

***P***lan de  
***P***révention des  
***R***isques  
*naturels prévisibles*  
-----  
*Séisme*

**DTU**

document technique unifié

(référence Norme Française P 06-014)

---

**Règles PS-MI 89  
révisées 92**

Construction parasismique  
des maisons individuelles  
et des bâtiments assimilés

---

Norme française

NF P 06-014

Indice de classement : P 06-014

|     |                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1  | Règles de Construction parasismique                                                                              |
| T2  | Construction parasismique des maisons individuelles<br>et des bâtiments assimilés<br>Règles PS-MI 89 révisées 92 |
| T3  | Domaine d'application - Conception - Exécution                                                                   |
| E : | Antiseismic construction rules - Rules for...                                                                    |
| D : | -                                                                                                                |

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'AFNOR le  
pour prendre effet le

La présente norme se substitue au document DTU "Règles PS-MI 89" de mai 1990  
(référence AFNOR DTU P 06-008).

#### *Correspondance*

A la date de publication de la présente norme, il n'existe pas de norme européenne ni  
internationale sur le sujet, ni de projet qui soit spécifique aux petits bâtiments.

#### *Analyse*

La présente norme constitue des règles simplifiées de substitution dont le respect exonère  
de l'application des règles générales, objet de la norme P 06-013 "Règles PS applicables  
aux bâtiments, dites Règles PS 92".

#### *Descripteurs*

Thésaurus International Technique :

modifications

corrections

Norme Française NF P 06-014

Membres de la commission de normalisation

Président : M. PECKER

Secrétaire technique : M. DOURY - CSTB

Secrétaire administratif : M. RUTMAN - BNTB.

|      |                  |                           |
|------|------------------|---------------------------|
| M.   | AMIR-MAZAHERI    | SEEE STRUCTURES           |
| M.   | ARIBERT          | INSA                      |
| M.   | ASANCHEYEV       | /                         |
| M.   | ASHTARI          | CETEN-APAVE               |
| M.   | BALOCHE          | CSTB                      |
| M.   | BETBEDER-MATIBET | EDF-DE                    |
| M.   | BIGER            | BUREAU VERITAS            |
| M.   | BISCH            | SECHAUD ET METZ           |
| M.   | BOUINEAU         | CEBTP                     |
| M.   | BOULLARD         | CAPEB                     |
| M.   | BOUTIN           | SOCOTEC                   |
| M.   | BRIN             | CEP                       |
| M.   | BROZZETTI        | CTICM                     |
| M.   | CALLIES          | AIMCC                     |
| M.   | CAPRA            | SPIE BATIGNOLLES          |
| M.   | CHEYREZY         | BOUYGUES S.A.             |
| M.   | CLAUZON          | U.N.MACONNERIE            |
| Mme  | CLAUDAUD         | CTICM                     |
| M.   | COIN             | SAE                       |
| M.   | COMAIR           | CERIB                     |
| M.   | CONSTANTINIDIS   | BOUYGUES S.A.             |
| M.   | COSTES           | /                         |
| M.   | DARDARE          | CERIB                     |
| M.   | DEMANGE          | CTBA                      |
| M.   | DAVIDOVICI       | SOCOTEC                   |
| Mme  | FERNANDEZ        | AFNOR                     |
| M.   | FOURE            | CEBTP                     |
| M.   | GUILLON          | EUROPE ETUDES GECTI       |
| M.   | HRABOVSKY        | BNTEC                     |
| M.   | JALIL            | SOCOTEC                   |
| M.   | LERAY            | CGPC                      |
| M.   | MARRAST          | UNSFA                     |
| Mlle | MICHEL           | CTTB                      |
| M.   | MONTRELAY        | CAPEB                     |
| M.   | MOULIN           | /                         |
| M.   | PECKER           | GEODYNAMIQUE ET STRUCTURE |
| M.   | SCHMOL           | SNBATI                    |
| M.   | SOLLOGOUB        | GEODYNAMIQUE ET STRUCTURE |
| M.   | SOULOUMIAC       | BUREAU VERITAS            |
| M.   | THONIER          | FNTP                      |
| M.   | WALTER           | GEODYNAMIQUE ET STRUCTURE |

## Membres rédacteurs

Président : J. MOULIN

|                      |         |
|----------------------|---------|
| M. BOULLARD          | CAPEB   |
| M. BROZZETTI         | CTICM   |
| M. CLAUZON           | UNM     |
| M. COIN              | SNBATI  |
| M. COMAIR            | CTTB    |
| M. CUNIN             | CEP     |
| M. DARDARE           | CERIB   |
| M. DOURY             | CSTB    |
| M. JALIL             | SOCOTEC |
| M. SCHMOL            | SNBATI  |
| Mme VALLADEAU-RONCIN | FIB     |

Ont également collaboré à la rédaction :

|             |                |
|-------------|----------------|
| M. BLACHERE | CG Nor.Bât/DTU |
| M. LAGENTE  | CG Nor.Bât/DTU |

## Sommaire

### Avant-propos

- 1 Généralités
  - 1.1 Domaine d'application
  - 1.2 Références normatives
- 2 Dispositions concernant la conception
  - 2.1 Implantation sur le site
  - 2.2 Forme générale des bâtiments
  - 2.3 Contreventement
  - 2.4 Superposition des pans de contreventement
  - 2.5 Vides sanitaires
  - 2.6 Niveau enterré
  - 2.7 Masses rapportées - Balcons
  - 2.8 Conception des maçonneries et du béton banché
  - 2.9 Voûtes - Escaliers
  - 2.10 Cheminées
  - 2.11 Plafonds
- 3 Dispositions concernant l'exécution
  - 3.1 Généralités
  - 3.2 Fondations
    - 3.2.1 Liaisons horizontales
    - 3.2.2 Liaisons entre les fondations et la structure
    - 3.2.3 Coupure de capillarité
  - 3.3 Structures en maçonnerie ou en béton banché
    - 3.3.1 Matériaux
    - 3.3.2 Exécution
    - 3.3.3 Maçonneries chaînées
      - 3.3.3.1 Principe
      - 3.3.3.2 Caractéristiques géométriques
      - 3.3.3.3 Chaînages horizontaux
      - 3.3.3.4 Chaînages verticaux
      - 3.3.3.5 Liaisons entre chaînages
      - 3.3.3.6 Encadrement des baies
      - 3.3.3.7 Murs dans la hauteur des combles
    - 3.3.4 Maçonneries chaînées et armées horizontalement
      - 3.3.4.1 Principe
      - 3.3.4.2 Dispositions constructives
  - 3.3.5 Poteaux en béton armé
  - 3.4 Structures préfabriquées en grands panneaux en béton
    - 3.4.1 Généralités
    - 3.4.2 Dispositions constructives
  - 3.5 Maisons à ossature en bois
    - 3.5.1 Généralités
    - 3.5.2 Stabilité
  - 3.6 Maisons à ossature en acier
    - 3.6.2 Règles particulières
  - 3.7 Planchers

- 3.7.1 Généralités
- 3.7.2 Planchers nervurés en béton (planchers à poutrelles)
- 3.7.3 Planchers dalles pleines constitués à partir des prédalles préfabriquées
- 3.7.4 Dallages sur terre-plein
- 3.7.5 Planchers en bois dans les bâtiments en maçonnerie
- 3.7.6 Porte-à-faux
- 3.8 Toitures
- 3.8.1 Toitures terrasses
- 3.8.2 Charpentes et couvertures
  - 3.8.2.1 Stabilité de la charpente
  - 3.8.2.2 Eléments de couverture
- 3.9 Eléments non structuraux
  - 3.9.1 Cloisons de distribution
    - 3.9.1.1 Cloisons de distribution intérieure, d'épaisseur inférieure ou égale à 10 cm
    - 3.9.1.2 Cloisons de distribution intérieure, d'épaisseur supérieure à 10 cm
    - 3.9.1.3 Baies et ouvertures
  - 3.9.2 Plafonds suspendus - Plafonds fixés
  - 3.9.3 Escaliers
  - 3.9.4 Petits éléments en console verticale

## Avant-propos

### Note de présentation du rédacteur

Le document "Règles PS-MI 89 révisées 92" constitue un texte d'application, pour une certaine catégorie de constructions, des règles générales relatives à la protection parasismique. Cet avant-propos est destiné à préciser sa place dans le cadre général et à rappeler le but de cette protection.

Le décret du 14 mai 1991 (n° 91-461), pris en application de l'article 41 de la loi du 22 juillet 1987 (n° 87-565), définit les dispositions destinées à la mise en oeuvre de la prévention du risque sismique applicables aux bâtiments, équipements et installations nouveaux. Il y est défini une catégorie dite "à risque normal" comportant quatre classes, (A, B, C et D), pour laquelle le territoire national est divisé en cinq zones de séismicité (O, Ia, Ib, II et III), la liste des cantons figurant dans l'annexe à ce décret.

L'arrêté du 16 juillet 1992, applicable aux bâtiments de la catégorie dite "à risque normal", précise les bâtiments entrant dans chaque classe et le niveau minimal de protection (valeur du coefficient "alpha").

De plus il y est indiqué que << pour des maisons individuelles situées en zones Ia, Ib et II telles que définies à l'article 4 du décret du 14 mai 1991 susvisé, l'application des règles définies dans le document "Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés. Dispositions constructives", dit "Règles PS-MI 89 révisées 92", peut être substituée à celle des Règles PS 69/82" précitées >>. Les règles de base PS 69/82 vont être remplacées par la norme NF P 06-013 (Règles PS 92) ; les "Règles PS MI 89 révisées 92" sont établies suivant les principes de cette norme.

L'objectif principal des règles parasismiques françaises est la sauvegarde du plus grand nombre possible de vies humaines en cas de secousse correspondant au niveau d'agression défini réglementairement pour chaque zone concernée. En cas de secousse plus modérée les dispositions résultant de l'application des règles PS doivent aussi permettre de limiter les pertes économiques.

Si l'application des règles générales permet d'avoir, par des calculs appropriés, une protection adaptée au cas particulier de chaque construction, l'application de règles simplifiées, basées essentiellement sur des dispositions constructives, ne permet pas de couvrir tous les cas, mais seulement ceux qui restent dans les limites fixées dans de telles règles.

La révision de 1992, a consisté à diviser en trois parties le texte de ce document :

- les limites d'application,
- les prescriptions relatives à la conception,
- les dispositions relatives à la mise en oeuvre.

Il va de soi que les prescriptions de conception et de mise en oeuvre doivent être simultanément suivies, l'application d'une seule partie, dispositions de mise en oeuvre par exemple, n'est pas suffisante pour obtenir une protection parasismique acceptable.

# 1 Généralités

## 1.1 Domaine d'application

La présente norme a pour objet d'exprimer les règles annoncées au dernier alinéa de l'art. 4 de l'arrêté du 16 juillet 1992, règles dont l'application peut se substituer à celle des règles PS 92 (norme NF P 06.013). L'application de ces règles suppose le respect des règles applicables aux bâtiments en situation normale.

Ces règles sont applicables aux bâtiments de la classe B de la catégorie dite "à risque normal" et situés en zones de séismicité Ia, Ib et II, comme définis dans le décret n° 91-461 du 14/05/91, et en outre :

- Comportant au plus un rez-de-chaussée, un étage et un comble, construits sur terre plein ou sur sous-sol.

Si le plancher du rez-de-chaussée n'est pas en moyenne à moins de 0,50 m au dessus du sol, le sous-sol est compté comme un étage (Figure 1). Il en est de même en cas de terrain en pente : en façade aval le plancher du rez-de-chaussée ne doit pas se trouver à plus de 0,50 m au dessus du sol (Figure 2), exception faite d'un accès au sous-sol d'au plus 3,00 m de largeur d'ouverture.

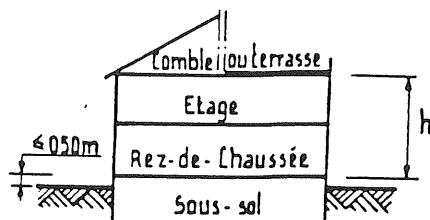


Figure 1

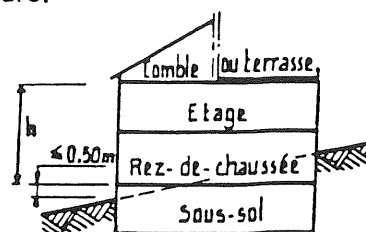


Figure 2

- La hauteur "h" du plancher du comble ou de la terrasse, mesurée à partir du plancher du rez-de-chaussée, n'excède pas 3,30 m dans le cas d'une construction en rez-de-chaussée, ou 6,60 m dans le cas d'une construction à étage.
  - Construits en murs de maçonneries porteurs  
ou en béton banché  
ou en panneaux préfabriqués  
ou en panneaux en bois  
ou en ossature ou/et panneaux en acier
- en respectant les conditions d'exécution de l'article 2 de la présente norme
- Dont les planchers sont prévus pour des charges d'exploitation inférieures ou égales à 2,5 kN par m<sup>2</sup>.

Sont exclues du domaine d'application de la présente norme les constructions fondées sur des sols mal consolidés et/ou de portance ultime inférieure à 250 kN/m<sup>2</sup>. A défaut de connaissance de la résistance à la compression du sol, sont exclues les constructions fondées sur des sols tels que vases, tourbes, sables fins susceptibles d'être gorgés d'eau, alluvions non compactées. Les constructions prévues sur un terrain dont la pente naturelle excède 10 % doivent faire l'objet d'une étude particulière concernant l'aménagement du sol fini et/ou des soubassements de la construction.

Les procédés non traditionnels qui relèvent de la procédure de l'Avis Technique ne sont pas a priori visés par le présent document : les dispositions applicables à ces procédés sont précisés pour chacun dans les Avis Techniques.

## 1.2 Références normatives

|                          |                                                                                                                      |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NF P 06.013              | Règles de construction parasismique - Règles PS applicables aux bâtiments, dites Règles PS 92.                       |
| DTU P 11-211 (DTU 13.11) | Fondations superficielles.                                                                                           |
| DTU P 11-711 (DTU 13.12) | Règles pour le calcul des fondations superficielles.                                                                 |
| P 10-202 (DTU 20.1)      | Ouvrages en maçonnerie de petits éléments. Parois et murs                                                            |
| NF P 10-203 (DTU 20.12)  | Conception du gros oeuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.                |
| NF P 18-201 (DTU 21)     | Exécution des travaux en béton.                                                                                      |
| NF P 10-210 (DTU 22.1)   | Murs extérieurs en panneaux préfabriqués de grandes dimensions du type plaque pleine ou nervurée en béton ordinaire. |
| NF P 18-210 (DTU 23.1)   | Parois et murs en béton banché.                                                                                      |
| NF P 71-202 (DTU 25.221) | Plafonds constitués par un enduit armé en plâtre.                                                                    |
| NF P 72-201 (DTU 25.222) | Plafonds fixés. Plaques de plâtre à enduire. Plaques de plâtre à parement lisse.                                     |
| NF P 68-202 (DTU 25.231) | Plafonds suspendus en éléments de terre cuite.                                                                       |
| NF P 68-201 (DTU 25.232) | Plafonds suspendus. Plaques de plâtre à enduire. Plaques de plâtre à parement lisse directement suspendues.          |
| NF P 72-203 (DTU 25.41)  | Ouvrages en plaques de parement en plâtre (plaques en faces cartonnées).                                             |
| DTU P 73-201 (DTU 25.51) | Plafonds en staff.                                                                                                   |
| NF P 21-204 (DTU 31.2)   | Maisons traditionnelles à ossature en bois.                                                                          |
| DTU P 22-201 (DTU 32.1)  | Construction métallique : charpente en acier.                                                                        |
| DTU P 31-202 (DTU 40.21) | Couverture en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement.                                                   |
| NF P 31-201 (DTU 40.22)  | Couverture en tuiles canal.                                                                                          |
| DTU P 31-204 (DTU 40.23) | Couverture en tuiles plates de terre cuite.                                                                          |
| NF P 31-207 (DTU 40.24)  | Couverture en tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal.                                            |
| DTU P 31-206 (DTU 40.25) | Couverture en tuiles plates en béton.                                                                                |
| DTU P 34-205 (DTU 40.35) | Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier galvanisées prélaquées ou de tôles d'acier galvanisées.      |
| NF P 68-203 (DTU 58.1)   | Plafonds suspendus                                                                                                   |
| DTU P 06-006             | Règles N 84.                                                                                                         |
| DTU P 06-002             | Règles NV 65.                                                                                                        |

## 2 Dispositions concernant la conception

### 2.1 Implantation sur le site

2.1.1 L'application de la présente norme ne protège pas un bâtiment qui serait implanté sans tenir compte de la topographie du site et des risques induits par une secousse sismique, le choix étant guidé par les renseignements fournis par les plans d'exposition aux risques sismiques (P.E.R.S) lorsqu'ils sont disponibles.

*Dans les zones où les P.E.R.S. ne sont pas encore disponibles, on peut consulter les cartes géotechniques annexées aux P.O.S., les cartes ZERMOS ou des études réalisées lors de constructions voisines.*

*Exemples d'implantation à risque :*

- *voisinage des crêtes de talus ou bord de falaises : risque de glissement, amplification des effets sismiques (figure 3) ;*
- *voisinage des pieds de talus ou de falaise : risque de glissement et de chute de blocs rocheux (figure 4).*

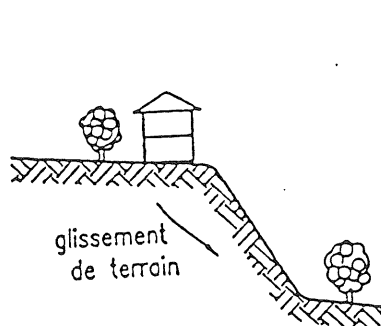


Figure 3

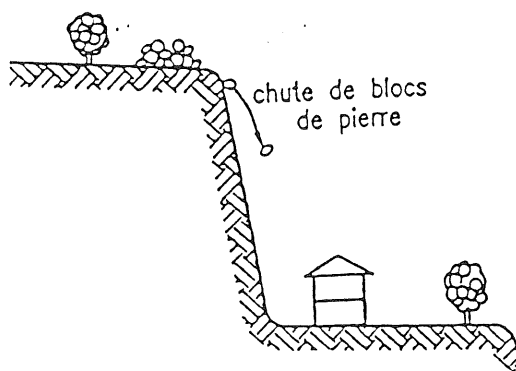


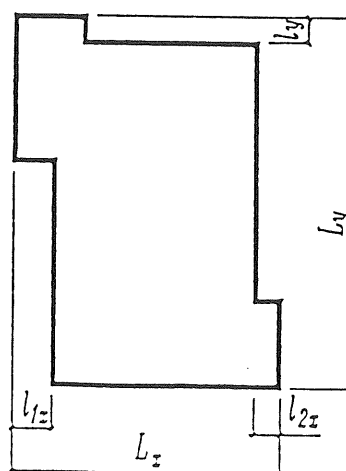
Figure 4

2.1.2 L'application de la présente norme ne protège pas un bâtiment qui serait construit au voisinage immédiat d'ouvrages non parasismiques.

### 2.2 Forme générale des bâtiments

#### 2.2.1 Configuration en plan

La présente norme vise les bâtiments dont la configuration en plan du contour extérieur présente une forme rectangulaire ou s'écartant peu du rectangle, c'est-à-dire que, dans chacune des deux directions principales, les longueurs cumulées des décrochements n'excèdent pas le quart de la longueur du bâtiment (figure 5).



$$l_{1x} + l_{2x} \leq 0,25 L_x$$

$$l_y \leq 0,25 L_y$$

figure 5

Si la forme d'un bâtiment s'écarte des configurations précédentes, ce bâtiment doit être fractionné en blocs élémentaires d'une même hauteur, séparés par des joints d'au moins 4 cm d'épaisseur, chaque bloc répondant aux conditions précédentes de configuration.

### 2.2.2 Configuration en élévation

Les constructions ayant des décrochements extérieurs en élévation doivent soit être scindées par des joints de fractionnement en blocs élémentaires sans décrochements, soit, dans le cas de la maçonnerie, recevoir des chaînages verticaux renforcés;

La plus petite hauteur d'étage doit être supérieure ou égale à 70 % de la plus grande.

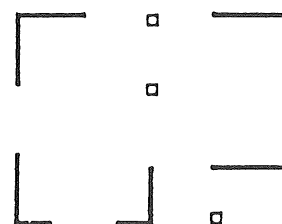
*En cas de diaphragme incliné, la hauteur d'étage est sa hauteur minimale.*

## 2.3 Contreventement

2.3.1 La résistance aux forces sismiques horizontales doit être assurée par les façades et les pignons, qui doivent constituer les éléments verticaux de contreventement, ou pans de contreventement, auxquels peuvent venir s'ajouter les refends (figure 6). Ces pans de contreventement doivent être répartis sur le pourtour des planchers de telle façon que, sur chaque façade, les longueurs cumulées des pans de contreventement soient proportionnées (à 20 % près) aux longueurs des façades augmentées de deux fois celles, perpendiculaires à la façade, des décrochements (figure 7).

2.3.2 Des éléments horizontaux (ou faiblement inclinés) formant diaphragme doivent être disposés en partie haute de chaque niveau (voir art. 3.7 - Planchers et art. 3.8 - Toitures)

DISPOSITIONS ADMISSIBLES  
DANS LE CADRE DE LA PRESENTE NORME



DISPOSITIONS RELEVANT DES  
REGLES GENERALES

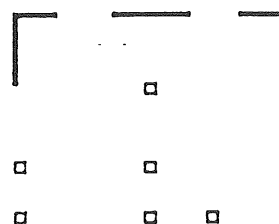


Figure 6

## 2.4 Superposition des pans de contreventement

Ces éléments (façades, pignons, refends) doivent être superposés sur toute la hauteur du bâtiment.

2.5 Vides sanitaires : Les vides sanitaires doivent être ceints de murs fondés.

## 2.6 Niveau enterré

Le niveau enterré doit régner sur toute la surface de la construction, sauf en cas de sols de très bonne consistance (types rocheux, marnes compactes,...) ou en cas de joint de rupture séparant la construction en deux blocs dont l'un seulement a un niveau enterré général.

## 2.7 Masses rapportées aux étages - balcons

Le bâtiment ne doit pas comporter d'équipements lourds de plus de 1 tonne au total, tels que réservoirs d'eau, à l'étage, dans le comble, ou en terrasse.

Le bâtiment ne doit pas comporter de plancher en porte à faux, ni balcons d'une portée supérieure à 1,50 m. Les éléments en bout du porte-à-faux (garde-corps, jardinière, etc.) ne doivent pas avoir une masse supérieure à 200 kg par mètre linéaire.

## 2.8 Conception des maçonneries et du béton banché

- Les maçonneries participant au contreventement (façades ou refends) doivent avoir une épaisseur minimale de
  - 10 cm pour les murs en béton banché ou en maçonnerie d'éléments pleins ;
  - 20 cm pour les maçonneries d'éléments creux ou de béton cellulaire.
- Les trumeaux dans ces mêmes éléments ont une largeur d'au moins 1,10 m ; ils doivent être limités par des éléments verticaux armés et ne doivent comporter aucune ouverture.

*Dans un panneau, il est toléré un (seul) percement de diamètre inférieur ou égal à 20 cm, situé à plus de 30 cm des diagonales du panneau (cf. art. 3.3.3.2).*

- Le rapport des largeurs de trumeaux de contreventement d'une même direction ne doit pas excéder 1,5.

La longueur totale des trumeaux dans une direction, exprimée en m, ne doit pas être inférieure au quotient de la surface  $S$  totale construite au sol, en  $m^2$ , par un coefficient  $k$  donné par le tableau ci-dessous (figure 7).

| Constitution du bâtiment<br>(avec ou sans niveau enterré)                 | k  |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| R de ch + toiture légère                                                  | 25 |
| R de ch + toiture terrasse ou sous-toiture en béton ou comble aménageable | 15 |
| R de ch + étage, + toiture légère                                         | 15 |
| R de ch + un étage + toiture terrasse ou comble aménageable               | 10 |

Pour la maçonnerie chaînée et armée horizontalement, le coefficient  $k$  est multiplié par 1,2.

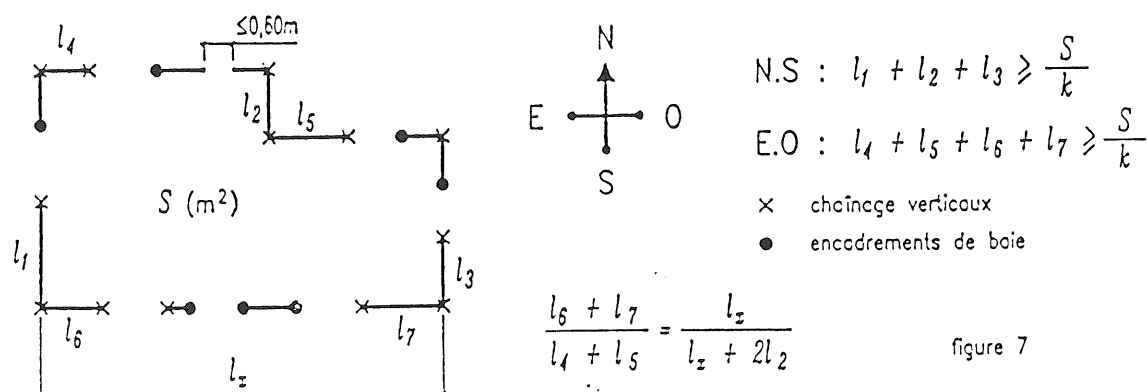


figure 7

## 2.9 Voûtes -Escaliers

Le bâtiment ne doit pas comporter de palier constitué de voûte(s) en maçonnerie, d'escalier sur voûte sarrasine, d'escalier avec marches en consoles encastrees dans la maçonnerie.

## 2.10 Cheminées

Les souches de cheminées doivent être implantées à moins de 1 m du faîtage et ne pas le dépasser de plus de 0,50 m, ou doivent être adossées à un mur.

Dans les autres cas, la stabilité de ces souches doit être assurée, par exemple par des dispositions telles que qu'un haubanage, des tiges liées au gros oeuvre,...

## 2.11 Plafonds

Les plafonds suspendus sont acceptés aux conditions suivantes :

- Conformité aux DTU les définissant et fixant leurs conditions de mise en oeuvre (DTU 58.1).
- les plafonds suspendus en éléments de terre cuite (DTU 25.231) doivent être de type A.

## 3 Dispositions concernant l'exécution

### 3.1 Généralités

Ces dispositions ne prennent leur plein effet que si les règles données dans l'article 2 de la présente norme sont appliquées.

### 3.2 Fondations

#### 3.2.1 Liaisons horizontales

Dans le cas des semelles filantes, celles-ci doivent former un réseau maillé et continu. Un chaînage doit être prévu au niveau des fondations, chaînage comportant au moins 2 lits de 2 armatures longitudinales en acier à haute adhérence de nuance Fe E 500 et de diamètre d'au moins 8 mm en zone Ia, 10 mm en zone Ib et 12 mm en zone II. L'espacement de deux armatures ne doit pas excéder 20 cm. Des cadres transversaux doivent être disposés à un espacement au plus égal à la hauteur du chaînage sans excéder 25 cm (figure 8).

On peut se dispenser de réaliser ce chaînage lorsque celui du plancher sur vide sanitaire est situé au plus à 1,20 m au-dessus du niveau d'assise des fondations (figure 9).

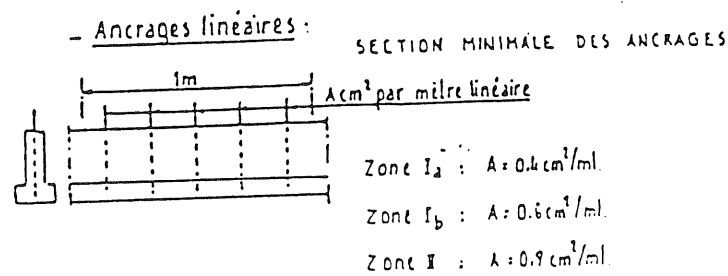
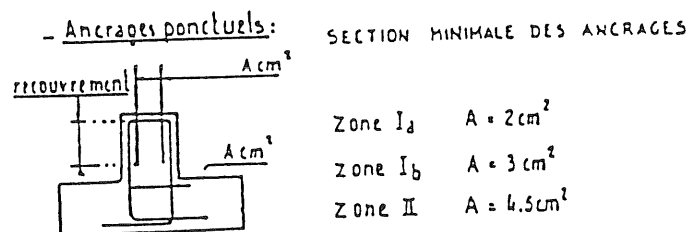
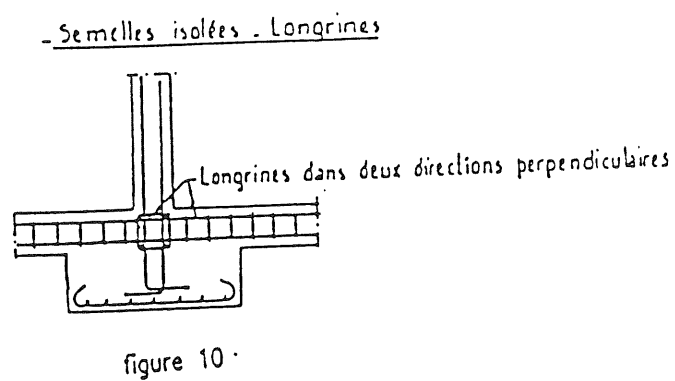
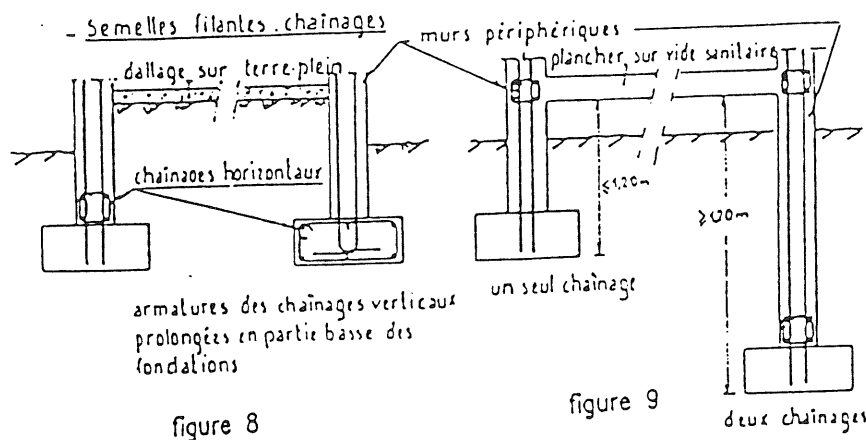
Les semelles isolées sous points d'appuis ponctuels doivent être reliées entre elles et aux chaînages sous murs par des longrines en béton armé, disposées dans deux directions perpendiculaires, dont les armatures longitudinales et transversales, doivent être identiques à celles prévues ci-avant dans le cas des semelles filantes (figure 10).

Dans le cas de maisons avec dallage sur terre plein, lié aux murs et aux points d'appuis ponctuels, il est admis de ne pas réaliser le réseau de longrines visé ci-avant, sous réserve d'incorporer les armatures des longrines, ou des armatures de charge maximale (ou section) équivalente, dans le béton du dallage.

#### 3.2.2 Liaisons entre les fondations et la structure

Des liaisons doivent être réalisées entre les éléments de fondation et la structure.

Les armatures des chaînages verticaux ou des poteaux en béton armé doivent être descendues jusqu'en face inférieure des fondations et ancrées totalement en dessous de l'axe de chaînage horizontal le plus bas.



Les ancrages ponctuels des structures doivent avoir une section minimale de 2 cm<sup>2</sup> en zone Ia, 3 cm<sup>2</sup> en zone Ib et 4,5 cm<sup>2</sup> en zone II, en acier à haute adhérence de nuance Fe E 500 (figure 11).

Les ancrages linéaires des structures doivent avoir une section minimale par mètre linéaire de 0,4 cm<sup>2</sup> en zone Ia, 0,6 cm<sup>2</sup> en zone Ib et 0,9 cm<sup>2</sup> en zone II, en acier à haute adhérence de nuance Fe E 500 (figure 12).

### 3.2.3 Coupure de capillarité

Lorsqu'une coupure de capillarité est prévue, elle doit être constituée par une chape de mortier de ciment, richement dosé et hydrofugé.

## 3.3 Structures en maçonnerie ou en béton banché

### 3.3.1 Matériaux

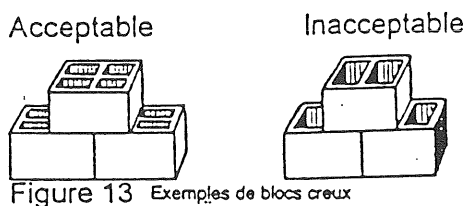
Ce chapitre traite des constructions réalisées en maçonnerie de petits éléments suivant le DTU 20.1, ou en béton banché suivant le DTU 23.1.

*Outre le béton, les éléments concernés sont les moellons de pierre, les pierres de tailles ou "prétaillées", les briques et les blocs de terre cuite, les blocs de béton, les blocs de béton cellulaire.*

Les petits éléments de maçonnerie doivent être conformes aux normes les concernant. Leur résistance à la compression doit être garantie.

*Cette garantie peut être apportée par une marque de conformité à la norme ou par des essais.*

Les petits éléments creux doivent comporter au moins une paroi intermédiaire orientée parallèlement au plan du panneau (figure 13).



*Les briques et blocs de terre cuite à perforations perpendiculaires au plan de pose doivent être considérés comme des blocs pleins pour l'application de la présente norme.*

En zone II de séismicité, la résistance minimale à la compression des éléments doit être de 4 MPa calculée sur section brute, pour les blocs creux, les briques creuses et les blocs de béton cellulaire, et de 12 MPa pour les blocs pleins.

### 3.3.2 Exécution

Les joints verticaux entre les petits éléments doivent toujours être remplis.

Les joints de fractionnement, doivent être vides de tout matériau. Leur largeur minimale est de 4 cm.

### 3.3.3 Maçonneries chaînées ou béton banché

#### 3.3.3.1 Principe

Pour l'application du présent document, on appelle "maçonneries chaînées" les structures porteuses réalisées avec les matériaux cités à l'article 3.3.1 ci-avant et comportant des chaînages en béton armé :

\* Horizontaux :

- au niveau bas (article 3.2.1) ;
- au niveau de chaque plancher ;
- au niveau du contreventement du haut des murs, en l'absence de plancher sous comble.

\* Verticaux, au moins :

- en bordure des panneaux de contreventement (cf. art. 2.8)
- à tous les angles saillants ou rentrants de la construction ;
- aux jonctions des murs ;
- encadrant les ouvertures de hauteur supérieure ou égale à 1,80 m.

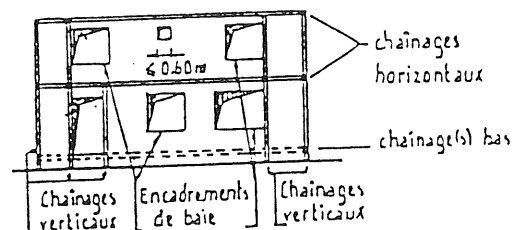


Figure 14

avec les dispositions complémentaires énoncées ci-après (figure 14).

Ces chaînages sont réalisés après exécution de la maçonnerie de petits éléments. Ils peuvent être coulés dans les alvéoles prévus à cet effet. Ils sont incorporés dans les parois en béton banché.

#### 3.3.3.2 Caractéristiques géométriques

Epaisseurs brutes minimales des parties de maçonnerie, façade ou refend, prises dans le décompte du contreventement (cf. art. 2.8) :

10 cm pour les murs en éléments pleins ou en béton banché,  
20 cm pour les murs en éléments creux, ou en éléments pleins de béton cellulaire.

Les panneaux sans ouverture assurant le contreventement doivent satisfaire, entre chaînages parallèles, aux conditions suivantes :

- dimensions inférieures ou égales à 5 m,
- superficie inférieure ou égale à 20 m<sup>2</sup>,
- longueur de la diagonale inférieure ou égale à :

40 fois l'épaisseur brute pour les murs en éléments pleins,  
25 fois l'épaisseur brute pour les murs en éléments creux.

*Dans un panneau, il est toléré un (seul) percement de diamètre inférieur ou égal à 20 cm, situé à plus de 30 cm des diagonales du panneau.*

Aucun élément de mur ne doit présenter de bord libre en maçonnerie. Dans les parties ne participant pas au contreventement, les chaînages verticaux ne doivent pas être distants les uns des autres de plus de 5 m (figure 15).

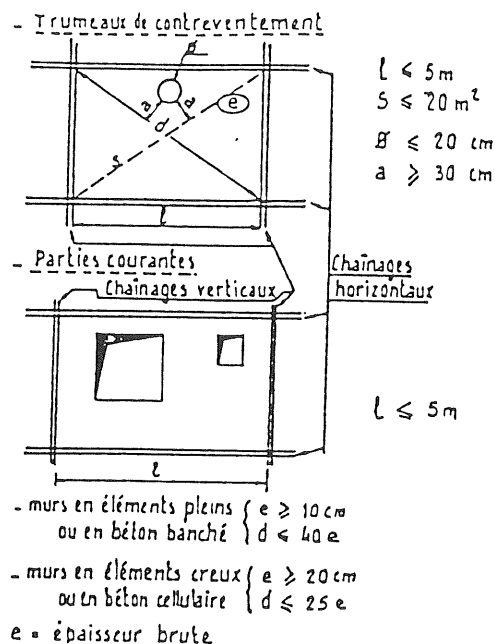


Figure 15

### 3.3.3.3 Chaînages horizontaux

Les chaînages horizontaux périphériques doivent régner sur au moins les 3/5 de l'épaisseur de la paroi d'épaisseur supérieure ou égale à 30 cm et sur au moins 1/3 de l'épaisseur des autres parois (figure 16).

Les chaînages horizontaux intérieurs à la construction doivent régner sur toute l'épaisseur des parois.

Ces chaînages doivent avoir une hauteur minimale de 15 cm ; leur armature longitudinale doit être composée d'au moins une barre dans chaque angle, soit 4 barres, en acier à haute adhérence de nuance Fe E 500 et de diamètre  $\varnothing 8$  en zone Ia,  $\varnothing 10$  en zone Ib et  $\varnothing 12$  en zone II (figure 17).

L'espacement de deux barres d'une même nappe horizontale ne doit pas excéder 20 cm.

*Dans certains cas (par exemple en plancher sous comble, ou en toiture terrasse), le DTU 20.1 impose, en situation normale, une section d'armatures de chaînage plus importante.*

- Pour la réalisation de ces chaînages, il est rappelé que leur épaisseur doit être adaptée pour satisfaire aux prescriptions d'enrobage des armatures.
- Pour les murs dont l'épaisseur nécessite plus de 4 barres, les armatures supplémentaires pourront être du diamètre immédiatement inférieur à celui des barres d'angle, indiquées ci-dessus.

Tout chaînage horizontal doit comporter des armatures transversales d'espacement au plus égal à la hauteur du chaînage sans excéder 25 cm.

Les longueurs de recouvrement et d'ancrage doivent être au moins de 50 diamètres pour les ronds lisses de nuance Fe E 235 et pour les aciers à haute adhérence de nuance Fe E 500.

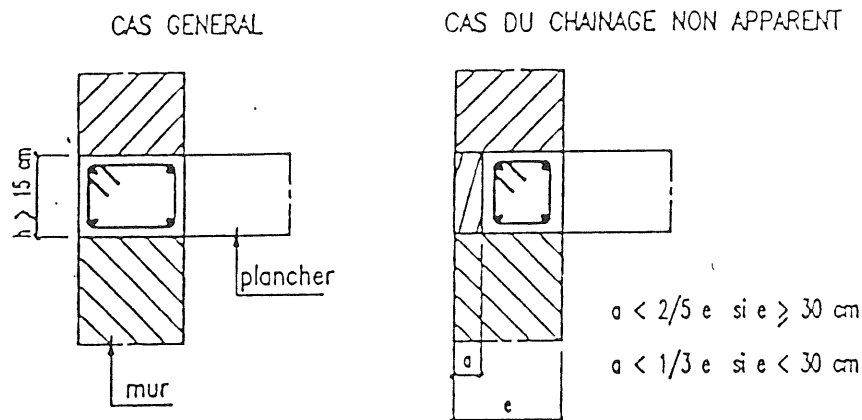


figure 16

ARMATURES LONGITUDINALES: minimum 4 barres Fe E 500

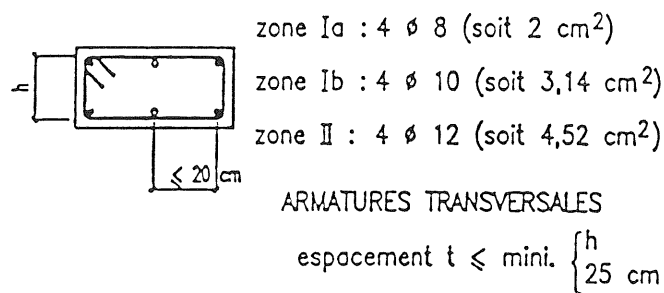


figure 17

### 3.3.3.4 Chaînages verticaux

Les chaînages verticaux doivent répondre aux mêmes règles que les chaînages horizontaux en ce qui concerne les sections de béton et les armatures longitudinales et transversales.

Toutefois, lorsque la hauteur des chaînages verticaux, de nu à nu des chaînages horizontaux, est inférieure à 3 m les dispositions ci-après sont acceptables (figure 18) :

- a) Les chaînages peuvent être réalisés par coulage du béton dans les alvéoles d'éléments creux en terre cuite ou en béton ou d'éléments pleins de béton cellulaire, de formes appropriées. Ces alvéoles doivent permettre de réaliser des chaînages de section sensiblement carrée, ou circulaire, de dimensions minimales :

10 x 10 cm ou  $\varnothing 12 \text{ cm}$  en zones Ia et Ib,  
12 x 12 cm ou  $\varnothing 14 \text{ cm}$  en zone II

- b) Les chaînages situés en partie courante peuvent ne comporter que 2 armatures de section totale égale à la section des armatures des chaînages horizontaux. La distance d'axe en axe de deux barres voisines ne doit pas être inférieure à 5 cm.

- c) Pour les chaînages renforcés visés à l'article 2.2.2, la section des armatures prévues à l'article 3.3.3.3. est majorée 50 %.

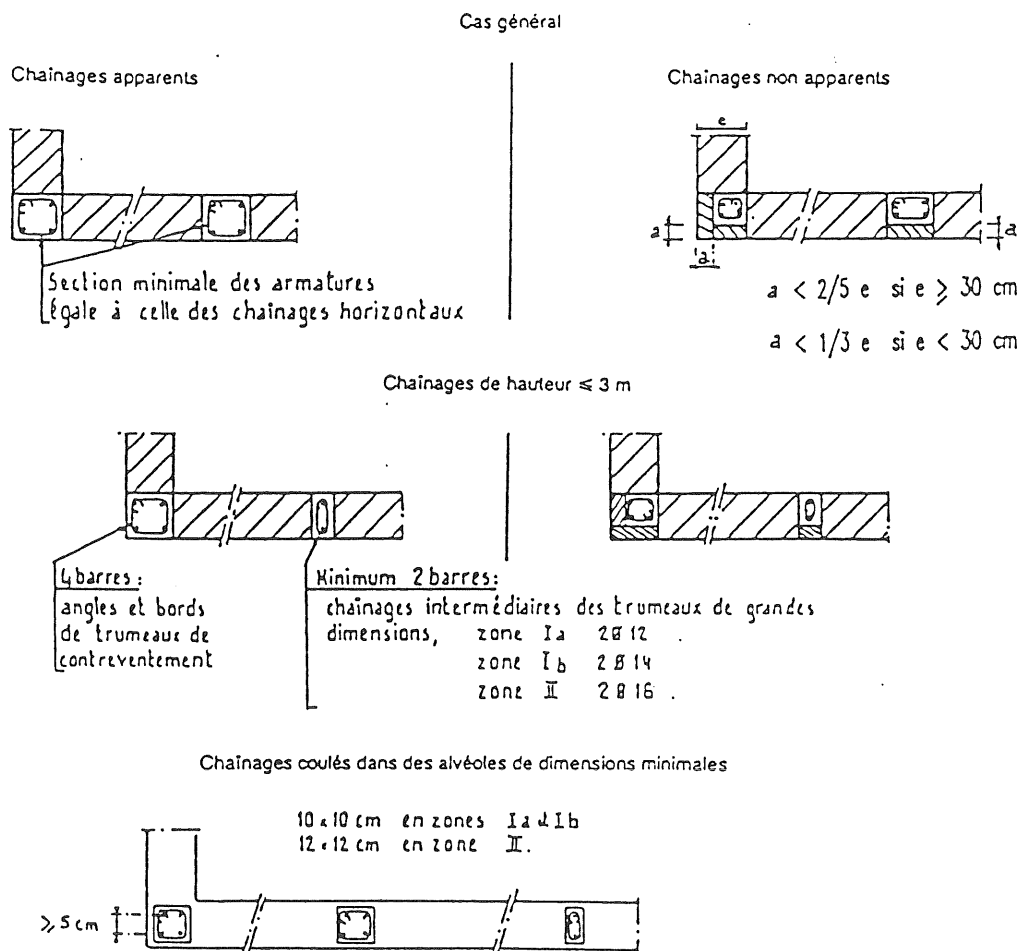


Figure 18

### 3.3.3.5 Liaisons entre chaînages

La continuité et le recouvrement des armatures des divers chaînages concourants en un même noeud doivent être assurés dans les trois directions. Les dispositions adoptées ne doivent donner lieu à aucune poussée au vide (figure, 19 et 20).

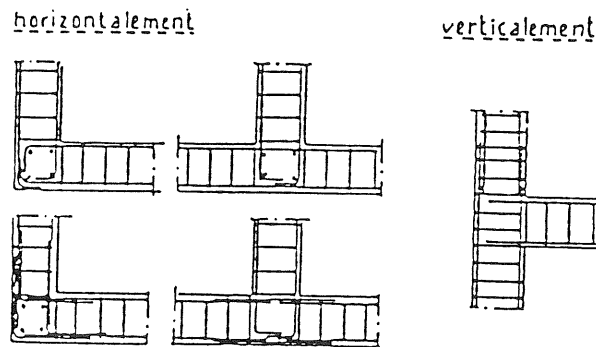
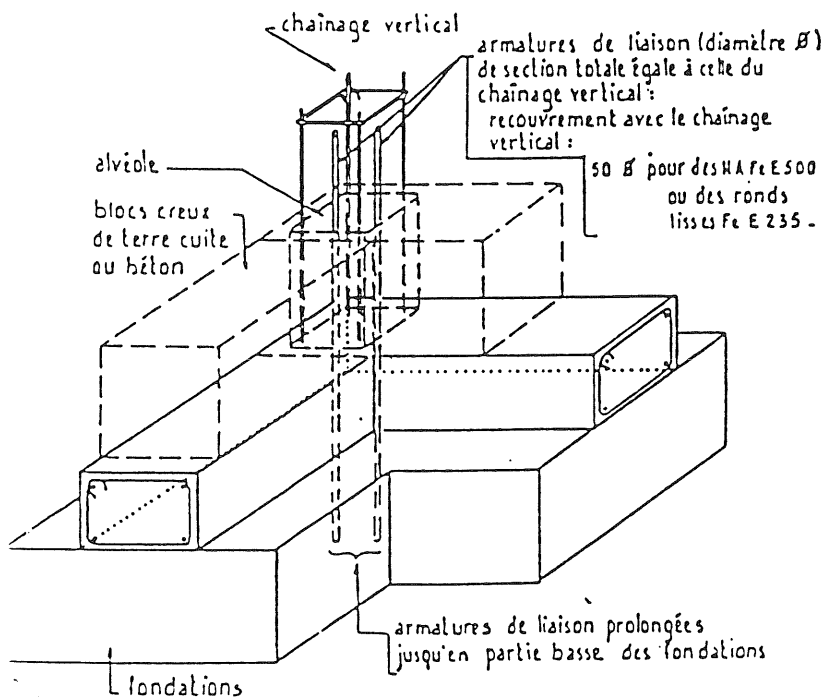


figure 19 – Exemples de noeuds de chaînage

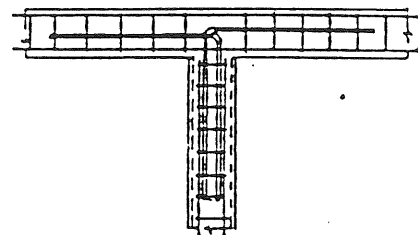
#### - Principe et cas de liaison avec les fondations.



Pour les différents cas de liaison avec les fondations : voir les exemples des articles 2 et 3 du chapitre III ci-avant.

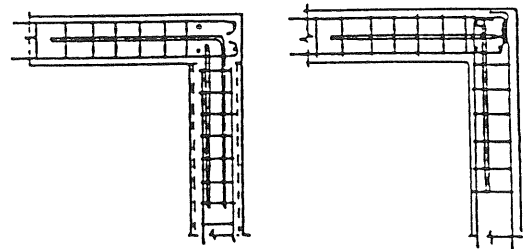
Pour les noeuds de chaînages horizontaux voir ci-dessus.

#### - Cas de la liaison avec un chaînage haut. Partie courante (élévation)



Angle (élévation)

Angle (vue en plan)



#### - Cas de la liaison au niveau d'un chaînage intermédiaire

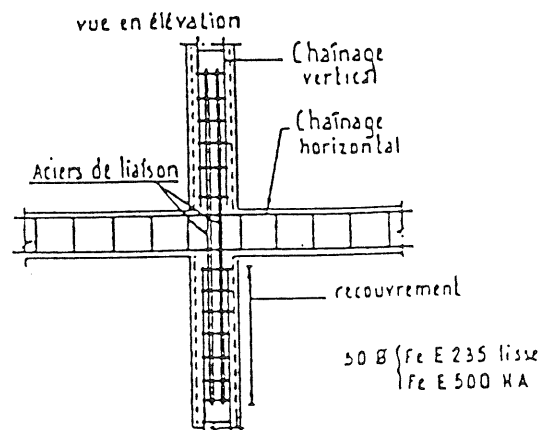


Figure 20 – Exemples de liaison avec un chaînage vertical réalisé dans des alcôves

### 3.3.3.6 Encadrement des baies

Les baies de dimensions supérieures à 0,60 m, situées dans les parties de la construction autres que les voiles de contreventement, doivent recevoir un encadrement, mécaniquement continu aux angles, à moins qu'elles soient comprises entre deux lits d'armatures horizontales conformes à la description donnée à l'article 3.3.4.2, de section minimale calculée sur la hauteur de l'ouverture.

Dans le cas d'un encadrement en béton armé, on doit disposer sur chaque côté des ouvertures deux armatures en acier de nuance Fe E 500 et de diamètre 8 mm en zone Ia, 10 mm en zone Ib et 12 mm en zone II. L'épaisseur minimale du béton de l'encadrement doit être de 5 diamètres des armatures sans être inférieure à 4 cm (figure 21).

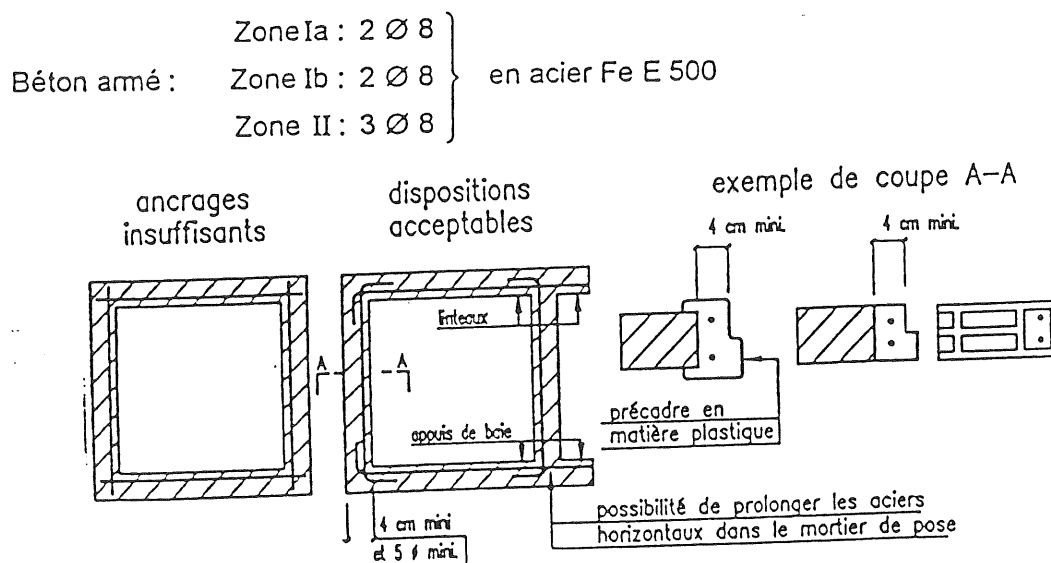
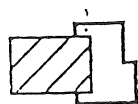


Figure 21

Pour présenter une résistance suffisante, les sections des encadrements en métal ou en bois sont les suivantes :

Métal : précadre soudé aux angles (figure 22) de section :  $1,00 \times \frac{500}{f_e} \text{ cm}^2$  en zones Ia et Ib



$1,50 \times \frac{500}{f_e} \text{ cm}^2$  en zone II

Figure 22

$f_e$  étant la limite d'élasticité, exprimée en MPa, de l'acier du précadre.

Bois : sections minimales

|                                 |
|---------------------------------|
| en zone Ia : 10 cm <sup>2</sup> |
| en zone Ib : 10 cm <sup>2</sup> |
| en zone II : 16 cm <sup>2</sup> |

En outre, les précadres doivent présenter aux angles une résistance égale à celle en leur partie courant.

### 3.3.3.7 Murs dans la hauteur des combles

Un chaînage doit être réalisé en partie haute des murs (murs pignons, murs intermédiaires), suivant le rampant. Les caractéristiques de ce chaînage sont identiques à la moitié de celles des chaînages prévus à l'article 3.3.3.3.

### 3.3.4 Maçonneries chaînées et armées horizontalement

#### 3.3.4.1 Principe

Il s'agit de maçonneries chaînées (article 3.3.3) pour lesquelles des lits d'armatures sont disposés dans les joints horizontaux en plus des chaînages verticaux et horizontaux.

Les dispositions prévues à l'article 3.3.3 ci-avant sont applicables. En zones Ia et Ib les chaînages horizontaux au niveau de chaque plancher peuvent être remplacés par un lit d'armatures identique à ceux disposés dans les joints. En zone II, la moitié au moins de la section des chaînages horizontaux est conservée au niveau de chaque plancher. Cette disposition n'autorise pas à diminuer la section courante d'armatures, spécifiée à l'art. 3.3.4.2.

#### 3.3.4.2 Dispositions constructives

Les lits horizontaux d'armature doivent comporter au moins deux barres, parallèles et préassemblées par soudure, reliant les chaînages verticaux, ancrées correctement dans ceux-ci, et placées au voisinage de chaque parement.

La distance maximale, entre lits horizontaux doit être de 50 cm (figure 23).

La section minimale des armatures par tranche de 1 m de hauteur de mur doit être de :

$$\left. \begin{array}{l} 0,50 \text{ cm}^2 \text{ en zone Ia} \\ 0,75 \text{ cm}^2 \text{ en zone Ib} \\ 1,25 \text{ cm}^2 \text{ en zone II} \end{array} \right\} \text{ en acier Fe E 500}$$

*Il est rappelé que les armatures des maçonneries armées sont protégées contre la corrosion (voir les règles professionnelles simplifiées "Maçonneries armées dans les joints horizontaux").*

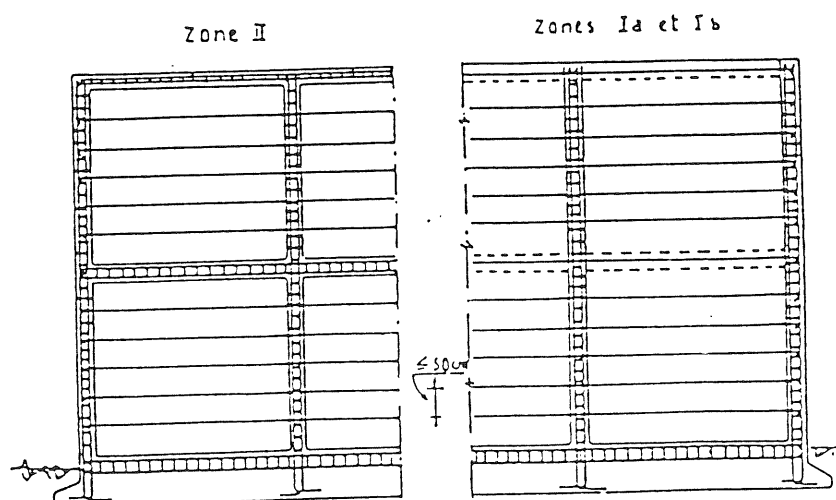


figure 23

### 3.3.5 Poteaux en béton armé

Pour les poteaux isolés en béton armé, ne participant pas au contreventement, aucune disposition constructive particulière n'est requise si leurs dimensions minimales sont de 18 x 18 cm.

*Il s'agit par exemple des poteaux intérieurs lorsque les façades assurent le contreventement, des poteaux situés entre deux ouvertures d'une façade ayant des trumeaux assurant le contreventement, des poteaux supportant des auvents de faible portée.*

## 3.4 Structures préfabriquées en grands panneaux en béton

### 3.4.1 Généralités

Ce chapitre concerne les procédés répondant aux prescriptions du DTU 22.1.

### 3.4.2 Dispositions constructives

Une liaison mécanique continue doit être réalisée sur toute la hauteur de la construction depuis le niveau des fondations.

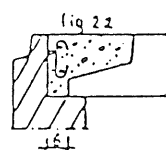
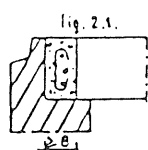
Cette liaison doit être réalisée soit par des chaînages en béton armé coulés dans les joints verticaux entre panneaux ou incorporés aux panneaux le long des joints avec réalisation de la continuité entre panneaux, soit par toute disposition conforme au DTU 22.1. De plus, cette liaison doit être capable de transmettre des efforts verticaux au moins égaux à ceux pouvant être transmis par les chaînages verticaux, résultant des sections minimales d'armatures données ci-après (figure 24).

La section minimale des armatures des chaînages horizontaux et verticaux, en acier à haute adhérence de nuance Fe E 500, doit être de :

- 1,5 cm<sup>2</sup> en zone Ia
- 2,2 cm<sup>2</sup> en zone Ib
- 3,0 cm<sup>2</sup> en zone II

Les longueurs de recouvrement et d'ancrage doivent être au moins de 50 diamètres pour les ronds lisses de nuance Fe E 235 et les aciers à haute adhérence de nuance Fe E 500.

- Châînages horizontaux bétonnés en œuvre :



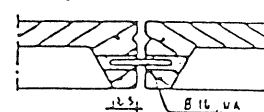
SECTION MINIMALE D'ARMATURES

zone I<sub>a</sub> : 2 B 10 Fe E 500

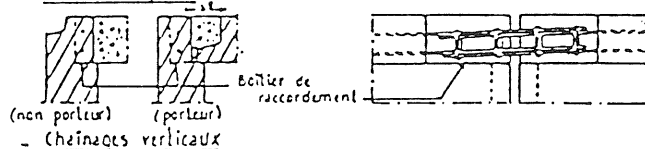
zone I<sub>b</sub> : 2 B 12 Fe E 500

zone II : 2 B 14 Fe E 500

- Châînages verticaux incorporés

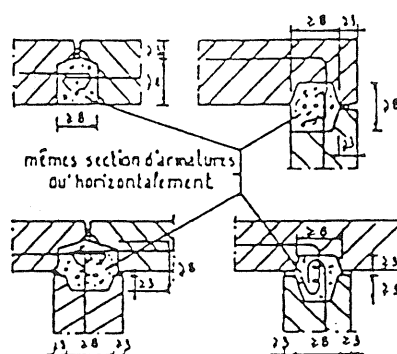
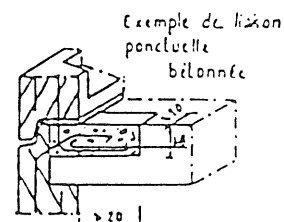


- Châînages horizontaux incorporés aux panneaux préfabriqués en tout ou partie :



(non porteur) (porteur)

- Châînages verticaux



Armatures verticales prolongées jusqu'aux fondations

- Liaisons ponctuelles soudées ou boulonnées

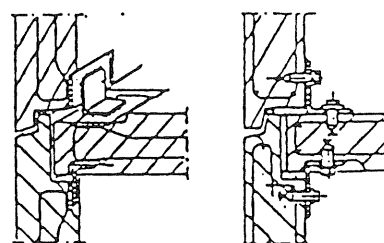


figure 24 — Rappel des dispositions constructives et compléments pour protections parasismiques

### 3.5 Maisons à ossature en bois

#### 3.5.1 Généralités

Les constructions faisant l'objet du présent document doivent être réalisées conformément au DTU 31.2, avec les dispositions complémentaires précisées ci-après à l'article 3.5.2, destinées à assurer la stabilité en zone sismique.

*L'attention est attirée sur la réalisation du monolithisme des maisons à ossature en bois à l'aide de liaisons entre toiture et ossature, entre ossature et fondations et entre les éléments d'ossature aussi bien verticalement qu'horizontalement en particulier dans les angles.*

*Pour les façades, il est préférable d'utiliser des bardages légers plutôt que des maçonneries de doublage.*

#### 3.5.2 Stabilité

Si a et b sont les dimensions en plan de la construction (ou celles du plus grand rectangle inscrit) avec  $b \leq a$  :

\* Contreventement longitudinal :

- si  $b/a \geq 0,50$  : aucune disposition particulière n'est nécessaire si la stabilité est assurée sous l'action du vent pour une pression dynamique de base extrême de  $0,875 \text{ kN/m}^2$  en zones Ia et Ib et de  $1,225 \text{ kN/m}^2$  en zone II (figure 25).

$$b \leq a$$

$$0,50 \leq \frac{b}{a} \leq 1$$

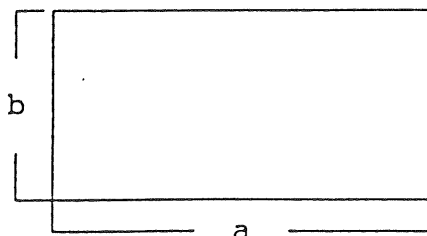


Figure 25

- si  $b/a < 0,50$  : les éléments de contreventement doivent être tels, que si on divise la construction en blocs élémentaires présentant chacun un rapport  $b_n/a_n \geq 0,50$ , chacun de ces blocs soit stable sous l'action du vent pour une pression dynamique de base extrême de  $0,875 \text{ kN/m}^2$  en zones Ia et Ib et de  $1,225 \text{ kN/m}^2$  en zone II (figure 26).

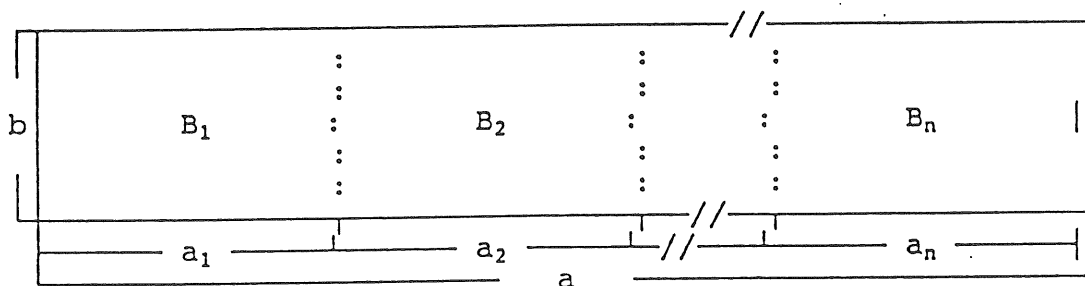


Figure 26

*Calcul sous action sismique d'axe longitudinal ou découpage en blocs fictifs  $B_1 - B_2 - \dots - B_n$  chacun de rapport  $b/a_n \geq 0,50$  et dispositions assurant le contreventement total des  $n$  blocs.*

*Le cas des constructions pour lesquelles  $b/a < 0,50$  vise la construction de maisons individuelles accolées, dites "en bande".*

\* Contreventement transversal :

Aucune disposition particulière n'est nécessaire si la stabilité est assurée sous l'action du vent pour une pression dynamique de base extrême de  $0,875 \text{ kN/m}^2$  en zones Ia et Ib et de  $1,225 \text{ kN/m}^2$  en zone II.

### 3.6 Maisons à ossature en acier

#### 3.6.1 Généralités

Ce chapitre traite des constructions réalisées suivant les normes et DTU en vigueur pour la construction métallique.

Les structures métalliques mixtes comportant des systèmes de contreventement de raideurs notablement différentes ne sont pas visées par la présente norme.

Les structures comportant une ossature sur sous-sol maçonné ou en béton banché sont visées par la présente norme dans la mesure où il existe un plancher lourd chaîné, situé en tête de la zone maçonnée, et à condition que l'ossature soit liée aux fondations conformément aux spécifications de l'article 3.2.2.

Les Règles particulières à respecter, en plus des règles des articles 3.1 et 3.2, sont indiquées ci-après.

#### 3.6.2 Règles particulières

##### 3.6.2.1 Assemblages

L'attention est attirée sur l'importance toute particulière qu'il convient d'attacher à l'étude des assemblages.

Les joints par contact direct ne sont pas admis en construction parasismique (ancrage minimal prévu à l'article 3.2.2).

##### 3.6.2.2 Stabilité

La stabilité des constructions étant vérifiée vis-à-vis des actions dues au vent, aucune autre disposition n'est à prendre si

$$L \leq \frac{18 H W_n}{K (G + \psi Q)}$$

Dans le cas contraire, la stabilité sous l'action des séismes doit être vérifiée selon les règles générales (Règles PS.92 - Norme NF P 06.013).

Les notations sont les suivantes :

avec :

G : charge permanente (kN/m<sup>2</sup>) au niveau de chaque plancher, comprenant le poids des murs ramené au m<sup>2</sup> de plancher ;

Q : charge d'exploitation (kN/m<sup>2</sup>) ;

$\psi$  : coefficient de simultanéité, valant 0,2 pour le plancher haut du rez-de-chaussée et, s'il y a lieu, 0,3 pour le plancher haut de l'étage ;

$W_n$  : pression dynamique de base normale du vent ( $\text{kN/m}^2$ ) définie par les règles NV 65 (remplacée par  $W_n = 1,5 W_{\text{réf}}$ ,  $W_{\text{réf}}$  étant la pression dynamique de référence lorsque les règles NV65 seront révisées) .

H : hauteur d'un étage ;

L : longueur de la construction dans la direction considérée ;

K : coefficient donné dans le tableau ci-dessous :

| Mode de sollicitation                                                       | Zone II | Zone Ib | Zone Ia |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| Charges permanentes + charges d'exploitation + vent : (exemple : figure 27) | 0,07    | 0,04    | 0,03    |
| Vent seul : (exemple : figure 28)                                           | 0,10    | 0,06    | 0,04    |

- Les éléments sollicités par le vent seul sont par exemple les diagonales d'une palée avec croix de St. André (exemple : figure 28).
- Il est rappelé que le vent et le séisme ne sont pas considérés simultanément dans les combinaisons de calcul.
- A titre d'exemple, un bâtiment de dimensions en plan  $7 \times 10 \text{ m}$ , de charge  $(G + \psi Q) = 5 \text{ kN/m}^2$ , ne nécessite pas de vérification au séisme si la stabilité au vent est assurée dans la direction  $7 \text{ m}$ , non chargée.

Schémas donnés en exemples :

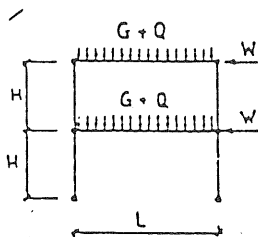


Fig. 27 - Portique à "nœuds rigides"

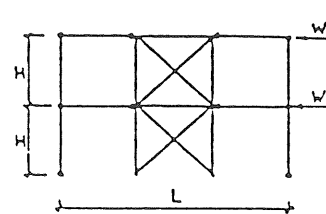


Fig. 28 - Portique contreventé par palée de stabilité

### 3.6.2.3 Baies et ouvertures

Les baies et ouvertures doivent être placées dans une file de panneaux comportant au moins un contreventement dont la raideur évite d'aggraver les distorsions des portiques.

### 3.7 Planchers

#### 3.7.1 Généralités

Lors d'un séisme, les planchers ont pour rôle, outre leur fonction d'éléments porteurs vis-à-vis des charges verticales :

- d'une part, de former diaphragme dans leur plan afin de transmettre les efforts sismiques horizontaux aux éléments verticaux de contreventement.
- d'autre part, de maintenir la liaison entre les divers éléments de la structure (fonctionnement en buton et tirant principalement assuré par les poutrelles) afin d'assurer le monolithisme de la construction.

Pour cela les articles qui suivent indiquent les dispositions à adopter pour assurer leur monolithisme ainsi que leur indéformabilité.

Les planchers métalliques ou en bois posés sur des murs en béton ou en maçonnerie de petits éléments doivent être mécaniquement liés à leurs supports.

#### 3.7.2 Planchers nervurés en béton (planchers à poutrelles)

##### 3.7.2.1 Fonction diaphragme

La fonction diaphragme est assurée par la présence d'une table de compression coulée en oeuvre sur toute la surface du plancher ; cette table doit avoir une épaisseur au moins égale à 5 cm (4 cm si elle est coulée sur des entrevous en béton ou en terre cuite) et elle doit être armée 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  $1 \text{ cm}^2/\text{m}$ , et la section des aciers de répartition, parallèles à la portée des poutrelles, au moins égale à  $0,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

L'ancrage total du treillis soudé sur les appuis de rive est obtenu en disposant :

- soit trois soudures plus une demi-maille du treillis soudé, au dessus des appuis (fig. 29) ;
- soit d'une longueur d'ancrage majorée de 30 %, des fils HA constitutifs du treillis soudé ;
- soit un recouvrement d'armatures HA dont les longueurs de scellement nominal et de recouvrement sont majorées de 30 % (fig. 30).

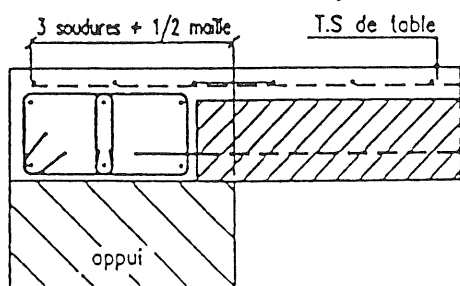


Figure 29

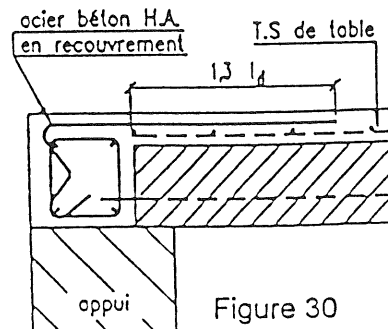


Figure 30

La continuité du treillis soudé en partie courante ou sur appui intermédiaire est obtenue soit par des recouvrements de barres dont la longueur d'ancrage est majorée de 30 %, soit par recouvrement de 4 soudures de treillis soudé.

La dalle de compression coulée en oeuvre peut être supprimée à condition d'adopter les dispositions suivantes :

- les entrevous utilisés sont des entrevous porteurs en béton ou en terre cuite, à table de compression incorporée, et jointoyés ;
- des nervures, de section minimale  $160 \text{ cm}^2$ , formant chaînages, sont disposées perpendiculairement à la portée des poutrelles, à l'espacement maximal de 2 mètres ; ces nervures comportent des armatures dont la section est de  $2 \text{ cm}^2$  au minimum et dont les recouvrements, s'il y en a, ont leur longueur majorée de 30 % ;
- des armatures sont disposées au dessus des poutrelles et parallèlement à celles-ci, au droit des appuis intermédiaires, avec une section au moins égale à  $1 \text{ cm}^2/\text{m}$  de largeur de plancher et une longueur de part et d'autre de l'appui égale à la longueur de recouvrement majorée de 30 % et augmentée de la hauteur de la poutrelle.

*Dans les cas courants, cette prescription conduit à placer 1Ø10 HA au dessus de chaque poutrelle (entraxe 60 cm), de longueur 1,50 m centrée sur l'appui.*

#### Cas d'existence de 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 des armatures complémentaires soient disposées de chaque côté de la trémie, de section égale à celle des armatures coupées par la trémie ; dans les autres cas (plusieurs trémies ou trémie de plus grandes dimensions), une partie du diaphragme peut être neutralisée et il faut justifier le cheminement des efforts dans les parties pleines en assurant un fonctionnement à treillis ou en voûtes.

*Ne sont pas visées les trémies dont le plus grand côté n'excède pas 50 cm de longueur.*

#### 3.7.2.2 Fonction liaison assurée par les poutrelles

##### a/ - Principe

Dans la direction des poutrelles, le plancher doit présenter en tout point une capacité de résistance ultime à la traction de  $75 \text{ kN/m}$  de largeur, au minimum, en situation accidentelle, assurée par des armatures existantes ou ajoutées, continues ou en recouvrement, disposées dans les poutrelles ou dans la table de compression.

Les recouvrements 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.

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 %.

#### b/ - Dispositions particulières aux appuis de rive

Les armatures des poutrelles doivent être ancrées dans les chaînages en majorant de 30 % les longueurs d'ancrage déterminées en situation non sismique. A défaut, on doit disposer à l'extrémité de chaque poutrelle une épingle à plat, dont la boucle est approchée le plus possible du parement extérieur du chaînage, située à la mi-hauteur du chaînage, dont les branches sont longues d'au moins 50 cm, constituée d'acier HA de classe Fe E 500 et de diamètre :

- Ø6 en zones Ia et Ib de séismicité,
- Ø8 en zone II de séismicité,

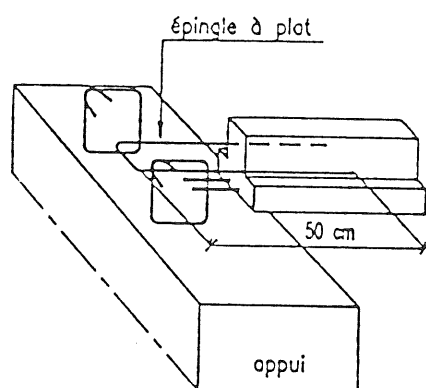


Figure 31

#### c/ - Monolithisme des nervures :

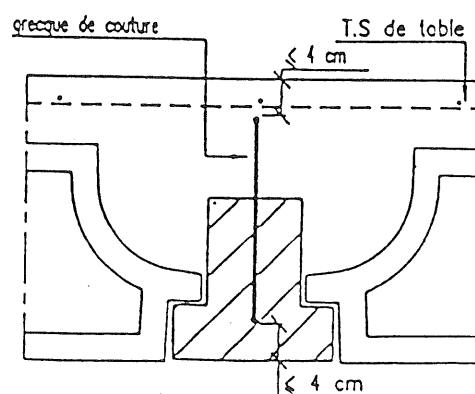
en zones Ia et Ib de séismicité, et pour autant que le béton coulé en oeuvre présente une résistance caractéristique  $f_{c28}$  au moins égale à 25 MPa, les seules vérifications relatives au monolithisme sont celles prévues en situation non sismique.

En zone II de séismicité, des armatures transversales de couture doivent régner sur la hauteur des nervures dans les conditions suivantes :

- être disposées sur au moins les tiers extrêmes des portées des poutrelles ;
- présenter des enrobages supérieur et inférieur au plus égaux à 4 cm (figure 32).

*Cette disposition permet de placer des grecques de dimensions minimales) lorsqu'elles ne sont pas nécessaires en situation non sismique.*

figure 32



Dans le cas des poutrelles en treillis métallique soudé à base préenrobée, l'exigence précédente d'armer les nervures sur leur hauteur en zone II de séismicité peut être satisfaite par l'ajout de poutrelles (raidisseur métallique) superposées, de hauteur adaptée, respectant la règle d'enrobage maximale de 4 cm en partie haute (Fig. 33).

*Cette superposition de raidisseurs métalliques est considérée suffisante pour assurer le recouvrement des armatures transversales grâce à l'effet de frettage du béton situé à l'intérieur du dièdre formé par ces raidisseurs. Ceci exclut l'emploi d'une seule nappe latérale de grecque.*

Cette disposition de raidisseurs superposés peut permettre, en variante de l'épingle à plat, d'assurer l'ancrage majoré des poutrelles dans les chaînages (prescription énoncée en b) ci-avant) sous réserve d'avoir au moins un noeud d'assemblage inférieur et un noeud d'assemblage supérieur du raidisseur à l'intérieur du volume de chaînage limité par ses armatures filantes.

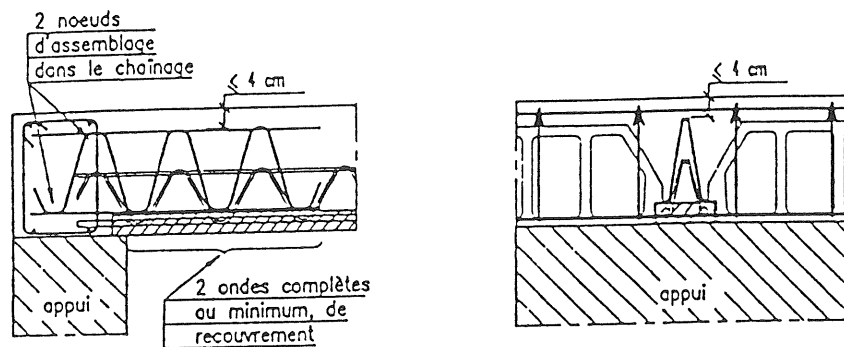


Figure 33

Pour les planchers sur vide sanitaire, la règle précédente ne s'applique pas, même en zone II de séismicité.

*En matière d'armatures transversales des planchers sur vide sanitaire, les seules vérifications à faire sont celles exigées en situation non sismique.*

### 3.7.3 Planchers dalles pleines constitués à partir de prédalles préfabriquées

#### 3.7.3.1 Fonction diaphragme

La fonction diaphragme est assurée par le plancher armé dans les deux directions horizontales par les armatures des prédalles (section A<sub>1</sub>), complétées s'il y a lieu par des armatures (section A<sub>3</sub>) ajoutées dans le béton coulé en place, à condition d'assurer la continuité des armatures de répartition par un recouvrement au droit des joints entre prédalles voisines, par des armatures ajoutées (barres HA perpendiculaires au joint ou bande de treillis soudé de section A<sub>2</sub>). Les sections A<sub>1</sub> + A<sub>3</sub> éventuellement et A<sub>2</sub> + A<sub>3</sub> éventuellement représentent au moins 0,7 cm<sup>2</sup>/m (Fig. 34).

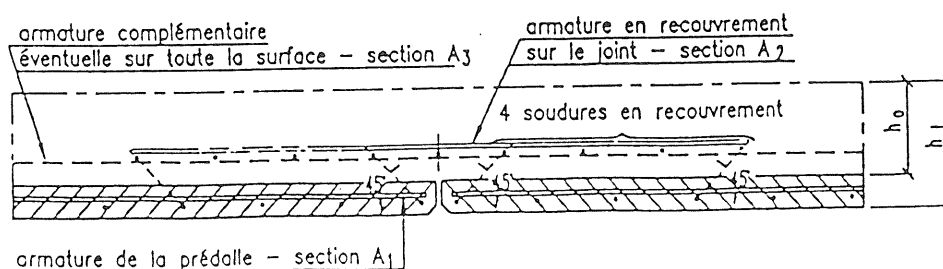


Figure 34. Coupe transversale sur joint

Toutes ces armatures doivent être prolongées dans les chaînages où elles sont ancrées avec majoration de 30 % de leur longueur d'ancrage déterminée en situation non sismique.

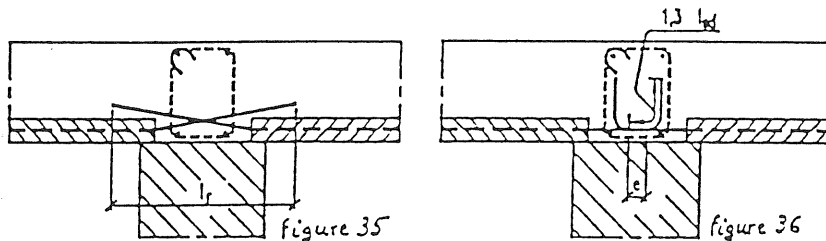
Dans le cas non porteur, les armatures de répartition des prédalles doivent être ancrées dans des chaînages latéraux ; ceci peut être réalisé par des armatures placées en recouvrement dans des conditions similaires à celles prévues en recouvrement des joints courants.

#### Continuité mécanique au droit des appuis intermédiaires.

La fonction diaphragme doit être assurée au droit des appuis intermédiaire. Ceci peut être réalisé par l'une ou l'autre des trois dispositions suivantes.

##### a) Recouvrement direct des armatures des prédalles (fig. 35 et 36)

Cette disposition est utilisable en toutes zones de séismicité.



Les deux schémas ci-dessus montrent deux réalisations possibles de cette disposition, avec les conditions suivantes :

Pour la figure 35 : la condition sur la longueur du recouvrement est  $l_r \geq 1,3 \ell_{sd} + d_{\max}$ ,  $\ell_{sd}$  étant la longueur de scellement des armatures et  $d_{\max}$  le demi espacement des armatures.

Pour la figure 36 : la condition sur la longueur de recouvrement horizontal "e", mesurée entre les naissances des courbures, est  $e \geq 10 \varnothing + d_{\max}$ , et la longueur de la partie verticale augmentée de celle de la partie courbe et  $e$  doit être  $\geq 1,3 \ell_{sd}$ .

Dans ces deux cas, la section des armatures en recouvrement doit être au moins égale à  $1 \text{ cm}^2/\text{m}$  de largeur de plancher.

##### b) Recouvrement par les armatures de continuité placées en "chapeau" (fig. 37).

Cette disposition est utilisable seulement en zones Ia et Ib de séismicité.

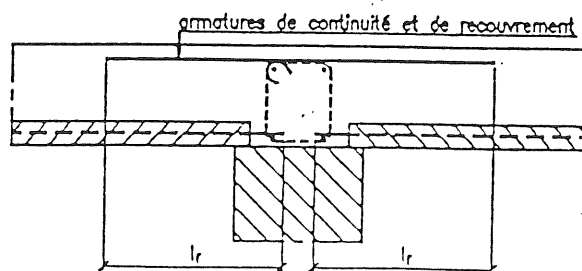


figure 37.

Les longueurs de recouvrement  $\ell_r$  doivent satisfaire conventionnellement la relation :

$$\ell_r \geq 1,3 \ell_{sd} + h \quad \text{avec } \ell_{sd} \text{ définie en a) et } h \text{ la hauteur totale du plancher.}$$

c) Recouvrement par des armatures placées au-dessus des prédalles (Fig.38).

Cette disposition est utilisable en toutes zones de sismicité

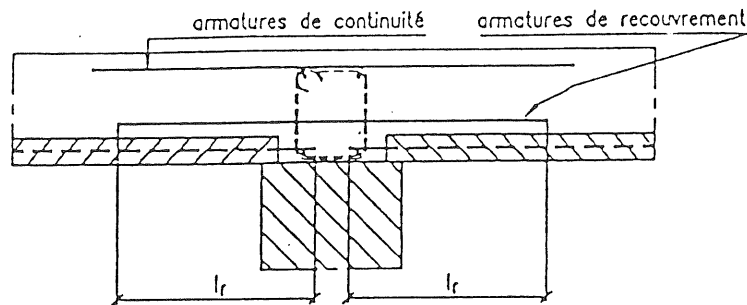


Figure 38

La section des armatures en recouvrement doit être au moins égale à  $1 \text{ cm}^2/\text{m}$  de largeur de plancher et leur longueur de recouvrement  $l_r$  doit être au moins égale à la longueur normale de recouvrement, majorée de 30 % et augmentée conventionnellement de la hauteur du plancher.

Cas d'existence de 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 des armatures complémentaires soient disposées de chaque côté de la trémie, de section égale à celle des armatures coupées par la trémie.

*Ne sont pas visées les trémies dont le plus grand côté n'excède pas 50 cm de longueur.*

### 3.7.3.2 Fonction liaison assurée par les prédalles

a/ - Principe

Dans la direction de sa portée, le plancher doit présenter en tout point une capacité de résistance ultime à la traction de  $75 \text{ kN/m}$  de largeur, au minimum, en situation accidentelle, assurée par des armatures existantes ou ajoutées, continues ou en recouvrement, disposées dans les prédalles ou dans la table de compression.

Les recouvrements 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.

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 %.

#### b/ - Dispositions particulières aux appuis de rive

Les armatures des prédalles doivent être ancrées dans les chaînages en majorant de 30 % les longueurs d'ancrages déterminées en situation non sismique. A défaut, on doit disposer dans le béton coulé en oeuvre, à 1 cm au dessus de prédalles, une bande de treillis soudé ou des aciers HA, en recouvrement avec les armatures des prédalles (en tenant compte du décalage de niveau et en majorant de 30 % les longueurs de recouvrement déterminées en situation non sismique). Ces armatures de complément doivent être dimensionnées pour ancrer la part complémentaire à l'effort déjà ancré par les armatures des prédalles, pour atteindre l'effort total majoré à ancrer, défini ci-avant.

#### c/ - Monolithisme du plancher

en zones Ia et Ib de séismicité, et pour autant que le béton coulé en oeuvre présente une résistance caractéristique  $f_{c28}$  au moins égale à 25 MPa, les seules vérifications relatives au monolithisme sont celles prévues en situation non sismique.

En zone II de séismicité, des armatures de couture entre prédalles et béton coulé en oeuvre doivent régner sur les tiers extrêmes des portées et tout le long des rives des prédalles, et respecter les conditions suivantes :

- 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 doit pas excéder  $h_t$ , à moins que les coutures soient réalisées par des raidisseurs métalliques ;
- les armatures de couture (grecques ou raidisseurs métalliques) doivent être dimensionnées pour ancrer verticalement un effort de  $10 \text{ t} / \text{m}^2$  de plancher dans les zones concernées.
- les armatures de couture placées en rive, sont identiques à celles placées dans les zones de tiers extrêmes des portées ; elles ne doivent pas être distantes de la rive de plus de 30 cm.

Ces armatures de couture ne sont pas exigées pour les planchers sur vide sanitaire.

*En matière d'armatures transversales des planchers sur vide sanitaire, les seules vérifications à faire sont celles exigées en situation non sismique.*

#### 3.7.4 Dallages sur terre-plein

Ils peuvent jouer un rôle de diaphragme et de liaison entre les têtes de fondation si aucun désordre ne survient du fait de la solidarisation du dallage avec la structure. Ceci est possible seulement dans le cas de sol dénué de tout risque de tassement. Dans le cas des sols pour lesquels un tel risque n'est pas exclu, il est nécessaire de prévoir un réseau de longrines reliant les fondations, indépendant du dallage.

#### 3.7.5 Planchers en bois dans les bâtiments en béton ou en maçonnerie

Dans un bâtiment, les planchers en bois des combles, doivent assurer un rôle de diaphragme. Pour cela, leurs dispositions constructives et les fixations des éléments doivent assurer la rigidité en plan. A défaut, des triangulations doivent être mises en oeuvre.

### 3.7.6 Porte-à-faux

La rupture des porte-à-faux (balcons, auvents, ...) ne doit pas entraîner l'effondrement des planchers. Le moment de la travée de plancher assurant l'équilibrage d'un porte-à-faux doit être déterminé sans tenir compte du moment sur appui apporté par celui-ci.

Un porte-à-faux ne doit pas mettre en torsion la poutre porteuse.

## 3.8 Toitures

### 3.8.1 Toitures terrasses

L'ouvrage porteur résistant (plancher) doit constituer un diaphragme horizontal et être réalisé suivant les prescriptions de l'art. 3.7 du présent document.

*Cette exigence ne permet pas la réalisation de toiture à élément porteur librement dilatable par rapport aux maçonneries du dernier étage ni à élément porteur partiellement désolidarisé des maçonneries sous-jacentes (DTU 20.12).*

### 3.8.2 Charpentes et couvertures

#### 3.8.2.1 Stabilité de la charpente

Un dispositif permettant de fixer la charpente sur l'ossature doit être prévu (ancrage par scellement dans le chaînage supérieur, fixation sur la lisse supérieure,...).

*La qualité de l'exécution peut être déterminante pour la stabilité du bâtiment, en ce qui concerne la réalisation du contreventement de la charpente et de celui de la construction en partie haute, spécialement dans les cas suivants :*

- *Stabilité des pignons assurée par la charpente de couverture ;*
- *Absence de plancher de comble, nécessitant un contreventement horizontal à ce niveau, généralement placé dans le plan des entrants qui font donc partie de ce contreventement, afin de constituer un véritable diaphragme horizontal tel que prévu à l'article 2.3.2.*

*Ce diaphragme doit assurer une indéformabilité de la partie haute de la construction et peut-être constitué d'une triangulation, en bois ou métal, bien liaisonnée avec les chaînages hauts des murs.*

Dans le cas de murs en maçonnerie dans la hauteur des combles, les éléments supports de couverture (pannes,...) doivent être ancrés dans le chaînage placé suivant le rampant (article 3.3.3.7).

#### 3.8.2.2 Eléments de couverture

*Le présent article vise le cas des couvertures en tuiles, éléments de couverture lourds, parce que les dispositions usuelles de fixation des autres éléments de couvertures, nécessaires pour leur tenue au vent, sont largement suffisantes pour leur tenue aux séismes.*

En zone II de sismicité, quelle que soit la situation du bâtiment, les prescriptions des DTU concernant les couvertures en tuiles en situations exposées doivent être appliquées pour ce qui concerne la fixation des tuiles.

En zones Ia et Ib, il n'est exigé aucune autre disposition que celles prévues dans ces DTU pour les situations hors zones sismiques.

### 3.9 Eléments non structuraux

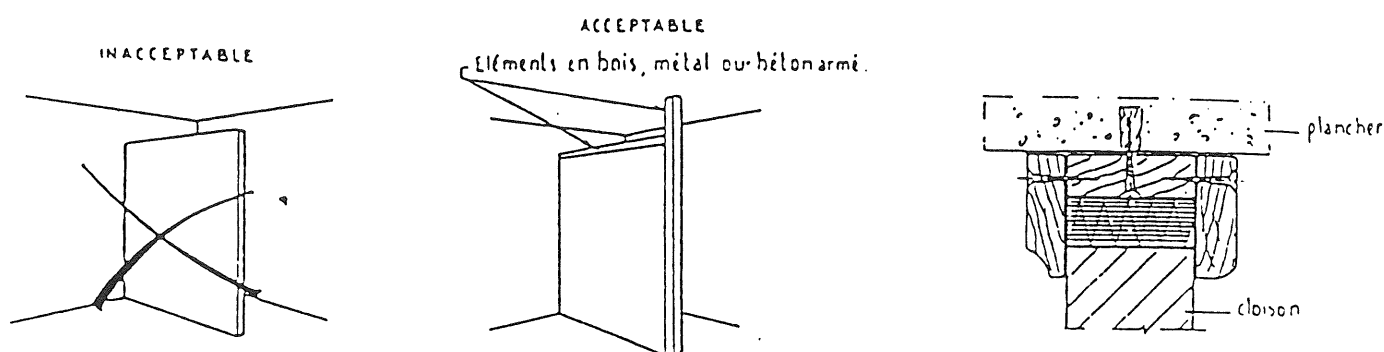
#### 3.9.1 Cloisons de distribution

##### 3.9.1.1 Cloisons de distribution intérieure, d'épaisseur inférieure ou égale à 10 cm

Les cloisons de distribution intérieure de 10 cm au plus d'épaisseur brute doivent satisfaire aux règles suivantes (figure 39).

- elles ne doivent pas présenter de bord libre ;
- elles doivent toujours se joindre soit avec une cloison ou un mur perpendiculaires, soit avec des éléments d'ossature, soit avec des potelets de béton armé, métal ou bois, spécialement disposés à cet effet et fixés, à leurs deux extrémités, sur des éléments de structure ;
- les cloisons régnant sur la hauteur d'étage doivent être rendues suffisamment solidaires de la sous-face du plancher supérieur pour éviter leur déversement ;
- les cloisons ne régnant pas sur toute la hauteur de l'étage doivent être encadrées par des éléments de béton armé, métal ou bois, solidarisés entre eux et liés au gros-oeuvre ;
- la jonction de deux cloisons perpendiculaires doit être réalisée par harpages alternés à tous les lits, ou par toute disposition constructive équivalente ;
- la surface des panneaux délimitée par les éléments verticaux d'appui (cloisons ou murs perpendiculaires à la cloison considérée, éléments d'ossature, ou potelets) ne doit pas dépasser, ouvertures comprises, 14 m<sup>2</sup>, sans que la plus grande dimension puisse excéder 5 m, ni la diagonale cent fois l'épaisseur brute.

Fig. 39 - Exemples de disposition



##### 3.9.1.2 Cloisons de distribution intérieures d'épaisseur supérieure à 10 cm

Les cloisons de distribution intérieure de plus de 10 cm d'épaisseur brute doivent satisfaire aux règles prévues pour les maçonneries à l'article 3.3.3 du présent document ; toutefois la hauteur des chaînages encadrant ces éléments peut être réduite jusqu'à un minimum de 7 cm.

L'armature longitudinale des chaînages peut être réduite à une barre au voisinage de chaque face latérale, en acier haute adhérence de nuance Fe E 500 et de diamètre 8 mm en zone Ia, 10 mm en zone Ib et 12 mm en zone II.

### 3.9.1.3 Baies et ouvertures

Les baies et ouvertures pratiquées dans les cloisons doivent recevoir un encadrement en béton armé, métal ou bois, mécaniquement continu aux angles et relié à l'ossature ou aux chaînages, lorsqu'elles présentent une dimension supérieure à 2,50 m.

Pour les cloisons d'éléments maçonnés, d'épaisseur supérieure à 10 cm, les encadrements des baies et ouvertures doivent être conformes aux dispositions de l'article 3.3.3.6.

### 3.9.2 Plafonds suspendus

Leur exécution doit être conforme aux dispositions prévues à la conception (voir art. 2.11).

### 3.9.3 Escaliers : pour mémoire (voir art. 2.9)

### 3.9.4 Petits éléments en console verticale

*Cet article concerne les éléments non structuraux liés à leur base tels les acrotères, garde-corps, cheminées, etc...*

Les dispositions qui suivent sont applicables aux éléments de hauteur au plus égale à 1,20 m.

Une liaison efficace doit être prévue avec l'élément structurel support (ossature, porte-à-faux...) et être telle qu'elle assure l'encastrement à la base.

Dans les acrotères en maçonnerie ou en béton banché (figure 40), on doit disposer des chaînages verticaux à un entraxe de 3 m au plus, comportant 4 barres, suivant les prescriptions de l'article 3.3.3.3, et une lisse horizontale en partie supérieure comportant 2 barres de même diamètre que celui des armatures des chaînages verticaux.

*Une solution acceptable consiste à prolonger dans les acrotères les chaînages verticaux de l'étage immédiatement inférieur, en les complétant si l'espacement est trop grand (supérieur à 3 m).*

*Il est rappelé qu'il est prévu à l'article 3.3.3.3 des barres à haute adhérence en acier Fe E 500 et diamètre 8 mm en zone Ia, 10 mm en zone Ib, 12 mm en zone II.*

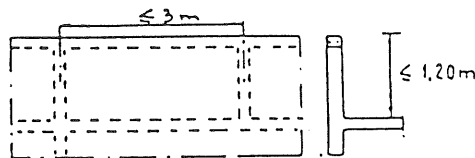


Fig. 40 - Acrotères

Les acrotères préfabriqués en béton armé doivent être ancrés.

*La liaison par des armatures à la forme de pente peut suffire.*

Les souches de cheminées doivent être stables et réalisées selon les dispositions prévues en conception (art. 2.10).