

GEMFI - CONSTRUCTION D'UN ENTREPOT LOGISTIQUE - BAT A
Communes de ROGNAC (13 340) et de BERRE L'ETANG (13 130)

ETUDE DE FAISABILITE
CONCEPTION DE LA STRUCTURE DES FACADES DEVANT PRENDRE UNE
SURPRESSION ACCIDENTELLE

Etablie le 18/03/2021

1 - Objet

Ce document a pour objet d'étudier la faisabilité et définir la conception des structures pour permettre à la façade Nord et aux pignons Est et Ouest de résister à une surpression accidentelle causée par une explosion dans le site industriel voisin situé au Nord du projet.

2 – Hypothèses et principes de conception

La délimitation des zones sujettes à l'aléas de surpression conduit à dimensionner le bâtiment pour une surpression accidentelle équivalente à une surpression quasi-statique de :

- Façade Nord = 50 millibars, soit approximativement 5 kN/m²
- Pignon ouest = 50 millibars, soit comme pour la façade 5 kN/m²
- Pignon Est = 35 millibars, soit 3.5 kN/m²

Ces valeurs importantes conduisent à modifier les principes de conception habituels de la structure, comparativement à ce qui prévaut lorsque les seuls efforts horizontaux sont ceux du vent ou du séisme. Ce sont les entraxes de poteaux qui seront déterminants pour optimiser le coût de la structure. Nous conserverons les entraxes définis sur les plans, tels que rappelé au § 3, sauf en ce qui concerne le pignon Est pour lequel nous devons ajouter un poteau intermédiaire.

A fin d'optimiser et justifier les choix effectués, il est nécessaire d'évaluer les niveaux de valeur des autres efforts horizontaux auxquels ce bâtiment sera soumis.

Détermination de la pression de vent :

Le projet est situé dans une zone de vent 3, au bord de l'étang de Berre, donc avec une rugosité du sol de type 0. (zéro) conformément à l'a NFP EN 1991-1.4 NA :

$$\text{Vent zone 3 : } P_e = 0.5 \times 1.225 \times 26^2 = 41.3 \text{ daN/m}^2$$

Rugosité 0 (bord de mer) – Hauteur de la construction 14.90 m, d'où $C_e(z) = 3.20$

$$\text{Pression vent incidente : } P_e = 41.4 \times 3.20 = 132.5 \text{ daN/m}^2 .$$

La pression de calcul du vent résultant sur le bâtiment sera donc à l'ELU égal à

$$P_w = 1.50 \times (C_e - C_i) \times P_e = 1.50 \times (0.7 + 0.3) \times 132.5 = 200 \text{ daN/m}^2, \text{ soit } 40\% \text{ de la valeur de la surpression accidentelle}$$

Détermination de la charge équivalente due au séisme :

Le site de la construction est situé en zone sismique 3 – modérée.

Le bâtiment sera classé en catégorie 3 (à confirmer).

Le classement du sol n'a pas encore été précisé par une étude géotechnique.

Par défaut, nous prendrons un sol de classe C, donc un paramètre de sol $S = 1.50$.

L'accélération du spectre élastique est donc $S_{ag} = S \cdot \gamma_{agr} = 1.2 \times 1.1 \times 1.50 = 2.0 \text{ m/s}^2$.

On évalue les forces sismiques sur un système composé d'un poteau 50 x 70 de hauteur 14.90 m, chargé par un panneau béton uniformément réparti de largeur variable entre 4 et 5.50 m

Pour ce système, le coefficient de comportement est $q = 3$

Calcul de la période propre :

On applique la relation 4.9 de l'Eurocode 8 : $T = 2 \cdot d^{0.5}$

Le calcul détaillé donne une période $T = 1.65 \text{ s}$ pour $L = 4.0$ mètres et 1.87 s pour $L = 5.50 \text{ m}$

En sol de classe C, les paramètres du spectre sont : $T_B = 0.06 \text{ s}$; $T_C = 0.40 \text{ s}$ et $T_D = 2.00 \text{ s}$.

Donc $T_C < T < T_D$, l'équation du spectre donnant l'accélération de calcul est

$S_d = a_g \cdot S \times (2.5/q) \times (T_C/T) = 2.0 \times (2.5/3) \times (0.4/T) = 0.67 / T$ en m/s^2

La masse accélérée est $M = 2\,875 \text{ daN/m}$ pour $L = 4.0 \text{ m}$ et $3\,625 \text{ daN/m}$ pour $L = 5.50 \text{ m}$

On en déduit par analogie la « pression » équivalente à comparer à la surpression accidentelle :

Pour $L = 4.0$ mètres, on a $P_{sis} = 2875 \times 0.67 / 1.65 / 4 = 292 \text{ daN/m}^2$

Pour $L = 5.50$ mètres, on a $P_{sis} = 3625 \times 0.67 / 1.87 / 5.5 = 236 \text{ daN/m}^2$

Commentaire des résultats et conséquences en termes de conception :

On note que dans tous les cas , c'est la surpression accidentelle qui reste dimensionnante.

Pour les façades Nord et Ouest, elle est 2.5 fois supérieure au vent et 1.8 fois supérieure au séisme. Pour le pignon Est, les rapports sont respectivement de 1.75 et 1.50.

Le principe consiste à ne pas surdimensionner les poteaux intérieurs et en façade Sud du bâtiment, ni la charpente bois (en particulier les poutres au vent), par rapport au dimensionnement qui serait obtenu en l'absence de surpression accidentelle.

La solution pour respecter ce principe est de concevoir les 3 façades concernées comme auto-stables vis-à-vis des efforts de vent, et de placer des butées de déplacement sur les liaisons poutres au vent / poteaux pour mobiliser la totalité des poteaux de la structure dès que le déplacement des têtes de poteaux de ces façades atteint une valeur déterminée à l'avance.

Cette valeur sera déterminée de sorte que la charpente bois distribuée aux poteaux intérieurs à peu près la même charge qu'elle aurait transmise si le bâtiment était uniquement soumis au vent et au séisme, avec les 4 façades liées rigidement à la structure du toit.

Compte tenu des calculs précédents, on peut considérer cet objectif atteint pour un déplacement des têtes de poteaux égal à la moitié du déplacement total calculé pour la surpression accidentelle. *(Cette valeur pourra être affinée en phase exécution, suivant les calculs précis et en fonction de la technologie retenue pour réaliser les assemblages).*

3 Dimensionnement des poteaux.

Pour calculer les efforts résultants et dimensionner les poteaux, il est nécessaire de déterminer la valeur du jeu en butée, suivant le principe de conception énoncé ci-dessus. Le calcul est itératif, car le calcul des déplacements nécessite de connaître la section de poteaux, et de déterminer leur entraxe.

Le calcul converge rapidement vers la solution définie ci-après :

Section des poteaux et entraxes :

Pignon ouest : entraxes 4.00 m avec surpression 50 millibars :

Poteaux principaux 70 x 70 – Poteaux intermédiaires 60 x 70. (ratio aciers BA 275 kg/m³)

Façade Nord : Entraxes 5.50 m avec surpression 50 millibars :

Tous poteaux 50 x 85 (ratio d'acier BA 290 kg/m³)

Façade Est : Entraxes 6.00 m avec surpression 35 millibar :

Poteaux principaux 70 x 70 – Poteaux intermédiaires 60 x 70. (ratio aciers BA 275 kg/m³)

Pour mémoire, on aura aussi :

poteaux intérieurs 60 x 60. (ratio aciers BA 220 kg/m³)

poteaux des murs coupe-feu 60 x 60. (ratio aciers BA 240 kg/m³)

Poteaux en façade sud :

Option 1 : Poteaux principaux en 70 x 70 avec poteaux intermédiaires bois LC.
(ratio aciers BA 250 kg/m³)

Option 2 : Poteaux principaux 60 x 60 avec poteaux secondaires béton 50 x 60.
(ratio aciers BA 280 kg/m³)

NB 1 – tous les poteaux béton sont encastés en pied.

NB 2 – Tous les poteaux écran thermique doivent être prolongés en baillonette jusqu'à l'acrotère pour reprendre la surpression des panneaux.

Calcul des déplacements en tête et du jeu en butée:

Pignon Ouest : déplacement fictif du mur isolé= 20 cm,

d'où un **jeu avant butée de 10 cm**. (liaison poteau - poutre)

Déplacement total vent seul = 5.3 cm

Déplacement total séisme (compris masse du toit) = 18.0 cm

Déplacement total surpression accidentelle = 16 cm

Façade Nord : déplacement fictif du mur isolé= 22 cm,
d'où un **jeu avant butée de 11 cm**. (liaison poteau - ramasse pannes)
Déplacement total vent seul = 6.0 cm
Déplacement total séisme (compris masse du toit) = 15.9 cm
Déplacement total surpression accidentelle = 16.5 cm

Pignon Est : déplacement fictif du mur isolé= 21 cm,
d'où un **jeu avant butée de 10 cm**. (liaison poteau - poutre)
Déplacement total vent seul = 8.0 cm
Déplacement total séisme (compris masse du toit) = 18 cm
Déplacement total surpression accidentelle = 15.5 cm

4 Dimensionnement des panneaux.

Les panneaux béton des murs coupe-feu intérieurs 2 heures auront une épaisseur minimale de 15 cm leur permettant de résister à u différentiel de pression intérieure de :

$$D_{pi} = P_e \times (C_{i+} - C_{i-}) = (0.3 + 0.2) \times 132.5 = 63 \text{ daN/m}^2 \text{ à l'ELS.}$$

Le moment de flexion à reprendre est de 17 m.kN

Ils seront armés par une nappe de treillis soudé ST35R par face en pose horizontale pour une portée entre poteaux de 12 m (ratio acier 60 kg/m³ en BA)

Les panneaux béton des écrans thermiques 2 h en façade sont dimensionnés par la surpression accidentelle. Leur épaisseur minimale sera de 16 cm, pour les entraxes définis au § 3 précédent. L'armature calculée est celle qui doit être placée sur la face du panneau intérieure au bâtiment. Compte tenu des effets de rebond et de l'environnement XC4, le treillis soudé extérieur sera identique à celui calculé pour l'intérieur.

Les ferrailages seront les suivants :

Panneaux pignon ouest : entraxes poteaux 4.00 m avec surpression = 500 daN/m²

Moment de flexion accidentel : 10 m.kN

Nous prenons un coefficient de sécurité de 1.20% pour majoration d'effets dynamiques, et un enrobage de 4 cm compte tenu de la classe d'exposition XC4.

L'armature sera donc un ST 25 R par face, soit un ratio d'armatures de 45 kg/m³.

Façade Nord : Entraxes 5.50 m avec surpression = 500 daN/m²

Moment de flexion accidentel : 18.9 m.kN

Nous prenons un coefficient de sécurité de 1.20% pour majoration d'effets dynamiques, et un enrobage de 4 cm compte tenu de la classe d'exposition XC4.

L'armature sera donc un ST 50 R par face, soit un ratio d'armatures de 72 kg/m³.

Façade Est : Entraxes 6.00 m avec surpression = 350 daN/m²

Moment de flexion accidentel : 15.8 m.kN

Nous prenons un coefficient de sécurité de 1.20% pour majoration d'effets dynamiques, et un enrobage de 4 cm compte tenu de la classe d'exposition XC4.

L'armature sera donc un ST 35 R par face, soit un ratio d'armatures de 58 kg/m³.

5 – Conclusion

La résistance à la surpression accidentelle est dimensionnante pour les poteaux (et leurs fondations) et les panneaux béton du projet.

Ces murs seront conçus pour être auto-stables pour un déplacement en tête limité à 10 cm en pignon et 11 cm en façade Nord. (Ils seront donc autos-stables vis-à-vis des efforts de vent). Ce jeu de déplacement sera bloqué par une butée sur les poutres au vent de la charpente bois. En situation accidentelle, les poteaux de ces murs auto-stables viendront mobiliser la butée qui transmettra à l'ensemble des autres poteaux le différentiel d'effort restant à reprendre au-delà du parcours en butée.

Le jeu en butée et la section des poteaux auto-stables, précisés sur le plan joint en annexe, seront déterminés pour que ce différentiel d'effort ne soit pas supérieur aux efforts de vent frappant la façade sud, de façon à ne pas surdimensionner les poteaux intérieurs et la charpente bois.

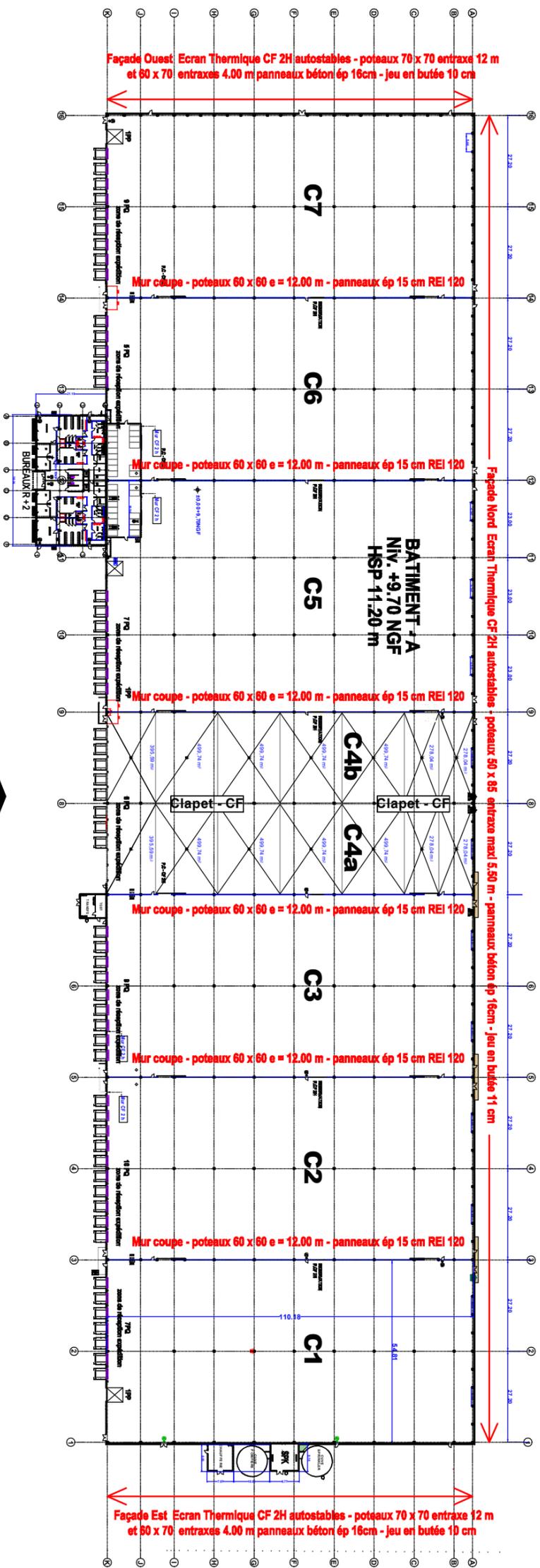
G. DELLA DORA

Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées

**DELLA-DORA INGENIERIE
& BATIMENT**
108, Rue des Frères J&R Kennedy
13300 SALON de PROVENCE
SIRET 831 277 692 00012 - APE 7112 B



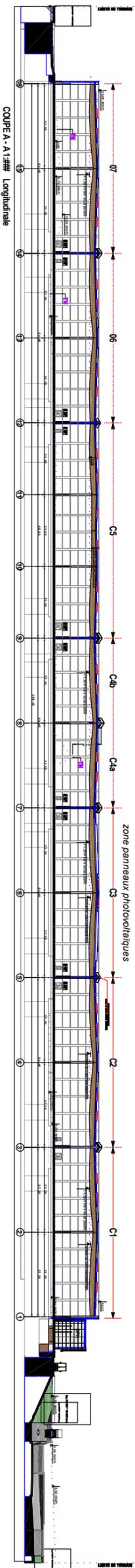
50 millibars



50 millibars



BATIMENT HORS FACADES ECRAN THERMIQUE DIMENSIONNE AU VENT ELU 20 millibar



35 millibars

