**Les planchers**

1. **Généralités :**

**Définitions :**

Les planchers sont des éléments horizontaux dont une dimension est faible par rapport aux deux autres. On distingue selon la conception :

* **Plancher dalle pleine** : L’épaisseur varie de ( 8 ÷ 15 cm). Voir ( fig: 01)

Poteau

Poteau

Poutre

Dalle

* **Plancher nervuré**: Il est constitué de dalles pleines reposant sur des poutrelles rapprochées espacées de ( 1,5 ÷ 2,5 m) . Voir ( fig : 02).

Dalle

Poteau

Poutre principale

Nervures (Poutrelles)

* **Plancher à corps creux** : Il est composé d’une dalle très mince ( 4 ÷ 6 cm) reposant sur des poutrelles très rapprochées ( 25 ÷ 75 cm). Le vide entre poutrelles est rempli de corps creux.
* **Plancher dalle épaisse** : Ayant une épaisseur constante de (12 ÷ 30 cm), les dalles reposent sur des poutres très espacées ( ÷ 9 m). On les trouve généralement dans les bâtiments industriels. Voir ( fig : 03)

Poteau

Poutre

Couloir

Dalle

* **Plancher- dalle**: C’est une dalle reposant directement sur des poteaux sans l’intermédiaire de poutres. Voir ( fig : 04)

Poteau

Dalle

Poteau

* **Plancher champignons**: C’est un plancher-dalle dont les poteaux s’évasent en têtes sous formes de chapiteaux. Voir ( fig : 05)

Dalle

Poteau

Poteau

Chapiteaux

* **Plancher translucide**: Formé de dalles pleines dans lesquelles on incorpore des pavés en verre servant pour l’éclairage de certains locaux.

**2**)- **Rôle des planchers** : Protection contre les intempéries- Supporter les charges- Transmettre les forces horizontales (Vent, Séisme) au système de Contreventement.

**3)-** **Choix du type de plancher** : Il dépend de :

-Nature des charges - Economie - Exigences techniques - Esthétique

**II)**- **Classification selon l’importance des charges** :

**1)-Plancher à** **surcharges** **d’exploitation modérées** : Il est appelé ainsi si :

1. Surcharges uniforme : Q ≤ max [2 G ; 500 kgf/m²]
2. Surcharges concentrée : P ≤ max → 200 kgf/m².

→0,25 de la résultante des surcharges appliquées (réparties et concentrées)

* Pour le calcul des moments : On applique la méthode forfaitaire sinon ( Caquot) .
* Pour le calcul de (T) : On applique les mêmes prescriptions données au (T D 2 : poutres continues- méthode forfaitaire).

**2)-Plancher à surcharges d’exploitation élevées**:

* Il est appelé ainsi si les conditions des planchers à surcharges modérées ne sont pas remplies.
* Pour le calcul de (M), on utilise la méthode de Caquot.
* Pour le calcul de (T), on tient compte de la continuité ( c. à . d : utiliser la relation de la RDM).

**III- Méthodes de calcul des planchers :** lx ‹ ly

1. **Dalle pleine** :
2. **Sous charges uniformes** :
3. **Dalle sur ( 4) côtés** :
4. Dalle portant dans un seul sens :

* La dalle est dite portant ly b=100 cm

dans un seul sens si : ( fig 06)

α1- Si la dalle est isolée ou se trouvant parmi d’autres dalles portant dans deux sens :

Mo = q

Mt = 0,8 Mo ……………….. (1)

Ma = - 0,5 Mo

T = q ……………………. (2)

α 2- Si toutes les dalles successives portent dans un seul sens, donc l’ensemble forme une Poutre Continue de largeur ( b = 100 cm) :

(-) – Plancher à surcharge modérées : → (M est calculé par la méthode forfaitaire ou Caquot).

→ T =q pour chaque travée.

(-) – Plancher à surcharge élevée : On applique la méthode de Caquot.

* **Remarque** : - Les armatures (Ax) // à sont principales.

-Les armatures (Ay) // à sont de réparation et auront une valeur égale à:

0,25 Ax ≤ Ay ≤ 0,50 Ax ………….. (3).

**b- Dalle portant dans deux sens** :

La dalle est dite ainsi si :

ß1- Si la dalle est isolée ou se trouvant parmi d’autres dalles portant dans un seul sens et quelle que soit la dalle (à surcharges modérées ou élevées):

* Moment : Mox = µx . q . (lx)²

Mtx = 0,75 Mox

Max = -0,50 Mox

…………….. (4)

Moy = µy . Mox

Mty = 0,75 Moy

May = -0,50 Moy

(-) Les coefficients ( µx) et (µy) sont donnés sur ( tab : 01) en fonction de (𝛒) et du coefficient de poisson : ( ELU) → ν= 0,00) ; ( ELS → ν = 0,20)

* Effort tranchant : ( ELU) → Tx =; Ty = q . …………….. (5)

ß 2- Si toutes les dalles successives portant dans deux sens forment un ensemble continu, donc on les traite dalle par dalle (panneau par panneau) :

* **Moment**:

(-) dalle intermédiaire : (relation : 4)

(-) dalle de rive :

Mox = µx . q . ( lx)²  ; Moy = µy . M0x

Mtx = 0,85 Mox ; Mty = 0,85 Moy ……………… (6)

Max = -0,50 Mox ; May = - 0,50 Moy ( app int)

Max = - 0,30 Mox ; May = -0,30 Moy ( app de rive)

* **Effort tranchant** : On applique la ( rel :5)
* **Remarque**: - Les armatures ( Ax) ET (Ay) sont toutes les deux principales, elles sont calculées par les moments de calcul (Mx) et (My) et ( My) pour une largeur (b= 100 cm).

* **Dalle reposant sur (3) ou (2) côtés** : On les traite panneau par panneau en utilisant

lestables de BARES; [tab : 02 et 03]

* **Dalle reposant sur un seul côté** : On la calcule comme console. Si la dalle repose sur une poutre et ses armatures ne sont pas prolongées au-delà de cette poutre, il faut tenir compte de l’effet de torsion sur cette dernière.

**Sous charges triangulaires :** On les traite par panneau par panneau en utilisant les tables de BARES.

1. **Sous charges trapézoïdales : (fig :08)**

On décompose la charge trapézoïdale en charge uniforme (q1) et charge triangulaire) (q2):

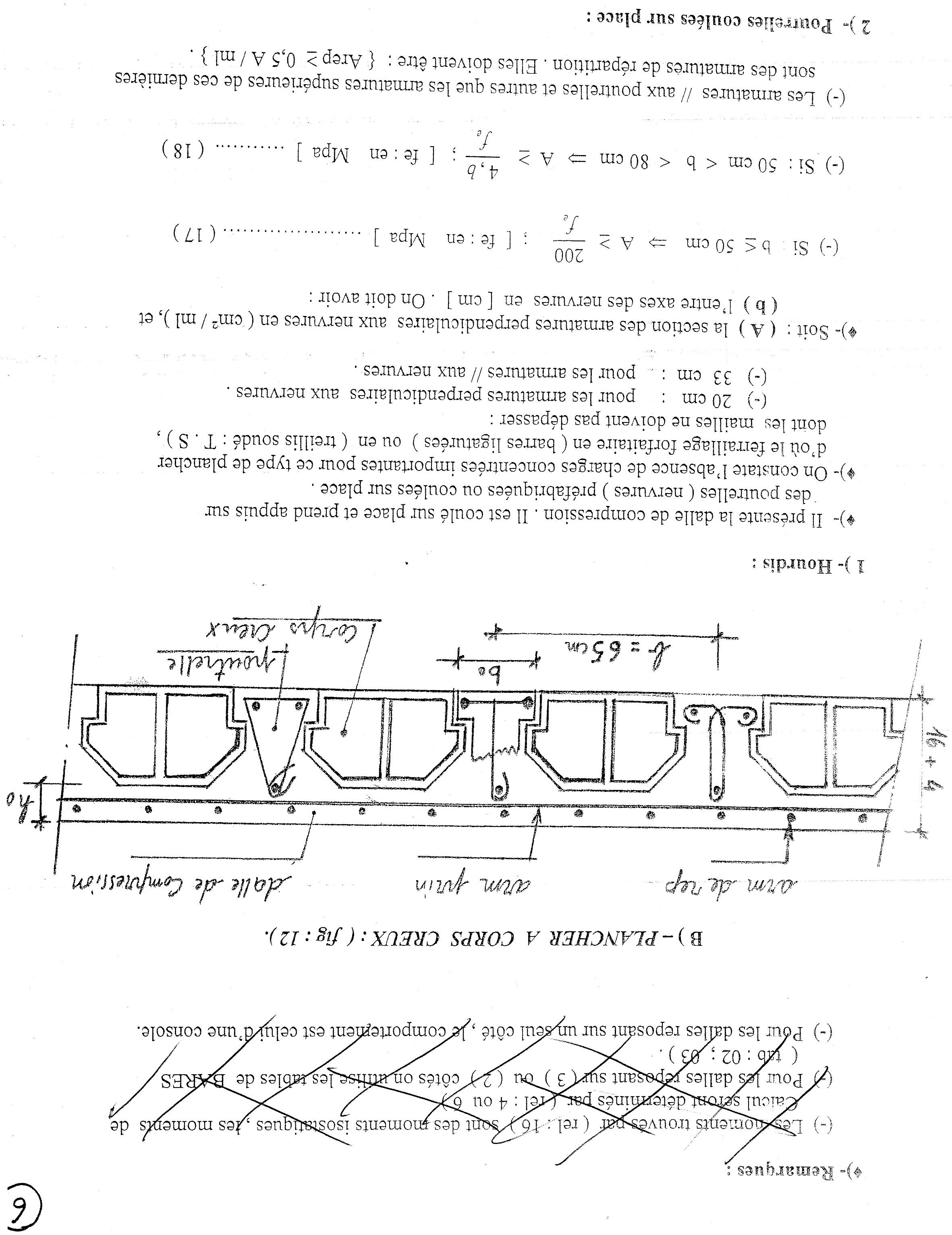
* Pour la charge uniforme on applique les méthodes citées ci-dessus.
* Pour la charge triangulaire on q2

utilise les tables de BARES*. q1* q’ q1

* On applique ensuite le principe de superposition :

M = M□ + MΔ ; T = T□ + TΔ ……………….. (7)

**B**- **Plancher a corps creux** : ( fig :12)



1. **Hourdis :**

* Il présente la dalle de compression. Il est coulé sur place et prend appuis sur des poutrelles ( nervures) préfabriquées ou coulées sur place.
* On constate l’absence de charges concentrées importantes pour ce type de plancher d’où le ferraillage forfaitaire en ( barres ligaturées) ou en ( treillis soudé : T. S), dont les mailles ne doivent pas dépasser :

(-) 20 cm : pour les armatures perpendiculaires aux nervures.

(-) 33 cm : pour les armatures // aux nervures.

Soit **(A)** la section des armatures perpendiculaires aux nervures en (cm² / ml), et

(**b)** l’entre axes des nervures en (cm) . On doit avoir :

(-) Si b ≤ 50 cm ═►A ≥ ; [ fe : en MPa] …………………………. (17)

(-) Si : 50 cm < b < 80 cm ═►A ≥ ; [ fe : en MPa] ……………….. (18)

(-) Les armatures // aux poutrelles et autres que les armatures supérieurs de ces dernières sont des armatures de réparation. Elles doivent être: {Arep ≥ 0,5 A / ml}

2- **Poutrelles coulées sur place** :

* Le chargement des poutrelles se fait comme suit :

= G . b [tf / ml]

= Q . b - / -

* Les sollicitations sont calculées par la méthode forfaitaire ou Caquot.
* Le ferraillage se fait à la flexion simple tout en considérant une section en ( Té) en travées et une section rectangulaire ( bo . h) sur appuis.

3-**Poutrelles préfabriquées** : voir : Article B . 6.8,4) du règlement BAEL.

IV- **Transmission des charges aux poutres des portiques** :

1. **Dalle pleine :**
2. **Sous charges uniformes :**
3. **Dalle reposant sur (4) côtés** :

α-**Dalle portant dans un seul sens**

* **Plancher à surcharges modérées :**

(-) Les poutres // à (ly) reçoivent des panneaux qui les entourent une charge par / ml:

= [G . ] + poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf / ml]

= [Q . ]

(-) Les poutres // à ( lx) ne sont pas porteuses, elles reçoivent uniquement :

= poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf /ml]

= 0,00 - / -

* Plancher à surcharges élevées :

(-) Les poutres // à ( ly) reçoivent des panneaux qui les entourent les Efforts Tranchants / ml déterminés par la méthode de CAQUOT. :

= + poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf /ml]

= - / -

(-) Les poutres // à (lx) ne sont pas porteuses, elles reçoivent uniquement :

= poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf /ml]

=

ß-**Dalles portant dans deux sens** :

* Quelles que soient les surcharges ( modérées) ou (A) (B)

( élevées), la transmission se fait selon les lignes

de rupture inclinées à (45°), la réparation est : 45°

(-) Trapézoïdale sur ( ly)

lx

(-) Triangulaire sur ( lx), voir (fig : 13)

* Pour simplifier les calculs on passe aux charges

équivalentes uniformes :

(-) Pour le Trapèze (sur la poutreCD) (D) ly (C)

= ( 1 - . lx + poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf /ml]

= ( 1 - . lx

(-) Pour le Triangle ( sur la poutre BC) :

= G . + poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf /ml]

= Q .

1. **Dalles reposant sur (3) ou (2) côtés:**

Les poutres reçoivent les Efforts Tranchants des dalles qui les entourent, ces efforts sont tirés des tables de BARES.

1. **Dalles reposant sur un seul côté** : Les poutres reçoivent les Efforts Tranchants des dalles en consoles.
2. **Plancher a corps creux :**

* Les charges appliquées sur la dalle de compression sont généralement uniformes.
* Les poutrelles sont très rapprochées, donc on peut admettre leurs réactions concentrées sur les Poutres qui lui sont perpendiculaires comme étant réparties uniformément.
* Sur les poutres perpendiculaires aux poutrelles :

= (G) . (S) + poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf /ml]

= (Q) . (S) - / -

Avec (S) : (surface tributaire revenant à cette poutre) tout en prenant les portées entre nus pour (G) et les portées entre axes pour (Q).

* Sur les poutres // aux poutrelles :

(-) Portiques intérieurs :

qG= (G) . (b) + poids de la poutre [tf /ml]

= (Q) . (b)

(-) portiques de rive :

= (G) . (0,5b) + poids de la poutre + poids du mur s’il existe [tf /ml]

= (Q) . (0,5b)

**COEFFICIENTS SERVANT POUR LE CALCUL DES DALLES**

**RECTANGULAIRES SUR QUATRE COTES**

**( UNIFORMEMENT CHARGEES**)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **𝛒 = lx / ly** | **E . L .U**  **ν = 0** | | **E . L . S**  **ν = 0,20** | |
| µx | µy | µx | µy |
| **0,40** | 0,1101 | 0,2500 | 0,1121 | 0,2854 |
| **0,41** | 0,1088 | 0,2500 | 0,1110 | 0,2924 |
| **0,42** | 0,1075 | 0,2500 | 0,1098 | 0,3000 |
| **0,43** | 0,1062 | 0,2500 | 0,1087 | 0,3077 |
| **0,44** | 0,1049 | 0,2500 | 0,1075 | 0,3155 |
| **0,45** | 0,1036 | 0,2500 | 0,1063 | 0,3234 |
|  | | | | |
| **0,46** | 0,1022 | 0,2500 | 0,1051 | 0,3319 |
| **0,47** | 0,1008 | 0,2500 | 0,1038 | 0,3402 |
| **0,48** | 0,0994 | 0,2500 | 0,1026 | 0,3491 |
| **0,49** | 0,0980 | 0,2500 | 0,1013 | 0,3580 |
| **0,50** | 0,0966 | 0,2500 | 0,1000 | 0,3671 |
|  | | | | |
| **0,51** | 0,0951 | 0,2500 | 0,0987 | 0,3758 |
| **0,52** | 0,0937 | 0,2500 | 0,0974 | 0,3853 |
| **0,53** | 0,0922 | 0,2500 | 0,0961 | 0,3949 |
| **0,54** | 0,0908 | 0,2500 | 0,0948 | 0,4050 |
| **0,55** | 0,0894 | 0,2500 | 0,0936 | 0,4150 |
|  | | | | |
| **0,56** | 0,0880 | 0,2500 | 0,0923 | 0,4254 |
| **0,57** | 0,0865 | 0,2582 | 0,0910 | 0,4357 |
| **0,58** | 0,0851 | 0,2703 | 0,0897 | 0,4462 |
| **0,59** | 0,0836 | 0,2822 | 0,0884 | 0,4565 |
| **0,60** | 0,0822 | 0,2948 | 0,0870 | 0,4672 |
|  |  |  |  |  |
| **0,61** | 0,0808 | 0,3075 | 0,0857 | 0,4781 |
| **0,62** | 0,0794 | 0,3205 | 0,0844 | 0,4892 |
| **0,63** | 0,0779 | 0,3338 | 0,0831 | 0,5004 |
| **0,64** | 0,0765 | 0,3472 | 0,0819 | 0,5117 |
| **0,65** | 0,0751 | 0,3613 | 0,0805 | 0,5235 |
|  |  |  |  |  |
| **0,66** | 0,0737 | 0,3753 | 0,0792 | 0,5351 |
| **0,67** | 0,0723 | 0,3895 | 0,0780 | 0,5469 |
| **0,68** | 0,0710 | 0,4034 | 0,0767 | 0,5584 |
| **0,69** | 0,0697 | 0,4181 | 0,0755 | 0,5704 |
| **0,70** | 0,0684 | 0,4320 | 0,0743 | 0,5817 |

**COEFFICIENTS SERVANT POUR LE CALCUL DES DALLES**

**RECTANGULAIRES SUR QUATRE COTES**

**( UNIFORMEMENT CHARGEES**) - suite

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **𝛒= lx / ly** | **E . L .U**  **ν = 0** | | **E . L . S**  **ν = 0,20** | |
| µx | µy | µx | µy |
| **0,71** | 0,0671 | 0,4471 | 0,0731 | 0,5940 |
| **0,72** | 0,0658 | 0,4624 | 0,0719 | 0,6063 |
| **0,73** | 0,0646 | 0,4780 | 0,0708 | 0,6188 |
| **0,74** | 0,0633 | 0,4938 | 0,0696 | 0,6315 |
| **0,75** | 0,0621 | 0,5105 | 0,0684 | 0,6447 |
|  | | | | |
| **0,76** | 0,0608 | 0,5274 | 0,0672 | 0,6580 |
| **0,77** | 0,0596 | 0,5440 | 0,0661 | 0,6710 |
| **0,78** | 0,0584 | 0,5608 | 0,0650 | 0,6841 |
| **0,79** | 0,0573 | 0,5786 | 0,0639 | 0,6978 |
| **0,80** | 0,0561 | 0,5959 | 0,0628 | 0,7111 |
|  | | | | |
| **0,81** | 0,0550 | 0,6135 | 0,0617 | 0,7246 |
| **0,82** | 0,0539 | 0,6313 | 0,0607 | 0,7318 |
| **0,83** | 0,0528 | 0,6494 | 0,0596 | 0,7518 |
| **0,84** | 0,0517 | 0,6678 | 0,0586 | 0,7655 |
| **0,85** | 0,0506 | 0,6864 | 0,0576 | 0,7794 |
|  | | | | |
| **0,86** | 0,0496 | 0,7052 | 0,0566 | 0,7933 |
| **0,87** | 0,0486 | 0,7244 | 0,0556 | 0,8074 |
| **0,88** | 0,0476 | 0,7438 | 0,0546 | 0,8216 |
| **0,89** | 0,0466 | 0,7635 | 0,0537 | 0,8358 |
| **0,90** | 0,0456 | 0,7834 | 0,0528 | 0,8502 |
|  |  |  |  |  |
| **0,91** | 0,0447 | 0,8036 | 0,0518 | 0,8646 |
| **0,92** | 0,0437 | 0,8251 | 0,0509 | 0,8799 |
| **0,93** | 0,0428 | 0,8450 | 0,0500 | 0,8939 |
| **0,94** | 0,0419 | 0,8661 | 0,0491 | 0,9087 |
| **0,95** | 0,0410 | 0,8875 | 0,0483 | 0,9236 |
|  |  |  |  |  |
| **0,96** | 0,0401 | 0,9092 | 0,0474 | 0,9385 |
| **0,97** | 0,0392 | 0,9322 | 0,0465 | 0,9543 |
| **0,98** | 0,384 | 0,9545 | 0,0457 | 0,9694 |
| **0,99** | 0,0376 | 0,9771 | 0,0449 | 0,9847 |
| **1,00** | 0,0368 | 1,0000 | 0,0411 | 1,0000 |

**DALLES RECTANGULAIRES SUR TROIS COTES**

**( UNIFORMEMENT CHARGEES** )

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Valeurs plus défavorable inspirées des tables de : ( BARES)** | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 𝛒 = lx / ly | **E.L.U** | | | | | **E.L.S** | | | | |
| **Mtx** | **Max**  **(-)** | **Mty**  **(-)** | **May**  **(-)** | **Tmax** | **Mtx** | **Max**  **(-)** | **Mty** | **May**  **(-)** | **fmax** |
| 0,30 | 0,2083 | 0,6812 | 0,0218 | 0,0379 | 0,2200 | 0,1133 | 0,3833 | 0,0256 | 0,0333 | 4,126 |
| 0,35 | 0,1028 | 0,3232 | 0,0290 | 0,0471 | 0,2163 | 0,1063 | 0,3308 | 0,0335 | 0,0439 | 3,096 |
| 0,40 | 0,0944 | 0,2831 | 0,0363 | 0,0563 | 0,2105 | 0,0994 | 0,2783 | 0,0415 | 0,0545 | 2,066 |
| 0,45 | 0,0859 | 0,2399 | 0,0436 | 0,0655 | 0,2040 | 0,0913 | 0,2394 | 0,0495 | 0,0627 | 1,610 |
|  | | | | | | | | | | |
| 0,50 | 0,0768 | 0,2044 | 0,0510 | 0,0742 | 0,1974 | 0,0832 | 0,2004 | 0,0575 | 0,0709 | 1,154 |
| 0,55 | 0,0681 | 0,1738 | 0,0583 | 0,0783 | 0,1896 | 0,0758 | 0,1740 | 0,0649 | 0,0753 | 0,924 |
| 0,60 | 0,0602 | 0,1493 | 0,0651 | 0,0815 | 0,1823 | 0,0683 | 0,1476 | 0,0724 | 0,0798 | 0,694 |
| 0,65 | 0,0530 | 0,1296 | 0,0716 | 0,0840 | 0,1755 | 0,0621 | 0,1291 | 0,0786 | 0,0817 | 0,565 |
| 0,70 | 0,0465 | 0,1134 | 0,0774 | 0,0858 | 0,1688 | 0,0559 | 0,1106 | 0,0848 | 0,0837 | 0,436 |
|  | | | | | | | | | | |
| 0,75 | 0,0409 | 0,0995 | 0,0828 | 0,0869 | 0,1622 | 0,0509 | 0,0986 | 0,0885 | 0,0842 | 0,356 |
| 0,80 | 0,0361 | 0,0878 | 0,0875 | 0,0872 | 0,1555 | 0,0459 | 0,0865 | 0,0922 | 0,0848 | 0,277 |
| 0,85 | 0,0318 | 0,0779 | 0,0917 | 0,0873 | 0,1490 | 0,0416 | 0,0778 | 0,0979 | 0,0849 | 0,236 |
| 0,90 | 0,0281 | 0,0693 | 0,0955 | 0,0872 | 0,1428 | 0,0373 | 0,0691 | 0,1037 | 0,0850 | 0,194 |
| 0,95 | 0,0247 | 0,0621 | 0,0992 | 0,0870 | 0,1369 | 0,0339 | 0,0625 | 0,1072 | 0,0850 | 0,165 |
|  | | | | | | | | | | |
| 1,00 | 0,0216 | 0,0560 | 0,1026 | 0,0866 | 0,1313 | 0,0305 | 0,0559 | 0,1108 | 0,0851 | 0,136 |
|  | | | | | | | | | | |
| 1,10 | 0,0168 | 0,0462 | 0,1076 | 0,0858 | 0,1208 | 0,0259 | 0,0473 | 0,1154 | 0,0849 | 0,104 |
| 1,20 | 0,0131 | 0,0387 | 0,1119 | 0,0849 | 0,1115 | 0,0213 | 0,0387 | 0,1201 | 0,0848 | 0,071 |
| 1,30 | 0,0103 | 0,0329 | 0,1148 | 0,0842 | 0,1033 | 0,0185 | 0,0341 | 0,1222 | 0,0847 | 0,058 |
| 1,40 | 0,0082 | 0,0283 | 0,1172 | 0,0838 | 0,0961 | 0,0156 | 0,0294 | 0,1243 | 0,0846 | 0,044 |
| 1,50 | 0,0066 | 0,0247 | 0,1191 | 0,0836 | 0,0899 | 0,0128 | 0,0248 | 0,1264 | 0,0846 | 0,031 |
|  | | | | | | | | | | |
| 1,75 | 0,0038 | 0,0181 | 0,1213 | 0,0834 | 0,0772 | 0,0095 | 0,0193 | 0,1290 | 0,0845 | 0,021 |
| 2,00 | 0,0022 | 0,0139 | 0,1232 | 0,0833 | 0,0677 | 0,0063 | 0,0139 | 0,1316 | 0,0845 | 0,010 |
|  | | | | | | | | | | |
| F.M | q(lx)² | q(lx)² | q(ly)² | q(ly)² | qlx.ly | q(lx)² | q(lx)² | q(ly)² | q(ly)² |  |

**Calcul – A : ( l’E.L.S) des dalles**

**Rectangulaire sur deux cotes**

**( UNIFORMEMENT CHARGEES** )

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Valeurs Plus Défavorables Inspirées Des Tables De BARES Adopter un ferraillage ( en appuis) et ( en travée) 2 vérifier les cont Ϭs; Ϭbc à l’E.L.S | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 𝛒= lx / ly | E . L . S | | | |
| Mtx | Max  (-) | Mty | May  (-) |
| 0,125 | ………. | 0,4992 | 0,0004 | 0,0083 |
| 0,250 | ………. | 0,4815 | 0,0030 | 0,0304 |
| 0,375 | 0,0050 | 0,4562 | 0,0078 | 0,0589 |
| 0,500 | 0,0072 | 0,4296 | 0,0145 | 0,1051 |
| 0,750 | 0,0288 | 0,3513 | 0,0279 | 0,2076 |
| 1,000 | 0,0268 | 0,2949 | 0,0324 | 0,2949 |
|  |  |  |  |  |
| F.M | q.(lx)² | q.(lx)² | q.(ly)² | q.(ly)² |

**CALCUL DES DALLES TRAPEZOÏDALES**:

1. Notation : a → grande base du trapèze

c → petite base du trapèze

b → hauteur du trapèze

1. Si : c/a ≤ 0,25 → la dalle trapézoïdale se calcule comme dalle triangulaire de base ( a) et de hauteur :
2. Si : c/a > 0,25 → la dalle trapézoïdale, même symétrique, se remplace par une dalle rectangulaire de dimensions réduites :

. ( 2c + a) .