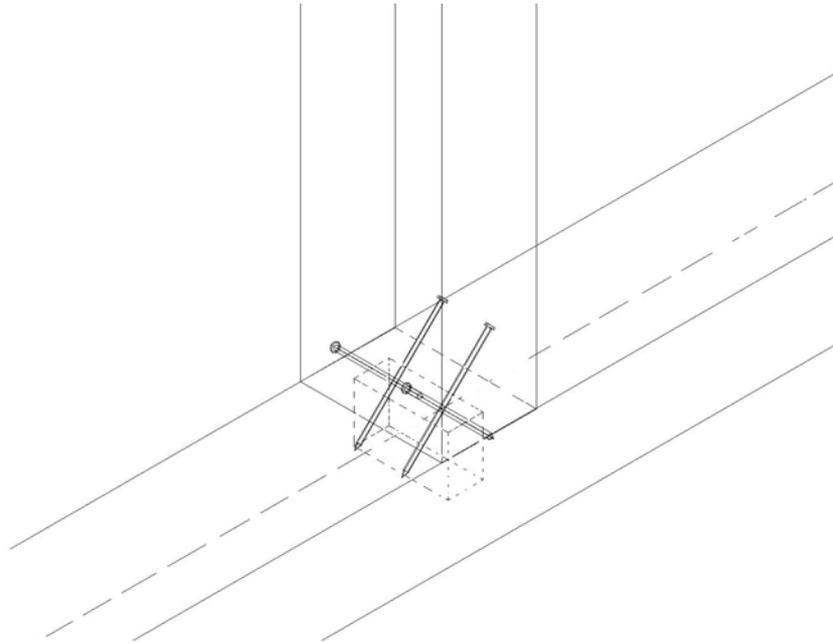


Figure 13- Schéma de principe de l'assemblage tenon – mortaise avec clouage

5.2.4. Dimensionnement forfaitaire des lisses inférieures et supérieures

Les lisses inférieures et supérieures ont une épaisseur minimale utile de 6,8 cm ; la section commerciale retenue est de 8x15 ou 8x12 selon la section du montant découlant des exigences des articles 5.5 (voiles travaillants) ou 5.6. (palées de stabilité à écharpes).

Le raccordement de deux éléments pour constituer la continuité de la lisse haute se fait impérativement au droit des montants. Il se fait au moyen :

- d'une plaque métallique et de pointes (illustration détaillée et cotée en cours)
- d'une fourrure en bois (idem)
- d'un gousset en bois (idem)
- assemblage à mi-bois (idem)

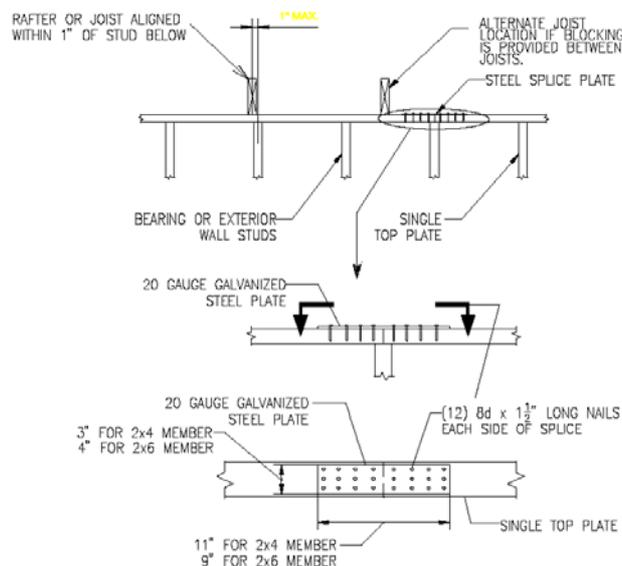


Figure 14- Schémas de principe d'un assemblage de lisses)

5.2.5. Ancrage des lisses basses

Les lisses basses sont fixées à l'infrastructure en béton armé au moyen de chevilles métalliques de diamètre d 10 mm minimum, espacées de 0,6 m maximum.

La longueur active de l'ancrage dans le béton est de 7 cm minimum.

L'ancrage des montants par équerres, tel que décrit à l'article 5.2.3, qui satisfait ces exigences est considéré comme assurant également l'ancrage de la lisse basse.

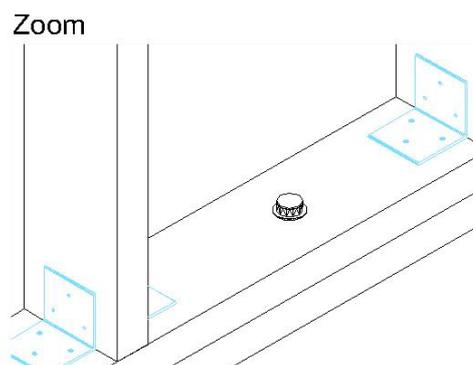


Figure 15- Schémas de principe d'un ancrage de lisse basse

5.2.6. Dispositions constructives particulières

5.2.6.1. Détail d'assemblage entre deux murs perpendiculaires

L'assemblage entre l'ossature d'un mur et celle d'un mur perpendiculaire nécessite la pose d'un montant supplémentaire afin que la liaison ne crée pas d'excentrement d'efforts entre les montants assemblés respectivement par leur petite et leur grande section.

Ces montants limitrophes supplémentaires sont assemblés sur leur longueur au montant d'angle par un clouage espacé de 50 cm maximum.

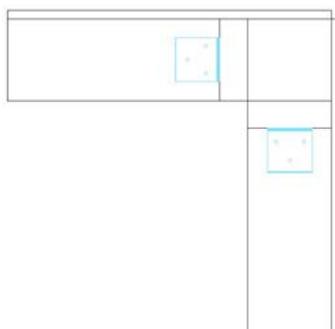


Figure 16- Schémas de principe des assemblages entre murs d'angle (vue de dessus)

5.2.6.2. Réalisation des pignons

Les pignons sont des panneaux de murs triangulaires. Leur implantation sur le mur inférieur, nécessite la mise en œuvre, à plat, d'une poutre de section 8x20 au dessus de la lisse haute

du mur inférieur, pour rigidifier son ossature et transmettre les efforts aux panneaux de contreventement perpendiculaires au plan du mur .

Les panneaux de contreventement perpendiculaires qui servent d'appui à cette poutre doivent être distants de 5 m au plus, ce qui correspond à la portée maxi de cette poutre.

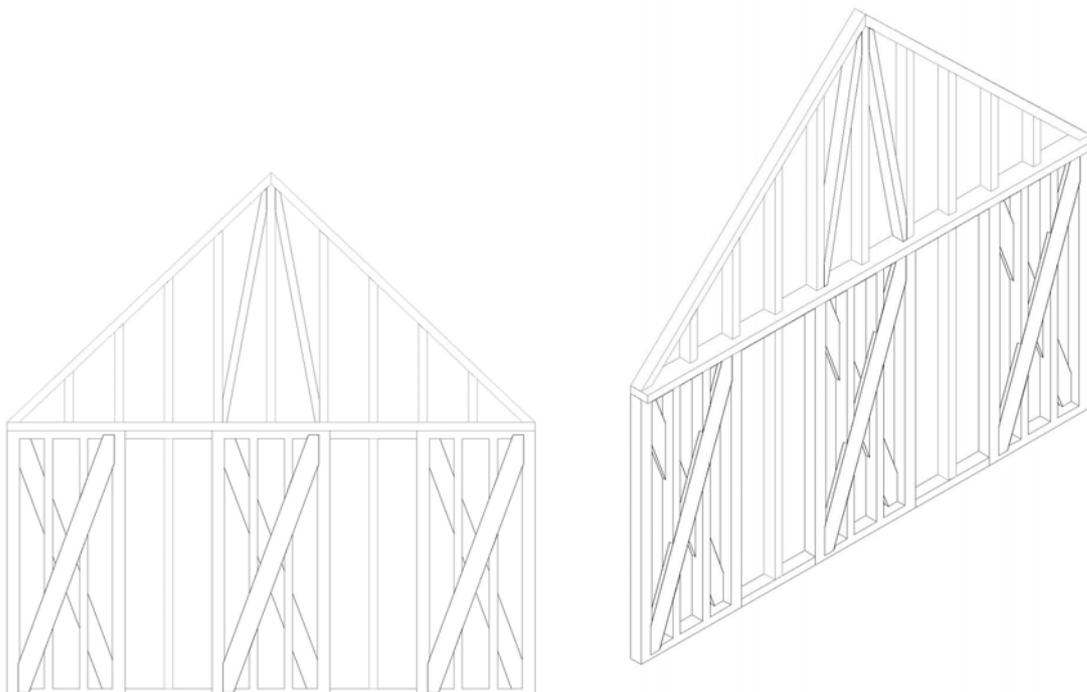


Figure 17- Schémas de principe des murs pignon

5.2.6.3. Murs de façade en retrait

L'implantation d'un mur de façade en retrait, tels que décrit à l'article 1.5.2 et décrits aux articles 3.3 et 5.6 ou 5.7, nécessite la mise en œuvre, à plat, d'une poutre de section 8x20 au dessus de la lisse haute du mur en question, pour rigidifier son ossature et transmettre les efforts aux panneaux de contreventement perpendiculaires au plan du mur .

Les panneaux de contreventement perpendiculaires qui servent d'appui à cette poutre doivent être distants de 5 m au plus, ce qui correspond à la portée maxi de cette poutre.

Figure 18- Schémas de principe des murs de façade en retrait

5.2.6.4. Encadrement des baies

Au droit des baies, les montants et les franchissements d'allège et d'imposte sont constitués de doubles sections assemblées sur leur longueur par un clouage espacé de 50 cm maximum.

Ajouter détail de réalisation des linteaux pour la version V1

Figure 19- Schémas de principe des encadrements de baie

5.3. Murs porteurs intérieurs

5.3.1. Principe Constructif

Les murs porteurs intérieurs comprennent une ossature et un bardage en bois massif.

Les éléments constructifs constituant l'ossature des murs intérieurs sont décrits dans l'article 5.2. et le bardage à l'article 7.2.

N-B : Ces dispositions minimum sont complétées pour les panneaux de contreventement (voiles travaillants ou palées triangulées) dans les articles 5.4 ou 5.5.

5.3.2. Dimensionnement forfaitaire des montants

La section brute commerciale minimale des montants est de 8 x 10 cm.

L'espacement entre axes des montants est de 1 m maximum.

5.3.3. Ancrage des montants

En situation courante, les assemblages des montants et des lisses constituant l'ossature des murs porteurs intérieurs sont réalisés par la mise en place d'au moins une équerre basse et une équerre haute pour chaque montant ou par réalisation d'un assemblage tenon – mortaise avec fixation au moyen de 4 pointes inclinées d 4.2 x100

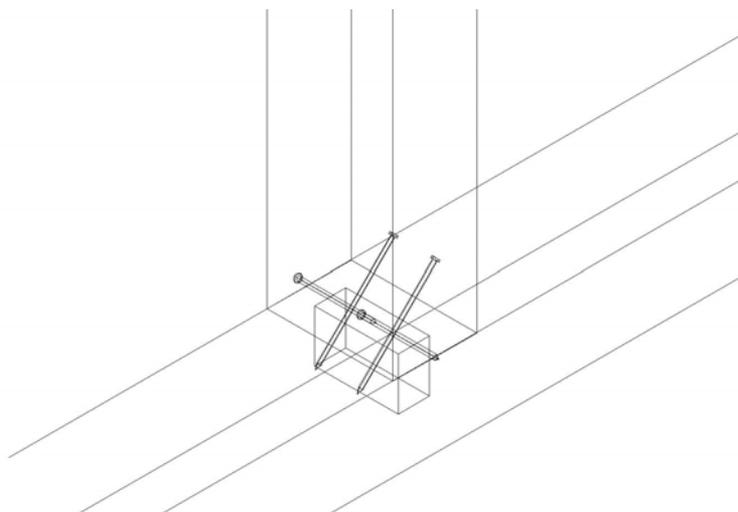


Figure 20- Schéma de principe de l'assemblage tenon mortaise

Les caractéristiques mécaniques de l'assemblage (efforts admissibles de traction à l'ELU vent) résultant des données figurant dans la fiche technique du fabricant, doivent pouvoir équilibrer les efforts de calcul donnés dans le tableau suivant.

Cas de figure	Charges pondérées en pied de montant mur intérieur (daN)	
	combinaison	Effort vertical R_v // au fil du bois (traction°)
Zone côtière 1 et 2	ELU vent	500
Zone intérieure 3 et 4	ELU vent	170

Tableau 6-- Efforts à reprendre par les ancrages de montants murs intérieurs

5.3.4. Dimensionnement forfaitaire des lisses inférieures et supérieures

Les lisses respectent les dispositions décrites à l'article 5.2.4 pour les murs de façades.

5.3.5. Ancrage des lisses basses

Les lisses basses sont fixées au support béton au moyen de chevilles métalliques de diamètre 10 mm minimum, espacées d'1 m maximum.

5.3.6. Dispositions constructives complémentaires

Les dispositions constructives complémentaires définies à l'article 5.2.6 doivent être respectées.

5.4. Contreventement par voiles travaillants

5.4.1. Principe constructif

Les voiles travaillants sont des éléments des murs qui assurent le contreventement et qui sont constitués par des plaques de contreplaqué clouées sur l'ossature de bois renforcée.

Chaque voile travaillant est constitué d'une ou deux plaques de bois, posées en pleine hauteur, conformes aux spécifications de l'EN 13986 et à celles de l'article 2.3.2, clouées sur tous les montants et traverses de l'ossature qu'elles recouvrent.

Dans le cas de panneaux de mur forains, les lisses constituent les traverses basses et hautes du panneau.

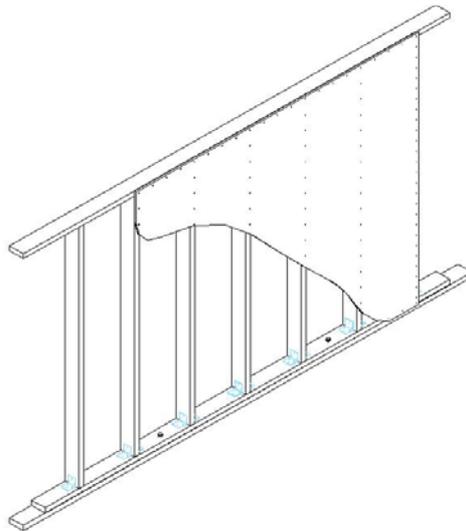


Figure 21- Schéma de principe voiles travaillants

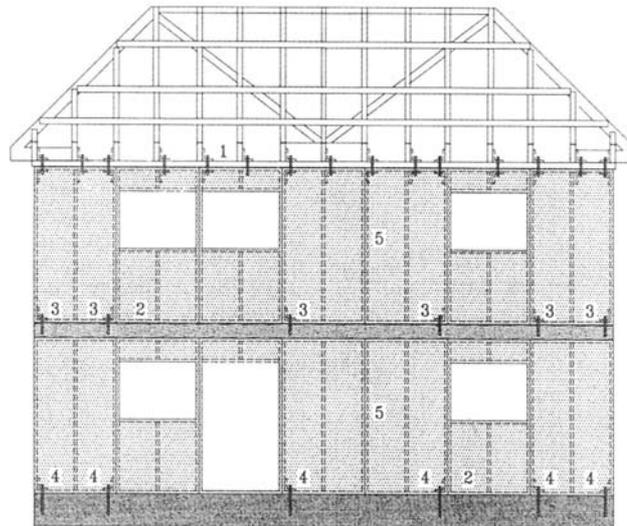


Figure 10-1 : Liaisons mécaniques d'une maison à ossature bois

1	fixation des fermettes,	2	fixation de panneaux courants,	3	liaisons de montants de panneaux de contreventement superposés,	4	ancrages de montants de panneaux de contreventement,	5	liaisons de montants de panneaux de contreventement juxtaposés
---	-------------------------	---	--------------------------------	---	---	---	--	---	--

Figure 22- Schéma de principe mise en œuvre et ancrage de voiles travaillants pour une maison à R+1

5.4.2. Typologie des panneaux de murs

La nomenclature des différents types de voiles travaillants (A, B, C, D, D' et E) utilisés pour l'application du guide, leurs longueurs caractéristiques, les exigences afférentes et les usages autorisés, sont données dans le tableau suivant.

Type		A	B	C	D	D'	E
Longueur		1,18	1,18	2,40	2,40	2,40	3,62
Hauteur		2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Clouage préconisé	Ø	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
	Espacement s(mm)	100	100	100	100	50	100
Contreplaqué	Epaisseur (mm)	15	15	15	15	15	15
	Nb plaques	1	2	1	2	1	2
Efforts horizontaux admissibles (daN)		358	716	741	1482	1482	2235
Usages autorisés	intérieur		x		x		x
	Façade extérieure	x	x	x		x	

Tableau 7-- Caractéristiques des différents types de panneaux utilisables

Les schémas suivants explicitent la géométrie des types de panneaux définis par le tableau 7.

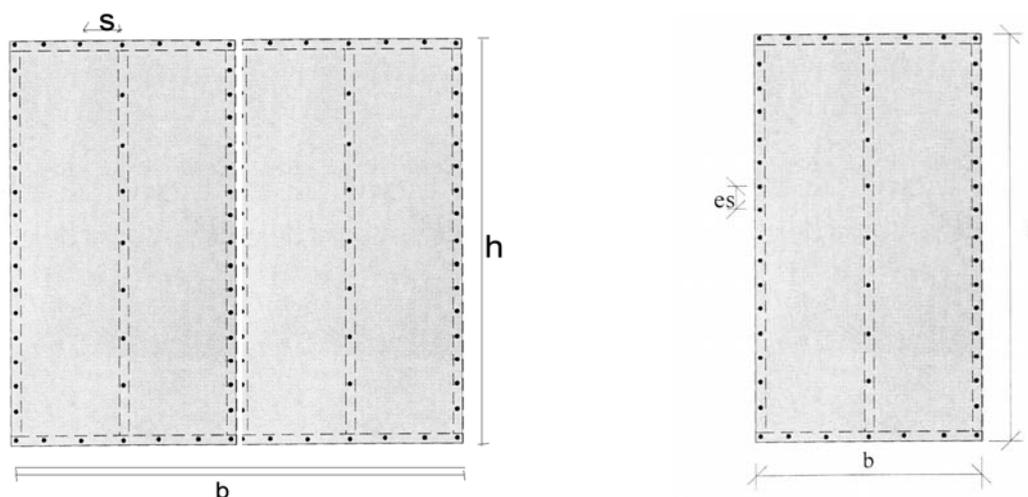


Figure 23- Représentation schématique des panneaux. A gauche les panneaux doubles des types C, D et D' et à droite les panneaux simples des types A et B

5.4.3. Dimensionnement forfaitaire du contreventement

Le type et le nombre de voiles travaillants à utiliser pour une maison sont fonction du site, du nombre de niveaux et des dimensions horizontales du bâtiment, c'est-à-dire du « cas » et du « sous-cas » définis à l'article 1.1.2. Le nombre de panneaux de contreventement de chaque type, à mettre en oeuvre par direction, est donné dans les tableaux suivants.

Leur localisation doit en outre être conforme aux dispositions de l'article 3.3 du guide.

N-B : Le dimensionnement forfaitaire du contreventement pour un cas donné ne varie pas qu'il s'agisse de bâtiments avec ou sans solage.

5.4.3.1. Maisons à simple RdC

Le tableau suivant indique le nombre minimum et le type de panneaux à retenir selon les cas de figure.

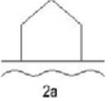
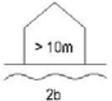
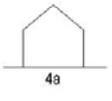
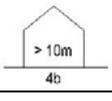
Cas de figure	par façade		sur mur(s) intérieur(s)	
	Nombre	Type	Nombre	Type
 2a	3	B	4	B
 > 10m 2b	3	C	4	D
 4a	3	A	4	B
 > 10m 4b	3	C	2	D

Tableau 8—Maison à simple RdC -Détermination du nombre et du type de panneaux de murs voiles travaillants pour une direction de calcul

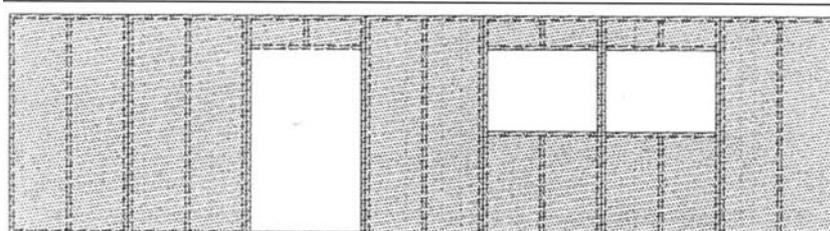
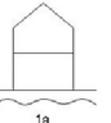
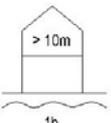


Figure 24- Représentation schématique d'une façade de maison à simple RdC contreventée par des voiles travaillants

5.4.3.2. Maisons à R+1 ou RdC +plancher de comble total

Le tableau suivant indique le nombre minimum et le type de panneaux à retenir selon le cas de figure.

Cas de figure	niveau	par façade		sur mur(s) intérieur(s)	
		Nombre	Type	Nombre	Type
 1a	rdc	3	D'	4	D
	étage	3	C	1	D
 > 10m 1b	rdc	3	D'	4	E
	étage	3	C	4	B

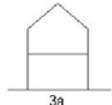
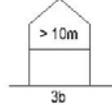
 3a	rdc	2	C	4	D
	étage	2	C	1	D
 3b	rdc	3	C	2 + 2	D + E
	étage	3	C	1	D

Tableau 9—Maison à simple Rdc- Détermination du nombre et du type de voiles travaillants pour une direction de calcul

Figure 25- Représentation schématique d'une maison r+1c contreventée par voiles travaillants

5.4.4. Ancrage des panneaux de murs

5.4.4.1. Niveau 0 : ancrage dans le béton armé

En complément des dispositions de fixation de l'ossature décrites à l'article 5.3, les voiles travaillants nécessitent un dispositif d'ancrage supplémentaire dans le chaînage en béton armé de l'infrastructure (ou du *solage*), capable d'équilibrer les efforts de soulèvement et de cisaillement.

Cet ancrage est réalisé par la pose d'équerres métalliques spéciales renforcées ou de sabots renforcés d'épaisseur minimale 3 mm. Ces profilés sont fixés :

- sur faces internes (verticales) des montants périphériques du voile travaillant par le biais de pointes ou de boulons ;
- dans l'infrastructure de béton (horizontale) au moyen de chevilles métalliques ou par des tiges d'ancrage métalliques de scellement traversant la lisse basse et le cas échéant le plancher bas s'il est en bois.

N-B : Dans le cas de scellement, la réservation dans le béton, pour permettre un bétonnage en 2° phase, doit être réalisée avec un matériau pouvant être totalement retiré, préservant les armatures en place, et créant des aspérités dans le béton de 1° phase, pour une bonne adhérence du béton de 2° phase.

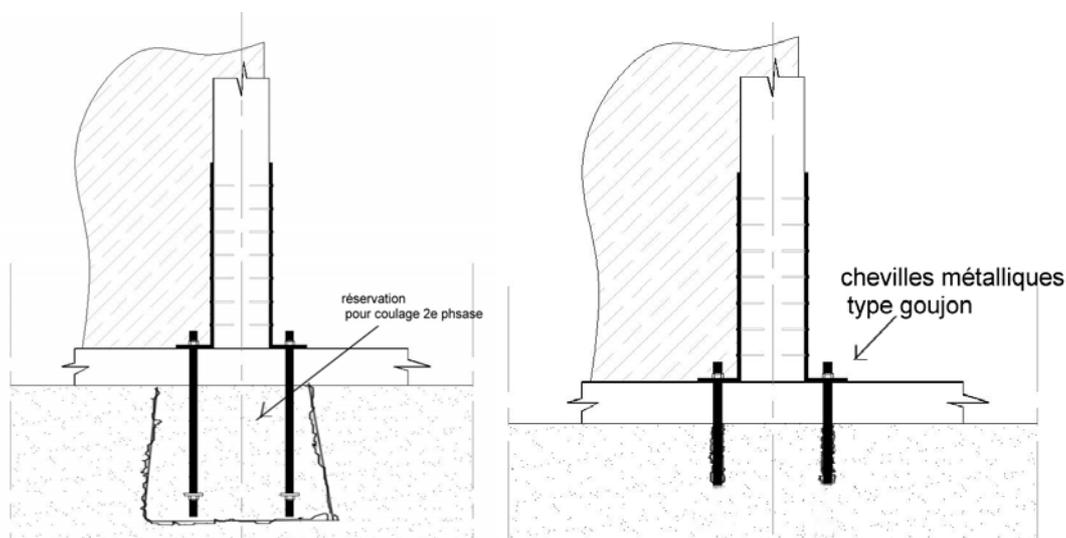


Figure 26- Schémas de principe de l'assemblage d'ancrage en pied de montant (armatures du béton non représentées)

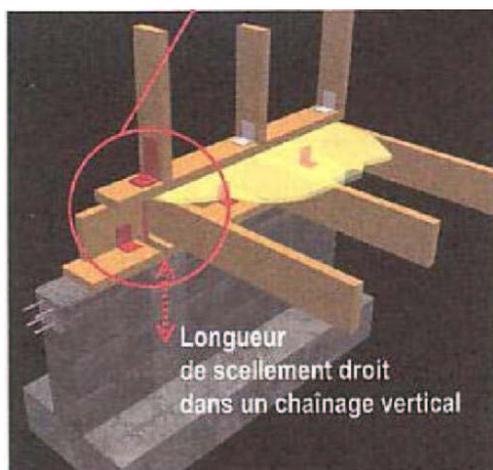


Figure 27- Schémas de principe de l'assemblage en cas de plancher en bois

Les caractéristiques mécaniques de l'assemblage (efforts admissibles de traction et/ou cisaillement, ELU et ELU sismique) données par la fiche technique du fabricant; doivent être capables de reprendre les charges de calcul données dans les tableaux suivants :

- Maisons simple à simple Rdc

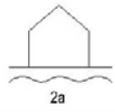
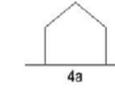
Cas de figure	Charges pondérées en pied de montant au Rdc (daN)		
	combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)
 2a	ELU vent	A compléter	De 730 à 2960 selon type
	ELU sismique	A compléter	A compléter
 4a	ELU vent	A compléter	A compléter
	ELU sismique	A compléter	A compléter

Tableau 10-- Maisons à simple Rdc : Voies travaillants -efforts à reprendre par l'ancrage

- Maisons à R+1 ou Rdc +plancher de comble total

Cas de figure	Charges pondérées en pied de montant au Rdc (daN)		
	combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)
 1a	ELU vent	A compléter	de 234 à 839 selon type
	ELU sismique	A compléter	A compléter
 3a	ELU vent	A compléter	A compléter
	ELU sismique	A compléter	A compléter

Tableau 11- Maisons à R+1 ou Rdc +plancher de comble total: Voies travaillants-efforts à reprendre par l'ancrage

5.4.4.2. Niveau 1 : ancrage dans la lisse haute du niveau 0

En complément des dispositions de l'article 5.2.4, les voiles travaillants nécessitent un dispositif de liaison avec les panneaux du niveau inférieur correspondant, capable d'équilibrer les efforts de soulèvement et de cisaillement.

L'ancrage est réalisé par la pose d'équerres ou de sabots métalliques fixés :

- aux faces internes (verticales) des montants périphériques du voile travaillant par le biais de pointes ou de boulons ;
- d'étage à étage en traversant le plancher en bois (horizontal) au moyen de tiges filetées métalliques.

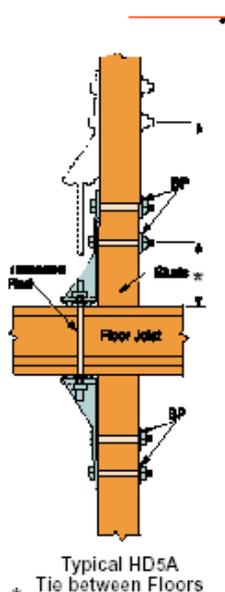


Figure 28- Schéma d'assemblage des panneaux de murs entre deux niveaux)

Les caractéristiques mécaniques de l'assemblage (efforts admissibles de traction et / ou cisaillement ELU et ELA) données par la fiche technique du fabricant et le nombre de boulon, doivent être capables de reprendre les efforts de calcul donnés dans le tableau suivant.

Cas de figure	Charges pondérées en pied de montant à l'étage (daN)		
	combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)
1 et 3	ELU vent	A compléter	A compléter
	ELU sismique	A compléter	A compléter

Tableau 12- Voiles travaillants : efforts à reprendre par assemblages équerres – bois

5.4.5. Dispositions constructives complémentaires

Les dispositions constructives suivantes doivent être impérativement respectées :

Le placage des voiles travaillants ne doit comporter aucune ouverture, trou ou défectuosité.

La fixation des plaques sur les montants est réalisée par clouage des plaques sur l'ossature.

Le clouage est réalisé à l'aide de pointes conformes aux prescriptions de l'article 2.7.3. et respecte les dispositions suivantes :

- Les pointes sont régulièrement espacés ;
- leur diamètre d est inférieur au $\frac{1}{4}$ de l'épaisseur de la plaque ; la valeur d recommandé est de 3,1 mm ;
- leur espacement est compris entre la valeur de $13 d$ minimum et une distance maximum tel que définie dans le tableau de dimensionnement n°7,
- un espacement de $6 d$ minimum est respecté dans le sens transversal entre 2 rangées de pointes sur un même montant, avec une distance au bord latéral de l'élément de l'ossature de $6 d$ minimum et un minimum de 1,5 cm.
- Le clouage doit être effectué à plat en atelier ou sur une aire horizontale stable du chantier. En aucun cas le clouage ne doit être réalisé en position verticale.

La liaison par colle des plaques de contreplaque sur l'ossature, avec ou sans pointes, n'est pas autorisée dans le contexte de l'utilisation du présent guide.

Lors de la mise en place des voiles travaillants préfabriqués dans la réservation faite dans l'ossature en bois des murs porteurs, la fixation de leurs montants périphériques et de leurs traverses haute et basse doit être réalisée par des boulons espacés de 40 cm respectant les principes suivants.

- Les traverses hautes des voiles travaillants préfabriqués doivent être chaînées par la lisse haute de l'ossature du mur décrite à l'article 5.3.
- L'ancrage des montants du voile aux montants courants de la structure en place doit être assuré comme prévu à l'article 5.3.
- L'ancrage des montants du voile aux montants d'extrémité de la structure en place doit être réalisé conformément à l'article 5.4.4.

5.5. Contreventement par palées de stabilité triangulées

5.5.1. Principe

Les voiles palées de stabilité triangulées sont des éléments des murs qui assurent le contreventement et qui sont constitués par la présence de diagonales constituées de barres en bois dénommées par la suite « écharpes » fixées sur l'ossature de bois renforcée.

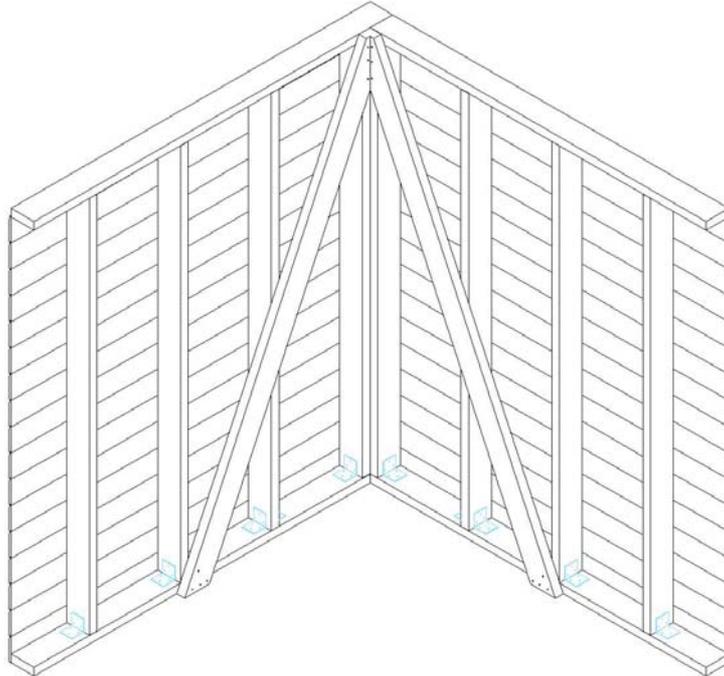


Figure 29- Schéma de principe de mise en place des écharpes

Une palée triangulée est constituée par la présence de deux diagonales continues croisant les montants intermédiaires (embrèvement).

5.5.2. Typologie des palées de stabilité triangulées

Selon que la palée triangulée est fixée sur un *solage* ou directement sur le plancher, sa hauteur h est comprise entre 1,90 m et 2,50 m.

La nomenclature des différents types de palées triangulées (PS1, PS2, PS3, PS1sol et PS2sol) utilisées pour l'application du guide, leurs longueurs caractéristiques, les exigences afférentes et les usages autorisés, sont définis comme suit.

- **Type PS1** : $b = 1,20$ m avec 2 montants intermédiaires espacés de 0.40 m.
- **Type PS2** : $b = 1,00$ m avec 2 montants intermédiaires espacés de 0.33 m.
- **Type PS3** : $b = 1.80$ m, avec 4 montants intermédiaires espacés de 0.36 m.
- **Type PS1sol** : palées pour les maisons comportant un solage de 0.70 m de hauteur $h = 1.90$ m, $b = 1,20$ m avec 2 montants intermédiaires.
- **Type PS2sol** : palées pour les maisons comportant un solage de 0.70 m de hauteur $h = 1.90$ m, $b = 1,00$ m avec 2 montants intermédiaires.

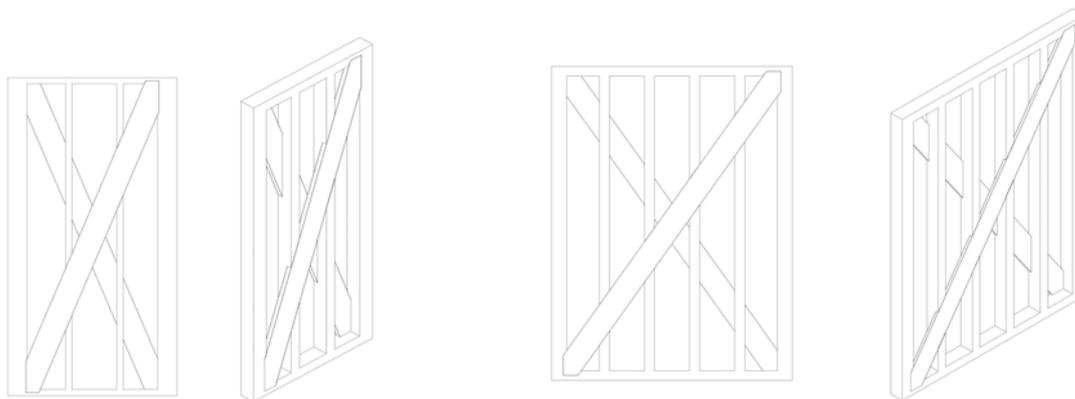


Figure 30- Représentation schématique de la palée PS1 et PS3

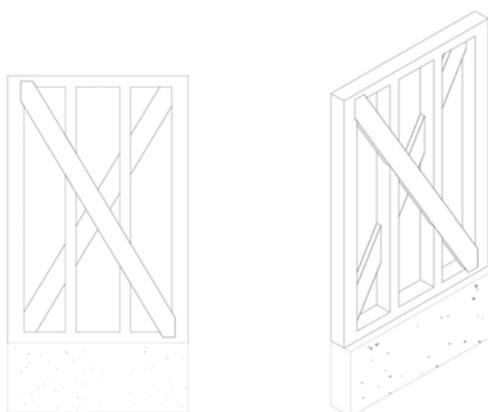


Figure 31- - Représentation schématique de la palée PS1soll

5.5.3. Dimensionnement forfaitaire du contreventement

En complément des dispositions générales décrites à l'article 3.3, les tableaux suivants indiquent le nombre et le type de palées de stabilité à mettre en œuvre par direction et les sections minimales des barres à retenir pour chacun des cas de figures définis à l'article 1.1.2.

N-B : Les dimensionnements forfaitaires suivants, en fonction des cas de figures distinguent les bâtiments avec ou sans solage. Si le solage en béton armé mesure effectivement 0,70 m, la surface de façade bois exposée au vent est réduite, ce qui permet de réduire certaines sections.

5.5.3.1. Maisons à simple RdC

- Détermination du nombre de palées par direction

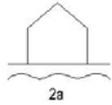
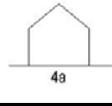
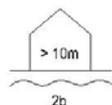
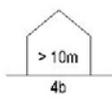
Cas de figures	Type	Nombre par direction		
		Nombre total	Par façade	En intérieur
 2a	PS1	6	3	
	PS2	6	3	
	PS3	4	2	
 4a	PS1	6	3	
	PS2	6	3	
	PS3	4	2	
 2b	PS1	8	3	2
	PS2	8	3	2
	PS3	8	3	2
 4b	PS1	8	3	2
	PS2	8	3	2
	PS3	8	3	2

Tableau 13- Maison à simple RdC- Détermination du nombre de palées par direction

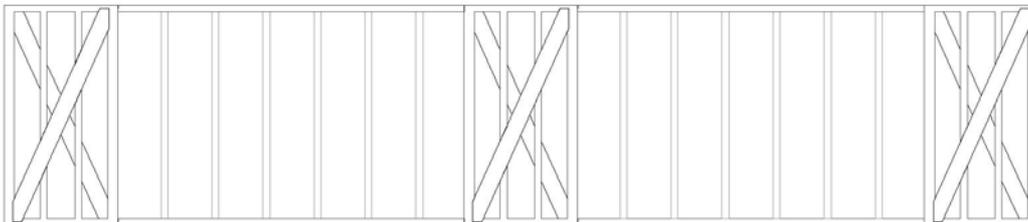


Figure 32- Représentation schématique d'un mur de façade avec palées PS1

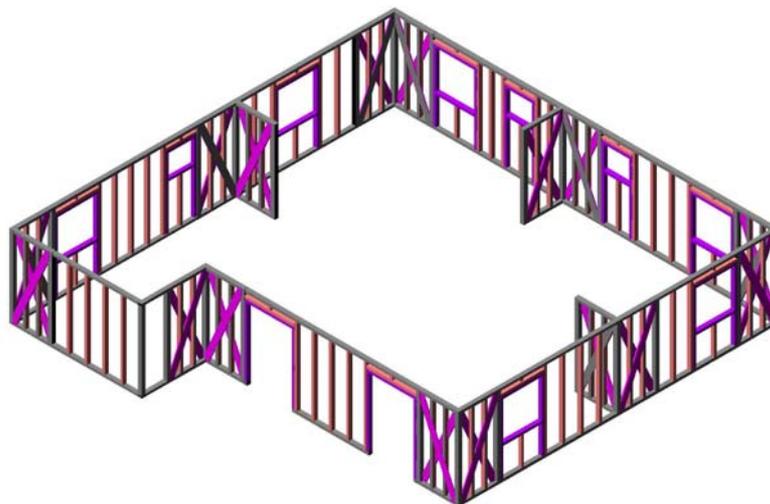


Figure 33- Exemple de mise en œuvre des palées pour une maison à simple RdC (cas de figure 4b)

- Sections de l'ossature en bois

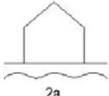
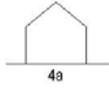
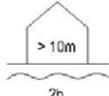
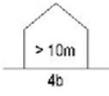
Cas n°	type	Section bois type C22			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
 2a	PS1	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
	PS2	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
	PS3	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	2.2x19
 4a	PS1	12x12	12x12	8x10	3.6x15
	PS2	12x12	12x12	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x10	2.2x19
 2b	PS1	8x15	5x15	8x12	3.6x15
	PS2	8x15	5x15	8x12	3.6x15
	PS3	12x12	8x12 ou 5x15	8x12	2.2x19
 4b	PS1	12x12	12x12	8x10	3.6x15
	PS2	12x12	12x12	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x10	2.2x19

Tableau 14—Maison à simple RdC- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22

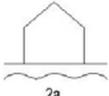
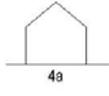
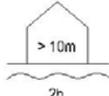
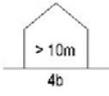
Cas n°	type	Section bois type D50			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
 2a	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x10	2.2x19
 4a	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x10	2.2x19
 2b	PS1	10x10	10x10	8x12	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x12	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x12	2.2x19
 4b	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x10	2.2x19

Tableau 15—Maison à simple RdC- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50

5.5.3.2. Maisons à simple RdC avec solage

- Détermination du nombre de palées par direction

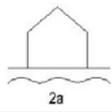
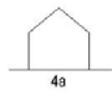
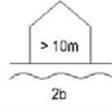
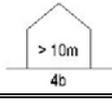
Cas de figures	Type	Nombre par direction		
		Nombre Total	Par façade	En intérieur
 2a	PSsol1	6	3	
	PSsol2	6	3	
 4a	PSsol1	6	3	
	PSsol2	6	3	
 2b	PSsol1	8	3	2
	PSsol2	8	3	2
 4b	PSsol1	8	3	2
	PSsol2	8	3	2

Tableau 16- Maisons à simple RdC avec solage -Détermination du nombre de palées par direction

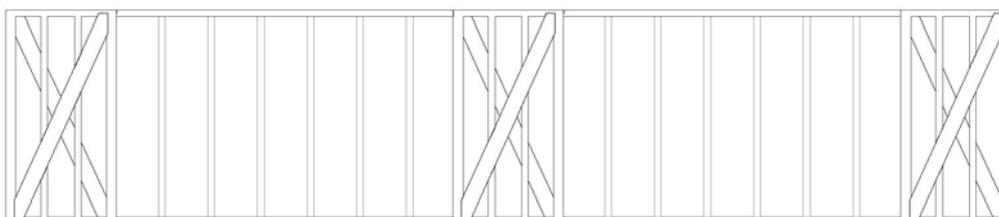
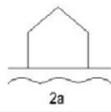
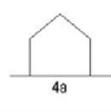
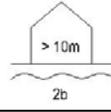


Figure 34-:Représentation schématique d'un mur de façade avec palées PS1sol

- Sections de l'ossature en bois

Cas n°	type	Section bois type C22			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
 2a	PS1	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
	PS2	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
 4a	PS1	12x12	12x12	8x10	3.6x15
	PS2	12x12	12x12	8x10	3.6x15
 2b	PS1	8x15	5x15	8x12	3.6x15
	PS2	8x15	5x15	8x12	3.6x15

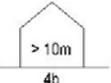
	PS1	12x12	12x12	8x10	3.6x15
	PS2	12x12	12x12	8x10	3.6x15

Tableau 17—Maison à simple RdC avec solage- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22

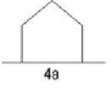
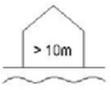
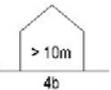
Cas n°	type	Section bois type D50			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15

Tableau 18- Maison à simple RdC avec solage- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50

5.5.3.3. Maisons à étage ou à RdC avec plancher de comble total

Dans le cas des maisons à étage, seules des palées de stabilité de type PS1 ou PS3 sont utilisées. Des palées supplémentaires, sont disposées dans les murs porteurs intérieurs perpendiculairement aux façades pour diminuer les efforts de soulèvement en pied et réduire la portée du diaphragme horizontal (toiture ou plancher).

- Détermination du nombre de palées par direction

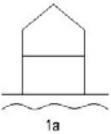
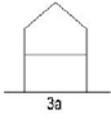
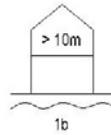
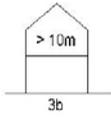
Cas de figures	Niveau	Type	Nombre par direction		
			Nombre Total	Par façade	En intérieur
 1a	rdc	PS1	12	4	4
		PS3	10	3	4
	1er	PS1	8	3	2
		PS3	8	3	2
 3a	rdc	PS1	10	3	4
		PS3	10	3	4
	1er	PS1	8	3	2
		PS3	8	3	2
 1b	rdc	PS1	12	4	4
		PS3	10	3	4
	1er	PS1	8	3	2
		PS3	8	3	2
 3b	rdc	PS1	10	3	4
		PS3	10	3	4
	1er	PS1	8	3	2
		PS3	8	3	2

Tableau 19- Maisons à étage -Détermination du nombre de palées par direction

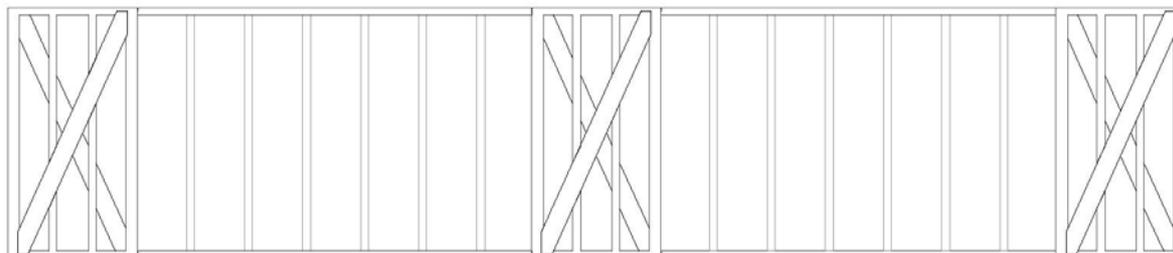
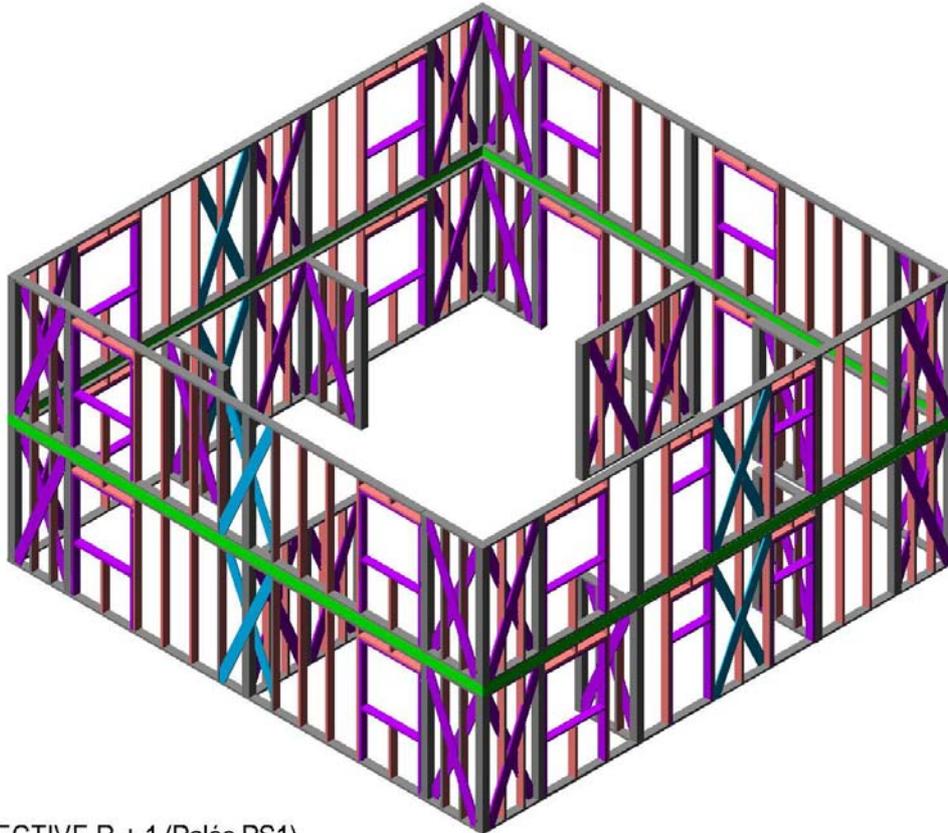


Figure 35- Représentation schématique d'un mur de façade avec palées PS1



ECTIVE R + 1 (Palée PS1)

Figure 36-- Exemple de mise en œuvre des palées pour une maison à étage (cas de figure 4b)

- Sections de l'ossature en bois

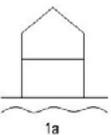
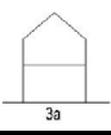
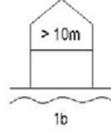
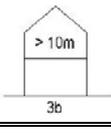
Cas n°	type	Section bois type C22			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
 1a	PS1	12x12	12x12	8x12	3.6x19
	PS3	12x12	12x12	8x12	3.6x15
 3a	PS1	12x12	8x12	8x12	3.6x19
	PS3	12x12	8x12	8x12	3.6x15
 1b	PS1	15x15	15x15	15x15	4.6x15
	PS3	12x12	15x15	8x15	3.6x15
 3b	PS1	12x12	8x12	8x12	3.6x19
	PS3	12x12	8x12	8x12	3.6x15

Tableau 20—Maison r+1 - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22

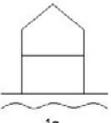
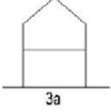
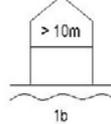
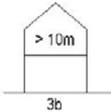
Cas n°	type	Section bois type D50			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
 1a	PS1	12x12	8x12	8x12	3.6x15
	PS3	12x12	8x12	8x10	3.6x15
 3a	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	10x10	8x10	2.2x19
 1b	PS1	12x12	12x12	8x10	3.6x15
	PS3	12x12	8x12	8x10	3.6x15
 3b	PS1	12x12	8x12	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	10x10	8x10	2.2x19

Tableau 21-- Maison à étage - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50

Tableau synoptique du nombre de panneaux de contreventement et la section de l'ossature à mettre en place au RDC en fonction du cas de figure :

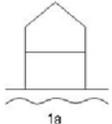
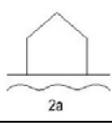
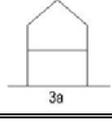
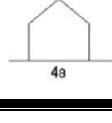
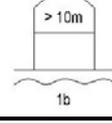
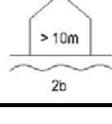
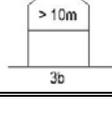
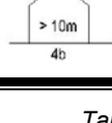
Cas de figures	Type palée	Nbre de palées / direction au RDC	BOIS C22			BOIS D50		
			Montant extrémité	Montant intermédiaire	écharpe	Montant extrémité	Montant intermédiaire	Echarpe
 1a	PS1	12	12x12	12x12	3.6x19	12x12	8x12	3.6x15
	PS3	10	12x12	12x12	3.6x15	12x12	8x12	3.6x15
 2a	PS1	6	12x12	12x12 ou 5x15	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS2	6	12x12	12x12 ou 5x15	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS3	4	12x12	12x12 ou 5x15	2.2x19	10x10	8x10	2.2x19
 3a	PS1	10	12x12	8x12	3.6x19	10x10	10x10	3.6x15
	PS3	10	12x12	8x12	3.6x15	10x10	10x10	2.2x19
 4a	PS1	6	12x12	12x12	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS2	6	12x12	12x12	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS3	4	10x10	8x10	2.2x19	10x10	8x10	2.2x19
 1b	PS1	12	15x15	15x15	8x15	12x12	12x12	3.6x19
	PS3	10	15x15	8x15	3.6x15	12x12	8x12	3.6x15
 2b	PS1	8	8x15	5x15	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS2	8	8x15	5x15	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS3	8	12x12	8x12 ou 5x15	2.2x19	10x10	8x10	2.2x19
 3b	PS1	10	12x12	12x12	3.6x19	12x12	8x12	3.6x15
	PS3	10	12x12	12x12	3.6x15	10x10	10x10	2.x19
 4b	PS1	8	12x12	12x12	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS2	8	12x12	12x12	3.6x15	10x10	10x10	3.6x15
	PS3	8	10x10	8x10	2.2x19	10x10	8x10	2.2x19

Tableau 22- Tableau synthétique : Type et nombre de palées de stabilité triangulées / direction au RdC

5.5.4. Ancrage des palées de stabilité triangulées

5.5.4.1. Ancrage des palées de stabilité du niveau 0 dans le béton armé

En complément des dispositions de l'article 5.3, les montants d'extrémité des palées de stabilité nécessitent un dispositif d'ancrage supplémentaire dans le chaînage en béton armé de l'infrastructure (ou du *solage*), capable d'équilibrer les efforts de soulèvement et de cisaillement.

Cet ancrage est réalisé par la pose d'équerres métalliques spéciales renforcées ou de sabots renforcés fixés d'épaisseur minimale 3mm:

- aux faces internes des montants périphériques du panneau par le biais de pointes ou de boulons ;
- dans le béton au moyen de chevilles métalliques ou par des tiges d'ancrage métalliques de scellement traversant la lisse basse et le cas échéant le plancher bas s'il est en bois.

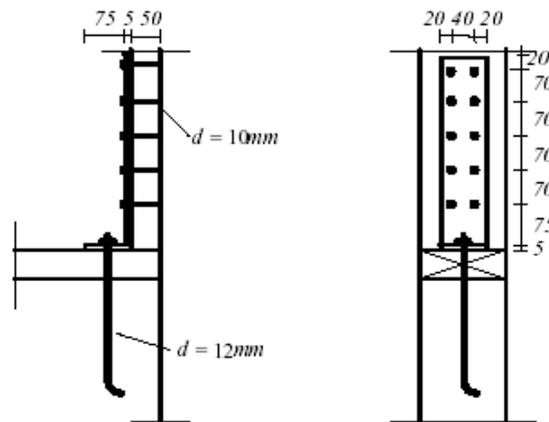


Figure 37- Schéma de principe d'ancrage par chevilles métalliques

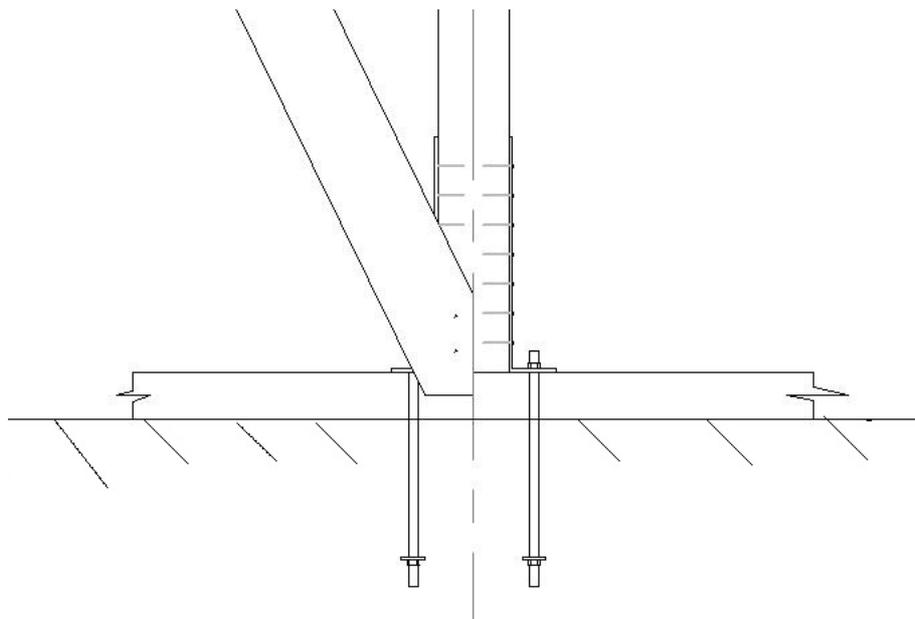


Figure 38- Schémas de principe d'ancrage par tiges métalliques

Les caractéristiques mécaniques de l'assemblage (efforts admissibles de traction et/ou cisaillement, ELUvent et ELUsismique) données par la fiche technique du fabricant; doivent être capables de reprendre les charges de calcul données dans le tableau suivant.

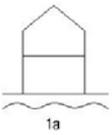
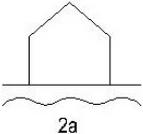
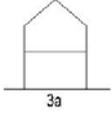
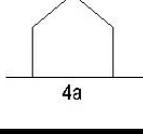
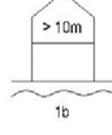
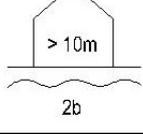
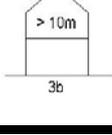
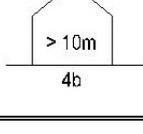
Cas de figure	Type de palées	Charges pondérées en pied de montant au Rdc (daN)		
		Combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)*
 1a	PS1	ELU vent	1 360	3 700
		ELU sismique	1 200	3 700
	PS3	ELU vent	1 630	3 000
		ELU sismique	1 440	3 000
 2a	PS1 et PS2	ELU vent	1 050	2 600 +500
		ELU sismique	870	2 200
	PS3	ELU vent	1 560	2 200 +500
		ELU sismique	1 300	1 800
 3a	PS1	ELU vent	930	2 600
		ELU sismique	1 440	4 400
	PS3	ELU vent	930	1 700
		ELU sismique	1 440	3 000
 4a	PS1 et PS2	ELU vent	290	700+ 170
		ELU sismique	870	2 200
	PS3	ELU vent	430	600 +170
		ELU sismique	1 300	1 800
 1b	PS1	ELU vent	1 760	4 800
		ELU sismique	1 200	3 700
	PS3	ELU vent	2 100	3 900
		ELU sismique	1 440	3 000
 2b	PS1 et PS2	ELU vent	1 180	2 900 + 500
		ELU sismique	900	2 200
	PS3	ELU vent	1 180	1 600 + 450
		ELU sismique	900	1 200
 3b	PS1	ELU vent	1 220	3 300
		ELU sismique	1 440	4 400
	PS3	ELU vent	1 220	2 200
		ELU sismique	1 440	3 000
 4b	PS1 et PS2	ELU vent	730	1 800 +500
		ELU sismique	890	2 200
	PS3	ELU vent	730	1 000 +170
		ELU sismique	890	1 200

Tableau 23-- Palées à écharpes: efforts à reprendre par les assemblages équerres -bois /équerres –béton

5.5.4.2. Liaisons des palées de stabilité entre le niveau 0 et le niveau 1

En complément des dispositions de l'article 5.4.7, les palées de stabilité nécessitent un dispositif de liaison avec la palée du niveau inférieur correspondante, capable d'équilibrer les efforts de soulèvement et de cisaillement.

L'ancrage est réalisé par la pose d'équerres ou de sabots métalliques fixés :

- aux faces internes des montants périphériques de la palée par le biais de pointes ou de boulons ;
- d'étage à étage au moyen de boulons ou tiges filetées métalliques traversant le plancher en bois.

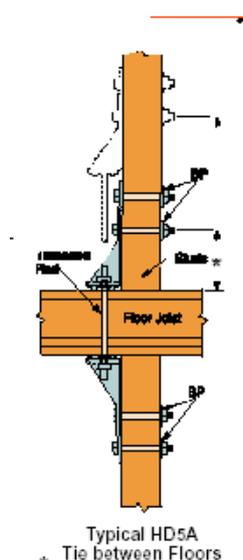


Figure 39- Schéma d'assemblage des palées de stabilité entre deux niveaux (adapter et légender)

Les caractéristiques mécaniques de l'assemblage (efforts admissibles de traction et/ ou cisaillement ELUvent et ELUsismique) données par la fiche technique du fabricant et le nombre de boulons, doivent être capables de reprendre les charges de calcul suivantes :

Cas de figure	Type de palées	Charges pondérées en pied de montant à l'étage (daN)		
		Combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)*
Cas n°1a et 1b	PS1	ELU vent	770	1 500 +450
		ELU sismique	900	1 800
	PS3	ELU vent	770	1 000 +450
		ELU sismique	900	1 200
Cas n°3a et 3b	PS1	ELU vent	440	900 +150
		ELU sismique	900	1 800
	PS3	ELU vent	440	600 +150
		ELU sismique	900	1 200

Tableau 24-Maison r+1-Palée à écharpes :efforts à reprendre par assemblage équerres/bois

5.5.5. Dispositions constructives

5.5.5.1. Généralités

La découpe du bois doit être précise et ne pas laisser de jeu entre l'écharpe et les montants. Les assemblages traditionnels type charpentier nécessitent l'intégration d'organes métalliques complémentaires (pointes conformes à l'article 2.6.3.2, boulons) comme décrit dans les articles suivants.

5.5.5.2. Assemblage d'extrémité de l'écharpe

La liaison écharpe/montant d'extrémité se fait par réalisation d'un embrèvement simple dans le montant et la lisse basse.

Le maintien de cette diagonale sur le montant se fait par 2 pointes de dimensions 4.2x70.

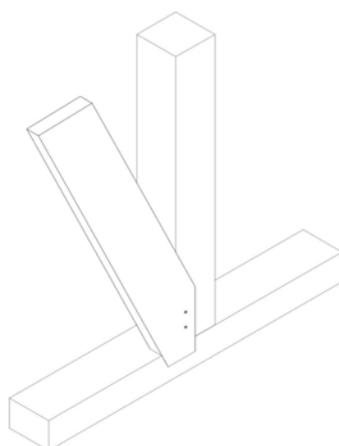


Figure 40- Assemblage d'extrémité écharpe – montant.

5.5.5.3. Assemblages d'écharpe sur un montant intermédiaire

La liaison écharpe - montant intermédiaire se fait par réalisation d'une entaille simple dans le montant. Cette entaille doit être précise aux dimensions de l'épaisseur de l'écharpe.

Le maintien de cette diagonale sur le montant se fait par 3 pointes de dimensions 4.2x70

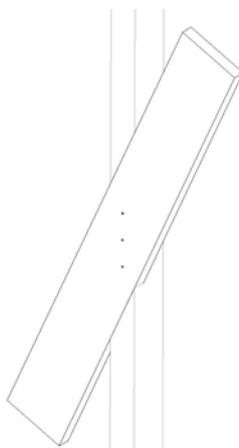


Figure 41-schéma assemblage écharpe/montant intermédiaire

5.6. Conception et réalisation des planchers en bois

5.6.1. Principe constructif

Le plancher doit répondre à des exigences de résistance en situation normale exposées dans les articles 5.6.1 à 5.6.4, et aux exigences de constitution d'un diaphragme exposées à l'article 5.6.5.

La structure du plancher est constituée :

- des solives courantes parallèles espacées de 0.60 m maximum. Ces solives sont supportées par les murs porteurs, intérieurs ou en façade, ou localement par des solives ou poutres maîtresses.
- d'un plancher constitué de plaques de contreplaqué ou de lames en bois fixées sur les solives.

a) Cas d'un plancher constitué par des plaques de contreplaqué

- L'épaisseur minimale des plaques est 19 mm.
- Les plaques sont supportées sur toute leur périphérie par les solives ou par des entretoises perpendiculaires aux solives.
- Le calepinage des plaques est réalisé de manière ne pas aligner deux joints sur une même solive.
- Le fil du pli extérieur des plaques est perpendiculaire aux solives.
- Une largeur de joint d'environ 1 mm par mètre de longueur de panneau doit être respectée, afin d'éviter le voilement des plaques lors de leur dilatation.
- Les plaques sont fixées sur toute leur périphérie et sur les solives intermédiaires par des pointes de diamètre 3.1 mm, espacés de 15 cm maximum

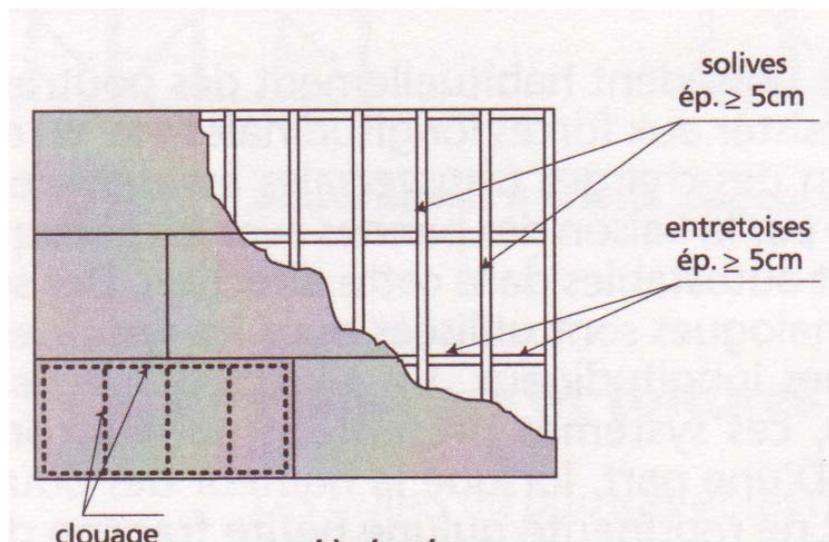


Figure 42- Schéma de plancher à base de plaque de bois

b) Cas d'un plancher constitué par des lames :

- Les lames ont une épaisseur de 22 mm minimum.

- Le calepinage des lames est réalisé de manière à effectuer les jointoiement sur solives .

5.6.2. Dimensionnement forfaitaire de l'ossature en bois

La section des solives courantes est fonction de la portée entre appuis; le tableau suivant donne les portées maximales à respecter selon la section de solive et le type de bois pour satisfaire aux critères de flèche admissible ($l/400$) et de résistance:

Section	Portée (m)				
	8x10	8x12	8x15	8x20	5x15
Bois					
Bois résineux C22	2,00	2,40	3,10	4,20	2,80
Bois tropical D50	2,20	2,70	3,40	4,60	3,10

Tableau 25--Portée maximale des solives

5.6.3. Réalisation de la trémie

Les bords de la trémie sont renforcés par doublage des solives et des entretoises assemblées par clouage tous les 50 cm maximum.

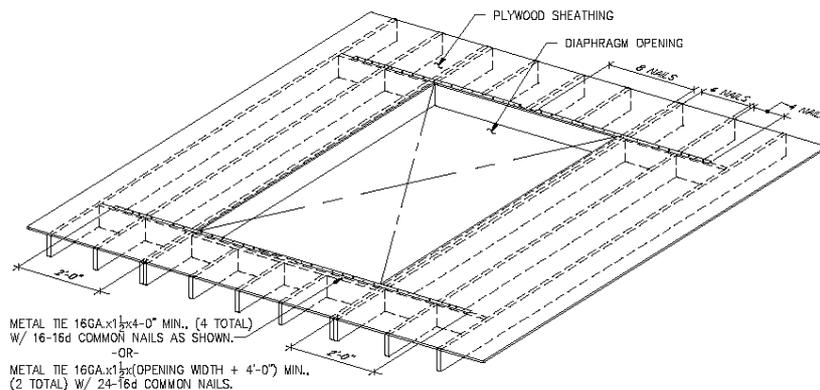


Figure 43- (Exemples de schémas à reprendre, compléter, légender)

5.6.4. Dispositions d'ancrage et de fixation des solives et entretoises

La mise en œuvre des solives et entretoises respecte les dispositions suivantes :

- Les solives principales ou poutres maîtresses du plancher prennent appui à leurs extrémités sur la largeur totale de la lisse supérieure du niveau bas.
- Les solives principales du plancher sont fixées sur la lisse supérieure du niveau bas par des équerres ou sabots d'épaisseur comprise entre 2,5 mm et 3 mm
- Les solives courantes secondaires et les entretoises perpendiculaires aux solives sont fixées aux solives principales par l'intermédiaire de sabots d'une épaisseur comprise entre 2,5 mm et 3 mm ou elles s'appuient sur des lambourdes/tasseaux de section 5x5 clouées sur la solive maîtresse sur 2 files.

- La fixation des solives courantes sur lambourdes se fait par mise en œuvre de 2 pointes lardées fixées dans la poutre principale
- Les planchers, en plaques de bois ou en lames sont cloués sur toutes les solives et toutes les entretoises.

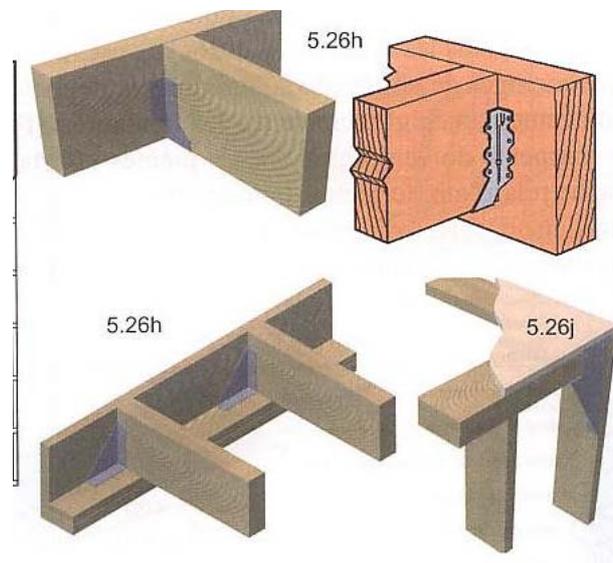
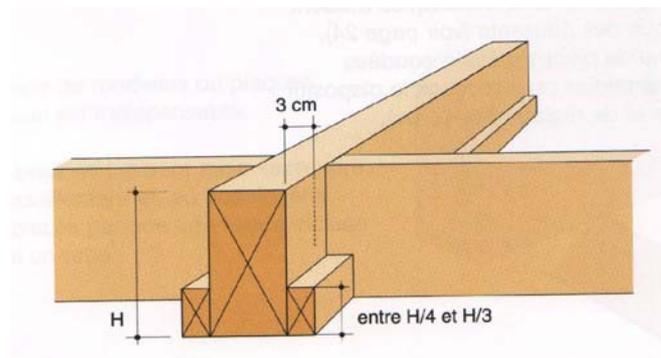


Figure 44 –Schémas ancrage des solives par sabots



Les lambourdes doivent être clouées préférentiellement sur deux files (en quinconce) et à raison d'au moins deux pointes ou vis par solive.

Figure 45 –Schémas ancrage des solives sur lambourdes

5.6.5. Conditions de réalisation du diaphragme horizontal

La raideur en plan des planchers doit être suffisamment importante, comparée à la raideur latérale des palées de stabilité, pour que la déformation du plancher ait peu d'effet sur la distribution des forces entre les éléments verticaux de structure.

Les planchers constitués par des panneaux de bois constituent le diaphragme si les dispositions suivantes sont vérifiées.

Le contreventement horizontal dans le plan du plancher est réalisé par mise en œuvre sur les solives de panneaux en contreplaqué, conformes aux spécifications de l'article 2.3.2, d'épaisseur 13 mm minimum, sur toute la surface du plancher (hormis la trémie).

La liaison entre les plaques de bois contreplaqué et les solives et entretoises est réalisée à l'aide de pointes régulièrement espacées à la périphérie des plaques et respectant les conditions suivantes:

- les pointes présentent un diamètre d maximum de 3.1 mm avec $d \leq t/4$ (t étant l'épaisseur du panneau),
- un espacement entre pointes de $13d$ avec un maximum de 150 mm dans le sens longitudinal de l'élément de l'ossature,
- un espacement de $6d$ entre pointes dans le sens transversal de l'élément de l'ossature,
- une distance au bord latéral de l'élément de l'ossature de $6d$ avec un minimum de 1,5 cm,

La liaison par colle en complément du clouage est recommandée.

5.7. Conception et réalisation des toitures en charpentes traditionnelles

5.7.1. Conception

La charpente est constituée de fermes, arêtiers et chevrons ou pannes.

Les deux types décrits par le guide sont :

- Les toitures à deux pans ;
- Les toitures à 4 pans avec rupture de pente éventuelle.

Les autres types doivent faire l'objet d'une étude d'ingénierie.

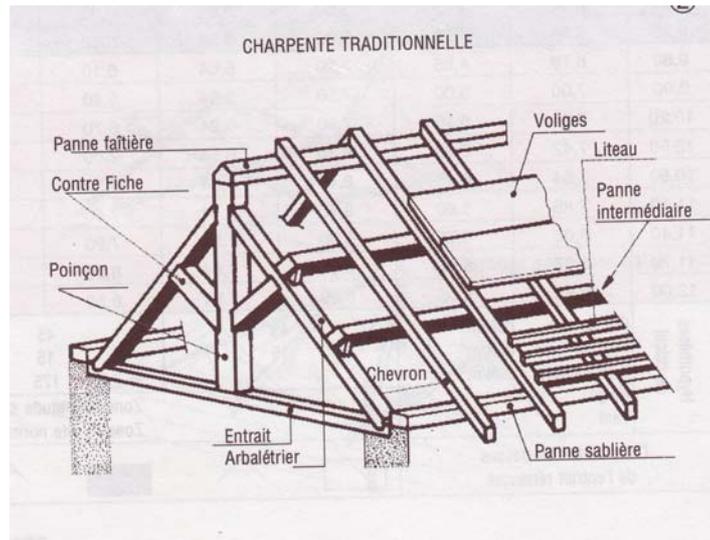


Figure 46- Toiture à deux pentes *Figure à adapter et légénder*

Ajouter schéma toitures à 4 pans avec rupture de pente.

5.7.2. Dimensionnement forfaitaire de la charpente

5.7.2.1. Fermes et arêtiers

Les fermes sont constituées d'un entrait, d'arbalétriers, de liens ou contrefiches et d'un poinçon.

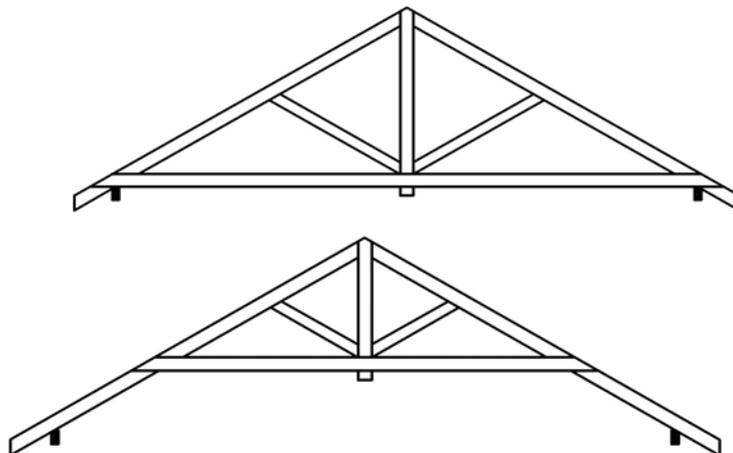


Figure 47- Constitution d'une ferme

Les fermes supportent des pannes déversées ou des chevrons sur lesquels est fixée la couverture.

Les fermes sont distantes de 4 m maximum; leur portée maximale est de 7 m.

La section des différents éléments composant la charpente traditionnelle doit respecter les valeurs du tableau suivant.

Cas de figures	Bois	arbalétrier	Entrait	Arêtier	Contrefiche	Poinçon
Cas n°1 et 2 (« zone côtière »)	D50	8x15	2x 5x15 moisé	8x15	8x12	15x15
	C22	8x20	2x 5x15 moisé	8x20	8x12	15x15
Cas n°3 et 4 (« zone intérieure»)	D50	8x15	2x 5x15 moisé	8x15	8x12	15x15
	C22	8x15	2x 5x15 moisé	8x15	8x12	15x15

Tableau 26-- Dimensionnement fermes traditionnelles

5.7.2.2. Chevrons et pannes

La portée maximale à respecter, selon la section des bois mis en œuvre, pour satisfaire aux critères de flèche admissible ($l/200$) et de résistance, est donnée par les tableaux suivants. Elle dépend de l'espacement des chevrons ou pannes et de l'essence de bois utilisée.

N-B : les valeurs () sont les valeurs limites pour le respect des conditions de résistance seules

Section Bois	8x10		8x12		8x15		8x20	
	Espacement (m)							
	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81
résineux C22	2.20 (2.30)	2.00 (2.00)	2.70 (2.80)	2.50 (2.50)	3.50 (3.60)	3.10 (3.10)	4.80 (5.00)	4.30 (4.30)
feuillus D50	2.40 (3.50)	2.20 (3.10)	3.00 (4.20)	2.70 (3.70)	4.20 (5.50)	3.50 (4.80)	5.40 (6.90)	4.90 (6.20)

Tableau 27-- Portée maximale des chevrons et pannes. Cas n°1 et 2.

Section Bois	8x10		8x12		8x15		8x20	
	Espacement (m)*							
	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81
résineux C22	2.60 (3.60)	2.40 (2.70)	3.30 (3.80)	3.00 (3.30)	4.20 (4.80)	3.90 (4.20)	5.90 (6.50)	5.40 (5.80)
feuillus D50	2.70 (4.10)	2.50 (3.60)	3.40 (5.10)	3.00 (4.40)	4.40 (6.30)	4.00 (5.60)	6.00 (7.90)	5.50 (7.00)

Tableau 28-- Portée maximale des chevrons et pannes. Cas n°3 et 4.

Dans le cas de décrochement de façade pour création d'une terrasse couverte, le dimensionnement tient compte de l'exposition au vent de la sous-face de la toiture. Il est donné par les tableaux suivants.

Section	8x10		8x12		8x15		8x20	
	Espacement (m)*							
	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81
résineux C22	1.90	1.60	2.30	2.00	2.90	2.50	3.90	3.40
feuillus D50	2.10 (2.90)	1.90 (2.50)	2.60 (3.50)	2.40 (3.10)	3.40 (4.50)	3.10 (3.90)	4.70 (5.80)	4.20 (5.10)

Tableau 29-- Portée maxi des chevrons/pannes des terrasses. Cas n°2

(hypothèses de chargement de vent à confirmer)

Section	8x10		8x12		8x15		8x20	
	Espacement (m)*							
	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81
résineux C22	2.50	2.20	3.10	2.70	3.90		5.3	4.70
feuillus D50	2.40 (3.50)		3.00 (4.30)		3.80 (5.40)		5.30 (6.80)	

Tableau 30- - Portée maxi des chevrons/pannes des terrasses. Cas n°4

(hypothèses de chargement de vent à confirmer)

5.7.3. Ancrages et fixation des éléments de charpente

5.7.3.1. Assemblages et Ancrage des fermes

5.7.3.1.1. Assemblages entre éléments de la ferme

L'assemblage des fermes est effectué en atelier ou sur site au sol.

Les liaisons entre les éléments de fermes sont réalisées comme suit :

- La liaison arbalétrier / poinçon est assurée par réalisation d'un emboîtement simple avec tenon renforcé par un boulon horizontal de diamètre d = 10 mm
- La liaison entrain / arbalétrier est assurée par réalisation d'un emboîtement simple avec tenon renforcé par un boulon vertical de diamètre d = 10mm ou dans le cas d'un entrain moisé fixation par 2 boulons
- La liaison entrain moisé / poinçon est assurée par réalisation d'un emboîtement simple renforcé par mise en oeuvre d'un boulon de diamètre d = 8 mm
- La liaison contrefiche / poinçon est assurée par réalisation d'un emboîtement simple renforcé par mise en oeuvre d'un boulon de diamètre d = 8 mm

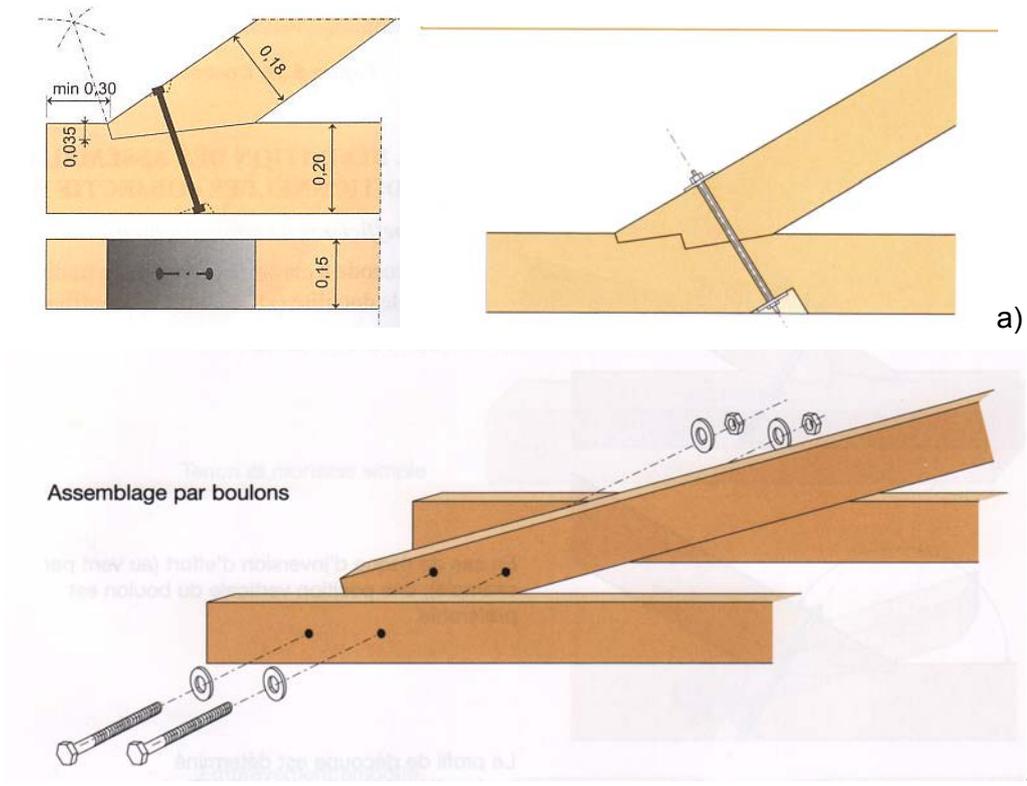
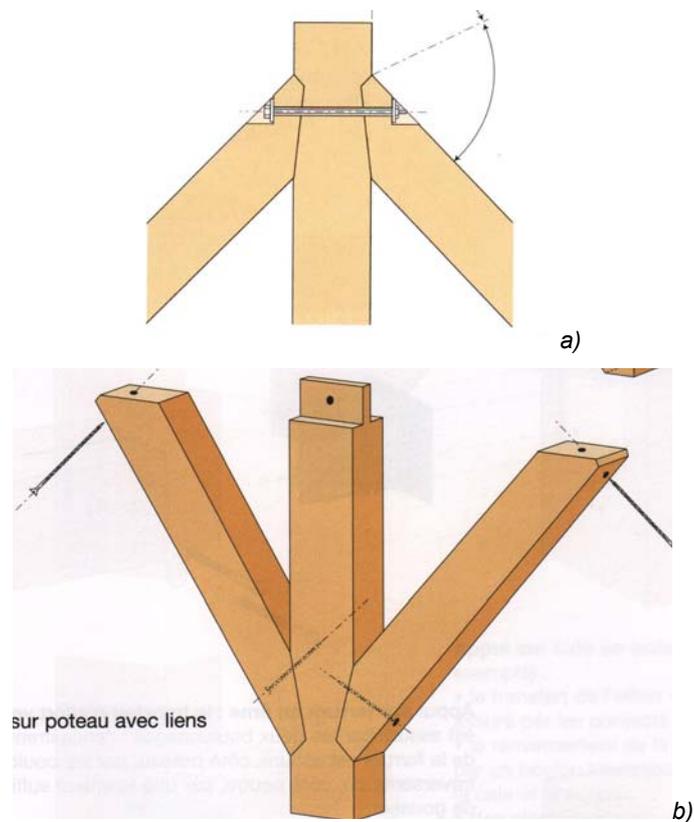


Figure 48- Schémas de liaisons entre éléments de ferme : a) entrait - arbalétrier ; b) entrait moisé - arbalétrier



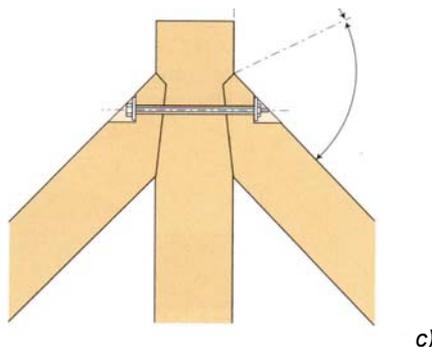


Figure 49- Schémas de liaisons éléments de ferme : a) poinçon - arbalétrier ; b) contrefiche - poinçon, c) contrefiche - arbalétrier

5.7.3.1.2. Ancrage des fermes sur les murs porteurs verticaux

La fixation de la ferme sur les éléments porteurs est réalisée comme suit :

- La fixation ferme - lisse haute (sablrière) est assurée par équerres et boulons de diamètre $d = 10 \text{ mm}$
- La fixation arbalétrier - lisse haute est assurée 2 équerres métalliques fixées sur la lisse haute par un tire-fond ou boulon $d = 10$ et boulonnées sur l'arbalétrier par un boulon de diamètre $d = 10 \text{ mm}$

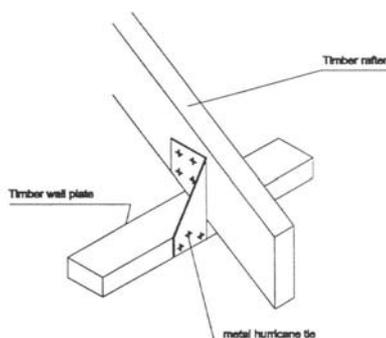


Figure 50- Schémas d'ancrage des fermes sur la lisse haute.

5.7.3.2. Assemblage et ancrage des pannes et chevrons

5.7.3.2.1. Ancrage des chevrons

La fixation des chevrons sur l'ossature de murs s'effectue au moyen de boulons ou tiges filetées et/ou d'équerres métalliques :

- La fixation chevron - panne faîtière est assurée par échantignolles ou cornières ; ou d'un boulon de diamètre $d = 8 \text{ mm}$
- La fixation chevron - lisse haute : un tire-fond ou un boulon de diamètre $d = 8 \text{ mm}$
- La fixation chevron - arêtier : un tire-fond de diamètre $d = 8 \text{ mm}$ ou 2 pointes de diamètre $d = 5 \times 100 \text{ mm}$

Figure 51- Schémas d'ancrage des chevrons.

5.7.3.2.2. Ancrage des pannes

La fixation des pannes sur l'arbalétrier de la ferme s'effectue au moyen de sabots métalliques, équerres métalliques renforcées ou échantignolles en bois.

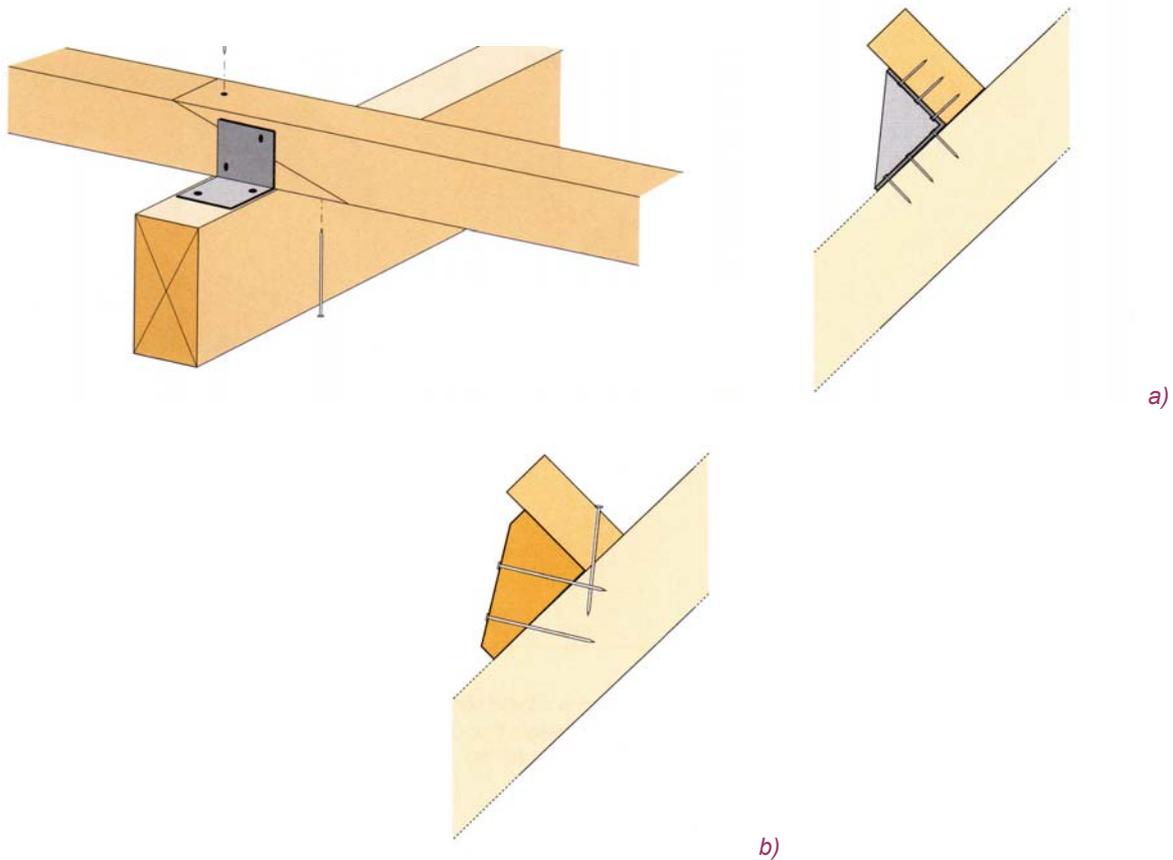


Figure 52- Schémas d'ancrage des pannes. : a) équerres métalliques ; b) échantignolles en bois

5.7.4. Conditions de réalisation du diaphragme de toiture

5.7.4.1. Généralités

La raideur horizontale du volume de toiture doit être suffisamment importante, comparée à la raideur latérale des palées de stabilité, pour que sa déformation ait peu d'effet sur la distribution des forces entre les éléments verticaux de structure.

Le contreventement horizontal est réalisé dans les plans des pentes de toiture, par la pose sur les solives de panneaux en contreplaqué, d'épaisseur minimale 12 mm et conformes aux spécifications de l'article 2.3.2, sur toute la surface des pentes.

5.7.4.2. Conception du diaphragme de toiture à deux pans

Le contreventement horizontal supérieur est réalisé dans les deux plans de la toiture par mise en place sur toute la surface de panneaux de contreplaqué, cloués sur l'ossature de charpente (chevrons ou pannes).

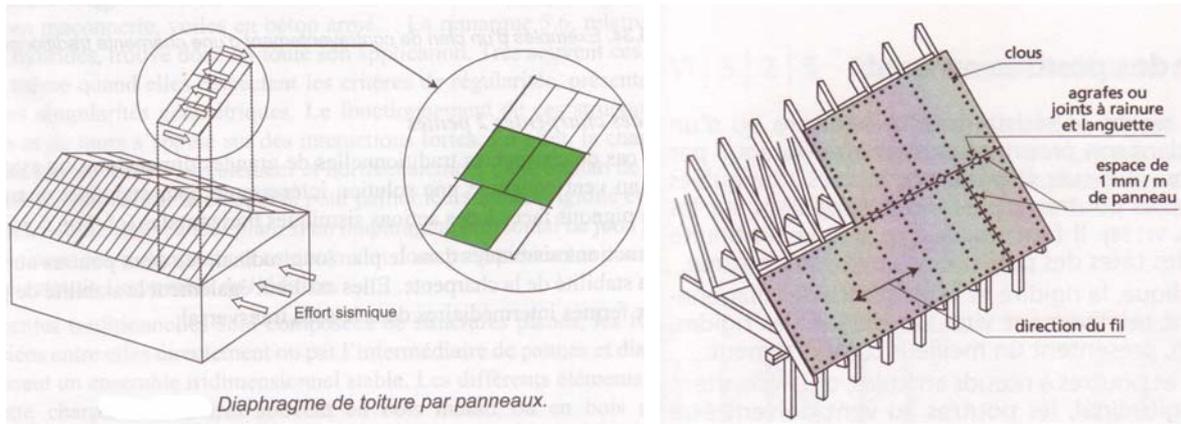


Figure 53- Constitution du diaphragme en toiture (*adapter*)

5.7.4.3. Conception du diaphragme de toiture à quatre pans

Ce type de toiture est autostable. Les croupes composées d'arêtiers, demi-fermes ou empannons de croupe, constituent le contreventement.

La mise en œuvre de panneau de contreplaqué réalisant la rigidité du est exigée dans les mêmes conditions que pour la toiture à 2 pans.

5.7.4.4. Dispositions constructives pour la mise en œuvre des plaques

Les dispositions constructives suivantes doivent être respectées.

- Les plaques sont supportées sur toute leur périphérie par les chevrons ou pannes ou par des entretoises perpendiculaires aux solives.
- Le calepinage des plaques est réalisé de manière ne pas aligner deux joints sur une même solive.
- Le fil du pli extérieur des plaques en contreplaqué est perpendiculaire aux solives
- Une largeur de joint d'environ 1 mm par mètre de longueur de panneau doit être respectée, afin d'éviter le voilement des plaques lors de leur dilatation.

La liaison entre les plaques de bois contreplaqué et les solives et entretoises est réalisée à l'aide de pointes régulièrement espacées à la périphérie des plaques et respectant les conditions suivantes:

- Les pointes sont conformes aux prescriptions de l'article 2.7.3.
- Les pointes ont un diamètre $d \leq t/4$ (t étant l'épaisseur du panneau).
- Il est recommandé d'utiliser des pointes de diamètre $d = 3,1$ mm
- Les pointes sont espacées de 13 d minimum et 15 cm maximum dans le sens longitudinal de l'élément de l'ossature
- Les pointes sont espacées du bord latéral de l'élément et de l'ossature, dans le sens transversal, de 6 d minimum avec un minimum de 1,5 cm

La liaison par colle en complément du clouage est recommandée.

5.8. Conception et réalisation des charpentes industrialisées à fermettes

5.8.1. Conception

Le concepteur du bâtiment et/ou le constructeur sous-traitent la conception et la réalisation de la toiture au fabricant de charpentes industrialisées à fermettes.

Celui-ci fournit le dessin des fermettes et de leur assemblage, ainsi que le calcul structural de chacun des éléments importants de la toiture et du comportement global, incluant les parties d'ouvrage en débord de façade particulièrement sollicitées au vent.

Le fabricant de fermettes fournit et vérifie sur chantier les caractéristiques des assemblages et des ancrages et de leur mise en oeuvre.

5.8.2. Hypothèses de dimensionnement de la charpente

5.8.2.1. Sections des bois

Le tableau suivant donne les hypothèses de pression dynamique nette de vent appliquées sur la toiture, à retenir pour le dimensionnement de la charpente à fermettes.

Cas de figures	Rugosité selon EC1-4	$q_p(z_e)$ daN/m ²	q_{pnet} surpression daN/m ²	q_{pnet} dépression daN/m ²
n°1	0	219	260	150
n°2	0	202	240	150
n°3	IIIa	133	160	95
n°4	IIIa	116	140	95

Tableau 31--Pressions de vent à prendre en compte pour le dimensionnement des fermettes

5.8.2.2. Conditions de réalisation du diaphragme de toiture

La raideur horizontale du volume de toiture doit être suffisamment importante, comparée à la raideur latérale des palées de stabilité, pour que sa déformation ait peu d'effet sur la distribution des forces entre les éléments verticaux de structure.

Le contreventement horizontal est réalisé dans les plans des pentes de toiture, par la pose sur les solives de panneaux en contreplaqué, d'épaisseur minimale 12 mm et conformes aux spécifications de l'article 2.3.2, sur toute la surface des pentes.

5.8.3. Précisions pour les dispositions constructives et la réalisation

5.8.3.1. Recommandations pour les ancrages et fixations

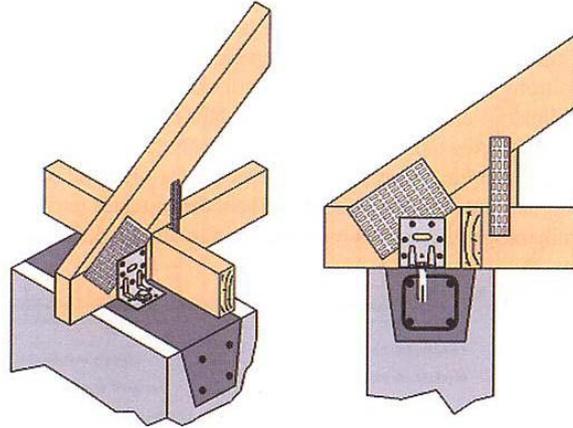


Figure 54- Schéma ancrage fermettes sur murs porteurs (dessin pour le bois en cours)

Les ancrages sont dimensionnés par le fournisseur en tenant compte de l'article 5.8.2.1. Ils requièrent au minimum 2 équerres par extrémité de ferme.

5.8.3.2. Recommandations pour la conception du diaphragme

Le contreventement, qu'il soit positionné sous la membrure inférieure des fermettes (plan horizontal) ou sur les rampants (plans inclinés) doit être dimensionné pour :

- limiter les déformations sous sollicitations horizontales,
- conserver l'espacement entre les fermettes,
- résister au flambement causé par une contrainte alternée.

Les efforts horizontaux à prendre en compte pour le dimensionnement du diaphragme de toiture sont au minimum de 250 daN / m de façade.

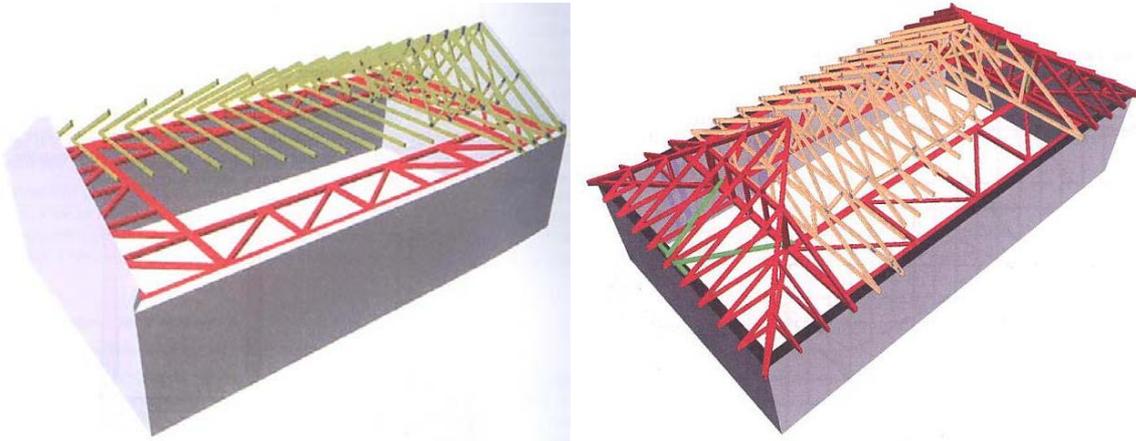


Figure 55- Contreventement d'une toiture à fermettes sous entrain. A gauche, toiture à 2 pentes. A droite, toiture à 4 pentes. Document AFPS

5.8.3.3. Recommandations pour l'exécution

Au moment du déchargement et du montage, les fermettes sont manipulées avec soin. Un matériel de levage approprié est utilisé.

Les fermes sont transportées en position verticale afin de prévenir les déformations et l'endommagement des connecteurs métalliques.

Le bon état des fermettes est vérifié. On surveille particulièrement les dommages permanents comme la fracture transversale dans le bois, l'absence de certaines plaques de connexion ou leur dommage, les fendillements excessifs du bois ou tout dommage qui pourrait affecter l'intégrité structurale de la fermette.

Les fermettes sont stockées en paquets sur une surface sèche et plane.

Le monteur a à sa charge le contreventement temporaire des fermettes en phase de montage.

Un contrôle d'exécution est obligatoire pour les assemblages entre les diaphragmes horizontaux et les éléments verticaux de contreventement, et pour les entretoises diagonales tendues en acier utilisées pour le contreventement.

5.9. Transport, levage et stockage des éléments de structure pré-assemblés

Pour l'ensemble du chantier, les manipulations d'éléments de structure pré-assemblés doivent être réalisées de manière à éviter les distorsions pouvant entraîner un endommagement ou des déformations permanentes des barres de bois ou des assemblages, et ce jusqu'à la mise en place définitive de ces éléments dans la construction.

Les composants en bois et à base de bois ne doivent pas être stockés dans des conditions, notamment climatiques, plus sévères que celles de la structure définitive pour lesquelles ils ont été prévus.

Les empilements ou autres positions temporaires de stockage ne doivent pas générer de déformations sur lesdits éléments.

5.10. Contrôles d'exécution sur chantier

Il doit être procédé à un contrôle d'exécution avant de poursuivre la réalisation pour l'ensemble des éléments d'ossature mis en œuvre.

Le contrôle d'exécution revêt un caractère obligatoire sur :

- Le respect de la conformité de l'ouvrage aux plans d'exécution et plans de pose ;
- La réalisation des assemblages et la précision des découpes ;
- Les propriétés des matériaux mis en œuvre (bois, assembleurs) ;
- Le serrage des organes de liaison (assembleurs).

6. Règles de construction pour la couverture

6.1. Liteaunage

La section minimale des liteaux est de 5x8 cm.

Ils doivent être fixés sur les éléments porteurs (chevrons) au moyen de vis galvanisées 6x80 mm.

Dans le cas des charpentes à fermettes, des fourchettes doivent être utilisées comme éléments de fixation des liteaux sur les arbalétriers.

6.2. Fixation des plaques de tôles

Le sens de pose et ainsi de recouvrement des tôles doit tenir compte du sens des vents dominants.

La fixation des tôles par tire-fonds à visser respecte les dispositions suivantes :

- La densité des fixations est de 5 au m² au minimum.
- L'espacement des fixations dans le sens de la pente est conforme aux prescriptions du fournisseur de tôles.
- L'espacement maximum dans le sens perpendiculaire à la pente est de 3 ondes en position courante et de 2 ondes en rive et aux ruptures de pente.
- Les tire-fond doivent être adaptés au profil et vissés dans le bois sur une longueur minimale de 40 mm sans provoquer d'écrasement de la tôle.
- Les tire-fond à visser doivent être mis en place à la visseuse à couple de serrage contrôlé. La limite sera conforme aux prescriptions du fournisseur. En aucun cas ils ne doivent être enfoncés au marteau.
- Le diamètre minimum des tire-fond est de 6 mm.
- La longueur de pénétration dans les liteaux est de 40 mm au moins.

L'utilisation de tire-fond à bourrer est interdite.

Sans préjudice pour les prescriptions de cet article, la mise en œuvre de la couverture devra respecter les recommandations du fournisseur.

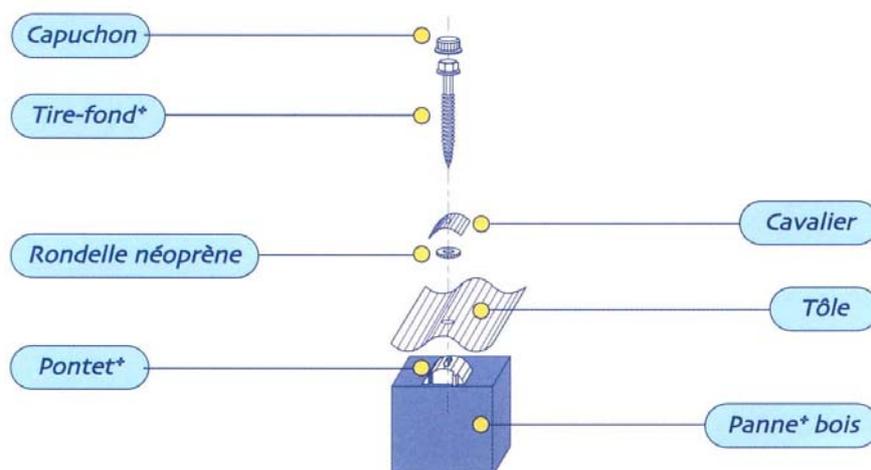


Figure 56- Schémas mise en œuvre tire-fond fixation tôle

6.3. Réalisation des faîtières et des arêtières et des brisures

Les raccords de faîtières, arêtières et brisures doivent être réalisés avec des accessoires appropriés au type de tôle utilisé et recommandés par le fournisseur.

6.4. Raccords d'étanchéité avec les façades

Les rives et solins doivent être réalisés avec des accessoires appropriés au type de tôle utilisé, et recommandés par le fournisseur.

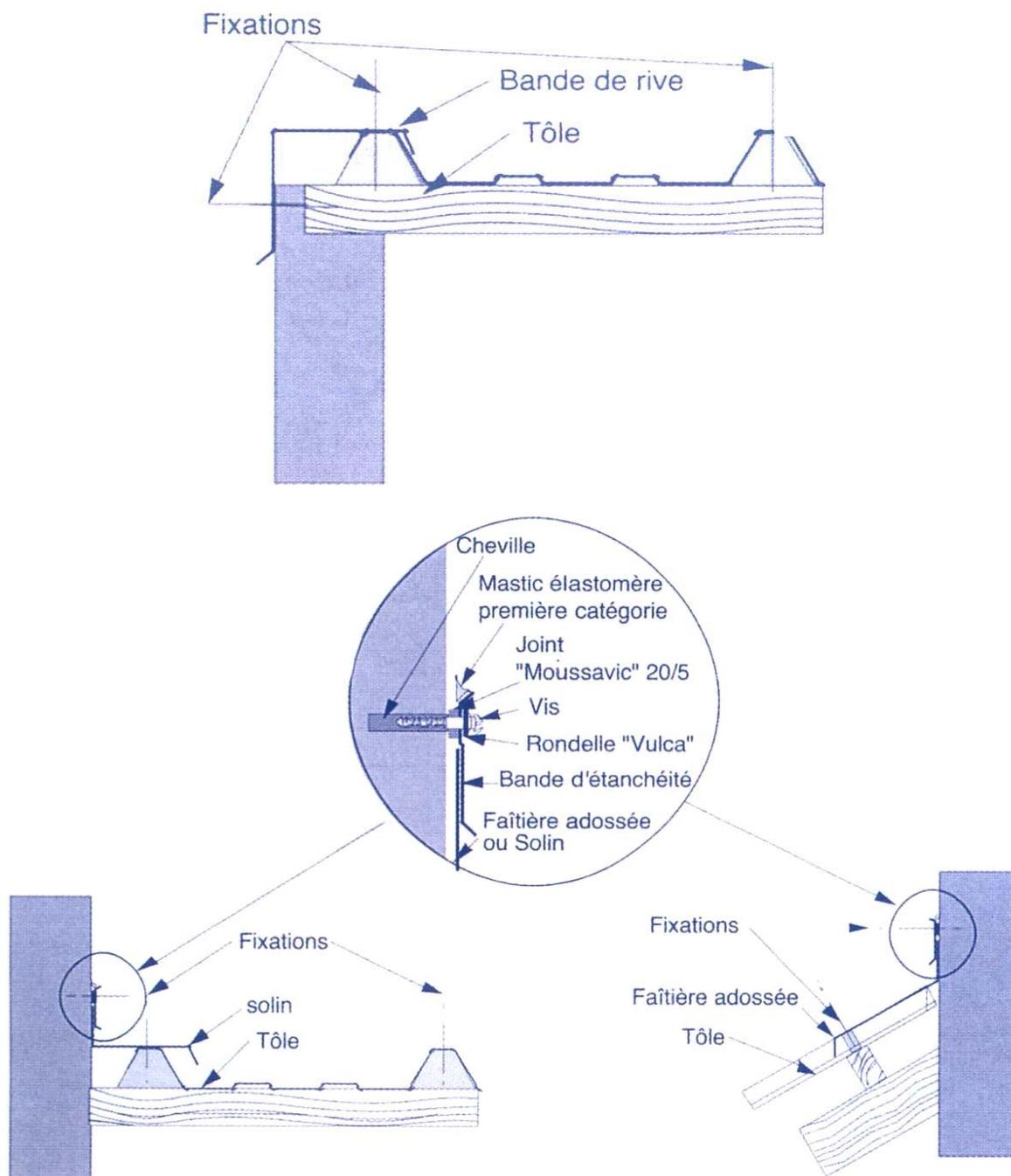


Figure 57- Schémas de mise en œuvre des accessoires de tôle en rive (schémas du haut et de gauche à reprendre pour de la tôle ondulée)

7. Règles de mise en œuvre des autres parois et éléments de parois

7.1. Mise en place du bardage extérieur

Le bardage et les menuiseries des baies constituent l'enveloppe verticale du bâtiment, qui doit résister aux vents extrêmes.

Les lames de bardage ont une épaisseur minimum de 22 mm.

Les planches de bardages comportent une rainure et une languette d'assemblage. La pose doit se faire rainure en partie basse.

Chaque planche est vissée sur chaque montant de l'ossature par deux vis minimum.

L'espacement minimum entre les vis est de 10 diamètres de la vis.

Le diamètre des vis est de 3,5 mm minimum.

L'étanchéité du bardage répond aux exigences de l'article 9.1.

7.2. Conception et réalisation des cloisons

Les cloisons sont les parois intérieures non structurales. Elles ne doivent pas apporter de raideur significative à la construction. A ce titre, elles ne doivent pas comporter d'écharpes de triangulation.

Les montants de leur ossature peuvent avoir une section inférieure à ceux de la structure principale. La section minimum est de 8 cm x 8 cm.

Les plaques de revêtement de leur ossature doivent de préférence être réalisées dans un matériau moins résistant que celui des voiles travaillants (plaque de plâtre, contreplaqué en épaisseur < 9 mm, panneaux de bois aggloméré ≤ 13 mm et de masse volumique ≤ 650 kg / m³). Sinon la densité de clouage sera réduite de moitié.

L'ancrage des montants sur la lisse basse s'effectue par contact au moyen d'un assemblage de charpentier (tenon mortaise avec éclisse)

Leur ossature est fixée de manière à éviter leur renversement sous leur propre poids.

7.3. Conception et réalisation des auvents liaisonnés en façade

7.3.1. Section, espacement et ancrage des poteaux

Rédaction en cours.

7.3.2. Section et fixation des poutres de rive

Rédaction en cours.

7.3.3. Section espacement et fixation des chevrons et pannes

Rédaction fixation en cours.

La portée maximale à respecter, selon la section des bois mis en œuvre, pour satisfaire aux critères de flèche admissible ($l/200$) et de résistance, est donnée par les tableaux suivants. Elle dépend de l'espacement des chevrons ou pannes et de l'essence de bois utilisée.

N-B : les valeurs () sont les valeurs limites pour le respect des conditions de résistance seules

Section Bois	8x10		8x12		8x15		8x20	
	Espacement (m)*							
	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81
résineux C22	1.90	1.60	2.30	2.00	2.90	2.50	3.90	3.40
feuillus D50	2.10 (2.90)	1.90 (2.50)	2.60 (3.50)	2.40 (3.10)	3.40 (4.50)	3.10 (3.90)	4.70 (5.80)	4.20 (5.10)

Tableau 32-- Portée maxi des chevrons/pannes des auvents. Cas n°2

(hypothèses de chargement de vent à confirmer)

Section Bois	8x10		8x12		8x15		8x20	
	Espacement (m)*							
	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81	0.61	0.81
résineux C22	2.50	2.20	3.10	2.70	3.90		5.3	4.70
feuillus D50	2.40 (3.50)		3.00 (4.30)		3.80 (5.40)		5.30 (6.80)	

Tableau 33- - Portée maxi des chevrons/pannes des auvents. Cas n°4

(hypothèses de chargement de vent à confirmer)

8. Cas particulier de création d'un comble partiel dans une maison à simple RdC

8.1. Généralités

La création et l'aménagement d'un comble partiel dans une maison à simple RdC sont autorisés à condition que leur conception respecte les dispositions de l'article 8.

La surface maximale du plancher de comble partiel autorisée est de 40 m².

La création d'un plancher de comble plus grand doit faire l'objet d'une étude par un Bureau d'Etudes Techniques, qui vérifie l'incidence des masses et raideurs ajoutées sur le comportement global du bâtiment. Cela peut conduire à des dispositions plus sévères que celles du guide, qui ne serait donc plus applicable.

Figure 58- Illustration maison à simple RdC avec plancher de comble partiel

8.2. Dimensionnement forfaitaire de l'ossature

La structure porteuse des maisons à simple RdC avec comble partiel est identique à celle d'une maison à simple RdC. Elle respecte les règles définies aux articles 5.2 et 5.3 pour les murs de façade et les murs intérieurs.

8.3. Dimensionnement forfaitaire du contreventement

8.3.1. Contreventement vertical

Le contreventement général des maisons à simple RdC avec plancher de comble partiel est réalisé avec des dispositions de base identiques à celles d'une maison à simple RdC, telles que définies à l'article 5.4.3.1 pour les voiles travaillants et aux articles 5.5.3.1. et 5.5.3.2 pour les palées de stabilité triangulées.

En aggravation de ces dispositions générales :

- Les sections à retenir pour les éléments constituant les panneaux de contreventement, voiles travaillants ou palées triangulées, sont celles des cas de figures des maisons situées en zone côtière (cas de figure 2a ou 2b) ;
- Les murs porteurs de la masse du plancher de comble partiel doivent également être contreventés : des panneaux complémentaires doivent être ajoutés en périphérie de ce plancher à raison d'un panneau de contreventement par côté et par direction.
- Dans le cas où le plancher partiel du comble est porté par un ou des panneaux de contreventement des murs de façade ou intérieurs, ces derniers satisfont le besoin de contreventement du plancher partiel.

*Figure 59- Exemple de mise en œuvre de panneaux pour une maison à simple RdC avec comble partiel
(représenter le plancher de comble partiel)*

Pour mémoire, les articles 8.3.2 à 8.4.2 synthétisent les conditions résultant du présent article.

8.3.2. Voiles travaillants

Les tableaux suivants rappellent le nombre de palées pour les deux cas de figures résultant de l'article 8.3.1.

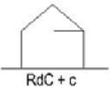
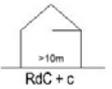
Cas de figure	par façade		sur mur(s) intérieur(s)	
	Nombre	Type	Nombre	Type
 RdC + c	2	B	4	D
 >10m RdC + c	2	B	4	D

Tableau 34-- Maison à simple RdC avec comble partiel -Détermination du nombre de panneaux en bois C22

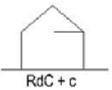
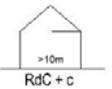
Cas de figure	par façade		sur mur(s) intérieur(s)	
	Nombre	Type	Nombre	Type
 RdC + c	2	B	4	D
 >10m RdC + c	2	B	4	D

Tableau 35-- Maison à simple RdC avec comble partiel -Détermination du nombre de panneaux en bois D50

8.3.3. Palées triangulées

Les tableaux suivants rappellent le nombre de palées pour les deux cas de figures résultant de l'article 8.3.1.

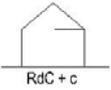
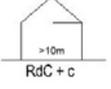
Cas de figures	Type	Nombre par direction			
		Nombre par direction	Par façade	En intérieur	Complément sous plancher
 RdC + c	PS1	6	3		2
	PS2	6	3		2
	PS3	4	2		2
 >10m RdC + c	PS1	8	3	2	2
	PS2	8	3	2	2
	PS3	8	3	2	2

Tableau 36-- Maisons à simple RdC avec combles partiels- Détermination du nombre de palées par direction

Les tableaux suivants rappellent les sections applicables pour les deux cas de figures résultant de l'article 8.3.1.

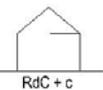
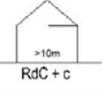
Cas n°	type	Section bois type C22			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
	PS1	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
	PS2	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
	PS3	12x12	8x12 ou 5x15	8x12	2.2x19
	PS1	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
	PS2	12x12	12x12 ou 5x15	8x12	3.6x15
	PS3	12x12	8x12 ou 5x15	8x12	2.2x19

Tableau 37-- Maison à simple RdC avec comble partiel - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22

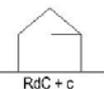
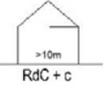
Cas n°	type	Section bois type D50			
		Montant extrémité	Montant intermédiaire	Traverse	Echarpe
	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x10	2.2x19
	PS1	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS2	10x10	10x10	8x10	3.6x15
	PS3	10x10	8x10	8x10	2.2x19

Tableau 38-- Maison à simple RdC avec comble partiel - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50

8.4. Ancrage des panneaux de contreventement

8.4.1. Généralités

Les caractéristiques mécaniques de l'assemblage (efforts admissibles de traction et/ou cisaillement, ELUvent et ELUsismique) données par la fiche technique du fabricant; doivent être capables de reprendre les charges de calcul données dans les tableaux suivants.

8.4.2. Voiles travaillants

Les tableaux suivants indiquent la résistance des ancrages pour les deux cas de figures résultant de l'article 8.3.1.

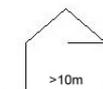
Cas de figure	Charges pondérées en pied de montant au RdC (daN)		
	combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)
	ELU vent	A compléter	A compléter
	ELU sismique	A compléter	A compléter
	ELU vent	A compléter	A compléter
	ELU sismique	A compléter	A compléter

Tableau 39— Maison à simple RdC avec comble partiel. Palées à écharpes: efforts à reprendre par les assemblages équerres -bois et équerres -béton

8.4.3. Palée de stabilité triangulée

Les tableaux suivants rappellent les efforts à reprendre en pied de montants de palées pour les deux cas de figures résultant de l'article 8.3.1.

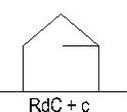
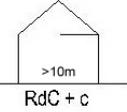
Cas de figure	Type de palées	Charges pondérées en pied de montant au RdC (daN)		
		Combinaison	Effort horizontal R_H ⊥ au fil du bois	Effort vertical R_V // au fil du bois (traction°)*
	PS1 et PS2	ELU vent	1 050	2 600 +500
		ELU sismique	870	2 200
	PS3	ELU vent	1 560	2 200 +500
		ELU sismique	1 300	1 800
	PS1 et PS2	ELU vent	1 180	2 900 + 500
		ELU sismique	900	2 200
	PS3	ELU vent	1 180	1 600 + 450
		ELU sismique	900	1 200

Tableau 40-- Maison à simple RdC avec comble partiel. Palées à écharpes: efforts à reprendre par les assemblages équerres -bois ou équerres –béton

8.5. Plancher

Les dispositions propres à la réalisation d'un plancher – diaphragme de maison à étage, définies à l'article 5.8, doivent être retenues. Les autres paramètres du cas de figure sont inchangés.

9. Règles de mise en œuvre des équipements

9.1. Conception et réalisation de l'étanchéité des façades

9.1.1. Généralités

Les portes, fenêtres et les volets seront choisis et mis en œuvre en fonction de leur classement air et eau, selon des résultats recherchés.

Pour améliorer l'étanchéité des murs de façade face aux pluies violentes, il convient de mettre en place soit des films pare-pluie, soit un masticage des joints du bardage, avec des matériaux dont les caractéristiques sont définies à l'article **2.7.2**.

9.1.2. Mise en place des films pare-pluie

Les films pare-pluie sont fixés par pointes ou agrafes sur l'ossature, sous le bardage.

Leur mise en place se fait avec un recouvrement minimum de 5 cm sur les joints horizontaux et de 10 cm sur les joints verticaux.

9.1.3. Masticage

Le mastic élastique pâteux ou sous forme de cordon préformé est mis en place en respectant les prescriptions du fournisseur.

Le matériau sera choisi en fonction de sa compatibilité et de son adhérence avec l'essence de bois du bardage, intégrant sa finition et son produit de traitement éventuel.

9.2. Protections des baies contre les cyclones

Les hypothèses de dimensionnement au cyclone de la structure sont celles de bâtiments ayant une enveloppe close. Par conséquent, les baies et leurs systèmes de fixation doivent résister aux vents cycloniques et aux chocs de projectiles en position fermée.

Dans le cas des baies à persiennes, chaque lame doit être articulée sur une barre métallique, l'ensemble constituant une grille de sécurité.

Dans le cas des baies vitrées à vantaux, chaque ouvrant ou, de préférence l'ensemble de la baie, doivent être protégés contre les projectiles par des volets ou des grilles.

Les châssis et les ouvrants doivent être conçus et fixés pour résister à la pression des vents cycloniques.

9.3. Fixation des chauffe-eaux solaires en toiture

Le plan de charpente incluant toutes les caractéristiques des sections et d'assemblage sera fourni au fournisseur. Celui-ci devra dimensionner les ancrages de ses équipements en tenant compte des sollicitations du vent et du séisme de référence.

La pose devra être faite en respectant l'étanchéité de la toiture d'une part et les distances aux bords des sections de bois définies à l'article **2.6.3.1**.

10. Règles complémentaires

10.1. Protection anti-termites des sols

Les règles suivantes directement liées à la réalisation de structures en bois en Guadeloupe et en Martinique ont également un caractère obligatoire en ce qui concerne la protection contre les termites et l'élimination des bois de chantier traités.

- Il est obligatoire de mettre en œuvre une barrière entre le sol et les fondations du bâtiment et à la périphérie du bâtiment. Cette protection peut être de nature physique ou physico-chimique. Sa réalisation doit être confiée à une entreprise spécialisée.
- Il est interdit de brûler ou de déposer en décharge des morceaux de bois traités chimiquement. L'élimination des bois de chantier traités doit se faire par les filières d'élimination agréées par l'Etat.

10.2. Protection contre l'incendie

La présence permanente d'un extincteur au minimum dans la maison est recommandée.

En sous-face du plancher haut ou de la toiture un doublage en plaques de plâtre est recommandé.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1--Schémas synthétiques : logos des 8 configurations envisagées par le guide.	15
Figure 2-Règle d'espacement minimum entre deux fixations et par rapport au bord (ajouter a3 et a4).....	25
Figure 3- Exemples de disposition des panneaux de contreventement dans une maison RdC avec terrasse/véranda (Les schémas définitifs ajouteront des palées intérieures pour le cas du bas > 10m)	30
Figure 4- Exemples d'implantations minimales des panneaux de contreventement dans une maison r+1.....	31
Figure 5 – Schéma n°1 : légende	34
Figure 6- Schéma n°2 légende	34
Figure 7 – Schéma n°3 légende	34
Figure 8– Schéma n°4 légende	34
Figure 9– Schéma légende.....	34
Figure 10– Schéma légende.....	35
Figure 11- Schéma de principe de la conception de l'ossature	37
Figure 12- Schéma de principe de l'assemblage avec plaques métalliques	38
Figure 13- Schéma de principe de l'assemblage tenon – mortaise avec clouage.....	39
Figure 14- Schémas de principe d'un assemblage de lisses).....	39
Figure 15- Schémas de principe d'un ancrage de lisse basse.....	40
Figure 16- Schémas de principe des assemblages entre murs d'angle(vue de dessus).....	40
Figure 17- Schémas de principe des murs pignon	41
Figure 18- Schémas de principe des murs de façade en retrait.....	41
Figure 19- Schémas de principe des encadrements de baie.....	41
Figure 20- Schéma de principe de l'assemblage tenon mortaise.....	42
Figure 21- Schéma de principe voiles travaillants	44
Figure 22- Schéma de principe mise en œuvre et ancrage de voiles travaillants pour une maison à R+1	44
Figure 23- Représentation schématique des panneaux. A gauche les panneaux doubles des types C, D et D' et à droite les panneaux simples des types A et B.....	45
Figure 24- Représentation schématique d'une façade de maison à simple RdC contreventée par des voiles travaillants	46
Figure 25- Représentation schématique d'une maison r+1c contreventée par voiles travaillants.....	47
Figure 26- Schémas de principe de l'assemblage d'ancrage en pied de montant (armatures du béton non représentées)	47
Figure 27- Schémas de principe de l'assemblage en cas de plancher en bois.....	48
Figure 28- Schéma d'assemblage des panneaux de murs entre deux niveaux).....	49
Figure 29- Schéma de principe de mise en place des écharpes	51
Figure 30- Représentation schématique de la palée PSI et PS3	52
Figure 31- - Représentation schématique de la palée PS1sol	52
Figure 32- Représentation schématique d'un mur de façade avec palées PSI	53
Figure 33- Exemple de mise en œuvre des palées pour une maison à simple RdC (cas de figure 4b).....	53
Figure 34-:Représentation schématique d'un mur de façade avec palées PS1sol	55
Figure 35- Représentation schématique d'un mur de façade avec palées PSI	57
Figure 36-- Exemple de mise en œuvre des palées pour une maison à étage (cas de figure 4b)	58
Figure 37- Schéma de principe d'ancrage par chevilles métalliques.....	61
Figure 38- Schémas de principe d'ancrage par tiges métalliques.....	61
Figure 39- Schéma d'assemblage des palées de stabilité entre deux niveaux (adapter et légender).....	63
Figure 40- Assemblage d'extrémité écharpe – montant.....	64
Figure 41-schéma assemblage écharpe/montant intermédiaire	64
Figure 42- Schéma de plancher à base de plaque de bois	65
Figure 43- (Exemples de schémas à reprendre, compléter, légender).....	66
Figure 44 –Schémas ancrage des solives par sabots	67
Figure 45 –Schémas ancrage des solives sur lambourdes	67
Figure 46- Toiture à deux pentes Figure à adapter et légender	69
Figure 47- Constitution d'une ferme.....	69
Figure 48- Schémas de liaisons entre éléments de ferme : a) entrant - arbalétrier ; b) entrant moisé - arbalétrier	72
Figure 49- Schémas de liaisons éléments de ferme : a) poinçon - arbalétrier ; b) contrefiche - poinçon, c) contrefiche - arbalétrier.....	73
Figure 50- Schémas d'ancrage des fermes sur la lisse haute.	73
Figure 51- Schémas d'ancrage des chevrons.....	73

<i>Figure 52- Schémas d'ancrage des pannes. : a) équerres métalliques ; b) échantignolles en bois.....</i>	<i>74</i>
<i>Figure 53- Constitution du diaphragme en toiture (adapter)</i>	<i>75</i>
<i>Figure 54- Schéma ancrage fermettes sur murs porteurs (dessin pour le bois en cours).....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 55- Contreventement d'une toiture à fermettes sous entrain. A gauche, toiture à 2 pentes. A droite, toiture à 4 pentes. Document AFPS.....</i>	<i>77</i>
<i>Figure 56- Schémas mise en œuvre tire-fond fixation tôle.....</i>	<i>80</i>
<i>Figure 57- Schémas de mise en œuvre des accessoires de tôle en rive (schémas du haut et de gauche à reprendre pour de la tôle ondulée)</i>	<i>81</i>
<i>Figure 58- Illustration maison à simple RdC avec plancher de comble partiel</i>	<i>84</i>
<i>Figure 59- Exemple de mise en œuvre de panneaux pour une maison à simple RdC avec comble partiel (représenter le plancher de comble partiel).....</i>	<i>84</i>

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Classe de béton à utiliser en fonction de la localisation du site	22
Tableau 2- Liste des essences autorisées -Classe mécanique et visuelle	23
Tableau 3 -Règle d'espacement minimum entre fixations type pointes ou boulons ou tire-fonds (valeurs en rouge à vérifier)	25
Tableau 4- Tableau synthétique des sections minimales de montants	37
Tableau 5- Efforts à reprendre par les ancrages de montants de façade	38
Tableau 6-- Efforts à reprendre par les ancrages de montants murs intérieurs	42
Tableau 7-- Caractéristiques des différents types de panneaux utilisables	45
Tableau 8—Maison à simple RdC -Détermination du nombre et du type de panneaux de murs voiles travaillants pour une direction de calcul	46
Tableau 9—Maison à simple RdC- Détermination du nombre et du type de voiles travaillants pour une direction de calcul.....	47
Tableau 10-- Maisons à simple RdC : Voles travaillants -efforts à reprendre par l'ancrage	48
Tableau 11- Maisons à R+1 ou RdC +plancher de comble total: Voiles travaillants-efforts à reprendre par l'ancrage.....	48
Tableau 12- Voiles travaillants : efforts à reprendre par assemblages équerres – bois.....	49
Tableau 13- Maison à simple RdC- Détermination du nombre de palées par direction.....	53
Tableau 14—Maison à simple RdC- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22	54
Tableau 15—Maison à simple RdC- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50	54
Tableau 16- Maisons à simple RdC avec solage -Détermination du nombre de palées par direction	55
Tableau 17—Maison à simple RdC avec solage- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22.....	56
Tableau 18- Maison à simple RdC avec solage- Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50.....	56
Tableau 19- Maisons à étage -Détermination du nombre de palées par direction	57
Tableau 20—Maison r+1 - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22.....	58
Tableau 21-- Maison à étage - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50.....	59
Tableau 22- Tableau synthétique :Type et nombre de palées de stabilité triangulées / direction au RdC	60
Tableau 23-- Palées à écharpes: efforts à reprendre par les assemblages équerres -bois /équerres –béton	62
Tableau 24-Maison r+1-Palée à écharpes :efforts à reprendre par assemblage équerres/bois	63
Tableau 25--Portée maximale des solives.....	66
Tableau 26-- Dimensionnement fermes traditionnelles	70
Tableau 27-- Portée maximale des chevrons et pannes. Cas n°1 et 2.....	70
Tableau 28-- Portée maximale des chevrons et pannes. Cas n°3 et 4.....	70
Tableau 29-- Portée maxi des chevrons/pannes des terrasses. Cas n°2	71
Tableau 30- - Portée maxi des chevrons/pannes des terrasses. Cas n°4	71
Tableau 31--Pressions de vent à prendre en compte pour le dimensionnement des fermettes.....	76
Tableau 32-- Portée maxi des chevrons/pannes des auvents. Cas n°2	83
Tableau 33- - Portée maxi des chevrons/pannes des auvents. Cas n°4	83
Tableau 34-- Maison à simple RdC avec comble partiel -Détermination du nombre de panneaux en bois C22..	85
Tableau 35-- Maison à simple RdC avec comble partiel -Détermination du nombre de panneaux en bois D50 .	85
Tableau 36-- Maisons à simple RdC avec combles partiels- Détermination du nombre de palées par direction	85
Tableau 37-- Maison à simple RdC avec comble partiel - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type C22.....	86
Tableau 38-- Maison à simple RdC avec comble partiel - Dimensionnement des sections des barres d'ossature bois type D50	86
Tableau 39— Maison à simple RdC avec comble partiel. Palées à écharpes: efforts à reprendre par les assemblages équerres -bois et équerres –béton	86
Tableau 40-- Maison à simple RdC avec comble partiel. Palées à écharpes: efforts à reprendre par les assemblages équerres -bois ou équerres –béton.....	87