

NOTIONS DE DESCENTE DE CHARGES

Apport de connaissances

TD « fil rouge »

correction

ANNEXE 1 : valeurs des charges d'exploitation Q

ANNEXE 2 : valeurs des charges permanentes G

ANNEXE 3 : Loi de dégression des charges

ANNEXE 4 : coefficient de surface

NOTIONS DE DESCENTE DE CHARGES

Définition :

On appelle descente de charges, le principe de distribuer les charges sur les différents éléments que compose la structure d'un bâtiment.

Objectif : déterminer les actions qui s'exercent sur un élément d'ouvrage, soit directement (poids des personnes sur un plancher), soit par l'intermédiaire d'autres éléments, afin de procéder à l'étude mécanique et au dimensionnement de celui-ci.

Démarche : 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).

1. CHARGES ET ACTIONS A PRENDRE EN COMPTE

Les conditions de prise en compte et de pondération des différentes charges sont données par les règles de calcul en vigueur, propres à chaque matériau structural. Le règlement BAEL 91 fixe les différentes actions à prendre en compte pour le calcul des structures béton armé.

De plus, il fixe les différentes combinaisons d'actions à étudier.

NATURE DES CHARGES

Les actions mécaniques agissant sur la structure sont constituées de forces et de moments appliqués directement (charges) ou indirectement (déformations).

charges permanentes notées G

NF P 06-004

Ce sont les poids propres de tous les matériaux et des équipements fixes (voir « Précis de bâtiment »)

les charges variables d'exploitation notées Q

NF P 06-001

Ce sont les charges qui dépendent des personnes, du mobilier, des installations mobiles. Elles dépendent de l'usage que l'on va faire du bâtiment.

les charges climatiques : vent notée W

NF P 06-002 (Règles NV65)

Les valeurs à prendre en compte dépendent de la région, de la position du bâtiment par rapport à son environnement et des dimensions du bâtiment.

2 - CHEMINEMENT DES CHARGES

Dans un souci de simplification, on considère dans un premier temps que :

- toutes les liaisons existant dans la structure sont des appuis simples (poutre/poteau, poutrelles/poutres, dalles/poutres),
- il n'y a pas de continuité entre les travées successives de poutres ou dalles.

La descente de charges se mène comme un calcul isostatique c'est-à-dire en procédant à un découpage purement géométrique.

3 - REPARTITION DES CHARGES AMENEES SUR LES DALLES

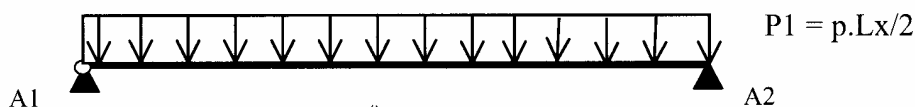
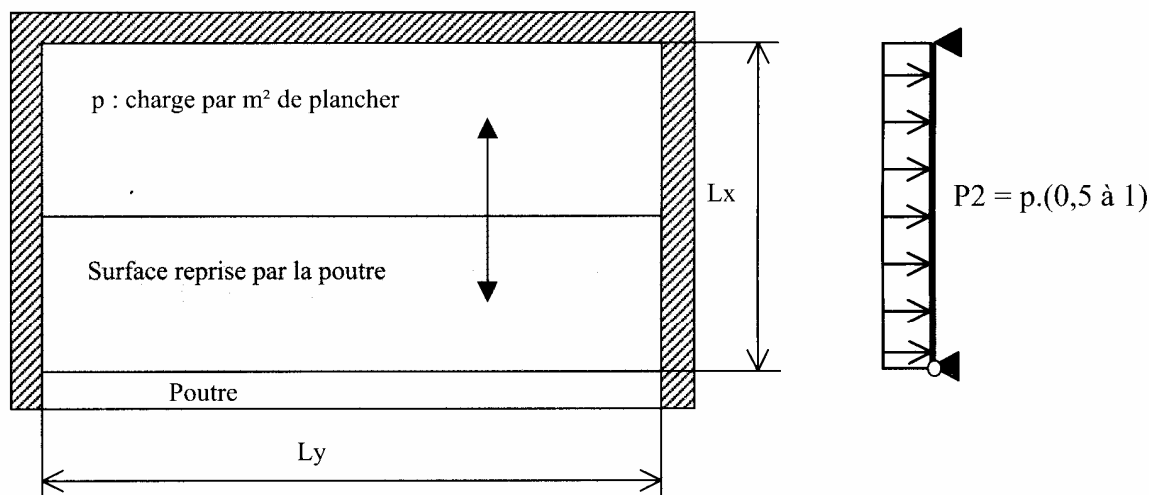
Elle est fonction du mode de réalisation de la dalle et de la géométrie de celle-ci.

3.1. la dalle porte sur 2 côtés :

- prédalles précontraintes, prédalles béton armé, plancher poutrelles-hourdis, dalle pleine coulée en place suffisamment « allongée » c'est-à-dire $L_x/L_y \leq 0.4$

⇒ report des charges obligatoirement sur deux côtés

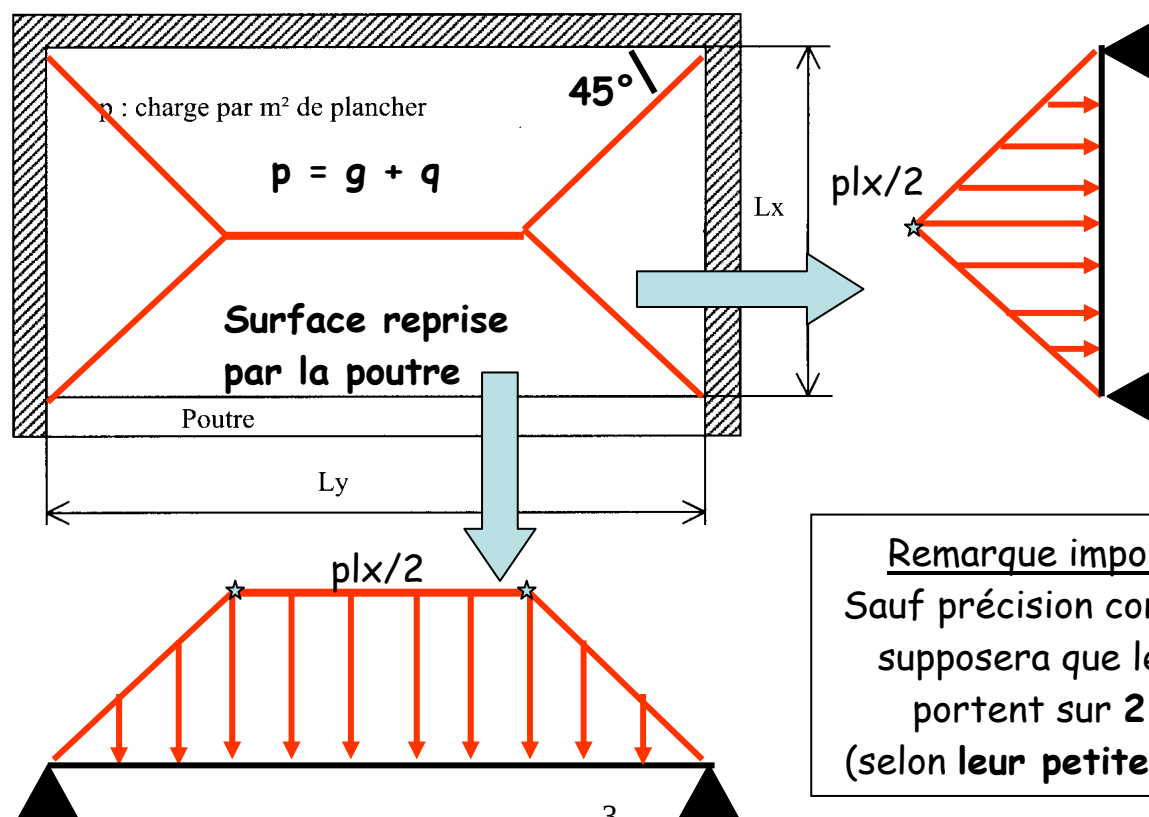
On considère que les côtés non porteurs reprennent une largeur moyenne de plancher : 50 cm à 1 m.



3.2. La dalle porte sur ses 4 côtés si :

- elle est coulée en place,

- elle n'est pas trop « allongée » c'est à dire $0.4 \leq L_x/L_y \leq 1$



Remarque importante :
Sauf précision contraire, on supposera que les dalles portent sur 2 côtés (selon leur petite portée l_x)

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 (en daN/m ou daN/m²)

Puis, on définit le type d'utilisation des pièces (logements, circulation, bureaux,...) pour choisir les surcharges d'exploitation à appliquer au plancher (en daN/m ou daN/m²). 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.

SYNTHESE de la DEMARCHE

En fonction de l'importance du projet, l'étude peut être plus ou moins détaillée.

De plus chaque projeteur a ses « petits trucs qui marchent ».

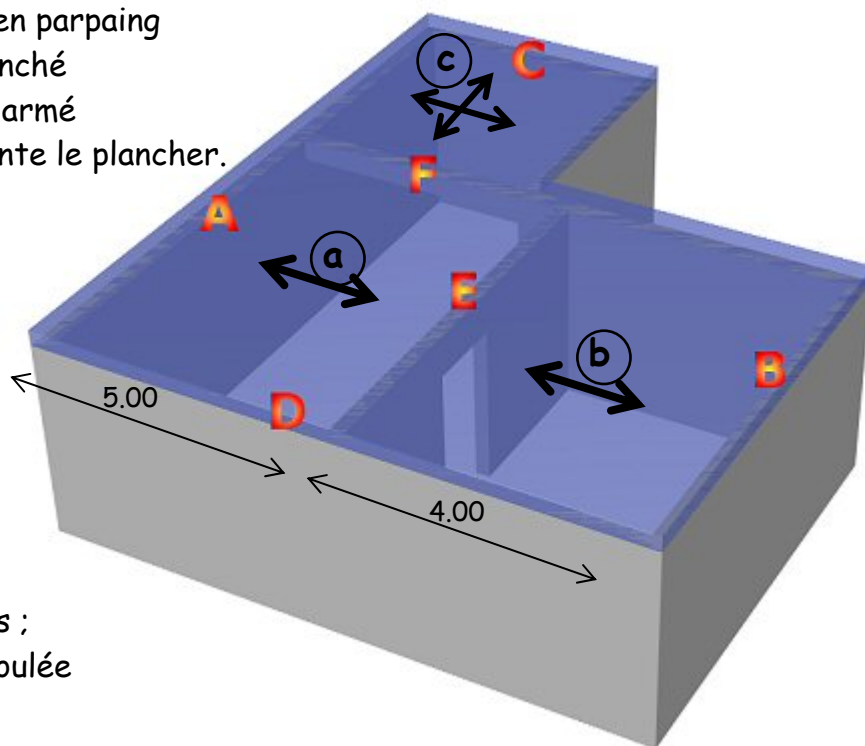
Cependant voici une proposition de démarche peut consister à effectuer les étapes suivantes :

- définition précise de la structure du bâtiment (choix du sens de portée des dalles),
- repérage des éléments (des niveaux et des trames),
- prédimensionnement des éléments porteurs,
- définition des poids unitaires des différents éléments,
- recherche des zones d'appui les plus chargées (au niveau des fondations),
- établissement du mode de cheminement des charges vers les zones d'appui en réalisant schéma faisant apparaître les éléments porteurs repris et les surfaces de plancher reprises,
- quantification des charges reprises en distinguant charges permanentes et charges variables,
- détermination des efforts résultants et les sollicitations sur les éléments à dimensionner.

APPLICATION sur l'étage courant d'un bâtiment à usage d'habitation

Un bâtiment composé d'un plancher béton de 20cm avec une chape de 6cm et du carrelage. Les murs font 2.57m de haut par étage. Ils sont en parpaing de 20cm en périphérie et en béton banché de 18cm à l'intérieur. Cet exemple portera uniquement sur un étage courant.

1. Les murs A, B, C, D sont en parpaing
2. Le mur E est en béton banché
3. La poutre F est en béton armé
4. La surface bleue représente le plancher.



Les dalles a et b sont des planchers poutrelles-hourdis ;
La dalle c (3.00x3.00) est coulée en place.

On appliquera une charge d'exploitation de 150daN/m².

TRAVAIL DEMANDE :

Nous allons déterminer les charges qui s'appliquent :

- au pied des murs B et E,
- sur la poutre F.

Calculs préliminaires :

Le plancher : pour simplifier, nous allons considérer un plancher fini de 27cm de béton, et des cloisons dessus.

$$\text{plancher} = (0.27 \times 2500) + 50 = 725 \text{ daN/m}^2$$

1. 2500Kg/m² est la densité du béton armé
2. 50 Kg/m² est la charge amenée sur le plancher (forfaitaire)

Les murs :

1. Murs A,B,C,D = (2.57x350) = 899 daN/ml
2. Mur E = (2.57x0.18x2500) = 1156 daN/ml

1. 350kg/m² est le poids du parpaing au m²
2. 0.18m est l'épaisseur du mur béton (voir l'énoncé)

Nous veillerons à toujours séparer les charges permanentes et les charges variables (d'exploitation, climatique, sismique, accidentelle) car les pondérations ne sont pas les mêmes suivant l'état limite considéré (ELS ou ELU).

A) calcul des deux cas de charges amenées par la dalle **b** sur le mur **B**

- **Charges Permanentes** : La distance du mur E au mur B est de 4m, la charge en tête de mur sera de $G=4 \times 725/2 = \underline{1450 \text{ daN/m}}$.
 - **Surcharges d'exploitation** : On reprend la même distance que précisé ci-dessus : $Q=4 \times 150/2 = \underline{300 \text{ daN/m}}$.
1. *"725daN/m²" pour un mètre de mur : poids du plancher fini.*
 2. *"/2" : le mur B prend la moitié des charges de ce coté du plancher.*
 3. *150daN/m² pour un mètre de mur : surcharges d'exploitation.*

⇒ Au pied du mur B :

- Charges permanentes : $G=1450+899=2349 \text{ daN/m}$
 - Surcharges d'exploitation : $Q=300 \text{ daN/m}$
1. *Plancher sur le mur B : 1450 daN/m*
 2. *Mur B : 899 daN/m*

B) Calcul des charges amenées par les dalles **a** et **b** sur le mur **E**

- **Charges Permanentes** : la charge en tête de mur sera de $G=4 \times 725/2 = \underline{1450 \text{ daN/m}}$
 - On ajoute aussi la moitié de la charge de l'autre plancher (espacement mur E-mur A : 5.00m) - on aura : $G=1450+1812=\underline{3262 \text{ daN/m}}$
 - **Surcharges d'exploitation** : On reprend la même distance que précisé ci-dessus $Q=5 \times 150/2 = \underline{300 \text{ daN/m}}$.
 - On ajoute aussi la moitié de la surcharge de l'autre plancher - La même (dans ce cas) que celle du mur B, on aura : $Q=300+375=\underline{675 \text{ daN/m}}$
1. *"725daN/m²" pour un mètre de mur : poids du plancher fini.*
 2. *"/2" : le mur A prends la moitié des charges de ce coté du plancher.*
 3. *Les charges sont cumulées*

⇒ Au pied du mur E :

- Charges permanentes : $G=3262+1156=4418 \text{ daN/m}$
 - Surcharges d'exploitation : $Q=675 \text{ daN/m}$
1. *Plancher sur le mur E : 3262 daN/m*
 2. *Mur E : 1156 daN/m*

C) Calcul des charges amenées par les dalles **c** et **a** sur la poutre **F** :

La dalle **c** carrée porte sur quatre côtés ($S = 9\text{m}^2$; $g = 725\text{ daN/m}^2$; $q = 150\text{ daN/m}^2$).

Chaque côté reprend :

- **Charge Permanente** : $G = \frac{1}{4} \times 725 \times 9 = 1631\text{ daN}$
- **Charge d'exploitation** : $Q = \frac{1}{4} \times 150 \times 9 = 338\text{ daN}$.

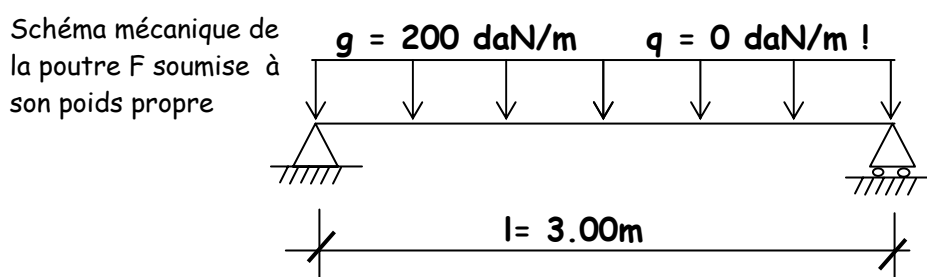
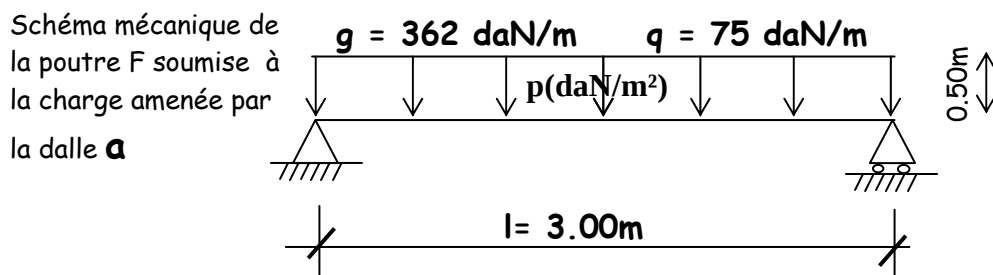
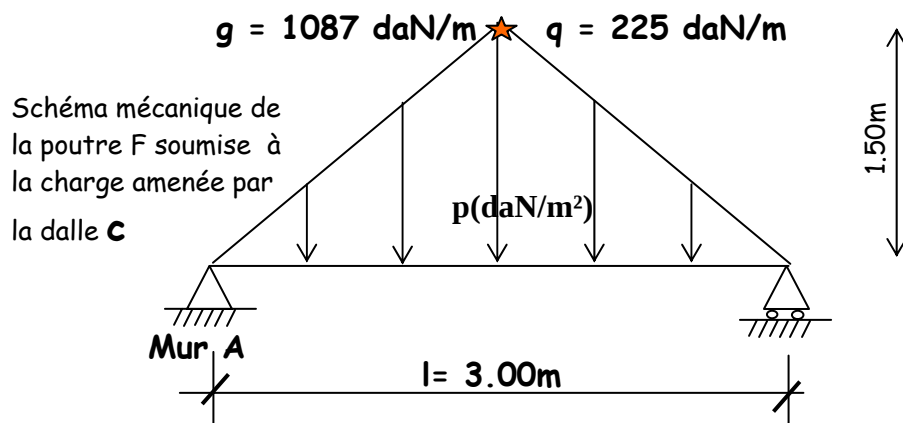
La dalle **a** ne porte pas sur F mais sur A et B. Cependant on considère que les côtés non porteurs reprennent une largeur moyenne de plancher de 50 cm.

($S = 3 \times 0.5 = 1.5\text{m}^2$; $g = 725\text{ daN/m}^2$; $q = 150\text{ daN/m}^2$).

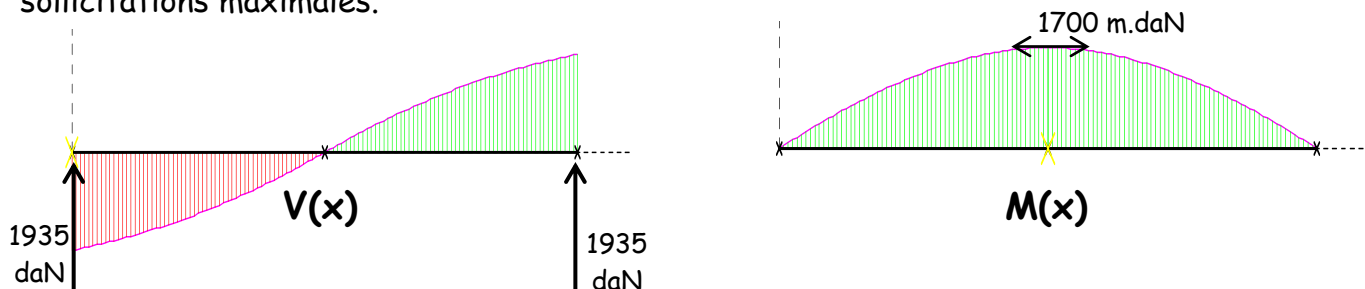
La poutre F reprend globalement les charges suivantes transmises par **a** :

- **Charge Permanente** : $G = 725 \times 1.5 = 1087\text{ daN}$
- **Charge d'exploitation** : $Q = 150 \times 1.5 = 225\text{ daN}$.

ETUDE DE LA POUTRE F



Pour dimensionner cette poutre, c'est-à-dire calculer les armatures nécessaires à la reprise des efforts appliqués, on procèdera par superposition afin de déterminer les sollicitations maximales.



Remarque :

La poutre amène des charges ponctuelles en tête de murs : on appelle ce cas, un report de charges. Ces charges ponctuelles sont diffusées à 45° sur la hauteur du mur. Dans cet exemple, les charges ponctuelles sont faibles et n'auront aucune incidence sur la structure. Quand ces charges ponctuelles sont élevées, il faut en tenir compte pour la suite de la descente de charges et souvent on est amené à incorporer un poteau en BA dans le mur.

Calcul des charges ponctuelles amenées par la poutre F sur le mur A

Dans cet exemple, on considère que la poutre a une portée de 3.00 m et une section de 20x40cm de haut ($2500 \times 0.2 \times 0.4 = 200 \text{ daN/m}$). On aura donc :

- $F(G) = 1631/2 + (362+200) \times 3/2 = 1658 \text{ daN}$
- $F(Q) = 338/2 + 75 \times 3/2 = 281 \text{ daN}$

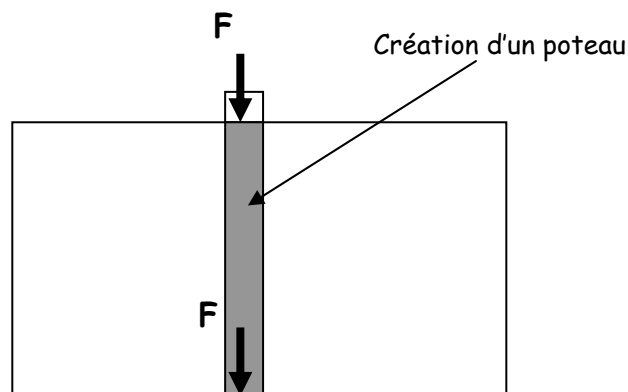
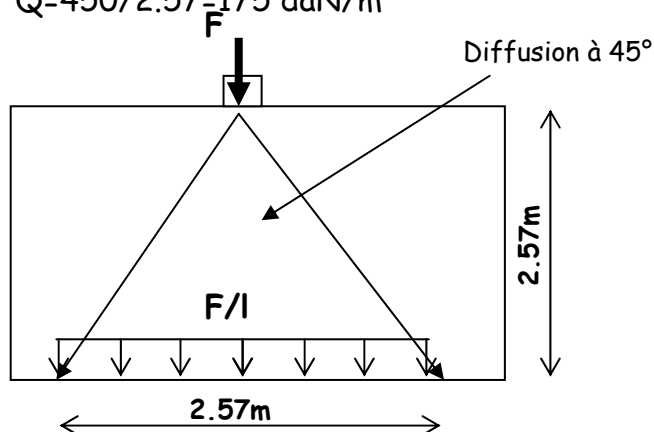
Au pied du mur A :

Entre le mur D et la poutre F, on aura :

- Charges permanentes : $G = 1812 + 899 = 2711 \text{ daN/m}$
- Surcharges d'exploitation : $Q = 450 \text{ daN/m}$

Les charges ci-contre ne tiennent pas compte des charges amenées par la poutre sur le mur. Un peu plus haut, il a été évoqué que ces charges étaient diffusées à 45° dans le mur, on aura donc une charge répartie de 2.57m (voir hypothèses au début de l'exemple) axée sous les appuis de la poutre. On aura donc :

- $G = 2574/2.57 = 1002 \text{ daN/m}$ (voir paragraphe E)
- $Q = 450/2.57 = 175 \text{ daN/m}$



ANNEXE 1 : valeurs des charges d'exploitation Q

Bâtiments à usage d'habitation :

Logements - combles aménageables - terrasses accessibles privées	150 daN/m ²
Escaliers - hall d'entrée - étages de caves - greniers	250 daN/m ²
Combles non aménageables - terrasses non accessibles - terrasses jardins	100 daN/m ²
Balcons	350 daN/m ²

Bâtiments scolaires et universitaires :

Chambres individuelles	150 daN/m ²
Salle de classe - ateliers et laboratoires - sanitaires collectifs - dortoirs collectifs - salle à manger ($S \leq 50\text{m}^2$)	250 daN/m ²
Amphithéâtre - dépôts - lingerie - cantines	350 daN/m ²
Circulations et escaliers - bibliothèques - salles polyvalentes	400 daN/m ²
Cuisines collectives	500 daN/m ²
Dépôts des cuisines	600 daN/m ²

Bâtiments de bureaux :

Bureaux - circulations et escaliers - halls de réception - salle à manger - salle informatique et de reprographie	250 daN/m ²
Cantines	350 daN/m ²
Bureaux paysages - salle de conférences et de projection ($S \leq 50\text{m}^2$) - zones de dépôts	350 daN/m ²
Halls et guichets	400 daN/m ²

Bâtiments hospitaliers et dispensaires :

Chambres - sanitaires	150 daN/m ²
Circulations internes - autres services - salle de soins - salle de réunion, de conférences, de restauration (moins de 50m^2)	250 daN/m ²
Salles d'opération, de plâtre, d'accouchement, de travail - buanderies	350 daN/m ²
Halls - circulations générales - salle de réunion, de conférences, de restauration (plus de 50m^2)	400 daN/m ²
Cuisines	500 daN/m ²
Réserves et dépôts	350 à 600 daN/m ²

Salles de spectacles :

Danses et spectacles	500 daN/m ²
----------------------	------------------------

Parcs de stationnement :

Voitures particulières	250 daN/m ²
------------------------	------------------------

ANNEXE 2 : valeurs des charges permanentes G

CHARGES PERMANENTES G

Matériaux		γ (kN/m ³)	
		EC 1	NF P 06-001
Béton			
Béton léger	classe 1,0	9-10	7,5
	classe 1,2	10-12	
	classe 1,4	12-14	
	classe 1,6	14-16	à
	classe 1,8	16-18	
	classe 2,0	18-20	
béton de poids normal		24	24
béton lourd		> 28	
béton armé et précontraint		$\gamma + 1$	25
béton non durci		$\gamma + 1$	
Éléments de maçonnerie (EN 206)			
basalte		27-31	
calcaire compact		20-29	28
granit		27-30	28
grès		21-27	25
pavés de verre creux		8	
éléments pleins en terre cuite		21	
Métaux			
aluminium		27	27
cuivre		87	89
fonte		71	72,5
plomb		112	114
acier		77	78,5
Bois (selon la classe de résistance du bois (EN 338 définie page 183))			
C 14		2,9	
C 16		3,1	
C 18		3,2	
C 22		3,7	
C 24		3,8	
C 27		4,1	
C 30		4,2	
C 35		4,4	
C 40		4,5	
C 50		6,5	
C 60		7,0	
C 70		9,0	
contreplaqué brut		6	
panneaux de particules liées au ciment		12	
Autres matériaux			
verre en feuille		25	
polystyrène expansé ou en grains		0,25	

Corps en vrac		Talus naturel ϕ (°)		γ (kN/m³)	G (kN/m³)
		EC 1	NF	EC 1	NF
Briques de lignite	en vrac		30	7,8	5
	empilées			12,8	13
Granulats	légers		30	20	
	normaux		30	20 à 30	
	lourds		30	> 30	
Avoine en vrac		25	30	6,4	5,5
Blé, orge, seigle			30		8
Bois en bûches	sec conifère		45		4,5
			45		4,5
	sec feuillu		45		7
			45		10
Gravier et sable, en vrac		35		15 à 20	17
Sable		30	30 à 35	14 à 19	17
Sable de brique, briques broyées...		35		15	
Vermiculite brute				1	
Bentonite	en vrac	40		8	
	compactée			11	
Ciment	en vrac	28		16	
	en sacs			15	
Farines	en vrac	45	25	7	6
	en sacs	40		7	5
Foin et paille	en vrac			3	1
	en balles			6 à 7	
	en rouleaux			8 à 9	
Fruits		35			4,5
Cendres volantes		25		10 à 14	
Cendres		35			8
Verre en feuille					25
Plâtre en poudre		25		15	
Chaux		25		13	
Calcaire en poudre				12	
Matières plastiques	polyéthylène			6,4	
	chlorure de polyvinyle			5,9	
	résine			13	
Terre	sèche		40		18
	humide		20		21

CHARGES PERMANENTES G

Maçonneries (enduits non compris)		G (kN/m ²)
Parois en terre cuite		
Briques pleines	-5,5 cm	1,5
	-10,5 cm	2
	-21,5 cm	4,05
	-33 cm	6,3
Briques creuses	-5 cm	0,45
	-10 cm	0,9
	-15 cm	1,3
	-20 cm	1,75
	-25 cm	2,15
	-30 cm	2,6
Briques perforées	-5,5 cm	0,7
	-10,5 cm	1,4
	-21,5 cm	2,95
	-33 cm	4,5
Blocs perforés	-17,5 cm	2,3
	-22,5 cm	2,95
	-27,5 cm	3,6
Parois en blocs béton		
Blocs pleins de béton de granulats lourds	-5 cm	1,05
	-10 cm	2,1
	-15 cm	3,15
	-20 cm	4,2
Blocs creux de béton de granulats lourds (parois épaisses)	-5 cm	0,65
	-10 cm	1,35
	-15 cm	2
	-20 cm	2,7
	-25 cm	3,25
	-30 cm	3,85
Blocs pleins de béton d'argile ou de schiste expansé (béton : 750 à 1 550 kg/m ³)	-5 cm	0,45 à 0,8
	-10 cm	0,9 à 1,6
	-15 cm	1,35 à 2,4
	-20 cm	1,8 à 3,2
Blocs creux de béton d'argile ou de schiste expansé, blocs à parois épaisses, (béton : 750 à 1 550 kg/m ³)	-10 cm	0,6 à 1
	-15 cm	0,9 à 1,5
	-20 cm	1,2 à 2
	-25 cm	1,5 à 2,5
Blocs pleins de béton de laitier expansé ou de pouzzolane (béton : 1 450 kg/m ³)	-5 cm	0,75
	-10 cm	1,5
	-15 cm	2,25
	-20 cm	3
Blocs creux de béton de laitiers expansé ou de pouzzolane, blocs à parois épaisses, (béton : 1 450 kg/m ³)	-10 cm	0,95
	-15 cm	1,4
	-20 cm	1,9
	-25 cm	2,3
Blocs pleins de béton cellulaire autoclavé (béton : 600 kg/m ³)	-15 cm	1,2
	-20 cm	1,6
	-25 cm	2,05
	-30 cm	2,45
Cloisons en carreaux de plâtre à parements lisses		
- par centimètre d'épaisseur		0,1
Pierre de taille		
Parois pleines	-20 cm	5,3
	-30 cm	8,1
Revêtements autoportants		2,2
Revêtements attachés	-8 cm	0,8
Revêtements scellés (y compris le mortier)	-3 cm	0,4
Enduits		
- en plâtre	-1 cm	0,1
- au mortier de liants hydrauliques	-1 cm	0,18

Planchers		G (kN/m ²)
Dalles pleines armé, par cm		0,25
Planchers en béton armé préfabriqués à éléments jointifs de dalles alvéolées, à alvéoles de petites dimensions (page 78)		
	- 12 cm	2 à 2,5
	- 16 cm	2,4 à 2,9
	- 20 cm	2,8 à 3,3
	- 24 cm	3,2 à 3,7
Planchers nervurés à poutrelles préfabriquées ou nervures coulées sur place, avec entrevous en béton		
- Entraxe 60 cm		
montages avec table de compression		
	- 12 + 4 cm	2,5 à 2,6
	- 16 + 4 cm	2,75 à 2,85
	- 20 + 4 cm	3,1 à 3,3
	- 25 + 5 cm	3,6 à 4
montages sans table de compression		
	- 16 cm	2,2 à 2,3
	- 20 cm	2,6 à 2,8
	- 24 cm	2,9 à 3,1
Dito avec entrevous en terre cuite		
- Entraxe 60 cm		
montages avec table de compression		
	- 12 + 4 cm	2,2 à 2,3
	- 16 + 4 cm	2,5 à 2,6
	- 20 + 4 cm	2,8 à 3
	- 25 + 5 cm	3,2 à 3,6
montages sans table de compression		
	- 16 cm	1,9 à 2
	- 20 cm	2,2 à 2,4
	- 24 cm	2,5 à 2,7
Dito avec entrevous très légers (type polystyrène) ou sans entrevous		
montages avec table de compression		
	- 12 + 4 cm	1,5 à 1,7
	- 16 + 4 cm	1,7 à 2
	- 20 + 4 cm	1,8 à 2,1
	- 25 + 5 cm	2,4 à 2,8
Revêtements de planchers		G (kN/m²)
Carrelages scellés, y compris la couche de mortier de pose de 2 cm		
	- Grès cérame mince (e = 4,5 mm)	0,5
	- Grès cérame (e = 9 mm)	0,6
	- Dallage céramique, pierre dure (15 à 30 mm)	0,7 à 1
Carrelages ou dallages collés, par cm		0,2
Chape en mortier de ciment, par cm		0,2
Chape flottante en asphalte, 2 à 2,5 mm, y compris couche élastique, revêtement de sol non compris		0,5
Dalle flottante en béton, sous couche élastique comprise, par cm		0,22
Parquets de 23 mm, y compris lambourdes		0,25
Sols minces textiles ou plastiques (collés ou tendus) et parquets mosaïques, y compris ragréage du support		0,08

CHARGES PERMANENTES G

Toitures (NF P 06-001)	G (kN/m ²)
Support de la couverture	
– lattis ou liteaux en sapin	0,03
– voligeage en sapin	0,1
– support céramique	0,45
Sous-toitures (par cm d'épaisseur)	
– contreplaqués okoumé	0,05
– panneaux de lin	0,04
– plaques de plâtre (genre Placoplâtre ou Prégypan)	0,09
– panneaux de paille compressée	0,03
Couvertures métalliques	
– zinc (voligeage et tasseaux compris)	0,25
– alu 8/10 (plaques ondulées sans support)	0,03
– alu 8/10 (voligeage et tasseaux compris)	0,17
– acier inox (voligeage et tasseaux compris)	0,25
– tôle ondulée d'acier galvanisé 8/10	0,06
Couvertures en ardoises (lattis et voligeage compris)	
– ardoises naturelles ordinaires	0,28
Couvertures en tuiles (liteaux, voliges ou support compris)	
– tuiles mécaniques à emboîtement	0,35 à 0,45
– tuiles plates	0,55 à 0,75
– tuiles canal	0,4 à 0,6
– tuiles béton	0,45
Terrasses	
– asphalte coulé en 0,5 cm, plus 1,5 cm d'asphalte coulé sablé	0,5
– étanchéité multicouche en ciment volcanique, enduit plastique ou feutre bitumé, 2 cm	0,12
– gravillon pour protection de l'étanchéité, par cm	0,2
– protection de l'étanchéité réalisée par une couche asphalte gravillonné de 2 cm sur deux feuilles papier kraft	0,5

ANNEXE 3 : Loi de dégression des charges

Une fois un niveau étudié, on applique un coefficient aux charges appliquée aux pieds des verticaux (murs, poteaux,...). Elle s'applique pour le calcul des descentes de charges.

Il existe deux cas:

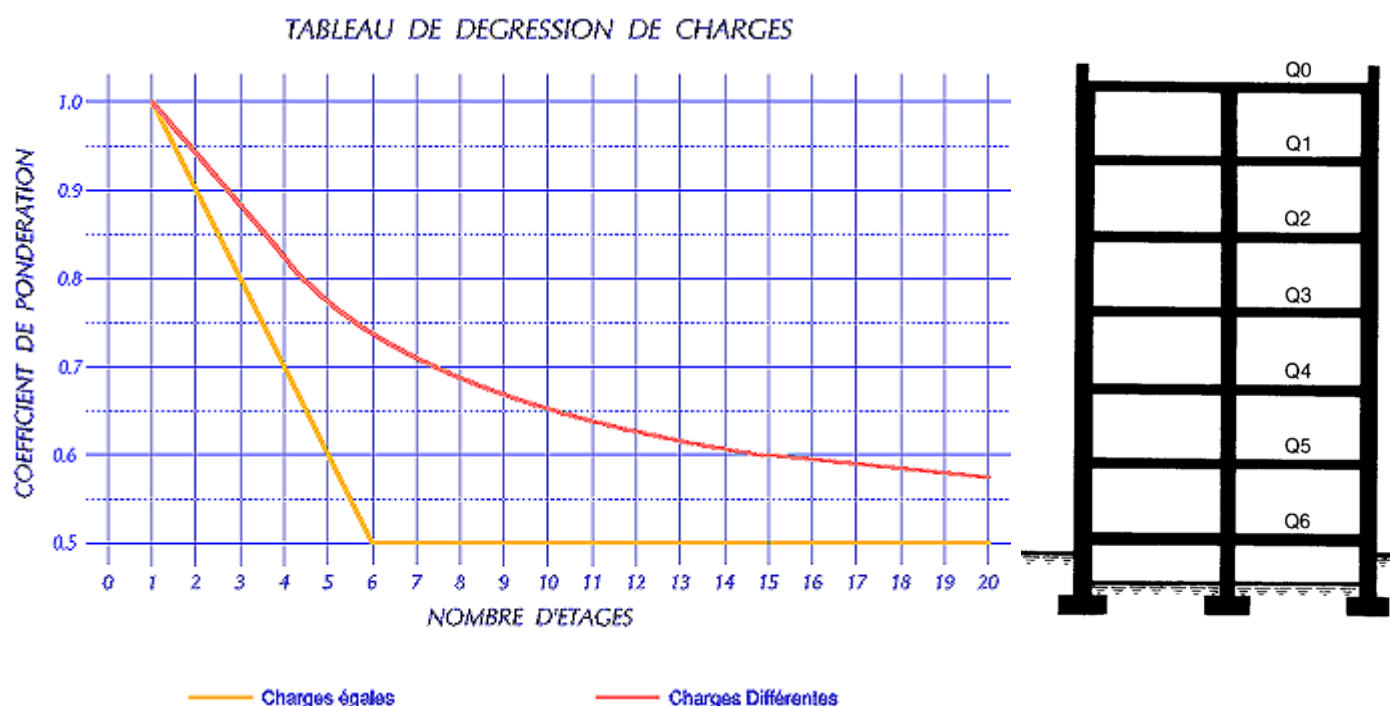
- Les charges égales : (exemple avec un immeuble de 6 étages)

$$Q_0 + Q_1 + 0.9Q_2 + 0.8Q_3 + 0.7Q_4 + 0.6Q_5 + 0.5Q_6$$

- Les charges différentes : (exemple avec un immeuble de 6 étages)

$$Q_0 + 0.75 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$$

Le tableau ci-dessous montre les coefficients à appliquer :



ANNEXE 4 : coefficient de surface

Si une charge d'exploitation s'applique à une surface S , les chances de voir celle-ci recevoir la totalité de la charge sont faibles.

⇒ On adopte un coefficient de minoration pour les grandes surfaces ($S > 10\text{m}^2$).

Par contre, on adopte un coefficient de majoration pour une petite surface ($S < 10\text{m}^2$) pour adapter le risque que celle-ci soit plus chargée que prévu par le règlement.

Abaque permettant de déterminer ce coefficient en fonction de la surface du plancher

