

RAPPORT MISSION D'INGENIERIE DES STRUCTURES BOIS

**Audit de la charpente bois du préau de l'Espace Salvador Allende
Mairie de PLUGUFFAN
2 rue de la Villemarqué
29700 PLUGUFFAN**



Pour le compte de :



Mairie de Pluguffan
Rue de Quimper
29700 PLUGUFFAN

DIAG	DIAGNOSTIC DES STRUCTURES BOIS	
Indice :	Date :	Modification :
-	26/01/2026	Première diffusion
A		
B		

1. LE CONTEXTE	4
2. DOCUMENTS DE REFERENCES ET RELEVÉ SUR SITE	4
3. LOCALISATION	4
4. RELEVÉ SUR SITE	5
5. HYPOTHESES DE CALCUL ET DE MODELISATION	14
5.1 Logiciels	14
5.2 Règlementation de calcul	14
5.3 Caractéristiques des matériaux	15
5.3.1 Bois	15
6. HYPOTHESES DE CHARGEMENT	17
6.1 Charges permanentes couverture actuelle	17
6.2 Surcharges d'exploitation selon NF EN 1991-1-1NA	17
6.2.1 Charges d'entretien toiture	17
6.3 Surcharges climatiques	17
6.3.1 Charges de Neige	17
6.3.2 Charges de Vent	18
6.3.3 Cas n° 1 Vent selon NF EN 1991-1-4/NA	18
6.4 Sécurité incendie	19
6.5 Règlementation sismique	19
7. MODELISATION DE CALCUL 3D CHARPENTE	20
7.1 Chargement du modèle.	21
7.1.1 Charges permanentes	21
7.1.2 Charges d'entretien	21
7.1.3 Charges de Neige cas 1	21
7.1.4 Charges de Neige cas 2	22
7.1.5 Charges de Neige cas 3	22
7.1.6 Charges de vent /X cas n°1	22
7.1.7 Charges de vent /X cas n°2	23
7.1.8 Charges de vent /Y cas n°1	23
8. VERIFICATION DE LA CHARPENTE BOIS	24
8.1 Vérification panne courante sous chargement actuel	24
8.2 Vérification poutre treillis latérale sous chargement actuel	25
8.3 Vérification poutre treillis principale sous chargement actuel	26
8.4 Vérification des assemblages principaux	27
8.4.1 Assemblage Membrane - Diagonale	27
8.4.2 Assemblage Membrane - Potelet	28
8.4.3 Assemblage Membrane - Potelet	29
9. ANALYSE ET PRECONISATIONS DE RENFORCEMENT	30

9.1	Charpente Préau	30
9.2	Conclusion générale	31

1. Le contexte

La ville de Pluguffan, représentée par M. GIRARDY-RICCI, directeur des services techniques, sollicite l'intervention de LB STRUKTUR pour la réalisation d'un audit structurel de la charpente bois du préau du complexe sportif situé au 2 rue de la Villemarqué, dans le cadre de ses opérations de maintenance préventive.

2. Documents de références et relevé sur site

Le relevé sur site a été réalisé par Benjamin LE BELLEGO en date du 12/12/2025.

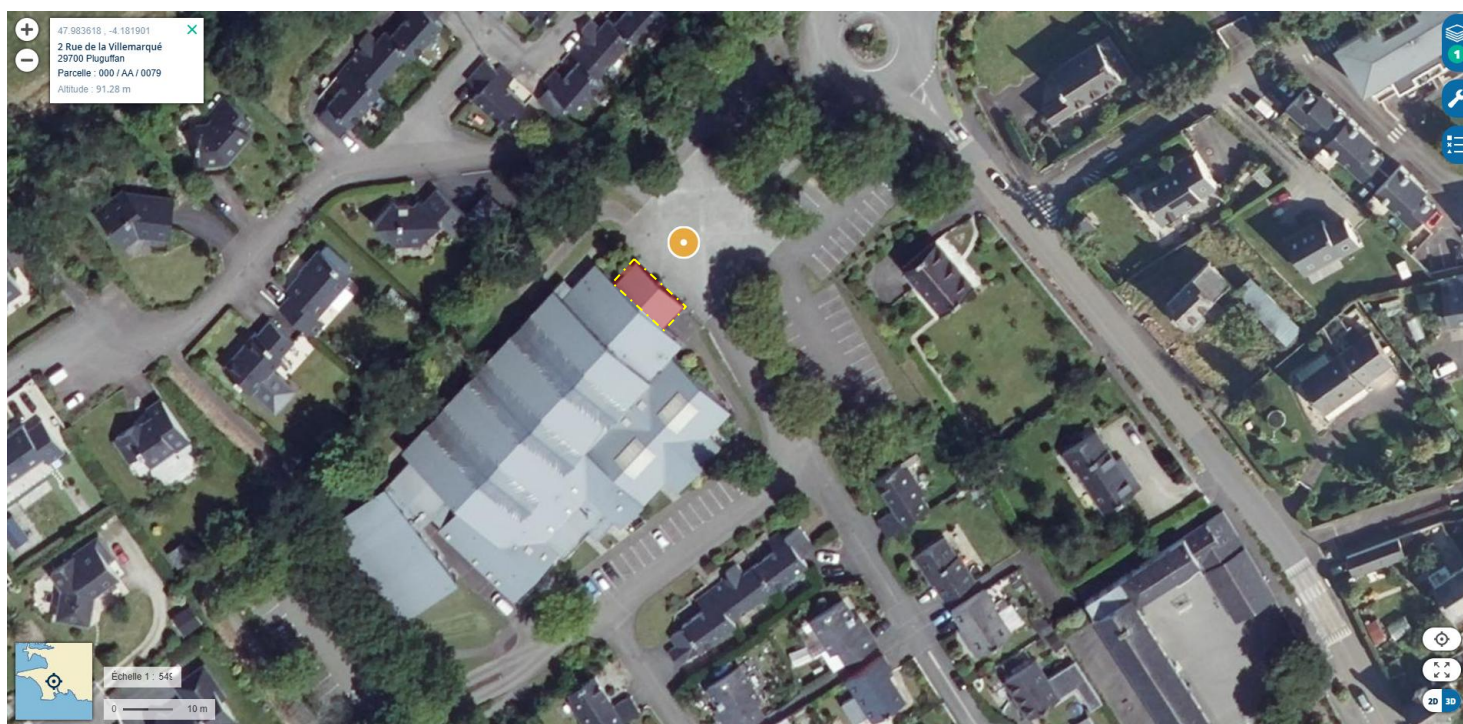
Les investigations suivantes ont été réalisées :

- Examen visuel de la structure bois concernée et des assemblages rendus accessibles
- Relevé de potentiels désordres
- Relevé géométrique des sections et d'implantation de la structure concernée

Nota : L'analyse et le relevé du gros œuvre et de la couverture sont hors mission.

3. Localisation

L'ouvrage concerné par le diagnostic structurel est situé au 2 rue de la Villemarqué sur la commune de PLUGUFFAN (29700).



4. Relevé sur site



L'ouvrage concerné est un préau situé au-dessus de l'entrée principale du complexe Salvador Allende à Pluguffan.

Ce préau est constitué d'une charpente bois de type treillis, présentant les caractéristiques géométriques suivantes :

- Longueur : 5,90 m
- Largeur : 12,20 m
- Hauteur à l'égout : 4,20 m
- Toiture à deux pans symétriques de pente 25°

La charpente repose sur la façade Nord sur trois poteaux en béton, habillés d'un parement en pierre, présentant les dimensions extérieures suivantes :

- Section : 650 × 650 mm
- Arase supérieure : 2,786 m

Les poutres treillis constituant la charpente sont directement exposées aux intempéries, sans protection particulière.



La couverture est constituée d'une membrane d'étanchéité en PVC.

La surface de la membrane présente un verdissement marqué, traduisant un environnement arboré et une humidité persistante. On observe une accumulation de débris végétaux en pied de versant, au droit de la gouttière, susceptible de perturber le bon écoulement des eaux pluviales. La gouttière apparaît partiellement obstruée par ces dépôts.

Des traces de ruissellement sont visibles à la surface de la membrane. Aucun affaissement ou déformation notable de la couverture n'est identifiable.



La membrane d'étanchéité est portée par un bac nervuré trapézoïdal, lui-même porté par des pannes en bois massif de section 73×242 mm, disposées à devers et à entraxe régulier moyen d'environ 1,30 m. Les pannes présentent une finition filmogène de type peinture, sur laquelle sont visibles des traces de verdissement, traduisant une exposition prolongée à l'humidité. On observe la présence de liens à mi-portée en bois massif de section 45×145 mm, associés à des éléments de décharge en partie basse de pente. Aucune déformation notable des éléments porteurs n'est toutefois visible.



La fixation des pannes sur les arbalétriers est assurée par des sabots métalliques du commerce de type SIMPSON SAE. Ces connecteurs présentent une fixation partielle sur l'élément porteur et une fixation insuffisante sur l'élément porté, avec seulement deux points de fixation visibles. La mise en œuvre apparaît ainsi incomplète au regard des capacités usuelles de ces connecteurs notamment pour reprendre les efforts ascendants (vent en soulèvement).



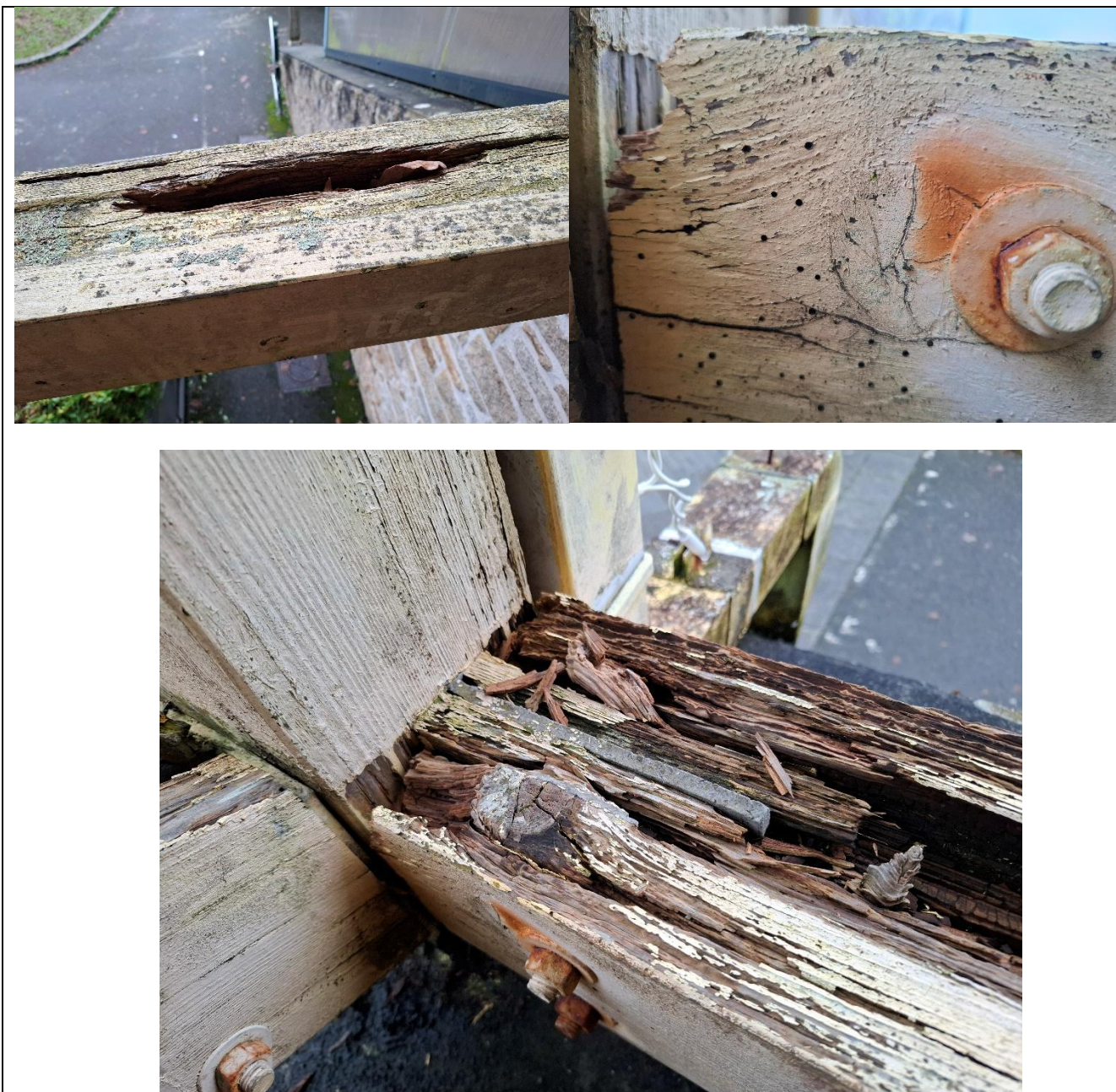
La charpente du préau est constituée de deux poutres treillis latérales de longueur d'environ 5,80 m et de retombée 1,20 m.

Ces poutres treillis sont composées de membrures hautes et basses en bois massif moisé de section 45×145 mm, associées à une fourrure en bois massif, ainsi que de diagonales et potelets en bois massif de section 55×145 mm.

Les éléments sont assemblés entre eux par des boulons de charpente de diamètre 14 mm.

L'ensemble de la structure présente une finition filmogène de type peinture, d'aspect vétuste, avec des traces verdâtres liées à l'humidité et des microfissurations de la finition.

Ces poutres treillis sont directement exposées aux intempéries. On observe des zones de déstructuration du bois par pourriture, affectant principalement les membrures basses, notamment au droit de la jonction entre la membrure basse et le poteau sur le pan Nord.



On observe la présence de nombreux orifices circulaires d'envol caractéristiques d'insectes à larves xylophages sur les membrures basses au droit des appuis, compatibles avec une infestation de type petite vrille.

Ces altérations sont associées à une déstructuration du bois par pourriture cubique, visible en surface des éléments bois.

La face supérieure de la membrure basse est directement exposée aux intempéries, ce qui la rend propice aux phénomènes de ruissellement et de stagnation d'eau, favorisant le maintien d'un taux d'humidité élevé du matériau.

Au vu de l'avancement de la déstructuration, notamment au droit de la zone d'assemblage, la continuité et l'intégrité mécanique de la membrure basse ne peuvent plus être considérées comme garanties, et la capacité portante de l'assemblage apparaît fortement altérée.

L'assemblage présente un état de ruine.



Les extrémités des potelets des poutres treillis sont en appui direct sur la tête des poteaux B.A, sans garde au sol suffisante. La conception initiale est considérée comme piégeante. Cette configuration favorise les remontées d'humidité par capillarité et l'exposition prolongée à l'eau de ruissellement et de stagnation.

On observe une déstructuration avancée du bois par pourriture au droit du contact avec la maçonnerie, accompagnée d'une forte humidification du matériau.

Au vu de l'état de dégradation des extrémités des potelets, l'intégrité mécanique des éléments ne peuvent plus être considérées comme assurées.

L'assemblage associé apparaît en état de ruine, ne permettant plus une reprise satisfaisante des efforts, tant descendants (charges gravitaires) que ascendants (actions de soulèvement au vent).



Des désordres analogues sont observés sur la membrure basse de la poutre treillis principale en façade sud, au droit de sa jonction avec le potelet.

Le bois présente une déstructuration avancée par pourriture cubique, caractéristique d'une attaque par champignons lignivores, associée à la présence de nombreux orifices d'envol d'insectes à larves xylophages.

L'assemblage est en état de ruine, le matériau constitutif des membrures ne présentant plus une cohésion suffisante pour assurer correctement sa fonction structurelle. On observe un glissement de l'assemblage au droit des organes de fixation, traduisant une perte d'efficacité des liaisons mécaniques. Dans ces conditions, l'assemblage ne permet plus d'assurer convenablement la reprise des efforts, notamment les efforts de soulèvement liés aux actions de vent.



De la même manière, la poutre treillis en façade nord présente une conception non drainante, avec un phénomène de ruissellement observé le long des contrefiches et des membrures.

Cette configuration favorise le maintien d'une humidité élevée au droit des assemblages et des pièces horizontales.

On observe une déstructuration superficielle du bois par pourriture le long de la membrure basse.

À terme, et en l'absence de modification de conception et de reprise structurelle, une déstructuration plus profonde du matériau est à prévoir.

Des travaux de renforcement ponctuels semblent avoir été réalisés antérieurement, notamment au droit du potelet central et des deux contrefiches. Ces éléments apparaissent d'aspect plus récent que les pièces adjacentes, traduisant une intervention ultérieure sans traitement global de la pathologie.



Les contrefiches en façade nord semblent avoir fait l'objet d'un remplacement partiel, par des éléments en bois massif de section identique, vraisemblablement en classe d'emploi 3 (traitement autoclave).

Toutefois, ces pièces présentent déjà des signes d'altération, avec un début de déstructuration du bois visible en surface, traduisant une exposition persistante à l'humidité. Cette intervention ponctuelle ne permet donc pas de traiter durablement la pathologie observée.

L'assemblage en partie basse à la jonction avec le poteau BA a été modifié, avec la mise en œuvre d'une ferrure rapportée constituée d'une superposition de plats métalliques de faible épaisseur.

Cette conception de ferrure apparaît non conforme aux règles usuelles de conception des assemblages.

5. Hypothèses de calcul et de modélisation

5.1 Logiciels

- Logiciel de modélisation et de calcul : Acord Bat V6.3.0
- Feuilles de calcul Excel développées par LB STRUKTUR
- Logiciels libres d'utilisation (fournisseurs)

5.2 Règlementation de calcul

Les Eurocodes sont les normes européennes relatives à la conception et au calcul des bâtiments et des ouvrages de génie civil. Les Eurocodes servent de documents de référence reconnus par les autorités des 27 Etats membres de l'Union européenne, applicables pour la conception et le calcul des bâtiments et des ouvrages de génie civil :

- permettant de s'assurer de la stabilité des ouvrages, prescrite par la directive européenne 89/106/CEE "produits de construction" et de prendre en compte notamment les aspects de résistance aux incendies et aux séismes.
- constituant la base technique des marchés publics d'études de travaux dans le cadre de la directive européenne 2004/18/CE.

Ils sont en vigueur depuis le 1er janvier 2014 et s'appliquent, avec leurs Annexes Nationales, à la conception de cet ouvrage :

- EN 1990 Eurocode 0 : Bases de calcul des structures
- EN 1991 Eurocode 1 : Actions sur les structures
 - EN 1991-1-1 : EC1 - Poids et charges d'exploitations
 - EN 1991-1-3 : EC1 - Neige
Carte de neige NF EN 1991-1-3/NA
 - EN 1991-1-4 : EC1 - Vent
Carte de vent NF EN 1991-1-4/NA
- EN 1993 Eurocode 3 : Calcul des structures en acier
- EN 1995 Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
- EN 1998 Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance au séisme

5.3 Caractéristiques des matériaux

5.3.1 Bois

a. Classe d'emploi

Les classements des bois sont les suivants :

- **Classe d'emploi 2 pour tous les bois intérieurs et à l'abri**
- **Classe d'emploi 3 pour les bois susceptibles d'être humidifiés**
- **Classe d'emploi 4 pour les bois avec risque de stagnation d'eau**

b. Classe de service

Les classes de service sont les suivantes :

- Classe de service 1 pour les locaux chauffés (humidité des bois à la pose < 13%)
- **Classe de service 2 pour les locaux non chauffés mais à l'abri**
- **Classe de service 3 pour les bois extérieurs posés verticalement**

c. Bois massifs

Classes de résistance des bois massifs selon NF EN 338 (juillet 2016)							
		Résineux				Feuillus	
	Classe	C16	C18	C24	C30	D18	D24
Propriétés de résistance en N/mm²							
Flexion axiale	$f_{m,0,k}$	16	18	24	30	18	24
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	8,5	10	14,5	19	11	14
Traction transversale	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	17	18	21	24	18	21
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2,2	2,2	2,5	2,7	4,8	4,9
Cisaillement	$f_{v,k}$	3,2	3,4	4	4	3,5	3,7
Propriétés de rigidité en kN/mm²							
Module d'élasticité moyen en flexion axiale	$E_{m,0,mean}$	8	9	11	12	9,5	10
Module d'élasticité caractéristique à 5% d'exclusion en flexion axiale	$E_{m,0,k}$	5,4	6	7,4	8	8,0	8,4
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{m,90,mean}$	0,27	0,3	0,37	0,4	0,64	0,67
Module de cisaillement moyen	G_{mean}	0,5	0,56	0,69	0,75	0,59	0,63
Masse volumique en kg/m³							
Masse volumique caractéristique à 5% d'exclusion en flexion axiale	ρ_k	310	320	350	380	475	485
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	370	380	420	460	570	580

a. **Bois lamellé-collé**

Classes de résistance des bois lamellé-collé selon NF EN 14080 (août 2013)							
Bois lamellé-collé homogène	Classe	GL22h	GL24h	GL28h	GL30h	GL32h	GL24c
Propriétés de résistance en N/mm²							
Flexion	$f_{m,g,k}$	22	24	28	30	32	24
Traction axiale	$f_{t,0,g,k}$	17,6	19,2	22,4	24	25,6	17
Traction transversale	$f_{t,90,g,k}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Compression axiale	$f_{c,0,g,k}$	22	24	28	30	32	21,5
Compression transversale	$f_{c,90,g,k}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Cisaillement (cisaillement et torsion)	$f_{v,g,k}$	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Cisaillement roulant	$f_{t,g,k}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Propriétés de rigidité en kN/mm²							
Module d'élasticité axiale moyenne	$E_{0,g,mean}$	10 500	11 500	12 600	13 600	14 200	11 000
Module d'élasticité axiale au 5%	$E_{0,g,05}$	8 800	9 600	10 500	11 300	11 800	9 100
Module d'élasticité transversale moyenne	$E_{90,g,mean}$	300	300	300	300	300	300
Module d'élasticité transversale au 5%	$E_{90,g,05}$	250	250	250	250	250	250
Module de cisaillement moyen	$G_{g,mean}$	650	650	650	650	650	650
Module de cisaillement au 5%	$G_{g,05}$	540	540	540	540	540	540
Module de cisaillement roulant	$G_{r,g,mean}$	65	65	65	65	65	65
Module de cisaillement roulant au 5%	$G_{r,g,05}$	54	54	54	54	54	54
Masse volumique en kg/m³							
Masse volumique caractéristique à 5%	$\rho_{g,k}$	370	385	425	430	440	365
Masse volumique moyenne	$\rho_{g,mean}$	410	420	460	480	490	400

Le choix de la classe mécanique des bois a été effectué en fonction de l'analyse et du relevé des bois de structure sur site conformément à la norme de classement visuel des bois NF B52-001 ainsi qu'au tableau de correspondance entre classes visuelles de la Norme Française de classement NF B52.001 (1992) et les classes de résistance de la norme EN 338 présentées ci-dessus.

Le classement prend en compte l'état sanitaire des bois ainsi que le relevé des singularités suivantes : largeur des cernes d'accroissement, diamètre des nœuds, déviation de la pente de fil, altérations biologiques, fentes, etc...

Pour les bois observés sur site, nous retenons de façon sécuritaire la classe C24 pour les éléments résineux mis en œuvre et GL24H pour les éléments en bois lamellé collé.

6. Hypothèses de chargement

6.1 Charges permanentes couverture actuelle

Complexe étanchéité + isolant	7 daN/m ²
Bac acier support d'étanchéité	11 daN/m ²
Pannes BM 73 x 242 mm + liens et CVT	Intégré modèle de calcul
Divers	2 daN/m ²
G Total	20 daN/m² + PP des structures

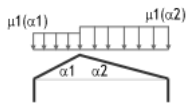
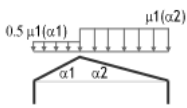
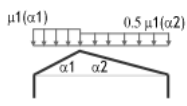
6.2 Surcharges d'exploitation selon NF EN 1991-1-1NA

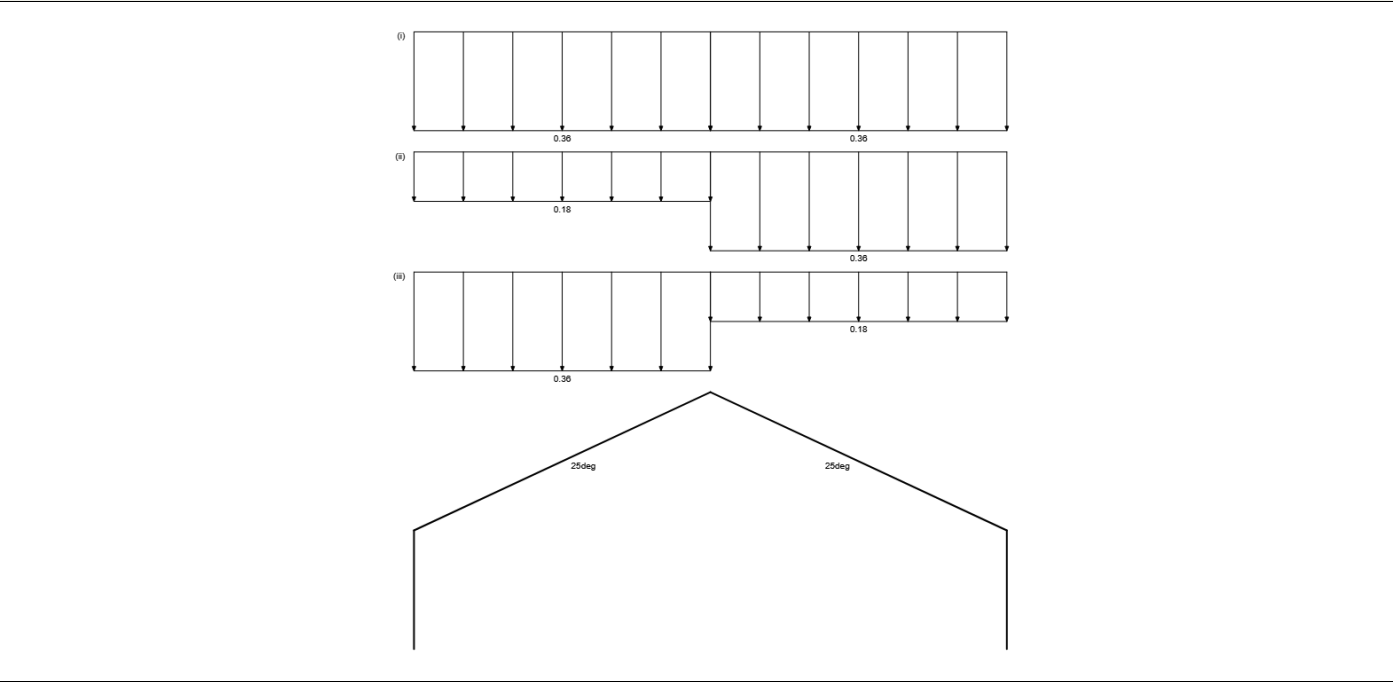
6.2.1 Charges d'entretien toiture

Emplacement	Catégorie	q _k [daN/m ²]	Q _k [daN]
Toiture	H (toiture)	/	150

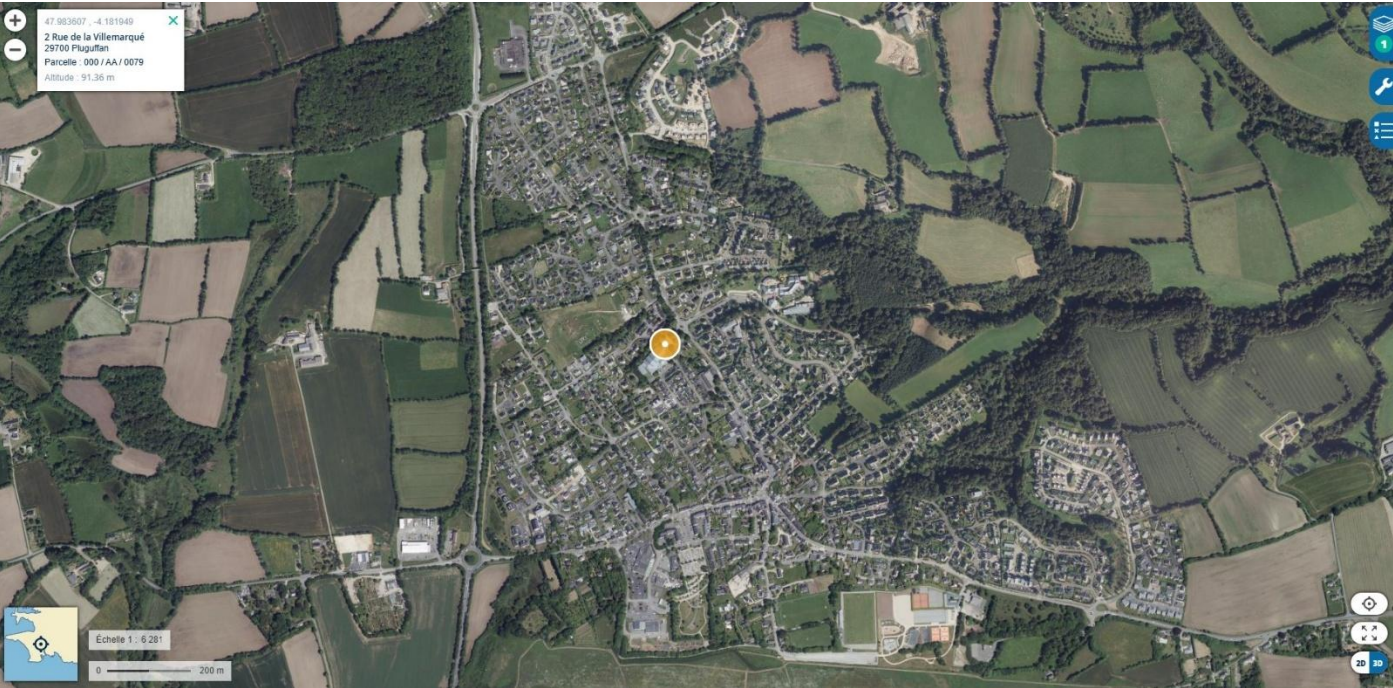
6.3 Surcharges climatiques

6.3.1 Charges de Neige

Charges de neige S (Normale), Sa (Accidentelle)		
Valeur caractéristique (sk) et exceptionnelle (Sad) de la charge de neige sur le sol pour l'altitude considérée Région de neige : A1 ; Altitude du site : 91m		
sk	0.45kN/m2	sk = sk0 = 0.45kN/m2
sAd	0kN/m2	sAd = Cesl sk0 = 0 × 0.45 = 0kN/m2
Coefficients		
Ce	1	Coefficient d'exposition (Site normal)
Ct	1	Coefficient thermique
Sans dispositifs de retenue de neige		
Cas de neige : S1		
	Versant gauche S = mu1 Ct Ce sk = 0.8 × 1 × 1 × 0.45 = 0.36kN/m2 mu1 = 0.8 Versant droite S = mu1 Ct Ce sk = 0.8 × 1 × 1 × 0.45 = 0.36kN/m2 mu1 = 0.8	
Cas de neige : S2		
	Versant gauche S = 0.5(mu1 Ct Ce sk) = 0.5 × (0.8 × 1 × 1 × 0.45) = 0.18kN/m2 mu1 = 0.8 Versant droite S = mu1 Ct Ce sk = 0.8 × 1 × 1 × 0.45 = 0.36kN/m2 mu1 = 0.8	
Cas de neige : S3		
	Versant gauche S = mu1 Ct Ce sk = 0.8 × 1 × 1 × 0.45 = 0.36kN/m2 mu1 = 0.8 Versant droite S = 0.5(mu1 Ct Ce sk) = 0.5 × (0.8 × 1 × 1 × 0.45) = 0.18kN/m2 mu1 = 0.8	



6.3.2 Charges de Vent



6.3.3 Cas n° 1 Vent selon NF EN 1991-1-4/NA

Caractéristiques générales des charges de vent		
Région	3	
Rugosité du terrain	(IIIb) Bocage dense	
Orographie du terrain	Terrain plat ou de faible pente (Inférieur à 5%)	
z	6.8 m	Hauteur de calcul de la pression dynamique du vent
v _b	26m/s	Vitesse de référence du vent
q _p (z)	0.56 kN/m2	Pression dynamique de pointe pour la hauteur de calcul z

Tableau 7.7 — Valeurs de $c_{p,net}$ et c_f pour les toitures isolées à deux versants (fin)

Angle de toiture α [°]	Obstruction φ	Coefficient de force globale c_f	Coefficients de pression nette $c_{p,net}$ Plan repère			
			Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
+ 25	Maximum, quel que soit φ	+ 0,7	+ 1,2	+ 1,9	+ 1,6	+ 0,5
	Minimum $\varphi = 0$	- 1,0	- 1,4	- 1,9	- 1,4	- 2,0
	Minimum $\varphi = 1$	- 1,3	- 1,4	- 2,0	- 1,5	- 2,0

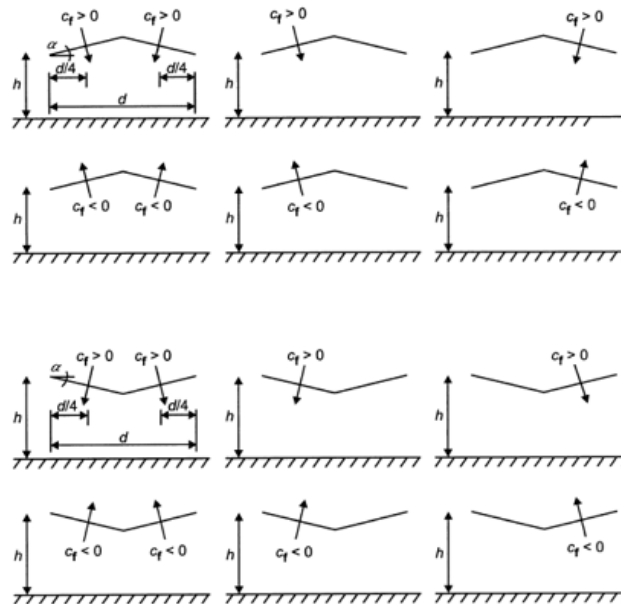


Figure 7.17 — Dispositions des charges obtenues à partir des coefficients de force pour les toitures isolées à deux versants

6.4 Sécurité incendie

→ Complexe sportif et culturel, ERP de Type X et L, classé en 2^{ème} catégorie selon précision du maître d'ouvrage.

La charpente du préau extérieur couvrant une issue réglementaire est susceptible d'être soumise à une exigence de stabilité au feu. Il appartiendra au maître d'ouvrage de vérifier, auprès de la commission de sécurité ou au regard du dernier rapport de la commission, les exigences réglementaires applicables en matière de stabilité au feu de la structure de la charpente.

Au regard des sections apparentes des éléments porteurs de la charpente, la structure ne dispose pas, en l'état, d'une section suffisante pour assurer une stabilité au feu de 30 minutes.

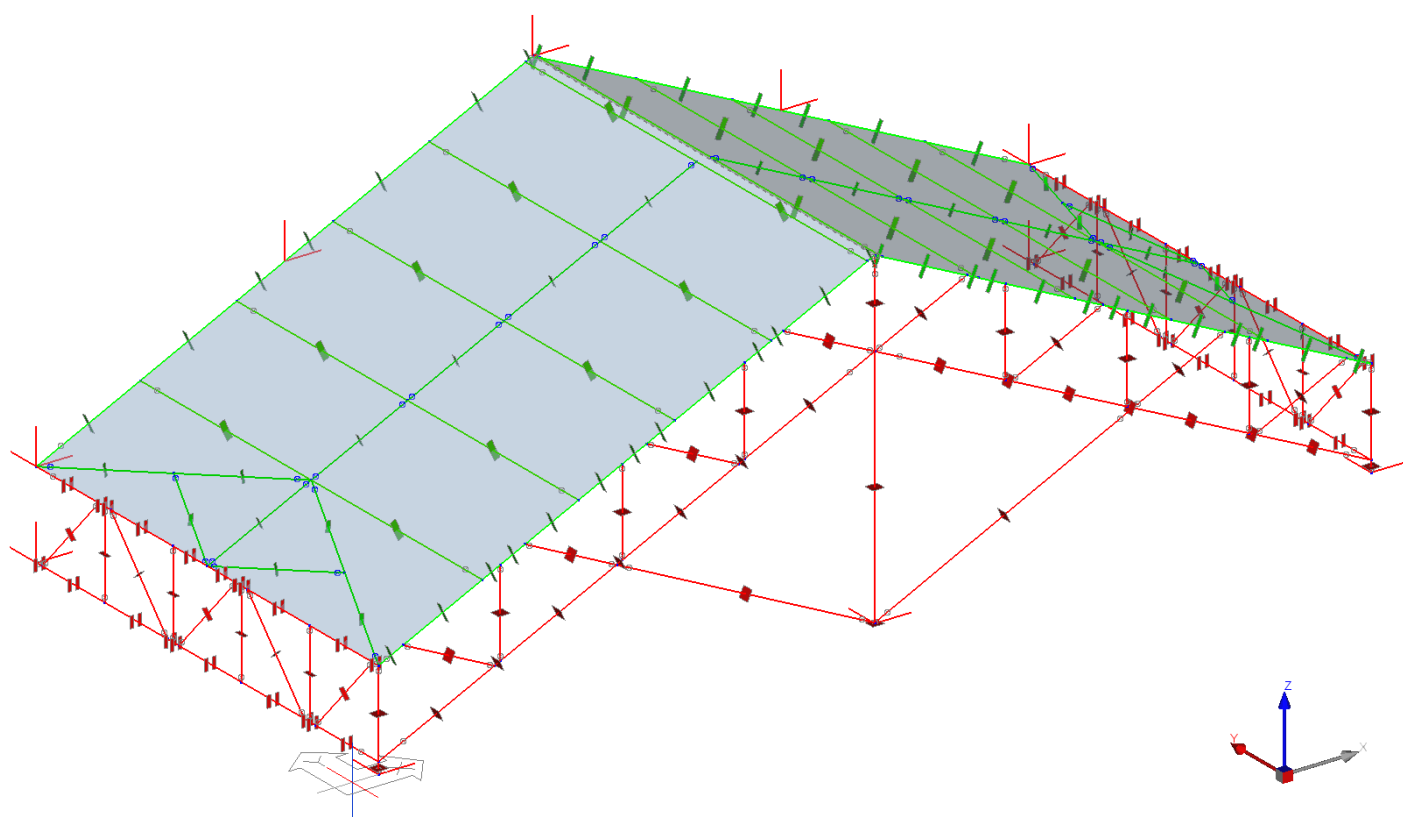
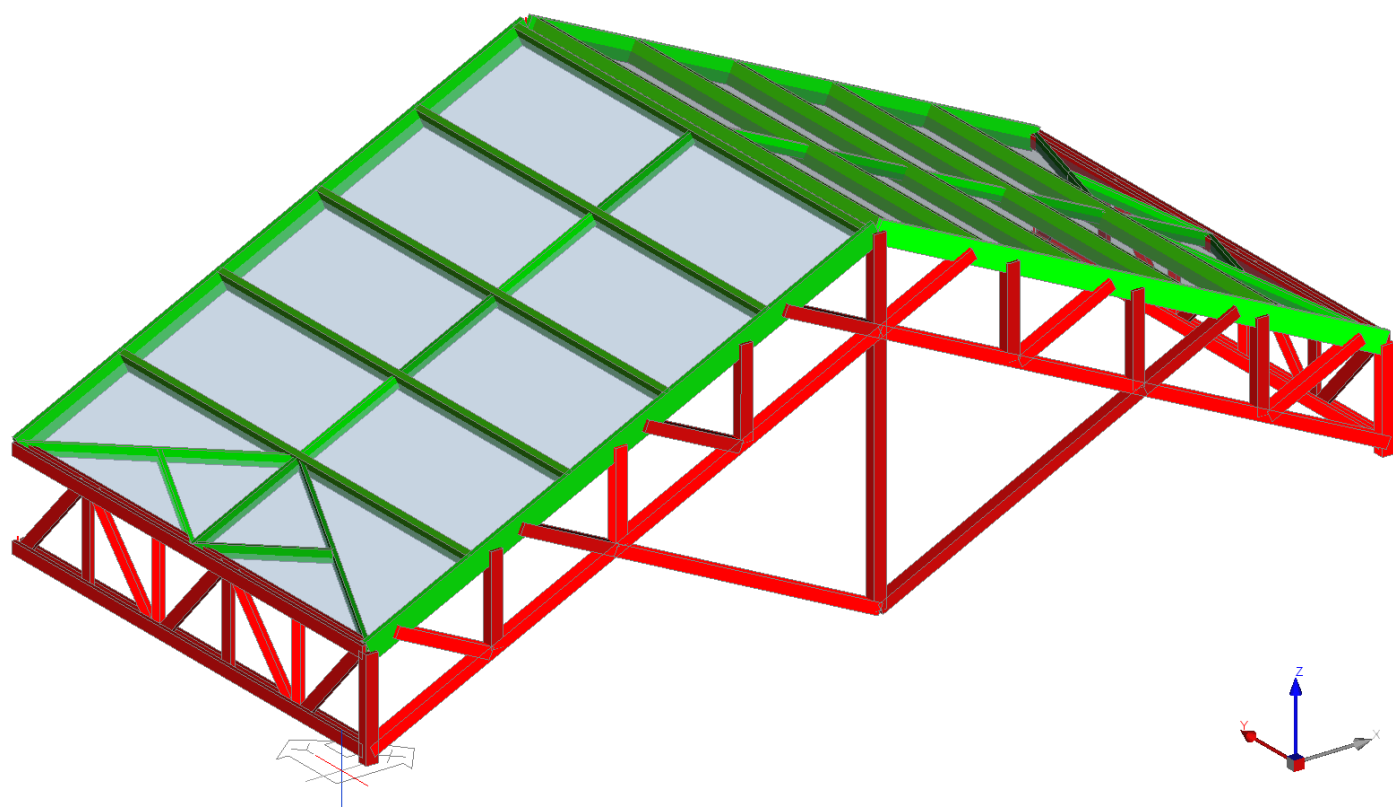
6.5 Réglementation sismique

Complexe sportif et culturel, ERP de Type X et L, classé en 2^{ème} catégorie. Catégorie d'importance III (à confirmer)

→ Eurocode 8 applicable

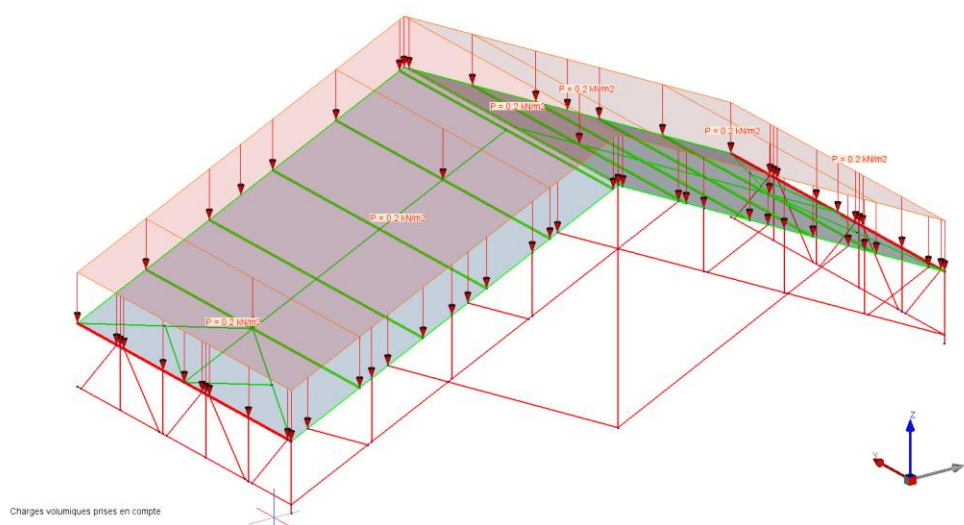
→ Classe de sol non renseignée

7. Modélisation de calcul 3d Charpente

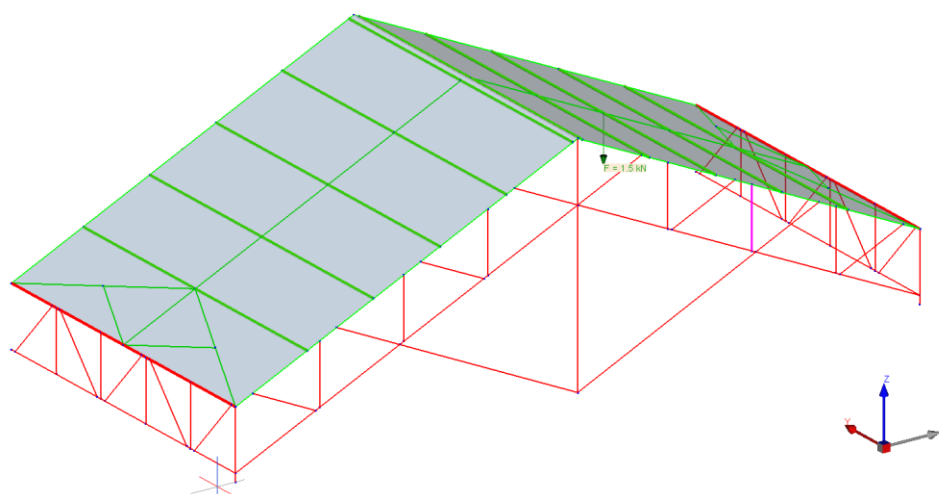


7.1 Chargement du modèle.

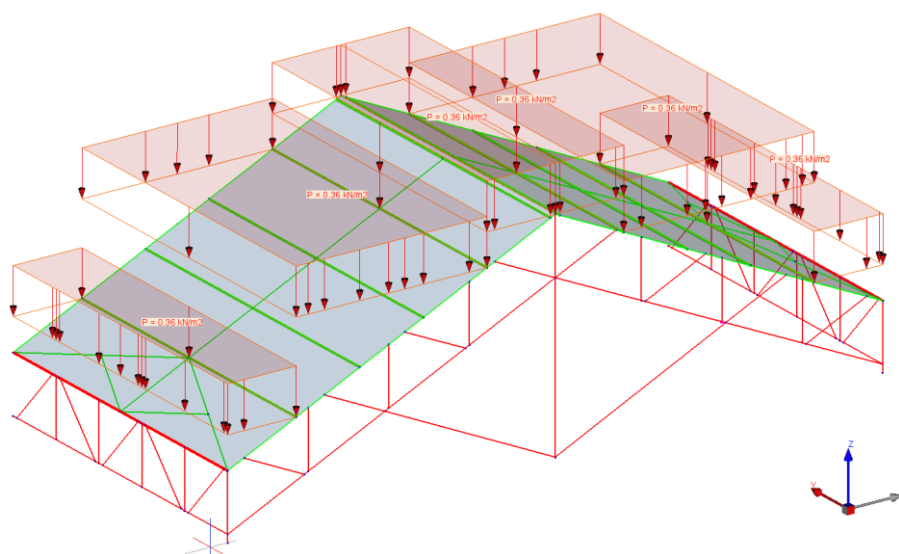
7.1.1 *Charges permanentes*



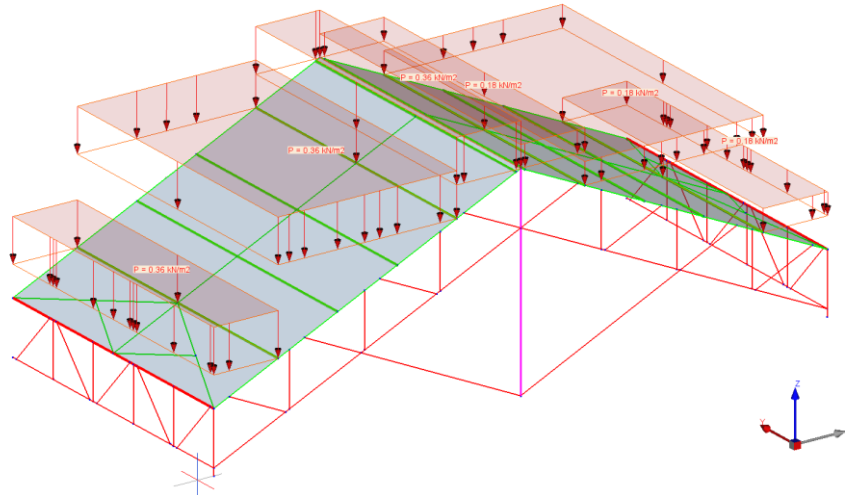
7.1.2 *Charges d'entretien*



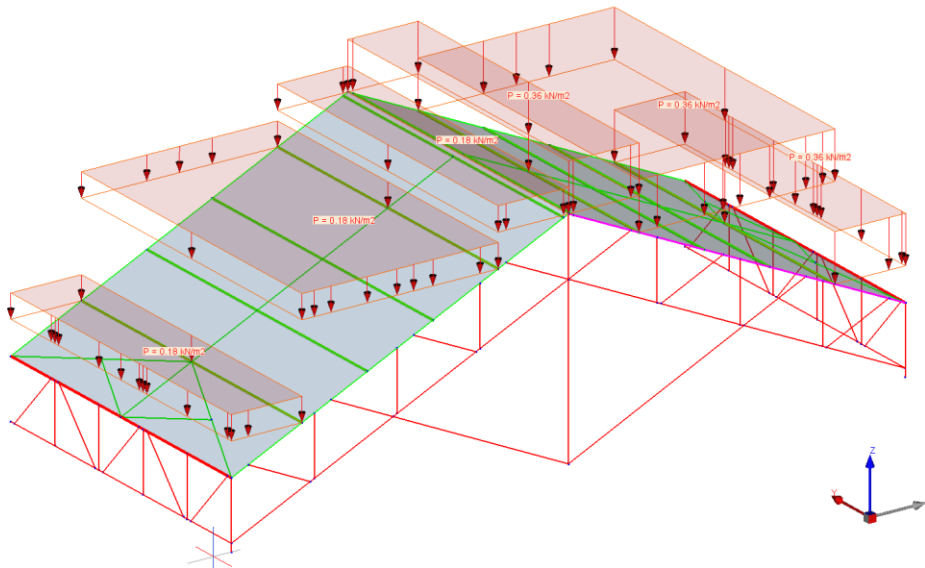
7.1.3 *Charges de Neige cas 1*



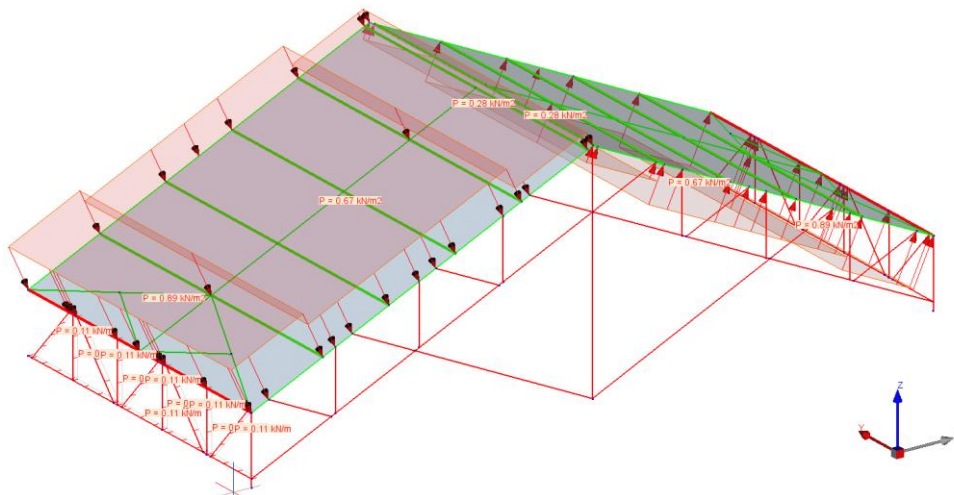
7.1.4 Charges de Neige cas 2



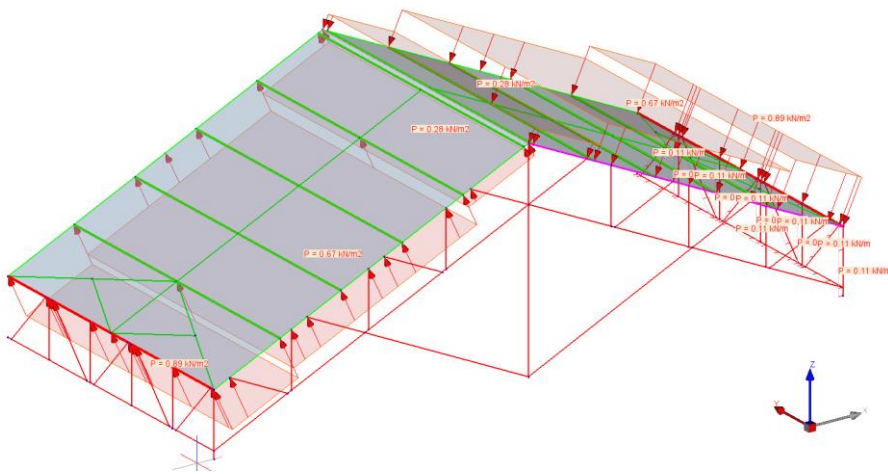
7.1.5 Charges de Neige cas 3



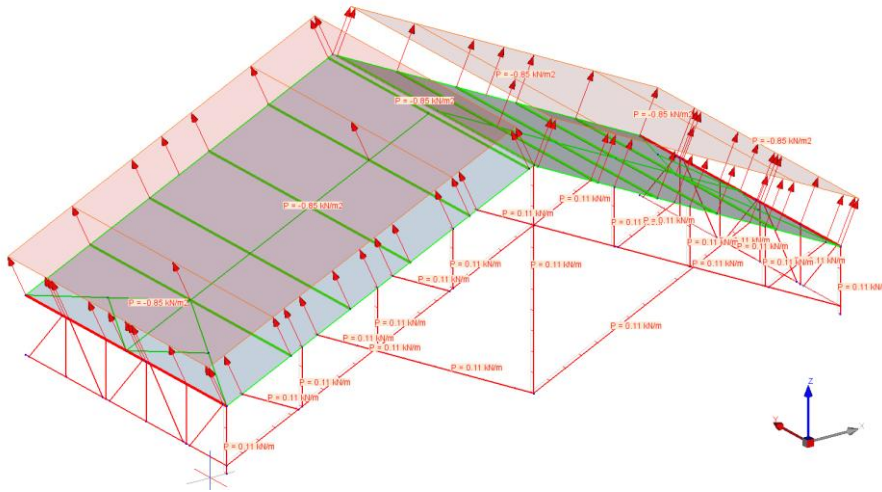
7.1.6 Charges de vent /X cas n°1



7.1.7 Charges de vent /X cas n°2



7.1.8 Charges de vent /Y cas n°1



8. Vérification de la charpente bois

8.1 Vérification panne courante sous chargement actuel

Taux de travail		
Résistance contraintes axiales		
ELU-STR / 20: 1.35G+1.5W2+0.75S (LC1) / Instantané / kmod = 1.1 / gamma_m = 1.3 xrel = 0.5 / N = 0 kN / Vy = -0.56 kN / Vz = 0.1 kN / Mx = -0.04 kN*m / My = -9.18 kN*m / Mz = -0.23 kN*m		
Taux de travail EC5_FC1	66.65%	$\left -\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \right = \left -\left(\frac{0}{17.77}\right)^2 + \frac{-12.88}{20.31} + 0.7 \frac{-1.07}{23.45} \right = 0.67$
Résistance cisaillement		
ELU-STR / 22: 1.35G+1.5W2+0.75S3 (LC1) / Instantané / kmod = 1.1 / gamma_m = 1.3 xrel = 1 / N = 0 kN / Vy = 0.41 kN / Vz = 6.12 kN / Mx = -0.04 kN*m / My = 0 kN*m / Mz = 0 kN*m		
Taux de travail EC5_Sz	22.91%	$\frac{ \tau_{z,d} }{f_{v,d}} = \frac{ 0.78 }{3.38} = 0.23$
Résistance au flambement		
ELU-STR / 20: 1.35G+1.5W2+0.75S (LC1) / Instantané / kmod = 1.1 / gamma_m = 1.3 xrel = 0.5 / N = 0 kN / Vy = -0.56 kN / Vz = 0.1 kN / Mx = -0.04 kN*m / My = -9.18 kN*m / Mz = -0.23 kN*m		
Taux de travail EC5_B1	66.65%	$\left \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \right = \left \frac{0}{0.41 \times 17.77} + \frac{-12.88}{20.31} + 0.7 \frac{-1.07}{23.45} \right = 0.67$
Résistance au déversement		
ELU-STR / 22: 1.35G+1.5W2+0.75S3 (LC1) / Instantané / kmod = 1.1 / gamma_m = 1.3 xrel = 0.5 / N = 0 kN / Vy = -0.56 kN / Vz = 0.1 kN / Mx = -0.04 kN*m / My = -9.18 kN*m / Mz = -0.23 kN*m		
Taux de travail EC5_LB1	66.36%	$\frac{ \sigma_{m,y,d} }{k_{crit} f_{m,y,d}} = \frac{ -12.88 }{0.96 \times 20.31} = 0.66$

Vérification flèches

Composantes w de la flèche (mm)

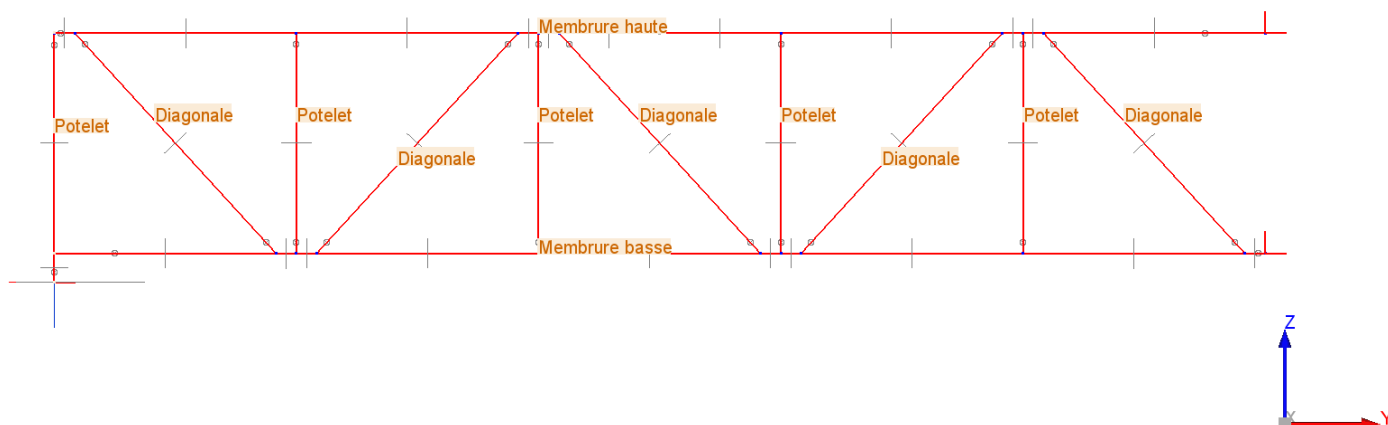
Tronçon	Type	$\frac{w_{inst}}{w_{inst,adm}}$	$\frac{w_{fin} - w_c}{w_{net,fin,adm}}$
1 (5.9m)	Travée	$\frac{20.33}{19.67} = 103.36\%$ 22: W3 (LC2) (L/300)	$\frac{29-0}{29.5} = 98.29\%$ 22: G+W2+0.5S3 (LC3) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=4.58mm)

Composantes v de la flèche (mm)

Tronçon	Type	$\frac{v_{inst}}{v_{inst,adm}}$	$\frac{v_{fin} - v_c}{v_{net,fin,adm}}$
1 (2.95m)	Travée	$\frac{2.5}{9.83} = 25.41\%$ 22: W3 (LC2) (L/300)	$\frac{3.51-0}{14.75} = 23.82\%$ 4: G+S+0.6W (LC3) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=0.89mm)
2 (2.95m)	Travée	$\frac{3.51}{9.83} = 35.73\%$ 25: W3+0.5S3 (LC2) (L/300)	$\frac{5.48-0}{14.75} = 37.14\%$ 26: G+W3+0.5S3 (LC3) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=0.89mm)

Les pannes sont à la limite des exigences réglementaires en termes de résistance et de déformations, au regard de la réglementation de calcul en vigueur et pour les conditions de chargement actuelles.

8.2 Vérification poutre treillis latérale sous chargement actuel



EC5 : Pièces de bois standard / Groupe : Pièces hors groupes typés

Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)				Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)
11	Potelet	R14.5x13.5	C24	9.83%	12.9%	13.43%	(0%)	3.31% (0.13mm)	3.67% (0.22mm)
28	Potelet	R5.5x14.5	C24	2,22%	0,51%	0,03%	(0%)	2,55% (0,09mm)	1,7% (0,09mm)
29	Potelet	R5.5x14.5	C24	2,88%	0,51%	6,23%	(0%)	2,55% (0,09mm)	1,7% (0,09mm)
30	Potelet	R5.5x14.5	C24	2,57%	0,51%	0,22%	(0%)	2,55% (0,09mm)	1,7% (0,09mm)
31	Potelet	R5.5x14.5	C24	1,48%	0,51%	3,84%	(0%)	2,55% (0,09mm)	1,7% (0,09mm)
32	Diagonale	R5.5x14.5	C24	7,16%	0,69%	22,52%	(0%)	6,25% (0,3mm)	4,16% (0,3mm)
33	Diagonale	R5.5x14.5	C24	9,51%	0,69%	5,14%	(0%)	6,25% (0,3mm)	4,16% (0,3mm)
34	Diagonale	R5.5x14.5	C24	2,62%	0,69%	5,46%	(0%)	6,25% (0,3mm)	4,16% (0,3mm)
35	Diagonale	R5.5x14.5	C24	3,15%	0,69%	11,34%	(0%)	6,25% (0,3mm)	4,16% (0,3mm)
36	Diagonale	R5.5x14.5	C24	10,07%	0,69%	2,92%	(0%)	6,25% (0,3mm)	4,16% (0,3mm)

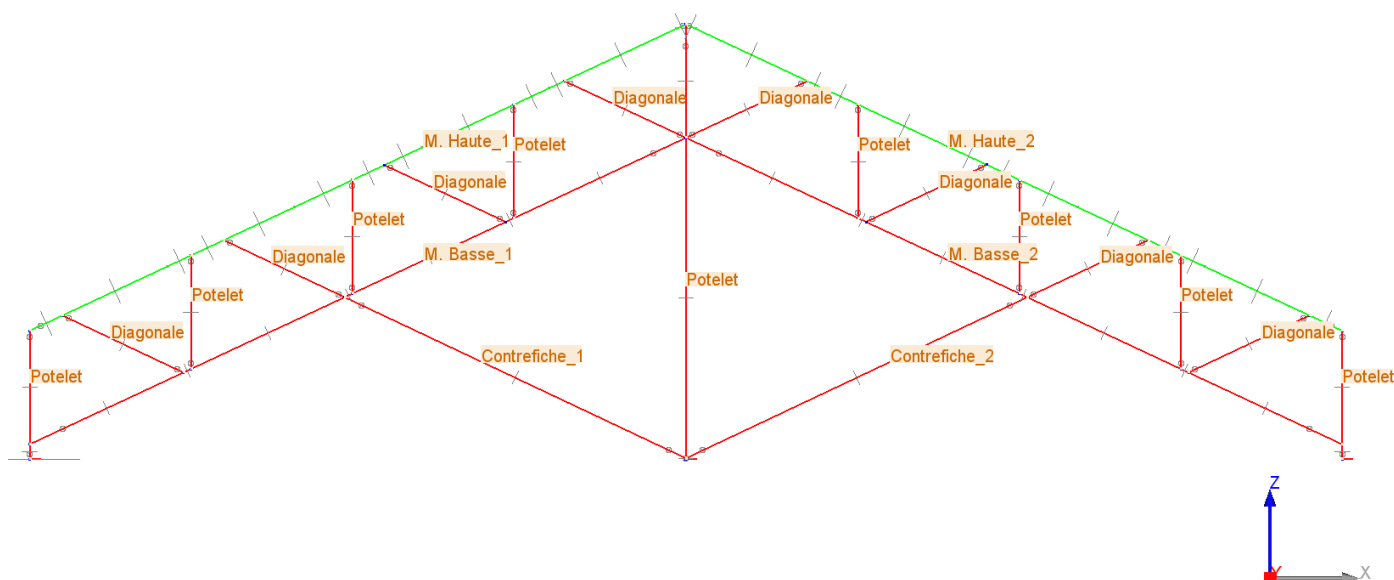
EC5 : Pièces de bois standard / Groupe : Pièces hors groupes typés

Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)				Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)
26	Membrane haute	MJB_RR 4.5x14.5x15x12.5	C24	13,76%	10,04%	13,62%	(0%)	6,61% (0,65mm)	7,56% (1,12mm)
27	Membrane basse	MJB_RR 4.5x14.5x15x12.5	C24	15,99%	11,31%	13,49%	(0%)	33,71% (6,63mm)	22,23% (6,56mm)

Les éléments constituant les poutres treillis latérales sont correctement dimensionnés en résistance et déformations sous les charges actuelles, conformément à la réglementation de calcul en vigueur.

Cette conclusion reste toutefois valable uniquement pour des sections constantes ne présentant pas de perte de section significative ou de déstructuration par pourriture, comme il a pu être observé sur les bois en œuvre sur site.

8.3 Vérification poutre treillis principale sous chargement actuel



EC5 : Pièces de bois standard / Groupe : Pièces hors groupes typés									
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)				Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)
1	Potelet	R14.5x13.5	C24	28,22%	50,81%	32,71%	(0%)	42,79% (5,84mm)	28,55% (5,85mm)
2	Diagonale	R14.5x13.5	C24	3,62%	0,26%	3,39%	(0%)	0,29% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)
3	Diagonale	R14.5x13.5	C24	2,26%	0,26%	0,87%	(0%)	0,28% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)
4	Potelet	R14.5x13.5	C24	1,33%	0,21%	1,38%	(0%)	0,21% (0,01mm)	0,14% (0,01mm)
5	Potelet	R14.5x13.5	C24	2,77%	0,21%	2,89%	(0%)	0,21% (0,01mm)	0,14% (0,01mm)
6	Potelet	R14.5x13.5	C24	0,27%	0,21%	0,42%	(0%)	0,21% (0,01mm)	0,14% (0,01mm)
7	M. Basse_1	R14.5x13.5	C24	20,36%	20,09%	29,26%	(0%)	64% (14,57mm)	42,71% (14,59mm)
8	Diagonale	R14.5x13.5	C24	2,21%	0,26%	2,15%	(0%)	0,28% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)
9	Contrefiche_1	R14.5x13.5	C24	8,09%	0,73%	16,95%	(0%)	5,43% (0,64mm)	4,82% (0,86mm)
10	M. Haute_1	R5.5x25.5	GL24H	27,59%	34,02%	14,89%	9,38%	61,11% (13,91mm)	40,7% (13,9mm)
11	Potelet	R14.5x13.5	C24	9,83%	12,9%	13,43%	(0%)	3,31% (0,13mm)	3,67% (0,22mm)
12	Potelet	R14.5x13.5	C24	0,27%	0,21%	0,43%	(0%)	0,21% (0,01mm)	0,14% (0,01mm)
13	Diagonale	R14.5x13.5	C24	2,27%	0,26%	0,88%	(0%)	0,28% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)
14	Potelet	R14.5x13.5	C24	1,33%	0,21%	1,39%	(0%)	0,21% (0,01mm)	0,14% (0,01mm)
15	M. Basse_2	R14.5x13.5	C24	20,38%	20,03%	29,36%	(0%)	64,13% (14,6mm)	42,82% (14,62mm)
16	Diagonale	R14.5x13.5	C24	2,21%	0,26%	2,16%	(0%)	0,28% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)
17	Diagonale	R14.5x13.5	C24	3,62%	0,26%	3,4%	(0%)	0,29% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)
18	Potelet	R14.5x13.5	C24	2,76%	0,21%	2,88%	(0%)	0,21% (0,01mm)	0,14% (0,01mm)
19	M. Haute_2	R5.5x25.5	GL24H	27,5%	34,1%	14,88%	9,38%	61,03% (13,89mm)	40,59% (13,86mm)
20	Contrefiche_2	R14.5x13.5	C24	8,08%	0,73%	16,95%	(0%)	5,43% (0,64mm)	4,82% (0,86mm)
21	Potelet	R14.5x13.5	C24	10,35%	12,78%	13,83%	(0%)	3,46% (0,14mm)	3,75% (0,23mm)
59	Diagonale	R14.5x13.5	C24	0,95%	0,26%	0,31%	(0%)	0,29% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)
60	Diagonale	R14.5x13.5	C24	0,95%	0,26%	0,33%	(0%)	0,28% (0,01mm)	0,25% (0,02mm)

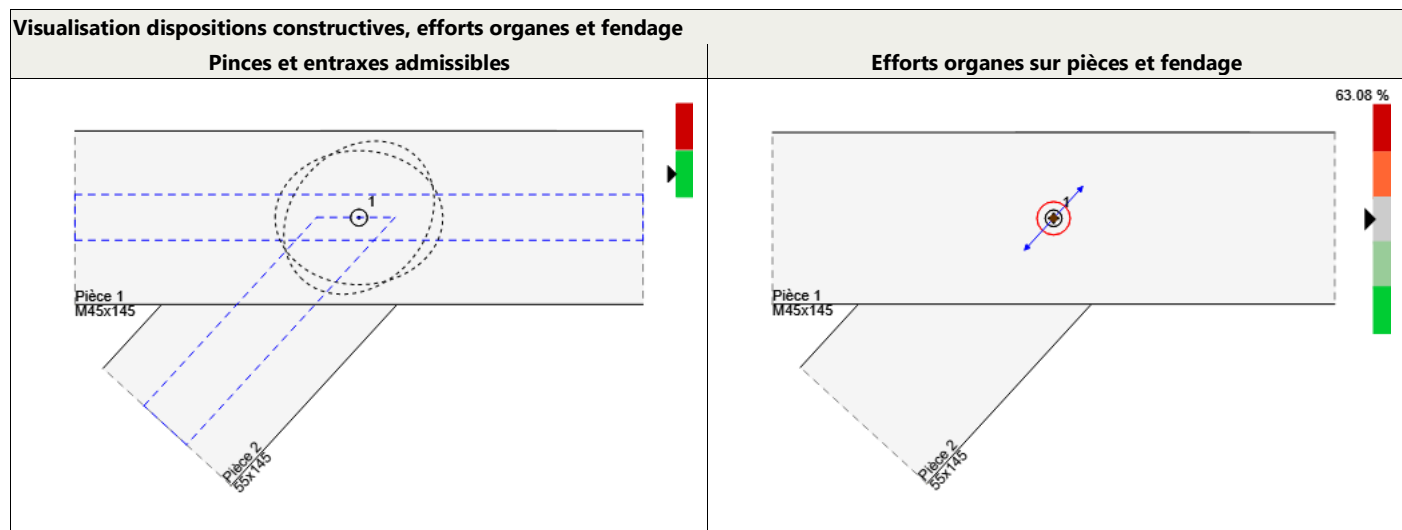
Les éléments constituant la poutre treillis principale sont correctement dimensionnés en résistance et déformations sous les charges actuelles, conformément à la réglementation de calcul en vigueur.

Cette conclusion reste toutefois valable uniquement pour des sections constantes ne présentant pas de perte de section significative ou de déstructuration par pourriture, comme il a pu être observé sur les bois en œuvre sur site.

8.4 Vérification des assemblages principaux

8.4.1 Assemblage Membrure - Diagonale

Hypothèses d'assemblage : 1 M14 6.8

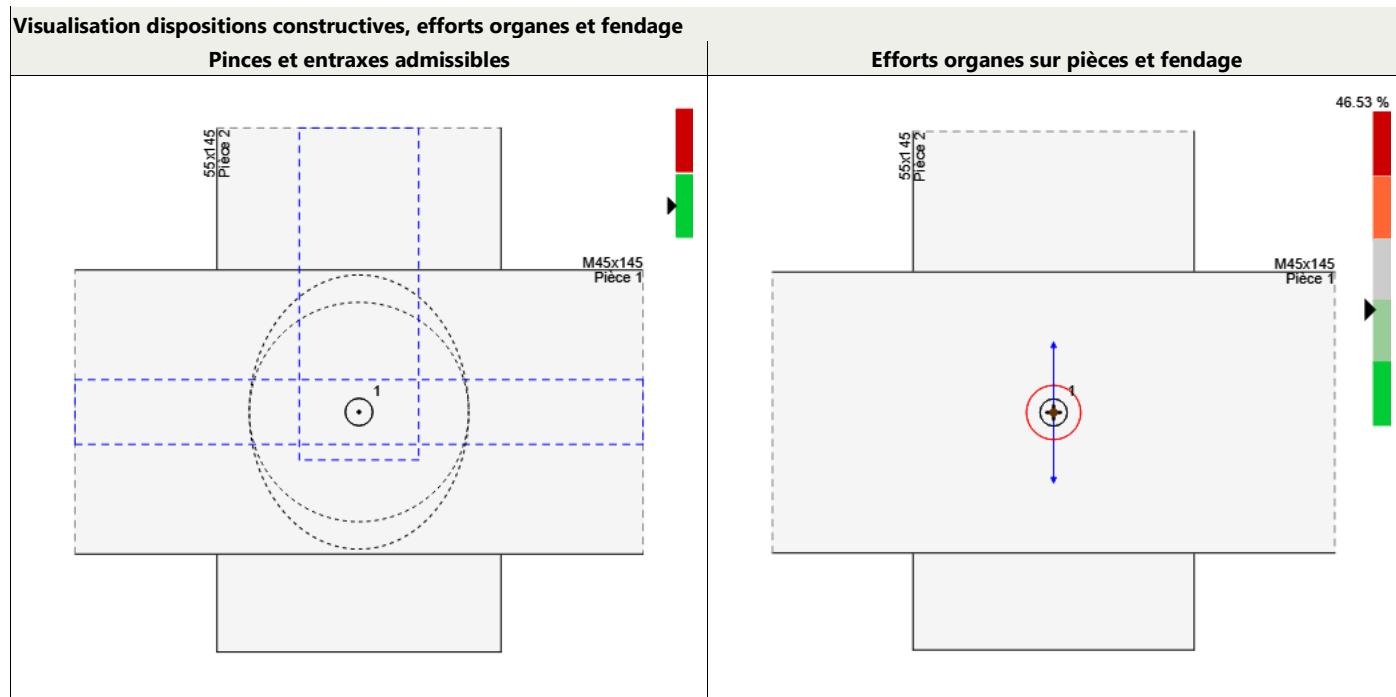


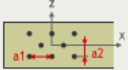
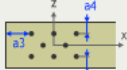
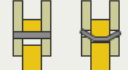
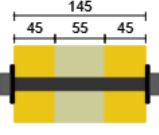
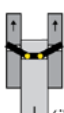
Analyse synthétique des résultats						
Pièce identifiant	Configurations [mm]	Entraxes admissibles a1,a2 [mm]	Pincés admissibles a3,a4 [mm]	Mode de rupture	Taux travail organes [%]	Résultat fendage [%]
-	-				-	
1		a1 > 70mm a2 > 56mm	a3 > 98mm a4sup > 53.7mm a4inf > 53.2mm		63.08 % FvEd=10.14 kN ((10) 17: 1.35G+1.5W+0.75S2) Npo=6.84 kN Vzpo=7.49 kN	53.5 % Vzmax=6.87 kN ((10) 17: 1.35G+1.5W+0.75S2)
2		a1 > 70mm a2 > 56mm	a3 > 98mm a4sup > 50.5mm a4inf > 46.3mm		63.08 % FvEd=10.14 kN ((10) 17: 1.35G+1.5W+0.75S2) Npo=-10.14 kN Vzpo=-0.02 kN	0.51 % Vzmax=0.02 kN ((1) 1: 1.35G)
Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d+1mm						

→ Assemblages diagonales / membrures correctement dimensionnés

8.4.2 Assemblage Membrure - Potelet

Hypothèses d'assemblage : l M14 6.8

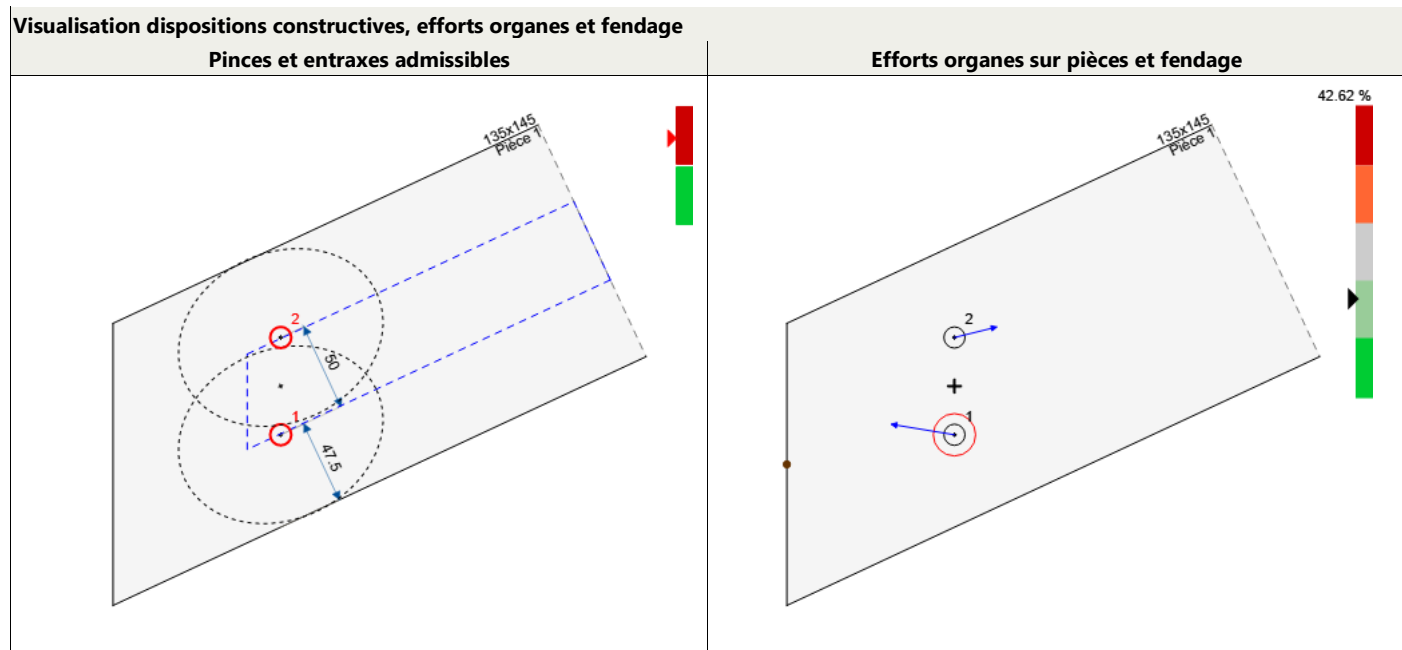


Analyse synthétique des résultats						
Pièce identifiant	Configurations	Entraxes admissibles a1,a2	Pincés admissibles a3,a4	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[mm]	[mm]	[mm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		a1 > 56mm a2 > 56mm	a3 > 98mm a4sup > 56mm a4inf > 56mm		26.22 % FvEd=4.08 kN ((13) 17: 1.35G+1.5W+0.75S2) Vzpo=4.08 kN	46.53 % Vzmax=5.97 kN ((12) 17: 1.35G+1.5W+0.75S2)
2		a1 > 70mm a2 > 56mm	a3 > 98mm a4sup > 42mm a4inf > 42mm		26.22 % FvEd=4.08 kN ((13) 17: 1.35G+1.5W+0.75S2) Npo=-4.08 kN	0 % Vzmax=0 kN ((11) 1: 1.35G)
Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d+1mm						

→ Assemblages potelets / membrures correctement dimensionnés

8.4.3 Assemblage Membrure - Potelet

Hypothèses d'assemblage : Ferrure en âme 6 mm + 2 M12 6.8



Analyse synthétique des résultats						
Pièce identifiant	Configurations	Entraxes admissibles a1,a2	Pinces admissibles a3,a4	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[mm]	[mm]	[mm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		a1 > 60mm a2 > 48mm	a3 > 84mm a4 > 48mm		42.62 % FvEd=8.22 kN ((22) 13: 1.35G+1.5S3+0.9W2) Npo=1.29 kN Vzpo=-3.56 kN Mypo=0 kN*m Mc=-0.37 kN*m	17.61 % Vzmax=4.64 kN ((22) 13: 1.35G+1.5S3+0.9W2)
Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d+1mm Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans les plaques métal ont un diamètre inférieur ou égal à Max(d+2mm, 1.1d)						

Bien que les pinces réglementaires ne soient pas respectées, l'assemblage est correctement dimensionné en résistance sous chargement actuel vis-à-vis de la réglementation de calcul en vigueur.

9. Analyse et préconisations de renforcement

9.1 Charpente Préau

L'examen de la charpente réalisé sur site met en évidence plusieurs désordres d'ordre structurel et sanitaire susceptibles d'altérer sa durabilité ainsi que sa capacité portante à court terme.

Bien que les éléments constitutifs des poutres treillis soient actuellement correctement dimensionnés au regard des critères de résistance et de déformation définis par la réglementation en vigueur pour les charges existantes, ceux-ci présentent des altérations du matériau bois liées à des phénomènes de pourriture associée à la présence d'insectes à larves xylophages, ainsi que des glissements d'assemblages localisés.

Ces désordres sont consécutifs à une exposition directe aux intempéries ainsi qu'à la rétention d'humidité.

L'essence de bois mise en œuvre à l'origine n'est pas compatible avec la classe d'emploi requise pour ce type d'exposition. Par ailleurs, les finitions filmogènes de type peinture favorisent la rétention d'humidité à l'interface bois/ finition, en limitant les capacités de séchage naturel par ventilation, ce qui contribue à l'accélération des processus de dégradation biologique du bois.

En conséquence, au regard de l'ensemble des constats précédemment exposés, les préconisations suivantes sont formulées :

- **La mise en place d'un étaielement provisoire au droit des appuis des fermes treillis est à prévoir sans délai, dans l'attente de la réalisation de travaux de confortement et de la reprise de conception de l'ouvrage.**
- **Après étaielement de l'ensemble de la charpente, il est préconisé de procéder à la dépose et au remplacement des éléments présentant un état de dégradation avancé, notamment ceux affectés par des phénomènes de pourriture ou de perte de section significative.**
- **Les éléments de charpente conservés devront faire l'objet d'un traitement curatif et préventif adapté aux agents biologiques identifiés avec reprise de la finition existante et mise en œuvre d'une finition compatible avec la classe d'emploi visée.**
- **Il est préconisé de procéder à la reprise de l'ensemble des assemblages pannes-arbalétriers, par l'ajout d'organes de fixation complémentaires (vis, pointes), en particulier sur les sabots du commerce présentant un nombre ou un type d'organes d'assemblage insuffisant.**
- **La conception générale du préau devra être revue afin d'être drainante et d'éviter toute exposition directe de la structure bois aux intempéries et aux phénomènes de ruissellement. L'ajout d'un parement extérieur de type bardage ou d'un dispositif de protection périphérique permettrait de limiter l'exposition des éléments de charpente. Toutefois, cette modification devra faire l'objet d'une étude spécifique et d'une vérification préalable de la stabilité globale de l'ouvrage, notamment vis-à-vis des effets du vent induits par les surfaces rapportées supplémentaires.**
- **Les jambes de force en façade ainsi que le potelet central devront être remplacés par des contrefiches métalliques en acier galvanisé ou des éléments en bois de classe d'emploi 3.2 a minima, ou protégés par un capotage ventilé assurant leur durabilité à long terme.**
- **La conception des ferrures en pied de poteaux devra être revue, afin de limiter les remontées d'humidité par capillarité et d'assurer une protection efficace contre la corrosion.**

9.2 Conclusion générale

La structure porteuse du préau extérieur ne présente pas un état général satisfaisant. Les désordres constatés sur les poutres treillis et leurs appuis traduisent une altération avancée de la capacité portante locale, susceptible d'évoluer à court terme.

En conséquence, il apparaît nécessaire de mettre en œuvre, à titre conservatoire, un étaielement au droit des appuis des poutres treillis sur les poteaux en béton armé, dans l'attente de travaux de reprise et de renforcement structurel.

Ce rapport de diagnostic structurel se limite à l'étude de la charpente bois mentionnée dans le contexte. Les autres éléments de la construction (gros œuvre, couverture, menuiseries, etc.) ne relèvent pas du champ d'analyse et sont explicitement exclus.

Les observations et conclusions présentées reposent exclusivement sur les relevés effectués lors de notre visite du 12/12/2025. Seuls les éléments en bois accessibles et visibles ont pu être examinés. Le présent rapport ne constitue en aucun cas un engagement concernant des ouvrages ou des désordres non explicitement traités.

Les préconisations formulées dans ce rapport doivent être mises en œuvre par des professionnels compétents et qualifiés.

La société LB STRUKTUR ne saurait être tenue responsable d'une mise en œuvre incorrecte, incomplète ou non conforme des solutions proposées. Les entreprises chargées des travaux devront justifier leurs interventions par une note de calcul et une étude d'exécution adaptées.

Le présent document ne constitue pas une étude structurelle de maîtrise d'œuvre.

Les renforcements préconisés n'ont pas pour objet de restituer l'état initial des éléments déjà déformés, le fluage étant un phénomène irréversible, mais de permettre leur stabilisation durable et leur mise en compatibilité avec les exigences normatives en vigueur, conformément aux prescriptions de l'Eurocode 5.

Toute interprétation ou réutilisation de ce document en dehors de ce contexte devra faire l'objet d'une validation formelle préalable par LB STRUKTUR.