

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire de Maghnia



# TECHNIQUES ET RÈGLES DE CONSTRUCTION

## JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ



Présentée par : Dr. DRISS Abdelmoumen Aala Eddine

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## 1- ACTIONS ET COMBINAISONS D'ACTIONS

Toutes les règles de calcul ont pour but d'aider le concepteur à créer une structure sûre, utilisable, économique à construire et remplit les fonctions qu'on en attend.

Les premières approches de conception qui étaient basées sur des méthodes de vérification aux contraintes élastiques admissibles ont été remplacées par le calcul aux états limites qui forme la base des **eurocodes**. Dans les paragraphes qui suivent, nous allons expliquer la philosophie du calcul aux états limites dans le contexte de l'eurocode 3 et fournir des informations sur les coefficients partiels de sécurité concernant les charges et la résistance.

L'utilisation des règles est limitée aux vérifications des états limites des structures soumise à des charges statiques y compris les cas où les effets dynamiques sont déterminés à l'aide de charges quasi-statiques.

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## 1-1 Les Principes du calcul aux états limites

Le calcul aux états limites est une procédure qui prend en compte le caractère variable des charges, matériaux, pratiques de construction et les approximations faites en calcul d'une manière telle que la probabilité qu'une structure devienne impropre à l'utilisation soit raisonnablement faible.

Les procédures de calcul aux états limites encouragent l'ingénieur à examiner les conditions ou états limites qui peuvent provoquer des ruines des structures. Ces conditions sont classées en **état limite ultime (ELU)** et **état limite de service (ELS)** en fonction de la situation du projet.

## JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

La vérification d'une structure suivant les principes de calcul aux états limites doit envisager toutes les situations de projets possibles telles que :

- Les situations de projets **durables** correspondant à une utilisation normale de la structure,
- Les situations de projets **transitoires** (durant sa construction ou sa réparation),
- Les situations de projets **accidentelles** : incendie, chocs,
- Les situations de projets **sismiques** : séisme,

On peut aussi avoir à considérer d'autres effets tels que la **température** ou le **tassement différentiel** des appuis.

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## a) Procédures de vérification aux états limites ultimes

Les états limites ultimes ELU concernent la résistance aux charges appliquées et l'équilibre, lorsque la structure atteint le point où elle devient dangereuse de manière importante.

Pour les structures courantes de bâtiments, les vérifications aux ELU portent essentiellement sur la résistance et la stabilité des éléments structuraux. Dans tous les cas l'effet de l'action E (caractérisée par le moment  $M_{Ed}$ , les efforts de cisaillement  $V_{Ed}$  et les efforts normaux  $N_{Ed}$ ) agissant sur un élément de structure doit être inférieur à la résistance R de ce même élément ( $M_{Ed}$ ,  $V_{Ed}$ ,  $N_{Ed}$ ).

Dans ce cas, la vérification se traduit par une condition de type :

$$E_d \leq R_d$$

Où :  $E_d$ : valeur de calcul de l'effet des actions,

$R_d$  : valeur de calcul de la résistance définie par les eurocodes.

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## b) Les états limites de service

Ils concernent l'aptitude au service des structures et font l'objet de vérification portant sur les points suivants :

- Les déformations de la structure en utilisation normale.
- Le confort des personnes (vibrations des planchers par exemple).

Le concepteur doit chercher à vérifier que la structure remplit sa fonction de manière satisfaisante lorsqu'elle est soumise à son chargement de service ou de fonctionnement.

La vérification se traduit par une condition du type :

$$E_d \leq C_d$$

Où :  $E_d$ : valeur de calcul de l'effet des actions (déformation, vibrations,..),

$C_d$ : valeur limite des critères aux états limites de service.

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## 1-2 Les Actions

Une action **F** sur une structure peut être soit une force, soit une déformation imposée due à la température ou aux tassements par exemple. Les actions à prendre en compte sont classés en fonction de leur occurrence et de leur durée d'application. Ce sont :

Les actions permanentes **G** : Action dont l'intensité ne varie pas dans le temps ; poids propre de l'ouvrage, cloisons, couverture, revêtement de sol, etc.

Les actions variables **Q** : elles comprennent les charges imposées **I** (exploitation) et les charges climatiques (vent **W** et neiges **S**).

Les actions accidentelles **A** : elles comprennent les explosions et les chocs, leur probabilité d'occurrence est très faible.

Pour les actions dues aux séismes, il faut se référer à l'eurocode 8 et au RPA.

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## 1-2 Les Actions

Une action **F** sur une structure peut être soit une force, soit une déformation imposée due à la température ou aux tassements par exemple. Les actions à prendre en compte sont classés en fonction de leur occurrence et de leur durée d'application. Ce sont :

Les actions permanentes **G** : Action dont l'intensité ne varie pas dans le temps ; poids propre de l'ouvrage, cloisons, couverture, revêtement de sol, etc.

Les actions variables **Q** : elles comprennent les charges imposées **I** (exploitation) et les charges climatiques (vent **W** et neiges **S**).

Les actions accidentelles **A** : elles comprennent les explosions et les chocs, leur probabilité d'occurrence est très faible.

Pour les actions dues aux séismes, il faut se référer à l'eurocode 8 et au RPA.

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## Valeurs caractéristiques des actions

La valeur caractéristique d'une action notée ( $G_k$ ,  $Q_k$ ) est sa principale valeur représentative, c'est-à-dire sa valeur la plus fiable.

### a) Actions permanentes ( $G_k$ )

Les actions permanentes peuvent être évaluées avec une bonne précision car leur variation dans le temps est négligeable. La valeur moyenne du poids propre des structures est souvent connue bien qu'il puisse y avoir évidemment des variations substantielles lors de l'exécution des ouvrages, en particulier dans le cas de béton coulé en place (ex : le poids propre de la structure, les dispositifs de fixation et finitions permanentes).

On définit donc pour tenir compte de la variabilité des actions permanentes une valeur caractéristique maximale  $G_{k,sup}$  et une valeur caractéristique minimale  $G_{k,inf}$ .

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## b) Valeurs représentatives des actions variables ( $Q_k$ )

Les charges imposées sont sujettes à des variations considérables. Les valeurs représentatives sont des valeurs dont la probabilité d'être atteintes ou dépassées est faible durant une période qui est de 50 ans en général. Leur modélisation se fait souvent sous la forme d'une charge uniformément répartie.

Les charges climatiques dues à la neige  $S$  et au vent  $W$  sont hautement variable. Il est possible de prévoir, avec un certain degré de certitude leurs valeurs caractéristiques car un nombre considérable de données statistiques fiables ont été collectées depuis des dizaines d'années. Il existe un DTR qui évalue les charges de vent et de neige en Algérie ; il s'agit du DTR C-2.47 appelé RNV 99.

# JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

## 1-3 Les Combinaisons d'actions ELU et ELS

Lors de la conception d'une construction, les actions citées ci-dessus sont prises en compte sous forme de combinaison dans lesquelles ces actions sont pondérées par des coefficients de pondération  $\gamma$ .

Les combinaisons d'action comprennent :

- Les actions permanentes
- Une action variable dominante
- Des actions variables d'accompagnement

Il faut noter que chaque action variable est d'abord une action dominante avant d'être à son tour considérée comme une action d'accompagnement.

## JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

Selon la nature de la vérification (ELU, ELS) et le caractère de l'action (dominante ou d'accompagnement) l'action variable sera définie par :

- Sa valeur représentative  $Q_k$  : valeur de référence pour toute action variable dominante
- sa valeur de combinaison  $\Psi_0 Q_k$  :

La valeur de combinaison  $\Psi_0 Q_k$  doit être utilisée lorsqu'on envisage l'occurrence de deux actions variables simultanément sachant que la probabilité de voir ces deux actions atteindre des valeurs proches de leurs valeurs caractéristiques est très faible.

## JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

- sa valeur fréquente  $\Psi_1 Q_k$  :

La valeur fréquente  $\Psi_1 Q_k$  (avec  $\Psi_1 < 1$ ) représente une intensité de l'action qui peut être régulièrement dépassée (jusqu'à 300 fois par an et jusqu'à 5% du temps total).

- sa valeur quasi-permanente  $\Psi_2 Q_k$  :

La valeur quasi-permanente avec  $\Psi_1 < \Psi_2 < 1$  désigne une intensité très souvent atteinte proche de la valeur moyenne dans le temps.

## JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

**Tableau :** Valeurs recommandées des coefficients  $\Psi$  pour les bâtiments pour les différentes catégories et les différents types de charges.

ACTION	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_1$
<b>Charges d'exploitation des bâtiments</b>			
-Catégorie A : habitations, zones résidentielles	0.7	0.5	0.3
-Catégorie B : bureaux	0.7	0.5	0.3
-Catégorie C : lieux de réunion	0.7	0.7	0.6
-Catégorie D : commerces	0.7	0.7	0.6
-Catégorie E : stockage	1.0	0.9	0.8
<b>Charges dues à la circulation dans les bâtiments</b>			
-Catégorie F : zone de trafic, véhicules de poids $\leq 30\text{KN}$	0.7	0.7	0.6
-Catégorie G : zone de trafic, véhicules de poids $\leq 160\text{KN}$	0.7	0.5	0.3
-Catégorie H : toits	0	0	0
<b>Charges dues au vent</b>	0.6	0.2	0
<b>Charges dues à la neige</b>	0.6	0.2	0

## JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

### Tableau récapitulatif des combinaisons d'actions pour un bâtiment courant

Le tableau suivant donne les combinaisons d'actions à envisager pour un bâtiment dans le cas où les vérifications ELU ne concernent que la résistance des éléments structuraux en situation de projet durable ou transitoire et les vérifications ELS ne concernent les vérifications de la structure sous combinaisons caractéristiques.

Le bâtiment est soumis aux actions suivantes :

Actions permanentes  $G^k$  limitées à une seule valeur notée **G**

Actions Variables  $Q^k$  limitées aux seules actions :

Charges d'exploitation notées **I**

Charges climatiques :

Actions dues à la neige **S**

Actions dues au vent notées **W**

La seule action accidentelle envisagée est **S<sup>A</sup>**.

## JUSTIFICATION DES STRUCTURES EN BÉTON ARMÉ

**Tableau:** Les combinaisons d'actions à envisager pour un bâtiment dans le cas où les vérifications ELU ne concernent que la résistance des éléments structuraux en situation de projet durable ou transitoire et les vérifications ELS ne concernent les vérifications de la structure sous combinaisons caractéristiques.

	ELU		ELS
	Combinaisons fondamentales	Combinaisons accidentelles	Combinaisons caractéristiques
<b>G+1 action variable</b>	1.35 G+1.5 I 1.35 G+1.5 S 1.35 G+1.5 W G+1.5 W (si soulèvement)	G+S <sub>A</sub>	G+I G+S G+W
<b>G+2 actions variables</b>	1.35 G+1.5 I+1.5 $\Psi_{0,S}$ S 1.35 G+1.5 I+1.5 $\Psi_{0,W}$ W 1.35 G+1.5 S+1.5 $\Psi_{0,I}$ I 1.35 G+1.5 S+1.5 $\Psi_{0,W}$ W 1.35 G+1.5 W+1.5 $\Psi_{0,S}$ S 1.35 G+1.5 W+1.5 $\Psi_{0,S}$ S	G+S <sub>A</sub> + $\Psi_{2,I}$ I G+S <sub>A</sub> + $\Psi_{2,W}$ W (mais $\Psi_{2,W}=0$ )	G+I+ $\Psi_{0,S}$ S G+I+ $\Psi_{0,W}$ W G+S+ $\Psi_{0,I}$ I G+S+ $\Psi_{0,W}$ W G+W+ $\Psi_{0,I}$ I G+W+ $\Psi_{0,S}$ S
<b>G+3 actions variables (si mentionné dans le projet)</b>	1.35 G+1.5 I+1.5 $\Psi_{0,S}$ S+1.5 $\Psi_{0,W}$ W 1.35 G+1.5 S+1.5 $\Psi_{0,I}$ I+1.5 $\Psi_{0,W}$ W 1.35 G+1.5 W+1.5 $\Psi_{0,I}$ I+1.5 $\Psi_{0,S}$ S	G+S <sub>A</sub> + $\Psi_{2,I}$ I+ $\Psi_{2,W}$ W	G+I+ $\Psi_{0,S}$ S+ $\Psi_{0,W}$ W G+S+ $\Psi_{0,I}$ I+ $\Psi_{0,W}$ W G+W+ $\Psi_{0,I}$ I+ $\Psi_{0,S}$ S

Avec les valeurs de  $\Psi_{0,I}$  et  $\Psi_{2,I}$  qui dépendent de la catégorie d'exploitation

$$\Psi_{0,S}=0.6$$

$$\Psi_{0,W}=0.6$$

$$\Psi_{2,W}=0$$

**MERCI POUR  
VOTRE ATTENTION**