

**MINISTERE DE L'HABITAT ED DE L'URBANISME**

**DOCUMENT TECHNIQUE REGLEMENTAIRE  
DTR B C 2 48**

**REGLES PARASISMIQUES  
ALGERIENNES  
RPA 99 / VERSION 2003**

**CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUEE EN  
GENIE-PARASISMIQUE**

# **CHAPITRE IX : CONSTRUCTIONS EN MAÇONNERIE PORTEUSE CHAINÉE**

## **9.1 PRINCIPES ARCHITECTURAUX ET CONCEPTS STRUCTURAUX**

### **9.1.1 Objet**

Le présent chapitre traite des constructions en maçonnerie porteuse chaînée, seul système de construction en maçonnerie porteuse permis en zone sismique.

### **9.1.2 Conception**

- Les bâtiments en maçonnerie porteuse chaînée doivent présenter une configuration aussi régulière que possible et respecter les principes de bonne conception énoncés au chapitre II
- Les murs doivent être suffisamment liés entre eux et aux planchers.
- Les éléments secondaires tels que corniches, balcons, ornements, devront être solidement liaisonnés à la structure du bâtiment.

### **9.1.3 Dimensions en plan, hauteur du bâtiment et nombre de niveaux**

#### **a) Dimensions en plan**

Les dimensions en plan devront respecter les prescriptions y afférentes données par les règles de conception et de calcul des ouvrages en maçonnerie et béton armé. Par ailleurs le rapport longueur/largeur sera limité à 3.5

#### **b) Hauteur et nombre de niveaux**

La hauteur du bâtiment (en mètres) ainsi que le nombre de niveaux seront limités compte tenu de la zone sismique (cf. tableau 9.1 suivant).:

**Tableau 9.1**

		<b>ZONE SISMIQUE</b>		
		<b>ZONE I</b>	<b>ZONE II</b>	<b>ZONE III</b>
<b>Hauteur (m)</b>	<b>H</b>	17	14	11
<b>Nombre d'étages</b>	<b>n</b>	5	4	3

### **9.1.4 Répartition et densité des murs**

- Les murs porteurs en maçonnerie devront être répartis de manière uniforme suivant les deux directions principales.
- Leur nombre doit être suffisant pour résister aux forces sismiques.
- L'aire totale des sections droites des murs porteurs dans une direction donnée et à chaque niveau ne devra pas être inférieure à 4 % de la surface de plancher au niveau considéré.
- Ces murs doivent être solidement liés (par l'intermédiaire des chaînages) aux planchers rigides; ces derniers vont distribuer aux murs les forces d'inertie au prorata de leur rigidité.

On distingue :

- Les murs structuraux de contreventement capables de reprendre les charges verticales et les charges latérales dues au séisme. Ils auront une épaisseur minimale de 20 cm pour les murs chaînés.
- les murs non-structuraux qui ont une fonction exclusive de cloisonnement. Leurs poids propres sont transmis aux murs porteurs par l'intermédiaire des planchers.

- Les distances maximales (en mètres) entre les murs porteurs sont fixées en fonction de la zone sismique comme suit :

	ZONE SISMIQUE		
	ZONE I	ZONE II	ZONE III
Distance (m)	10	8	6

### 9.1.5 Les ouvertures

Les ouvertures ont une grande influence de par leurs emplacements et leurs dimensions dans la résistance des bâtiments en maçonnerie.

Afin d'améliorer le comportement des bâtiments en maçonnerie il est fait les recommandations suivantes :

- la longueur totale d'ouverture dans un mur ne devra pas dépasser la moitié de la longueur de ce mur
- les niveaux supérieurs des ouvertures devront être situés à la même côte
- les ouvertures dans les murs devront être prévues autant que possible de façon symétrique eu égard à la configuration en plan du bâtiment pour assurer une distribution de rigidité et de résistance uniforme dans les deux directions du bâtiment.
- les ouvertures seront placées autant que possible sur le même alignement vertical
- les ouvertures seront placées en dehors des zones d'influence des charges localisées ramenées par les poutres ou autres éléments porteurs.

Les **dimensions des ouvertures et des éléments structuraux** doivent respecter par ailleurs les conditions suivantes (voir figure 9.1):

$$\sum b_i \leq 0.5 L_i$$

*Pour les trumeaux extrêmes :*

$$a_1 \geq 1.00 \text{ m}$$

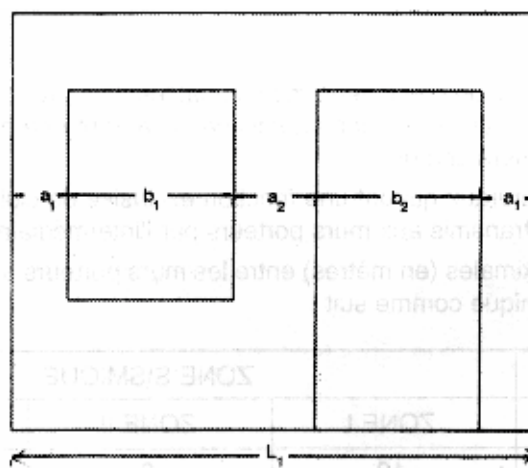
*Pour les autres trumeaux :*

$$a_2 \geq 1.00 \text{ m}$$

pour la zone III

$$a_2 \geq \frac{b_1 + b_2}{3}$$

pour les zones I et II



**Fig. 9. 1 : Emplacement et taille des ouvertures**

## **9.2 MATERIAUX**

### **9.2.1 Généralités**

La qualité des matériaux utilisés dans la construction joue un rôle important dans la résistance aux efforts sismiques.

Les matériaux constitutifs sont :

- moellons de pierre
- pierres de taille
- briques et blocs de terre cuite
- blocs en béton (parpaing plein ou creux)
- briques silico - calcaires
- blocs de béton de terre stabilisée B.T.S.
- blocs de béton cellulaire autoclave (siporex ou autre...)
- mortier
- armatures métalliques
- béton

Le fournisseur doit établir un document donnant les caractéristiques physiques et mécaniques du matériau en particulier la résistance caractéristique à la rupture en compression.

### **9.2.2 Spécifications concernant les matériaux**

#### **9.2.2.1 Blocs de pierre**

A défaut de détermination expérimentale, la résistance caractéristique en compression est prise égale à la valeur minimale communément admise en fonction de la catégorie de roche d'origine

#### **9.2.2.2 Briques, blocs de terre cuite et de béton**

Les caractéristiques physiques et mécaniques de ces matériaux, et en particulier la résistance en compression, doivent être conforme aux normes y afférentes.

#### **9.2.2.3. Mortiers**

Les mortiers utilisés pour les constructions des structures en maçonnerie seront à base de ciment ou ciment - chaux hydraulique et leur résistance minimale caractéristique à la compression sera de 5 MPa.

#### **9.2.2.4 Armatures**

Les armatures sont celles prévues pour le béton armé et sont définies par les normes; la valeur de la résistance caractéristique à utiliser dans les calculs étant la limite d'élasticité  $f_e$ .

#### **9.2.2.5 Béton**

Pour les éléments en béton armé faisant partie du système structural, la résistance caractéristique minimale à la compression exigée est de 15 MPa.

## **9.3 SYSTEME DE CONSTRUCTION EN MAÇONNERIE PORTEUSE CHAINEE**

### **9.3.1 Principe**

On appelle maçonneries chaînées les structures porteuses réalisées en maçonnerie de moellons ou de petits éléments manufacturés et comportant des chaînages en béton armé mis en œuvre après exécution de la maçonnerie; on distingue :

- Les chaînages horizontaux :
  - . au niveau des fondations (éventuellement)
  - . au niveau de chaque plancher

- . au niveau des toitures
  - Les chaînages verticaux, au moins :
    - . à tous les angles saillants ou rentrants de la construction
    - . aux jonctions de murs
    - . encadrant les ouvertures de hauteur supérieure ou égale à 1.80m;
- avec les dispositions complémentaires énoncées ci-après.  
Aucun élément de mur ne doit présenter de bord libre en maçonnerie

### 9.3.2 Les éléments structuraux principaux

Les éléments structuraux principaux doivent être prévus dans deux directions perpendiculaires. Ces éléments doivent être constitués de trumeaux bordés de chaînages verticaux et ne doivent comporter aucune ouverture. Il est toutefois toléré dans un panneau des percements de diamètre inférieur ou égal à 20 cm en dehors de l'emprise des bielles diagonales

Les **caractéristiques** géométriques **de ces trumeaux** doivent satisfaire aux conditions suivantes :

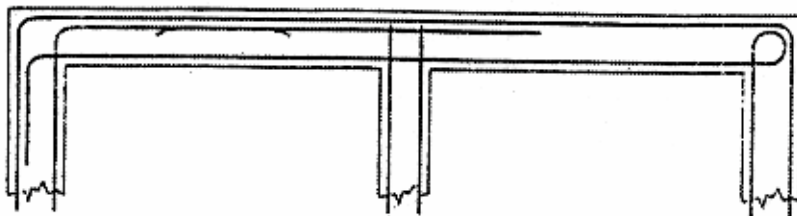
- épaisseur brute minimale : 20 cm
- dimensions entre chaînages parallèles:
  - . dimension inférieure ou égale à 5m
  - . superficie inférieure ou égale à 20 m<sup>2</sup>
- . longueur de la diagonale inférieure ou égale à :
  - \* 40 fois l'épaisseur brute pour les murs en éléments pleins
  - \* 25 fois l'épaisseur brute pour les murs en éléments creux

### 9.3.3 Chaînages horizontaux

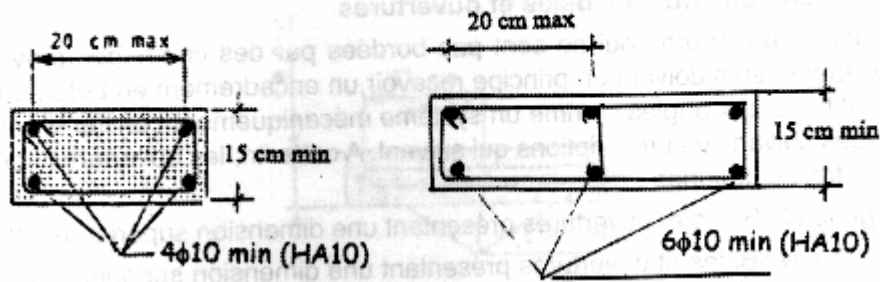
Les chaînages horizontaux (voir figure 9.2 ) doivent régner sur toute l'épaisseur du mur (épaisseur totale du mur s'il s'agit d'un mur à double paroi). Toutefois pour permettre la réalisation de façades dans lesquelles les éléments de béton armé ne restent pas apparents, il est admis que la dimension minimale des chaînages soit ramenée à 2/3 de l'épaisseur.

Les chaînages doivent avoir une hauteur minimale de 15 cm. Leur armature longitudinale doit être composée d'au moins une barre dans chaque angle de la section. Le minimum d'armature longitudinale des chaînages horizontaux est de 4 barres HA 10. L'espacement de deux barres d'une même nappe horizontale ne doit pas excéder 20 cm (voir figure 9.3 ).

Tout chaînage horizontal doit comporter des armatures transversales d'espacement au plus égal à la hauteur du chaînage et à 25 cm. Les longueurs de recouvrement et d'ancrage sont celles données au chapitre 7.5.2.1, soit 40  $\phi$  en zone I et II et 50  $\phi$  en zone III



**Fig. 9.2 Dispositions typiques des chaînages en plan**



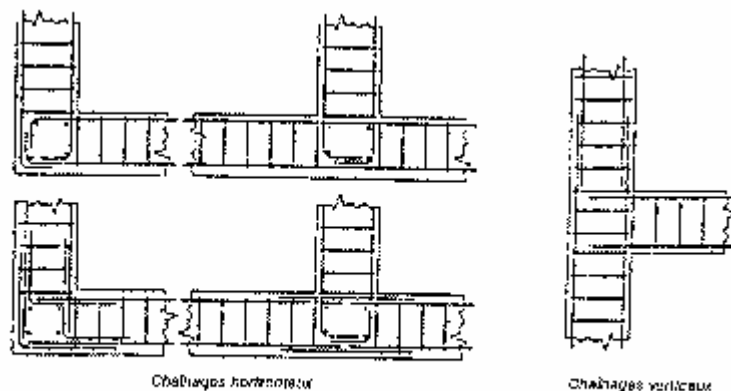
**Fig. 9.3 chaînage des éléments structuraux**

### 9.3.4 chaînages verticaux

Ils seront réalisés sur toute la hauteur du mur et avec une section minimale 15cm x15 cm. Les sections et dispositions minima d'armatures sont les mêmes que celles concernant les chaînages horizontaux.

### 9.3.5 Nœuds des chaînages

La continuité et le recouvrement des armatures des divers chaînages concourant en un même nœud doivent être assurés dans les trois directions (voir figure 9.4.)



**Fig. 9.4 Exemples de dispositions constructives**

### 9.3.6 Planchers

Les planchers seront réalisés en :

- dalle en béton armé coulé en place
- poutrelles et corps creux avec dalle de compression; Les armatures des poutrelles doivent être convenablement ancrées dans les chaînages horizontaux ou dans les poutres principales.
- poutrelles en bois ou métalliques; Elles devront s'appuyer sur toute l'épaisseur du mur porteur

### 9.3.7 Encadrements des baies et ouvertures

Les baies et ouvertures qui ne sont pas bordées par des chaînages prévus aux articles précédents doivent en principe recevoir un encadrement en béton armé ou en métal traité aux angles comme un système mécaniquement continu et relié aux chaînages suivant les prescriptions qui suivent. A cette fin, les ouvertures sont divisées en trois catégories :

- *Catégorie G* : Baies et ouvertures présentant une dimension supérieure à 2,50 m.
- *Catégorie M* : Baies et ouvertures présentant une dimension supérieure à 1.50 m (autre que celle de la catégorie G).
- *Catégorie P* : Baies et ouvertures autres que celles des catégories G et M  
Les dispositions sont les suivantes :
- *Catégorie G* : Encadrement et liaisons aux chaînages obligatoires quelle que soit la zone sismique.
- *Catégorie M* : Zones III: encadrement et liaisons aux chaînages obligatoires.  
Zone II: encadrement et liaisons aux chaînages obligatoires, sauf lorsque l'ouverture est pratiquée dans un panneau dont aucune dimension n 'excède 3.20 m
- *Catégorie P* : Zones III: encadrement obligatoire  
Zone II: encadrement obligatoire, sauf lorsque la baie est pratiquée dans un panneau dont aucune dimension n 'excède 3.20 m

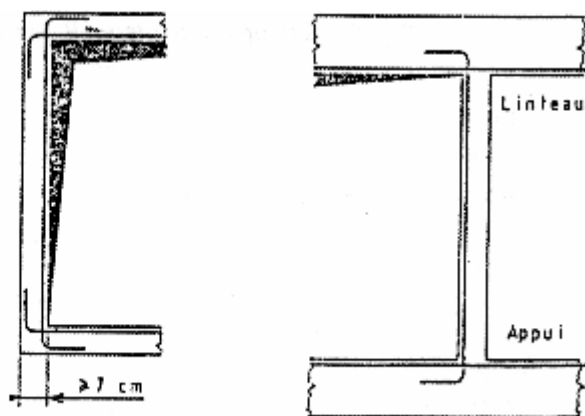
Les linteaux doivent être constitués par des poutres ou poutrelles en béton armé, en béton précontraint, en métal ou en bois.

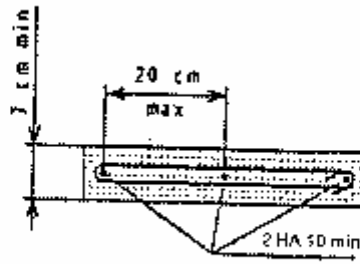
Les encadrements en béton armé doivent avoir une hauteur minimale de 7 cm et leur armature longitudinale doit être constituée d 'au moins deux barres, une au voisinage de chaque face latérale. Le minimum d 'armatures à disposer dans les encadrements est de 2 HA10 en zones I et II et 3 HA10 en zone III , l 'espacement de deux barres ne doit pas excéder 20 cm (voir les figures 9.5 et 9.6)

Les encadrements en métal doivent avoir une résistance á la traction au moins égale á celle exigée des encadrements en béton armé.

**Fig. 9.5**

**Encadrement en béton armé**





**Fig. 9.6 Rappel des dispositions constructives des encadrements des baies et ouvertures**

## 9.4 CALCULS ET VERIFICATIONS DES ELEMENTS STRUCTURAUX PRINCIPAUX

Les prescriptions qui suivent sont facultatives pour les constructions en maçonnerie porteuse chaînée de 01 niveau (hauteur maximum de 4 m) en zones I à III, et de 02 niveaux (hauteur maximum de 7 m) en zones I et II.

### 9.4.1. Sollicitation agissantes

Les sollicitations agissantes sont déterminées suivant le chapitre V, à partir des combinaisons indiquées en 5.2, et en tenant compte du coefficient de comportement R indiqué au chapitre IV, paragraphe 4.2.3, tableau 4.3., soit **R= 2.5**.

### 9.4.2. Sollicitation résistantes

Les sollicitations résistantes sont calculées compte tenu de l'application aux résistances caractéristiques des matériaux ou considérées comme telles, les coefficients de sécurité partiels suivants :

Béton de granulats courants	: $\gamma_m = 1.5$
Acier	: $\gamma_m = 1.0$
Pierres	} : $\gamma_m =$ Voir valeurs données au tableau 9.1(*). ci-après:
Briques et blocs de terre cuite	
Blocs de bé ton	
Blocs de bé ton cellulaire	

(\* ) les valeurs données au tableau 9.1 sont valables pour des élancements géométriques de n dans le sens vertical inférieurs à 15.

**Tableau 9.1 : Coefficient de sécurité partielle  $\gamma_m$  sur le matériau maçonnerie de pierre ou de petits éléments manufacturés**

Matériaux	Coefficients $\gamma_m$	
	Chargement Centré	Chargement excentré
Briques creuses de terre cuite à faces de pose continues avec joints pleins	3,5	5
Briques creuses de terre cuite à rupture de joint ou à joints partiels	4,5	5,5

-Briques pleines ou perforées de terre cuite destinées à rester apparentes ou à être enduites -Blocs silico-calcaires	3,5	4,5
Blocs perforés de terre cuite à perforations verticales destinés à rester apparents ou à être enduits	3,5	4,5
Blocs pleins ou creux en béton de granulats courants ou légers	3	4
Blocs de béton cellulaire autoclavé	4	5
Pierre de taille	4	5
Pierre en moellons ordinaires	5	6
Blocs de BTS et Blocs de plâtres	5	6

### 9.4.3. Principes de calcul

On considère les actions parallèles au plan moyen; Les éléments verticaux de mur (éléments structuraux principaux) sont considérés comme des consoles encastées à leur base.

Le principe de calcul de résistance consiste à assimiler l'ensemble formé par les panneaux de maçonnerie et par les chaînages en béton armé qui les encadrent à un système triangulé dont les éléments diagonaux sont constitués par les bielles actives susceptibles de se former dans la maçonnerie.

Si les bielles ont une pente comprise entre 1/2 et 2, ce qui est en général le cas quand les prescriptions du paragraphe 9.32 sont respectées, il n'est pas nécessaire de justifier le non-glissement au droit des joints.

La largeur  $w$  de ces bielles est prise, dans les calculs, égale à la plus petite des deux valeurs  $d/6$  et  $4e$ , soit :

$$w = \min (d/6; 4e)$$

où :

$d$  est la longueur de la bielle (diagonale du panneau),

$e$  est l'épaisseur brute de la maçonnerie.

La contrainte de compression dans la maçonnerie doit être inférieure à la résistance caractéristique divisée par  $\gamma_m$ ; Les armatures des chaînages sont calculées suivant les règles du béton armé.



**ANNEXE 1**

**CLASSIFICATION SISMIQUE DES WILAYAS ET COMMUNES D'ALGERIE**

<b>N°</b>	<b>WILAYAS OU COMMUNES</b>	<b>ZONE SISMIQUE</b>
01	ADRAR	<b>0</b>
02	CHLEF	
	<b>Groupe de communes A</b>	<b>III</b>
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B et C	
	<b>Groupe de communes B</b>	<b>IIb</b>
	El karimia,Harchoun,sendjas,Oued sly,Boukadir	
	<b>Groupe de communes C</b>	<b>IIa</b>
	Ouled Ben Abd El Kader Hadjadj	
03	LAGHOUAT	<b>I</b>
04	OUM EL BOUAGHI	<b>I</b>
05	BATNA	<b>I</b>
06	BEJAIA	<b>IIa</b>
07	BISKRA	<b>I</b>
08	BECHAR	<b>0</b>
09	BLIDA	
	<b>Groupe de communes A</b>	<b>III</b>
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B	
	<b>Groupe de communes B</b>	<b>IIb</b>
	Meftah , Djebabra, Souhane, Larbaa,Ouled Selama,Bougara,Hammam Melouane, Ain Romana	
10	BOUIRA	
	TAMENRASSET	<b>IIa</b>
11	TEBESSA	<b>0</b>
12	TLEMCEN	<b>I</b>
13		<b>I</b>

14	TIARET	I
15	TIZI-OUZOU	
	<b>Groupe de communes A</b>	IIb
	Mizrana	
	<b>Groupe de communes B</b>	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A	
16	ALGER	III
17	DJELFA	I
18	JIJEL	IIa
19	SETIF	IIa
20	SAIDA	I
21	SKIKDA	IIa
22	SIDI BEL-ABBES	I
23	ANNABA	IIa
24	GUELMA	IIa
25	CONSTANTINE	IIa
26	MEDEA	
	<b>Groupe de communes A</b>	IIb
	El hamdania , Medea, Tamesguida,	
	<b>Groupe de communes B</b>	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et C	
	<b>Groupe de communes C</b>	I
	Bou Aiche, Chahbounia, Boughzoul, Sareg, Meftaha, Ouled Maref, El Aounet, Ain Boucif, Sidi Damed, Ain Ouksir, Cheniguel	
	MOSTAGANEM	
27	<b>Groupe de communes A</b>	III
	Ouled Boughalem, Achaacha, Khadra, Nekmaria	
	<b>Groupe de communes B</b>	IIb
	Sidi Lakhdar, Tasghait, Ouled Maalah	
	<b>Groupe de communes C</b>	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B	

28	<p><b>M'SILA</b></p> <p><b>Groupe de communes A</b> Beni Ilmane, Ounougha, Hammam Dalaa, Tarmount, Ouled Mansour, M'sila, M'tarfa, Maadid, Ouled Derradj, Ouled Addi, Dahahna, Berhoum, Ain Kadra, Magra, Belaiba</p> <p><b>Groupe de communes B</b> Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A</p>	<p><b>IIa</b></p> <p><b>I</b></p>
29	<p><b>MASCARA</b></p> <p><b>Groupe de communes A</b> Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B</p> <p><b>Groupe de communes B</b> Ain Fares, Ain fekran, Bouhanifia, Guerdjou, Oued Taria, Ghris, Benain, Mokhda, Aouf, Gharous, Nesmot, M'hamid, Hachem, Oued El Abtal, Ain Ferrah.</p>	<p><b>IIa</b></p> <p><b>I</b></p>
30	<b>OUARGLA</b>	<b>0</b>
31	<b>ORAN</b>	<b>IIa</b>
32	<b>EL BAYADH</b>	<b>I</b>
33	<b>ILLIZI</b>	<b>0</b>
34	<b>BORDJ BOU ARRERIDJ</b>	<b>IIa</b>
35	<p><b>BOUMERDES</b></p> <p><b>Groupe de communes A</b> Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B et C</p> <p><b>Groupe de communes B</b> Afir, Benchoud, Taouerga, Baghlia, Oued Aissa, Naciria, Bordj Menail, Isser, Beni Amrane, Souk El Had, Bouzegza Kedar, El Kharouba, Larbatache, Khemis El khechna, Ouled Moussa, Hammadi.</p> <p><b>Groupe de communes C</b> Timezrit, Ammal, Chaabet El Aneur</p>	<p><b>III</b></p> <p><b>IIb</b></p> <p><b>IIa</b></p>

36	EL TARF	<b>IIa</b>
37	TINDOUF	<b>0</b>
38	TISSEMSILT	<b>IIa</b>
39	EL OUED	<b>0</b>
40	KHENCHELA	<b>I</b>
41	SOUK AHRAS	<b>I</b>
42	TIPAZA	<b>III</b>
43	MILA	<b>IIa</b>
44	AIN DEFLA	
	<b>Groupe de communes A</b>	<b>III</b>
	Tacheta, Zougagha, El Abadia, Ain Bouyahia, El Attaf	
	<b>Groupe de communes B</b>	<b>IIb</b>
	El Amra, Mekhtaria, Arib, Rouina, Ain Defla, Bourashed, Zeddine, Tiberkanine, Sen Allah, Meliana, Ain Torki ,Hammam Righa,Ain Benian, Houceinia, Boumadfaa	
	<b>Groupe de communes C</b>	
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B	<b>IIa</b>
	NAAMA	
	AIN TEMOUCHENT	
45	GHARDAIA	<b>I</b>
46	RELIZANE	<b>IIa</b>
47	<b>Groupe de communes A</b>	<b>0</b>
48	Mediouna, Sidi M'hamed Ben Ali, Mazouna,El Guettar	
	<b>Groupe de communes B</b>	<b>III</b>
	Merdja Sidi Abed, Oued Rhiou,Ouartzenz, Djidiouia, Hamri, Beni Zentis	
	<b>Groupe de communes C</b>	<b>IIb</b>
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B	<b>IIa</b>