

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire de Maghnia



TECHNIQUES ET RÈGLES DE CONSTRUCTION

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99 VERSION 2003



Présentée par : Dr. DRISS Abdelmoumen Aala Eddine

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

En Algérie, le code parasismique utilisé pour les Bâtiments est le règlement parasismique algérienne **RPA 99/v2003 « DTR BC 2-48 »**. Ce code a été approuvé par la commission technique permanente (CTP) lors de sa réunion du 4 Décembre 1999.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Objectif recherché à travers l'application des RPA

- Protéger les vies humaines en évitant l'effondrement sous l'effet d'un séisme majeur ou rare.
- Limiter les dommages dans les éléments secondaires dus à des séismes modérés, plus fréquent.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Objectif recherché à travers l'application des RPA

- Dans le cas d'un séisme de **faible intensité**, la construction ne doit pas subir **aucun dommage**.
- Dans le cas d'un séisme de **moyenne intensité**, la construction ne subira que des **dommages structurels légers**.
- Dans le cas d'un séisme d'**intensité élevée**, la construction **ne doit pas s'effondrer**.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Historique

1978 : Version préliminaire du code parasismique algérien

- inspirée du code américain (UBC 73/76).
- Les forces sismiques sont calculées à l'aide de la méthode statique équivalente.

1981 : Edition de la première version du code parasismique algérien (RPA/81) après le séisme d'El Asnam (M 7,3 / 10 octobre 1980). La force sismique est calculée par la méthode statique équivalente.

1983: RPA – 81 (version 83) La force sismique est calculée par la méthode statique équivalente.

1984: Evaluation du RPA –81 (version 83) à la suite des résultats des études de microzonage de Chlef.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Historique

1988: RPA - 88 Révision du RPA – 81 (version 83). Réaménagement du document. la méthode d'analyse modale spectrale a été introduite comme annexe.

1999 : Seconde révision du code

- Modifications dans la méthode statique équivalente
- Introduction de la méthode dynamique (méthode modale spectrale)
- Chapitres « Matériaux » et « Fondations » individualisés
- Version plus complète et mieux lisible

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Historique

2003 : Troisième révision suite au séisme de Boumerdes (M 6,8 / 21 mai 2003)

- Nouveau zonage sismique

➤	Zone 0	Sismicité négligeable
➤	Zone I	Sismicité faible
➤	Zones II a et II b	Sismicité moyenne
➤	Zone III	Sismicité élevée

- Modification des Valeurs du coefficient d'accélération "A"

- Limitation du nombre de niveaux et hauteurs pour les constructions contreventées par portiques en BA

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Contenu du RPA99 (version 2003)

Chapitre I : Généralités

Chapitre II : Règles générales de conception

Chapitre III : Critères de classification

Chapitre IV : Règles de calcul

Chapitre V : Justification de la sécurité

Chapitre VI : Prescriptions complémentaires et éléments non structuraux

Chapitre VII : Structure en béton armé

Chapitre VIII : Structures en acier

Chapitre IX : Structures en maçonnerie porteuse chaînée

Chapitre X : Fondations et murs de soutènement

Annexe 1. : Répartition des communes sur les différentes zones sismiques identifiées

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Contenu du RPA99 (version 2003)

Chapitre I : Généralités

Chapitre II : Règles générales de conception

Chapitre III : Critères de classification

Chapitre IV : Règles de calcul

Chapitre V : Justification de la sécurité

Chapitre VI : Prescriptions complémentaires et éléments non structuraux

Chapitre VII : Structure en béton armé

Chapitre VIII : Structures en acier

Chapitre IX : Structures en maçonnerie porteuse chaînée

Chapitre X : Fondations et murs de soutènement

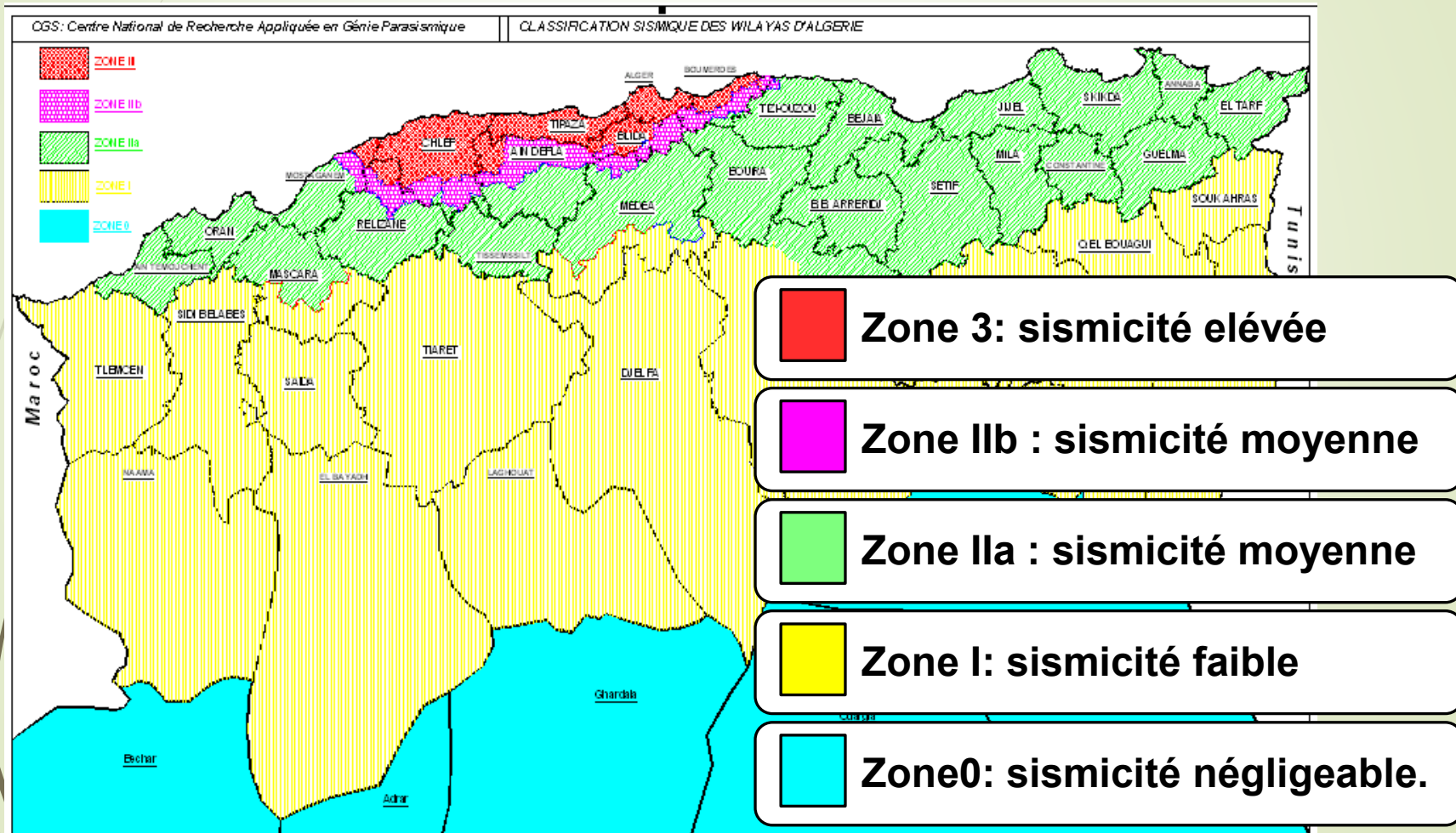
Annexe 1. : Répartition des communes sur les différentes zones sismiques identifiées

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

CRITÈRE DE CLASSIFICATION SELON LE RPA 99/V2003

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des Zones sismiques





LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur importance

Groupe 1A : Ouvrages d'importance vitale

Groupe 1B : Ouvrages de grande importance

Groupe 2 : Ouvrages courants ou d'importance moyenne

Groupe 3 : Ouvrages de faible importance

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur importance

Groupe 1A : Ouvrages d'importance vitale

Ouvrages vitaux qui doivent demeurer opérationnels après un séisme majeur pour les besoins de la survie de la région, de la sécurité publique et de la défense nationale.

- Bâtiments abritant les centres de décisions stratégiques
- Bâtiments abritant le personnel et le matériel de secours et (ou) de défense nationale ayant un caractère opérationnel tels que casernes de pompiers, de police ou militaires...
- Bâtiments des établissements publics de santé tels que les hôpitaux et centres dotés de services des urgences, de chirurgie et d'obstétrique.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur importance

- Bâtiments des établissements publics de communications tels que les centres de télécommunications, de diffusion et de réception de l'information (radio et télévision), des relais hertziens, des tours de contrôle des aéroports et contrôle de la circulation aérienne.
- Bâtiments de production et de stockage d'eau potable d'importance vitale
- Ouvrages publics à caractère culturel, ou historique d'importance nationale
- Bâtiments des centres de production ou de distribution d'énergie, d'importance nationale
- Bâtiments administratifs ou autre devant rester fonctionnels en cas de séisme



LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur importance

Groupe 1B : Ouvrages de grande importance

Ouvrages abritant fréquemment de grands rassemblements de personnes

- Bâtiments recevant du public et pouvant accueillir simultanément plus de 300 personnes tels que grande mosquée, bâtiments à usage de bureaux, bâtiments industriels et commerciaux, scolaires, universitaires, constructions sportives et culturelles, pénitenciers, grands hôtels.
- Bâtiments d'habitation collective ou à usage de bureaux dont la hauteur dépasse 48 m.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur importance

Groupe 1B : Ouvrages de grande importance

- *Ouvrages publics d'intérêt national ou ayant une importance socio-culturelle et économique certaine.*
- Bâtiments de bibliothèque ou d'archives d'importance régionale, musée, etc.
- Bâtiments des établissements sanitaires autres que ceux du groupe 1A
- Bâtiments de centres de production ou de distribution d'énergie autres que ceux du groupe 1A
- Châteaux d'eau et réservoirs de grande à moyenne importance



LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur importance

Groupe 2 : Ouvrages courants ou d'importance moyenne

Ouvrages non classés dans les autres groupes 1A, 1B ou 3 tels que :

- Bâtiments d'habitation collective ou à usage de bureaux dont la hauteur ne dépasse pas 48 m.
- Autres bâtiments pouvant accueillir au plus 300 personnes simultanément tels que, bâtiments à usage de bureaux, bâtiments industriels,...
- Parkings de stationnement publics,...



LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur importance

Groupe 3 : Ouvrages de faible importance

- Bâtiments industriels ou agricoles abritant des biens de faibles valeurs.
- Bâtiments à risque limité pour les personnes
- Constructions provisoires



LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

Régularité

Pour offrir une meilleure résistance aux séismes, les ouvrages doivent de préférence avoir, d'une part des **formes simples**, d'autre part, une **distribution aussi régulière que possible des masses et des rigidités** tant en plan qu'en élévation.

Le but recherché est d'assurer la meilleure répartition possible des sollicitations à travers la structure de façon à faire participer tous les éléments à l'absorption et à la dissipation de l'énergie développée par l'action sismique.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

Régularité en plan

1. Le bâtiment doit présenter une configuration sensiblement **symétrique** vis à vis de deux directions orthogonales aussi bien pour la distribution des **rigidités** que pour celle des **masses**.
2. A chaque niveau et pour chaque direction de calcul, la distance entre le centre de gravité des masses et le centre des rigidités **ne dépasse pas 15%** de la dimension du bâtiment mesurée perpendiculairement à la direction de l'action sismique considérée.

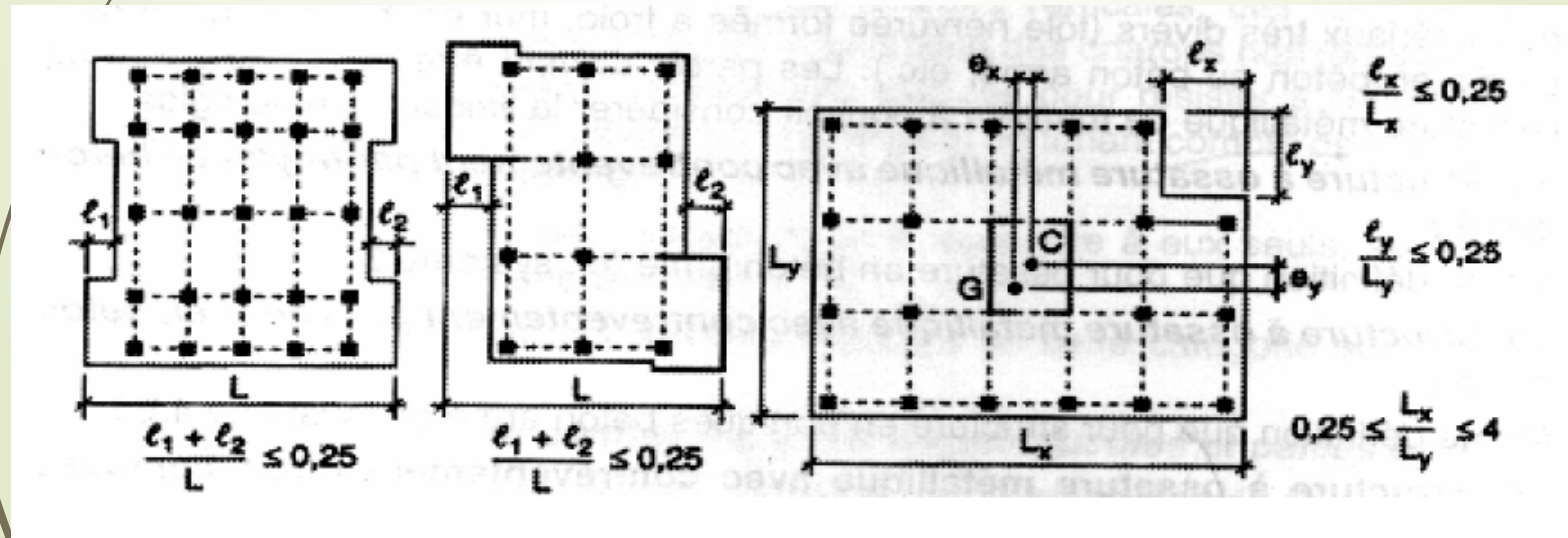
LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

Régularité en plan

3. La forme du bâtiment doit être compacte avec un rapport **longueur/largeur** du plancher inférieur ou égal 4.

La somme des dimensions des parties **rentrantes** ou **saillantes** du bâtiment dans une direction donnée **ne doit pas excéder 25%** de la dimension totale du bâtiment dans cette direction.





LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

Régularité en plan

4. Les planchers doivent présenter une **rigidité suffisante** vis à vis de celle des contreventements verticaux pour être considérés comme indéformables dans leur plan. Dans ce cadre la surface totale des **ouvertures de plancher** doit **rester inférieure à 15%** de celle de ce dernier.



LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

Régularité en élévation

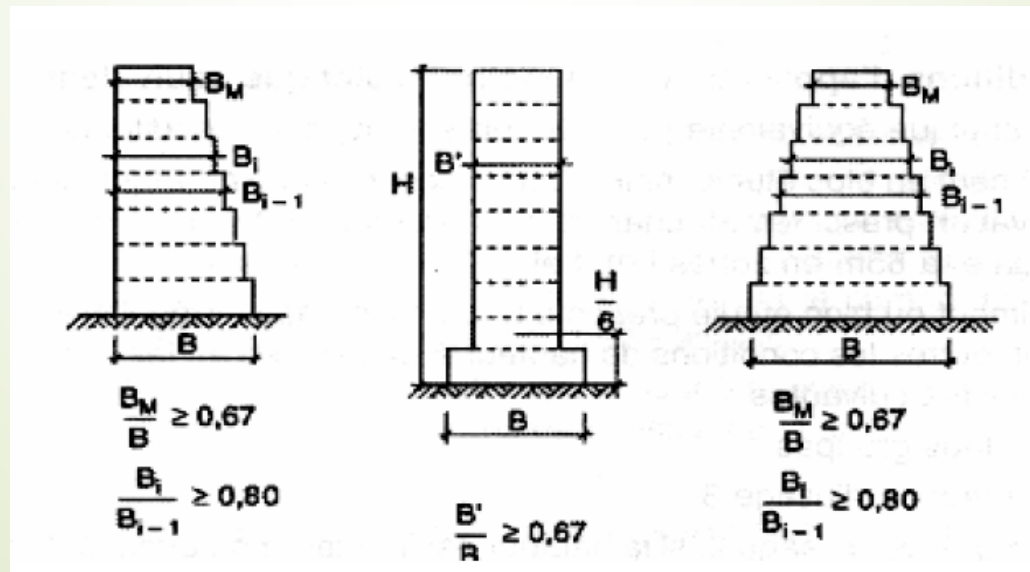
1. Le système de **contreventement** ne doit pas comporter d'élément porteur vertical **discontinu**, dont la charge ne se transmette pas directement à la fondation.
2. Aussi bien la **raideur** que la **masse** des différents niveaux restent constants ou **diminuent progressivement** et sans chargement brusque de la base au sommet du bâtiment.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

Régularité en élévation

3. Dans le cas de décrochements en élévation, la variation des dimensions en plan du bâtiment entre deux niveaux successifs **ne dépasse pas 20%** dans les deux directions de calcul et ne s'effectue que dans le sens d'une diminution avec la hauteur. La plus grande dimension latérale du bâtiment **n'excède pas 1,5 fois** sa plus petite dimension.





LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

Régularité en élévation

Toutefois, au dernier niveau, les éléments d'ouvrage, tels que buanderies, salle de machines d'ascenseurs etc. pourront ne pas respecter ces règles et être calculés conformément aux prescriptions relatives aux éléments secondaires.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des ouvrages selon leur configuration

- *Un bâtiment est classé **régulier en plan** si tous les critères de **régularité en plan** sont respectés. Par contre, il est classé irrégulier en plan si l'un de ces critères n'est pas satisfait.*
- *Un bâtiment est classé **régulier en élévation** si tous les critères de **régularité en élévation** sont respectés. Par contre, il est classé irrégulier en élévation si l'un de ces critères n'est pas satisfait.*
- *Un bâtiment est classé **régulier** s'il est à la fois régulier en plan et en élévation.*

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des Sites d'implantation

Catégorie S1 (site rocheux) :

Roche ou autre formation géologique caractérisée par une vitesse moyenne d'onde de cisaillement (V_S) ³ à 800m/s.

Catégorie S2 (site ferme) :

Dépôts de sables et de graviers très denses et/ou d'argile Sur-consolidée sur 10 à 20 m d'épaisseur avec V_S ³ 400 m/s à partir de 10 m profondeur.

Catégorie S3 (site meuble) :

Dépôts épais de sables et graviers moyennement denses ou d'argile moyennement raide avec V_S ³ 200 m/s à partir de 10 m de profondeur.

Catégorie S4 (site très meuble)

- Dépôts de sables lâches avec ou sans présence de couches d'argile molle avec $V_S < 200$ m/s dans les 20 premiers mètres.
- Dépôts d'argile molle à moyennement raide avec $V_S < 200$ m/s dans les 20 premiers mètres.

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des Sites d'implantation

Par ailleurs, outre les valeurs des vitesses d'ondes de cisaillement, les valeurs moyennes harmoniques d'autres résultats d'essais (pénétromètre statique, SPT, pressiomètre...) peuvent être utilisées pour classer un site selon le tableau suivant :

Caté- gorie	Description	q_c (MPa) (c)	N (d)	p_l (MPa) (e)	E_p (MPa) (e)	q_u (MPa) (f)	V_s (m/s) (g)
S ₁	Rocheux (a)	-	-	>5	>100-	>10	≥800
S ₂	Ferme	>15	>50	>2	>20	>0.4	≥400 - < 800
S ₃	Meuble	1.5 ~ 15	10 ~ 50	1 ~ 2	5 ~ 20	0.1 ~ 0.4	≥200 - < 400
S ₄	Très Meuble ou Présence de 3m au moins d'argile molle (b)	<1.5	<10	<1	<5	< 0.1	≥100 <200

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des systèmes de contreventement

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

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des systèmes de contreventement

B	Acier	
7	Portiques autostables ductiles	6
8	Portiques autostables ordinaires	4
9a	Ossature contreventée par palées triangulées en X	4
9b	Ossature contreventée par palées triangulées en V	3
10a	Mixte portiques/palées triangulées en X	5
10b	Mixte portiques/palées triangulées en V	4
11	Portiques en console verticale	2

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des systèmes de contreventement

C	Maçonnerie	
12	Maçonnerie porteuse chaînée	2,5
D	Autres systèmes	
13	Ossature métallique contreventée par diaphragme	2
14	Ossature métallique contreventée par noyau en béton armé	3
15	Ossature métallique contreventée par voiles en béton armé	3,5
16	Ossature métallique avec contreventement mixte comportant un noyau en béton armé et palées ou portiques métalliques en façades	4
17	Systèmes comportant des transparences (étages souples)	2

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

Classification des systèmes de contreventement

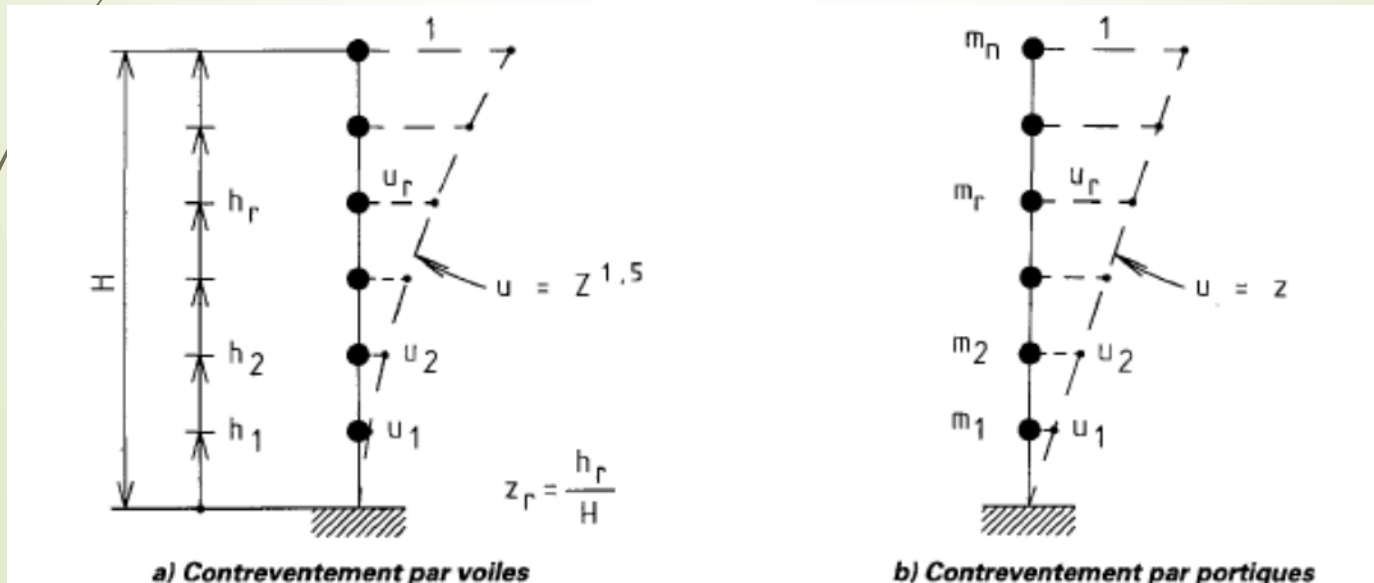
C	Maçonnerie	
12	Maçonnerie porteuse chaînée	2,5
D	Autres systèmes	
13	Ossature métallique contreventée par diaphragme	2
14	Ossature métallique contreventée par noyau en béton armé	3
15	Ossature métallique contreventée par voiles en béton armé	3,5
16	Ossature métallique avec contreventement mixte comportant un noyau en béton armé et palées ou portiques métalliques en façades	4
17	Systèmes comportant des transparences (étages souples)	2

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

LES MÉTHODES UTILISABLES POUR UNE ÉTUDE PARASISMIQUE

METHODE STATIQUE EQUIVALENTE

Les forces réelles dynamiques qui se développent dans la construction sont remplacées par un système de forces statiques fictives dont les effets sont considérés équivalents à ceux de l'action sismique.

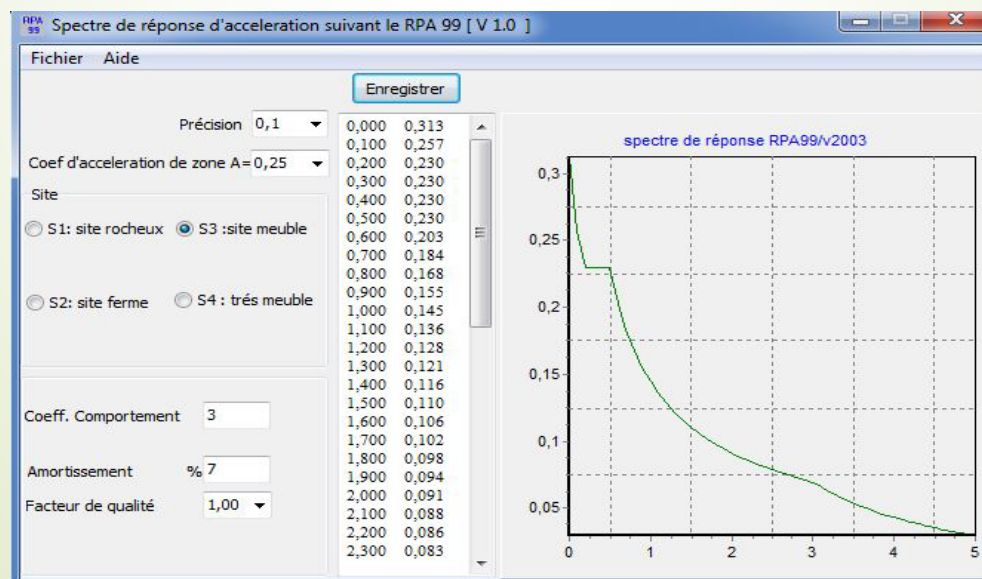


LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

LES MÉTHODES UTILISABLES POUR UNE ÉTUDE PARASISMIQUE

METHODE DYNAMIQUE MODALE SPECTRALE

Par cette méthode, il est recherché pour chaque mode de vibration, le maximum des effets engendrés dans la structure par les forces sismiques représentées par un **spectre de réponse** de calcul. Ces effets sont par la suite combinés pour obtenir la réponse de la structure.

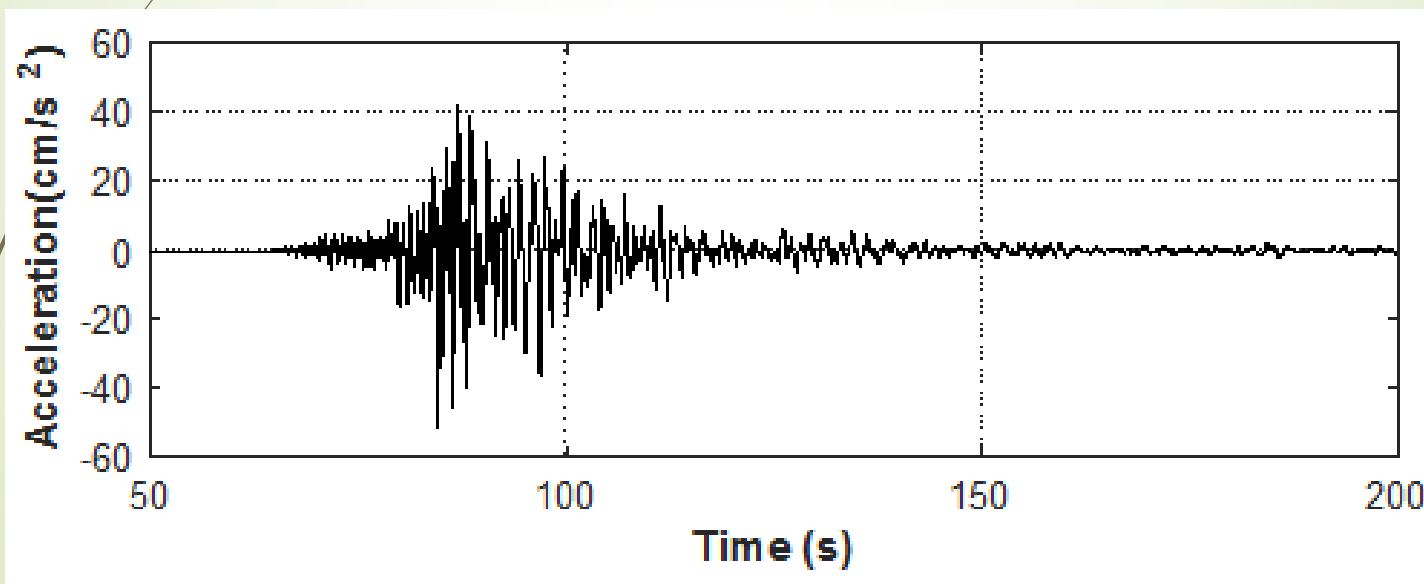


LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

LES MÉTHODES UTILISABLES POUR UNE ÉTUDE PARASISMIQUE

METHODE D'ANALYSE DYNAMIQUE PAR ACCELEROGRAMMES

Le même principe que la méthode d'analyse spectrale sauf que pour ce procédé, au lieu d'utiliser un spectre de réponse de forme universellement admise, **on utilise des accélérogrammes réels.**



LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

METHODE STATIQUE EQUIVALENTE

Calcule de la force sismique totale (V)

Coefficient
d'accélération
de la zone

Facteur d'amplification
dynamique moyen

Facteur de qualite

$$V = \frac{A \cdot D \cdot Q}{R} \cdot W$$

Coefficient de comportement
global de la structure

Poids de la structure

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

METHODE STATIQUE EQUIVALENTE

Coefficient d'accélération de la zone

Tableau 4.1. : coefficient d'accélération de zone A.

Groupe d'usage	ZONE			
	I	IIa	IIb	III
1 A	0,15	0,25	0,30	0,40
1 B	0,12	0,20	0,25	0,30
2	0,10	0,15	0,20	0,25
3	0,07	0,10	0,14	0,18

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

METHODE STATIQUE EQUIVALENTE

Facteur d'amplification
dynamique moyen

$$D = \begin{cases} 2.5\eta & 0 \leq T \leq T_2 \\ 2.5\eta (T_2/T)^{\frac{2}{3}} & T_2 \leq T \leq 3.0s \\ 2.5\eta (T_2/3.0)^{\frac{2}{3}} (3.0/T)^{\frac{5}{3}} & T \geq 3.0 s \end{cases} \quad (4.2)$$

Tableau 4.7 : Valeurs de T_1 et T_2

Site	S_1	S_2	S_3	S_4
$T_1(\text{sec})$	0,15	0,15	0,15	0,15
$T_2(\text{sec})$	0,30	0,40	0,50	0,70

$$\eta = \sqrt{7/(2 + \xi)} \geq 0.7 \quad (4.3)$$

Tableau 4.2 : Valeurs de ξ (%)

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

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

METHODE STATIQUE EQUIVALENTE

Facteur de qualite

Tableau 4.4. : valeurs des pénalités P_q

Critère "q"	P_q	
	Observé	N/observé
1. Conditions minimales sur les files de contreventement	0	0,05
2. Redondance en plan	0	0,05
3. Régularité en plan	0	0,05
4. Régularité en élévation	0	0,05
5. Contrôle de la qualité des matériaux	0	0,05
6. Contrôle de la qualité de l'exécution	0	0,10

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

METHODE STATIQUE EQUIVALENTE

Coefficient de comportement
global de la structure

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

LES RÈGLES PARASISMIQUES RPA 99/V 2003

METHODE STATIQUE EQUIVALENTE

Poids de la structure

$$W_i = W_{Gi} + \beta W_{Qi} \quad (4-5)$$

Tableau 4.5 : valeurs du coefficient de pondération β

Cas	Type d'ouvrage	β
1	Bâtiments d'habitation, bureaux ou assimilés	0,20
2	Bâtiments recevant du public temporairement : - Salles d'exposition, de sport, lieux de culte, salles de réunions avec places debout. - salles de classes, restaurants, dortoirs, salles de réunions avec places assises	0,30
3	Entrepôts, hangars	0,40
4	Archives, bibliothèques, réservoirs et ouvrages assimilés	1,00
5	Autres locaux non visés ci-dessus	0,60

MERCI POUR VOTRE ATTENTION