

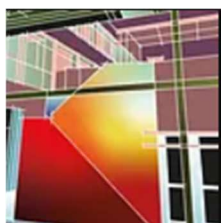


COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
17 rue des Martyrs
38054 Grenoble Cedex 9

MAÎTRE
D'OUVRAGE

CONSTRUCTION D'UN BATIMENT DE STOCKAGE ET LOGISTIQUE DES SALLES BLANCHES DU CEA/LETI

NOTICE SISMIQUE



TOTEM
603, avenue du Peuras
38210 TULLINS
T. 04 76 66 06 03

ARCHITECTE MANDATAIRE



TPF ingénierie
Le Mermoz
7 rue Etienne de la Boétie
38320 – EYBENS
T. 04 76 18 94 84

INGENIERIE
GENERALE

	EMETTEUR	CODE AFFAIRE	TYPE DE DOCUMENT
REFERENCE DU DOCUMENT	LR	BEY240021	NDC.DCE

INDICE	DATE	OBJET	PAGES
01	13/10/2025	Etablissement du document	21
02	27/02/2026	Modification poids isolant en toiture (p.5) et passage DCM à DCL ⁽⁺⁾ (p.8). Ajout vérification feu pannes	21

REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION	DESTINATAIRES
LR	LR	LR	Tous

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION ET DESCRIPTION DU PROJET	4
II.	DONNEES ET HYPOTHESES DE BASES	5
1)	REGLEMENTS DE CALCUL ET DOCUMENTS DE REFERENCE	5
2)	DUREE D'UTILISATION DU PROJET	5
3)	CHARGEMENTS	5
A)	CHARGES PERMANENTES	5
B)	CHARGES D'EXPLOITATION	6
C)	HYPOTHESES SISMIQUES	6
D)	CHARGES CLIMATIQUES	6
4)	MATERIAUX A UTILISER	7
E)	BETON	7
F)	METAL	7
III.	HYPOTHESES SISMIQUES	7
1)	DETERMINATION DE L'ACCELERATION DU SOL	7
2)	DETERMINATION DE LA CLASSE DE SOL	7
3)	DETERMINATION DE LA CLASSE D'IMPORTANCE DES BATIMENTS	7
4)	DETERMINATION DE L'ACCELERATION DE CALCUL DU SOL	8
5)	PRISE EN COMPTE DE LA COMPOSANTE VERTICALE DU SEISME	8
6)	DETERMINATION DE LA CLASSE DE DUCTILITE ET DU COEFFICIENT DE COMPORTEMENT	8
7)	COMBINAISONS D'ACTIONS	8
IV.	MODELISATION SUR ADVANCE DESIGN	9
1)	ANALYSE DE LA PHASE 1	9
A)	GEOMETRIE	9
B)	ANALYSE MODALE	9
C)	DEPLACEMENTS	13
D)	DEPLACEMENTS AUX APPUIS	13
2)	ANALYSE DE LA PHASE 2	15
A)	GEOMETRIE	15
B)	ANALYSE MODALE	15
C)	DEPLACEMENTS	18
D)	DEPLACEMENTS AUX APPUIS	19
E)	SOULEVEMENT AUX APPUIS	19

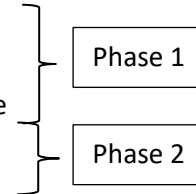
<u>V.</u>	<u>VERIFICATION AU FEU</u>	20
A)	VERIFICATION ARBALETRIER	20
B)	VERIFICATION POTEAUX IPE600	21
C)	VERIFICATION PANNES IPE140	21

I. INTRODUCTION ET DESCRIPTION DU PROJET

L'objet de cette note est de présenter le cadre réglementaire et les hypothèses générales relatives à la conception des ouvrages ainsi que les principes de modélisation adoptés en vue du dimensionnement et la justification des ouvrages.

Les nouveaux bâtiments sont partagés en plusieurs zones correspondant aux différentes activités et réalisés durant 2 phases de travaux distinctes. Il y a :

- Une zone de stockage 01 de 677m²
- Une zone expédition/réception colis + locaux techniques
- Une zone transfert pour relier la partie neuve avec la partie existante
- Une zone de stockage 02 de 491m² + une mezzanine de 491m²
- Une zone bureaux



Ces différentes parties seront réalisées en coulage différé (d'une durée d'au moins 3 mois) permettant de s'affranchir de joints de dilatation.

Les fondations sont superficielles et de type semelles filantes ou isolées. Les planchers bas sont des dallages sur terre-plein non liaisonnés à la structure. Les fondations à proximité des fondations existantes seront fondées au même niveau, un blindage provisoire sera mis en place pour stabiliser les fondations, si nécessaire les fondations seront réalisées par passes alternées.

La formation de sol support étant assez profonde (environ -2.0 m/TN), il a été privilégié un système de fondations type semelles isolées + gros béton formant des puits et reliées par des longrines.

Les superstructures des salles de stockage sont constituées de poteaux métalliques articulés en pieds sur lesquels viennent s'encastrent des arbalétriers métalliques bi-pentes support de couverture formant des portiques. Les poteaux centraux entre les 2 halles de stockage sont dimensionnés pour reprendre les efforts suivant les différentes phases : phase 1 avec un arbalétrier que d'un côté et en phase 2 avec un arbalétrier des 2 côtés. La charpente métallique est dimensionnée pour être stable au feu 1/4h selon EC3 P1-2. Des poutres au vent en toiture permettent de ramener les efforts sur les longpans qui sont transmis aux fondations par des croix de contreventement métalliques.

Contre le bâtiment mitoyen, une paroi coupe-feu 2h est réalisée en maçonnerie.

Des poutres en béton sont intégrées à la maçonnerie pour recouper les hauteurs d'élancement. Ces poutres sont intégrées à des poteaux béton toute hauteur encastres en pied.

En cas d'incendie et d'effondrement de la charpente, la structure périphérique composée de poteaux béton encastres en pied et de murs en maçonnerie est austostable et permettra d'assurer le coupe-feu 2 heures.

La zone bureau est en maçonnerie d'épaisseur 25 cm avec poteaux/poutres support des dalles en béton armé jouant le rôle de diaphragme.

II. DONNEES ET HYPOTHESES DE BASES

L'ensemble des normes et règlements en vigueur sont appliqués pour le dimensionnement des structures du présent projet et plus particulièrement, il est fait application des EUROCODES et de leurs Annexes Nationales.

1) REGLEMENTS DE CALCUL ET DOCUMENTS DE REFERENCE

- Norme NF EN 1990 : Eurocode 0 - Base de calcul des structures, et ses annexes nationales
- Norme NF EN 1991 : Eurocode 1 - Actions sur les structures, et ses annexes nationales
- Norme NF EN 1992 : Eurocode 2 - Calcul des structures en béton, et ses annexes nationales
- Norme NF EN 1993 : Eurocode 3 : Conception et calcul des structures en acier, et ses annexes nationales
- Norme NF EN 1996 : Eurocode 6 : Calcul des structures en maçonnerie, et ses annexes nationales
- Norme NF EN 1997 : Eurocode 7 : Calcul géotechnique, et ses annexes nationales
- Norme NF EN 1998 : Eurocode 8 - Actions sismiques et règles pour les bâtiments, et ses annexes nationales (NF EN 1998-1/NA de décembre 2007)

2) DUREE D'UTILISATION DU PROJET

La durée d'utilisation de projet est fixée à 50 ans, correspondant à une catégorie S4.

3) CHARGEMENTS

a) Charges permanentes

Les charges permanentes sont conformes à la norme NF EN 1991 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitations des bâtiments avec son annexe nationale.

L'ensemble des poids propres sont pris en compte et en particulier les poids propres.

- Plateau support (7 kg/m^2) + isolant (35 kg/m^2) + étanchéité (1 kg/m^2) : 43 kg/m^2
- Panneaux solaires thermiques + ossature : 25 kg/m^2
- Végétalisation ep 40 cm : 880 kg/m^2
- Carrelage sur chape : 150 kg/m^2
- Platelage bois toiture terrasse : 40 kg/m^2
- Caillebotis : 45 kg/m^2
- Plancher collaborant : 221 kg/m^2
- Sol souple : 0 kg/m^2
- Cloisons : 50 kg/m^2
- Poids propres des matériaux :
 - Acier $\rho = 78 \text{ kN/m}^3$
 - Béton armé $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

b) Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation sont conformes à la norme NF EN 1991 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitations des bâtiments avec son annexe nationale et aux valeurs fixées par le programme.

Ces charges sont uniformisées par zones à la valeur la plus contraignante.

- Bureaux et locaux administratifs : 250 kg/m^2
- Escaliers = 250 kg/m^2
- Circulations = 350 kg/m^2
- Halle de stockage : 2 t/m^2 répartie, $3,6 \text{ t}$ sous pied de rack
- Mezzanine = 400 kg/m^2
- Locaux techniques = 400 kg/m^2
- Terrasse accessible = 250 kg/m^2
- Toiture terrasse non accessible = 80 kg/m^2

c) Hypothèses sismiques

- Zone de sismicité : 4
- Classe de sol : C
- Catégorie du bâtiment : II
- Coefficient d'importance : 1.2
- Coefficient de comportement (structure mixte) : $q = 2$
- Classe de ductilité : DCM
- Spectre selon EC8

d) Charges climatiques

Neige :

Région de neige 2007 : C2

Charges de neige (NF EN 1991-1-3/NA) :

- Caractéristique : $s_{k,0} = 0,66 \text{ kN/m}^2$
- Exceptionnelle : $s_{Ad} = 1,35 \text{ kN/m}^2$

Vent :

Région de vent 2008 : 1

Vent de référence (NF EN 1991-1-4/NA) :

- vitesse de base : 22 m/s

4) MATERIAUX A UTILISER

e) Béton

Le béton qui sera utilisé pour l'ensemble de la structure est un béton C25/30 dont les caractéristiques sont les suivantes :

Classe	25/30
Résistance caractéristique compression fck (Mpa)	25
Résistance de calcul à la compression fcd à 28jours (Mpa)	16,7
Résistance traction moyenne fctm (Mpa)	2,6
fractile 5% fctk0.05 = 0.7*fctm	1,8
fractile 95% fctk0.95 = 1.3*fctm	3,3
fctd = 1 * fctk / 1.5	1,20
module sécant Ecm = 22x (fctm/10) ^{0.3} (Mpa)	31476

Les classes d'exposition des bétons ainsi que tout changement de la résistance caractéristique du béton à 28 jours, nature du béton seront détaillés dans le CCTP Lot Gros Œuvre ainsi que les plans structure Maîtrise d'œuvre.

f) Métal

Les poutres métalliques des portiques sont en nuance d'acier S275 à S355.

III. HYPOTHESES SISMIQUES

1) DETERMINATION DE L'ACCELERATION DU SOL

Les bâtiments se situent en zone de sismicité 4 suivant l'arrêté du 22/10/10. L'accélération du sol est égale à :

$$a_{gr} = 1.6 \text{ m/s}^2$$

2) DETERMINATION DE LA CLASSE DE SOL

Suivant le rapport de sol G2AVP de EGSOL, le sol est de classe C avec **S =1,5**.

- $T_B = 0,06$
- $T_C = 0,4$
- $T_D = 2$

3) DETERMINATION DE LA CLASSE D'IMPORTANCE DES BATIMENTS

Selon l'EN 1998-1, les bâtiments industriels font partie de la catégorie d'importance II avec **$\gamma_1 = 1,0$**

Catégorie d'importance	Bâtiments
I	Bâtiments d'importance mineure pour la sécurité des personnes, par exemple, bâtiments agricoles, etc.
II	Bâtiments courants n'appartenant pas aux autres catégories
III	Bâtiments dont la résistance aux séismes est importante compte tenu des conséquences d'un effondrement, par exemple : écoles, salles de réunion, institutions culturelles, etc.
IV	Bâtiments dont l'intégrité en cas de séisme est d'importance vitale pour la protection civile, par exemple : hôpitaux, casernes de pompiers, centrales électriques, etc.

4) DETERMINATION DE L'ACCELERATION DE CALCUL DU SOL

Selon l'EN 1998-1 §3.2.2.2(1), l'accélération de calcul du sol vaut :

$$a_g = \gamma_1 \times a_{gr} = 1,6 \times 1,0 = 1,6 \text{ m/s}^2$$

5) PRISE EN COMPTE DE LA COMPOSANTE VERTICALE DU SEISME

Suivant l'arrêté du 22/10/10, dans le cas d'une zone de sismicité 4, l'accélération verticale de calcul vaut :

$$a_{vg} = 0,8 \times a_g = 0,8 \times 1,6 = 1,28 \text{ m/s}^2$$

Or selon l'EN 1998-1 [4.3.3.5.2(1)], il convient de prendre en compte la composante verticale de l'action sismique uniquement si $a_{vg} > 2,5 \text{ m/s}^2$, ce qui n'est pas notre cas. Par conséquent, nous pouvons négliger cette composante dans notre modélisation.

6) DETERMINATION DE LA CLASSE DE DUCTILITE ET DU COEFFICIENT DE COMPORTEMENT

Les bâtiments sont réguliers en plan et en élévation. Il sera appliqué la classe DCL⁽⁺⁾ avec $q = 2$

7) COMBINAISONS D'ACTIONS

Conformément à l'Eurocode 8 + ANF, la masse sismique est égale à : $G + \psi_E \cdot Q$

$$\text{Avec } \psi_E = \varphi \times \psi_2$$

Pour le stockage 1 : $\psi_E = \varphi \times \psi_2 = 1 \text{ (Toit)} \times 0 \text{ (catégorie H)} = 0$

Pour le stockage 2 : $\psi_E = 1,0 \times 0,8 \text{ (catégorie E)} = 0,80$

Les charges dues au vent n'interviennent pas dans les combinaisons d'actions ($\psi_2 = 0$, cf Eurocode 0 Annexe A1 art. A1.2.2) pour le calcul sismique.

Pour les bâtiments dont l'altitude est inférieure à 1000m, la neige n'intervient ni dans la masse excitée ni dans les combinaisons d'actions ($\psi_2 = 0$, cf Eurocode 0 Annexe A1 art. A1.2.2) pour le calcul sismique.

Les combinaisons d'actions sismiques sont réalisées selon les combinaisons de Newmark

IV. MODELISATION SUR ADVANCE DESIGN

1) ANALYSE DE LA PHASE 1

a) Géométrie

La hall de stockage a été modélisée sur le logiciel ADVANCE DESIGN 2024 aux éléments finis avec les caractéristiques de matériaux et d'ancrage définis ci-avant. La zone colis séparée par un JD et en structure en maçonnerie a un fonctionnement indépendant.

La partie en maçonnerie à l'intérieur de la hall n'est pas modélisée car elle n'est pas solidaire à la charpente métallique.



b) Analyse modale

Les résultats de l'analyse modale (méthode Vecteur Ritz) pour chaque mode sont donnés ci-dessous :

Mode N°	Période (s)	Fréquence (Hz)	Masses modales	
			X kg (%)	Y kg (%)
1	0,6	1,61	67515 (40.11)	0 (0.00)
2	0,6	1,79	7891 (4.69)	0 (0.00)
3	0,5	1,94	4511 (2.68)	0 (0.00)
4	0,5	2,17	156 (0.09)	0 (0.00)
5	0,4	2,61	303 (0.18)	6 (0.00)
6	0,4	2,68	1 (0.00)	20 (0.01)
7	0,3	2,96	1 (0.00)	40408 (24.01)
8	0,3	3,2	14 (0.01)	2 (0.00)

9	0,3	3,44	3 (0.00)	96 (0.06)
10	0,3	3,69	1 (0.00)	1226 (0.73)
11	0,3	3,86	6 (0.00)	2245 (1.33)
12	0,2	4,1	0 (0.00)	8 (0.00)
13	0,2	4,14	0 (0.00)	403 (0.24)
14	0,2	4,16	0 (0.00)	791 (0.47)
15	0,2	4,16	0 (0.00)	1 (0.00)
16	0,2	4,19	0 (0.00)	11 (0.01)
17	0,2	4,2	0 (0.00)	0 (0.00)
18	0,2	4,21	2 (0.00)	0 (0.00)
19	0,2	4,23	0 (0.00)	4 (0.00)
20	0,2	4,24	0 (0.00)	0 (0.00)
21	0,2	4,26	0 (0.00)	0 (0.00)
22	0,2	4,28	2 (0.00)	0 (0.00)
23	0,2	4,3	0 (0.00)	0 (0.00)
24	0,2	4,31	16 (0.01)	0 (0.00)
25	0,2	4,35	0 (0.00)	1 (0.00)
26	0,2	4,37	0 (0.00)	5 (0.00)
27	0,2	4,4	0 (0.00)	0 (0.00)
28	0,2	4,4	0 (0.00)	15 (0.01)
29	0,2	4,41	0 (0.00)	5 (0.00)
30	0,2	4,44	1 (0.00)	10 (0.01)
31	0,2	4,44	0 (0.00)	38 (0.02)
32	0,2	4,45	0 (0.00)	46 (0.03)
33	0,2	4,46	0 (0.00)	1128 (0.67)
34	0,2	4,48	0 (0.00)	2121 (1.26)
35	0,2	4,49	0 (0.00)	0 (0.00)
36	0,2	4,51	2 (0.00)	0 (0.00)
37	0,2	4,53	0 (0.00)	0 (0.00)
38	0,2	4,54	14 (0.01)	0 (0.00)
39	0,2	4,58	0 (0.00)	0 (0.00)
40	0,2	4,6	0 (0.00)	0 (0.00)
41	0,2	4,61	0 (0.00)	0 (0.00)
42	0,2	4,65	0 (0.00)	0 (0.00)
43	0,2	4,65	0 (0.00)	2 (0.00)
44	0,2	4,67	0 (0.00)	10 (0.01)
45	0,2	4,67	0 (0.00)	0 (0.00)
46	0,2	4,68	0 (0.00)	0 (0.00)
47	0,2	4,69	0 (0.00)	0 (0.00)
48	0,2	4,69	0 (0.00)	0 (0.00)
49	0,2	4,69	0 (0.00)	0 (0.00)
50	0,2	4,7	1 (0.00)	0 (0.00)
51	0,2	4,71	1 (0.00)	0 (0.00)
52	0,2	4,71	0 (0.00)	0 (0.00)
53	0,2	4,82	0 (0.00)	840 (0.50)
54	0,2	4,84	0 (0.00)	0 (0.00)
55	0,2	4,91	5 (0.00)	0 (0.00)
56	0,2	4,96	4 (0.00)	0 (0.00)

57	0,2	4,99	49 (0.03)	0 (0.00)
58	0,2	5,21	0 (0.00)	96 (0.06)
59	0,2	5,24	0 (0.00)	39 (0.02)
60	0,2	5,24	0 (0.00)	2676 (1.59)
61	0,2	5,26	0 (0.00)	1041 (0.62)
62	0,2	5,31	0 (0.00)	34 (0.02)
63	0,2	5,31	0 (0.00)	2 (0.00)
64	0,2	5,31	0 (0.00)	1 (0.00)
65	0,2	5,32	0 (0.00)	268 (0.16)
66	0,2	5,33	0 (0.00)	0 (0.00)
67	0,2	5,34	0 (0.00)	3 (0.00)
68	0,2	5,35	0 (0.00)	55 (0.03)
69	0,2	5,36	0 (0.00)	9 (0.01)
70	0,2	5,37	0 (0.00)	0 (0.00)
71	0,2	5,37	0 (0.00)	6 (0.00)
72	0,2	5,38	0 (0.00)	0 (0.00)
73	0,2	5,46	631 (0.38)	0 (0.00)
74	0,2	5,52	0 (0.00)	0 (0.00)
75	0,2	5,72	15 (0.01)	3 (0.00)
76	0,2	5,86	0 (0.00)	2575 (1.53)
77	0,2	5,94	3 (0.00)	1 (0.00)
78	0,2	6,01	7 (0.00)	0 (0.00)
79	0,2	6,07	1006 (0.60)	0 (0.00)
80	0,2	6,2	0 (0.00)	18044 (10.72)
81	0,2	6,24	383 (0.23)	1 (0.00)
82	0,2	6,31	34 (0.02)	0 (0.00)
83	0,2	6,43	13 (0.01)	0 (0.00)
84	0,2	6,54	3 (0.00)	0 (0.00)
85	0,2	6,58	0 (0.00)	5 (0.00)
86	0,2	6,59	0 (0.00)	217 (0.13)
87	0,2	6,59	0 (0.00)	468 (0.28)
88	0,1	6,75	32 (0.02)	0 (0.00)
89	0,1	6,83	0 (0.00)	72 (0.04)
90	0,1	6,97	59 (0.04)	74 (0.04)
91	0,1	6,98	21 (0.01)	265 (0.16)
92	0,1	6,99	0 (0.00)	87 (0.05)
93	0,1	7,07	15 (0.01)	11 (0.01)
94	0,1	7,12	127 (0.08)	4 (0.00)
95	0,1	7,14	364 (0.22)	0 (0.00)
96	0,1	7,23	2 (0.00)	20 (0.01)
97	0,1	7,3	48 (0.03)	0 (0.00)
98	0,1	7,41	13 (0.01)	3 (0.00)
99	0,1	7,5	20 (0.01)	85 (0.05)
100	0,1	7,52	6 (0.00)	211 (0.13)
101	0,1	7,59	0 (0.00)	567 (0.34)
102	0,1	7,65	2 (0.00)	85 (0.05)
103	0,1	7,95	98 (0.06)	5 (0.00)
104	0,1	7,97	1 (0.00)	313 (0.19)

105	0,1	8	2 (0.00)	287 (0.17)
106	0,1	8,17	152 (0.09)	11 (0.01)
107	0,1	8,22	0 (0.00)	75 (0.04)
108	0,1	8,23	6 (0.00)	424 (0.25)
109	0,1	8,44	833 (0.50)	7 (0.00)
110	0,1	8,45	23 (0.01)	942 (0.56)
111	0,1	8,5	2685 (1.60)	12 (0.01)
112	0,1	8,54	14 (0.01)	578 (0.34)
113	0,1	8,9	0 (0.00)	445 (0.26)
114	0,1	9,02	0 (0.00)	1625 (0.97)
115	0,1	9,26	0 (0.00)	77 (0.05)
116	0,1	9,55	25 (0.02)	2 (0.00)
117	0,1	9,58	1 (0.00)	59 (0.04)
118	0,1	9,72	2 (0.00)	127 (0.08)
119	0,1	9,96	1311 (0.78)	0 (0.00)
120	0,1	10,02	2 (0.00)	79 (0.05)
121	0,1	10,24	0 (0.00)	46 (0.03)
122	0,1	10,69	0 (0.00)	0 (0.00)
123	0,1	10,85	177 (0.11)	0 (0.00)
124	0,1	10,88	1 (0.00)	510 (0.30)
125	0,1	10,94	3 (0.00)	298 (0.18)
126	0,1	11,34	17 (0.01)	61 (0.04)
127	0,1	11,44	30357 (18.04)	0 (0.00)
128	0,1	11,68	254 (0.15)	0 (0.00)
129	0,1	12,08	0 (0.00)	0 (0.00)
130	0,1	12,58	0 (0.00)	2 (0.00)
131	0,1	12,68	0 (0.00)	5 (0.00)
132	0,1	13,33	23124 (13.74)	0 (0.00)
133	0,1	13,38	9 (0.01)	148 (0.09)
134	0,1	13,6	1019 (0.61)	0 (0.00)
135	0,1	14,78	11 (0.01)	3 (0.00)
136	0,1	14,85	215 (0.13)	1 (0.00)
137	0,1	15,11	2 (0.00)	18 (0.01)
138	0,1	15,58	1 (0.00)	1 (0.00)
139	0,1	16,15	5 (0.00)	11 (0.01)
140	0,1	16,29	236 (0.14)	0 (0.00)
141	0,1	17,76	0 (0.00)	0 (0.00)
142	0,1	18,52	206 (0.12)	0 (0.00)
143	0,1	18,88	1 (0.00)	7 (0.00)
144	0,1	19,07	3 (0.00)	0 (0.00)
145	0	20,48	657 (0.39)	0 (0.00)
146	0	21,69	1 (0.00)	8 (0.00)
147	0	21,96	1 (0.00)	34 (0.02)
148	0	23,82	553 (0.33)	0 (0.00)
149	0	25,47	1 (0.00)	13 (0.01)
150	0	26,43	1 (0.00)	601 (0.36)
151	0	27,35	5713 (3.39)	0 (0.00)
152	0	28,23	0 (0.00)	165 (0.10)

153	0	28,69	2 (0.00)	116 (0.07)
154	0	32,03	4197 (2.49)	0 (0.00)
155	0	33,29	0 (0.00)	163 (0.10)
156	0	36,5	0 (0.00)	0 (0.00)
157	0	42,99	855 (0.51)	1 (0.00)
158	0	43,1	664 (0.39)	0 (0.00)
159	0	44,59	0 (0.00)	662 (0.39)
160	0	58,81	5835 (3.47)	0 (0.00)
161	0	68,11	2 (0.00)	4 (0.00)
162	0	75,09	0 (0.00)	486 (0.29)
163	0	82,66	2984 (1.77)	0 (0.00)
164	0	99,4	0 (0.00)	36 (0.02)
165	0	111,13	0 (0.00)	66952 (39.78)
166	0	150	2403 (1.43)	0 (0.00)
Total			167973 (99.79)	151898 (90.24)

90% de la masse modale est bien modélisée dans chaque direction.

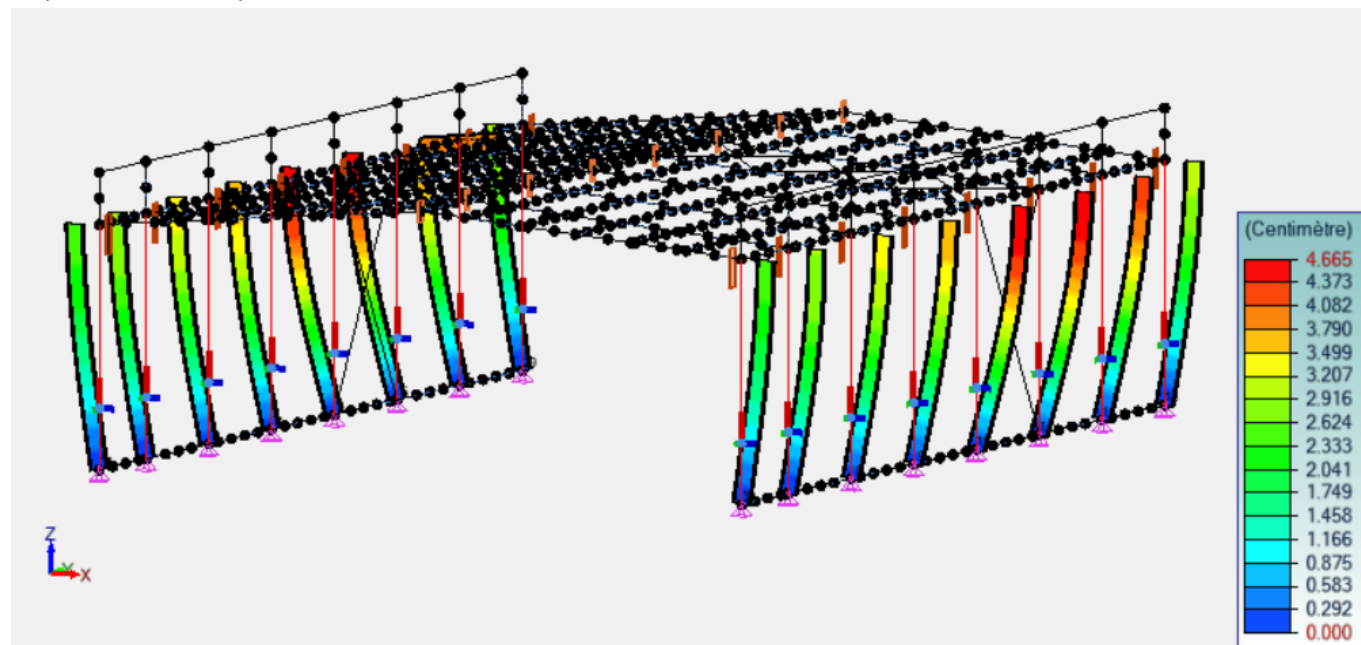
c) Déplacements

Le déplacement des poteaux maximal en tête de poteau est de 4.67 cm.

En considérant que le bâtiment existant se déplace de 2 cm en tête de mur, le déplacement cumulé des 2 bâtiments est : $(2.0^2 + 4.7^2)^{-1/2} = 5.1$ cm

Le JD de 6.0 cm est donc suffisant.

Déplacements des poteaux suivant X :



d) Déplacements aux appuis

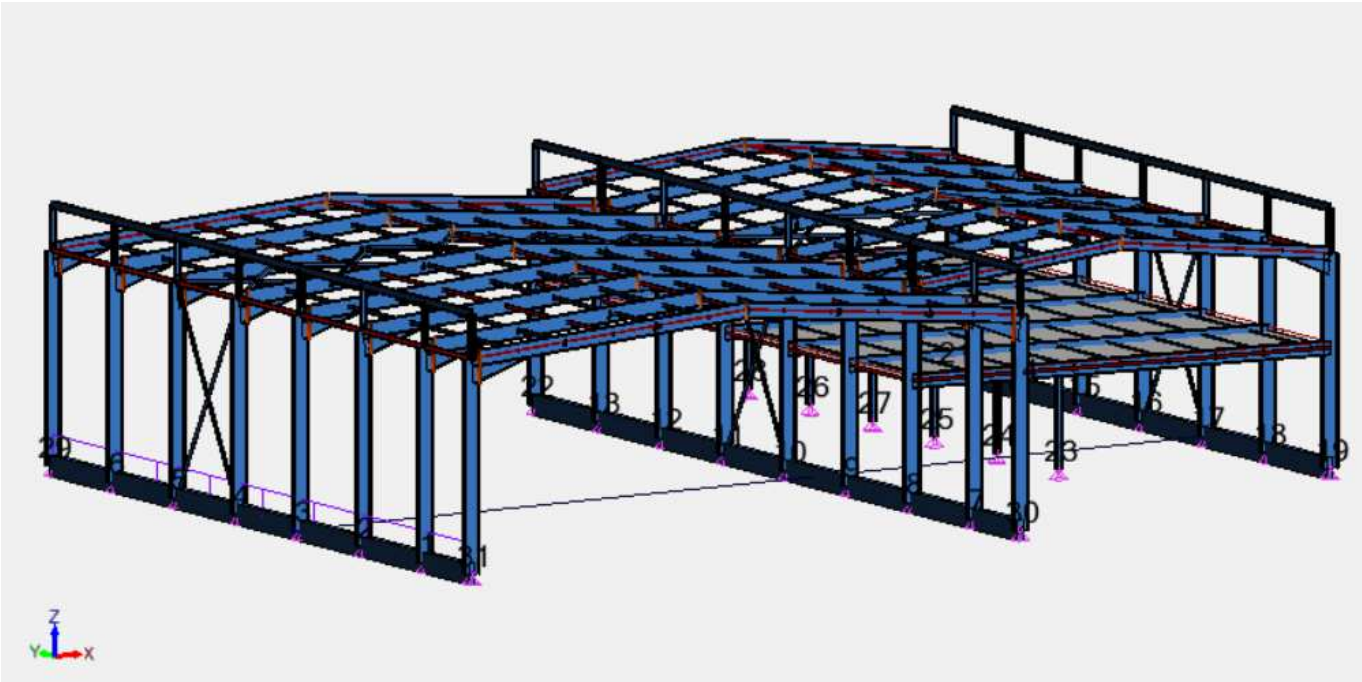
Il n'y a pas de déplacement des appuis sous sollicitations sismiques. Il n'est donc pas nécessaire de mettre des boutons entre les appuis.



2) ANALYSE DE LA PHASE 2

a) Géométrie

Les 2 halles de stockage ont été modélisées sur le logiciel ADVANCE DESIGN 2024 aux éléments finis avec les caractéristiques de matériaux et d’ancrage définis ci-avant.



b) Analyse modale

Les résultats de l’analyse modale (méthode Vecteur Ritz) pour chaque mode sont donnés ci-dessous :

Mode N°	Période (s)	Fréquence (Hz)	Masses modales	
			X kg (%)	Y kg (%)
1	0,8	1,28	438708 (77.15)	1528 (0.27)
2	0,8	1,33	2426 (0.43)	351292 (61.77)
3	0,6	1,69	1968 (0.35)	8230 (1.45)
4	0,5	2	6176 (1.09)	71 (0.01)
5	0,3	3,02	58 (0.01)	0 (0.00)
6	0,3	3,09	18 (0.00)	5 (0.00)
7	0,3	3,28	2 (0.00)	1829 (0.32)
8	0,3	3,3	0 (0.00)	52508 (9.23)
9	0,3	3,56	2 (0.00)	37 (0.01)
10	0,3	3,56	40 (0.01)	791 (0.14)
11	0,3	3,62	279 (0.05)	131 (0.02)
12	0,3	3,76	5 (0.00)	1817 (0.32)
13	0,3	3,81	0 (0.00)	0 (0.00)
14	0,3	3,83	73 (0.01)	32 (0.01)
15	0,3	3,9	122 (0.02)	3396 (0.60)
16	0,3	3,9	1 (0.00)	6 (0.00)

17	0,3	3,94	4 (0.00)	213 (0.04)
18	0,3	3,97	2 (0.00)	50 (0.01)
19	0,2	4,01	2 (0.00)	190 (0.03)
20	0,2	4,02	1 (0.00)	254 (0.04)
21	0,2	4,03	11 (0.00)	349 (0.06)
22	0,2	4,06	31 (0.01)	2367 (0.42)
23	0,2	4,08	1 (0.00)	21 (0.00)
24	0,2	4,1	0 (0.00)	29 (0.01)
25	0,2	4,12	4 (0.00)	8 (0.00)
26	0,2	4,13	2 (0.00)	2946 (0.52)
27	0,2	4,15	12 (0.00)	38 (0.01)
28	0,2	4,16	9 (0.00)	2 (0.00)
29	0,2	4,19	15 (0.00)	112 (0.02)
30	0,2	4,2	10 (0.00)	40 (0.01)
31	0,2	4,22	89 (0.02)	4104 (0.72)
32	0,2	4,22	3 (0.00)	3620 (0.64)
33	0,2	4,25	920 (0.16)	229 (0.04)
34	0,2	4,27	93 (0.02)	89 (0.02)
35	0,2	4,29	98 (0.02)	523 (0.09)
36	0,2	4,29	123 (0.02)	369 (0.06)
37	0,2	4,31	0 (0.00)	2126 (0.37)
38	0,2	4,36	12 (0.00)	2 (0.00)
39	0,2	4,38	17 (0.00)	107 (0.02)
40	0,2	4,38	661 (0.12)	2 (0.00)
41	0,2	4,45	27 (0.00)	49 (0.01)
42	0,2	4,46	692 (0.12)	26 (0.00)
43	0,2	4,49	89 (0.02)	44 (0.01)
44	0,2	4,51	264 (0.05)	3 (0.00)
45	0,2	4,59	2 (0.00)	5 (0.00)
46	0,2	4,6	44 (0.01)	22 (0.00)
47	0,2	4,65	79 (0.01)	33 (0.01)
48	0,2	4,67	150 (0.03)	8 (0.00)
49	0,2	4,69	794 (0.14)	7 (0.00)
50	0,2	4,71	1269 (0.22)	7 (0.00)
51	0,2	4,8	724 (0.13)	186 (0.03)
52	0,2	4,85	17 (0.00)	5442 (0.96)
53	0,2	4,87	28 (0.00)	97 (0.02)
54	0,2	4,96	20 (0.00)	184 (0.03)
55	0,2	5,07	161 (0.03)	111 (0.02)
56	0,2	5,11	1177 (0.21)	28 (0.00)
57	0,2	5,16	494 (0.09)	67 (0.01)
58	0,2	5,23	645 (0.11)	402 (0.07)
59	0,2	5,25	1241 (0.22)	158 (0.03)
60	0,2	5,27	1283 (0.23)	422 (0.07)
61	0,2	5,34	942 (0.17)	305 (0.05)
62	0,2	5,36	21 (0.00)	2165 (0.38)
63	0,2	5,43	18 (0.00)	22 (0.00)
64	0,2	5,47	1193 (0.21)	21 (0.00)

65	0,2	5,57	0 (0.00)	250 (0.04)
66	0,2	5,59	74 (0.01)	617 (0.11)
67	0,2	5,76	51 (0.01)	33 (0.01)
68	0,2	5,86	0 (0.00)	113 (0.02)
69	0,2	5,93	16 (0.00)	25 (0.00)
70	0,2	6,07	869 (0.15)	386 (0.07)
71	0,2	6,09	418 (0.07)	983 (0.17)
72	0,2	6,18	0 (0.00)	20 (0.00)
73	0,2	6,33	93 (0.02)	3 (0.00)
74	0,2	6,4	0 (0.00)	2 (0.00)
75	0,2	6,46	22 (0.00)	1640 (0.29)
76	0,2	6,65	21 (0.00)	3955 (0.70)
77	0,1	6,89	215 (0.04)	7 (0.00)
78	0,1	7,03	1 (0.00)	1109 (0.19)
79	0,1	7,09	17 (0.00)	3 (0.00)
80	0,1	7,16	695 (0.12)	31 (0.01)
81	0,1	7,34	1 (0.00)	0 (0.00)
82	0,1	7,6	75 (0.01)	1401 (0.25)
83	0,1	7,67	0 (0.00)	216 (0.04)
84	0,1	7,77	271 (0.05)	16 (0.00)
85	0,1	8,06	71 (0.01)	818 (0.14)
86	0,1	8,15	25 (0.00)	60 (0.01)
87	0,1	8,32	1449 (0.25)	0 (0.00)
88	0,1	8,48	1068 (0.19)	385 (0.07)
89	0,1	8,59	1965 (0.35)	130 (0.02)
90	0,1	8,74	166 (0.03)	46 (0.01)
91	0,1	9,35	56 (0.01)	1184 (0.21)
92	0,1	9,77	2127 (0.37)	5 (0.00)
93	0,1	9,83	41 (0.01)	1 (0.00)
94	0,1	10,22	169 (0.03)	3051 (0.54)
95	0,1	10,42	904 (0.16)	165 (0.03)
96	0,1	10,63	100 (0.02)	10 (0.00)
97	0,1	11,08	8 (0.00)	1043 (0.18)
98	0,1	11,44	31177 (5.48)	1 (0.00)
99	0,1	11,93	2 (0.00)	765 (0.13)
100	0,1	12,42	2 (0.00)	0 (0.00)
101	0,1	13,32	24613 (4.33)	0 (0.00)
102	0,1	13,56	1 (0.00)	5 (0.00)
103	0,1	13,95	8 (0.00)	59 (0.01)
104	0,1	14,33	902 (0.16)	0 (0.00)
105	0,1	15,75	1 (0.00)	0 (0.00)
106	0,1	17,1	0 (0.00)	34 (0.01)
107	0,1	17,6	418 (0.07)	0 (0.00)
108	0,1	18,01	13 (0.00)	0 (0.00)
109	0	20,67	1635 (0.29)	0 (0.00)
110	0	22,71	4 (0.00)	25 (0.00)
111	0	22,86	1 (0.00)	141 (0.02)
112	0	27,31	15967 (2.81)	0 (0.00)

113	0	27,86	27 (0.00)	17 (0.00)
114	0	29,33	0 (0.00)	954 (0.17)
115	0	33,57	4314 (0.76)	0 (0.00)
116	0	38,1	0 (0.00)	1457 (0.26)
117	0	38,74	8 (0.00)	33 (0.01)
118	0	56,89	7015 (1.23)	0 (0.00)
119	0	64,14	1 (0.00)	0 (0.00)
120	0	103,49	0 (0.00)	60258 (10.60)
121	0	109,01	6749 (1.19)	0 (0.00)
Total			567213 (99.74)	530734 (93.33)

90% de la masse modale est bien modélisée dans chaque direction.

c) Déplacements

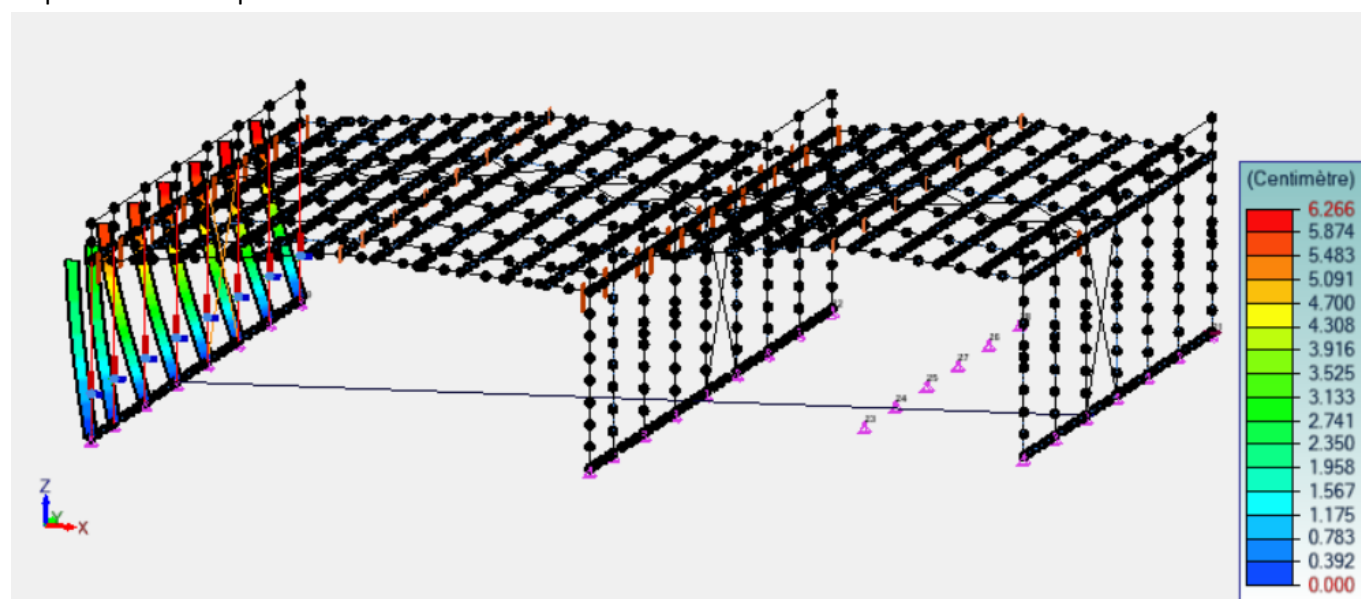
Le déplacement maximal en tête des poteaux le long du JD est de 6.2 cm.

A la hauteur du bâtiment existant, le déplacement est de 5.1 cm.

En considérant que le bâtiment existant se déplace de 2 cm en tête de mur, le déplacement cumulé des 2 bâtiments est : $(2.0^2 + 5.1^2)^{-1/2} = 5.47$ cm

Le JD de 6.0 cm est donc suffisant.

Déplacements des poteaux suivant X :



Le JD de 6 cm contre le bâtiment existant est donc suffisant.

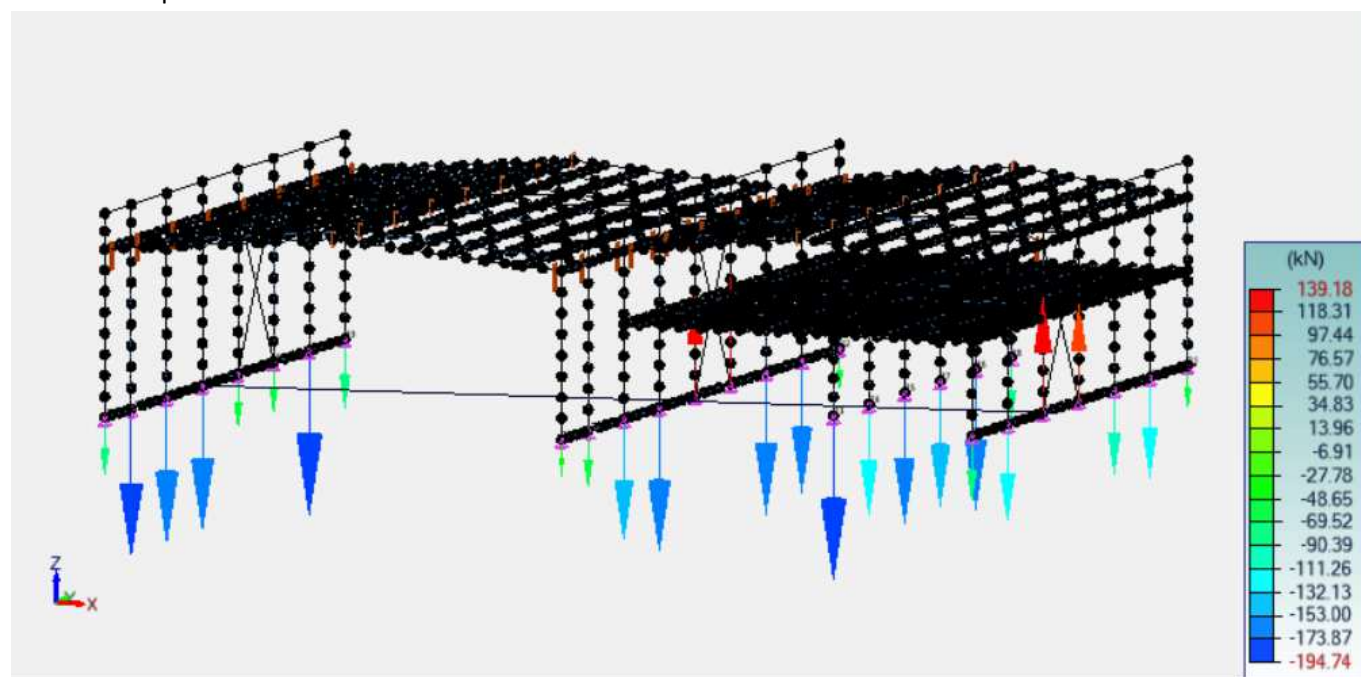
d) Déplacements aux appuis

Il n'y a pas de déplacement des appuis sous sollicitations sismiques. Il n'est donc pas nécessaire de mettre des boutons entre les appuis.



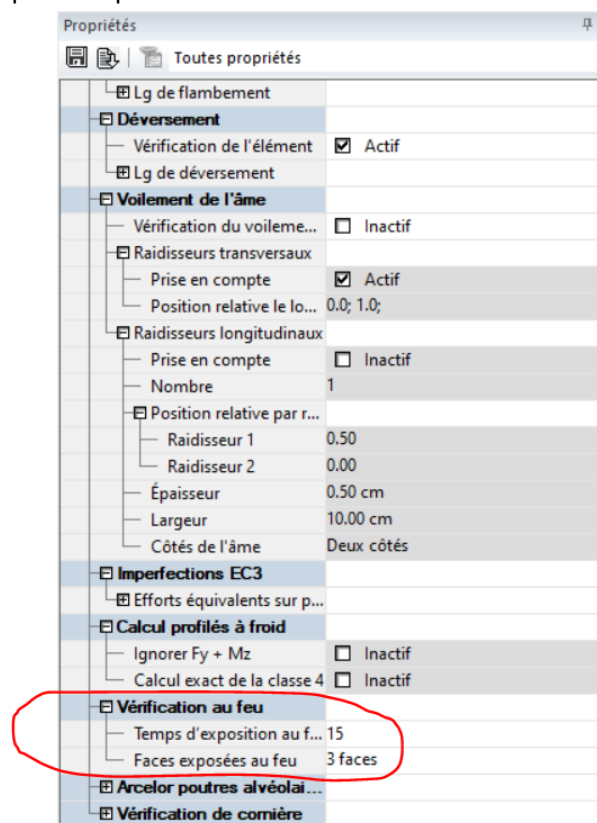
e) Soulèvement aux appuis

Le soulèvement max aux appuis sous sollicitations sismiques est de 139 kN au niveau des massifs centraux reprenant les stabilités verticales. Le poids propre du massif + du gros béton est égal à 170 kN. Le contrepoids est donc assuré pour éviter le soulèvement.



V. VERIFICATION AU FEU

Dans l'expert métal d'Advance Design, la résistance au feu des profilés a été calculée pour un feu de 15 minutes pour les poteaux et les arbalétriers :



a) Vérification arbalétrier

La vérification au feu 15 minutes des arbalétriers est assurée :

Section	Flèches (88%)	Résistance des sections (24%)	Stabilité des éléments (62%)	Résistance au feu et stabilité (81%)
	Cas défavora...	Section Classe	Vérification	Taux de travail
Flexion y (Effet du flambement inclu)	n°1121	Classe 1	$M_{fi,Ed} \leq M_{b,fi,t,Rd} (4.11)$ 119.90 < 175.59 kN*m	68%
Flexion z	n°1112	Classe 4	$M_{fi,Ed} \leq M_{b,fi,t,Rd} (4.11)$ 0.21 < 17.10 kN*m	1%
Flexion composée déviée Y	n°1121	Classe 1	$N_{fi,Ed} / (X_{min,fi} \cdot A \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,gM,fi}) + (k_{y,z} \cdot M_{y,fi,Ed}) / (W_{pl,y} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,gM,fi}) + (k_{z,z} \cdot M_{z,fi,Ed}) / (W_{pl,z} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,gM,fi}) \leq 1 (4.21a)$ 0.32301 < 1.00000	32%
Flexion composée déviée Z	n°1121	Classe 1	$N_{fi,Ed} / (X_{z,fi} \cdot A \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,gM,fi}) + (k_{LT} \cdot M_{y,fi,Ed}) / (X_{LT,fi} \cdot W_{pl,y} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,gM,fi}) + (k_{z,z} \cdot M_{z,fi,Ed}) / (W_{pl,z} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,gM,fi}) \leq 1 (4.21b)$ 0.81228 < 1.00000	81%
Température	-	-	$\Theta_{a,t} < \Theta_{a,CT}$ 588°C < 642°C (92%)	-
Vérification	-	-	Durée : 15 min 3 faces exposées	-

b) Vérification poteaux IPE600

La vérification au feu 15 minutes des poteaux est assurée :

Fiche de profilé - Filaire n°14				
Section	Flèches (92%)	Résistance des sections (35%)	Stabilité des éléments (88%)	Résistance au feu et stabilité (90%)
	Cas défavora...	Section Classe	Vérification	Taux de travail
Flexion y (Effet du flambement incl.)	n°1121	Classe 1	$M_{fi,Ed} \leq M_{b,fi,t,Rd} (4.11)$ $148.85 < 197.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$	75%
Flexion z	n°1098	Classe 4	$M_{fi,Ed} \leq M_{b,fi,t,Rd} (4.11)$ $0.22 < 19.93 \text{ kN}\cdot\text{m}$	1%
Flexion composée déviée Y	n°1121	Classe 1	$N_{fi,Ed} / (X_{min,fi} \cdot A \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{y,Ed} \cdot M_{y,fi,Ed}) / (W_{pl,y} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{z,Ed} \cdot M_{z,fi,Ed}) / (W_{pl,z} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) \leq 1 (4.21a)$ $0.38002 < 1.00000$	38%
Flexion composée déviée Z	n°1121	Classe 1	$N_{fi,Ed} / (X_{z,fi} \cdot A \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{LT} \cdot M_{y,fi,Ed}) / (X_{LT,fi} \cdot W_{pl,y} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{z,Ed} \cdot M_{z,fi,Ed}) / (W_{pl,z} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) \leq 1 (4.21b)$ $0.90207 < 1.00000$	90%
Température	-	-	$\theta_{a,t} < \theta_{a,CT}$ $588^\circ\text{C} < 627^\circ\text{C} (94\%)$	-
Vérification	-	-	Durée : 15 min 3 faces exposées	-

c) Vérification pannes IPE140

La vérification au feu 15 minutes des pannes est assurée :

Fiche de profilé - Filaire n°85				
Section	Flèches (98%)	Résistance des sections (53%)	Stabilité des éléments (53%)	Résistance au feu et stabilité (79%)
	Cas défavora...	Section Classe	Vérification	Taux de travail
Flexion y	n°1121	Classe 1	$M_{fi,Ed} \leq M_{fi,t,Rd} (4.10)$ $4.25 < 7.76 \text{ kN}\cdot\text{m}$	55%
Flexion z	n°1096	Classe 1	$M_{fi,Ed} \leq M_{fi,t,Rd} (4.10)$ $0.03 < 1.69 \text{ kN}\cdot\text{m}$	2%
Flexion composée déviée Y	n°1121	Classe 1	$N_{fi,Ed} / (X_{min,fi} \cdot A \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{y,Ed} \cdot M_{y,fi,Ed}) / (W_{pl,y} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{z,Ed} \cdot M_{z,fi,Ed}) / (W_{pl,z} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) \leq 1 (4.21a)$ $0.79337 < 1.00000$	79%
Flexion composée déviée Z	n°1121	Classe 1	$N_{fi,Ed} / (X_{z,fi} \cdot A \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{LT} \cdot M_{y,fi,Ed}) / (X_{LT,fi} \cdot W_{pl,y} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) + (k_{z,Ed} \cdot M_{z,fi,Ed}) / (W_{pl,z} \cdot k_{y,O} \cdot f_{y,Ed} / g_{M,fi}) \leq 1 (4.21b)$ $0.78447 < 1.00000$	78%
Température	-	-	$\theta_{a,t} < \theta_{a,CT}$ $705^\circ\text{C} < 799^\circ\text{C} (88\%)$	-
Vérification	-	-	Durée : 15 min 3 faces exposées	-

La charpente métallique est désolidarisée de la paroi coupe-feu 2h contre le bâtiment mitoyen. En cas d'effondrement de la charpente en situation d'incendie, la paroi coupe-feu est autostable.