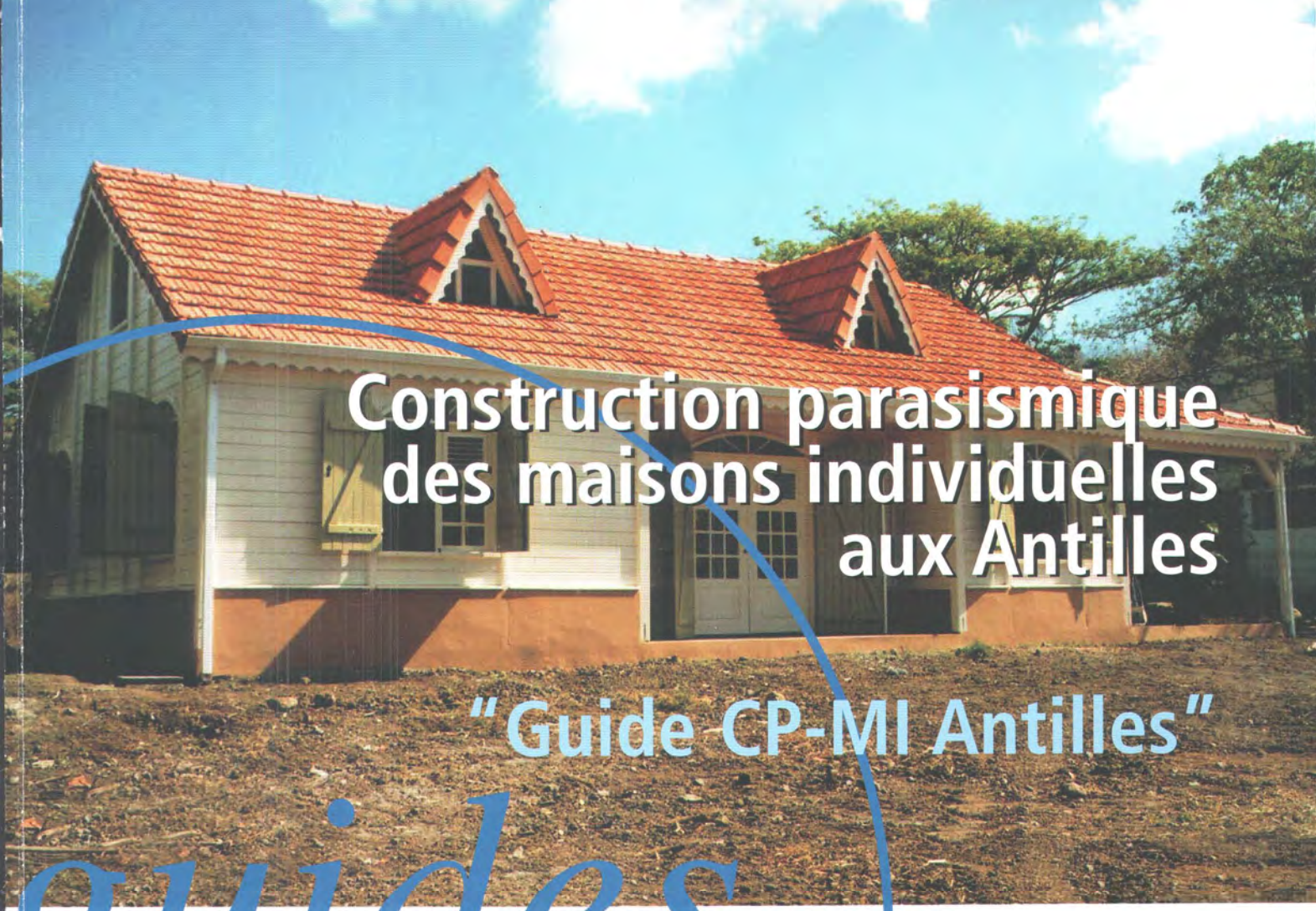
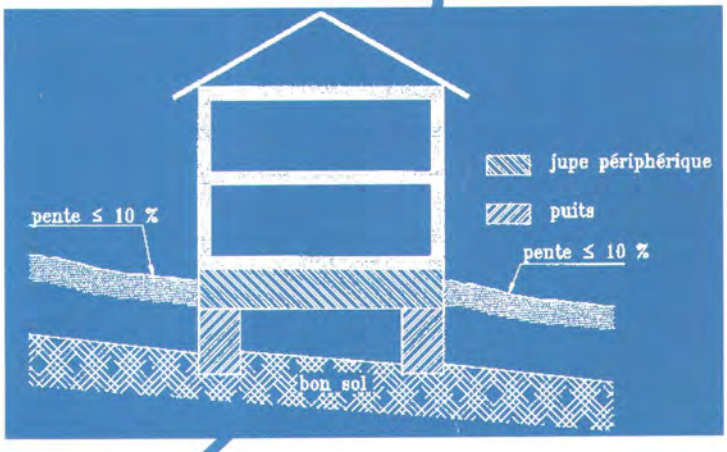


Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles

"Guide CP-MI Antilles"

guides



RECOMMANDATIONS AFPS
TOME IV

ASSOCIATION FRANÇAISE DU GÉNIE PARASISMIQUE - FRENCH ASSOCIATION FOR EARTHQUAKE ENGINEERING
afps

Construction parasismique des maisons individuelles aux Antilles

"Guide CP-MI Antilles"

RECOMMANDATIONS AFPS
TOME IV

NOUVELLE ÉDITION 2004

ASSOCIATION FRANCAISE DU GÉNIE PARASISMIQUE

28 rue des Saint-Pères
75343 Paris Cedex 07
Tél. : 01 44 58 28 40
Fax : 01 44 58 28 41
afps@afps-seisme.org

Membres du groupe de travail de l'AFPS

Victor DAVIDOVICI, Président	DYNAMIQUE CONCEPT
Vincent ALLAIS, Jean-Noël BOUTIN, Rapporteurs	CGPC
Claude MICHEL, Rapporteur	CETE Méditerranée
Michel QUATRE	Ministère de l'Equipement / CGPC
Jean-Martin DELORME / Martine LE ROUX	Ministère de l'Equipement / DGUHC
Jean-Noël TONNON / Hubert FABRIOL	Ministère de l'Environnement/ DPPR
Alain SAUVANT / Pascal COLIN	Secrétariat d'Etat à l'Outre-Mer
Boris ASANCHEYEV	Expert
Jean-Pierre BIGER	Bureau Veritas
Francis BOULLARD	CAPEB
Ménad CHENAF	CSTB
Jacques DARDARE/ André de CHEFDEBIEN	CERIB
Frédéric DEVARENNE / Jean-François REGRETTIER	Centre Technique des Tuiles et Briques
Jean-Louis DOURY	CSTB
Daniel DUROT	Rincent BTP
Philippe GROSJEAN	Union Nationale de la Maçonnerie / SN BATI
Wolfgang JALIL	SOCOTEC
Christophe MARTIN	GEO-TER
Fabrice MOUCHARD	Fédération Française des Tuiles et Briques

Groupe AFPS Guadeloupe

Thierry ABBELI	Conseil Général de la Guadeloupe
Francis AUDRAS	DDE
Claude AYMON	Cabinet EUREX
Laurent BRIDE	INGENIERIE PLUS
Mylène CAILLET	SOCOTEC
Pierre CAVALADE	LE VILLAIN S.A.
Raphaël CHERALDINI	CAPEB
Jacques DAVILA	SOBETRAP
Harry DIOCHOT	CAPEB
Claude HAUSS	B.E. Bâtiments et structures
Mathieu LOUISON	COBATY
Philippe MARSAU	Société EBOM
Yves MONTHOUEL	Antilles Etudes
Patrice PARAIN	GEOMAT Antilles
Emile-Alexis ROMNEY	Architecte

Groupe AFPS Martinique

Guy AUGUSTIN-LUCILE	Conseil Général de la Martinique
Didier DERIS	Antilles Contrôles
Christian DE VERCLOS	Conseil Général de la Martinique
Eric DUMARTINET	SOCOTEC
Lionel HEGRON	DDE
Jean-Michel HENNEQUIN	GEOLAB Caraïbes
Frank HUBERT	Ordre des Architectes
Michel JAMET	DDE
Gilbert MARIL	Société Poterie des trois Ilets
Hubert MARIE	PPB Martinique
Charles OREL	Mairie de Fort-de-France
Guy SCHAPIRA	URCMI

Ont collaboré à la rédaction

Christian CHAMS	Antilles Contrôle
Paul FERRATY	BET FERRATY
Patrick LEAUD	Ordre des Architectes
Jean-Claude MARIE	Société Poterie des trois Ilets
Fernand ODONNAT	BET ODONNAT
Aïda ZECLER	Conseil Général de la Martinique

Cinq ans après sa première édition, le bilan du guide CMPI est fort éloquent. Les exemplaires imprimés ont été très vite épuisés et les constructeurs de maisons individuelles le considèrent aujourd'hui comme la référence pour la mitigation du risque sismique. Son succès a d'ailleurs dépassé les frontières, puisqu'il est prévu une adaptation de ce guide en anglais destinée à tout l'arc caribéen.

Il n'empêche que ce document est perfectible et il est prévu de l'améliorer en s'inspirant de l'enquête d'évaluation de son impact auprès des professionnels. Cette enquête a été réalisée par SOCOTEC Antilles - Guyanne, et a été restituée lors de la journée technique organisée par la DDE de la Guadeloupe, le 15 octobre 2002. On apprend ainsi que le montage à "l'italienne" des maçonneries est pratiquement respecté, mais pas le harpage des murs perpendiculaires. La majorité du contreventement est à présent assuré par de la maçonnerie chaînée qui a remplacée les portiques béton avec ou sans remplissage.

Dans l'attente de cette édition future intégrant les améliorations souhaitées, et d'ailleurs transformant ce guide en Norme, la présente édition, dictée par l'urgence, ne comporte qu'un "toilettage" approfondi. Les principales modifications sont les suivantes :

■ *Le chapitre bois a été provisoirement supprimé car il ne correspondait pas aux pratiques locales. Il est en cours de réécriture pour intégrer les habitudes et les matériaux locaux. Il sera publié dans un complément à paraître.*

■ *Le chapitre maçonnerie a été corrigé*

■ *Certaines clarifications ont été apportées de façon générale.*

Wolfgang JALIL
Président de l'AFPS
2000-2004

Photo de couverture : Maison martiniquaise, DDE Martinique.

En application de la loi du 11 mars 1957 (article 41) et du Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans l'autorisation expresse de l'éditeur. Il est rappelé à cet égard que l'usage abusif et collectif de la photocopie met en danger l'équilibre économique des circuits du livre.

© AFPS - ISBN 2-11-092696-1

Pour toutes questions liées
à l'application du présent
guide CP-MI Antilles,
vous pouvez vous adresser
aux correspondants de l'AFPS :

AFPS-GUADELOUPE :
- M. Francis AUDRAS,
DDE de la Guadeloupe
B.P. 54
97102 Basse-Terre

Communauté d'Agglomération
du Centre de la Martinique
Immeuble Cardinal
Chateaubœuf Est
B.P. 407
97200 Fort-de-France

Sommaire

Chapitre 1 : Domaine d'application 11

1.1 Introduction 11
1.2 Risque sismique aux Antilles 11
1.2.1 Aléa sismique : le plus fort du territoire national
1.2.2 Forte vulnérabilité
1.3 Qu'attend-on d'une maison parasismique ? 12
1.4 Domaine d'application du guide 12
1.5 Cas des modifications ultérieures, après la réception de la maison individuelle 18
1.6 Choix de l'épaisseur de 20 cm pour les murs de contreventement en maçonnerie chaînée 18

Chapitre 2 : Sites et sols 19

2.1 Choix du site 19
2.2 Cas particulier des zones liquéfiables 20
2.3 Sols de fondation 21

Chapitre 3 : Conception des maisons individuelles 23

3.1 Comportement de la maison individuelle sous séisme 23
3.1.1 Action du séisme sur les constructions et réponses
3.1.2 Exemples de dispositions défavorables à la stabilité de la structure
3.2 Contreventement 28
3.2.1 Définition
3.2.2 Principes du contreventement
3.2.3 Rôle des chaînages
3.3 Configuration de la maison individuelle 30
3.3.1 Configuration en plan
3.3.2 Configuration en élévation
3.3.3 Forme de la toiture
3.3.4 Espacement entre bâtiments
3.4 Fondations 42
3.4.1 Cas du terrain horizontal
3.4.2 Cas du terrain en pente
3.5 Murs de soutènement intégrés à la maison individuelle 42
3.5.1 Principes
3.5.2 Contreventement
3.5.3 Cas des trémies

Guide CP-MI Antilles

Chapitre 4 : Choix des matériaux 47

4.1 Éléments de maçonnerie pour murs 47
4.2 Mortiers de jointoiement 48
4.3 Bétons 48
4.3.1 Sable
4.3.2 Gravillons
4.3.3 Béton prêt à l'emploi
4.3.4 Béton fait sur place
4.4 Armatures pour béton 49

Chapitre 5 : Contreventement assuré par des murs porteurs en maçonnerie ou en béton obligatoirement chaînés 51

5.1 Murs en maçonnerie de blocs de béton, de terre cuite ou de briques 51
5.1.1 Panneaux de contreventement
5.1.2 Chaînages
5.1.3 Murs n'assurant pas le contreventement, baies et ouvertures
5.2 Murs en béton banché 58
5.2.1 Panneaux de contreventement
5.2.2 Chaînages
5.3 Stabilité des panneaux de contreventement 59
5.4 Dimensionnement des murs et des chaînages 60
5.4.1 Principes
5.4.2 Utilisation des tableaux

Chapitre 6 : Fondations des maisons individuelles avec des murs porteurs obligatoirement chaînés 63

6.1 Semelles filantes ou isolées 63
6.2 Puits 64
6.3 Radiers 64
6.4 Murs de soutènement intégrés aux maisons individuelles : quelques exemples 65

Chapitre 7 : Planchers des maisons individuelles avec des murs porteurs obligatoirement chaînés 67

7.1 Planchers au sol 67
7.2 Planchers en élévation et sur vide sanitaire 67
7.2.1 Généralités
7.2.2 Planchers nervurés à poutrelles en béton et entrevous
7.2.3 Planchers à dalle pleine avec prédalles en béton armé ou précontraint
7.2.4 Planchers à dalle pleine coulée en œuvre

Chapitre 8 : Eléments en béton armé coulé en œuvre des maisons individuelles avec des murs porteurs obligatoirement chaînés 73

8.1 Poutres 73
8.2 Poteaux 74
8.2.1 Poteaux de section rectangulaire
8.2.2 Poteaux de section circulaire
8.3 Liaisons entre éléments 74
8.4 Linteaux 74
8.5 Porte-à-faux 75
8.6 Escaliers 75

Chapitre 9 : Charpentes de toiture des maisons individuelles avec des murs porteurs obligatoirement chaînés 77

9.1 Charpentes en béton armé 77
9.1.1 Charpentes associées à des toitures lourdes en béton armé
9.1.2 Charpentes associées à des toitures légères
9.1.3 Efforts de dimensionnement
9.2 Charpentes en bois 78
9.2.1 Contreventement
9.2.2 Diaphragmes de toiture
9.2.3 Diaphragmes triangulés
9.2.4 Diaphragmes en panneaux
9.2.5 Dimensionnement des diaphragmes

Chapitre 10 : Aménagement et équipements 85

10.1 Canalisations et réseaux 85
10.2 Cloisons de distribution 86
10.3 Ballons d'eau chaude 86
10.4 Gaines de ventilation et de climatisation 87
10.5 Éléments de cuisine et de salle de bains 87

Chapitre 11 : Pour une bonne qualité de l'exécution 89

11.1 Construction 89
11.1.1 Fondations
11.1.2 Liaisons fondations-superstructure
11.1.3 Superstructures
11.2 Après-construction 94
11.2.1 Entretien
11.2.2 Usage
11.2.3 Modifications ultérieures

Guide CP-MI Antilles

Annexes

A - Contexte sismotectonique des Antilles françaises 95
B - Calcul du contreventement 99
B.1 Calcul des forces sismiques par niveau
B.2 Cheminement des efforts sismiques dans un bâtiment à panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée
B.3 Dimensionnement des chaînages horizontaux courants
B.4 Dimensionnement des panneaux de contreventement en maçonnerie
B.5 Justification des chaînages forfaitaires
B.6 Calcul des murs de soutènement intégrés aux bâtiments
C - Tableaux des sections d'acier et des types de matériaux 107
1 à 6 Tableaux de dimensionnement des panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée de blocs de béton ou en béton banché
7 à 12 Tableaux de dimensionnement des panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée de briques creuses de terre cuite ou en béton banché
13 à 18 Tableaux de dimensionnement des panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée de blocs perforés de terre cuite ou en béton banché
19 à 27 Adaptation à la pente: tableaux de dimensionnement des murs de soutènement intégrés au bâtiment
D - Glossaire 135
E - Bibliographie 141
F - Adresses utiles 143

CHAPITRE 1 : DOMAINE D'APPLICATION

1.1 - Introduction

La sismicité des Antilles est la plus forte du territoire national. Si la période de retour des séismes forts de magnitude supérieure à 7 est plus faible que dans les zones les plus actives du globe, les effets destructeurs qu'ils sont susceptibles d'engendrer pourraient être comparables à ceux des séismes de Northridge aux Etats-Unis en janvier 1994, de Kobe au Japon en janvier 1995 ou de Kocaeli en Turquie en août 1999.

La plupart des dégâts affectent gravement les constructions qui n'ont pas fait l'objet de dispositions constructives parasismiques. Les prescriptions des règles parasismiques PS 92 (norme NF P 06-013) ont été conçues avec le dernier état des connaissances en vue de les mettre en œuvre.

La puissance publique a rendu ces règles obligatoires par l'arrêté du 29 mai 1997 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la catégorie dite "à risque normal" telle que définie par le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique, modifié par le décret n° 2000-892 du 13 septembre 2000.

Toutefois ces règles nécessitant des études complexes, il est apparu souhaitable de mettre à la disposition des professionnels du bâtiment un guide d'application pour des bâtiments de forme simple et de faibles dimensions telles que les maisons individuelles (§1.4). Ce guide propose donc, sous une forme simple et facilement applicable, un ensemble de textes, figures, tableaux et détails constructifs pour concevoir et construire les maisons individuelles aux Antilles.

Il est toutefois important de noter que l'intervention d'un bureau d'études techniques (BET) est nécessaire pour le choix et la disposition, d'après ce guide, du contreventement et pour le dimensionnement et l'établissement des plans d'exécution concernant l'adaptation de la maison individuelle au sol par des fondations adéquates, la prise en compte des poussées de terre sur les murs de soutènement intégrés à cette maison individuelle, la transmission des charges verticales par les planchers (dalles et poutres), les murs, les poteaux, etc.

Le présent guide traite exclusivement des maisons individuelles à murs porteurs, en béton ou en maçonnerie chaînée de blocs de bétons, de briques ou de blocs perforés de terre cuite, un complément (à paraître) est prévu pour les maisons à ossature bois. Étant donnée leur rareté aux Antilles, les maisons individuelles à ossature métallique ne sont pas traitées.

Ce guide concerne directement les professionnels du bâtiment : les architectes, les bureaux d'études, les bureaux de contrôle, les constructeurs de maisons individuelles, les entrepreneurs, les artisans, les chefs de chantier ainsi que les fabricants et les fournisseurs de matériaux et composants.

1.2 - Risque sismique aux Antilles

1.2.1 Aléa sismique : le plus fort du territoire national

Les archipels de la Guadeloupe et de la Martinique ont été sévèrement touchés par les tremblements de terre au cours des quatre derniers siècles, notamment en 1839 (plus de 300 morts en Martinique) et en 1843 (plus de 3000 morts en Guadeloupe). Les dégâts lors de ces séismes majeurs (de même lors des séismes locaux de 1851 et 1897 en Guadeloupe) ont été considérables, la majeure partie de Pointe-à-Pitre et de Fort-de-France ayant été fortement endommagée.

Les séismes destructeurs sont principalement associés à la zone de subduction de la plaque Amérique sous la plaque Caraïbe (fig. A1 et A2, annexe A), qui est comparable aux zones de subduction du Japon ou de la Grèce du point de vue des magnitudes (M) atteintes par les séismes historiques (M = 8,0) mais qui s'en distingue par une fréquence beaucoup plus faible des secousses.

Aux séismes historiques les plus violents (1839,

1843) correspondent des énergies équivalentes à celles des tremblements de terre meurtriers de cette fin de siècle (El Asnam, 1980 ; Mexico, 1985 ; Spitak, 1988 ; Kobe, 1995 ; Izmit, 1999). Des séismes plus faibles, comme il en arrive environ deux par siècle dans chacune des îles de Martinique et de Guadeloupe, peuvent également occasionner, dans le contexte d'urbanisation actuel, des dommages importants.

D'autres séismes, de plus faible magnitude (M = 6,0), d'énergie équivalente à celle du séisme récent d'Arménia en Colombie (1999), pourraient se produire sur certaines grandes failles, à de faibles profondeurs, et engendrer des désordres graves, mais plus localisés dans l'espace.

Cela illustre combien le risque sismique est élevé aux Antilles.

1.2.2 Forte vulnérabilité

La vulnérabilité des constructions est importante, dans des contextes d'urbanisme et d'aménagement souvent défavorables et caractérisés par :

- une forte densité de population dans certains secteurs, et en particulier dans les agglomérations,

- l'occupation de zones naturellement dangereuses, comme les versants raides et instables, les sites d'amplification des mouvements vibratoires ou les sols présentant un risque de liquéfaction,

- l'application tardive de dispositions constructives parasismiques,

- des agressions climatiques, accélérant le vieillissement des matériaux, et venant aggraver la vulnérabilité des ouvrages (corrosion des aciers, fissuration des bétons, pourrissement du bois, etc.).

1.3 - Qu'attend-on d'une maison parasismique ?

L'objectif principal des règles parasismiques est la sauvegarde du plus grand nombre possible de vies humaines en cas de secousse correspondant au niveau d'action sismique défini règlementairement pour chaque zone concernée. L'atteinte de cet objectif est réalisable si les maisons individuelles sont étudiées et exécutées pour ne pas s'effondrer même partiellement, lorsqu'elles sont soumises à un tremblement de terre déterminé.

Cela signifie trois choses:

- seul le non-effondrement de la maison individuelle est requis pour garantir seulement la sécurité des personnes ; des endommagements plus ou moins graves peuvent se produire dans les éléments non structuraux, voire même dans certaines parties de la structure porteuse de la maison, pouvant rendre indispensables des réparations importantes après séisme;

- le niveau de l'agression sismique est fixé par les pouvoirs publics à partir de considérations socio-économiques et politiques ; un tremblement de terre pourrait dépasser ce niveau ; dans ce dernier cas, un endommagement important de la maison individuelle serait possible bien qu'elle ait été construite parasismique;

- c'est le respect de l'ensemble des règles techniques, normes et DTU de la construction appliquées dans les conditions fixées par les Pouvoirs Publics qui permet de rendre parasismique une maison.

Une maison parasismique est donc strictement une maison conçue, dimensionnée et réalisée selon les règles techniques imposées.

Dans le cas des Antilles, l'utilisation du présent guide permet l'application de ces règles.

1.4 - Domaine d'application du guide

Lors de l'établissement du présent guide, les conditions d'application énumérées ci-après ont été retenues. L'utilisation de ce guide exige que toutes ces conditions soient respectées à défaut de quoi on appliquera les règles PS 92 elles-mêmes.

1 - Par référence au décret du 14 mai 1991, modifié par le décret du 13 septembre 2000 et à l'arrêté du 29 mai 1997, les maisons individuelles concernées par le présent guide appartiennent à la classe B ; l'accélération "a_N" est de 3,5 m/s².

2 - Les charges prises en compte sont (voir § 5.4.2 f) :

• le poids propre du plancher, revêtement compris, inférieur ou égal à 3,7 kN/m²,

• une charge d'exploitation maximale de 1,5 kN/m²

3 - Le contreventement des maisons individuelles est constitué par l'une des structures suivantes :

• panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée,

• panneaux de contreventement en béton banché,

4 - La configuration des maisons individuelles pour le cas d'utilisation de panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée et de panneaux de contreventement en béton banché tant en plan qu'en

élévation est celle définie dans le chapitre III, § 3,3 ; ces panneaux de contreventement sont disposés dans des plans parallèles, selon les deux directions orthogonales de la maison.

5 - Deux types de toiture sont concernés par le guide (fig. 1-1) :

• les toitures légères (charpentes avec couvertures légères, sans plancher haut en béton),

• les toitures lourdes:

- les toitures-terrasses en béton avec charpente et couverture légère,

- les toitures-terrasses en béton non couvertes,

- les toitures sous forme de plancher rampant en béton (sur poutres ou sur charpente béton) (§ 9.1.1).

A noter que les combles sont obligatoirement **non habitables** sauf lorsqu'ils constituent un étage à part entière dans les limites imposées au § 6 ci-après.

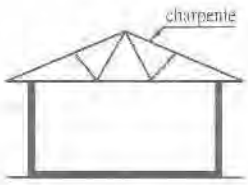
A noter que l'existence d'une dalle en béton armé en toiture, calculée et exécutée suivant les prescriptions du présent guide, est une bonne solution de réalisation d'une maison parasismique. Elle peut aussi jouer, bien entendu, le rôle de "dalle paracyclonique".

6 - Les maisons individuelles doivent comporter au maximum trois niveaux (sous-sol compris).

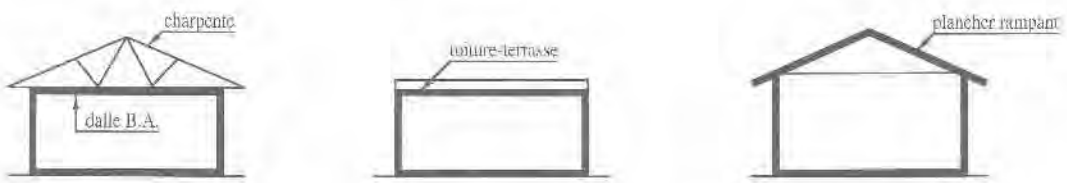
• Dans le cas de toiture légère, ces trois niveaux peuvent se situer au dessus du sol, s'il n'y a pas de sous-sol.

• Dans le cas de toiture lourde, seuls deux niveaux sont admis au dessus du sol (il peut y avoir un sous-sol totalement enterré).

La hauteur totale des trois niveaux ne doit pas dépasser 8 mètres à l'égout de la toiture par rapport au niveau de la semelle de fondation la plus basse. La hauteur d'un étage seul ne doit pas dépasser une hauteur de 2,80 m entre les chaînages horizontaux (fig. 1 - 2 et 1 - 3).



Toiture légère



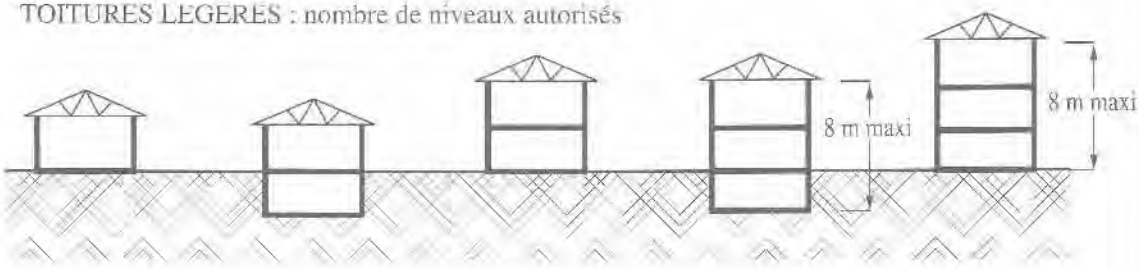
Toiture lourde en béton armé

Figure 1-1 : Types de toitures

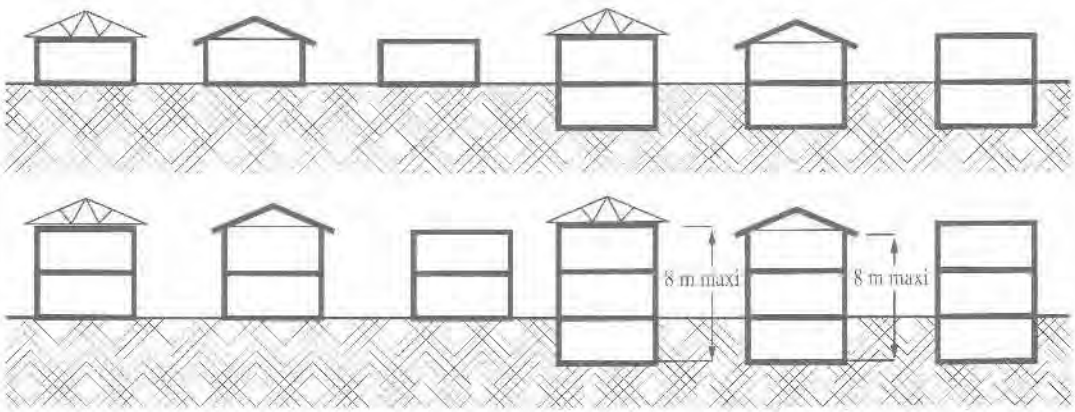
CONSTRUCTION SUR TERRAIN PLAT

- Typologie -

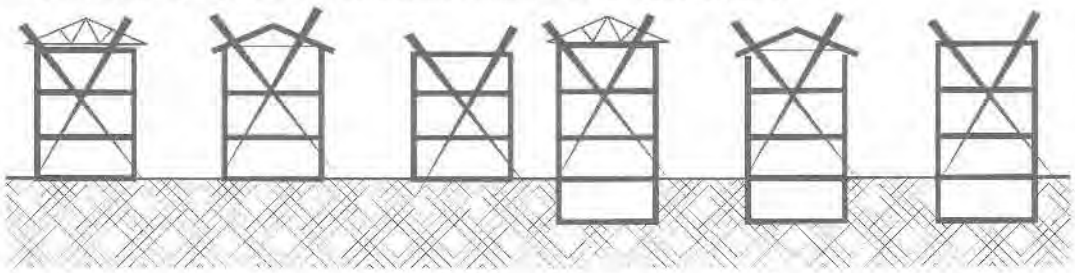
TOITURES LEGERES : nombre de niveaux autorisés



TOITURES LOURDES en béton armé : nombre de niveaux autorisés



TOITURES LOURDES en béton armé : nombre de niveaux INTERDITS



Non Non Non Non Non Non

Figure 1-2 : Niveaux de la maison individuelle (terrain plat)

CONSTRUCTION SUR TERRAIN EN PENTE

- Pente du terrain ≤ 10%: construction autorisée
- 10% < Pente du terrain ≤ 35%: Construction autorisée si la stabilité du terrain est garantie par un B.E.T spécialisé
- Pente du terrain > 35% construction interdite

- Typologie -

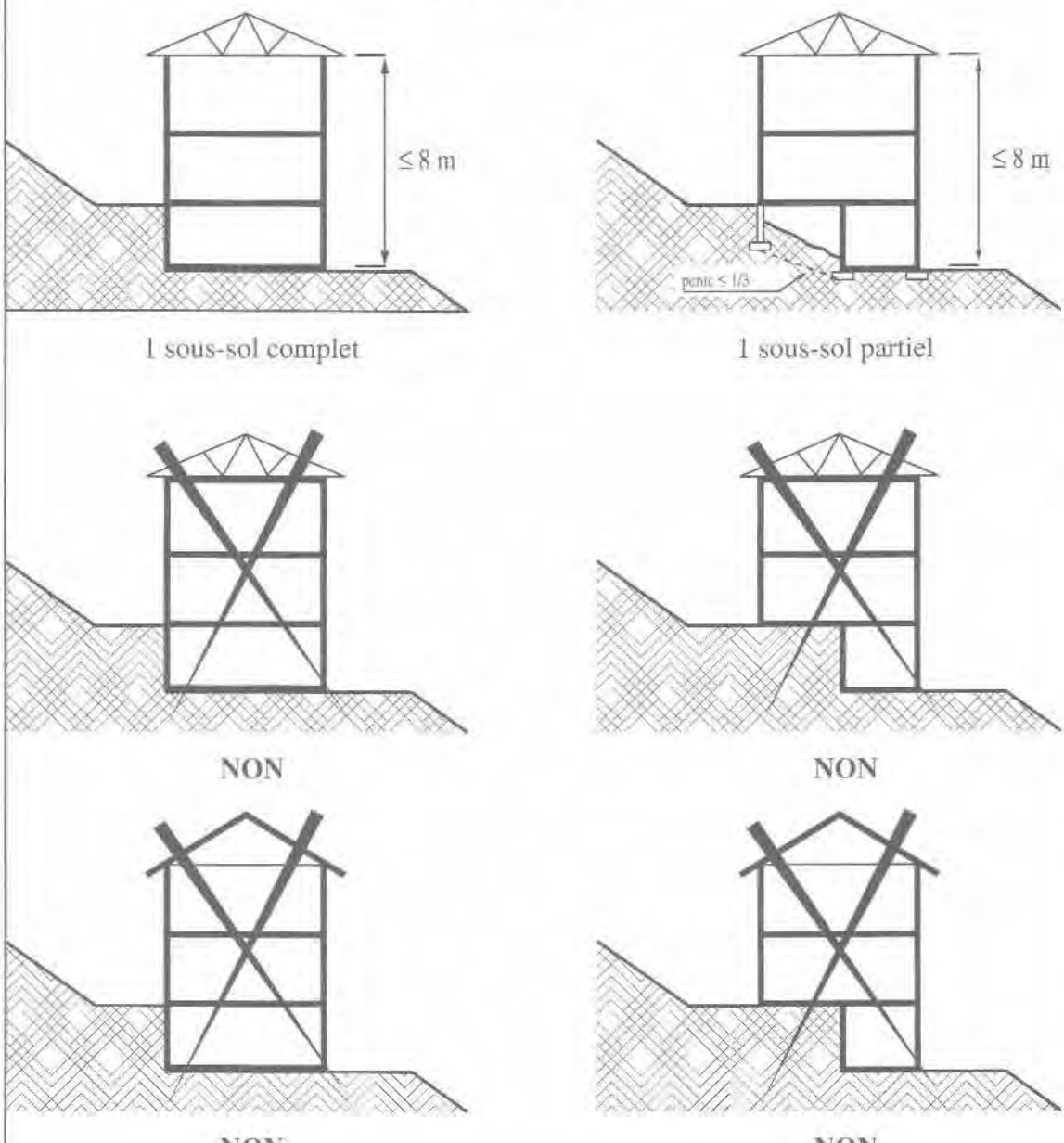


Figure 1-3 : Niveaux de la maison individuelle (terrain en pente)

7 - Adaptation à la pente : toutes les maisons individuelles doivent être édifiées sur des terrains d'inclinaison maximale 20°, c'est-à-dire présentant une pente de moins de 35%, quel que soit le nombre de leurs niveaux.

• Dans le cas où la pente du terrain d'assise de la construction ne dépasse pas 10%, les prescriptions du présent guide s'appliquent sans restriction.

• Dans le cas où la pente est comprise entre 10 et 35%, il est nécessaire de faire procéder à une étude de stabilité du terrain par un bureau d'études spécialisé. Les prescriptions du présent guide sont alors applicables dans le cas où le terrain est jugé stable.

• Dans le cas où la pente est supérieure à 35%, les prescriptions du présent guide ne s'appliquent pas, quel que soit le nombre de niveaux de la maison. Il y a lieu de se référer alors aux règles PS 92.

8 - Dans le cas d'utilisation de puits, le présent guide vise seulement les puits dont la profondeur n'excède pas 1,50 m à partir de la semelle.

9 - L'implantation des maisons individuelles (fig. 1 – 4) doit impérativement être faite à une distance d'au moins 10 mètres :

• d'un rebord de crête (talus ou falaise) dont les pentes sont réputées stables,

• du pied d'un talus ou d'une falaise dont les pentes sont réputées stables.

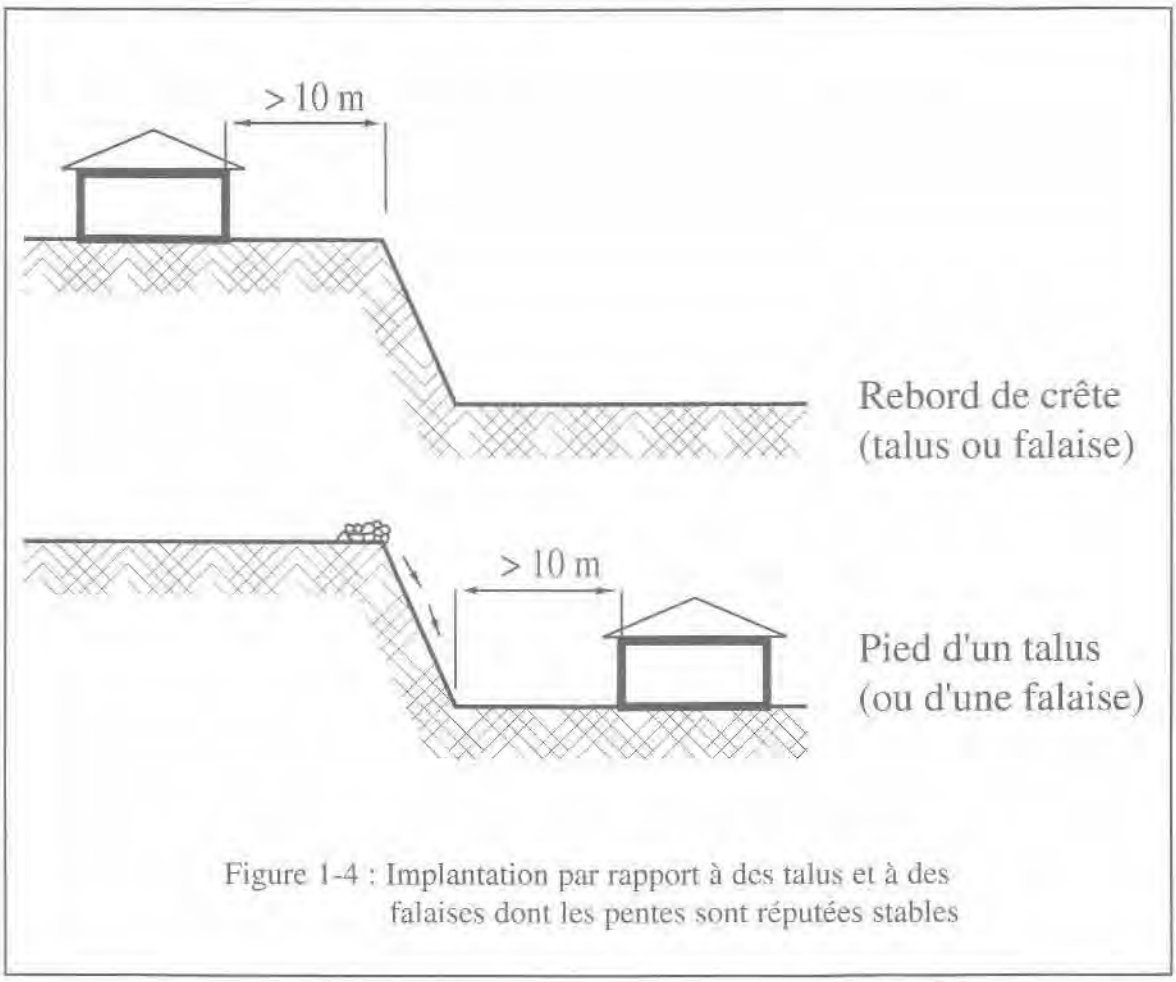


Figure 1-4 : Implantation par rapport à des talus et à des falaises dont les pentes sont réputées stables

10 - Toutes les maisons individuelles doivent être édifiées sur des terrains ne présentant pas de risque de liquéfaction.

11 - Les structures des maisons individuelles envisagées par le présent guide peuvent leur conférer une protection paracyclonique ; **cela n'est pas garanti par le présent guide** et n'exclut pas a priori la vérification à l'action du vent cyclonique de certains éléments par exemple les pignons en maçonnerie, les charpentes, les couvertures et, d'une manière générale, les liaisons et ancrages.

12 - Les plans d'exécution de la maison individuelle doivent être remis au propriétaire et indiquer d'une manière explicite les éléments (panneaux de contreventement) qui assurent la résistance du bâtiment au séisme, car ces éléments ne devront en

aucun cas être modifiés ou percés par la suite.

13 - La portée des porte-à-faux, des auvents, balcons ou loggias doit être au maximum de 1,40 m avec poutres et de 1,00 m sans poutres. Les portées sont comptées au nu du porte-à-faux (fig. 1 – 5 a).

Aucun étage en encorbellement n'est autorisé par le présent guide quelle que soit sa portée (fig. 1 – 5 b).

plans structuraux (verticaux dans le cas des murs, horizontaux dans le cas des planchers). La stabilité des maisons individuelles sous charge sismique, assurée par des portiques en béton armé seuls ou avec remplissage en maçonnerie, est exclue du présent guide.

15 - Les maisons individuelles qui comportent des "poteaux courts" participant au contreventement sont exclues du domaine d'application du présent guide (chap. 3, § 3.2.4).

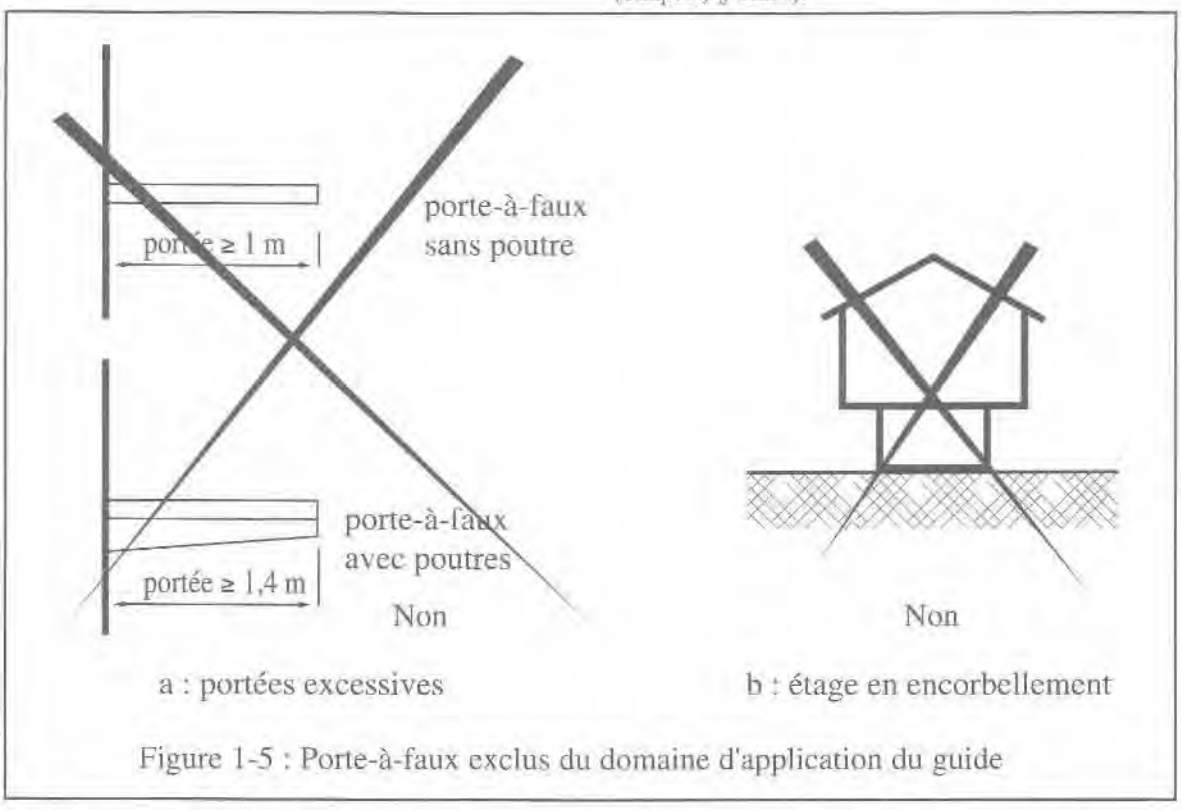


Figure 1-5 : Porte-à-faux exclus du domaine d'application du guide

14 - La structure résistante aux actions sismiques des maisons individuelles doit être constituée par des murs en maçonnerie obligatoirement chaînée ou en béton banché chaîné, qui transfèrent les efforts par des systèmes "bielles-tirants" dans les

16 - Les murs de soutènement visés par le présent guide sont ceux associés à l'ossature (murs périmétriques de sous-sol). Les murs de soutènement isolés doivent être traités par les règles PS 92 (fig. 1 - 6).

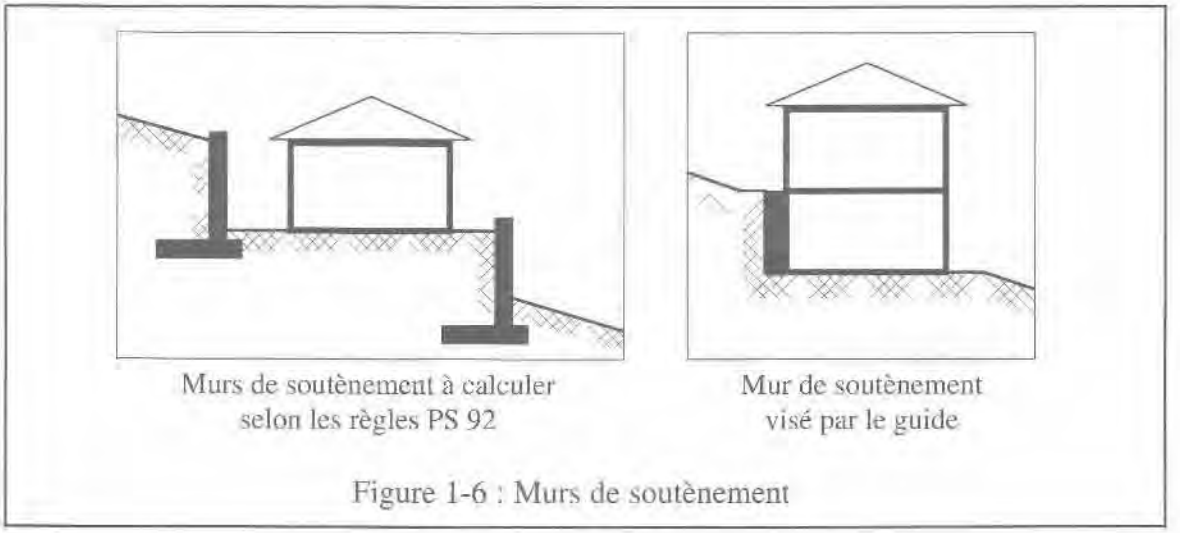


Figure 1-6 : Murs de soutènement

17- Les systèmes constructifs faisant l'objet d'un Avis Technique ministériel (CSTB) sont à utiliser conformément aux prescriptions de l'Avis Technique concerné. Ils sont donc exclus du domaine d'application du présent guide.

1.5 - Cas des modifications ultérieures, après la réception de la maison individuelle

Les travaux réalisés en application du présent guide doivent faire l'objet d'une réception selon la réglementation en vigueur. Toutes les modifications apportées après cette réception sont considérées comme une nouvelle construction qui sort du champ d'application du guide, par exemple :

- la surélévation partielle ou totale d'un ou de plusieurs niveaux,
- la démolition partielle ou totale de panneaux de contreventement,
- la démolition partielle ou totale de dalles de plancher,
- la transformation de combles en étages habitables,
- le rajout de citernes, bassins,
- la réalisation de garages.

Cette limitation concerne toutes les modifications, qu'elles soient soumises ou non à l'obtention d'un permis de construire ou d'une déclaration de travaux.

1.6 - Choix de l'épaisseur de 20 cm pour les murs de contreventement en maçonnerie chaînée

En métropole, les murs de façade en maçonnerie de blocs de béton ou de briques sont réalisés avec une épaisseur minimale de 20 cm conformément au DTU 20-1 et ceci notamment pour assurer une bonne résistance à la pénétration de l'eau.

Aux Antilles, il est d'usage courant de réaliser les mêmes murs porteurs en maçonnerie, soit en blocs de béton creux ou pleins, soit en briques ou en blocs perforés de terre cuite avec une épaisseur minimale de 15 cm.

Aussi dans un premier temps, des calculs de résistance et des essais pour des panneaux de maçonnerie de 15 cm d'épaisseur ont-ils été conduits pour l'élaboration du guide.

Les résultats des essais ont notamment mis en évidence que la résistance des panneaux était liée à celle des joints de mortier qui en constituaient le point faible. Toutes choses égales par ailleurs, le passage d'une épaisseur de panneau de 15 cm à une épaisseur de 20 cm augmente sensiblement cette résistance pour un mortier conforme aux spécifications données ci-après (chapitre 4, § 4.2), réalisé et mis en œuvre selon les règles de l'art.

Par ailleurs, la réalisation de chaînage de 15 cm d'épaisseur conduirait à d'importantes difficultés de mise en œuvre des ferraillages, notamment aux nœuds, et de coulage du béton et laisserait craindre que les conditions d'enrobage minimal des armatures ne seraient peut-être pas toujours respectées sur chantier, conformément aux règles BAEL 91, rappelées au chapitre 4, § 4.4 du présent guide.

Il est précisé qu'il est toujours possible de réaliser des panneaux de contreventement de 15 cm d'épaisseur en voiles de béton armé, chaînés, ou en maçonnerie chaînée d'éléments pleins[1].

Enfin, une perspective d'utilisation de panneaux de contreventement de 15 cm d'épaisseur avec d'autres éléments ou systèmes constructifs en maçonnerie chaînée pourrait être envisagée, mais sous réserve de l'aboutissement d'une procédure d'Avis Technique lancée par des professionnels avec le CSTB.

1 éléments pleins : c'est-à-dire conformément à la norme NF P 06-013, référence DTU règles PS 92, "la pierre, les briques pleines de terre cuite, les blocs pleins de béton, les blocs en béton cellulaire ainsi que les briques et les blocs perforés mis en œuvre avec leurs perforations perpendiculaires au plan de pose."

CHAPITRE 2 : SITES ET SOLS

Les effets engendrés par les tremblements de terre sont de deux natures différentes (fig. 2-1) :

• **Les effets directs** concernent deux phénomènes : d'une part le déplacement sur la faille à l'origine du séisme, qui peut être très dangereux pour les constructions, lorsqu'il atteint la surface ; d'autre part la propagation des ondes sismiques dont l'amplitude et la durée sont très influencées par la géométrie et les propriétés géotechniques du sol situé en dessous du bâtiment. Les sols présentant de mauvaises caractéristiques mécaniques, très répandus aux Antilles, ont en particulier la propriété d'amplifier les mouvements sismiques : on parle alors d'effets de site.

• **Les effets indirects** sont des phénomènes associés à une cause induite par l'ébranlement du sol qui entraîne, sous l'effet des vibrations, une rupture de la cohésion des sols. Les glissements de terrain, la liquéfaction des sols, l'affaissement ou le tassement des terrains sont de tels effets que l'on nomme aussi "effets induits". Les tsunamis (raz-de-marée dus à la propagation d'une onde marine) constituent également un phénomène indirect.

Ces déplacements de sols, d'origines variées, se transmettent aux bâtiments dont le comportement dépend de la conception et de la qualité d'exécution des ouvrages qui les constituent.

2.1 - Choix du site

Les départements de la Guadeloupe et de la Martinique ont fait l'objet d'un programme cartographique, à l'échelle communale de 1/25 000, portant sur les aléas naturels (les "Atlas de Risques Communaux"). Ces documents, d'accès public et à but informatif, peuvent être consultés dans les mairies, ou dans les services de la Direction Départementale de l'Équipement, au même titre que les documents d'urbanismes. Pour les communes des agglomérations de Fort-de-France, Pointe-à-Pitre et Basse-Terre des documents plus précis portant le nom de microzonages, réalisés à l'échelle du 1/10 000, sont également disponibles auprès des mêmes services.

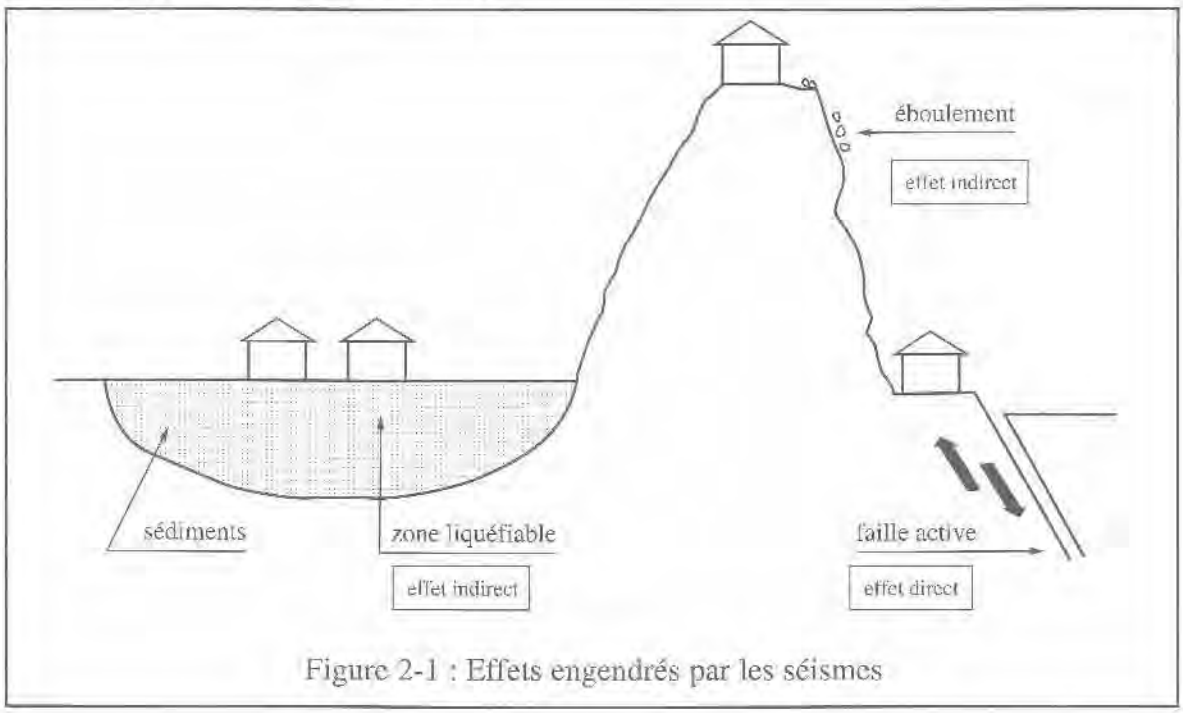


Figure 2-1 : Effets engendrés par les séismes

Tableau 2 -1

Problèmes de site	Commentaires
1- Présence d'une faille active : mouvements différentiels en surface	S'assurer que le site n'est pas traversé par une faille. Au cas où une faille serait reconnue active, pas de construction de maison, ni sur la faille, ni dans une bande de 50 m de largeur de part et d'autre de son tracé précis.
2- Effet de site géotechnique : augmentation de la durée et de l'amplitude de la secousse	Apprécier le type de site (voir tableau 2 - 2), puis adapter le mode de fondations au site. Pour les épaisseurs de sols mous (F1, F2, F3) supérieures à 5 m, un avis géotechnique est obligatoire.
3- Effet de site topographique : amplification de l'action sismique	Les sites avec des pentes supérieures à 35% (inclinaison de 20°) sont exclus du champ d'application du guide : les effets topographiques sont donc exclus. **Pour les pentes supérieures à 35% et les rebords de plateau, on applique les règles PS 92.**
4- Liquéfaction des sols : perte de portance des sols	Consulter les Atlas communaux et microzonages, qui indiquent les zones potentiellement liquéfiables. **En cas d'aléa liquéfaction signalé moyen à fort (ou encore potentiel à présent), un avis géotechnique est obligatoire. Si la liquéfaction est avérée, on applique les règles PS 92.**
5- Mouvements de terrain : glissements de terrain et chutes de blocs	Interdire les rebords et pieds de falaise. Consulter les Atlas communaux et microzonages. En cas d'aléa mouvement de terrain signalé moyen à fort, **un avis géotechnique est obligatoire pour déterminer les dispositions spécifiques à prendre pour appliquer les règles PS 92.**

Pour tout projet nouveau de construction, les terrains où l'un des problèmes de site du tableau 2 - 1 se pose, ne doivent être retenus qu'en dernier recours pour la construction courante, car les dispositions à adopter, en particulier pour les fondations et pour les mesures compensatoires techniquement possibles, conduisent à un surcoût significatif par rapport à celui d'une construction identique sur un site présentant de bonnes conditions de sols.

2.2 - Cas particulier des zones liquéfiables

La construction sur des sols présentant un risque de liquéfaction sort du champ d'application du guide.

Pour apprécier l'aléa liquéfaction sur un site, il faut se reporter en premier lieu aux documents cartographiques communaux, même s'ils ne fournissent tout au mieux que des indications sur la capacité des sols à subir une liquéfaction.

Pour tout projet de construction sur des formations de type F2 ou F3 (tableau 2–2), il est impératif de faire évaluer l'aléa liquéfaction par un bureau d'études spécialisé, qui déterminera la susceptibilité réelle du matériau à se liquéfier, le contexte permettant de dissiper les surpressions interstitielles, les problèmes de stabilité contre lesquels se prémunir, et également les mesures compensatoires envisageables.

En première analyse, on peut évaluer une susceptibilité à la liquéfaction, en utilisant les méthodes qualitatives décrites dans le guide de l'AFPS pour la réalisation des microzonages sismiques. Ces méthodes permettent d'exclure dans certains cas toute potentialité de liquéfaction, et sont avantageuses car de coût limité.

Si nécessaire, c'est-à-dire lorsque les méthodes précédentes laissent supposer une forte susceptibilité, l'estimation complète des potentialités de liquéfaction doit être réalisée par le calcul d'un coefficient de sécurité, déterminable par des essais in situ comme l'essai S.P.T. (Standard Penetration Test).

Dans le cas où la liquéfaction est avérée, il faut déterminer l'épaisseur des sols liquéfiables et leur extension géographique sur le site de projet. Les règles PS 92 doivent être respectées, en veillant à l'application de mesures compensatoires, comme le traitement des sols ou le renforcement des fondations.

Il faut toutefois garder à l'esprit que le fait de

construire sur de telles zones en respectant les règles "PS 92" et en appliquant les mesures compensatoires appropriées entraîne des surcoûts importants ou très importants en regard du coût de la construction d'une maison individuelle.

La construction de maisons individuelles sur ces zones est donc déconseillée.

2.3 - Sols de fondation

On rencontre le plus souvent aux Antilles les formations suivantes

Tableau 2 -2

Type de sol Epaisseur	Nature du sol Portance	Recommandations
• **F1 / PS 92 : groupe c** • formations superficielles • épaisseur 2 à 15 mètres	• argile, limons, remblais • **faibles**	Fondations spéciales si l'épaisseur est supérieure à 5 mètres. Avis géotechnique obligatoire (1)
• **F2 / PS 92 : groupe c** • formations compressibles • épaisseur 2 à 30 mètres	• tourbes, argiles tourbeuses, argiles molles, vases, argiles limono sableuses, limons argilo-sableux : sols les plus défavorables, fréquents dans les zones de mangrove remblayée • **très faibles**	Sites à éviter. Portance très faible. Fondations semi profondes ou profondes obligatoires. **Avis géotechnique obligatoire** (2)
• **F3 / PS 92 : groupe c** • alluvions sableuses • épaisseur 1 à 25 mètres	• sables • **faibles**	Fondations spéciales semi-profondes ou profondes si épaisseur > 5 m. **Avis géotechnique obligatoire** (2)
• **F4 / PS 92 groupe b** • alluvions compactes • épaisseur 1 à 30 mètres	• formations hétérogènes de granulométrie variable • **moyennes**	Portance moyenne : apprécier le mode de fondation au cas par cas. **Avis géotechnique obligatoire** (1)
• **F5 / PS 92 : groupe b** • sols d'altération • épaisseur 5 à 50 mètres	• formations volcaniques altérées, hydrothermalisées et argilisées, argiles de décalcification • **moyennes**	Portance moyenne : apprécier le mode de fondation au cas par cas. **Avis géotechnique obligatoire** (3)
• **F6 / PS 92 : groupe a à b** • tufs • épaisseur 5 à 30 mètres	• tufs calcaires, argiles à blocs calcaires, tuffite argileuse • **moyennes à bonnes**	Portance satisfaisante pour projet courant
• **F7 / PS 92 : groupe a** • formations volcaniques raides peu altérées • épaisseur 5 à 50 mètres	• diverses formations volcaniques • **bonnes**	Conditions optimales pour projet courant
• **F8 / PS 92 : rocher** • substratum fissuré • épaisseur 2 à 80 mètres	• milieu rocheux, volcanique ou calcaire, avec fracturation élevée • **bonnes à très bonnes**	Conditions optimales pour projet courant
• **F9** • substratum sain	• milieu rocheux volcanique ou calcaire • **très bonnes**	Conditions optimales pour projet courant

(1) **définir la portance du sol et le mode de fondation.**

(2) **évaluer le risque de tassement et de liquéfaction.**

(3) **apprécier le risque de glissement et définir le mode de fondation.**

Formations de type F1, F2, F3

• **épaisseur inférieure à 5 m** : des solutions de purge, de traitement, ou de fondations semi-profondes permettent de résoudre la plupart des problèmes de sols de fondation à des coûts limités ;

• **épaisseur comprise entre 5 et 10 m** : les problèmes de portance, de tassements et de liquéfaction doivent impérativement être appréciés ; les fondations seront le plus souvent profondes, pour venir s'ancrer au substratum rocheux ; le coût de ces fondations peut rapidement devenir prohibitif pour un projet de maison individuelle ;

• **épaisseur supérieure à 10 m** : ce type de sols cumule généralement de nombreuses contraintes : présence de nappe, de sols compressibles en forte épaisseur pouvant induire des tassements importants, une faible portance et une grande potentialité de liquéfaction ; ce type de site, très exposé, nécessite, pour tout projet de construction, des investigations importantes et profondes et l'examen systématique des potentialités de liquéfaction ; il sort du champ d'application du présent guide et il y a lieu de se reporter aux règles PS 92.

CHAPITRE 3 : CONCEPTION DES MAISONS INDIVIDUELLES

3.1 - Comportement de la maison individuelle sous séisme

3.1.1 Action du séisme sur les constructions et réponses

Lors d'un séisme, les déplacements du sol engendrent dans la maison individuelle des forces d'inertie. Alors que les éléments solidaires du sol suivent ces déplacements, les parties en élévation ne suivent pas instantanément ces déplacements et il s'ensuit une déformation de la structure (fig. 3 - 1).

Pour un bon comportement (bonne réponse) de

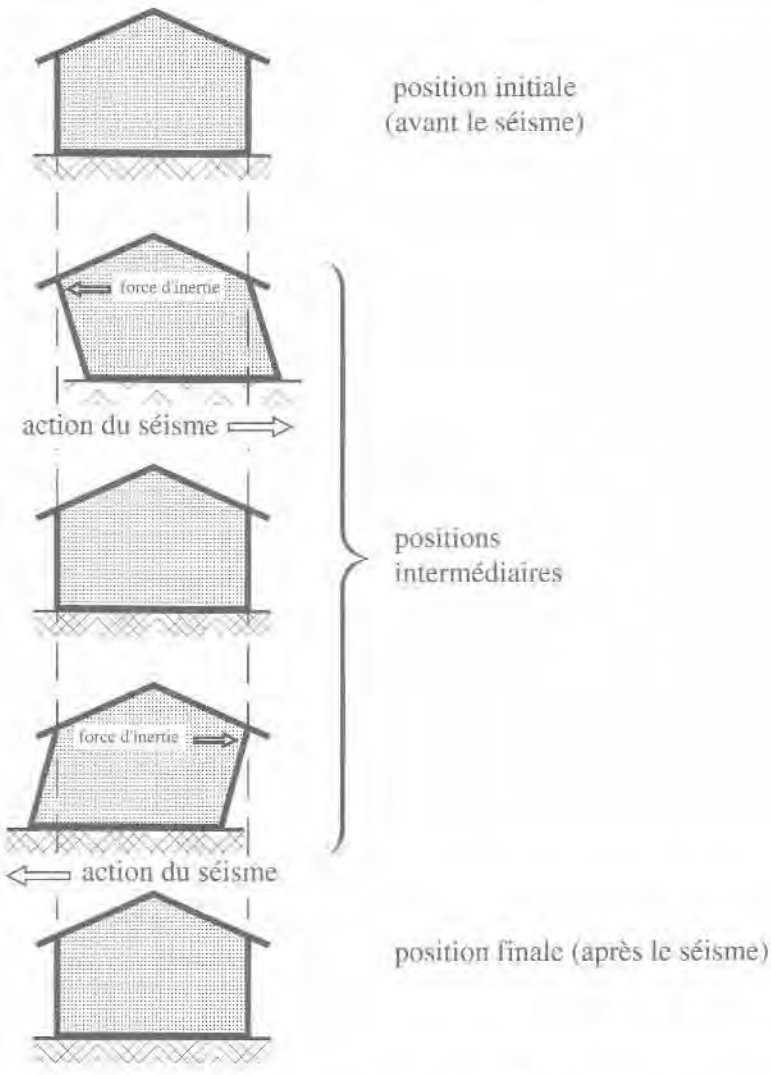


Figure 3-1 : Déformations des parties en élévation d'une maison parasismique

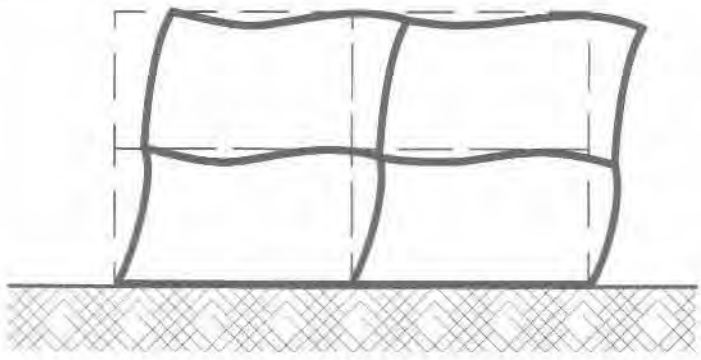
la maison individuelle, celle-ci doit comporter :

• des diaphragmes horizontaux (planchers : cf. chapitre 7),

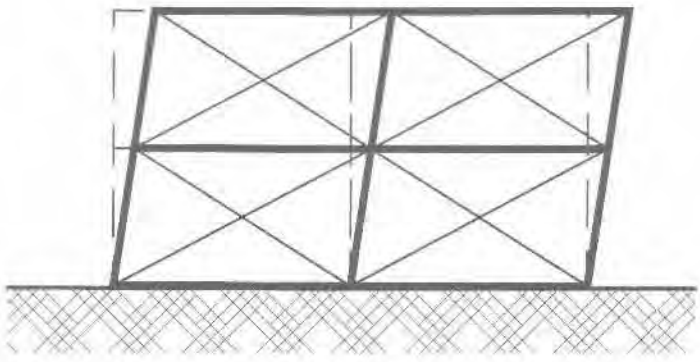
• un nombre suffisant de panneaux de contreventement verticaux (murs : cf. chapitre 5),

• des fondations (cf. chapitre 6) et les liaisons correspondantes.

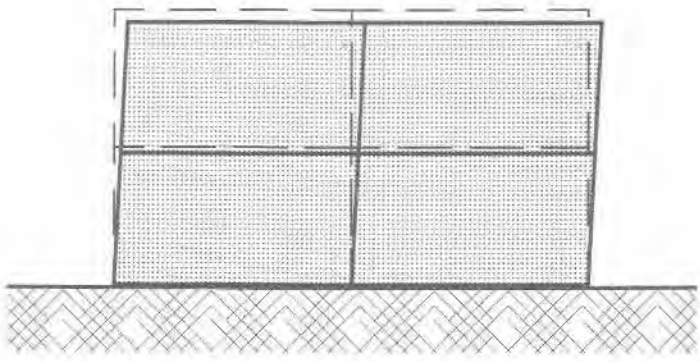
Les déformations varient suivant le type de structure (fig. 3 - 2)



a) Ossature contreventée par portique



b) Ossature contreventée par croix de Saint-André



c) Structure à murs

Figure 3-2 : Déformations selon le type de structure

3.1.2 Exemples de dispositions défavorables à la stabilité de la structure

Certaines dispositions de la structure sont préjudiciables à la bonne tenue de la maison au séisme et ne sont pas envisagées dans le cadre de ce guide. Les exemples suivants montrent le rôle déterminant de ces défauts de conception de la structure.

3.1.2.1 Partie rigide excentrée

La présence au rez-de-chaussée d'une manière excentrée de murs rigides n'autorisant pratiquement pas de déplacement peut provoquer, sous une action sismique, une torsion d'axe vertical : la sollicitation des poteaux d'angle est très importante pouvant même se traduire par leur ruine (cf. fig. 3 - 3).

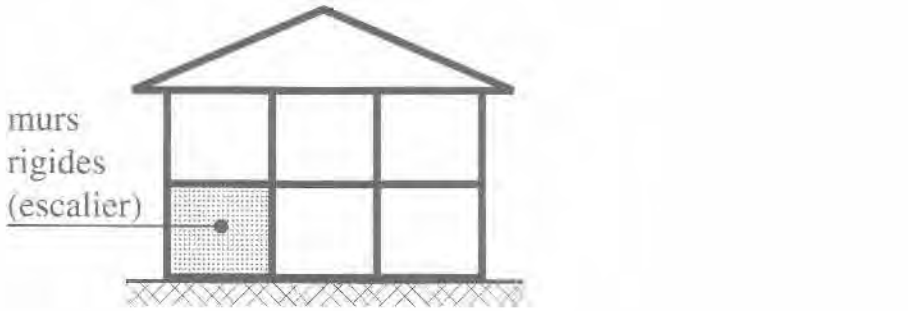


Figure 3-3 : Partie rigide excentrée (cage d'escalier, par exemple)
(Cas exclu du domaine d'application du guide)

3.1.2.2 Portiques au rez-de-chaussée et murs à l'étage

La maison comporte une structure en portique (souple) au rez-de-chaussée et une structure en murs (rigide) à l'étage. En cas de séisme, l'effondrement risque de se produire par excès de déplacement de la partie supérieure de la maison et non par dépassement de la résistance de la structure porteuse (cf. fig. 3 - 4).

3.1.2.3 Semelles isolées non reliées par longrines

Les semelles isolées non reliées par des longrines peuvent sous une action sismique présenter des déplacements indépendants, susceptibles d'entraîner des désordres graves, voire l'effondrement de la maison. Il est donc indispensable que chaque semelle isolée soit reliée par un réseau croisé de longrines selon les deux directions principales du bâtiment (fig. 3 - 5).

3.1.2.4 Poteaux courts

Considérons (fig. 3 - 6) deux poteaux présentant des sections géométriques et des caractéristiques mécaniques identiques : un poteau amont d'une longueur l et un poteau aval d'une longueur $2\,l$.

En soumettant la superstructure à une charge horizontale de 900 kg, le poteau amont (le plus court) subit une charge de 800 kg alors que le poteau aval ne subit qu'une charge de 100 kg.

Dans le cas d'un terrain en pente, et d'une maison sur « pilotis », les charges sismiques s'exercent sur

les poteaux les plus courts, les plus raides. Il s'ensuit un phénomène de torsion d'axe vertical de la construction engendrant le cisaillement des poteaux les plus courts pouvant entraîner l'effondrement de la maison. (fig. 3 - 7).

Si la longueur libre des poteaux est réduite par des murs de remplissage partiel en maçonnerie, la partie libre est davantage sollicitée et la rupture

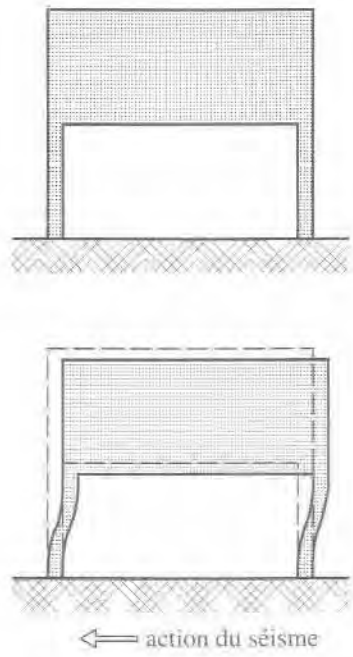


Figure 3-4 : Portique au rez-de-chaussée et murs à l'étage (cas exclu du domaine d'application du guide)

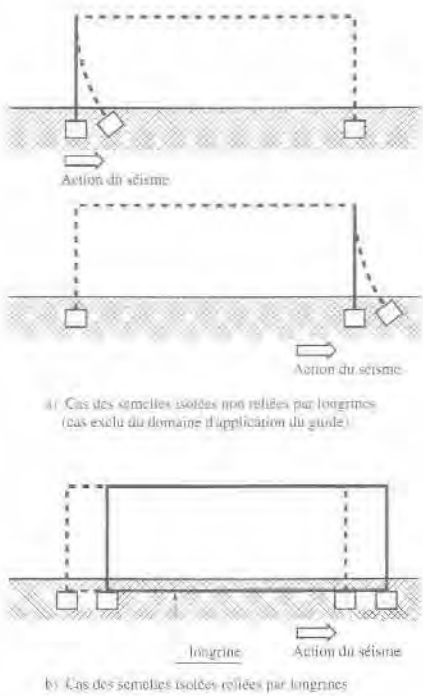


Figure 3-5 : Interaction entre l'action du séisme et la maison

s'effectue par cisaillement (fig. 3 - 8).

La solidarisation de la volée d'un escalier et d'un poteau entraîne le fonctionnement en "poteau court" d'une partie de ce poteau. Il est donc conseillé de laisser un joint d'au moins 2 cm entre le poteau et la volée d'escalier (fig. 3 - 9).

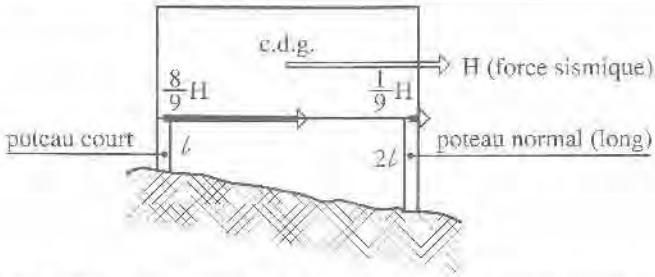


Figure 3-6 : Transfert des efforts d'un poteau normal (long) vers un poteau court

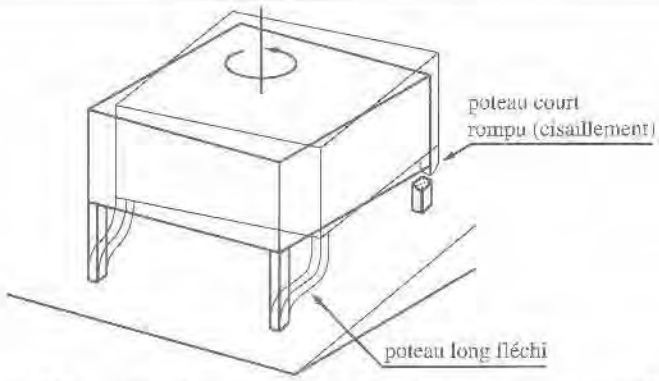
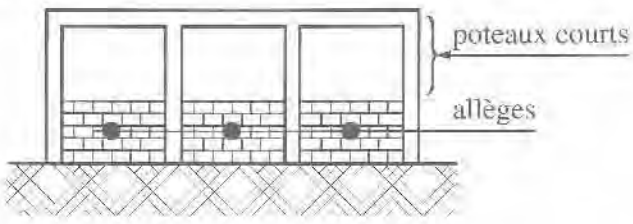
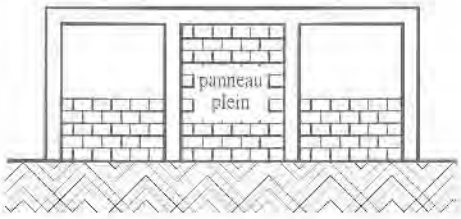


Figure 3-7 : Effets de torsion dus à la présence d'un poteau court côté amont (cas exclu du domaine d'application du guide)



a) Contreventement par portique et remplissage ultérieur par des allèges en maçonnerie (cas exclu du domaine d'application du guide)



b) Contreventement par panneau plein de maçonnerie chaînée (cas traité par le guide)

Figure 3-8 : Présence des allèges

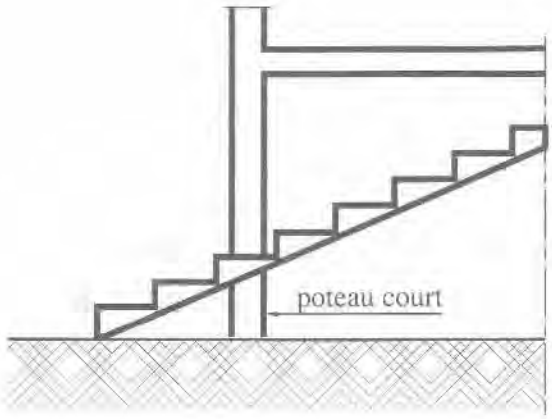


Figure 3-9 : Fonctionnement en "poteau court" en cas de solidarisation d'une volée d'escalier avec un poteau
(cas exclu du domaine d'application du guide)

3.2 - Contreventement

3.2.1 Définition

Les maisons individuelles concernées par le présent guide sont celles dont la résistance vis-à-vis de l'action sismique est assurée par des murs porteurs désignés sous le nom de "panneaux de contreventement".

Seules sont envisagées dans le présent guide les "maçonneries chaînées", c'est-à-dire les murs dont la résistance est assurée par la maçonnerie en collaboration avec les chaînages suivant un modèle structural de type "bielles-tirants" (§ 5.2 et annexe B3).

Dans un bâtiment, on distingue les murs porteurs, les murs non porteurs et les cloisons :

• les murs porteurs constituent les murs extérieurs et intérieurs du bâtiment qui assurent une fonction porteuse vis-à-vis des charges verticales, certains pouvant participer au contreventement (§ 5.1.1 : panneaux de contreventement),

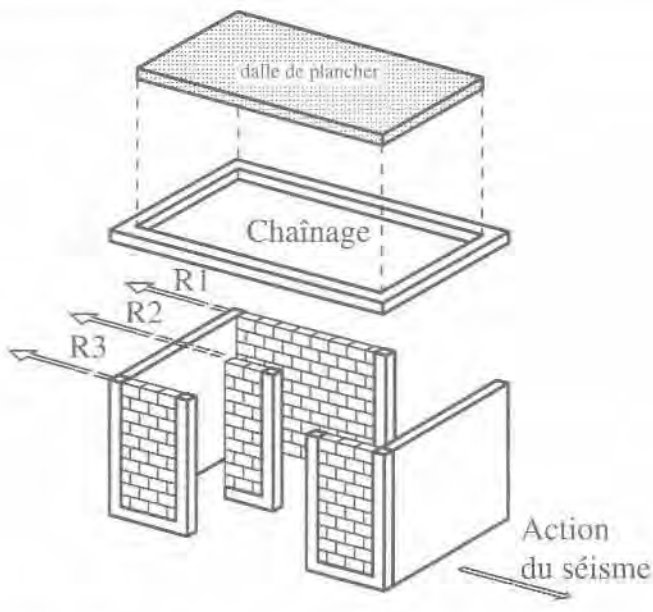


Figure 3-10 : Distribution de l'effort sismique du plancher aux panneaux de contreventement

• les cloisons n'ont de fonction ni porteuse, ni de contreventement.

Nota : Les murs à ossature en béton armé dans lesquels la maçonnerie constitue un remplissage ultérieur de l'ossature ne sont pas visés par le présent guide.

3.2.2 Principe du contreventement

La transmission des forces sismiques horizontales et verticales s'effectue des planchers aux panneaux de contreventement (fig. 3 - 10) puis des panneaux de contreventement aux fondations (fig. 3 - 11).

Ce principe de contreventement implique que :

a) les planchers et la toiture soient conçus et dimensionnés de manière à présenter une rigidité suffisante eu égard à leur déformabilité en plan (fonction diaphragme) ;

• de transmettre en ligne directe les efforts verticaux apportés par la toiture et les planchers jusqu'aux fondations.

3.2.3 Rôle des chaînages

Le rôle des chaînages est double (annexes B2 et B3 et fig. 3 - 12) :

• ils constituent, pour les panneaux de contreventement, dans le modèle "bielles-tirants" adopté, les "membrures" et les "montants" de la poutre en treillis qu'ils forment avec les parties maçonnées ;

• ils jouent le rôle de "tendeurs" et de "tirants" pour le plancher dans ses fonctions diaphragme et liaison.

De ce fait, les chaînages forment avec leurs armatures un réseau tendu, rendu mécaniquement

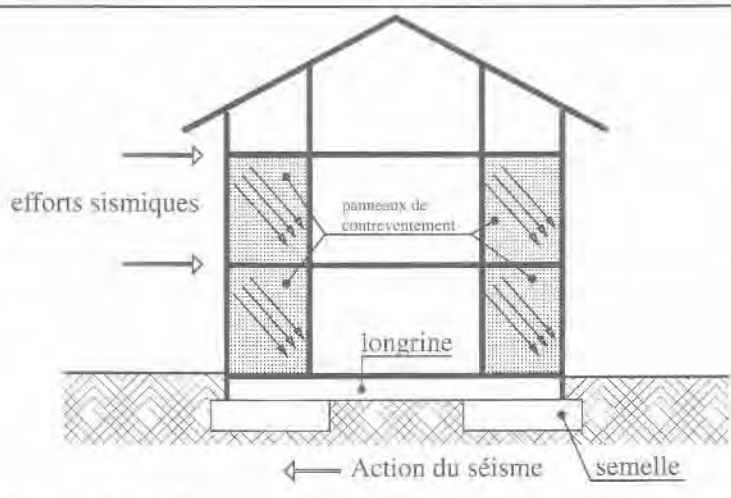


Figure 3-11 : Transmission de l'effort sismique des panneaux de contreventement aux fondations

b) les liaisons entre les éléments du contreventement de la structure soient dimensionnées pour assurer le transfert des efforts entre eux (fonction liaison) ;

c) les panneaux de contreventement soient disposés et dimensionnés pour transmettre jusqu'aux fondations les efforts qui leur sont transmis par la toiture et les planchers ;

d) les panneaux de contreventement ne comportent ni baie ni ouverture.

Leur implantation doit avoir pour objet :

• d'assurer suivant les deux directions horizontales orthogonales de la construction une distribution sensiblement symétrique des raideurs et des masses.

continu par la mise en place de liaisons à leurs intersections.

Dans le plan du plancher, le chaînage périphérique horizontal joue à la fois le rôle de tirant pour sous-tendre la voûte de décharge et de tendeur pour remonter les efforts au droit des panneaux de contreventement.

Dans le panneau de contreventement, le chaînage périphérique joue un rôle de montant et de membrure.

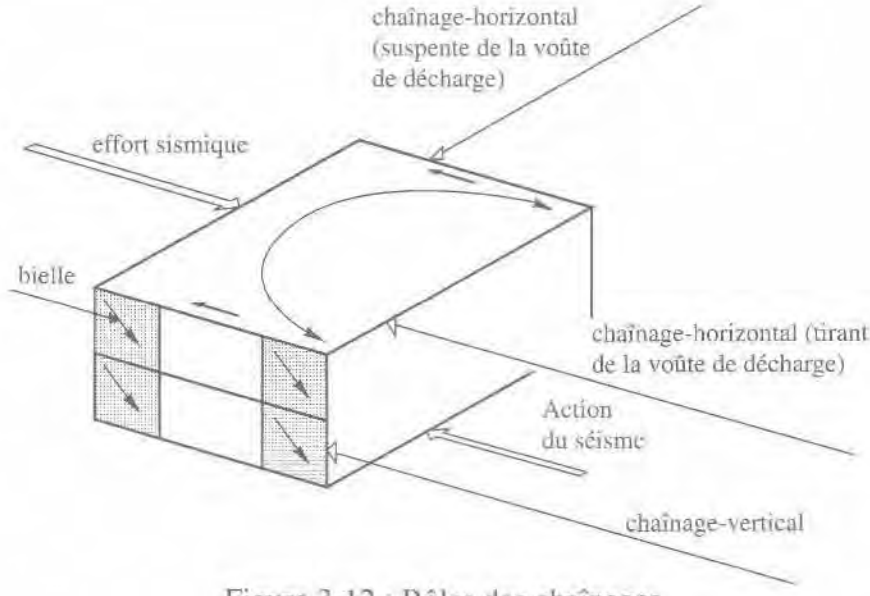


Figure 3-12 : Rôles des chaînages

3.3 - Configuration de la maison individuelle

3.3.1 Configuration en plan

La disposition des panneaux de contreventement est fonction de la configuration en plan du bâtiment.

Pour un meilleur comportement et une plus grande efficacité du contreventement, il y a lieu de respecter les conditions suivantes :

1- Le contreventement doit être placé en priorité sur le contour extérieur du bâtiment ; en cas de véranda ou de porte-à-faux, le contreventement est assuré par des murs porteurs (fig. 3 - 13).

2 - Il faut prévoir au minimum deux panneaux de contreventement par direction principale du bâtiment. Ces panneaux sont disposés obligatoirement dans deux plans parallèles à une distance minimale de deux tiers de la longueur de la façade perpendiculaire à ces plans (fig. 3 - 14). Dans le cas de plus de deux panneaux, la distance entre les deux panneaux les plus éloignés doit être supérieure aux 2/3 de la longueur de la façade perpendiculaire à ces plans.

Le bâtiment doit donc présenter une configuration sensiblement symétrique vis-à-vis des sections des panneaux de contreventement ; de plus le rapport des longueurs des façades doit être tel que : $0,4 < a/b < 2,5$ (fig. 3 - 15).

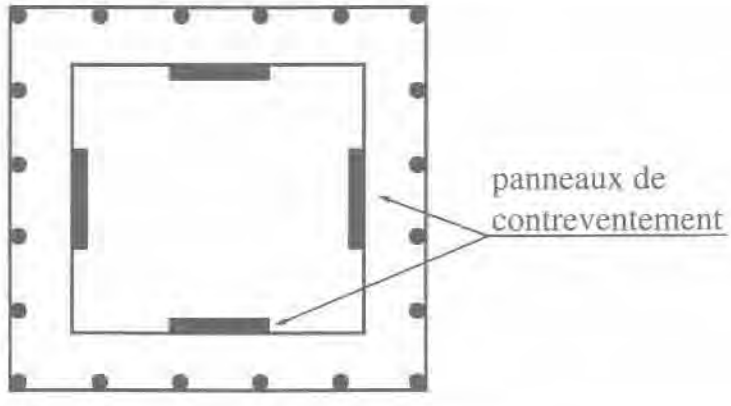


Figure 3-13 : Position du contreventement

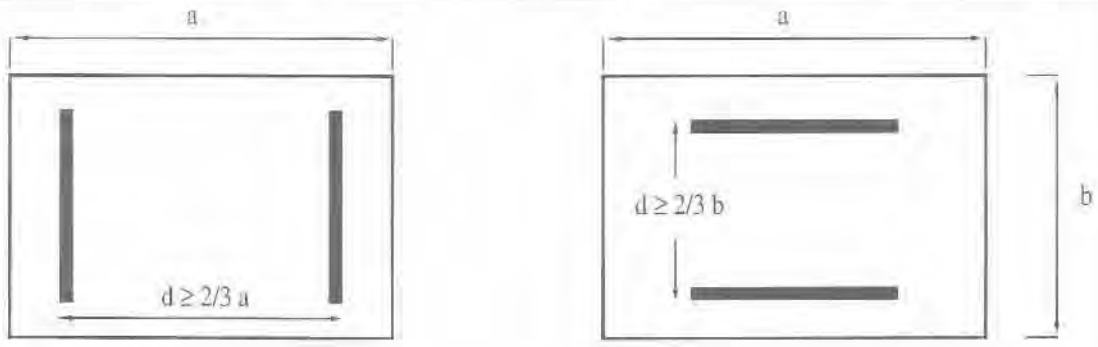


Figure 3-14 : Espacement minimal des panneaux de contreventement extrêmes

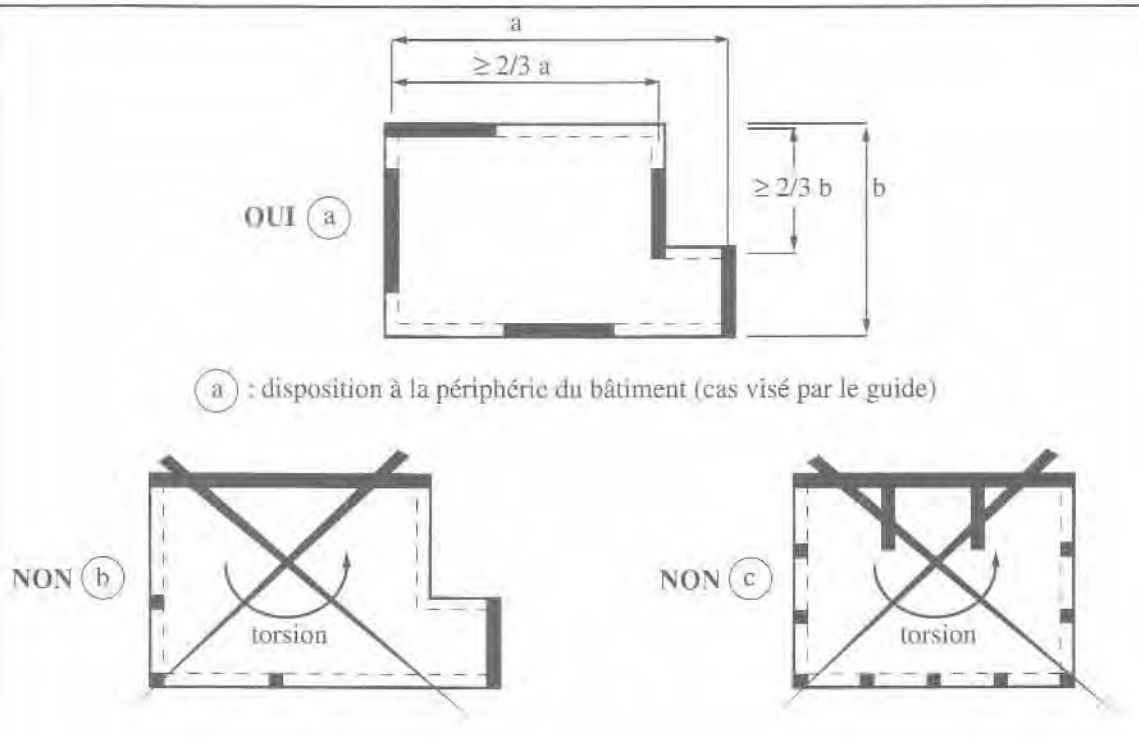


Figure 3-15 : Disposition des panneaux de contreventement

3 - La distance minimale entre deux panneaux de contreventement parallèles ne doit pas être inférieure à 1/5ème de la longueur de la façade (cf. fig. 3 - 16).

4 - Tous les panneaux de contreventement d'un étage dans une même direction devant être de même nature et de même épaisseur, le rapport des longueurs de tous les panneaux pris deux à deux doit toujours être situé entre 0,9 et 1,10 (fig. 3 - 17).

En cas de panneaux de contreventement situés dans un même plan vertical, c'est la somme des deux sections correspondantes qui est prise en compte pour vérifier les rapports précédents.

Les limites de ces rapports peuvent être élargies à 0,8 et 1,20 si, dans la direction orthogonale, on dispose des panneaux de contreventement de même section sur chaque façade (fig. 3 - 18).

5 - Dans le cas particulier d'un sous-sol comportant un mur de soutènement en béton armé côté amont, le contreventement peut être assuré par ce mur et

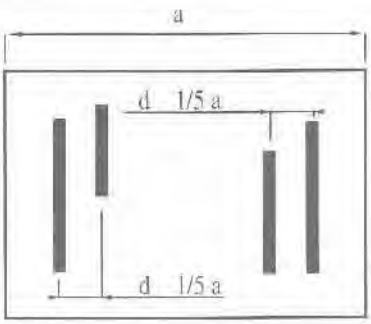
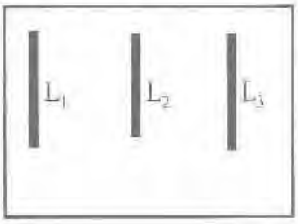


Figure 3-16 : Espacement minimal entre panneaux parallèles de contreventement



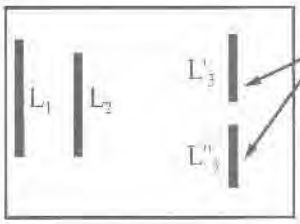
L_1/L_2 1,1

L_2/L_3 0,9

L_3/L_1 0,9

etc.

a) Panneaux situés dans des plans parallèles



$L_3 = L'_3 + L''_3$

L_3/L_1 1,1

L_2/L_3 0,9

b) Panneaux situés dans le même plan

Figure 3-17 : Longueurs relatives des panneaux de contreventement

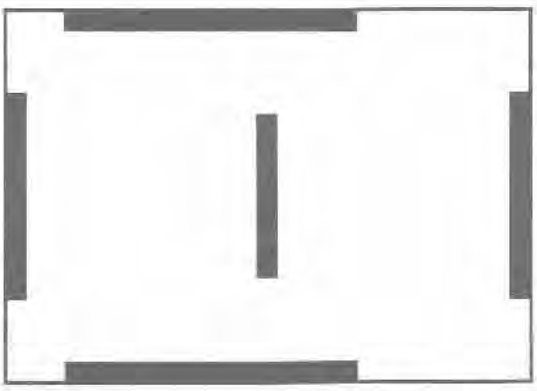


Figure 3-18 : Disposition de panneaux de contreventement perpendiculaires

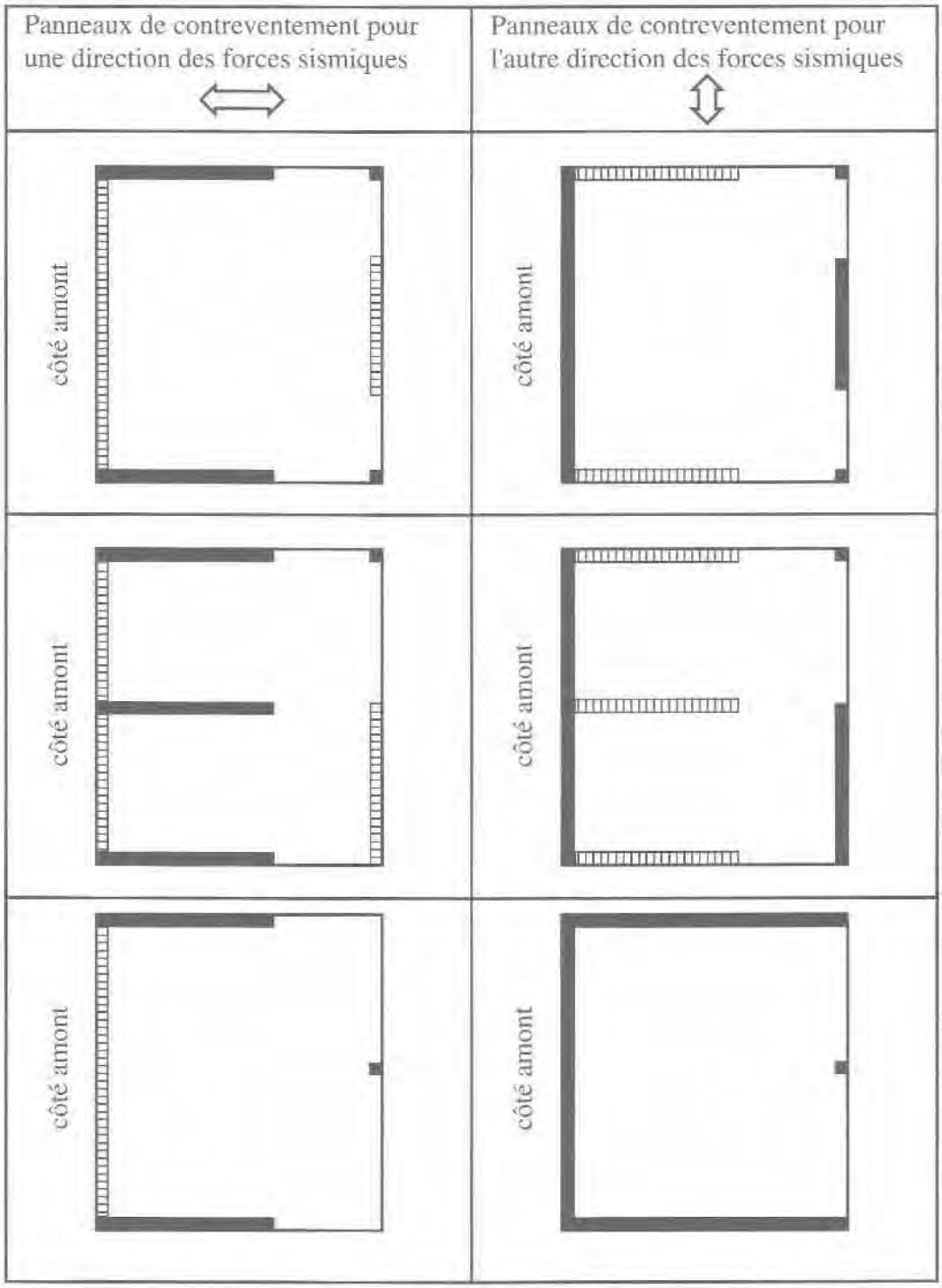


Figure 3-19 : Contreventement dans le cas d'un mur de soutènement (côté amont)

par celui ou ceux toujours en béton armé disposés parallèlement côté aval, dans les conditions suivantes (fig. 3 - 19) :

• le rapport de leurs longueurs **L** doit être :
L amont/ **L** aval ≤ 2

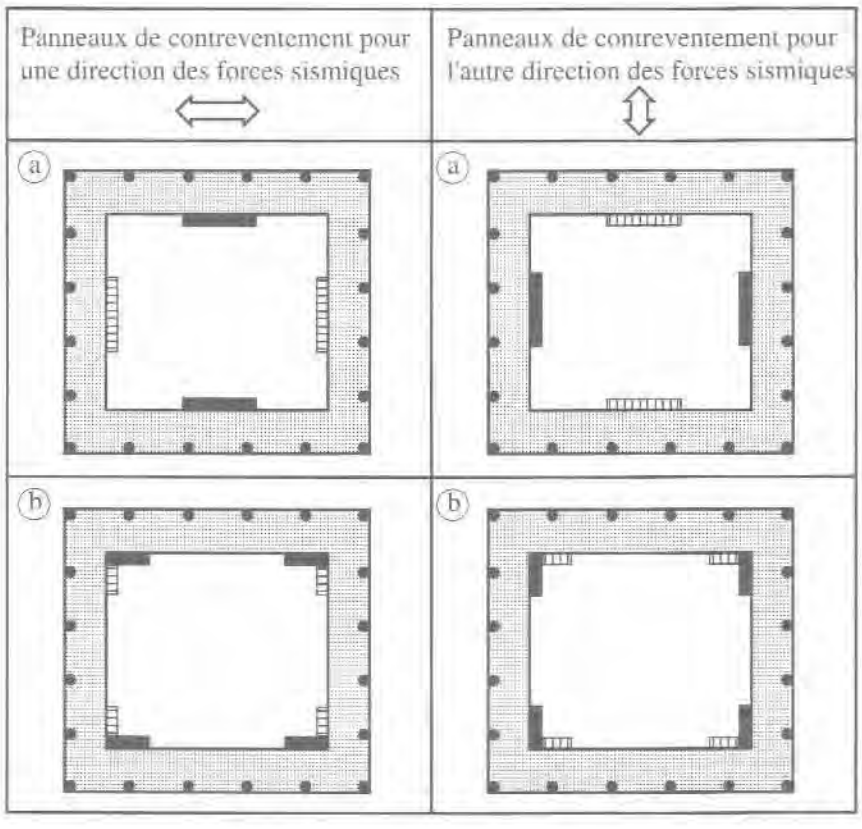
• dans la direction perpendiculaire on doit disposer en façades dans le sens de la pente, des panneaux de contreventement toujours en béton armé, égaux et d'une longueur au moins égale à la demi longueur de ces façades.

On peut se dispenser du mur aval à condition de disposer dans la direction perpendiculaire, en façades dans le sens de la pente, d'au moins deux panneaux de contreventement toujours en béton armé et régnant sur toute la longueur des façades.

6 - Des exemples de dispositions en plan des panneaux de contreventement sont présentés sur les figures 3 - 20, 3 - 21, 3 - 22, 3 - 23 et 3 - 24.

Les panneaux de contreventement sont disposés de préférence en façade : on peut les disposer au milieu des façades (fig. 3 - 21) ou mieux encore aux angles du bâtiment. Cette seconde disposition présente l'avantage de récupérer directement les poussées engendrées par la voûte de décharge du plancher (fig. 3 - 12).

Différentes positions de panneaux de contreventement en fonction de la position et de la forme de la véranda sont présentées sur la figure 3 - 21.



a) position au milieu des façades
b) position aux angles

Figure 3-20 : Disposition des panneaux de contreventement dans un bâtiment avec vérandas sur les 4 façades (maison à simple rez-de-chaussée)

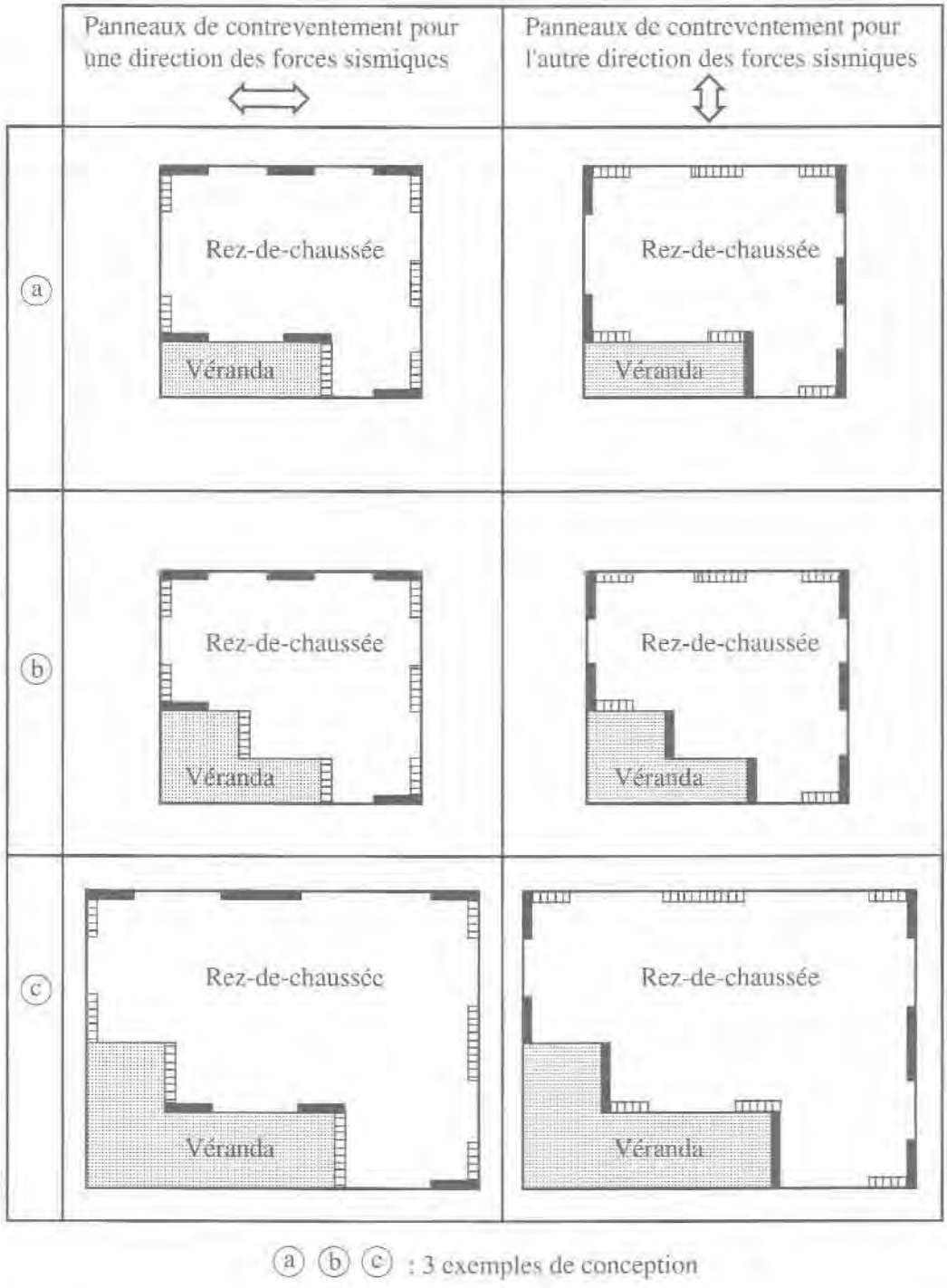


Figure 3-21 : Disposition des panneaux de contreventement dans un bâtiment avec véranda située dans un angle de la maison à simple rez-de-chaussée

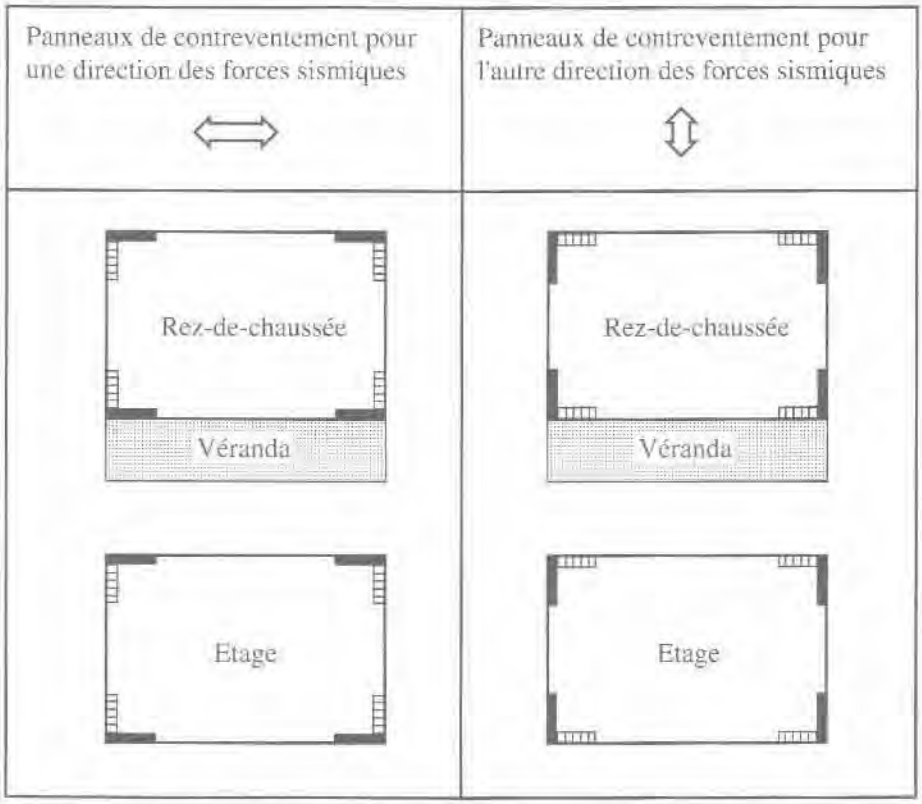


Figure 3-22 : Exemples de panneaux de conteventement dans le cas d'une maison à un étage, avec rez-de-chaussée comportant une véranda sur toute une façade

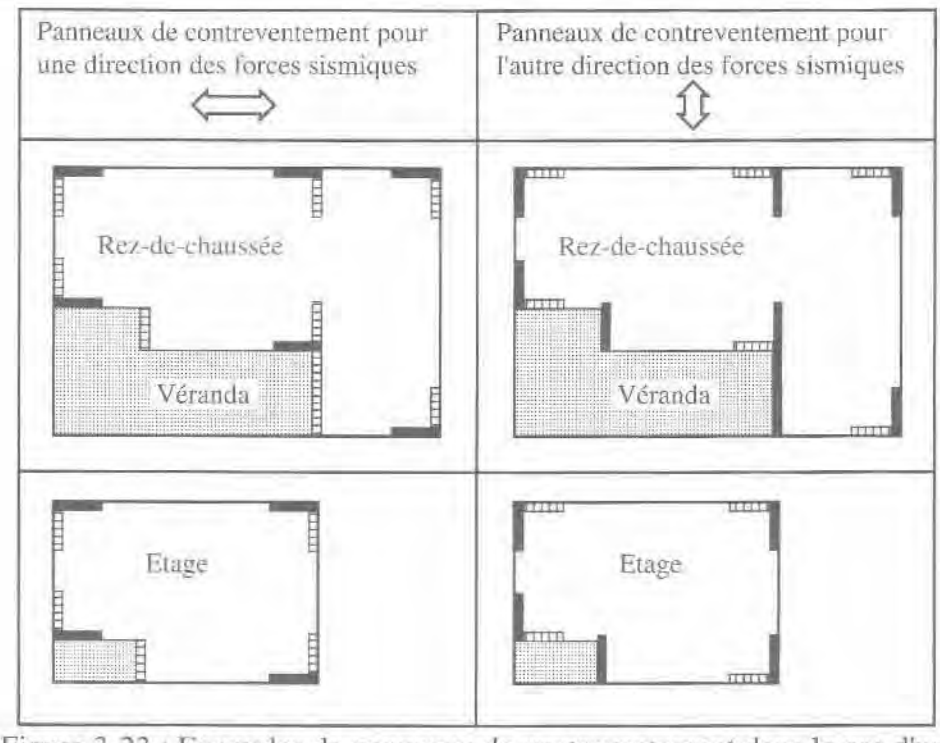


Figure 3-23 : Exemples de panneaux de contreventement dans le cas d'une maison à un étage, avec rez-de-chaussée comportant une véranda en angle

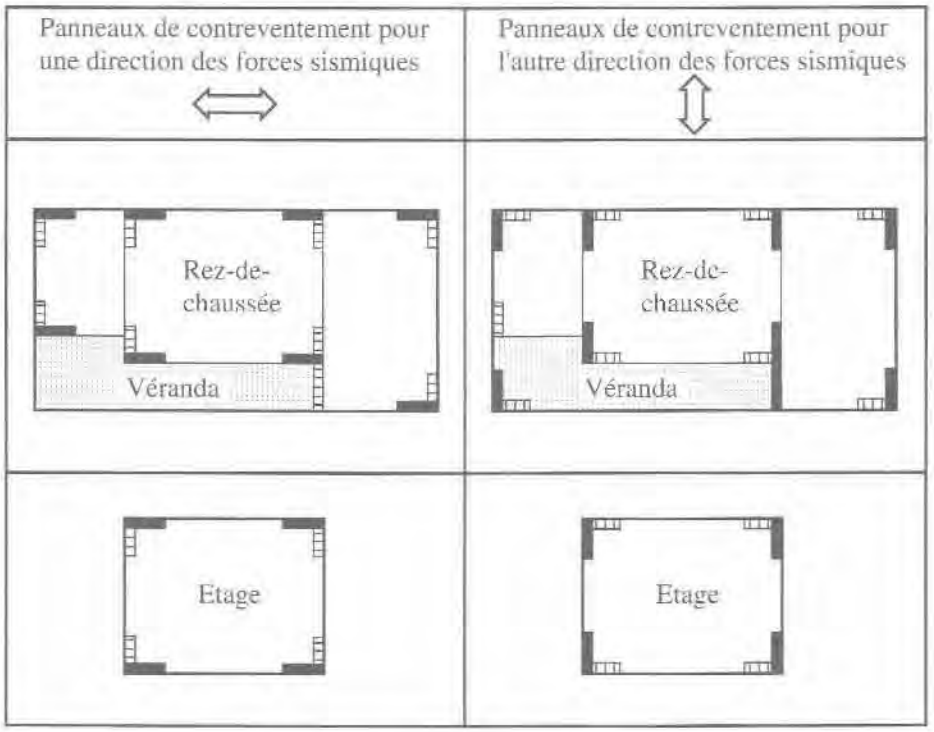


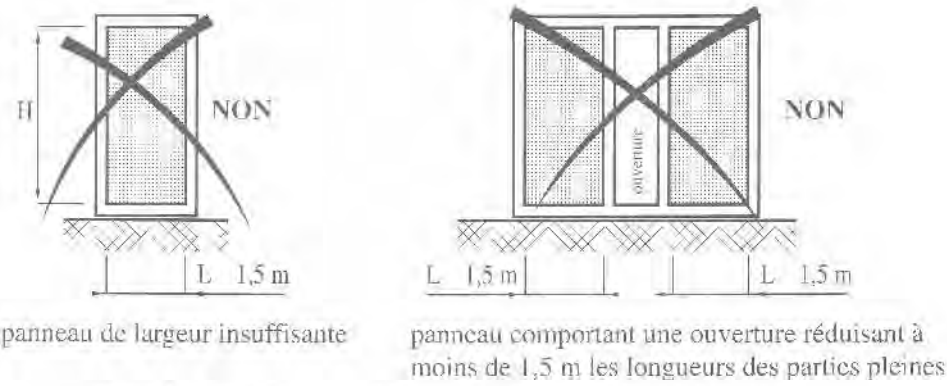
Figure 3-24 : Exemples de panneaux de contreventement dans le cas d'une maison à un étage, avec rez-de-chaussée plus large

3.3.2 Configuration en élévation

Les murs porteurs ne peuvent être pris en compte comme panneaux de contreventement que si le rapport de leur hauteur H (hors chaînage) à leur longueur L (hors chaînage) est compris entre 0,6 et 2 : $\mathbf{0{,}6 \leq H / L \leq 2}$ (fig. 3 - 25) sous réserve du respect des conditions du paragraphe 5.4.2 c, sachant que H est inférieure ou égale à 2,80 m.

Aucun panneau de contreventement ne doit avoir une longueur inférieure à environ 1,50 m entre axes des chaînages verticaux. Les murs porteurs d'une longueur inférieure à 1,50 m (trumeaux) ne sont donc pas considérés comme participant au contreventement.

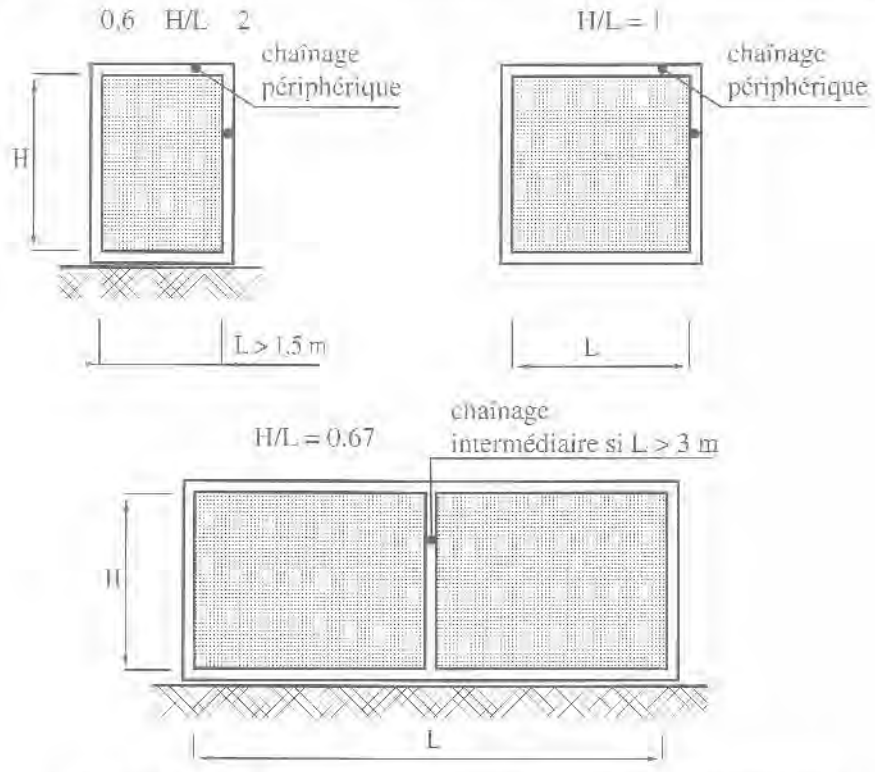
Dès que la longueur L de la maçonnerie du panneau dépasse 3 m, il y a lieu de prévoir un chaînage vertical intermédiaire identique aux autres chaînages.



panneau de largeur insuffisante

panneau comportant une ouverture réduisant à moins de 1,5 m les longueurs des parties pleines

a) Cas des murs porteurs ne participant pas au contreventement



b) Cas des murs porteurs (panneaux) participant au contreventement

Figure 3-25 : Longueur et élancement des panneaux de contreventement

Dans le cas où un mur porteur a une longueur supérieure à 1,67 x H, on considérera comme panneau de contreventement une longueur 1,67 x H de ce mur avec le chaînage vertical correspondant ; la partie de mur supplémentaire sera chaînée horizontalement par le prolongement du chaînage du panneau de L = 1,67 x H et terminée par un chaînage vertical d'extrémité de même section que les chaînages du panneau.

Cependant, pour l'application de la condition n° 4 du § 3.3.1, on prendra en compte la totalité de ce mur porteur pour assurer une certaine symétrie des éléments de contreventement et limiter les effets de torsion.

Le nombre de panneaux de contreventement nécessaires à la résistance d'un bâtiment de plusieurs niveaux doit être constant sur toute la hauteur d'un bâtiment :

Un panneau de contreventement doit toujours avoir la même dimension sur toute la hauteur de la maison (fig. 3 - 26).

Pour les dispositions détaillées d'assemblage des panneaux, se reporter au chapitre 5.

Les charges verticales doivent se transmettre en ligne directe jusqu'à la fondation (fig. 3 - 27).

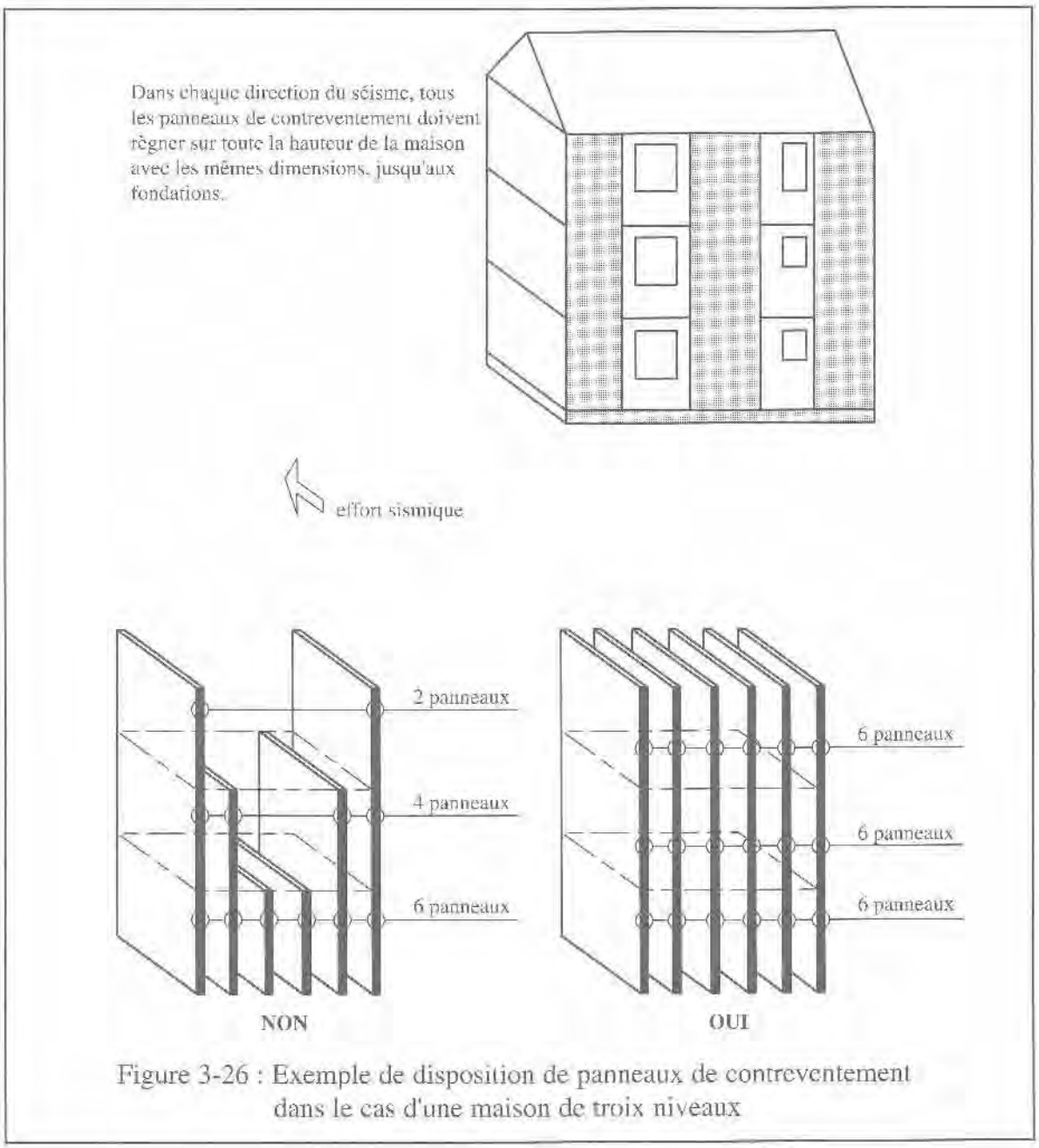


Figure 3-26 : Exemple de disposition de panneaux de contreventement dans le cas d'une maison de trois niveaux

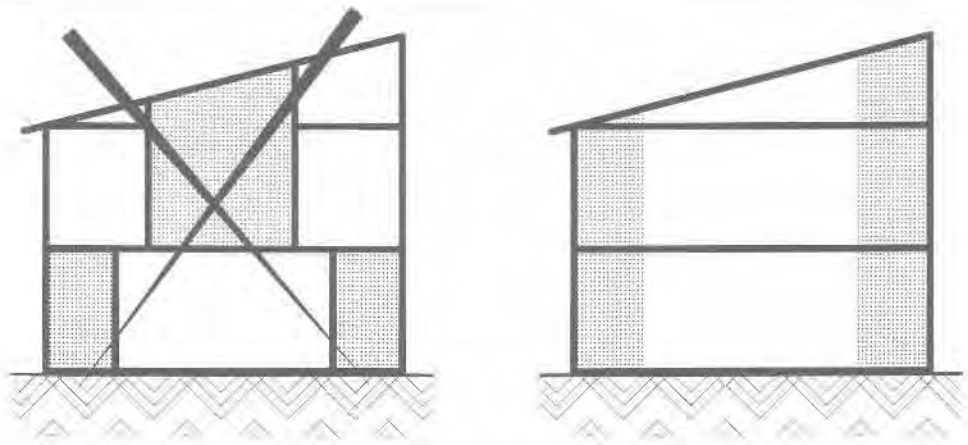


Figure 3-27 : Superposition des panneaux de contreventement

On réalise souvent un vide sanitaire pour plusieurs raisons :

- mise à l'abri de l'humidité et des eaux de ruissellement,
- ventilation de l'espace sous le plancher bas du rez-de-chaussée,
- protection vis-à-vis des insectes, rongeurs, etc.
- protection contre l'effet des argiles gonflantes qui sont fréquemment rencontrées.

Il est impératif d'éviter les "poteaux courts" participant au contreventement en disposant des murs sur toute la hauteur du vide sanitaire (fig. 3 - 28).

Dans le cas d'un sous-sol partiel, il faut aussi assurer la continuité du contreventement se trouvant au rez-de-chaussée (fig. 3 - 29).

Une autre possibilité d'adaptation architecturale est de "coller au terrain" (fig. 3 - 30).

3.3.3 Forme de la toiture

En cas de toiture légère, il est vivement conseillé de mettre en œuvre une toiture à quatre versants.

3.3.4 Espacement entre bâtiments

Les joints parasismiques sont des espaces libres qui doivent assurer l'indépendance complète des maisons qu'ils délimitent. En règle générale, il n'est pas nécessaire de les poursuivre en fondation.

Les joints doivent être soigneusement débarrassés de tout matériau et être protégés durablement contre l'introduction de corps étrangers susceptibles d'en altérer le fonctionnement.

La largeur des joints parasismiques entre deux maisons ne doit pas être inférieure à 6 cm (fig. 3 - 31).

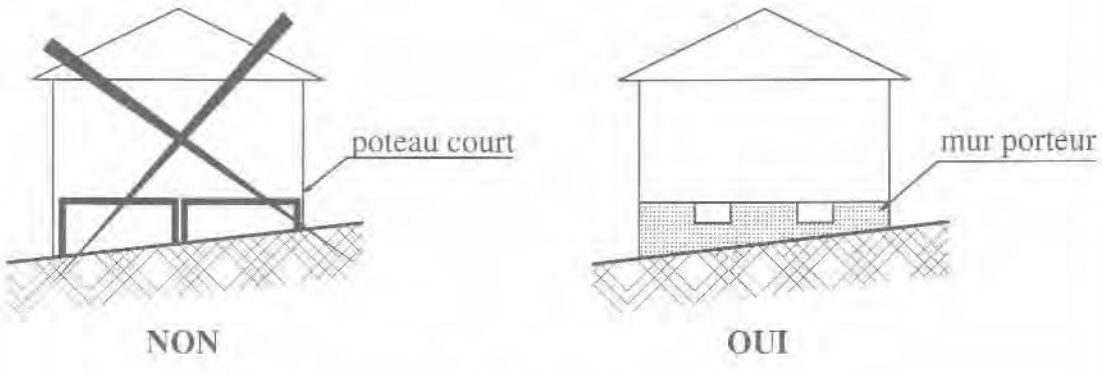
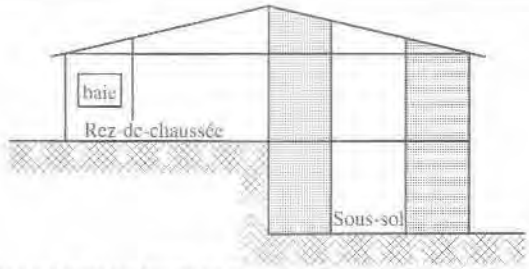
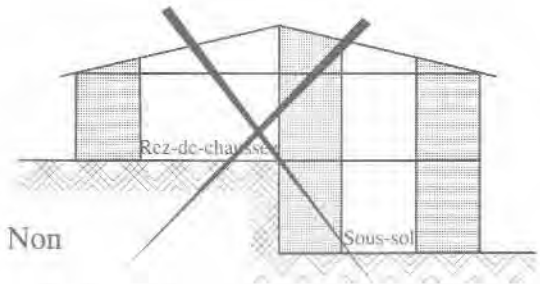


Figure 3-28 : Traitement du vide sanitaire



a) le mur du rez-de-chaussée n'est pas un panneau de contreventement, par exemple en raison de la présence d'une grande ouverture (cas visé par le guide).



b) le mur du rez-de-chaussée est un panneau de contreventement (cas exclu du guide)

Figure 3-29 : Superposition des panneaux de contreventement en cas de sous-sol partiel

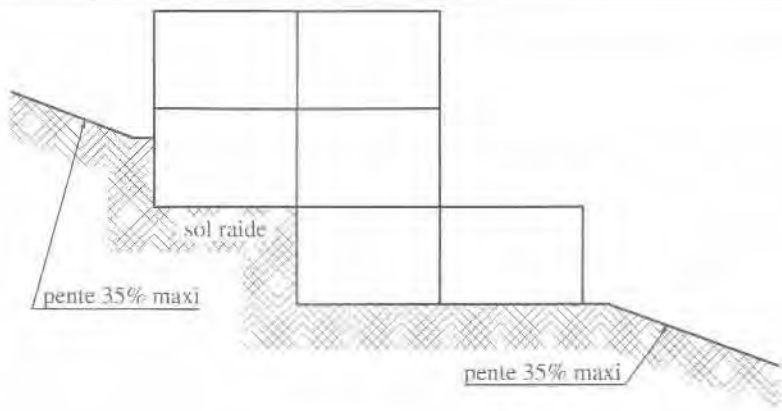


Figure 3-30 : Adaptation à la pente

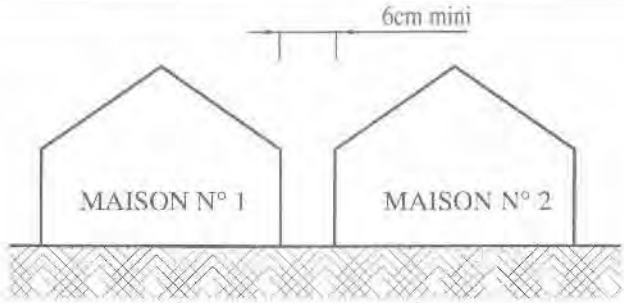


Figure 3-31 : Espacement entre maisons

3.4 - Fondations

3.4.1 Cas du terrain horizontal

• Bon sol en surface (généralement formations de types F6 à F9 du tableau 2 - 2) : réaliser des semelles filantes ancrées d'au moins 30 cm dans le bon sol au droit des panneaux de contreventement (fig. 3 - 32 a).

• Bon sol à moins de 1,20 m de profondeur : réaliser des puits de fondation qui montent jusqu'au plancher bas du rez-de-chaussée ; au droit des panneaux de contreventement, ces puits doivent avoir la longueur de ces panneaux (fig. 3 - 32 b) et être armés selon les dispositions du § 6 - 2.

• Bon sol plus profond : réaliser des longrines sous la forme de "jupes périphériques" reposant sur les puits de fondation et liées aux planchers bas du rez-de-chaussée (fig. 3 - 32 c).

• Pente de plus de 15 % (jusqu'à 35 % maximum) : comme précédemment, le système de fondations doit obligatoirement être dimensionné par un BET; (en règles générale, adoption de sous-sols partiels).

3.5 - Murs de soutènement intégrés à la maison individuelle

3.5.1 Principes

Les murs de soutènement intégrés à la maison doivent être dimensionnés par un BET et la distance entre la sous-face de la semelle et la sous-face des longrines du plancher bas ne doit pas excéder 1,20 m (fig. 3 - 34).

La pente du terrain derrière le mur ne doit pas excéder 2/3 quel que soit le type de sol.

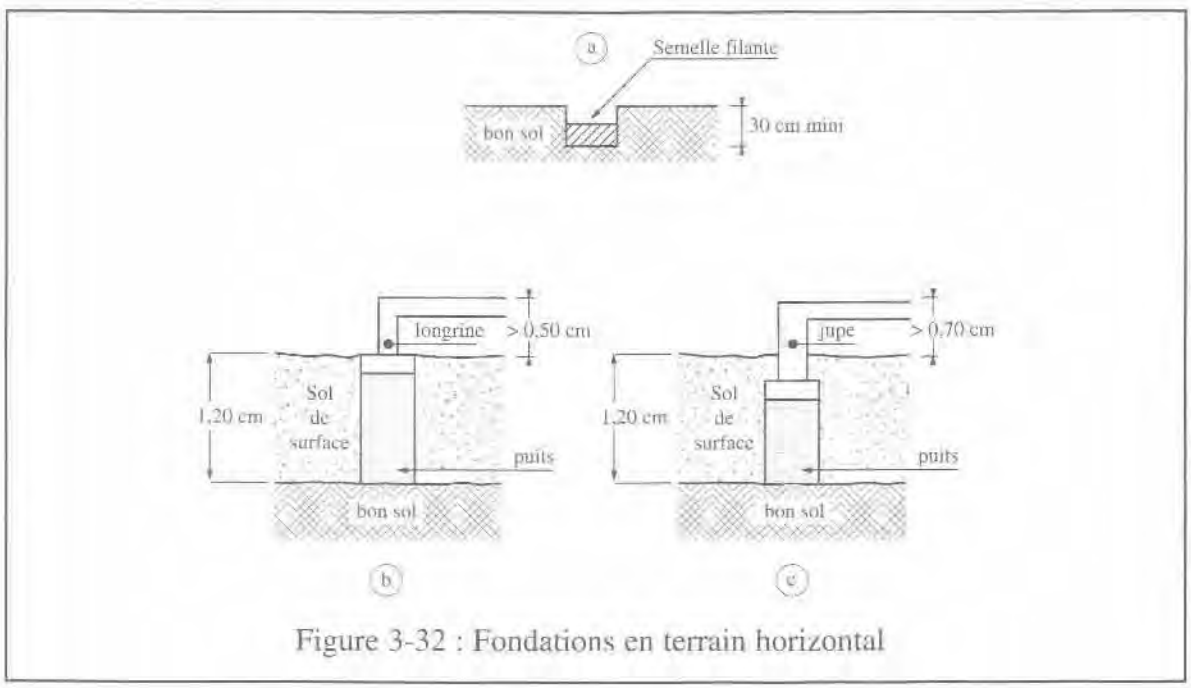


Figure 3-32 : Fondations en terrain horizontal

3.4.2 Cas du terrain en pente (fig. 3-33)

• Pente de moins de 10 % : jupes périphériques sur puits ou sur semelles en fonction de la profondeur de fondation au bon sol ;

• Pente comprise entre 10 et 15 % : système de fondation devant obligatoirement être dimensionné par un BET (en règle générale, jupes et puits avec décalage vertical des dalles de plancher, dans le sens de la pente) ;

Une banquette horizontale de 2 à 3 m de largeur minimale doit être réalisée entre le mur et le pied de talus (et être arasée à 30 cm en dessous du nu inférieur de la dalle de plancher couvrant le mur de soutènement, cf. fig. 3 - 35).

Le mur doit reposer sur des semelles obligatoirement filantes.

Les murs fondés sur des fondations profondes de type puits ou pieux, du fait de la qualité des sols, ne sont pas visés dans le présent guide : ils doivent faire l'objet d'une étude selon les règles PS 92 et être dimensionnés par un BET.

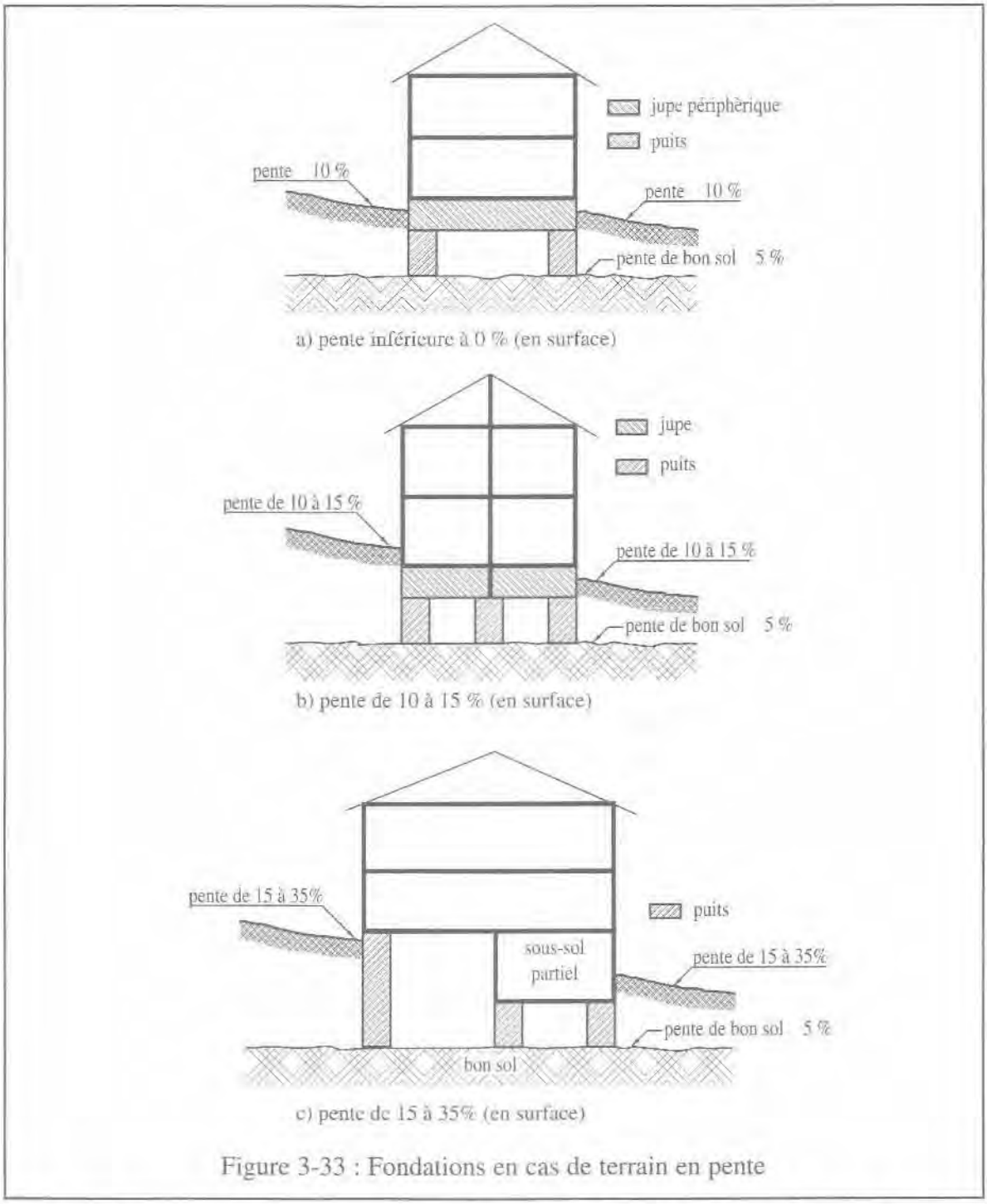


Figure 3-33 : Fondations en cas de terrain en pente

Les murs de soutènement intégrés aux bâtiments doivent être en béton armé chaîné et présenter une épaisseur minimale de 18 cm et une hauteur maximale de 2,80 m de plancher à plancher.

Les panneaux de contreventement doivent être tous directement fondés sur des semelles continues. Lorsque le terrain est en pente et en cas de sous-sol partiel, l'implantation des semelles doit être telle que leur dénivellation respecte une pente n'excédant pas 1/3 (fig. 3 - 36).

La fondation des murs de soutènement est assurée par un plancher avec des longrines disposées avec un écartement maximal de 6 m. Par ailleurs, ces longrines doivent être situées à un niveau tel que la distance entre la sous face de la longrine et la sous face de la semelle n'excède pas 1,20 m (fig. 3 - 37).

Le mur de soutènement devra être étanché et parfaitement drainé avec une paroi drainante et une cunette située à 30 cm sous le niveau de la dalle au point le plus haut.

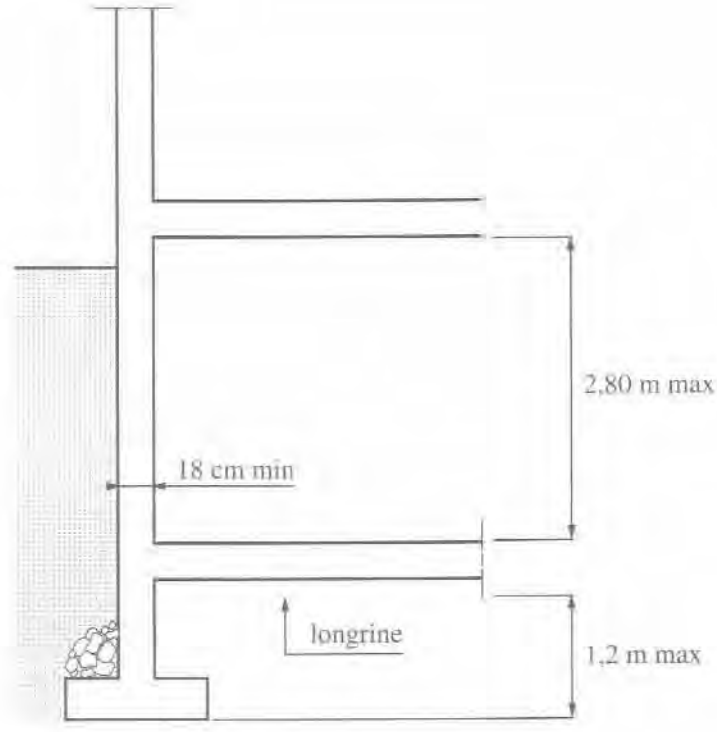


Figure 3-34 : Dimensions des murs de soutènement

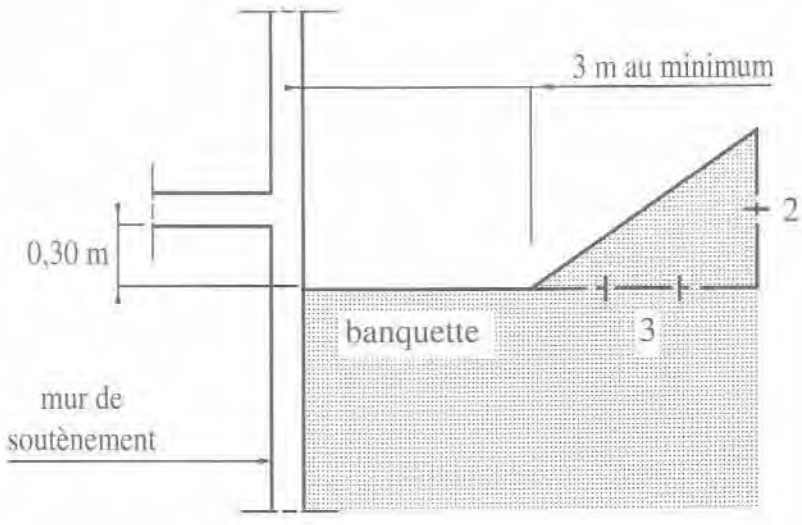
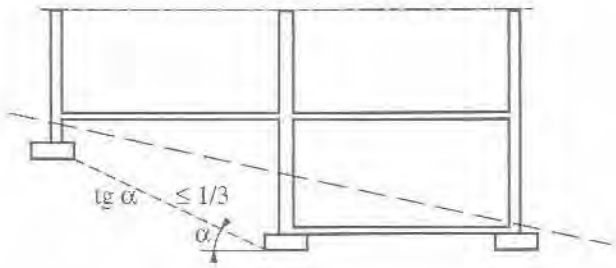
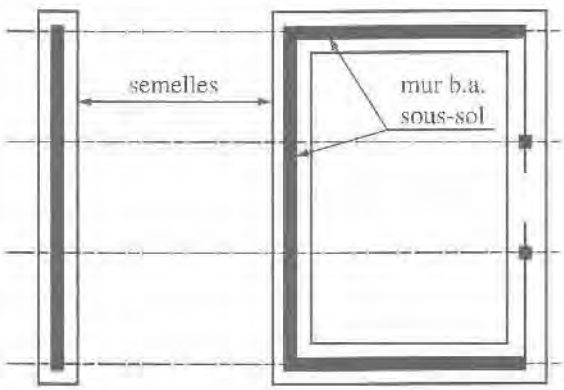


Figure 3-35 : Banquette derrière le mur de soutènement



a) Coupe verticale



b) Vue en plan

Figure 3-36 : Disposition des semelles dans le cas de sous-sol partiel

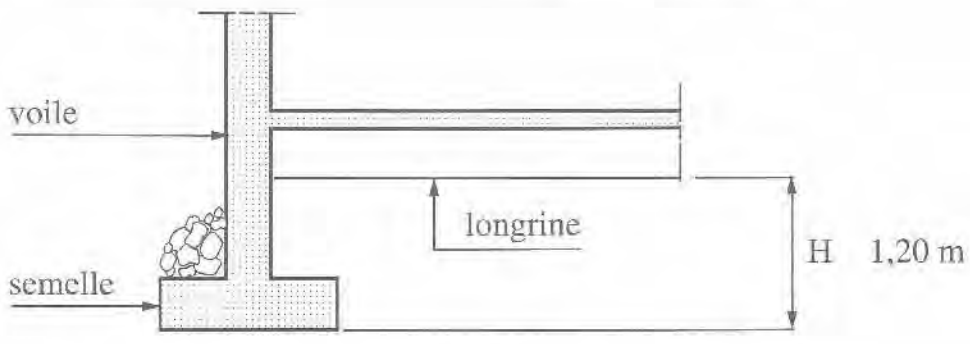


Figure 3-37 : Fondation des murs de soutènement

3.5.2 Contreventement

Les efforts horizontaux doivent être ramenés sur au moins deux voiles de contreventement situés dans les 1/3 extérieurs du bâtiment ; ces murs en maçonnerie pleine chaînée ou en béton armé doivent avoir une longueur au minimum égale à la hauteur des terres et être fondés sur des semelles filantes (fig. 3 - 38).

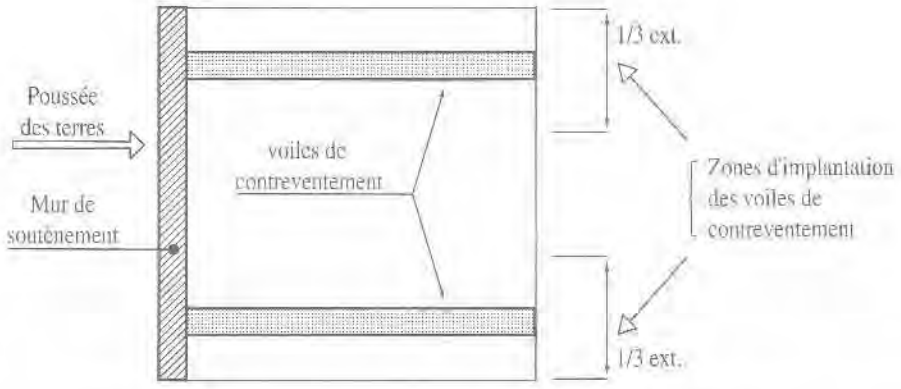


Figure 3-38 : Contreventement des murs de soutènement

3.5.3 Cas des trémies

En cas de trémie jouxtant un mur de soutènement, la dimension de cette trémie est limitée à trois mètres de longueur ; elle doit être encadrée par des voiles de contreventement de longueur supérieure ou égale à sa demi largeur (fig. 3 - 39).

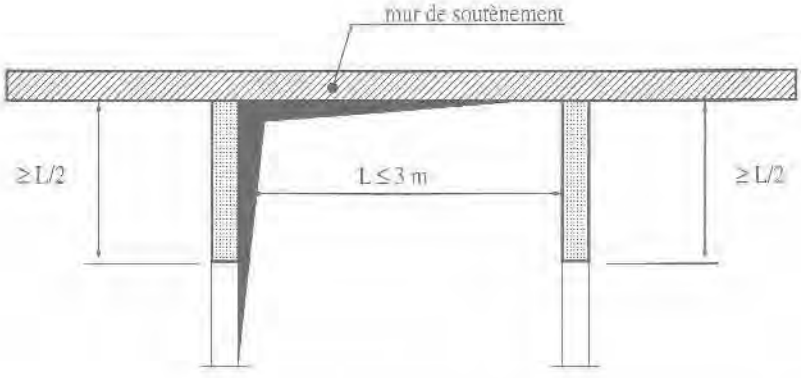


Figure 3-39 : Contreventement des murs de soutènement en cas de trémie

CHAPITRE 4 : CHOIX DES MATÉRIAUX

Il est important de noter que la résistance du panneau de maçonnerie est différente de celle des blocs et briques puisqu'elle dépend aussi de la résistance des joints au mortier de ciment et de la liaison des joints avec les blocs ou les briques.

4.1 - Eléments de maçonnerie pour murs

Les éléments de maçonnerie utilisés sont exclusivement d'une épaisseur minimale de 20 cm pour les blocs creux et de 15 cm pour les blocs pleins et assimilés (PS 92, §12.2.2.2.2 et note).

Les différents modèles sont :

• des blocs creux (BC) en béton courant,

• des blocs pleins (BP) en béton courant ou en béton cellulaire, ou, par assimilation, des blocs perforés de béton à perforations verticales,

• des briques creuses de terre cuite (BCTC) à perforations horizontales,

• des briques pleines ou, par assimilation, des blocs perforés de terre cuite (BPTC) à perforations verticales.

Les blocs perforés sont en effet assimilés à des blocs pleins si les perforations verticales sont disposées perpendiculairement au plan de pose et si leur résistance est supérieure à 12 MPa.

Les blocs creux doivent comporter au moins une paroi intermédiaire orientée parallèlement au plan du panneau (fig. 4 - 1).

Les éléments présentant des fissures ou épaufrures susceptibles d'occasionner une perte notable de résistance doivent être impérativement éliminés.

Blocs de béton :

La résistance minimale à la compression des blocs de béton, calculée sur section brute, doit être :

• 4 ou 6 ou 8 MPa pour les blocs creux de 20 cm d'épaisseur minimale : (B40, B60 ou B80),

• 12 ou 16 MPa pour les blocs pleins ou perforés de 15 cm d'épaisseur minimale : (B120 ou B160).

Cette résistance doit être garantie par le fournisseur.

Ainsi par exemple : "BC20-B80" désignera un bloc creux de béton de 20 cm d'épaisseur et de résistance minimale 8 MPa (80 bars) à la compression (la lettre "B" suivie de la valeur en bars correspond à la norme),

et "BP15-B120" un bloc plein ou perforé de béton de 15 cm d'épaisseur et de résistance minimale 12 MPa (120 bars).

Briques et blocs de terre cuite :

La résistance minimale à la compression des

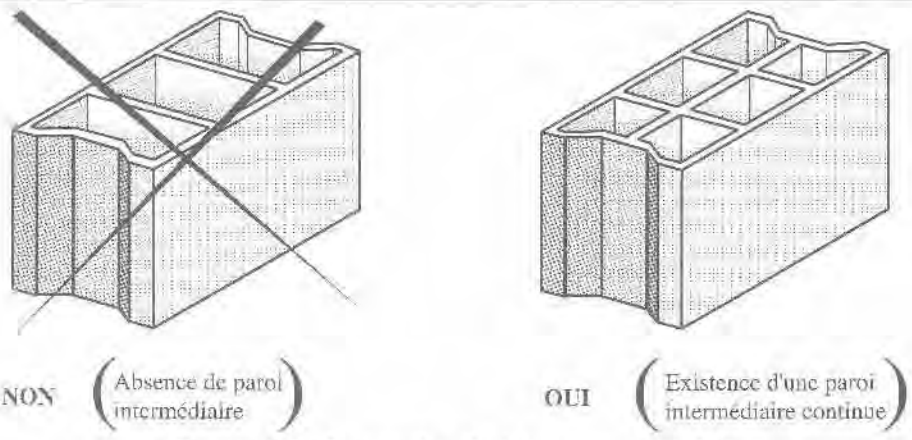


Figure 4-1 : Exemples de blocs creux en béton

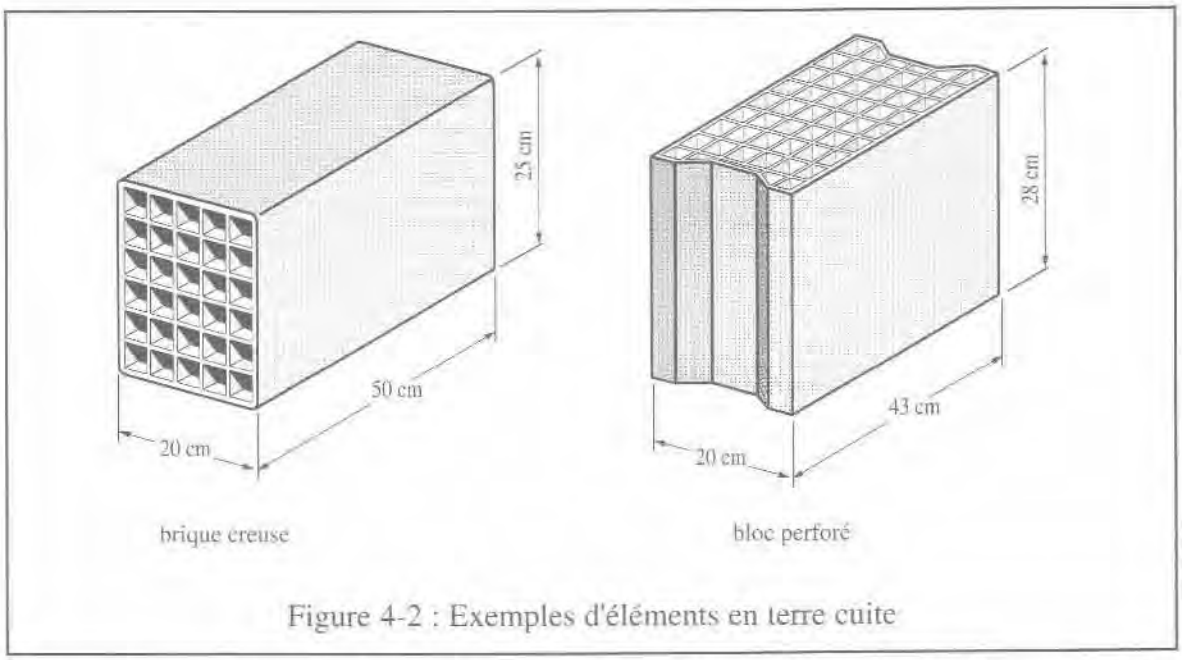


Figure 4-2 : Exemples d'éléments en terre cuite

éléments de terre cuite, calculée sur la section brute, doit être :

• 2,8 ou 4 ou 6 ou 8 MPa pour les briques creuses de terre cuite de 20 cm d'épaisseur minimale,

• 4 ou 6 ou 8 ou 10 ou 12 ou 15 MPa pour les briques pleines ou les blocs perforés de terre cuite de 20 cm d'épaisseur minimale,

• 12 ou 15 MPa pour les blocs perforés de terre cuite de 15 cm d'épaisseur minimale.

Cette résistance doit être garantie par le fournisseur.

Ainsi par exemple :

"BCTC20-60" désignera une brique creuse de terre cuite (perforations horizontales) de 20 cm d'épaisseur et de résistance minimale 6 MPa (60 bars) à la compression,

et

"BPTC15-150" un bloc perforé de terre cuite (perforations verticales) de 15 cm d'épaisseur et de résistance minimale 15 MPa (150 bars).

4.2 - Mortiers de jointoiement

On doit utiliser des sables dont les grains les plus gros n'excèdent pas 5 mm.

Le dosage en ciment pour la réalisation du mortier de jointoiement doit être au moins de 250 kg par m^3 de sable sec.

Le mortier doit offrir la résistance minimale suivante à la compression :

• 10 MPa (100 bars) pour des blocs de résistance minimale à la compression inférieure à 100 bars ;

• 15 MPa (150 bars) pour des blocs de résistance minimale à la compression supérieure à 100 bars.

4.3 - Bétons

4.3.1 Sable

L'utilisation de sable non lavé est interdite.

Si le sable de mer est utilisé, il doit obligatoirement être soigneusement lavé à l'eau douce au préalable (ce lavage est indispensable pour éviter la corrosion des armatures mises en place dans le béton).

Le sable de rivière doit être également lavé, en raison de la présence éventuelle de boue.

Le sable de pouzzolane doit être humidifié avant usage car, à cause de sa porosité, il absorberait une partie importante de l'eau de gâchage destinée à l'hydratation du ciment.

4.3.2 Gravillons

Pour le béton des chaînages, les gravillons utilisés doivent être de granulométrie 5 / 15.

4.3.3 Béton prêt à l'emploi

S'il est fait usage de béton prêt à l'emploi, le béton doit avoir une résistance caractéristique à la compression à 28 jours d'au moins 22 MPa.

Il convient donc de demander un BCN B22 afin d'obtenir une résistance caractéristique à la compression garantie. (Pour le béton, la norme retient la valeur en MPa.)

Pour les ouvrages en béton de faible épaisseur

(voiles, poteaux, chaînages, planchers, etc.), la consistance demandée doit être « très plastique » (TP), pour obtenir une mise en œuvre facile. Les ajouts d'eau sur chantier sont interdits.

La durée cumulée du transport et de l'attente éventuelle sur chantier jusqu'à la fin de la vidange, ne doit pas être supérieure à 2 heures (comptée à partir de la première gâchée en centrale).

4.3.4 Béton fait sur place

Le dosage en ciment doit être au minimum de 350 kg / m^3. La quantité d'eau doit être limitée au strict nécessaire pour permettre la mise en place du béton.

4.4 - Armatures pour béton

Les armatures utilisées pour tous les ouvrages en béton armé (ossatures, planchers, chaînages, encadrements de baies, etc.) doivent être des aciers à haute adhérence de nuance Fe E 500 présentant un allongement garanti sous charge maximale d'au moins 5 %. Le marquage permet de vérifier la conformité.

Les distances d'enrobage à respecter doivent être conformes aux dispositions du chapitre A7 "dispositions constructives diverses" du BAEL 91 rappelées ci-dessous :

"A.7.1 protection des armatures
L'enrobage de toute armature est au moins égal à :

5 cm pour les ouvrages à la mer ou exposés aux embruns ou aux brouillards salins, ainsi que pour les ouvrages exposés à des atmosphères très agressives (*) ;

3 cm pour les parois coffrées ou non qui sont soumises (ou sont susceptibles de l'être) à des actions agressives, ou à des intempéries, ou des condensations, ou encore, eu égard à la destination des ouvrages, au contact d'un liquide (**) ;

1 cm pour des parois qui seraient situées dans des locaux couverts et clos et qui ne seraient pas exposés aux condensations.

Commentaires

L'enrobage est défini comme la distance de l'axe d'une armature à la paroi la plus voisine diminuée du rayon nominal de cette armature. L'attention est attirée sur le fait que les règles données ici sont valables pour toutes les armatures, qu'elles soient principales ou secondaires. Les enrobages minimaux fixés en A.7.2.4 doivent en outre être respectés. Il convient enfin de prévoir l'enrobage minimal compte tenu de la dimension maximale des granulats et de la maniabilité du béton.

* *Cet enrobage de 5 cm peut être réduit à 3 cm si, soit les armatures, soit le béton sont protégés par un procédé dont l'efficacité a été démontrée.*

** *La valeur de 3 cm peut être ramenée à 2 cm lorsque le béton présente une résistance caractéristique supérieure à 40 MPa. En effet, l'efficacité de la protection apportée par l'enrobage est fonction de la compacité de béton, laquelle croît avec sa résistance.*

Les enrobages des armatures doivent être strictement assurés à l'exécution, c'est-à-dire qu'ils ne comportent aucune tolérance en moins par rapport à la valeur nominale ; ceci implique qu'il faut tenir compte des enlèvements de matières postérieurs à la mise en place du béton. D'autre part, il y a lieu de s'assurer par des dessins de détail comportant toutes les armatures secondaires non calculées que ces conditions d'enrobage peuvent être satisfaites.

Commentaires

Le respect de l'enrobage exige une densité convenable de cales ou écarteurs entre les armatures et le coffrage, ainsi que des carcasses rendues suffisamment rigides par l'adjonction d'armatures secondaires qui ne résultent pas forcément des calculs réglementaires."

CHAPITRE 5 : CONTREVENTEMENT ASSURÉ PAR DES MURS PORTEURS EN MAÇONNERIE OU EN BÉTON OBLIGATOIREMENT CHAÎNÉS

Définitions : voir § 3 - 2

5.1 - Murs en maçonnerie de blocs de béton, de terre cuite ou de briques

5.1.1 Panneaux de contreventement

Les panneaux de contreventement doivent satisfaire aux conditions d'implantation verticale et horizontale données dans les paragraphes **1.4** et **3.3** du présent guide.

Ils ne doivent pas comporter d'ouvertures (portes et fenêtres, autres percements).

Leur longueur est comprise entre 1,50 m et 1,67 H et leur élancement, défini par le rapport de leur hauteur H à leur longueur L mesurées entre les chaînages, est compris entre 0,6 et 2, sous réserve des conditions supplémentaires de stabilité énoncées dans le paragraphe **5.4.2** du présent chapitre, à l'alinéa e – **"Longueur minimale des panneaux de contreventement en fonction du type de la construction".**

Ils sont bordés sur leurs quatre côtés par des chaînages horizontaux et verticaux et comportent un chaînage vertical intermédiaire situé à peu près à mi-longueur, lorsque la longueur de la diagonale excède 40 fois l'épaisseur brute pour les éléments à maçonner pleins et 25 fois cette épaisseur pour les éléments à maçonner creux.

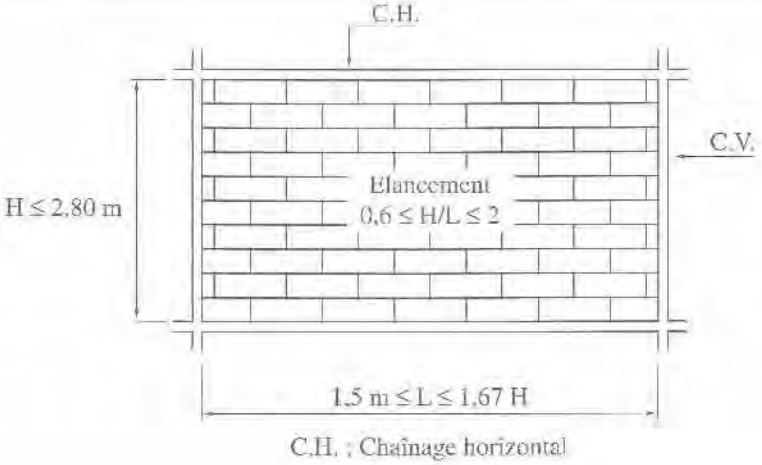
Les chaînages bordant les panneaux et les chaînages verticaux intermédiaires sont conçus comme indiqué dans les tableaux figurant en annexe C (fig. 5 – 1).

5.1.2 Chaînages

5.1.2.1 Chaînages verticaux

Les chaînages verticaux sont disposés :
- aux jonctions des murs et à tous les angles saillants et rentrants de la construction ;
- en bordure des panneaux de contreventement et en intermédiaires.

Ils doivent satisfaire à l'ensemble des prescriptions suivantes :
- ils règnent sur toute la hauteur de la construction et sont obligatoirement rectilignes (fig. 5-2) ;



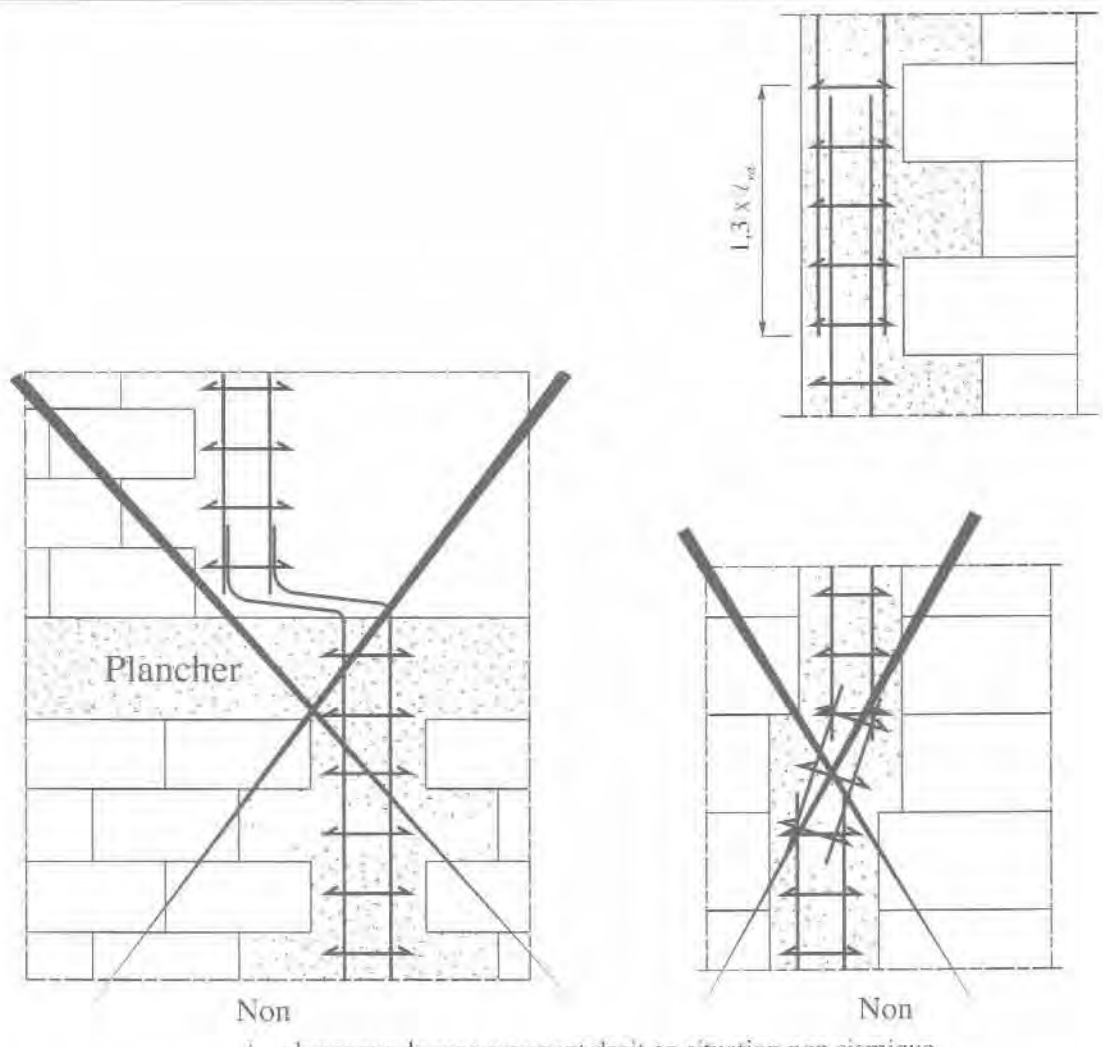
C.H. : Chaînage horizontal

C.V. : Chaînage vertical

Figure 5-1 : Dimensions d'un panneau de contreventement en maçonnerie

- leur section est maintenue constante ;
- leurs armatures longitudinales sont rectilignes et rendues mécaniquement continues par recouvrement ;
- ils sont ancrés dans la fondation ;
- ils sont liaisonnés à chaque niveau avec les chaînages horizontaux ;
- leur section de béton est au minimum de 15 cm x 15 cm pour les murs de 15 cm d'épaisseur et de 20 cm x 20 cm pour les murs de 20 cm d'épaisseur ;
- le décalage des joints verticaux de maçonnerie (harpage) est conservé le long des bords verticaux du chaînage ;
- les longueurs d'ancrage et de recouvrement en situation non sismique sont majorées de 30% (fig. 5 - 6) ;
- leur ferraillage (cf. annexe C) est constitué au minimum par 4 armatures longitudinales de HA 10 ou HA 12 mm de diamètre, à l'exclusion des autres diamètres ; ces armatures sont disposées au plus près des angles du chaînage compte tenu de l'enrobage. Elles sont entourées par des cadres fermés de 6 mm de diamètre espacés de 15 cm au plus en section courante ; en extrémité, sur trois épaisseurs de chaînage, on espace les cadres d'une distance maximale de 7,5 cm (fig. 5-4) ;
- les distances d'enrobage à respecter par rapport au parement béton sont conformes aux prescriptions du paragraphe 4.4 du chapitre 4 (fig. 5 - 3).

Nota : Ces prescriptions conduisent à limiter le ferraillage à 4 HA10 ou 4 HA12 dans des chaînages de sections 15 x 20 cm ou 20 x 20 cm et à adopter des chaînages de section 15 x 30 cm ou 20 x 30 cm dès qu'il est nécessaire d'y disposer 6 barres d'armature ; dans les cas exceptionnels où il est nécessaire de disposer 8 barres, les sections des chaînages seraient de 15 x 40 cm ou 20 x 40 cm.



ℓ_{rd} : longueur de recouvrement droit en situation non sismique

Figure 5-2 : Alignement des chaînages verticaux et recouvrement de leurs armatures

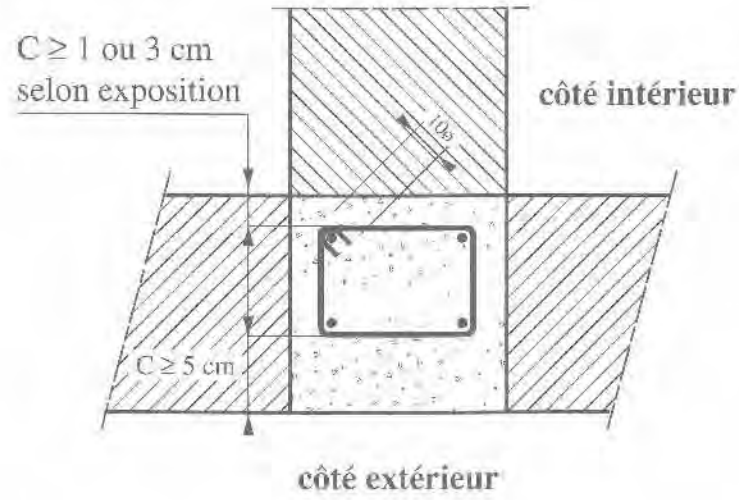


Figure 5-3 : Enrobage des armatures des chaînages

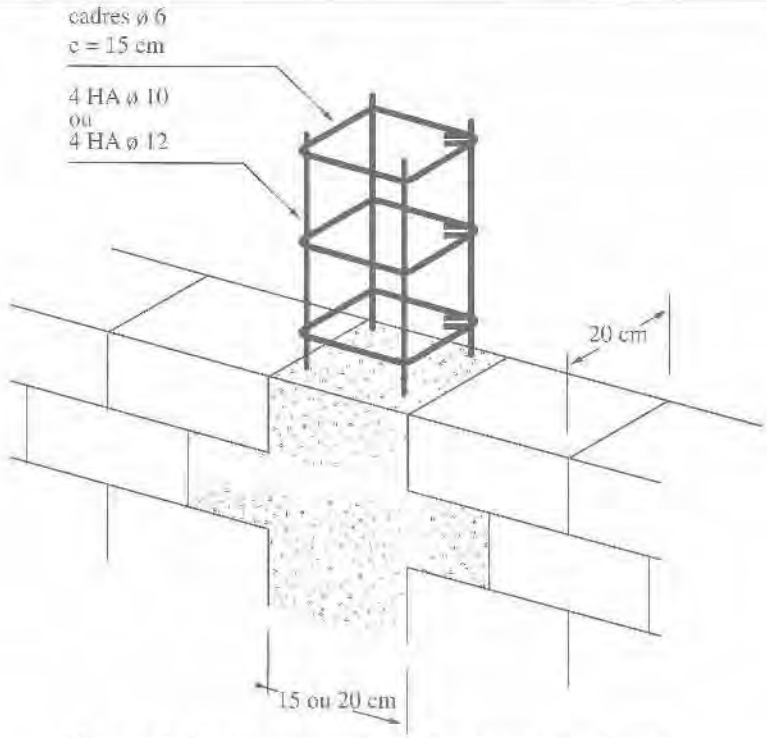


Figure 5-4 : Armatures des chaînages verticaux

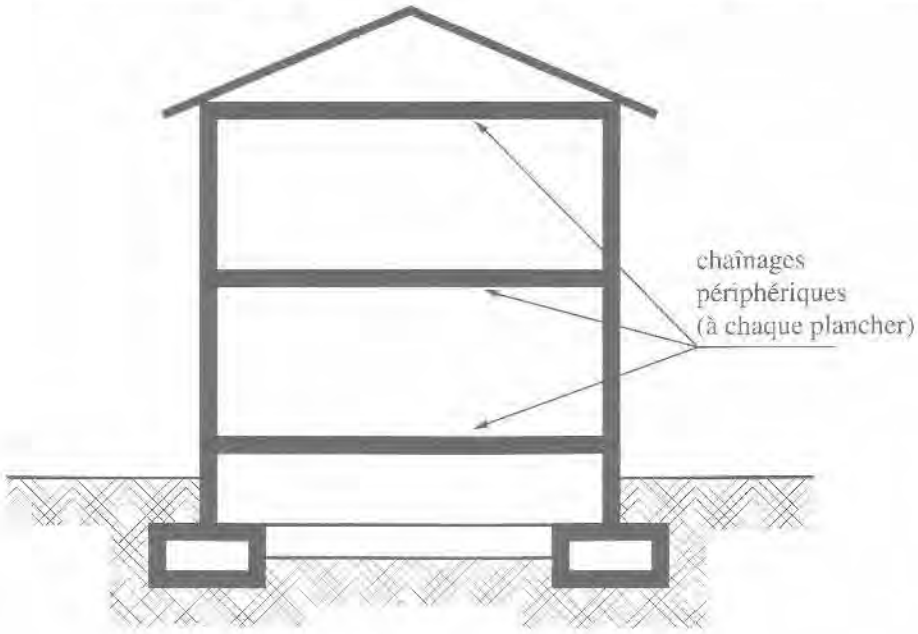
Le DTU 20-1 prévoit l'isolation des chaînages. Compte tenu du niveau de sismicité des Antilles, le guide prévoit des chaînages apparents pour favoriser l'enrobage des armatures et la qualité du béton coulé dans ces chaînages.

5.1.2.2 Chaînages horizontaux

Ils sont disposés au niveau du plan de la toiture, au niveau de chaque plancher et au niveau des fondations (fig. 5-5).

On distingue :
- Les chaînages en périphérie du bâtiment et de ses parties en décroché (chaînages périphériques) ;
- Les chaînages disposés en partie supérieure des panneaux de contreventement (chaînages intérieurs).

Ils doivent satisfaire aux prescriptions suivantes :
- Les chaînages horizontaux sont liaisonnés aux chaînages verticaux en leurs points de croisement ;
- Les chaînages périphériques sont rendus mécaniquement continus à leurs angles ;
- Les chaînages intérieurs sont prolongés jusqu'aux chaînages périphériques dans lesquels ils sont ancrés ;
- Les longueurs d'ancrage et de recouvrement sont majorées de 30 % par rapport à la situation non sismique (fig. 5 - 6) ;
- Leur section de béton est d'au moins 15 cm de largeur et 15 cm de hauteur ;



Élevation

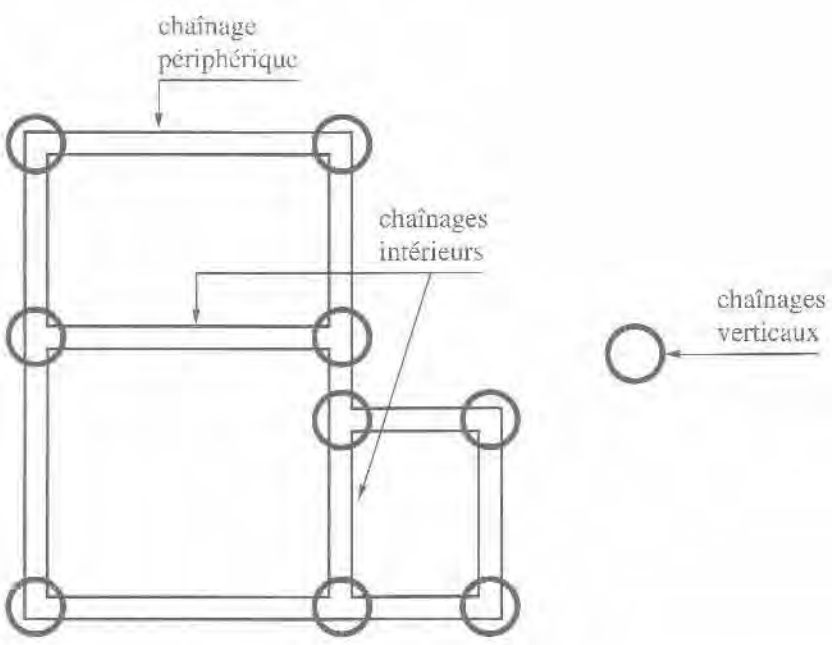


Figure 5-5 : Position des chaînages

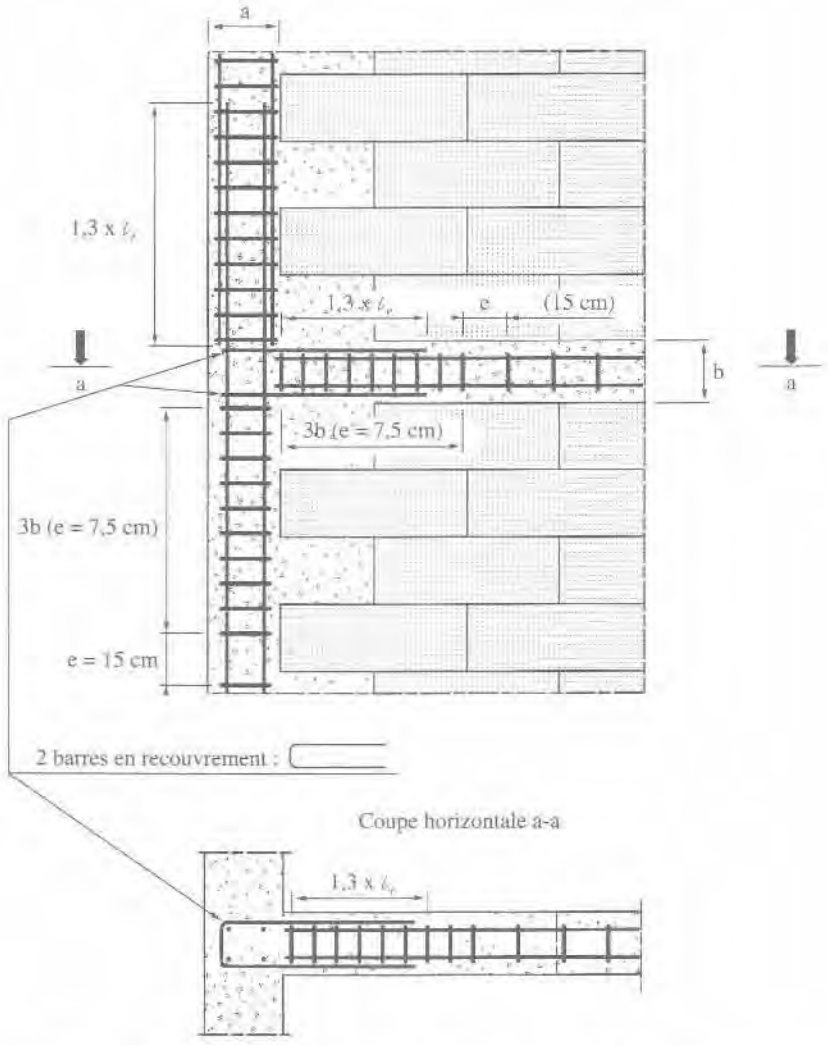


Figure 5-6 : Exemple de ferraillage des chaînages

- Ils peuvent êtres coffrés par un bloc formant planelle ou dans un bloc en L ;
- Leur ferraillage est constitué par 4 ou 6 ou 8 armatures longitudinales de 8, 10 ou 12 mm de diamètre, entourées par des cadres ou des épingles fermées de 6 mm de diamètre et espacés de 15 cm au plus en section courante (fig. 5-6) ; en extrémité, sur trois épaisseurs de chaînage, on espace les cadres d'une distance maximale de 7,5 cm.

Lorsque les chaînages intérieurs se prolongent en périphérie (par exemple dans le cas de volumes en saillie : fig. 5 - 5), il y a lieu de disposer la section d'acier la plus importante des deux types de chaînage.

5.1.2.3 Chaînages des pignons et des murs dans la hauteur des combles

Les chaînages mis en œuvre dans les pignons et dans les murs dans la hauteur des combles sont constitués :

- verticalement par le prolongement des chaînages verticaux mis en œuvre dans les panneaux de contreventement ;
- horizontalement par les chaînages horizontaux régnant suivant le plan de la toiture ;
- suivant les rampants par des chaînages mis en œuvre le long des rampants de la toiture et des murs dans la hauteur des combles, de même section et de même ferraillage que les chaînages verticaux.

Les chaînages verticaux sont rendus mécaniquement continus aux chaînages des rampants.

Les trumeaux sont prolongés jusqu'au niveau haut de la toiture.

5.1.2.4 Liaisons entre chaînages

Les liaisons mises en œuvre à l'intersection des différents chaînages doivent être conçues et dimensionnées pour assurer le transfert et l'ancrage

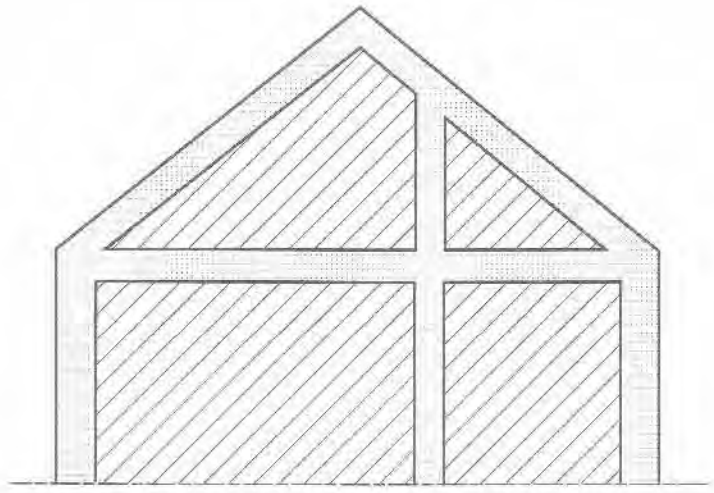


Figure 5-7 : Continuité des chaînages dans la hauteur des combles

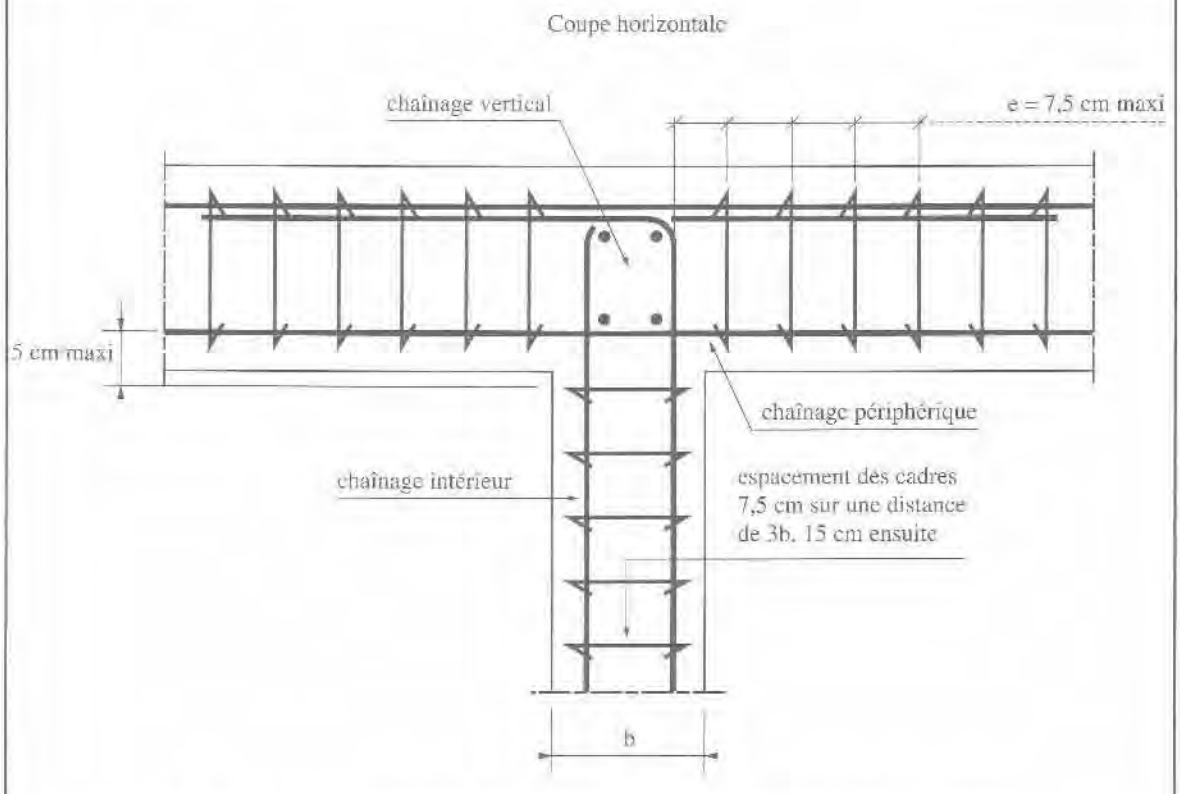


Figure 5-8 : Exemple de liaison entre chaînages en partie courante

des efforts de traction qui les sollicitent.

A cet égard :

- la continuité et le recouvrement des divers chaînages concourant à un même nœud doivent être assurés dans les trois directions ;
- les longueurs d'ancrage et de recouvrement en situation sismique doivent être majorées de 30 % (fig. 5 - 6) par rapport à la situation non sismique ;
- les dispositions adoptées ne doivent donner lieu à aucune poussée au vide.

Les figures 5 - 8 et 5 - 9 donnent quelques exemples de telles liaisons.

Dans les zones de liaisons entre chaînages, le premier cadre ou la première épingle des chaînages aboutissant à cette liaison ne doit pas être situé à plus de 5 cm du nœud de ferraillage.

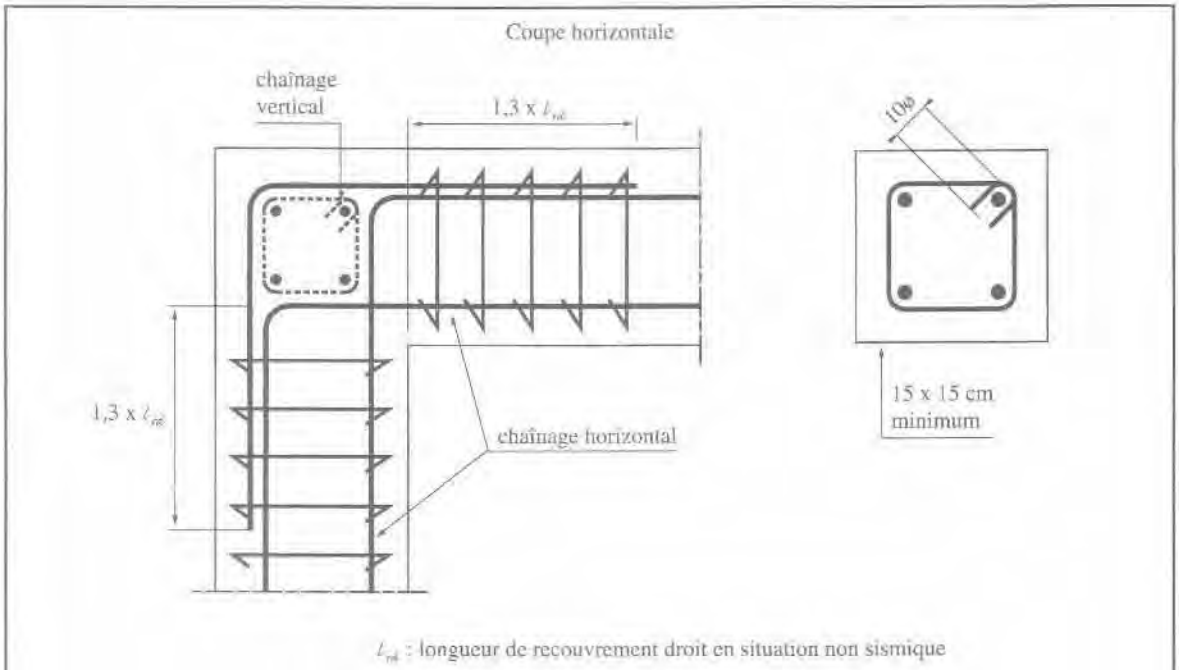


Figure 5-9 : Exemple de liaison entre chaînages à un angle de la maison

5.1.3 Murs n'assurant pas le contreventement, baies et ouvertures

Aucune partie de ces murs ne doit présenter de bord libre en maçonnerie.

Les parties courantes de ces murs, extérieurs comme intérieurs, doivent être encadrées horizontalement et verticalement par des chaînages dont les dimensions minimales et les sections d'acier minimales à mettre en œuvre sont indiquées dans les paragraphes **5.1.2.1** et **5.1.2.2.** Les sections minimales à mettre en œuvre sont de 4 HA 8 pour les chaînages horizontaux et de 4 HA 10 pour les chaînages verticaux.

Les baies et ouvertures (fig. 5 - 10) doivent être obligatoirement encadrées. Cet encadrement doit être relié aux chaînages lorsque l'une des dimensions de la baie excède 1,50 m.

Si la distance comprise entre l'encadrement et le

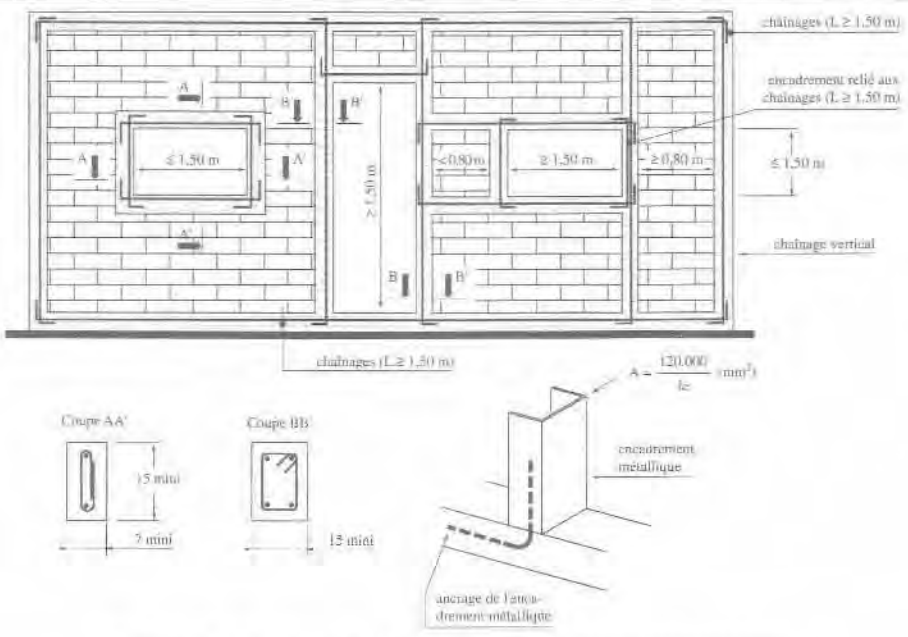


Figure 5-10 : Murs n'assurant pas le contreventement : encadrement des baies et ouvertures

chaînage vertical le plus proche est inférieure ou égale à 0,80 m, l'encadrement peut être relié au chaînage vertical.

Si cette distance est supérieure à 0,80 m, l'encadrement doit être relié aux chaînages horizontaux.

Les encadrement doivent être rendus mécaniquement continus aux angles ; ils peuvent être en béton armé ou en métal et doivent être dimensionnés pour reprendre un effort de traction minimal de 120 kN sous une contrainte égale à leur limite élastique. Lorsqu'ils sont en béton armé, leur section doit être au moins de 7x15 cm et comporter au moins deux barres, entourées par des épingles fermées de diamètre 6 mm, espacées de 15 cm au plus.

5.2 - Murs en béton banché

La partie 5.2 ne concerne pas les murs de soutènement.

Les dispositions minimales propres aux voiles en béton armé de contreventement sont :

5.2.1 Panneaux de contreventement

Ces panneaux ou « voiles » doivent présenter une épaisseur de 15 cm et une longueur au moins égale à 4 fois l'épaisseur (dans le cas contraire, la pièce est considérée comme un poteau).

Suivant le projet des nouvelles règles Antilles, les voiles extérieurs doivent disposer d'une armature de peau ayant pour section minimale :
- 1,2 cm² d'acier horizontal par mètre linéaire,
- 1,2 cm² d'acier vertical par mètre linéaire.

Dans les deux sens, l'espacement des armatures est au plus égal à 15 cm.

5.2.2 Chaînages

5.2.2.1 Chaînages verticaux

Ils sont armés par 4 barres filantes HA10 pour les maisons à simple rez-de-chaussée (R+0) et 4 HA12 pour celles d'un étage (R+1). Dans tous les cas, les 4 barres filantes sont maintenues par des cadres HA 6 espacés de 10 cm.

5.2.2.2 Chaînages horizontaux

Un chaînage horizontal périphérique continu de 3 cm² soit 4 HA 10 doit exister au niveau de chaque plancher.

Un chaînage horizontal de 1,5 cm² soit 2 HA 10 doit exister à chaque intersection d'un panneau de contreventement avec le plancher.

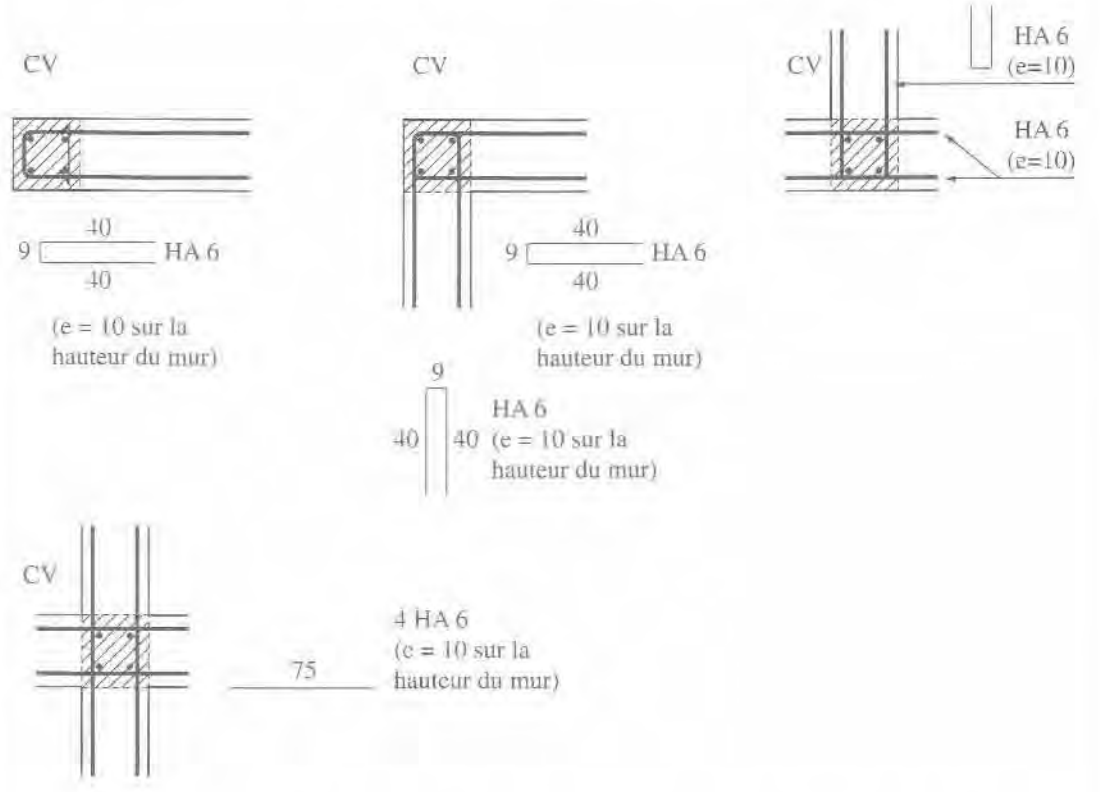


Figure 5-11 : Liaisons des murs aux chaînages verticaux (vues en plan)

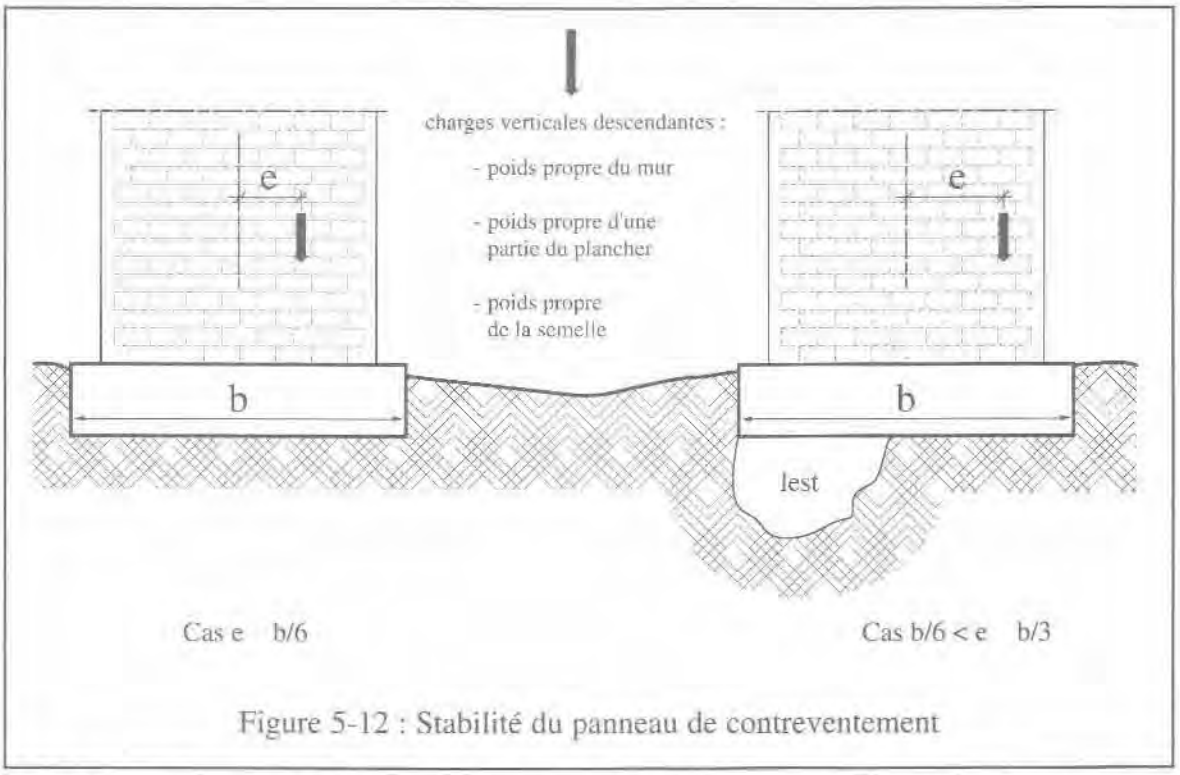


Figure 5-12 : Stabilité du panneau de contreventement

5.2.2.3 Murs n'assurant pas le contreventement

Sont considérés comme murs secondaires les voiles de béton armé qui n'assurent pas la fonction de contreventement car ils ont une raideur négligeable.

Les dispositions minimales sont ramenées aux sections suivantes :
- armatures de chaînages verticaux : 4 HA 8 ou 4 HA 10 avec des cadres HA 6 tous les 10 cm,
- armatures des linteaux : 2 HA 8,
- armatures des chaînages horizontaux : mêmes dispositions qu'au § **5.1.2.2.**

5.3 - Stabilité des panneaux de contreventement

La stabilité des panneaux de contreventement doit normalement être assurée :
- par le poids propre du mur,
- par la partie du plancher prenant appui directement ou indirectement (par des poutres) sur ces murs, et enfin,
- par le poids propre de la semelle et de la masse de terre qui la surplombe et aussi éventuellement par le gros béton permettant de rejoindre le bon sol (puits).

Les chaînages verticaux doivent être ancrés dans les semelles d'une longueur suffisante pour assurer la stabilité du panneau de contreventement.

Lorsque l'excentricité e (fig. 5 - 12) dépasse 1/6 de la longueur b de la semelle (e > 1/6 b), il est nécessaire :
- soit d'augmenter les dimensions de la semelle,
- soit d'augmenter la longueur du panneau,
- soit d'augmenter le nombre des panneaux,
- soit de prévoir un lestage tel qu'indiqué dans le tableau ci-dessous :

Armatures du chaînage	Poids du lest (kN)
4 HA10	155
4 HA12	225
6 HA10	235
4 HA10 + 2 HA12	270
2 HA10 + 4 HA12	305
8 HA 10	315
6 HA 12	340
.....	....
8 HA 12	450

La vérification du lest en cause consiste à s'assurer que la charge gravitaire sollicitant la semelle sous-jacente au chaînage considéré, due aux seules actions permanentes, augmentée du poids de la semelle, du poids de la terre qui la surplombe, et du poids du gros béton sous-jacent (à condition que ce dernier soit liaisonné par des armatures à la semelle), est supérieure au poids du lest indiqué dans le tableau ci-dessus. Cette vérification est à effectuer sans pondération des termes qui la composent. L'excentricité limite doit être inférieure ou au plus égale au tiers de la longueur de la semelle. La moitié de la surface de la fondation doit rester comprimée.

5.4 - Dimensionnement des murs et des chaînages

5.4.1 Principes

Les panneaux de contreventement doivent être conçus et disposés en respectant les conditions énoncées aux paragraphes *3.3.1 et 3.3.2.*

Le nombre de panneaux de contreventement (2 au minimum) est fonction de la surface d'emprise de la construction, à raison d'un panneau pour 50 m² de plancher au plus, et ceci dans les deux directions perpendiculaires.

Pour des maisons dont l'emprise au sol n'excède pas 100 m², il y a donc lieu de disposer deux panneaux de contreventement dans chaque direction.

Ces panneaux de contreventement peuvent consister en :
- des murs en maçonnerie creuse ou pleine,
- des voiles en béton armé, avec leurs chaînages correspondants.

Pour un niveau donné, on ne doit utiliser qu'un seul des deux types de murs.

A noter que les sous-sols partiels ou totaux doivent être construits exclusivement en blocs de béton pleins ou en voiles de béton armé.

Les tableaux donnés en annexe C sont établis en fonction :
- du nombre de niveaux de la construction,
- de la surface S du plancher de la construction.

Les caractéristiques des chaînages verticaux et les choix du type de maçonnerie sont déterminés en fonction du nombre de panneaux de contreventement disposés dans la direction considérée ainsi que du plus grand rapport H/L de ces panneaux.

Les caractéristiques des chaînages horizontaux intérieurs sont déterminés en fonction du nombre de files de panneaux dans une direction considérée (il s'agit du nombre de panneaux non coplanaires dans une direction considérée).

On distingue le cas de la toiture lourde (comprenant une dalle en béton armé, horizontale ou inclinée), de celui de la toiture légère (charpente avec tuiles ou bacs-aciers, faux-plafond sous comble, sans dalle de béton (fig. 1 - 2)).

Les blocs pleins ou perforés (BP) et les blocs creux (BC) de béton, les briques creuses de terre cuite (BCTC) et les briques pleines ou les blocs perforés de terre cuite (BPTC) utilisés dans les tableaux correspondent à ceux rencontrés aux Antilles (chapitre 4, §4.1 pour la désignation des éléments, notamment). Les initiales citées ci-dessus sont suivies de l'épaisseur du mur en cm (15 ou 20) puis de la résistance (B120 = 120 bars ou 12 MPa).

La désignation « BA » vise les cas où l'utilisation d'un voile en béton armé, chaîné, d'épaisseur 15 cm au minimum, doit être envisagée, compte tenu des efforts développés.

5.4.2 Utilisation des tableaux

a – Choix des éléments des panneaux de contreventement (blocs de béton ou briques de terre cuite)

Les tableaux indiquent dans chaque case un type d'élément à utiliser, correspondant à la plus faible résistance compatible avec les efforts développés dans le panneau de contreventement. Il est donc loisible d'adopter en exécution un type d'élément offrant une résistance supérieure à celle de l'élément indiqué dans la case correspondante du tableau. A cette fin, il est présenté ci-dessous le classement de résistance :

CAS DES BLOCS DE BETON
0,67 ≤ H/L ≤ 2
BC20-B40
BP15-B80
BC20-B60
BC20-B80
BP15-B120
BP20-B120
BP20-B160
voile BA de 15 cm

Sens croissant des résistances

CAS DES BRIQUES CREUSES DE TERRE CUITE
0,67 ≤ H/L ≤ 2
BCTC 20-28
BCTC 20-40
BCTC 20-60
BCTC 20-80
Voile BA de 15 cm

Sens croissant des résistances

Sens croissant des résistances

CAS DES BLOCS PERFORÉS DE TERRE CUITE	
0,67 ≤ H/L ≤ 0,8	**0,8 < H/L ≤ 2**
BPTC 20-40	BPTC 20-40
BPTC 15-120	BPTC 20-60
BPTC 20-60	BPTC 15-120
BPTC 15-150	BPTC 20-80
BPTC 20-80	BPTC 15-150
BPTC 20-100	BPTC 20-100
BPTC 20-120	BPTC 20-120
BPTC 20-150	BPTC 20-150
Voile BA de 15 cm	

b – Rapport H/L des panneaux de contreventement

Pour une direction donnée, les panneaux de contreventement peuvent avoir des rapports H/L différents. L'utilisation des tableaux impose de considérer pour le dimensionnement de tous les panneaux de contreventement d'un étage, **le rapport H/L du panneau pour lequel ce rapport est le plus élevé.**

Il s'ensuit que le concepteur a tout intérêt à homogénéiser les valeurs de ce rapport pour les murs d'un même ouvrage, faute de quoi des surdimensionnements sont inévitables pour les murs offrant un rapport H/L faible.

c – Mixage de murs de natures différentes au sein d'un même ouvrage.

Il est possible d'utiliser des murs de natures différentes (blocs différents ou murs en béton armé avec murs maçonnés), à condition que chacun des murs donne lieu aux dispositions minimales (armatures de chaînages et types de blocs ou de briques) le concernant et conformes aux prescriptions des tableaux. Cependant, au sein d'un même niveau, les matériaux doivent être identiques.

d – Modulation du rapport H/L en fonction de la nature des matériaux.

Les tableaux de dimensionnement donnés dans ce qui suit permettent évidemment de moduler le rapport H/L retenu dans la construction, en fonction de la nature des matériaux constitutifs (voiles de béton, blocs de béton ou éléments de terre cuite). En particulier, il peut être utile, sur le plan architectural, de réduire la longueur L en prévoyant des matériaux plus résistants.

e – Longueur minimale des panneaux de contreventement en fonction du type de la construction.

Les tableaux figurant en annexe C fournissent les dispositions à adopter pour les chaînages ainsi que pour les remplissages en fonction de H/L, rapport de la hauteur d'étage H à la longueur L du panneau de contreventement.

Une condition supplémentaire est à observer, visant à adopter par panneau de contreventement une longueur L minimale dans une maison individuelle en fonction du nombre de niveaux :

- Maison individuelle à un niveau :
  L ≥ **1,5 m**
- Maison individuelle à deux niveaux :
  L ≥ **2,5 m**
- Maison individuelle à trois niveaux :
  L ≥ **5 m (cas de deux panneaux)**
  3 m (cas de plus de deux panneaux)

f – Poids propre des planchers

Les tableaux de dimensionnement donnés dans le guide sont applicables pour des bâtiments dont les planchers ont un poids propre n'excédant pas 370 daN/m².

Justification de cette valeur :

Masse totale prise en compte : **650 daN/m²**

A retrancher :

- 1/5 de la charge d'exploitation :
  (1/5 x 150 =) **- 30 daN/m²**
- cloisons : **- 100 daN/m²**
- murs extérieurs* :
  (1500 x 0,2 x 2,5 x 20) /100 =) **- 150 daN/m²**

*avec ouvertures = **370 daN/m²**

Moyennant le respect d'une masse totale de 650 daN/m² ; il est possible de moduler les parts relatives aux différents éléments s'ils sont connus de façon précise.

g – Utilisation des tableaux (voir annexe C)

Les tableaux qui figurent en annexe C indiquent les types de blocs de béton, de briques ou de blocs de terre cuite à utiliser en fonction des caractéristiques de la maison (nombre de niveaux, surface par niveau) et du nombre et du type (H/L) de panneaux de contreventement disposés par niveau de la maison. Les tableaux présentent également les sections d'armatures à disposer :

- dans les chaînages verticaux, en regard du type de bloc de béton ou de brique à utiliser, de la surface de chaque plancher et du nombre de panneaux de contreventement à chaque niveau dans la direction considérée,

- dans les chaînages horizontaux, intérieurs et périphériques, en regard de la surface de chaque plancher et du nombre de files de panneaux de contreventement à chaque niveau dans la direction considérée. Le chaînage périphérique devant être de section constante sur tout le pourtour du bâtiment, on prendra donc le maximum donné pour les deux directions.

Les tableaux indiquent les dimensions pour les panneaux de contreventement de l'étage le plus bas de la construction ; pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs repérés par un chiffre : "Tableau 1" par exemple.

Ne sont visés par le présent guide que les murs respectant les exigences suivantes :
- plate-forme de plus de 3 m en amont du mur arrière,
- maison située à plus de 10 mètres d'une crête,
- absence de poussée hydrostatique donc mur obligatoirement drainé,
- terrain ayant un angle de frottement interne supérieur à 25°.

Les tableaux sont donc établis en fonction du type de maison (nombre de niveaux), du nombre de panneaux de contreventement disposés dans la direction perpendiculaire au mur de soutènement, du plus grand rapport H/L de ces panneaux, de la surface de plancher de la construction et de la longueur du mur de soutènement.

Ces tableaux sont donnés pour des murs de 2,8 m de hauteur maximale de plancher à plancher, en distinguant les cas de toitures lourdes (béton armé) des cas de toitures légères, et pour des angles de frottement interne du sol de 25°, 30° et 40°, en ce qui concerne le cas des murs de soutènement intégrés aux maisons individuelles.

CHAPITRE 6 : FONDATIONS DES MAISONS INDIVIDUELLES AVEC DES MURS PORTEURS OBLIGATOIREMENT CHAÎNÉS

Il est important de remarquer que l'action sismique est transmise par le sol à la maison individuelle par l'intermédiaire des fondations. Il faut donc, pour le choix des fondations, prendre en considération les aspects suivants :

- ➜ la conception des fondations doit être compatible avec les caractéristiques du sol et avec le type de maison individuelle ;
- ➜ le système de fondations doit être homogène : une maison individuelle doit comporter un seul mode de fondation ;
- ➜ le sol étant "moteur", pour obtenir un comportement monolithique de la maison individuelle et un déplacement en "phase", il faut disposer des liaisons appropriées au niveau des fondations. En l'absence de ces liaisons, les points d'appui de la structure risquent de subir un déplacement différentiel (fig. 3.5), ce qui n'est pas conforme avec l'approche spécifique propre à la conception et au calcul des maisons individuelles de dimensions courantes entre les joints, à savoir :

l'ensemble d'une maison individuelle est sollicité par le séisme au même moment

Les longrines servant de liaisons entre les semelles isolées ou les puits ont un double rôle :

- transférer les efforts horizontaux aux fondations et les répartir entre les fondations,
- assurer à tous les appuis le même déplacement, dans le plan horizontal, dû aux mouvements de sol.

Pour obtenir ce fonctionnement, les fondations d'une même maison individuelle doivent être solidarisées par un réseau bi-directionel de longrines (ou tout autre système équivalent : dallage, sous-sol rigide) tendant à s'opposer à leur déplacement relatif (**PS 92 / 4.33**).

Si plusieurs maisons individuelles séparées par des joints de dilatation, présentent le même système de fondations et la même qualité de sol de fondation, il est conseillé de supprimer ces joints au niveau des fondations.

Les longrines ou les dallages doivent être calculés pour des forces F opposées égales à : (**PS 92 / 9.311**)

$$F = \pm (a_N/g)\, \tau\alpha\, W \geq 20kN$$

où :

a_N : accélération nominale (**PS 92 / 3.3**)

τ : coefficient d'amplification topographique (**PS 92 / 5.24**)

W : moyenne des valeurs des charges verticales apportées par les points d'appui reliés par la longrine ou l'élément considéré, (kN)

α : coefficient dépendant de la nature du sol (**PS 92 / 5.21**), égal à :
0,3 dans un sol de catégorie a
0,4 dans un sol de catégorie b
0,6 dans un sol de catégorie c

Les poutres d'un plancher sur vide sanitaire peuvent être considérées comme jouant le rôle de longrines si elles sont situées à une distance maximale de 1,20 m de la sous-face des semelles.

6.1 - Semelles filantes ou isolées

Le système le plus habituel de transfert au sol des forces horizontales implique une butée de la semelle. Cette solution peut surtout se justifier dans le cas de l'exécution des fondations en pleine fouille quand l'état du sol environnant n'a pas été modifié.

En absence de la butée, la composante horizontale des sollicitations sismiques doit être équilibrée entièrement par le frottement produit sur la base de la fondation.

Pour améliorer la transmission de la force horizontale, donc de la butée, il est recommandé de réaliser une bêche.

Pour équilibrer la composante verticale due au séisme, ou dans le cas où la disposition des panneaux de contreventement ne permet pas de mobiliser la totalité du poids de la maison individuelle, il y a risque de soulèvement (*§ 5.3*).

6.2- Puits

Les forces horizontales auxquelles est soumise la maison individuelle sont normalement transmises au sol par frottement ou par butée. Dans le cas de puits, il est imprudent d'admettre l'existence d'une résistance par frottement entre la maison individuelle et le sol car les charges verticales dans ce type de fondations sont transmises directement aux couches inférieures et non au sol situé immédiatement en-dessous de la structure (fig. 6 - 1).

A l'exception d'une butée latérale de la maison individuelle par l'intermédiaire des longrines, les sollicitations horizontales sont transmises au sol essentiellement par la butée des puits.

Les dispositions constructives à appliquer sont les suivantes :

- Armatures longitudinales :
  - → nombre minimal de barres : 8
  - → diamètre minimal : $\emptyset \geq 12$ mm
  - → pourcentage des armatures longitudinales : $\omega\% > 0{,}3\%$
- Armatures transversales minimales :
  cadre ou carré Ø 6 ou Ø 8 espacés de 20 cm

6.3 - Radiers

Les radiers sont des dalles inversées servant de fondation.

Les radiers ne peuvent être employés au titre du présent guide que dans le cas où les caractéristiques du sol s'améliorent en profondeur (fig. 6-2).

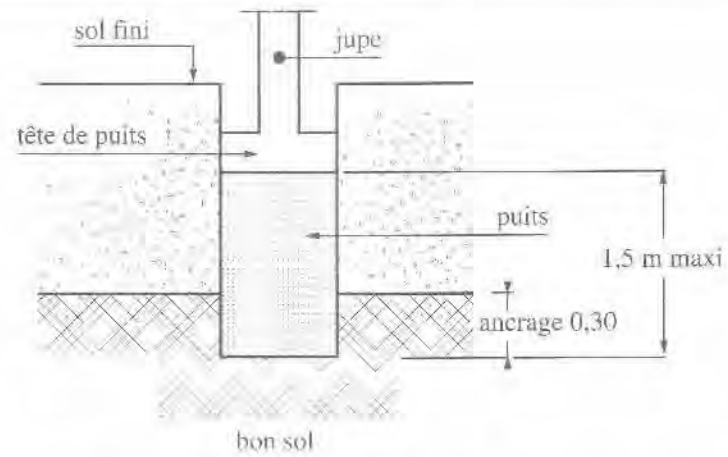


Figure 6-1 : Fondation sur puits

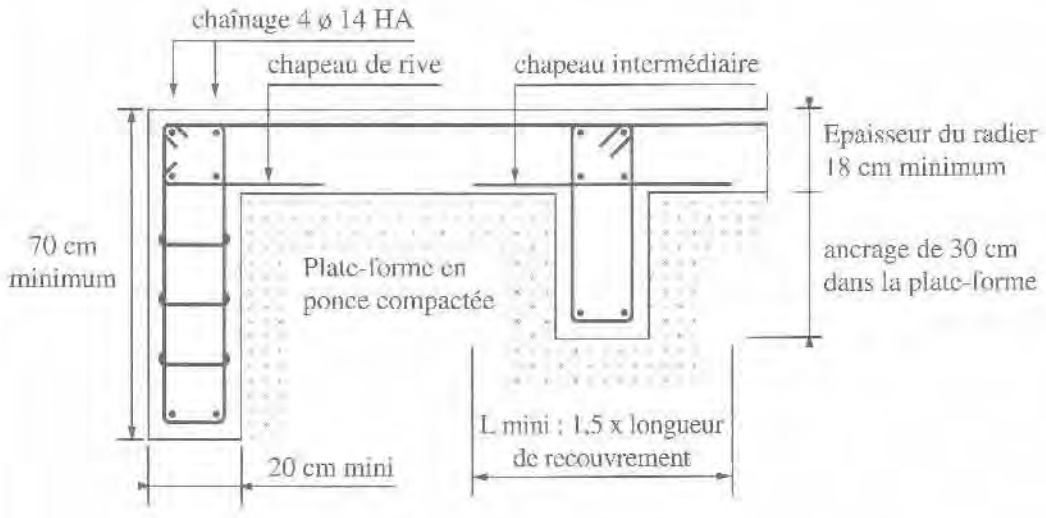


Figure 6-2 : Coupe d'un radier avec son ferraillage

Les cas où l'on a une plate-forme relativement résistante surplombant des sols de très mauvaise consistance, voire liquéfiables, ne sont pas concernés par ce chapitre. Ils doivent être traités conformément aux règles PS 92.

Dimensions :
- l'épaisseur du radier ne doit pas être inférieure à 18 cm,
- les longrines doivent avoir une largeur de 20 cm au minimum,
- les longrines périphériques doivent être coulées en pleine fouille ; elles doivent avoir au minimum les dimensions de 20 x 70 cm.

Après évacuation de la totalité de la terre végétale, le remblai de la plate-forme peut être en ponce, tuf ou pouzzolane. Il doit être débordant d'au moins 2 m par rapport à l'emprise du bâtiment. Il doit être correctement compacté puis contrôlé.

6.4 - Murs de soutènement intégrés aux maisons individuelles : quelques exemples

Les figures 6 - 3 à 6 - 5 donnent des exemples de ferraillage de murs de soutènement pour des bâtiments ayant un ou deux niveaux enterrés.

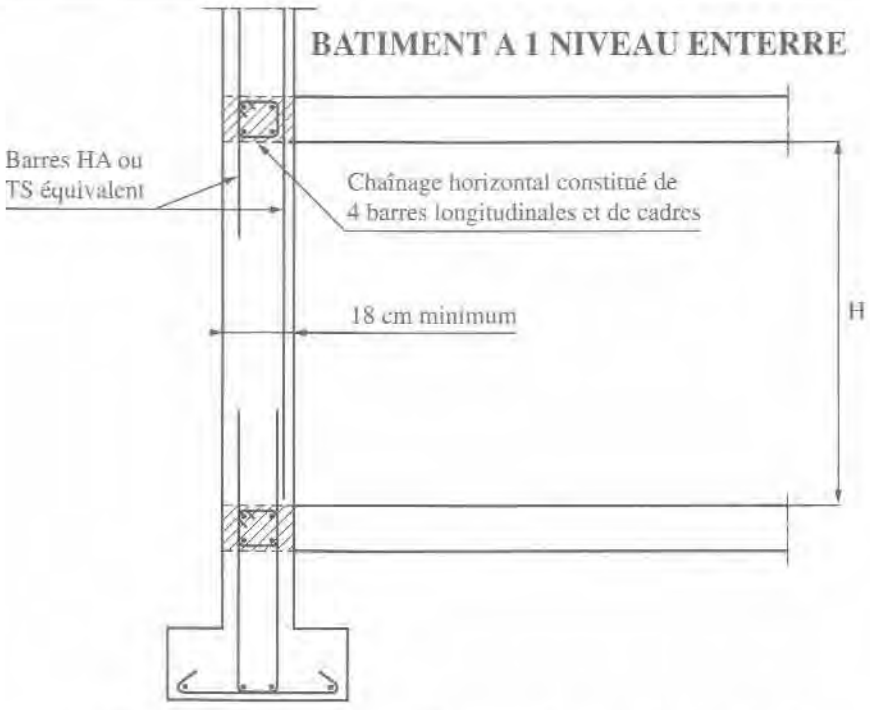


Figure 6-3 : Ferraillage d'un mur de soutènement intégré à un bâtiment ayant un niveau enterré

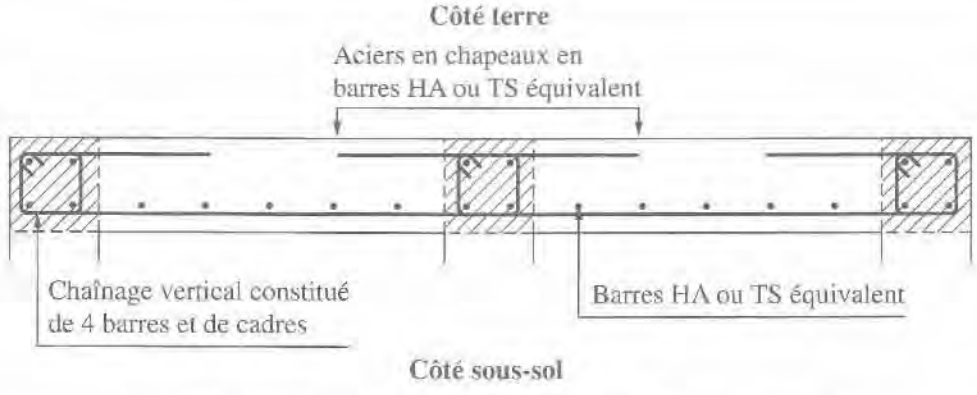


Figure 6-4 : Coupe horizontale d'un mur de soutènement

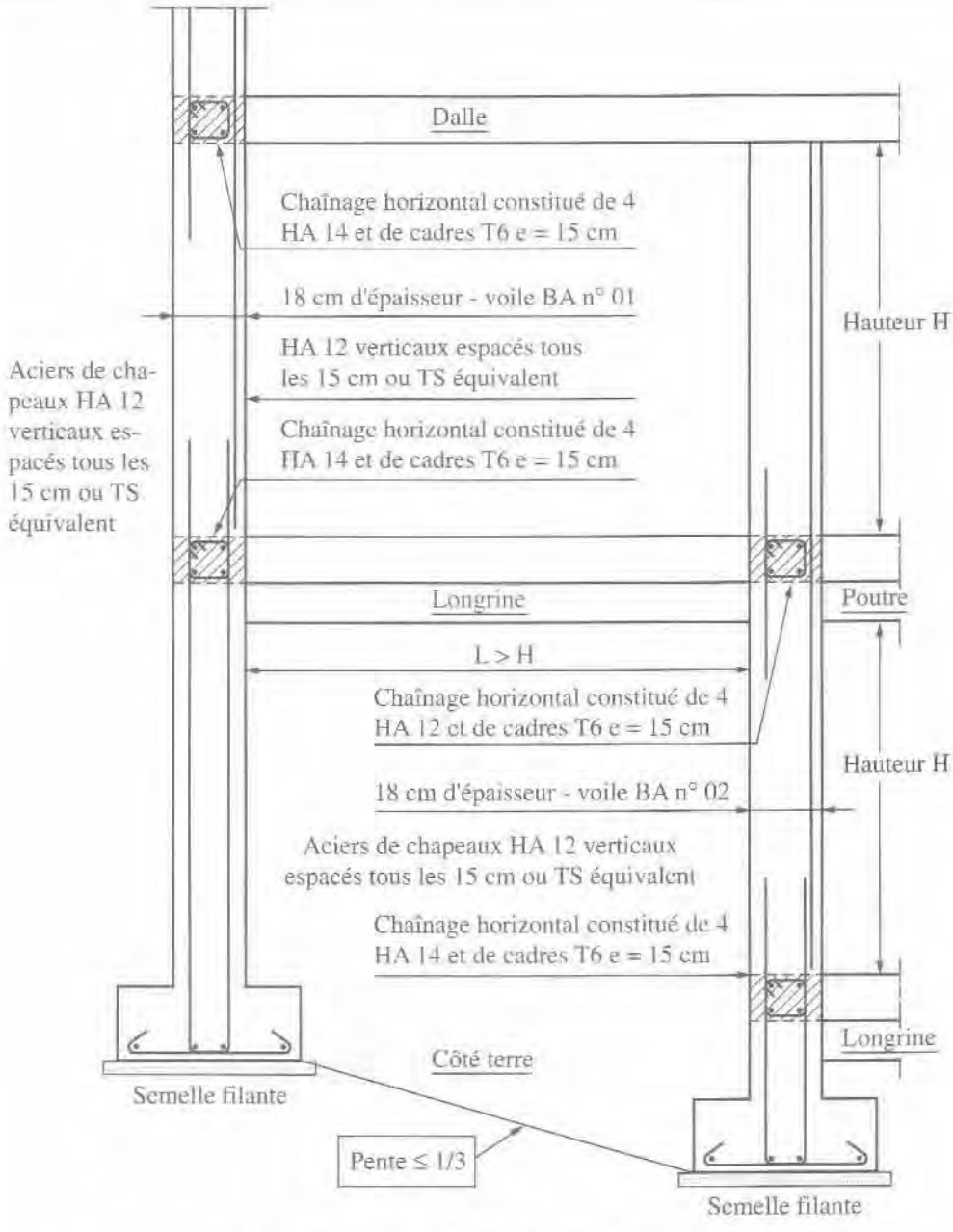


Figure 6-5 : Exemple de mur de soutènement intégré à un bâtiment ayant deux niveaux enterrés dont un partiel

CHAPITRE 7 : PLANCHERS DES MAISONS INDIVIDUELLES AVEC DES MURS PORTEURS OBLIGATOIREMENT CHAÎNÉS

7.1 - Planchers au sol

Il s'agit de dalles porteuses liées aux longrines, l'ensemble étant traité comme un plancher courant (fig. 7 - 1).

En tout état de cause, pour que le sol joue son rôle de coffrage, il y a lieu de le recouvrir préalablement par une couche (10 cm au minimum) de gros béton.

7.2 - Planchers en élévation et sur vide sanitaire

7.2.1 Généralités

La conception et le dimensionnement de ces ouvrages doivent être réalisés par un BET, conformément au BAEL et BPEL et aux Avis Techniques (CSTB).

Outre leur fonction porteuse vis-à-vis des charges verticales, la conception et le dimensionnement des planchers doivent être tels que ceux-ci assurent à la fois :

- le rôle de diaphragme en présentant suivant leur plan une rigidité telle qu'ils ne puissent pas se déformer en parallélogramme ;
- le rôle de liaison entre les différents éléments de la structure afin d'assurer le monolithisme de la construction.

Les planchers en béton peuvent être réalisés :
- à partir d'éléments préfabriqués :
  - poutrelles en béton armé ou précontraint et entrevous associés à une dalle de compression collaborante coulée en œuvre et armée par un treillis soudé (§ *7.2.2*),
  - prédalles en béton armé ou précontraint associées à une dalle complémentaire coulée sur place (§ *7.2.3*) ;
- par une dalle pleine coulée en œuvre (§ *7.2.4*).

Aucun élément préfabriqué fissuré ne doit être mis en œuvre.

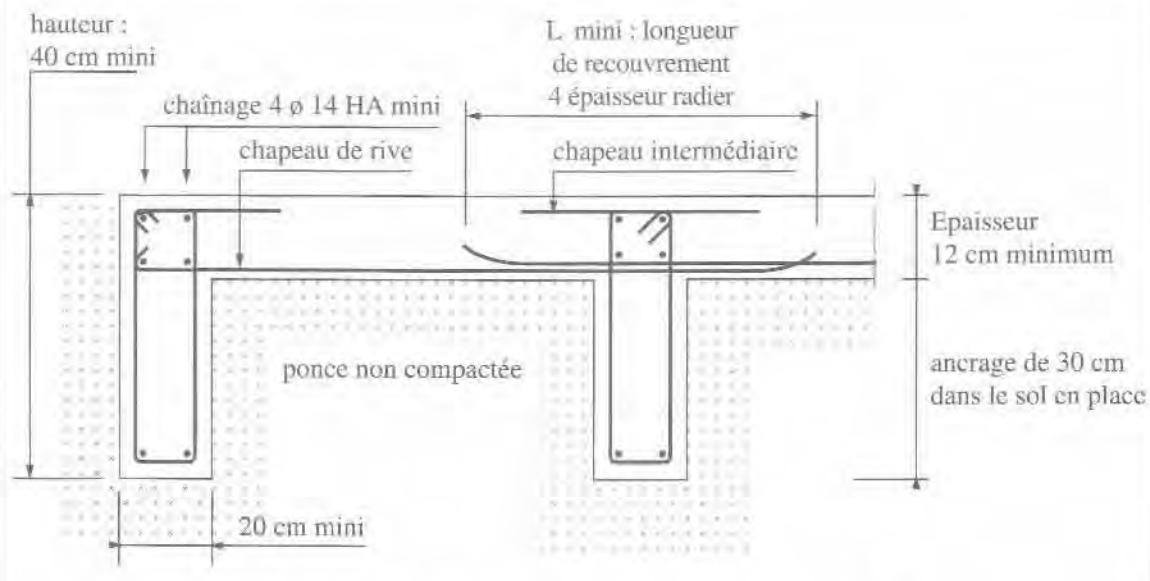


Figure 7-1 : Coupe d'une dalle avec son ferraillage

7.2.2 Planchers nervurés à poutrelles en béton et entrevous

Ils doivent satisfaire en outre aux prescriptions données ci-après :

- l'épaisseur du plancher fini est au moins égale à 0,16 m ;
- les poutrelles sont en béton armé ou précontraint (fig. 7 - 2) ;
- la face supérieure et les flancs des poutrelles en contact avec la partie coulée en œuvre doivent être rugueux ;
- l'about des poutrelles doit être rugueux.

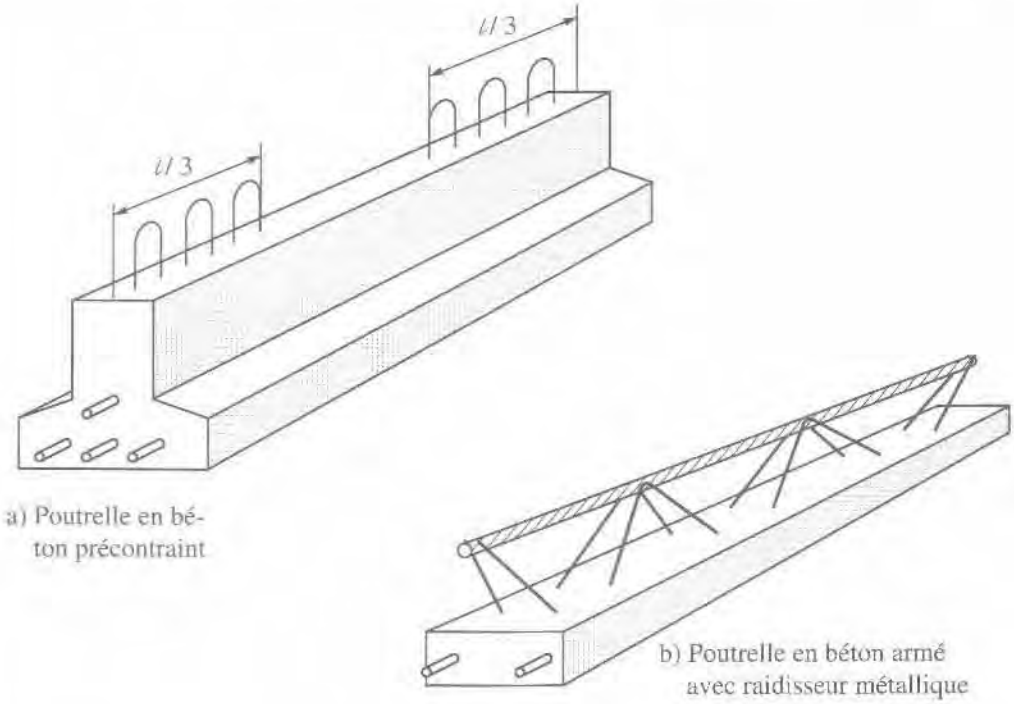


Figure 7-2 : Poutrelles préfabriquées

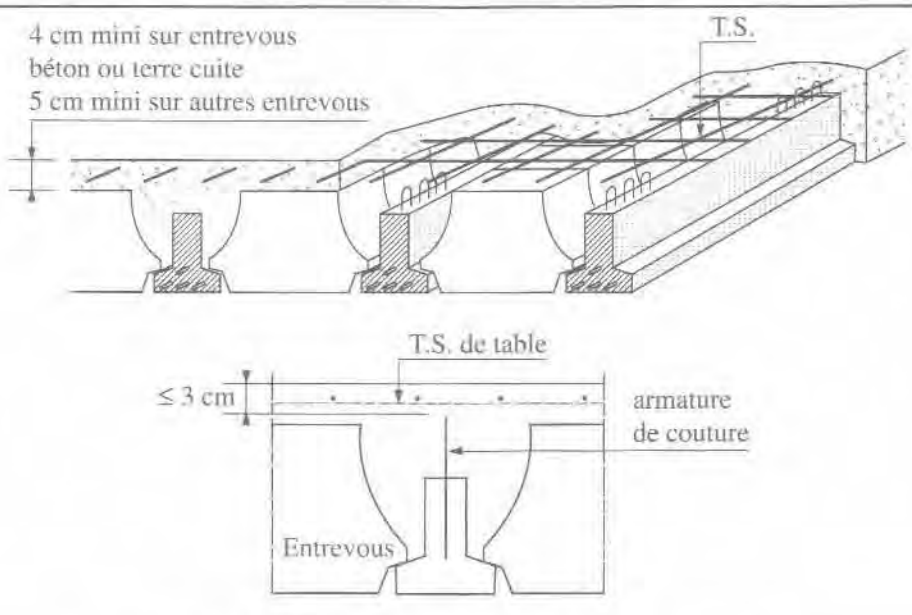


Figure 7-3 : Conception des planchers à poutrelles

7.2.2.1 Association poutrelles - dalle de compression coulée en œuvre (monolithisme)

Elle est assurée par des armatures transversales de couture satisfaisant aux deux conditions complémentaires suivantes :

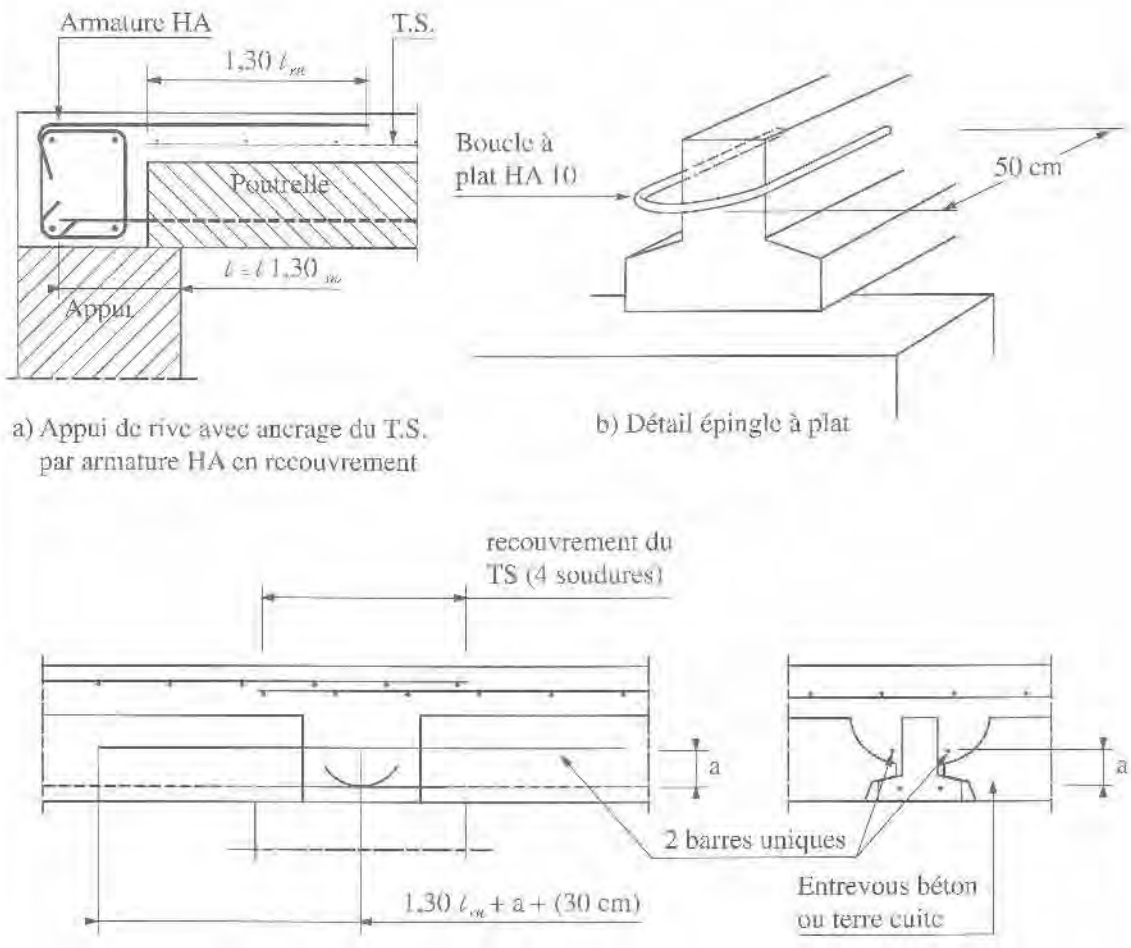
- elles sont disposées sur au moins les tiers extrêmes des longueurs des poutrelles ;
- elles présentent des enrobages supérieur et inférieur au plus égaux à 4 cm.

Les armatures assurant la liaison des poutrelles avec la dalle rapportée peuvent être constituées par des armatures en forme de sinusoïdes continues ou discontinues ou par les diagonales des raidisseurs.

7.2.2.2 Fonction diaphragme

Elle est assurée par la dalle de compression coulée en œuvre sur toute la surface du plancher aux conditions suivantes (fig. 7 - 3) :

- épaisseur minimale de la dalle coulée en œuvre :
  - 4 cm si les entrevous utilisés sont en béton ou en terre cuite,
  - 5 cm si les entrevous sont en polystyrène ou en un matériau autre que béton ou terre cuite ;
- présence sur toute la surface du plancher d'un treillis soudé continu totalement ancré sur les appuis de rive. La section des aciers porteurs du treillis soudé, placés perpendiculairement à la portée des poutrelles, est au moins égale à 1,40 cm²/m et la section des aciers de répartition, parallèles à la portée des poutrelles, au moins égale à 0,70 cm²/m. L'ancrage total du treillis soudé sur les appuis est obtenu en disposant :
  - soit un recouvrement d'armature HA dont les longueurs de scellement nominal et de recouvrement sont majorées de 30 %,
  - soit d'une longueur d'ancrage, majorée de 30 %, des fils HA constitutifs du treillis soudé.



a) Appui de rive avec ancrage du T.S. par armature HA en recouvrement

b) Détail épingle à plat

c) Continuité mécanique des armatures des poutrelles sur appui intermédiaire

Figure 7-4 : Dispositions constructives sur appui

- soit trois soudures plus une demi-maille du treillis soudé au-dessus des appuis.

7.2.2.3 Fonction liaison

Dans la direction des poutrelles, le plancher doit présenter en tout point une capacité de résistance ultime à la traction dont la valeur, en situation accidentelle, est fixée à 105 kN par mètre de largeur.

Lorsqu'une valeur plus faible est justifiée, celle-ci ne peut être cependant inférieure à 75 kN par mètre de largeur.

La reprise de cet effort de traction est assurée par les armatures existantes ou par des armatures ajoutées, continues ou en recouvrement, disposées dans les poutrelles ou dans la table de compression.

Les recouvrements calculés (ℓ_{rd}) en situation non sismique sont majorés de 30 % et tiennent compte s'il y a lieu des décalages entre armatures. Les recouvrements avec les poutrelles sont en outre majorés de 30 cm pour assurer un ancrage actif.

7.2.2.4 Dispositions particulières aux appuis

La profondeur effective d'appui des poutrelles est d'au moins 4 cm.

Sur appui de rive, les armatures des poutrelles doivent être ancrées dans les chaînages en majorant de 30 % les longueurs d'ancrage (ℓ_{sd}) déterminées en situation non sismique. A défaut, il faut disposer à l'extrémité de chaque poutrelle une épingle à plat constituée d'un acier HA Fe E 500 de 10 mm de diamètre. Celle-ci est située à mi-hauteur du chaînage. La boucle est disposée au plus près du parement extérieur du chaînage et la longueur de ses branches est d'au moins 50 cm (fig. 7 - 4).

Les longueurs d'ancrage des armatures placées en chapeau pour l'établissement de la continuité au-dessus des appuis concernés doivent être majorées de 30 %.

7.2.2.5 Trémies

La fonction diaphragme est considérée assurée s'il existe une seule trémie dont chaque dimension n'excède pas la moitié du plus petit côté du plancher et à condition que soient disposées de chaque côté de la trémie des armatures complémentaires de section égale à celle des armatures coupées par la trémie. Dans les autres cas (plusieurs trémies ou trémie de plus grandes dimensions), il y a lieu de justifier le cheminement des efforts dans les parties pleines par un fonctionnement en treillis ou en voûtes.

7.2.3 Planchers à dalle pleine avec prédalles en béton armé ou précontraint

Ils doivent satisfaire en outre aux prescriptions données ci-après :

- l'épaisseur du plancher fini est au moins égale à 0,12 m ;
- les prédalles sont en béton armé ou précontraint ;
- la face supérieure des prédalles doit être rugueuse ou présenter des indentations.

7.2.3.1 Association prédalles - dalle coulée en œuvre (monolithisme)

Elle est assurée par des armatures transversales de couture satisfaisant aux conditions suivantes (fig. 7 - 5) :

- elles sont disposées sur les tiers extrêmes des portées et tout le long des rives des prédalles ;
- elles sont dimensionnées pour ancrer verticalement un effort d'au moins 100 kN/m² de plancher dans les zones cousues à l'état limite ultime ;
- L'espacement des coutures dans le sens transversal ne doit pas excéder 3 fois la hauteur totale h_t du plancher, l'espacement des boucles de couture dans le sens longitudinal ne devant pas excéder h_t à moins que les coutures soient réalisées par des raidisseurs métalliques.
- Les armatures de couture placées en rives sont identiques à celles placées dans les zones des tiers extrêmes des portées et ne doivent pas être distantes de la rive de plus de 30 cm.

7.2.3.2 Fonction diaphragme

Elle est assurée par le plancher armé dans les deux directions horizontales par les armatures des prédalles, complétées s'il y a lieu par des armatures ajoutées dans le béton coulé en place, en assurant la continuité des armatures de répartition entre prédalles voisines par recouvrement au moyen d'armatures ajoutées dans la dalle rapportée perpendiculairement au joint (armatures HA, bande de treillis soudé) (fig. 7 - 6).

Les armatures principales de la prédalle, éventuellement complétées par des armatures disposées dans le béton coulé en œuvre, sont ancrées dans les chaînages en majorant de 30 % leur longueur d'ancrage (ℓ_{sd}) déterminée en situation non sismique.

Les armatures de répartition des prédalles sont ancrées dans les chaînages latéraux par des armatures placées en recouvrement dans le béton coulé en œuvre.

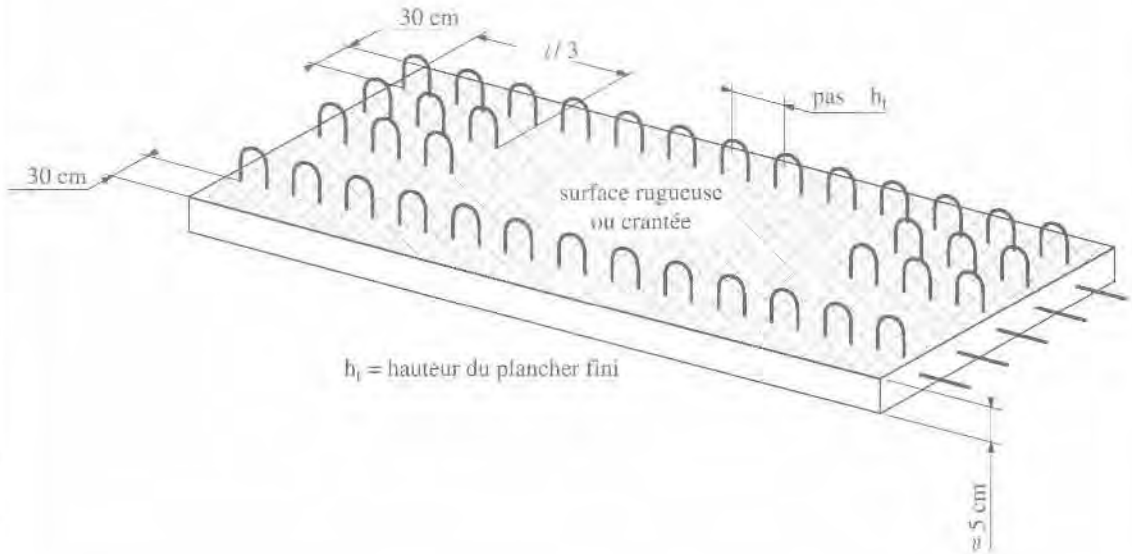


Figure 7-5 : Disposition générale des armatures de couture dans les prédalles

Les différentes longueurs de recouvrement sont celles déterminées en situation non sismique majorées de 30 % et augmentées s'il y a lieu des décalages entre armatures. Les recouvrements (l_{rd}) avec les armatures de précontrainte sont en outre majorés de 30 cm pour tenir compte de l'ancrage actif (fig. 7 – 7).

7.2.3.3 Fonction liaison

Dans la direction de sa portée, le plancher doit présenter en tout point une capacité de résistance ultime à la traction dont la valeur, en situation accidentelle, est fixée à 75 kN par mètre de largeur.

La reprise de cet effort de traction est assurée par les armatures existantes ou par des armatures ajoutées, continues ou en recouvrement, disposées dans les prédalles ou dans la table de compression. Les recouvrements (l_{rd}), calculés en situation non sismique, sont majorés de 30 % et tiennent compte s'il y a lieu des décalages entre armatures. Les recouvrements avec des armatures de précontrainte sont en outre majorés de 30 cm pour tenir compte de l'ancrage actif.

7.2.3.4 Dispositions particulières aux appuis

La profondeur effective d'appui des prédalles sur appui maçonné dressé est d'au moins 4 cm.

Suivant le sens porteur, les armatures principales de la prédalle et les armatures complémentaires ajoutées dans la partie coulée en œuvre doivent être ancrées dans les chaînages en majorant de 30 % leurs longueurs d'ancrage calculées en situation non sismique. Dans le sens non porteur, les armatures de répartition doivent être ancrées dans les chaînages latéraux par des armatures placées en recouvrement dans des conditions similaires à celles prévues pour le recouvrement des joints courants entre prédalles.

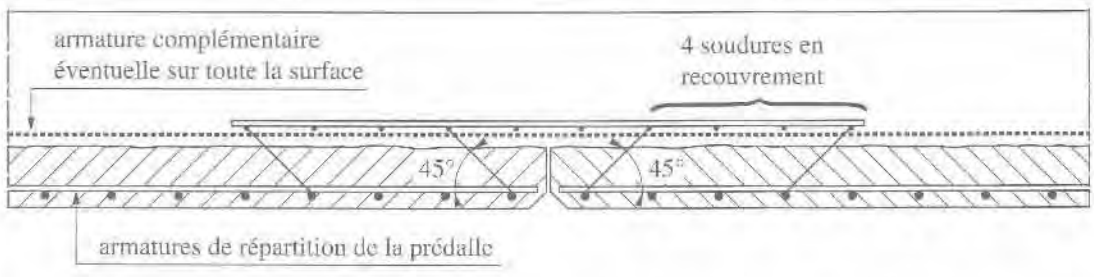


Figure 7-6 : Continuité mécanique sur joint entre prédalle voisines

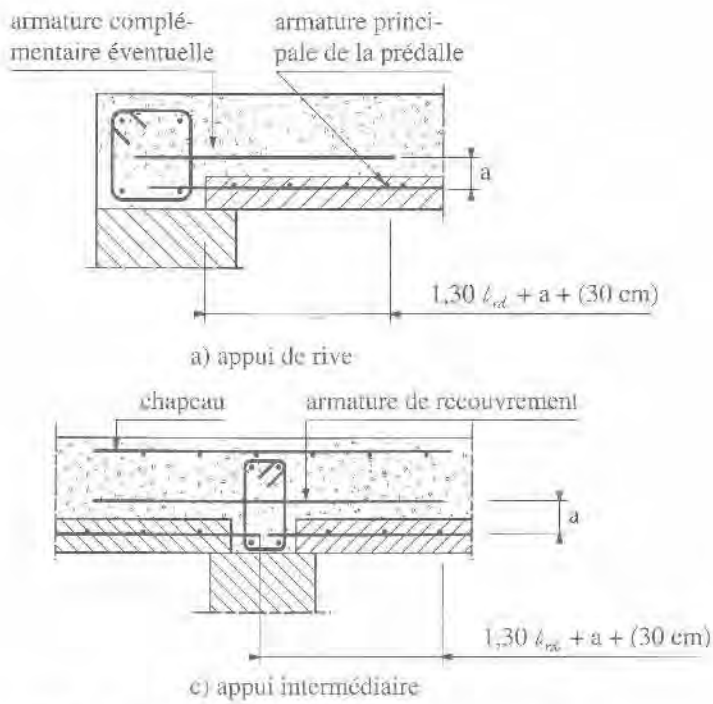


Figure 7-7 : Exemples de dispositions constructives sur appuis (dalle pleine avec pédalle)

Sur appui intermédiaire, la continuité des armatures principales doit être assurée par la mise en place d'armatures de recouvrement disposées au-dessus de la prédalle.

Les longueurs d'ancrage des armatures placées en chapeau pour la continuité au-dessus des appuis concernés sont majorés de 30 % (fig.7 - 7).

7.2.3.5 Trémies

La fonction diaphragme est considérée assurée s'il existe une seule trémie dont chaque dimension n'excède pas la moitié du plus petit côté du plancher et à condition que soient disposées de chaque côté de la trémie des armatures complémentaires de section égale à celle des armatures coupées par la trémie. Dans les autres cas (plusieurs trémies ou trémie de plus grandes dimensions), il y a lieu de justifier le cheminement des efforts dans les parties pleines en assurant un fonctionnement en treillis ou en voûtes.

7.2.4 Planchers à dalle pleine coulée en œuvre

La dalle coulée en œuvre doit assurer l'effet diaphragme. A cet effet, son épaisseur ne doit pas être inférieure à 12 cm.

7.2.4.1 Calculs et dispositions constructives

Les calculs et les dispositions constructives doivent être conformes aux règles BAEL et BPEL en vigueur.

7.2.4.2 Trémies

La fonction diaphragme est considérée comme assurée s'il existe une seule trémie dont chaque dimension n'excède pas la moitié du plus petit côté du plancher et à condition que soient positionnées de chaque côté de la trémie des armatures complémentaires de section égale à 1,2 fois celle des armatures coupées par la trémie.

Dans les autres cas il y a lieu de justifier le cheminement des efforts dans les parties pleines.

CHAPITRE 8 : ÉLÉMENTS EN BÉTON ARMÉ COULÉ EN ŒUVRE DES MAISONS INDIVIDUELLES AVEC DES MURS PORTEURS OBLIGATOIREMENT CHAÎNÉS

Le domaine d'application du présent document étant limité aux constructions individuelles pour lesquelles **la stabilité en situation sismique est obtenue par des panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée ou en voiles de béton armé chaînés,** les prescriptions qui suivent ont pour seul objet de conférer aux divers éléments secondaires en béton armé (voir **PS 92, 11.1.1 et 11.9**) un certain niveau de résistance de manière à s'adapter aux mouvements de la structure, limités par ces panneaux.

A cet égard, elles visent notamment à préserver une section résistante de béton après disparition du béton d'enrobage et à renforcer les liaisons avec les autres éléments.

En effet, même si un élément structural porteur n'entre pas dans le schéma de contreventement de la structure, il doit respecter les dispositions constructives minimales qui suivent (voir **PS 92, 11.1**).

Il est rappelé que l'enrobage des armatures des parements extérieurs doit être au minimum de trois centimètres, s'il y a un revêtement d'imperméabilisation ou un enduit sur le béton, et de 5 centimètres s'il n'y a pas de protection.

8.1 - Poutres

Il faut s'assurer d'une bonne liaison de l'élément porteur par l'intermédiaire d'armatures réalisant la continuité mécanique du ferraillage.

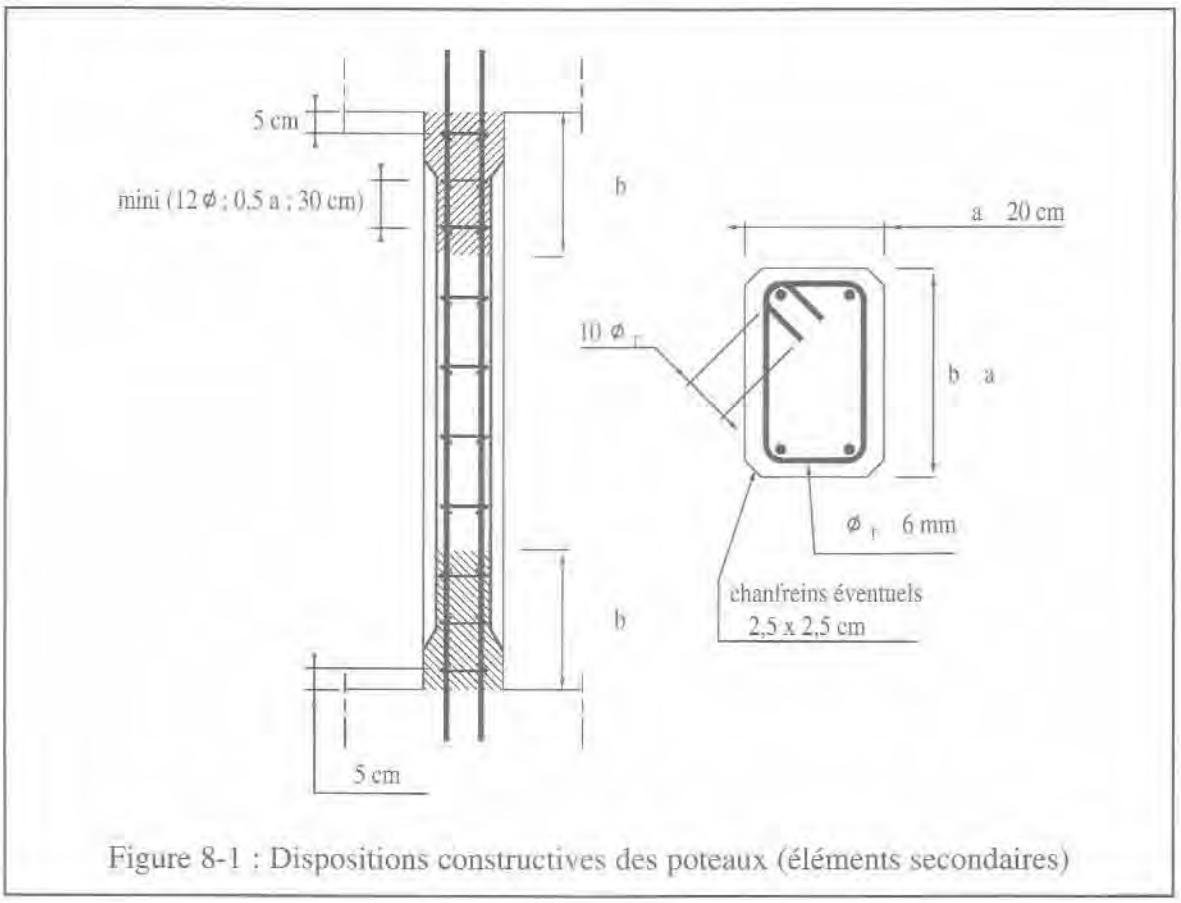


Figure 8-1 : Dispositions constructives des poteaux (éléments secondaires)

8.2 - Poteaux

La dimension minimale d'un poteau est de 20 cm et ne doit pas dépasser 4 fois cette dimension (au-delà, il s'agirait d'un mur).

Les dispositions à considérer sont celles du béton armé en situation normale, complétées comme suit:

Aux extrémités du poteau, on dispose des armatures transversales en cadres ou cercles Ø 6 sur une distance au moins égale à la plus grande dimension transversale du poteau et espacés au plus de :

- $12Ø_L$ ($Ø_L$: plus petit diamètre des armatures longitudinales du poteau) ;
- 0,5 a (a : plus petite dimension transversale du poteau) :
- 30 cm.

Le premier cadre est disposé à 5 cm du nu intérieur de l'appui (fig. 8 - 1).

8.2.1 Poteaux de section rectangulaire

Leur section béton est au moins de 20 x 20 cm.

Ils sont réalisés sans reprise de bétonnage.

Ils sont armés par 4 armatures longitudinales (au minimum 4 HA 10) disposées aux 4 angles.

Pour les poteaux de plus de 20 cm, on disposera au moins 1 HA 10 tous les 20 cm.

8.2.2 Poteaux de section circulaire

Leur diamètre de section béton est au moins de 25 centimètres. Ils sont réalisés sans reprise de bétonnage.

Ils sont armés par 6 armatures longitudinales (au minimum 6 HA 10) disposées régulièrement selon un cercle.

8. 3 - Liaisons entre éléments

Ces liaisons sont réalisées par des armatures en assurant leur continuité mécanique.

Les longueurs d'ancrage et de recouvrement, déterminées en situation non sismique, doivent être majorées de 30 % (fig. 8 - 2).

8. 4 - Linteaux

Les prescriptions auxquelles doivent satisfaire les linteaux sont celles données pour les poutres au paragraphe 8.1.

En règle générale, les linteaux sont associés soit au chaînage horizontal dans le cas de portes-fenêtres par exemple, soit intégrés aux encadrements de baies dans le cas d'ouvertures de petites et moyennes dimensions.

Dans le cas de portées plus importantes, les armatures principales hautes et basses du linteau doivent être ancrées dans les chaînages verticaux bordant les parties maçonnées et être continues sur le ou les poteaux intermédiaires, le linteau pouvant être dimensionné en poutre continue et l'assemblage au droit des poteaux intermédiaires pouvant être réalisé comme indiqué au paragraphe 8.3 (fig. 8 - 3).

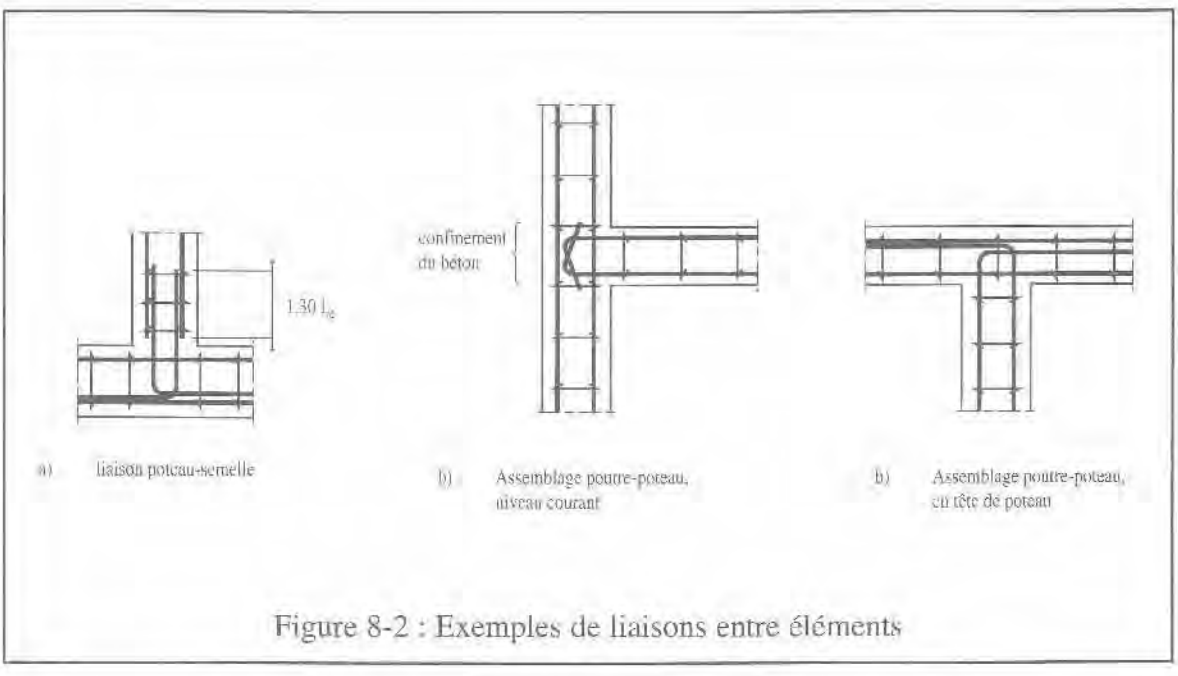


Figure 8-2 : Exemples de liaisons entre éléments

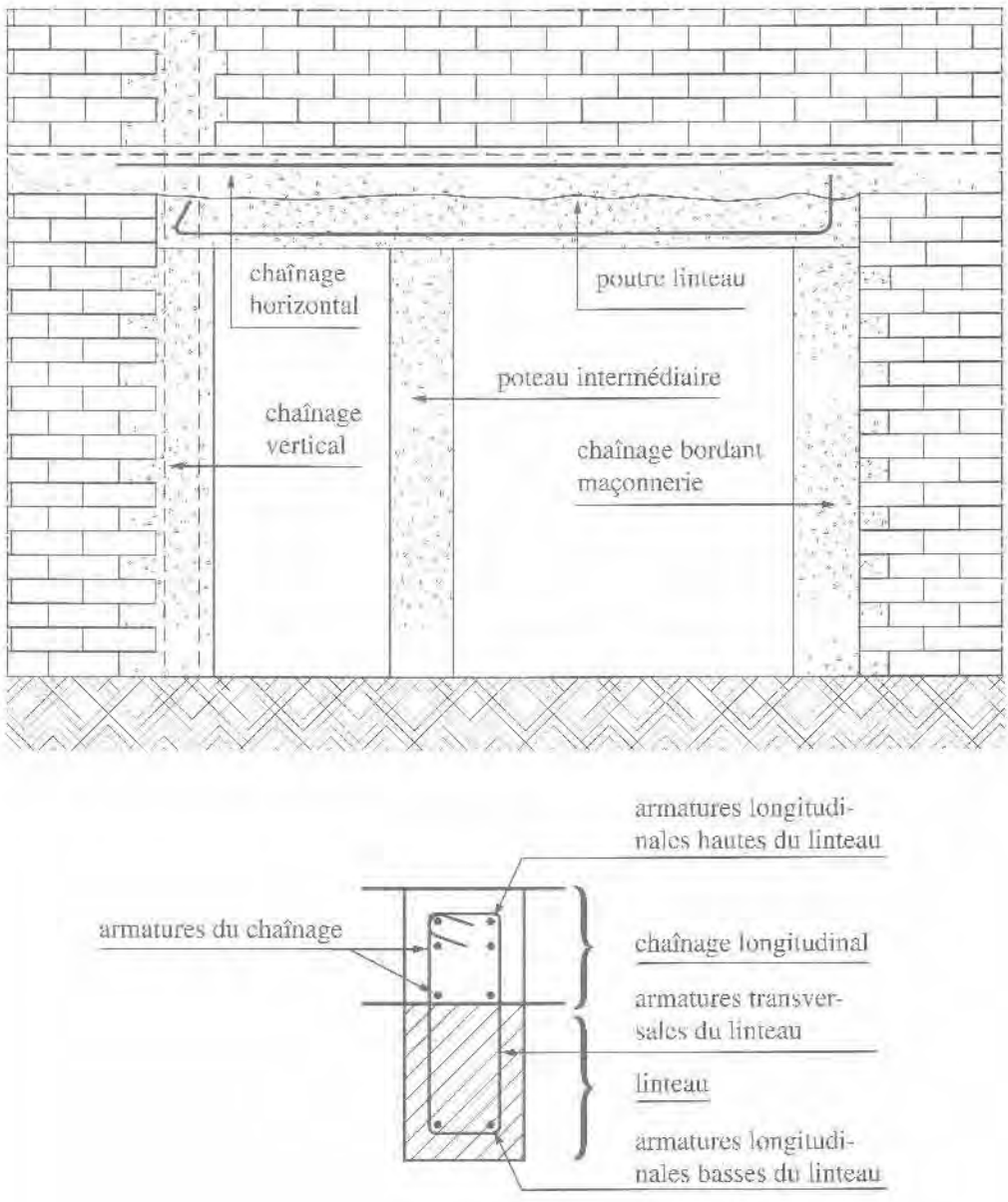


Figure 8-3 : Dispositions relatives aux linteaux

8.5 - Porte-à-faux

Le moment en travée de plancher assurant l'équilibrage du porte-à-faux doit être déterminé sans tenir compte du moment sur appui du porte-à-faux.

Dans le cas où le porte-à-faux est réalisé en poutres sur consoles, celles-ci doivent être dimensionnées suivant les règles habituelles du béton armé et, de plus, comporter un chaînage en extrémité (fig. 8 - 4).

8.6 - Escaliers

Les escaliers en voûte ou à marches consoles encastrées dans un mur en maçonnerie sont interdits.

Escaliers à limons ou en volées :
Les limons ou volées doivent comporter une continuité de leurs armatures en parties haute et basse (fondations et dalles palières).
Les longueurs d'ancrage et de recouvrement sont majorées de 30 %.

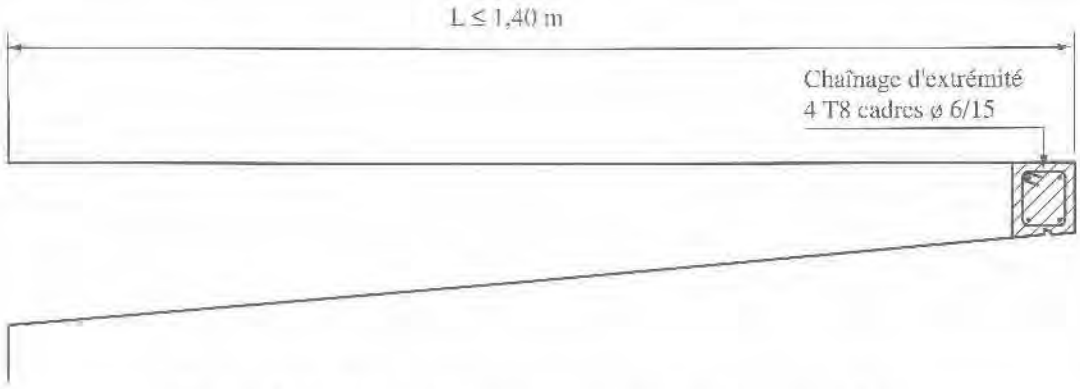


Figure 8-4 : Dispositions relatives aux poutres-consoles

CHAPITRE 9 : CHARPENTES DE TOITURE DES MAISONS INDIVIDUELLES AVEC DES MURS PORTEURS OBLIGATOIREMENT CHAÎNÉS

9.1 Charpentes en béton armé

9.1.1 - Charpentes associées à des toitures lourdes en béton armé

Dans ce cas, la charpente est amenée à jouer le rôle de diaphragme ; elle doit donc respecter les prescriptions du paragraphe *7.2.*

Les charpentes doivent être calculées conformément aux règles BAEL 91 et BPEL 91 et respecter les règles relatives aux poutres (§ *8.1*).

Dans le cas où la toiture présente 2 versants, le contreventement est assuré par :
- les pignons dans la hauteur des combles, dans le sens transversal,
- les murs longitudinaux, dans le sens longitudinal.

9.1.2 - Charpentes associées à des toitures légères

La stabilité des charpentes est assurée par :
- une dalle en BA, dans le plan des entraits, disposée sur la largeur de la charpente et sur une profondeur d'au moins 1m, fonctionnant en diaphragme (poutre au vent),

et :
- une triangulation en croix de St André dans le plan de la toiture.

Dans le cas des toitures à 4 versants, les croix de St André ne sont pas nécessaires : la stabilité est assurée par les croupes (fig. 9-1)

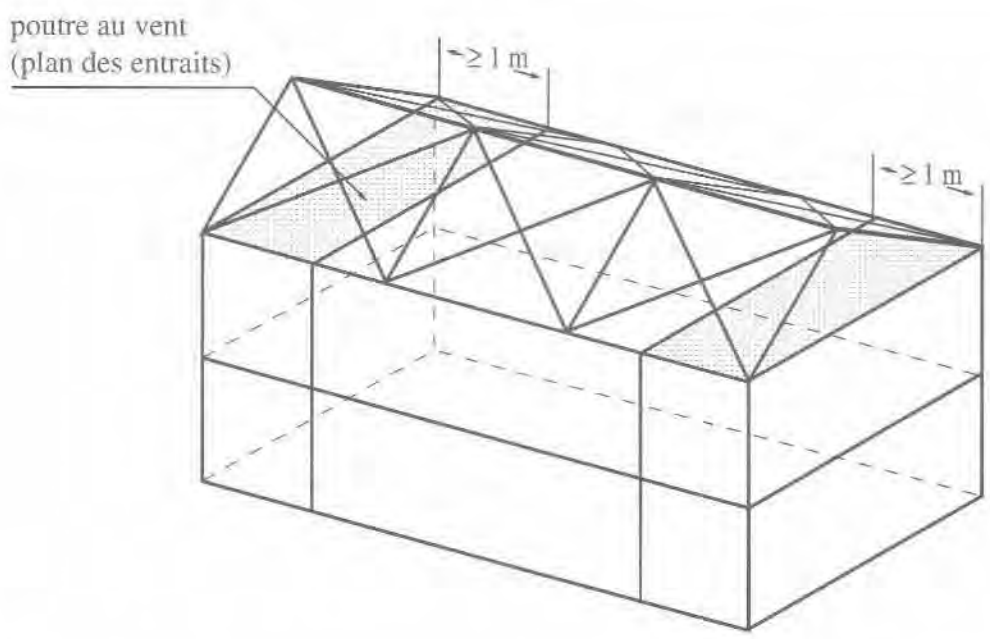


Figure 9-1 : Contreventement au niveau de la toiture et des combles

9.1.3 - Efforts de dimensionnement

Pour le calcul de ces éléments assurant la stabilité, il est tenu compte d'un coefficient sismique C_S pour toiture, comme indiqué dans le tableau 9-1.

Cette force est déterminée en appliquant le coefficient sismique du dernier niveau de la construction à la masse de la toiture et des pointes de pignons. Elle est appliquée au niveau du faîtage (fig. 9-2 et 9-3).

Tableau 9-1 : Efforts de dimensionnement de la toiture

Type de toiture	Légère			Lourde	
Type de construction	1 niveau actif (toiture seule)	2 niveaux actifs (toiture + 1 plancher)	3 niveaux actifs (toiture + 2 planchers)	1 niveau actif (toiture seule)	2 niveaux actifs (toiture + 1 plancher)
Coefficient C_S	**4,9 m /s²**	**7,5 m /s²**	**8 m /s²**	**4,9 m /s²**	**5,92 m /s²**

La force sismique est obtenue par la relation :
$F = \mathbf{C_S M}$ où M est la masse (en t) de la toiture.

9.2 Charpentes en bois

9.2.1 - Contreventement

Le contreventement des charpentes en bois doit être conçu selon le même principe que les dispositions constructives habituelles, et dimensionné vis-à-vis de la force sismique F définie au § 9.1

Dans le cas de pointes de pignon en maçonnerie ou en ossature bois, le contreventement est habituellement constitué de diagonales (tirants) disposées sous les versants de toiture (fig. 9-2).

Les fixations aux pignons ainsi que les fixations aux sablières doivent être conçues et dimensionnées pour reprendre les efforts de liaison.

Dans le cas des croupes, les arêtiers, les demi-fermes ou les empanons de croupe constituent le contreventement (fig. 9-3). Les fixations doivent être conçues et dimensionnées en conséquence.

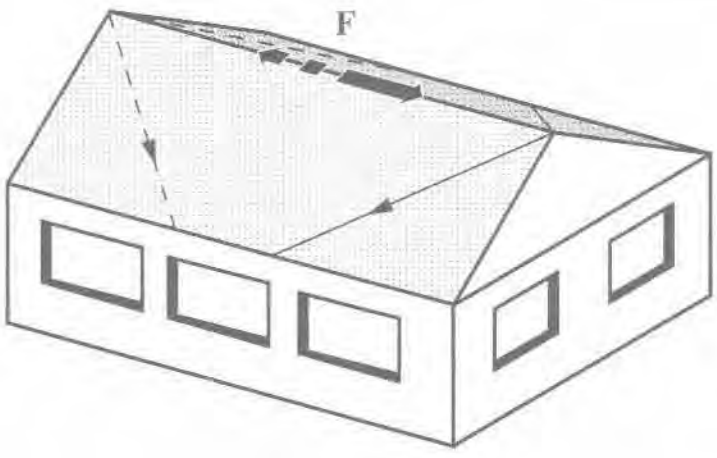


Figure 9-2 : Contreventement de charpentes en bois (2 versants)

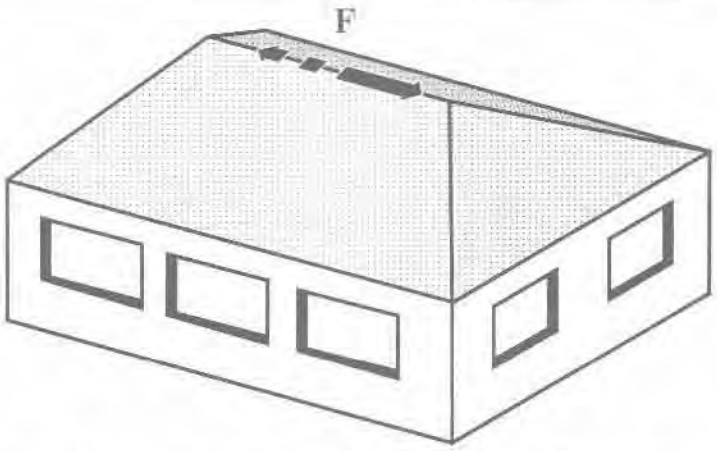


Figure 9-3 : Contreventement d'une toiture à 4 versants

9.2.2 - Diaphragmes de toiture

Les dispositions constructives habituelles, tenant compte de l'action du vent extrême (non traitée dans ce guide), doivent être complétées éventuellement par des diaphragmes situés dans le plan des entraits et reliant entre eux les murs périphériques et les refends (fig. 9-4 à 9-8).

Ces diaphragmes sont conçus, dimensionnés, assemblés et fixés conformément aux Règles CB71.

Ces diaphragmes peuvent être soit triangulés, soit constitués de panneaux (*§ 9.2.3 et 9.2.4*).

9.2.3 Diaphragmes triangulés

9.2.3.1 - Triangulation

Les diaphragmes doivent être complètement triangulés (fig. 9 - 5).

La triangulation doit être adaptée à la position des murs et des refends. (fig. 9 - 6).

Il s'agit de créer des nœuds de triangulation et des liaisons supplémentaires constituant des points d'appui du diaphragme sur les refends.

La distance entre les murs des façades et les membrures des diaphragmes ne doit pas excéder 10 cm.

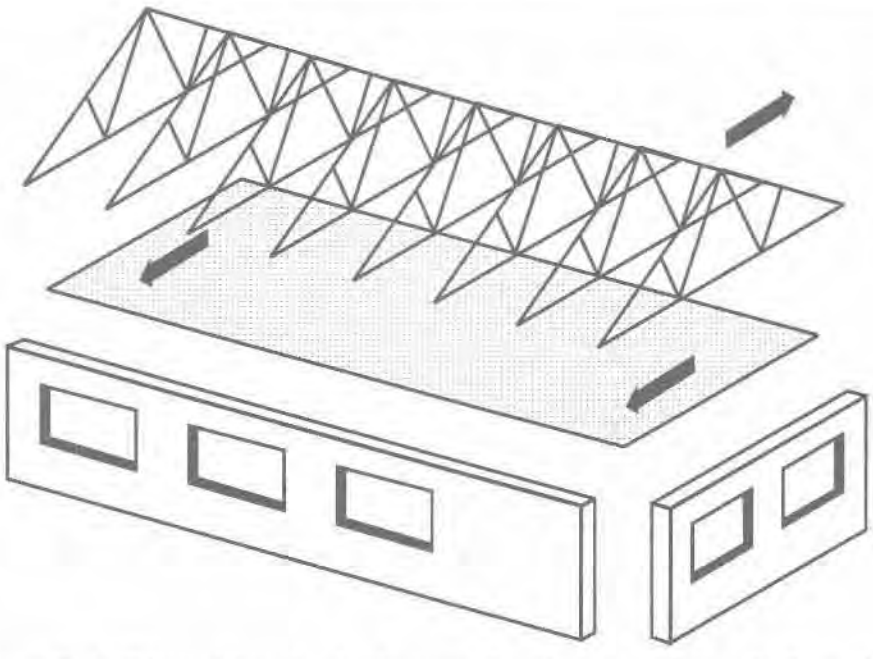


Figure 9-4 : Disposition du diaphragme de toiture au niveau de l'entrait

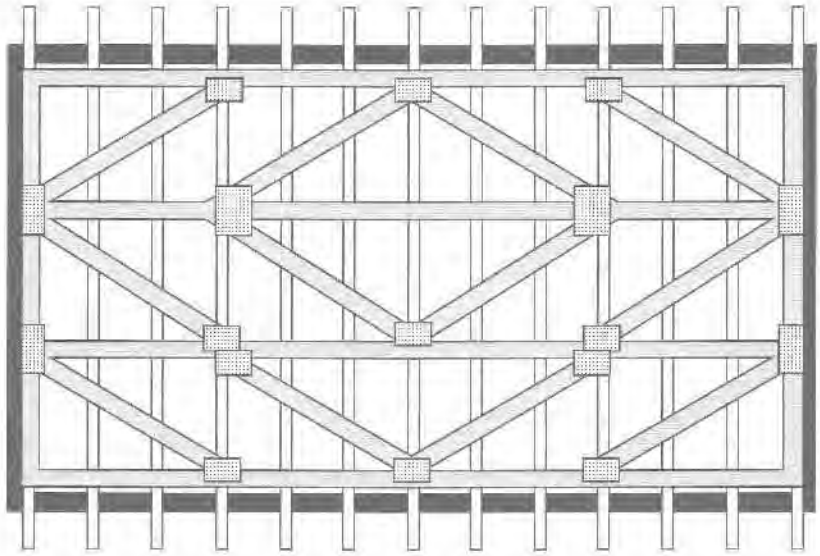


Figure 9-5 : Diaphragme triangulé

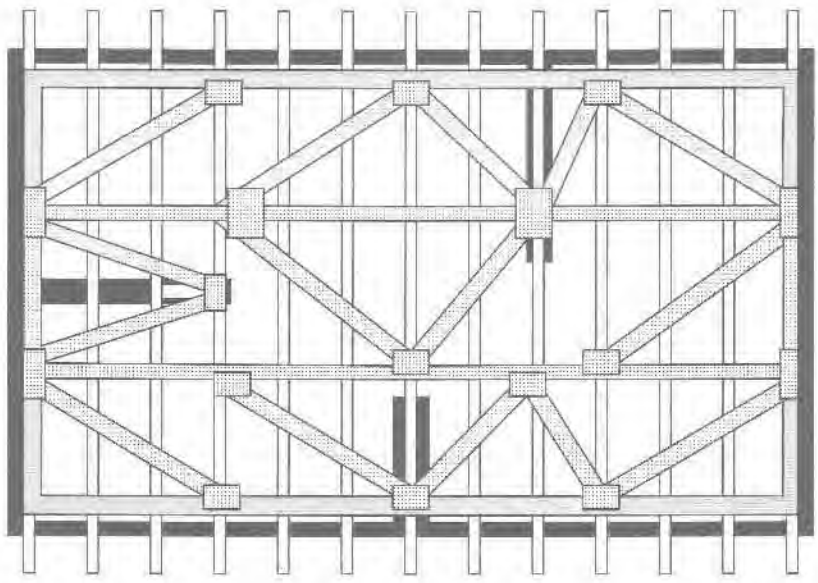


Figure 9-6 : Adaptation aux refends de la triangulation d'un diaphragme triangulé

9.2.3.2 - Matériaux

Les fermettes (ou fermes de la charpente), les membrures et les diagonales du diaphragme doivent être en bois de qualité équivalente à la classe C22 de la norme NF B 52-001.

Ces bois doivent être traités pour la classe de risque 3T (termites).

Les goussets d'assemblage doivent être en contre-plaqué cinq plis de qualité CTBX traité.

L'usage de panneaux de particules ou de panneaux d'OSB est exclu.

Les équerres de fixation doivent être galvanisées et leur résistance attestée par un P.V. d'essais d'un laboratoire spécialisé.

Les chevilles de fixation aux appuis et aux ancrages doivent être sous Avis Technique.

9.2.3.3 - Sections, épaisseurs

- L'épaisseur minimale des bois de charpente (fermettes, membrures et diagonales du treillis du diaphragme) est de 51 mm (2 pouces).
  Les charpentes en bois de 36 mm d'épaisseur sont exclues du domaine d'application du présent guide.
- La largeur minimale des membrures et des diagonales du treillis du diaphragme est de 127 mm (5 pouces).
- L'épaisseur minimale des goussets de charpente est de :
- 12 mm pour les goussets doubles,
- 20 mm pour les goussets simples.

9.2.3.4 - Clouage

Les membrures et les diagonales doivent être cloués sur les entraits de fermettes par deux pointes de 110 torsadées, au minimum.

Les goussets doivent être cloués par des pointes torsadées de 70 mm.

9.2.3.5 - Ancrages

Les ancrages des fermettes sur les murs de façades et les refends parallèles à ces murs doivent comporter deux équerres chevillées.

Les ancrages des diaphragmes sur les murs de pignons et sur les refends parallèles à ces murs doivent être réalisés par des chevilles ou des équerres chevillées.

9.2.3.6 - Dimensionnement des diaphragmes triangulés

Le dimensionnement des diaphragmes triangulés, de leurs assemblages et de leurs fixations doit être justifié par le calcul vis-à-vis des efforts sismiques donnés au § *9.2.5*.

9.2.4 Diaphragmes en panneaux

9.2.4.1 - Disposition des panneaux

Les diaphragmes sont constitués de panneaux supportés sur leurs quatre rives par des lisses ou des fourrures fixées en sous-face des entraits des fermettes (fig. 9-7). Les panneaux doivent être fixés de la même manière sur les fermettes intermédiaires.

Des fourrures ou des lisses supplémentaires doivent être disposées au droit des refends (fig. 9 - 8).

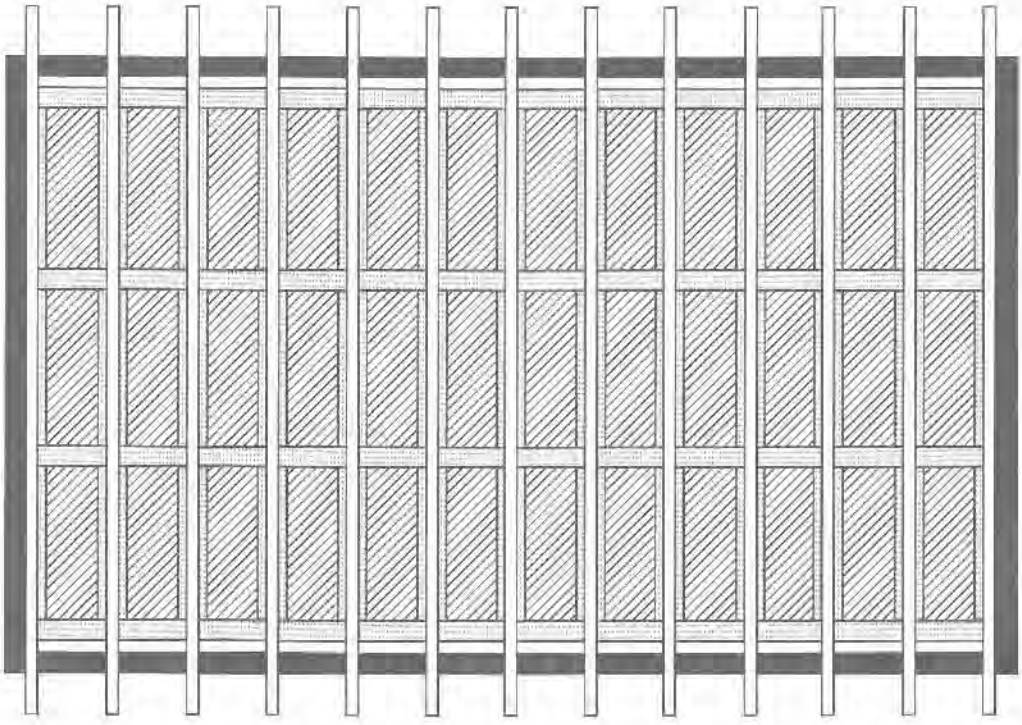


Figure 9-7 : Diaphragme en panneaux

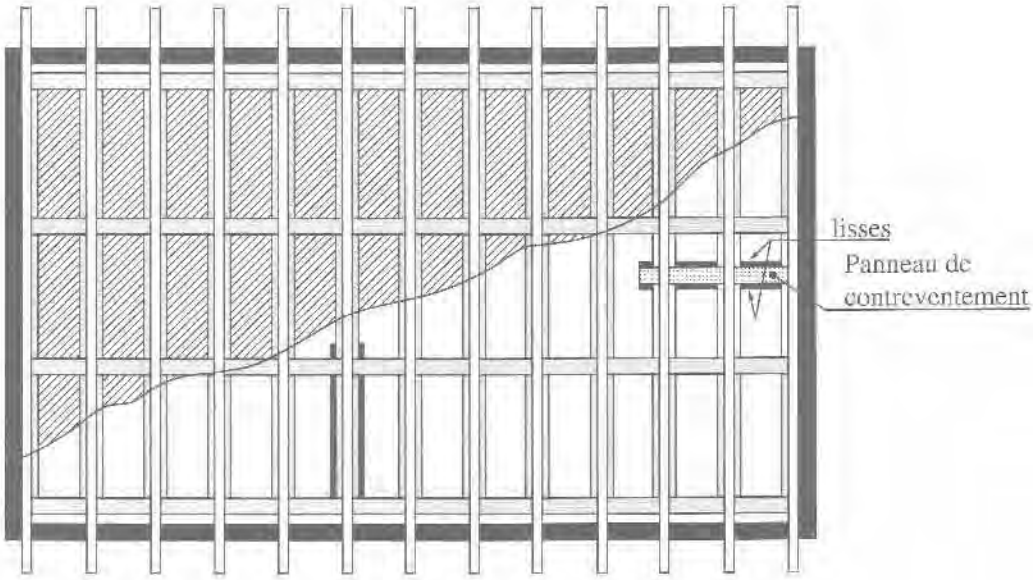


Figure 9-8 : Adaptation aux refends d'un diaphragme en panneaux

9.2.4.2 - Matériaux

Les fermettes de la charpente ainsi que les lisses et les fourrures du diaphragme doivent être en bois de qualité équivalente à la classe C 22 de la norme NF B 52-001.

Ces bois doivent être traités pour la classe de risque 3T (termites).
Les panneaux de diaphragme doivent être :
- soit en contre-plaqué cinq plis CTBX,
- soit en panneaux de particules CTBH,
- soit en panneaux d'OSB de classe 3 ou 4.

Les équerres de fixation doivent être galvanisées et leur résistance attestée par un P.V. d'essais d'un laboratoire spécialisé.

Les chevilles de fixation aux appuis et aux ancrages doivent être sous Avis Technique.

9.2.4.3 - Sections, épaisseurs

L'épaisseur minimale des bois de charpente des lisses et des fourrures est de 51mm (2 pouces).

La largeur minimale des bois des lisses et des fourrures est de 101 mm (4 pouces).

L'épaisseur minimale des panneaux est de 14 mm.

9.2.4.4 - Clouage

Les lisses et les fourrures doivent être clouées sur les entraits des fermettes par au moins :
- deux pointes de 110 pour les lisses perpendiculaires aux fermettes,
- une pointe de 110 tous les 30 cm pour les fourrures.

Les panneaux doivent être cloués sur les fourrures à raison d'au moins une pointe de 70 torsadée tous les 15 cm.

9.2.4.5 - Ancrages

Les dispositions relatives aux ancrages sont identiques à celles du § *9.2.3.5* précédent.

9.2.4.6 - Dimensionnement des diaphragmes en panneaux

Le dimensionnement des diaphragmes en panneaux, de leur clouage, et de leurs fixations doit être justifié par le calcul vis-à-vis des efforts sismiques donnés au § *9.2.5*.

9.2.5 - Dimensionnement des diaphragmes

Il y a lieu, tout d'abord, d'effectuer le dimensionnement sous l'action du vent extrême, à comparer par la suite avec le dimensionnement vis-à-vis de l'action sismique.

9.2.5.1 - Dimensionnement vis-à-vis du séisme

Les efforts de dimensionnement **F** sont déterminés à partir des coefficients sismiques σ et de la masse

à stabiliser **m** par la relation :

$$F = \sigma \, m$$

où : σ est exprimé en m/s^2
m est exprimée en kg
F est exprimé en N

Les coefficients sismiques à utiliser sont donnés, en fonction du niveau du diaphragme, au tableau 9.2.

Les masses par **ml** de façade et les efforts figurant au tableau 9.2 ont été déterminés dans le cas de constructions de 10 m x 10 m ; ils peuvent être extrapolés à des dimensions différentes.

9.2.5.3 - Vérifications

Les limites élastiques conventionnelles des matériaux (bois ou panneaux) à considérer sont égales à :
- 1,75 fois la contrainte admissible pour la flexion, la traction axiale et la compression axiale,
- 1,5 fois la contrainte admissible pour le cisaillement, la traction transversale et la compression transversale.

La limite élastique des assemblages, des fixations, et des ancrages doit être considérée comme égale à 1,75 fois leur charge admissible donnée par les Règles CB 71.

Tableau 9.2 : Efforts de dimensionnement des diaphragmes de toiture

Niveau	Coefficient sismique	Masse par ml de façade	Effort sismique par ml de façade	Effort sismique pour 10 m de façade
R + 0	4 m/s^2	1 200 kg	590 daN/ml	5 900 daN
R + 1	7,5 m/s^2	1 200 kg	900 daN/ml	9 000 daN
R + 2	8 m/s^2	1 200 kg	960 daN/ml	9 600 daN

Les caractéristiques prises en compte pour cet exemple sont les suivantes :
- hauteur d'étage = 2,8 m,
- masse des murs = 250 kg/m^2
- masse de la charpente = 50 kg/m^2

Les efforts de dimensionnement et leurs combinaisons sont des sollicitations du second genre selon la classification des Règles CB 71.

9.2.5.2 - Répartition des efforts sur les refends

Les réactions d'appui des diaphragmes sur les murs et les refends de contreventement doivent être déterminées en considérant que la raideur de chaque mur ou refend en maçonnerie est proportionnelle à sa section.

Les ancrages sollicités à l'arrachement et au cisaillement doivent être vérifiés selon le critère suivant :

$$\frac{F_{ar}}{F_{arlim}} + \frac{F_{cis}}{F_{cislim}} \leq 1$$

avec :

F_{ar} = effort d'arrachement de calcul,

F_{arlim} = 1,75 fois l'effort admissible d'arrachement,

F_{cis} = effort de cisaillement de calcul,

F_{cislim} = 1,75 fois l'effort admissible de cisaillement.

CHAPITRE 10 : AMÉNAGEMENTS ET ÉQUIPEMENTS

10.1 Canalisations et réseaux

Il est interdit de disposer des canalisations, quelles que soient leurs dimensions, dans les chaînages et dans les panneaux de contreventement.

Les réseaux extérieurs doivent être désolidarisés par des joints souples.

Des saignées verticales sont souvent réalisées dans les maçonneries pour mettre en place une gaine comprenant le passage des condensats, du fréon et de la liaison électrique entre le compresseur et l'évaporateur, de manière à faciliter l'entretien de l'extérieur. Ces saignées sont interdites dans les panneaux de contreventement (fig. 10-1).

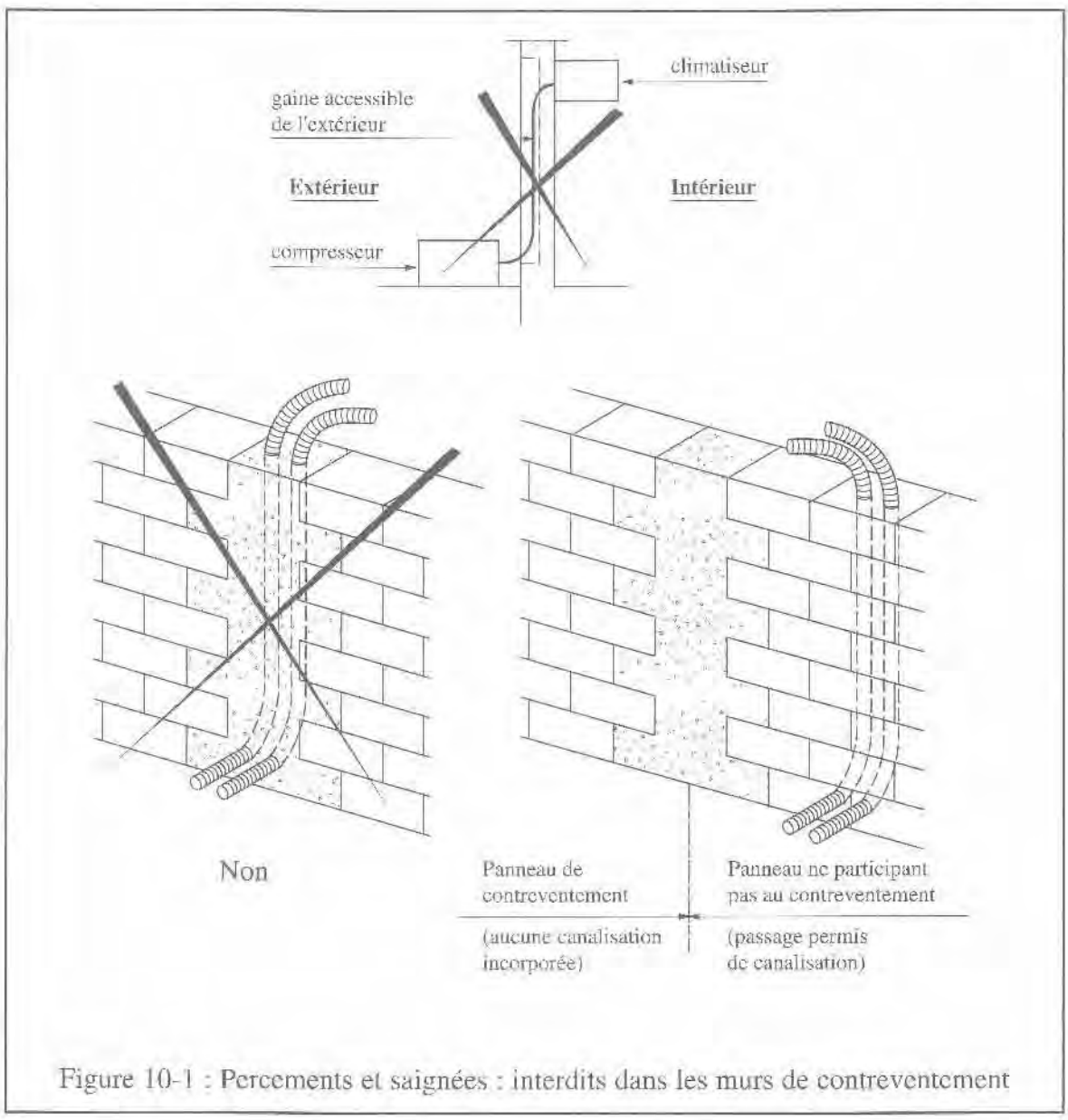


Figure 10-1 : Percements et saignées : interdits dans les murs de contreventement

10.2 Cloisons de distribution (fig.10-2 et 10-3)

Les cloisons de distribution intérieure de plus de 10 cm d'épaisseur brute et les éléments de mur non structuraux doivent recevoir des chaînages en béton armé, métal ou bois, fixés à leurs extrémités et délimitant des panneaux suivant les règles ci-dessous :

- dimensions inférieures ou égales à 5 m,
- superficie inférieure ou égale à 20 m^2,
- longueur de la diagonale inférieure à 50 fois l'épaisseur brute.

Les chaînages en béton armé doivent être réalisés suivant les dispositions constructives données au paragraphe *5.1.3* et les chaînages en métal ou en bois doivent avoir une résistance à la traction et une rigidité au moins égale à celles exigées des chaînages en béton armé.

10.3 Ballons d'eau chaude

Le ballon d'eau chaude doit être prévu sur pied et solidement fixé contre un mur porteur (fig. 10 - 4).

Si le volume d'eau dépasse 100 l, le ballon d'eau chaude doit être installé au rez-de-chaussée.

Il en est de même pour des meubles hauts et lourds susceptibles de basculer lors d'un séisme.

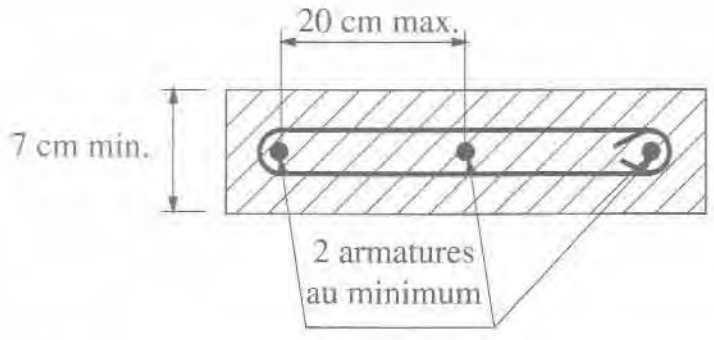


Figure 10-2 : Encadrement de cloison

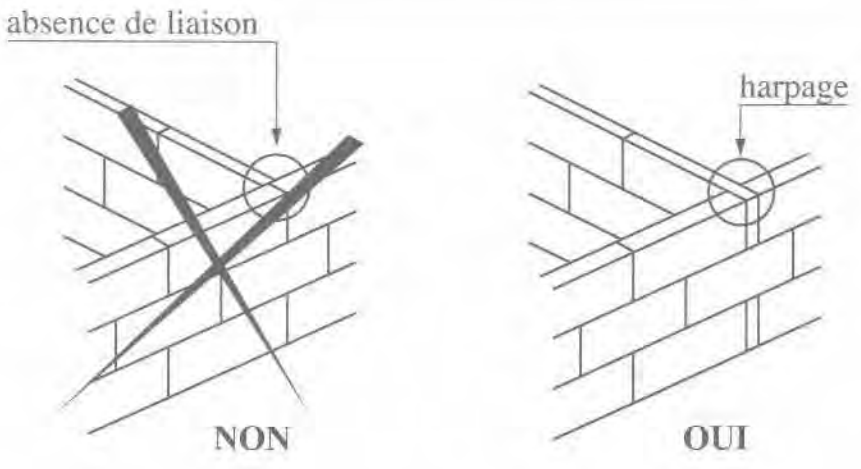


Figure 10-3 : Raccordement des cloisons

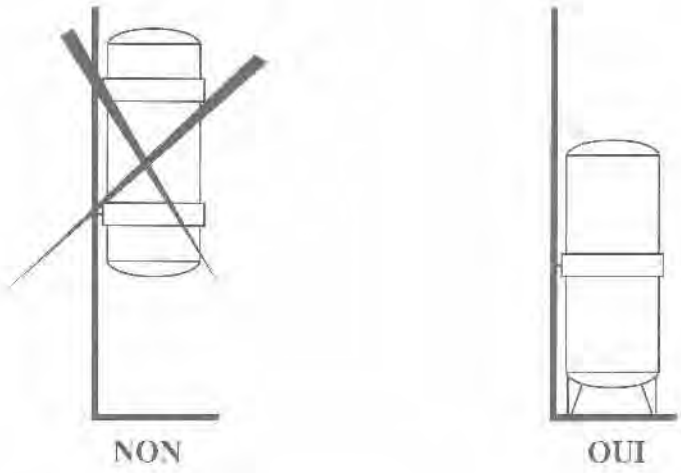


Figure 10-4 : Fixation des équipements : exemple du ballon d'eau chaude

10.4 Gaines de ventilation et de climatisation

Les gaines de ventilation et de climatisation suspendues doivent être contreventées dans les deux directions.

10.5 Éléments de cuisine et de salle de bains

La fixation des éléments de cuisine et de salle de bains doit être prévue sur des murs porteurs.

CHAPITRE 11 : POUR UNE BONNE QUALITÉ DE L'EXÉCUTION

Le texte de ce chapitre dans la version actuelle du guide se compose des parties suivantes :

1. *La construction : fondations, liaison fondations-superstructures, superstructure (murs et chaînages), planchers, joint parasismique, charpente, liaison charpente-superstructure, couverture.*
2. *L'après-construction : entretien, usage, modifications ultérieures.*

Ce texte n'évoque pas tous les sujets. Ceux-ci seront traités, sur le plan local aux Antilles, sous forme de fiches à l'attention, d'une part, de chaque corps d'état intervenant sur le chantier (terrassement, maçonnerie et béton armé, plomberie, électricité, charpente métallique, charpente bois, couverture) et d'autre part, à l'attention des propriétaires en ce qui concerne l'entretien, l'usage et/ou les modifications des maisons individuelles.

Un bon choix du terrain, des fondations adaptées, une conception architecturale parasismique et des dispositions constructives spécifiques ne suffisent pas à garantir la tenue de la construction vis-à-vis d'une action sismique si, par ailleurs, l'exécution des travaux est défectueuse.

Il convient, tout au long du chantier, de respecter un certain nombre de règles concernant la mise en œuvre sur des points particuliers de la construction.

Lors de la phase de "l'après-construction", l'application de mesures simples contribue à conserver la résistance initiale de la maison et à protéger les personnes et les biens en cas de séisme.

Il est impératif de disposer de plans d'exécution avant toute réalisation. L'élaboration des plans permet d'éviter de graves erreurs difficiles à corriger par la suite.

Sur ces plans, qu'il convient de conserver, sont clairement repérés les éléments de construction participant au contreventement dans lesquels aucune saignée ni aucun percement ne doivent être pratiqués.

11.1 Construction

11.1.1 - Fondations

Les semelles de fondation doivent être couplées afin de former un ensemble monolithique. Elles doivent pouvoir se déplacer en phase.

Les semelles isolées doivent être reliées par un réseau croisé de longrines de chaînage selon les deux directions principales du bâtiment.

11.1.2 - Liaison fondations-superstructure

La coupure de capillarité sur l'arase de fondation sous forme d'une chape de bitume ou d'une feuille de polyéthylène est interdite. Cette coupure doit être constituée par une chape de mortier de ciment, richement dosée et hydrofugée afin de permettre la continuité des armatures liaisonnant fondations et superstructure (fig. 11-1).

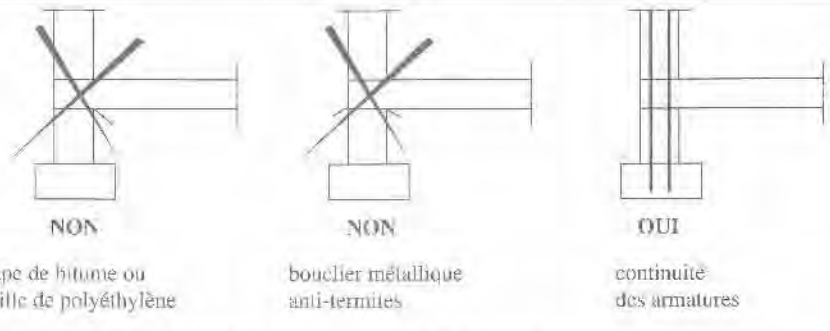


Figure 11-1 : Continuité entre fondation et superstructure

Les boucliers métalliques anti-termites, placés au-dessus des fondations sous le plancher, désolidarisant les fondations de la superstructure, sont interdits.

11.1.3 - Superstructures

11.1.3.1 Murs

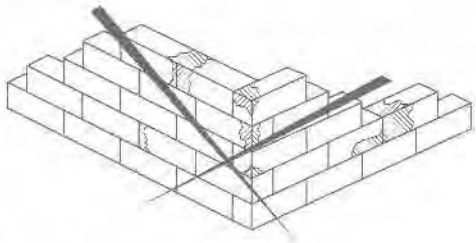
• Maçonnerie chaînée

Une attention particulière doit être portée à l'approvisionnement des éléments de maçonnerie qui, livrés en vrac, sont souvent détériorés. Fissurés ou épaufrés, ils peuvent perdre une certaine résistance. La livraison sur palette doit être exigée (fig. 11-2).

Armatures
L'acier doit être normalisé, gravé NF.

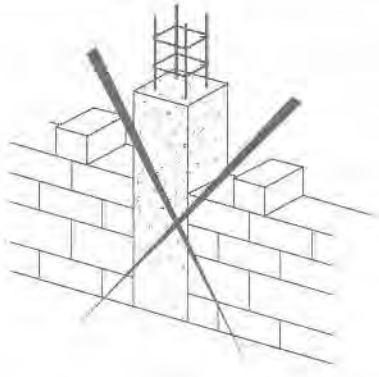
Béton
- Béton prêt à l'emploi (BPE) : on doit vérifier l'heure de départ de la centrale à béton et l'heure d'arrivée. En fonction des retardateurs utilisés, on doit respecter un délai. On ne doit jamais rajouter d'eau au mélange.

- Béton confectionné avec une bétonnière : ce béton doit être malaxé à la bétonnière durant 10 minutes au minimum. On ne doit pas rajouter du ciment sans vider entièrement la bétonnière.

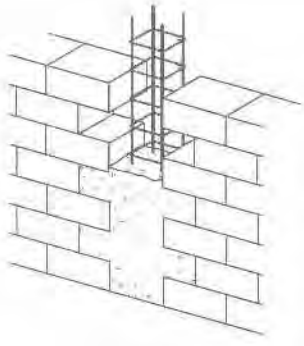


NON

Figure 11-2 : Eléments cassés ou épaufrés : **interdits!**



NON
la maçonnerie est réalisée après les poteaux.



OUI
les chaînages sont réalisés après la maçonnerie.

Figure 11-3 : Réalisation de la maçonnerie "à l'italienne"

Sable
Le sable de mer doit être soigneusement lavé à l'eau douce. L'eau de pluie ne suffit pas à laver le sable de mer stocké à l'extérieur.

Ciment

Il convient de vérifier que le ciment est en bon état de conservation et non motté.

Montage des murs (fig. 11-3)
On ne doit pas réaliser les poteaux et monter ensuite les panneaux de maçonnerie entre ces poteaux. Au contraire, on doit couler les chaînages après avoir monté les panneaux de maçonnerie ou au fur et à mesure de l'avancement de la maçonnerie (chaînage coulé " à l'italienne ").

Un harpage des chaînages dans la maçonnerie augmente la cohésion entre béton et maçonnerie.

• Assises et joints

La résistance du panneau de maçonnerie est d'abord fonction de la résistance des joints. La qualité du mortier de jointoiement doit être contrôlée.

Les assises des éléments de maçonnerie doivent être horizontales.

Les joints verticaux doivent être décalés (fig. 11-4).

Les joints verticaux et horizontaux doivent être soigneusement remplis par du mortier de ciment (fig. 11-5).

• Chaînages verticaux

Les blocs spéciaux avec alvéoles dits "blocs d'angle" ne garantissent pas une bonne mise en place des armatures des chaînages verticaux, un coulage du béton sur toute la hauteur des chaînages et le respect des valeurs d'enrobage prévues (fig. 11-6).

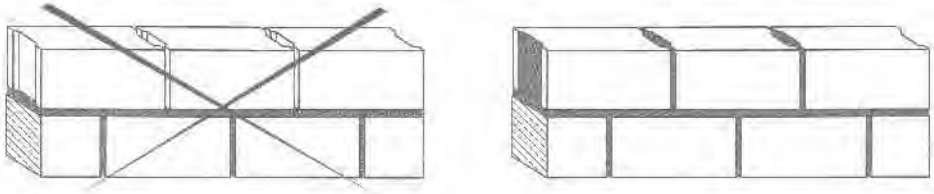
La réalisation de chaînages verticaux coulés dans ces blocs est interdite.

Les chaînages verticaux doivent être apparents.

NON
Joints non décalés

OUI
Joints décalés

Figure 11-4 : Décalage des joints de maçonnerie



NON
Joints verticaux non remplis

OUI
Joints verticaux remplis

Figure 11-5 : Maçonnerie de petits éléments

NON
Chaînage dans un bloc en angle de 2 murs

OUI
Chaînage apparent

NON
Chaînage dans un bloc, bord libre d'un mur

OUI
Chaînage apparent

Figure 11-6 : Chaînages verticaux

Les valeurs minimales d'enrobage doivent être respectées.

Les espacements des cadres doivent être respectés.

Les surfaces de reprise de bétonnage doivent être repiquées et nettoyées.

• Armatures

Les armatures des chaînages verticaux doivent être bien superposées (fig. 5 - 2). En effet, pour réagir en cas de traction sous l'action sismique, des armatures mal superposées devraient d'abord se déplier, ce qui rendrait les chaînages inefficaces.

Les attentes coudées (fig. 11 - 7a) ne sont pas admises.

Des attentes d'armatures plus longues ne peuvent pas compenser des attentes trop courtes (fig. 11 - 7b).

Les attentes doivent toujours présenter des longueurs égales (fig. 11 - 7c) et au moins une longueur de 60 Ø.

• Canalisations

Les poteaux et les chaînages ne doivent pas être utilisés comme passage pour des canalisations ou des gaines électriques.

• Nœuds

La continuité et le recouvrement des divers chaînages concourants en un même nœud (fig. 11 - 8) doivent être assurés dans les trois directions.

Les dispositions adoptées ne doivent pas donner lieu à des poussées au vide.

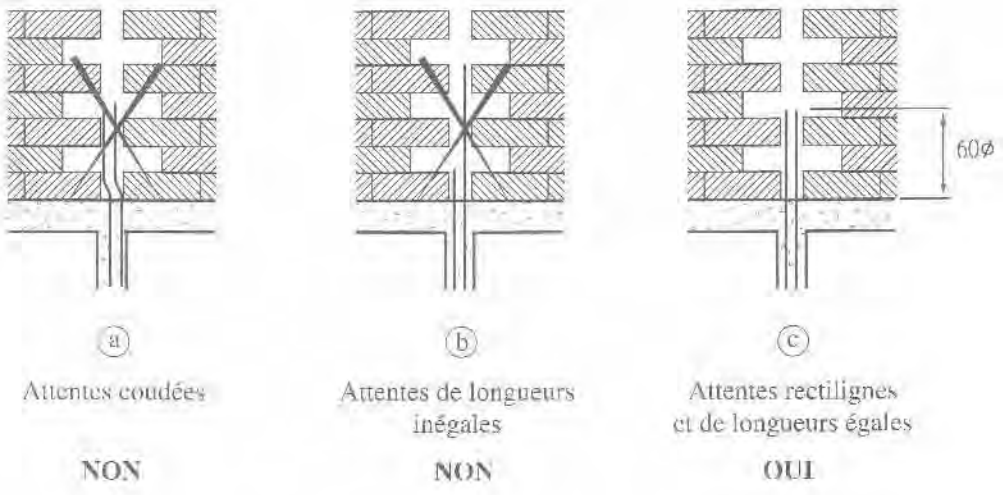


Figure 11-7 : Armatures en attente

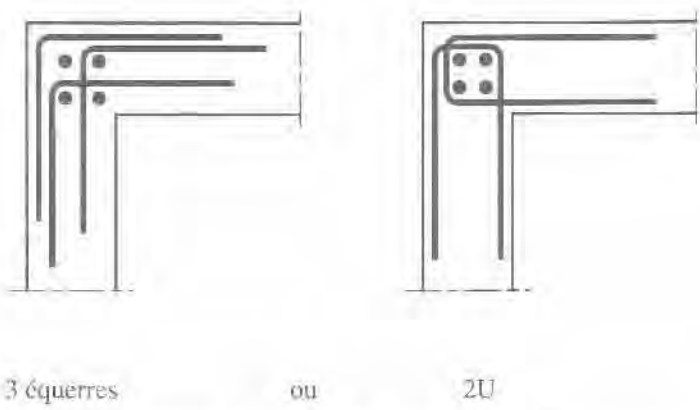


Figure 11-8 : Ferraillage des nœuds

11.1.3.2 Ouvertures

Les ouvertures doivent être bordées par un chaînage. La continuité mécanique doit être assurée dans les angles.

11.1.3.3 Planchers

Les poutrelles préfabriquées en béton armé ou précontraint doivent comporter des armatures transversales de couture disposées sur au moins les tiers extrêmes de la portée des poutrelles (fig. 7 - 2).

11.1.3.4 Joint parasismique

Le joint parasismique doit avoir une largeur de 6 cm au minimum. Le joint doit être protégé pendant la phase des travaux pour rester vide et être purgé éventuellement de tous matériaux ou débris de matériaux susceptibles de s'opposer à son bon fonctionnement (fig. 11-9).

Le couvre-joint ne doit pas entraver le libre déplacement de chaque bloc de bâtiment.

11.1.3.5 Toiture

- **Charpente**

Dans le cas de fermettes, le contreventement de la charpente doit être assuré dans le plan des versants et des contrefiches.

Si la charpente a un rôle de diaphragme, le plan des entraits doit être contreventé.

- **Liaison charpente-superstructure**

La charpente doit être solidement ancrée dans les chaînages de tête.

- **Couverture**

Les éléments de couverture doivent être solidement fixés à la charpente.

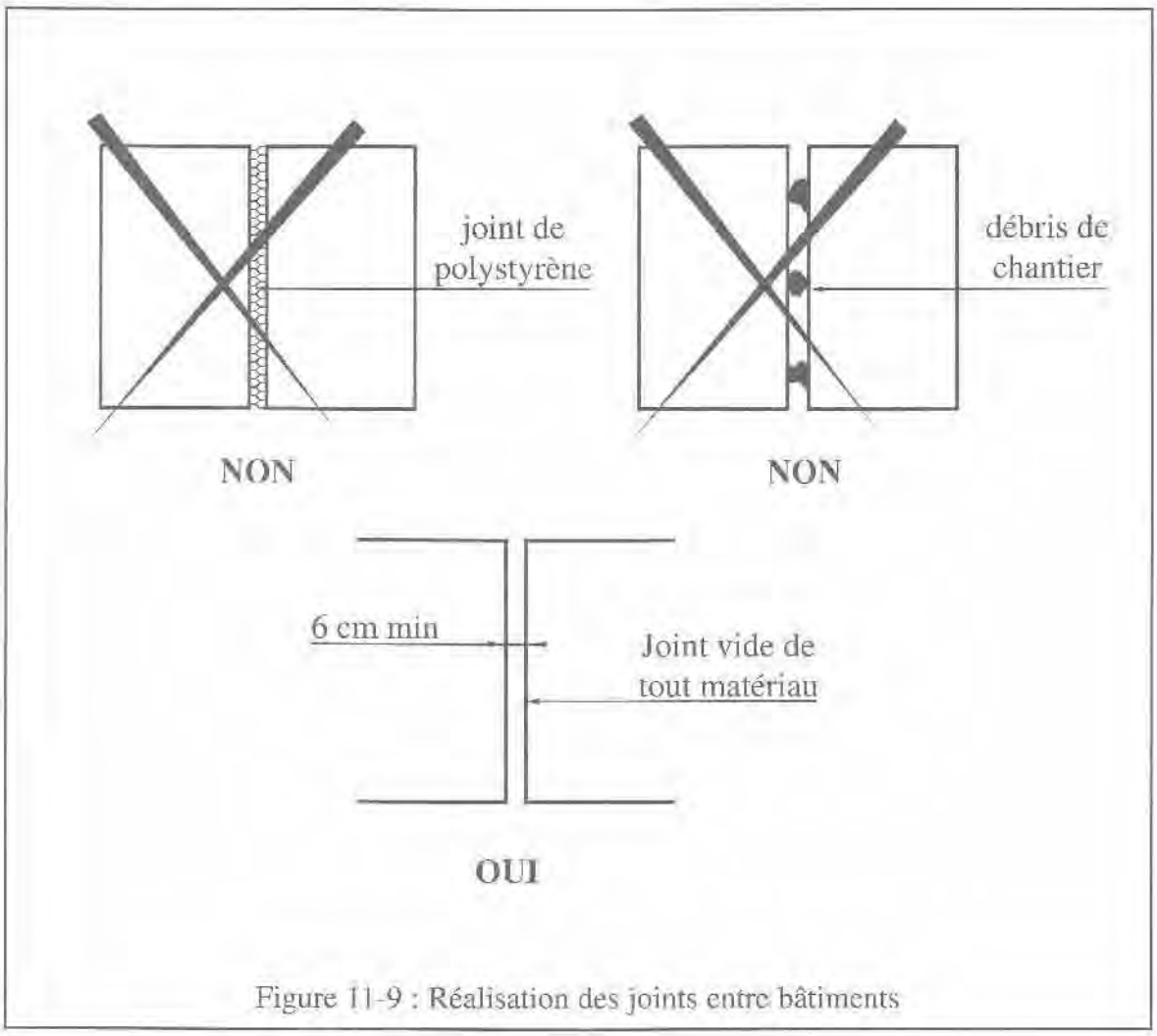


Figure 11-9 : Réalisation des joints entre bâtiments

11.2 Après-construction

11.2.1 - Entretien

Les épaufrures du béton, dues à la corrosion des aciers, doivent être supprimées dès leur apparition. Les aciers doivent être traités.

Les enduits détériorés ou fissurés doivent être refaits afin d'éviter toute infiltration d'eau.

Les éléments en bois doivent faire l'objet d'un renouvellement régulier des traitements.

11.2.2 Usage

• Mobilier

Les meubles de cuisine et de salle de bains doivent être accrochés à des murs porteurs.

Les bibliothèques, dangereuses en raison du poids des livres, doivent être solidement fixées aux murs et les livres doivent être retenus par des dispositifs tels que rebords, fils métalliques ou bandes élastiques.

Les étagères doivent être vissées aux montants ou aux tasseaux et non pas seulement posées.

Les objets de valeur doivent être attachés aux meubles, eux-mêmes fixés à la structure.

L'état de fixation des éléments suspendus, notamment des lustres et luminaires, doit être vérifié.

D'une manière générale, le mobilier lourd doit être installé de préférence au rez-de-chaussée (exemple : piano acoustique qui doit être fixé au mur ou au sol) et les objets lourds doivent être disposés en partie basse des armoires.

• Installations extérieures

Les chauffe-eau solaires, les antennes de télévision et paraboles, les jardinières suspendues doivent être solidement fixés à la structure de la maison.

11.2.3 - Modifications ultérieures

Aucun percement, ni aucune saignée ne doivent être créés ultérieurement dans les murs de contreventement. En cas de modification portant sur la structure du bâtiment (ajout, transformation), il convient de consulter un bureau d'études techniques.

Annexe A : Contexte sismotectonique des Antilles françaises

A.1 Sismicité historique et instrumentale

Les données macrosismiques historiques permettent de disposer d'environ quatre siècles d'informations sur la sismicité de l'arc des Petites Antilles. Pour la période historique antérieure au XXème siècle, on ne dispose que des caractéristiques des secousses majeures, décrites dans la littérature. Les données instrumentales ont permis de compléter la connaissance de la distribution de la sismicité pour les séismes de magnitudes intermédiaires à partir des années 1950. Le catalogue le plus à jour est celui de l'Institut Panaméricain de Géographie et d'Histoire, reproduit sur la figure A-1.

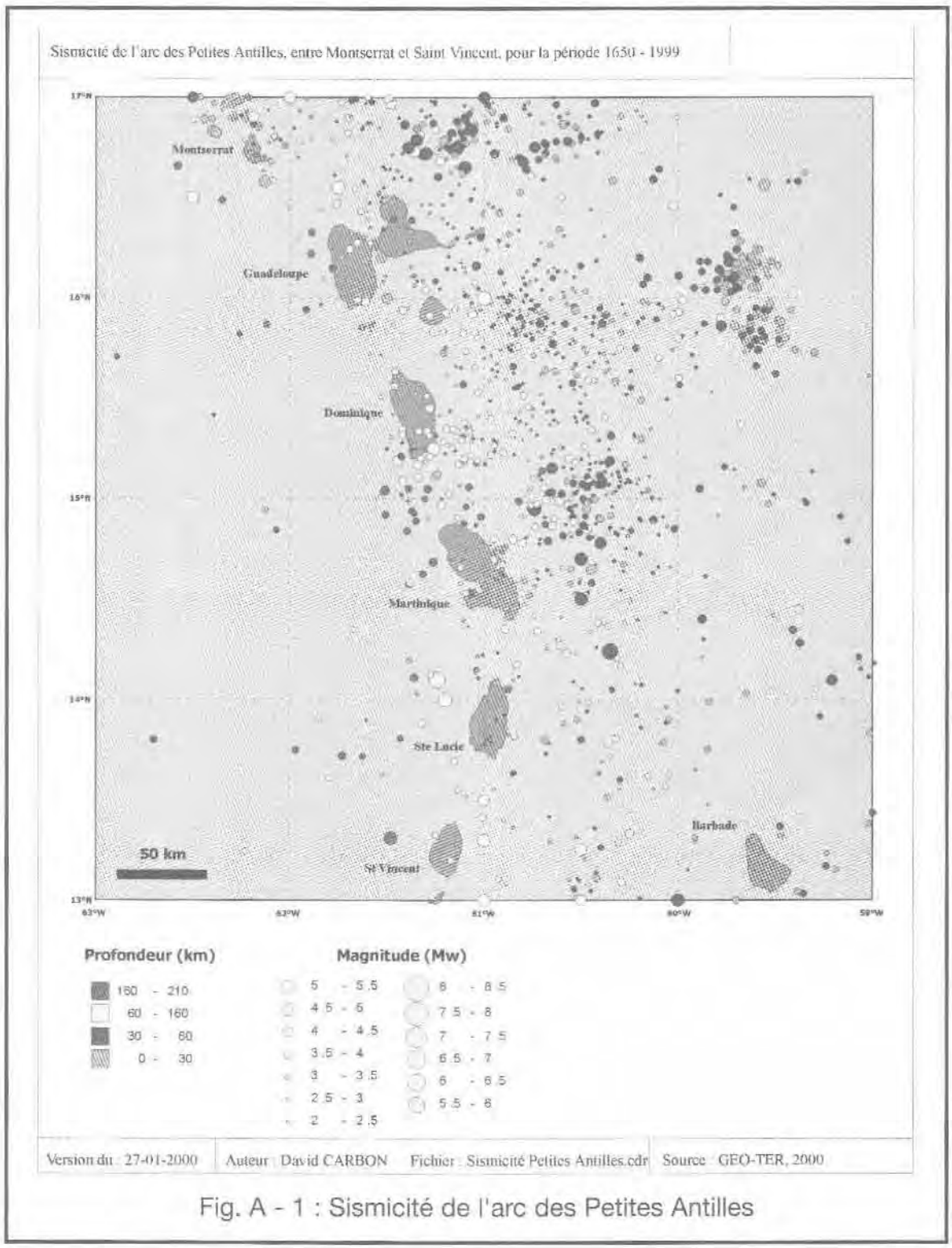


Fig. A - 1 : Sismicité de l'arc des Petites Antilles

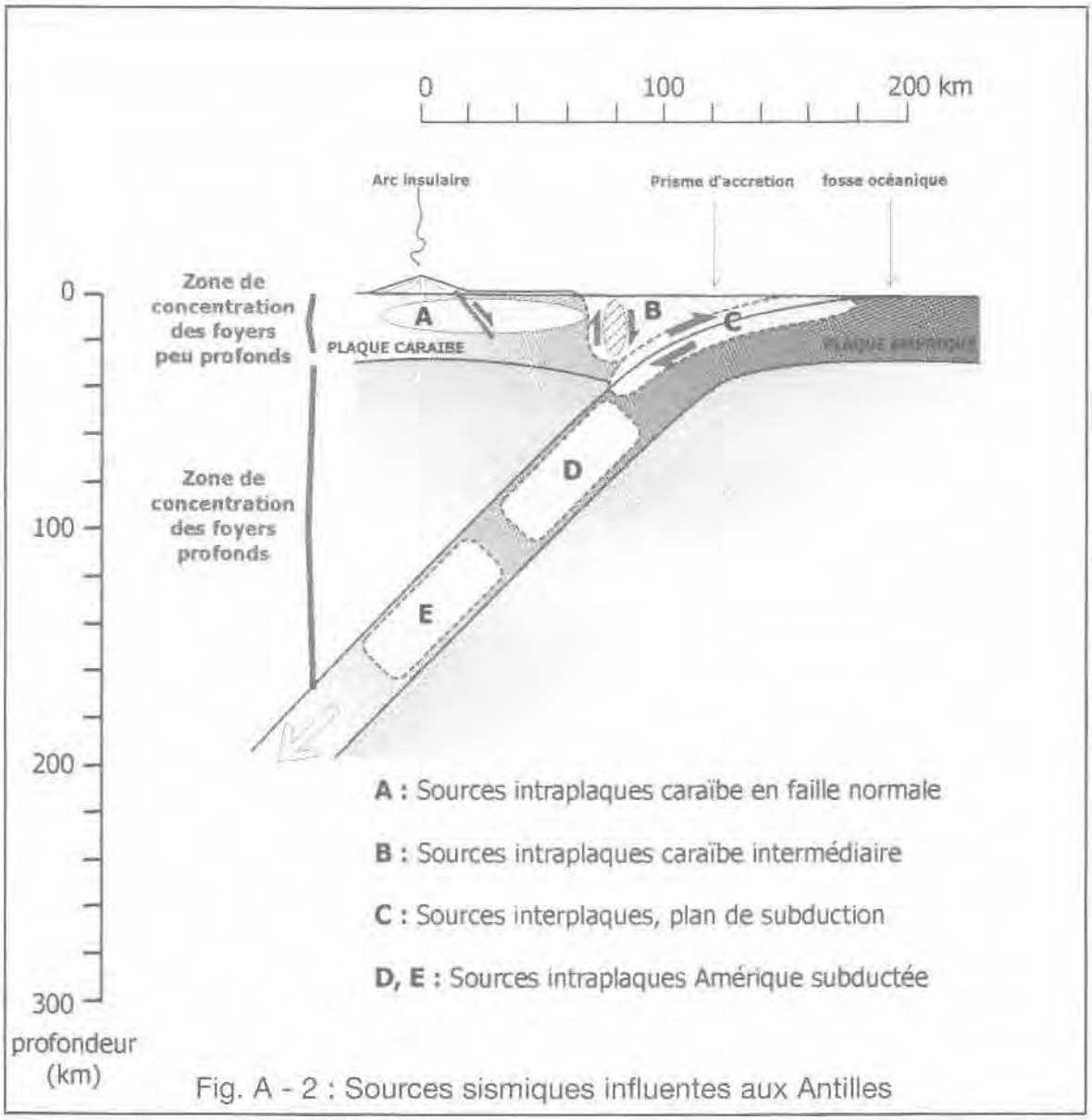


Fig. A - 2 : Sources sismiques influentes aux Antilles

Les îles de Martinique et de Guadeloupe sont situées sur une marge active de la subduction de la plaque Amérique sous la plaque Caraïbe (fig. A-2). Les mouvements entre ces deux plaques, d'environ 2 cm/an, sont responsables de l'activité sismique et volcanique des îles. La sismicité est caractérisée par une fréquence des secousses relativement modérée, par comparaison à d'autres zones de subduction du monde. Néanmoins, aussi bien les magnitudes atteintes (8.0), que la fréquence des secousses destructrices aux Antilles, justifient que ces départements d'Outre Mer soient considérés comme la zone la plus active du territoire national (fig. A-3).

Une à deux secousses sont ainsi ressenties en moyenne chaque année, et au moins deux secousses d'intensité VII, c'est-à-dire engendrant des dommages significatifs aux constructions, se produisent tous les siècles.

Le dernier séisme bien ressenti en Guadeloupe est celui du 16 mars 1985, localisé au Nord de Montserrat. En Martinique, il s'agit du séisme du 8 juin 1999 qui a produit des dommages légers sur quelques bâtiments scolaires et perturbé le fonctionnement des réseaux. S'ils n'ont engendré que peu de dégâts en Guadeloupe, ils sont venus rappeler que des séismes majeurs pouvaient affecter les îles des Petites Antilles. Les archipels de la Guadeloupe et de la Martinique ont en effet été sévèrement meurtris par les tremblements de terre historiques, notamment en 1839 (plus de 300 morts en Martinique) et en 1843 (plus de 3000 morts en Guadeloupe). Les dégâts lors de ces séismes majeurs (de même lors des séismes locaux de 1851 et 1897 en Guadeloupe), ont été considérables, la majeure partie des villes, Pointe-à-Pitre et Fort-de-

France, ayant été rasée. De tels événements pourraient se reproduire, sans que l'état actuel des connaissances scientifiques soit suffisant pour en préciser ni la date, ni la puissance.

C'est la raison pour laquelle les actions les plus efficaces pour se prémunir contre les effets de ces séismes, sont dites actions préventives, qui visent à se prémunir et à se préparer à l'avance. Parmi ces actions, la construction parasismique est fondamentale, car elle permet la sauvegarde des vies humaines. Cette action n'ayant qu'une influence sur le milieu construit futur, elle doit être complétée par d'autres types d'action : la préparation à la gestion de crise, le renforcement de certaines constructions, l'information préventive, les exercices de comportement et d'entraînement, qui permettent à la société de mieux réagir en cas de crise, et de mieux préserver les biens et les personnes etc.

A.2 Prise en compte de l'aléa sismique

La plupart de ces séismes destructeurs correspondent à des secousses lointaines associées à la subduction. Il existe néanmoins une sismicité locale, caractérisée par des séismes superficiels, compris entre 2 et 10 km de profondeur (fig. A-2).

Les sources sismiques contre lesquelles il faut se prémunir correspondent ainsi à deux grandes familles de séismes, qui engendrent des mouvements sismiques dont les effets peuvent être très différents sur les bâtiments.

La première concerne les séismes proches, de courte durée (quelques secondes) et dont les magnitudes maximales sont modérées ($M \leq 7$) : les mouvements sismiques générés sont riches en hautes fréquences, et plus dangereux pour les constructions de faible

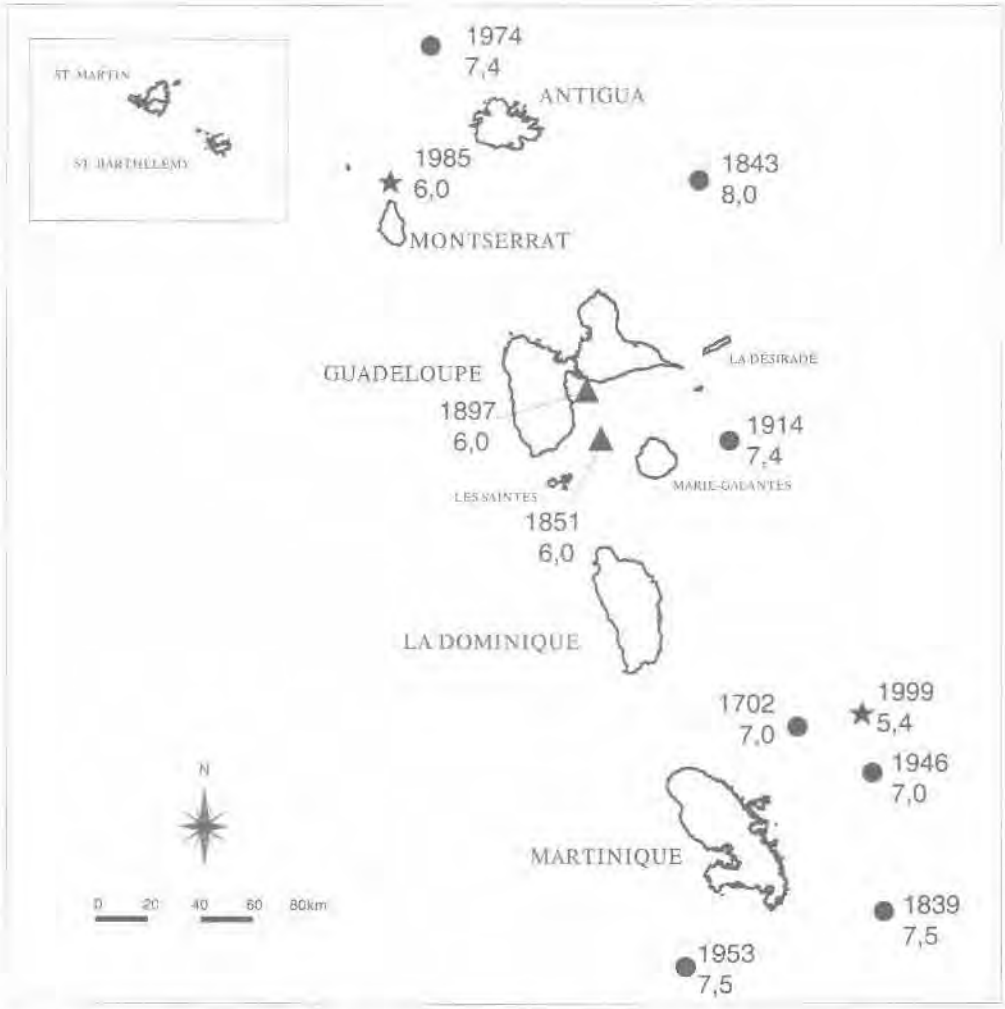


Fig. A - 3 : Localisation et magnitude des séismes fortement ressentis en Martinique et en Guadeloupe (source BRGM, 2000)

hauteur. Ce sont ces séismes qui peuvent survenir sur les failles actives recoupant les îles et éventuellement produire une rupture jusqu'en surface du sol, lorsque la source est suffisamment superficielle.

La seconde comporte les séismes lointains associés à la subduction qui peuvent être plus forts (M de l'ordre de 8) selon qu'ils sont situés à l'intérieur de la plaque plongeante ou à son interface avec la plaque Caraïbe. La durée des secousses correspondantes est plus grande (de l'ordre de la minute), et le contenu plus riche en basses fréquences, pénalisant plus particulièrement les constructions de grande hauteur.

En termes d'effets, les premières (comme le séisme de 1897 en Guadeloupe) sont responsables de dégâts limités géographiquement, alors que les secondes peuvent avoir des conséquences sur tout l'archipel. Les effets d'un grand séisme peuvent être par ailleurs fortement accrus, en raison de contextes géologiques et géotechniques particulièrement propices à l'amplification des vibrations, aux mouvements de terrain et à la liquéfaction des sols.

Des documents précisant cet aléa existent à différentes échelles et peuvent être consultés à la Préfecture et dans les services de la Direction Départementale de l'Equipement.

A l'échelle régionale, la consultation des documents suivants permet d'apprécier le niveau des différents aléas dans la commune où se situe le projet :

- le zonage sismique de la France (1985), qui sert de référence pour l'application des règles de construction parasismique et classe les départements de Martinique et de Guadeloupe en zone III, spécialement créée pour les Antilles, c'est-à-dire en zone de forte sismicité ;
- le zonage sismique déterministe (1991), qui distingue quatre zones (décret du 14 mai 1991), chacune étant caractérisée par un niveau d'aléa, d'accélération maximale du sol et des mouvements sismiques de référence ;
- le zonage sismique probabiliste (2000) qui fournit la distribution spatiale et temporelle des niveaux d'accélération,
- des zonages départementaux des aléas naturels, réalisés dans le cadre de contrats de plan Etat-Régions, qui synthétisent et affichent les aléas à l'échelle régionale.

A l'échelle communale, des documents permettent d'apprécier les problèmes de site qui peuvent se poser sur le terrain même du projet :

- les atlas communaux des aléas naturels à 1/ 25000, qui affichent, pour chaque commune, les aléas, et l'aléa sismique en particulier, par une distinction entre les zones rocheuses, et les zones où peuvent se produire des effets de site ou effets induits (liquéfaction, mouvements de terrain).
- un microzonage sismique à 1/10000, pour les agglomérations de Fort-de-France, de Pointe-à-Pitre et de Basse-Terre, qui permet d'identifier les zones présentant une réponse sismique homogène, de caractériser les sols d'un point de vue mécanique, et de définir les mouvements sismiques correspondant à chacune de ces zones.

Pour l'application des règles de construction parasismique, il convient de se référer, dans le cas général, pour le choix des mouvements sismique de référence (accélérations nominales et spectres de dimensionnement), à la norme française NF P 06-013 (règles PS 92), qui précise ces valeurs pour la zone III de sismicité. Dans le cas particulier ou des microzonages sismiques ont été réalisés et transposés en plan de prévention des risques dans la commune du projet, on doit substituer aux spectres des règles PS 92 les spectres adaptés aux différents sites.

Annexe B : Calcul du contreventement

B.1 - Calcul des forces sismiques par niveau

(Pour établir les tableaux de dimensionnement : voir annexe C)

Les valeurs numériques des tableaux donnant les chaînages résultent des hypothèses suivantes :

- Coefficient de comportement d'un bâtiment régulier : $q = 2,5$
- $a_N = 3,5\ m/s^2$
- Coefficient topographique $\tau = 1$ (pente limitée)
- Coefficient d'amortissement $\rho = 1$
  application des méthodes simplifiées des règles PS 92 § 6.61 et des hypothèses qui y sont mentionnées.

B.2 - Cheminement des efforts sismiques dans un bâtiment à panneaux de contreventement en maçonnerie chaînée

Les mouvements sismiques engendrent des efforts horizontaux au niveau des planchers, transmis ensuite aux fondations par l'intermédiaire des panneaux de contreventement.

Le fonctionnement des éléments de structure est le suivant :

- fonctionnement en voûte et tirant (diaphragme) des planchers pour assurer la répartition des efforts aux différents panneaux,
- fonctionnement en bielle-tirant pour les panneaux de contreventement pour assurer la transmission aux fondations.

Pour un bâtiment à étages, la transmission des efforts dans les panneaux superposés est illustrée en figure B - 1 lorsque les panneaux présentent des rigidités identiques.

Les chaînages horizontaux ramènent les efforts sismiques du plancher auquel ils sont associés aux panneaux de contreventement. Les chaînages verticaux, continus sur la hauteur du bâtiment, transmettent d'étage à étage les efforts jusqu'à la fondation. Afin d'assurer un fonctionnement en treillis des panneaux superposés, ces derniers doivent être bordés par un chaînage horizontal renforcé. Lorsque les panneaux présentent des rigidités différentes il peut se créer un report des efforts entre les différents panneaux d'un même niveau. Dans les paragraphes qui suivent, on considère que tous les panneaux d'un même niveau ont la même rigidité et la même résistance (dimensions brutes similaires, matériaux identiques, chaînages verticaux identiques). De plus, les panneaux superposés sont de dimensions identiques.

B.3 - Dimensionnement des chaînages horizontaux courants

Le principe adopté pour le dimensionnement des chaînages horizontaux des planchers consiste à prendre en compte le maximum des sections d'acier données par un fonctionnement en tirant équilibrant la voûte formée dans le plancher, d'une part, et par un fonctionnement en tendeur distribuant les efforts sismiques sur les panneaux de contreventement, d'autre part.

Dans les formules qui suivent, f_r exprime l'effort sismique engendré dans le plancher considéré.

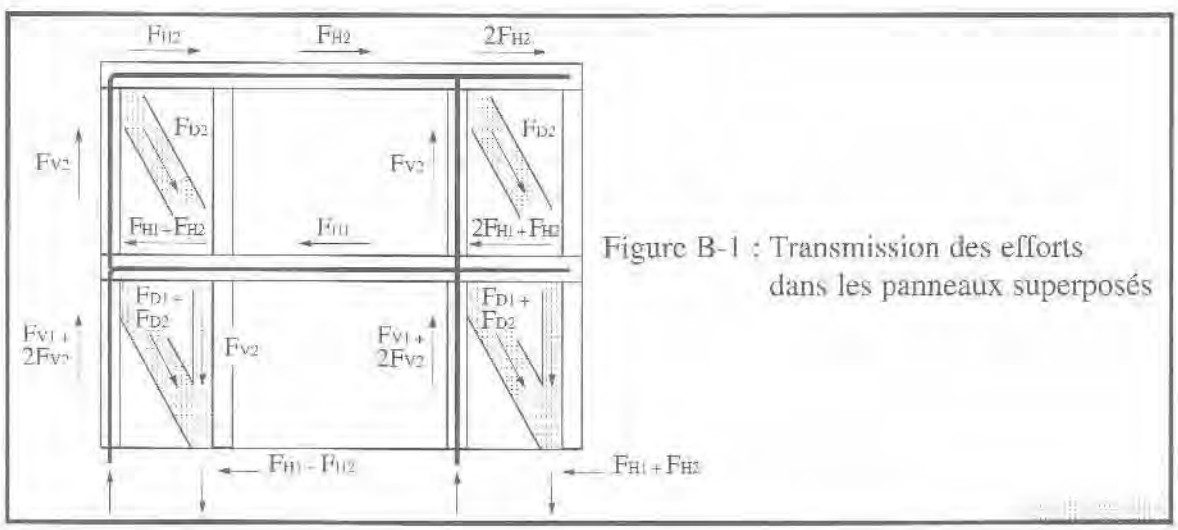


Figure B-1 : Transmission des efforts dans les panneaux superposés

B.3.1 Dimensionnement du tirant (fonctionnement voûte-tirant)

Le plancher est assimilé à une poutre plate soumise à une charge horizontale répartie (fig. B-2) :

L'effort dans le tirant est :

$$F_{TV} = \frac{f_r.a}{6,4.b}$$

D'où la section d'acier nécessaire :

$$A_{HTV} = \frac{f_r.a}{6,4.b.f_e.\gamma_s.\gamma_d}$$

avec :

γ_d : coefficient de modèle, traduisant notamment les incertitudes sur la position des armatures et des efforts dans le chaînage, pris égal à 1,33

f_e : limite d'élasticité de l'acier des armatures des chaînages (f_e = 500 MPa)

γ_s : coefficient de sécurité partiel de l'acier en situation sismique (γ_s = 1)

B.3.2 Dimensionnement du tendeur

Pour chaque direction sismique, on considère que l'effort transitant par chaque chaînage horizontal est égal à l'effort horizontal total du plancher que multiplie le nombre de panneaux de contreventement reliés au chaînage et que divise le nombre total de panneaux de contreventement dans la direction considérée (fig. B - 3).

L'effort dans les tendeurs est :

$$F_T = \max\left(\frac{n_x.f_r}{\Sigma n_x}\,;\,\frac{n_y.f_r}{\Sigma n_y}\right)$$

La section d'acier nécessaire s'exprime par :

$$A_{HT} = \frac{\max\left(\frac{n_x.f_r}{\Sigma n_x}\,;\,\frac{n_y.f_r}{\Sigma n_y}\right)}{f_e.\gamma_s.\gamma_d}$$

avec :

n_x : nombre de panneaux dans la direction x reliés au chaînage considéré (Σn_x : nombre total de panneaux par niveau),

n_y : nombre de panneaux dans la direction y reliés au chaînage considéré (Σn_y : nombre total de panneaux par niveau)

La section résultante d'acier à mettre en œuvre pour les chaînages horizontaux courants est :

$$A_H = \max(A_{HTV}\,;\,A_{HT})$$

B.4 - Dimensionnement des panneaux de contreventement en maçonnerie

Les panneaux de contreventement sont soumis en tête (fig. B - 4) :

- à l'effort horizontal apporté par le chaînage horizontal et provenant du plancher associé et du panneau supérieur éventuel,
- à l'effort vertical de traction dans le chaînage vertical apporté par le panneau supérieur éventuel,
- à l'effort vertical de compression dans la maçonnerie apporté par le panneau supérieur éventuel.

B.4.1 Dimensionnement des chaînages

Pour chaque direction sismique, l'effort dans le chaînage vertical au niveau j s'écrit :

$$F_{CV} = \frac{1}{N}.\sum_{i=j}^{n} i\ .f_{ri}.\frac{H}{L}$$

avec :

N : nombre total de panneaux de contreventement à chaque niveau dans la direction sismique considérée

n : nombre de niveaux du bâtiment

f_{ri} : effort sismique engendré dans le plancher de niveau i

H : hauteur des panneaux de contreventement

L : largeur des panneaux de contreventement

Les dimensions sont prises au milieu des chaînages.

De même, l'effort dans le chaînage horizontal au niveau j provenant du panneau supérieur j + 1 s'écrit :

$$F_{PSH} = \frac{1}{N}.\sum_{i=j+1}^{n} f_{ri}$$

Cet effort est à cumuler à l'effort calculé dans le chaînage horizontal courant pour déterminer la section d'acier nécessaire pour le chaînage horizontal d'encadrement des panneaux.

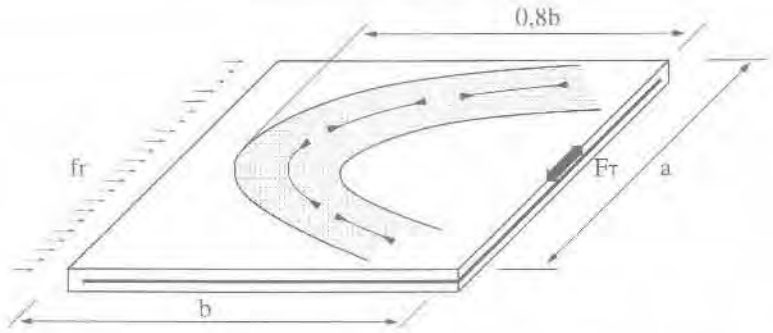


Figure B-2 : Plancher assimilé à une poutre plate

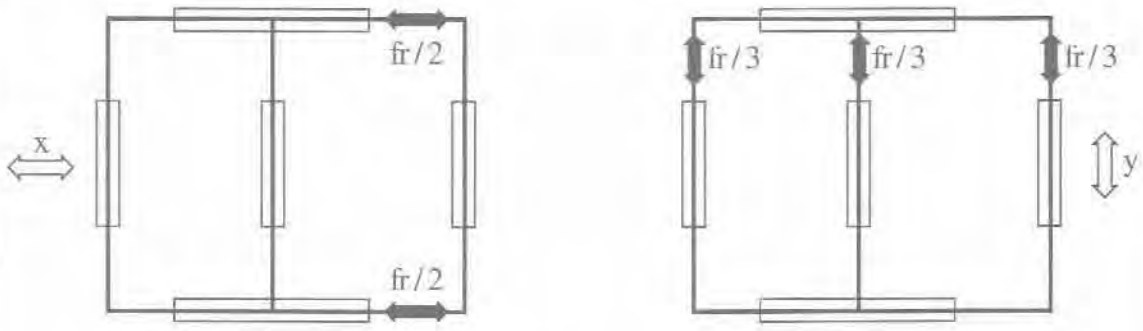


Figure B-3 : Dimensionnement du tendeur

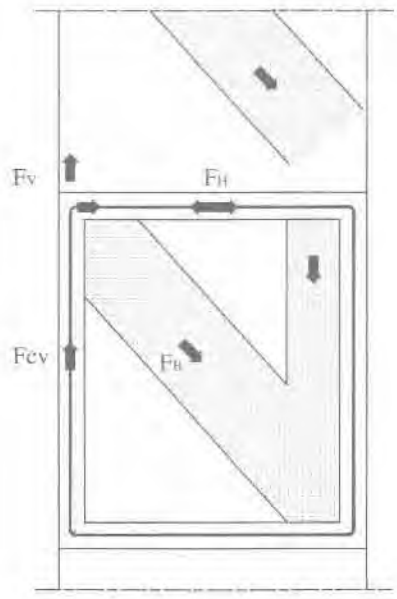


Figure B-4 : Dimensionnement des panneaux de contreventement en maçonnerie

Les différentes sections d'acier s'expriment par :

- pour le chaînage vertical :

$$A_{CV} = \frac{F_{CV}}{f_e \cdot \gamma_s \cdot \gamma_d}$$

- pour le chaînage horizontal d'encadrement :

$$A_{CH} = \frac{F_{PSH} + \max(F_T, F_{TV})}{f_e \cdot \gamma_s \cdot \gamma_d}$$

avec :

γ_d : coefficient de modèle, traduisant notamment les incertitudes sur la position des armatures et des efforts dans le chaînage, pris égal à 1,33.

f_e : limite d'élasticité de l'acier des armatures des chaînages (f_e = 500 MPa)

γ_s : coefficient de sécurité partiel de l'acier en situation sismique (γ_s = 1)

B.4.2 Vérification de la maçonnerie

Les dimensions des panneaux sont telles que :

$$0{,}6 \leq \frac{H}{L} \leq 2$$

Les vérifications à effectuer concernent l'intégrité de la bielle comprimée formée à l'intérieur des panneaux (vérification vis-à-vis de l'effort tranchant non nécessaire).
On suppose le développement d'une bielle unique dans le panneau, même si des chaînages intermédiaires sont disposés.

Les efforts développés dans la maçonnerie comportent, notamment en cas de bâtiments à étage, une composante verticale et une composante diagonale.

Dans un but de simplification, les deux composantes sont additionnées sans tenir compte de leurs directions et on considère un effort global de dimensionnement équilibrant l'effort vertical dans le chaînage (fig. B - 5). On pose :

d = longueur de la diagonale du panneau
b_p = largeur de la bielle

$$b_p = \min\left(\frac{d}{6}; 4e\right) \text{ (PS 92 / 12.232)}$$

e = épaisseur de la maçonnerie, compte tenu des enduits
Rc = résistance caractéristique à la compression des blocs en béton ou résistance moyenne à la compression des briques en terre cuite (NF P 14-301 et NF P 13-301), ou des blocs perforés de terre cuite (NF P 13-305).

Pour les blocs creux à alvéoles verticaux, un coefficient minorateur égal à 0,8 est appliqué à la résistance caractéristique Rc afin de tenir compte de l'influence des parois verticales perpendiculaires au plan du mur dans la résistance à la compression du bloc (ces parois au nombre de 2 ou 3 sont normalement peu sollicitées dans un fonctionnement en bielle oblique de la maçonnerie).

γ_m : coefficient partiel de sécurité applicable à la maçonnerie
$\gamma_m = 0{,}5\, c_{el}\, N$ (voir PS 92 / 12.23 et DTU 20-1).
avec N : coefficient global de réduction égal à 6 pour les blocs en béton et à 7 pour les briques de terre cuite.

c_{el} : coefficient de majoration fonction de l'élancement $\frac{H}{e}$ du panneau avec H = 2,80 m et c_{el} = 1 pour les blocs ou briques d'épaisseur 20 cm et c_{el} = 1,25 pour les blocs ou briques d'épaisseur 15 cm.

La valeur de calcul de la résistance à la compression de la bielle développée dans le panneau est donnée par l'expression :

$$F_{RB} = b_p\, e \frac{Rc}{\gamma_m}$$

L'effort vertical FV développé dans le chaînage associé s'écrit :

$$F_V = F_{RB} \cdot \frac{L}{\sqrt{H^2+L^2}} \qquad F_H = F_{RB} \cdot \frac{L}{\sqrt{H^2+L^2}}$$

$$d = \sqrt{H^2+L^2}$$

La résistance de la maçonnerie constitutive du panneau de contreventement est satisfaisante lorsque l'effort résistant F_{RB} permet le développement de l'effort vertical F_{CV} dans le chaînage vertical, c'est-à-dire lorsque l'inégalité suivante est vérifiée :

$$F_{RB} \geq F_{CV} \frac{\sqrt{H^2+L^2}}{H}$$

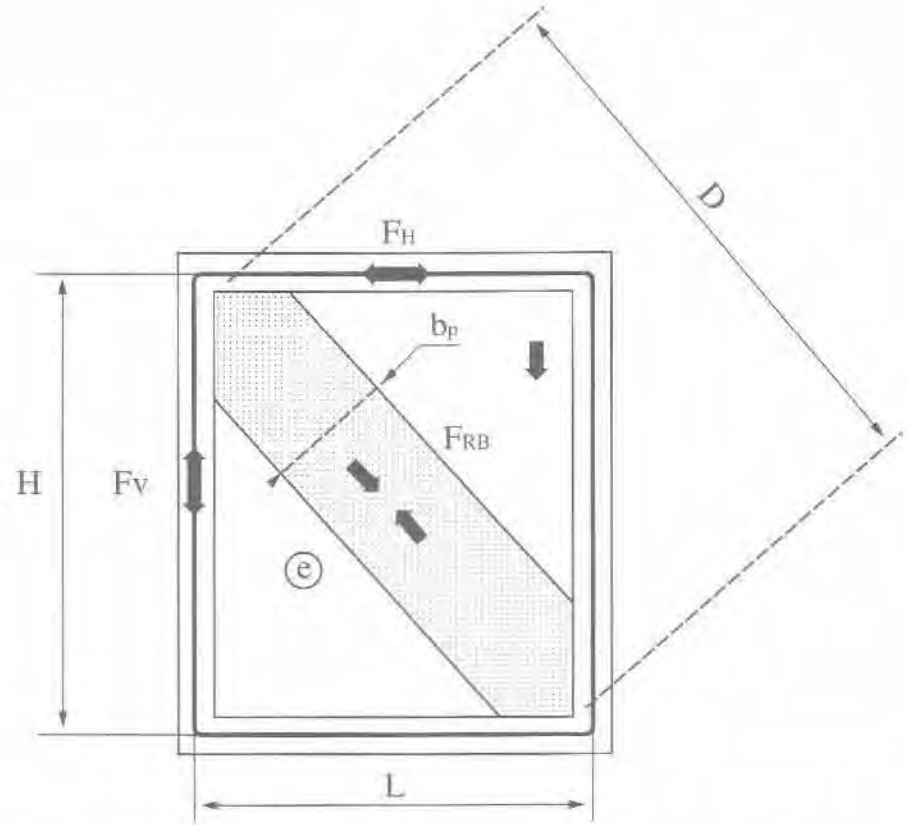


Figure B-5 : Composantes des efforts développés dans la maçonnerie

B.5 - Justification des chaînages forfaitaires

B.5.1 Chaînages horizontaux périphériques

Ils sont donnés par un dimensionnement en voûte-tirant à partir de l'effort sismique maximal engendré dans les planchers (fig. B - 2).
Hypothèses concernant le bâtiment :

- $\frac{a}{b} \leq 2{,}5$

- distance maximale entre deux files de panneaux de contreventement : 16 m
  Application des formules données au paragraphe B4 :

Guide CP-MI Antilles

Toiture lourde 1 niveau
effort sismique fr 3,18 kN/m²

panneaux intermédiaires :		0			1		
surface (m²)	grand côté a (m)	effort de tirant (kN)	section (cm²)		effort de tirant (kN)	section (cm²)	
50	11,2	62	1,65	4HA8	28	0,74	4HA8
75	13,7	93	2,48	4HA10	41	1,10	4HA8
100	15,8	124	3,31	4HA12	55	1,47	4HA8
150	19,4	187	4,96	4HA14	83	2,21	4HA10
200	22,4	249	6,62	6HA12	111	2,94	4HA10

Toiture légère 1 niveau
effort sismique fr 0,98 kN/m²

panneaux intermédiaires :		0			1		
surface (m²)	grand côté a (m)	effort de tirant (kN)	section (cm²)		effort de tirant (kN)	section (cm²)	
50	11,2	19	0,51	4HA8	9	0,23	4HA8
75	13,7	29	0,76	4HA8	13	0,34	4HA8
100	15,8	38	1,02	4HA8	17	0,45	4HA8
150	19,4	57	1,53	4HA8	26	0,68	4HA8
200	22,4	77	2,04	4HA10	34	0,90	4HA8

Toiture lourde 2 niveaux
effort sismique fr 3,83 kN/m²

panneaux intermédiaires :		0			1		
surface (m²)	grand côté a (m)	effort de tirant (kN)	section (cm²)		effort de tirant (kN)	section (cm²)	
50	11,2	75	1,99	4HA8	33	0,88	4HA8
75	13,7	112	2,98	4HA10	50	1,33	4HA8
100	15,8	150	3,98	4HA12	66	1,77	4HA8
150	19,4	224	5,97	4HA14	100	2,65	4HA10
200	22,4	299	7,96	6HA16	133	3,54	4HA12

Toiture légère 2 niveaux
effort sismique fr 1,72 kN/m²

panneaux intermédiaires :		0			1		
surface (m²)	grand côté a (m)	effort de tirant (kN)	section (cm²)		effort de tirant (kN)	section (cm²)	
50	11,2	34	0,89	4HA8	15	0,40	4HA8
75	13,7	50	1,34	4HA8	22	0,60	4HA8
100	15,8	67	1,79	4HA8	30	0,79	4HA8
150	19,4	101	2,68	4HA10	45	1,19	4HA8
200	22,4	134	3,57	4HA12	60	1,59	

Toiture lourde 3 niveaux
effort sismique fr 4,15 kN/m²

panneaux intermédiaires :		0			1		
surface (m²)	grand côté a (m)	effort de tirant (kN)	section (cm²)		effort de tirant (kN)	section (cm²)	
50	11,2	81	2,15	4HA10	36	0,96	4HA8
75	13,7	121	3,23	4HA12	54	1,44	4HA8
100	15,8	162	4,31	4HA12	72	1,91	4HA8
150	19,4	243	6,46	6HA12	108	2,87	4HA10
200	22,4	324	8,62	6HA14	144	3,83	4HA12

Toiture légère 3 niveaux
effort sismique fr 2,82 kN/m²

panneaux intermédiaires :		0			1		
surface (m²)	grand côté a (m)	effort de tirant (kN)	section (cm²)		effort de tirant (kN)	section (cm²)	
50	11,2	55	1,47	4HA8	25	0,65	4HA8
75	13,7	83	2,20	4HA10	37	0,98	4HA8
100	15,8	110	2,93	4HA10	49	1,30	4HA8
150	19,4	165	4,40	4HA12	74	1,96	4HA8
200	22,4	221	5,87	4HA14	98	2,61	4HA10

Les chaînages horizontaux périphériques peuvent être pris égaux à 4 HA12 pour les bâtiments à toiture lourde et à 4 HA10 pour les bâtiments à toiture légère.

B.5.2 Chaînages horizontaux associés à des panneaux de contreventement

Ils sont forfaitairement dimensionnés vis-à-vis d'un effort égal à l'effort horizontal total transitant au niveau considéré, divisé par le nombre de files de panneaux de contreventement :

$$F_{HJ} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=j}^{n} f_{ri}$$

avec :
N : nombre minimal de files de panneaux de contreventement (direction x ou y)
f_{ri} : force sismique engendrée au niveau i
n : nombre total de niveaux

nombre de files de murs	2			3			4			5			6		
S totale (m²)	effort horizontal (KN)		section	effort horizontal (KN)		section	effort horizontal (KN)		section	effort horizontal (KN)		section	effort horizontal (KN)		section
	toitures lourdes 1 niveau, dernier niveau						F_{HJ} = 4,15 kN/m²								
50	104	2,76	4HA10	69	1,84	4HA8	52	1,38	4HA8	41	1,10	4HA8	35	0,92	4HA8
75	155	4,14	4HA12	104	2,76	4HA10	78	2,07	4HA10	62	1,65	4HA8	52	1,38	4HA8
100	207	5,51	4HA14	138	3,68	4HA12	104	2,76	4HA10	83	2,21	4HA10	69	1,84	4HA8
150	311	8,27	6HA14	207	5,51	4HA14	155	4,14	4HA12	124	3,31	4HA12	104	2,76	4HA10
200	415	11,03	6HA16	276	7,35	4HA16	207	5,51	4HA14	166	4,41	4HA12	138	3,68	4HA12
	toitures lourdes 2 niveaux						F_{HJ} = 6,40 kN/m²								
50	160	4,26	4HA12	107	2,84	4HA10	80	2,13	4HA10	64	1,70	4HA8	53	1,42	4HA8
75	240	6,39	6HA12	160	4,26	4HA12	120	3,19	4HA12	96	2,55	4HA10	80	2,13	4HA10
100	320	8,52	6HA14	213	5,68	4HA14	160	4,26	4HA12	128	3,41	4HA12	107	2,84	4HA10
150	480	12,77		320	8,52	6HA12	240	6,39	6HA12	192	5,11	4HA14	160	4,26	4HA12
200	640	17,03		427	11,36	6HA16	320	8,52	6HA14	256	6,81	4HA16	213	5,68	4HA14
	toitures lourdes 3 niveaux						F_{HJ} = 7,20 kN/m²								
50	180	4,79	4HA12	120	3,19	4HA12	90	2,39	4HA10	72	1,92	4HA8	60	1,60	4HA8
75	270	7,18	4HA16	180	4,79	4HA12	135	3,59	4HA12	108	2,87	4HA10	90	2,39	4HA10
100	360	9,58	6HA16	240	6,39	6HA12	180	4,79	4HA14	144	3,83	4HA12	120	3,19	4HA12
150	540	14,37		360	9,58	6HA16	270	7,18	4HA16	216	5,75	4HA14	180	4,79	4HA14
200	720	19,16		480	12,77		360	9,58	6HA16	288	7,66	4HA16	240	6,39	6HA12
	toitures légères 1 niveau, dernier niveau						F_{HJ} = 1,60 kN/m²								
50	40	1,06	4HA8	27	0,71	4HA8	20	0,53	4HA8	16	0,42	4HA8	13	0,35	4HA8
75	60	1,59	4HA8	27	1,06	4HA8	30	0,80	4HA8	24	0,64	4HA8	20	0,53	4HA8
100	80	2,12	4HA10	53	1,42	4HA8	40	1,06	4HA8	32	0,85	4HA8	27	0,71	4HA8
150	120	3,18	4HA12	80	2,12	4HA10	60	1,59	4HA8	48	1,27	4HA8	40	1,06	4HA8
200	160	4,25	4HA12	106	2,83	4HA10	80	2,12	4HA10	64	1,70	4HA8	53	1,42	4HA8
	toitures légères 2 niveaux						F_{HJ} = 4,42 kN/m²								
50	110	2,94	4HA10	74	1,96	4HA8	55	1,47	4HA8	44	1,18	4HA8	37	0,98	4HA8
75	166	4,41	4HA12	110	2,94	4HA10	83	2,20	4HA10	66	1,76	4HA8	55	1,47	4HA8
100	221	5,88	4HA14	147	3,92	4HA12	110	2,94	4HA10	88	2,35	4HA10	74	1,96	4HA8
150	331	8,82	6HA14	221	5,88	4HA14	166	4,41	4HA12	133	3,53	4HA12	110	2,94	4HA10
200	442	11,75	6HA16	295	7,84	4HA16	221	5,88	4HA14	177	4,70	6HA10	147	3,92	4HA12
	toitures légères 3 niveaux						F_{HJ} = 5,42 kN/m²								
50	135	3,60	4HA12	90	2,40	4HA10	68	1,80	4HA8	54	1,44	4HA8	45	1,20	4HA8
75	203	5,40	4HA14	135	3,60	4HA12	102	2,70	4HA10	81	2,16	4HA10	68	1,80	4HA8
100	271	7,20	4HA16	181	4,80	4HA14	135	3,60	4HA12	108	2,88	4HA10	90	2,40	4HA10
150	406	10,81	6HA16	271	7,20	4HA16	203	5,40	4HA14	163	4,32	4HA12	135	3,60	4HA12
200	542	14,41		361	9,61	6HA16	271	720	4HA16	217	5,76	4HA14	181	4,80	4HA14

B.5.3 Chaînages verticaux

Ils sont obtenus par application des formules présentés au paragraphe B4.

B.6 - Calcul des murs de soutènement intégrés aux bâtiments

Le calcul des parois de soutènement a été conduit conformément aux règles PS 92, article 10.1 : parois d'infrastructures et ouvrages de soutènement intégrés aux bâtiments, méthode simplifiée.

B.6.1 Accélération nominale :

$$a_N = 3{,}5\ m/s^2$$

zone III – Classe B

B.6.2 Coefficients sismiques :

Ils sont définis par l'article 10.13 des PS 92 :

$$\sigma_h = K\,\tau\,a_N / g$$
$$\sigma_v = 0{,}3\,\sigma_h$$
$$1 < K \leq 1{,}2$$

τ est le coefficient topographique à l'aplomb du mur avant établissement du soutènement. On se place dans le cas où K = 1,2.

B.6.3 Valeur des φ de frottement interne β pente du terrain et τ coefficient topographique

$\sigma_h = 1{,}2\,\tau\,a_N / g = 0{,}42\,\tau$

$\sigma_v = 0{,}3\,\sigma_h = 0{,}126\,\tau$

Θ est défini à l'article 10.22 des PS 92 :

$\Theta = \text{arctg}\,[\sigma_h / (1 \pm \sigma_v)]$ conduisant aux deux valeurs Θ_1 et Θ_2

$\Theta_1 = \text{arctg}\,[0{,}42\,\tau / (1+0{,}126\,\tau)]$

$\Theta_2 = \text{arctg}\,[0{,}42\,\tau / (1-0{,}126\,\tau)]$

si $\tau = 1$	si $\tau = 1{,}2$	si $\tau = 1{,}4$
$\Theta_1 = \text{arctg}\ 0{,}373 = 20°$	$\Theta_1 = 23°$	$\Theta_1 = 26°$
$\Theta_2 = \text{arctg}\ 0{,}480 = 25°$	$\Theta_2 = 30°$	$\Theta_2 = 35°$

Sachant que :

$$\varphi - \beta - \Theta \geq 0$$

On voit immédiatement que :

pour $\varphi = 25°$ il faut $\beta = 0$ et $\tau = 1$

pour $\varphi = 30°$ il faut $\beta = 0$ et $\tau \leq 1{,}2$

pour $\varphi = 40°$ on peut envisager $\beta \leq 10°$ avec $\tau \leq 1{,}2$

Les calculs ont été menés dans le cas suivant :

- $\tau = 1$ le bâtiment est à plus de 10 mètres d'une crête,
- $\beta = 0$ en arrière du bâtiment, le terrain est plat sur une distance de plus de trois mètres,
- l'angle de frottement interne du sol est supérieur à 25°,
- il n'y a pas de poussée hydrostatique, ce qui impose un drainage obligatoire derrière le mur.

B.6.4 Détermination de la poussée active

art. 10.22

$$P_{ad} = \frac{1}{2}\,\gamma H^2\,(1 \pm \sigma_v) k_{ad}$$

$$k_{ad} = \frac{\cos^2(\varphi - \Theta)}{\cos^2\Theta}\left[1 + \frac{\sqrt{\sin\varphi \sin(\varphi - b - \Theta)}}{\cos\Theta\cos\beta}\right]$$

pour un mur H = 2,5 $\quad \gamma = 2000 kg/m^3$

pour $\phi = 25°$ Pad max = 85 kN/m linéaire
pour $\phi = 30°$ Pad max = 56 kN/m linéaire
pour $\phi = 40°$ Pad max = 38 kN/m linéaire

B.6.5 Détermination des efforts sur les murs

Les calculs ont donc été effectués avec le tableau suivant sachant que le mur de soutènement distribue la moitié de l'effort sous la dalle

L longueur \ ϕ	25°	30°	40°
10	425 kN	281 kN	193 kN
15	638 kN	421 kN	290 kN
20	850 kN	562 kN	386 kN

Efforts dus aux soutènements qui ont été rajoutés aux efforts dus aux contreventements et redistribués.

Annexe C : Tableaux des sections d'acier et des types de matériaux

Maçonnerie de blocs de béton chainés - B.A.

- Toitures lourdes en béton armé :
  - C1 : Maisons à UN NIVEAU
  - C2 : Maisons à DEUX NIVEAUX
  - C3 : Maisons à TROIS NIVEAUX dont l'un enterré
- Toitures légères :
  - C4 : Maisons à UN NIVEAU
  - C5 : Maisons à DEUX NIVEAUX
  - C6 : Maisons à TROIS NIVEAUX

Maçonnerie de briques creuses de terre cuite chainées - B.C.T.C.

- Toitures lourdes en béton armé :
  - C7 : Maisons à UN NIVEAU
  - C8 : Maisons à DEUX NIVEAUX
  - C9 : Maisons à TROIS NIVEAUX dont l'un enterré
- Toitures légères :
  - C10 : Maisons à UN NIVEAU
  - C11 : Maisons à DEUX NIVEAUX
  - C12 : Maisons à TROIS NIVEAUX

Maçonnerie de blocs perforés de terre cuite chainés - B.P.T.C.

- Toitures lourdes en béton armé :
  - C13 : Maisons à UN NIVEAU
  - C14 : Maisons à DEUX NIVEAUX
  - C15 : Maisons à TROIS NIVEAUX dont l'un enterré
- Toitures légères :
  - C16 : Maisons à UN NIVEAU
  - C17 : Maisons à DEUX NIVEAUX
  - C18 : Maisons à TROIS NIVEAUX

Adaptation à la pente

- Maisons à DEUX NIVEAUX + Toitures lourdes en béton armé :
  - C19 : ϕ (angle de frottement interne) = 25°
  - C20 : ϕ (angle de frottement interne) = 30°
  - C21 : ϕ (angle de frottement interne) = 40°
- Maisons à DEUX NIVEAUX + Toitures légères :
  - C22 : ϕ (angle de frottement interne) = 25°
  - C23 : ϕ (angle de frottement interne) = 30°
  - C24 : ϕ (angle de frottement interne) = 40°
- Maisons à TROIS NIVEAUX + Toitures légères :
  - C25 : ϕ (angle de frottement interne) = 25°
  - C26 : ϕ (angle de frottement interne) = 30°
  - C27 : ϕ (angle de frottement interne) = 40°

TABLEAU 1 Maisons à UN NIVEAU – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de blocs de béton, chaînée : BC = blocs creux, BP = blocs pleins

Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement : L = 1,5 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison.

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

5 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	3,45	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50	4,14	BC20-B80	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00	5,51	BP15-B120	3,68	BP15-B80	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
chaînage horizontal cm²		2,76	2,76		2,01		2,01		2,01		2,01
75	0,60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	3,31	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	4,14	BC20-B80	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	5,17	BP15-B120	3,45	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50	6,20	BP20-B120	4,14	BC20-B80	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00	8,27	BP20-B120	5,51	BP15-B120	4,14	BC20-B80	3,31	BP15-B80	3,14	BP15-B80
chaînage horizontal cm²		4,14	4,14		2,76		2,07		2,01		2,01
100	0,60	3,31	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	4,41	BP15-B120	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	5,51	BP20-B120	3,68	BC20-B60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	6,89	BP20-B120	4,60	BP15-B120	3,45	BC20-B60	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40
	1,50	8,27	BP20-B120	5,51	BP15-B120	4,14	BC20-B80	3,31	BC20-B60	3,14	BC20-B60
	2,00			7,35	BP20-B120	5,51	BP15-B120	4,41	BP15-B120	3,68	BP15-B80
chaînage horizontal cm²		5,51	5,51		3,68		2,76		2,21		2,01
150	0,60			3,31	BC20-B60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80			4,41	BP15-B120	3,31	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00			5,51	BP20-B120	4,14	BC20-B80	3,31	BP15-B80	3,14	BP15-B80
	1,25			6,89	BP20-B120	5,17	BP15-B120	4,14	BC20-B80	3,45	BC20-B60
	1,50			8,27	BP20-B120	6,20	BP20-B120	4,96	BP15-B120	4,14	BC20-B80
	2,00					8,27	BP20-B120	6,62	BP20-B120	5,51	BP15-B120
chaînage horizontal cm²		8,27	8,27		5,51		4,14		3,31		2,76
300	0,60					3,31	BC20-B60	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40
	0,80					4,41	BP15-B120	3,53	BC20-B60	3,14	BC20-B60
	1,00					5,51	BP20-B120	4,41	BP15-B120	3,68	BC20-B60
	1,25					6,89	BP20-B120	5,51	BP15-B120	4,60	BP15-B120
	1,50					8,27	BP20-B120	6,62	BP20-B120	5,51	BP15-B120
	2,00							8,82	BP20-B120	7,35	BP20-B120
chaînage horizontal cm²				7,35		5,51		4,41		3,68	

TABLEAU 2 Maisons à DEUX NIVEAUX – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de blocs de béton, chaînée : BC = blocs creux, BP = blocs pleins

Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement pour les deux niveaux : L = 2,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 1).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

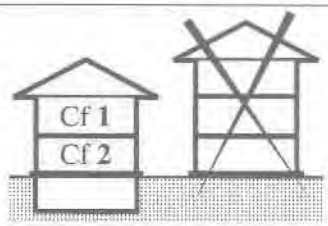
4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

5 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,60	4,21	BP20-B120	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	5,61	BP20-B120	3,74	BC20-B60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	7,02	BP20-B120	4,68	BP15-B120	3,51	BP15-B80	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40
	1,25	8,77	BP20-B120	5,85	BP15-B120	4,38	BP15-B120	3,51	BC20-B60	3,14	BC20-B60
	1,50			7,02	BP15-B120	5,26	BP15-B120	4,21	BC20-B80	3,51	BC20-B60
	2,00					7,02	BP15-B120	5,61	BP15-B120	4,68	BP15-B120
chaînage horizontal cm²		4,26	4,26		2,84		2,13		2,01		2,01
75	0,60	6,31	BP20-B120	4,21	BP20-B120	3,16	BC20-B60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40
	0,80	8,42	BP20-B120	5,61	BP20-B120	4,21	BC20-B80	3,37	BC20-B60	3,14	BP15-B80
	1,00			7,02	BP20-B120	5,26	BP15-B120	4,21	BC20-B80	3,51	BP15-B80
	1,25			8,77	BP20-B120	6,58	BP15-B120	5,26	BP15-B120	4,38	BP15-B120
	1,50					7,89	BP15-B120	6,31	BP15-B120	5,26	BP15-B120
	2,00							8,42	BP15-B120	7,02	BP15-B120
chaînage horizontal cm²		6,39	6,39		4,26		3,19		2,55		2,13
100	0,60	8,42	BP20-B120	5,61	BP20-B120	4,21	BP20-B120	3,37	BC20-B60	3,14	BC20-B60
	0,80			7,48	BP20-B120	5,61	BP20-B120	4,49	BP15-B120	3,74	BC20-B60
	1,00					7,02	BP20-B120	5,61	BP20-B120	4,68	BP15-B120
	1,25					8,77	BP20-B120	7,02	BP20-B120	5,85	BP15-B120
	1,50							8,42	BP20-B120	7,02	BP20-B120
	2,00										
chaînage horizontal cm²		8,52	8,52		5,68		4,26		3,41		2,84
150	0,60			8,42	BP20-B120	6,31	BP20-B120	5,05	BP20-B120	4,21	BP20-B120
	0,80					8,42	BP20-B120	6,73	BP20-B120	5,61	BP20-B120
	1,00							8,42	BP20-B120	7,02	BP20-B120
	1,25									8,77	BP20-B120
	1,50										
	2,00										
chaînage horizontal cm²					8,52		6,39		5,11		4,26
200	0,60					8,42	BP20-B120	6,73	BP20-B120	5,61	BP20-B120
	0,80							8,98	BP20-B120	7,48	BP20-B120
	1,00										
	1,25										
	1,50										
	2,00										
chaînage horizontal cm²						8,52		6,81		5,68	

TABLEAU 3 Maisons à TROIS NIVEAU – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de blocs de béton, chaînée : BC = blocs creux, BP = blocs pleins



NON

Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement :
L = 5 m (2 panneaux)
L = 3 m (plus de 2 panneaux)

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison..

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

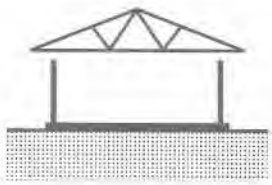
4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

5 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,60	7,08	BP20-B120	4,72	BP20-B120	3,54	BC20-B80	3,14	BC20-B60	3,14	BP15-B80
	0,80			6,30	BP20-B120	4,72	BP15-B120	3,78	BC20-B60	3,15	BP15-B80
	1,00			7,87	BP20-B120	5,90	BP20-B120	4,72	BP15-B120	3,93	BC20-B60
	1,25					7,38	BP20-B120	5,90	BP15-B120	4,92	BP15-B120
	1,50					8,85	BP20-B120	7,08	BP15-B120	5,90	BP15-B120
	2,00									7,87	BP15-B120
chaînage horizontal cm²		4,79	4,79		3,19		2,39		2,01		2,01
75	0,60			7,08	BP20-B120	5,31	BP20-B120	4,25	BP20-B120	3,54	BC20-B80
	0,80					7,08	BP20-B120	5,67	BP20-B120	4,72	BP15-B120
	1,00					8,85	BP20-B120	7,08	BP20-B120	5,90	BP20-B120
	1,25							8,85	BP20-B120	7,38	BP20-B120
	1,50									8,85	BP20-B120
	2,00										
chaînage horizontal cm²		47,18		4,79		3,59		2,87		2,39	
100	0,60					7,08	BP20-B120	5,67	BP20-B120	4,72	BP20-B120
	0,80							7,55	BP20-B120	6,30	BP20-B120
	1,00									7,87	BP20-B120
	1,25										
	1,50										
	2,00										
chaînage horizontal cm²		5,51		6,39		4,79		3,83		3,19	
150	0,60							8,50	BP20-B120	7,08	BP20-B120
	0,80										
	1,00										
	1,25										
	1,50										
	2,00										
chaînage horizontal cm²						7,18		5,75		4,79	
200	0,60										
	0,80										
	1,00										
	1,25										
	1,50										
	2,00										
chaînage horizontal cm²								7,66		6,39	

TABLEAU 4 Maisons à UN NIVEAU – TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de blocs de béton, chaînée : BC = blocs creux, BP = blocs pleins



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement : L = 1,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison.

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

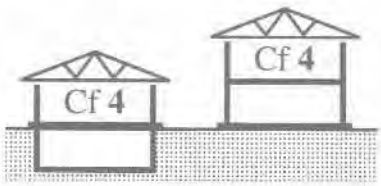
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
chaînage horizontal cm²		2,01		2,01		2,01		2,01		2,01	
75	0,60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00	3,18	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
chaînage horizontal cm²		2,01		2,01		2,01		2,01		2,01	
100	0,60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50	3,18	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00	4,25	BP15-B120	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
chaînage horizontal cm²		2,12		2,01		2,01		2,01		2,01	
150	0,60			3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80			3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00			3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25			3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50			3,18	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00			4,25	BP15-B120	3,18	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
chaînage horizontal cm²		3,18		2,12		2,01		2,01		2,01	
200	0,60					3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80					3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00					3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25					3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50					3,18	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00					4,25	BP15-B120	3,40	BP15-B80	3,14	BP15-B80
chaînage horizontal cm²		4,25		2,83		2,12		2,01		2,01	

TABLEAU 5 Maisons à DEUX NIVEAUX – TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de blocs de béton, chaînée : BC = blocs creux, BP = blocs pleins



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement pour les deux niveaux : L = 2,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 4).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

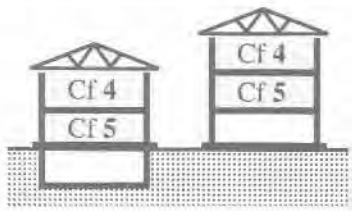
4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

5 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	3,20	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	4,00	BC20-B80	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	5,00	BP15-B120	3,33	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,50	6,00	BP20-B120	4,00	BC20-B80	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	2,00	8,00	BP20-B120	5,33	BP15-B120	4,00	BC20-B80	3,20	BP15-B80	3,14	BP15-B80
chaînage horizontal cm²		2,94	2,94		2,01		2,01		2,01		2,01
75	0,60	3,60	BC20-B80	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	4,80	BP20-B120	3,20	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	6,00	BP20-B120	4,00	BC20-B80	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,25	7,50	BP20-B120	5,00	BP15-B120	3,75	BC20-B60	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40
	1,50	9,00	BP20-B120	6,00	BP20-B120	4,50	BP15-B120	3,60	BC20-B60	3,14	BC20-B60
	2,00			8,00	BP20-B120	6,00	BP20-B120	4,80	BP15-B120	4,00	BC20-B80
chaînage horizontal cm²		4,41	4,41		2,94		2,20		2,01		2,01
100	0,60	4,80	BP20-B120	3,20	BC20-B60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	6,40	BP20-B120	4,27	BP15-B120	3,20	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	8,00	BP20-B120	5,33	BP15-B120	4,00	BC20-B80	3,20	BP15-B80	3,14	BP15-B80
	1,25			6,67	BP20-B120	5,00	BP15-B120	4,00	BC20-B80	3,33	BC20-B60
	1,50			8,00	BP20-B120	6,00	BP20-B120	4,80	BP15-B120	4,00	BC20-B80
	2,00					8,00	BP20-B120	6,40	BP20-B120	5,33	BP15-B120
chaînage horizontal cm²		5,88	5,88		3,92		2,94		2,35		2,01
150	0,60			4,80	BP20-B120	3,60	BC20-B80	3,14	BC20-B60	3,14	BP15-B80
	0,80			6,40	BP20-B120	4,80	BP20-B120	3,84	BC20-B60	3,20	BC20-B60
	1,00			8,00	BP20-B120	6,00	BP20-B120	4,80	BP15-B120	4,00	BC20-B80
	1,25					7,50	BP20-B120	6,00	BP20-B120	5,00	BP15-B120
	1,50					9,00	BP20-B120	7,20	BP20-B120	6,00	BP20-B120
	2,00									8,00	BP20-B120
chaînage horizontal cm²		8,82	8,82		5,88		4,41		3,53		2,94
200	0,60					4,80	BP20-B120	3,84	BP15-B120	3,20	BC20-B60
	0,80					6,40	BP20-B120	5,12	BP20-B120	4,27	BP15-B120
	1,00					8,00	BP20-B120	6,40	BP20-B120	5,33	BP15-B120
	1,25							8,00	BP20-B120	6,67	BP20-B120
	1,50									8,00	BP20-B120
	2,00										
chaînage horizontal cm²				7,84		5,88		4,70		3,92	

TABLEAU 6 Maisons à TROIS NIVEAUX – TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de blocs de béton, chaînée : BC = blocs creux, BP = blocs pleins



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement.
L = 5 m (2 panneaux)
L = 3 m (plus de 2 panneaux)

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 4 et 5).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

5 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,60	4,56	BP20-B120	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	0,80	6,08	BP20-B120	4,05	BC20-B80	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40	3,14	BC20-B40
	1,00	7,60	BP20-B120	5,07	BP15-B120	3,80	BC20-B60	3,14	BP15-B80	3,14	BC20-B40
	1,25			6,34	BP15-B120	4,75	BP15-B120	3,80	BC20-B60	3,17	BC20-B60
	1,50			7,60	BP15-B120	5,70	BP15-B120	4,56	BP15-B120	3,80	BC20-B60
	2,00					7,60	BP15-B120	6,08	BP15-B120	5,07	BP15-B120
chaînage horizontal cm²		3,60	3,60		2,40		2,01		2,01		2,01
75	0,60	6,84	BP20-B120	4,56	BP20-B120	3,42	BC20-B60	3,14	BC20-B60	3,14	BC20-B40
	0,80			6,08	BP20-B120	4,56	BP15-B120	3,65	BC20-B60	3,14	BP15-B80
	1,00			7,60	BP20-B120	5,70	BP20-B120	4,56	BP15-B120	3,80	BC20-B60
	1,25					7,13	BP20-B120	5,70	BP15-B120	4,75	BP15-B120
	1,50					8,55	BP20-B120	6,84	BP15-B120	5,70	BP15-B120
	2,00									7,60	BP15-B120
chaînage horizontal cm²		5,40	5,40		3,60		2,70		2,16		2,01
100	0,60			6,08	BP20-B120	4,56	BP20-B120	3,65	BC20-B80	3,14	BC20-B60
	0,80			8,11	BP20-B120	6,08	BP20-B120	4,87	BP20-B120	4,05	BC20-B80
	1,00					7,60	BP20-B120	6,08	BP20-B120	5,07	BP15-B120
	1,25							7,60	BP20-B120	6,34	BP20-B120
	1,50									7,60	BP20-B120
	2,00										
chaînage horizontal cm²		7,20	7,20		4,80		3,60		2,88		2,40
150	0,60					6,84	BP20-B120	5,47	BP20-B120	4,56	BP20-B120
	0,80							7,30	BP20-B120	6,08	BP20-B120
	1,00									7,60	BP20-B120
	1,25										
	1,50										
	2,00										
chaînage horizontal cm²					7,20		5,40		4,32		3,60
200	0,60							7,30	BP20-B120	6,08	BP20-B120
	0,80									8,11	BP20-B160
	1,00										
	1,25										
	1,50										
	2,00										
chaînage horizontal cm²						7,20		5,76		4,80	

TABLEAU 7 Maisons à UN NIVEAU – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de briques creuses de terre cuite, chaînée : BCTC = briques creuses de terre cuite

Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement : L = 1,5 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison.

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L mas	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser
50	0,6	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25	3,45	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,5	4,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	2	5,51	BCTC20-80	3,68	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
chaînage horizontal cm²		2,76		2,01		2,01		2,01		2,01	
75	0,6	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1	4,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25	5,17	BCTC20-80	3,45	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	1,5			4,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	2			5,51	BCTC20-80	4,14	BCTC20-60	3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
chaînage horizontal cm²		4,14		2,76		2,07		2,00		2,01	
100	0,6	3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	4,41	BCTC20-80	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1	5,51	BCTC20-80	3,68	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	1,25			4,60	BCTC20-80	3,45	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	1,5			5,51	BCTC20-80	4,14	BCTC20-60	3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	2					5,51	BCTC20-80	4,41	BCTC20-80	3,68	BCTC20-60
chaînage horizontal cm²		5,51		3,68		2,76		2,21		2,01	
150	0,6			3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	0,8			4,41	BCTC20-80	3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	1			5,51	BCTC20-80	4,14	BCTC20-60	3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	1,25					5,17	BCTC20-80	4,14	BCTC20-60	3,45	BCTC20-60
	1,5							4,96	BCTC20-80	4,14	BCTC20-60
	2									5,51	BCTC20-80
chaînage horizontal cm²				5,51		4,14		3,31		2,76	
200	0,6					3,31	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	0,8					4,41	BCTC20-80	3,53	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60
	1					5,51	BCTC20-80	4,41	BCTC20-80	3,68	BCTC20-60
	1,25							5,51	BCTC20-80	4,60	BCTC20-80
	1,5									5,51	BCTC20-80
	2										
chaînage horizontal cm²						5,51		4,41		3,68	

TABLEAU 8 Maisons à DEUX NIVEAUX – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de briques creuses de terre cuite, chaînée : BCTC = briques creuses de terre cuite

Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement pour les deux niveaux : L = 2,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 7).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

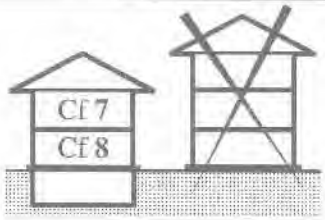
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de briques à utiliser
50	0,6	4,21	BCTC20-80	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	5,61	BCTC20-80	3,74	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	1			4,68	BCTC20-80	3,51	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	1,25					4,38	BCTC20-80	3,51	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60
	1,5					5,26	BCTC20-80	4,21	BCTC20-60	3,51	BCTC20-60
	2							5,61	BCTC20-80	4,68	BCTC20-80
chaînage horizontal cm²		4,26		2,84		2,13		2,01		2,01	
75	0,6			4,21	BCTC20-80	3,16	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	0,8			5,61	BCTC20-80	4,21	BCTC20-60	3,37	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	1					5,26	BCTC20-80	4,21	BCTC20-60	3,51	BCTC20-60
	1,25							5,26	BCTC20-80	4,38	BCTC20-80
	1,5									5,26	BCTC20-80
	2										
chaînage horizontal cm²				4,26		3,19		2,55		2,13	
100	0,6					4,21	BCTC20-80	3,37	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60
	0,8					5,61	BCTC20-80	4,49	BCTC20-80	3,74	BCTC20-60
	1									4,68	BCTC20-80
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²						4,26		3,41		2,84	
150	0,6									4,21	BCTC20-80
	0,8									5,61	BCTC20-80
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²										4,26	
200	0,6										
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²											

TABLEAU 9 Maisons à TROIS NIVEAUX - TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de briques creuses de terre cuite, chaînée : BCTC = briques creuses de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux
de contreventement : L = 5 m (2 panneaux)
L = 3 m (plus de 2 panneaux)

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 7 et 8).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

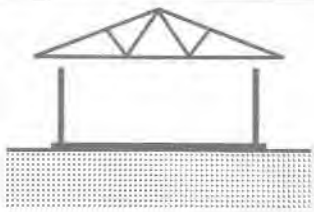
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chainage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chainage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chainage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chainage vertical cm²	Type de briques à utiliser	chainage vertical cm²	Type de briques à utiliser
50	0,6			4,72	BCTC20-80	3,54	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	0,8					4,72	BCTC20-80	3,78	BCTC20-60	3,15	BCTC20-60
	1							4,72	BCTC20-80	3,93	BCTC20-60
	1,25									4,92	BCTC20-80
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²				3,19		2,39		2,01		2,01	
75	0,6							4,25	BCTC20-80	3,54	BCTC20-60
	0,8							5,67	BCTC20-80	4,72	BCTC20-80
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²								2,87		2,39	
100	0,6									4,72	BCTC20-80
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²										3,19	
150	0,6										
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²											
200	0,6										
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²											

TABLEAU 10 Maisons à UN NIVEAU – TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de briques creuses de terre cuite, chaînée : BCTC = briques creuses de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement : L = 1,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison.

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

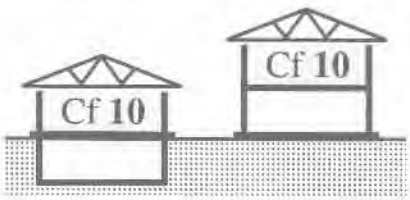
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser
50	0,6	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,5	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	2	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
chaînage horizontal cm²		2,01		2,01		2,01		2,01		2,01	
75	0,6	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,5	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	2	3,18	BCTC20-40	3,18	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
chaînage horizontal cm²		2,01		2,01		2,01		2,01		2,01	
100	0,6	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,5	3,18	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	2	4,25	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
chaînage horizontal cm²		2,12		2,01		2,01		2,01		2,01	
150	0,6		BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8		BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1		BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25		BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,5		BCTC20-60	3,18	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	2		BCTC20-40	4,25	BCTC20-60	3,18	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
chaînage horizontal cm²				2,12		2,01		2,01		2,01	
200	0,6					3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8					3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1					3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25					3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	1,5					3,18	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	2					4,25	BCTC20-60	3,40	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60
chaînage horizontal cm²						2,12		2,01		2,01	

TABLEAU 11 Maisons à DEUX NIVEAUX - TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de briques creuses de terre cuite, chaînée : BCTC = briques creuses de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement pour les deux niveaux : L = 2,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 10).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

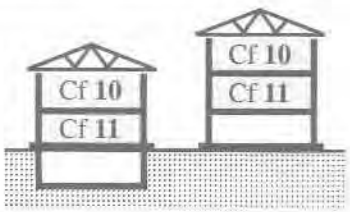
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser
50	0,6	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	3,20	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1	4,00	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1,25	5,00	BCTC20-80	3,33	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	1,5			4,00	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	2			5,33	BCTC20-80	4,00	BCTC20-60	3,20	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
chaînage horizontal cm²		2,94		2,01		2,01		2,01		2,01	
75	0,6	3,60	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	0,8	4,80	BCTC20-80	3,20	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28	3,14	BCTC20-28
	1			4,00	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	1,25			5,00	BCTC20-80	3,75	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	1,5					4,50	BCTC20-80	3,60	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60
	2							4,80	BCTC20-80	4,00	BCTC20-60
chaînage horizontal cm²		4,41		2,94		2,20		2,01		2,01	
100	0,6	4,80	BCTC20-80	3,20	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	0,8			4,27	BCTC20-60	3,20	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	1			5,33	BCTC20-80	4,00	BCTC20-60	3,20	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	1,25					5,00	BCTC20-80	4,00	BCTC20-60	3,33	BCTC20-60
	1,5							4,80	BCTC20-80	4,00	BCTC20-60
	2									5,33	BCTC20-80
chaînage horizontal cm²		5,88		3,92		2,94		2,35		2,01	
150	0,6			4,80	BCTC20-80	3,60	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	0,8					4,80	BCTC20-80	3,84	BCTC20-60	3,20	BCTC20-60
	1							4,80	BCTC20-80	4,00	BCTC20-60
	1,25									5,00	BCTC20-80
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²				5,88		4,41		3,53		2,94	
200	0,6					4,80	BCTC20-80	3,84	BCTC20-80	3,20	BCTC20-60
	0,8							5,12	BCTC20-80	4,27	BCTC20-60
	1									5,33	BCTC20-80
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²						5,88		4,70		3,92	

TABLEAU 12 Maisons à TROIS NIVEAUX - TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de briques creuses de terre cuite, chaînée : BCTC = briques creuses de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux
de contreventement : L = 5 m (2 panneaux)
L = 3 m (plus de 2 panneaux)

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 10 et 11).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

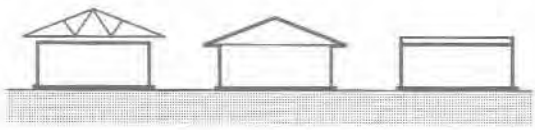
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser	acier cm²	Type de briques à utiliser
50	0,6	4,56	BCTC20-80	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-28
	0,8			4,05	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40	3,14	BCTC20-40
	1			5,07	BCTC20-80	3,80	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	1,25					4,75	BCTC20-80	3,80	BCTC20-60	3,17	BCTC20-60
	1,5							4,56	BCTC20-80	3,80	BCTC20-60
	2									5,07	BCTC20-80
chaînage horizontal cm²		3,60		2,40		2,01		2,01		2,01	
75	0,6			4,56	BCTC20-80	3,42	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60	3,14	BCTC20-40
	0,8					4,56	BCTC20-80	3,65	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60
	1							4,56	BCTC20-80	3,80	BCTC20-60
	1,25									4,75	BCTC20-80
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²				3,60		2,70		2,16		2,01	
100	0,6					4,56	BCTC20-80	3,65	BCTC20-60	3,14	BCTC20-60
	0,8							4,87	BCTC20-80	4,05	BCTC20-60
	1									5,07	BCTC20-80
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²						3,60		2,88		2,40	
150	0,6									4,56	BCTC20-80
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²										3,60	
200	0,6										
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²											

TABLEAU 13 Maisons à UN NIVEAU – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de blocs perforés de terre cuite, chaînée : BPTC = blocs perforés de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement : L = 1,5 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison.

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,6	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25	3,45	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5	4,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2	5,51	BPTC20-100	3,68	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		2,76		2,01		2,01		2,01		2,01	
75	0,6	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	3,31	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	4,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25	5,17	BPTC20-100	3,45	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5			4,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2			5,51	BPTC20-100	4,14	BPTC15-120	3,31	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		4,14		2,76		2,07		2,01		2,01	
100	0,6	3,31	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	4,41	BPTC20-80	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	5,51	BPTC20-100	3,68	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25			4,60	BPTC15-150	3,45	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5			5,51	BPTC20-100	4,14	BPTC15-150	3,31	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2					5,51	BPTC20-100	4,41	BPTC15-150	3,68	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		5,51		3,68		2,76		2,21		2,01	
150	0,6			3,31	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8			4,41	BPTC20-80	3,31	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1			5,51	BPTC20-100	4,14	BPTC15-150	3,31	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25					5,17	BPTC20-100	4,14	BPTC15-150	3,45	BPTC15-120
	1,5					6,20	BPTC20-120	4,96	BPTC15-150	4,14	BPTC15-150
	2									5,51	BPTC20-100
chaînage horizontal cm²				5,51		4,14		3,31		2,76	
200	0,6					3,31	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8					4,41	BPTC20-80	3,53	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120
	1					5,51	BPTC20-100	4,41	BPTC15-150	3,68	BPTC15-120
	1,25							5,51	BPTC20-100	4,60	BPTC15-150
	1,5									5,51	BPTC20-100
	2										
chaînage horizontal cm²						5,51		4,41		3,68	

TABLEAU 14 Maisons à DEUX NIVEAUX – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de blocs perforés de terre cuite, chaînée : BPTC = blocs perforés de terre cuite

Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement pour les deux niveaux : L = 2,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 13).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

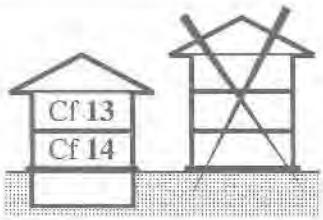
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,6	4,21	BPTC20-100	3,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	5,61	BPTC20-100	3,74	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1			4,68	BPTC20-100	3,51	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25			5,85	BPTC20-120	4,38	BPTC15-150	3,51	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5					5,26	BPTC20-100	4,21	BPTC15-150	3,51	BPTC15-120
	2							5,61	BPTC20-100	4,68	BPTC15-150
chaînage horizontal cm²		4,26		2,84		2,13		2,01		2,01	
75	0,6			4,21	BPTC20-100	3,16	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8			5,61	BPTC20-100	4,21	BPTC20-80	3,37	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120
	1					5,26	BPTC20-100	4,21	BPTC15-150	3,51	BPTC15-120
	1,25							5,26	BPTC20-100	4,38	BPTC15-150
	1,5									5,26	BPTC20-100
	2										
chaînage horizontal cm²		6,39		4,26		3,19		2,55		2,13	
100	0,6			5,61	BPTC20-120	4,21	BPTC20-100	3,37	BPTC15-150	3,14	BPTC15-150
	0,8					5,61	BPTC20-100	4,49	BPTC20-80	3,74	BPTC15-150
	1							5,61	BPTC20-100	4,68	BPTC20-100
	1,25									5,85	BPTC20-120
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²				5,68		4,26		3,41		2,84	
150	0,6							5,05	BPTC20-120	4,21	BPTC20-100
	0,8									5,61	BPTC20-100
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²						6,39		5,11		4,26	
200	0,6									5,61	BPTC20-120
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²								6,81		5,68	

TABLEAU 15 Maisons à TROIS NIVEAUX – TOITURES LOURDES en béton armé

Maçonnerie de blocs perforés de terre cuite, chaînée : BPTC = blocs perforés de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement :
L = 5 m (2 panneaux)
L = 3 m (plus de 2 panneaux)

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 13 et 14).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

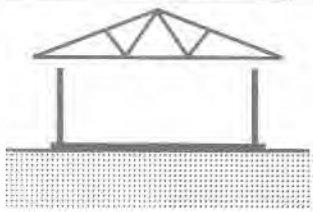
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,6			4,72	BPTC20-100	3,54	BPTC20-80	3,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120
	0,8					4,72	BPTC20-100	3,78	BPTC15-150	3,15	BPTC15-120
	1					5,90	BPTC20-120	4,72	BPTC20-100	3,93	BPTC15-150
	1,25							5,90	BPTC20-120	4,92	BPTC15-150
	1,5									5,90	BPTC20-120
	2										
chaînage horizontal cm²		4,79		3,19		2,39		2,01		2,01	
75	0,6					5,31	BPTC20-120	4,25	BPTC20-100	3,54	BPTC20-80
	0,8							5,67	BPTC20-100	4,72	BPTC20-100
	1									5,90	BPTC20-120
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²				4,79		3,59		2,87		2,39	
100	0,6							5,67	BPTC20-120	4,72	BPTC20-100
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²						4,79		3,83		3,19	
150	0,6										
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²										4,79	
200	0,6										
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²											

TABLEAU 16 Maisons à UN NIVEAU – TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de blocs perforés de terre cuite, chaînée : BPTC = blocs perforés de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement : L = 1,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison.

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser	acier cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,6	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		2,01		2,01		2,01		2,01		2,01	
75	0,6	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2	3,18	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		2,01		2,01		2,01		2,01		2,01	
100	0,6	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5	3,18	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2	4,25	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		2,12		2,01		2,01		2,01		2,01	
150	0,6			3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8			3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1			3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25			3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5			3,18	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2			4,25	BPTC15-150	3,18	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²				2,12		2,01		2,01		2,01	
200	0,6					3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8					3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1					3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25					3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5					3,18	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2					4,25	BPTC15-150	3,40	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²						2,12		2,01		2,01	

TABLEAU 17 Maisons à DEUX NIVEAUX – TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de blocs perforés de terre cuite, chaînée : BPTC = blocs perforés de terre cuite

Hauteur maximale d'un niveau : H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement pour les deux niveaux : L = 2,50 m

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 16).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

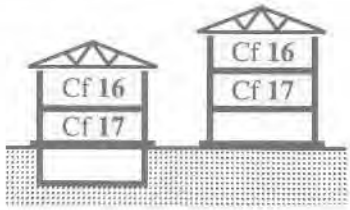
3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,6	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	3,20	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	4,00	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25	5,00	BPTC15-150	3,33	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5	6,00	BPTC20-120	4,00	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2			5,33	BPTC20-100	4,00	BPTC15-120	3,20	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		2,94		2,01		2,01		2,01		2,01	
75	0,6	3,60	BPTC20-80	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	4,80	BPTC20-100	3,20	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1	6,00	BPTC20-120	4,00	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25			5,00	BPTC15-150	3,75	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,5			6,00	BPTC20-120	4,50	BPTC15-150	3,60	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	2					6,00	BPTC20-120	4,80	BPTC15-150	4,00	BPTC15-120
chaînage horizontal cm²		4,41		2,94		2,20		2,01		2,01	
100	0,6	4,80	BPTC20-100	3,20	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8			4,27	BPTC20-80	3,20	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1			5,33	BPTC20-100	4,00	BPTC15-150	3,20	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25					5,00	BPTC15-150	4,00	BPTC15-120	3,33	BPTC15-120
	1,5					6,00	BPTC20-120	4,80	BPTC15-150	4,00	BPTC15-120
	2									5,33	BPTC20-100
chaînage horizontal cm²		5,88		3,92		2,94		2,35		2,01	
150	0,6			4,80	BPTC20-100	3,60	BPTC20-80	3,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120
	0,8					4,80	BPTC20-100	3,84	BPTC15-150	3,20	BPTC15-120
	1					6,00	BPTC20-120	4,80	BPTC20-100	4,00	BPTC15-150
	1,25							6,00	BPTC20-150	5,00	BPTC15-150
	1,5									6,00	BPTC20-120
	2										
chaînage horizontal cm²				5,88		4,41		3,53		2,94	
200	0,6					4,80	BPTC20-100	3,84	BPTC20-80	3,20	BPTC15-150
	0,8							5,12	BPTC20-100	4,27	BPTC20-80
	1									5,33	BPTC20-100
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²						5,88		4,70		3,92	

TABLEAU 18 Maisons à TROIS NIVEAUX – TOITURES LÉGÈRES

Maçonnerie de blocs perforés de terre cuite, chaînée : BPTC = blocs perforés de terre cuite



Hauteur maximale d'un niveau :
H = 2,80 m
Longueurs minimales des panneaux de contreventement :
L = 5 m (2 panneaux)
L = 3 m (plus de 2 panneaux)

N.B. 1 - Les valeurs du tableau ci-dessous concernent toujours le niveau le plus bas de la maison. Pour les niveaux supérieurs, il y a lieu de se reporter aux tableaux respectifs désignés (cf 16 et 17).

2 - Pour la vérification de la stabilité des panneaux de contreventement, il y a lieu de se reporter aux § 5.3 et 5.4

3 - S(*) = surface totale du plancher

4 - Armatures des chaînages verticaux : **HA 10 ou HA 12 exclusivement**

nombre de murs ou de files de murs par direction		2		3		4		5		6	
S(*) (m²)	H/L max	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser	chaînage vertical cm²	Type de blocs à utiliser
50	0,6	4,56	BPTC20-100	3,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	0,8	6,08	BPTC20-120	4,05	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1			5,07	BPTC20-100	3,80	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120	3,14	BPTC15-120
	1,25					4,75	BPTC15-150	3,80	BPTC15-120	3,17	BPTC15-120
	1,5					5,70	BPTC20-120	4,56	BPTC15-150	3,80	BPTC15-120
	2							6,08	BPTC20-120	5,07	BPTC15-150
chaînage horizontal cm²		3,60		2,40		2,01		2,01		2,01	
75	0,6			4,56	BPTC20-100	3,42	BPTC20-80	3,14	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120
	0,8			6,08	BPTC20-120	4,56	BPTC20-100	3,65	BPTC15-150	3,14	BPTC15-120
	1					5,70	BPTC20-120	4,56	BPTC15-150	3,80	BPTC15-150
	1,25							5,70	BPTC20-120	4,75	BPTC15-150
	1,5									5,70	BPTC20-120
	2										
chaînage horizontal cm²		5,40		3,60		2,70		2,16		2,01	
100	0,6			6,08	BPTC20-150	4,56	BPTC20-100	3,65	BPTC20-80	3,14	BPTC15-150
	0,8					6,08	BPTC20-120	4,87	BPTC20-100	4,05	BPTC15-150
	1							6,08	BPTC20-120	5,07	BPTC20-100
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²				4,80		3,60		2,88		2,40	
150	0,6							5,47	BPTC20-120	4,56	BPTC20-100
	0,8									6,08	BPTC20-120
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²						5,40		4,32		3,60	
200	0,6									6,08	BPTC20-150
	0,8										
	1										
	1,25										
	1,5										
	2										
chaînage horizontal cm²								5,76		4,80	

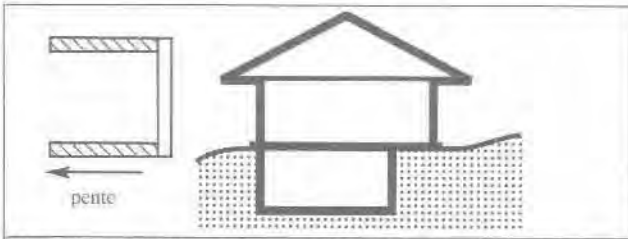
TABLEAU 19

Maisons à DEUX NIVEAUX - TOITURES LOURDES en béton armé
Adaptation à la pente

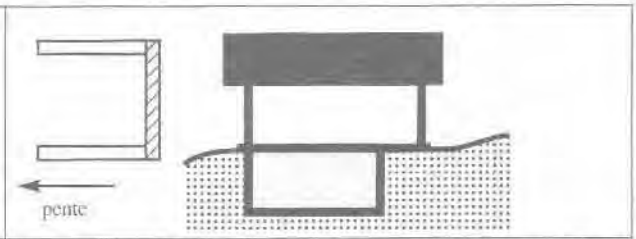
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment

Φ (angle de frottement interne) = 25°



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente : tableau 2

N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 25° Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6				7,09	4 HA 16	BP 20 B 120	5,31	4 HA 14	BP 20 B 120	4,25	4 HA 12	BP 20 B 120	3,54	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				9,45	6 HA 16	BP 20 B 120	7,09	4 HA 16	BP 20 B 120	5,67	6 HA 14	BP 20 B 120	4,72	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25							8,86	4 HA 14	BP 20 B 120	7,09	6 HA 16	BP 20 B 120	5,90	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,50										8,86	6 HA 14	BP 20 B 120	7,38	4 HA 16	BP 20 B 120
		2,00													8,86	6 HA 14	BP 20 B 120
10	150	0,6							7,13	4 HA 16	BP 20 B 120	5,70	4 HA 12	BP 20 B 120	4,75	6 HA 10	BP 20 B 120
		0,8							9,50	6 HA 16	BP 20 B 120	7,60	4 HA 16	BP 20 B 120	6,33	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,25										9,50	6 HA 16	BP 20 B 120	7,92	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													9,90	6 HA 16	BP 20 B 120
15	150	0,6							7,98	4 HA 16	BP 20 B 120	6,38	6 HA 12	BP 20 B 120	5,32	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										8,51	6 HA 14	BP 20 B 120	7,09	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													8,86	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,50															
		2,00															
10	200	0,6										7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,96	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8													7,94	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													9,93	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,50															
		2,00															
15	200	0,6										7,83	4 HA 16	BP 20 B 120	6,52	4 HA 16	BP 20 B 120
		0,8													8,70	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,25															
		1,50															
		2,00															
10	250	0,6										8,60	6 HA 14	BP 20 B 120	7,16	4 HA 16	BP 20 B 120
		0,8													9,55	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,25															
		1,50															
		2,00															
		0,6													7,72	4 HA 16	BP 20 B 120
		0,8															
		1,25													6,91	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													8,29	6 HA 14	BP 20 B 120
		2,00															

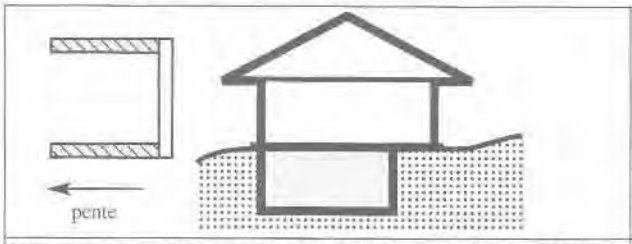
TABLEAU 20

Maisons à DEUX NIVEAUX - TOITURES LOURDES en béton armé
Adaptation à la pente

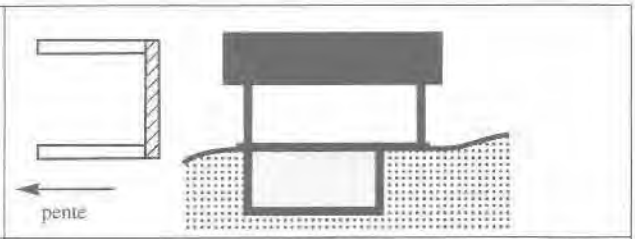
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment

ϕ (angle de frottement interne) = 30°



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

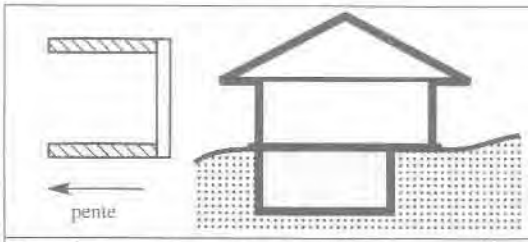
N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

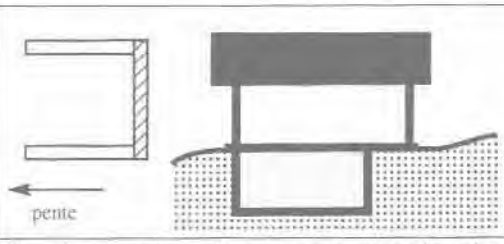
Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 30° Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	10	0,6				6,32	6 HA 12	BP 20 B 120	4,74	4 HA 14	BP 20 B 120	3,79	4 HA 12	BP 20 B 120	3,10	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				8,43	6 HA 14	BP 20 B 120	6,32	4 HA 12	BP 20 B 120	5,06	6 HA 12	BP 20 B 120	4,20	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25							7,90	4 HA 16	BP 20 B 120	6,32	6 HA 12	BP 20 B 120	5,27	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,50							9,88	4 HA 16	BP 20 B 120	7,90	4 HA 16	BP 20 B 120	6,58	4 HA 12	BP 20 B 120
		2,00										9,48	6 HA 16	BP 20 B 120	7,90	6 HA 16	BP 20 B 120
10	100	0,6				8,74	6 HA 14	BP 20 B 120	6,55	4 HA 12	BP 20 B 120	5,24	4 HA 14	BP 20 B 120	4,37	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,74	6 HA 14	BP 20 B 120	6,99	4 HA 16	BP 20 B 120	5,82	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,74	6 HA 14	BP 20 B 120	7,28	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													9,10	6 HA 16	BP 20 B 120
		2,00															
15	150	0,6							7,11	4 HA 16	BP 20 B 120	5,69	6 HA 14	BP 20 B 120	4,74	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							9,48	6 HA 16	BP 20 B 120	7,58	4 HA 16	BP 20 B 120	6,32	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,25										9,48	6 HA 16	BP 20 B 120	7,90	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													9,88	6 HA 16	BP 20 B 120
		2,00															
10	200	0,6										7,14	4 HA 16	BP 20 B 120	5,95	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										9,52	6 HA 16	BP 20 B 120	7,93	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25															
		1,50															
		2,00															
15	200	0,6										7,59	4 HA 16	BP 20 B 120	6,32	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8													8,40	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,25															
		1,50															
		2,00															
10	250	0,6										8,14	6 HA 14	BP 20 B 120	6,78	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8													9,04	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,25															
		1,50															
		2,00															
10	250	0,6										7,53	4 HA 16	BP 20 B 120	6,27	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8															
		1,25															
		1,50															
		2,00													7,53	4 HA 16	BP 20 B 120

TABLEAU 21 — Maisons à DEUX NIVEAUX - TOITURES LOURDES en béton armé
Adaptation à la pente
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment
ϕ (angle de frottement interne) = **40°**



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 40° — Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6				5,85	4 HA 12	BP 20 B 120	4,39	4 HA 12	BP 20 B 120	3,51	4 HA 12	BP 20 B 120	2,92	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				7,80	4 HA 16	BP 20 B 120	5,58	4 HA 14	BP 20 B 120	4,68	6 HA 12	BP 20 B 120	3,90	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25				9,76	6 HA 16	BP 20 B 120	7,32	4 HA 16	BP 20 B 120	5,85	6 HA 12	BP 20 B 120	4,88	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,50							9,15	6 HA 16	BP 20 B 120	7,32	4 HA 16	BP 20 B 120	6,10	4 HA 14	BP 20 B 120
		2,00										8,78	6 HA 16	BP 20 B 120	7,32	4 HA 14	BP 20 B 120
															9,76	4 HA 16	BP 20 B 120
10	150	0,6				8,27	6 HA 14	BP 20 B 120	6,20	6 HA 12	BP 20 B 120	4,96	4 HA 14	BP 20 B 120	4,13	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,27	6 HA 14	BP 20 B 120	6,61	6 HA 12	BP 20 B 120	5,51	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,27	6 HA 14	BP 20 B 120	6,89	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													8,61	6 HA 14	BP 20 B 120
		2,00															
10	200	0,6							6,59	6 HA 12	BP 20 B 120	5,27	4 HA 14	BP 20 B 120	4,39	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,78	6 HA 14	BP 20 B 120	7,03	4 HA 16	BP 20 B 120	5,85	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,78	6 HA 14	BP 20 B 120	7,32	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													9,15	6 HA 16	BP 20 B 120
		2,00															
15	200	0,6							8,01	4 HA 16	BP 20 B 120	6,72	6 HA 12	BP 20 B 120	5,60	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										8,96	6 HA 14	BP 20 B 120	7,46	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													9,33	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,50															
20	200	0,6										7,02	4 HA 16	BP 20 B 120	5,85	6 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										9,37	6 HA 16	BP 20 B 120	7,80	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													9,76	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,50															
10	250	0,6										7,86	4 HA 16	BP 20 B 120	6,55	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8													8,73	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,25															
15	250	0,6										8,17	6 HA 14	BP 20 B 120	6,55	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8													8,73	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,25															
20	250	0,6										8,47	6 HA 14	BP 20 B 120	7,06	4 HA 16	BP 20 B 120
		0,8													9,41	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,25															

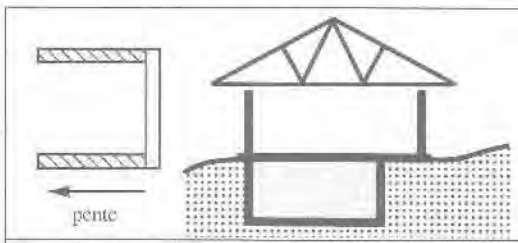
TABLEAU 22

Maisons à DEUX NIVEAUX - TOITURES LOURDES en béton armé
Adaptation à la pente

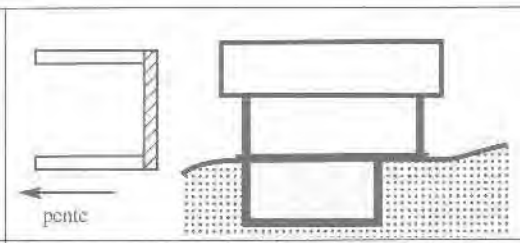
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment

ϕ (angle de frottement interne) = 40°



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

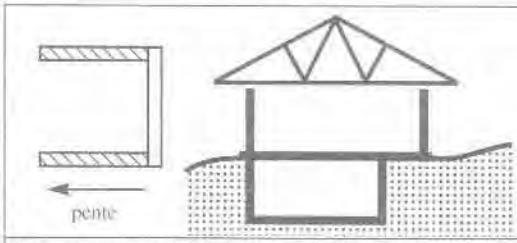
N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

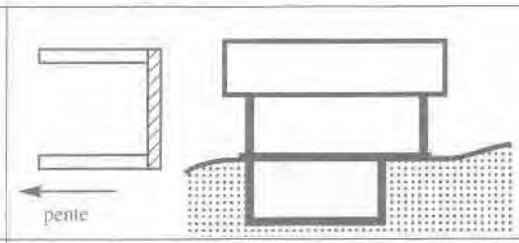
Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 25° Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6	7,14	4 HA 16	BP 20 B 120	4,76	4 HA 14	BP 20 B 120	3,57	4 HA 12	BP 20 B 120	2,85	4 HA 12	BP 20 B 120	2,38	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8	9,52	6 HA 16	BP 20 B 120	6,34	6 HA 12	BP 20 B 120	4,76	4 HA 14	BP 20 B 120	3,80	4 HA 12	BP 20 B 120	3,17	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00				7,93	4 HA 16	BP 20 B 120	5,95	4 HA 14	BP 20 B 120	4,76	4 HA 14	BP 20 B 120	3,96	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25				9,91	6 HA 16	BP 20 B 120	7,43	4 HA 16	BP 20 B 120	5,95	4 HA 14	BP 20 B 120	4,95	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,50							8,92	6 HA 14	BP 20 B 120	7,14	4 HA 16	BP 20 B 120	5,95	4 HA 14	BP 20 B 120
		2,00										9,52	6 HA 16	BP 20 B 120	7,93	4 HA 16	BP 20 B 120
10	150	0,6				6,01	4 HA 14	BP 20 B 120	4,51	6 HA 10	BP 20 B 120	3,61	4 HA 12	BP 20 B 120	3,00	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				8,02	4 HA 16	BP 20 B 120	6,01	4 HA 14	BP 20 B 120	4,81	4 HA 14	BP 20 B 120	4,01	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25							7,52	4 HA 16	BP 20 B 120	6,01	4 HA 14	BP 20 B 120	5,01	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							9,40	6 HA 16	BP 20 B 120	7,52	4 HA 16	BP 20 B 120	6,26	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50										9,02	6 HA 16	BP 20 B 120	7,52	4 HA 16	BP 20 B 120
15	150	0,6				7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,36	4 HA 14	BP 20 B 120	4,29	4 HA 12	BP 20 B 120	3,57	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				9,53	6 HA 16	BP 20 B 120	7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,72	4 HA 14	BP 20 B 120	4,76	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							8,93	6 HA 14	BP 20 B 120	7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,95	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,93	6 HA 14	BP 20 B 120	7,44	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													8,93	6 HA 14	BP 20 B 120
10	200	0,6				7,26	4 HA 14	BP 20 B 120	5,45	4 HA 14	BP 20 B 120	4,36	4 HA 12	BP 20 B 120	3,63	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				9,68	6 HA 16	BP 20 B 120	7,26	4 HA 16	BP 20 B 120	5,81	4 HA 14	BP 20 B 120	4,84	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							9,08	6 HA 14	BP 20 B 120	7,26	4 HA 16	BP 20 B 120	6,05	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										9,08	6 HA 14	BP 20 B 120	7,56	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													9,08	6 HA 14	BP 20 B 120
15	200	0,6				8,40	6 HA 14	BP 20 B 120	6,30	6 HA 12	BP 20 B 120	5,04	4 HA 14	BP 20 B 120	4,20	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,40	6 HA 14	BP 20 B 120	6,72	6 HA 12	BP 20 B 120	5,60	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,40	6 HA 14	BP 20 B 120	7,00	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													8,75	6 HA 14	BP 20 B 120
20	200	0,6							7,14	4 HA 16	BP 20 B 120	5,71	4 HA 14	BP 20 B 120	4,76	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							9,52	6 HA 16	BP 20 B 120	7,62	4 HA 16	BP 20 B 120	6,35	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00										9,52	6 HA 16	BP 20 B 120	7,94	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													9,92	4 HA 16	BP 20 B 120
10	250	0,6							6,39	6 HA 12	BP 20 B 120	5,11	4 HA 14	BP 20 B 120	4,26	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,52	6 HA 14	BP 20 B 120	6,81	4 HA 16	BP 20 B 120	5,68	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,52	6 HA 14	BP 20 B 120	7,10	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													8,87	6 HA 12	BP 20 B 120
15	250	0,6							7,24	4 HA 16	BP 20 B 120	5,79	4 HA 14	BP 20 B 120	4,82	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							9,65	6 HA 16	BP 20 B 120	7,72	4 HA 16	BP 20 B 120	6,43	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00										9,65	6 HA 16	BP 20 B 120	8,04	4 HA 16	BP 20 B 120
20	250	0,6							8,08	4 HA 16	BP 20 B 120	6,47	6 HA 12	BP 20 B 120	5,39	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										10,35	4 HA 16	BP 20 B 120	7,18	4 HA 16	BP 20 B 120
		2,00													8,98	6 HA 14	BP 20 B 120

TABLEAU 23 — Maisons à DEUX NIVEAUX - TOITURES LÉGÈRES
Adaptation à la pente
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment
ϕ (angle de frottement interne) = **30°**



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 30° — Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6	6,00	4 HA 14	BP 20 B 120	3,99	4 HA 12	BP 20 B 120	3,99	4 HA 12	BP 20 B 120	2,39	4 HA 12	BP 20 B 120	1,99	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8	8,00	4 HA 16	BP 20 B 120	5,32	4 HA 14	BP 20 B 120	3,99	4 HA 12	BP 20 B 120	3,19	4 HA 12	BP 20 B 120	2,66	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00	10,00	6 HA 16	BP 20 B 120	6,65	6 HA 12	BP 20 B 120	4,99	4 HA 14	BP 20 B 120	3,99	4 HA 12	BP 20 B 120	3,32	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25				8,32	6 HA 14	BP 20 B 120	6,24	6 HA 12	BP 20 B 120	4,99	4 HA 14	BP 20 B 120	4,16	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,50							7,49	4 HA 16	BP 20 B 120	5,99	4 HA 14	BP 20 B 120	4,99	4 HA 14	BP 20 B 120
		2,00							9,98	6 HA 16	BP 20 B 120	7,99	6 HA 16	BP 20 B 120	6,65	6 HA 12	BP 20 B 120
10	150	0,6	7,90	4 HA 16	BP 20 B 120	5,25	4 HA 14	BP 20 B 120	3,93	4 HA 12	BP 20 B 120	3,61	4 HA 12	BP 20 B 120	3,00	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8	10,50	6 HA 16	BP 20 B 120	7,00	4 HA 16	BP 20 B 120	5,25	4 HA 14	BP 20 B 120	4,81	4 HA 14	BP 20 B 120	4,01	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25				8,75	6 HA 14	BP 20 B 120	6,56	6 HA 12	BP 20 B 120	6,01	4 HA 14	BP 20 B 120	5,01	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							8,20	6 HA 14	BP 20 B 120	7,52	4 HA 16	BP 20 B 120	6,26	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50							9,84	6 HA 16	BP 20 B 120	9,02	6 HA 16	BP 20 B 120	7,52	4 HA 16	BP 20 B 120
15	150	0,6	9,00	6 HA 14	BP 20 B 120	7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,36	4 HA 14	BP 20 B 120	4,29	4 HA 12	BP 20 B 120	3,57	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				9,53	6 HA 16	BP 20 B 120	7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,72	4 HA 14	BP 20 B 120	4,76	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							8,93	6 HA 14	BP 20 B 120	7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,95	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,93	6 HA 14	BP 20 B 120	7,44	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													8,93	6 HA 14	BP 20 B 120
10	200	0,6				7,26	4 HA 16	BP 20 B 120	5,45	4 HA 14	BP 20 B 120	4,36	4 HA 12	BP 20 B 120	3,63	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				9,68	6 HA 16	BP 20 B 120	7,26	4 HA 16	BP 20 B 120	5,81	4 HA 14	BP 20 B 120	4,84	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							9,08	6 HA 14	BP 20 B 120	7,26	4 HA 16	BP 20 B 120	6,05	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										9,08	6 HA 14	BP 20 B 120	7,56	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													9,08	6 HA 14	BP 20 B 120
15	200	0,6				8,40	6 HA 14	BP 20 B 120	6,30	6 HA 12	BP 20 B 120	5,04	4 HA 14	BP 20 B 120	4,20	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,40	6 HA 14	BP 20 B 120	6,72	6 HA 12	BP 20 B 120	5,60	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,40	6 HA 14	BP 20 B 120	7,00	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													8,75	6 HA 14	BP 20 B 120
20	200	0,6							7,14	4 HA 16	BP 20 B 120	5,71	4 HA 14	BP 20 B 120	4,76	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							9,52	6 HA 16	BP 20 B 120	7,62	4 HA 16	BP 20 B 120	6,35	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00										9,52	6 HA 16	BP 20 B 120	7,94	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													9,92	6 HA 16	BP 20 B 120
10	250	0,6							6,39	6 HA 12	BP 20 B 120	5,11	4 HA 14	BP 20 B 120	4,26	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,52	6 HA 14	BP 20 B 120	6,81	4 HA 16	BP 20 B 120	5,68	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,52	6 HA 14	BP 20 B 120	7,10	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													8,87	6 HA 12	BP 20 B 120
15	250	0,6							7,24	4 HA 16	BP 20 B 120	5,79	4 HA 14	BP 20 B 120	4,82	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							9,65	6 HA 16	BP 20 B 120	7,72	4 HA 16	BP 20 B 120	6,43	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00										9,65	6 HA 16	BP 20 B 120	8,04	4 HA 16	BP 20 B 120
20	250	0,6							8,08	4 HA 16	BP 20 B 120	6,47	6 HA 12	BP 20 B 120	5,39	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										10,35	6 HA 16	BP 20 B 120	7,18	4 HA 16	BP 20 B 120
		2,00													8,98	6 HA 14	BP 20 B 120

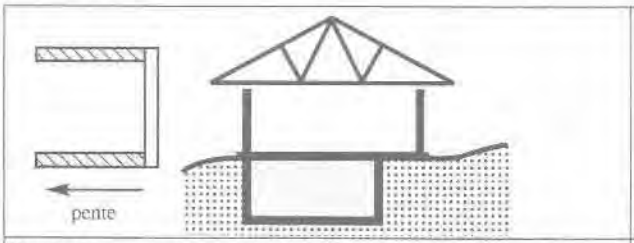
TABLEAU 24

Maisons à DEUX NIVEAUX - TOITURES LÉGÈRES
Adaptation à la pente

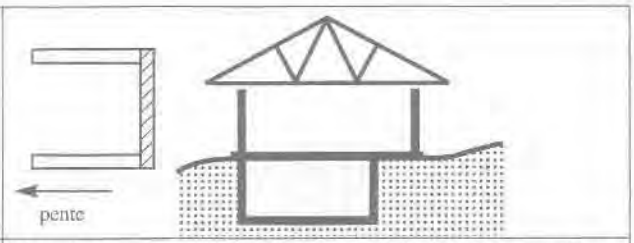
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment

ϕ (angle de frottement interne) = **40°**



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 40°														
			Nombre de murs														
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6	5,30	4 HA 14	BP 20 B 120	3,52	4 HA 12	BP 20 B 120	2,64	4 HA 12	BP 20 B 120	2,11	4 HA 12	BP 20 B 120	1,76	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8	7,00	4 HA 16	BP 20 B 120	4,70	4 HA 14	BP 20 B 120	3,52	4 HA 12	BP 20 B 120	2,82	4 HA 12	BP 20 B 120	2,35	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00	8,80	6 HA 14	BP 20 B 120	5,87	4 HA 14	BP 20 B 120	4,40	4 HA 12	BP 20 B 120	3,52	4 HA 12	BP 20 B 120	2,93	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25				7,34	6 HA 12	BP 20 B 120	5,51	4 HA 14	BP 20 B 120	4,40	4 HA 12	BP 20 B 120	3,67	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,50				8,81	6 HA 14	BP 20 B 120	6,61	6 HA 12	BP 20 B 120	5,29	4 HA 14	BP 20 B 120	4,40	4 HA 12	BP 20 B 120
		2,00							8,81	6 HA 14	BP 20 B 120	7,05	4 HA 16	BP 20 B 120	5,87	4 HA 14	BP 20 B 120
10	150	0,6	7,20	4 HA 16	BP 20 B 120	4,78	4 HA 14	BP 20 B 120	3,58	4 HA 12	BP 20 B 120	2,86	4 HA 12	BP 20 B 120	2,39	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8	9,60	6 HA 16	BP 20 B 120	6,37	6 HA 12	BP 20 B 120	4,78	4 HA 14	BP 20 B 120	3,82	4 HA 12	BP 20 B 120	3,18	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25				7,97	4 HA 16	BP 20 B 120	5,97	4 HA 14	BP 20 B 120	4,78	6 HA 10	BP 20 B 120	3,98	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00				9,96	6 HA 16	BP 20 B 120	7,47	4 HA 16	BP 20 B 120	5,97	4 HA 14	BP 20 B 120	4,98	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,50							8,96	6 HA 14	BP 20 B 120	7,17	4 HA 16	BP 20 B 120	5,97	4 HA 14	BP 20 B 120
		2,00										9,56	6 HA 16	BP 20 B 120	7,97	4 HA 16	BP 20 B 120
15	150	0,6	8,00	4 HA 16	BP 20 B 120	5,29	4 HA 14	BP 20 B 120	3,97	4 HA 12	BP 20 B 120	3,17	4 HA 12	BP 20 B 120	2,64	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				7,06	4 HA 16	BP 20 B 120	5,29	4 HA 14	BP 20 B 120	4,23	4 HA 12	BP 20 B 120	3,53	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00				8,83	6 HA 16	BP 20 B 120	6,62	4 HA 14	BP 20 B 120	5,29	4 HA 14	BP 20 B 120	4,41	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25							8,27	6 HA 14	BP 20 B 120	6,62	6 HA 12	BP 20 B 120	5,51	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,50							9,93	6 HA 16	BP 20 B 120	7,94	4 HA 16	BP 20 B 120	6,62	6 HA 12	BP 20 B 120
		2,00													8,83	6 HA 14	BP 20 B 120
10	200	0,6				6,03	4 HA 14	BP 20 B 120	4,52	6 HA 10	BP 20 B 120	3,61	4 HA 12	BP 20 B 120	3,01	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				8,04	4 HA 16	BP 20 B 120	6,03	4 HA 14	BP 20 B 120	4,82	4 HA 14	BP 20 B 120	4,02	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00							7,54	4 HA 16	BP 20 B 120	6,03	4 HA 14	BP 20 B 120	5,02	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25							9,42	6 HA 16	BP 20 B 120	7,54	4 HA 16	BP 20 B 120	6,28	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,50										9,04	6 HA 14	BP 20 B 120	7,54	4 HA 16	BP 20 B 120
15	200	0,6				6,54	6 HA 12	BP 20 B 120	4,91	4 HA 14	BP 20 B 120	3,92	4 HA 12	BP 20 B 120	3,27	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				8,73	6 HA 14	BP 20 B 120	6,54	6 HA 12	BP 20 B 120	5,23	4 HA 14	BP 20 B 120	4,36	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							8,18	6 HA 14	BP 20 B 120	6,54	6 HA 12	BP 20 B 120	5,45	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,18	6 HA 14	BP 20 B 120	6,82	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50										9,82	6 HA 16	BP 20 B 120	8,18	6 HA 14	BP 20 B 120
20	200	0,6				7,05	4 HA 16	BP 20 B 120	5,29	4 HA 14	BP 20 B 120	4,23	4 HA 12	BP 20 B 120	3,52	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				9,41	6 HA 16	BP 20 B 120	7,05	4 HA 16	BP 20 B 120	5,64	4 HA 14	BP 20 B 120	4,70	6 HA 10	BP 20 B 120
		1,00							8,82	6 HA 14	BP 20 B 120	7,05	4 HA 16	BP 20 B 120	5,88	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,82	6 HA 14	BP 20 B 120	7,35	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													8,82	6 HA 14	BP 20 B 120
10	250	0,6				7,28	4 HA 16	BP 20 B 120	5,46	4 HA 14	BP 20 B 120	4,37	4 HA 12	BP 20 B 120	3,64	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				9,71	6 HA 16	BP 20 B 120	7,28	4 HA 16	BP 20 B 120	5,83	4 HA 14	BP 20 B 120	4,85	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							9,11	6 HA 14	BP 20 B 120	7,28	4 HA 16	BP 20 B 120	6,07	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										9,11	6 HA 16	BP 20 B 120	7,59	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50													9,11	6 HA 16	BP 20 B 120
15	250	0,6				7,80	4 HA 16	BP 20 B 120	5,85	4 HA 14	BP 20 B 120	4,68	6 HA 10	BP 20 B 120	3,90	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							7,80	4 HA 16	BP 20 B 120	6,24	6 HA 12	BP 20 B 120	5,20	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00							9,75	6 HA 16	BP 20 B 120	7,80	4 HA 16	BP 20 B 120	6,50	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										9,75	6 HA 16	BP 20 B 120	8,12	6 HA 16	BP 20 B 120
20	250	0,6				8,31	6 HA 14	BP 20 B 120	6,23	6 HA 12	BP 20 B 120	4,98	4 HA 14	BP 20 B 120	4,15	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,31	6 HA 14	BP 20 B 120	6,65	6 HA 12	BP 20 B 120	5,54	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,31	6 HA 14	BP 20 B 120	6,92	4 HA 16	BP 20 B 120
		2,00													8,66	6 HA 14	BP 20 B 120

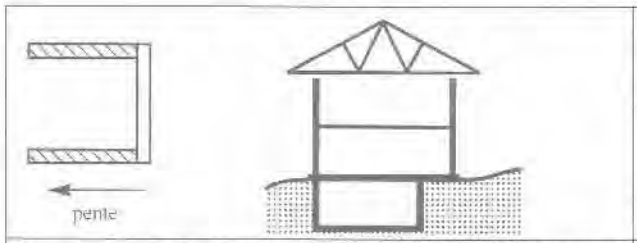
TABLEAU 25

Maisons à TROIS NIVEAUX - TOITURES LÉGÈRES
Adaptation à la pente

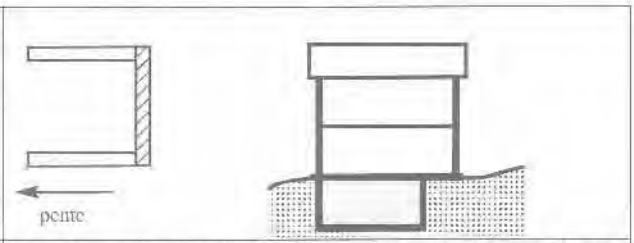
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment

ϕ (angle de frottement interne) = **25°**



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 25° Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6				6,60	6 HA 12	BP 20 B 120	4,95	4 HA 14	BP 20 B 120	3,96	4 HA 12	BP 20 B 120	3,30	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				8,80	6 HA 14	BP 20 B 120	6,60	6 HA 12	BP 20 B 120	5,28	4 HA 14	BP 20 B 120	4,40	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00							8,25	6 HA 14	BP 20 B 120	6,60	6 HA 12	BP 20 B 120	5,50	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25										8,25	6 HA 14	BP 20 B 120	6,87	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,50										9,90	6 HA 16	BP 20 B 120	8,25	6 HA 14	BP 20 B 120
10	150	0,6				8,77	6 HA 14	BP 20 B 120	6,58	6 HA 12	BP 20 B 120	5,26	4 HA 14	BP 20 B 120	4,38	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,77	6 HA 14	BP 20 B 120	7,02	4 HA 16	BP 20 B 120	5,85	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,77	6 HA 14	BP 20 B 120	7,31	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,25													9,14	6 HA 16	BP 20 B 120
15	150	0,6							7,43	4 HA 16	BP 20 B 120	5,94	4 HA 14	BP 20 B 120	4,95	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							9,91	6 HA 16	BP 20 B 120	7,92	4 HA 16	BP 20 B 120	6,60	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00										9,91	6 HA 16	BP 20 B 120	8,25	6 HA 14	BP 20 B 120
10	200	0,6							8,21	6 HA 14	BP 20 B 120	6,56	6 HA 12	BP 20 B 120	5,47	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										8,75	6 HA 14	BP 20 B 120	7,29	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,00													9,12	6 HA 16	BP 20 B 120
15	200	0,6										7,24	4 HA 16	BP 20 B 120	6,04	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										9,66	6 HA 14	BP 20 B 120	8,05	4 HA 16	BP 20 B 120
20	200	0,6										7,92	4 HA 16	BP 20 B 120	6,60	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8													8,80	6 HA 14	BP 20 B 120
10	250	0,6										6,55	6 HA 12	BP 20 B 120	5,46	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										7,87	4 HA 16	BP 20 B 120	6,55	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00													8,74	6 HA 14	BP 20 B 120
15	250	0,6										8,55	6 HA 14	BP 20 B 120	7,12	4 HA 16	BP 20 B 120
		0,8													9,50	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,00													6,40	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,25													7,69	4 HA 16	BP 20 B 120

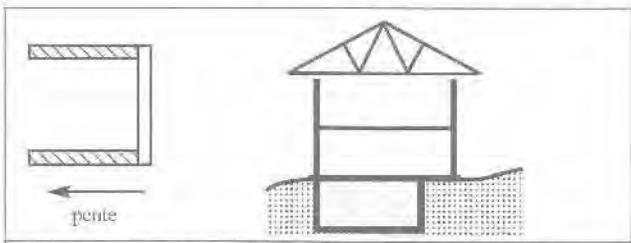
TABLEAU 26

Maisons à TROIS NIVEAUX - TOITURES LÉGÈRES
Adaptation à la pente

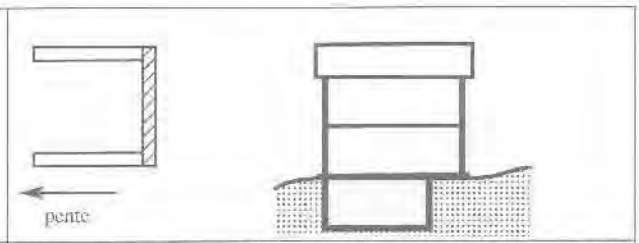
(Se reporter spécialement au § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment

ϕ (angle de frottement interne) = 30°



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous



Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 30° Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6	8,75	6 HA 14	BP 20 B 120	5,83	4 HA 14	BP 20 B 120	4,37	4 HA 12	BP 20 B 120	3,50	4 HA 12	BP 20 B 120	2,91	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				7,78	4 HA 16	BP 20 B 120	5,80	4 HA 14	BP 20 B 120	4,66	6 HA 10	BP 20 B 120	3,89	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00				9,72	6 HA 16	BP 20 B 120	7,29	4 HA 16	BP 20 B 120	5,83	4 HA 14	BP 20 B 120	4,86	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,25							9,11	6 HA 16	BP 20 B 120	7,29	4 HA 16	BP 20 B 120	6,07	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,50										8,75	6 HA 16	BP 20 B 120	7,29	4 HA 16	BP 20 B 120
		2,00													9,72	6 HA 16	BP 20 B 120
10	150	0,6				8,01	4 HA 16	BP 20 B 120	6,00	4 HA 14	BP 20 B 120	4,80	4 HA 14	BP 20 B 120	4,00	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							8,01	4 HA 16	BP 20 B 120	6,40	6 HA 12	BP 20 B 120	5,34	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,01	4 HA 16	BP 20 B 120	6,67	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,25										10,01	6 HA 16	BP 20 B 120	8,34	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,50													10,01	6 HA 16	BP 20 B 120
15	150	0,6				8,75	6 HA 14	BP 20 B 120	6,56	6 HA 12	BP 20 B 120	5,25	4 HA 14	BP 20 B 120	4,37	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							8,75	4 HA 14	BP 20 B 120	7,00	4 HA 16	BP 20 B 120	5,83	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00										8,75	6 HA 14	BP 20 B 120	7,29	4 HA 16	BP 20 B 120
10	200	0,6							7,63	4 HA 16	BP 20 B 120	6,10	6 HA 12	BP 20 B 120	5,09	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										8,14	6 HA 14	BP 20 B 120	6,78	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00													8,48	6 HA 14	BP 20 B 120
15	200	0,6							8,19	6 HA 14	BP 20 B 120	6,55	6 HA 12	BP 20 B 120	5,46	6 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										8,74	6 HA 14	BP 20 B 120	7,28	6 HA 16	BP 20 B 120
		1,00													9,10	6 HA 16	BP 20 B 120
20	200	0,6							8,75	6 HA 14	BP 20 B 120	7,00	4 HA 16	BP 20 B 120	5,83	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										9,34	6 HA 14	BP 20 B 120	7,78	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,00													9,73	6 HA 16	BP 20 B 120
10	250	0,6										7,41	4 HA 16	BP 20 B 120	6,17	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8										9,88	6 HA 16	BP 20 B 120	8,23	6 HA 14	BP 20 B 120
15	250	0,6										7,86	4 HA 16	BP 20 B 120	6,55	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8													8,73	6 HA 14	BP 20 B 120
20	250	0,6										8,30	6 HA 14	BP 20 B 120	6,92	4 HA 16	BP 20 B 120
		0,8													9,23	6 HA 16	BP 20 B 120

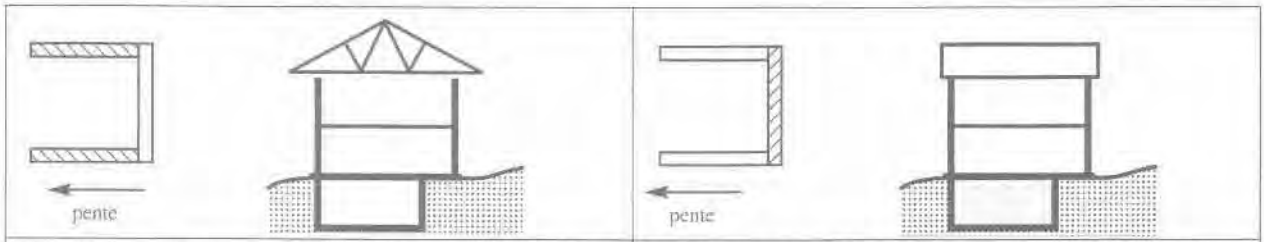
TABLEAU 27

Maisons à TROIS NIVEAUX - TOITURES LÉGÈRES
Adaptation à la pente

(Se reporter spécialement aux § 5.3)

Mur de soutènement intégré au bâtiment

ϕ (angle de frottement interne) = **40°**



Dimensionnement des panneaux parallèles à la pente: tableau ci-dessous | Dimensionnement du mur de soutènement perpendiculaire à la pente: tableau 2

N.B.: 1 - Les blocs maçonnés de béton (BP) peuvent être remplacés par des voiles de béton armé d'une épaisseur minimale de 18 cm, avec le même chaînage que la maçonnerie et armé du treillis soudé correspondant.

2 - Les valeurs grisées sont déconseillées parce que les panneaux correspondants nécessitent un lestage trop important et donc peu économique (voir § 5.4.2).

Longueur du mur de soutènement	Surface	Rapport	ANGLE DE FROTTEMENT INTERNE = 40° Nombre de murs													
			2			3			4			5			6		
	m²	H/L Max	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser	cm²	acier	Matériau à utiliser
10	100	0,6	8,00	4 HA 16	BP 20 B 120	5,36	4 HA 14	BP 20 B 120	4,02	4 HA 12	BP 20 B 120	3,22	4 HA 12	BP 20 B 120	2,68	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8				7,15	4 HA 16	BP 20 B 120	5,36	4 HA 14	BP 20 B 120	4,29	4 HA 12	BP 20 B 120	3,57	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,00				8,94	6 HA 14	BP 20 B 120	6,70	6 HA 12	BP 20 B 120	5,36	4 HA 14	BP 20 B 120	4,47	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,25							8,36	6 HA 14	BP 20 B 120	6,70	6 HA 12	BP 20 B 120	5,59	6 HA 14	BP 20 B 120
		1,50										8,05	4 HA 16	BP 20 B 120	6,70	6 HA 12	BP 20 B 120
		2,00													8,94	6 HA 14	BP 20 B 120
10	150	0,6				7,54	4 HA 16	BP 20 B 120	5,65	4 HA 14	BP 20 B 120	4,52	6 HA 10	BP 20 B 120	3,77	4 HA 12	BP 20 B 120
		0,8							7,54	4 HA 16	BP 20 B 120	6,03	4 HA 14	BP 20 B 120	5,02	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00							9,42	6 HA 16	BP 20 B 120	7,54	4 HA 16	BP 20 B 120	6,28	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,25										9,42	6 HA 16	BP 20 B 120	7,85	4 HA 12	BP 20 B 120
		1,50													9,42	6 HA 16	BP 20 B 120
15	150	0,6				8,05	4 HA 14	BP 20 B 120	6,04	6 HA 14	BP 20 B 120	4,83	4 HA 14	BP 20 B 120	4,02	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							8,05	4 HA 16	BP 20 B 120	6,44	6 HA 16	BP 20 B 120	5,37	4 HA 14	BP 20 B 120
		1,00										8,05	4 HA 16	BP 20 B 120	6,71	6 HA 12	BP 20 B 120
															8,39	6 HA 14	BP 20 B 120
10	200	0,6							7,28	4 HA 16	BP 20 B 120	5,82	4 HA 14	BP 20 B 120	4,85	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8							9,71	6 HA 16	BP 20 B 120	7,77	4 HA 16	BP 20 B 120	6,47	6 HA 12	BP 20 B 120
		1,00										9,71	6 HA 16	BP 20 B 120	8,09	4 HA 16	BP 20 B 120
15	200	0,6							7,67	4 HA 16	BP 20 B 120	6,13	6 HA 12	BP 20 B 120	5,11	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										8,18	6 HA 14	BP 20 B 120	6,82	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,00													8,52	6 HA 14	BP 20 B 120
20	200	0,6							8,05	4 HA 16	BP 20 B 120	6,44	6 HA 12	BP 20 B 120	5,37	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										8,59	6 HA 14	BP 20 B 120	7,16	4 HA 16	BP 20 B 120
		1,00													8,95	6 HA 14	BP 20 B 120
10	250	0,6										7,13	4 HA 16	BP 20 B 120	5,94	4 HA 14	BP 20 B 120
		0,8										9,50	6 HA 16	BP 20 B 120	7,92	4 HA 16	BP 20 B 120
															9,90	6 HA 16	BP 20 B 120
15	250	0,6										7,44	4 HA 16	BP 20 B 120	6,20	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8										9,92	6 HA 16	BP 20 B 120	8,26	6 HA 14	BP 20 B 120
20	250	0,6										7,74	4 HA 16	BP 20 B 120	6,45	6 HA 12	BP 20 B 120
		0,8													8,60	6 HA 14	BP 20 B 120

Annexe D : Glossaire

Sens des termes limité au contexte du guide

Aciers de couture

Armatures traversant une surface de reprise de bétonnage, ancrées de part et d'autre de cette surface et travaillant en traction (et non au cisaillement comme le font des clavettes ou des goujons) de manière à s'opposer à tout déplacement relatif entre les parties situées de part et d'autre de la surface de reprise.

Aléa

Estimation de la probabilité qu'un événement naturel survienne dans une région donnée et dans un intervalle de temps donné. L'aléa sismique est donc la probabilité, pour un site, d'être exposé à une secousse tellurique de caractéristiques données. L'évaluation de l'aléa sismique intègre la magnitude, la profondeur du foyer et la "période de retour" des séismes.

Arbalétrier

Pièce rampante principale d'une ferme de charpente, supportant la toiture (pannes + couverture).

Aubier

Région externe du bois, qui correspond aux couches les plus récemment formées ; l'aubier est situé entre le duramen, ou bois parfait, et l'écorce. Sa coloration est plus ou moins distincte selon les essences de bois. Il est relativement tendre, plus ou moins spongieux et putréfiable ; il est aussi plus sensible aux attaques parasitaires cryptogamiques, et doit être éliminé de tout bois de construction.

Béton cyclopéen

Béton dont les granulats sont des moellons, des caillasses de fort calibre ou des gros blocs pierreux. Economiques en ciment (par rapport aux bétons usuels), ces bétons sont généralement utilisés pour réaliser des massifs importants.

Bielle

Dans un panneau (voile, mur,...) sollicité dans son plan de manière à le déformer en parallélogramme, on désigne par bielle une bande diagonale du panneau qui, comprimée, s'oppose au rapprochement de deux angles opposés du panneau dans la déformation, s'opposant de ce fait à la déformation.

Bielle / tirant : voir contreventement.

Chaînage

Élément linéaire de structure reliant deux ou plusieurs parties d'un bâtiment pour les empêcher de s'écarter. Autrefois, un chaînage travaillait en traction seulement (le même type d'élément de structure, mais travaillant à la compression pour empêcher les rapprochements, s'appelle un buton) et était constitué d'une chaîne métallique (origine de terme chaînage) reliant les façades d'une maison. On distingue les chaînages horizontaux réalisés à chaque niveau dans les volumes communs d'intersection entre les murs et les planchers, et les chaînages verticaux réalisés dans les volumes communs d'intersection entre les murs entre eux. Un chaînage horizontal périphérique est l'ensemble des chaînages horizontaux d'un niveau donné, dont la continuité mécanique est reconstituée à chaque angle.

Cisaillement

Effort latéral qui s'exerce dans le plan d'adhérence ou de collage de deux éléments, et qui tend à les désolidariser.
Composante tangentielle de la contrainte appliquée à une section.

Cloison

Désigne toute paroi verticale de distribution des locaux et de séparation verticale entre les volumes intérieurs d'un bâtiment, à l'exception des murs de refend : la distinction essentielle entre murs et cloisons est le fait que les murs sont porteurs (soutiennent les structures supérieures), alors que les cloisons ne sont pas porteuses.

Cohésion

Affinité interne mutuelle des constituants d'un élément, sans laquelle cet élément se désagrégerait et tomberait en poussière, par décohésion. Aptitude d'un corps à conserver sa structure physique : cohésion des sols.

Confinement (du béton)

Confiner un volume de béton consiste à l'enfermer dans un réseau d'armatures formant cage. Le "noyau" de béton confiné devient capable de subir des déformations très importantes, le plastifiant, sans qu'il se désagrège.

Console

Partie d'ouvrage prolongeant en porte à faux une poutre ou une dalle au-delà d'un de ses supports.

Contreventement

Ensemble de liens ou contrevents qui s'opposent à la déformation latérale d'une charpente ou d'une ossature quelconque, en particulier sous l'effet du vent.
Plus généralement, ouvrage de consolidation par triangulation à l'aide de pièces obliques, visant à empêcher toute déformation par poussée horizontale.

Dans le cas d'un pan de mur, le contreventement est assuré par les bielles obliques qui se développent dans les diagonales du panneau (en compression) et dans les chaînages (en traction) sous l'effet des sollicitations sismiques horizontales (effet bielles/tirants).

Disposition assurant la stabilité d'un bâtiment sous l'action des forces horizontales vent ou séisme. On distingue les contreventements : verticaux (murs et panneaux) longitudinaux et transversaux, horizontaux (planchers "effet de diaphragme", sous-toiture, rampant),

Cunette
Petit canal qui forme le fond d'un égout ou d'un aqueduc, bordé par une ou deux banquettes de circulation. Ici, désigne une canalisation de drainage au pied d'un soutènement.

Carrelage
Revêtement de sol intérieur ou extérieur en éléments durs taillés ou préfabriqués (dalles de marbre, de pierre, granito, carreaux de céramique, de ciment, briques, pavés, etc.).

Dalle
Ouvrage plan dont l'épaisseur est très petite par rapport aux deux autres dimensions (dans son plan), reposant soit sur une forme (dallage sur terre-plein), soit sur des appuis isolés (potcaux) ou continus (poutres ou murs) et c'est alors un plancher.

Dalle pleine
Plancher en béton, armé ou précontraint, dont toutes les sections verticales ont la forme d'un rectangle plein et dont les membrures tendues et comprimées sont continues dans tout le plan de la dalle (par opposition au plancher nervuré). Un plancher dalle pleine est soit entièrement coulé en œuvre et est alors souvent supporté sur toute sa périphérie, soit reconstitué en coulant en œuvre du béton sur des prédalles préfabriquées en béton armé ou précontraint, alors généralement supporté par deux lignes d'appui (une seule direction de portée).

Diaphragme
Elément de contreventement horizontal, généralement assuré par un plancher dont la conception, le dimensionnement et la résistance lui permettent de s'opposer aux déformations en parallélogramme dans son plan.

D.T.U.
Initiales de Document Technique Unifié. C'est un document qui réunit l'ensemble des "Règles de l'art" et techniques de construction dont le bien-fondé est confirmé par l'expérience, pour chaque type d'ouvrage du bâtiment. Par exemple : les installations de gaz, la pose des parquets, l'exécution des enduits, etc. Il y a actuellement une centaine de DTU. A chaque DTU correspond un numéro de norme NF.

Effort normal
Force perpendiculaire au plan considéré.

Elancement
Rapport de la longueur d'une pièce à sa plus petite dimension (géométrique) ; rapport de la longueur de flambement au rayon de giration (mécanique).

Elasticité
Propriété d'un corps soumis à une sollicitation à se déformer de manière réversible et proportionnellement à l'intensité de la sollicitation.

Limite d'élasticité ou limite élastique (d'une armature)
Force ou contrainte en deçà de laquelle le comportement de l'armature est élastique (voir "élasticité") et au-delà de laquelle il ne l'est plus.

Entrait
Pièce horizontale qui compose la base d'une ferme de charpente ; solidaire du pied des arbalétriers, l'entrait empêche leur écartement : il travaille donc en traction, et joue le rôle d'un tirant.

Entrevous
Désigne d'abord l'espace compris entre deux solives ou entre deux poutrelles d'un plancher ; par extension, désigne aussi le matériau avec lequel on obture cet espace.

MAÇONNERIE : ouvrage de remplissage de l'espace entre poutrelles avec des éléments maçonnés dits hourdis (par extension, le mot entrevous désigne très souvent le hourdis). Les entrevous sont généralement des éléments préfabriqués en terre cuite, creux en béton de granulats courants ou légers, ou encore en matériau isolant expansé. Ils constituent le support et le coffrage perdu des dalles de répartition et, souvent, de compression des planchers.

Faille
Fracture de l'écorce terrestre selon une surface approximativement plane, de part et d'autre de laquelle les deux parties ainsi séparées glissent ou ont glissé l'une par rapport à l'autre.

Faille active : faille dont les deux parties d'écorce terrestre continuent à glisser de temps à autre.

Ferme
Assemblage de pièces dans un plan vertical, formant l'ossature triangulée d'une charpente ; toute charpente est constituée de plusieurs fermes établies perpendiculairement à l'axe du comble. Les fermes supportent les pannes horizontales qui portent les chevrons et la couverture.

Fil (du bois)
Outre ses nombreux sens usuels, le mot désigne la direction générale des fibres du bois. Le sens orthogonal est le contre-fil. Le mot sert aussi à désigner les caractéristiques des fibres du bois : fil tors, fil grossier, etc. Le bois de fil est le bois travaillé ou mis en œuvre dans le sens de son fil, c'est-à-dire de ses fibres.

Flambement
Déformation courbe d'un mur trop mince, d'une longue pièce de charpente ou d'un poteau de trop faible section, lorsqu'ils sont soumis à une compression longitudinale excessive. Le flambement conduit à une forme de rupture par instabilité et donc très dangereuse.

Flexion simple
Sollicitation d'une section soumise à un moment fléchissant et à un effort tranchant, l'effort normal étant nul.

Flexion composée
Par rapport à la flexion simple, l'effort normal n'est pas nul.

Fragilité (sismique)
Degré de fragilité de personnes, de biens ou d'activités sous l'effet des sollicitations d'un séisme ; ainsi les ouvrages ne sont pas tous capables de supporter sans rupture les déformations imposées par les secousses telluriques.

Frette
Bandage métallique, armature en spirale ou collier de serrage destinés à empêcher une pièce quelconque de se fendre dans le sens de sa longueur.

Géotechnique
Ensemble des applications techniques des recherches géologiques.

Gousset
Elément d'assemblage situé au voisinage immédiat d'un noeud d'assemblage de deux pièces linéaires (poutres par exemple), destiné à «bloquer» l'angle d'assemblage des deux pièces. Il est souvent constitué d'un flasque ou d'un contrefort d'angle en bois ou en métal.

Intensité d'un séisme
Elle mesure la gravité des dégâts produits par un seisme en un lieu donné. Cotation sur une échelle conventionnelle (échelle macrosismique) des effets d'une secousse sismique sur l'homme, ses œuvres et son environnement. Il existe plusieurs échelles macrosismiques : MM, MSK. En France et en Europe, on utilise l'échelle MSK comportant 12 degrés discontinus exprimés en chiffres romains I à XII. On admet que les sollicitations sismiques doublent toutes les fois que l'on progresse d'un degré dans l'échelle des intensités.

A terme, l'échelle EMS 1998 (european macroseismic scale 1998) remplacera en Europe les autres échelles.

Interpolation linéaire
Une interpolation est une méthode de détermination, généralement par le calcul, de valeurs ou de termes intermédiaires dans une série donnée de valeurs ou de termes. Elle est dite linéaire si la valeur intermédiaire est calculée par proportionnalité directe entres les deux valeurs encadrantes de la série.
L'interpolation est en général une opération approchée dont la précision dépend à la fois du nombre de valeurs exactes connues, de la proximité de celles-ci et de la méthode de calcul utilisée.

Joint parasismique
Espace libre ménagé entre deux constructions pour éviter l'entrechoquement entre celles-ci sous l'effet de séismes qui leur font subir des déplacements différents. (Il est au minimum de 6 cm en zone III) , cet espace doit toujours rester libre de tout matériau.

Limon
Pièce d'appui rampante des extrémités des marches d'un escalier, du côté du jour (côté opposé au mur), ou des deux côtés si l'escalier n'est pas adossé à un mur.

Linteau
Elément monolithe qui ferme le haut d'une baie et soutient la maçonnerie située au-dessus de l'ouverture, reportant sa charge vers les jambages, piédroits ou poteaux. Le linteau peut être une pierre, une poutre de bois, un profilé d'acier (type IPN), ou une poutre en béton coulée in situ ou préfabriquée.

Liquéfaction
Certains sols meubles, sous l'action des ondes sismiques, peuvent perdre toute résistance au cisaillement et acquérir le comportement d'un liquide. Ce phénomène provoque également des mouvements de sols sur des pentes très faibles, habituellement stables dans les conditions normales.

Longrine
Pièce d'infrastructure d'allure horizontale, servant à répartir des charges ou à les reporter vers des appuis ; désigne en particulier une poutre de béton qui forme entretoise entre des semelles isolées, des pieux ou des puits de fondations. Elle sert souvent de semelle sur laquelle on élève ensuite des maçonneries de remplissage entre les poteaux.

Maçonnerie chaînée (voir chaînage)

Magnitude d'un séisme
Nombre adimensionnel qui "mesure" la quantité globale d'énergie émise au foyer d'un séisme, à partir de relevés sismographiques. Le concept et son mode de détermination ont été créés à partir de 1935 par Karl Von Richter. Bien que théoriquement non bornée, la valeur de la magnitude des séismes rencontrés jusqu'à présent est

inférieure à 9,5. La structure logarithmique de l'expression utilisée pour déterminer la valeur de la magnitude d'un séisme a pour conséquence de multiplier par 30 l'énergie libérée lorsque la magnitude augmente d'une unité.

Il est incorrect de parler d'échelle ou de degré, : car la magnitude peut avoir n'importe quelle valeur, de manière continue.

Attention, il n'y a pas forcément de relation directe entre la magnitude et l'intensité d'un séisme. Par exemple :

- Un important séisme (forte magnitude) peut ne provoquer que de faibles dégâts (faible intensité) s'il est très profond,
- Un petit séisme (faible magnitude) peut entraîner d'importantes destructions (forte intensité) s'il est superficiel ou si la nature du terrain provoque une amplification du mouvement sismique.

Masse

Grandeur constante caractéristique d'un corps donné permettant de relier la force qu'il faut lui appliquer à l'accélération qu'il subit du fait de cette force ; elle se mesure en kg. Ainsi, un corps de 1 kg, soumis à l'action de la pesanteur qui exerce sur lui une force de 9,81 newtons subit une accélération de 9,81 m/s^2.
(F = Mg)

Mécanique des sols

C'est l'ensemble des sciences et techniques de mesure et d'analyse du comportement des sols selon leurs caractéristiques minéralogiques, granulométriques et hygrométriques. La mécanique des sols permet de déterminer les travaux de drainage, de consolidation, de soutènement, de terrassement et de fondations à entreprendre avant de bâtir.

Moment

Le moment d'une force qui agit sur un ensemble pouvant pivoter autour d'un axe est le produit de cette force par le bras de levier, distance orthogonale entre l'axe et la ligne d'action de la force. Il est exprimé en newton-mètres (N.m).

Mégapascal (MPa)

Unité de mesure de contrainte ou de pression. Le pascal correspond à une pression uniforme qui, appliquée sur une surface plane de 1 m^2, exerce une force de 1 newton. 1 MPa, soit 1 000 000 pascals, vaut environ 10 kg/cm^2 ou 10 bars.

Module d'élasticité

Rapport E des forces de traction exercées à l'allongement élastique par un corps, par unité de section de ce corps. Ainsi par ex., le module d'élasticité du chêne est de 120 MPa, celui du béton est d'environ 3 000 MPa et celui de l'acier de 21 000 MPa ; moins un matériau est déformable, plus son module d'élasticité est élevé.

Mur (porteur)

Dans un bâtiment, les murs désignent, le plus souvent, des parois porteuses : on distingue les murs de fondations ou de soubassement, les murs de façade (murs de face et murs pignons, aussi nommés murs portants ou gros-murs), et les murs de refend intérieurs. A l'exception de ces derniers, toutes les parois verticales de distribution des locaux intérieurs d'un logement sont des cloisons.

Nuance d'acier

La nuance d'un acier définit, suivant un code adopté par l'usage, ses caractéristiques d'élasticité et de résilience.
Pour les emplois dans le bâtiment, sous forme de profilés et d'armatures, on définit l'acier par sa nuance, notation normalisée de la limite d'élasticité : ainsi pour les armatures du béton armé : aciers doux (ADX) de nuance Fe E 235, ou écrouis et à haute adhérence (HA) de nuance Fe E 400 ou Fe E 500, plus connus par leurs marques - types Caron, Nersid, Tentor, Tor, etc.

Pan (ou panneau) de contreventement

Mur organisé pour résister aux efforts horizontaux appliqués en tête et dans leur plan ; il transmet ainsi au sol les efforts horizontaux dus au vent sur une façade ou dus aux actions sismiques. Pour assurer ce rôle les murs en maçonnerie de petits éléments ou en béton doivent être entourés de chaînages.

Panne

Pièce horizontale d'une charpente de comble, en bois ou en métal, autrefois nommée filière ; la panne repose sur les arbalétriers des fermes, et sert de support aux chevrons, ou aux panneaux rigides de couverture.

Pénétromètre

Appareil de mesure de la dureté ou de la résistance à l'enfoncement d'un matériau consistant, tel qu'un sol de fondations ou un revêtement bitumineux.

Plan de faille

voir "faille"

Poinçon

Pièce verticale centrale d'une ferme de charpente traditionnelle. A sa base, le poinçon supporte l'entrait.

Point d'inflexion (d'une courbe plane)

Point de la courbe à partir duquel la courbure de la courbe change de sens : la tangente à la courbe au point d'inflexion traverse la courbe.

Porte-à-faux

Voir " console " (synonyme)
S'écrit sans trait d'union s'il s'agit d'une locution adverbiale (exemple : une console est un type d'ouvrage en porte à faux), et avec deux traits d'union s'il s'agit du nom de l'ouvrage en console (exemple : une console est un porte-à-faux).

Portée

Distance qui sépare deux points d'appui consécutifs d'un élément tel que solive, poutre, poutrelle.
Distance qui sépare l'extrémité d'un porte-à-faux de son point d'appui.

Portique

Ensemble composé par une poutre et par les poteaux sur lesquels elle prend appui. Le portique multiple est une ossature composée d'un réseau de poutres et de leurs poteaux.

Protection parasismique

Ensemble de mesures, de dispositions à prendre pour limiter les effets des séismes sur les enjeux vulnérables, notamment les bâtiments.

Radier

Plate-forme en béton, en pierre, en briques ou en rondins de bois, sur laquelle on assoit un ouvrage quelconque (égout, canalisations, réservoir, bâtiment).

Le radier général est une épaisse couche de béton armé, coulée directement sur le sol, pour constituer l'assise et le plancher bas d'une construction (atelier industriel, garage, cuve, fosse...). Le radier général sert de fondations sur les terrains instables ou inondables, lorsque le bon sol est trop profond pour y établir des pieux.

Raideur

Caractéristique d'un élément ou d'un bâtiment exprimant le rapport entre la force qu'il subit et la déformation obtenue. A force constante, la raideur est d'autant plus grande que la déformation est plus petite.

Rampant

Peut qualifier tout élément d'architecture dont l'axe principal est oblique, ou en pente : linteau rampant, faîtage rampant, etc. Ici, le mot est utilisé pour dalle rampante en béton armé servant de couverture en toiture (dalle anticyclonique).

Refend

Mur porteur intérieur à un bâtiment, en général perpendiculaire à ses façades (refend transversal), mais parfois parallèle à celles-ci (refend longitudinal).

Risque

Un risque est défini comme le croisement d'un aléa dont l'importance fait l'objet d'une probabilité = maîtrisée et du degré de vulnérabilité d'un enjeu (physique, économique ou humain). Il se présente sous la forme suivante :

Risque = Aléa x Vulnérabilité (enjeu)

Le risque dépend donc :

- d'un événement ou d'un phénomène soudain de type incendie, explosion, etc. résultant d'une activité humaine, ou bien d'un phénomène naturel (séisme, mouvements de terrain, etc.), ayant un caractère aléatoire dans ses caractéristiques physiques.
- de la vulnérabilité de personnes, de biens ou de l'environnement, exposés à cet événement ou ce phénomène.

Risque sismique

C'est l'espérance mathématique de pertes au cours d'une période de référence et dans la région considérée (c'est un risque naturel lié à l'activité sismique en un lieu donné). Il est proportionnel au nombre de vies humaines et/ou à la valeur des biens exposés et dépend donc de l'extension de cette région. Dans un désert parfait il serait nul, quelle que soit la sismicité du désert.

Sablière

Dans une charpente, la panne sablière est une traverse basse, en appui sur l'arase d'un mur gouttereau[1] ; assemblée aux arbalétriers, elle porte les pieds des chevrons du toit.

Séisme

Vibrations de l'écorce terrestre provoquées par des ondes sismiques qui rayonnent à partir d'une source d'énergie élastique créée par la rupture brutale des roches de la lithosphère (partie la plus externe de la terre).

Solive

Longue pièce de bois équarri ou profilé métallique dont les extrémités prennent appui sur les murs porteurs ou sur une poutre pour composer l'ossature rigide d'un plancher ; les solives portent les entrevous, l'aire de pose des carrelages ou des revêtements.

Substratum rocheux

Substrat : élément (ici roche) sur lequel repose une couche géologique.

Trémie

Espace vide réservé dans un plancher, pour le passage d'un escalier, d'un monte-charge, d'un ascenseur, ou pour y établir une trappe d'accès, un conduit de fumée, une gaine technique.

[1] Qualifie un mur porteur extérieur situé sous l'égout d'un toit, et en direction duquel s'écoulent les eaux d'un comble (par opposition au mur-pignon). Le gouttereau correspond généralement au long-pan d'une construction.

Trumeau

Pan de mur situé entre deux baies de même niveau. Lorsque la séparation des baies est étroite, c'est une pile, un pilier central, ou un meneau et il n'assure pas de contreventement.

Vide sanitaire

Dans les constructions qui ne comportent pas de sous-sol, le vide sanitaire est un volume d'au moins 20 cm de hauteur, ménagé entre les planchers bas du rez-de-chaussée et le sol naturel, pour isoler ces planchers du sol et éviter les remontées d'humidité. Tout vide sanitaire doit comporter, à sa périphérie, quelques orifices grillagés assurant une ventilation modérée mais effective.

Voile

Un voile de béton désigne toute paroi verticale et pleine en béton banché, coulée in situ.

Vulnérabilité (sismique)

On peut calculer la vulnérabilité d'un bâtiment comme le rapport entre le coût des réparations à entreprendre après le séisme et la valeur du bâtiment.

La vulnérabilité d'une construction (ou d'une classe de constructions ou d'une population de constructions) représente le rapport (pourcentage) : coût des dommages / coût de la construction. C'est une fonction qui dépend de l'intensité macrosismique :

si $I \leq VI$ → pratiquement pas de dommages, rapport = 0

si $I = XI, XII$ → destruction totale, rapport = 1

La vulnérabilité dépend donc des propriétés parasismiques des constructions considérées.

Annexe E : Bibliographie

E.1 Textes réglementaires

- Décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique.
- Arrêté du 29 mai 1997 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la catégorie dite « à risque normal » telle que définie par le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique.
- Decret n° 2000-892 du 13 septembre 2000 portant modification du code de la construction et de l'habitation et du décret n° 91-461 du 14 mai 1991.
- Loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à la prévention des risques majeurs.
- Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

E.2 Documents et ouvrages divers

- Document d'accompagnement des formulaires de permis de construire - CETE Méditerranée, 1999 / DDE Guadeloupe / DDE Martinique.

- Rapports de missions postsismiques et cahiers techniques de l'AFPS (1985-1999).

- La construction en zone sismique - Victor Davidovici - Éditions Le Moniteur, mai 1999.

- Rapport de mission pré-sismique de la vulnérabilité des maisons individuelles en Martinique et Guadeloupe - Mission SOCOTEC - CETE Méditerranée, 1996.

- Construire parasismique - Milan ZACEK - Éditions Parenthèses, 1996.

- Formulaire du béton armé, tomes 1 et 2 - Victor Davidovici - Éditions Le Moniteur, 1996.

- Les techniques de prévision et de prévention des risques naturels : séismes et mouvements de terrain - Christian KERT, Député, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Assemblée Nationale - Sénat, 1995.

- Guide de construction parasismique des maisons individuelles et bâtiments assimilés - Centre National de recherche appliquée en génie parasismique (CGS). BP 252 Hussein-Dey - ALGER, 1995.

- Étude et prévention du risque sismique aux petites Antilles, Évaluation de l'aléa sismique sur l'île de la Martinique - Rapport de synthèse - Pierre GODEFROY, Pierre MOUROUX, BRGM, 1991.

- Étude et prévention du risque sismique aux petites Antilles, Évaluation de l'aléa sismique sur l'archipel de la Guadeloupe. Rapport de synthèse - Pierre GODEFROY, Pierre MOUROUX, BRGM, 1990.

- Construire parasismique et paracyclonique - DDE Guadeloupe, 1990.

- Génie parasismique, sous la direction de V. Davidovici - Presses de l'ENPC, Paris, 1985.

- Recueil de recommandations architecturales pour le sud-est de la Martinique - CAUE Martinique Document intermédiaire, 1982.

- Guide de construction parasismique des habitations individuelles - Ministère de l'urbanisme et du logement / CETE d'Aix-en-Provence / Fédération nationale du bâtiment / Union nationale de la maçonnerie - SEDIMA, 1982.

E.3 Règles techniques

Règles de construction parasismique. Règles applicables aux bâtiments - PS 92. Norme NF P 06 – 013 - Éditions Eyrolles, 1996.

Annexe F : Adresses utiles

Guadeloupe

- DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT (DDE)
  BP 54 - 97102 BASSE-TERRE
- DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT (DIREN)
  Allée des Lauriers - Circonvallation
  97100 BASSE-TERRE
- MAIRIES
  (Consulter la Mairie de la Commune où est situé le projet de construction)
- CONTROLEURS TECHNIQUES AGREES
  - ANTILLES CONTROLES
    La Jaille
    97122 BAIE MAHAULT

  - APAVE
    ZAC Houelbourg
    Voie Verte
    Immeuble Curaçao
    97122 BAIE MAHAULT

  - BUREAU VERITAS
    Centre d'affaires Bergevin
    97110 POINTE-A-PITRE

  - SOCOTEC ANTILLES
    Centre commercial Rocade
    97142 LES ABYMES
- BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES (BRGM)
  Villa d'Huy Morne
  Notre Dame Petit Pérou
  97142 LES ABYMES
- ASSOCIATION FRANÇAISE DU GENIE PARASISMIQUE (AFPS)
  Représentant local : Francis AUDRAS, 28 chemin de la Diotte
  97120 SAINT-CLAUDE
- ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES
  - FEDERATION DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS DE LA GUADELOUPE (FBTPG)
    14, rue Chapelle
    ZI Jarry
    97122 BAIE MAHAULT
  - CHAMBRE SYNDICALE DES ARTISANS DU BATIMENT ET DES METIERS ANNEXES DE LA GUADELOUPE - (C.S.A.B.M.A.G. – C.A.P.E.B.)
    Immeuble Capitaine Moëde - Escalier 2 - N° 2005
    Grand Camp
    97142 LES ABYMES
  - CHAMBRE DES METIERS
    Route Choisy
    97120 SAINT-CLAUDE
  - CONSEIL REGIONAL DE L'ORDRE DES ARCHITECTES
    35, rue Achille René Boisneuf
    97110 POINTE-A-PITRE
- ASSOCIATION POUR LA PROTECTION, L'AMELIORATION, LA CONSERVATION ET LA TRANSFORMATION DE L'HABITAT (P.A.C.T.)
  113 Résidence Raphaël Cipolin
  97110 POINTE-A-PITRE
- RELAIS D'INFORMATION
  - CONSEIL D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET D'ENVIRONNEMENT (C.A.U.E.)
    9, rue Baudot
    97100 BASSE-TERRE
- ASSOCIATION DEPARTEMENTALE POUR L'INFORMATION SUR LE LOGEMENT (A.D.I.L.)
  Route Grand Camp
  Rocade
  97142 LES ABYMES

Martinique

- DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT (DDE)
  Pointe de Jaham - 97233 SCHOELCHER
- DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT (DIREN)
  Imm. Massal, 4 Bd. de Verdun
  97200 FORT-DE-FRANCE
- MAIRIES
  (Consulter la Mairie de la Commune où est situé le projet de construction)
- CONTROLEURS TECHNIQUES AGREES
  - ANTILLES CONTROLES
    Immeuble Panorama
    Boulevard de la Marne
    97200 FORT-DE-FRANCE
  - APAVE
    Immeuble Calypso
    Centre Dillon Valmenière - 97200 FORT-DE-FRANCE
  - BUREAU VERITAS
    10, allée Vallée Mongéralde
    97200 FORT-DE-FRANCE
  - SOCOTEC
    ZAC Rivière Roche - 97200 FORT-DE-FRANCE
- BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES (BRGM)
  3 avenue Condorcet
  Croix Bellevue
  Immeuble Massal
  97200 FORT-DE-FRANCE
- ASSOCIATION FRANÇAISE DU GENIE PARASISMIQUE (AFPS)
  Représentant local : Charles OREL, Ville de FORT-DE-FRANCE
  Services Techniques 3ème Division
  92, rue Perrinon
  97200 FORT-DE-FRANCE
- ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES
  - CONFEDERATION DE L'ARTISANAT ET DES PETITES ENTREPRISES DU BATIMENT (CAPEB.)
    C. SIAPEB
    BP 766 - 97273 FORT-DE-FRANCE
  - CHAMBRE DES METIERS DE MARTINIQUE
    rue Temple - 97200 FORT-DE-FRANCE
  - ORDRE DES ARCHITECTES
    Ex Hôpital civil
    Rue Carlos Finlay - 97200 FORT-DE-FRANCE
  - UNION REGIONALE DES CONSTRUCTEURS DE MAISONS INDIVIDUELLES (URCMI)
    32, rue Schoelcher - 97200 FORT-DE-FRANCE
- ASSOCIATION POUR LA PROTECTION, L'AMELIORATION, LA CONSERVATION ET LA TRANSFORMATION DE L'HABITAT (P.A.C.T.)
  Hauts Dillon Delgrès
  97200 FORT-DE-FRANCE
- RELAIS D'INFORMATION
  - CONSEIL D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET D'ENVIRONNEMENT (CAUE)
    31, boulevard Pasteur
    97200 FORT-DE-FRANCE
  - ASSOCIATION DEPARTEMENTALE POUR L'INFORMATION SUR LE LOGEMENT (ADIL)
    8, boulevard Général De Gaulle
    97200 FORT-DE-FRANCE
  - ASSOCIATION POUR LA PREVENTION DES RISQUES MAJEURS (APRM)
    49 boulevard de la Marne
    Immeuble Panorama
    97200 FORT-DE-FRANCE

Ministère de l'Ecologie
et du Développement Durable

Ministère de l'Equipement,
du Transport, de l'aménagement,
du Territoire, du Tourisme et de la Mer

Les tremblements de terre aux Antilles peuvent avoir des conséquences catastrophiques, comme en témoignent le séisme de1843 qui fit plus de 3000 morts en Guadeloupe et celui de 1839 en Martinique avec plus de 300 victimes.

Une composante essentielle de la prévention est l'application des règles parasismiques de construction pour les bâtiments nouveaux. Celles-ci sont réunies dans les règles PS 92 et PS-MI 69/82 pour les maisons individuelles, rendues obligatoires par l'arrêté du 29 mai 1997. L'expérience a montré cependant qu'elles ne sont pas simples à mettre en œuvre. Il a donc semblé nécessaire aux pouvoirs publics de proposer un guide propre aux Antilles pour les maisons individuelles, afin d'expliquer de façon compréhensible comment ces dispositions constructives peuvent être appliquées dans ce cadre particulier.

Ce guide s'adresse à tous les acteurs impliqués dans la construction et se veut pédagogique autant qu'ouvrage de référence. Il couvre les différents aspects de la construction parasismique, depuis le choix du site et la prise en compte de la nature du sol jusqu'à l'indispensable bonne qualité de l'exécution. Les annexes regroupent des informations sur le contexte sismique des Antilles, des renseignements utiles ainsi que des tableaux d'aide au choix des aciers et des matériaux.

Son utilisation implique par ailleurs des actions d'information et de formation des maîtres d'ouvrages, concepteurs, réalisateurs, entrepreneurs, contrôleurs, fabricants et fournisseurs de matériaux et de composants et... la volonté d'abandonner les mauvaises habitudes pour protéger les personnes et les biens.

Ce guide a été établi, à la demande des pouvoirs publics, par les experts de l'association française du génie parasismique avec le concours des praticiens antillais; il a pour ambition de contribuer à la construction d'un bâti sûr et de qualité, qui puisse demeurer un abri en toutes circonstances.

Février 2005