

**MINISTERE DE L'HABITAT ET DE L'URBANISME
(MHU)**

**RENCONTRE REGIONALE CENTRE
SUR LA REVISION DES REGLES PARASISMIQUES
ALGERIENNES RPA99/Version 2003**

Organisée conjointement par :

**Le centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique
(CGS)**

Et

**L'Organisme National de Contrôle Technique de la Construction du
Centre (CTC Centre)**

à Boumerdes le 19 mai 2010

=====

PLATEFORME DE PROPOSITIONS

=====

**MINISTERE DE L'HABITAT ET DE L'URBANISME
(MHU)**

**CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUEE EN GENIE-PARASISMIQUE
(CGS)**

**COMPLEMENTS AUX REGLES PARASISMIQUES
ALGERIENNES RPA 99/2003**

(AVANT PROJET RPA 2010)

**PLATEFORME DES PREMIERES PROPOSITIONS
MODIFICATIVES**

Mai 2010

Préambule

Les règles parasismiques algériennes (RPA) entrent à présent dans leur trentième (30^e) année d'existence. C'est, en effet, après le séisme du 10 Octobre 1980 dont il sera bientôt commémoré le 30^e et triste anniversaire de sa survenue que le premier règlement parasismique algérien RPA-81 a été édicté par la puissance publique pour servir de première base à la prévention du risque sismique qui est la construction parasismique à travers l'application de règles de conception et de calcul parasismique des ouvrages.

Le Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, chargé de la construction, a toujours veillé à ce que cet outil des plus important soit régulièrement revu et actualisé pour tenir compte aussi bien des progrès scientifiques et techniques nationaux et internationaux que de son vécu (compréhension, pratique et difficultés d'application) par les utilisateurs nationaux.

Il a été, bien entendu, et en premier lieu, tenu compte du retour d'expérience lié aux différents séismes modérés à importants (une dizaine) qui ont frappé notre pays durant le quart de siècle passé. C'est ainsi que nous avons disposé successivement de cinq (5) versions du RPA (1981, 1983, 1988, 1999 et 2003) avec, à chaque fois, enrichissement du contenu et éclaircissements pour une meilleure compréhension des prescriptions réglementaires.

La version 99 (complétée par les modifications de 2003) constitue la rédaction la plus élaborée, la plus complète, et la plus satisfaisante dont nous ayons disposé jusqu'à présent.

Néanmoins, les enseignements du séisme de Boumerdès du 21 Mai 2003 n'ont probablement pas, au vu de l'urgence de la révision 2003, tous été pris en charge de manière convenable ou exhaustive. De même, les utilisateurs nationaux, au vu de la pratique quotidienne et de la complexité de certains ouvrages ou technologies de construction, sont confrontés, pour certains d'entre eux, à de nouveaux problèmes ou interrogations qui méritent réflexion et éléments de réponse pour aller de l'avant.

A cela, il y a lieu d'ajouter les résultats des études (d'aléa sismique régional notamment) et recherches achevées lors de cette dernière décennie.

C'est pourquoi, le Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme a instruit le Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS) à l'effet d'initier un avant projet de version révisée du RPA (RPA-2010) qui prendrait en charge au mieux les évolutions, préoccupations et exigences citées précédemment.

Soucieux d'une meilleure appropriation de cet outil à présent bien familier à la communauté du bâtiment et du génie civil, le Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, a jugé nécessaire d'associer l'ensemble de cette communauté à une large consultation sur les principaux segments de cette révision, et ce, dans le cadre de trois (3) rencontres régionales (Est, Centre, Ouest) et d'une (1) grande rencontre nationale, à l'effet d'aboutir à un avant projet de Document Technique Réglementaire (DTR – RPA-2010) aussi satisfaisant que possible avant son examen dans le cadre du circuit traditionnel institutionnalisé depuis 1986 avec la création de la Commission Technique permanente pour le contrôle technique de la construction et l'élaboration de la réglementation technique (CTP).

INTRODUCTION

Le présent document portant sur les « *Premières propositions modificatives aux RPA 1999/2003* » est une synthèse de propositions issues d'une première consultation d'un certain nombre d'organismes et institutions agissant dans les domaines de l'habitat et de la construction (CGS, CNERIB, CTC, DUC, DLEP, OPGI, BET, LABORATOIRES, ENTREPRISES, UNIVERSITES, Autres,...). En attendant d'autres propositions à venir dans le cadre de la consultation qui demeure ouverte jusqu'au mois d'octobre 2010, la présente plateforme va servir de cadre catalyseur aux discussions et débats prévus dans le cadre des trois rencontres régionales qu'organisent, sous l'égide du Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme (MHU), le CGS et les CTC, successivement comme suit :

- Centre (Boumerdès) : 19 mai 2010
- Est (Annaba) : 30 mai 2010
- Ouest (Oran) : 10 juin 2010

Les contributions pertinentes des trois (3) conférences régionales seront insérées dans la future plateforme enrichie qui sera présentée à la conférence nationale du 10 octobre 2010.

Nota

Les *propositions* et /ou *modifications* préconisées, (à part les paragraphes, sous chapitres ou chapitres nouveaux) sont données dans le texte en *italiques*.

SOMMAIRE

CHAPITRE II RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION

2.5.2 Joints	7
2.5.4 Systèmes structurels	7

CHAPITRE III. CRITÈRES DE CLASSIFICATION

3.4 Classification des systèmes de contreventement	7
1b Portiques auto stables en béton armé avec remplissage en maçonnerie	7
4b Système de contreventement de structures en portiques par des voiles en béton armé.	7

CHAPITRE IV. RÈGLES DE CALCUL

4.2 Méthode statique équivalente	7
4.2.3 Calcul de la force sismique totale	7
4.2.4 Détermination de la période fondamentale de la structure	8

CHAPITRE V. JUSTIFICATION DE LA SÉCURITÉ

5.2 Combinaisons d'actions	8
5.8 Largeur des joints sismiques	9
5.8.1 Joint plan	9
5.8.2 Décrochement	9

CHAPITRE VI. PRESCRIPTIONS COMPLÉMENTAIRES ET ÉLÉMENTS NON-STRUCTURAUX

6.2 Eléments non structuraux	9
6.2.1 Définition	9
6.2.2 Exigence de comportement	10
6.2.4 Force horizontale F_p agissant sur les éléments non structuraux	10
6.3 Equipements	11
6.3.1. Objectifs parasismiques à attribuer aux équipements	11
6.3.2. Exigences de comportement des équipements	11
6.3.3. Classification des équipements	11
6.4 Analyse des systèmes	12
6.4.1 Dommages observés dans les Ancrages et fixations des équipements	12
6.4.2. Ancrages et fixations des équipements	13
6.4.2.1. Système d'ancrage par tige scellée et plaque d'embase	13
6.4.2.2. Système d'ancrage par cheville à expansion	13
6.4.2.3 Système d'ancrage par tiges précontraintes traversantes	14
6.5. Calcul simple des fixations	14
6.6 Eléments extérieurs	14
6.7 Murs Rideaux	14

CHAPITRE VII STRUCTURES EN BETON ARME

7.2 Spécifications concernant les matériaux	15
7.2.1 Béton	15
7.3 Conception et vérifications	15
7.3.2 Vérification de sécurité des éléments principaux	15
7.3.2.3. Coefficients de sécurité partiels	15
7.4. Spécifications pour les poteaux	15
7.4.1. Coffrage	15
7.4.2.2 Armatures transversales	16
7.4.3 Vérification spécifiques	16
7.4.3.1 Sollicitations normales	16
7.6 Spécifications pour les nœuds poteaux -poutres	16
7.6.2 Dimensionnement du noeud vis-à-vis des moments fléchissants	16
7.7.4.1 Aciers verticaux	17

CHAPITRE VIII CHARPENTES EN ACIER

8.5 Constructions en profilés formés à froid	17
---	-----------

CHAPITRE X STRUCTURES EN BOIS 17

CHAPITRE XI FONDATIONS ET MURS DE SOUTÈNEMENT 17

CHAPITRE XII ISOLATION SISMIQUE 17

ANNEXE II : RECONNAISSANCES ET ETUDES GEOTECHNIQUES 17 (Annexe informative)

CHAPITRE II. - RÈGLES GÉNÉRALES DE CONCEPTION

2.5.2. Joints

A la fin de cet article ajouter la phrase suivante :

Des décrochements en plan des joints peuvent éventuellement être tolérés dans les conditions fixées au paragraphe 5.8.2 .

2.5.4 Systèmes structurels

Les ouvrages doivent **en général** comporter des contreventements dans au moins les deux directions horizontales. Ces contreventements doivent être disposés ...etc.

On supprime « **en général** » La nouvelle rédaction devient :

Les ouvrages doivent comporter des contreventements dans au moins les deux directions horizontales. Ces contreventements doivent être disposés.....etc.

CHAPITRE III. - CRITÈRES DE CLASSIFICATION

3.4 Classification des systèmes de contreventement

1b Portiques auto stables en béton armé avec remplissage en maçonnerie

Modification des quatre dernières lignes de cet article comme suit :

Les bâtiments concernés ne doivent pas, par ailleurs, dépasser quatre (04) niveaux ou quatorze (14) mètres en zone I, trois (03) niveaux ou onze (11) mètres en zone II a et deux (02) niveaux ou huit (08) mètres en zones II b et III.

4b Système de contreventement de structures en portiques par des voiles en béton armé.

Avec ce système de contreventement les bâtiments sont limités en hauteur à 10 niveaux ou 33 m au maximum. *Au cas où ces limites de hauteur sont dépassées, la vérification doit se faire comme pour le système 4.a ci-dessus.*

CHAPITRE IV. - RÈGLES DE CALCUL

4.2 Méthode statique équivalente

4.2.3 Calcul de la force sismique totale

Tableau 4.2 : Valeurs de ξ (%)

Remplissage	Portiques (*)		Voiles ou murs (**)
	Béton armé	Acier	Béton armé/maçonnerie
Léger	6	4	10
Dense	7	5	10

(*) : Sans présence de voiles ou de noyaux en béton armé

(**) : Valeurs valables même si les voiles ou murs sont associés à des portiques

Tableau 4.3 : valeurs du coefficient de comportement R

Cat.	Description du système de contreventement (voir chapitre III § 3.4)	Valeurs de R RPA 99 Ver 2003	Valeurs de R proposées
A	<u>Béton armé</u>		
1a	Portiques autostables sans remplissages en maçonnerie rigide	5	4
1b	Portiques autostables avec remplissages en maçonnerie rigide	3,5	2,5
2	Voiles porteurs	3,5	3,5
3	Noyau	3,5	3,5
4a	Mixte portiques/voiles avec interaction	5	4
4b	Portiques contreventés par des voiles	4	3,5
5	Console verticale à masses réparties	2	2
6	Pendule inverse	2	2

4.2.4 Détermination de la période fondamentale de la structure

b) Version simplifiée de la formule de Rayleigh :

$$T = 2\sqrt{\delta_N} \quad (4-9)$$

δ_N : flèche horizontale au sommet du bâtiment, mesurée en mètres, due aux forces gravitaires appliquées horizontalement.

4. Les valeurs de T, calculées à partir des formules de Rayleigh ou de méthodes numériques ne doivent pas dépasser *celle estimée à partir de la formule empirique (4.6) de plus de 30%*. La valeur à utiliser dans la méthode statique équivalente est alors de $T_{max} = 1,3 T$ avec $T = C_T h_N^{3/4}$
Cette limitation n'est pas à prendre en compte dans le calcul des déplacements

CHAPITRE V. - JUSTIFICATION DE LA SÉCURITÉ

5.2 Combinaisons d'actions

Pour Les poteaux dans les **ossatures autostables**, la combinaison (5-1) est remplacée par la combinaison suivante:

- $G + Q + 1.3 E$ (5-3)

G : charges permanentes

Q : charges d'exploitation non pondérées

E : action du séisme représentée par ses composantes horizontale

Bien qu'aucune mention n'ait été faite des effets de l'accélération verticale due aux séismes, ces effets sont inclus comme suit :

La combinaison (5-1) comprend la totalité de la charge d'exploitation ainsi que la charge sismique. Du fait que cette charge d'exploitation est tout à fait improbable, une grande partie de celle-ci (environ 40 à 60%) peut effectivement représenter l'effet des accélérations verticales des séismes.

La combinaison (5-2) tient compte de la réduction de la charge verticale qui se produira à cause des effets de l'accélération verticale

Dans les combinaisons précédentes, il y a lieu de tenir compte de la réversibilité des charges sismiques

Pour les poteaux, la combinaison $G + Q + 1.3 E$ en (5-3) a pour objet de leur fournir une meilleure résistance aux effets des moments de renversement dus aux mouvements sismiques majeurs .

5.8 Largeur des joints sismiques

5.8.1 Joint plan

Deux blocs voisins doivent être séparés par des joints sismiques dont la largeur minimale d_{\min} satisfait la condition suivante :

$$d_{\min} = \sqrt{(\delta_1^2 + \delta_2^2)}_{\min} \geq 40mm \quad (5-19)$$

δ_1 et δ_2 : déplacements maximaux des deux blocs, calculés calculé selon 4.43 au niveau du sommet du bloc le moins élevé incluant les composantes dues à la torsion et éventuellement celles dues à la rotation des fondations

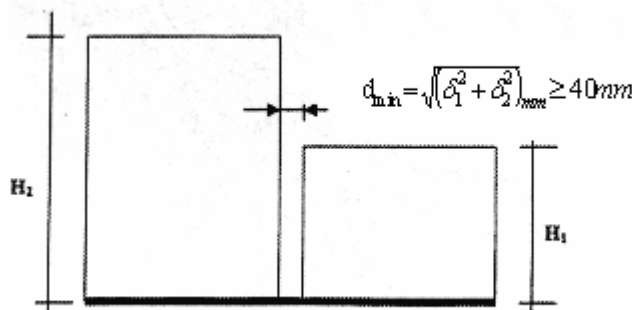


Figure 5.1 : largeur minimum du joint sismique

5.8.2 Décrochement

Des décrochements en plan des joints peuvent éventuellement être tolérés dans les conditions suivantes :

$$\text{Largeur du joint minimum : } d_{\min} \geq (H_1 / 300) + 20 \text{ cm}$$

$$d_{\min} \geq 50 \text{ cm en continu}$$

Où H_1 est la hauteur du bloc le moins élevé des 2 blocs jouxtant le joint considéré.

CHAPITRE VI : PRESCRIPTIONS COMPLEMENTAIRES ET ELEMENTS NON-STRUCTURAUX

6.2 Eléments non structuraux

6.2.1 Définition

Les règles de construction parasismiques, portent essentiellement sur la résistance des structures, la priorité étant de protéger la vie humaine en évitant l'effondrement.

Les éléments non structuraux sont des éléments qui n'ont pas une fonction porteuse ou de contreventement; Ce sont des éléments en maçonnerie (cloisons, murs extérieurs etc..) ou autres (balcon, etc..)

6.2.3 Force horizontale F_p agissant sur les éléments non structuraux

Les forces horizontales de calcul F_p agissant sur les éléments non structuraux sont calculées suivant la formule :

$$F_p = 4 A C_p W_p \quad (6-3)$$

A : Coefficient d'accélération de zone obtenu dans le tableau (4.1) pour la zone et le groupe d'usage appropriés

C_p : Facteur de force horizontale variant entre 0.3 et 0.8 (voir tableau 6.1)

W_p Poids de l'élément considéré

La distribution de ces forces doit être faite comme pour les forces de gravité se rapportant à ces éléments. Pour les forces applicables sur le diaphragme et dans les attaches des panneaux, se référer au **paragraphe 6.6**

Tableau 6.1 : Facteur des forces horizontales C_p pour les éléments secondaires

Partie ou position dans le bâtiment	Direction de la force	Valeur de C_p (1)
Éléments en console : a) Parapets, b) Cheminées (console)	Normale aux surfaces planes N'importe quelle direction	0.8
Tous les autres murs, cloisons et éléments similaires	Normale aux surfaces planes	0.3
Décorations extérieures et intérieures, garnitures	N'importe quelle direction	0.8
Quand reliés à, faisant partie de, ou logés dans un bâtiment : a) Appentis, cheminées accolées aux bâtiments b) Etagères de rangement c) Plafonds suspendus (2)	N'importe quelle direction	(3) 0.3
Attaches pour éléments de structure en préfabriqué, autres que les murs, avec force appliquée au centre de gravité de l'assemblage	N'importe quelle direction	(3) 0.3

(1) La valeur de C_p peut être réduite à deux tiers de la valeur indiquée pour les éléments auto stables uniquement au niveau du sol

(2) Le poids du plafond doit inclure le poids de toutes les fixations d'éclairage et autres équipements ou des cloisons fixées latéralement sur le plafond.

Afin de déterminer les forces latérales, un poids de plafonds d'au moins 0.1 KN/m² doit être utilisé.

(3) La force doit être reprise par un ancrage réel et non pas par frottement.

6.3 Equipements

Au-delà d'un calcul parasismique, Il faut insister sur les systèmes de fixation des équipements qui, pour être fonctionnels et efficaces, en termes de résistance, devraient être prévus dès l'origine dans le gros œuvre pour garantir le fonctionnement des installations après la survenue d'un éventuel séisme

Il est essentiel de pouvoir faire fonctionner les ouvrages dits stratégiques destinés à rester opérationnels après un séisme ; ces ouvrages abritent en général des équipements indispensables dans le système de gestion de crise

L'objectif est de recenser l'ensemble des équipements dans l'établissement et leurs interactions éventuelles. L'attribution des objectifs parasismiques et les exigences de comportement des équipements sont décrites ci-dessous

6.3.1. Objectifs parasismiques à attribuer aux équipements

Les objectifs parasismiques à attribuer aux équipements dépendent de la nature intrinsèque des équipements et du type de l'établissement.

Sécurité des personnes : Il s'agit d'équipement dont la défaillance mettrait en défaut la protection directe ou indirecte des personnes

Maintien des fonctions : Il s'agit d'équipement dont la fonction est jugée indispensable et dont la défaillance mettrait en défaut la capacité de celui-ci à pouvoir jouer son rôle à tout moment pendant et après l'événement

Sauvegarde des biens : Il s'agit d'équipement dont la défaillance conduirait à des pertes économiques jugées inacceptables par le maître d'ouvrage.

6.3.2. Exigences de comportement des équipements

Les exigences de comportement à attribuer aux équipements dépendent de la nature des équipements et de l'objectif parasismique attribué au système auquel ils appartiennent. Les principales exigences sont les suivantes :

Stabilité :

La stabilité consiste à assurer le non effondrement total ou partiel de l'équipement et son maintien en place ; elle requiert la résistance et la stabilité de ses supports et ancrages, ce qui implique la limitation des déformations globales et ou déplacements d'ensemble.

Absence d'interaction : Il faut tenir compte de l'interaction sous les effets de proximité structurelle pouvant entraîner des chocs, le risque de chute d'objets sur d'autres et le risque d'arrachement par manque de flexibilité de câbles ou lignes connectés

Déformation limitée :

La limitation des déformations locales et ou globale

6.3.3. Classification des équipements

Selon leurs caractéristiques, leur usage, leur comportement en cas de séisme, il convient de différencier plusieurs types d'équipements :

a) L'équipement fixe

C'est un équipement qui n'a pas à être déplacé ; il doit être solidement fixé à la structure du bâtiment (planchers, murs, etc.) pour ne pas se débrancher (eau, assainissement, gaz, électricité, réseau informatique, etc.),

b) L'équipement Roulant

C'est un équipement qui risque de se renverser et d'être inutilisable ou de percuter d'autres équipements et de les endommager,

c) Les équipements de Stockage

C'est un équipement de rangement et de stockage qui risque de tomber ou de se déverser,

d) Le matériel Posé

Les matériels mobiles dont le poids important représente un danger en cas de déplacement intempestif ou de renversement. Il se classe dans l'une des trois situations précédentes : il peut tomber, se briser. S'il est connecté, il peut engendrer des risques d'incendie ou d'électrocution.

On doit aussi tenir compte des effets d'interaction entre équipements ; un équipement susceptible, en cas de ruine, d'endommager un équipement de classification parasismique supérieure, doit être classé à la même catégorie que celui-ci.

6.4 Analyse des systèmes

Par système, on entend aussi bien les réseaux (fluides, ventilations...) qu'un ensemble d'équipements ayant le même objectif (stockage par exemple) ; Il s'agira dans un premier temps de fournir une méthode permettant de recenser les différents systèmes présents dans le bâtiment. Cette phase d'analyse est fondamentale pour ne pas oublier d'équipement important, notamment en termes de maintien des fonctions opérationnelles des bâtiments en situation sismique.

Les prescriptions suivantes doivent être respectées dans la mise en place des équipements :

- Les équipements **fixes** doivent être solidarisés et correctement fixés à la structure (murs, plancher, plafond) et raccordés de façon adéquate.
- Les matériels **roulants** employés généralement dans les établissements de santé doivent être munis de systèmes de blocage des roues ou de freins.
- Les matériels de **stockage** (armoires, étagères, casiers, etc.) doivent être fixés à la structure de la même façon que les matériels fixes.
- Les matériels **posés** sur du matériel fixe ou roulant doivent être équipés de patins anti-glisse ou de systèmes d'accrochage efficace.

6.4.1 Dommages observés dans les Ancrages et fixations des équipements

Le terme fixation est de portée générale ; le terme ancrage s'applique aux fixations dans des pièces en béton.

Tous les séismes, même relativement modestes, mettent en évidence des défauts d'ancrage, d'arrimage, de fixation en général. Dans certains cas, le séisme agit comme révélateur de malfaçons .

Les fixations se situent par nature aux limites entre l'équipement et le gros œuvre et font l'objet de ce fait d'une moindre attention comme :

- absence d'écrous et de contre-écrous, insuffisance de serrage,
- sous dimensionnement des boulons d'ancrage, défaut d'ancrage dans l'élément en béton armé.

Généralement, c'est le béton armé du plot d'ancrage qui est détérioré ; plus rarement, c'est la tige d'ancrage qui est étirée. Ce deuxième cas est plus favorable car il correspond à une dissipation importante d'énergie par plastification plutôt que par rupture brutale et il ne signifie pas une perte complète de la fonction.

Le sous dimensionnement des ancrages peut provenir de l'assimilation insuffisante du chargement sismique à un effort statique équivalent.

Les équipements liés directement au sol (par exemple les cuves de stockage des gaz médicaux) doivent satisfaire aux présentes règles et plus particulièrement aux articles concernant le choix du site, la reconnaissance et les études de sol, ainsi qu'au calcul des fondations.

Pour éviter tout déplacement différentiel, les réseaux et, d'une manière générale, tous types de gaines seront accrochés aux murs et aux plafonds par un supportage rigide. La traversée (franchissement) des joints de dilatation (sismique) doit être réalisée par :

- Lyres de dilatation ou boucles pour les câbles
- Raccordements souples,
- Tronçon de canalisation dont la mise en oeuvre permettra des déplacements différentiels.

6.4.2. Ancrages et fixations des équipements

Les ancrages dans le béton concernent les équipements fixés, soit au sol ou sur un plancher, soit à un mur ou sur toute autre partie de génie civil.

La résistance nominale d'un ancrage n'est obtenue que si celui-ci peut mobiliser un volume suffisant du béton dans lequel il est fixé et si le ferrailage de ce béton est suffisant pour pouvoir reprendre les efforts sismiques.

Sauf justification particulière, il est interdit d'installer des dispositifs d'ancrage dans les formes, chapes et éléments similaires.

A défaut de justification particulière, la distance effective minimale entre axes d'ancrage (d_e), et la distance effective minimale d'implantation (d_i) d'un ancrage près d'une bordure de génie civil, doivent être prises égales à dix fois le diamètre d'ancrage. Dans ces conditions, on admet que la résistance nominale de l'ancrage est obtenue.

Des indications sur la conception et la réalisation de trois types d'ancrage fréquemment utilisés sont données ci-dessous

6.4.2.1. Système d'ancrage par tige scellée et plaque d'embase

Ce dispositif est constitué de tiges scellées dans le béton et reprises en leur extrémité supérieure sur une plaque ou un élément appartenant à l'équipement au moyen d'écrous ou par soudage. Il peut être mis en place soit dans le coffrage avant coulage du béton, soit scellé dans une réservation après bétonnage.

Le fournisseur doit s'assurer que les tiges ont une longueur suffisante, déterminée par les codes de béton armé pour assurer leur ancrage sous les efforts spécifiés. Elles peuvent être droites ou courbes ; dans ce dernier cas, il faut s'assurer qu'il n'y a pas risque d'endommagement local du béton soumis à la compression.

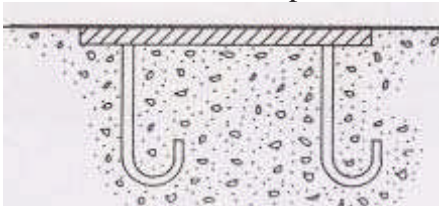


Figure 1

6.4.2.2. Système d'ancrage par cheville à expansion

Ce système est composé d'une plaque ou d'un élément appartenant à l'équipement et plusieurs chevilles de fixation en acier placées dans des trous perforés dans le béton et ancrés par expansion.

Pour dimensionner le système d'ancrage par chevilles, soumis à des chargements sismiques, on se réfère à la charge ultime définie en tenant compte du caractère cyclique et dynamique de ces chargements.

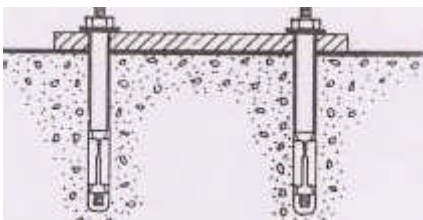


Figure 2

Ces charges limites sont les charges que les systèmes d'ancrage peuvent reprendre en garantissant le concepteur d'une sécurité suffisante, sous réserve que la mise en œuvre respecte les procédures prévues par le fabricant.

6.4.2.3 Système d'ancrage par tiges précontraintes traversantes

Ce type d'ancrage est constitué de tiges filetées traversant un mur ou un plancher. Les tiges sont précontraintes par l'intermédiaire d'un écrou venant en appui sur des platines situées de part et d'autre du mur ou du plancher.

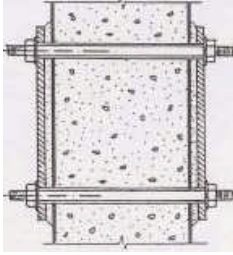


Figure 3

Les équipements viennent se reprendre sur les platines par l'intermédiaire d'une contreplaqué. La résistance à l'effort tranchant est reprise par le seul frottement ; il n'est pas autorisé de tenir compte de la résistance au cisaillement des boulons.

Les tiges de précontrainte et les plaques d'appui sont dimensionnées de sorte que :

- la contrainte de compression dans le béton soit admissible,
- le béton sous les plaques d'ancrage reste comprimé dans tous les cas de chargement, y compris le séisme.

6.5. Calcul simple des fixations

Les liaisons des équipements avec la structure porteuse (bâtiment) doivent être conçues et réalisées pour résister, avec une marge de sécurité appréciable, aux sollicitations induites par les actions sismiques.

Des formules de calcul de la force F_s sont fournies dans certains documents techniques ; les paramètres de ces formules étant souvent difficiles à obtenir en pratique.

Le calcul dynamique d'une structure permet d'identifier les accélérations à tous les niveaux et pour tous les nœuds. Le bureau d'études pourra fournir les accélérations nécessaires.

Le calcul dynamique par analyse modale permet de sélectionner les modes fondamentaux suivant les trois directions et déterminer les accélérations par niveau

Compte tenu de la grande diversité des équipements visés et devant la difficulté d'effectuer une synthèse de l'ensemble de leur localisation par rapport à la structure les valeurs des accélérations spécifiées doivent être considérées comme indicatives.

On recommande l'utilisation de la formule 6.3 avec la valeur de $C_p = 0.75$;

F_p devient alors ;

$$F_p = 3A W_p \quad (6-4)$$

A : Coefficient d'accélération de zone

W_p Poids de l'élément considéré

6.6 Eléments extérieurs

Le texte reste inchangé (RPA99 version 2003)

6.7 Murs Rideaux

Prévoir un paragraphe sur ce sujet

CHAPITRE VII - STRUCTURES EN BETON ARME

7.2 Spécifications concernant les matériaux

7.2.1 Béton

Pour les éléments principaux, le béton mis en œuvre doit avoir une résistance caractéristique f_{c28} au moins égale à 20 MPa et au plus égale à 60 MPa.

Les valeurs des modules d'élasticité doivent être conformes à celle fixées par le C.B.A.

7.3 Conception et vérifications

7.3.2 Vérification de sécurité des éléments principaux

7.3.2.3. Coefficients de sécurité partiels

On vérifie que les sollicitations accidentelles agissantes sont inférieures ou égales aux sollicitations résistantes en prenant en compte les coefficients de sécurité partiels suivants :

- Acier : $\gamma_s=1$

- Béton : $\gamma_b = 1,15$

Pour les poteaux en béton armé, il y a lieu de prendre la valeur $\gamma_b = 1,28$

La résistance de calcul f_{bu} du béton est $f_{bu} = 0,85 \frac{f_{cj}}{\gamma_b}$

Soit :

$$f_{bu} = f_{cj} / 1.35 \quad \text{dans le cas général et } f_{bu} = f_{cj} / 1.5 \quad \text{dans le cas des}$$

poteaux

7.4. Spécifications pour les poteaux

7.4.1. Coffrage

Les poteaux doivent être coulés sur toute leur hauteur (h_e) en une seule fois. et les dés de calage sont interdits. *Les reprises de bétonnage doivent recevoir tous les soins prescrits par les règles d'exécution y afférentes.*

Par ailleurs, et sauf cas exceptionnel (taille ou complexité du projet) dûment justifié, le coulage du béton, dans le cas d'utilisation de « portiques auto-stables », doit se faire par étage entier de chaque bloc (poteaux et planchers en continu) et ce, dans les zones sismiques II b, et III.

Les dimensions de la section transversale des poteaux doivent satisfaire les conditions suivantes (voir figure 7.1)

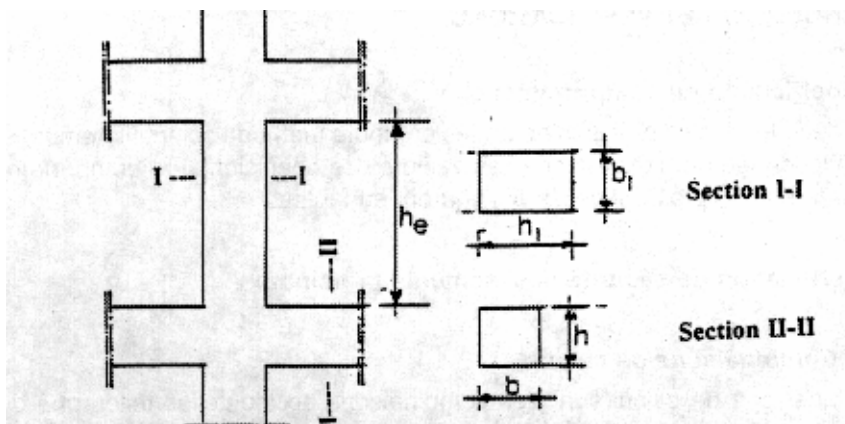


Figure 7.1 Coffrage des poteaux

- Min (b_1, h_1) ≥ 25 cm

en zones I et II_a

- Min (b, h) ≥ 30 cm

en zones II_b et III

- $\text{Min}(b_1, h_1) \geq h_e/20$

$1/4 < b_1/h_1 < 4$

Pour les poteaux circulaires, le diamètre D devra satisfaire les conditions ci-dessous:

$D \geq 25\text{cm}$ en zone I

$D \geq 30\text{cm}$ en zone II_a

$D \geq 35\text{cm}$ en zone II_b et III

$D \geq h_e/15$

Pour leur conférer une meilleure résistance aux sollicitations sismiques, il est recommandé de donner aux poteaux d'angles et de rives, des sections comparables à celles des poteaux centraux

En tout état de cause, l'aire de leur section droite ne devrait pas être inférieure à 80 % de celle de la moyenne des aires des sections des poteaux intérieurs de l'étage considéré.

7.4.2.2 Armatures transversales

- La quantité d'armatures transversales minimale A_{t/b_1} en % est donnée comme suit:

Si $\lambda_g \geq 5$: 0,3%

Si $\lambda_g \leq 3$: 0.8%

Si $3 < \lambda_g < 5$: interpoler linéairement entre les valeurs limites précédentes

λ_g est l'élançement géométrique du poteau

7.4.3 Vérification spécifiques

7.4.3.1 Sollicitations normales

Outre les vérifications prescrites par le C.B.A et dans le but d'éviter ou limiter le risque de rupture fragile sous sollicitations d'ensemble dues au séisme, l'effort normal de compression de calcul est limité par la condition suivante :

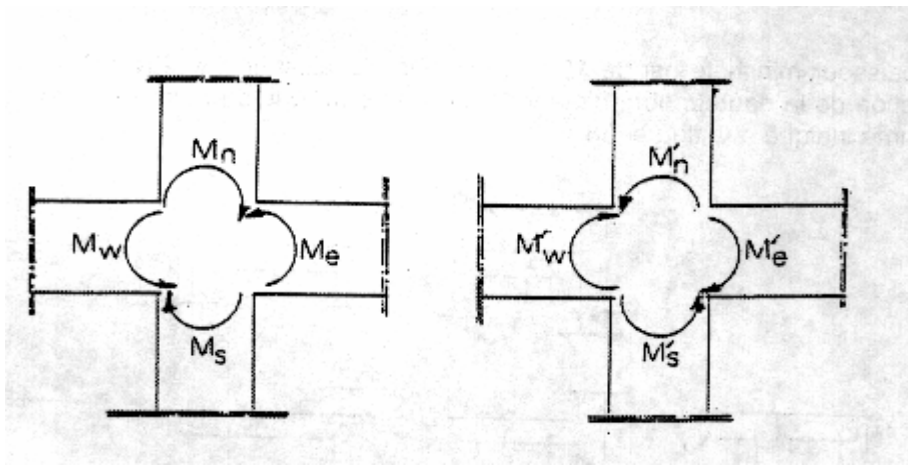
$$v = \frac{N_d}{B_c \cdot f_{c28}} \leq 0.30 \quad (7.2)$$

Cette condition est à remplir dans toutes les combinaisons de calcul à prendre en considération

7.6 Spécifications pour les nœuds poteaux -poutres

7.6.2 Dimensionnement du nœud vis-à-vis des moments fléchissants

Il convient de vérifier pour les portiques participant au système de contreventement (*Portiques auto-stables I a et I b, ou portiques associés dans des contreventements mixtes 4 a et 4 b*) et pour chacune des orientations possibles de l'action sismique que la somme des moments résistants ultimes des extrémités de poteaux ou montants aboutissant au nœud est au moins égale en valeur absolue à la somme des valeurs absolues des moments résistants ultimes des extrémités des poutres ou traverses affectés d'un coefficient majorateur de 1.35 (voir Figure 7.6). Cette disposition tend à faire en sorte que les rotules plastiques se forment dans les poutres plutôt que dans les poteaux. Néanmoins, cette vérification n'est pas obligatoire pour les deux (2) derniers niveaux des constructions ou des bâtiments.



$$|M_n| + |M_s| \geq 1.35 (|M_w| + |M_e|)$$

$$|M'_n| + |M'_s| \geq 1.35 (|M'_w| + |M'_e|)$$

Figure 7.6 : Dimensionnement d'un nœud poutre --poteau

7.7.4.1 Aciers verticaux :

Au quatrième alinéa ajouter après « extrémité » la phrase entre parenthèses

Si des efforts importants de compression agissent sur l'extrémité, (par exemple $\sigma_{sc} \geq f_e$ dans les barres extrêmes) les barres verticales doivent respecter les conditions imposées aux poteaux.

CHAPITRE VIII CHARPENTES EN ACIER

8.5 Constructions en profilés formés à froid

Les matériaux et les produits formés à froid employés dans ces constructions doivent être conformes aux prescriptions techniques y afférentes

La conception, le dimensionnement ainsi que l'exécution de ces constructions doivent être menés conformément aux règlements techniques en la matière.

Il faut noter que la ductilité et la capacité de dissipation d'énergie des éléments en profilés formés à froid PAF sont négligeables.

En conséquence, les considérations de sécurité, particulièrement sous l'action d'un séisme majeur doivent en tenir compte.

Les structures résistantes aux forces horizontales, ou contreventements de ces constructions, ne sont pas classiques et ne relèvent donc, en terme de conception parasismique, d'aucune classification.

Ces structures constituent souvent des systèmes intégrés et complexes dont l'unité mécanique élémentaire est fournie autant par les éléments en PAF que par des panneaux en tôles et par des assemblages spéciaux. Aussi, la résistance sismique de ces systèmes doit être justifiée par voie expérimentale

CHAPITRE X STRUCTURES EN BOIS

CHAPITRE XI FONDATIONS ET MURS DE SOUTÈNEMENT

CHAPITRE XII ISOLATION SISMIQUE

ANNEXE II : RECONNAISSANCES ET ETUDES GEOTECHNIQUES (Annexe informative)