Calcul de la descente de charge

Les actions et les sollicitations dans les bâtiments

1. Terminologie

1.1 ***Les actions :*** Toute structure, qu'elle soit en béton armée ou en acier, est appelée à supporter des charges de diverses origines. Ces charges ou actions sont les forces et/ou les moments appliqués à une construction soit directement comme :

- Charges permanentes
- Charges d'exploitation
- Charges climatiques
- Actions sismiques

Ou Indirectement comme :

- Effet de la température
- Déplacement d'appuis ou plus précisément tassement différentiel.

1.2 ***Les sollicitations :*** sont les efforts internes tels que le moment de flexion, l'effort tranchant et l'effort normal induits dans la structure par les différentes actions.

2. Les actions

2.1 Actions permanentes : Que l'on note **G** dont l'intensité est constante ou très peu variable dans le temps, dans cette catégorie, nous trouvons :

a- Le poids propre des éléments constituant la structure.

Le tableau suivant donne, à titre d'exemple, les masses volumiques de quelques matériaux utilisés couramment en construction.

Matériau	**Masse volumique (kg/m^3)**
Acier	7850
Aluminium	2700
Béton armé	2500
Béton non armé	2200

b- Les poids des équipements fixes de toute nature (dans les bâtiments par exemple, les revêtements de sols et de plafonds, cloisons)

c- Les efforts exercés par des terres, par des solides ou par des liquides dont les niveaux varient peu (poids, poussées, pressions dont les valeurs varient très peu dans le temps)

d- Les déplacements différentiels d'appuis.

e- Les forces induites par des déformations (retrait, fluage)

2.2 Actions variables : Que l'on note **Q** dont l'intensité varie fréquemment de façon importante dans le temps. Les actions variables comprennent :

a- Les charges d'exploitation liées à l'exploitation future de l'ouvrage ; elles correspondent aux mobiliers, aux matériels, aux matières en dépôt et aux personnes. Les valeurs de ces charges sont fixées par le *Document Technique Règlementaire (DTR B.C. 2.2).*

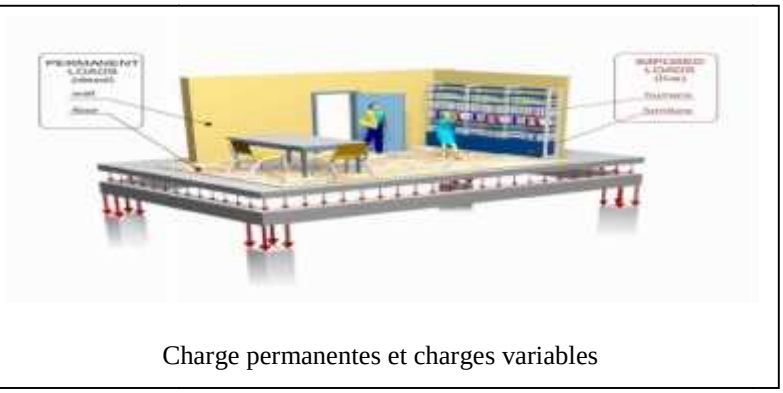
La valeur de la charge d'exploitation dépend :

- Des surfaces sur lesquelles elles s'appliquent ;
- Des dégressions horizontales ou verticales retenues.

Le tableau ci-après présente les valeurs nominales de quelques charges d'exploitation couramment utilisées dans le bâtiment.

Exploitation	**Valeur prévue par le DTR (kg/m^2)**
Habitation, Terrasse accessible privée	150
Balcon	350
Terrasse inaccessible	100
Salle de classe	250
Salle d'archives	500 à 750

Les actions naturelles telles que Neige, vent, température climatique



Charge permanentes et charges variables

2.3 Actions accidentelles : Que l'on note $\mathbf{F_A}$ ces dernières proviennent de phénomènes se produisant très rarement, on cite à titre d'exemple : le séisme, les cyclones, les explosions, le choc des véhicule ou encore des avions….

3- Principe de la descente de charges

On appelle descente de charges, le principe de distribuer les charges sur les différents éléments que compose la structure d'un bâtiment. On commence par le niveau le plus haut (charpente ou toiture terrasse) et on descend au niveau inférieur et cela jusqu'au niveau le plus bas (les fondations).

3.1 Principe de calcul :

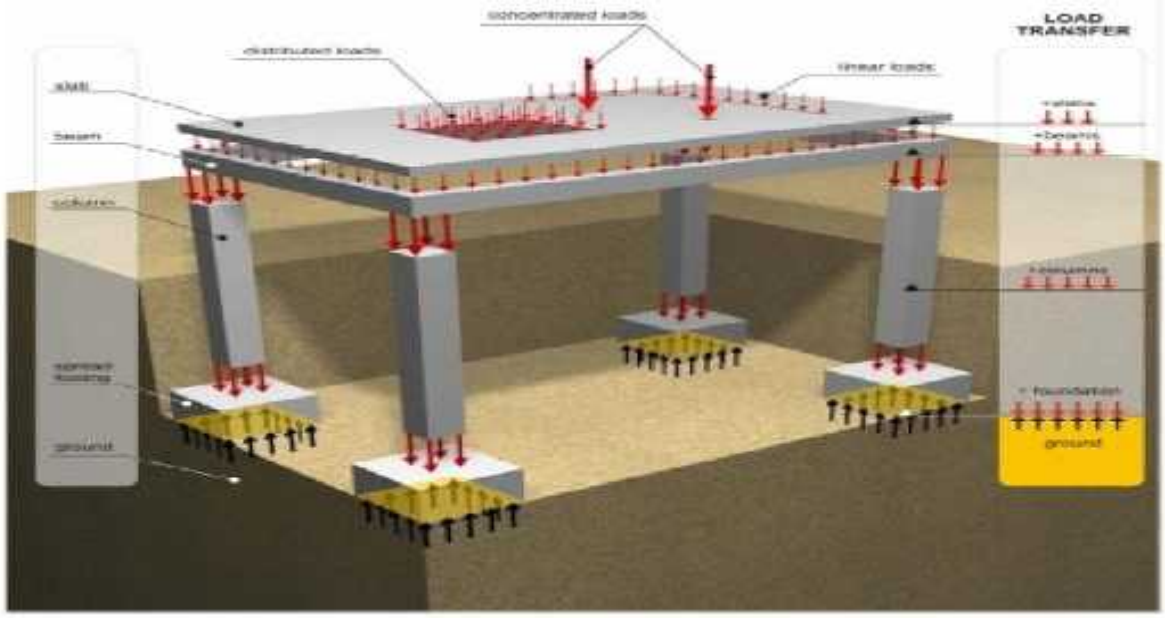
Avant de commencer le calcul de la descente de charges, il est nécessaire d'établir un principe de structure niveau par niveau avec le sens de portée de la charpente et des planchers, les balcons, les poteaux, les poutres, etc...

Ensuite, on détermine les caractéristiques des éléments porteurs : Type de plancher, revêtement de sol (épaisseur et nature), type de toiture (tuile, ardoise, possibilité de neige,...), cloisons, type et épaisseur de murs (briques, parpaing, béton). Ce sont ***les charges permanentes***.

Puis, on définie le type d'utilisation des pièces (logements, circulation, bureaux,....) pour choisir les ***surcharges d'exploitation*** à appliquer au plancher. Ce sont des charges qui prennent en compte les

mobiliers, des personnes et autres objets. On peut y inclure des cloisons qui peuvent être enlevées ou déplacées. Une fois tous ces renseignements réunis, on commence à calculer le bâtiment.

Dire qu'un ouvrage quel qu'il soit résiste aux actions auxquelles il est soumis, implique que ce dernier reçoit dans une première étape ces mêmes actions, puis dans une seconde étape les transmet ou encore les décharge au sol de fondation.

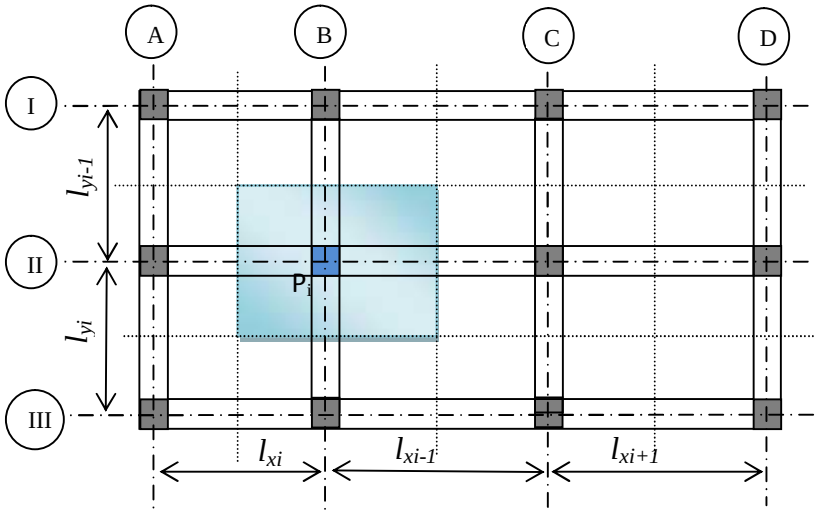


cheminement des efforts dans une structure

3.2 Calcul de la surface d'influence

La question qui se pose est : Quelle est la valeur de l'effort normal (de compression) sollicitant chaque poteau, bien sur aussi bien sous l'influence des charges permanentes que sous l'action des surcharges d'exploitation.

Le poteau $\mathbf{P_i}$ s'est vu délimiter une zone d'influence (surface) de façon à ce que toute charge située dans cette zone, alors cette charge sera reprise par ce même poteau.



Si l'on désire déterminer l'effort normal agissant sur le poteau $\mathbf{P_i}$ encadré par deux trames (l_{xi} et l_{xi-1}) dans le sens des X et deux trames (l_{yi} et l_{yi-1}) dans le sens des Y, il faudra calculer la surface d'influence affecté à ce poteau. Dans notre cas la surface d'influence aura pour expression :

$$S_{P1} = \left(\frac{l_{xi} + l_{xi-1}}{2}\right) \times \left(\frac{l_{yi} + l_{yi-1}}{2}\right)$$

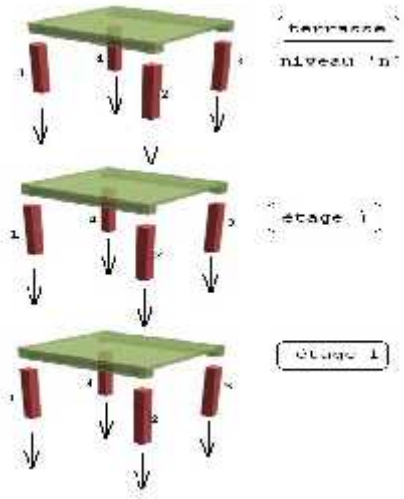
Le même raisonnement est mené pour les autres poteaux et chacun d'eux se verra attribuer une surface d'influence. Si une charge se trouve dans une telle ou telle zone d'influence, alors cette charge sera transmise et transitera par le poteau auquel revient cette même zone d'influence.

On distingue 3 types de Poteaux :

- Poteaux de rives : A_{II}, B_I, B_{III}, C_I, C_{III} et D_{II}
- Poteaux centraux : BII et CII
- Poteaux d'angles : AI, AIII, DI et DIII.

3.3 Calcul d'une structure à plusieurs niveaux

Sachant que les étages dans une structure réelle s'appuient les uns sur les autres (voir figure)



En notant :

$G_{terrasse}$: Charge permanente au niveau de la terrasse

$Q_{terrasse}$: Surcharge d'exploitation au niveau de la terrasse

G_{EC} : Charge permanente au niveau des étages courants.

Q_{EC} : Surcharge d'exploitation au niveau des étages courants.

n : Nombre de niveaux

Souvent on est intéressé par la valeur de l'effort normal au niveau du RDC dans ce cas on écrit (toujours pour le poteau P_i)

- **Charges permanentes**

$$N_{G,RDC}^{P_i} = N_{G,terrasse}^{P_i} + \sum_{n-1}^{RDC} N_{G,EC}^{P_i}$$

- **Surcharges d'exploitation**

Chaque plancher d'un immeuble est calculé pour la charge d'exploitation maximale qu'il doit supporter. Toutefois, comme il est peu probable que tous les planchers d'une construction soient soumis, en même temps, à leurs charges d'exploitation maximales, on réduit ces charges.

Selon le nombre d'étage ***n*** on distingue deux cas :

- ***Pour n < 5 :***

$$N_{Q,RDC}^{P_i} = N_{Q,terrasse}^{P_i} + \sum_{n-1}^{RDC} N_{Q,EC}^{P_i}$$

- ***Pour n ≥ 5 :***

Soit $\mathbf{Q_0}$ la charge d'exploitation sur la terrasse couvrant le bâtiment, $\mathbf{Q_1, Q_2, \ldots Q_n}$ les charges d'exploitations respectives des planchers **1,2, …, n** à partir du niveau sous la terrasse et jusqu'à atteindre le niveau le plus bas.

Le cumul des charges d'exploitation est calculé selon les deux lois de dégression données dans (***DTR BC 2.2***).

1er cas : ***Charges d'exploitation différentes (Loi 1)***

Sous toit ou terrasse	Terrasse	Q_0
Sous dernier étage	Etage 1	$Q_0 + Q_1$
Sous étage immédiatement inférieur	Etage 2	$Q_0 + 0.95\ (Q_1 + Q_2)$
…..	Etage 3	$Q_0 + 0.90\ (Q_1 + Q_2 + Q_3)$
…..	Etage 4	$Q_0 + 0.85\ (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$
Le niveau le plus bas	Etage n	$Q_0 + \left(\frac{3+n}{2n}\right) \times (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots.. + Q_n)$

N.B. Le coefficient $\frac{3+n}{2n}$ étant valable pour $n \geq 5$

2ème cas : ***Charges d'exploitation identiques (Loi 2)***

Sous toit ou terrasse	Terrasse	Q_0
Sous dernier étage	Etage 1	$Q_0 + Q_1$
Sous étage immédiatement inférieur	Etage 2	$Q_0 + Q_1 + 0.90\ Q_2$
…..	Etage 3	$Q_0 + Q_1 + 0.90\ Q_2 + 0.80\ Q_3$
…..	Etage 4	$Q_0 + Q_1 + 0.90\ Q_2 + 0.80\ Q_3 + 0.70 Q_4$
……	Etage 5	$Q_0 + Q_1 + 0.90\ Q_2 + 0.80\ Q_3 + 0.70 Q_4 + 0.60 Q_5$
Le niveau le plus bas	Etage n	Et ainsi de suite en réduisant de 10% par étage jusqu'à 0.5Q valeur à conserver pour les étages inférieurs

4- Combinaisons d'actions

Vouloir construire des ouvrages capables de résister à toutes les actions possibles, quelle que soit la probabilité de leur apparition, ne serait pas économique. Par exemple il est couramment admis d'édifier des bâtiments qui ne sont pas capables de résister à l'impact d'un avion même si la probabilité de l'occurrence d'un tel évènement n'est pas nulle.

Alors, comment combiner différentes actions et pouvant agir simultanément afin de produire les effets les plus défavorables possibles tout en garantissant une sécurité et une économie acceptables ?

Des Méthodes mathématiques dérivées du calcul des probabilités définissent différentes combinaisons d'actions à prendre lors du calcul d'un ouvrage de génie civil. Nous utiliserons principalement les deux combinaisons suivantes :

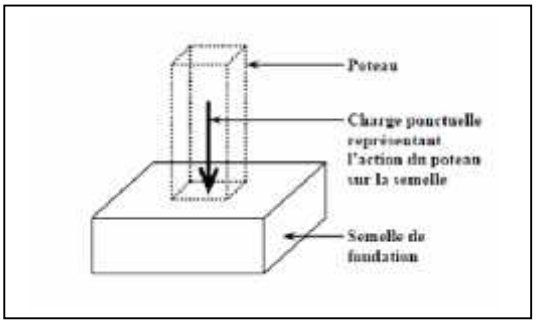
- 1.35 G + 1.5 Q : Etat limite ultime, c'est un état au delà duquel l'ouvrage est dit en ruine. Calculé bien sur en chaque niveau et pour chaque poteau.
- G + Q : Etat limite de service, c'est un état au delà duquel les conditions d'exploitation ne sont plus remplies.

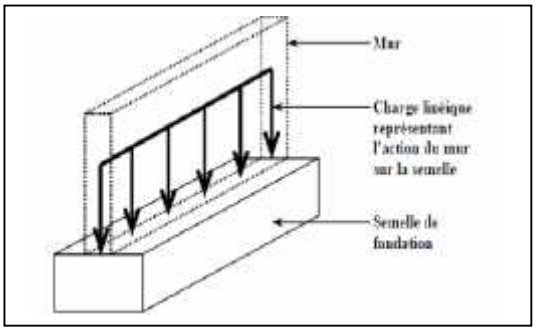
Les coefficients 1.35 et 1.5 tiennent compte de la variation probable de l'intensité des forces.

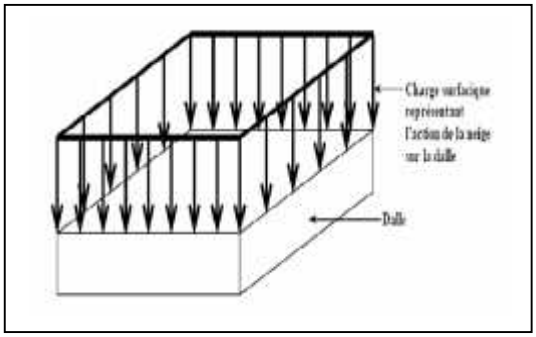
5. *Connaissances supplémentaires*

Il est important en calcul des structures de connaître les actions à prendre en considération, de ce fait, on considère :

- les actions ponctuelles ou charges concentrées : l'effort de contact est concentré en un point ou sur une très faible surface.
- les actions réparties sur une ligne ou charges linéiques : l'effort est réparti sur une ligne, droite ou non.
- les actions réparties sur une surface ou charges surfaciques : l'effort est répartie sur une surface.







6. EXEMPLE PRATIQUE D'EVALUATION DES CHARGES PERMANENTES ET CHARGES D'EXPLOITATIONS

6.1. Maçonnerie :

6.1.a. charge permanent du mur simple cloison :

N	Composants	Épaisseur (m)	Poids volumiques (KN/m^3)	Poids surfaciques (KN/m^2)
1	Enduit en ciment	0.02	18	0.36
2	Brique creuse	0.10	9	0.90
3	Enduit en ciment	0.02	18	0.36
			TOTAL	**1.62**

6.1.b. charge permanente du mur double cloison :

N	Composants	Épaisseur (m)	Poids volumiques (KN/m^3)	Poids surfaciques (KN/m^2)
1	Enduit en ciment	0.02	18	0.36
2	Brique creuse	0.10	9	0.90
3	Lame d'aire	0.10	-	-
4	Brique creuse	0.10	9	0.9
5	Enduit en ciment	0.02	18	0.36
			TOTAL	**2.52**

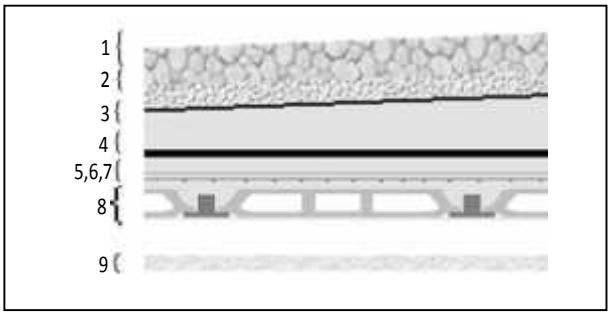


Mur double cloison (gauche) ; Mur simple cloison (droite)

6.2. Plancher terrasse :

6.2.a. Charges permanentes :

N	Composants	Épaisseur (m)	Poids surfacique (KN/m^2)
1	Gravillon roulé	0.04	0.72
2	Étanchéité multicouche	0.02	0.12
3	Papier kraft	-	0.05
4	Forme de pente	0,14	2.2
5	Plaque de liège	0.03	0
6	Pare vapeur	0.01	0.06
7	Film polyane	-	0.01
8	Planche corps creux	0.20+0.05	3.2
9	Enduit de plâtre	0.02	0.2
		TOTAL	**6.59**



Composants d'un plancher terrasse

6.2.b. Charges d'exploitation :

Terrasse inaccessible **Q = 1 KN/m^2.**

6.3. Plancher courant :

6.3.a. Charges permanentes :

N	Composants	Épaisseur (m)	Poids surfacique (KN/m2)
1	Carrelage	0.02	0.44
2	Lit de sable	0.03	0.54
3	Mortier de pose	0.02	0.4
4	Planche corps creux	0.20+0.05	3.2
5	Enduit de plâtre	0.02	0.2
6	mur simple cloison	0.1	1.62
		TOTAL	**6.40**



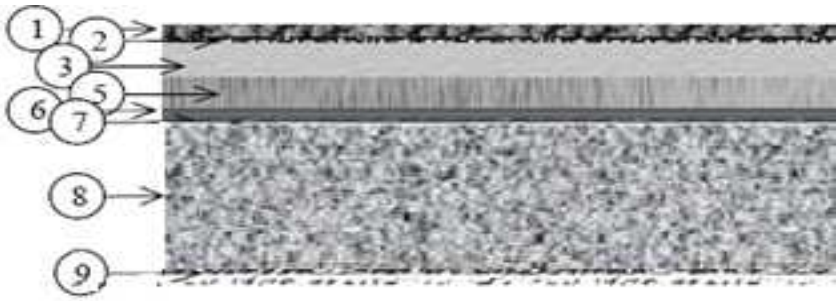
V.3.b. charges d'exploitation :

	Terrasse inaccessible	Hall	Bureau	Salon d'honneur	Salle d'attente
Charges d'exploitation (kN/m²)	1.00	2.50	2.50	3.50	2.50
	sanitaires	archives	Salle de réunion	cafeteria	Hall d'exposition
Charges d'exploitation (kN/m²)	2.50	4.00	2.50	2.50	4.00

V.4. Dalle pleine :

6.4.a. Terrasse :

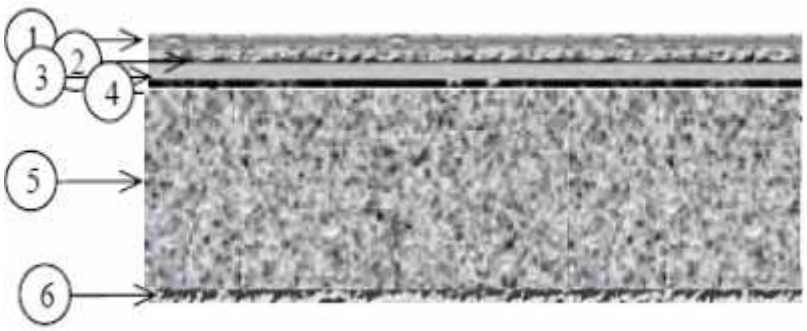
N	Composants	Épaisseur (m)	Poids surfacique (KN/m^2)
1	Gravillon roulé (25/40)	0.05	1.00
2	Etanchéité multicouche	0.02	0.12
3	Papier Kraft	-	0.05
4	Forme de pente	0.15	3.30
5	Film polyane	-	0.01
6	Liège (isolant thermique)	0.04	0.16
7	Pare vapeur	0.01	0.02
8	Dalle pleine	0.10	2.50
9	Enduit de ciment	0.02	0.36
		TOTAL	7.52



Composants d'une dalle pleine (terrasse)

6.4.b. Balcons étage courant :

N	Composants	Épaisseur (m)	Poids surfacique (KN/m^2)
1	Carrelage	0.02	0.44
2	Mortier de pose	0.04	0.40
3	Lit de sable	0.03	0.54
4	Etanchéité	0.02	0.12
5	Dalle pleine	0.10	2.50
6	Enduit de ciment	0.02	0.36
		TOTAL	4.36



Composants d'un balcon de l'étage

UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA-
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

ATELIER DE CONSTRUCTION 2ème année- LMD

SERIE D'EXERCICE
« DESCENTE DE CHARGE »

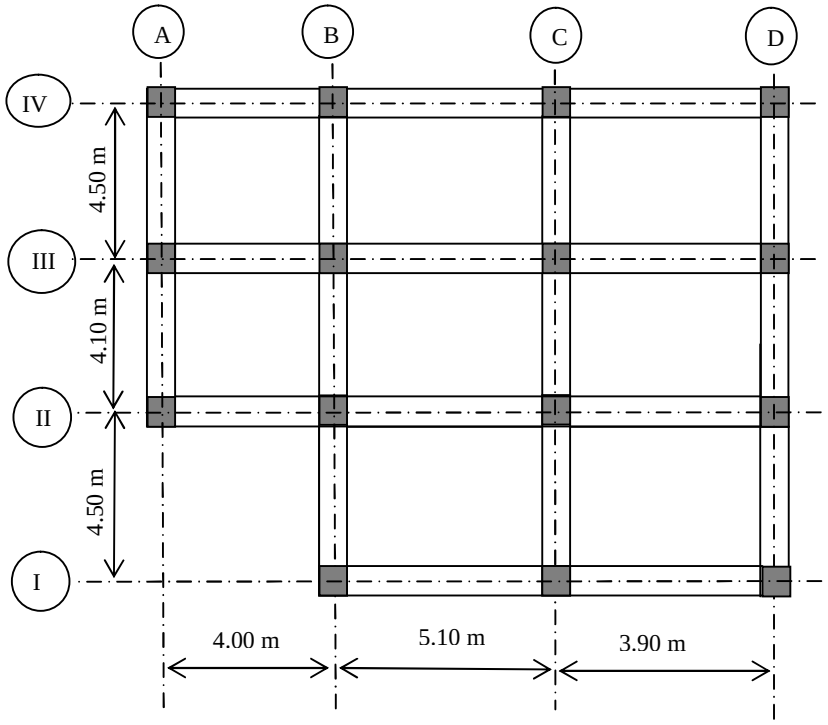
EXERCICE 1 :

Soit un bâtiment (R+3) à usage d'habitation, la terrasse est accessible.

- Calculer la surface reprise par le poteau BIII.
- Calculer la surface reprise par le poteau CIII.
- Calculer la surface reprise par le poteau CII.
- Déterminer le poteau central le plus sollicité.

- Pour le poteau central le plus sollicité, évaluer :

a) La charge permanente cumulée pour chaque étage.
b) La charge d'exploitation cumulée pour chaque étage.
c) L'effort normal ultime Nu pour chaque étage.
d) Quelle est la valeur de l'effort normal ultime reprise par le poteau BIII du RDC



Données :

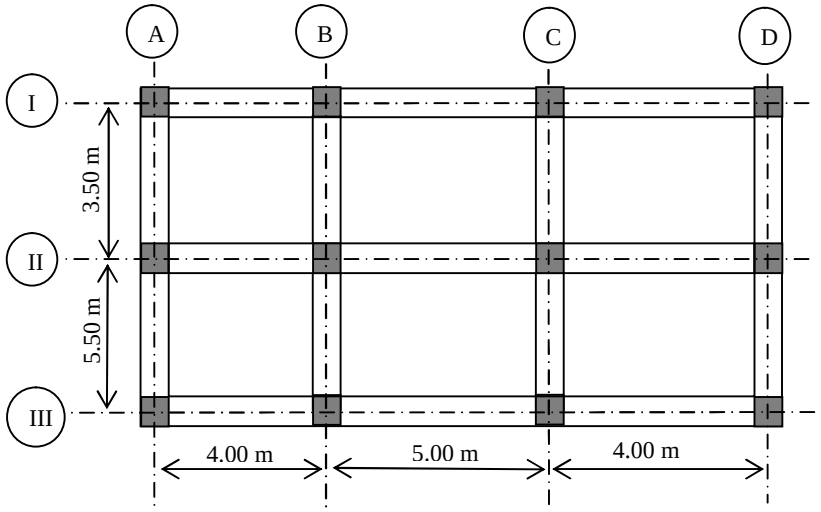
a) charge permanentes (G) : Plancher courant : $G_{EC} = 5.5$ KN/m^2
Plancher terrasse : $G_{PT} = 6.0$ KN/m^2

b) Charge d'exploitation (Q) : Plancher courant : $Q_{EC} = 1.5$ KN/m^2
Plancher terrasse : $Q_{PT} = 1.5$ KN/m^2

EXERCICE 2:

Soit un bâtiment (**R+6**) à usage d'habitation, la terrasse est inaccessible.

1. Déterminez le poteau central le plus sollicité (justifier par un calcul)
2. Evaluez les surcharges d'exploitation pour chaque étage ($\mathbf{Q_0}$, $\mathbf{Q_1}$,$\mathbf{Q_2}$,….,$\mathbf{Q_7}$).
3. Evaluez les surcharges d'exploitation cumulées en appliquant la loi de dégression



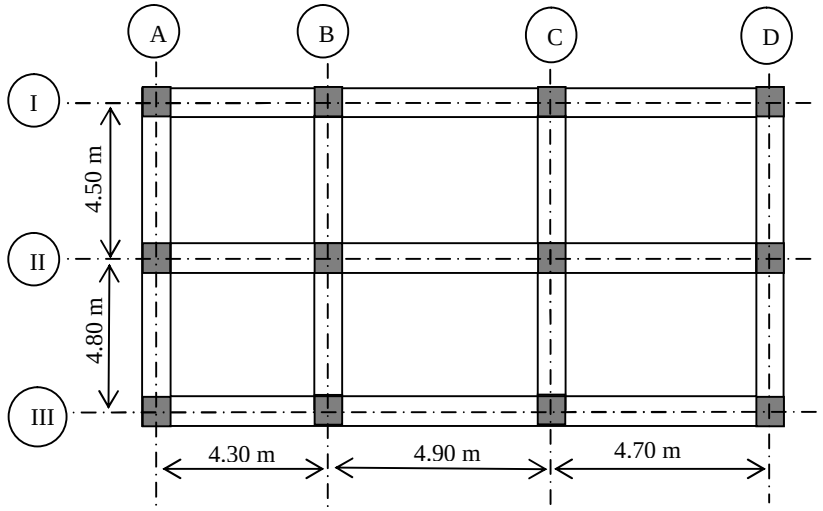
Données :

Charges d'exploitation **(Q)** :

Plancher courant : $\mathbf{Q_{P.C}}$ = 150 kg/m^2

Plancher terrasse : $\mathbf{Q_{P.T}}$ = 100 kg/m^2

EXERCICE 3:



Soit le bâtiment R+8 représenté en plan ci-dessus.

Le bâtiment est à usage multiple : du RDC au 7ème étage : est à usage de bureau, le 8ème étage : est à usage d'habitation, la terrasse est inaccessible.

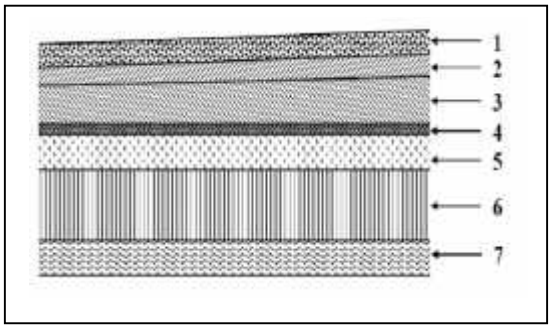
La hauteur des étages : 3.06m, et les poteaux sont de (30*40) cm^2

1- Dimensionnez les planchers.
2- Dimensionnez les poutres.
3- Déterminer le Poids propres du plancher courant et du plancher terrasse : (Voir coupe des planchers)
4- Dimensionnez les poteaux caractéristiques à l'ELU.

On donne : fc_{28} = 25 MPa ; Poids volumique du béton : γ_{BA} = 2500 kg/m^3

a) Eléments constituants le plancher terrasse :

N°	Eléments	Epaisseurs (m)	Poids volumique (KN/m^3)
1	Couche de gravier	0.05	17
2	Etanchéité multicouche	0.02	6
3	Béton en forme de pente	0.06	22
4	Feuille de poly âne	0.001	10
5	Isolation thermique	0.04	4
6	Dalle en corps creux	(0.16+0.04)	14
7	Enduit de plâtre	0.02	10



b) Eléments constituants le plancher étage courant :

N°	Eléments	Epaisseur (m)	Poids volumique (KN/M^3)
1	Revêtement en carrelage	0.02	22
2	Mortier de pose	0.02	20
3	Couche de sable	0.02	18
4	Dalle en corps creux	(0.16+0.04)	14
5	Enduit de plâtre	0.02	10
6	Cloisons de séparation interne	0.1	9

