

DIAGNOSTIC STRUCTUREL

BATIMENT ROTONDE, CEREMA TOMBLAINE

Destinataire du rapport	CEREMA, 71 rue de la Grande Haie, 54510 Tomblaine
Site	BATIMENT ROTONDE, CEREMA 71 Rue de la Grande Haie, 54510 Tomblaine



Rédigé par : Fabrice KOLOU

Vérifié par : Thierry SCHALLMO

Affaire : 23 159

SOMMAIRE

1	PRÉAMBULE.....	4
2	MISSION	4
2.1	Contexte.....	4
2.2	Objet.....	4
2.3	Documents mis à disposition.....	4
3	PRESENTATION DU BATIMENT	5
3.1	Caractéristiques.....	5
3.2	Localisation	5
3.3	Reportage photos sur site.....	7
4	RÈGLEMENTS UTILISÉS	14
5	ANALYSE DE LA STRUCTURE PORTEUSE DU BATIMENT	14
6	ETUDE DU PLANCHER HAUT RDC	17
6.1	Hypothèses prises en compte	19
6.3.2	<i>Critère limite de flèche verticale</i>	22
6.4	Résultats de la vérification de la dalle champignon	23
6.4.1	<i>Aux ELU</i>	23
6.4.2	<i>Aux ELS</i>	25
7	VERIFICATION DE LA CHARPENTE.....	27
7.1	Hypothèses de calculs	27
7.1.1	<i>Matériaux</i>	27
7.1.2	<i>Hypothèses de charges :</i>	27
a)	Charges permanentes Existantes :	27
b)	Charges permanentes Projet (scénario 1):	27
c)	Charges d'exploitation :	27
d)	Charge de neige :	28
e)	Charges de vent :	28
7.2	Vérifications ELU :	29
7.3	Vérification ELS :	29
7.3.1	<i>Types de flèches :</i>	29
7.3.2	<i>Les critères limites de flèches :</i>	29

7.4	Modélisation.....	30
7.5	Vérification de la charpente avec charges existantes	31
7.5.1	<i>Vérification Fermes principales (Coupe 1-1).....</i>	<i>31</i>
7.5.2	<i>Vérification Empannon (Coupe 2-2).....</i>	<i>33</i>
7.5.3	<i>Vérification Poutre de façade (Coupe 4-4).....</i>	<i>35</i>
7.5.4	<i>Vérification Poutre P support Lanterneau (Coupe 6-6).....</i>	<i>37</i>
7.5.5	<i>Vérification Fermes principales avec passage gaine</i>	<i>39</i>
7.5.6	<i>Vérification Empannon avec passage gaine</i>	<i>41</i>
7.5.7	<i>Vérification Poutre de façade (Coupe 8-8).....</i>	<i>43</i>
7.5.8	<i>Vérification Poutre V support Lanterneau (Coupe 6-6).....</i>	<i>45</i>
7.6	Vérifications de la charpente avec surcharge de projet.....	47
7.6.1	<i>Vérification Fermes principales (Coupe 1-1).....</i>	<i>47</i>
7.6.3	<i>Vérification Poutre de façade (Coupe 4-4).....</i>	<i>51</i>
8	CONCLUSION	55

1 PRÉAMBULE

NANCY STRUCTURE est une société spécialisée dans l'ingénierie du génie civil et plus particulièrement l'ingénierie des structures.

Les ingénieurs de NANCY STRUCTURE interviennent tout au long du cycle de vie des structures, de la conception, réalisation, diagnostic, faisabilité à la déconstruction de celles-ci.

La mission confiée à NANCY STRUCTURE s'appuie sur les normes passées et existantes, des données scientifiques obtenues par une analyse poussée de la structure mais qui, en raison de leurs hautes technicités, comportent un degré d'incertitude qui restera à lever lors de l'exécution.

2 MISSION

2.1 Contexte

Monsieur RIBEIRO Georges, pour le compte de la Direction Territoriale Est du CEREMA, à consulté NANCY STRUCTURE pour la réalisation d'un diagnostic structure dans la cadre de la restructuration et de la rénovation du bâtiment « Rotonde » sur le site du CEREMA au 71 Rue de la Grande Haie, à Tomblaine.

2.2 Objet

L'entreprise NANCY STRUCTURE a été sollicité pour la réalisation d'un diagnostic structure afin de réaliser une rénovation du bâtiment « Rotonde » du CEREMA-EST. Les travaux à prévoir sont notamment les suivants :

- Désamiantage,
- Redistribution des locaux,
- Isolation thermique.

Notre étude porte sur :

- Une description du système constructif du bâtiment « Rotonde »,
- Un diagnostic visuel de l'état de la structure, avec description des désordres constatés et préconisation des travaux,
- La réalisation d'une étude de portance des éléments structuraux du bâtiment « Rotonde »

2.3 Documents mis à disposition

- DWG des plans d'étages des bâtiments « Rotonde » et « Laitier »
- Plan archi des étages des bâtiments « Rotonde » et « Laitier »
- Plans EXE d'époque de détails sur les galeries techniques du bâtiment « Rotonde »
- Plans EXE d'époque de la charpente métallique de la toiture du bâtiment « Rotonde »

En complément des plans archi et des éléments d'archives structuraux retrouvés sur site et mis à notre disposition par le maître d'ouvrage, nous avons menés des investigations aux archives municipales qui nous ont permis de retrouver les éléments suivants :

- Compte rendu de réunion du 18-09-1967 précisant les surcharges de tuyauterie de gaines sur la charpente du bâtiment « Rotonde »
- Plan de coffrage des fondations du bâtiment « Rotonde »

- Plan de coffrage du plancher haut RDC du bâtiment « Rotonde »
- Plan de ferrailage du plancher haut RDC du bâtiment « Rotonde »
- Des extraits de CCTP précisant les méthodes d'exécution des travaux avec un cahier des charges précisant les surcharges sur le plancher haut du RDC du bâtiment « Rotonde »
- Des compléments de plan EXE de la charpente métallique du bâtiment « Rotonde »

3 PRESENTATION DU BATIMENT

3.1 Caractéristiques

Bâtiment « Rotonde » :

- Exploitation actuelle : bureaux, ateliers, laboratoires.
- Niveaux : RDC et R+1 avec une galerie technique.
- Système constructif : Dallage terreplein, plancher champignon sur poutre au haut RDC, poteaux, mur béton porteur en zone centrale et en partie sur la façade. Cloisonnement en cloisons système et en agglos.
- Fondations : Semelle isolée sur poteaux et semelle filante sous mur porteur.
- Type de toiture : charpente métallique avec couverture en bac acier avec isolation de faible épaisseur et bitumée pour étanchéité.

3.2 Localisation

Notre étude est réalisée sur le site de CEREMA -EST à Tomblaine, au 71 Rue de la Grande Haie, 54510.



Vue de dessus.

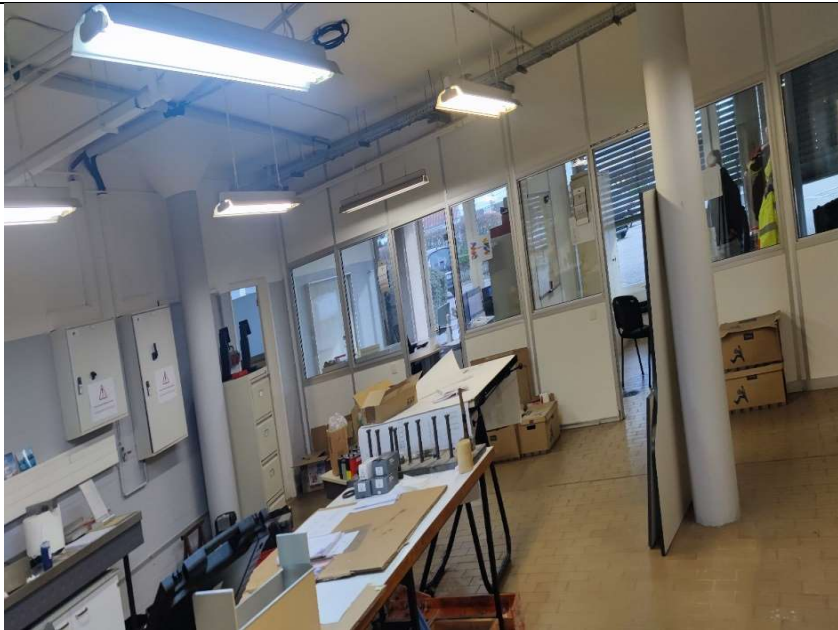


Bâtiment
« ROTONDE »

Localisation du site et du bâtiment étudié

3.3 Reportage photos sur site

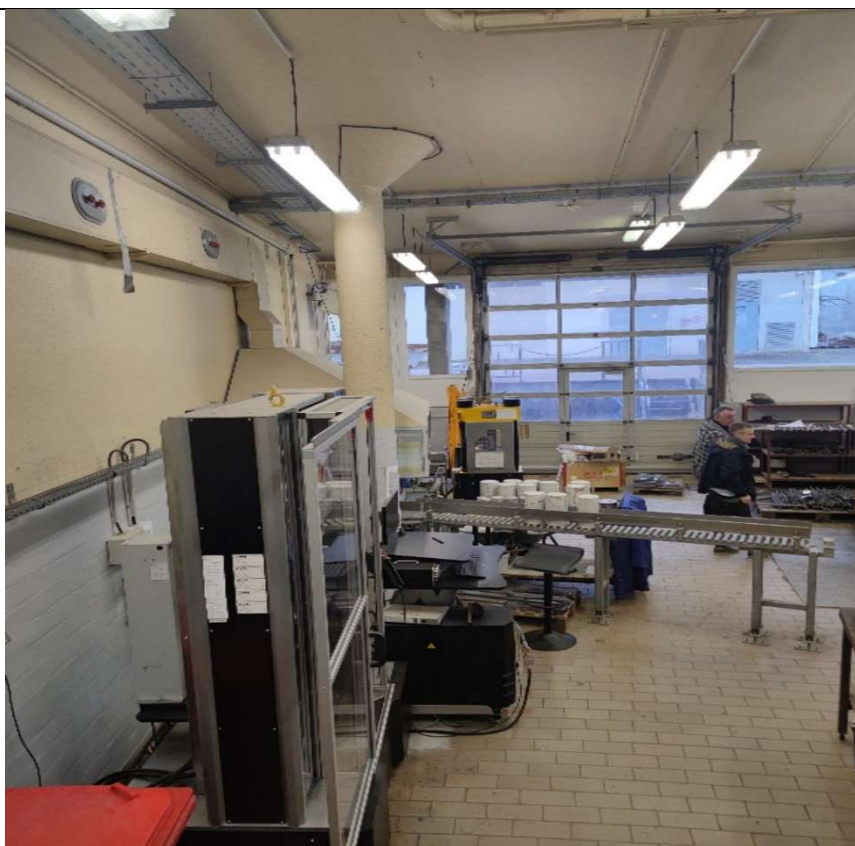
Ci-après les images du site à la suite de notre visite en date du 11-12-2023 :

Photos	Description
	Img. 1 Vue de façade du Bâtiment « Ronde », avec poteau BA de section 30x100 sur l'extérieur du bâtiment au RDC. Le R+1 est composé d'une ossature métallique avec bardage.
	Img.2 Zone d'exploitation bureau du bâtiment, vue des poteaux circulaires portant le plancher champignon (haut RDC), présence de cloisons en agglomérés creux.



Img.3

Vue d'un poteau béton circulaire soutenant le plancher champignon, section $\phi 32$ cm.



Img.4

Zone d'exploitation salle de presse du bâtiment.



Img.5

Salle de presse du bâtiment, vue d'une machine lourde utilisée dans la salle.



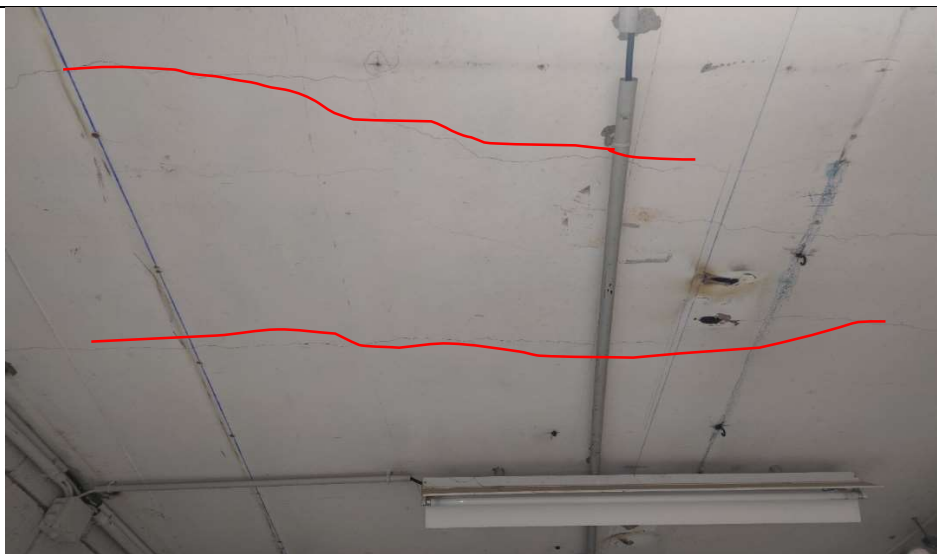
Img.6

Salle de presse du bâtiment, vue d'une machine lourde utilisée dans la salle.



Img.7

Salle granulométrie
du bâtiment.



Img.8

Légères fissures en
sous face de dalle
haute rdc (dans la
salle granulo).

Possiblement dues à
un fort retrait de la
dalle de forte
épaisseur.

Sans gravité.



Img.9

Légères fissures en sous face de dalle haute rdc (dans la salle granulo).

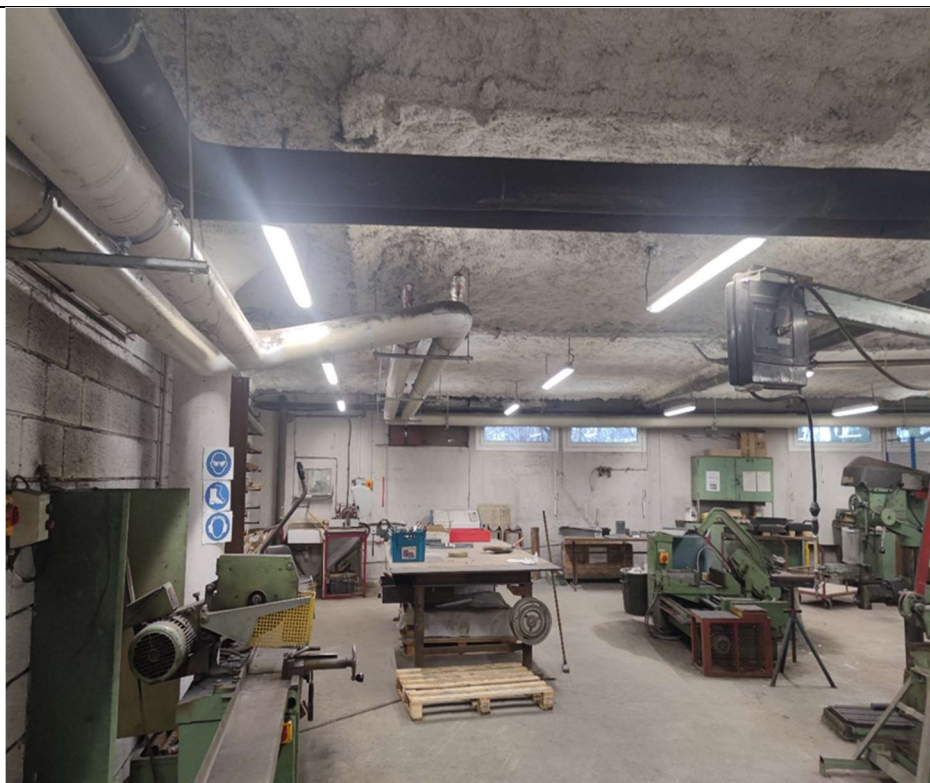
Possiblement dues à un fort retrait de la dalle de grande épaisseur.



Img.10

Salle atelier

Vue des cloisons en agglos de remplissage.



Img.11

Flocage en sous face de dalle (salle atelier).



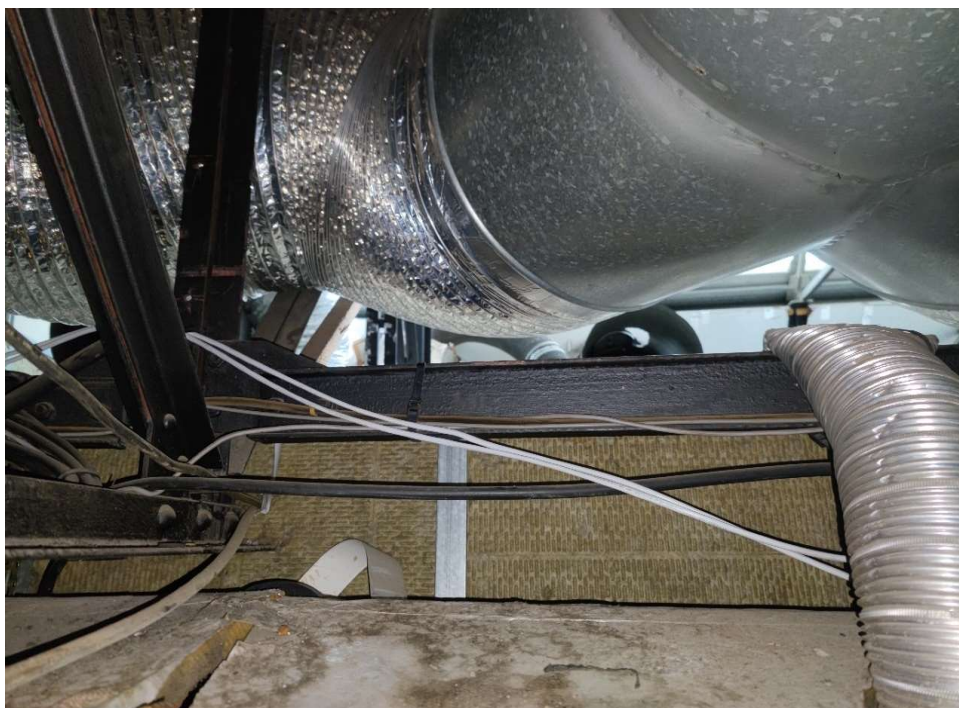
Img.12

Vue dans le faux plafond au R+1, nous remarquons des éléments de charpente métallique et couverture bac acier.



Img.14 et 15

Vue dans le faux plafond au R+1, nous remarquons des tuyauteries de diamètre important pour les réseaux de ventilation.



4 RÈGLEMENTS UTILISÉS

Eurocode 0 :

- NF EN 1990 : Base de calcul des structures.

Eurocode 1 :

- NF EN 1991-1-1 : Poids volumiques, Poids propres, charges d'exploitation des bâtiments.
- NF EN 1991-1-3 : Charges de neige.
- NF EN 1991-1-4 : Actions du vent.

Eurocode 2 :

- NF EN 1992 : Conception et calcul des structures en béton.

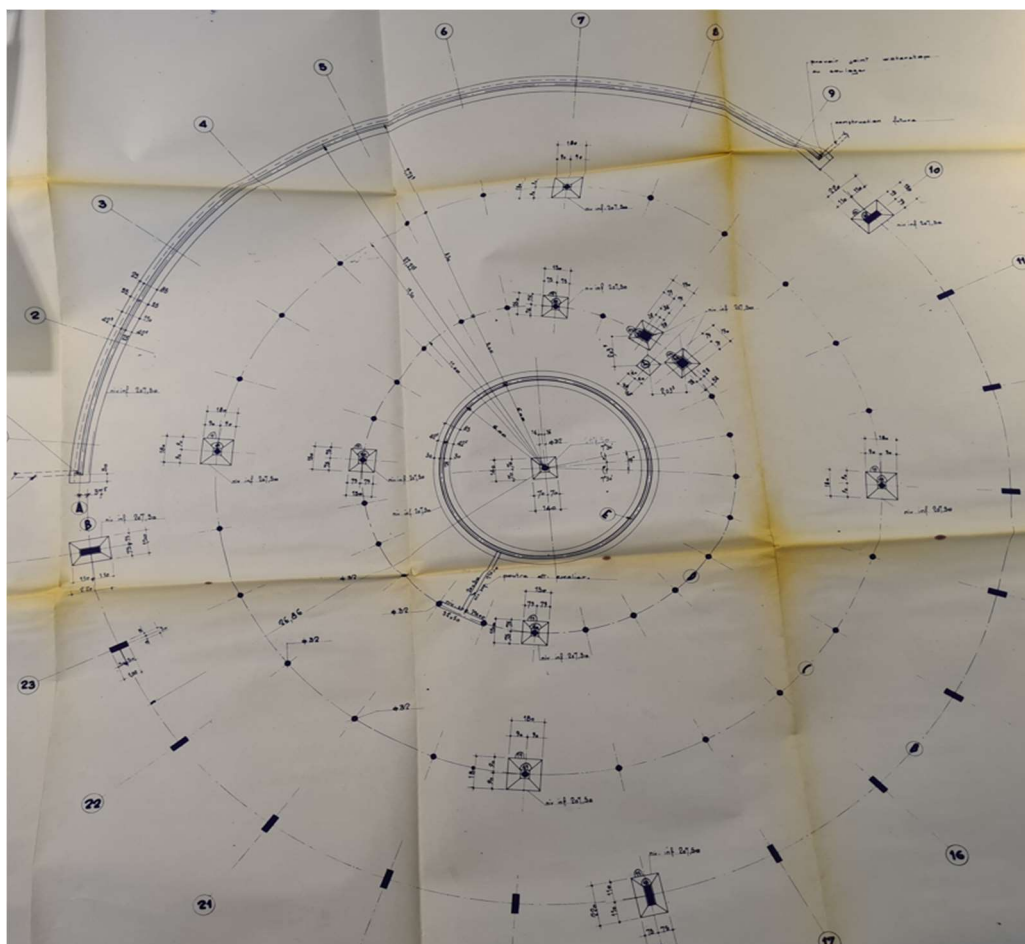
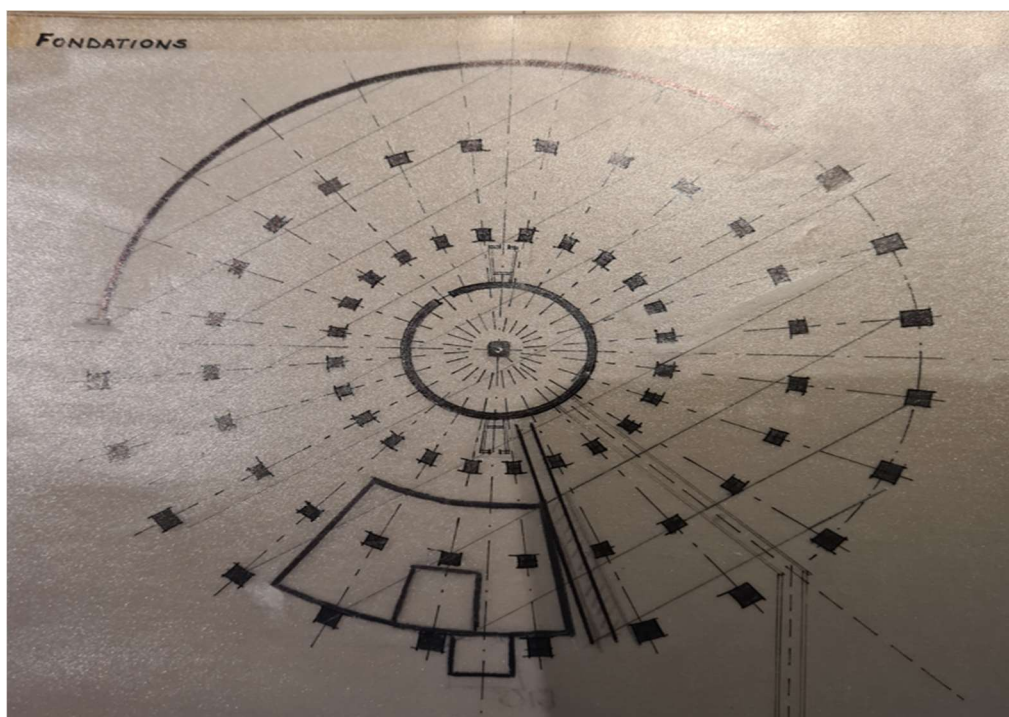
Eurocode 3 :

- NF EN 1993 : Conception et calcul des structures en acier.

5 ANALYSE DE LA STRUCTURE PORTEUSE DU BATIMENT

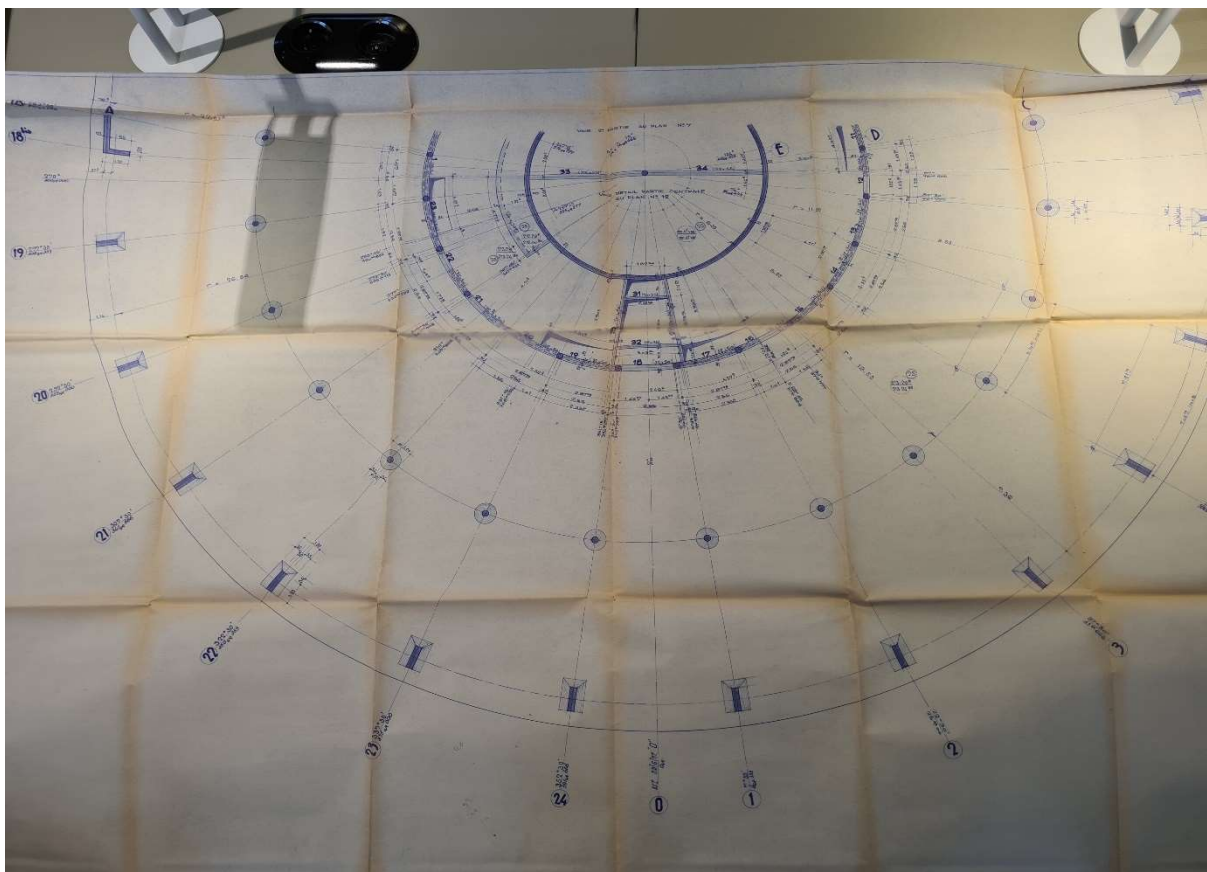
Les plans mis à notre disposition par le maître d'ouvrage ainsi que nos investigations sur site et dans les archives municipales nous ont permis de dégager le système porteur suivant :

- Semelles isolées sous poteaux,
- Semelle filante sous mur porteur en façade,
- Dallage terreplein en béton armé de 10 cm d'épaisseur,
- Dallage porté au droit de la salle presse,
- Poteaux circulaires en BA $\phi 32$ en intérieurs et poteaux rectangulaires BA 30x100 en extérieurs,
- Poutres BA 32x50h supportant le plancher champignon,
- Dalle champignon (plancher haut RDC) reposant sur les poteaux et les poutres BA,
- Au R+1, toiture en charpente métallique en ferme treillis et reposants sur des poteaux métalliques en HEA 120.



Extraits d'archives : Plans de coffrage des fondations

Le dallage sur les zones courante est sur terreplein de 10 cm d'épaisseur.

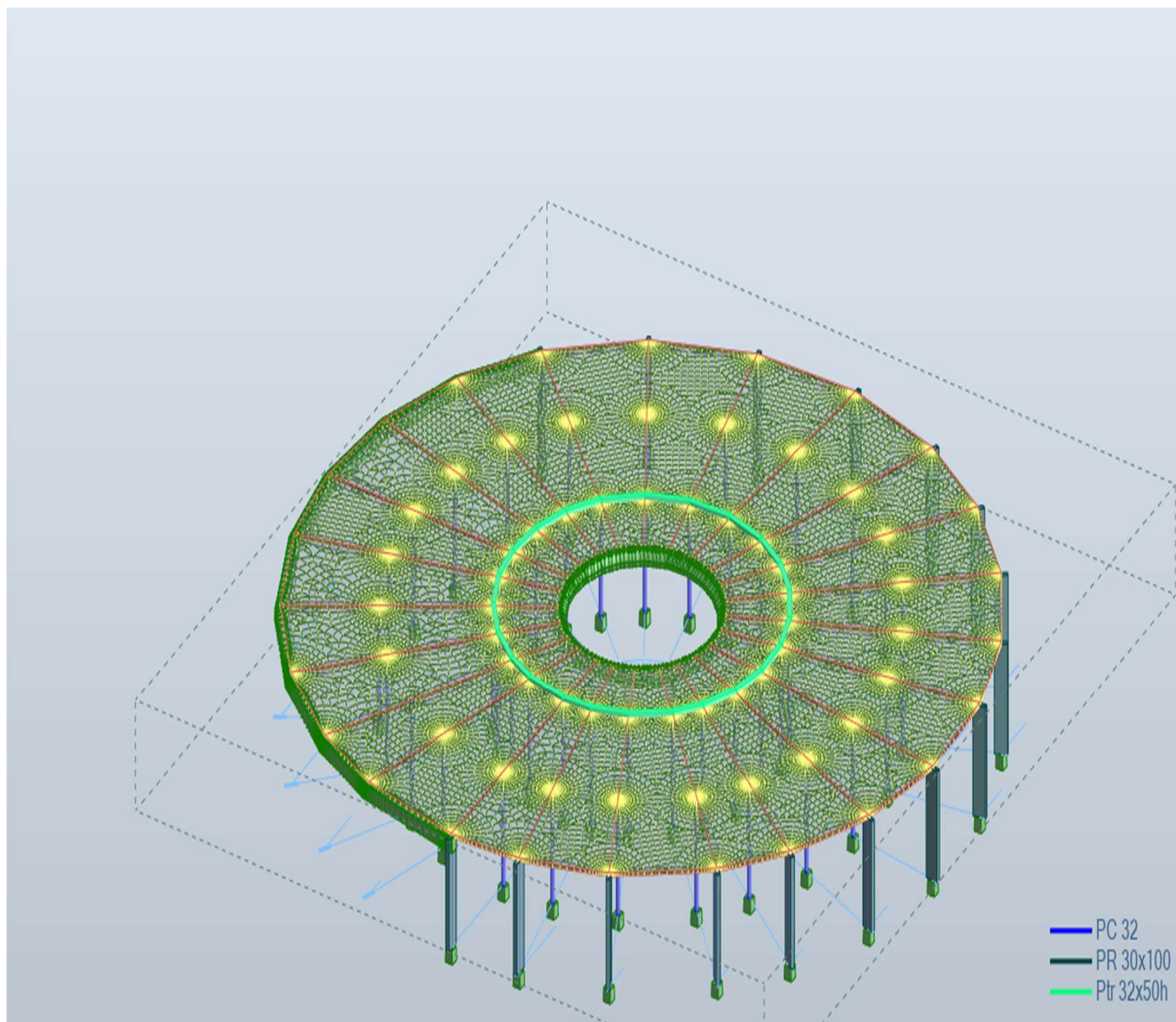


Extraits d'archives : Plans de coffrage du plancher haut RDC (dalle champignon)



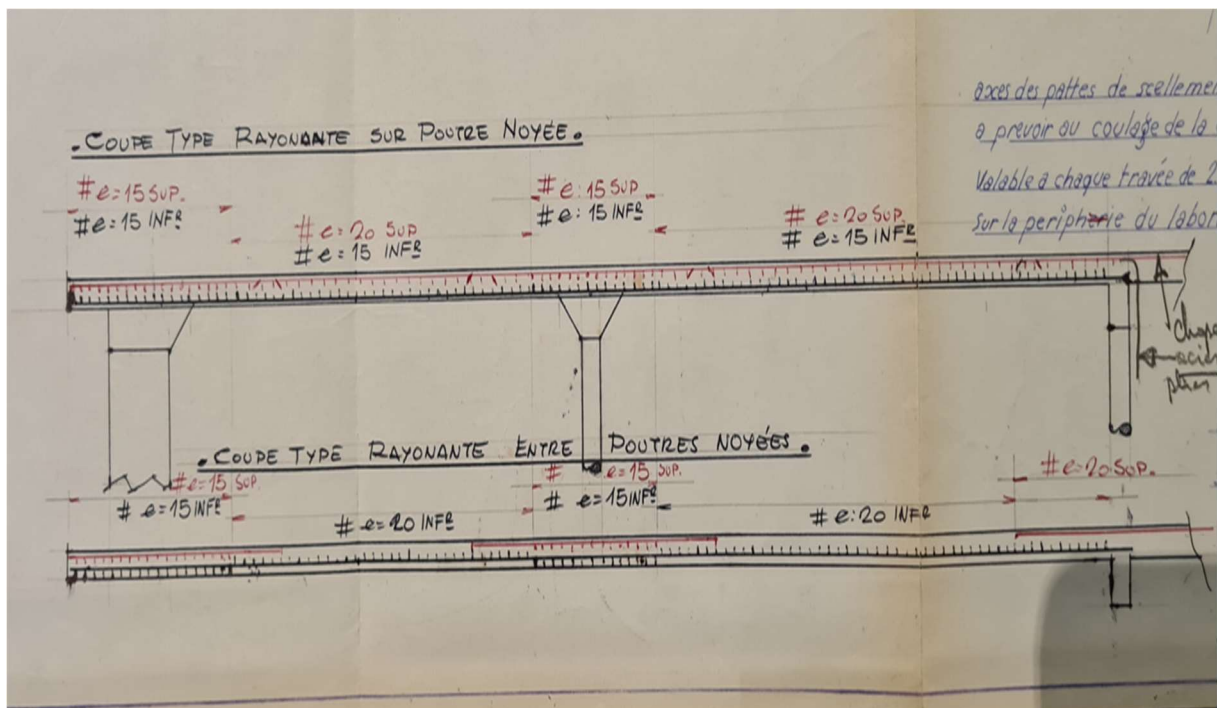
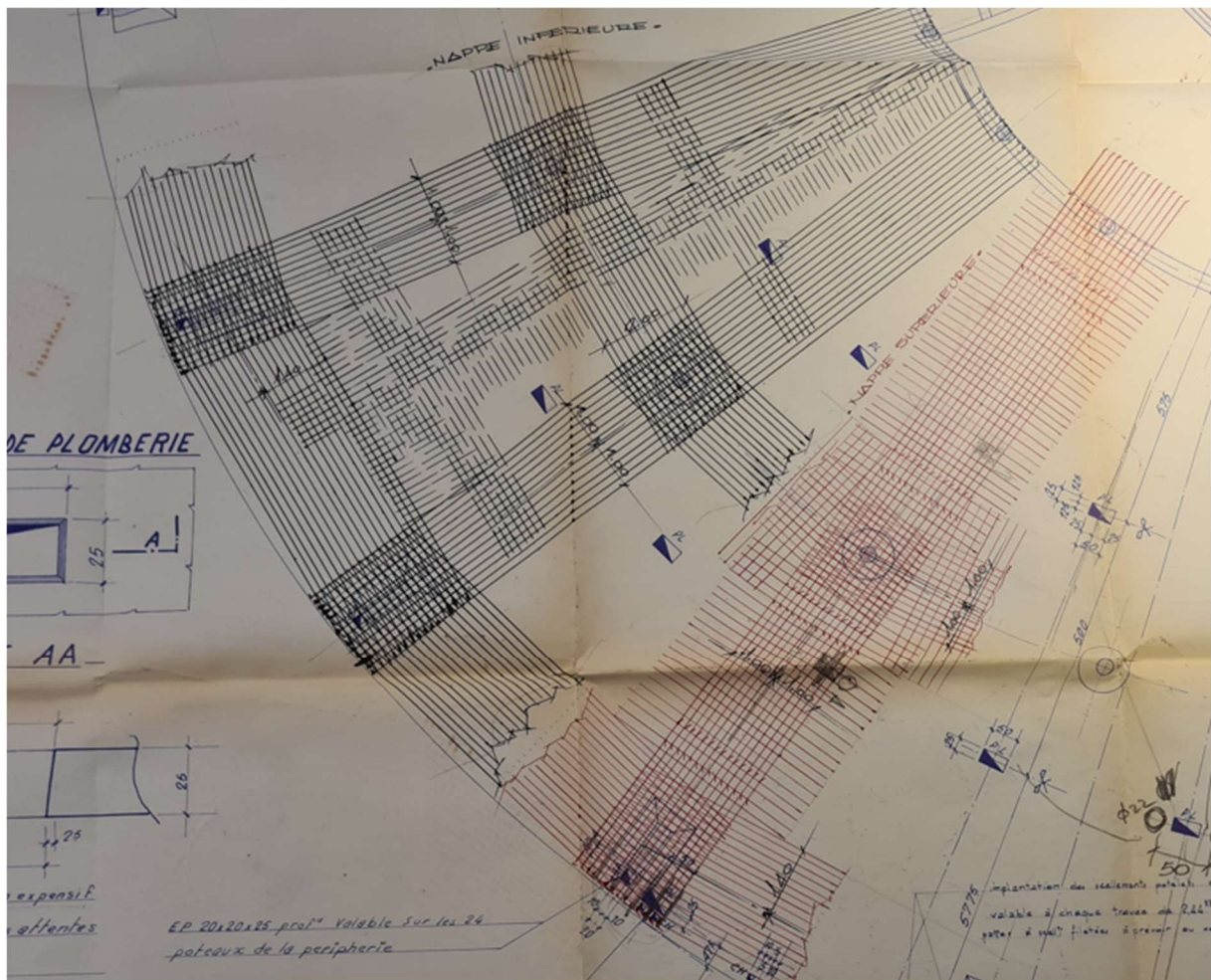
6 ETUDE DU PLANCHER HAUT RDC

Le plancher haut du RDC est une dalle champignon en béton armé, reposant sur les poteaux, des poutres, et des murs bétons (en façade et en partie centrale).



Modélisation du plancher champignon dans notre logiciel de calcul (Robot structural)

Nous avons, pour effectuer cette vérification, le ferrailage de la dalle champignon retrouvé sur un plan de ferrailage du bâtiment dans les archives municipales :



Extraits d'archives : ferrailage du plancher haut RDC (dalle champignon)

Le plan ferrailage nous indique les éléments suivants :

- Ferrailage renforcée (poutre noyée) dans l'alignement des poteaux béton dans les deux sens. Les treillis d'aciers ont des mailles de 15cm. Sachant que les barres d'aciers dans la dalle sont de diamètre $\phi 14$ (voir carottage de la dalle) nous avons donc une section d'acier de $11.6 \text{ cm}^2/\text{m}$ d'aciers dans chaque sens en nappe supérieure et en nappe inférieure.
- Dans les zones intermédiaires, nous avons des treillis d'aciers ($\phi 14$) de mailles de 20cm de dimensions, correspondant donc à une section d'acier de $9.24 \text{ cm}^2/\text{m}$ dans chaque sens en nappe inférieure.
- Une zone renforcée en partie inférieure par des barres aciers ($\phi 14$) comme indiqué dans la zone encerclée en rouge sur le plan d'archive ci-dessus



Ancien carottage du plancher haut RDC (Dalle champignon), nous pouvons constater 27cm de béton, 4.5cm de chape et 2 cm de revêtement.

Barre d'acier porteur de diamètre $\phi 14$ avec un espacement de 20 cm..

6.1 Hypothèses prises en compte

Matériaux :

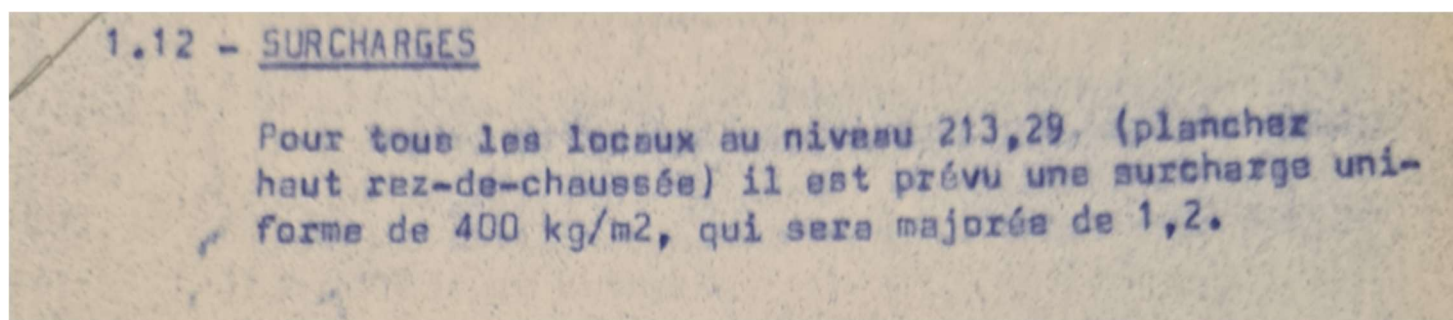
- Béton : C25/30
- Acier : Fe B400

Charges permanentes :

- Plancher champignon, dalle béton $e = 27 \text{ cm}$: 675 kg/m^2
- Revêtement + chape : 115 kg/m^2
- Cloisonnement : 100 kg/m^2

- Faux plafonds : 10 kg/m²

Charges d'exploitation :



Extrait de cahier des charges issu des archives municipales

Pour nos calculs de vérifications, nous prendrons donc une charge d'exploitation de 480 kg/m² à l'ELU.

Combinaisons de charge

Coefficients des combinaisons de charges selon l'Eurocode 0 :

Coefficients partiels en fonction du type d'action	Bâtiment usuel
Durée indicative d'utilisation du bâtiment	50 ans
Action permanente (STR) : $\gamma_{G, sup}$	1,35
Action permanente (STR) : $\gamma_{G, inf}$	1
Action permanente (EQU) : $\gamma_{G, inf}$	0,9
Action variable (STR) : γ_Q	1,5

Action Variable	ψ_0 action variable d'accompagnement	ψ_1 Combinaison accidentelle (incendie)	ψ_2 Fluage et Combinaison accidentelle
Charges d'exploitation des bâtiments			
Catégorie A : habitations 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 : commerce	0,7	0,7	0,6
Catégorie E : stockage	1	0,9	0,8
Catégorie H : toits	0	0	0
Charges de neige			
Altitude > 1 000 m	0,7	0,5	0,2
Altitude ≤ 1 000 m	0,5	0,3	0
Action du vent			
	0,6	0,2	0

Combinaisons de charges ELU selon l'Eurocode 0 :

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinaisons de charges ELS selon l'Eurocode 0 :

- Combinaison caractéristique :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinaison Fréquente :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

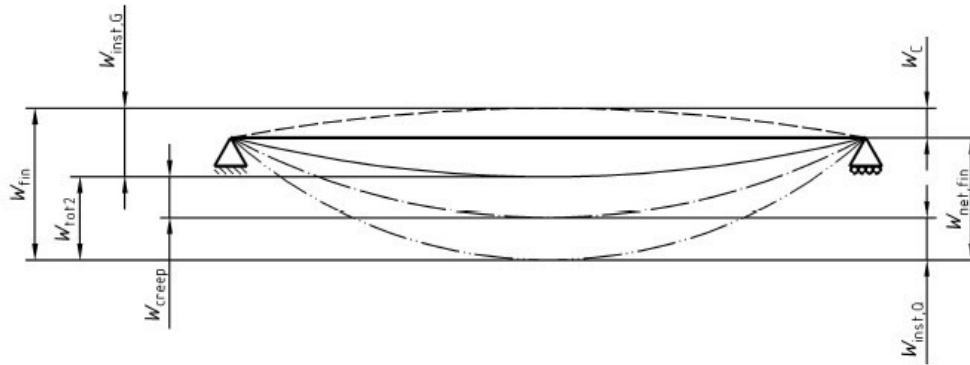
6.2 Vérifications aux ELU

Les vérifications des éléments à l'ELU sont menées suivant les prescriptions des Eurocodes (EC2, EC3 et EC5), pour les différentes combinaisons de contraintes.

La stabilité des éléments au flambement et au déversement est également vérifiée suivant les exigences de ces mêmes règlements.

6.3 Vérifications aux ELS

6.3.1 Types de flèches verticales



Définition des flèches verticales selon les Eurocodes

- $w_{inst}(Q)$: Flèche instantanée due aux actions variables
- w_c : Contreflèche (si existante)
- w_{creep} : Flèche due au fluage (déformation temporelle)
- w_{fin} : Flèche finale (y compris contreflèche)
- $w_{net, fin}$: Flèche nette finale (contreflèche déduite)
- $w_2 = (w_{creep} + w_{inst}(Q))$

6.3.2 Critère limite de flèche verticale

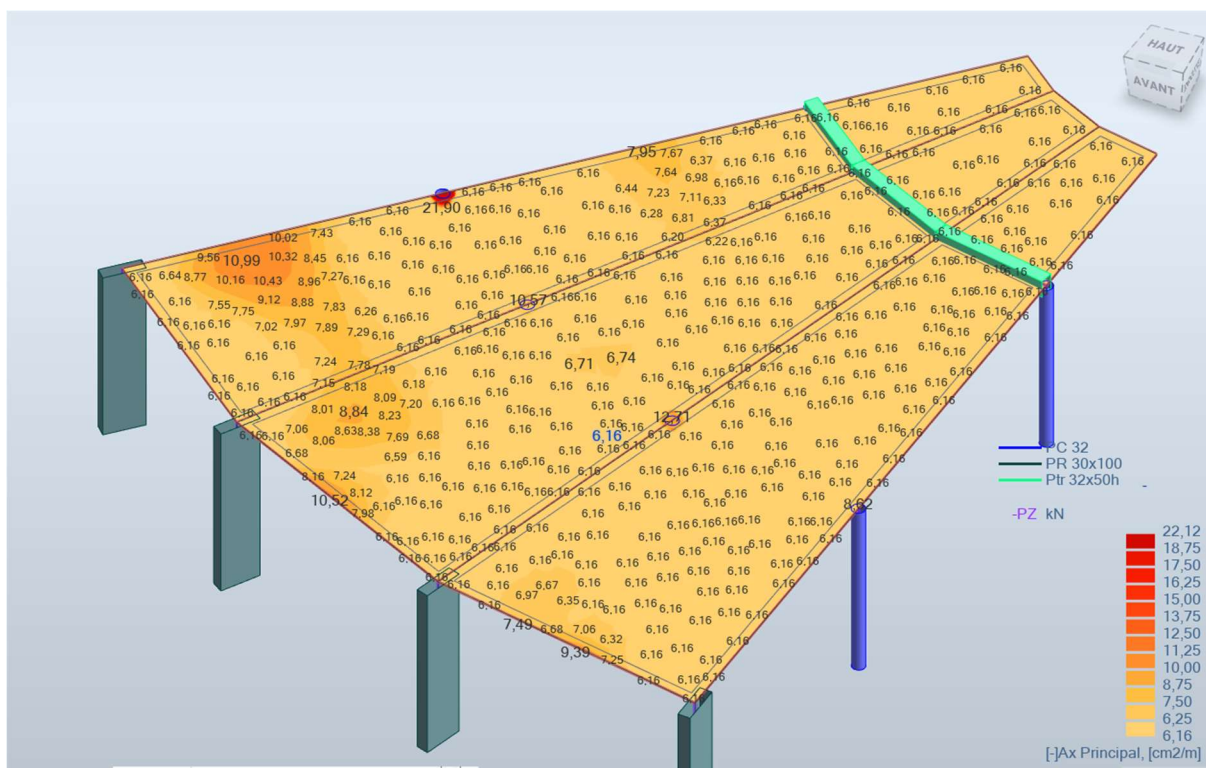
Pour notre étude, la plus grande portée de dalle est de 7.1 m (entre poutres noyées), le critère de vérification de la flèche sera donc de :

$$flèche < 1.4 + \frac{L-7}{1000} \text{ soit } 1.41\text{cm pour la flèche nuisible (cloisons et revêtement).}$$

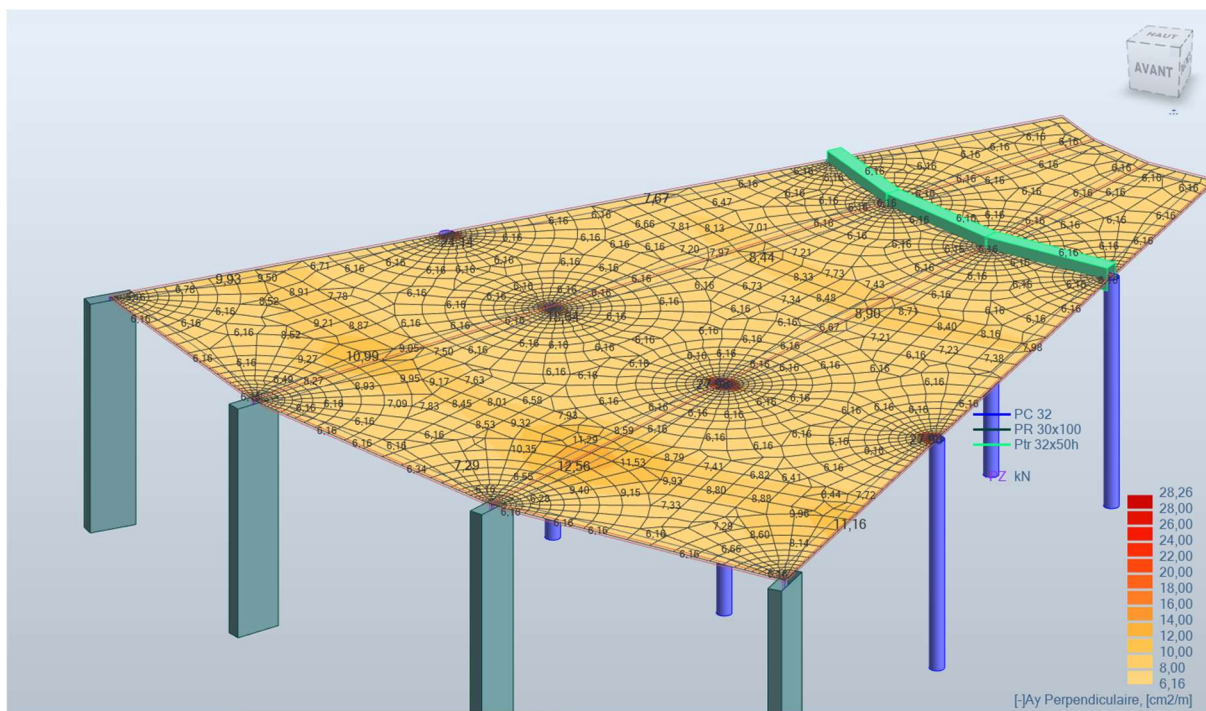
6.4 Résultats de la vérification de la dalle champignon

6.4.1 Aux ELU

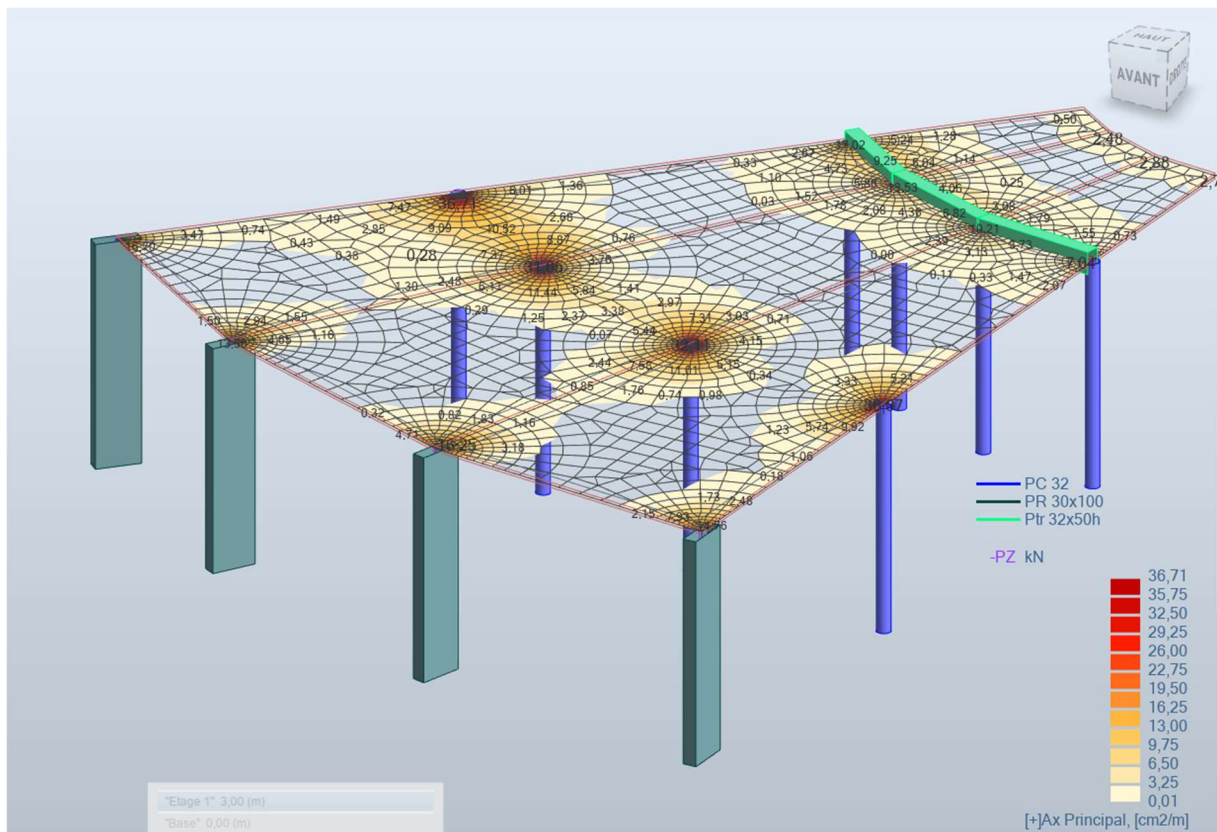
Ci-après les résultats montrant les sections d'aciers nécessaires dans la dalle champignon



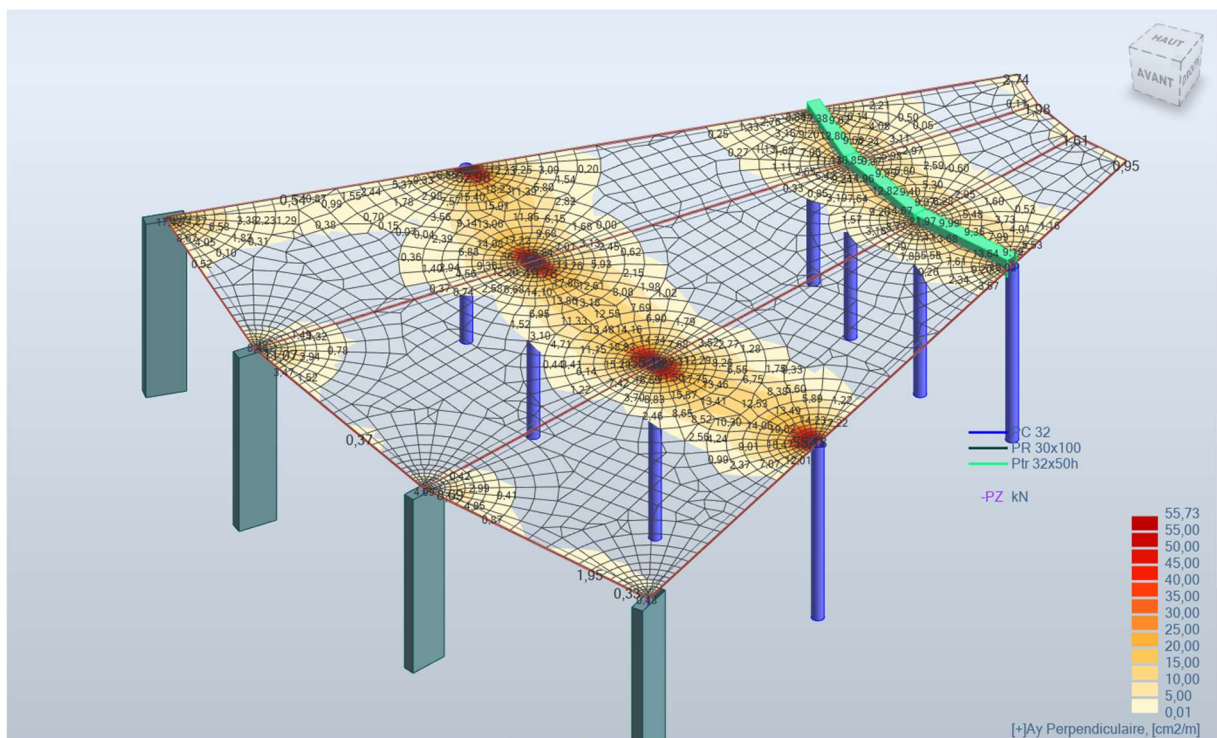
Résultats de la vérification : sections d'acier théorique dans le sens X, nappe inférieure



Résultats de la vérification : sections d'acier théorique dans le sens Y, nappe inférieure



Résultats de la vérification : sections d'acier théorique dans le sens X, nappe supérieure



Résultats de la vérification : sections d'acier théorique dans le sens Y, nappe supérieure

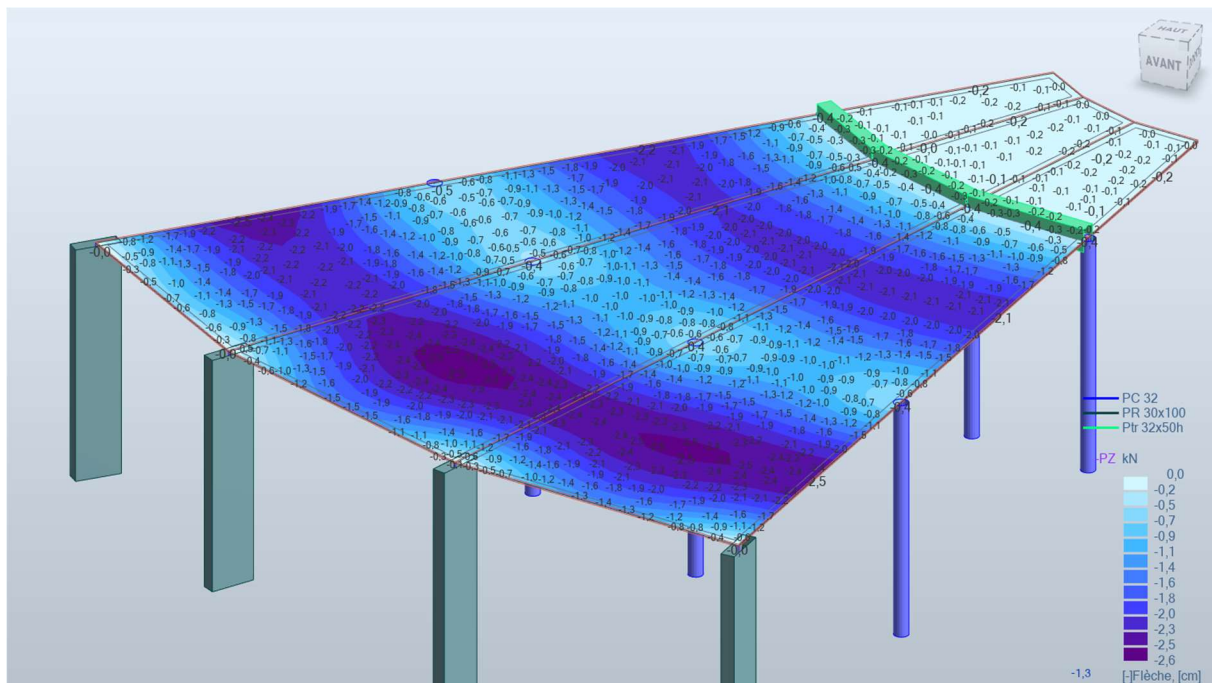
Les résultats de nos calculs nous montrent les sections d'aciers suivants :

- Zones intermédiaires entre poutre noyées, en partie inférieure, direction X : $9.12 \text{ cm}^2/\text{m} < 9.24 \text{ cm}^2/\text{m}$, soit un taux de travail 99% par rapport à la section d'acier existante.
- Zones intermédiaires entre poutre noyées, en partie inférieure, direction Y : $9.93 \text{ cm}^2/\text{m} > 9.24 \text{ cm}^2/\text{m}$, soit un taux de travail 107% par rapport à la section d'acier existante.
- Zones intermédiaires entre poutre noyées, en partie supérieure, direction X : $11.44 \text{ cm}^2/\text{m} < 11.6 \text{ cm}^2/\text{m}$ soit un taux de travail de 100% par rapport à la section d'acier existante.
- Zones intermédiaires entre poutre noyées, en partie supérieure, direction Y : $13.5 \text{ cm}^2/\text{m} > 11.6 \text{ cm}^2/\text{m}$, soit un taux de travail 116% par rapport à la section d'acier existante.
- Zones sur poutres noyées, en partie inférieure, direction X : $10.99 \text{ cm}^2/\text{m} < 11.6 \text{ cm}^2/\text{m}$, soit un taux de travail de 96% par rapport à la section d'acier existante.
- Zones sur poutres noyées, en partie inférieure, direction y : $12.56 \text{ cm}^2/\text{m} < 11.6 \text{ cm}^2/\text{m}$, soit un taux de travail de 109% par rapport à la section d'acier existante.
- Zones sur poutres noyées, en partie supérieure, direction X : $11.44 \text{ cm}^2/\text{m} < 11.6 \text{ cm}^2/\text{m}$, soit un taux de travail de 99% par rapport à la section d'acier existante.
- Zones sur poutres noyées, en partie supérieure, direction y : $14 \text{ cm}^2/\text{m} < 11.6 \text{ cm}^2/\text{m}$, soit un taux de travail de 120% par rapport à la section d'acier existante.

Nous pouvons conclure que la dalle champignon est légèrement sous dimensionnée par endroits en tenant compte des normes de calculs actuelles. Cela peut s'expliquer par l'évolution des normes qui sont beaucoup plus défavorables et sécuritaires aujourd'hui qu'elles ne l'étaient à l'époque.

6.4.2 Aux ELS

Les résultats de la vérification du plancher aux ELS sont les suivants :



Résultats de la vérification aux ELS : flèche verticale

La flèche maximale est de 2.5 cm. Le taux de travail aux ELS est donc de 178%.

Le plancher haut du RDC est sous dimensionné aux ELS.

Cela peut notamment s'expliquer par le fait qu'à l'époque de sa conception, la flèche nuisible n'ait pas été prise en compte par les concepteurs, mais seulement une flèche normale de $L/250$ (nous aurions dans ce cas un taux de travail de 90% aux ELS).

Le plancher haut RDC en dalle champignon n'admet donc aucune surcharge supplémentaire. Dans le cadre de la rénovation, les surcharges ne devront pas dépasser celles qui existent aujourd'hui comme pris en compte dans nos hypothèses (chapitre 6.1).

7 VERIFICATION DE LA CHARPENTE

7.1 Hypothèses de calculs

7.1.1 Matériaux

Acier : S235

7.1.2 Hypothèses de charges :

a) Charges permanentes Existantes :

Charges permanentes sur membrure supérieure :

- Etanchéité bicouche + isolant : 16 kg/m²
- Bac sec : 7 kg/m²
- Equipement fluide + élec : 6 kg/m²

Charges permanentes sur membrure supérieure :

- Faux plafond + isolant phonique : 12 kg/m²

b) Charges permanentes Projet (scénario 1):

Charges permanentes sur membrure supérieure :

- Complexe couverture : 45 kg/m²
- Equipement fluide + élec : 10 kg/m²

Charges permanentes sur membrure supérieure :

- Faux plafond + isolant phonique : 12 kg/m²

c) Charges d'exploitation :

Catégorie H, entretien en toiture étanchée par un revêtement d'étanchéité : 80kg/m² sur une surface de 10m²

d) Charge de neige :

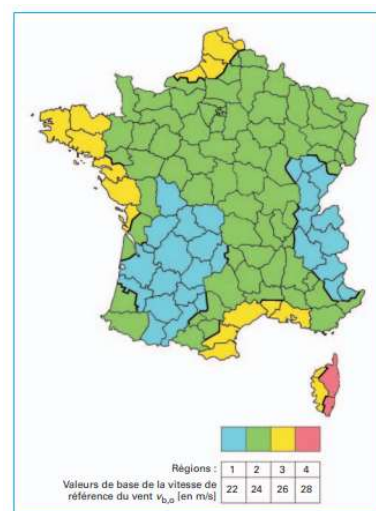
Valeurs caractéristiques et charges exceptionnelles par région								
Régions	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Valeurs caractéristiques (S_k) de la charge de neige sur le sol à une altitude inférieure à 200m (en kN/m^2)	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,9	1,4
Valeurs de calculs de la charge exceptionnelle de neige sur le sol (en kN/m^2)		1	1	1,35		1,35	1,8	

- Région : A1
- Altitude géographique : 225 m
- S_k : 47.5 kg/m^2
- Pente : 5.19%
- Coefficient d'accumulation sur un versant sans obstacle : 0.8
- Surcharge de neige sur toiture : 38 kg/m^2
- Majoration de la charge de neige zone de noue : 20 kg/m^2 sur une distance de 2m de part et d'autre du fil d'eau.



e) Charges de vent :

- Région 2 : 24 m/s
- Site : III b
- Pression de base : 36 kg/m^2
- Pression dynamique de pointe : 53 kg/m^2



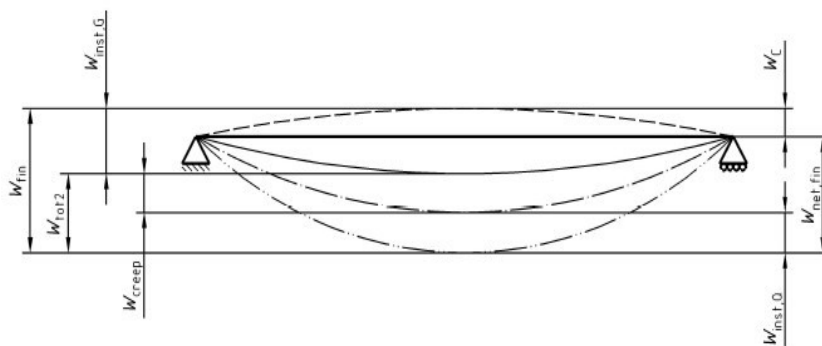
7.2 Vérifications ELU :

Les vérifications des éléments à l'ELU sont menées suivant les prescriptions de l'EC3, pour les différentes combinaisons de contraintes.

7.3 Vérification ELS :

7.3.1 *Types de flèches :*

- $w_{inst}(Q)$: Flèche instantanée due aux actions variables
- w_c : Contreflèche (si existante)
- w_{creep} : Flèche due au fluage (déformation temporelle)
- w_{fin} : Flèche finale (y compris contreflèche)
- $w_{net, fin}$: Flèche nette finale (contreflèche déduite)
- $w_2 = (w_{creep} + w_{inst}(Q))$



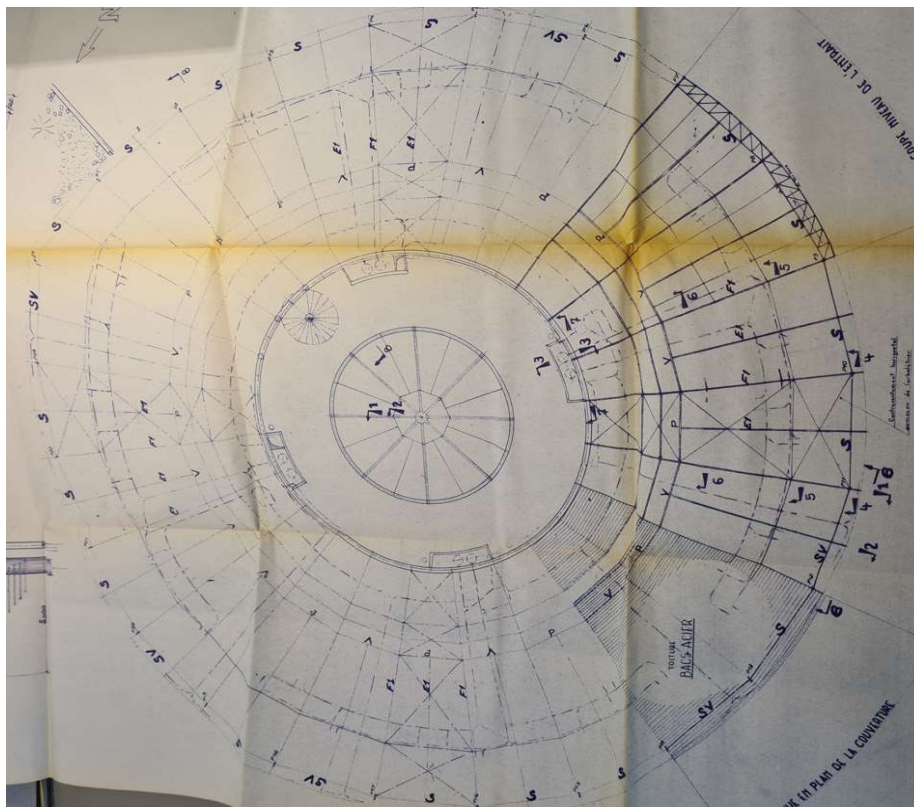
7.3.2 *Les critères limites de flèches :*

La charpente supporte uniquement la couverture, dans le cadre d'une rénovation énergétique nous préconisons d'utiliser une couverture souple de type panneau sandwich.

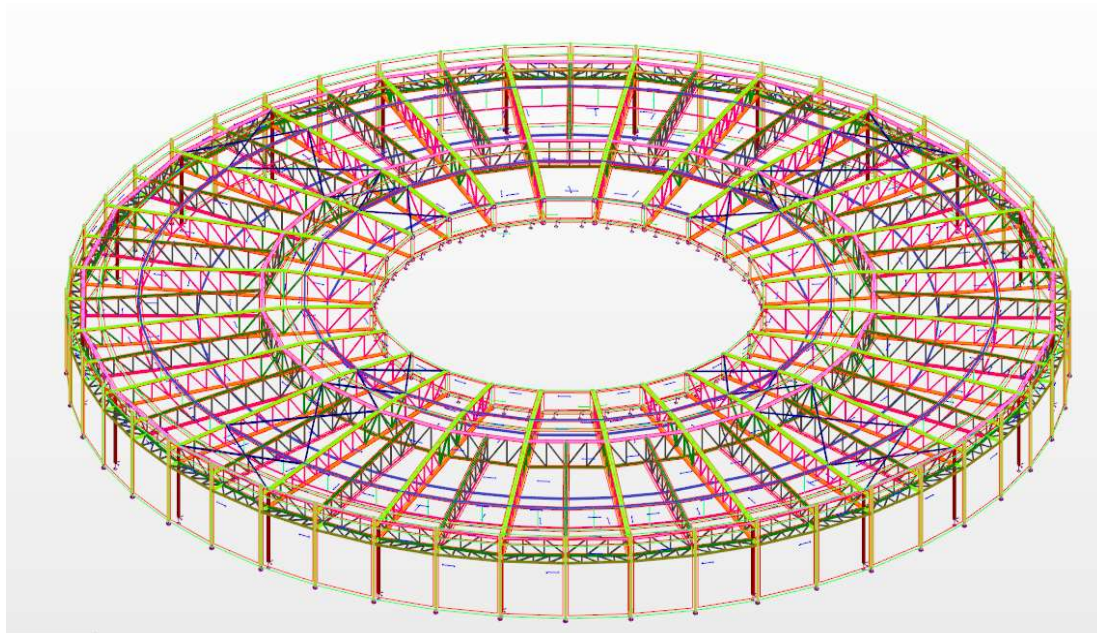
Les contraintes de flèches sont donc :

- $w_{intQ} = 1/300$
- $w_{net,fin} = 1/250$ (flèche limite pour assurer l'évacuation de l'eau)

7.4 Modélisation



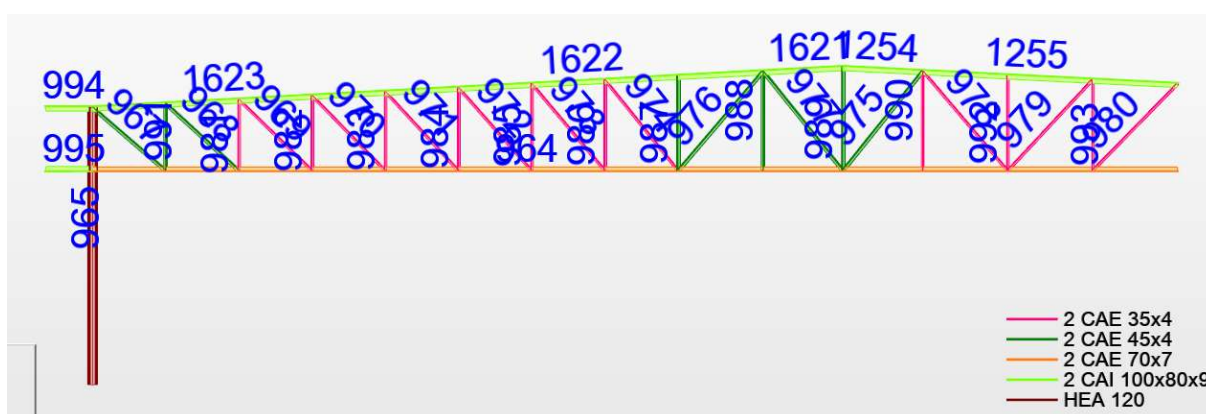
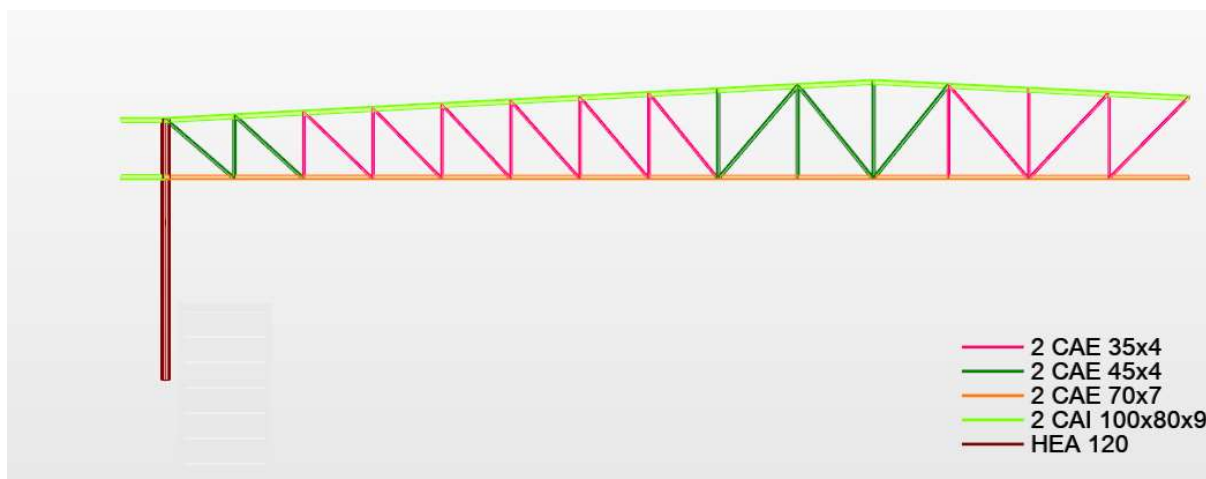
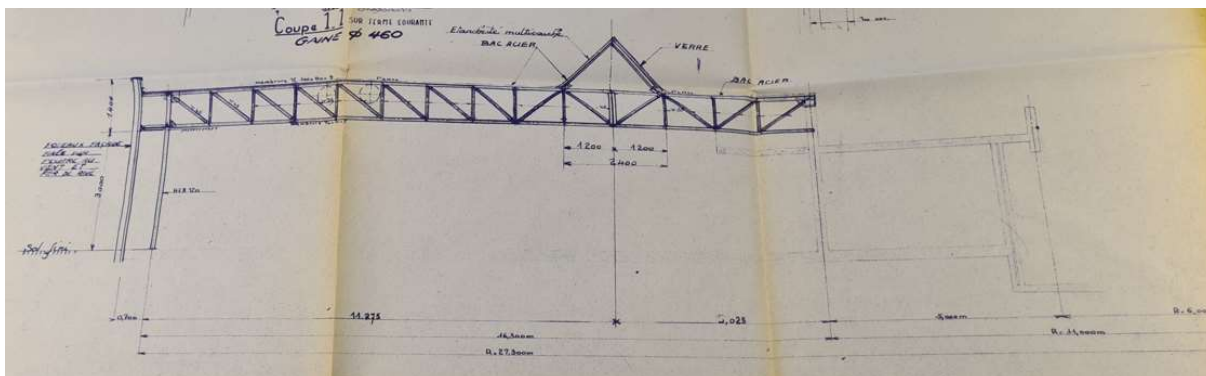
Extrait d'archives : vue de la charpente métallique du bâtiment



Modélisation de la charpente métallique dans le logiciel de calcul

Nous procédons en premier lieu à la vérification de la charpente sous l'action des charges existantes.

a) Vues :



b) Vérification ELU :

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
978	OK	2 CAE 35x4	S 235	146.37	132.60	0.99	13 ELU /143/
1622	OK	2 CAI 100x80	S 235	54.16	155.66	0.70	13 ELU /149/
993	OK	2 CAE 35x4	S 235	100.16	90.73	0.61	13 ELU /143/
980	OK	2 CAE 35x4	S 235	136.05	123.25	0.49	13 ELU /143/
977	OK	2 CAE 45x4	S 235	109.82	101.58	0.43	13 ELU /149/
965	OK	HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.42	13 ELU /149/
979	OK	2 CAE 35x4	S 235	139.42	126.30	0.40	13 ELU /143/
967	OK	2 CAE 45x4	S 235	83.91	77.61	0.34	13 ELU /149/
981	OK	2 CAE 35x4	S 235	78.28	70.91	0.33	13 ELU /149/
964	OK	2 CAE 70x7	S 235	768.26	562.99	0.32	13 ELU /143/
969	OK	2 CAE 35x4	S 235	114.58	103.80	0.28	13 ELU /149/
1621	OK	2 CAI 100x80	S 235	50.98	27.57	0.28	13 ELU /146/
1254	OK	2 CAI 100x80	S 235	50.97	27.57	0.28	13 ELU /146/
968	OK	2 CAE 45x4	S 235	86.08	79.63	0.27	13 ELU /149/
991	OK	2 CAE 45x4	S 235	57.00	52.73	0.26	13 ELU /149/
982	OK	2 CAE 35x4	S 235	82.62	74.85	0.26	13 ELU /149/
1623	OK	2 CAI 100x80	S 235	46.73	75.82	0.23	13 ELU /149/
1255	OK	2 CAI 100x80	S 235	54.15	87.87	0.21	13 ELU /146/
983	OK	2 CAE 35x4	S 235	86.96	78.78	0.21	13 ELU /142/
970	OK	2 CAE 35x4	S 235	117.59	106.52	0.19	13 ELU /142/
975	OK	2 CAE 45x4	S 235	109.98	101.73	0.17	13 ELU /143/
984	OK	2 CAE 35x4	S 235	91.30	82.71	0.16	13 ELU /146/
971	OK	2 CAE 35x4	S 235	120.68	109.32	0.14	13 ELU /146/
972	OK	2 CAE 35x4	S 235	123.84	112.19	0.09	13 ELU /146/
992	OK	2 CAE 35x4	S 235	104.90	95.03	0.09	13 ELU /9/
985	OK	2 CAE 35x4	S 235	95.65	86.64	0.09	13 ELU /146/
986	OK	2 CAE 35x4	S 235	99.99	90.58	0.04	13 ELU /146/
994	OK	2 CAI 100x80	S 235	29.70	16.06	0.04	13 ELU /143/
976	OK	2 CAE 45x4	S 235	112.69	104.24	0.04	13 ELU /143/
989	OK	2 CAE 45x4	S 235	87.96	81.36	0.04	13 ELU /146/
973	OK	2 CAE 35x4	S 235	127.08	115.12	0.03	13 ELU /146/
987	OK	2 CAE 45x4	S 235	80.43	74.40	0.03	13 ELU /149/
974	OK	2 CAE 35x4	S 235	130.38	118.11	0.03	13 ELU /12/
995	OK	2 CAI 100x80	S 235	29.69	16.06	0.03	13 ELU /85/
990	OK	2 CAE 35x4	S 235	109.64	99.32	0.01	13 ELU /86/
988	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.30	77.98	0.00	13 ELU /86/

Taux de travail ELU des fermes principales : 99%

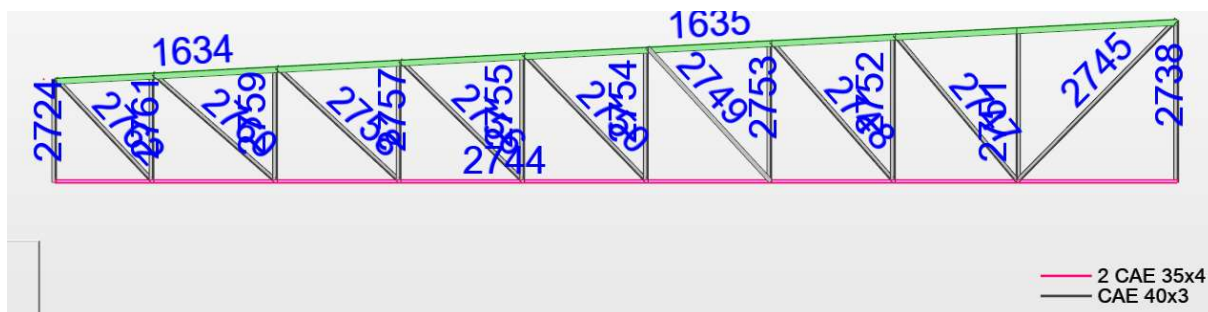
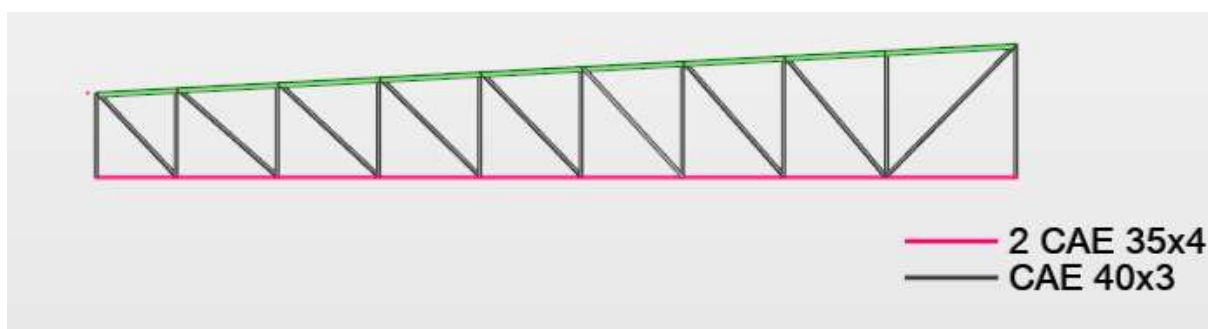
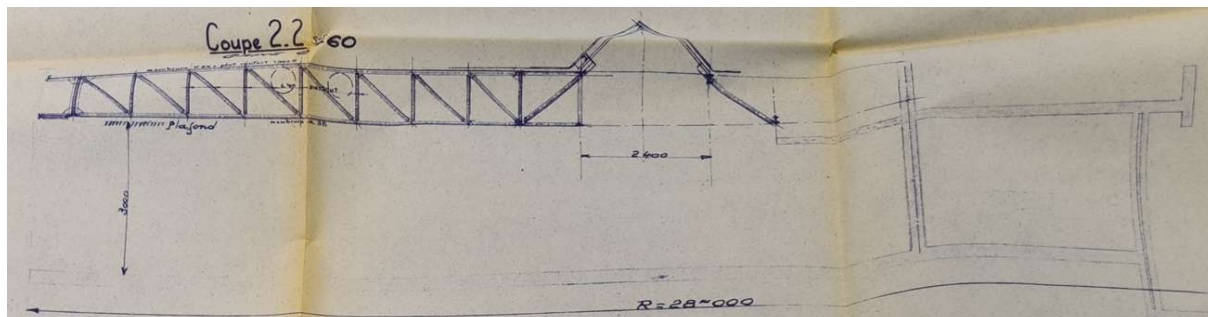
c) Vérification ELS :

Profil	Matériau	Ratio(uz)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)
OK 2 CAE 70x7	S 235	0.14	16 ELS /44/	-	-	-	-
OK HEA 120	S 235	-	-	0.03	16 ELS /41/	0.02	16 ELS /40/

Taux de travail ELS des fermes principales : 14%

7.5.2 Vérification Empannon (Coupe 2-2)

a) Vues :



b) Vérification ELU :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
1635	OK	S 235	75.06	189.35	0.86	13 ELU /149/
2747	OK CAE 40x3	S 235	112.05	140.06	0.70	13 ELU /149/
2738	OK CAE 40x3	S 235	94.35	117.94	0.57	13 ELU /149/
2748	OK CAE 40x3	S 235	109.18	136.48	0.53	13 ELU /149/
2724	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.51	13 ELU /149/
1634	OK	S 235	75.06	83.88	0.43	13 ELU /149/
2761	OK CAE 40x3	S 235	63.02	78.78	0.42	13 ELU /149/
2762	OK CAE 40x3	S 235	82.70	103.38	0.40	13 ELU /149/
2745	OK CAE 40x3	S 235	132.73	165.91	0.34	13 ELU /149/
2760	OK CAE 40x3	S 235	95.83	119.79	0.31	13 ELU /149/
2759	OK CAE 40x3	S 235	66.80	83.50	0.31	13 ELU /149/
2749	OK CAE 40x3	S 235	106.38	132.97	0.26	13 ELU /149/
2744	OK 2 CAE 35x4	S 235	949.73	688.28	0.26	13 ELU /149/
2758	OK CAE 40x3	S 235	98.36	122.95	0.20	13 ELU /149/
2757	OK CAE 40x3	S 235	70.58	88.23	0.19	13 ELU /149/
2752	OK CAE 40x3	S 235	85.69	107.11	0.14	13 ELU /149/
2751	OK CAE 40x3	S 235	89.47	111.84	0.13	13 ELU /149/
2753	OK CAE 40x3	S 235	81.91	102.39	0.09	13 ELU /149/
2755	OK CAE 40x3	S 235	74.36	92.95	0.07	13 ELU /143/
2756	OK CAE 40x3	S 235	100.96	126.20	0.07	13 ELU /143/
2750	OK CAE 40x3	S 235	103.64	129.55	0.06	13 ELU /141/
2754	OK CAE 40x3	S 235	78.14	97.67	0.02	13 ELU /141/

Taux de travail ELU des empannons : 86%

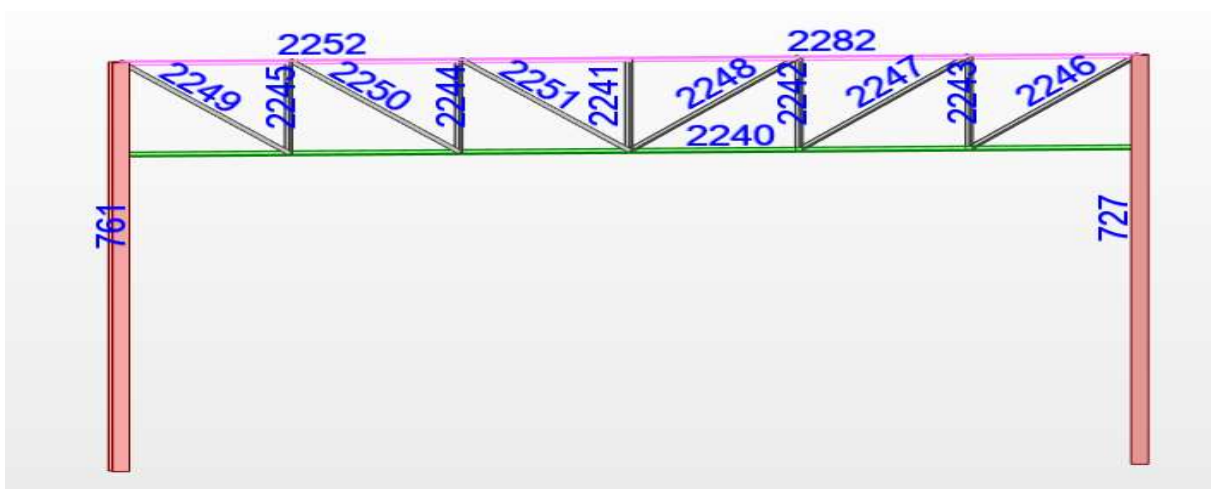
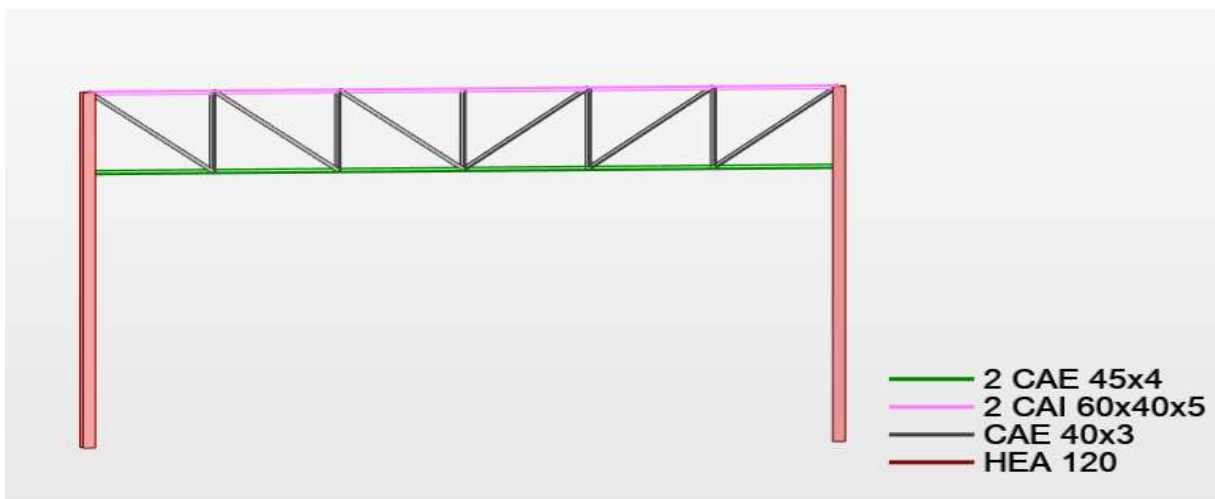
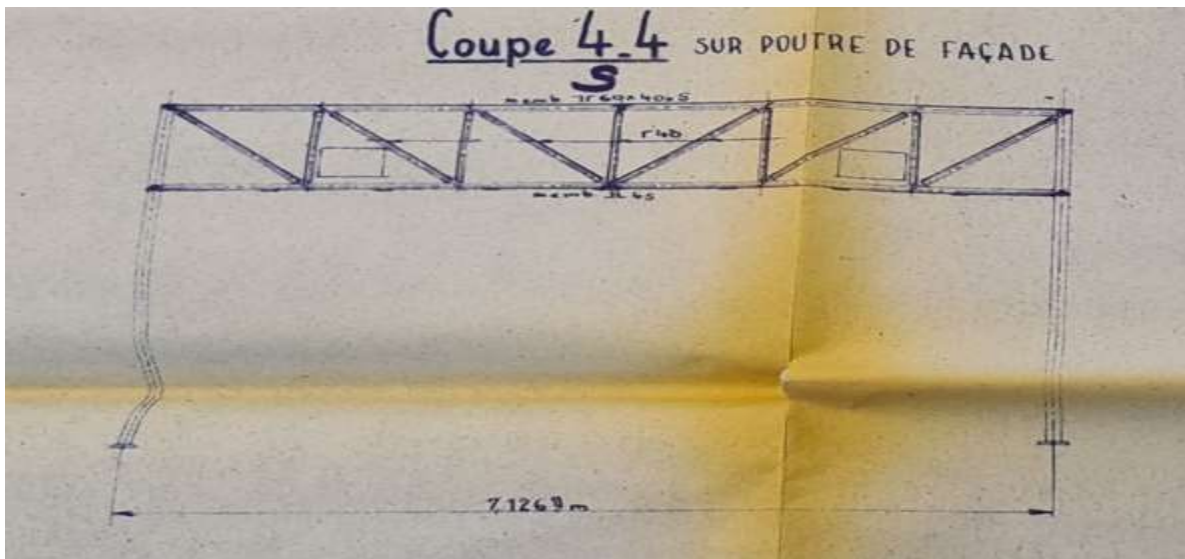
c) Vérification ELS :

Profil	Matériau	Ratio(uz)	Cas (uz)
OK 2 CAE 35x4	S 235	0.10	16 ELS /44/

Taux de travail ELS des empannons : 10%

7.5.3 Vérification Poutre de façade (Coupe 4-4)

a) Vues :



b) Vérification ELU :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
2241	OK CAE 40x3	S 235	60.07	75.09	0.53	13 ELU /149/
727	OK HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.39	13 ELU /146/
761	OK HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.39	13 ELU /147/
2246	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.38	13 ELU /149/
2249	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.37	13 ELU /146/
2247	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.36	13 ELU /149/
2250	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.35	13 ELU /146/
2251	OK CAE 40x3	S 235	98.41	123.01	0.33	13 ELU /146/
2248	OK CAE 40x3	S 235	98.42	123.02	0.33	13 ELU /149/
2282	OK 2 CAI 60x40x	S 235	105.17	130.72	0.32	13 ELU /149/
2252	OK 2 CAI 60x40x	S 235	105.17	130.72	0.31	13 ELU /149/
2243	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.30	13 ELU /149/
2245	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.30	13 ELU /146/
2242	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.28	13 ELU /149/
2244	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.28	13 ELU /146/
2240	OK 2 CAE 45x4	S 235	522.40	386.57	0.12	13 ELU /147/

Taux de travail ELU des poutres de façade : 53%

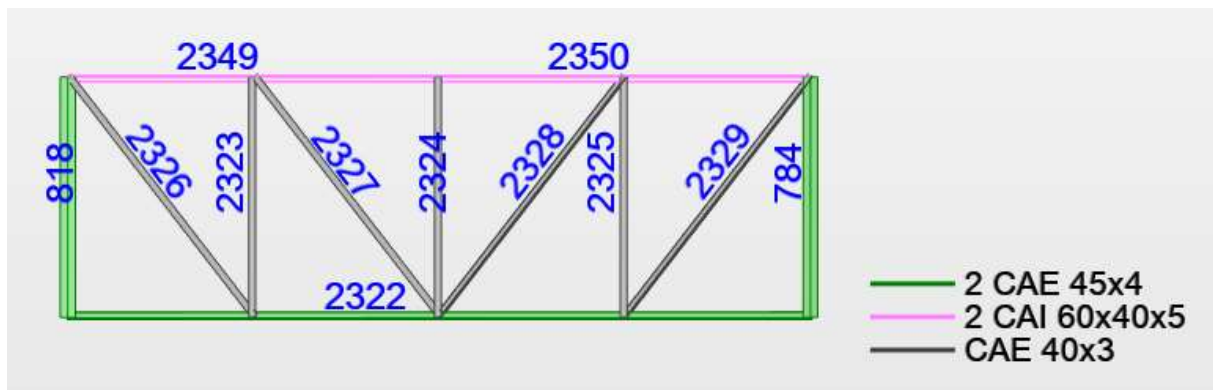
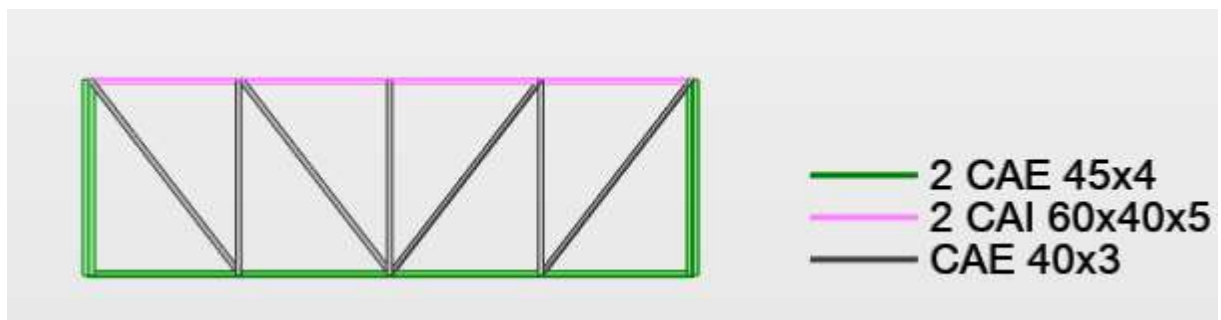
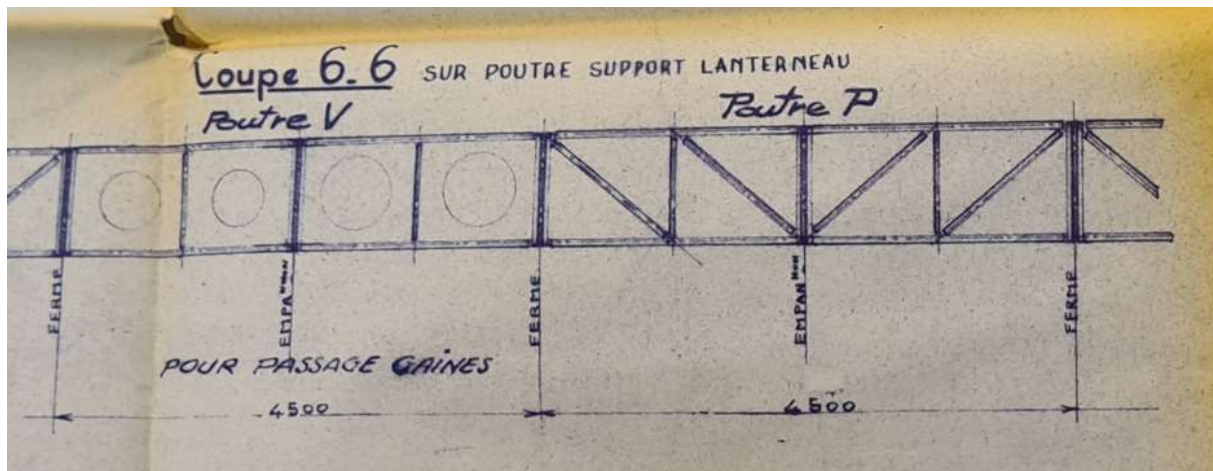
c) Vérification ELS :

Pièce	Profil	Matériau	Ratio(uz)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)
727	OK HEA 120	S 235	-	-	0.01	16 ELS /37/	0.03	16 ELS /39/
761	OK HEA 120	S 235	-	-	0.01	16 ELS /20/	0.04	16 ELS /39/
2240	OK 2 CAE 45x4	S 235	0.09	16 ELS /44/	-	-	-	-

Taux de travail ELS des poutres de façade : 9%

7.5.4 Vérification Poutre P support Lanterneau (Coupe 6-6)

a) Vues :



b) Vérification ELU :

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
2324	OK	CAE 40x3	S 235	94.33	117.91	0.61	13 ELU /147/
2323	OK	CAE 40x3	S 235	94.35	117.94	0.37	13 ELU /147/
2325	OK	CAE 40x3	S 235	94.35	117.94	0.30	13 ELU /147/
2326	OK	CAE 40x3	S 235	119.77	149.72	0.24	13 ELU /147/
2327	OK	CAE 40x3	S 235	119.76	149.70	0.20	13 ELU /147/
2322	OK	2 CAE 45x4	S 235	329.62	243.91	0.20	13 ELU /148/
2329	OK	CAE 40x3	S 235	119.78	149.72	0.19	13 ELU /147/
2328	OK	CAE 40x3	S 235	119.75	149.69	0.16	13 ELU /147/
2350	OK	2 CAI 60x40x	S 235	99.53	82.48	0.10	13 ELU /144/
2349	OK	2 CAI 60x40x	S 235	99.53	82.48	0.10	13 ELU /144/
818	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.33	78.01	0.00	13 ELU /82/
784	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.29	77.97	0.00	13 ELU /82/

Taux de travail ELU des poutres P support Lanterneau : 61%

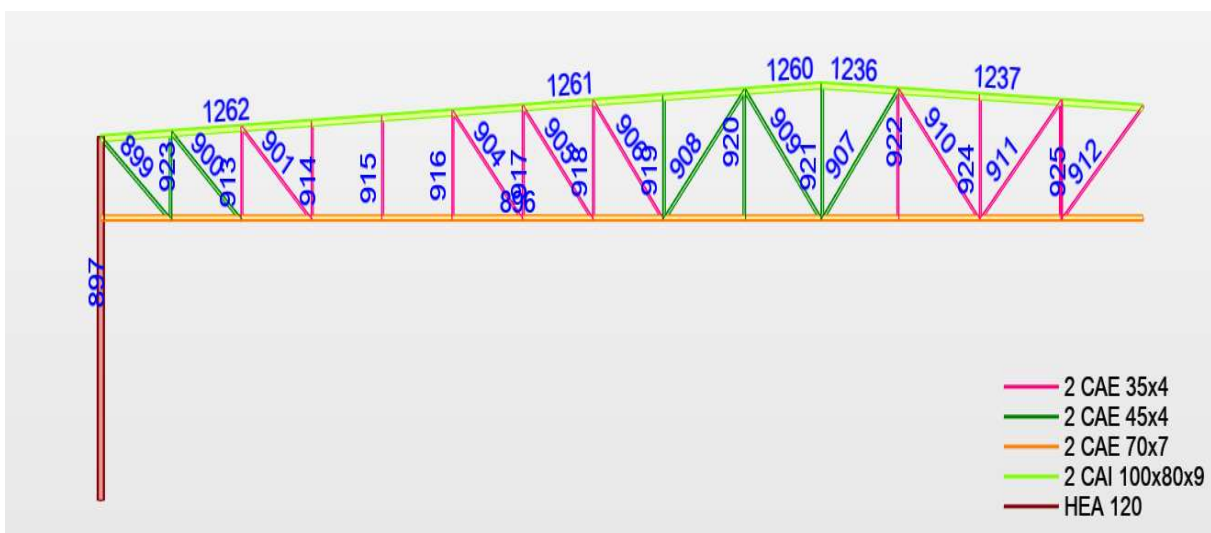
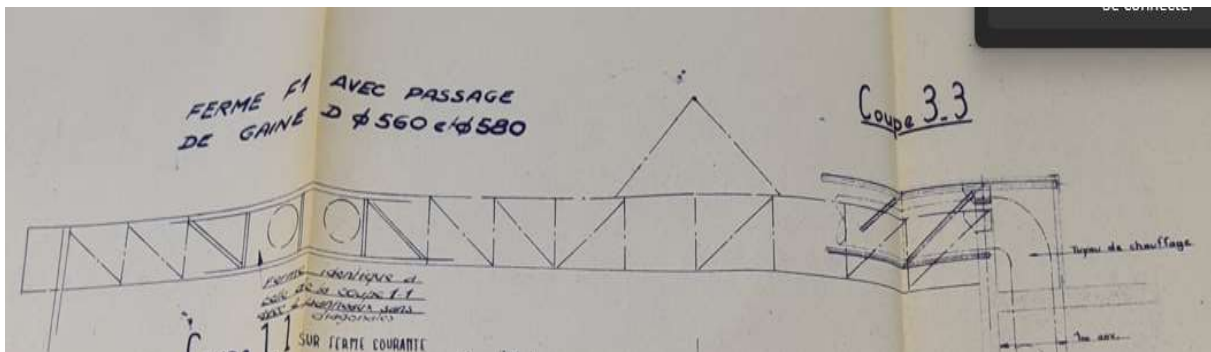
c) Vérification ELS :

Pièce		Profil	Matériau	Ratio(uz)	Cas (uz)
2322	OK	2 CAE 45x4	S 235	0.04	16 ELS /42/

Taux de travail ELS des poutres P support Lanterneau : 4%

7.5.5 Vérification Fermes principales avec passage gaine

a) Vues :



b) Vérification ELU :

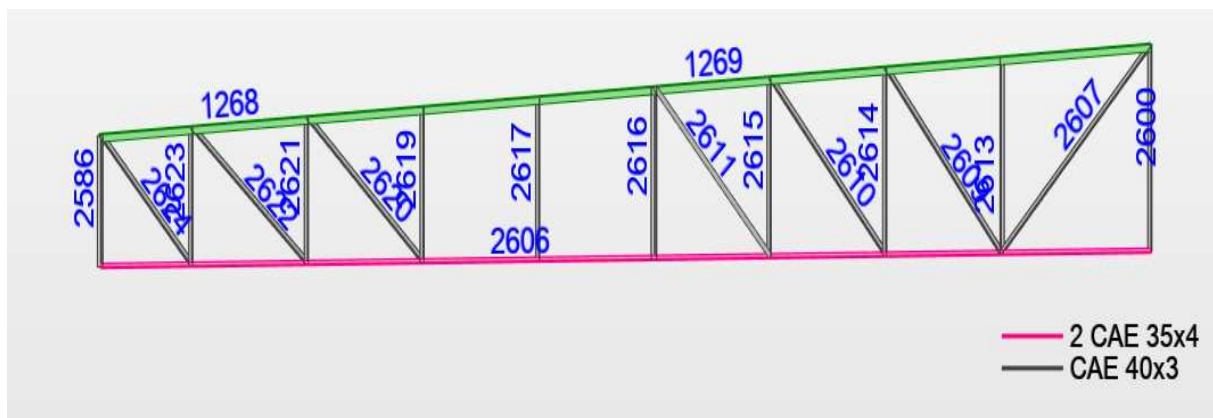
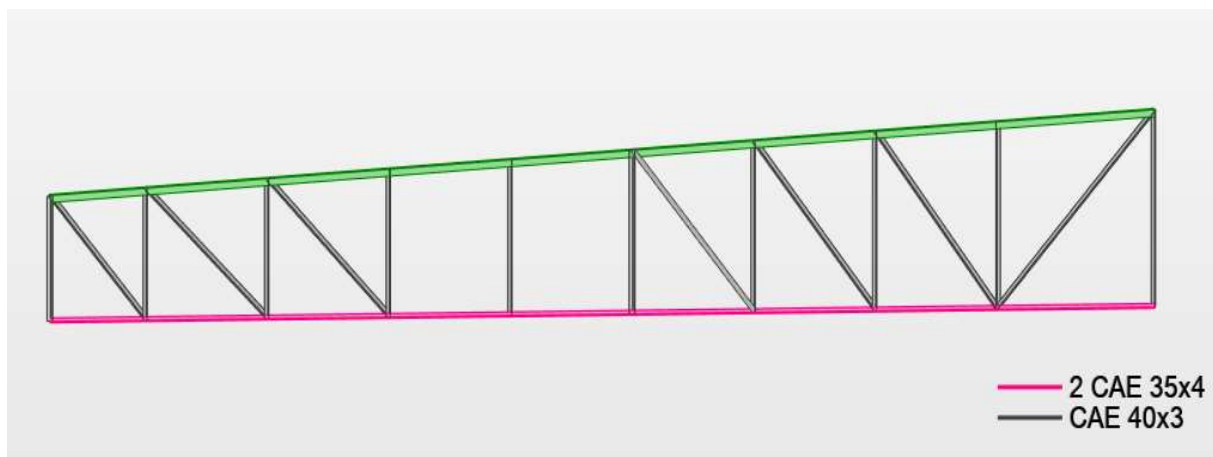
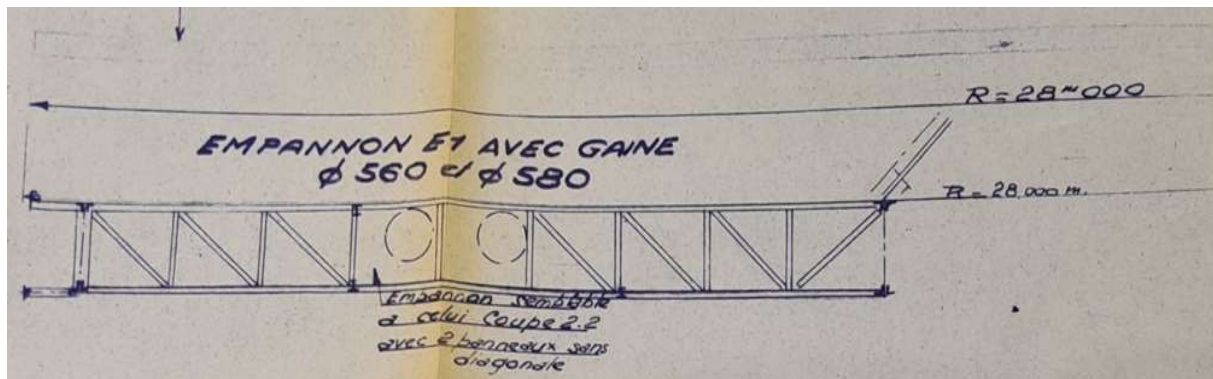
Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
1261	✗	2 CAI 100x80	S 235	46.73	155.66	1.53	13 ELU /148/
1262	✗	2 CAI 100x80	S 235	46.73	75.82	1.47	13 ELU /148/
896	✗	2 CAE 70x7	S 235	768.26	562.99	1.31	13 ELU /148/
910	OK	2 CAE 35x4	S 235	146.37	132.60	0.94	13 ELU /142/
925	OK	2 CAE 35x4	S 235	100.16	90.73	0.58	13 ELU /142/
912	OK	2 CAE 35x4	S 235	136.05	123.25	0.48	13 ELU /142/
901	OK	2 CAE 35x4	S 235	114.58	103.80	0.46	13 ELU /148/
911	OK	2 CAE 35x4	S 235	139.42	126.30	0.38	13 ELU /142/
909	OK	2 CAE 45x4	S 235	109.82	101.58	0.38	13 ELU /142/
913	OK	2 CAE 35x4	S 235	78.28	70.91	0.38	13 ELU /142/
899	OK	2 CAE 45x4	S 235	83.91	77.61	0.37	13 ELU /142/
897	OK	HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.36	13 ELU /149/
923	OK	2 CAE 45x4	S 235	57.00	52.73	0.27	13 ELU /142/
914	OK	2 CAE 35x4	S 235	82.62	74.85	0.27	13 ELU /148/
1236	OK	2 CAI 100x80	S 235	50.97	27.57	0.26	13 ELU /144/
1260	OK	2 CAI 100x80	S 235	50.98	27.57	0.26	13 ELU /144/
900	OK	2 CAE 45x4	S 235	86.08	79.63	0.26	13 ELU /142/
1237	OK	2 CAI 100x80	S 235	54.15	87.87	0.19	13 ELU /145/
904	OK	2 CAE 35x4	S 235	123.84	112.19	0.17	13 ELU /145/
907	OK	2 CAE 45x4	S 235	109.98	101.73	0.16	13 ELU /142/
905	OK	2 CAE 35x4	S 235	127.08	115.12	0.12	13 ELU /142/
906	OK	2 CAE 35x4	S 235	130.38	118.11	0.12	13 ELU /142/
917	OK	2 CAE 35x4	S 235	95.65	86.64	0.11	13 ELU /145/
924	OK	2 CAE 35x4	S 235	104.90	95.03	0.09	13 ELU /9/
916	OK	2 CAE 35x4	S 235	91.30	82.71	0.08	13 ELU /145/
908	OK	2 CAE 45x4	S 235	112.69	104.24	0.07	13 ELU /142/
920	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.30	77.98	0.04	13 ELU /142/
919	OK	2 CAE 45x4	S 235	80.43	74.40	0.03	13 ELU /142/
921	OK	2 CAE 45x4	S 235	87.96	81.36	0.03	13 ELU /145/
918	OK	2 CAE 35x4	S 235	99.99	90.58	0.03	13 ELU /142/
915	OK	2 CAE 35x4	S 235	86.96	78.78	0.01	13 ELU /160/
922	OK	2 CAE 35x4	S 235	109.64	99.32	0.01	13 ELU /84/

Taux de travail ELU des fermes principales : 153%

Le retrait des diagonales pour le passage des gaines semble être à l'origine de ce taux de travail trop élevé.

7.5.6 Vérification Empannon avec passage gaine

a) Vues :



b) Vérification ELU :

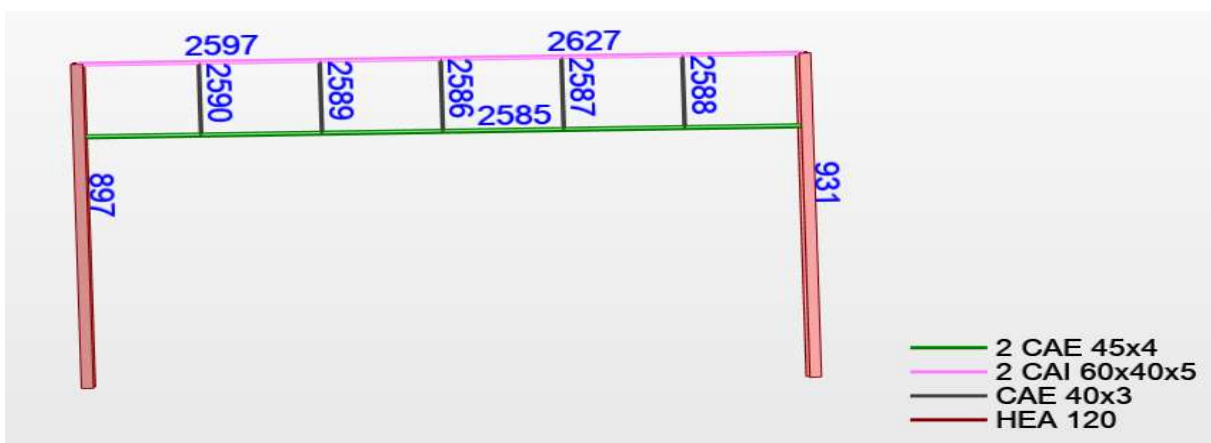
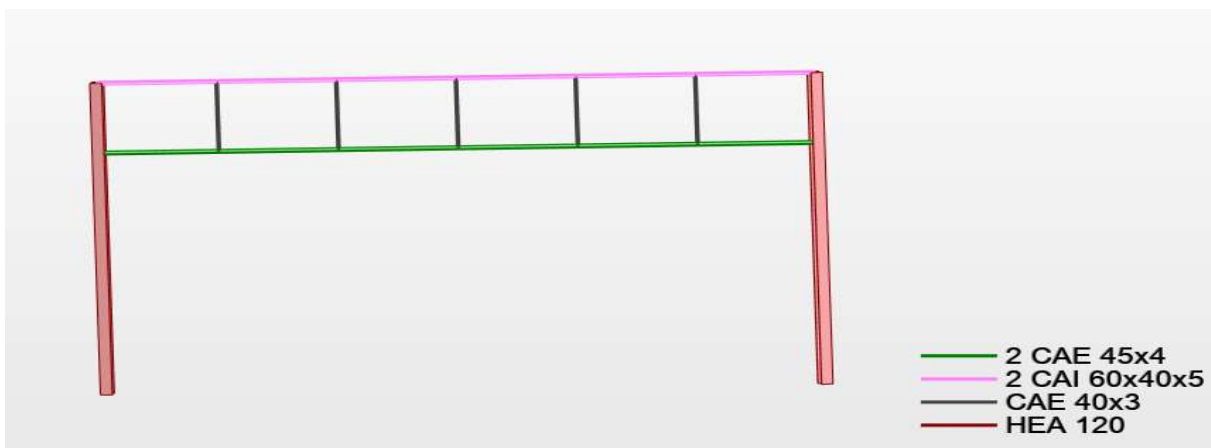
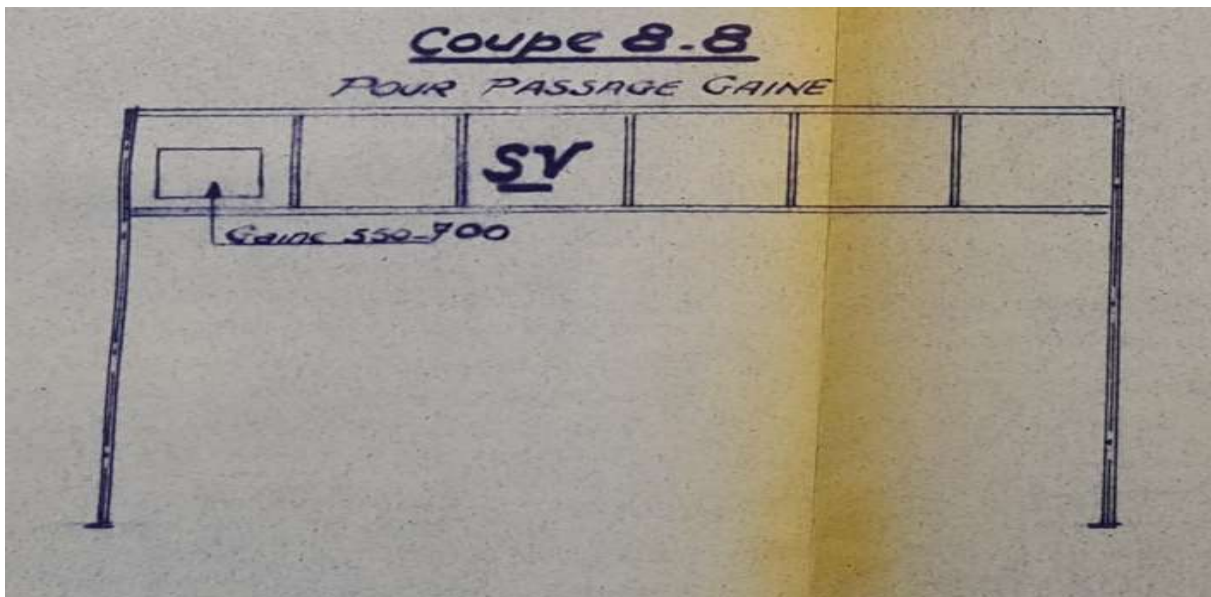
Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
1269	✗	S 235	75.06	189.35	4.36	13 ELU /141/
1268	✗	S 235	75.06	83.88	2.91	13 ELU /141/
2606	✗ 2 CAE 35x4	S 235	949.73	688.28	2.62	13 ELU /141/
2609	✗ CAE 40x3	S 235	112.05	140.06	1.04	13 ELU /142/
2611	✗ CAE 40x3	S 235	106.38	132.97	1.01	13 ELU /141/
2620	☑ CAE 40x3	S 235	98.36	122.95	0.78	13 ELU /141/
2610	☑ CAE 40x3	S 235	109.18	136.48	0.73	13 ELU /142/
2607	☑ CAE 40x3	S 235	132.73	165.91	0.46	13 ELU /142/
2600	☑ CAE 40x3	S 235	94.34	117.93	0.37	13 ELU /142/
2615	☑ CAE 40x3	S 235	81.91	102.39	0.26	13 ELU /149/
2614	☑ CAE 40x3	S 235	85.69	107.11	0.20	13 ELU /142/
2613	☑ CAE 40x3	S 235	89.47	111.84	0.12	13 ELU /142/
2622	☑ CAE 40x3	S 235	95.83	119.79	0.11	13 ELU /150/
2586	☑ CAE 40x3	S 235	60.04	75.05	0.10	13 ELU /166/
2621	☑ CAE 40x3	S 235	66.80	83.50	0.07	13 ELU /141/
2619	☑ CAE 40x3	S 235	70.58	88.23	0.06	13 ELU /160/
2616	☑ CAE 40x3	S 235	78.14	97.67	0.05	13 ELU /141/
2623	☑ CAE 40x3	S 235	63.02	78.78	0.04	13 ELU /160/
2624	☑ CAE 40x3	S 235	82.70	103.38	0.04	13 ELU /102/
2617	☑ CAE 40x3	S 235	74.36	92.95	0.04	13 ELU /142/

Taux de travail ELU des empannons : 436%

Le retrait des diagonales pour le passage des gaines semble être à l'origine de ce taux de travail trop élevé.

7.5.7 Vérification Poutre de façade (Coupe 8-8)

a) Vues :



b) Vérification ELU :

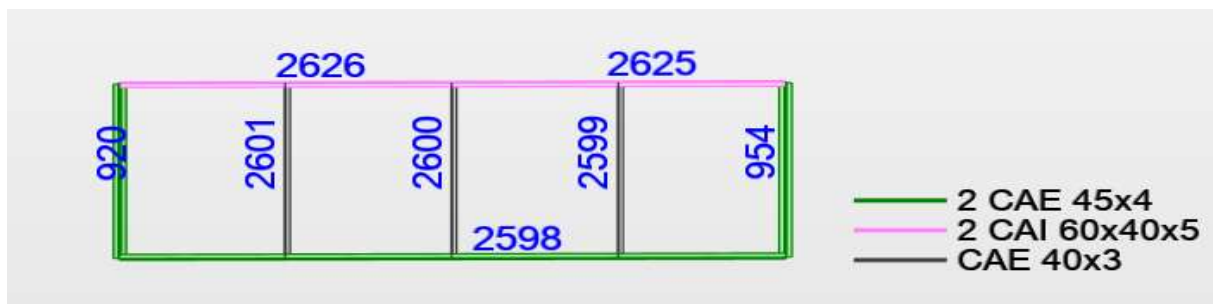
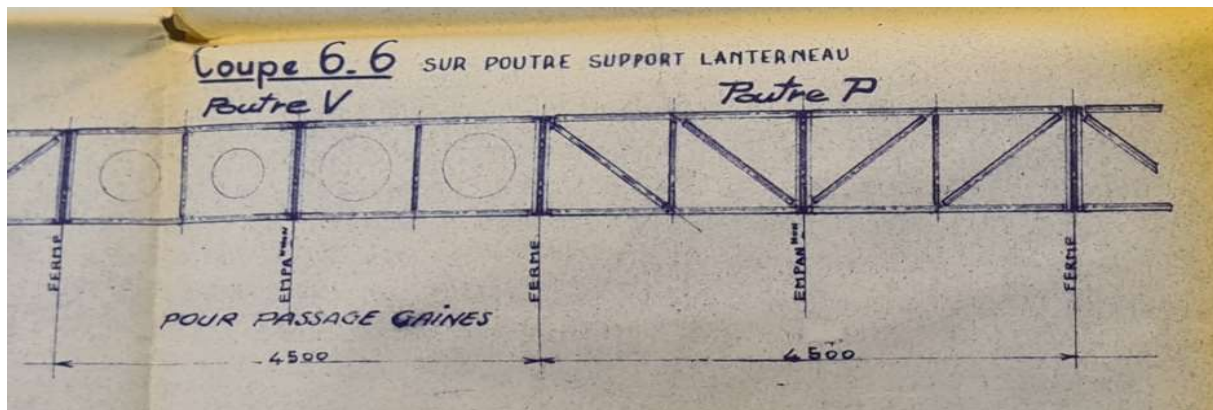
Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
2597	✗	2 CAI 60x40x	S 235	105.17	130.72	9.21	13 ELU /148/
2627	✗	2 CAI 60x40x	S 235	105.17	130.73	8.84	13 ELU /148/
2585	✗	2 CAE 45x4	S 235	522.41	386.58	5.14	13 ELU /148/
931	OK	HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.41	13 ELU /148/
897	OK	HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.36	13 ELU /149/
2586	OK	CAE 40x3	S 235	60.04	75.05	0.10	13 ELU /166/
2588	OK	CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.03	13 ELU /148/
2590	OK	CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.03	13 ELU /148/
2587	OK	CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.02	13 ELU /148/
2589	OK	CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.02	13 ELU /148/

Taux de travail ELU des poutres de façade : 921%

Le retrait des diagonales pour le passage des gaines semble être à l'origine de ce taux de travail trop élevé.

7.5.8 Vérification Poutre V support Lanterneau (Coupe 6-6)

a) Vues :



b) Vérification ELU :

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
2626	✗	2 CAI 60x40x	S 235	99.53	82.48	12.98	13 ELU /142/
2625	✗	2 CAI 60x40x	S 235	99.53	82.48	12.98	13 ELU /142/
2598	✗	2 CAE 45x4	S 235	329.62	243.91	7.02	13 ELU /142/
2600	OK	CAE 40x3	S 235	94.34	117.93	0.37	13 ELU /142/
2599	OK	CAE 40x3	S 235	94.35	117.94	0.05	13 ELU /149/
2601	OK	CAE 40x3	S 235	94.35	117.94	0.05	13 ELU /141/
954	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.31	77.99	0.04	13 ELU /142/
920	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.30	77.98	0.04	13 ELU /142/

Taux de travail ELU des poutres de façade : 1298% .

Le retrait des diagonales pour le passage des gaines semble être à l'origine de ce taux de travail trop élevé.

La charpente métallique travaille à la limite de sa capacité portante (ferme principale à 99% de taux de travail).

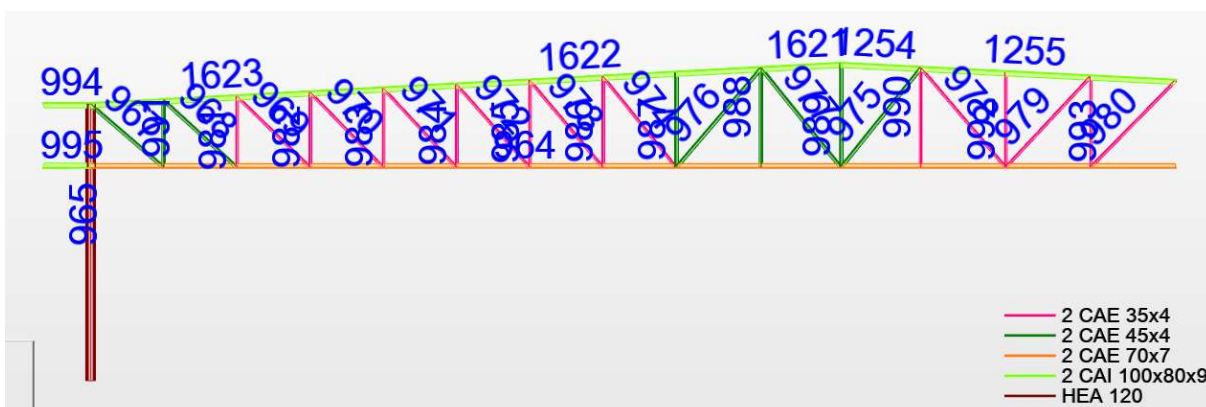
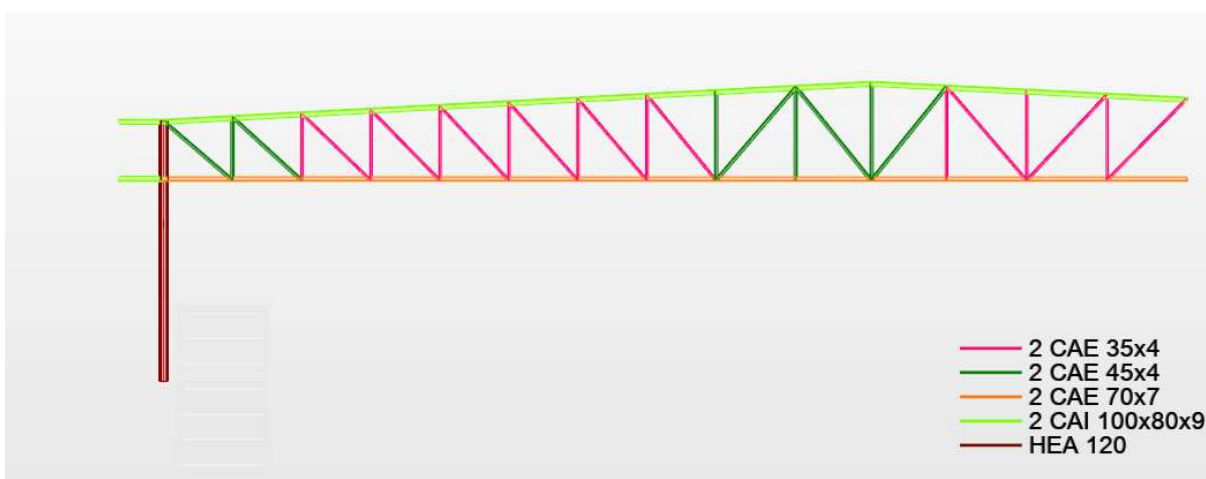
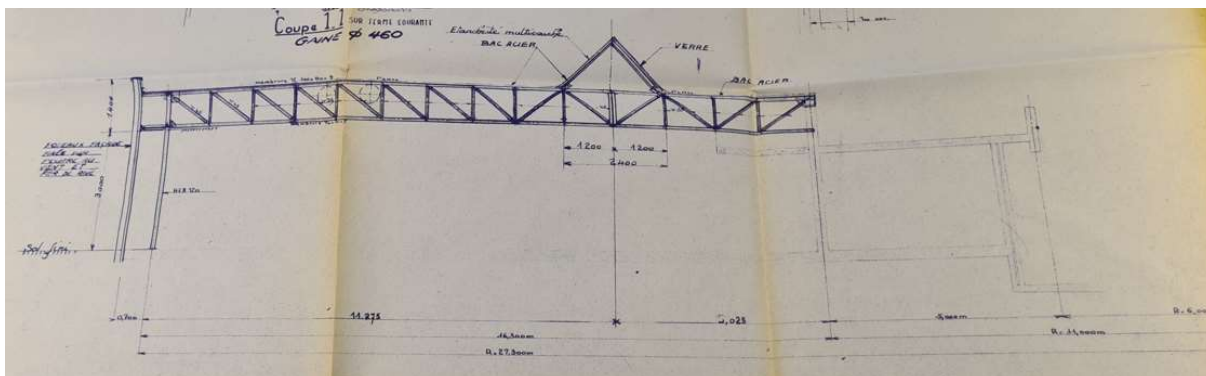
Toutefois les fermes et poutres treillis permettant le passage de grosses gaines semblent être sous dimensionné. Mais ces résultats demanderaient à être vérifiés sur site dans le cas où les zones concernées auraient fait l'objet d'un traitement particulier lors de la mise en œuvre pour rigidifier les fermes. N'ayant pas pu avoir une visibilité sur ces zones, lors de notre visite sur site, à cause des faux plafonds et des passages de réseaux, nous réservons nos conclusions à cet effet.

7.6 Vérifications de la charpente avec surcharge de projet

Nous procédons en premier lieu à la vérification de la charpente sous l'action des charges projets (scénario 1 : complexe couverture de 45 kg/m²).

7.6.1 *Vérification Fermes principales (Coupe I-I)*

a) Vues :



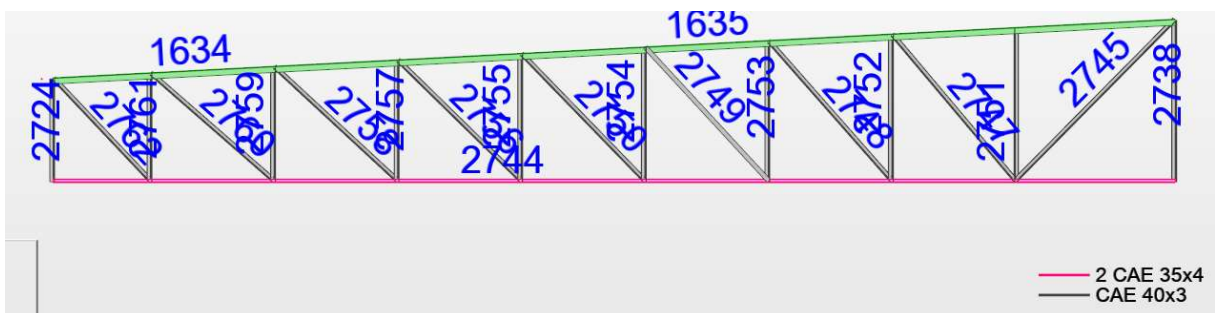
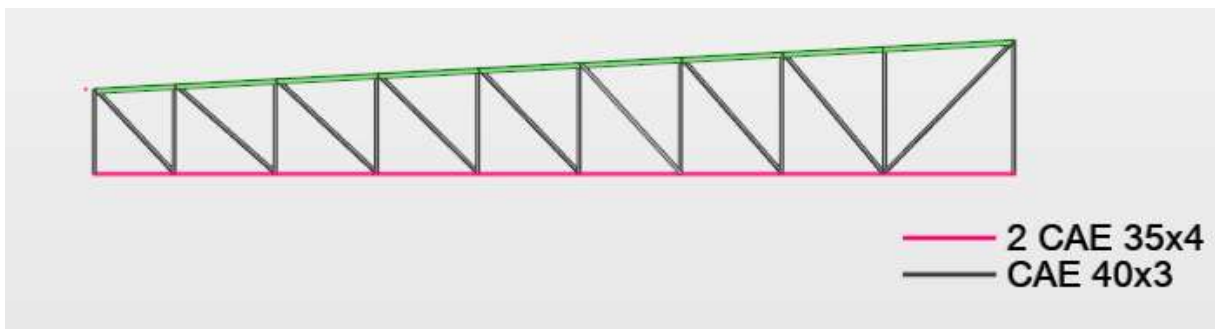
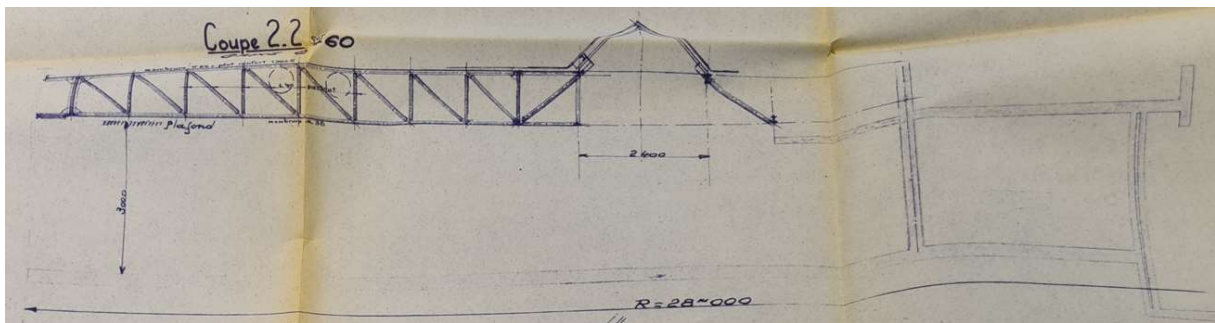
b) Vérification ELU :

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
978	✗	2 CAE 35x4	S 235	146.37	132.60	1.28	13 ELU /143/
1622	✗	2 CAI 100x80	S 235	54.16	155.66	1.06	13 ELU /149/
993	OK	2 CAE 35x4	S 235	100.16	90.73	0.78	13 ELU /143/
980	OK	2 CAE 35x4	S 235	136.05	123.25	0.63	13 ELU /143/
977	OK	2 CAE 45x4	S 235	109.82	101.58	0.56	13 ELU /149/
965	OK	HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.55	13 ELU /149/
979	OK	2 CAE 35x4	S 235	139.42	126.30	0.51	13 ELU /143/
967	OK	2 CAE 45x4	S 235	83.91	77.61	0.45	13 ELU /149/
981	OK	2 CAE 35x4	S 235	78.28	70.91	0.42	13 ELU /149/
964	OK	2 CAE 70x7	S 235	768.26	562.99	0.40	13 ELU /143/
1621	OK	2 CAI 100x80	S 235	50.98	27.57	0.37	13 ELU /146/
1254	OK	2 CAI 100x80	S 235	50.97	27.57	0.37	13 ELU /146/
969	OK	2 CAE 35x4	S 235	114.58	103.80	0.36	13 ELU /149/
1623	OK	2 CAI 100x80	S 235	46.73	75.82	0.35	13 ELU /149/
968	OK	2 CAE 45x4	S 235	86.08	79.63	0.35	13 ELU /149/
982	OK	2 CAE 35x4	S 235	82.62	74.85	0.35	13 ELU /149/
991	OK	2 CAE 45x4	S 235	57.00	52.73	0.34	13 ELU /149/
1255	OK	2 CAI 100x80	S 235	54.15	87.87	0.29	13 ELU /146/
983	OK	2 CAE 35x4	S 235	86.96	78.78	0.26	13 ELU /142/
970	OK	2 CAE 35x4	S 235	117.59	106.52	0.25	13 ELU /142/
975	OK	2 CAE 45x4	S 235	109.98	101.73	0.23	13 ELU /143/
984	OK	2 CAE 35x4	S 235	91.30	82.71	0.20	13 ELU /146/
971	OK	2 CAE 35x4	S 235	120.68	109.32	0.18	13 ELU /146/
972	OK	2 CAE 35x4	S 235	123.84	112.19	0.12	13 ELU /146/
985	OK	2 CAE 35x4	S 235	95.65	86.64	0.12	13 ELU /146/
992	OK	2 CAE 35x4	S 235	104.90	95.03	0.11	13 ELU /9/
986	OK	2 CAE 35x4	S 235	99.99	90.58	0.06	13 ELU /146/
994	OK	2 CAI 100x80	S 235	29.70	16.06	0.05	13 ELU /143/
989	OK	2 CAE 45x4	S 235	87.96	81.36	0.05	13 ELU /146/
973	OK	2 CAE 35x4	S 235	127.08	115.12	0.05	13 ELU /146/
976	OK	2 CAE 45x4	S 235	112.69	104.24	0.04	13 ELU /143/
987	OK	2 CAE 45x4	S 235	80.43	74.40	0.04	13 ELU /149/
974	OK	2 CAE 35x4	S 235	130.38	118.11	0.03	13 ELU /12/
995	OK	2 CAI 100x80	S 235	29.69	16.06	0.03	13 ELU /83/
990	OK	2 CAE 35x4	S 235	109.64	99.32	0.01	13 ELU /86/
988	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.30	77.98	0.00	13 ELU /86/

Taux de travail ELU des fermes principales : 128%

7.6.2 Vérification Empannon (Coupe 2-2)

a) Vues :



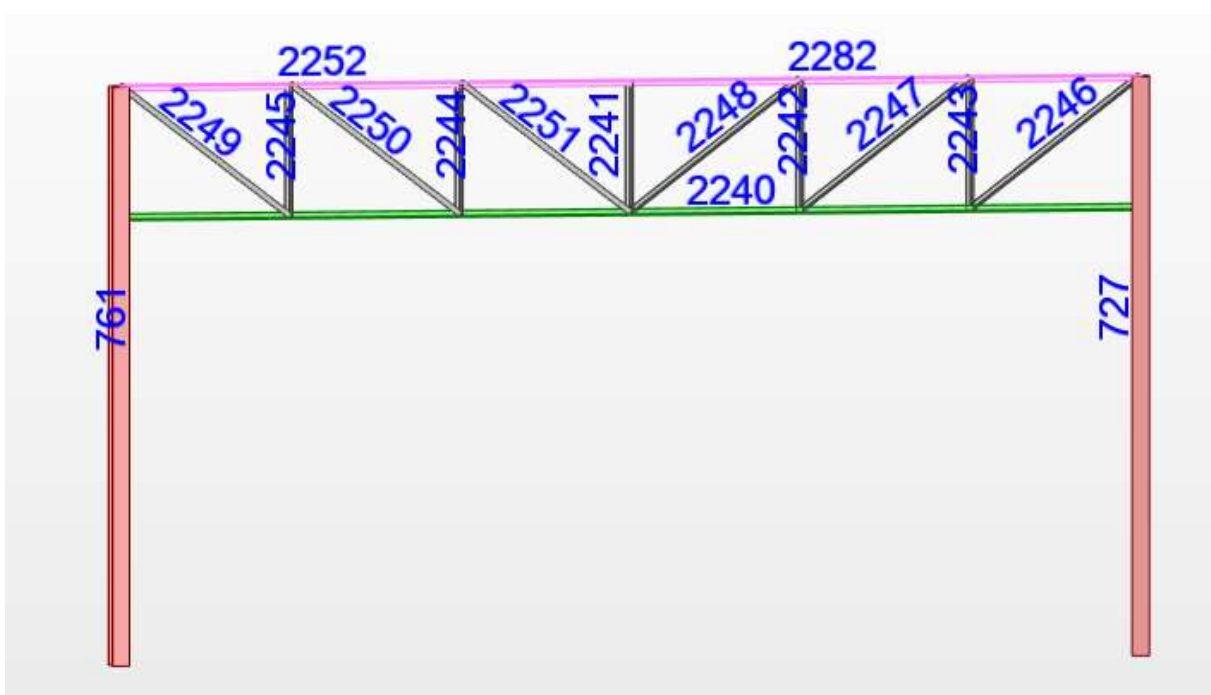
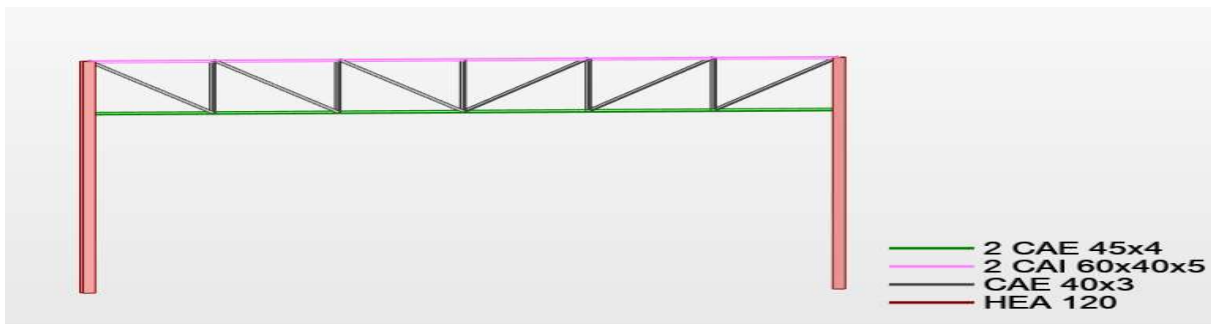
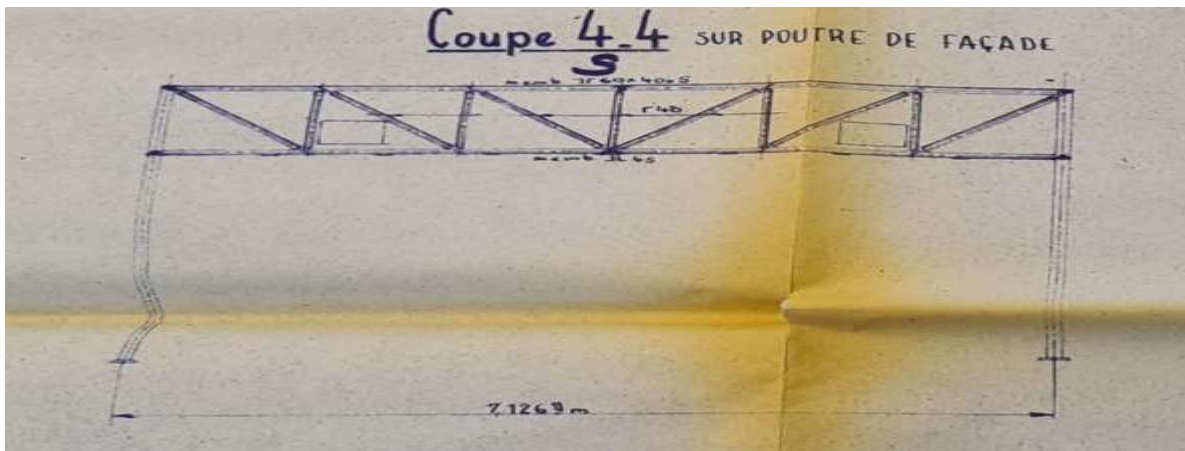
a) Vérification ELU :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
1635	✖	S 235	75.06	189.35	1.25	13 ELU /149/
2747	OK	CAE 40x3	112.05	140.06	0.97	13 ELU /149/
2738	OK	CAE 40x3	94.35	117.94	0.78	13 ELU /149/
2748	OK	CAE 40x3	109.18	136.48	0.75	13 ELU /149/
2724	OK	CAE 40x3	60.05	75.06	0.62	13 ELU /149/
1634	OK	S 235	75.06	83.88	0.55	13 ELU /149/
2761	OK	CAE 40x3	63.02	78.78	0.51	13 ELU /149/
2762	OK	CAE 40x3	82.70	103.38	0.49	13 ELU /149/
2745	OK	CAE 40x3	132.73	165.91	0.47	13 ELU /149/
2749	OK	CAE 40x3	106.38	132.97	0.42	13 ELU /149/
2760	OK	CAE 40x3	95.83	119.79	0.37	13 ELU /149/
2744	OK	2 CAE 35x4	949.73	688.28	0.37	13 ELU /149/
2759	OK	CAE 40x3	66.80	83.50	0.36	13 ELU /149/
2758	OK	CAE 40x3	98.36	122.95	0.22	13 ELU /149/
2757	OK	CAE 40x3	70.58	88.23	0.21	13 ELU /149/
2752	OK	CAE 40x3	85.69	107.11	0.20	13 ELU /149/
2751	OK	CAE 40x3	89.47	111.84	0.18	13 ELU /149/
2750	OK	CAE 40x3	103.64	129.55	0.15	13 ELU /141/
2753	OK	CAE 40x3	81.91	102.39	0.13	13 ELU /149/
2755	OK	CAE 40x3	74.36	92.95	0.06	13 ELU /161/
2756	OK	CAE 40x3	100.96	126.20	0.06	13 ELU /143/
2754	OK	CAE 40x3	78.14	97.67	0.04	13 ELU /141/

Taux de travail ELU des empannons : 125%

7.6.3 Vérification Poutre de façade (Coupe 4-4)

a) Vues :



b) Vérification ELU :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
2241	OK CAE 40x3	S 235	60.07	75.09	0.68	13 ELU /149/
727	OK HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.49	13 ELU /148/
761	OK HEA 120	S 235	82.09	133.00	0.48	13 ELU /149/
2249	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.46	13 ELU /146/
2246	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.46	13 ELU /149/
2250	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.44	13 ELU /146/
2247	OK CAE 40x3	S 235	98.40	123.00	0.44	13 ELU /149/
2251	OK CAE 40x3	S 235	98.41	123.01	0.42	13 ELU /146/
2248	OK CAE 40x3	S 235	98.42	123.02	0.41	13 ELU /149/
2245	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.38	13 ELU /146/
2243	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.37	13 ELU /149/
2282	OK 2 CAI 60x40x	S 235	105.17	130.72	0.36	13 ELU /146/
2244	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.36	13 ELU /146/
2252	OK 2 CAI 60x40x	S 235	105.17	130.72	0.36	13 ELU /149/
2242	OK CAE 40x3	S 235	60.05	75.06	0.35	13 ELU /149/
2240	OK 2 CAE 45x4	S 235	522.40	386.57	0.17	13 ELU /147/

Taux de travail ELU des poutres de façade : 68%

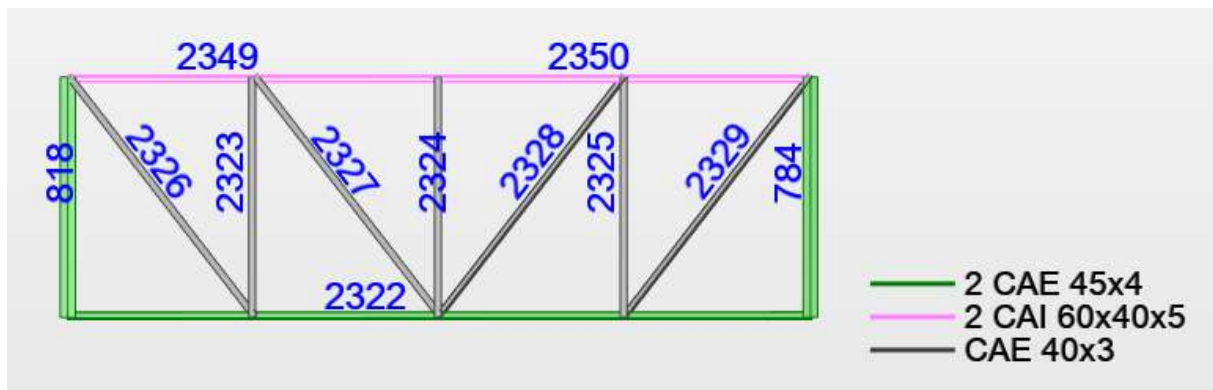
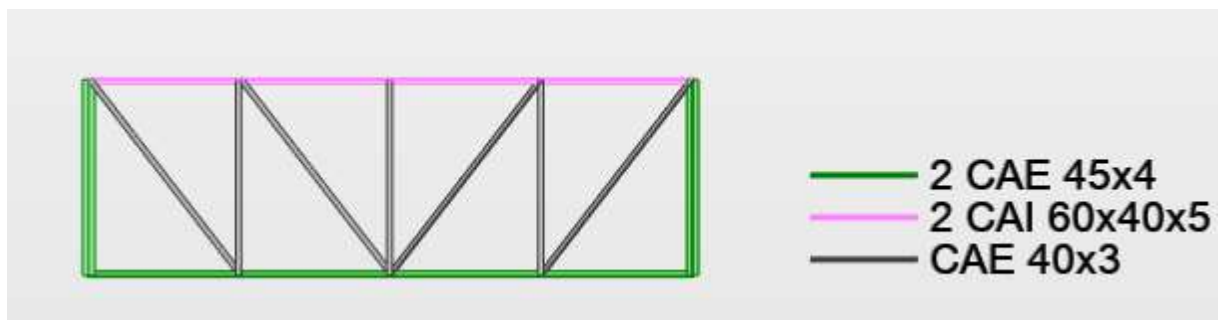
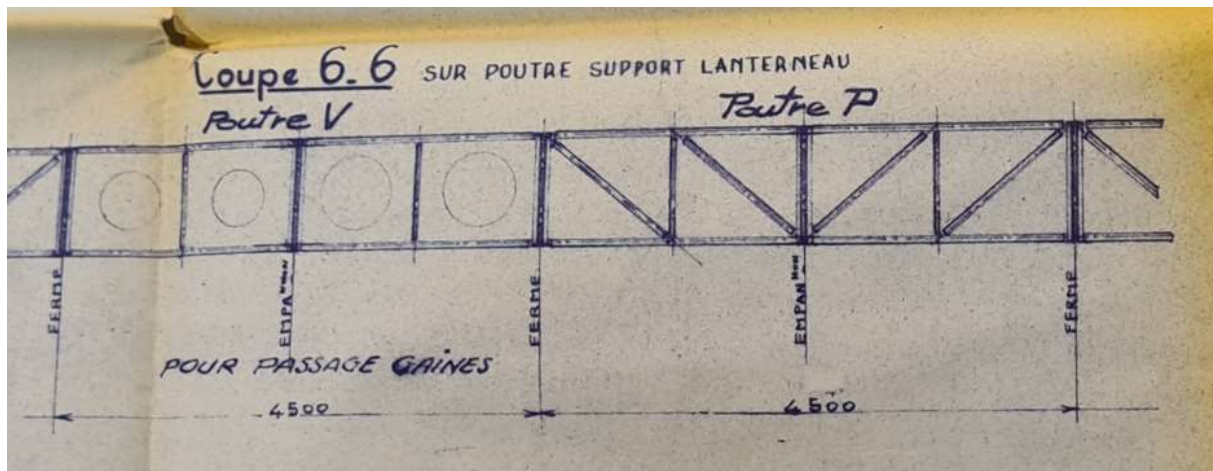
c) Vérification ELS :

Pièce	Profil	Matériau	Ratio(uz)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)
727	OK HEA 120	S 235	-	-	0.03	16 ELS /37/	0.03	16 ELS /39/
761	OK HEA 120	S 235	-	-	0.03	16 ELS /37/	0.04	16 ELS /39/
2240	OK 2 CAE 45x4	S 235	0.11	16 ELS /44/	-	-	-	-

Taux de travail ELS des poutres de façade : 11%

7.6.4 Vérification Poutre P support Lanterneau (Coupe 6-6)

a) Vues :



b) Vérification ELU :

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas
2324	OK	CAE 40x3	S 235	94.33	117.91	0.79	13 ELU /147/
2323	OK	CAE 40x3	S 235	94.35	117.94	0.48	13 ELU /147/
2325	OK	CAE 40x3	S 235	94.35	117.94	0.36	13 ELU /147/
2326	OK	CAE 40x3	S 235	119.77	149.72	0.30	13 ELU /147/
2327	OK	CAE 40x3	S 235	119.76	149.70	0.27	13 ELU /147/
2329	OK	CAE 40x3	S 235	119.78	149.72	0.23	13 ELU /147/
2322	OK	2 CAE 45x4	S 235	329.62	243.91	0.23	13 ELU /148/
2328	OK	CAE 40x3	S 235	119.75	149.69	0.20	13 ELU /147/
2349	OK	2 CAI 60x40x	S 235	99.53	82.48	0.10	13 ELU /165/
2350	OK	2 CAI 60x40x	S 235	99.53	82.48	0.10	13 ELU /165/
818	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.33	78.01	0.00	13 ELU /82/
784	OK	2 CAE 45x4	S 235	84.29	77.97	0.00	13 ELU /82/

Taux de travail ELU des poutres P support Lanterneau : 79%

c) Vérification ELS :

Pièce		Profil	Matériau	Ratio(uz)	Cas (uz)
2322	OK	2 CAE 45x4	S 235	0.05	16 ELS /42/

Taux de travail ELS des poutres P support Lanterneau : 5%

Le surcharges pour la réalisation de la rénovation lors du projet ne sont pas admises par la charpente en l'état actuel. La charpente devra être renforcée à cet effet.

Les renforts possibles à mettre en œuvre sont notamment la mise en œuvre de plats renforts sur les membrures supérieures et inférieures sous dimensionnées et le doublage des cornières doubles des diagonales et montants sous dimensionnés.

Les assemblages devront également être renforcé dans ce scénario afin de pouvoir reprendre les surcharges supplémentaires.

8 CONCLUSION

Notre étude porte sur un état des lieux de des éléments structuraux du bâtiment « Rotonde » du site de CEREMA-EST et sur la vérification leur capacité portante d'une possible restructuration et rénovation énergétique du bâtiment.

Nous n'avons pas constaté de désordres significatifs sur le bâtiment et les éléments structuraux étudiés.

Les vérifications se sont portées sur la dalle champignon en béton armé du plancher haut RDC et sur la charpente métallique du bâtiment.

La capacité portante du dallage peut être considérée à 400 kg/m² pour 10 cm d'épaisseur. Une analyse plus juste peut être réalisée moyennant la réalisation d'une étude géotechnique pour déterminer les caractéristiques des sous-couches du dallage.

La dalle champignon a été vérifiée à partir des plans de coffrages et de ferrailage issus des archives sur site et aux archives municipales, en cohérence avec le CCTP de l'époque.

Après vérification, nous avons pu conclure que la dalle champignon est optimisée et travaille au maximum de sa capacité portante, pour les hypothèses de charges prises en compte dans notre étude soit 400 kg/m² à l'ELS. Il faut toutefois noter que la flèche n'est pas vérifiée selon les normes actuelles et que le ferrailage du plancher semble légèrement sous dimensionnées selon les normes actuelles.

La vérification de la charpente métallique sous l'action des charges existantes définies au chapitre 7.2.2.a de notre étude nous a permis de conclure que celle-ci travaille à la limite de sa capacité portante en vertu des normes en vigueur aujourd'hui.

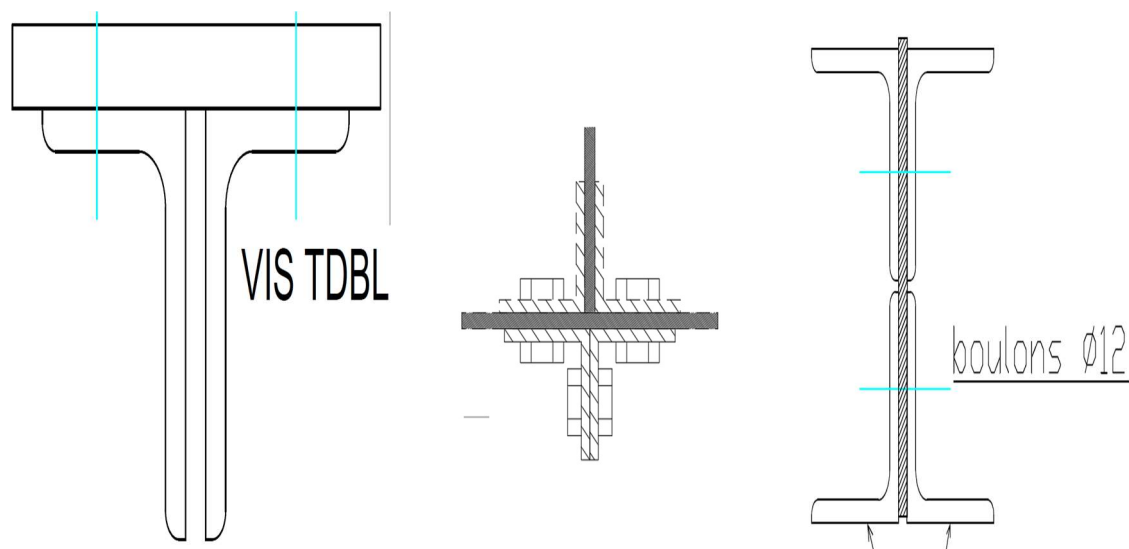
Toutefois les fermes et poutres treillis permettant le passage des gaines de diamètres importants semblent être sous dimensionnées, dans le cadre de la rénovation ce point devra être corrigé.

Aucune surcharge n'est donc admissible sur la charpente et dans l'éventualité de travaux sur la charpente, celle-ci devra être remises aux normes avec la mise en œuvre de renforts.

Eléments structurels	Charge permanentes maximale admissibles (kg/m ²)	Charge d'exploitation maximale admissibles (kg/m ²)
Rdc haut – Plancher champignon	225	400
Toiture – Charpente métallique	41	

Notre vérification de la charpente sous l'action de charges projet (**scénario 1 à 45 kg/m²**) nous indique que les renforts à mettre en œuvre seront notamment sur les membrures ainsi que des diagonales des fermes principales et empannons avec des plats métalliques ou en doublant les doubles cornières (voir figure suivante). Ces travaux induisent une dépose des faux plafonds pour intervenir également depuis le dessous de la ferme.

Les assemblages devront également être renforcés dans ce scénario afin de pouvoir reprendre les surcharges supplémentaires.



Possibles types de renforts à mettre en œuvre

La réalisation du **scénario 2** portant sur la mise en œuvre d'une toiture végétalisée demandera la dépose complète de la charpente métallique et la réfection d'une nouvelle charpente plus résistante.

Nous vous souhaitons bonne réception du présent rapport et restons à votre disposition pour tous renseignements complémentaires.

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos sincères salutations

T. SCHALLMO.