

Date : le 21/07/2022

HANGAR DE STOCKAGE de plaquette de HADOL

Rapport de diagnostic – Structure bois

A2207// 22-562 - DIA 012



Diagnostique sanitaire et structurel pour l'équipement
de toitures photovoltaïques sur plusieurs
Bâtiments de Collectivité



Sommaire

SOMMAIRE	2
I CONTEXTE DU PROJET	3
II HYPOTHESES DE CALCULS	4
II.1 HYPOTHESES GENERALES.....	4
II.2 HYPOTHESES DE CHARGES	7
II.3 SECURITE INCENDIE	9
III PLANS DE REPERAGE	10
III.1 ZONE EQUIPABLE EN PHOTOVOLTAÏQUE	10
III.2 STRUCTURE ACTUELLE	10
IV ANALYSE SANITAIRE ET DESORDRES.....	12
IV.1 ETAT BIOLOGIQUE.....	12
IV.2 DESORDRES CONSTATES.....	13
V ANALYSE STRUCTURELLE	14
V.1 ETUDE : PANNES 135x574.....	14
V.2 ETUDE : PANNES 165x395.....	17
V.3 ETUDE : PANNES DE RIVE 135x391.....	20
VI CONCLUSIONS	22

I Contexte du projet

Cette prestation est réalisée dans le cadre des diagnostics conduits pour la SEM Terr'EnR afin de valider les capacités sanitaire et structurelle des charpentes concernées à recevoir un équipement photovoltaïque.

I.1.1 Présentation de l'ouvrage

Ce rapport porte sur le hangar de stockage de plaquettes de HADOL.

Le support de couverture est une charpente bois composée de pannes, posées sur des élévations bois servant de support de bardage. L'ensemble est contreventé par des poutres au vent en toiture et des écharpes en élévations.

La couverture est en bac acier simple peau.

Il n'est pas prévu de travaux autres que la pose des panneaux photovoltaïques sur l'ouvrage.



I.1.2 Document sources

Le DOE est fourni, date du 20/06/2014. Les sections et assemblages relevés lors de la visite sur site correspondent au dossier fourni.

II HYPOTHESES DE CALCULS

II.1 HYPOTHESES GENERALES

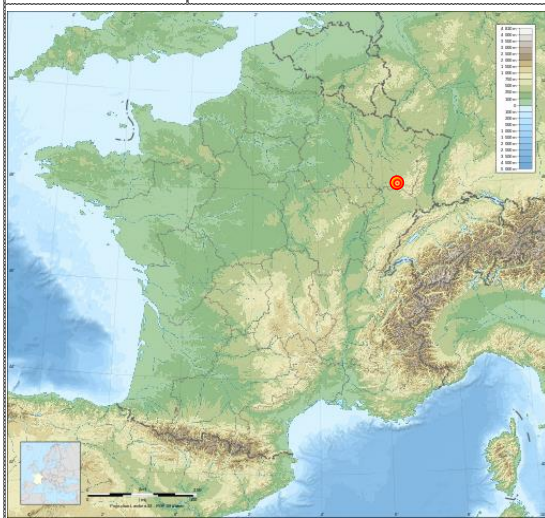
II.1.1 Localisation



Zonage Neige / Vent / Séisme OUBATI (V3.2)

Désignation de la commune

Commune	Hadol (88220)
Département	Vosges (88)
Canton	Xertigny
Altitude	456m



Caractéristiques locales

Zonage neige (selon EC1-3)

Zone **B1**

→ Charge caractéristique $S_k = 0,81$ kN/m²

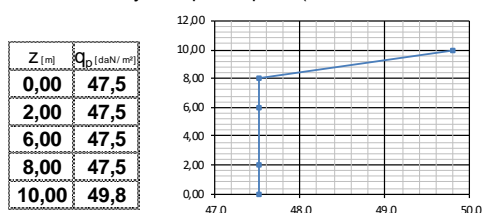
→ Charge exceptionnelle $S_{ad} = 1,00$ kN/m²

Zonage vent (selon EC1-4)

Zone **2**

→ Vitesse de référence $V_{b0} = 24$ m/s

→ Pression dynamique de pointe (Terrain IIIb / $A_m = 456m$)



→ Coefficient d'orientation $c_{dir} = 0.70$ sur $[10^\circ; 150^\circ]$

Zonage séisme (selon EC8)

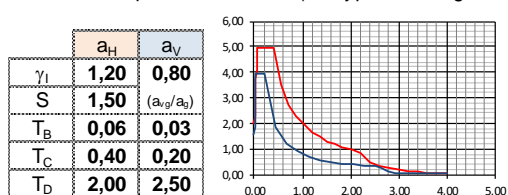
Zone **3**

→ Accélération nominale

$a_{gr} = 1,10$ m/s²

→ Tracé du spectre à 5%

(Sol type C / Catégorie III)



II.1.2 Matériaux

Bois

Selon observations visuelles, les bois sont :

- Des lamellé collé GL24h
- Des bois massifs C24

Pour mémoire : les bois massifs neufs mis en œuvre doivent présenter une humidité inférieure ou égale à 20% et au plus proche de l'humidité d'équilibre en œuvre.

II.1.3 Acier

Ce projet comporte des ferrures mécano-soudées. La classe de résistance de l'acier influe peu sur la capacité structurelle de la pièce.

II.1.4 Classe de service

Les classes de service retenues pour les éléments étudiés sont les suivantes :

- Eléments dans le volume chauffé (pas d'éléments dans la présente étude) : Classe de service 1
- Eléments extérieurs abrités non chauffés (élévations, charpente et poteaux) : Classe de service 2
- Eléments extérieurs soumis aux intempéries (Panne haute de rive et poteaux rives) : Classe de service 3

Nota : Les éléments bois devront recevoir les traitements appropriés à la classe d'emploi à laquelle ils sont soumis. A minima un traitement classe 2 pour les éléments de structure et classe 3 ou 4 pour les éléments extérieurs non abrités.

II.1.5 Vérifications ELU

Cette vérification représente la RESISTANCE des structures.

Les vérifications des éléments à l'ELU sont menées suivant les prescriptions de l'EC5, pour les différentes combinaisons de contraintes.

La stabilité des éléments au flambement et au déversement est également vérifiée suivant les exigences de ce même règlement.

II.1.6 Critères de vérifications ELS

Cette vérification représente la DEFORMATION des structures.

Les critères limites de flèches retenus pour les différents éléments étudiés sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Elément	Valeur limite (l étant la portée du système ou de la poutre)		
	$w_{inst(Q)}$	$w_{net,fin}$	w_{fin}
Solives	$l/300$	$l/200$	$l/125$
Sommiers et Linteaux	$l/400$	$l/300$	$l/200$
Pannes et Arbalétriers	$l/300$	$l/200$	$l/125$
Chevrons	-	$l/150$	$l/125$
Fermes et Treillis	$l/500$	$l/300$	$l/200$
Poteau de Façade	$Ht/400$	-	-
Zone en porte à faux	$l/200$	$l/150$	$l/100$
Selon DTA, élément support de panneau	$l/300$	$l/200$	$l/125$

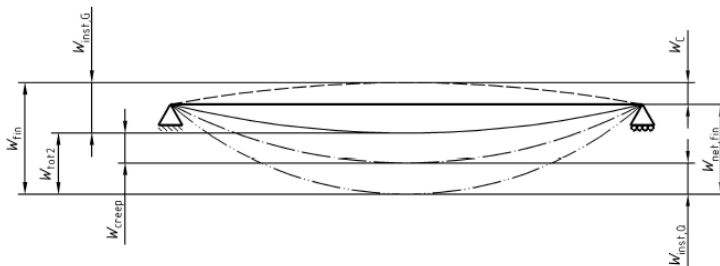
$w_{inst(Q)}$: Flèche instantanée due aux actions variables

w_c : Contreflèche (si existante)

w_{creep} : Flèche due au fluage (déformation temporelle)

w_{fin} : Flèche finale (y compris contreflèche)

$w_{net, fin}$: Flèche nette finale (contreflèche déduite)



On retiendra de plus un critère de second œuvre pour les solives et poutres de plancher :

- $w_{inst(Q)}$ limité à 10mm
- analyse de $w_2 = (w_{creep} + w_{inst(Q)})$ limité à 20mm

Pour les linteaux, on limitera les flèches à 10mm.

Les déformations théoriques sont indiquées dans cette note de calcul et pourront ainsi servir de contrôle à l'entreprise en charge de la mise en œuvre des panneaux photovoltaïques vis-à-vis de la compatibilité des équipements mis en œuvre.

II.2 HYPOTHESES DE CHARGES

II.2.1 Composition de la toiture – état actuel

Matériau	Poids (daN/m ²)
Couverture bac acier simple peau	5
Divers	2
TOTAL :	7

II.2.2 Composition de la toiture – état futur

Matériau	Poids (daN/m ²)
Panneau photovoltaïque HELIOS B ² selon chap. 8.51	21
Couverture bac acier simple peau	5
Divers	2
TOTAL :	28

L'application des charges dues aux panneaux solaires (selon le DTA du système HELIOS B² chap. 8.51) :

1/ on prend en compte « le poids propre de la structure en aluminium et des modules photovoltaïques » pour environ 21kg/m²

2/ les charges ne sont pas réparties uniformément, il faut considérer les points fixes d'appuis, avec des efforts verticaux et selon le rampant

NOTA : La capacité des bacs acier de couverture à reprendre les charges des panneaux photovoltaïque sera à vérifier par le poseur. Par défaut, la fixation des panneaux photovoltaïques devra être faite à l'aplomb des pannes bois

II.2.3 Charges d'exploitation

Toiture

Charges d'entretien en toiture positionnées au plus défavorable : Q = 150 daN

II.2.4 Sismique

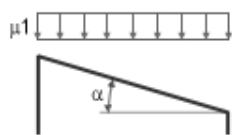
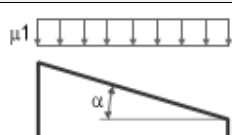
La capacité sismique devant être traitée à l'échelle d'un ouvrage dans son fonctionnement global (des fondations aux couvertures), ce point ne peut être traité par la seule analyse de la charpente.

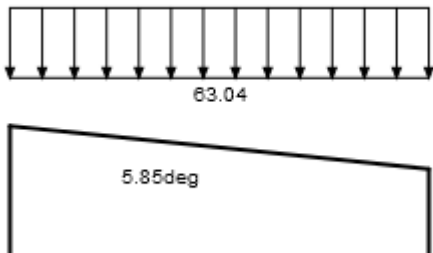
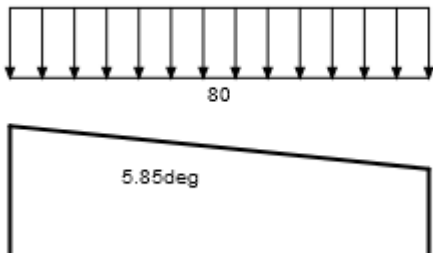
La présence de dispositifs de stabilité (type contreventement) sera analysée, un calcul formel n'est pas réaliste à l'échelle de cette mission.

II.2.5 Equipement existant en toiture

Aucun

II.2.6 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 : B1 ; Altitude : 438m		
sk	78.8daN/m2	sk = sk0 + (A – 200) = 55 + (438 – 200) × 1/10 = 78.8daN/m2
sAd	100daN/m2	sAd = Cesl sk0 = 1.82 × 55 = 100daN/m2
Coefficients		
Ce	1	Coefficient d'exposition (Site normal)
Ct	1	Coefficient thermique
Sans dispositifs de retenue de neige		
Cas de neige : S1		
	S = mu1 Ct Ce sk = 0.8 × 1 × 1 × 78.8 = 63.04daN/m2 mu1 = 0.8	
Cas de neige : Sa1		
	Sa = mu1 Ct Ce sAd = 0.8 × 1 × 1 × 100 = 80daN/m2	

Représentation des cas de charge de neige	
Neige "normale" : Situation de projet durable / transitoire (daN/m ²)	Neige accidentelle : Situation de projet accidentelle (daN/m ²)
	

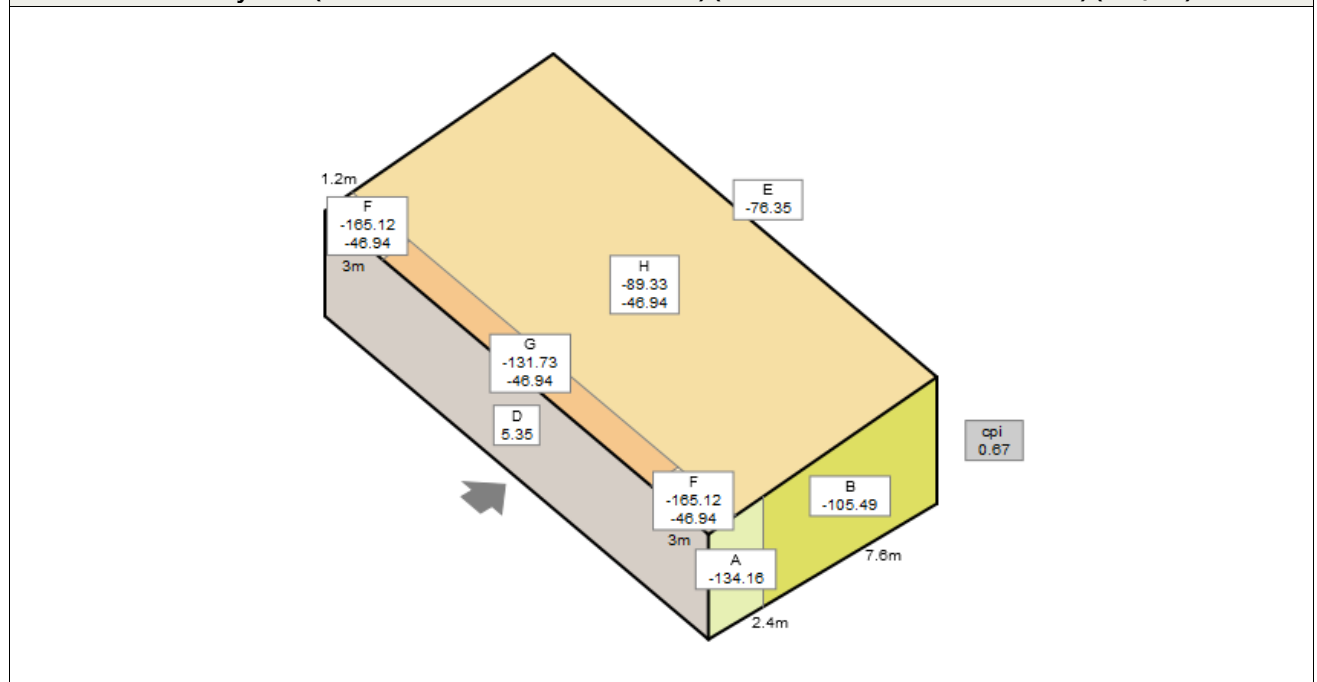
II.2.7 Vent

Propriétés générales vent

Caractéristiques générales des charges de vent		
Région	2	
Rugosité du terrain	(II) Rase campagne	
Orographie du terrain	Terrain plat ou de faible pente (Inférieur à 5%)	
z	6 m	Hauteur de calcul de la pression dynamique du vent
v_b	24m/s	Vitesse de référence du vent
$q_p(z)$	71.67 daN/m ²	Pression dynamique de pointe pour la hauteur de calcul z

Vent direction X- (sur long pan)

Vent X- : Pressions moyennes (Surface de référence toiture = 10m²) (Surface de référence murs = 10m²) (daN/m²)



II.3 SECURITE INCENDIE

La présente étude traite uniquement de la résistance au feu des structures diagnostiquées et non de la conception globale de la sécurité incendie à l'échelle du bâtiment

Le projet est un hangar, sans besoin de stabilité feu.

III PLANS DE REPERAGE

III.1 ZONE EQUIPABLE EN PHOTOVOLTAÏQUE

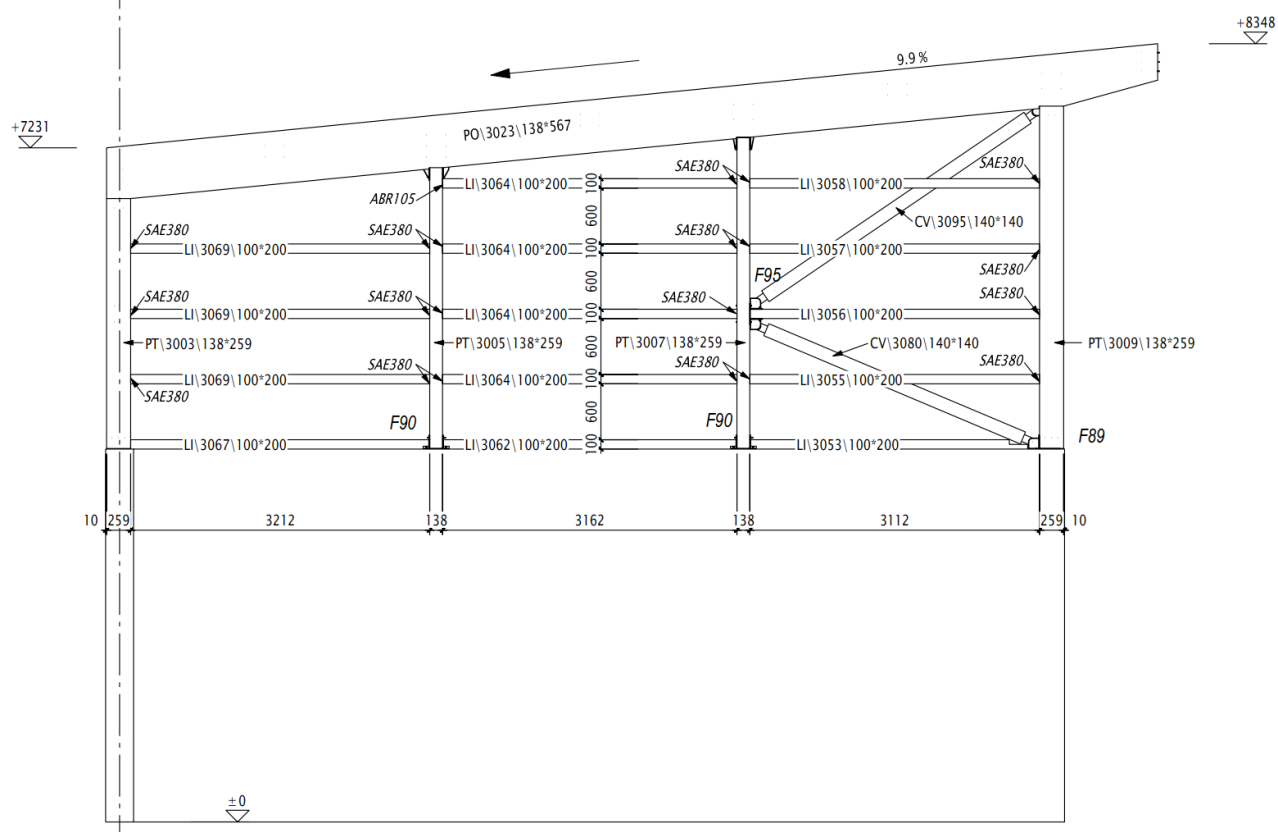
Selon le CCTP, la surface exploitable est de 230m². Cette analyse de diagnostic ne fait pas apparaître de zone d'implantation structurellement plus favorable que d'autres.

➔ Toute la surface de cette toiture est envisagée à ce stade.

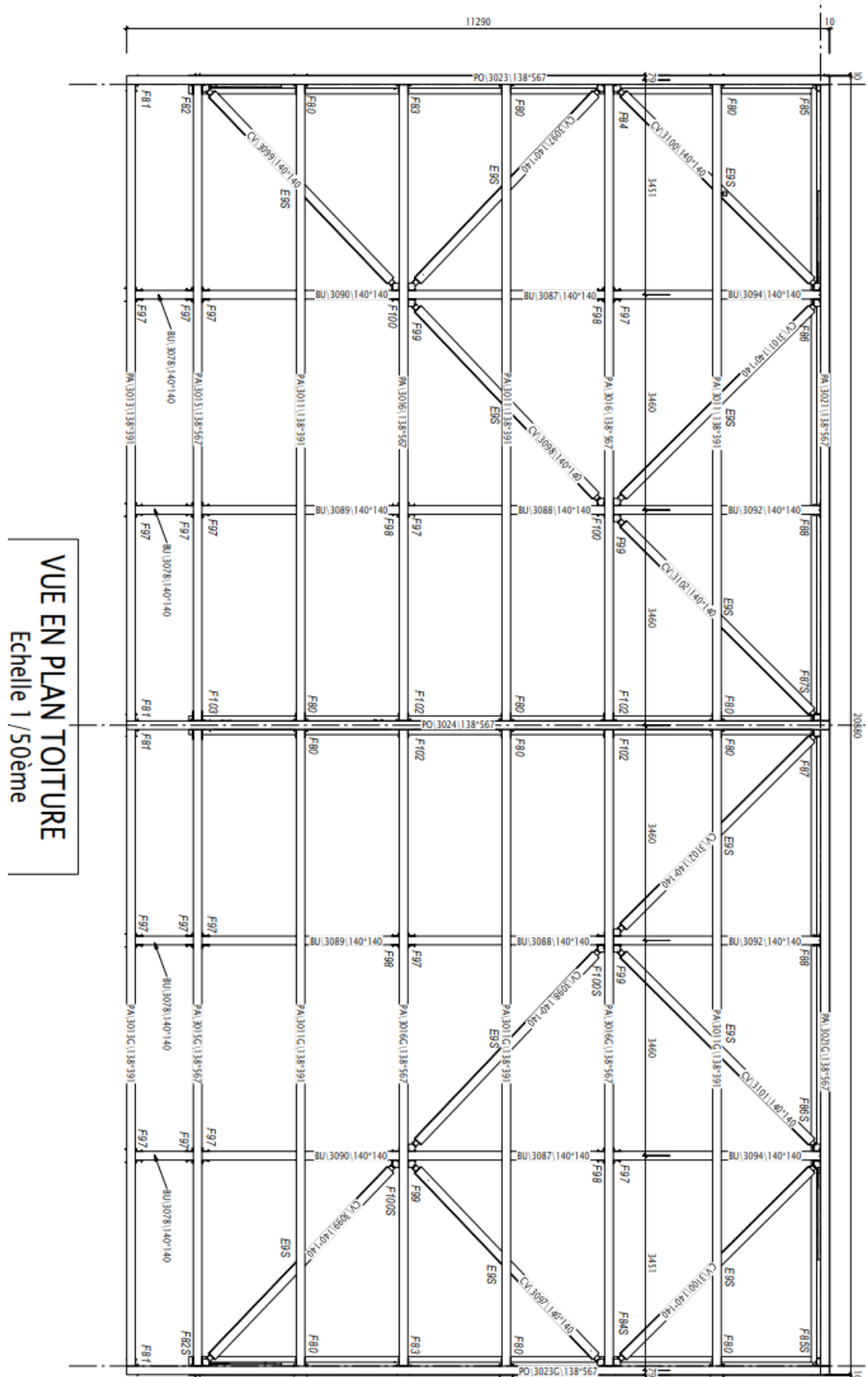
III.2 STRUCTURE ACTUELLE

Les plans et coupes présentés ci-après sont des schémas de principe, sans cotation précise, pour la bonne compréhension des repérages utilisés dans ce rapport.

III.2.1 Vue en coupe



III.2.2 Vue en plan



IV ANALYSE SANITAIRE et DESORDRES

L'objet de ce chapitre est de répertorier les pathologies sanitaires et les désordres constatés visuellement sur la charpente et d'évoquer les suites à donner (les préconisations exactes devront faire l'objet d'une analyse spécifique).

IV.1 ETAT BIOLOGIQUE

IV.1.1 Etat général

Malgré la présence de traces de coulures de condensation sur l'ensemble des pannes (effet de stries sur la photos ci-dessous), on ne note pas de dégradation sanitaire du fait du re-séchage rapide des bois.

IV.1.2 Panne rive haute

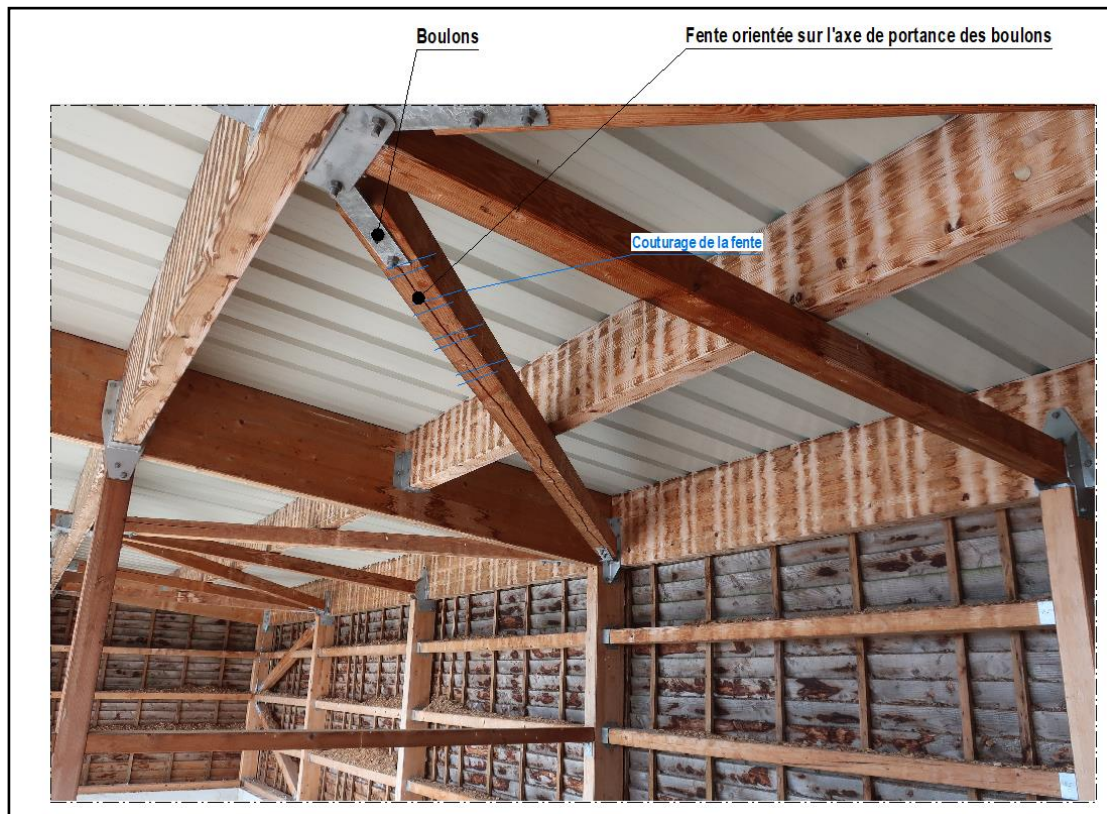
La panne de rive haute n'est pas en adéquation avec la classe d'emploi 4 que nécessitent les assemblages piégeants (boulons dans chapelles).

A terme, la stagnation d'eau dans ces chapelles peut conduire à des pourrissement, on recommande de protéger, de façon ventilé cette rive par la pose, par exemple, d'une pliage métallique ou d'une bardage sur tasseaux.

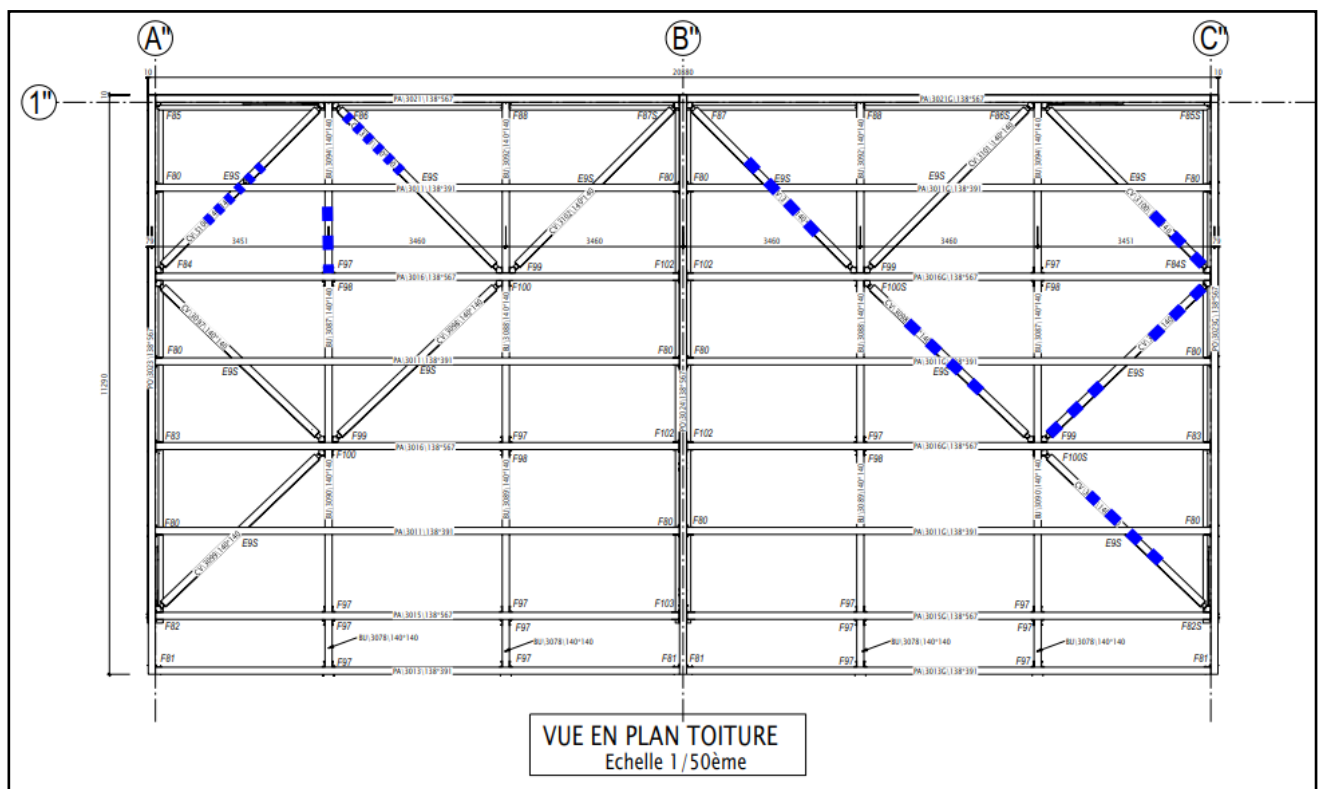


IV.2 DESORDRES CONSTATES

On note la présence de larges fentes de séchage qu'il faudra coudre lorsqu'elles peuvent avoir une incidence sur la résistance de la pièce (fente très profonde) ou sur les assemblages (en les déchaussant).



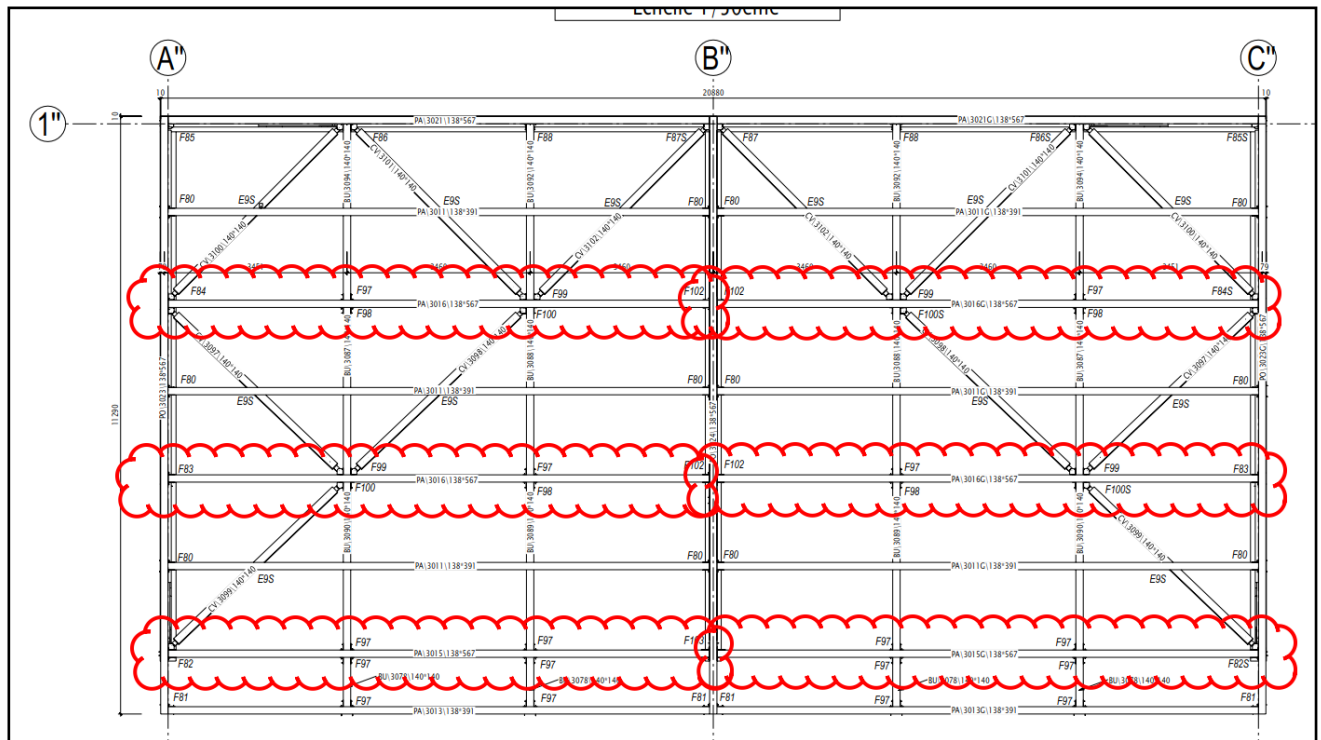
Ci-dessous les zones identifiées en diag



V ANALYSE STRUCTURELLE

V.1 ETUDE : PANNES 135x574

Localisation

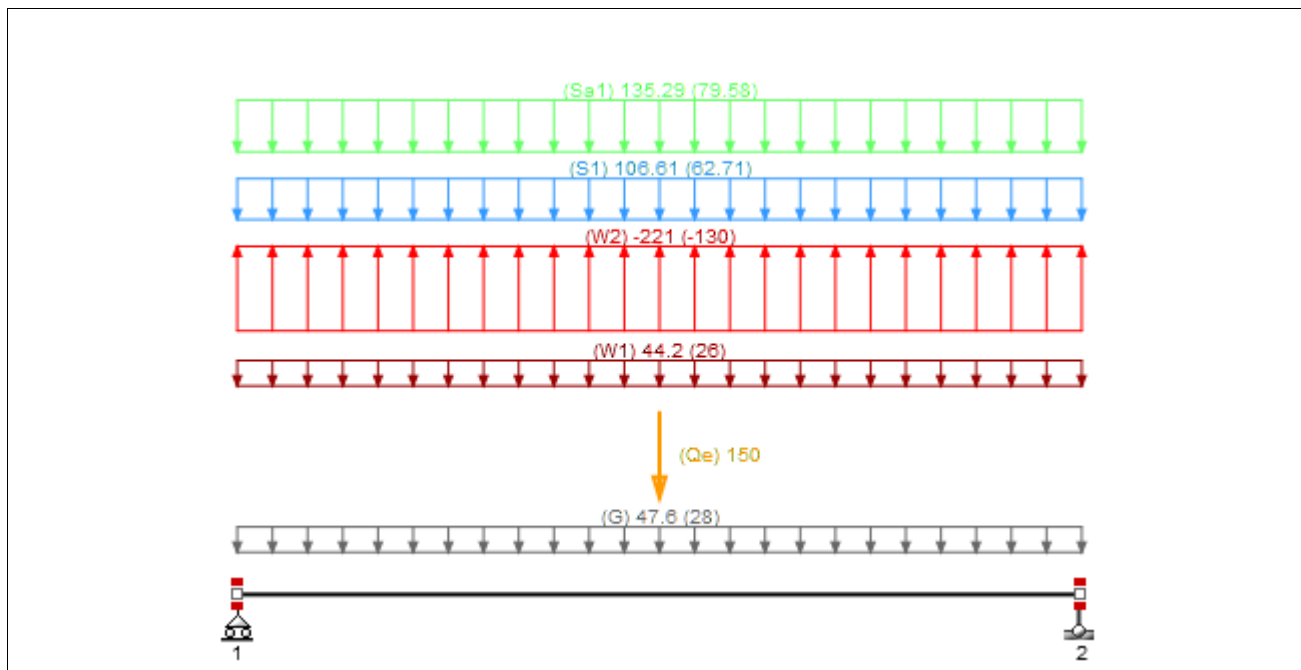


Propriétés de la structure

135x574 Lamellé collé : GL24H						
0.05 0.05						
Pièces	Section	matériau	Classe de service	Longueur	Volume	Masse
-	-	-	-	[m]	[m ³]	[kg]
	b : 135mm h : 574mm b2 : 20mm Aplomb α : Pente de la toiture : 10.25%	GL24H	Classe 2	10.3	0.79	332.31

Définition des charges et combinaisons

	E : Largeur de la bande chargement : 1.7m
Cas de charges : daN, daN/m (daN/m ²)	



→ Sous charge de dépression maximale, en rive

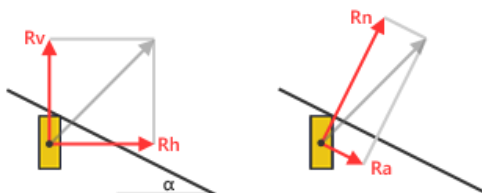
Résultats

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées	Flèches finales
b=135mm h=574mm	28.61%	40.18%	62.5% (21.46mm)	47.94% (24.69mm)

Vérification des appuis

Conventions réactions - Repère horizontal vertical (Rh,Rv) - Repère parallèle et normal à la pente (Ra,Rn)

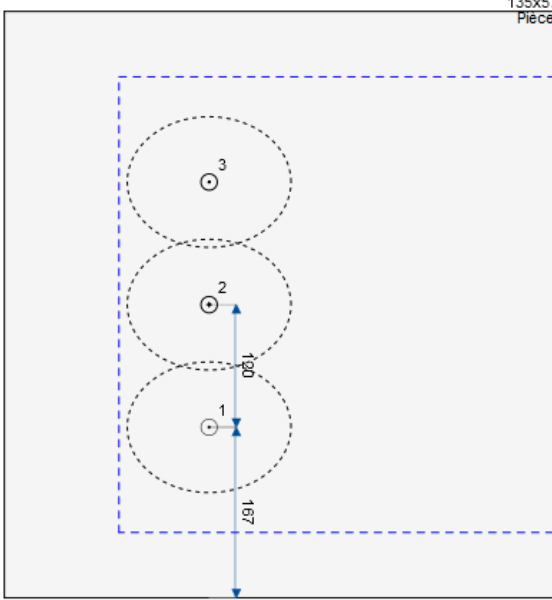
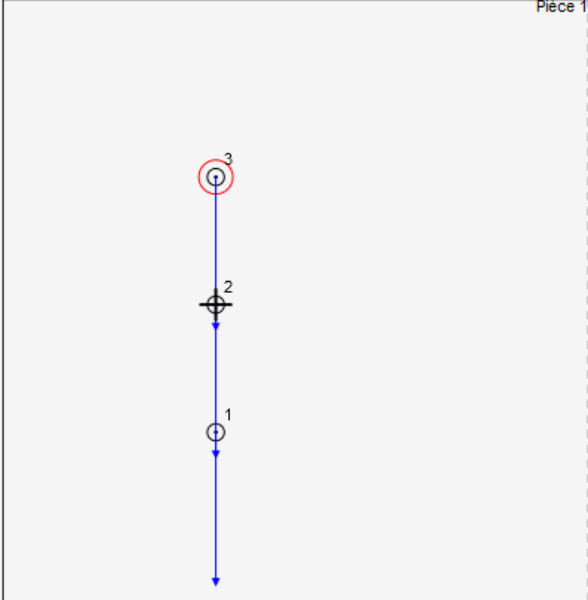


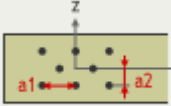
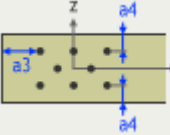
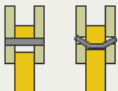
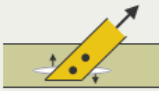
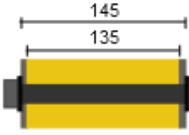

Réactions dans repère horizontal vertical (Rh,Rv)

Point	G-Rh	G-Rv	Qe-Rh	Qe-Rv	S1-Rh	S1-Rv	Sa1-Rh	Sa1-Rv	W1-Rh	W1-Rv	W2-Rh	W2-Rv
-	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]
Appui 1	0	408.13	0	75	0	549.04	0	696.75	23.2	226.45	-100.84	-984.16
Appui 2	0	408.13	0	75	0	549.04	0	696.75	23.2	226.45	-100.84	-984.16

Assemblage

Les pannes sont assemblées en extrémité par des ferrures reprises avec 3 boulons diamètre 16mm qui présentent la résistance suffisante pour la surcharges des panneaux photovoltaïques.

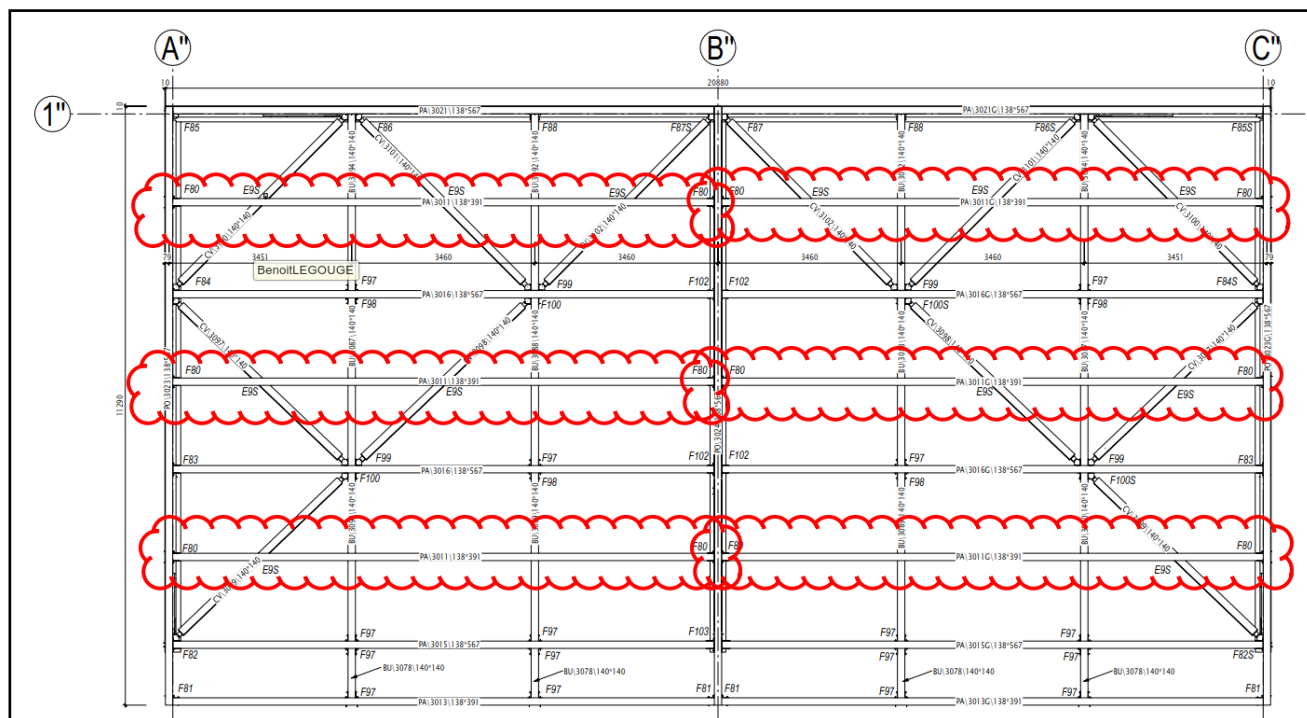
Visualisation dispositions constructives, efforts organes et fendage	
Pincés et entraxes admissibles	Efforts organes sur pièces et fendage
	

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 > 80mm a2 > 64mm	a3 > 112mm a4 > 64mm	 (k)	54.01 % FvEd=1503.84 daN (G) Vzpo=1375 daN Mc=3.44 kN*m	28.1 % Vzmax=1375 daN (G)
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)						

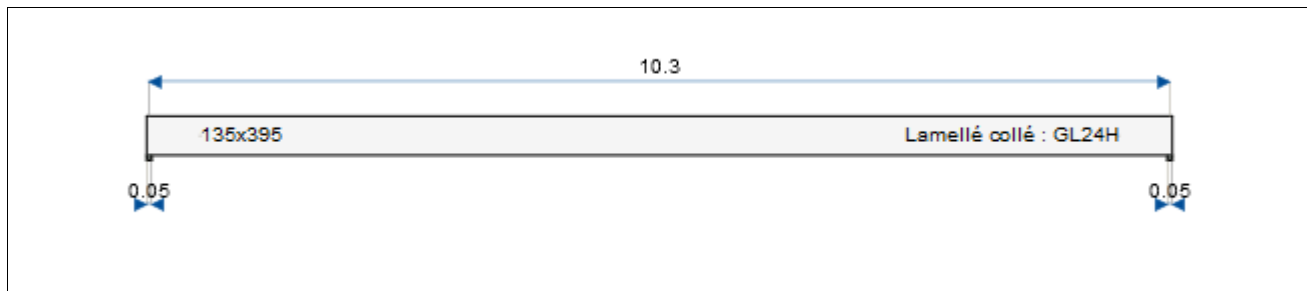
➔ Panne validée


V.2 ETUDE : PANNES 165X395

Localisation

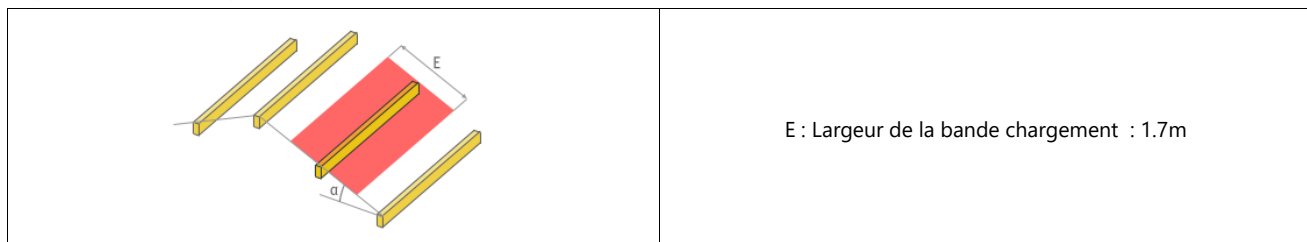


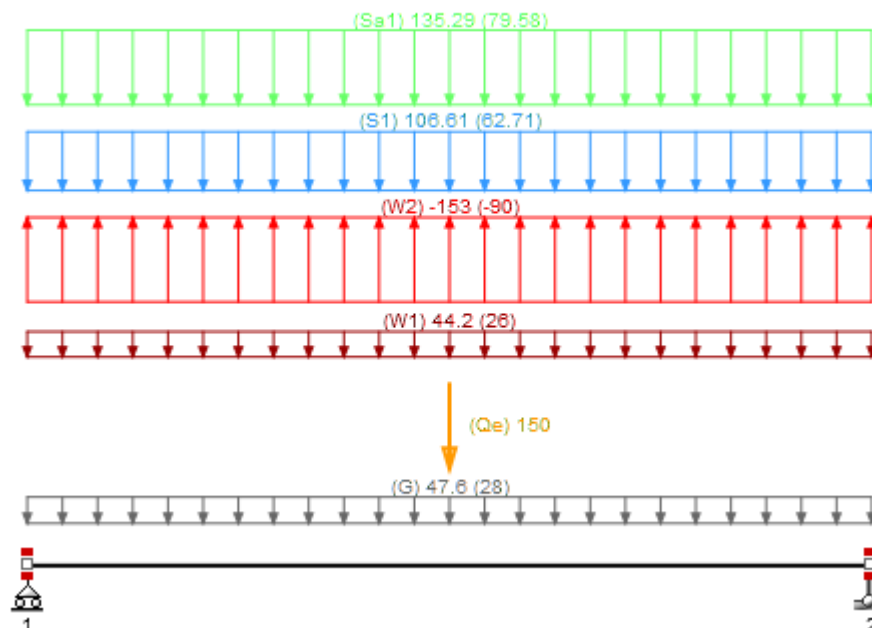
Propriétés de la structure



Pièces						
-	Section	matériau	Classe de service	Longueur	Volume	Masse
-	-	-	-	[m]	[m ³]	[kg]
	b : 135mm h : 395mm b2 : 20mm Aplomb α : Pente de la toiture : 10.25%	GL24H	Classe 2	10.3	0.54	227.77

Définition des charges et combinaisons



Cas de charges : daN, daN/m (daN/m²)

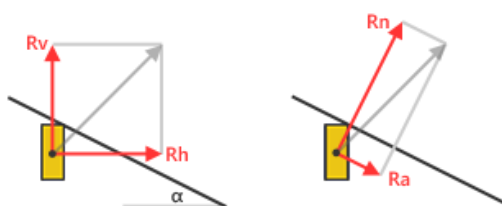
Résultats

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Utilisateur	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées	Flèches finales
b=135mm h=395mm	58.27%	67.99%	86.68% (29.76mm)	97.85% (50.39mm)

Vérification des appuis

Conventions réactions - Repère horizontal vertical (Rh,Rv) - Repère parallèle et normal à la pente (Ra,Rn)

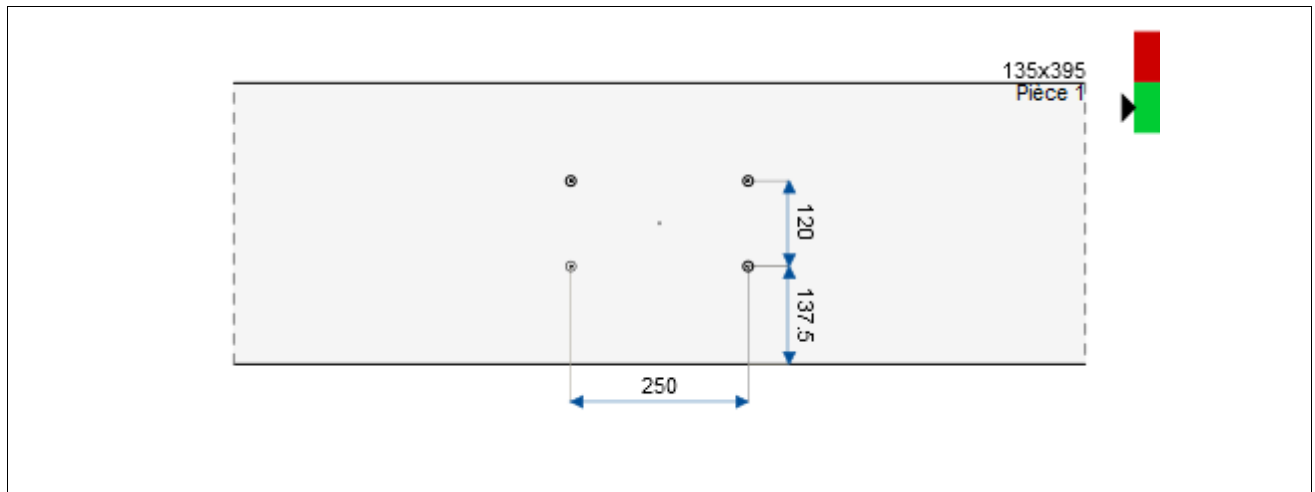


Réactions dans repère horizontal vertical (Rh,Rv)

Point	G-Rh	G-Rv	Qe-Rh	Qe-Rv	S1-Rh	S1-Rv	Sa1-Rh	Sa1-Rv	W1-Rh	W1-Rv	W2-Rh	W2-Rv
-	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]	[daN]
Appui 1	0	356.85	0	75	0	549.04	0	696.75	23.2	226.45	-100.84	-984.16
Appui 2	0	356.85	0	75	0	549.04	0	696.75	23.2	226.45	-100.84	-984.16

Assemblage

Cette panne est posée dans un sabot, la reprise des charges se fait par contact. Le sabot est fixé sur l'arbalétrier par 4 boulons diamètre 14mm.



Propriétés générales par pièce						
Pièce identifiant	Pièce bois		Pièces auxiliaires			Organes
	Classe mécanique	Section	Nature	Configuration	Epaisseur	-
-	-	mm	-	-	mm	-
1	GL24H	135 x 395	S 235	Deux plaques latérales	5	Boulon : Diamètre : M14 Classe : 6.8

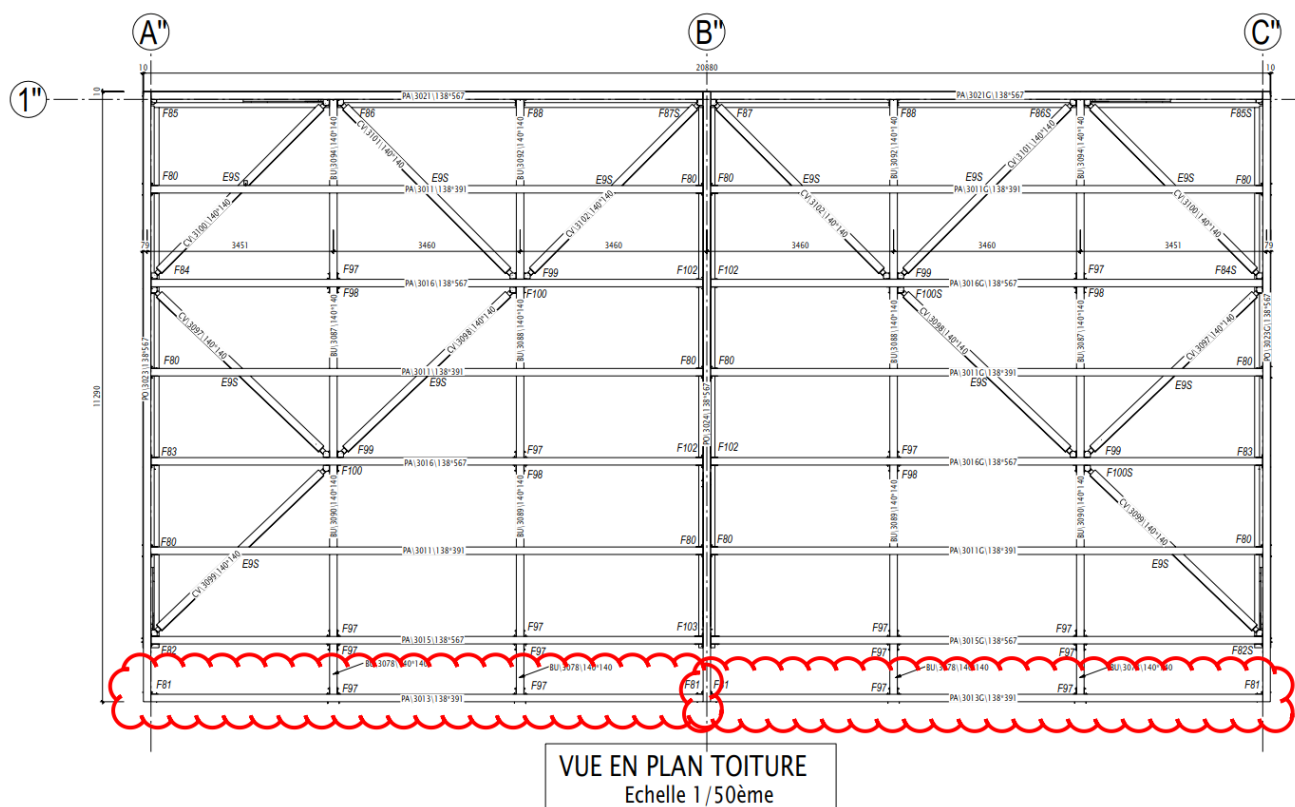
Pièce identifiant	Configurations	Entraxes admissibles a1,a2	Pincés admissibles a3,a4	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[mm]	[mm]	[mm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		a1 > 70mm a2 > 56mm	a3 > 98mm a4 > 56mm		18.87 % FvEd=343.75 daN (G) Vzpo=1375 daN	38.64 % Vzmax=1375 daN (G)

Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d+1mm

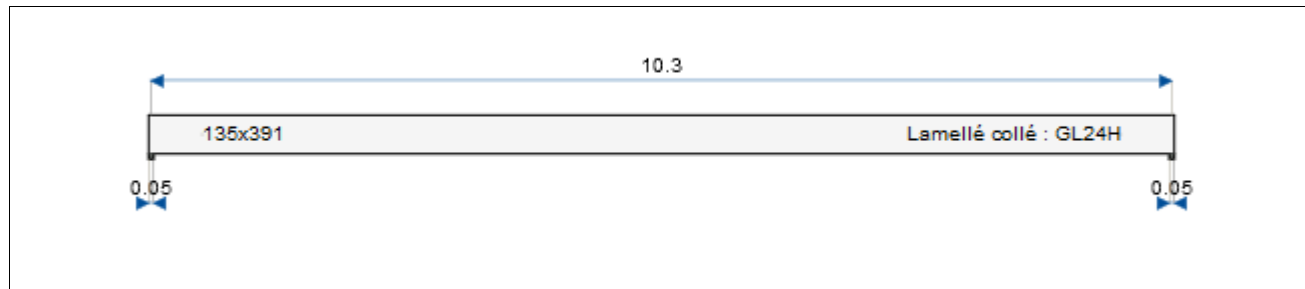
Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans les plaques métal ont un diamètre inférieur ou égal à Max(d+2mm, 1.1d)


➔ Panne validée

V.3 ETUDE : PANNES DE RIVE 135x391

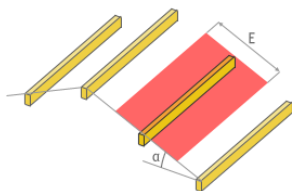


Propriétés de la structure

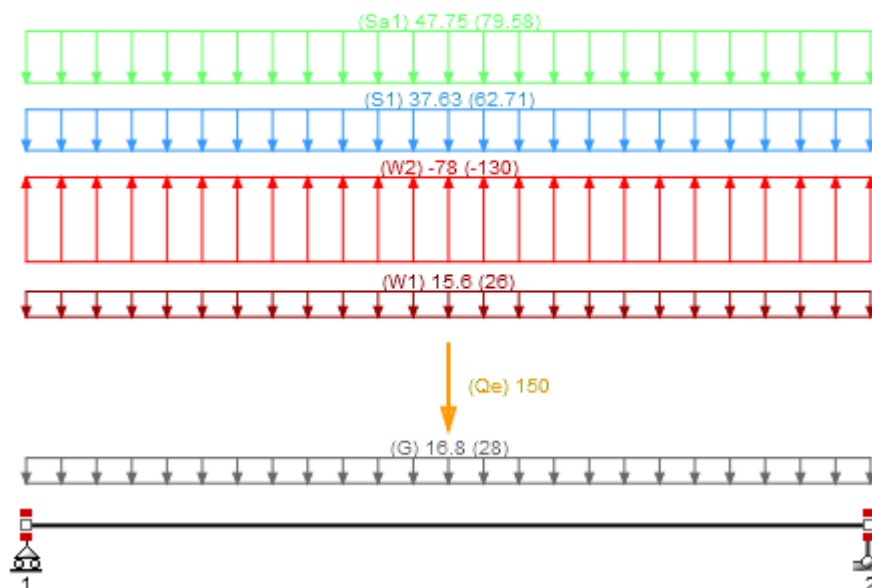


Pièces						
-	Section	matériau	Classe de service	Longueur	Volume	Masse
-	-	-	-	[m]	[m^3]	[kg]
	b : 135mm h : 391mm b2 : 20mm Aplomb α : Pente de la toiture : 10.25%	GL24H	Classe 2	10.3	0.54	225.43

Définition des charges et combinaisons



E : Largeur de la bande chargement : 0.6m

Cas de charges : daN, daN/m (daN/m²)

Résultats

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées	Flèches finales
Utilisateur b=135mm h=391mm	25.38%	29.49%	45.56% (15.64mm)	45.33% (23.35mm)

➔ Panne validée

VI CONCLUSIONS

Vérification état sanitaire et structurel :

Les vérifications de la charpente étudiée dans ce diagnostic permettent de conclure au bon état général des pièces et à leur tenue vis-à-vis des charges complémentaires apportées par les panneaux solaires. Néanmoins, quelques points devront faire l'objet d'une intervention avant la pose des panneaux photovoltaïques

Ci-dessous le tableau récapitulatif regroupe les vérifications effectuées.

Pièces / Groupe	Etat sanitaire Désordres	Vérification structurelle	Déformation
Toutes pièces	ok	Fentes de séchage mal orientées : à couturer	ok
Pannes courantes	ok	ok	ok
Pannes haute de rive	A surveiller → Capotage ventilé à prévoir	ok	Ok

En gras sont mentionnés les éléments liés à l'ajout de poids lié aux panneaux rapportés : aucun

Nous émettons un avis favorable à la mise en place de panneaux photovoltaïques, moyennant de suivre les recommandations de ce rapport