

Chapitre 4 : Sécurité, Règlementation et base de calcul

4.1. Introduction

La **sécurité** des constructions est définie comme :

- ❖ Résistance et stabilité de construction
- ❖ L'aptitude à l'emploi (exploitation)
- ❖ La durabilité

On ne peut pas concevoir des constructions avec une sécurité absolue. L'homme doit accepter une probabilité non négligeable d'accident.

4.2. Règlementation :

Le **dimensionnement** des ouvrages et la **vérification** de la sécurité ne peuvent pas se faire de manière empirique. Ils sont basés sur des règles de calcul qui utilisent des méthodes de calcul.

Les règles de calcul des constructions en acier applicables en Algérie sont :

- ❖ CCM 97 (EC03)
- ❖ CCM 66

4.3. Bases de calcul :

L'analyse globale d'une structure soumise à une combinaison d'actions se traduit par un effet E_d (pondérée).

$E_d(S_d)$: Sollicitation de calcul (effort normal, moment fléchissant, effort tranchant, ...)

L'exigence de performance ou de non ruine est respectée lorsque :

$$E_d \leq R_d \quad (4.1)$$

Avec R_d la résistance de calcul pour le mode de ruine considéré (minimisée). Des coefficients partiels de sécurité sont prévus pour couvrir les incertitudes qui affectant les sollicitations ($E = S$) par majoration et les résistances (R) par minoration. Cette notion appelée notion d'Etats limites.

4.4. Notion d'Etats Limites:

Les états limites sont classés en :

4.4.1. Etat limite ultime « ELU »

Il considère :

- L'équilibre statique

- La résistance des sections transversales
- La résistance des éléments
- La résistance de l'assemblage.

4.4.2. Etat limite de service « ELS »

Il considère :

- La limite de déformation
- La vibration des structures.

4.5. Actions/Sollicitations et Combinaisons d'actions :

4.5.1. Actions

Dans les calculs et les vérifications des structures. On doit tenir en compte les charges suivantes :

- ❖ Charges permanents (G)
- ❖ Charges variables (Q) : charge d'exploitation et climatique
- ❖ Charges accidentelles (A) : Séisme, ...
- ❖ Effet dû à la variation de la température ou bien du déplacement d'appuis.

a) Charge permanentes (G) :

Ce sont des actions très peu variables dans le temps :

- Poids propre
- Equipements fixés
- Déplacement des appuis
- Déformation imposée de la structure
- Précontrainte

b) Charge variables (Q) :

L'intensité de ce type d'actions varie fréquemment et d'une façon importante dans le temps. (Voir D. T. R). Elles comprennent :

- Les charges d'exploitations : (Personnes, meubles, ...)
- Les actions du vent : (voir RNVA99)
- Les actions de la neige : (voir RNVA99)
- Les actions du gradient thermique.

c) Actions accidentelles (A) :

Ce type d'actions provenant des phénomènes qui se produisant rarement avec une faible durée d'application : explosions, séisme (voir RPA99 V2003).

4.5.2. Les sollicitations (S ou E) :

Ce sont des contraintes dues aux efforts normaux, efforts tranchants, moment fléchissant et torsion. Elles sont calculées à partir des actions extérieures, des données géométriques de l'élément et les conditions d'appuis ; moyennant les méthodes de calcul de la résistance des matériaux.

4.5.3. Combinaisons d'actions:

Pour chaque cas de charge, les valeurs de calcul E_d des effets des actions peuvent être déterminées en appliquant les règles de combinaisons ci-après.

a) Etat limite ultime : « ELU »

a.1. Combinaisons fondamentales :

Lors de situation de projets durables et de situation transitoires :

$$\sum_j \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i>1}^n \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki} \quad (4.2)$$

Actions variables de base

Actions variables d'accompagnement

Les γ_G et γ_Q sont des coefficients partiels de sécurité affectant les actions et prenant les valeurs données au tableau.

	Actions permanentes (γ_G)	Actions variables (γ_Q)	
		Action variable de base	Actions variables d'accompagnement
Effet favorable $\gamma_{G,inf}$	1.0	0	0
Effet défavorable $\gamma_{G,sup}$	1.35	1.5	1.5

a.2. Combinaisons accidentelles :

Lorsqu'on introduit les actions accidentelles elle s'écrit :

$$\sum_j \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i>1}^n \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki} + \gamma_d A_d \quad (4.3)$$

Les coefficients partiels de sécurité dans ce cas sont donnés au tableau suivant :

Accidentelle	γ_{Gj}	γ_{Qi}	γ_d	Combinaison
1 ^{ère} Situation	1.0	1.0	1.0	$G_{kj} + Q_{k1} + A_d$
2 ^{ème} Situation	1.0	1.0	1.2	$G_{kj} + Q_{k1} + 1.2A_d$
3 ^{ème} Situation	0.8	0	1.0	$0.8 G_{kj} + A_d$

b) Etat limite de service : « ELS »

La combinaison à l'état limite de service est :

b.1. Combinaisons rare :

$$\sum_j G_{kj} + Q_{k1} + \sum_{i>1}^n \Psi_{0i} Q_{ki} \quad (4.4)$$

b.2. Combinaisons fréquente :

$$\sum_j \gamma_{Gj} G_{kj} + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i>1}^n \Psi_{2i} Q_{ki} \quad (4.5)$$

b.3. Combinaison quasi-permanente :

$$\sum_j G_{kj} + \sum_{i>1}^n \Psi_{2i} Q_{ki} \quad (4.6)$$

Généralement la combinaison s'écrit : $G_{kj} + Q_{k1}$

Action	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Charge d'exploitation des bâtiments	0.87	1.0	1.0
Charge due à la neige	0.87	1.0	1.0
Charge due au vent (voir RNVA 99)	0.67	0.2	0
Charge due à la température hors incendie	0.53	0.5	0

4.6. Principes de vérifications :**4.6.1. Vérification à l'Etat limite ultime « ELU »:**

A l'Etat limite ultime, les sollicitations sont calculées sous des combinaisons de charges pondérées. Dans cet état, on doit vérifier que :

$$S_d \leq R_d = \frac{R_r}{\gamma_{Mi}} \quad (4.7)$$

γ_{Mi} ($\gamma_{M0}, \gamma_{M1}, \gamma_{M2}$) un coefficient partiel de sécurité utilisé (≥ 1.0) pour minorer la résistance R_r .

4.6.2. Vérification à l'Etat limite de service « ELS » :

D'une manière générale, sans pondération de la charge à l'état limite ultime de service, on doit vérifier que :

$$E_d \leq C_d \quad (4.8)$$

E_d : Valeur de calcul de l'effet de l'action à l'ELS (déplacement, vibration, contrainte, ...)

C_d : Valeur limite de la propriété de calcul du matériau considérée par cet effet.