

CHAPITRE II : Les planchers et les poutres

1. Introduction :

Un plancher est un élément horizontal porteur de charges, destiné à séparer deux niveaux d'une construction. Son rôle dans un bâtiment consiste à assurer la circulation horizontale. Il est composé essentiellement de trois parties principales : un revêtement, une structure porteuse et un plafond.

Les poutres sont des éléments porteurs horizontaux qui ont pour fonction la reprise des charges verticales appliquées sur les planchers, afin de les transmettre aux poteaux. Avec ces derniers, elles forment un système porteur dit « portique » qui est capable de supporter les charges verticales voire horizontale qui sollicitent un bâtiment.

2. Les planchers :

Les principaux types de planchers sont :
Les planchers à corps creux.
Les planchers en dalle pleine.
Les planchers-dalle (champignon).

2.1. Les planchers à corps creux :

C'est le type de plancher le plus employé dans les immeubles d'habitation. Il est composé de trois éléments principaux :

- L'hourdis, également appelé entrevous, qui sert de coffrage perdu.
- Les poutrelles qui sont généralement préfabriquées en béton armé. Elles assurent la tenue de l'ensemble et reprennent les efforts appliqués sur le plancher.
- Une dalle de compression, armée, coulée sur l'hourdis, qui joue le rôle d'une plateforme de circulation.

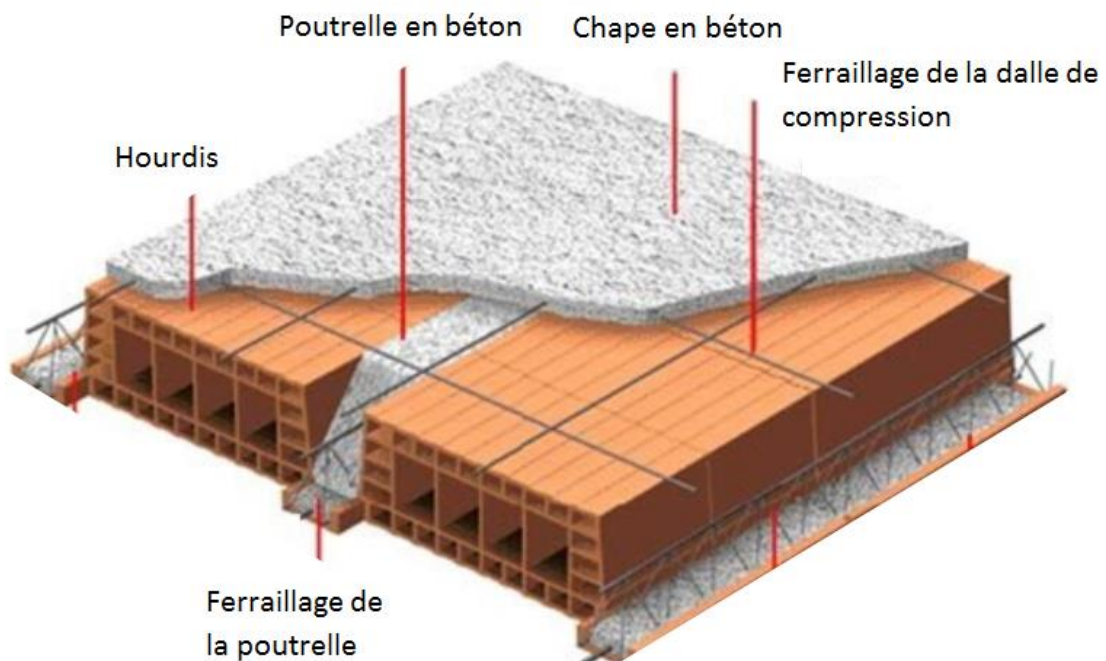


Figure II.1 - Eléments constituant un plancher à corps creux.

Les poutrelles sont disposées suivant la plus faible portée du plus grand panneau de dalle. Les poutres, parallèles avec ces poutrelles, sont dites secondaires (pour le plancher). Elles reprennent une charge verticale similaire à celle d'une poutrelle.

Les poutres sur lesquelles reposent les poutrelles sont dites principales. Elles reprennent les charges dues aux poutrelles, pour les transmettre aux poteaux. Elles sont perpendiculaires aux poutrelles.

Le choix du sens des poutrelles se fait dans un but de minimiser les sollicitations qui leurs sont appliquées.

Lors de la réalisation, des étalements sont disposés parallèlement avec les poutres principales. Cela sert à réduire les charges appliquées sur les poutrelles. Ces appuis intermédiaires seront retirés après durcissement du béton.

Une fois les poutrelles mise en place sur les poutres principales, les pièces de l'hourdis sont disposées l'une à côté de l'autre en prenant appuis sur les poutrelles, et en remplissant le vide entre lesquelles, sur toute la longueur des poutrelles. L'hourdis ne porte aucune charge. Il est considéré comme un coffrage perdu.

Un ferrailage de la dalle de compression est disposé sous forme de treillis soudé. Il sert à éviter la fissuration du béton. La dalle de compression assure la circulation verticale sur le plancher.

Le béton de la dalle de compression, de 5cm d'épaisseur en général, est coulé sur place.

Les étalements sont retirés après 28 jours du coulage, et avec présence des résultats satisfaisant des essais d'écrasement des éprouvettes du béton (sauf procédure particulière définie au stade de la réalisation, préalablement discutée et approuvée par les différents intervenants du projet).

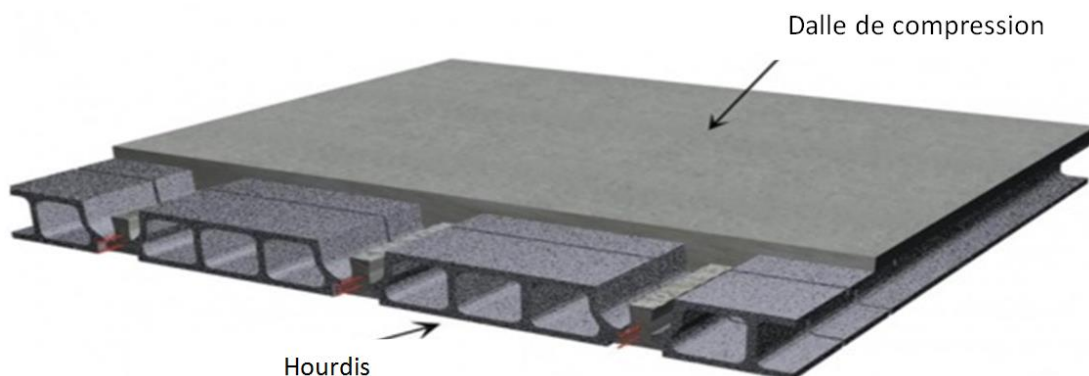


Figure II.2 - Plancher à corps creux.

Dans le cas des poutrelles en béton armé, la portée dépasse rarement les 6m. Au-delà de cette portée, les sollicitations deviennent importantes, il est conseillé de choisir un autre type de plancher.

Nous distinguons plusieurs types d'hourdis.

- L'hourdis en béton : C'est le type le plus couramment utilisé en construction. Il présente les avantages de : résistance au feu, bonne isolation phonique et un prix compétitif. Il présente quelques inconvénients à savoir : son poids élevé et sa faible isolation thermique.

Les dimensions standards d'un hourdis en béton sont de 53cm de longueur, 30cm de largeur et 16cm de hauteur.



Figure II.3 - Hourdis en béton.

- L'hourdis en polystyrène : Il présente plusieurs avantages tels que son excellente isolation thermique et son poids léger, néanmoins, son prix est beaucoup plus élevé par rapport à l'hourdis en béton. Sa performance acoustique est très réduite et il présente une mauvaise résistance au feu.

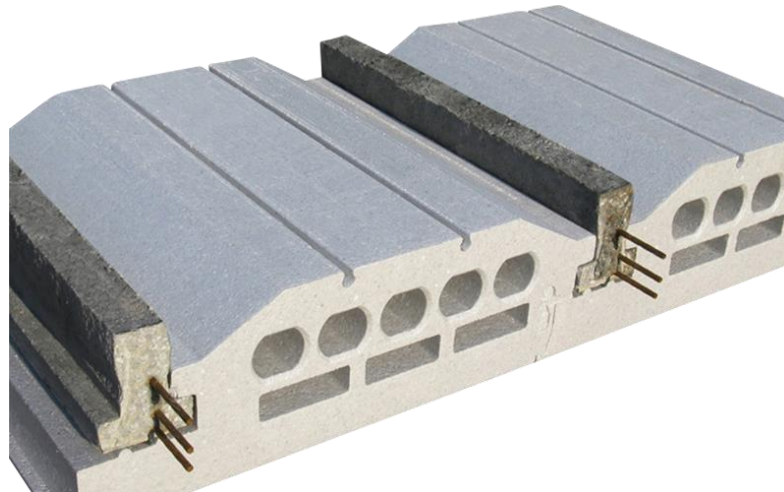


Figure II.4 - Hourdis en polystyrène.

- L'hourdis en terre cuite : La terre cuite est un matériau très utilisé dans la construction, elle est connue pour sa bonne résistance au feu et son inertie thermique. Son inconvénient c'est qu'elle nécessite plus de main d'œuvre, vue son poids, et un étayage renforcé.



Figure II.5 - Hourdis en terre cuite.

2.2. Dimensionnement d'un plancher à corps creux :

L'espacement entre les poutrelles est égal à la longueur de l'hourdis (53cm en cas courant) plus la largeur de la poutrelle (12cm en général) ce qui donne un espacement de 65cm. L'épaisseur de la dalle de compression est de 5cm minimum.

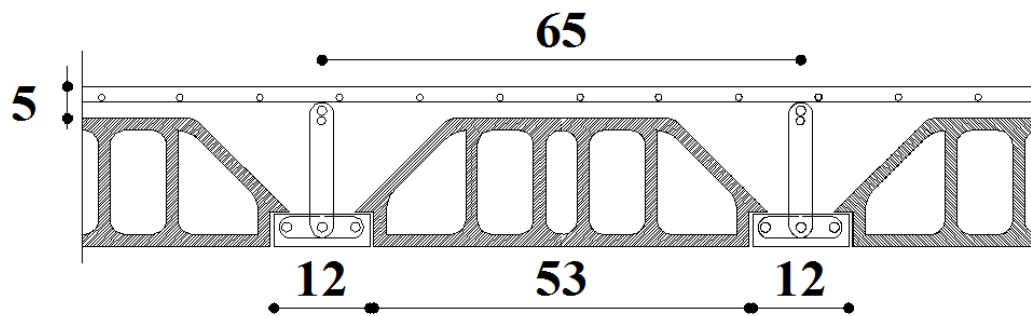


Figure II.6 - Espacement entre les poutrelles.

L'épaisseur totale du plancher, hourdis et dalle de compression, est définie comme suit :

$$e \geq \min \left\{ \frac{L_x^{\max} - b}{25}; \frac{L_y^{\max} - b}{25} \right\}$$

$L_x^{\max}$: est la portée maximale du bâtiment dans le sens x (en cm).

$L_y^{\max}$: est la portée maximale du bâtiment dans le sens y (en cm).

b : est la largeur de la poutre (en cm).

- Si $e \leq 21$ cm donc la dalle est de type 16+5.
- Si $e > 21$ cm donc la dalle est de type 20+5.

Les poutrelles sont disposées suivant la faible portée (minimum (L_x , L_y)).

2.3. Les planchers en dalle pleine :

Une dalle pleine est une plaque porteuse en béton armé coulé sur place, qui repose sur les poutres en formant un panneau de dalle. Ce type de plancher permet de porter des charges importantes, tout en les transmettant à ses appuis. Elle est sollicitée par une flexion simple.

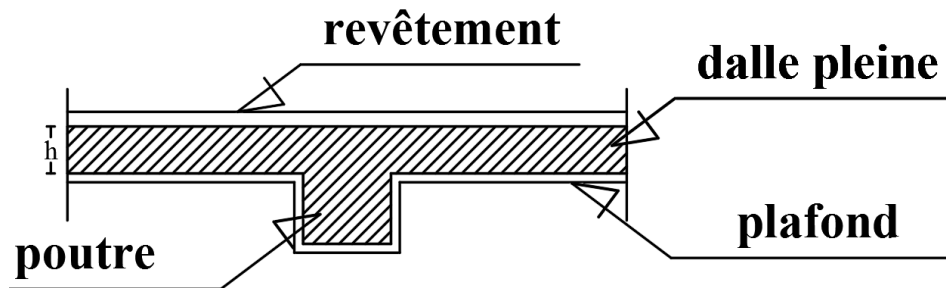


Figure II.7 - Eléments constituant un plancher en dalle pleine.

2.4. Dimensionnement d'un plancher en dalle pleine :

L'épaisseur des dalles pour ce type de plancher résulte des conditions suivantes :

- Résistance à la flexion : Le dimensionnement se fait pour le plus grand panneau, par le calcul du coefficient ρ :

$$\rho = \frac{L_{\text{petit coté}} - b}{L_{\text{grand coté}} - b}$$

b : est la largeur de la poutre.

Si $\rho \leq 0,4$: la dalle porte sur un seul sens. Son épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$e = (L_{\text{petit coté}} - b)/30$$

Si $0,4 < \rho \leq 1$, la dalle porte sur deux sens. Son épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$e = (L_{\text{petit coté}} - b)/40$$

- Isolation acoustique : L'épaisseur doit être supérieure ou égale à 15cm pour une bonne isolation acoustique.
- La sécurité vis-à-vis de l'incendie : Nous adoptons une épaisseur de 7cm pour 1 heure de coupe-feu et de 11cm pour 2 heures de coupe-feu.

Dans certains cas, où les dalles sont soumises à des charges plus élevées, des nervures sont ajoutées pour donner plus de rigidité à la dalle. Les nervures peuvent être mises en place dans une seule direction, le type de plancher dans ce cas est appelé « dalle nervurée à répartition unidirectionnelle ».

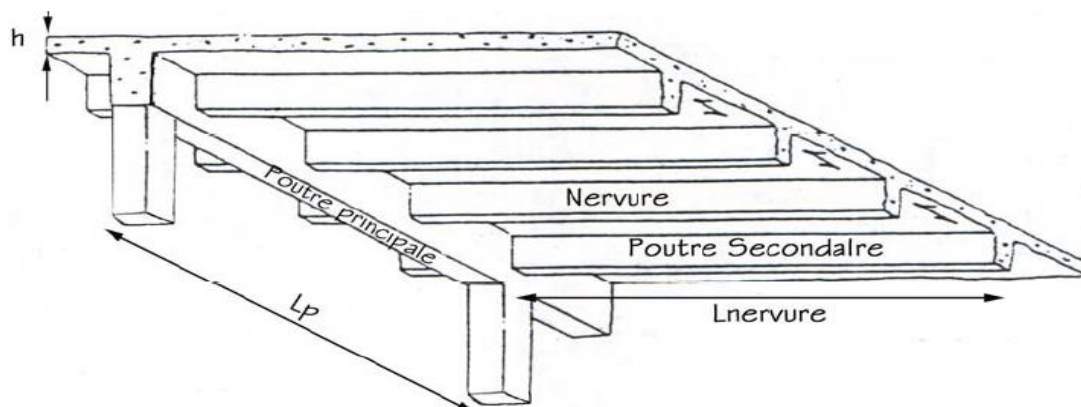


Figure II.8 - Dalle nervurée à répartition unidirectionnelle.

Dans le cas des planchers travaillant dans les deux directions, les nervures sont disposées dans les deux sens du plancher. Ce type est dit « dalle nervurée à répartition bidirectionnelle ».

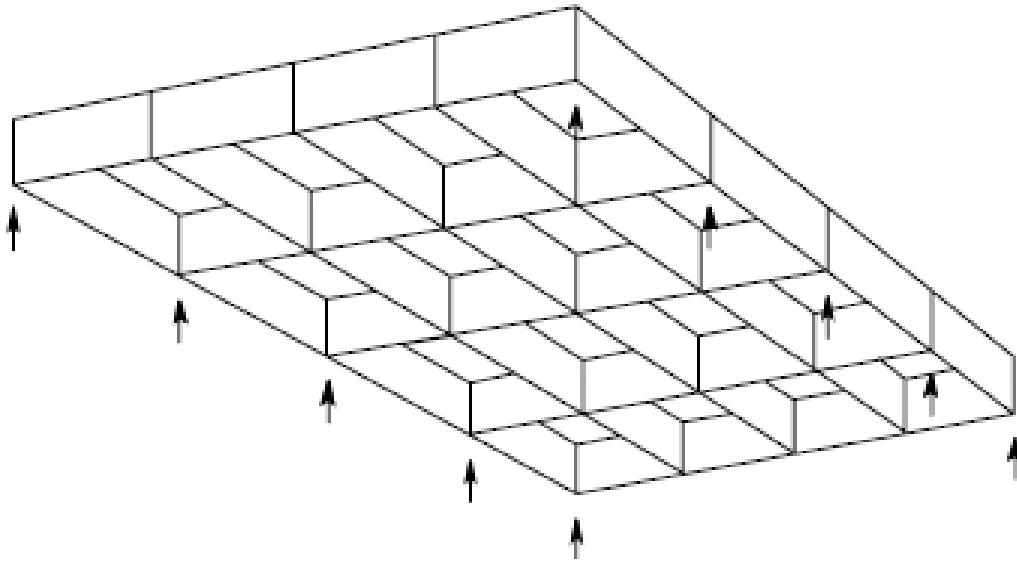


Figure II.9 - Dalle nervurée à répartition bidirectionnelle.

Les caractéristiques dimensionnelles pour ce type de plancher sont données comme suit :

- L'espacement des nervures varie de 1 à 2,5m selon la conception.
- La hauteur des nervures peut être calculée par la relation suivante :

$$\frac{L_{\text{nervure}}}{20} \leq h_{\text{nervure}} \leq \frac{L_{\text{nervure}}}{15}$$

L_{nervure} : est la longueur de la nervure (en cm).

- L'épaisseur de la dalle pleine varie de 8 à 15cm. Elle peut atteindre 20cm dans le cas de charges ponctuelles importantes. Elle est calculée par la relation suivante :

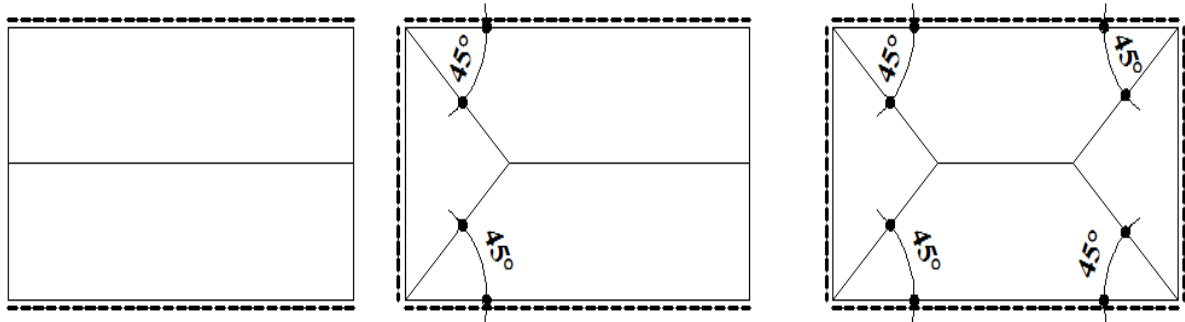
$$\frac{L_{\text{min}}}{35} \leq e_p \leq \frac{L_{\text{min}}}{25}$$

L_{min} : est la longueur minimale d'une nervure (en cm).

2.5. Répartition des charges d'une dalle pleine :

La répartition des charges d'une dalle pleine dépend du nombre d'appuis sur lesquels repose cette dalle. Elle peut être considérée comme une dalle reposant sur deux appuis, trois appuis ou quatre appuis.

Afin de déterminer les surfaces qui reviennent à chaque appui, la méthode des lignes de rupture est considérée. Cette méthode consiste à tracer des droites à 45° à partir des angles formés par les poutres. Ces droites, lorsqu'elles se coupent entre elles donnent des surfaces rectangulaires, triangulaires ou trapézoïdales.



- Dalle reposant sur deux appuis - Dalle reposant sur trois appuis - Dalle reposant sur quatre appuis -

Figure II.10 - Lignes de rupture à considérer pour une dalle pleine.

La charge reprise par un appui est définie par le produit de la surface obtenue et la charge surfacique du plancher. Elle est considérée uniformément répartie tout le long de chaque appui.

2.6. Les planchers champignons :

La forme des poteaux sur lesquelles repose ce type de dalle est élargie, d'où vient l'appellation de ces dalles. Ce type de plancher présente l'avantage d'avoir des espaces importants sans la présence de poutres apparentes. La surface d'appuis de la dalle sur le poteau est alors augmentée, afin de rapprocher les points d'appuis du plancher.



Figure II.11 - Plancher dalle champignon.

L'élargissement du point d'appui de la dalle sur le poteau se fait progressivement. Sa forme peut être pyramidale voire à courbure continue.

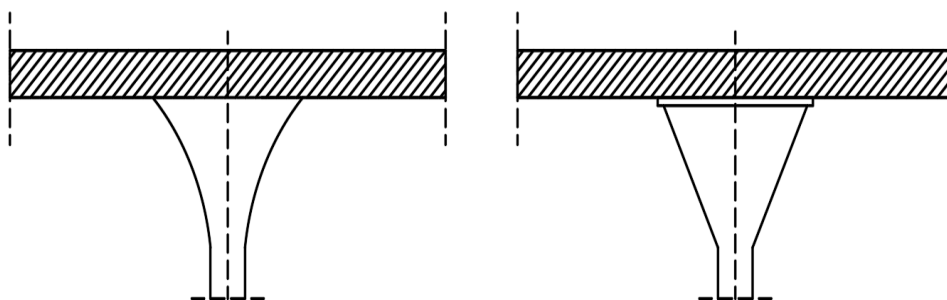


Figure II.12 - Chapiteau à courbure continue - Chapiteau pyramidal.

L'entre-axe des poteaux chapiteaux, dans un sens du bâtiment, ne doit pas dépasser deux fois celui dans l'autre sens. Ces portées varient entre 10 et 12m. L'épaisseur de la dalle est de l'ordre de 20 à 35cm.

A la surface d'appui de la dalle sur le poteau, les dimensions du chapiteau sont de l'ordre de $0,16L$ à $0,25L$ (L étant la dimension entre axe des poteaux).

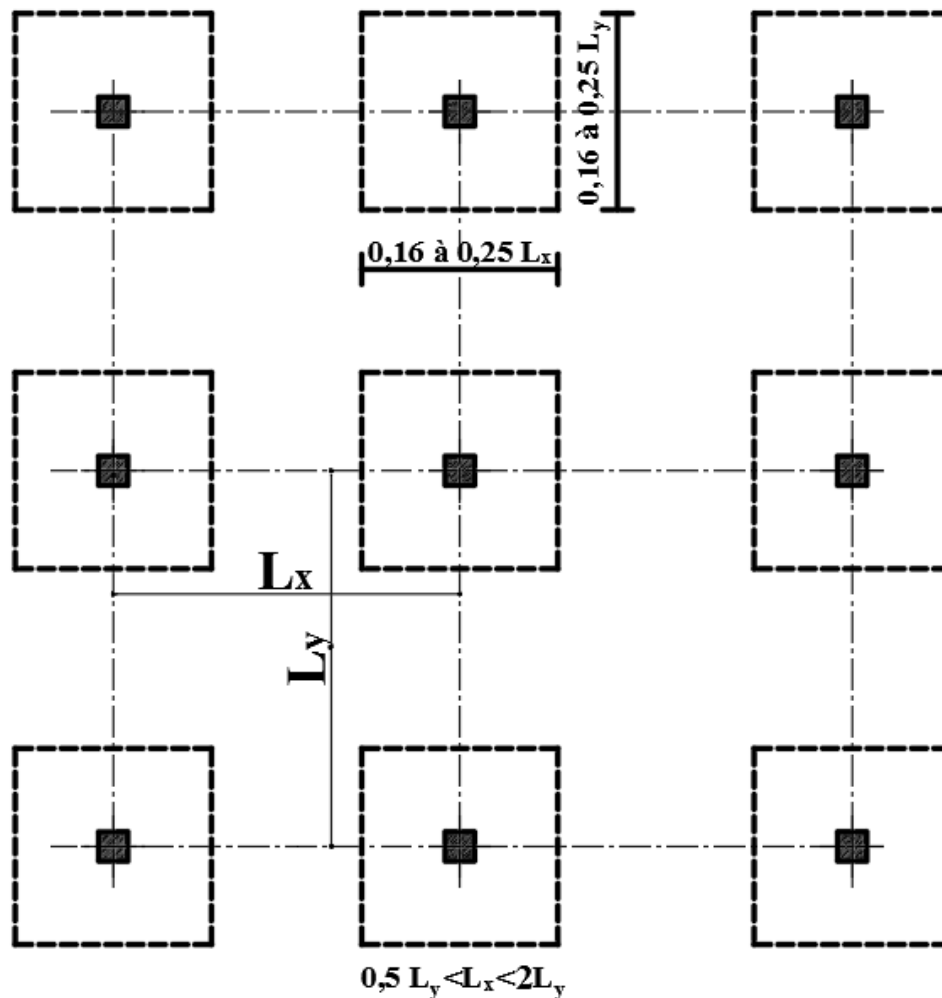


Figure II.13 - Dimensions des chapiteaux.

2.7. Les planchers mixtes acier-béton :

En construction métallique, les planchers sont composés par deux matériaux l'acier et le béton, d'où vient l'appellation « plancher collaborant ou mixte ».

Ce type de plancher est composé d'une tôle en bac-acier, qui joue le rôle d'un coffrage perdu, sur laquelle une dalle de compression est coulée. Des poutrelles en acier, dites solives, sont disposées sur la plus faible portée du panneau de dalle. Elles reposent sur des poutres principales, dites maitresses.

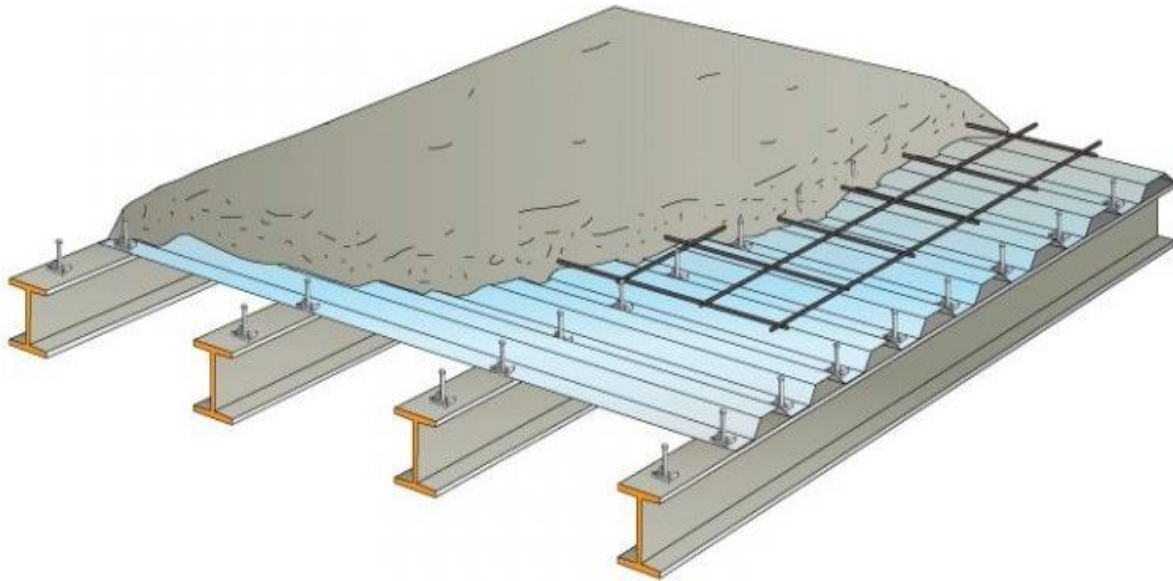


Figure II.14 - Plancher mixte.

La tôle, qui joue le rôle d'un coffrage perdu, prend appui sur les solives qui sont régulièrement espacées (1m à 2m). La jonction entre les solives et la dalle de compression est assurée par l'intermédiaire de connecteurs ou gougeons.

L'épaisseur de la dalle de compression est de l'ordre de 8cm. Son ferrailage est assuré par du treillis soudé, permettant d'éviter la fissuration du béton.

3. Les poutres :

Selon le type de plancher considéré, nous distinguons deux types de poutres :

- Les poutres principales :

Dans le cas d'un plancher à corps creux ou d'un plancher mixte, les poutres qui servent d'appuis pour les poutrelles ou les solives sont dites « poutres principales ». Dans le cas d'une dalle pleine, toutes les poutres sont considérées comme principales.

- Les poutres secondaires :

Ce sont les poutres parallèles aux poutrelles, et qui servent comme appuis pour l'hourdis. La charge verticale qui leur revient est similaire à celle qui revient aux poutrelles.

3.1. Pré-dimensionnement des poutres :

Le pré-dimensionnement d'une poutre consiste à déterminer les dimensions de sa section transversale (bxh). Ceci est défini par les formules suivantes :

La hauteur de la poutre « h » peut prendre une valeur entre : $l/15 \leq h \leq l/10$

l: est la longueur de la poutre.

La largeur de la poutre « b » peut prendre une valeur entre : $0.3h \leq b \leq 0.8h$

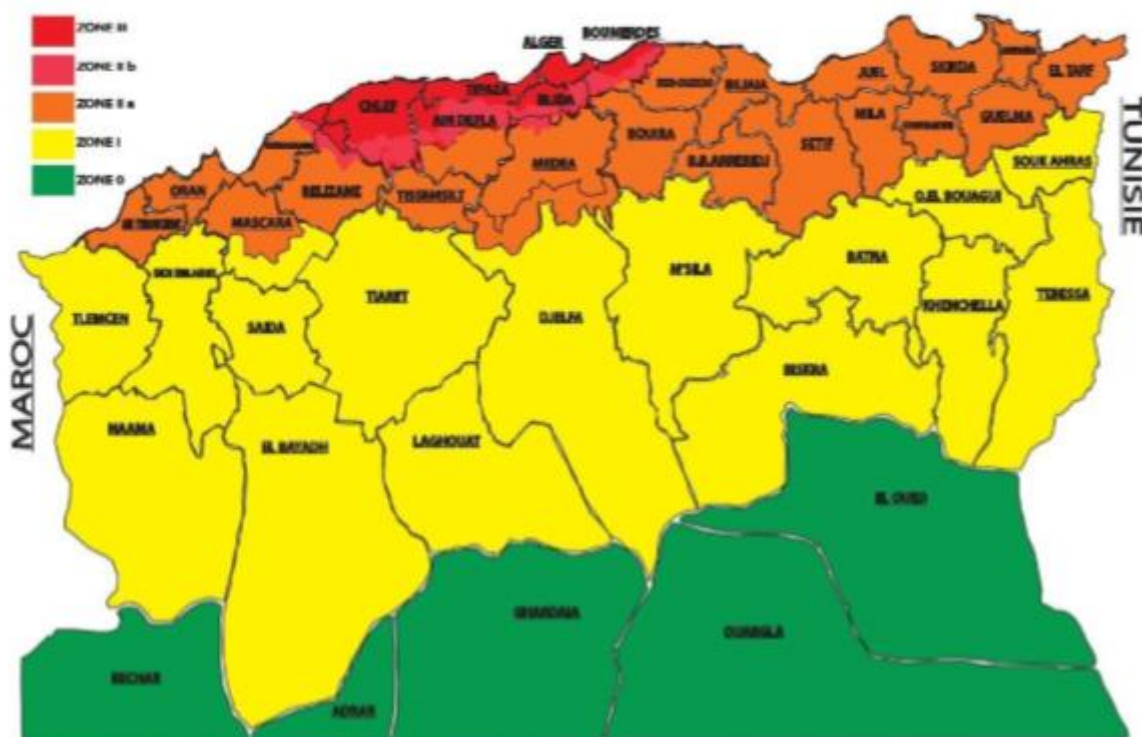
3.2. Conditions réglementaires selon les RPA99/2003 :

L'article 7.5.1 des « Règles Parasismiques Algériennes RPA 99 Version 2003 », exige des dimensions minimales des poutres à savoir : $h \geq 30\text{cm}$; $b \geq 20\text{cm}$ et $h/b < 4$. L'article 7.5.2 du même règlement, exige une section minimale des armatures $A_{s\min} \geq 0,5\% b x h$. b et h sont les dimensions de la section transversale de la poutre.

- 40φ en zone sismique I et IIa.
- 50φ en zone sismique IIb et III.

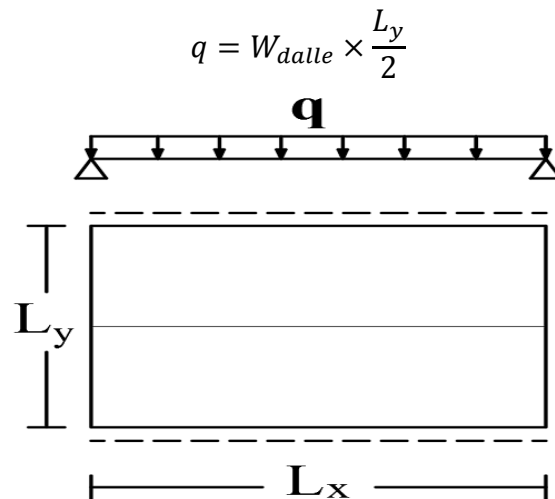
Les « Règles Parasismiques Algériennes RPA 99 Version 2003 » prévoient quatre zones géographiques, de l'Algérie, définies en fonction de l'activité sismique de chaque région. Ce zonage, donné dans l'annexe I de ce DTR, est établi en fonction de la wilaya, voire en fonction de la commune d'implantation du projet. Nous distinguons : la zone I de faible séismicité, les zones IIa et IIb : de moyenne séismicité, et la zone III de forte séismicité.

Il est à noter que la grande partie de notre pays est classée en zone 0 de sismicité négligeable, comme c'est le cas de la wilaya de Béchar.

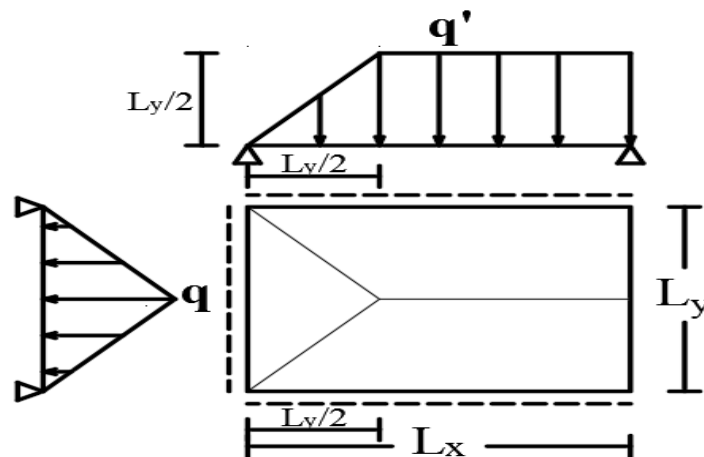


La classification sismique des wilayas et communes de l'Algérie est donnée en annexe de ce cours.

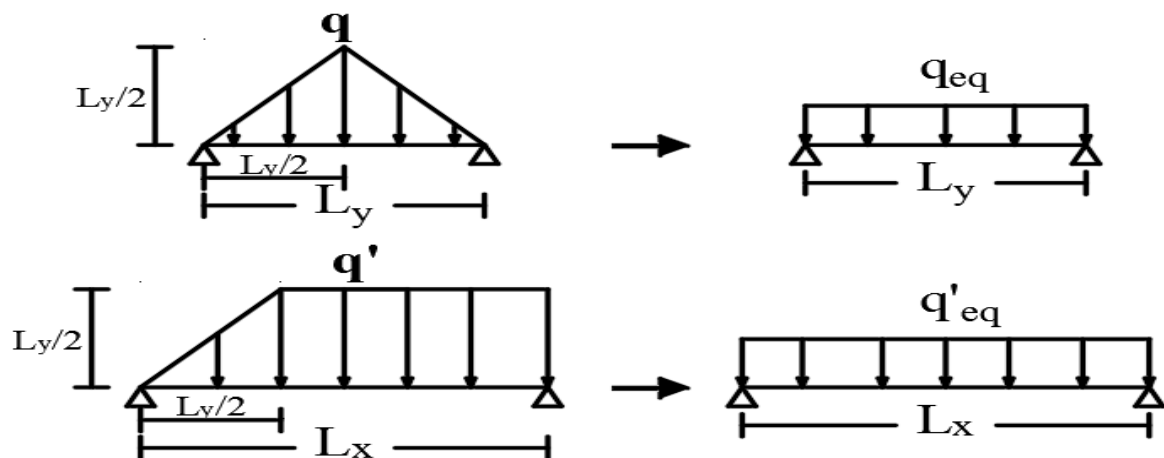
- Soit une dalle qui s'appuie sur deux côtés. Le chargement qui revient à l'un de ses deux appuis (formé par une poutre) est défini par la multiplication de la charge surfacique appliquée sur la dalle par la largeur qui lui revient ($L_v/2$).



- Soit une dalle qui repose sur trois côtés. Le chargement revenant aux poutres formant ses appuis est distribué, par les lignes de rupture à 45°. La poutre qui se trouve sur la plus grande dimension de la dalle est sollicitée par un trapèze, alors que celle qui se trouve suivant la plus petite dimension est sollicitée par deux triangles.



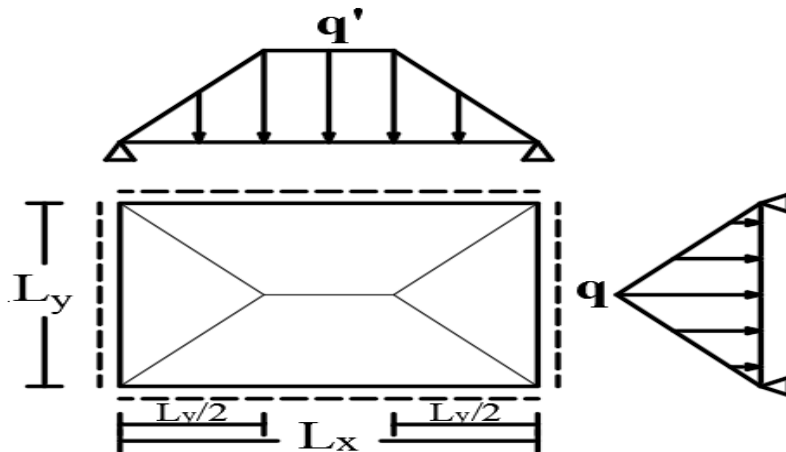
Afin de simplifier les calculs (des réactions, sollicitations..), un chargement uniformément répartie équivalent à celui qui revient à la poutre peut être considéré. Ce chargement équivalent consiste à calculer la résultante des charges appliquées sur la poutre, puis la répartir suivant sa longueur.



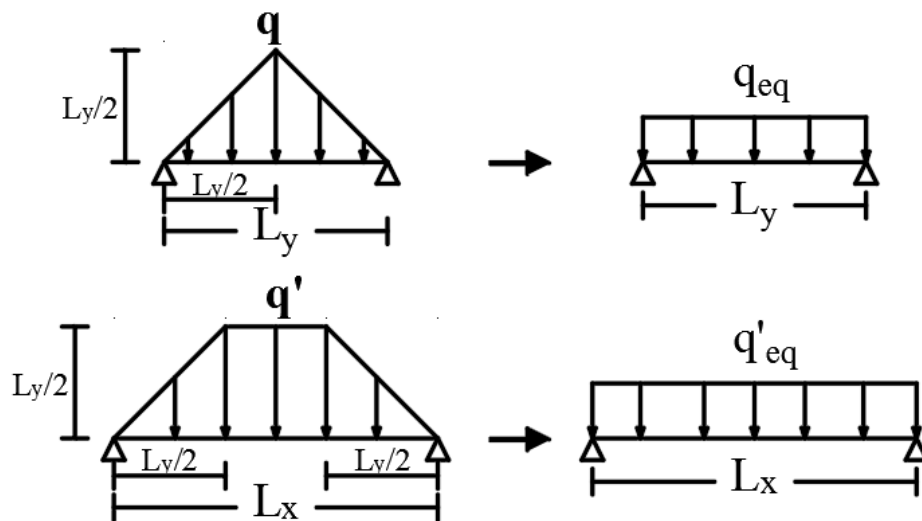
$$q_{eq} = W_{dalle} \times \left(\frac{L_y}{2} \times \frac{L_y}{2} \times \frac{1}{2} \times 2 \right) \frac{1}{L_y} = W_{dalle} \times \frac{L_y}{4}$$

$$q'_{eq} = W_{dalle} \times \left[\left(L_x - \frac{L_y}{2} + L_x \right) \times \frac{L_y}{2} \times \frac{1}{2} \right] \frac{1}{L_x} = W_{dalle} \times \left[\left(2L_x - \frac{L_y}{2} \right) \times \frac{L_y}{4} \right] \frac{1}{L_x}$$

- Le même principe est considéré pour une dalle qui s'appuie sur quatre côtés. La poutre qui se trouve suivant la plus grande dimension de la dalle est sollicitée par un trapèze, alors que celle qui se trouve suivant la plus petite dimension est sollicitée par deux triangles.



Le chargement uniformément répartie, équivalent, qui revient à chaque poutre est donné par :



$$q_{eq} = W_{dalle} \times \left(\frac{L_y}{2} \times \frac{L_y}{2} \times \frac{1}{2} \times 2 \right) \frac{1}{L_y} = W_{dalle} \times \frac{L_y}{4}$$

$$q'_{eq} = W_{dalle} \times \left[\left(L_x - 2 \times \frac{L_y}{2} + L_x \right) \times \frac{L_y}{2} \times \frac{1}{2} \right] \frac{1}{L_x} = W_{dalle} \times \left[\left(2L_x - L_y \right) \times \frac{L_y}{4} \right] \frac{1}{L_x}$$

4. Annexe : Classification sismique des wilayas et communes de l'Algérie.

	WILAYAS OU COMMUNES	Zone sismique
01	ADRAR	0
02	CHLEF	
	Groupe de communes A	III
	Toutes les communes autres que celles figurant aux groupes de communes B et C	
	Groupe de communes B	IIb
	El karimia ,Harchoun ,Sendjias , oued Sly, Boukadir	
	Groupe de communes C	IIa
	Oued ben abd el kader el hadjadj	
03	LAGHOUAT	I
04	OUM EL BOUAGHI	I
05	BATNA	I
06	BEJAIA	IIa
07	BISKRA	I
08	BECHAR	0
09	BLIDA	
	Groupe de communes A	III
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de commune B	
	Groupe de communes B	IIb
	Mefteh, Djebabra, Souhane, Larbaa, Oued Slama, Bougara, Hammam Melouane, Ain Romana	
10	BOUIRA	IIa
11	TAMENRASSET	0
12	TEBESSA	I
13	TELEMCEN	I
14	TIARET	I
15	TIZI-OUZOU	
	Groupe de communes A	IIb
	Mizrana	
	Groupe de communes 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	SKI KDA	IIa
22	SIDI BEL-ABBES	I
23	ANNABA	IIa
24	GUELMA	IIa

25	CONSTANTINE	IIa
26	MEDEA	
	GROUPE DE COMMUNES A	IIb
	El hamadania, Médéa, Tamesguida	
	GROUPE DE COMMUNES B	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et C	
	GROUPE DE COMMUNES C	I
	Bou Aiche, Chahbounia, Boughzoul, Saneg, Meftaha, Ouled Maaref, El Aounet, Ain Boucif, Sidi Damed, Ain Ouksir, Cheniguel	
27	MOSTAGANEM	
	GROUPE DE COMMUNES A	III
	Ouled Boughalem, Achaacha, Khadra, Nekmaria	
	GROUPE DE COMMUNES B	IIb
	Sidi Lakhdar, Tasghait, Ouled Maalla	
	GROUPE DE COMMUNES C	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B	
28	M'SILA	
	GROUPE DE COMMUNES A	IIa
	Beni Ilmane, Ounougha, Hammam Dalaa, Tarmount, Ouled Mansour, M'Sila, M'Tarfa, Maadid, Ouled Derradj, Ouled Addi, Dahahna, Berhoum, Ain Kadra, Magra, Belaiba.	
	GROUPE DE COMMUNES B	I
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A	
29	MASCARA	
	GROUPE DE COMMUNES A	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B	
	GROUPE DE COMMUNES B	I
	Ain Fares, Ain Fekran, Bouhanifia, Guerdjou, Oued Taria, Ghri, Benian, Mokhda, Aouf, Gharous, Nesmot, M'Hamid, Hachem, Oued El Abtai, Ain Ferrah	
30	OUARGLA	0
31	ORAN	IIa
32	EL BYADH	I
33	ILLIZI	0
34	BORDJ BOU ARRERIDJ	IIa
35	DOUMERDES	
	Groupe de communes A	III
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes B et C	
	Groupe de communes B	IIb
	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	

	Groupe de communes C Timezrit, Ammal, Chaabet El Aneur	IIa
36	EL TAREF	IIa
37	TINDOUF	0
38	TISSEMSILT	IIa
39	EL OUED	0
40	KHENCHELA	I
41	SOUK AHRAS	I
42	TIPAZA	III
43	MILA	IIa
44	AIN DEFLA	
	GROUPE DE COMMUNES A	III
	Tacheta Zegara, El Abadia, Ain Bouyahia, El Attaf	
	GROUPE DE COMMUNES B	IIb
	Al Amra, Mekhatria, Arib, Rouina, Ain Defla, Bourashed, Zeddine, Tiberkanine, Meliana, Ain Torki, Hammam Righa, Ain Benian, Houceinia, Boumadfaa	
	Groupe de communes C	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B	
45	NAAMA	I
46	AIN TEMOUCHENT	IIa
47	GHARDAIA	0
48	RELIZANE	
	Groupe de communes A	III
	Mediouna, Sidi M'hamed Ben Ali, Mazouna, El Guettar	
	Groupe de communes B	IIb
	Merdja Sidi Abed, Oued Rhiou, Ouarizane, Djidiouia, Hamri, Beni Zenthis	
	Groupe de communes C	IIa
	Toutes les communes autres que celles figurant au groupe de communes A et B	