

ÉTUDE STRUCTURELLE

CAPACITÉ PORTANTE DE LA CHARPENTE

BOIS MÉTAL

Indice 0 – 24/08/2022

« Notre expertise technique au
service de vos projets »



CLIENT

ASTEN SAS LYON
PARC D'ACTIVITES DU PONT LUNETTES
2, RUE DU PONT LUNETTES
69390 VOURLES

ADRESSE DU SITE

COLLEGE JEAN MOULIN
229, RUE DU COLLEGE
69400 VILLEFRANCHE SUR SAÔNE

Table des matières

1	Généralités	3
	Environnement de l'étude.....	3
	<i>Limite d'intervention</i>	<i>6</i>
	<i>Suivi de la mission</i>	<i>6</i>
2	Référentiel d'études et bases documentaires	7
3	Plans existants fermes réfectoire.....	8
4	Vérification structurale de la charpente bois du réfectoire.....	12
	<i>Localisation</i>	<i>12</i>
	<i>Hypothèses de calculs</i>	<i>13</i>
	<i>Modélisation</i>	<i>15</i>
	<i>Cas de chargement.....</i>	<i>16</i>
	<i>Vérifications réglementaires des pièces et analyse des résultats</i>	<i>20</i>
5	Plans existants fermes préau	29
6	Vérification structurale de la charpente en bois du préau	32
	<i>Localisation</i>	<i>32</i>
	<i>Hypothèses de calculs</i>	<i>33</i>
	<i>Caractéristiques des matériaux.....</i>	<i>34</i>
	<i>Modélisation</i>	<i>35</i>
	<i>Cas de chargement.....</i>	<i>36</i>
	<i>Vérifications réglementaires des pièces et analyse des résultats du complexe de couverture</i>	<i>39</i>
	<i>Vérification réglementaire des pièces et analyse des résultats du complexe de couverture et des panneaux photovoltaïques.....</i>	<i>45</i>
7	Vérification structurale de la charpente bois métal de l'avant toit du réfectoire	56
	<i>Localisation</i>	<i>56</i>
	<i>Hypothèses de calculs</i>	<i>57</i>
	<i>Caractéristiques des matériaux.....</i>	<i>58</i>
	<i>Modélisation</i>	<i>59</i>
	<i>Cas de chargement.....</i>	<i>60</i>
	<i>Vérifications réglementaires des pièces et analyse des résultats</i>	<i>62</i>
8	Conclusion	64

1 Généralités

Environnement de l'étude

Nous avons été missionnés dans le but d'effectuer une étude structurelle des charpentes existantes du réfectoire (bois, métal) et du préau (bois) au collège Jean Moulin situé au **229 rue du Collège, 69400 Villefranche sur Saône**. L'objectif de cette étude est d'évaluer la capacité des charpentes actuelles à reprendre le poids lié à la pose d'un complexe de couverture fournit par l'entreprise ASTEN ainsi que la pose de panneaux photovoltaïques en toiture.

Les objectifs de notre mission sont les suivants :

IN SITU

- Réception et analyse des plans et documents clients
- Déplacement sur site d'un ingénieur spécialisé en structure
- Relevé dimensionnel des charpentes bois et métal
- Identification du schéma mécanique
- Couverture photographique du site

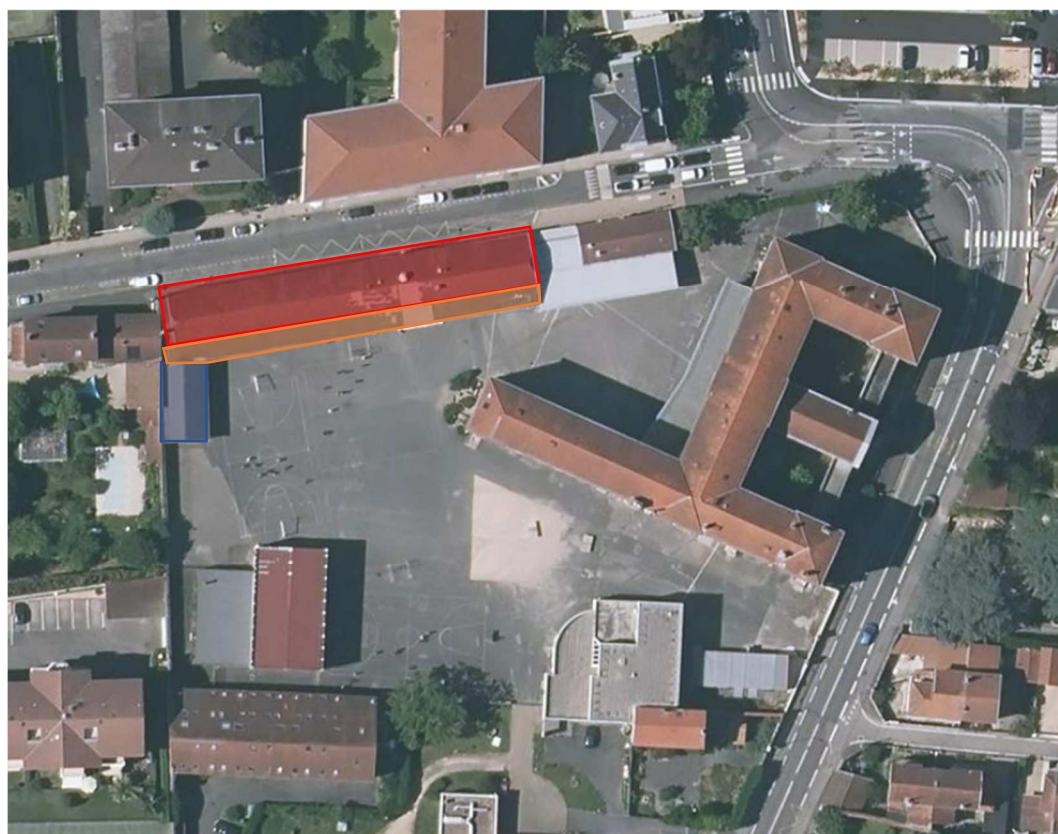
ETUDES ET LIVRABLES

- Définition des chargements (charges permanentes et climatiques)
- Modélisation des structures
- Vérification du dimensionnement des charpentes (métal et bois) en vue de la capacité portante pour surcharge de (25 daN/m²) et surcharge de (45 daN/m² si panneaux en toiture)
- Préconisations de renforcements ci-nécessaire
- Plans et croquis y compris des principes de renforts ci-nécessaire
- Rédaction de la note de calcul de vérification du dimensionnement
- Rédaction du rapport de présentation de l'étude de capacité portante et de renforcement

Site concerné par ce rapport

Les deux bâtiments, objets de cette étude, font partie du collège Jean Moulin à Villefranche sur Saône.

Figure 1 - Bâtiment concernés



- Préau charpente bois
- Réfectoire Charpente bois
- Avant toit du réfectoire charpente bois métal

Figure 2 - Charpente bois préau



Figure 3 - Avant toit bois métal bâtiment réfectoire

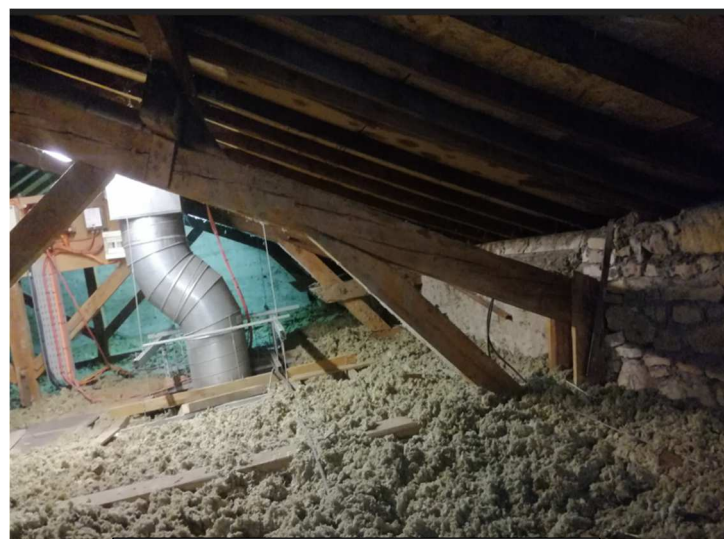
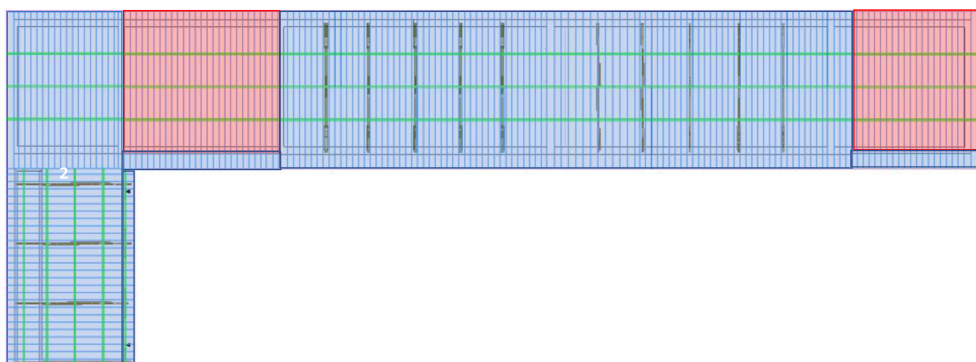


Figure 4 - Charpente bois réfectoire

Limite d'intervention

La mission comprend un examen visuel des parties visibles et accessibles des structures concernées par la présente étude. les zones de structure non visibles et inaccessibles n'ont pas fait l'objet de cet examen.

Vue en plan des parties visitées et non accessibles



- Partie visitée
- Partie non accessible

Suivi de la mission

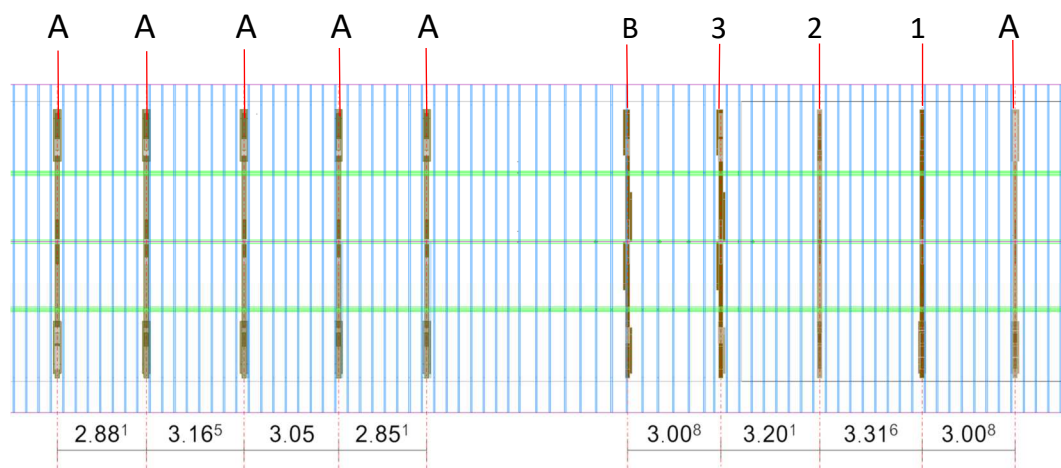
INDICE	DATE	MODIFICATIONS	ELABORATION	VALIDATION	VISA
	06/07/22	RELEVÉ	LBE/ABO	-	-
0	24/08/22	Première émission	LBE/ABO	ABO	ABO

2 Référentiel d'études et bases documentaires

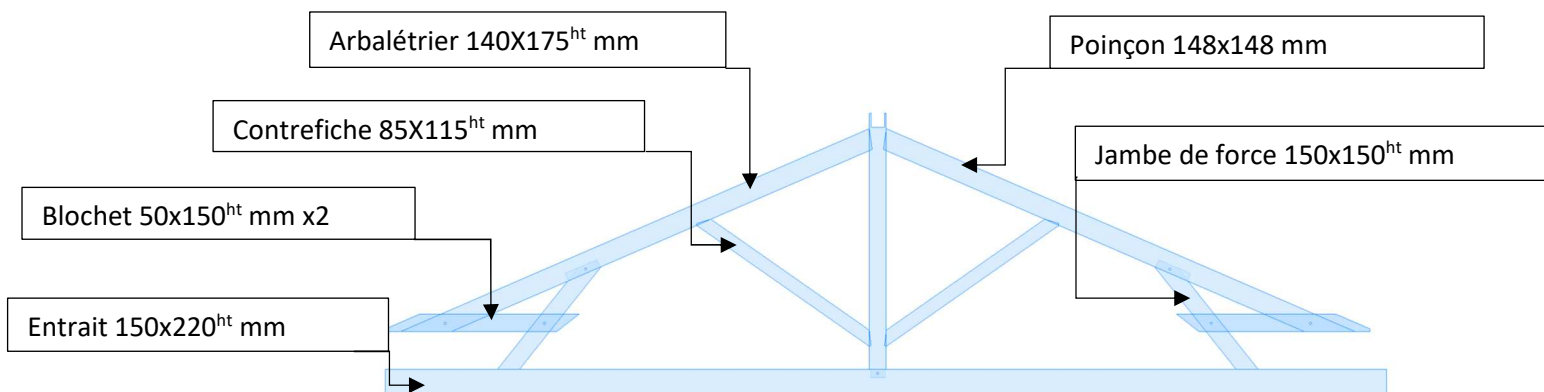
Eurocode 0	Bases de calculs des structures
Eurocode 1	NF EN 1991-1-1 : Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation
Eurocode 2	NF EN 1992-1-1 : Calculs des structures en béton
Eurocode 3	Calculs des structures en acier
Eurocode 5	Calculs des structures en bois
	L'ensemble des normes régissant les produits mis en œuvre sur le chantier et DTU
	L'ensemble des textes législatifs et réglementaires

3 Plans existants fermes réfectoire

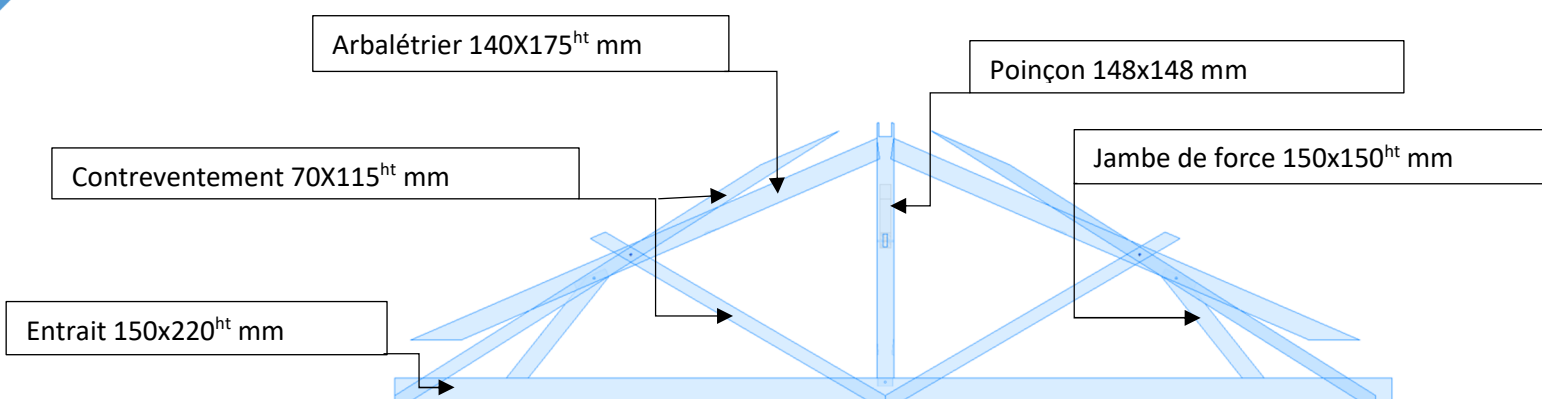
Plan de localisation réfectoire partie visible :



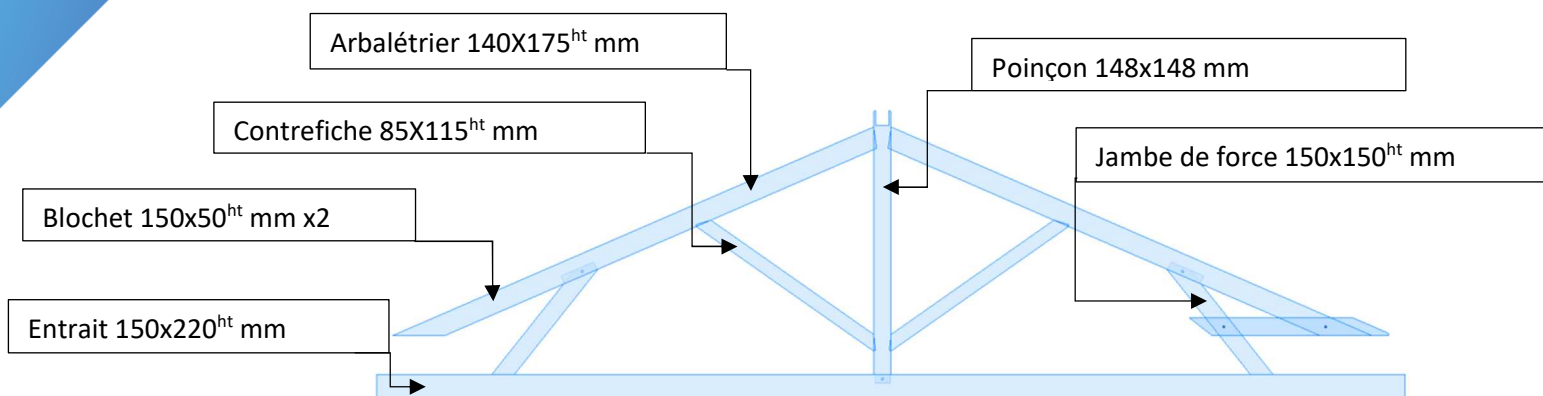
Modèle de ferme traditionnelle de type A avec blochet et entrain porteur



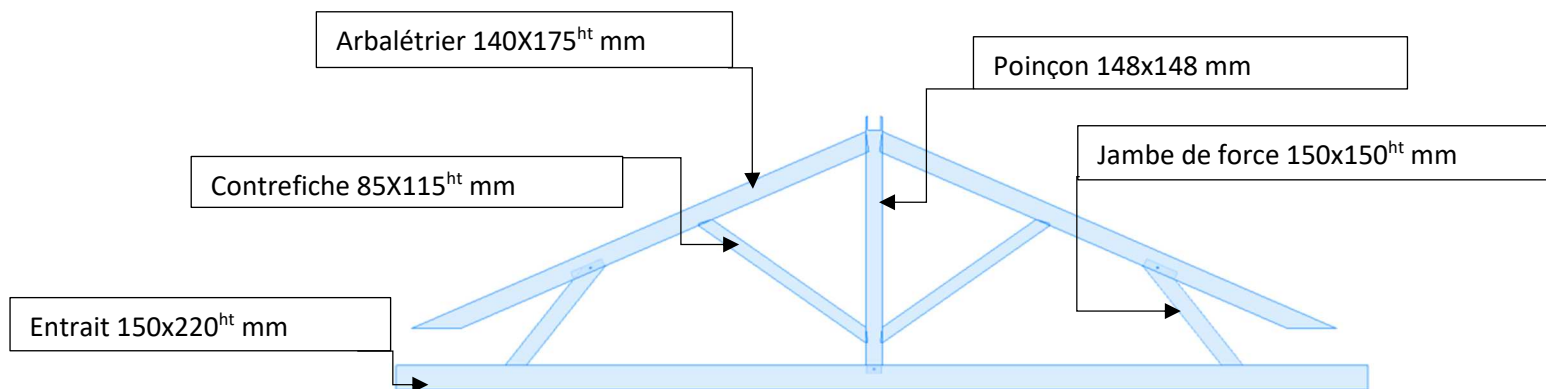
Modèle de ferme traditionnelle de type B avec pièce de contreventement



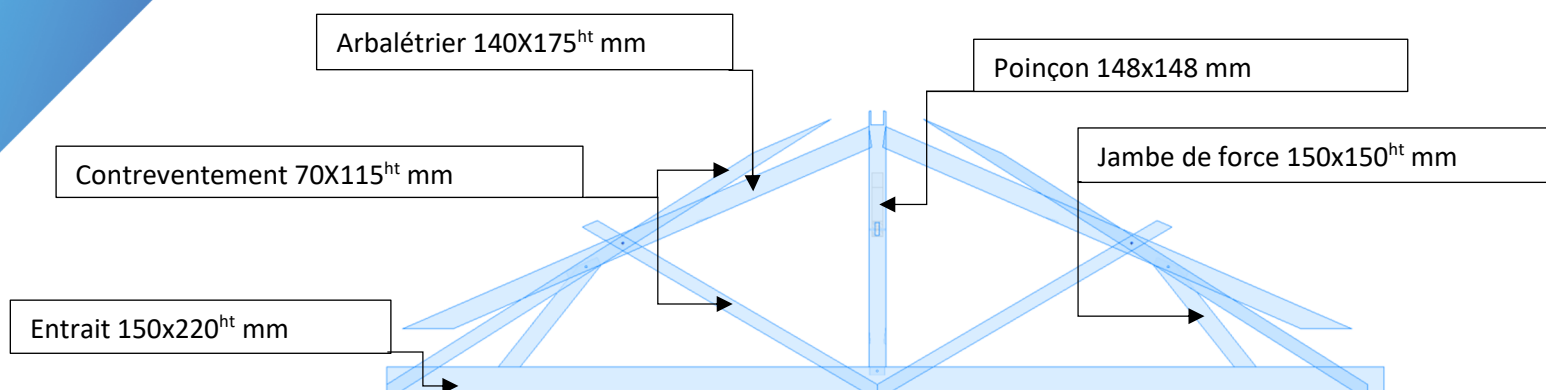
Ferme traditionnelle de type n°1 sans blochet côté gauche et entrain porteur



Ferme traditionnelle de type n°2 sans blochet et entrain porteur



Fermes traditionnelles de typen°3 avec pièce de contreventement



Partie non visible :

Fermes de types inconnues

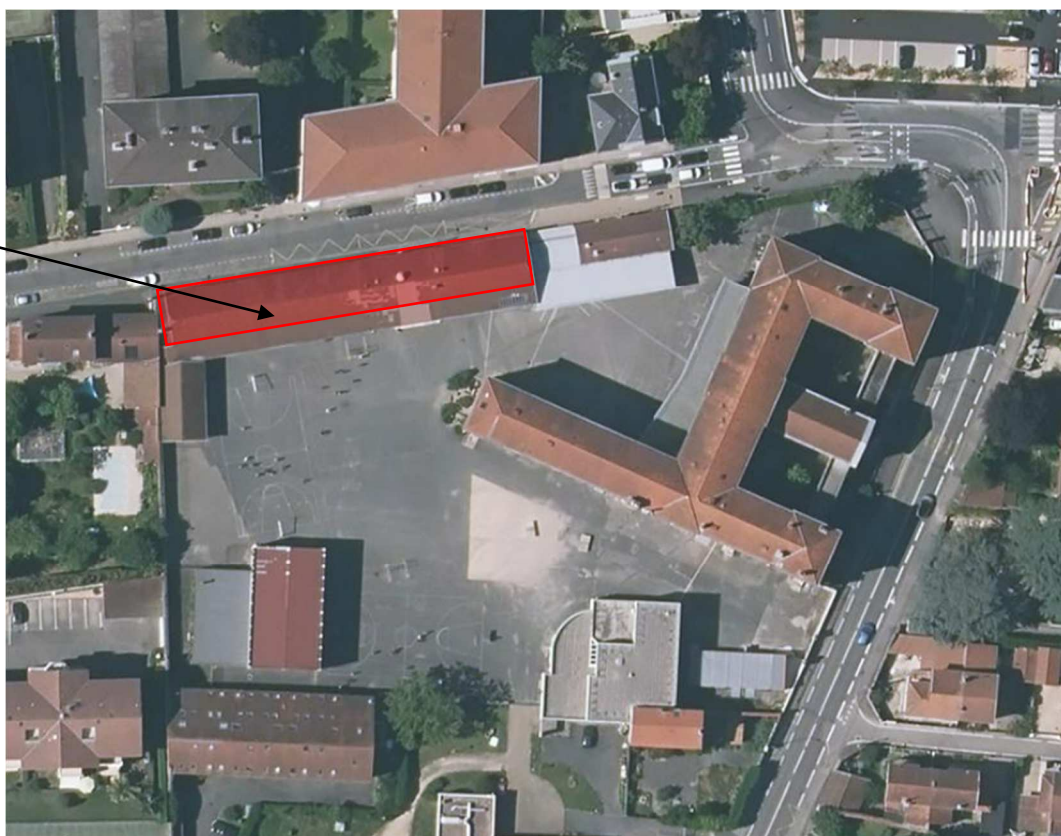
Nota :

Pour les fermes non visible, le plan est fait sur le même principe structurel que la zone visible.

4 Vérification structurelle de la charpente bois du réfectoire

Localisation

Implantation des
panneaux
photovoltaïques du
projet concernant le
réfectoire



Hypothèses de calculs

Ci-dessous le tableau des hypothèses de charges retenues pour le projet.

Charges permanentes			
Id	Type	Nom	Valeur
1	Complexe toiture	*Complexe couverture	25 daN/m ²
		Divers	5 daN/m ²
		TOTAL	30 daN/m²
Id	Type	Nom	Valeur
Panneaux photovoltaïques du projet			
Id	Type	Nom	Valeur
1		Panneaux photovoltaïques et divers	20 daN/m ²
Charges d'exploitation			
Id	Type	Détails	Valeur
1	Toiture inaccessible cat H	Entretien	150 daN
Charges climatiques			
Id	Type	Détails	Valeur
1	Charges de neige	Zone C2, Altitude : 198 m	S _k = 36 daN S _{AD} = 80 daN
2	Charges de vent	Région 1, Terrain IIIb Hauteur du bâtiment : 6.30 m	Q _{pze} = 47 daN

Charges permanentes			
Id	Type	Nom	Valeur
1	Complexe plancher	Faux plafond	11 daN/m ²
		Platelage	13 daN/m ²
		Isolation laine de roche	25 daN/m ²
		Divers	5 daN/m ²
		Total	54 daN/m ²
Panneaux photovoltaïques du projet			
Id	Type	Nom	Valeur
1	Charge d'exploitation	Cat A	80 daN/m ² (Sur 10 m)

*** Complexe de couverture fournit par l'entreprise ASTEN. Les chevrons seront retirés pour la mise en place du nouveau complexe de couverture.**

Caractéristique des matériaux

Bois massif : C24

Déformation admissible de la structure bois :

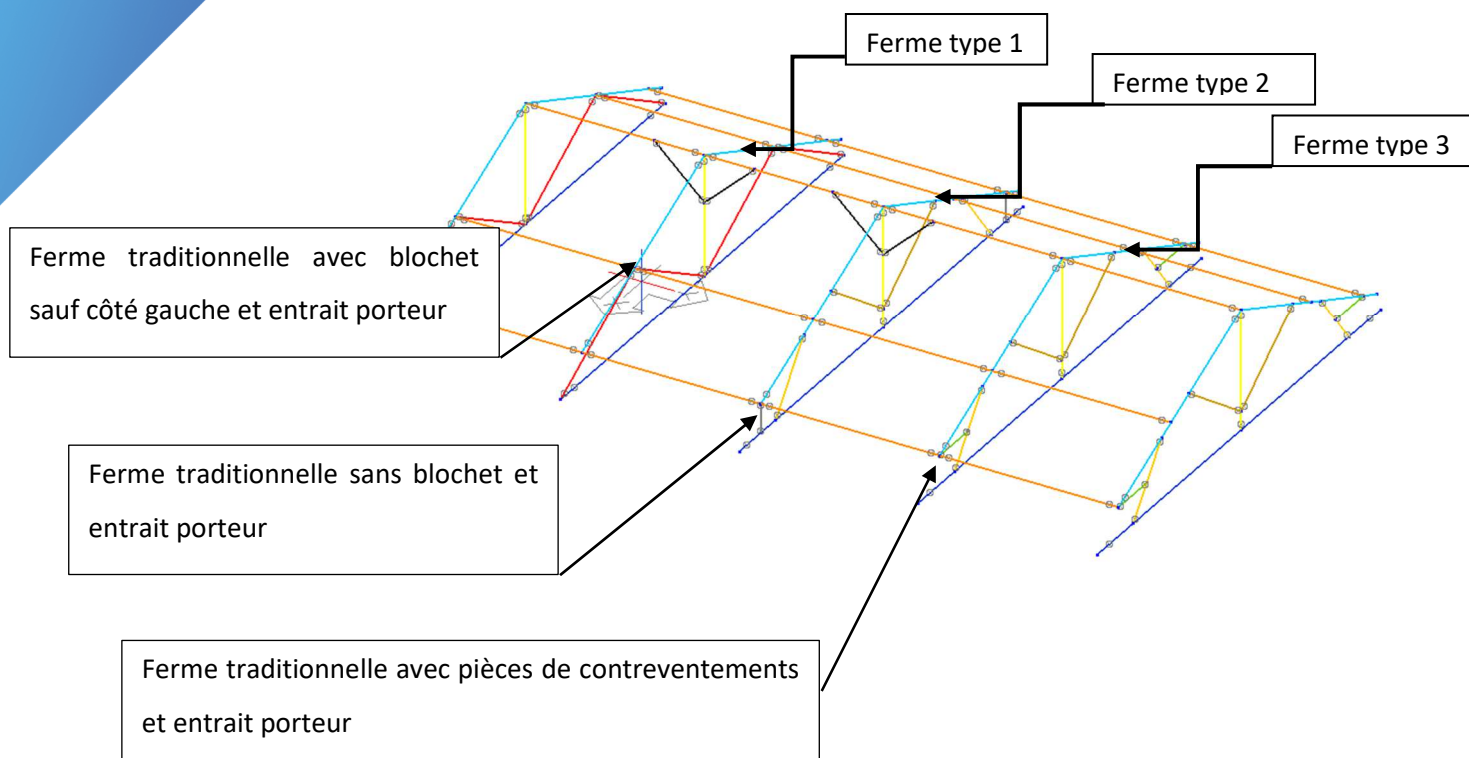
La flèche admissible verticale instantanée : 300^{ème}

La flèche admissible verticale finale : 125^{ème}

Nota :

Dans le cadre de cette étude de faisabilité, nous commencerons par vérifier le dimensionnement de la charpente avec les charges projetées pour le complexe de couverture fournit par ASTEN (soit 25daN/m²) et des panneaux photovoltaïques (soit 20 daN/m²). Si cette charpente n'est pas apte à reprendre en l'état cet ajout de poids, nous en proposerons un renforcement le permettant.

Modélisation

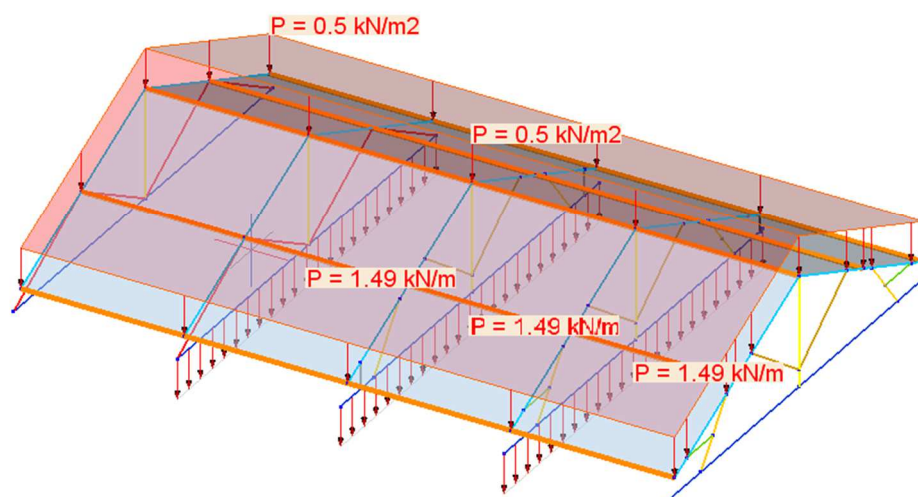


Fermes

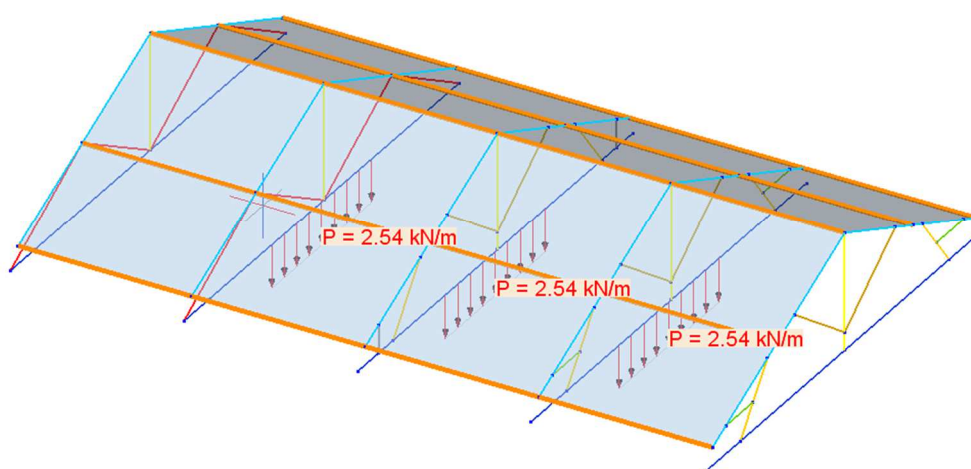
	Entrait
	Jambes de force
	Blochets
	Contrefiches
	Poinçon
	Arbalétriers
	Pannes
	Contreventements
	Lien de faîtage

Cas de chargement

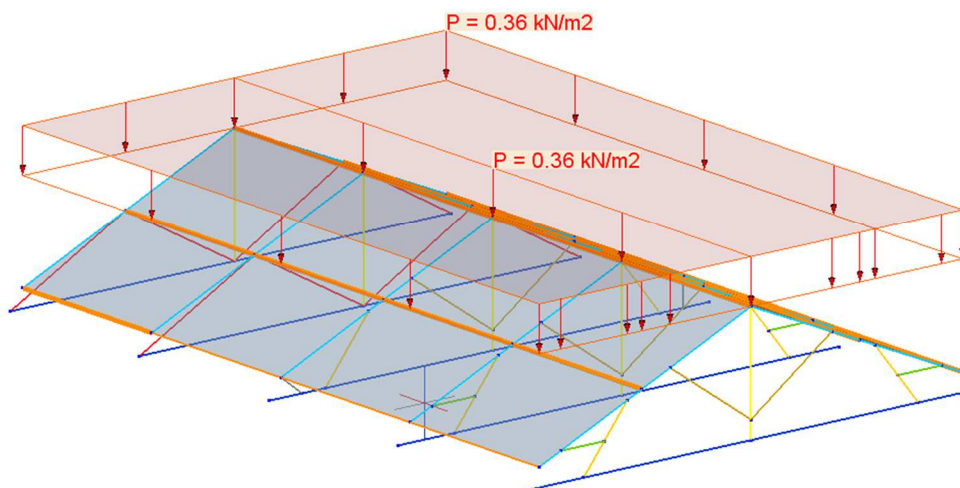
Charges permanentes charpente plus plancher - G :



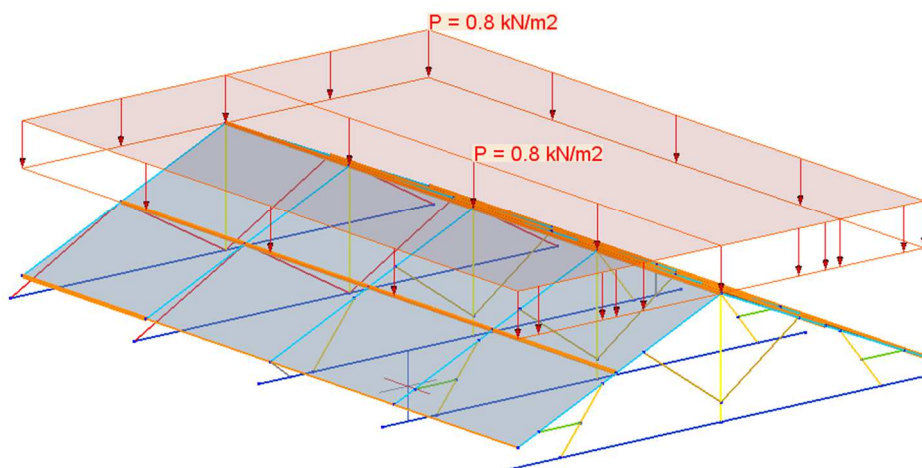
Charges d'exploitation plancher - Q :



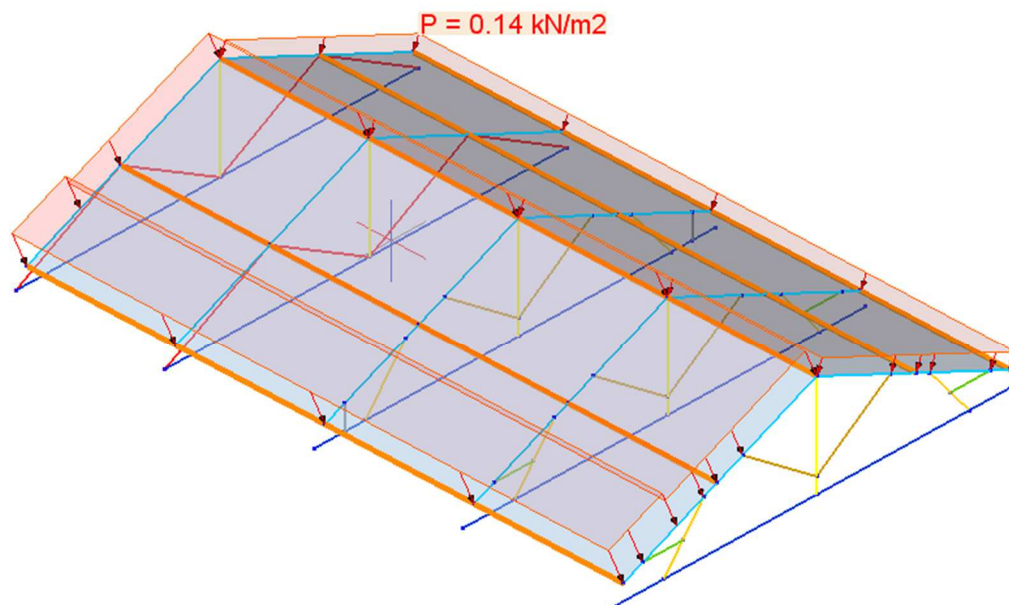
Charges de neige - S :



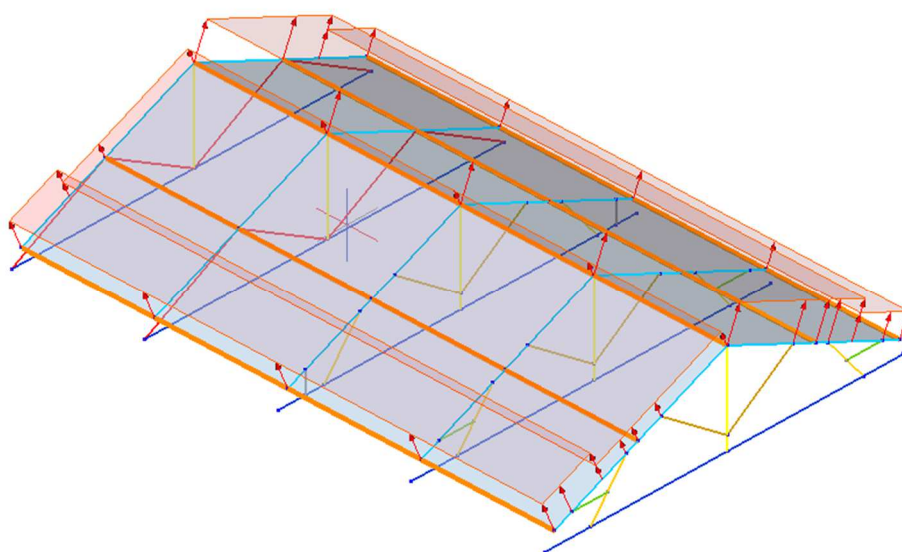
Charges de neige accidentelle - S_{ad} :



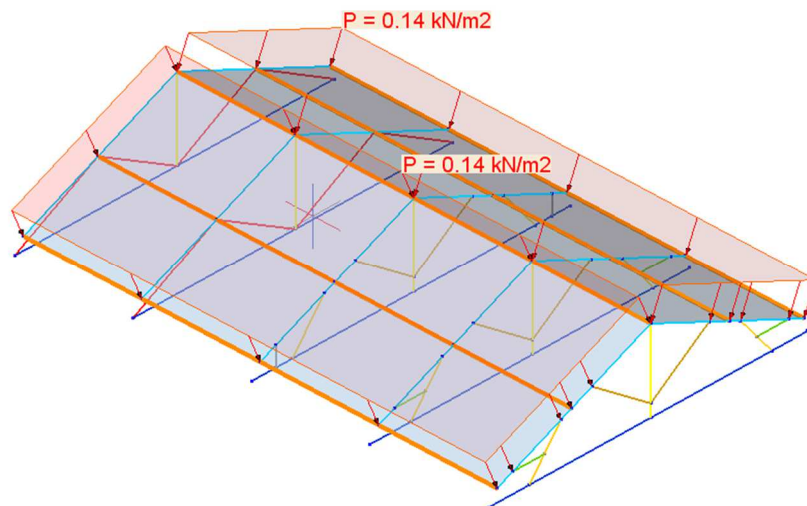
1^{er} cas de charges de vent long pan en pression - W1 (vent pression) :



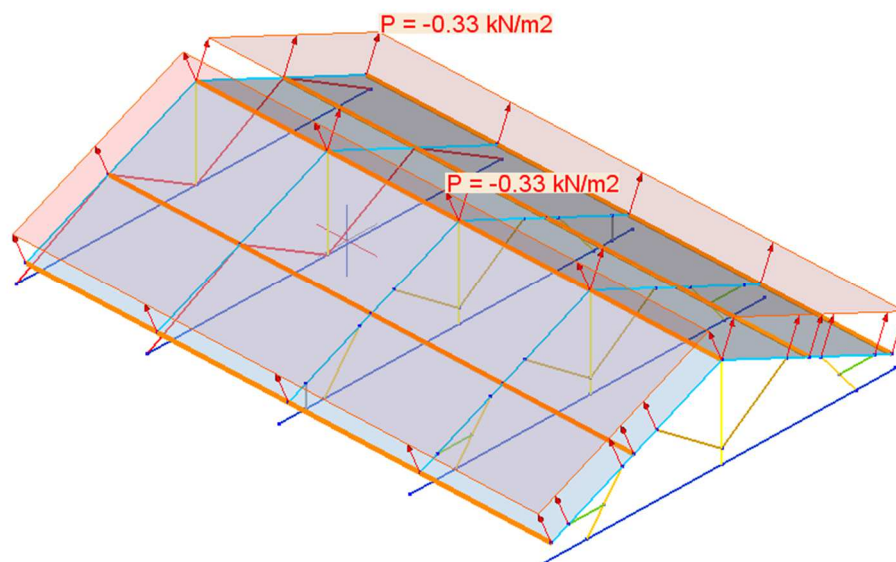
1^{er} Cas de charges de vent en long pan dépression - W2 (vent soulèvement)



2ème de charges de vent en pignon pression - W1



2ème de charges de vent en pignon dépression - W2 (vent soulèvement)



Vérifications réglementaires des pièces et analyse des résultats

La note de calcul détaillée est jointe en annexe. Vous trouverez ci-dessous les tableaux synthétisant les résultats.

Vérifications réglementaires 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	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
80		R15x15	C24	1.35 %	0.71%	-	-	1.46%	(0%)	0.05% (0mm)	0.15% (0.01m)
81		R8.5x11.5	C24	4.56 %	0.84%	-	-	4.68%	(0%)	1.15% (0.07mm)	2.4% (0.23m)
82		R14.8x14.8	C24	1.75 %	0.36%	-	-	2.81%	(0%)	0.59% (0.04mm)	0.39% (0.04m)
83		R8.5x11.5	C24	4.56 %	0.84%	-	-	4.68%	(0%)	1.22% (0.08mm)	2.07% (0.2mm)
84		R15x15	C24	1.3%	0.69%	-	-	1.42%	(0%)	0.07% (0mm)	0.26% (0.02m)
85		R15x22	C24	66.6 %	10.13%	-	-	66.6%	(0%)	81.19% (23.55mm)	181.37% (78.91m)
187		RR7x15x15	C24	0.86 %	0.45%	-	-	0.86%	(0%)	0.07% (0mm)	0.17% (0.01m)
202		RR7x15x15	C24	0.86 %	0.45%	-	-	0.86%	(0%)	0.06% (0mm)	0.12% (0.01m)

Pièces de bois standard / Groupe : FERME 1											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
70	-	R15x15	C24	117.59%	37.94%	-	-	117.68%	(0%)	24.03% (1.1mm)	50.74% (3.5mm)

71	-	R8.5x11.5	C24	10.09 %	0.42%	-	-	22.66%	(0%)	0.85% (0.06mm)	1.58% (0.15mm)
72	-	R14.8x14.8	C24	28.88 %	7.35%	-	-	(0%)	(0%)	5.91% (0.42mm)	8.28% (0.89mm)
73	-	R8.5x11.5	C24	12.36 %	0.42%	-	-	27.59%	(0%)	0.85% (0.06mm)	1.58% (0.15mm)
75	-	R15x22	C24	174.16 %	42.23%	-	-	155.85%	(0%)	336.08% (97.49mm)	726.13% (315.95mm)
76	-	R14x17.5	C24	123.55 %	42.8%	-	-	201.18%	(0%)	14.04% (2.13mm)	28.69% (6.54mm)
203	-	RR7x15x15	C24	997.79 %	53.48%	-	-	(0%)	(0%)	22.39% (0.64mm)	47.13% (2.03mm)
205	-	R15x15	C24	248.39 %	42.41%	-	-	228.09%	(0%)	42.29% (1.94mm)	93.56% (6.45mm)
212	-	R14x17.5	C24	163.97 %	34.72%	-	-	238.14%	(0%)	26.47% (4.02mm)	57.69% (13.14mm)

Pièces de bois standard / Groupe : FERME 2											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
61	-	R8.5x11.5	C24	7.78 %	0.42%	-	-	17.71%	(0%)	0.85% (0.06mm)	1.58% (0.15mm)
62	-	R14.8x14.8	C24	20.44 %	5.34%	-	-	(0%)	(0%)	4.39% (0.31mm)	5.92% (0.63mm)
63	-	R8.5x11.5	C24	9.15 %	0.42%	-	-	20.66%	(0%)	0.85% (0.06mm)	1.58% (0.15mm)
65	-	R15x22	C24	35.03 %	29.07%	-	-	36.2%	(0%)	5.48% (1.59mm)	14.7% (6.4mm)
66	-	R14x17.5	C24	29.96 %	31.19%	-	-	86.26%	(0%)	8.63% (1.31mm)	23.46% (5.34mm)
144	-	R15x15	C24	1.9%	0.22%	-	-	0.36%	(0%)	0.15% (0.01mm)	0.28% (0.02mm)
147	-	RR7x15x15	C24	1.81 %	0.22%	-	-	1.22%	(0%)	0.15% (0.01mm)	0.28% (0.02mm)
181	-	R14x17.5	C24	25.29 %	25.83%	-	-	80.46%	(0%)	5.66% (0.86mm)	17.34% (3.95mm)

185	-	RR3x15 x15	C24	1.9%	0%	-	-	(0%)	0%	0% (0mm)	0% (0mm)
204	-	RR3x15 x15	C24	3.85 %	0%	-	-	(0%)	0%	0% (0mm)	0% (0mm)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 3											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
132	-	R6.5x11.5	C24	10.61 %	0.56%	-	-	58.41%	(0%)	1.8% (0.15mm)	3.36% (0.41m m)
137	-	R6.5x11.5	C24	7.35 %	0.56%	-	-	40.65%	(0%)	1.79% (0.15mm)	3.35% (0.41m m)
138	-	R6.5x11.5	C24	17.36 %	0.55%	-	-	93.72%	(0%)	1.75% (0.14mm)	3.27% (0.4m m)
141	-	R6.5x11.5	C24	16.45 %	0.59%	-	-	97.46%	(0%)	2.05% (0.18mm)	3.83% (0.49m m)
158	-	R14x17.5	C24	14.93 %	1.24%	-	-	63.49%	(0%)	2.9% (0.44mm)	6.59% (1.5m m)
160	-	R14.8x14.8	C24	19.28 %	0.16%	-	-	(0%)	(0%)	0.24% (0.02mm)	0.56% (0.06m m)
167	-	R15x22	C24	44.48 %	32.28%	-	-	45.58%	(0%)	5.48% (1.59mm)	17.94 % (7.81m m)
180	-	R14x17.5	C24	14.94 %	1.14%	-	-	63.39%	(0%)	2.4% (0.36mm)	5.51% (1.25m m)

Pièces de bois standard / Groupe : PANNES INTERMEDIAIRES											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
104	-	R15x18.5	C24	42.46 %	15.24%	-	-	(0%)	(0%)	18.96% (2mm)	38.89% (6.16m m)
105	-	R8.5x10.5	C24	203.21 %	30.83%	-	-	(0%)	(0%)	176.9% (18.69mm)	350.77 % (55.6m m)
106	-	R8.5x10.5	C24	203.26 %	30.83%	-	-	(0%)	(0%)	176.9% (18.69mm)	350.77 %

											(55.6m m)
107	-	R8.5x1 0.5	C24	667.4 7%	58.15%	-	-	667.47%	(0%)	223.82% (23.65mm)	498.98 % (79.09m m)
112	-	R8.5x1 0.5	C24	519%	45.21%	-	-	519%	(0%)	155.92% (16.48mm)	394.05 % (62.46m m)
113	-	R8.5x1 0.5	C24	162.9 7%	23.97%	-	-	31.69%	(0%)	131.02% (13.84mm)	266.32 % (42.21m m)
114	-	R8.5x1 0.5	C24	162.8 6%	23.97%	-	-	31.64%	(0%)	131.02% (13.84mm)	266.32 % (42.21m m)
115	-	R6.9x1 8.5	C24	89.45 %	25.21%	-	-	23.49%	48.59%	70.05% (7.4mm)	174.42 % (27.65m m)

Pièces de bois standard / Groupe : PANNES FAITIÈRES

Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
100	-	R10x18. 5	C24	15.69 %	16.1%	-	-	(0%)	(0%)	7.96% (0.84mm)	11.98% (1.9mm)
101	-	R11.5x1 4.5	C24	20.8 %	11.99%	-	-	(0%)	(0%)	9.17% (0.97mm)	19.26% (3.05m m)
102	-	R11.5x1 5	C24	50.2 %	14.14%	-	-	(0%)	(0%)	38.06% (4.02mm)	79.35% (12.58m m)
103	-	R11.5x1 5	C24	49.8 %	14.14%	-	-	(0%)	(0%)	38.07% (4.02mm)	79.35% (12.58m m)

Pièces de bois standard / Groupe : LIENS DE FAITAGE

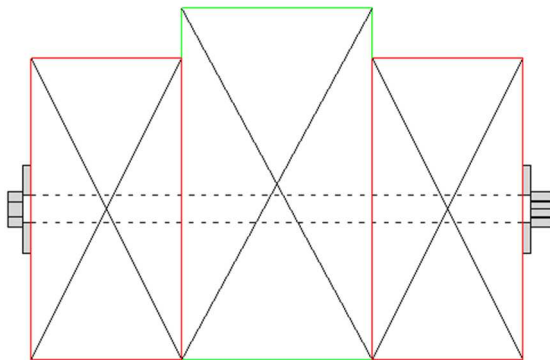
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
213	-	R9.4x 9.5	C24	6.92 %	0.23%	-	-	8.4%	(0%)	0.28% (0.01mm)	0.53% (0.03m m)
214	-	R9.4x 9.5	C24	6.83 %	0.23%	-	-	8.28%	(0%)	0.28% (0.01mm)	0.53% (0.03m m)

215	-	R9.4x 9.5	C24	1.89 %	0.46%	-	-	(0%)	(0%)	0.42% (0.02mm)	0.74% (0.05m m)
-----	---	--------------	-----	-----------	-------	---	---	------	------	-------------------	-----------------------

Conclusion sur le dimensionnement :

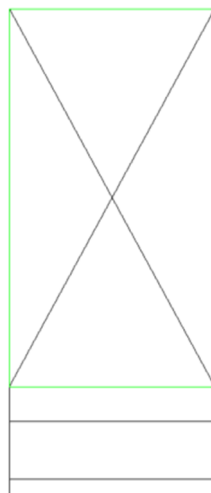
A l'état actuel, les pannes intermédiaires ne sont pas correctement dimensionnées pour reprendre le poids du complexe de couverture fournit par l'entreprise ASTEN (ajout de 25 daN/m²) et le poids des panneaux photovoltaïques (20 daN/m²). Même sans l'ajout des panneaux photovoltaïques (20 daN/m²), les pannes intermédiaires ne sont pas correctement dimensionnées. Elles devront être renforcées.

Type de modèle de renforcement



Renfort n°1

- Pannes existantes
- Pièces ajoutées



Renfort n°2

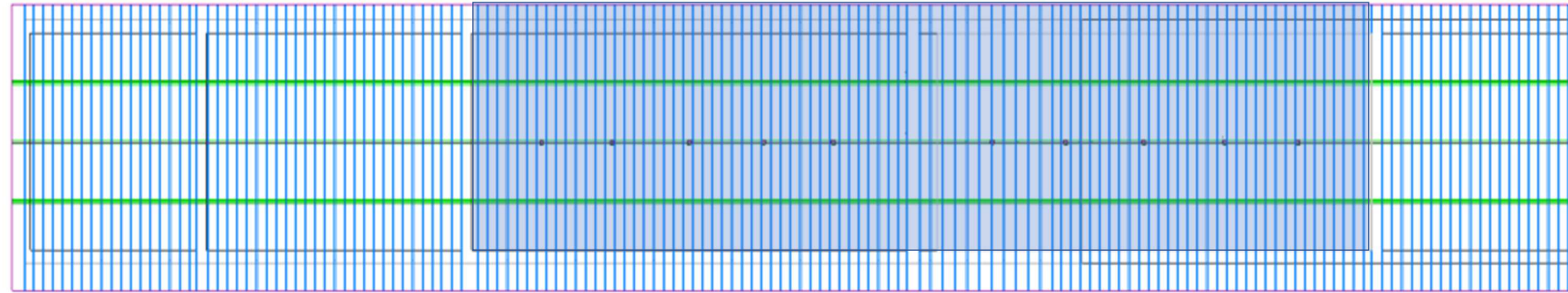
- Pannes existantes
- Kerto S

Commentaires concernant l'ensemble des pièces correctement dimensionnées pour reprendre les charges projetées :

- Lors de notre intervention, nous avons constaté des désordres structurels et sanitaires au niveau de l'ensemble de la charpente bois du réfectoire.
- Le manque de pièces de bois (blochet) au niveau de la ferme type n°2 et de la ferme type n°3 (voir photos 1, 2, 3).
- Les pièces de bois de contreventement des fermes n°4 et 5 sont sous dimensionnées (voir photo 10).
- Les assemblages ne sont pas conformes par rapport aux normes sur les travaux de bâtiment, de charpente et escaliers en bois : NF P21-203-1/42 du DTU 31.1 (voir photos 4, 5, 6).
- La section de certaines pannes est sous dimensionnées pour reprendre le poids ajouté (voir photos 7, 8, 9, 10).

La stabilité de l'ouvrage peut être altérée à court terme.

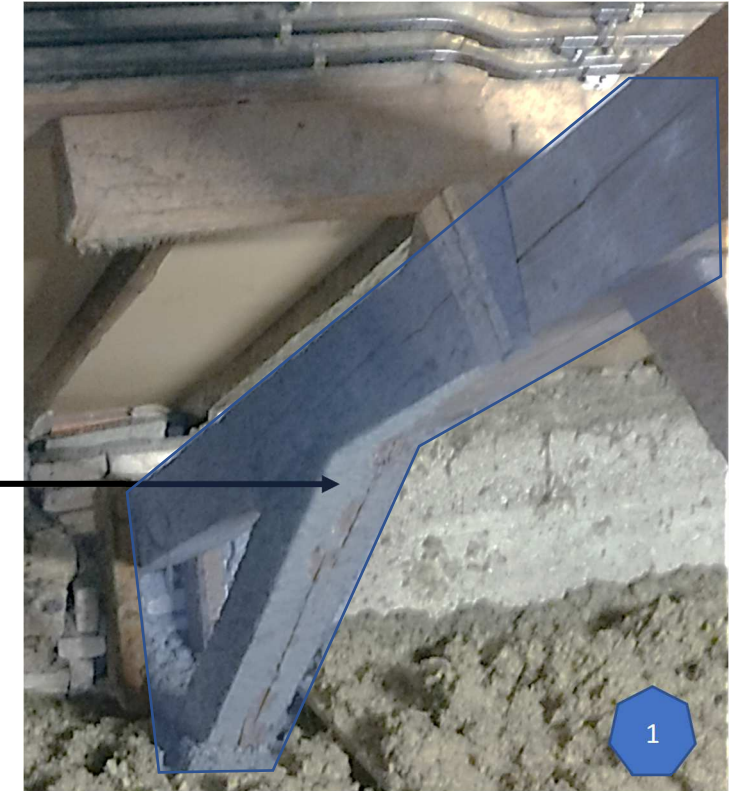
Plan de localisation



Localisation des désordres structurels et sanitaires

Un aperçu des désordres de la charpente bois

Blochet manquant sur la ferme n°2
et la demi ferme n°3



Assemblages à reprendre par boulonnage

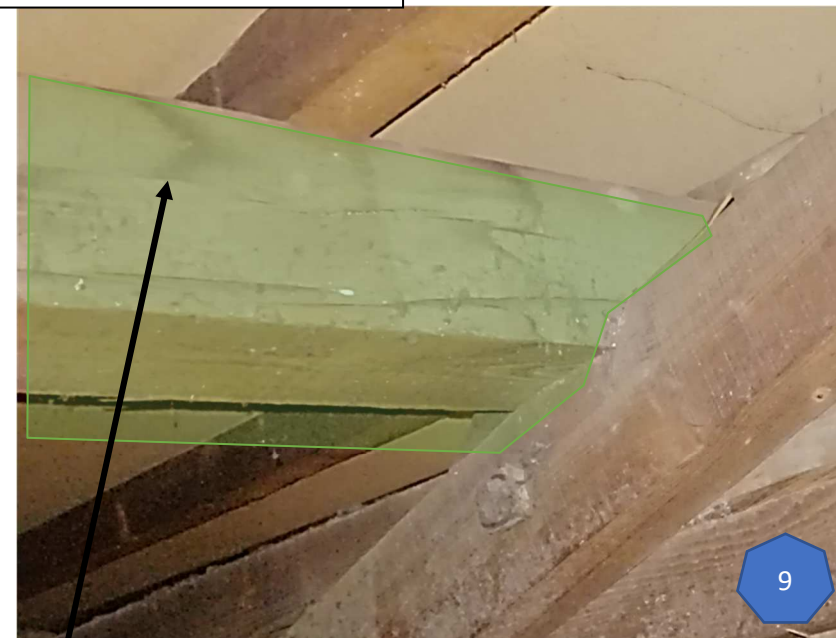
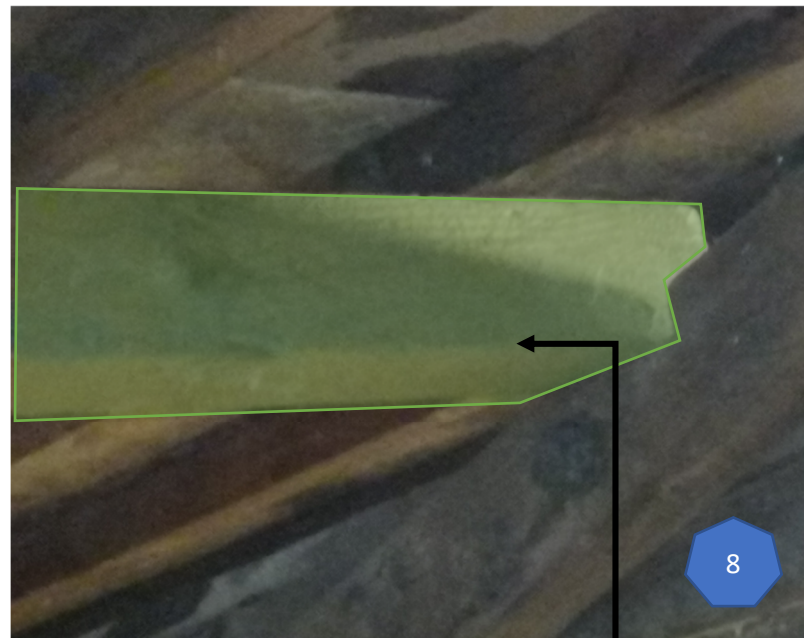
Un aperçu des désordres structurels



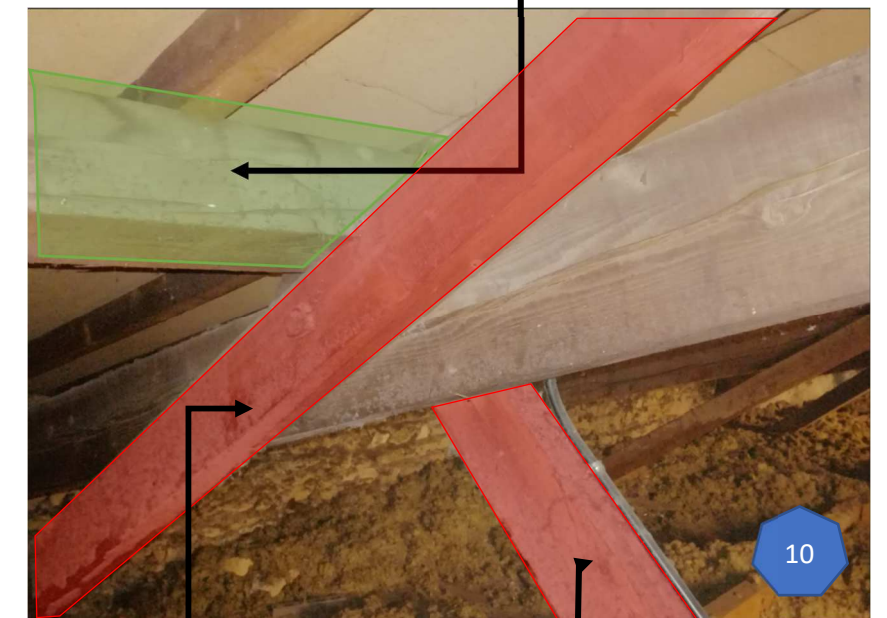
Assemblage à reprendre par vissage



Pannes à renforcer ou bien remplacer



Pannes à renforcer ou à remplacer



Pièce de contreventement

Nous préconisons sur les désordres structurels de :

- De renforcer les pièces de bois des contreventements en ajoutant de la matière par moisage pour augmenter l'inertie (voir renfort n°1 ci-dessus)
- De renforcer les pannes intermédiaires en ajoutant de la matière pour augmenter l'inertie (voir renfort n°1 et 2 ci-dessus) ou bien en modifiant leur section

Nous préconisons sur les désordres sanitaires de :

- De reprendre l'ensemble des assemblages
- D'ajouter les pièces manquantes (blochet)

Conclusion :

Le sous-dimensionnement des pièces (pannes, contreventements...) à renforcer.

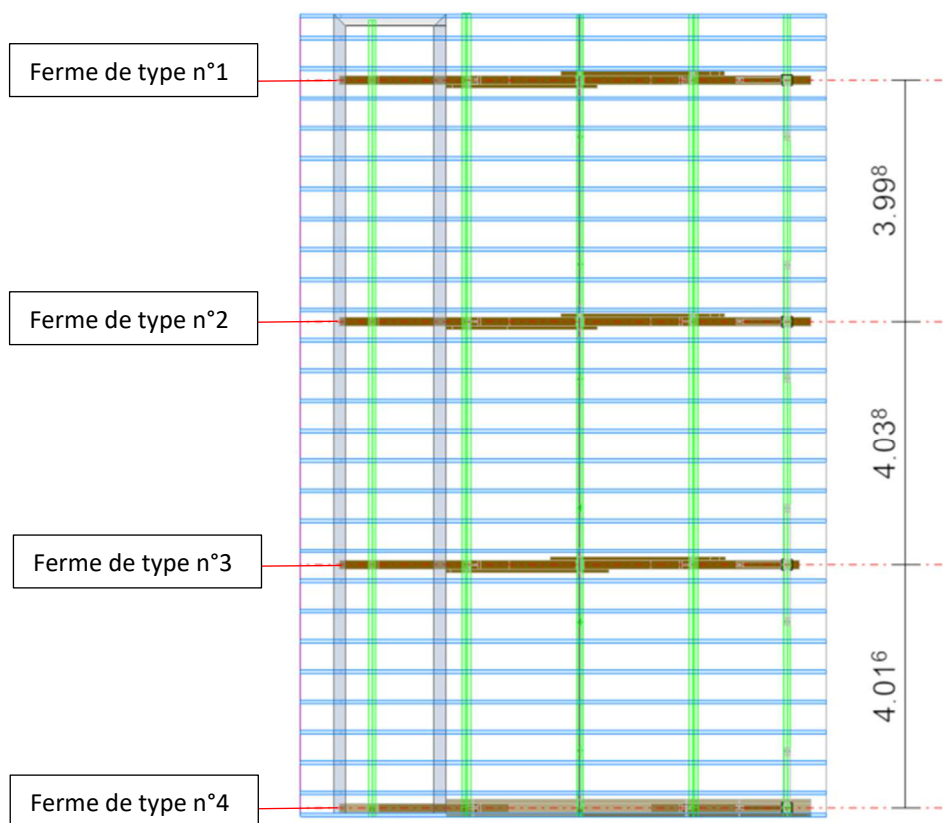
De reprendre les désordres structurels

De reprendre les désordres sanitaires

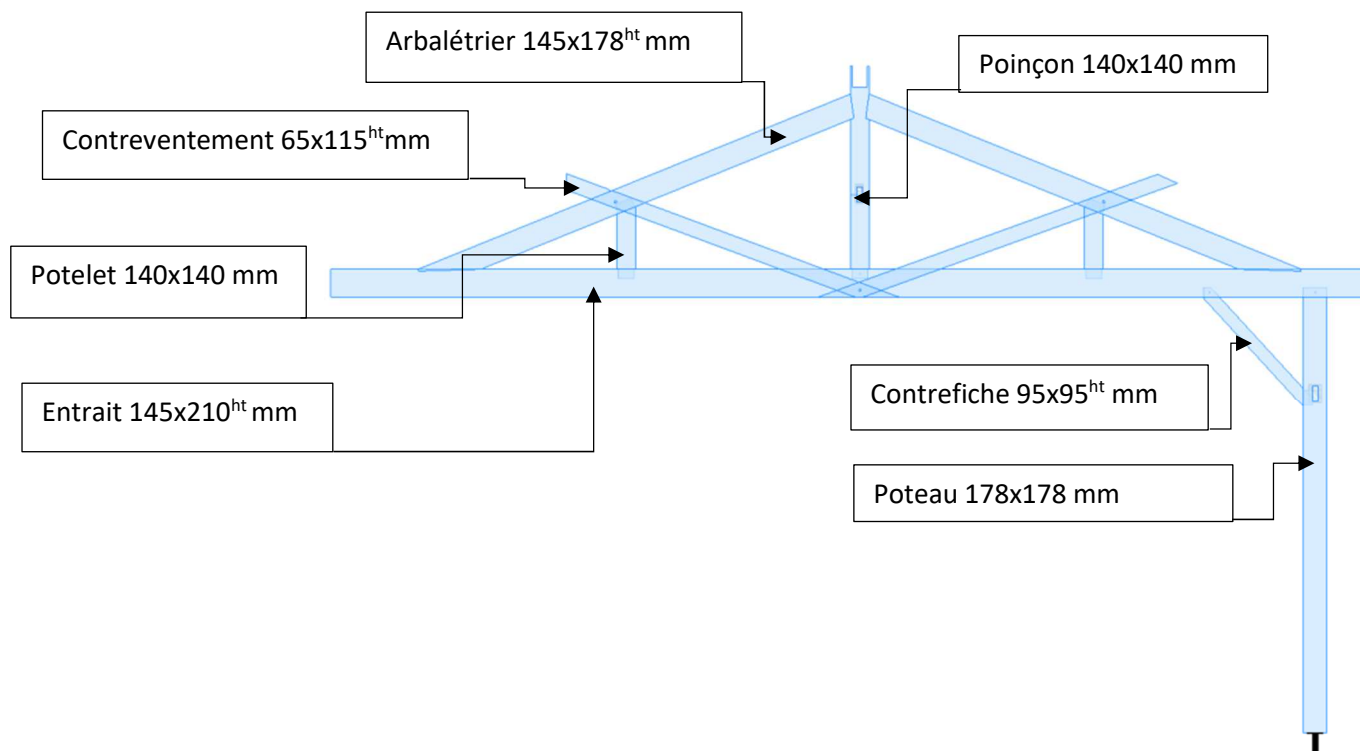
Au regard du nombre de reprises (décrites ci-dessus) à effectuer, nous préconisons de remplacer toute la charpente existante par une neuve. Seul serait conservée les entrails et le complexe de faux plafond, plancher bois des combles.

5 Plans existants fermes préau

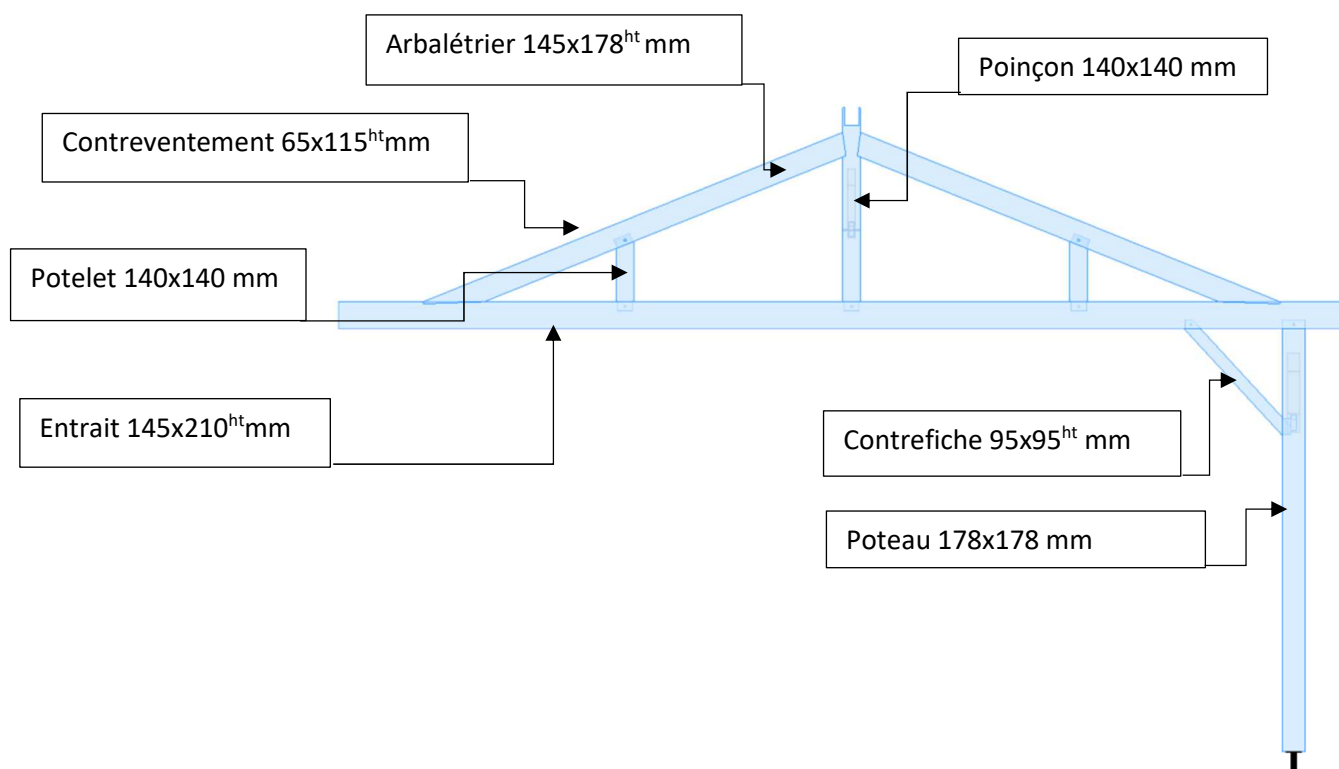
Plan de localisation préau



Fermes traditionnelles de type n° 1, 2, 3



Ferme traditionnelle de type n°4



⑥ Vérification structurelle de la charpente en bois du préau

Localisation

Implantation du complexe de couverture et des panneaux photovoltaïques du projet concernant le préau



Hypothèses de calculs

Ci-dessous le tableau des hypothèses de charges retenues pour le projet.

Charges permanentes			
Id	Type	Nom	Valeur
1	Complexe toiture	*Complexe de couverture	25 daN/m ²
		Divers	5 daN/m ²
		TOTAL	30 daN/m²
Id	Type	Nom	Valeur
Panneaux photovoltaïques du projet			
Id	Type	Nom	Valeur
1		Panneaux photovoltaïques et divers	20 daN/m ²
Charges d'exploitation			
Id	Type	Détails	Valeur
1	Toiture inaccessible cat H	Entretien	150 daN
Charges climatiques			
Id	Type	Détails	Valeur
1	Charges de neige	Zone C2, Altitude : 198 m	S _k = 36 daN S _{AD} = 80 daN
2	Charges de vent	Région 1, Terrain IIIb Hauteur du bâtiment : m	Qpze = 47 daN/m²

***Complexe de couverture fournit par l'entreprise ASTEN. Les chevrons seront retirés pour la mise en place du nouveau complexe de couverture**

Caractéristiques des matériaux

Bois massif C24

Déformations admissibles de la structure bois

La flèche admissible verticale instantanée : 300^{ème}

La flèche admissible verticale finale : 125^{ème}

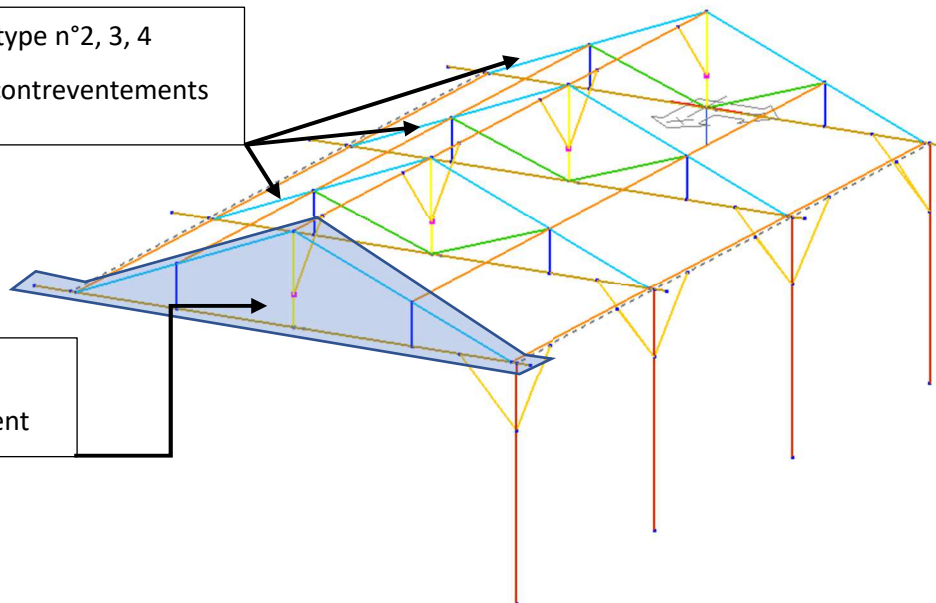
Nota :

Dans le cadre de cette étude de faisabilité, nous commencerons par vérifier le dimensionnement de la charpente avec les charges projetées pour le complexe de couverture fournit par ASTEN soit (25daN/m²) et des panneaux photovoltaïques (20 daN/m²). Si cette charpente n'est pas apte à reprendre en l'état cet ajout de poids, nous en proposerons un renforcement le permettant

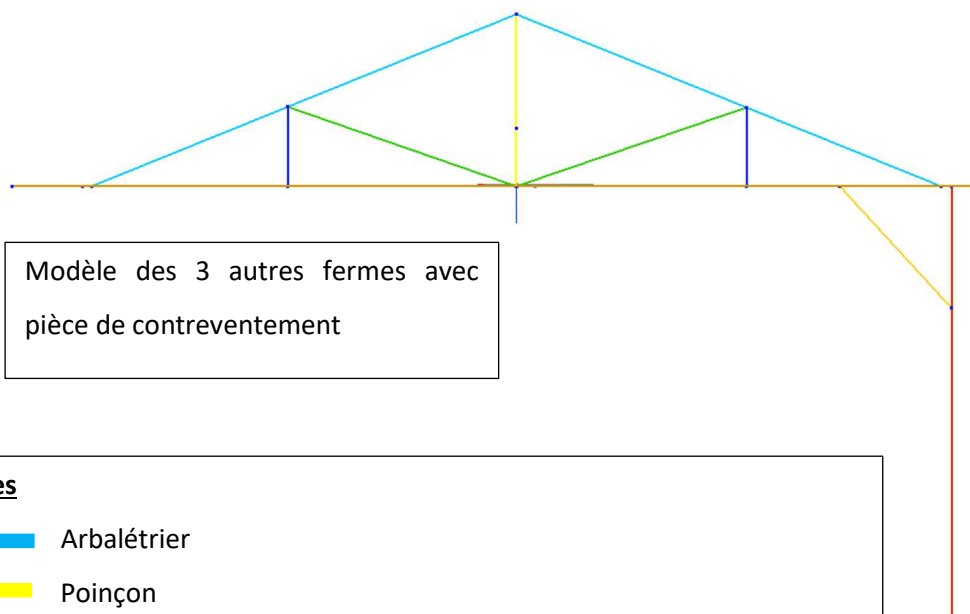
Modélisation

Modèle fermes type n°2, 3, 4
Avec pièces de contreventements

Modèle ferme type n°1
sans pièce de contreventement



Modèle des 3 autres fermes avec
pièce de contreventement

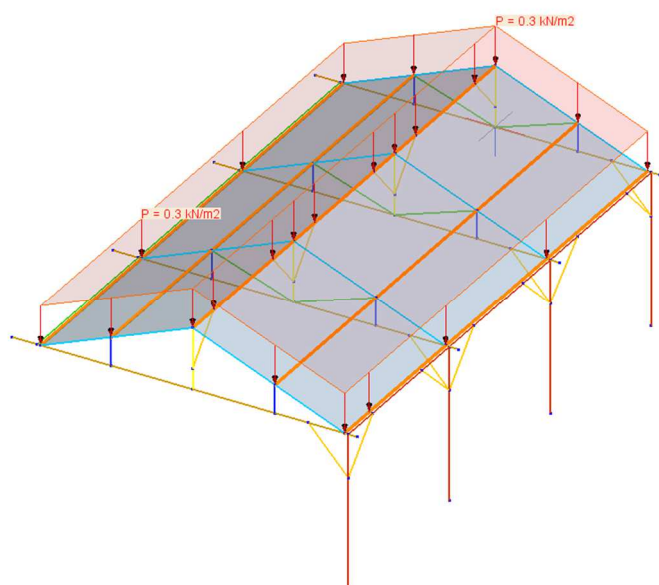


Fermes

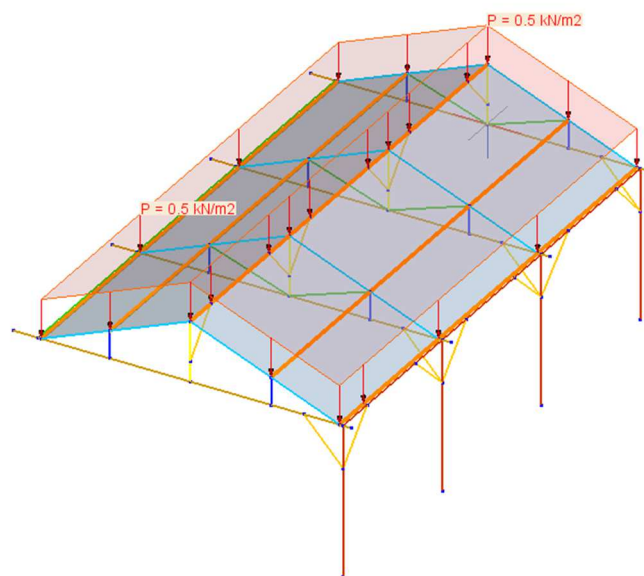
- Arbalétrier
- Poinçon
- Contreventement
- Potelet
- Entrait
- Contrefiche
- Poteau

Cas de chargement

Charges permanentes - G :

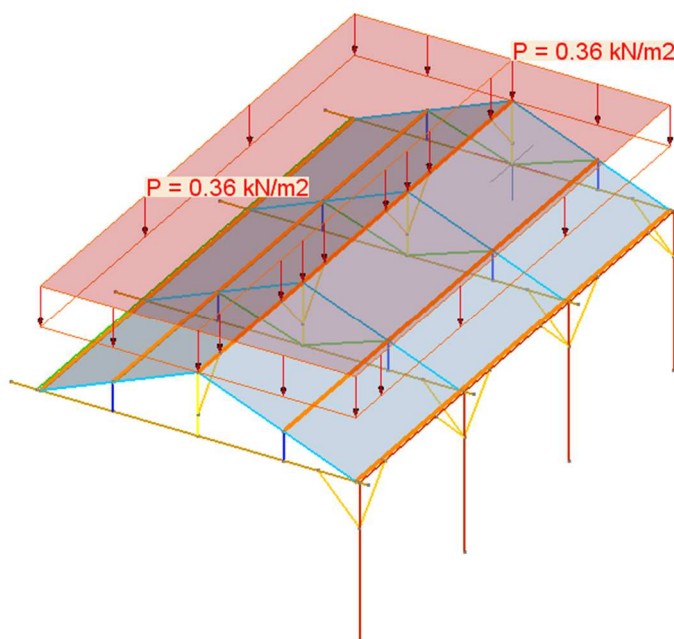


Chargement avec complexe de couverture

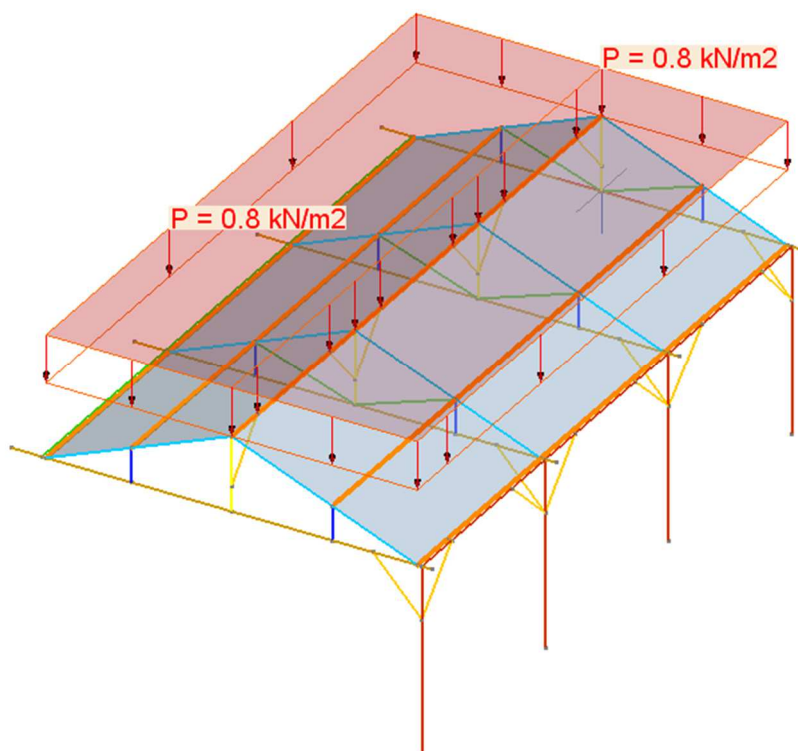


Chargement avec complexe de couverture et panneaux photovoltaïques

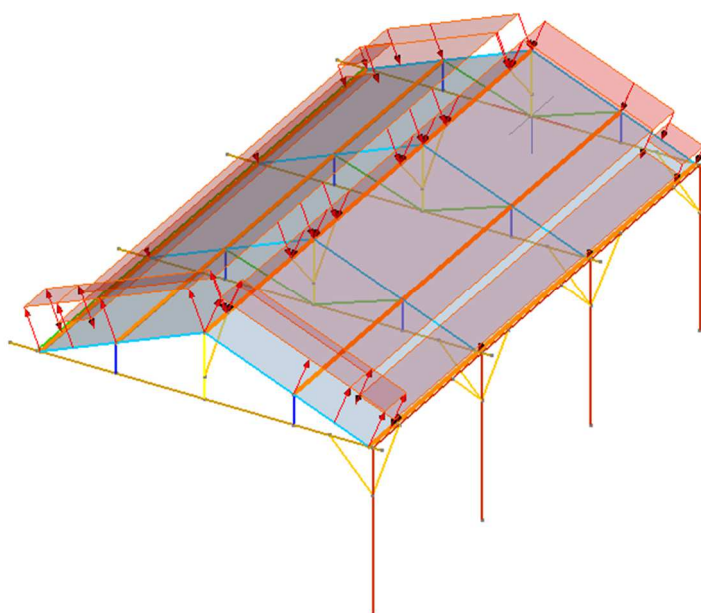
Charges de neige - S :



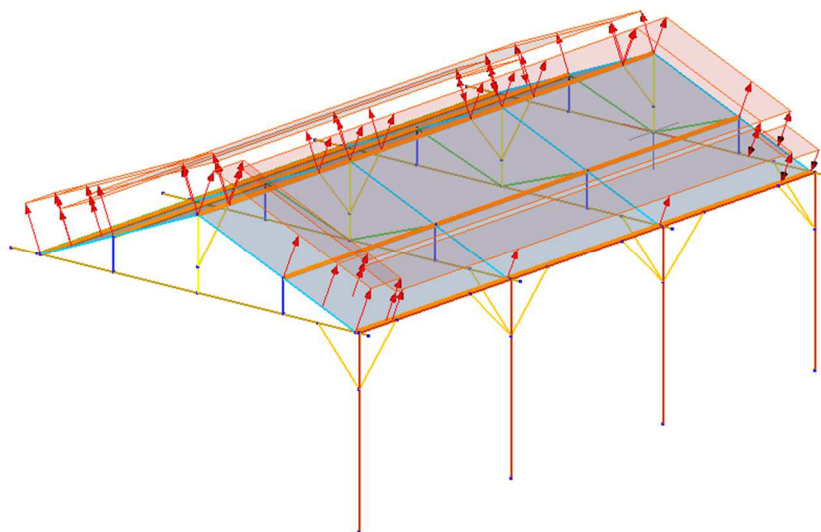
Charges de neige accidentelle - S_{ad} :



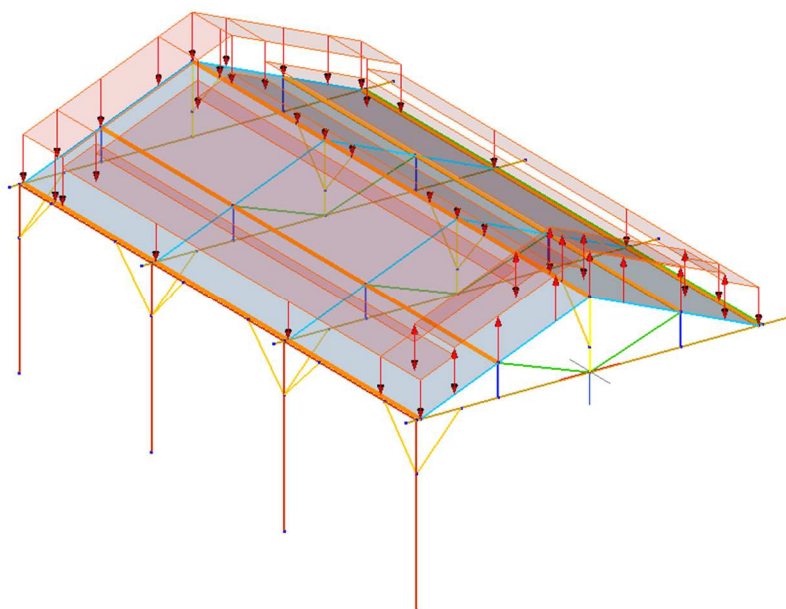
1^{er} cas de charges de vent du pignon en pression - W1 (vent pression) :



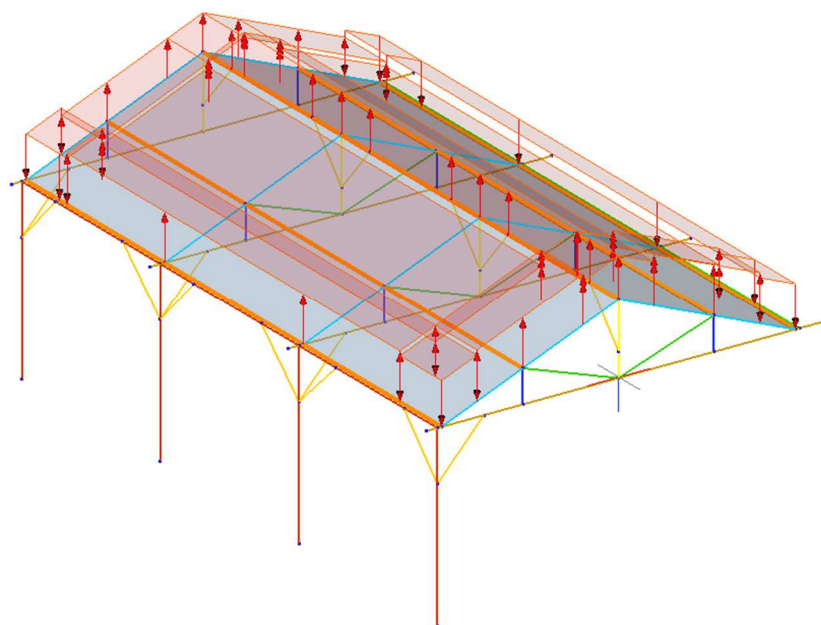
1^{er} cas de charges de vent du pignon en dépression - W2 (vent soulèvement)



2^{ème} cas de charges de vent du long pan en pression - W1 (vent en pression)



2^{ème} cas de charges de vent du long pan en dépression - W2 (vent soulèvement)



Vérifications réglementaires des pièces et analyse des résultats du complexe de couverture

La note de calcul détaillée est jointe en annexe. Vous trouverez ci-dessous les tableaux synthétisant les résultats.

Vérifications réglementaires 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	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
3	-	R14.5x14.5	C24	1.74 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
12	-	R14.5x14.5	C24	0.62 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)

Pièces de bois standard / Groupe : Pannes intermédiaires											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
177	-	R8x15	C24	134.28%	24.02%	-	-	(0%)	(0%)	197.01% (25.35mm)	216.86% (41.85m)
178	-	R8x15	C24	125.29%	25.33%	-	-	(0%)	(0%)	177.47% (22.83mm)	203.83% (39.34m)
179	-	R8x15	C24	125.25%	25.33%	-	-	(0%)	(0%)	174.13% (22.4mm)	177.28% (34.22m)
183	-	R8x15	C24	127.22%	25.79%	-	-	(0%)	(0%)	178.09% (22.91mm)	179.92% (34.73m)
184	-	R8x15	C24	127.22%	25.79%	-	-	(0%)	(0%)	178.09% (22.91mm)	203.83% (39.34m)
185	-	R8x15	C24	134.28%	24.27%	-	-	(0%)	(0%)	197.01% (25.35mm)	216.86% (41.85m)

Pièces de bois standard / Groupe : Pannes sablières											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
180	-	R10x2.6	C24	23.1%	9%	-	-	(0%)	(0%)	27.17% (3.5mm)	20.24% (3.91m)
181	-	R10x2.6	C24	23.08%	9%	-	-	(0%)	(0%)	27.28% (3.51mm)	20.41% (3.94m)
182	-	R10x2.6	C24	23.11%	9%	-	-	(0%)	(0%)	27.28% (3.51mm)	20.41% (3.94m)
186	-	R10x2.6	C24	16.37%	8.28%	-	-	(0%)	(0%)	26.15% (3.36mm)	19.17% (3.7m)
187	-	R10x2.6	C24	16.38%	8.28%	-	-	(0%)	(0%)	26.15% (3.36mm)	19.17% (3.7m)
188	-	R10x2.6	C24	17.05%	8.87%	-	-	(0%)	(0%)	25.56% (3.29mm)	19.57% (3.78m)

Pièces de bois standard / Groupe : Pannes faitières											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
168	-	R11x15.5	C24	28.27 %	20.87%	-	-	29.63%	(0%)	58.66% (7.55mm)	39.11% (7.55m)
169	-	R11x15.5	C24	21.78 %	16.64%	-	-	22.35%	(0%)	58.65% (7.55mm)	39.1% (7.55m)
170	-	R11x15.5	C24	27.34 %	18.89%	-	-	28.26%	(0%)	58.02% (7.47mm)	38.69% (7.47m)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 1											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
149	-	R14.5x17.8	C24	21.78 %	5.39%	-	-	30.48%	(0%)	19.54% (2.36mm)	24.89 % (4.5m)
151	-	R14.5x14.5	C24	0.91 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
152	-	R14x14	C24	9.87 %	3.19%	-	-	3.27%	(0%)	3.38% (0.15mm)	4.06% (0.27m)
154	-	R14.5x14.5	C24	1.7%	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
155	-	R14.5x17.8	C24	5.58 %	15.68%	-	-	15.88%	(0%)	5.29% (0.64mm)	6.32% (1.14m)
198	-	R14.5x21	C24	45.55 %	26.4%	-	-	41.31%	(0%)	17.93% (4.56mm)	23.18 % (8.83m)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 2											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
137	-	R6.5x11.5	C24	22.57 %	0.41%	-	-	76.77%	(0%)	0% (0mm)	1.11% (0.11m)
138	-	R14.5x17.8	C24	15.75 %	2.93%	-	-	47.67%	(0%)	10.64% (1.28mm)	12.85 %

											(2.32m m)
139	-	R6.5x11.5	C24	9.23 %	0.41%	-	-	31.94%	(0%)	0% (0mm)	1.13% (0.11m m)
140	-	R14.5x14.5	C24	3.24 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
141	-	R14x14	C24	14.21 %	0.72%	-	-	2.65%	(0%)	0.7% (0.03mm)	0.96% (0.07m m)
143	-	R14.5x14.5	C24	1.28 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
144	-	R14.5x17.8	C24	11.8 %	12.29%	-	-	34.73%	(0%)	6.89% (0.83mm)	8.1% (1.47m m)
201	-	R14.5x21	C24	85.08 %	49.76%	-	-	69.26%	(0%)	19.71% (5.01mm)	24.87 % (9.48m m)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 3											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
126	-	R6.5x11.5	C24	23.27 %	0.41%	-	-	79.14%	(0%)	0% (0mm)	1.11% (0.11m m)
127	-	R14.5x17.8	C24	16.3 %	3.03%	-	-	49.34%	(0%)	11.16% (1.35mm)	13.18 % (2.38m m)
128	-	R6.5x11.5	C24	9.47 %	0.41%	-	-	32.76%	(0%)	0% (0mm)	1.13% (0.11m m)
129	-	R14.5x14.5	C24	3.35 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
130	-	R14x14	C24	16.06 %	1.03%	-	-	2.62%	(0%)	1.15% (0.05mm)	1.26% (0.09m m)
132	-	R14.5x14.5	C24	1.33 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
133	-	R14.5x17.8	C24	12.21 %	12.72%	-	-	35.97%	(0%)	7.21% (0.87mm)	8.31% (1.5m m)
206	-	R14.5x21	C24	89.07 %	51.47%	-	-	72.71%	(0%)	20.7% (5.26mm)	25.51 % (9.72m m)

Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)							
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales

							cisaillemen t				
1	-	R6.5x11 .5	C24	12.03 %	0.41%	-	-	41.1%	(0%)	0% (0mm)	1.11% (0.11m m)
2	-	R6.5x11 .5	C24	5.17 %	0.41%	-	-	18.04%	(0%)	0% (0mm)	1.13% (0.11m m)
4	-	R14x14	C24	12.83 %	3.68%	-	-	3.47%	(0%)	4.09% (0.19mm)	4.56% (0.31m m)
37	-	R14.5x1 7.8	C24	7.94 %	1.6%	-	-	24.25%	(0%)	5.22% (0.63mm)	6.73% (1.22m m)
38	-	R14.5x1 7.8	C24	5.91 %	5.66%	-	-	17.44%	(0%)	3.37% (0.41mm)	4.24% (0.77m m)
211	-	R14.5x2 1	C24	51.44 %	25.64%	-	-	43.25%	(0%)	19.15% (4.86mm)	21.31 % (8.12m m)

Pièces de bois standard / Groupe : Liens fe faitage											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièc e	Nom	Secti on	Matéri au	Axial - Flexi on	Cisaillem ent	Traction perpendicu laire au fil	Traction perpendicu laire au fil et cisaillement	Flambem ent	Déversem ent	Flèches instantan ées	Flèche s finales
171	-	R6x9. 5	C24	3.66 %	0.18%	-	-	6.66%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
172	-	R6x9. 5	C24	11.41 %	0.18%	-	-	20.51%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
173	-	R6x9. 5	C24	10.39 %	0.18%	-	-	18.69%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
174	-	R6x9. 5	C24	9.6% %	0.18%	-	-	17.27%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
175	-	R6x9. 5	C24	10.14 %	0.18%	-	-	18.24%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
176	-	R6x9. 5	C24	3.17 %	0.18%	-	-	5.78%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)

Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)							
Pièce	Nom	Secti on	Matéri au	Axial - Flexi on	Cisaillem ent	Traction perpendicu laire au fil	Traction perpendicu laire au fil et cisaillemen t	Flambem ent	Déverse ment	Flèches instanta nées	Flèche s finale s
11	-	R9.5x 9.5	C24	2.47 %	0.2%	-	-	3.22%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)

131	-	R9.5x9.5	C24	4.98 %	0.2%	-	-	6.28%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)
142	-	R9.5x9.5	C24	4.82 %	0.2%	-	-	6.08%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)
153	-	R9.5x9.5	C24	3.14 %	0.2%	-	-	4.04%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)
162	-	R9.5x9.5	C24	1.81 %	0.42%	-	-	1.88%	(0%)	0% (0mm)	0.68% (0.05m m)
163	-	R9.5x9.5	C24	1.49 %	0.4%	-	-	1.57%	(0%)	0% (0mm)	0.39% (0.03m m)
164	-	R9.5x9.5	C24	1.53 %	0.39%	-	-	1.59%	(0%)	0% (0mm)	0.91% (0.06m m)
165	-	R9.5x9.5	C24	1.74 %	0.43%	-	-	1.82%	(0%)	0% (0mm)	0.61% (0.04m m)
166	-	R9.5x9.5	C24	1.74 %	0.43%	-	-	1.82%	(0%)	0% (0mm)	0.67% (0.05m m)
167	-	R9.5x9.5	C24	1.81 %	0.42%	-	-	1.88%	(0%)	0% (0mm)	0.6% (0.04m m)

Pièces de bois standard / Groupe : Poteaux											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
123	-	R17.8x17.8	C24	9.84 %	4%	-	-	14.11%	(0%)	7.5% (0.85mm)	9.91% (1.68m m)
134	-	R17.8x17.8	C24	19.73 %	8.07%	-	-	28.12%	(0%)	16.09% (1.82mm)	19.38 % (3.29m m)
145	-	R17.8x17.8	C24	19.09 %	7.81%	-	-	27.21%	(0%)	15.34% (1.74mm)	18.89 % (3.21m m)
156	-	R17.8x17.8	C24	12.44 %	5.09%	-	-	16.88%	(0%)	9.78% (1.11mm)	12.45 % (2.11m m)

Conclusion sur le dimensionnement du complexe de couverture seul :

A l'état actuel, les pannes intermédiaires ne sont pas correctement dimensionnées pour reprendre le poids du complexe de couverture fournit par l'entreprise ASTEN (25 daN/m²). Elles devront être renforcées.

Vérification réglementaire des pièces et analyse des résultats du complexe de couverture et des panneaux photovoltaïques

La note de calcul détaillée est jointe en annexe. Vous trouverez ci-dessous les tableaux synthétisant les résultats.

Vérifications réglementaires 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	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
3	-	R14.5x14.5	C24	1.99 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
12	-	R14.5x14.5	C24	0.71 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)

Pièces de bois standard / Groupe : Pannes intermédiaires											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
177	-	R8x15	C24	156.08 %	27.49%	-	-	(0%)	(0%)	199.87% (25.72mm)	271.01 % (52.3mm)
178	-	R8x15	C24	147.1 %	28.79%	-	-	(0%)	(0%)	180.32% (23.2mm)	257.98 % (49.79mm)
179	-	R8x15	C24	147.05 %	28.79%	-	-	(0%)	(0%)	176.17% (22.67mm)	216.28 % (41.74mm)

183	-	R8x15	C24	149.02%	29.25%	-	-	(0%)	(0%)	180.14% (23.18mm)	218.67% (42.2m)
184	-	R8x15	C24	149.03%	29.25%	-	-	(0%)	(0%)	180.32% (23.2mm)	257.98% (49.79m)
185	-	R8x15	C24	156.09%	27.73%	-	-	(0%)	(0%)	199.87% (25.72mm)	271.01% (52.3m)

Pièces de bois standard / Groupe : Pannes sablières											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
180	-	R10x2.6	C24	25.72%	10.36%	-	-	(0%)	(0%)	27.17% (3.5mm)	24.82% (4.79m)
181	-	R10x2.6	C24	25.69%	10.36%	-	-	(0%)	(0%)	27.28% (3.51mm)	25.02% (4.83m)
182	-	R10x2.6	C24	25.72%	10.36%	-	-	(0%)	(0%)	27.28% (3.51mm)	25.02% (4.83m)
186	-	R10x2.6	C24	19.2%	9.65%	-	-	(0%)	(0%)	26.15% (3.36mm)	23.82% (4.6m)
187	-	R10x2.6	C24	19.15%	9.65%	-	-	(0%)	(0%)	26.15% (3.36mm)	23.82% (4.6m)
188	-	R10x2.6	C24	19.88%	10.24%	-	-	(0%)	(0%)	25.56% (3.29mm)	24.22% (4.67m)

Pièces de bois standard / Groupe : Pannes faitières											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
168	-	R11x1.5.5	C24	32.62%	24.04%	-	-	34.19%	(0%)	58.66% (7.55mm)	40.45% (7.81m)
169	-	R11x1.5.5	C24	24.56%	19.11%	-	-	23.5%	(0%)	58.65% (7.55mm)	39.09% (7.54m)
170	-	R11x1.5.5	C24	30.36%	22.07%	-	-	31.68%	(0%)	58.02% (7.47mm)	38.69% (7.47m)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 1

Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
149	-	R14.5x17.8	C24	24.89 %	6.11%	-	-	34.84%	(0%)	19.81% (2.39mm)	29.94% (5.42mm)
151	-	R14.5x14.5	C24	1.02 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
152	-	R14x14	C24	11.77 %	3.77%	-	-	4.14%	(0%)	3.44% (0.16mm)	5.16% (0.35mm)
154	-	R14.5x14.5	C24	1.94 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
155	-	R14.5x17.8	C24	6.39 %	17.91%	-	-	18.2%	(0%)	5.36% (0.65mm)	7.54% (1.36mm)
198	-	R14.5x21	C24	52.67 %	30.15%	-	-	47.78%	(0%)	18.18% (4.62mm)	27.92% (10.64mm)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 2											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
137	-	R6.5x11.5	C24	25.84 %	0.41%	-	-	87.86%	(0%)	0% (0mm)	1.11% (0.11mm)
138	-	R14.5x17.8	C24	18.15 %	3.34%	-	-	54.95%	(0%)	10.8% (1.3mm)	15.73% (2.85mm)
139	-	R6.5x11.5	C24	10.4 %	0.41%	-	-	35.94%	(0%)	0% (0mm)	1.13% (0.11mm)
140	-	R14.5x14.5	C24	3.77 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
141	-	R14x14	C24	16.49 %	0.89%	-	-	2.39%	(0%)	0.73% (0.03mm)	1.27% (0.09mm)
143	-	R14.5x14.5	C24	1.48 %	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
144	-	R14.5x17.8	C24	13.57 %	14.24%	-	-	39.97%	(0%)	6.98% (0.84mm)	9.87% (1.79mm)
201	-	R14.5x21	C24	98.96 %	57.86%	-	-	80.7%	(0%)	20.01% (5.08mm)	30.65% (11.68mm)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 3											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
126	-	R6.5x11.5	C24	26.54 %	0.41%	-	-	90.22%	(0%)	0% (0mm)	1.11% (0.11m)
127	-	R14.5x17.8	C24	18.69 %	3.43%	-	-	56.61%	(0%)	11.31% (1.36mm)	16.05% (2.9mm)
128	-	R6.5x11.5	C24	10.64 %	0.41%	-	-	36.77%	(0%)	0% (0mm)	1.13% (0.11m)
129	-	R14.5x14.5	C24	3.88%	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
130	-	R14x14	C24	18.35 %	1.19%	-	-	2.38%	(0%)	1.17% (0.05mm)	1.57% (0.11m)
132	-	R14.5x14.5	C24	1.52%	0%	-	-	(0%)	(0%)	0% (0mm)	0% (0mm)
133	-	R14.5x17.8	C24	13.98 %	14.67%	-	-	41.2%	(0%)	7.31% (0.88mm)	10.08% (1.82m)
206	-	R14.5x21	C24	102.93%	59.56%	-	-	84.16%	(0%)	21% (5.34mm)	31.28% (11.92mm)

Pièces de bois standard / Groupe : Ferme 4											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
1	-	R6.5x11.5	C24	13.63 %	0.41%	-	-	46.52%	(0%)	0% (0mm)	1.11% (0.11m)
2	-	R6.5x11.5	C24	5.78 %	0.41%	-	-	20.14%	(0%)	0% (0mm)	1.13% (0.11m)
4	-	R14x14	C24	14.72 %	4.27%	-	-	4.37%	(0%)	4.15% (0.19mm)	5.68% (0.38m)
37	-	R14.5x17.8	C24	9.05 %	1.79%	-	-	27.67%	(0%)	5.3% (0.64mm)	8.07% (1.46m)
38	-	R14.5x17.8	C24	6.72 %	6.58%	-	-	19.86%	(0%)	3.41% (0.41mm)	5.07% (0.92m)
211	-	R14.5x21	C24	59.09 %	29.42%	-	-	49.75%	(0%)	19.42% (4.93mm)	26.53% (10.11m)

Pièces de bois standard / Groupe : Liens de faîtage											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Secti on	Matéri au	Axial - Flexi on	Cisaillem ent	Traction perpendicul aire au fil	Traction perpendicul aire au fil et cisaillement	Flambem ent	Déversem ent	Flèches instantan ées	Flèche s finales
171	-	R6x9.5	C24	4.24 %	0.18%	-	-	7.69%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
172	-	R6x9.5	C24	13.12 %	0.18%	-	-	23.57%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
173	-	R6x9.5	C24	11.94 %	0.18%	-	-	21.47%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
174	-	R6x9.5	C24	11.16 %	0.18%	-	-	20.07%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
175	-	R6x9.5	C24	11.86 %	0.18%	-	-	21.32%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)
176	-	R6x9.5	C24	3.74 %	0.18%	-	-	6.8%	(0%)	0% (0mm)	0.3% (0.02m m)

Pièces de bois standard / Groupe : Contrefiches											
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)						Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Secti on	Matéri au	Axial - Flexi on	Cisaillem ent	Traction perpendicul aire au fil	Traction perpendicul aire au fil et cisaillement	Flambem ent	Déversem ent	Flèches instantan ées	Flèche s finales
11	-	R9.5x9.5	C24	2.82 %	0.2%	-	-	3.64%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)
131	-	R9.5x9.5	C24	5.71 %	0.2%	-	-	7.17%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)
142	-	R9.5x9.5	C24	5.55 %	0.2%	-	-	6.97%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)
153	-	R9.5x9.5	C24	3.57 %	0.2%	-	-	4.56%	(0%)	0% (0mm)	0.38% (0.02m m)
162	-	R9.5x9.5	C24	1.81 %	0.42%	-	-	1.88%	(0%)	0% (0mm)	0.77% (0.05m m)
163	-	R9.5x9.5	C24	1.49 %	0.4%	-	-	1.57%	(0%)	0% (0mm)	0.39% (0.03m m)
164	-	R9.5x9.5	C24	1.53 %	0.39%	-	-	1.59%	(0%)	0% (0mm)	0.65% (0.04m m)
165	-	R9.5x9.5	C24	1.74 %	0.43%	-	-	1.82%	(0%)	0% (0mm)	0.51% (0.04m m)

166	-	R9.5x9.5	C24	1.74 %	0.43%	-	-	1.82%	(0%)	0% (0mm)	0.45% (0.03m)
167	-	R9.5x9.5	C24	1.81 %	0.42%	-	-	1.88%	(0%)	0% (0mm)	0.88% (0.06m)

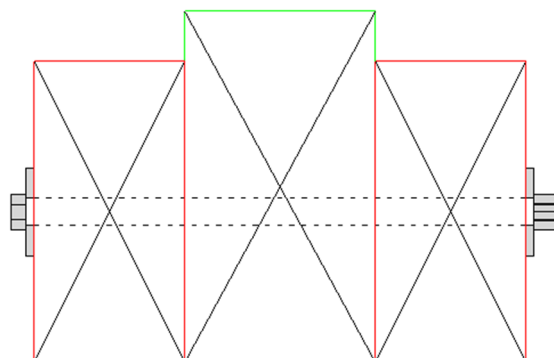
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)							
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial - Flexion	Cisaillement	Traction perpendiculaire au fil	Traction perpendiculaire au fil et cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées	Flèches finales
123	-	R17.8x17.8	C24	11.2 %	4.55%	-	-	16.08%	(0%)	7.61% (0.86mm)	11.91 % (2.02m)
134	-	R17.8x17.8	C24	22.69 %	9.26%	-	-	32.33%	(0%)	16.32% (1.85mm)	23.66 % (4.02m)
145	-	R17.8x17.8	C24	22.05 %	9%	-	-	31.42%	(0%)	15.56% (1.76mm)	23.17 % (3.93m)
156	-	R17.8x17.8	C24	14.14 %	5.78%	-	-	19.19%	(0%)	9.91% (1.12mm)	14.95 % (2.54m)

Conclusion sur le dimensionnement des panneaux photovoltaïques seuls :

A l'état actuel, les pannes intermédiaires ne sont pas correctement dimensionnées pour reprendre le poids du complexe de couverture fournit par l'entreprise ASTEN (25 daN/m²) et des panneaux photovoltaïques (20 daN/m²). Elles devront être renforcées.

Type de modèle de renforcement

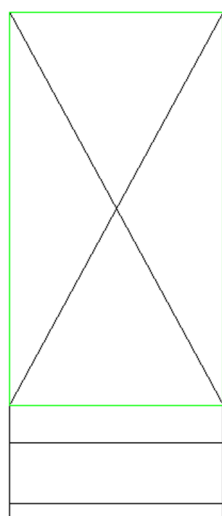
Renfort n°1



Légende

- Pannes existantes
- Pièces ajoutées

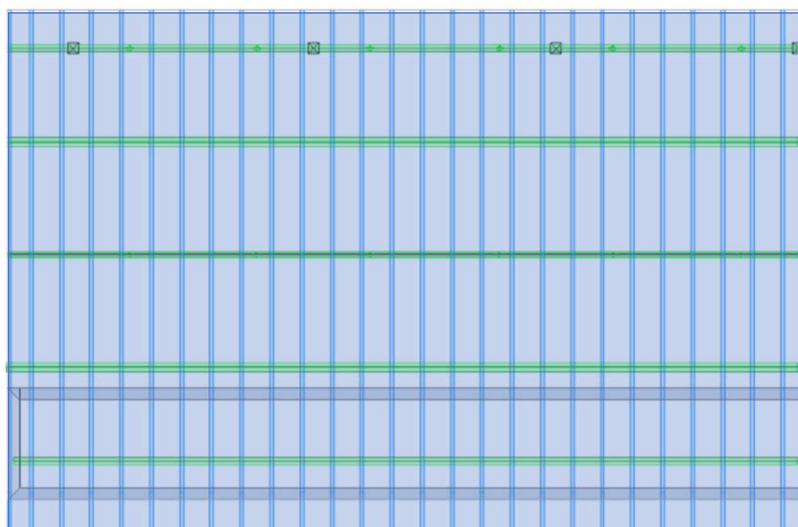
Renfort n°2



Légende

- Pannes existantes
- Kerto S

Plan de localisation



 Localisation des désordres structurels et sanitaires

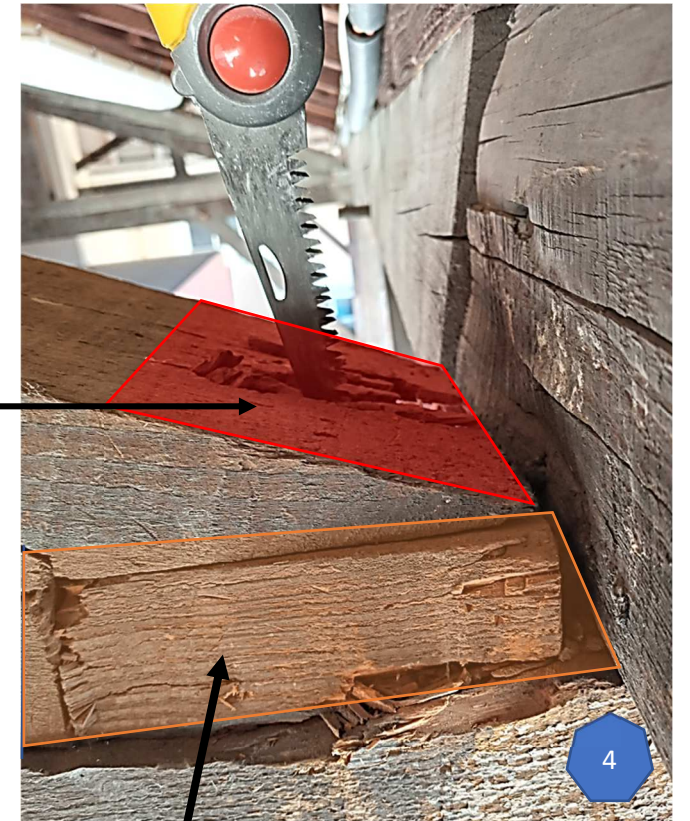
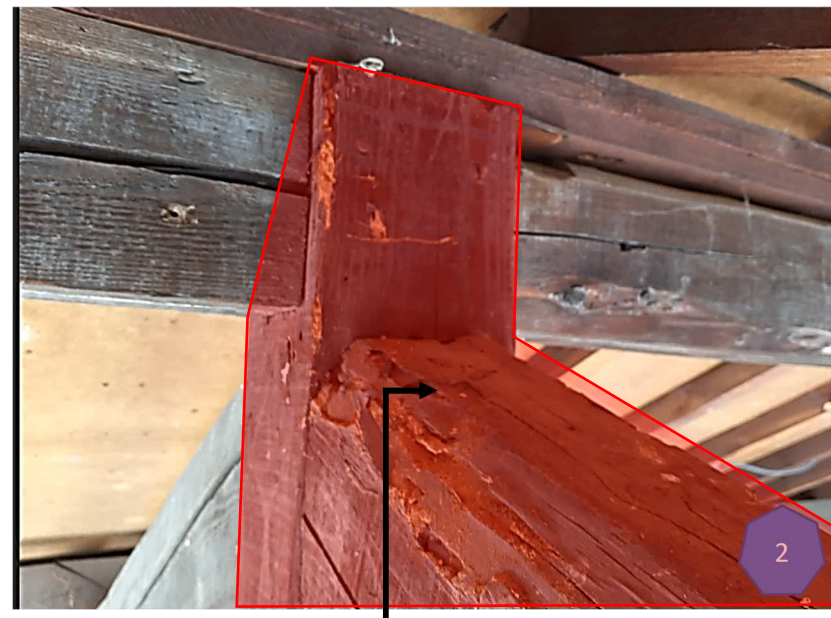
Commentaires concernant l'ensemble des pièces correctement dimensionnées pour reprendre les charges projetées :

Lors de notre intervention, nous avons constaté des désordres structurels et sanitaires sur l'ensemble de la charpente en bois.

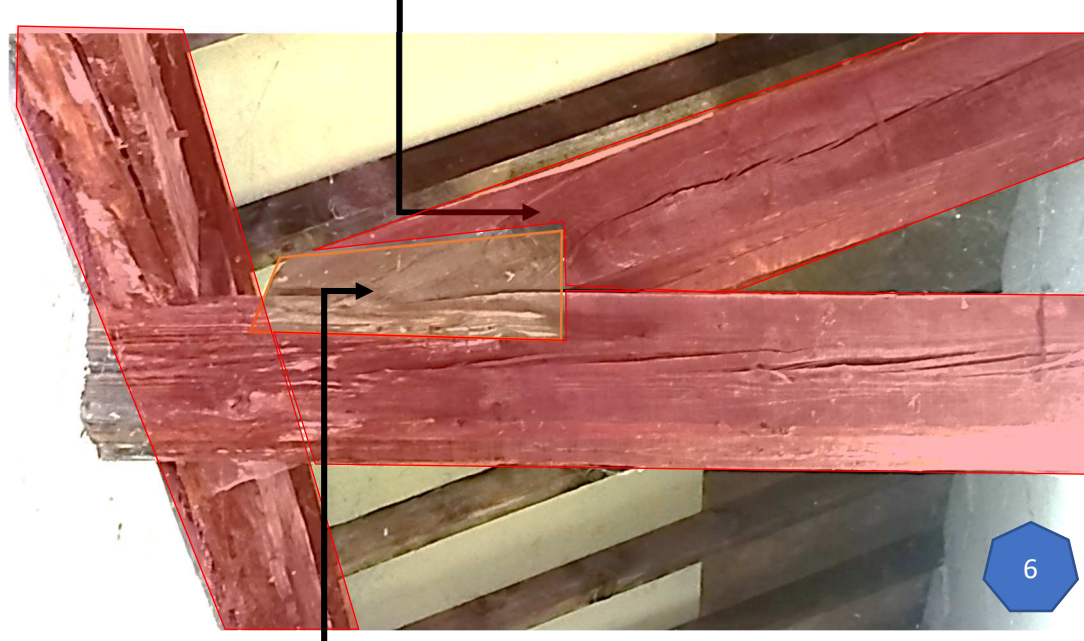
- La dégradation générale du bois par attaque d'insectes dans l'ensemble de la charpente en bois (voir photo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).
- Des travaux de reprise des assemblages de la charpente en bois (arbalétrier/entrait et jambe de force/poteau voir photos 3, 4, 6).
- A l'état actuel, les pannes intermédiaires, qui ne sont pas correctement dimensionnées pour reprendre le poids du complexe de toiture (25 daN/m^2) et des panneaux photovoltaïques (20 daN/m^2), devront être renforcées.

Recensement des désordres de la charpente bois du préau

Un aperçu des désordres structurels



Dégradation du bois par les attaques d'insectes



Assemblage à reprendre



Assemblage à reprendre

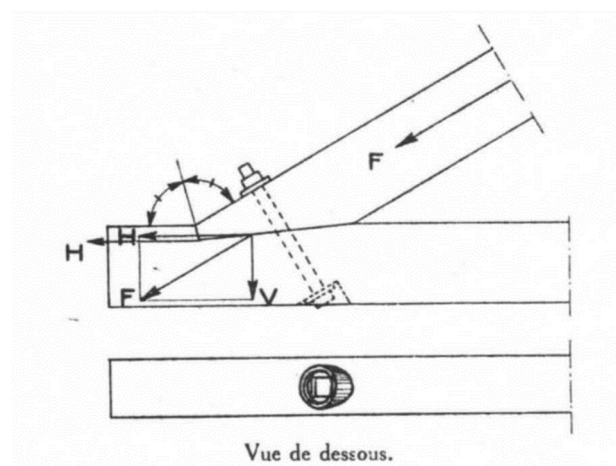
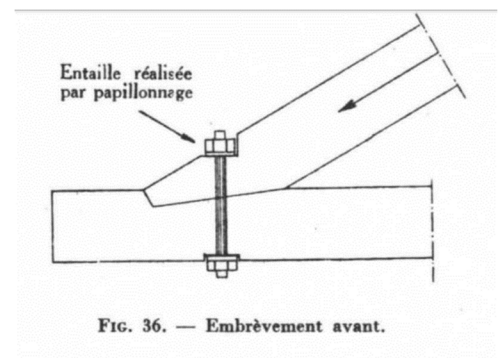
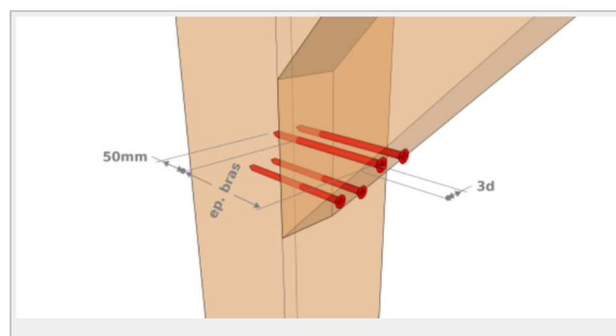
Nous préconisons sur les désordres structurels de :

- De renforcer les pannes intermédiaires en ajoutant de la matière pour augmenter leur inertie (voir renfort n°1 et 2 ci-dessus) ou bien de les remplacer par des pannes de section correctement dimensionnées
- De faire un traitement curatif du bois

Nous préconisons sur les désordres sanitaires de :

- De renforcer les assemblages par l'ajout de tiges filetées et boulonnage.

Exemples de reprise d'assemblage boulonné et tige filetée :



Conclusion :

Le sous-dimensionnement des pannes intermédiaires à renforcer.

De reprendre les désordres structurels

De faire un traitement curatif du bois.

Les étapes sont les suivantes :

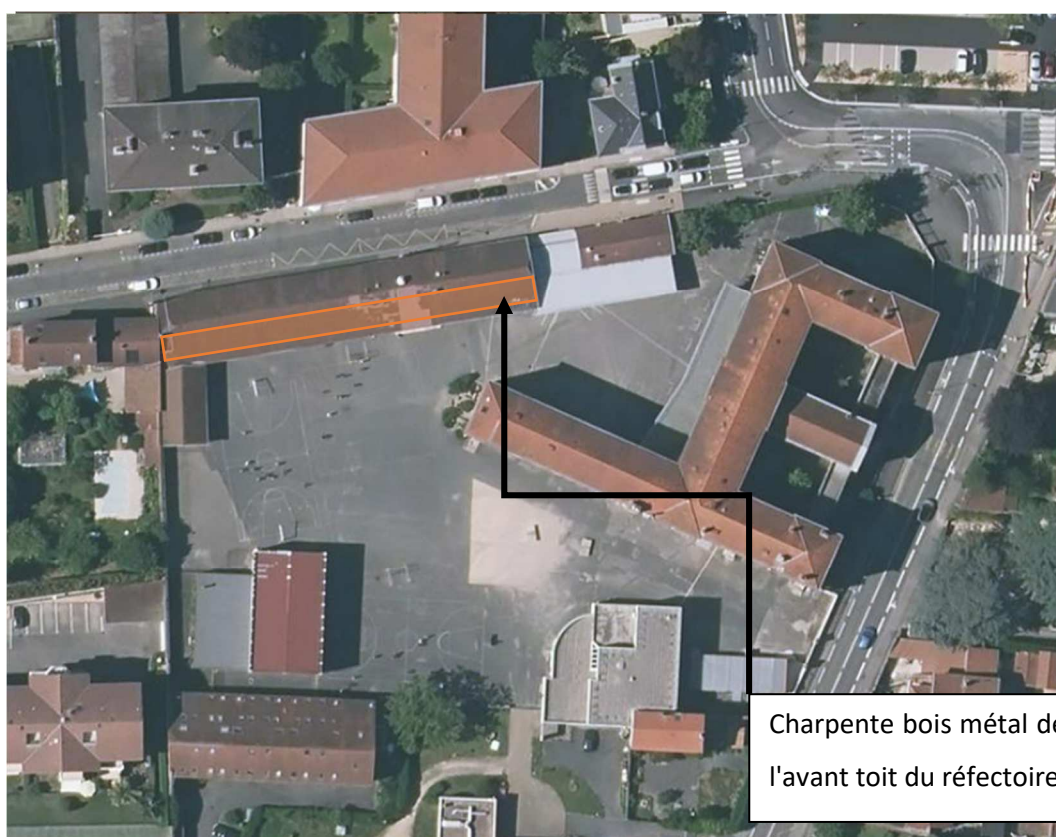
- Bûchage et dépoussiérage des bois à traiter
- Mise en œuvre des injecteurs pour bois en polypropylène suffisamment espacées sur le bois à traiter
- Injection d'un produit dans les injecteurs jusqu'à suintement du bois
- Pulvérisation d'un produit FCBA

De reprendre les désordres sanitaires

L'ajout des 25 daN/m² (ajout complexe de toiture) et de 20 daN/m² (ajout des panneaux photovoltaïques) est possible, à condition de respecter les travaux décrit ci-dessus.

7 Vérification structurelle de la charpente bois métal de l'avant toit du réfectoire

Localisation



Hypothèses de calculs

Ci-dessous le tableau des hypothèses de charges retenues pour le projet.

Charges permanentes			
Id	Type	Nom	Valeur
1	Complexe toiture	*Complexe couverture	25 daN/m ²
		Divers	5 daN/m ²
		TOTAL	30 daN/m²
Id	Type	Nom	Valeur
Panneaux photovoltaïques du projet			
Id	Type	Nom	Valeur
1		Panneaux photovoltaïques et divers	20 daN/m ²
Charges d'exploitation			
Id	Type	Détails	Valeur
1	Toiture inaccessible cat H	Entretien	150 daN
Charges climatiques			
Id	Type	Détails	Valeur
1	Charges de neige	Zone C2, Altitude : 198 m	S _k = 36 daN S _{AD} = 80 daN
2	Charges de vent	Région 1, Terrain IIIb Hauteur du bâtiment : 6.30 m	Q _{pze} = 47 daN

*** Complexe de couverture fournit Par l'entreprise ASTEN. Les chevrons seront retirés pour la mise en place du nouveau complexe de couverture**

Caractéristiques des matériaux

Bois massif : C24

Profilé métal : S235

Déformations admissibles de la structure bois

La flèche admissible verticale instantanée : 300^{ème}

La flèche admissible verticale finale : 125^{ème}

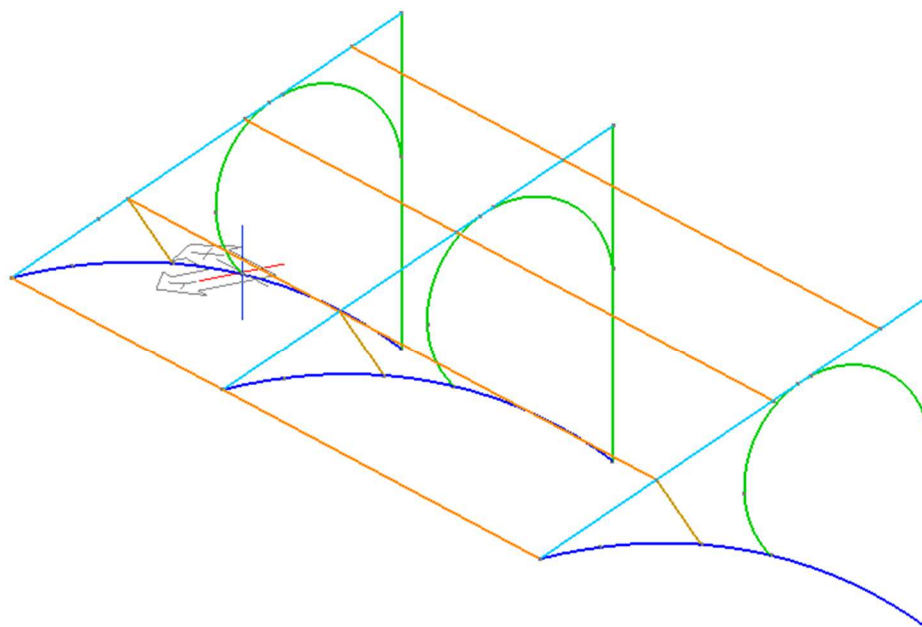
Déformations admissibles de la structure métallique

La flèche admissible : $L/200^{\text{ème}}$

Nota :

Dans le cadre de cette étude de faisabilité, nous commencerons par vérifier le dimensionnement de la charpente avec les charges projetées pour le complexe de couverture fournit par ASTEN soit 25daN/m². Si cette charpente n'est pas apte à reprendre en l'état cet ajout de poids, nous en proposerons un renforcement le permettant

Modélisation

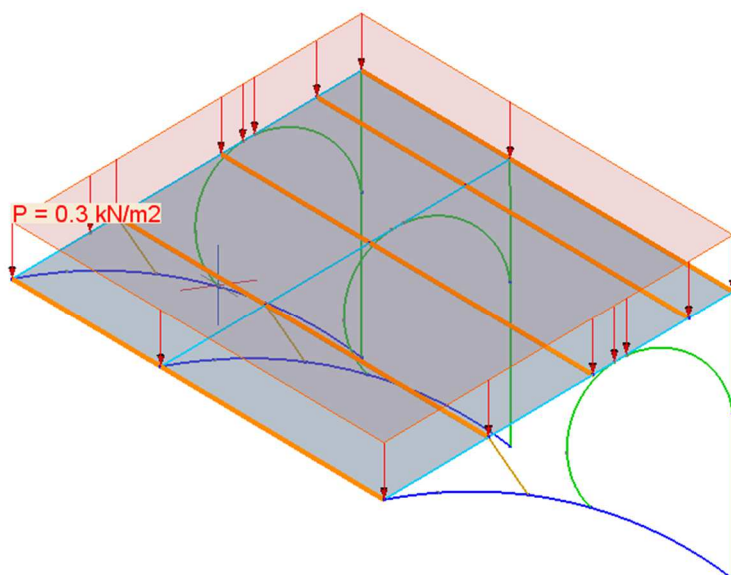


Consoles

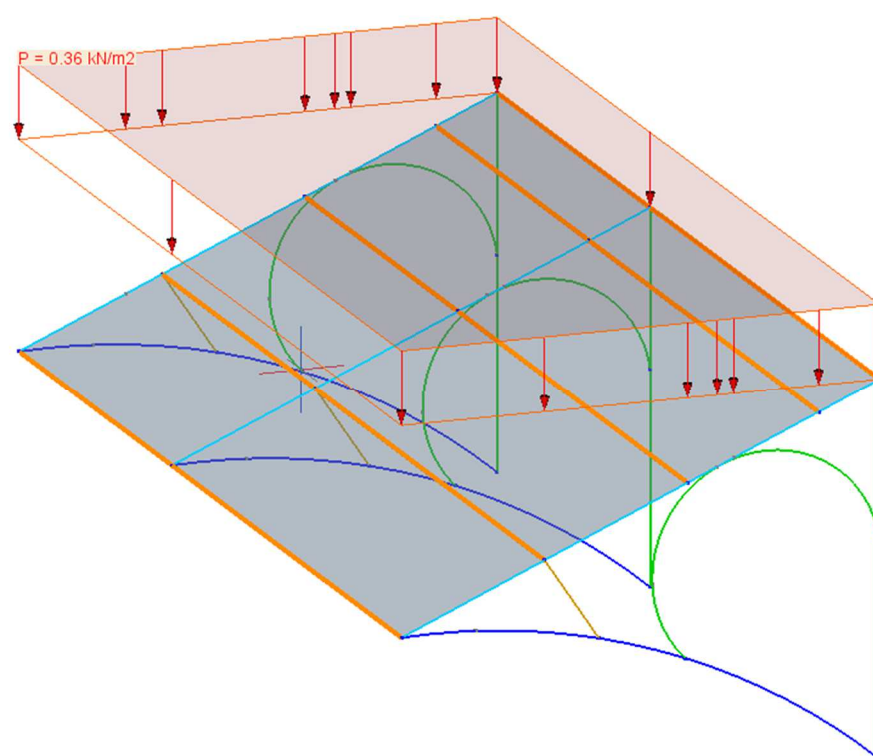
- Console LE 40X40X4 mm
- Console Fer plat 30X6 mm
- Fer plat contrefiche 30X6 mm
- Pannes LE 40X40X4 mm

Cas de chargement

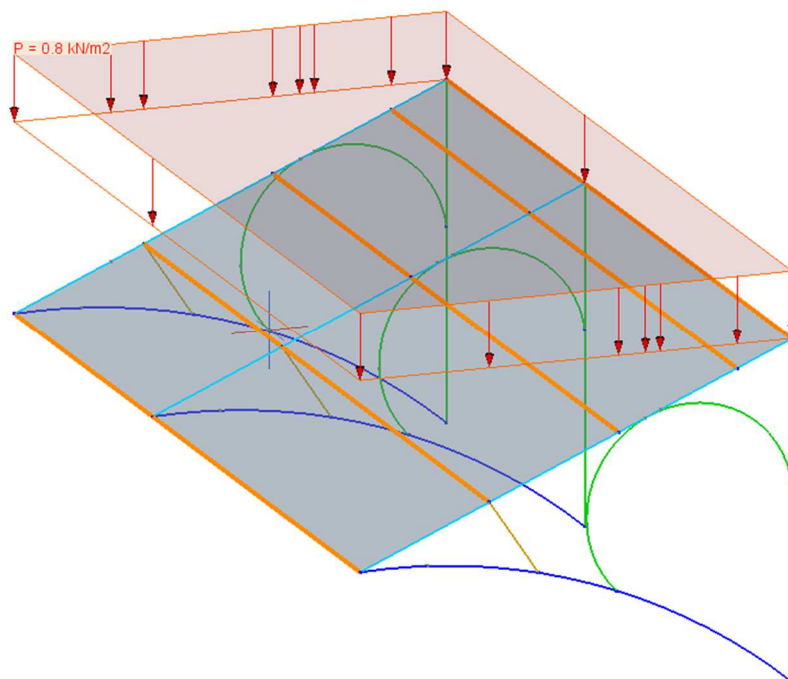
Charges permanentes - G



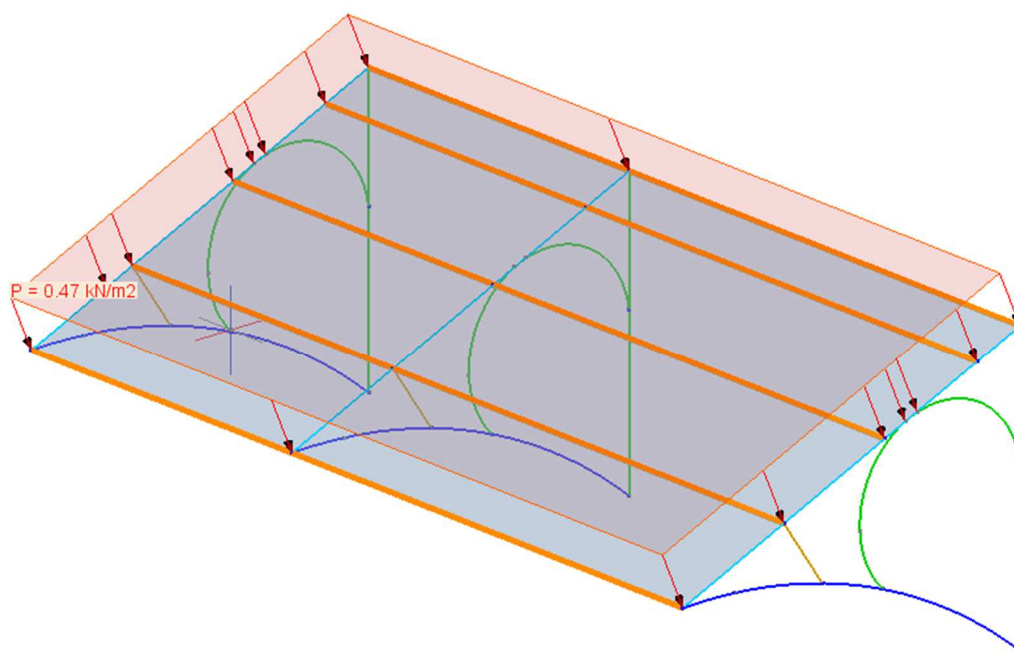
Charges de neige - S :



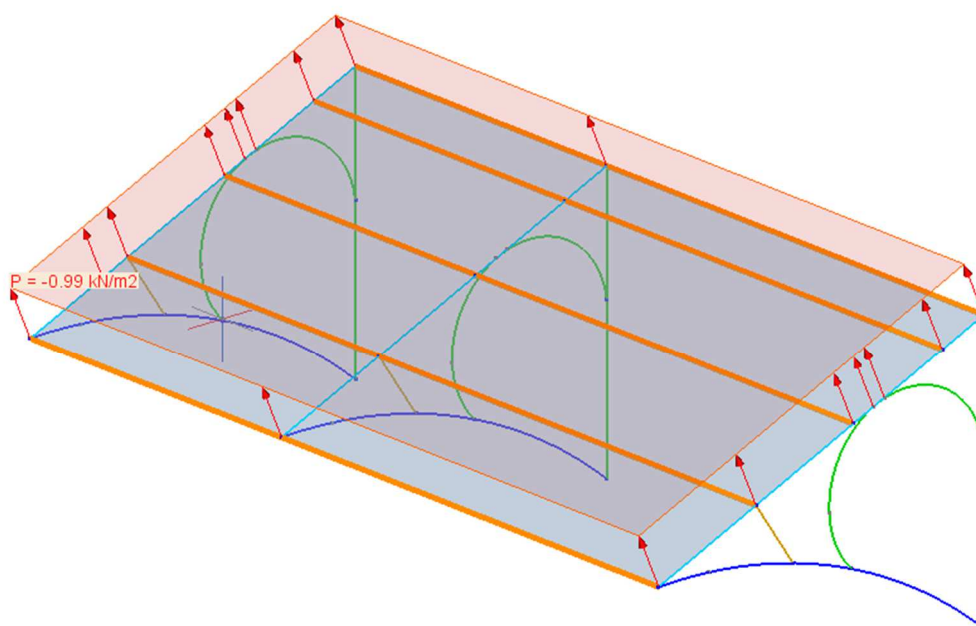
Charges de neige accidentelle :



Charges de vent en pression - W1 (vent pression) :



Charges de vent en pression - W2 (vent soulèvement)



Vérifications réglementaires des pièces et analyse des résultats

La note de calcul détaillée est jointe en annexe. Vous trouverez ci-dessous les tableaux synthétisant les résultats.

Vérifications réglementaires EC3

Pièces acier / Groupe : Pannes intermédiaires									
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)				Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Effort normal	Cisaillement	Flexion	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées
329	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	6.07 %	266.37 %	163.21 %	203.44% (24.41mm)	206.18% (24.74mm)
330	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	9.11 %	1348.49 %	367.22 %	686.16% (123.51mm)	695.37% (125.17mm)
331	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	9.04 %	590.61 %	223.69 %	302.94% (36.35mm)	307% (36.84mm)
332	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	13.56 %	2989.97 %	503.31 %	1021.73% (183.91mm)	1035.44% (186.38mm)
333	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	4.52 %	147.65 %	121.51 %	151.47% (18.18mm)	153.5% (18.42mm)

334	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	6.78 %	747.49 %	273.4 %	510.86% (91.96mm)	517.72% (93.19mm)
335	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	8.66 %	542.02 %	232.81 %	290.21% (34.82mm)	294.1% (35.29mm)
336	-	L 40 X 40 X 4	S 235	0 %	12.99 %	2743.97 %	523.83 %	978.79% (176.18mm)	991.94% (178.55mm)

Conclusion sur le dimensionnement des panneaux photovoltaïques seuls :

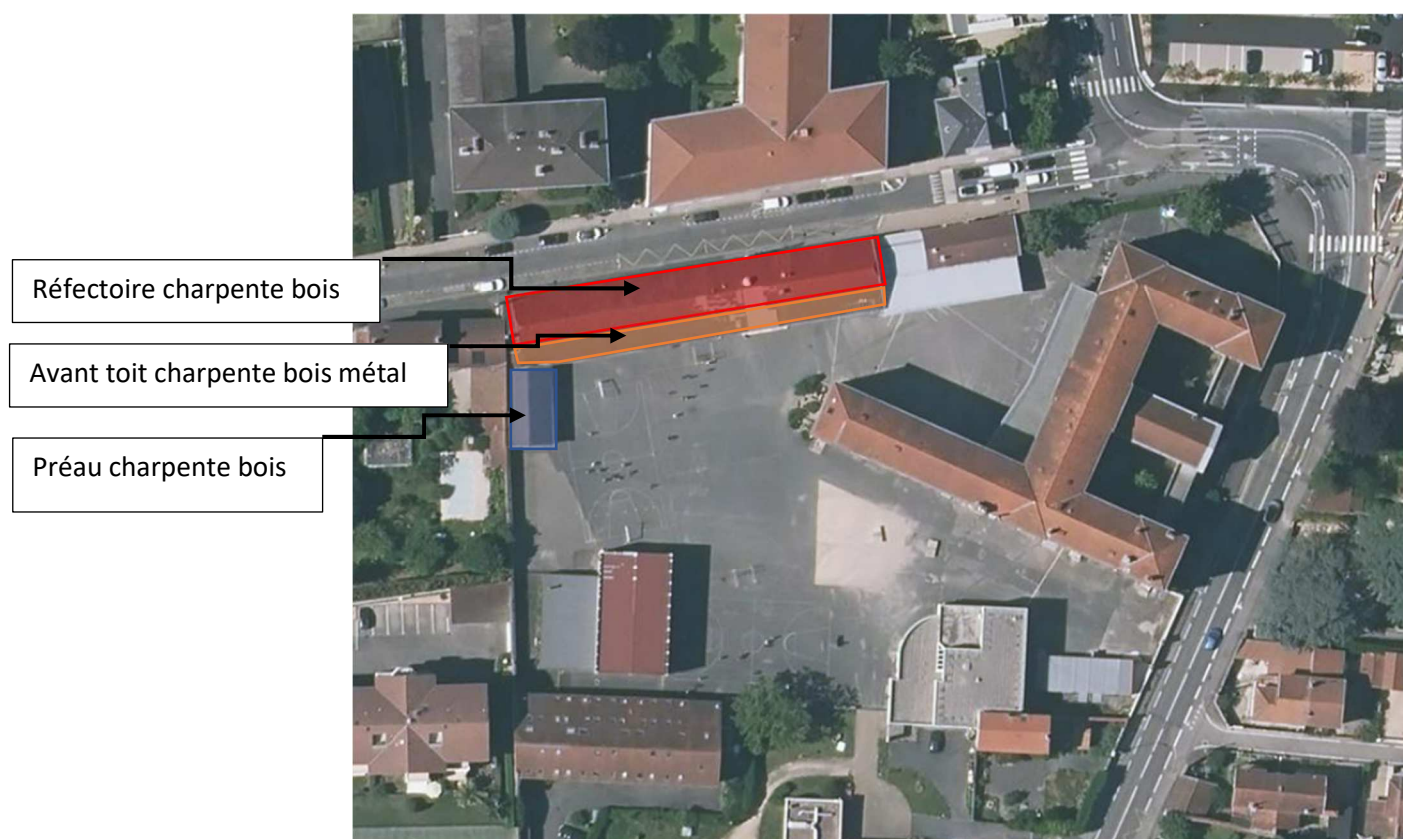
A l'état actuel, les pannes de l'avant toit du réfectoire ne sont pas correctement dimensionnées pour reprendre le poids du complexe de toiture fournit par l'entreprise ASTEN (ajout de 25 daN/m²). Elles présentent dans leurs totalité un risque très important d'instabilité. Elles devront être renforcées

Nous n'avons pas pris en compte les chevrons du fait qu'ils seront retirés pour la mise en place du complexe de toiture. Cependant, les chevrons posés en porte en faux sur le bâtiment du réfectoire, permettaient de soulager les pannes et les consoles métalliques. D'où le fait de ces taux de travail très importants.

Cette structure est vraiment sous-dimensionnée dans l'optique de reprendre le complexe de couverture fournit par l'entreprise ASTEN (25daN/m²)

8 Conclusion

Lors de notre visite au collège Jean Moulin situé au **229 rue du Collège 69400 Villefranche sur Saône**, nous avons recensé des désordres d'ordres structurels au niveau de la charpente en bois du préau et de la charpente bois métal du réfectoire.



Le réfectoire :

Charpente bois

Nous préconisons de :

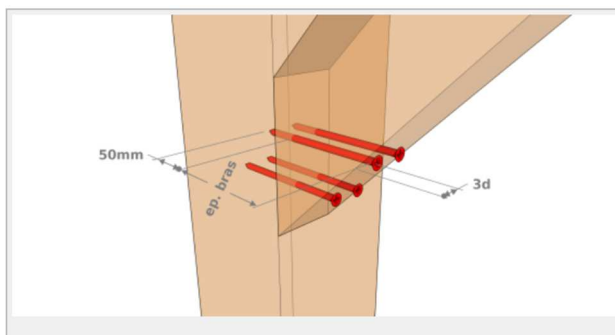
- De remplacer l'ensemble de la charpente bois (fermes ainsi que les pannes) au vu des travaux à reprendre (voir conclusion du chapitre en question), tout en gardant les entrails porteurs et le plancher en bois

Le préau :

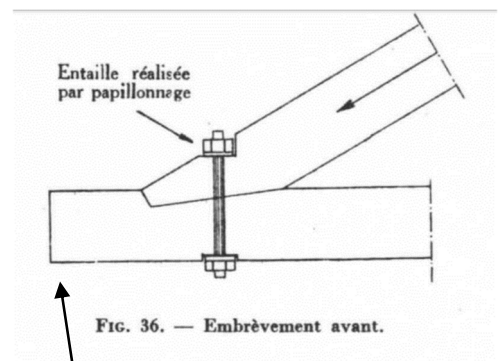
Les assemblages

Nous préconisons de :

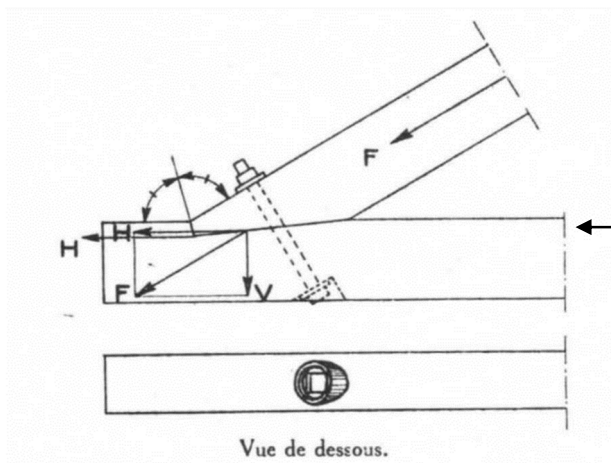
- De renforcer l'ensemble des assemblages (arbalétrier/entait et les assemblages des extrémités des liens) par des tiges filetées, boulonnage régié par la norme NF EN14592 de mars 2009



Renfort par tiges filetées



Renfort par boulonnage



Charpente bois

Nous préconisons de :

De renforcer les pannes intermédiaires en ajoutant de la matière pour augmenter l'inertie (voir renfort n°1 et 2) ou bien de les remplacer par des pannes de section correctement dimensionnées

Consoles avant toit :

L'ajout des 25 daN/m² (complexe de toiture fournit par l'entreprise ASTEN) les pannes du réfectoire est possible, sous réserve d'effectuer le remplacement de la structure concernant les pannes (pas possible en l'état).

SKY-INGENIERIE se tient à votre disposition pour toutes questions relatives à ce document.

Technicien bureau d'études

Laurent **BELLOTTO**

04 11 94 00 03