

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

Groupe spécialisé n° 9

Cloisons et contre-murs en plâtre

Référentiel Cloisons sous actions sismiques

Ce document a été rédigé par le groupe de travail « séisme » du Groupe Spécialisé n° 9 et adopté par le comité de ce GS du 14 décembre 2005.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2006

Référentiel

Cloisons sous actions sismiques

SOMMAIRE

Objet	4
Cadre réglementaire	4
Justifications nécessaires	5
1 Justification n° 1 : cloison en flexion (effort horizontal perpendiculaire)	5
2 Justification n° 2 : fixation à la structure	6
3 Justification n° 3 : flèche des planchers sous séismes	6
4 Justification n° 4 : mise en parallélogramme de la cloison	7

Objet

L'objet de ce référentiel est de s'assurer que les montages de cloisons séparatives et de distribution sont compatibles avec les sollicitations et les déformations de la structure lors d'un séisme. Le comportement attendu d'une cloison au cours du séisme est le non effondrement et l'absence de chute de matériaux.

Pour ceci, les montages visés dans les DTU doivent répondre aux exigences des règles PS 92, qui précisent aussi dans la note du paragraphe 1.3 que « *Les procédés de construction non traditionnels relèvent de la procédure d'Avis Technique institué par le ministre de l'Équipement et du Logement et par le ministère chargé du Développement industriel et scientifique. Les Avis Techniques définissent alors les conditions de vérification et les spécifications complémentaires visées aux deuxième et troisième termes de l'énumération du paragraphe 1.4.* ».

L'objet de ce référentiel est d'établir une méthode de justification du comportement des cloisons au séisme conforme à l'esprit des règles PS 92 et pouvant servir de base pour compléter sur ce sujet les Avis Techniques concernés.

Ce référentiel n'est pas directement applicable aux cloisons devant supporter des charges autres que leur poids propre (ameublement ou autre).

Cadre réglementaire

Le cadre réglementaire est celui des règles PS 92 applicables par l'arrêté du 29 mai 1997 depuis le 1^{er} janvier 1998. Les articles suivants s'appliquent aux cloisons séparatives et de distribution, n'ayant pas de rôle structural.

- Extrait du chapitre 2 « Détermination de la sécurité » :

2.3.4 Sécurité des éléments non structuraux

Il doit être justifié que les éléments non structuraux dont le comportement peut présenter un danger grave pour la sécurité des personnes, ainsi que leurs fixations, sont aptes à supporter les actions locales mentionnées dans le paragraphe 2.31.

Pour les éléments les plus couramment rencontrés dans la pratique, on peut se dispenser de la vérification explicite de cette condition si les règles techniques ou dimensionnelles définies à leur sujet sont respectées.

- Les actions locales sont définies au chapitre 7 « Actions locales ». En particulier, le tableau 7 indique pour les « panneaux de murs et cloisons de toute nature » que l'action locale doit être considérée « normale à l'élément » (ou encore perpendiculaire à la cloison). De plus, les fixations doivent être justifiées avec une majoration de 50 % des réactions.

- Extrait du chapitre 8 « Règles de vérification »

8.3 Sécurité vis-à-vis des déformations

8.3.1 Limite des déformations

Il doit être vérifié que les divers éléments non structuraux, ainsi que leurs attaches à la structure, conservent leur résistance et leur fonction lorsque la structure subit des déformations maximales.

Les déformations maximales de la structure sont calculées selon le chapitre 6 « Actions sismiques d'ensemble ». Elles concernent aussi bien la déformation verticale des planchers que la déformation horizontale entre deux planchers ;

- Extrait du chapitre 12 « Structures en maçonnerie » : la définition des éléments non structuraux et les exigences qui en découlent sont définies dans les articles ci-après :

12.3 Éléments non structuraux

12.3.1 Définitions : les éléments non structuraux sont les éléments en maçonnerie qui n'ont de fonction ni porteuse ni de contreventement caractérisée.

Note : il s'agit essentiellement de cloisons réalisées en éléments de terre cuite, en béton ou en plâtre.

12.3.2 Exigences de comportement : les dispositions constructives propres aux éléments non structuraux sont destinées à limiter les risques d'accidents corporels et les risques de dégâts aux installations et équipements. On doit examiner les possibilités d'interaction avec les éléments structuraux et adopter les dispositions nécessaires pour les éléments concernés.

12.3.3 Dispositions constructives

12.3.3.1 Cloisons de distribution intérieure d'épaisseur inférieure ou égale à 10 cm

Les cloisons de distribution intérieure d'au plus 10 cm d'épaisseur brute doivent satisfaire aux règles ci-après :

- elles ne doivent pas présenter de bord libre ;
- elles doivent toujours se joindre soit avec une cloison ou un mur perpendiculaire, 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 ;
- les cloisons régnant sur toute une hauteur d'étage doivent être rendues suffisamment solidaires de la sous-face du plancher supérieur pour éviter leur déversement.

Note sur le paragraphe 12.3.3.1 c

Lorsqu'une semelle résiliente est prévue en partie haute d'une cloison, la tenue au déversement de celle-ci doit être assurée (cas de certains ouvrages réalisés suivant le DTU 25.31 - NF P 72-202 par exemple).

- Les cloisons ne régnant pas sur toute la hauteur de l'étage doivent être encadrées par des éléments de béton armé, métal ou bois, solidarités entre eux et liés au gros-œuvre.

- 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 délimités 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 m², sans que la plus grande dimension puisse excéder 5 m, ni la diagonale cent fois l'épaisseur brute.

Note sur le paragraphe 12.3.3.1 f

Les panneaux présentant initialement de trop grandes dimensions peuvent toujours être divisés en panneaux élémentaires répondant aux conditions du paragraphe. Cette division peut être réalisée par exemple au moyen de potelets liés au gros-œuvre.

Note sur le paragraphe 12.3.3.1

L'ossature support des ouvrages en plaques de parement en plâtre permet de répondre aux exigences énoncées dans les articles suivants. Il en est de même pour tout système similaire disposant d'une ossature reliée aux éléments structuraux.

12.3.3.2 Cloisons de distribution intérieure d'épaisseur supérieure à 10 cm et éléments de mur non structuraux

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 m² ;
- 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 12.2.2.2.7 et les chaînages en métal ou bois doivent avoir une résistance à la traction et une rigidité au moins égales à celles exigées des chaînages en béton armé (voir figure 79).

On doit examiner les répercussions que les panneaux ainsi constitués peuvent avoir sur le comportement des structures, et prendre des dispositions en conséquence ».

- Extrait du chapitre 6.6.1.6 « Prise en compte des effets de la composante verticale » :

Les effets de la composante verticale sont évalués à partir du spectre de dimensionnement normalisé vertical défini en 5.2.3.3, et du coefficient de comportement défini en 6.3.3 pour la composante verticale.

Dans le cas où il n'existe pas de couplage significatif entre degrés de liberté horizontaux et verticaux, les effets de la composante verticale peuvent être déterminés par les formules simplifiées données au paragraphe 6.6.1.3, dans lesquelles les forces f_r représentent les forces verticales (ascendantes ou descendantes) engendrées par l'action sismique.

Les élongations u_r (ascendantes ou descendantes) sont obtenues en appliquant à chacune des masses une accélération unité (ascendante ou descendante), et les forces statiques équivalentes verticales ont pour expression :

Justifications nécessaires

Il découle des différents extraits cités ci-avant que, en plus de dispositions constructives, les cloisons doivent être justifiées au séisme selon quatre critères :

- 1 justification sous action perpendiculaire (mise en flexion de la cloison) ;
- 2 justification de la résistance des fixations à la structure ;
- 3 justification du maintien de la cloison sous déformation des planchers (mise en compression) ;
- 4 justification sous déformation horizontale (mise en parallélogramme).

Ces quatre justifications sont détaillées ci-après.

Les cloisons supportant des charges suspendues doivent être traitées au cas par cas, en fonction de la position et de l'importance des charges.

$$f_r = m_r \cdot u_r \cdot \Delta \frac{R(T)}{q}$$

Dans la suite de ce référentiel, les justifications n° 3 et n° 4 donnent lieu à un classement des cloisons en trois catégories suivant les désordres prévisibles. Les deux premières catégories de désordres ne représentent pas de danger pour les occupants des locaux alors que les cloisons classées dans la troisième ne respectent pas les exigences des règles PS 92.

Le choix d'une des deux premières catégories lors de la conception d'un bâtiment dépend donc des exigences particulières à celui-ci et doit être fait en cohérence avec les choix structuraux. Il convient notamment de ne pas prescrire des désordres minimes aux cloisons si les désordres attendus de structure peuvent être très importants.

1 Justification n° 1 : cloison en flexion (effort horizontal perpendiculaire)

Pour cette justification, l'accélération sismique considérée perpendiculaire à la cloison est définie à l'article 7 des règles PS 92. L'effort induit est déterminé à partir du coefficient sismique σ déterminé par la formule suivante :

$$\sigma = K a_n / g$$

K est un coefficient défini (sans unité) dans le tableau 7 des règles PS 92 :

Cloisons de toutes natures : K = 1,8 en situation exposée et K = 0,8 autrement. Sauf justification particulière, les cloisons sont considérées comme étant toujours en situation exposée ;

a_n : accélération nominale (m/s²) (donnée par arrêté du 29 mai 1997) ;

g : accélération de la pesanteur (9,81 m/s²).

Le coefficient sismique étant défini par 6.1.3 :

« Lorsque les composantes de l'action sismique sont exprimées en termes de forces, ces forces peuvent elles-mêmes être exprimées au moyen d'un coefficient sismique σ défini comme le rapport de leur intensité à celle du poids mg de la masse m à laquelle elles s'appliquent ».

L'effort sismique est donc égale à :

$$S = \sigma m g$$

$$S = m g K a_n / g$$

$$S = m K a_n$$

S en N/m^2

m en kg/m^2

K sans unité

a_n en m/s^2

Une cloison peut être justifiée sous cet effort sismique par calculs et/ou essais.

2 Justification n° 2 : fixation à la structure

- Efforts perpendiculaires à la cloison

L'article 7.1 des règles PS 92 donne les éléments suivants :

Les fixations de ces éléments doivent être calculées pour des valeurs de réaction égales à 1,5 fois les réactions calculées dans les hypothèses ci-dessus (justification n° 1), celles-ci étant considérées comme accidentelles. Dans le cas de dispositifs justifiés par des essais, les réactions précédentes ne doivent pas excéder 90 % de la valeur de la charge de rupture garantie par le fabricant.

À défaut de valeurs caractéristiques dynamiques des fixations, cette vérification peut s'effectuer par calcul à partir des efforts caractéristiques statiques. Ces valeurs d'efforts sont soit déclarées par le fabricant soit certifiées par un organisme tiers. Le cas échéant, des essais et/ou des calculs spécifiques sont à prévoir.

Le dimensionnement des chevilles pourra être effectué en respectant l'amendement aux « recommandations à l'usage des professionnels de la construction pour le dimensionnement des fixations par chevilles métalliques pour le béton », édition Cisma, décembre 2004.

- Déformation dans le plan de la cloison

L'article 8.3 des règles PS 92 donne les éléments suivants :

Il doit être vérifié que les divers éléments non structuraux, ainsi que leurs attaches à la structure, conservent leur résistance et leur fonction lorsque la structure subit des déformations maximales. »

Cette vérification ne peut pas s'effectuer directement par calcul à partir des efforts caractéristiques des fixations, puisqu'il s'agit de déplacements imposés. Par conséquent, des essais et/ou des calculs spécifiques sont à prévoir.

3 Justification n° 3 : flèche des planchers sous séismes

Les planchers sont soumis à des efforts verticaux sismiques, calculés selon le chapitre 6 des règles PS 92. Les déformations attendues peuvent mettre en charge la cloison.

Les bâtiments étudiés dans la suite de ce référentiel sont jugés suffisamment raides verticalement pour qu'on puisse supposer que deux planchers superposés se déplacent dans la même direction. De fait, le cas le plus défavorable retenu par la suite pour la mise en compression de la cloison est la configuration où le plancher support ne se déplace pas (car bloqué par des murs porteurs par exemple) alors que le plancher supérieur se déforme.

3.1 Objectif

L'objectif est de déterminer pour certains types de bâtiments la flèche nuisible pour une cloison donnée, et d'établir des tableaux de synthèse joints aux Avis Techniques permettant de savoir si des dispositions particulières doivent être prises ou non.

Pour ceci, trois catégories de déformation de plancher ont été définies :

- F1 : déformations ne provoquant pas de désordre dans la cloison ou des désordres mineurs ;
- F2 : déformations provoquant des désordres importants sans chute d'éléments ;
- F3 : déformations provoquant des désordres importants avec risque de chute d'éléments ou d'effondrement total ou partiel.

3.2 Démarche proposée

Remarque :

Les valeurs obtenues par la démarche proposée sont des résultats « enveloppes » valables pour un certain type de bâtiment. Pour un chantier particulier, des valeurs plus optimisées peuvent être obtenues par une étude spécifique de la déformation des planchers.

- a) On détermine la flèche du plancher sous séisme qui peut être décomposée en une flèche initiale f_0 et une flèche « sismique » (voir le schéma ci-dessous). Cette dernière est notée f_s et se calcule en multipliant une flèche de référence f_a par un coefficient α :

$$f_s = \alpha \cdot f_a$$

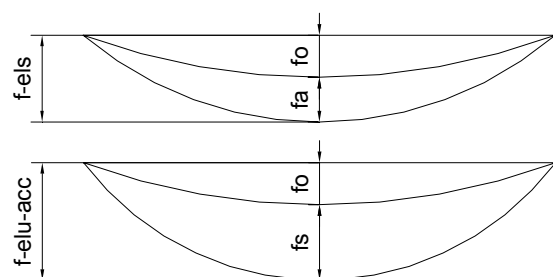
avec :

f_a : flèche active maximum autorisée par les codes de calculs ($l/500$; $0,5cm+l/1000$; $l/250\dots$) ;

f_0 : flèche initiale avec comme hypothèse que le plancher supporte 60 % de la charge G et un tiers de la charge Q au moment du montage de la cloison (en référence au CPT Plancher Titre IA, paragraphe 409, 12).

En se basant sur le retour d'expérience, nous pouvons faire l'hypothèse que les montages actuels se comportent sans désordre sous cette déformation.

α : coefficient dont les valeurs sont calculées dans l'esprit des PS 92.



Décomposition des flèches statiques à l'ELS et dynamiques à l'ELU accidentel

b) On détermine les flèches f (f_1 , f_2 et f_3) en fonction du montage d'une cloison donnée. Ces flèches f_x correspondent aux limites de catégories F_x présentées au paragraphe 1).

Ces trois flèches peuvent être déterminées :

- en fonction de dispositions constructives particulières ;
- par calculs ;
- par essais ;
- par combinaisons des trois possibilités précédentes.

3 Puis on compare les flèches f à la flèche f_s .

La cloison sera donc répartie dans les catégories F1, F2 ou F3 :

- F1 lorsque $f_s \leq f_1$
- F2 lorsque $f_1 < f_s \leq f_2$
- F3 lorsque $f_s > f_2$

On peut aussi répartir la cloison dans les catégories à partir de la valeur de α :

- F1 lorsque $\alpha \leq f_1/f_a$
- F2 lorsque $\alpha \leq f_2/f_a$
- F3 lorsque $\alpha > f_2/f_a$

Les cloisons classées F1 et F2 respectent les exigences minimales des règles PS 92 en terme de justification sous déformation imposée par les planchers, alors que les cloisons classées F3 ne respectent pas cette exigence minimale.

Note : le maître d'ouvrage a la liberté de choisir un niveau d'exigence supérieur à l'exigence minimale des règles PS 92, à savoir les niveaux F1 ou F2.

3.3 Les données d'entrée

Le calcul des flèches tient compte des paramètres suivants :

a) **Accélération nominale du projet a_N :**

- zone sismique

Dans les règles PS 92, le tableau donnant l'accélération nominale du projet en fonction de la zone de sismicité (décret n° 91-461 du 14 mai 1991) et de la classe de l'ouvrage (arrêté du 29 mai 1997) est le suivant :

Zones de sismicité	Classes d'ouvrage			
	A	B	C	D
0	/	/	/	/
Ia	/	1,0	1,5	2,0
Ib	/	1,5	2,0	2,5
II	/	2,5	3,0	3,5
III	/	3,5	4,0	4,5

b) **Type de bâtiment :**

- nombre d'étages ;
- type d'ossature.

c) **Charges sur planchers :**

- charges permanentes G (y compris poids propre) ;
- surcharges d'exploitation Q.

3.4 Donnée de sortie

La donnée de sortie est la catégorie du bâtiment (F1, F2 ou F3) en fonction de toutes les données d'entrée et par zone sismique.

Cette donnée de sortie permet de vérifier l'adéquation entre une cloison et un bâtiment sans effectuer de calculs.

4 Justification n° 4 : mise en parallélogramme de la cloison

L'article 8.3.1 des règles PS 92 dit :

Il doit être vérifié que les divers éléments non structuraux, ainsi que leurs attaches à la structure, conservent leur résistance et leur fonction lorsque la structure subit ses déformations maximales.

À défaut d'une telle justification, le déplacement différentiel entre deux niveaux consécutifs de hauteur h d'un bâtiment $[\Delta]$ est limité aux valeurs suivantes :

- $d'=h/100$ lorsqu'il y a des éléments non structuraux constitués de matériaux fragiles et participant pleinement à la déformation de la structure
- $d'=1,5h/100$ lorsqu'il y a des éléments non structuraux constitués de matériaux fragiles mais ne participant pas à la déformation de la structure du fait de la souplesse des liaisons.

Remarques sur le contenu de ce paragraphe :

- a) Dans le cas des cloisons, la «fonction» citée dans le premier paragraphe est une fonction mécanique. Étant donné que les actions accidentelles sont supposées non concomitantes, elle ne comprend pas a priori la fonction de protection contre l'incendie, sauf demande particulière.
- b) Suite à l'exploitation de résultats d'essais, il s'avère que la ruine de cloisons à montage traditionnel soumis à une déformation en parallélogramme apparaît avant d'atteindre les valeurs de d' proposées ci-dessus.

Un classement similaire à celui de la justification n° 3 peut être établi en fonction des désordres constatés lors des essais :

- catégorie H1 : déformations ne provoquant pas de désordre dans la cloison des désordres mineurs ;
- catégorie H2 : déformations provoquant des désordres importants sans chute de matériaux ;
- catégorie H3 : déformations provoquant des désordres importants avec risque de chute d'éléments ou d'effondrement total ou partiel.