

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Université Aboubakr Belkaid
Faculté de technologie
Département de Génie Civil



Mémoire pour l'Obtention du Diplôme Master en Génie Civil
Option : Construction métallique

Thème

**ETUDE D'UN BATIMENT EN CHARPENTE
METALLIQUE (R.D.C + 4) A TEGHENIF**

Encadreur :

Mr: RAS. A

Présenté par:

Mr: BAROUDI Ahmed Nadir

Mr: BERREZOUG Riyadh

Plan de présentation

- **I. Présentation de l'ouvrage.**
- **II. Descente des charges.**
- **III. Pré-dimensionnement des éléments structuraux .**
- **IV. Étude sismique de la structure.**
- **V. Dimensionnement des éléments principaux et secondaires.**
- **VI. Étude du plancher collaborant.**
- **VII. Étude des assemblages.**
- **VIII. Étude de l'infrastructure.**
- **Conclusion.**



I. Présentation de l'ouvrage

Localisation de l'ouvrage :

L'ouvrage est implanté à Toghennif (wilaya MASCARA), situé à une altitude de 500m du niveau de la mer.

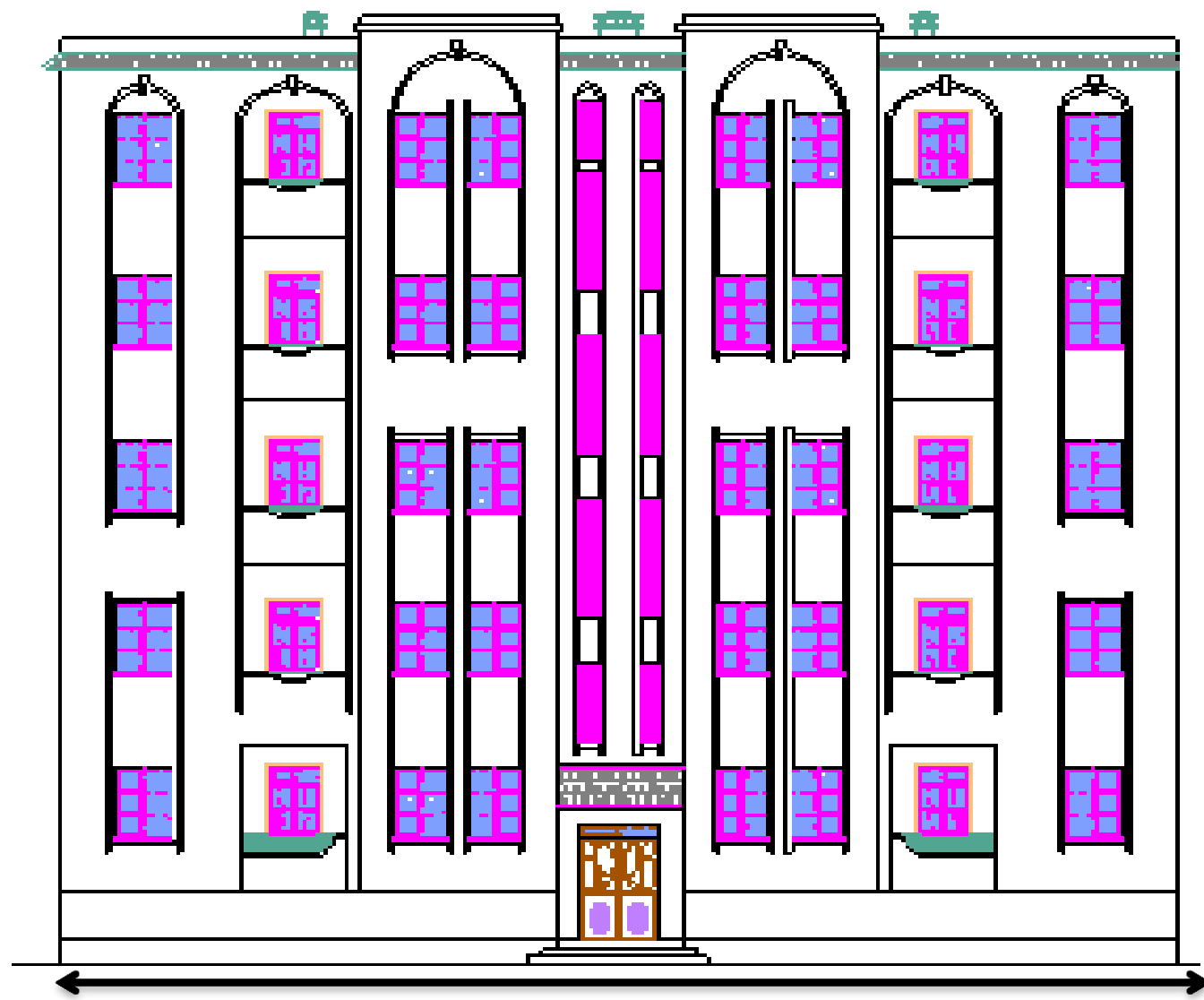
La région est classée zone de moyenne sismicité selon le RPA 99 Version 2003.

Zone de vent III.

Zone de neige B groupe 2.

selon le RNV 99 version 2013.

I. Présentation de l'ouvrage	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.1	1.2 donné géométrique			1.3	1.4		



✓ REGLEMENTS :

- ❖ RPA99 : Règles Parasismiques Algériennes version 2003.
- ❖ RNV99 : Règle Algérienne Neige et Vent version 2013.
- ❖ CCM97 : Règles de Calcul des Structures en Acier.
- ❖ BAEL91 : Béton Armé aux Etats Limite.

✓ Le matériau utilisé:

❖ Acier:

Nuance	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	ρ (kg /m ³)	E (MPa)	G (Mpa)
Fe E 235	235	360	7850	21.10 ⁴	84.10 ³

❖ Béton :

Ciment CPA (kg /m ³)	f_{c28} (MPa)	f_{t28} (MPa)	ρ (kg /m ³)
350	25	2,1	2500

- Le plancher collaborant d'une épaisseur de 8 cm.
- L'enveloppe faite en maçonnerie (doubles murets en briques creuses) et un revêtement multicouche.
- Les cloisons en briques creuses.
- Les escaliers sont en charpente métallique avec des marches qui sont fabriquées par des tôles striées et des cornières.
- L'acrotère qui est conçu en béton armé



II. descente des charges

Introduction :

Les ossatures métalliques doivent être établies pour supporter les effets maximum des forces qui peuvent être appliquées.

Pour cela on procédera à une étude climatique qui nous donnera les effets exercés par la neige et le vent en se basant sur le règlement neige et vent dit <<RNV99>> version 2013.

I	II : Descente des charges	III	IV	V	VI	VII	VIII
	II.2 Charges permanentes & Exploitation	II.3			II.4		

	Plancher courant	Terrasse	Escalier
<u>Charges permanentes</u>	4,72 KN/m ²	5,66 KN/m ²	4,33 KN/m ²
<u>Charges d'exploitation</u>	1,5 KN/m ²	1 KN/m ²	2,5KN/m ²

Etude de l'action de la neige :

Le bâtiment est située à une altitude de 500 m par rapport au niveau de la mer ; cette altitude étant inférieure à 2000 m, donc l'action de la neige peut être calculée selon le RNV 99.

Elle est donnée par la formule suivante:

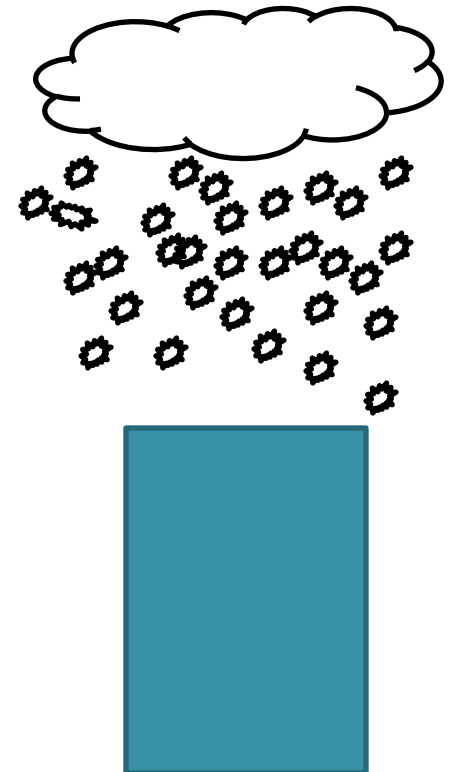
- $S = \mu S_k$

Coefficient de forme de toiture :

$$\mu = 0.8$$

$$S_k = \frac{(0,04 \times H) + 10}{100}$$

Et elle vaut : $S = 0.24 \text{ KN/m}^2$



I	II : Descente des charges	III	IV	V	VI	VII	VIII
II.1	II.2	II.3	II.4 Etude de l'action du vent				

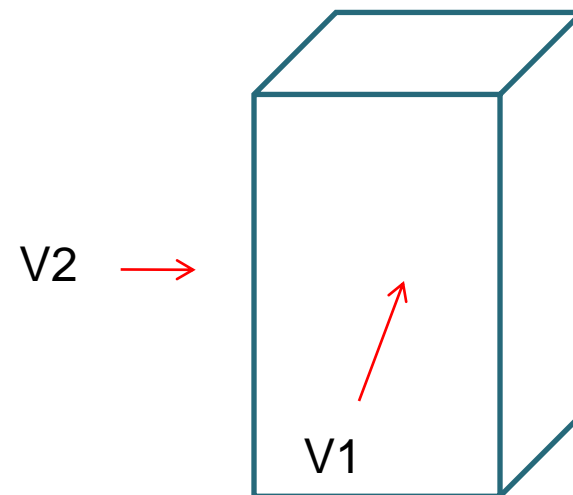
Étude de l'action du vent :

Présentation générale:

- Site plat → $C_t(z) = 1$
- Zone du vent III → $q_{ref} = 500 \text{ N/m}^2$
- Terrain de catégorie IV:

$$k_t = 0,234 ; Z_0 = 1 \text{ m} ; Z_{min} = 10 \text{ m} ; \varepsilon = 0.67$$

Pour une construction à base rectangulaire, on considère les deux directions du vent.



Calcul de la pression due au vent

$$w(Z_j) = q_p(Z_e) \times [C_{pe} - C_{pi}]$$

Détermination
du coefficient
dynamique

 C_d

Détermination
des coefficients
de pression
extérieure

 C_{pe}

Détermination
des coefficients
de pression
intérieure

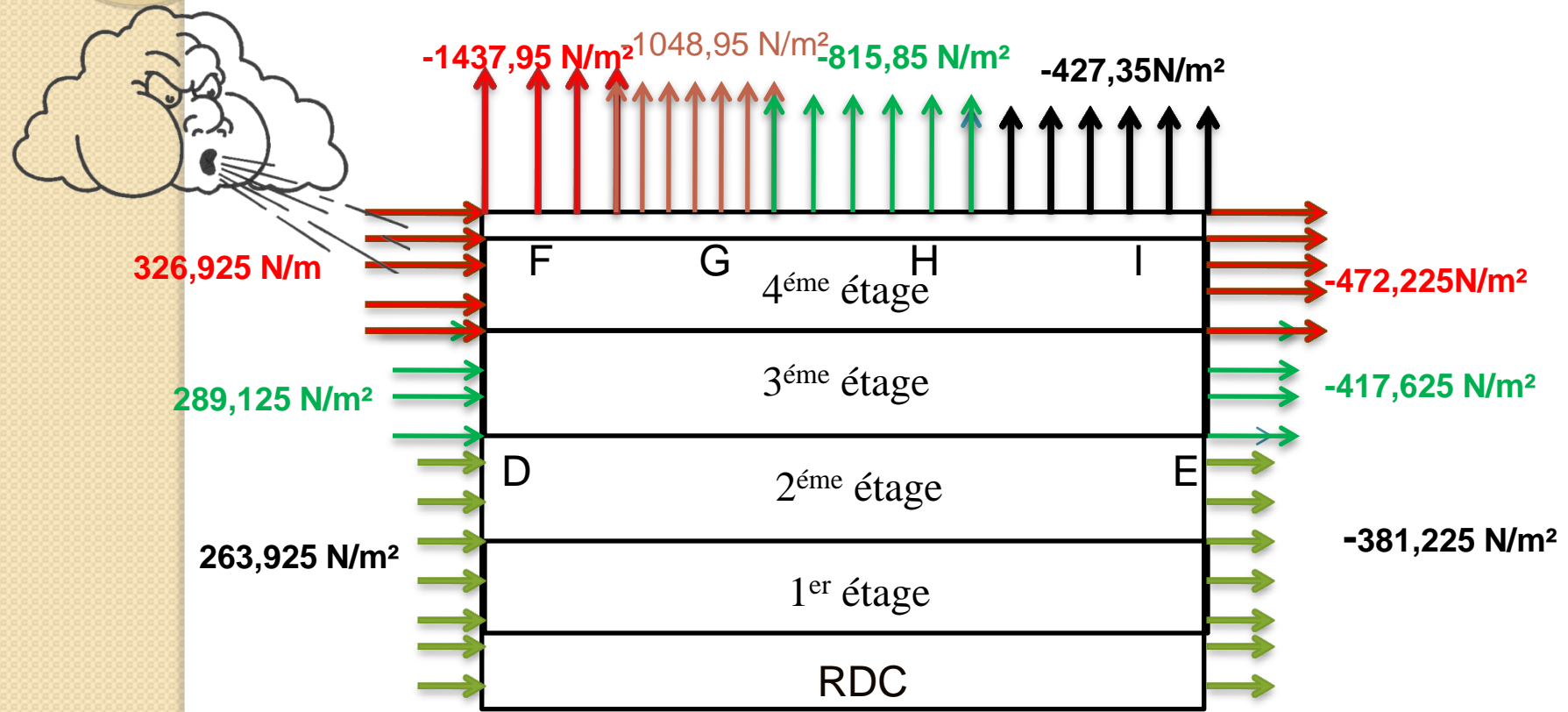
 C_{pi}

Détermination de la pression
dynamique de pointe

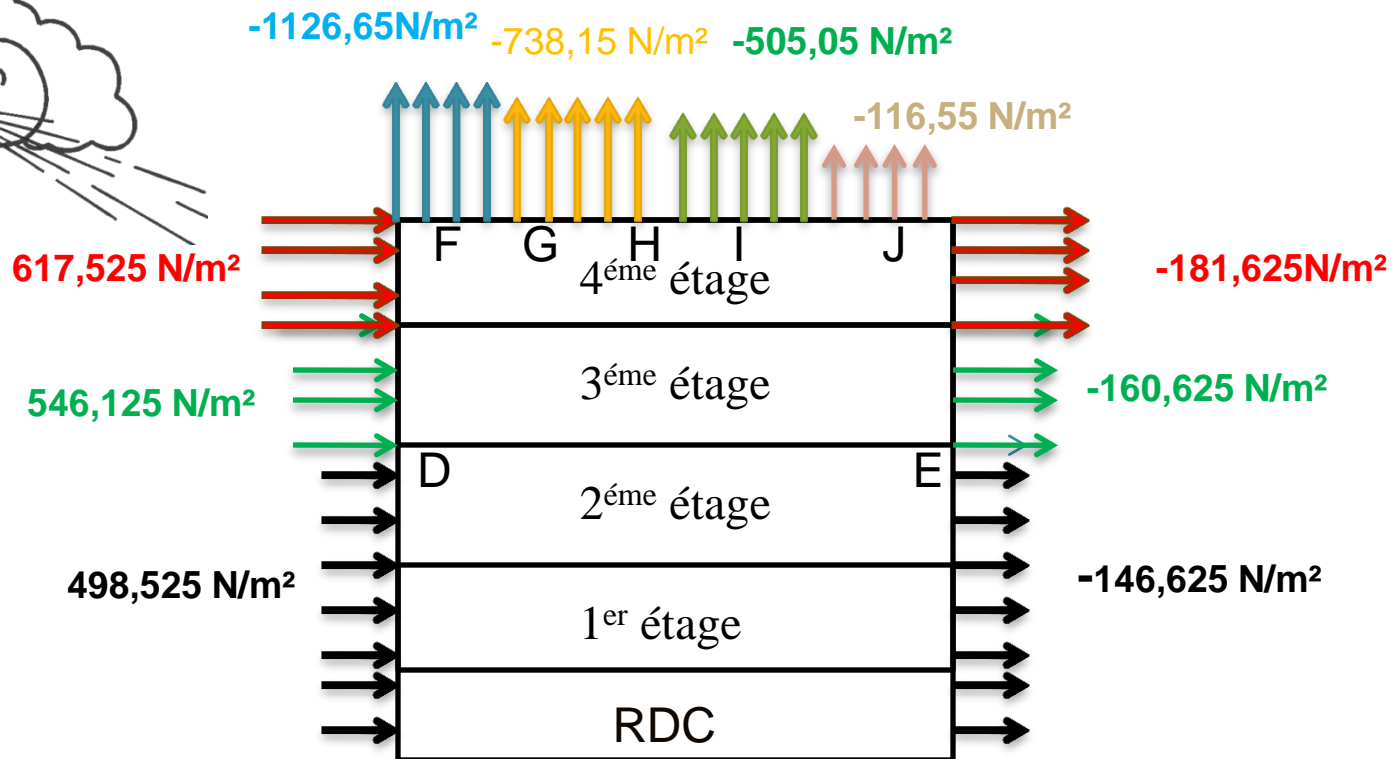
$$q_p(ze) = q_{réf} \times C_e(ze) \text{ [N/m}^2\text{]}$$


La pression dynamique $W(Z_j)$:

La direction du vent V1 :



La direction du vent V2 :





***III. Pré-dimensionnement
des éléments
structuraux***

Introduction :

Dans ce chapitre on procédera au calcul des éléments secondaires qui sont :

Les solives, et des éléments porteurs qui sont les poutres et les poteaux.

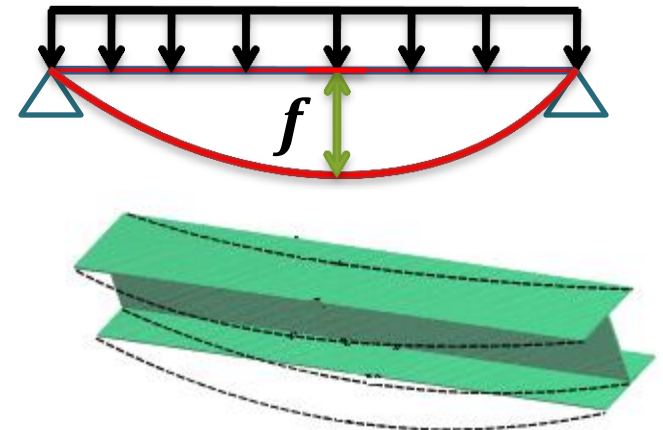
Le dimensionnement de chaque élément est donné par deux conditions :

- ✓ Vérification de la condition de flèche.
- ✓ Vérification de la condition de résistance.

Principe de pré-dimensionnement :

Le pré-dimensionnement de chaque élément est donné par la condition de la limitation de la flèche :

$$f < \delta_{\max}$$



A partir des premières section pré-dimensionnés, l'étude à été faite sur plusieurs section plus importantes jusqu'à aboutir aux section optimales qui satisfassent aux condition de flèche et de résistance selon le règlement CCM97.

Nous avons obtenus les résultats suivants :

- Pour les solives des **IPE 160, IPE 140, IPE 120** chaque un suivant leur position sur chaque travée.
- Pour les poutres des **IPE 300, IPE 270, IPE 240** chaque un suivant leur position sur étages et hauteur.
- Pour les poteaux :
Le poteau de RDC c'est le plus sollicité avec : $S = 2502,013\text{m}^2$.

On propose le profiler HEA200.

Vérification de la condition de résistance :

$$N_{sdy} \leq N_{crdy}$$



Condition vérifiée



IV. Etude sismique de la structure

Introduction:

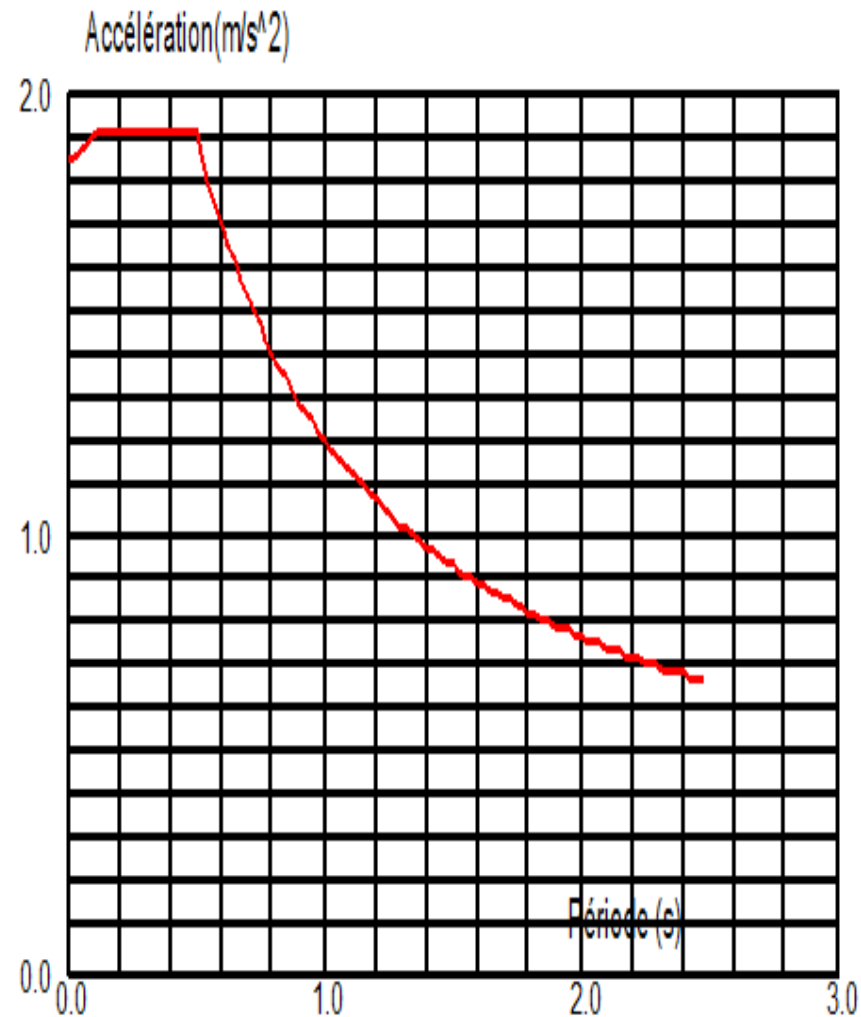
Le but de cette étude est d'évaluer les forces horizontales extérieures engendrées par un séisme pour chaque niveau de la structure.

Pour cela nous avons utilisée La Méthode modale spectrale qui est l'une des méthode proposées par le RPA99 /version 2003

Paramètres généraux:

D'après le RPA 99 V 2003

- Zone IIa
- Site meuble: S3
- Groupe d'usage: 2
- Coefficient de comportement: $R = 3$
- pourcentage d'amortissement : $\xi = 5\%$
- Facteur de qualité : $Q = 1,15$ suivant X
- Facteur de qualité : $Q = 1,25$ suivant Y



▪ Vérification de la période :

La période fondamentale obtenue par le logiciel ROBOT :

$$T = 0,58 \text{ s}$$

La période empirique est donnée par la formule suivante :

$$T_{\text{emp}} = C_T h_N^{3/4}$$

Avec : $C_t = 0,050$ (coefficient donné en fonction du système de contreventement)

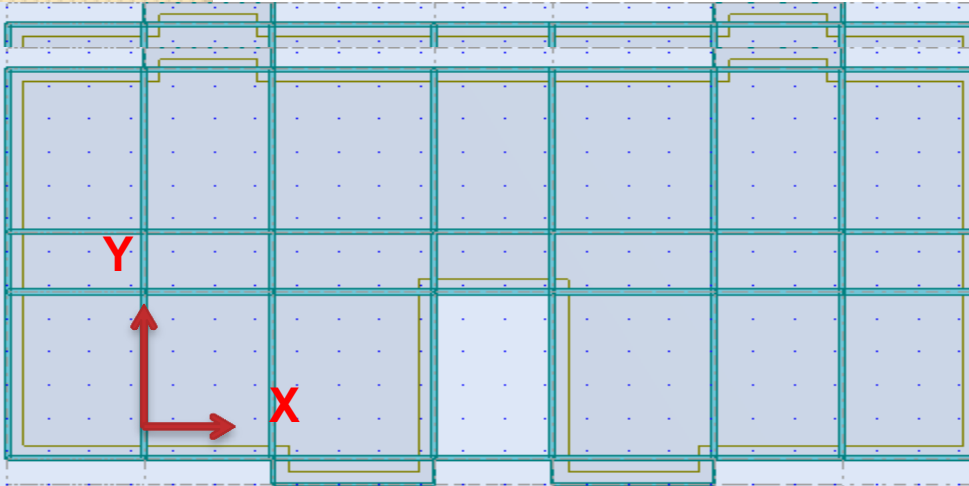
$h_N = 17\text{m}$ (hauteur à partir de la base)

$$T = 0,58' \text{ s} > T_{\text{emp}} + 30\% T_{\text{emp}} = 0,543\text{s}$$

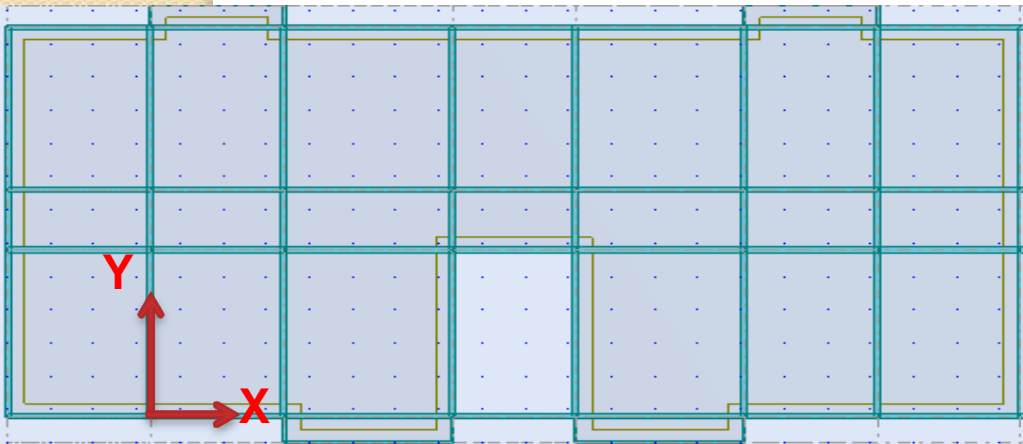
On peut tolérer une période un peu plus grande que la période empirique , puisqu'il s'agit d'une construction métallique (structure flexible) .

I	II	III	IV: Etude sismique de la structure	V	VI	VII	VIII
IV.1		IV.2		IV.3 Vérification de la période		IV.4	

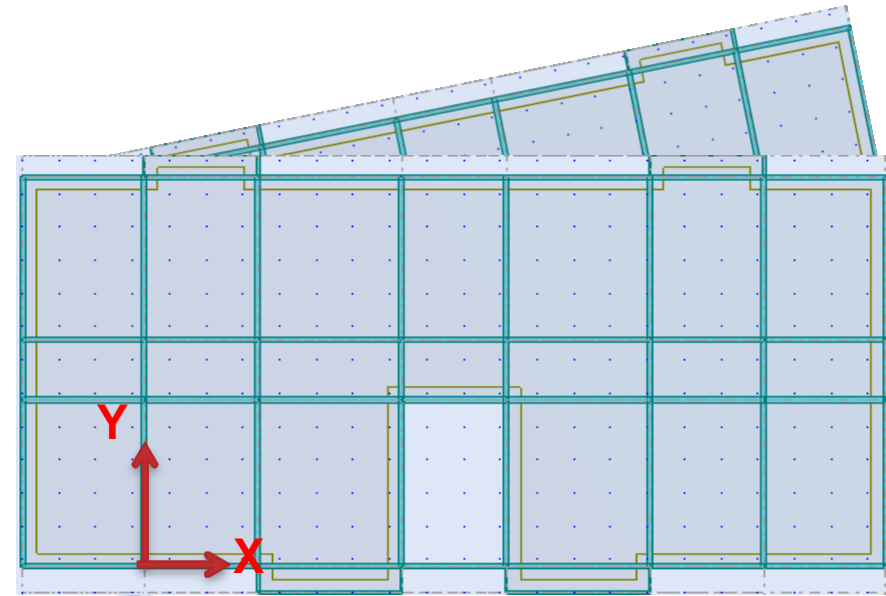
Les trois premiers modes de vibration lors du séisme.



Mode 1



Mode 2



Mode 3

Vérification de la structure :

▪ Vérification des forces sismiques :

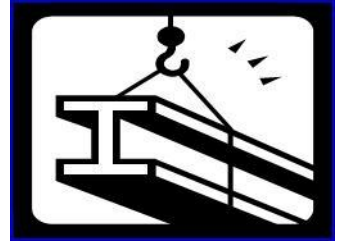
$$V = \frac{A \cdot D \cdot Q}{R} W \quad V = 124,22 \text{ kN}$$

- A = 0,15 (coefficient d'accélération)
- D = 2,07 (facteur d'amplification)
- R = 3 (coefficient de comportement)
- W = 963,27 Kn (poids de la structure)

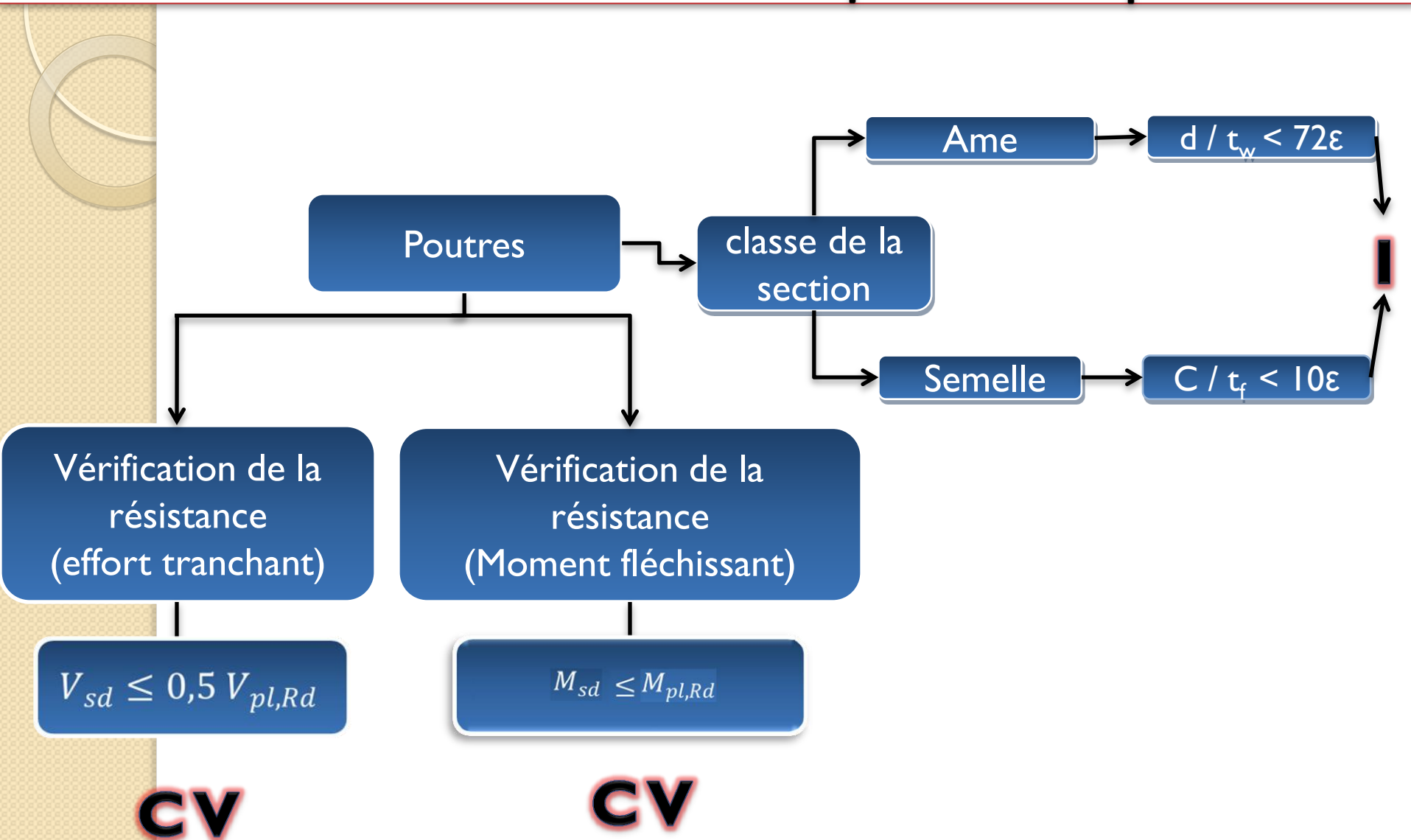
	V_{dyn}t (kN)	V (kN)	80 % V	V_t > 80 % V
V _x	906,41,79	85,9892035,11	68,77	Vérifiée
V _y	1184,56	124,62	99,69	Vérifiée

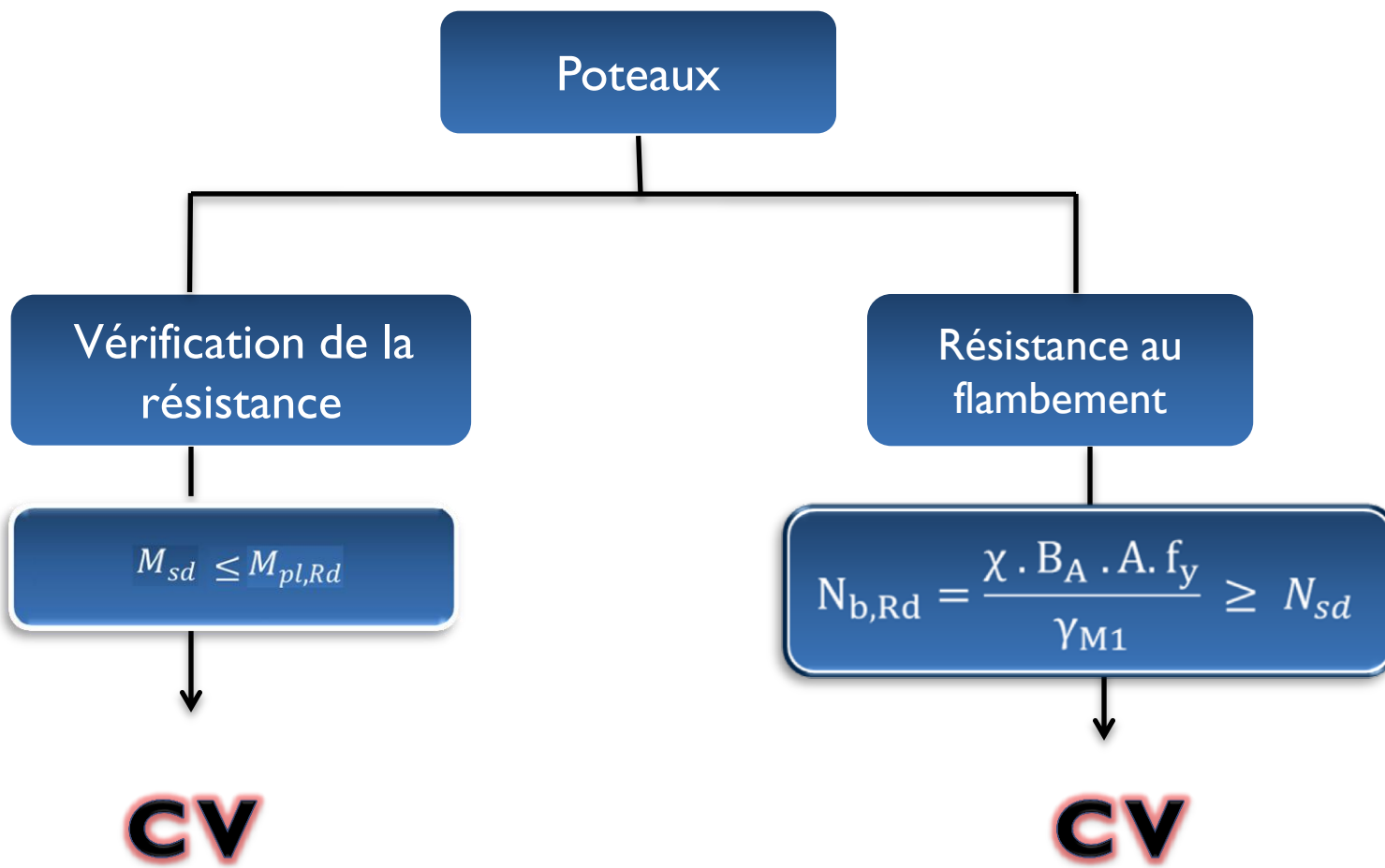
▪ Vérification des déplacements :

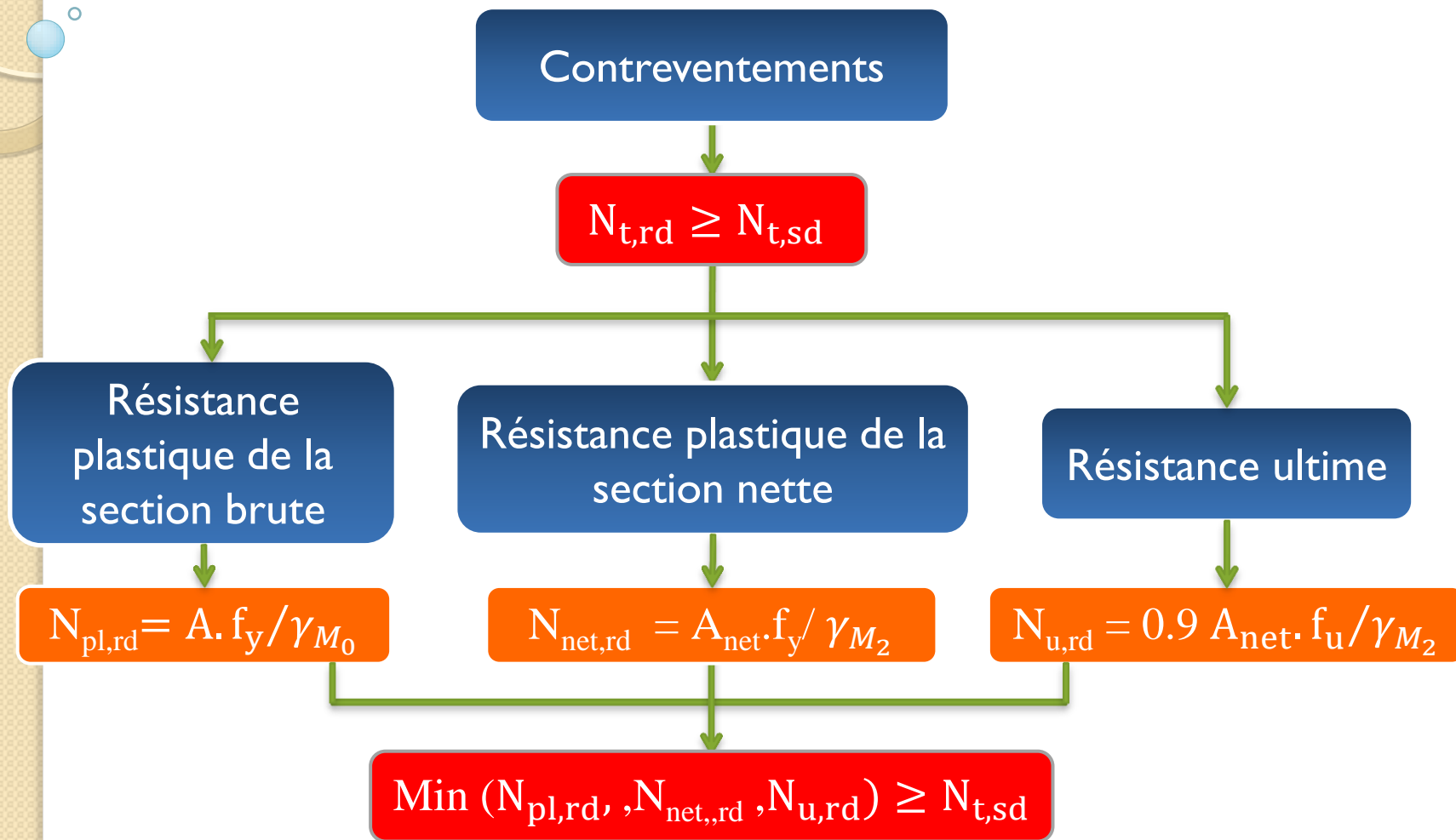
- Dans le plan X-X Vérifiée
- Dans le plan Y-Y Vérifiée

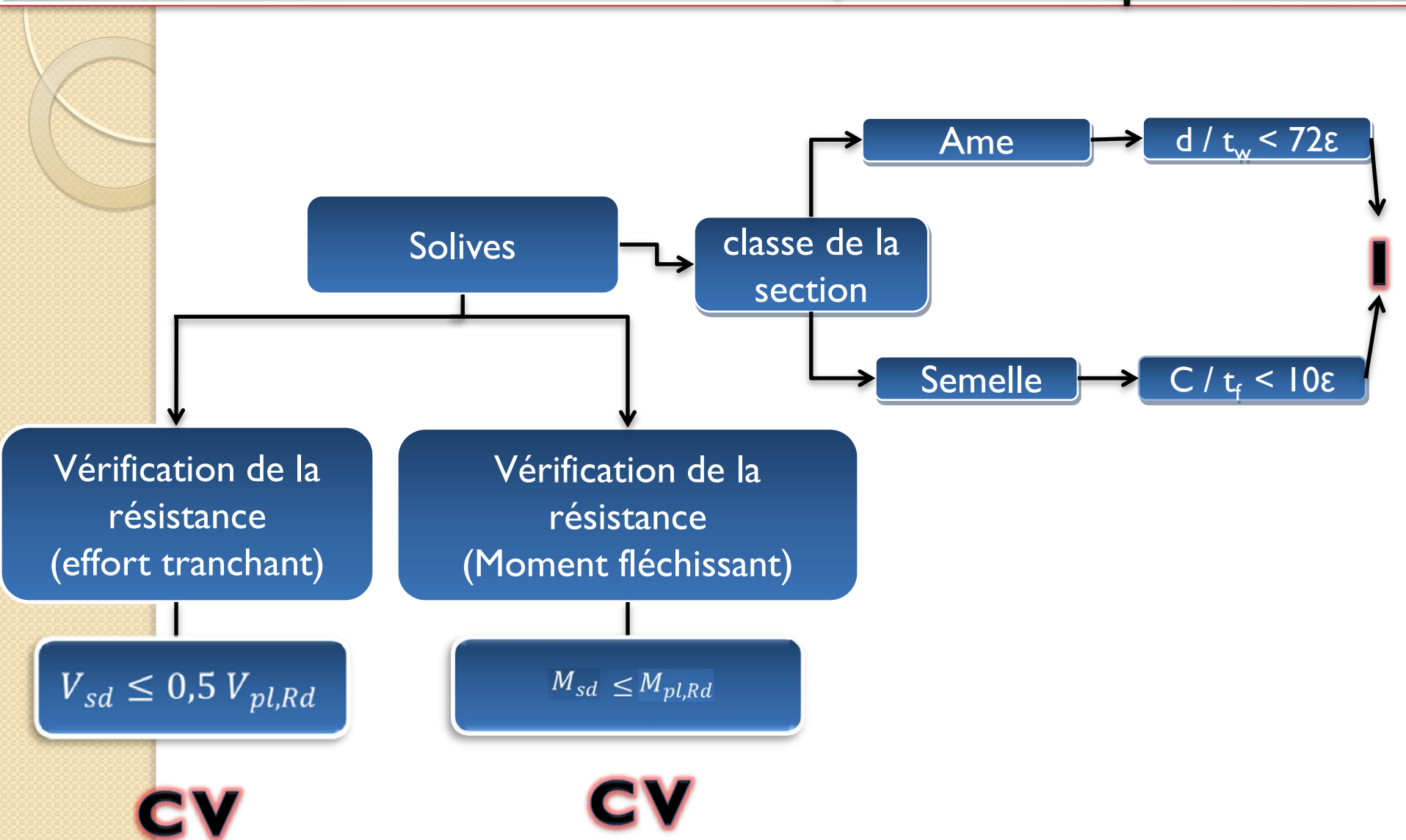


***V. Dimensionnement
des éléments
principaux
et secondaires***





**CV**



Pour les poutres :

Des **IPE 240, IPE 220, IPE 160, IPE 100**, chaque un suivant leur position sur étages et hauteur.

Pour les poteaux :

On a choisi des **HEA220, HEA180, HEA160, HEA140**.

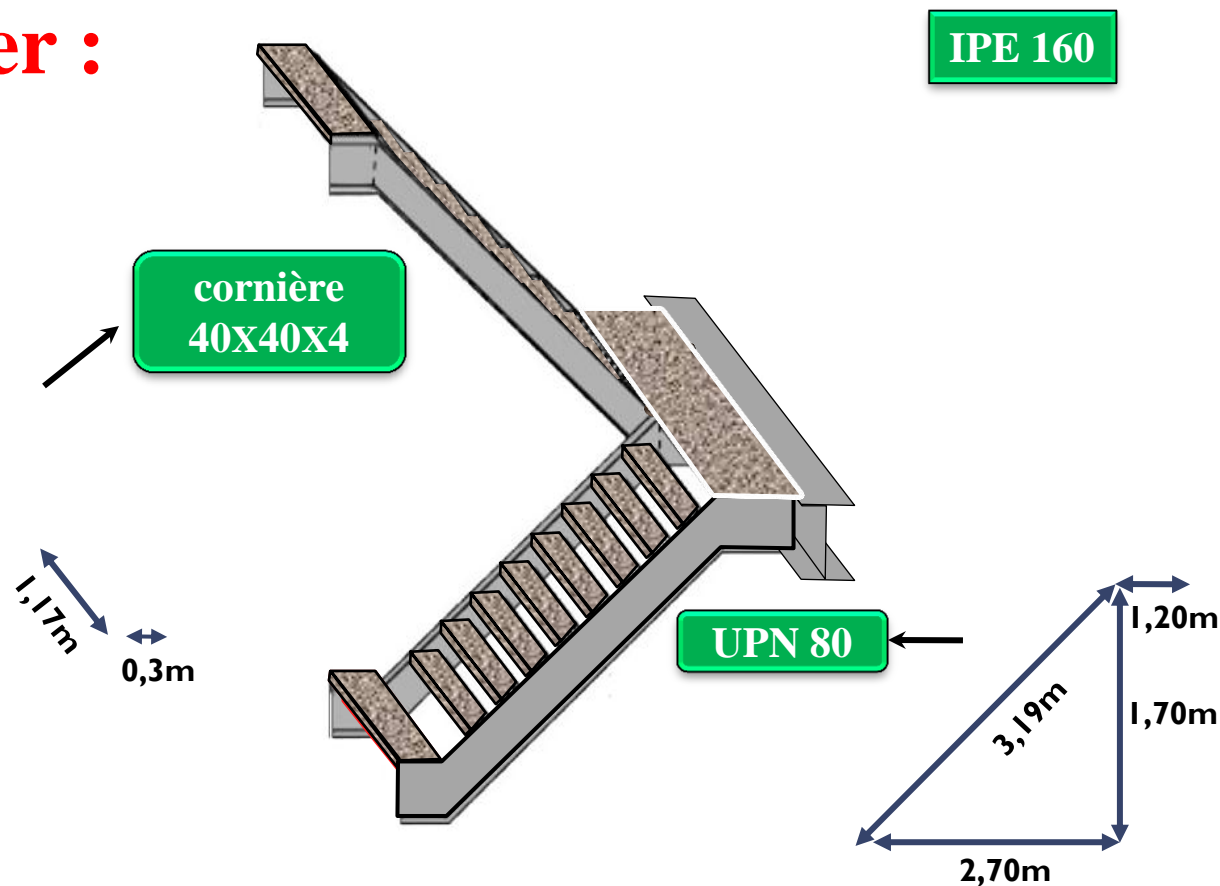
Pour les contreventement :

On a choisi une **2L70×70×8** pour ceux en X et **2L70×70×6** pour ceux en V.

Pour les solives :

Des **IPE 160, IPE 140, IPE 120** chaque un suivant leur position sur étages et hauteur.

Escalier :

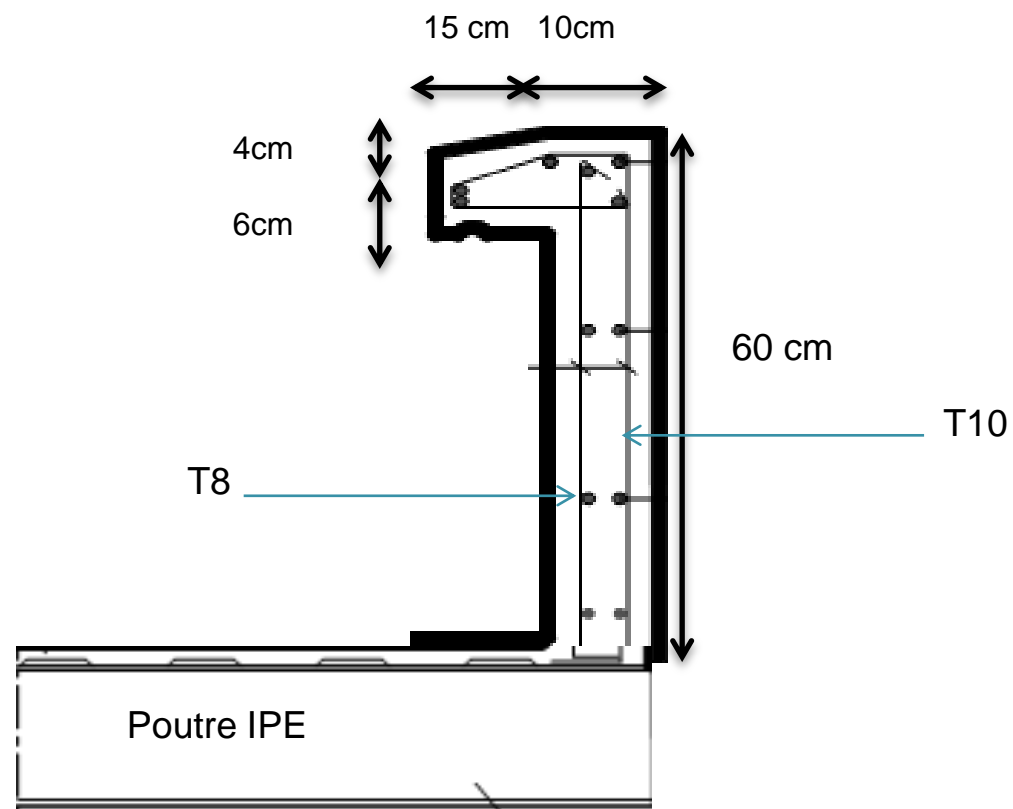


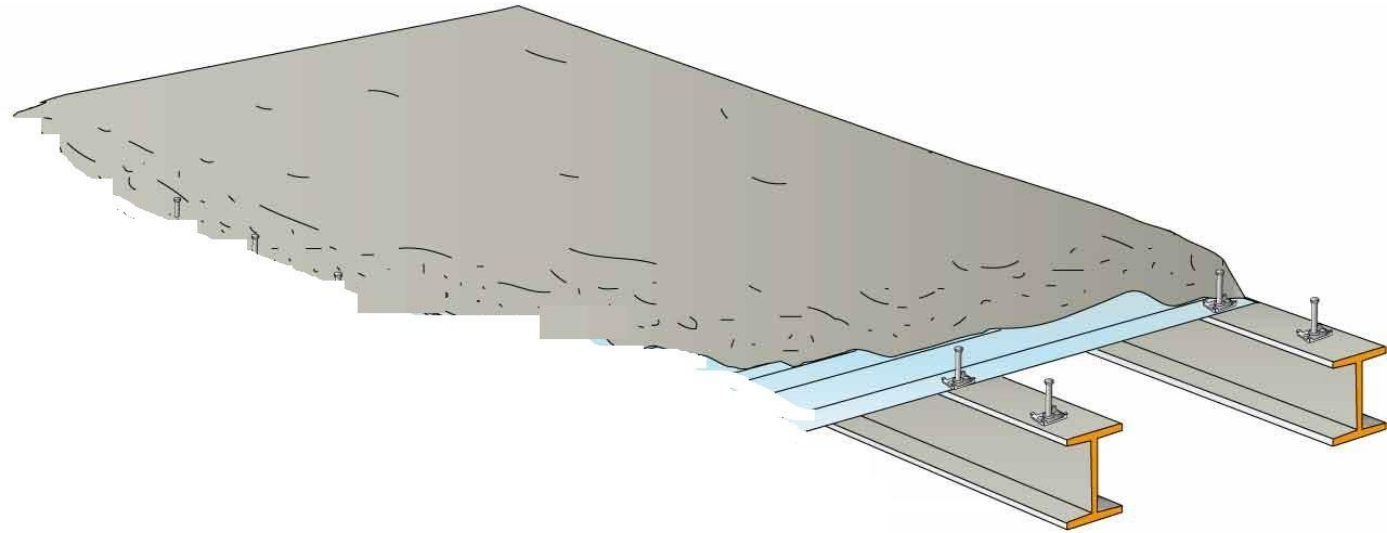
Cornière des marches	$f < \delta_{\max}$	$M_{sd} < M_{ply}$	Classe III	✓
Limons UPN 80	$f < \delta_{\max}$	$M_{sd} < M_{ply}$	Classe I	✓
Poutre palière IPE 160	$f < \delta_{\max}$	$M_{sd} < M_{ply}$	Classe I	✓

V.1

V.2

V.3 : acrotère







VI. Etude de plancher collaborant

Vérification de la tôle : (coffrage perdu)

- Pour cette structure on a utilisant la TN40 pour réaliser le plancher mixte.
- **Vérification à l'ELU et L'ELS:**

Condition de résistance	$M_{sd} < M_{pl,rd}$	
Condition de flèche	$f < \delta_{max}$	

plancher de toiture :

- l'épaisseur de la dalle est de 8 cm et le profile IPE160.

Condition de résistance	$M_{sd} < M_{pl,rd}$	✓
	$V_{sd} < 0,5V_{pl,rd}$	✓
Condition de flèche	$f < \delta_{max}$	✓

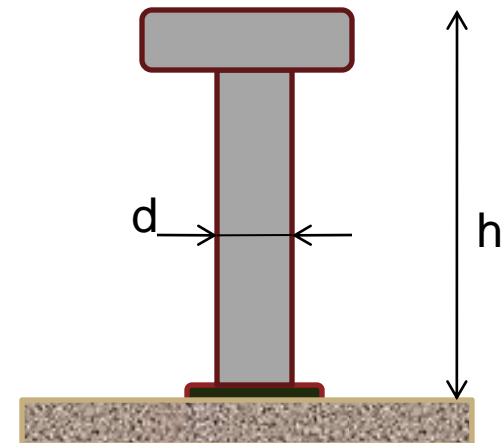
plancher d'étage courant :

- l'épaisseur de la dalle est de 8 cm et le profile IPE160.

Condition de résistance	$M_{sd} < M_{pl,rd}$	✓
	$V_{sd} < 0,5V_{pl,rd}$	✓
Condition de flèche	$f < \delta_{max}$	✓

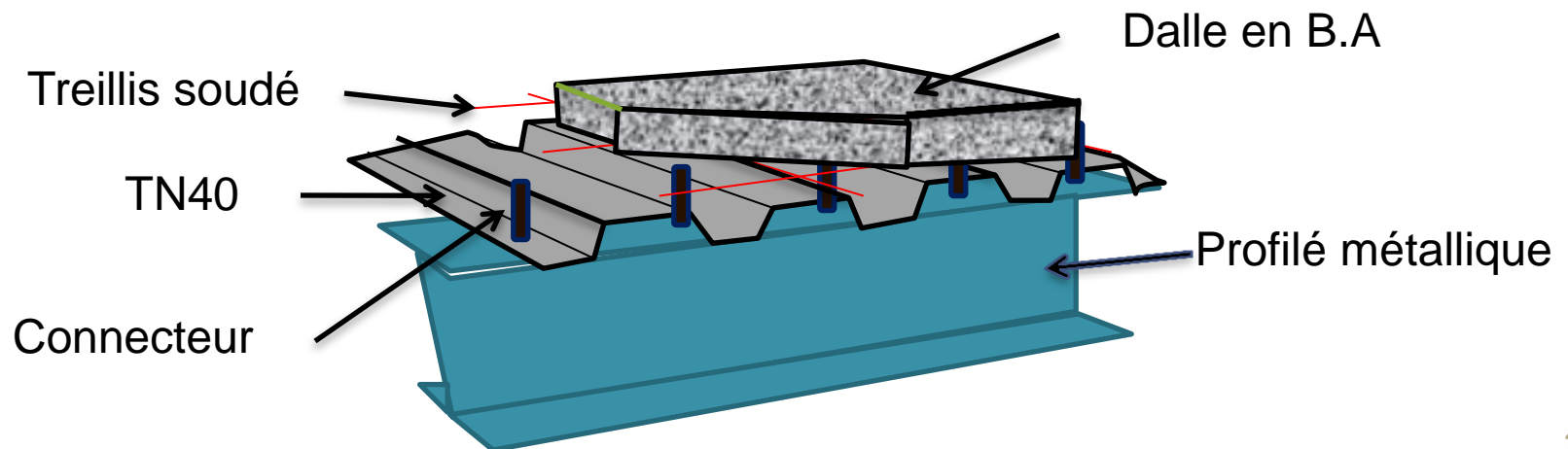
Etude des connecteurs :


- Les connecteurs sont des éléments qui assurent la liaison entre la dalle de compression et l'acier.
- les caractéristiques de connecteurs :
 - ✓ $d = 16 \text{ mm}$
 - ✓ $h = 80 \text{ mm}$
 - ✓ $f_y = 275 \text{ Mpa}$
 - ✓ $f_u = 430 \text{ MPa}$



Pour obtenir l'effet mixte souhaité. C'est-à-dire une collaboration (acier béton), on à utilisé ce type des connecteurs espacé de 19,5 cm

On utilise des treillis soudé: T.S .4×4(100×100) pour éliminer la fissuration de béton.





***VII. Etude des
assemblages***

Définition:

Un assemblage est un dispositif ayant pour but d'assurer la continuité mécanique de plusieurs pièces, en assurant la transmission et la réparation des diverses sollicitations entre elles.

Nous avons utilisés deux types d'assemblages :

- Assemblages soudés.
- Assemblages par boulonnage.

Assemblages soudés :

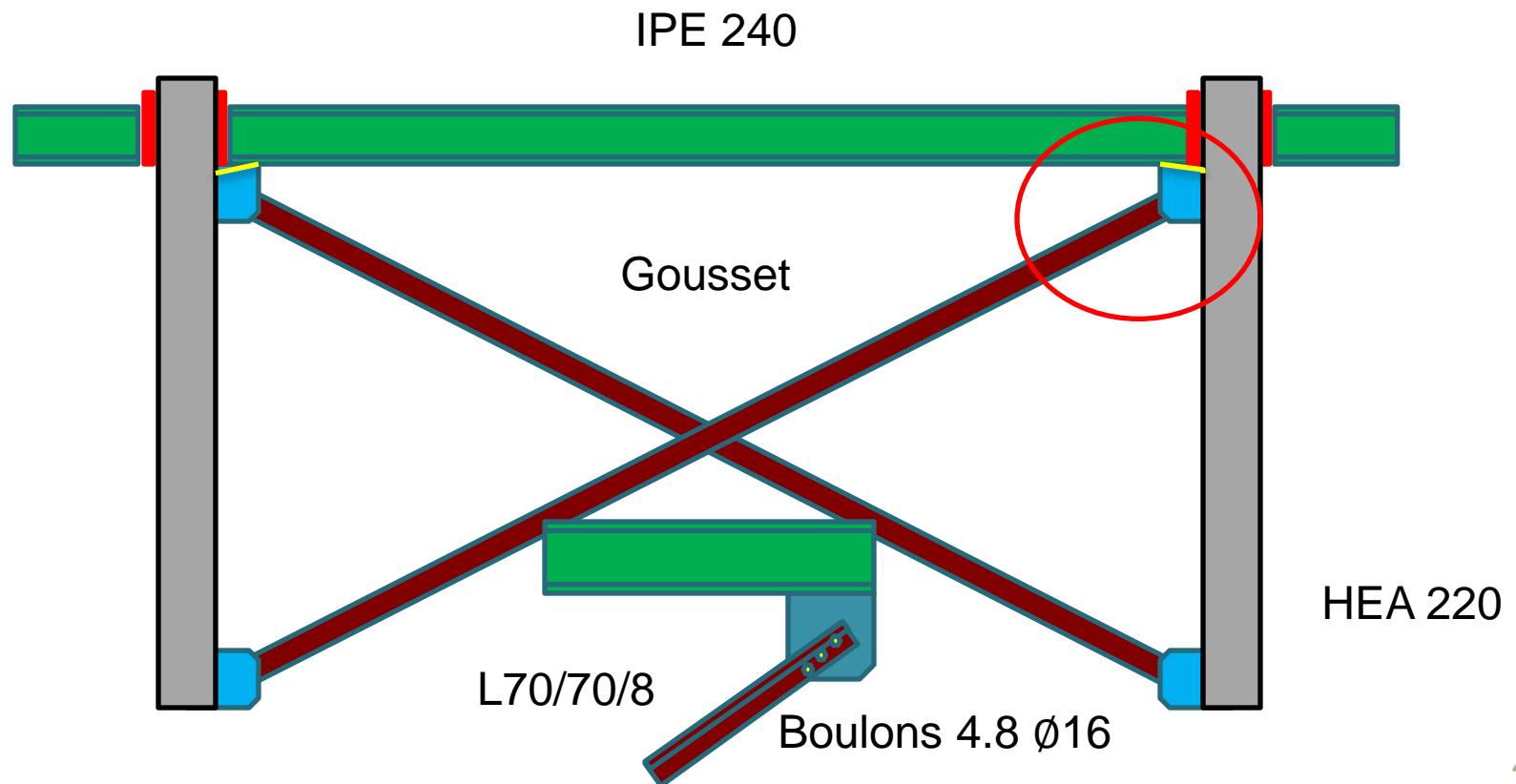
On a utilisé le procédé de soudage pour assurer la jonction des pièces suivantes :

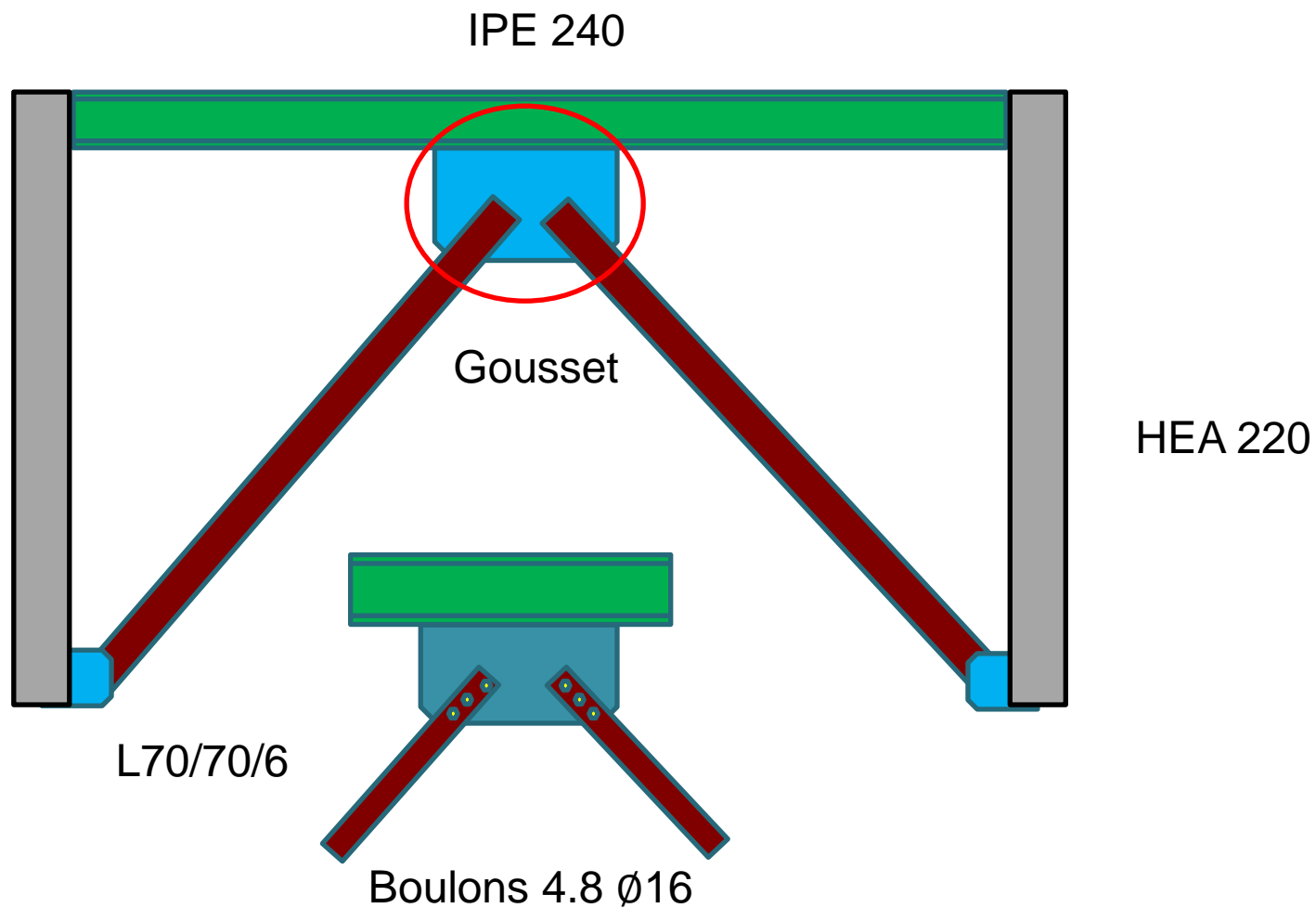
- Poteau - Goussets
- Poteau - Plaque d'assise
- Poutre - Platine

Assemblage par boulonnage:

On a utilisés ce type d'assemblage pour attacher la pièce suivante :

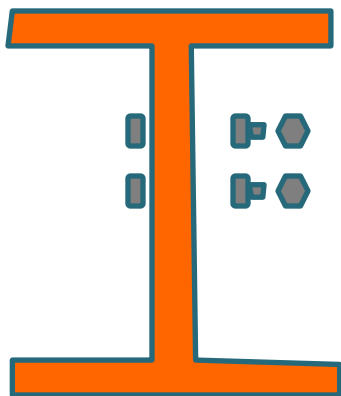
- Diagonales - goussets (contreventement)





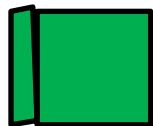
Assemblage Poutre-Solive.

Boulons
4.8 Ø16

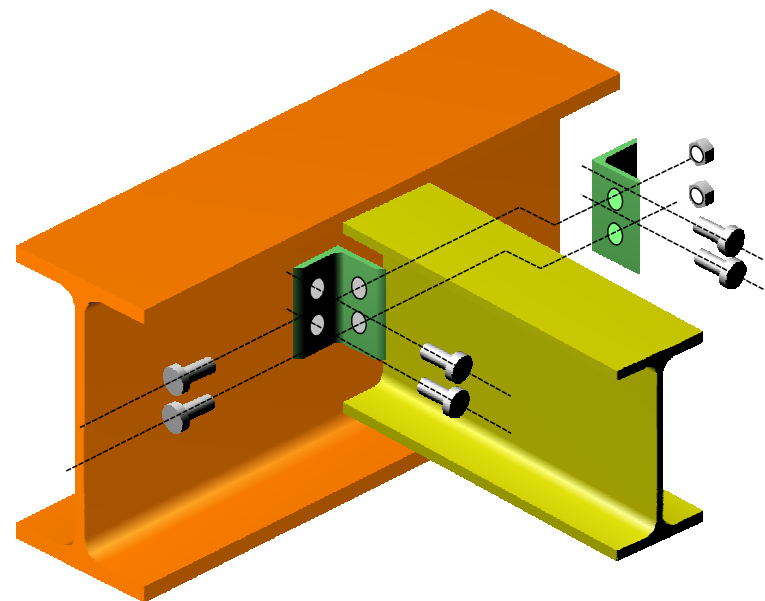


IPE 240

L 30.30.3



IPE 160

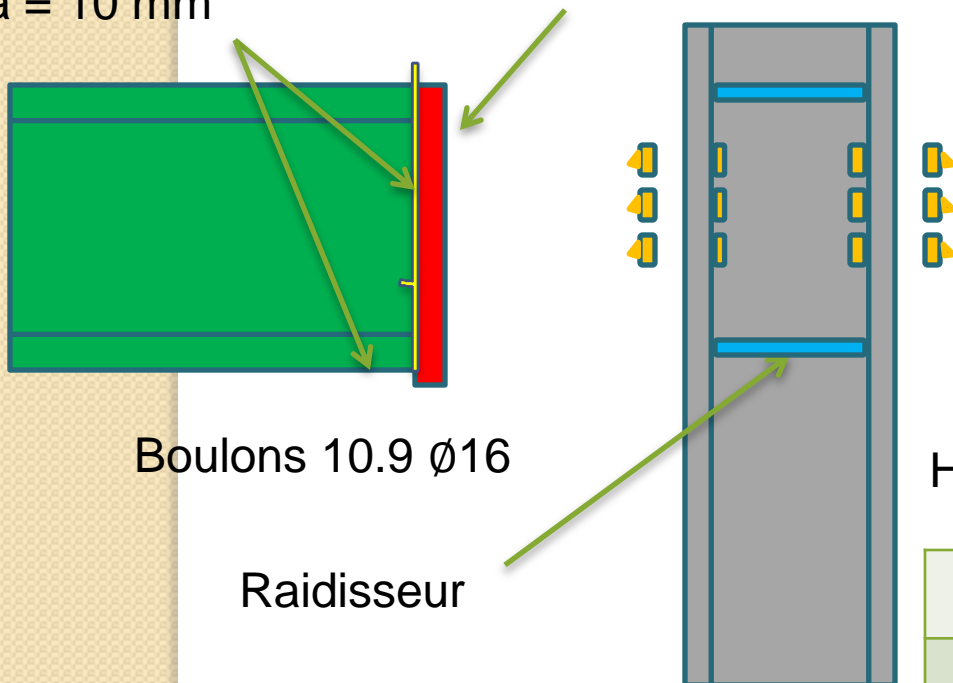


Cisaillement	$F_{v.sd} \leq F_{v.Rd}$	✓
Pression diamétrale	$F_{v.sd} \leq L_R$	✓

Assemblage Poteau- Poutre.

Cordon de soudure
a = 10 mm

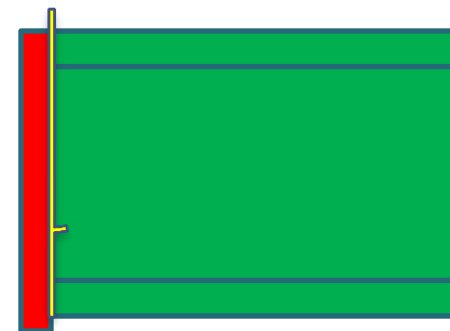
Platine de t = 20 mm



Boulons 10.9 Ø16

Raidisseur

IPE 240



HEA 180

Cisaillement	$F_{v.sd} \leq F_{v.Rd}$	✓
Traction	$M_{sd} \leq M_R$	✓
Pression diamétrale	$F_{v.sd} \leq L_R$	✓

Assemblage Poteau-Poteau

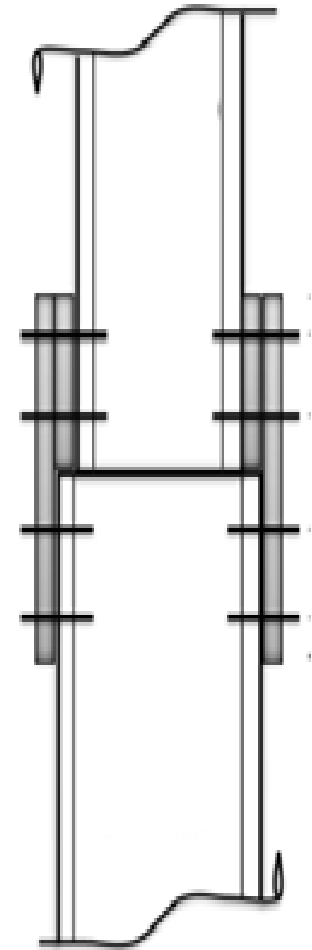
Cisaillement	$F_{v.sd} \leq F_{v.Rd}$	✓
Pression diamétrale	$F_{v.sd} \leq L_R$	✓

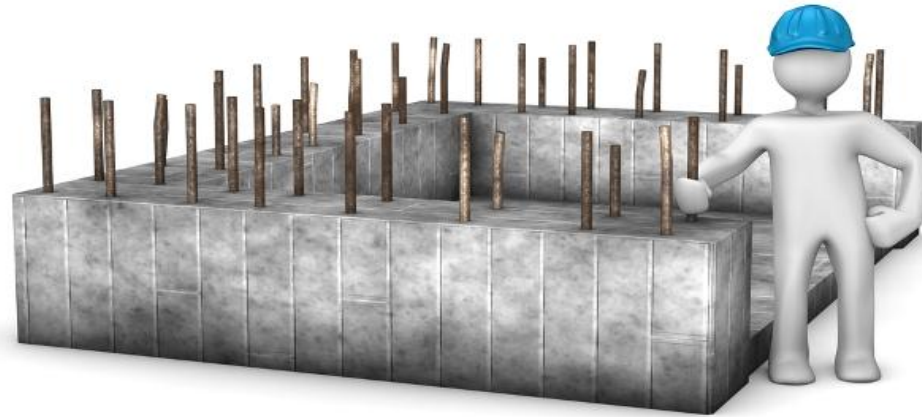
Boulons 10.9 Ø20

couvre-joint
de $t = 10$ mm

HEA 180

HEA 220





VIII. Etude de l'infrastructure

Introduction:

Les fondations sont les parties de l'ouvrage qui sont en contact avec le sol auquel elles transmettent les charges de la structure dans les bonnes conditions, de façon à assurer la stabilité de l'ouvrage.

Le L.T.P.O recommande pour ce cas de passer par des fondations semi profondes, sur puits d'une profondeur de 3 m avec $\sigma_{\text{sol}} = 2$ bars.

Pieds de poteaux :

- C'est un dispositif d'ancrage (pied de poteau) est mis en place constitué par une platine soudée au poteau et des tiges noyées dans le béton.

CV

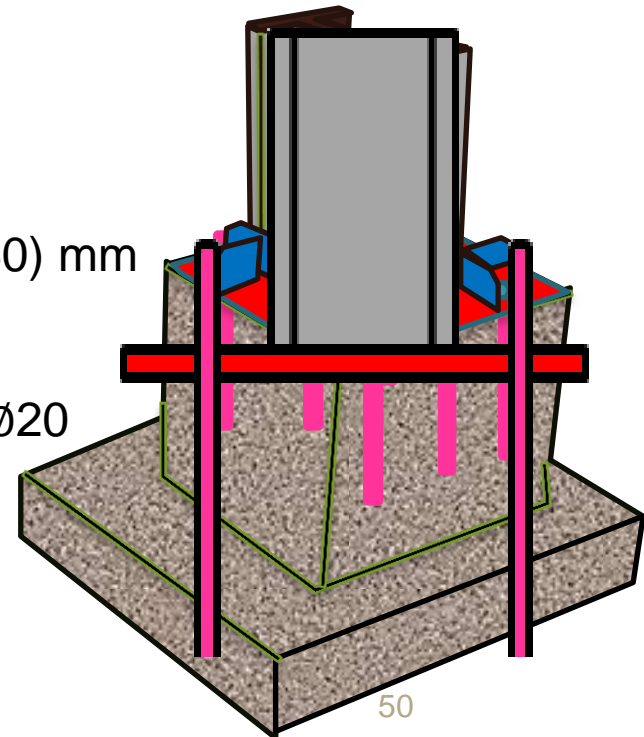
$$\sigma < \sigma_b$$

CV

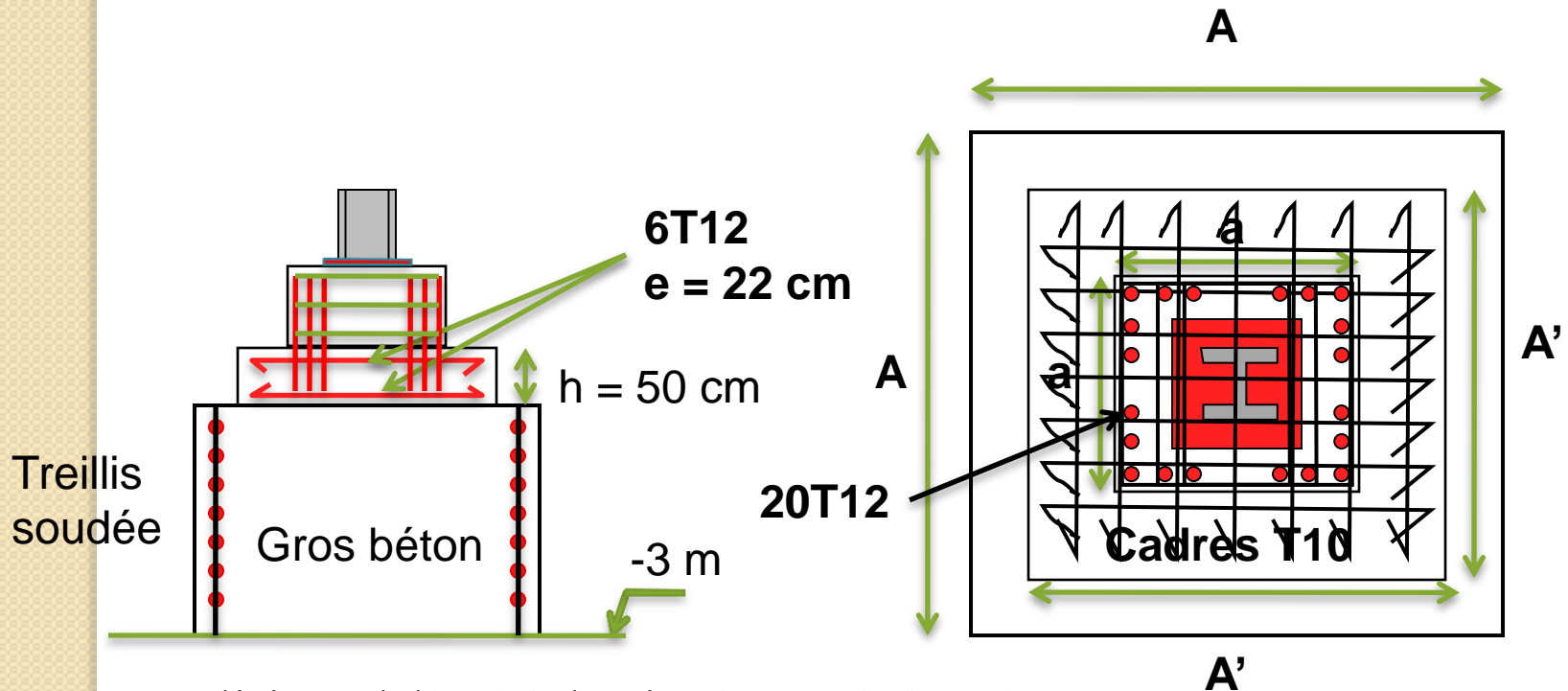
$$F_{su} \geq \frac{N_{sd}}{6} + \frac{M_{sd}}{2d}$$

Platine(240 × 250) mm
et de t = 20 mm

6 tiges Ø20



Dimensionnement :



$$A_{min} = 0,6\% B$$

$$A_{bu} = \frac{N_{sdu} (B - b)}{8d_b \times \sigma_{st}}$$

$$\sigma_{cal} = \frac{N}{A' \times B'} + \frac{M}{I} V \leq \bar{\sigma}_{\text{faux puit}}$$

Calcul des longrines :

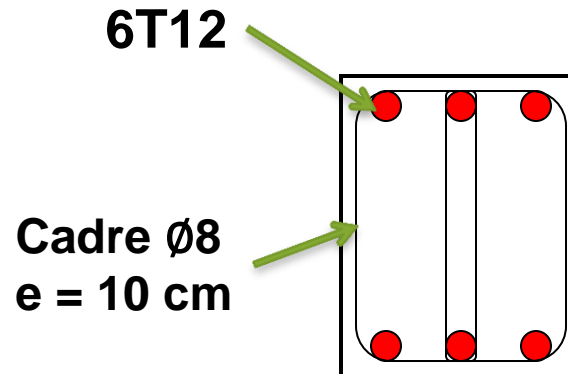
Selon le RPA99, pour un sol de type S3 les dimensions minimales de la section transversale des longrines sont : 25 cm x 30 cm.

On prend $S = 30 \times 30 \text{ cm}$.

Calcul du ferrailage :

$$A_{st} = \frac{F}{\sigma_{st}}$$

$$F = \max \left[\frac{N}{\alpha} ; 20 \text{ KN} \right]$$



Conclusion

Dans cette étude, on a procédé à des estimations des efforts extérieurs appliqués à l'ouvrage. On a procédé à l'estimation des charges et surcharges appliquées mais aussi au dimensionnement des éléments qui assurent la transmission des efforts.

Pour que ce dimensionnement soit correct, on a tenu à respecter les exigences de sécurité définies par les différents règlements en vigueur.

A chaque obstacle, on a choisi entre plusieurs solutions, celle qui s'adapte le mieux aux problèmes sans perdre de vue notre objectif, à savoir «la sécurité et l'économie».

Cette étude nous a permis de concrétiser l'apprentissage théorique du cycle de formation de l'ingénieur et d'apprendre à utiliser plusieurs méthodes et logiciels de calcul.

On a appris aussi que le calcul théorique reste nécessaire mais loin d'être suffisant car il faut tenir compte de sa concordance avec le côté pratique.



Merci pour votre attention