

Chapitre IV : Critères de classification

IV. Critères de classification selon le « RPA 99 version 2003 » :

Les critères de classifications nécessaires à la définition de la situation étudiée selon le « RPA 99 version 2003 » sont :

- Les zones sismiques ;
- L'importance des ouvrages ;
- Les sites ;
- Les systèmes de contreventement et la régularité des ouvrages.

IV.1. Classification des ouvrages selon leur importance :

Le niveau minimal de protection sismique accordé à un ouvrage dépend de sa destination et de son importance vis à vis des objectifs de protection fixés par la collectivité, le « RPA 99 version 2003 » préconise 4 groupes :

- 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.

IV.1.1. 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, soit :

- Bâtiments abritant les centres de décisions stratégiques ;
- Bâtiments abritant le personnel et le matériel de secours et (ou) de **défense nationale** ;(casernes de pompiers, de police ou militaires, parcs d'engins et de véhicules d'intervention d'urgence et de secours ;
- Etablissements publics de santé (**hôpitaux** et centres dotés) ;
- Etablissements 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 ;
- **Centres** de production ou de distribution **d'énergie**, d'importance nationale ;
- **Bâtiments** administratifs ou autre devant rester **fonctionnels en cas de séisme**.

IV.1.2. Groupe 1B : Ouvrages de grande importance :

Ouvrages abritant fréquemment de grands rassemblements de personnes :

- **Bâtiments publics** recevant **plus de 300 personnes** (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**.

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.
- Etablissements sanitaires autres que ceux du groupe 1A ;
- Centres de production ou de distribution d'énergie autres que ceux du groupe 1A ;
- Châteaux d'eau et réservoirs de grande à moyenne importance.

IV.1.3. Groupe 2 : Ouvrages courants ou d'importance Moyenne :

- **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, ...etc ;
- **Parkings** de stationnement publics, ...etc.

IV.1.4. 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.

IV.2. Classification des zones sismiques :

Le territoire national est divisé en cinq zones sismiques classées comme suit :

- Zone 0 : sismicité négligeable
- Zone I : sismicité faible
- Zone IIa et IIb : sismicité moyenne
- Zone III : sismicité élevée

La figure IV.1 ci-dessous représente la carte des zones sismiques de l'Algérie.

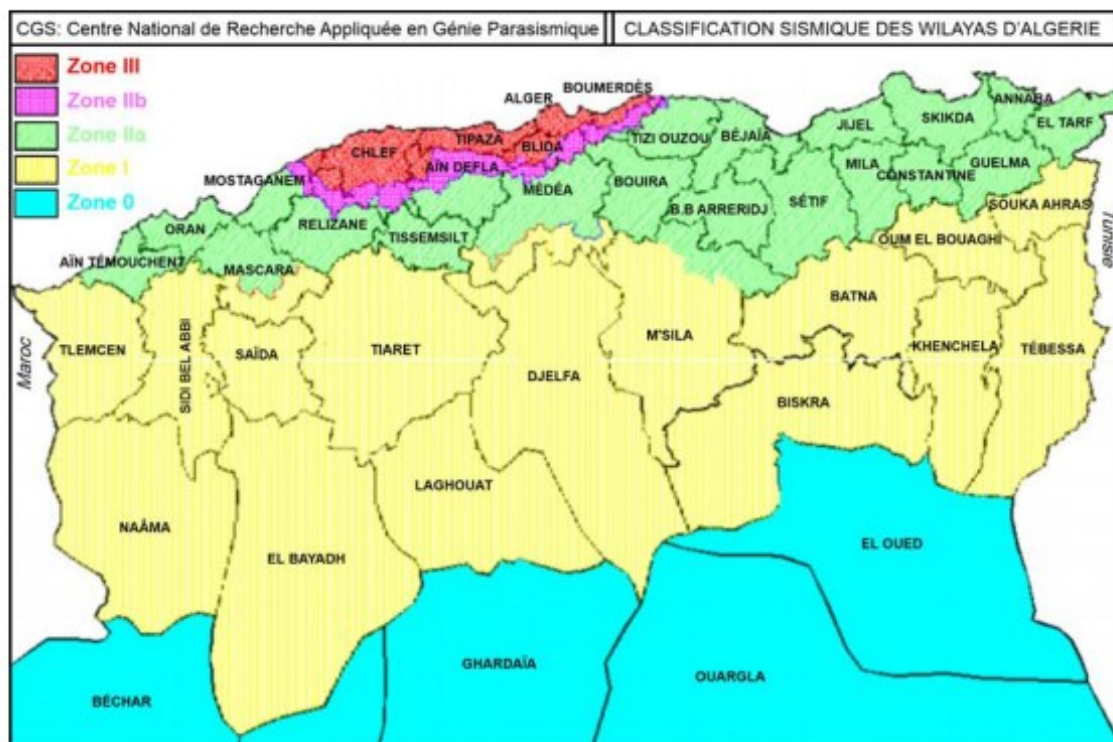


Figure IV.1. Carte de zonage sismique de l'Algérie.

Le tableau IV.1 ci-dessous précise la classification par Wilaya et par Commune.

Tableau IV.1. Classification des zones sismiques par Wilaya et par Commune.

Wilayas	Communes / Groupes	Zone sismique
ADRAR	Tous les communes	0
CHLEF	Groupe A : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes B et C	III
	Groupe B : El karimia, Harchoun, Sendjias, oued Sly, Boukadir	IIb
	Groupe C : Oued ben abd el kader el hadjadj	IIa
LAGHOUAT	Tous les communes	I
OUM EL BOUAGHI	Tous les communes	I
BATNA	Tous les communes	I
BEJAIA	Tous les communes	IIa
BISKRA	Tous les communes	I
BECHAR	Tous les communes	0
BLIDA	Groupe A : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe B	III
	Groupe B : Mefteh, Djebabra, Souhane, Larbaa, Ouled Slama, Bougara, Hammam Melouane, Ain Romana	IIb
BOUIRA	Tous les communes	IIa
TAMENRASSET	Tous les communes	0
TEBESSA	Tous les communes	I
TELEMCEN	Tous les communes	I
TIARET	Tous les communes	I
TIZI-OUZOU	Groupe A : Mizrana	IIb
	Groupe B : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe A	IIa
ALGER	Tous les communes	III
DJELFA	Tous les communes	I
JIJEL	Tous les communes	IIa
SETIF	Tous les communes	IIa
SAIDA	Tous les communes	I
SIKIKDA	Tous les communes	IIa
SIDI BEL-ABBES	Tous les communes	I
ANNABA	Tous les communes	IIa
GUELMA	Tous les communes	IIa
COSTANTINE	Tous les communes	IIa
MEDEA	Groupe A : El hamadania, Médéa, Tamesguida	IIb
	Groupe B : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes A et C	IIa
	Groupe C : Bou Aiche, Chahbounia, Boughzoul, Saneg, Meftaha, Ouled Maaref, El Aounet, Ain Boucif, Sidi Damed, Ain Ouksir, Cheniguel	I
MOSTAGANEM	Groupe A : Ouled Boughalem, Achaacha, Khadra, Nekmaria	III
	Groupe B : Sidi Lakhdar, Tasghait, Ouled Maalla	IIb
	Groupe C : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes A et B	IIa

M'SILA	Groupe A : Beni Ilmane, Ounougha, Hammam Dalaa, Tarmount, Ouled Mansour, M'Sila, M'Tarfa, Maadid, Ouled Derradj, Ouled Addi, Dahahna, Berhoum, Ain Kadra, Magra, Belaiba.	Ila
	Groupe B : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe A	I
MASCARA	Groupe A : Toutes les communes autres que celles figurant au groupe B	Ila
	Groupe B : Ain Fares, Ain Fekran, Bouhanifia, Guerdjou, Oued Taria, Ghri, Benian, Mokhda, Aouf, Gharous, Nesmot, M'Hamid, Hachem, Oued El Abtai, Ain Ferrah	I
OUARGLA	Tous les communes	0
ORAN	Tous les communes	Ila
EL BYADH	Tous les communes	I
ILLIZI	Tous les communes	0
BORDJ BOU ARRERIDJ	Tous les communes	Ila
BOUMERDES	Groupe A : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes B et C	III
	Groupe B : Afir, Benchoud, Taouerga, Baghlia, Oued Aissa, Naciria, Bordj Menail, Isser, Beni Amrane, Souk El Had, Bouzegza, Keddar, Kharouba, Larbatache, Khemis El Khechna, Ouled Moussa, Hammadi	Ilb
	Groupe C : Timezrit, Ammal, Chaabet El Aneur	Ila
EL TAREF	Tous les communes	Ila
TINDOUF	Tous les communes	0
TISSEMSILT	Tous les communes	Ila
EL OUED	Tous les communes	0
KHENCHELA	Tous les communes	I
SOUK AHRAS	Tous les communes	I
TIPAZA	Tous les communes	III
MILA	Tous les communes	Ila
AIN DEFLA	Groupe A : Tacheta Zegara, El Abadia, Ain Bouyahia, El Attaf	III
	Groupe B : Al Amra, Mekhatria, Arib, Rouina, Ain Defla, Bourashed, Zeddine, Tiberkanine, Meliana, Ain Torki,	Ilb
	Groupe C : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes A et B	Ila
NAAMA	Tous les communes	I
AIN TEMOUCHENT	Tous les communes	Ila
GHARDAIA	Tous les communes	0
RELIZANE	Groupe A : Mediouna, Sidi M'hamed Ben Ali, Mazouna, El Guettar	III
	Groupe B : Merdja Sidi Abed, Oued Rhiou, Ouarizane, Djidiouia, Hamri, Beni Zenthis	Ilb
	Groupe C : Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes A et B	Ila

IV.2.1. Coefficient d'accélération de zone :

Le coefficient d'accélération de zone est défini en fonction de la zone sismique et de l'importance de l'ouvrage, définie au §IV.1, est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau IV.2. Coefficient d'accélération de zone.

Groupe	Coefficients d'accélération de zone (%)			
	Zone I	Zone IIa	Zone IIb	Zone III
1A	0.15	0.25	0.30	0.40
1B	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

IV.3. Classification des sites d'implantation :**IV.3.1. Choix du site :**

Une attention particulière doit être portée aux conditions défavorables suivantes :

- 1. Présence de failles reconnues actives ;**
- 2. Zones suspectes de liquéfaction ;**
- 3. Terrains instables :**
 - Pentes instables, abords de falaises, rives et berges sujettes à affouillement ;
 - Terrains tassants, gorgés d'eau, mal drainés ou inondables ;
 - Terrains susceptibles de s'effondrer sous l'effet des secousses ;
 - Présence de cavités souterraines ;
 - Présence de remblais non compactés.
- 4. Topographie superficielle accidentée :**
 - Crêtes, pitons rocheux ;
 - Bords de vallées encaissées ;
 - Abords de changements de pente importants.
- 5. Présence d'alluvions d'épaisseur variable** en pied de pente ou d'épaisseur importante en milieu de vallées (susceptible d'amplification).
- 6. Présence de formations géologiques différentes.**

IV.3.2. Reconnaissance et étude de sol :

Les reconnaissances et études de sol sont obligatoires pour les ouvrages d'importance moyenne ou plus, implantés en zones de sismicité moyenne à élevée. À l'exception des constructions R+2 au maximum ou 11 m de hauteur moyenne et dont la surface totale des planchers n'excède pas 400 m².

Ces études sont en principe les mêmes que dans le cas des situations non sismiques mais doivent en outre, permettre de classer le site et de détecter les zones liquéfiables et / ou instable.

Des reconnaissances et études complémentaires peuvent s'avérer nécessaires en présence notamment de zones liquéfiables ou instables ainsi que pour la prise en compte éventuelle des propriétés dynamiques des sols dans les calculs

IV.3.3. Implantation des ouvrages :

Lors de l'implantation des ouvrages, il faudrait :

- Eviter absolument la proximité immédiate d'une faille reconnue active pour les ouvrages importants et ceux d'importance vitale. Si le tracé de la faille a été localisé à l'issue d'une étude de site préalable, les ouvrages d'importance moyenne doivent faire l'objet d'un niveau de protection plus élevé et être implantés en dehors d'une bande de 100 m de large minimum de part et d'autre de la trace de la faille ;
- Pour les ouvrages d'importance faible, la largeur de la bande à neutraliser est ramenée à 50 m, de part et d'autre de la faille- éviter autant que possible, les terrains instables et les terrains à topographie accidentée ;
- Eviter les sols liquéfiables, les sols fortement fracturés, les sols faiblement cimentés et les zones de remblais.

Il est par ailleurs recommandé de :

- Préférer les sols rocheux et les sols fermes aux sols meubles, de faible portance et donnant lieu à des tassements excessifs et irréguliers ;
- Veiller à ce que la couche d'appui des fondations soit suffisamment épaisse et qu'elle ne repose pas elle-même sur une couche instable ;
- Planter autant que possible, les bâtiments élevés sur des sites rocheux ou sites de sols fermes de faible épaisseur et les bâtiments bas sur des sites de sols fermes ou meubles relativement épais et ce pour éviter les phénomènes de résonance ;
- Opter de préférence pour plusieurs blocs de bâtiments sur plates formes horizontales lors de l'implantation d'un programme important de constructions sur un terrain en pente. La pente des talus dont la stabilité reste à vérifier ne doit pas dépasser 2/3 ;
- Planter un ouvrage d'un même côté d'une discontinuité telle que fracture, contact de formations géologiques différentes, changement brusque de pente, sinon le scinder par des joints en blocs distincts, implantés de part et d'autre de la discontinuité.

IV.3.4. Infrastructure et fondations :

L'infrastructure, constituée des éléments structuraux des sous-sols éventuels et le système de fondations doivent former un ensemble résistant et rigide, prenant, si possible, appui à un minimum de profondeur sur des formations en place compactes et homogènes, hors d'eau de préférence.

En outre, cet ensemble devra être capable de transmettre les charges sismiques horizontales en plus des charges verticales, de limiter les tassements différentiels et d'empêcher les déplacements horizontaux relatifs des points d'appui par solidarisation au moyen de longrines ou autre dispositif équivalent.

Les fondations sur remblais ou sols reconstitués ne sont pas admises, sauf justifications spéciales.

Le système de fondation doit être homogène (semelles superficielles, radier, pieux) avec un seul mode de fondation par bloc de construction, délimité par des joints. Il doit autant que possible constituer une assise horizontale unique sur toute l'emprise du bloc.

IV.3.5. Catégories et Critères de classification des sites :

IV.3.5.1. Catégories des sites :

En fonction des caractéristiques, les sols sont classés en 4 catégories :

Site 1 (S₁) : site rocheux :

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

Site 2 (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 $V_s \geq 400$ m/s à partir de 10 m de profondeur.

Site 3 (S₃) : site meuble :

Dépôts épais de sables et graviers moyennement denses ou d'argile moyennement raide avec $V_s \geq 200$ m/s à partir de 10 m de profondeur.

Site 4 (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.

Après cette classification, les périodes caractéristiques associées à la catégorie de site sont données au Tableau IV.3.

Tableau IV.3. Valeurs de T_1 et T_2 .

Site	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
T_1 (sec)	0.15	0.15	0.15	0.15
T_2 (sec)	0.30	0.40	0.50	0.70

IV.3.5.2. Classement du site selon la disponibilité des essais :

- Le classement du site peut être réalisé en référence à la vitesse des ondes de cisaillement $V_{s,30}$ dans les 30 m de sol supérieurs si cette information est disponible ;
- La valeur de la vitesse de l'onde de cisaillement du rocher doit être mesurée sur site ou estimée dans le cas d'un rocher peu altéré. Les roches tendres ou très altérées peuvent être classées en catégorie S2 dans le cas où V_s n'est pas mesurée ;
- Le site ne peut être classé dans la catégorie S1 s'il existe plus de 3 m de sols entre la surface du rocher et le niveau bas des fondations superficielles ;
- L'argile molle est définie par un indice de plasticité $I_p > 20$, une teneur en eau naturelle $W_n \geq 40\%$, une résistance non drainée $C_u < 25$ kPa et une vitesse d'onde de cisaillement $V_s < 150$ m/s.

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

Tableau IV.3. Classification des sites.

Site	Type de sol	q_c (MPa) (1)	N (2)	P_l (MPa) (3)	E_p (MPa) (3)	q_u (MPa) (4)	V_s (m/s) (5)
S1	Rocheux			> 5	> 100	> 10	≥ 800
S2	Ferme	> 15	> 50	> 2	> 20	> 0.4	$\geq 400 - < 800$
S3	Meuble	1.5 – 15	10 – 15	1 – 2	5 – 20	0.1 – 0.4	$\geq 200 - < 400$
S4	Très Meuble ou Présence de 3m au moins d'argile molle	< 1.5	< 10	< 1	< 5	< 0.1	$\geq 100 - < 200$

Les paramètres sont définis comme suit :

1. Pénétromètre statique :

$$\bar{q}_c = \frac{\sum_i^n h_i}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{q_{ci}} \right)}$$

Où :

h_i : Epaisseur de la couche i

q_{ci} : Résistance de pointe moyenne à travers la couche i

2. Essai SPT :

$$\bar{N} = \frac{h_s}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{N_i} \right)}$$

Où :

$N_i < 100$: Nombre de coups moyens non corrigé, enregistré à travers la couche (i) d'épaisseur h_i

h_s : Epaisseur totale des couches de sols granulaires (sables et/ou graviers).

3. Pressiomètre :

$$\bar{P}_l = \frac{\sum_i^n h_i}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{P_{li}} \right)}$$

Où :

P_{li} : Pression limite moyenne à travers la couche (i) d'épaisseur h_i

$$\bar{E}_p = \frac{\sum_i^n h_i}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{E_{pi}} \right)}$$

Où :

E_{pi} : Module pressiométrique moyen à travers la couche $n(i)$ d'épaisseur h_i

4. Résistance en compression simple :

$$\bar{q}_u = \frac{h_c}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{q_{ui}} \right)_i}$$

Où :

h_c : Epaisseur totale des couches de sols cohérents, argile et/ou marne

q_{ui} : Résistance en compression simple à travers la couche (i) d'épaisseur h_i

5. Vitesse des ondes de cisaillement :

$$V_s = \frac{\sum_i^n h_i}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{V_{si}} \right)_i}$$

Où :

V_{si} : Vitesse d'onde de cisaillement à travers la couche (i) d'épaisseur h_i

IV.3.3. Facteur d'amplification dynamique moyen :

Le facteur d'amplification dynamique est en fonction du site, du facteur de correction d'amortissement et de la période (T) fondamentale de la structure. Il calé à un palier horizontal pour les faibles périodes.

Le facteur D est donné sous forme graphique à la figure IV.2 pour un amortissement $\xi = 5\%$

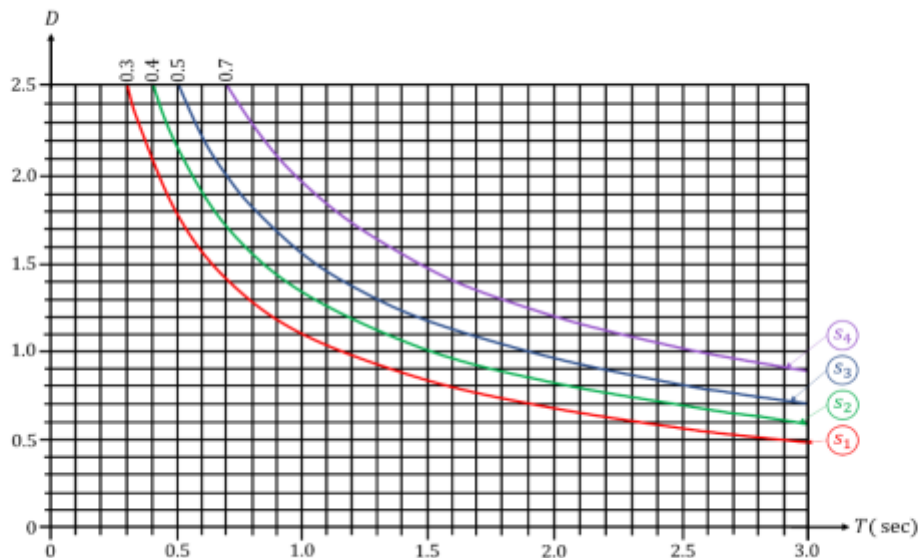


Figure IV.2. Facteur d'amplification dynamique moyen D ($\xi = 5\%$).

IV.4. Systèmes de contreventement :**IV.4.1. Classification des systèmes de contreventement :**

L'objet de la classification des systèmes structuraux se traduit, dans les règles et méthodes de calcul, par l'attribution pour chacune des catégories de cette classification, d'une valeur numérique du coefficient de comportement R .

La classification des systèmes structuraux est faite en tenant compte de leur fiabilité et de leur capacité de dissipation de l'énergie vis-à-vis de l'action sismique.

Le coefficient de comportement correspondant est fixé en fonction de la nature des matériaux constitutifs, du type de construction, des possibilités de redistribution d'efforts dans la structure et des capacités de déformation des éléments dans le domaine post-élastique.

Les systèmes de contreventement sont classés selon les catégories suivantes :

A) Structures en béton armé :**1.a. Portiques autostables en béton armé sans remplissage en maçonnerie rigide :**

C'est une ossature constituée uniquement de portiques capables de reprendre la totalité des sollicitations dues aux charges verticales et horizontales.

Pour cette catégorie, les éléments de remplissage ne doivent pas gêner les structures en béton armé déformations des portiques (cloisons désolidarisées ou cloisons légères dont les liaisons ne gênent pas le déplacement des portiques).

Limitation du nombre de niveaux et de hauteurs pour les bâtiments concernés est donnée au Tableau IV.4.

Tableau IV.4. Limitation pour les bâtiments en portiques autostables en béton armé sans remplissage en maçonnerie rigide.

Zone	I	Ila	Ilb et III
Nombre de niveaux	5 (R+4)	4 (R+3)	3 (R+2)
Hauteur (m)	17	14	11

1.b. Portiques autostables en béton armé avec remplissage en maçonnerie rigide :

Pour cette catégorie, les éléments de remplissage de la structure sont constitués par des murs en maçonnerie de petits éléments insérés dans le cadre poteaux poutres dont l'épaisseur (hors crépissage) ne dépasse pas 10 cm (exception faite pour les remplissages périphériques ou les séparations entre deux (2) logements ou deux locaux d'un même niveau où une deuxième paroi de 5 cm, du côté intérieur est tolérée ; Cette dernière peut éventuellement avoir une épaisseur de 10 cm à condition qu'elle ne soit pas insérée dans les cadres poteaux poutres pour ne pas aggraver les phénomènes d'interaction maçonnerie-structure.

En outre les remplissages concernés doivent être disposés en plan aussi symétriquement que possible par rapport au centre de masse de chaque étage de façon à ne pas aggraver une dissymétrie éventuelle du système de contreventement en béton armé de l'étage (portiques autostables).

Pour les bâtiments concernés par cette catégorie, la limitation du nombre de niveaux et de hauteurs est donnée au Tableau IV.5.

Tableau IV.5. Limitation pour les bâtiments en portiques autostables en béton armé avec remplissage en maçonnerie rigide.

Zone	I	Ila	Ilb	III
Nombre de niveaux	5 (R+4)	4 (R+3)	3 (R+2)	2 (R+1)
Hauteur (m)	17	14	11	8

2. Système de contreventement constitué par des voiles porteurs en béton armé :

Le système est constitué de voiles uniquement ou de voiles et de portiques. Dans ce dernier cas **les voiles reprennent plus de 20% des sollicitations dues aux charges verticales**. On considère que la **sollicitation horizontale est reprise uniquement par les voiles**.

3. Structure à ossature en béton armé contreventée entièrement par noyau en béton armé :

Le bâtiment est dans ce cas-là contreventé entièrement par un noyau rigide en béton armé qui reprend la totalité de l'effort horizontal.

4.a. Système de contreventement mixte assuré par des voiles et des portiques avec justification d'interaction portiques -voiles :

Les voiles de contreventement doivent reprendre au plus 20% des sollicitations dues aux charges verticales.

Les voiles et les portiques reprennent conjointement les charges horizontales proportionnellement à leurs rigidités relatives ainsi que les sollicitations résultant de leurs interactions à tous les niveaux.

Les portiques doivent reprendre, outre les sollicitations dues aux charges verticales, au moins 25% de l'effort tranchant d'étage.

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

Dans ce cas les voiles reprennent au plus 20% des sollicitations dues aux charges verticales et la totalité des sollicitations dues aux charges horizontales.

On considère que les portiques ne reprennent que les charges verticales. Toutefois, en zone sismique IIb et III, il y a lieu de vérifier les portiques sous un effort horizontal représentant 25% de l'effort horizontal global.

Avec ce système de contreventement les bâtiments sont limités en hauteur à 10 (R+9) niveaux ou 33 m au maximum.

5. Système fonctionnant en console verticale à masses réparties prédominantes :

C'est le cas par exemple d'un réservoir cylindrique, des silos et cheminées de forme cylindrique, et autre.

6. Système à pendule inverse :

C'est un système où 50% ou plus de la masse est concentrée dans le tiers supérieur de la structure.

C'est le cas par exemple d'un château d'eau sur pilotis ou d'un réservoir d'eau cylindrique ou torique proéminent sur jupe cylindrique ou conique plus resserrée.

B) Structures en acier :

7. Ossature contreventée par portiques autostables ductiles :

L'ossature complète (cadres inclus) reprend la totalité des charges verticales. Les portiques autostables ductiles reprennent à eux seuls la totalité des charges horizontales. Ces portiques ou cadres doivent être conçus calculés et exécutés selon les dispositions fixées au paragraphe §8.2–RPA99V2003.

8. Ossature contreventée par portiques autostables ordinaires :

L'ossature complète reprend la totalité des charges verticales. Les portiques ou cadres devant remplir les exigences données au paragraphe §8.3–RPA99V2003, reprennent à eux seuls la totalité des charges horizontales.

La hauteur de tout bâtiment utilisant ce système pour le contreventement, doit être limité à 5 niveaux (R+4) ou 17 m.

9. Ossature contreventée par palées triangulées concentriques :

L'ossature complète reprend la totalité des chargés verticaux et les palées reprennent la totalité des charges horizontales.

Les palées triangulées concentriques doivent respecter les dispositions données au paragraphe §8.4–RPA99V2003.

La hauteur des bâtiments utilisant ce système pour le contreventement doit être limitée à 10 niveaux ou 33 m.

Dans cette classe de contreventement, on distingue deux (02) sous classes, soit des palées en X et en V (les palées en K n'étant pas autorisées).

9. a. Système d'ossature contreventée par palées triangulées en X :

Dans ce système, pour un nœud d'une palée, les axes de la diagonale, de la poutre et du poteau convergent en un seul point situé sur le centre du nœud.

Dans ce système, on considère que parmi toutes les diagonales d'une palée, seules celles tendues interviennent dans la résistance et le comportement dissipatif de cette palée vis-à-vis de l'action sismique.

9. b. Système d'ossature contreventée par palées triangulées en V :

Dans ce système, les poutres de chaque palée sont continuées et le point d'intersection des axes des diagonales de la palée se situe sur l'axe de la poutre.

La résistance et la capacité de dissipation de la palée vis-à-vis de l'action sismique sont fournies par la participation conjointe des diagonales tendues et des diagonales comprimées.

10. Ossature avec contreventements mixtes :

Dans le cas de figure développé ici, les palées de contreventement doivent reprendre au plus 20% des sollicitations dues aux charges verticales.

Un contreventement mixte est une combinaison de 2 types de contreventement choisis parmi certains de ceux définis précédemment. Il comprend des portiques ou des cadres autostables ductiles couplés avec, soit des palées triangulées en X, soit des palées triangulées en V, ou se rapprochant du V (système en double béquille).

L'ossature complète reprend la totalité des charges verticales. Les contreventements mixtes (cadres + palées) reprennent la totalité des charges horizontales globales.

Les cadres et les palées doivent être calculés pour résister à l'effort horizontal qui sera partagé au prorata de leur raideurs et en tenant compte de leur interaction mutuelle à tous les niveaux.

Les cadres autostables ductiles doivent pouvoir reprendre à eux seuls, au moins 25% des charges horizontales globales.

10.a. système d'ossature contreventée par cadres ductiles et palées en X :

Dans ce système, le contreventement mixte est une combinaison de cadres autostables ductiles et de palées triangulées concentriques en X.

10.b. système d'ossature contreventée par cadres ductiles et palées en V :

Dans ce système, le contreventement mixte est une combinaison de cadres autostables ductiles et de palées triangulées concentriques en V.

11. Portiques fonctionnant en console verticale :

Cette catégorie de système structural de faible degré d'hyperstaticité concerne essentiellement des portiques classiques à un seul niveau avec une traverse rigide, et des structures élancées de type "tube" où les éléments résistants sont essentiellement des

poteaux situés en périphérie de la structure. Ces structures particulières se traduisent par un comportement dissipatif localisé uniquement aux extrémités des poteaux.

C) Structure en maçonnerie :

Les constructions en maçonnerie porteuse ordinaire sont interdites en zone sismique ; Seule la maçonnerie porteuse chaînée y est permise.

12. Structures en maçonnerie porteuse chaînée :

Ce système concerne des structures porteuses réalisées en maçonnerie de moellons ou petits éléments manufacturés et comportant des chaînages en béton armé mis en œuvre après exécution de la maçonnerie. Ces structures résistent en même temps aux charges verticales et horizontales.

Pour les bâtiments concernés par ce type de système constructif, la limitation du nombre de niveaux et de hauteurs est donnée au Tableau IV.6.

Tableau IV.5. Limitation pour les bâtiments en maçonnerie porteuse chaînée.

Zone	I	Ila	IIb et III
Nombre de niveaux	5 (R+4)	4 (R+3)	3 (R+2)
Hauteur (m)	17	14	11

D) Autres structures :

13. Structures à ossature métallique avec contreventement par diaphragme :

Ces structures résistent, vis à vis de l'action sismique, par l'effet de diaphragme des parois verticales (murs) et horizontales (planchers). Le niveau de comportement dissipatif de ces structures est fonction de la capacité de résistance ductile au cisaillement des parois, celles-ci pouvant être élaborées à partir de techniques et de matériaux très divers (tôle nervurée formée à froid, mur en maçonnerie armée, parois en béton ou béton armé, etc.). Les parois doivent être fixées au cadre de l'ossature métallique de manière à pouvoir considérer la liaison comme rigide.

14. Structure à ossature métallique avec contreventement par noyau en béton armé :

Même définition que pour ossature en béton armé contreventée entièrement par noyau en béton armé (Système 3).

15. Structure à ossature métallique avec contreventement par voiles en béton armé :

Même définition que pour structure en portiques par des voiles béton armé (Système 4.b.).

16. Structure à ossature métallique avec contreventement mixte composé d'un noyau en béton armé et de palées et/ou portiques métalliques en périphérie.

17. Système comportant des transparences (étages souples) :

Les exemples les plus "parlants" sont les niveaux de "réception" ou lobbies des grands hôtels (rareté des cloisons ou, parfois, hauteur de niveau plus importante que celle des étages courants...) ou des étages non cloisonnés pour des raisons fonctionnelles (salles informatiques, d'équipements spéciaux etc.).

Ces systèmes sont en général à éviter.

IV.4.2. Coefficient de comportement global de la structure :

Le RPA99V2003 donne pour chaque système de contreventement un coefficient de comportement global de la structure. La valeur du coefficient est donnée suivant le système de contreventement (Tableau IV.6, IV.7 et IV.8). La plus petite valeur de R est retenue dans le cas d'utilisation de système de contreventement différent dans les deux directions.

Tableau IV.6. Valeurs du coefficient de comportement R pour la structure en béton armé.

Catégorie	Type de contreventement	R
1.a	Portiques autostables sans remplissage en maçonnerie rigide	5
1.b	Portiques autostables avec remplissage en maçonnerie rigide	3.5
2	Voiles porteurs	3.5
3	Noyau	3.5
4.a	Mixte portiques/voiles avec interaction	5
4.b	Portiques contreventés par voiles	4
5	Console verticale à masses réparties	2
6	Pendule inverse	2

Tableau IV.7. Valeurs du coefficient de comportement R pour les structures en acier.

Catégorie	Type de contreventement	R
7	Portiques autostables ductiles	6
8	Portiques autostables ordinaires	4
9.a	Ossature contreventée par palées triangulées en X	4
9.b	Ossature contreventée par palées triangulées en V	3
10.a	Mixte portiques/palées triangulées en X	5
10.b	Mixte portiques/palées triangulées en V	4
11	Portiques en console verticale	2

Tableau IV.8. Valeurs du coefficient de comportement R pour les structures en maçonnerie et autres systèmes.

Catégorie	Type de contreventement	R
12	Maçonnerie chaînée	2.5
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 métal en façade	4
17	Systèmes comportant des transparences (étages souples)	2

Référence :

RPA-99, 2003. Règles parasismiques Algériennes 1999. Document technique réglementaire.