



DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76)

MAITRE D'ŒUVRE IPH INGENIERIE




Rue Pierre Gassendi
76150 La Vaupalière
Tél : 02 35 33 20 82 - Fax : 02 35 74 45 96
Courriel : rouen@iph-bet.fr

MAITRE D'OUVRAGE DIRNO


CEI DIRNO
76700 Gonfreville-l'Orcher

DOSSIER N°	IND.	DATES	MODIFICATIONS / ÉTAPES	RÉDACTEURS	RÉFÉRENTS
70716	A	08/02/2024	Création	M. SOUNGOU	M. BENBEDRA

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 2 sur 27

SOMMAIRE

1 >	ANALYSE STRUCTURELLE.....	3
1.1	CADRE DE L'ETUDE.....	3
1.2	DOCUMENTS EXAMINES ET REFERENTIELS REGLEMENTAIRES APPLIQUES.....	3
1.2.1	Documentation	3
1.2.2	Règles prises en compte	3
1.3	PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE	4
1.4	LOCALISATION.....	5
1.5	DIAGNOSTIC VISUEL.....	6
1.5.1	État structurel	6
1.5.2	Description structurelle	6
1.6	CONCLUSION DE L'ETUDE STRUCTUREL	9
2 >	ANNEXE	10
2.1	VERIFICATION DE LA STRUCTURE A L'ETAT FUTUR	10
2.1.1	Hypothèses de calcul	10
2.1.2	Vérification des pannes.....	11
2.1.3	Vérification des arbalétriers-arêtières.....	16
2.1.4	Vérification des poteaux	22
2.1.5	Conclusion de l'étude structurelle de l'état futur.....	27

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 3 sur 27

1 > ANALYSE STRUCTURELLE

1.1 CADRE DE L'ETUDE

Notre mission consiste à assister la direction interdépartementale des routes nationales (DIRNO) dans l'établissement d'un état des lieux structurel en vue d'une réfection du complexe de couverture + pose éventuelle de panneaux photovoltaïques futurs sur son site de Gonfreville, ainsi que dans la préconisation de mesures conservatoires à mettre en place afin de permettre la pérennité des bâtiments.

Les objectifs de cette étude sont :

- Etablir un état des lieux du bâtiment et procéder à une analyse technique, sur l'ensemble des bâtiments identifiés et analyse des pathologies potentielles :
 - o Sur la résistance mécanique et les efforts subis par les structures de charpente en place

1.2 DOCUMENTS EXAMINES ET REFERENTIELS REGLEMENTAIRES APPLIQUES

1.2.1 Documentation

L'analyse menée a été réalisée à partir des relevés visuels sur site.

1.2.2 Règles prises en compte

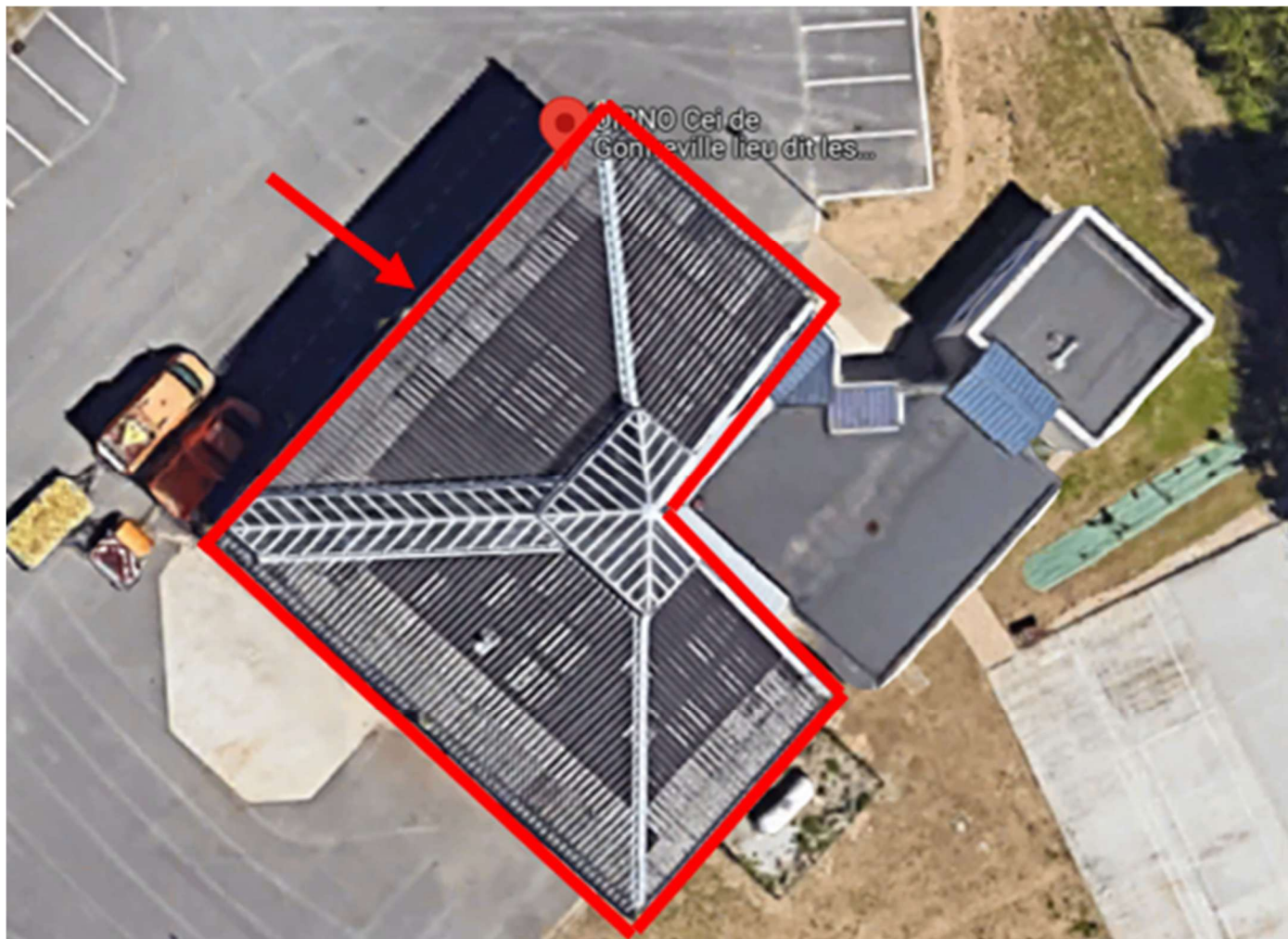
Les règles actuellement en vigueur ont été prises en compte, il s'agit notamment :


- De la NF P06-001 bases de calculs des constructions – charges d'exploitation des bâtiments,
- De la NF P06-004 bases de calculs des constructions – charges permanentes et charges d'exploitations dues aux forces de pesanteur,
- Règles CM 66 ADDITIF 80 et Eurocode 3,
- Des règles Neige et Vent d'avril 2000.

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	IPH INGÉNIERIE
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 4 sur 27

1.3 PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Le périmètre de l'étude comprend le complexe de charpente du hangar ;

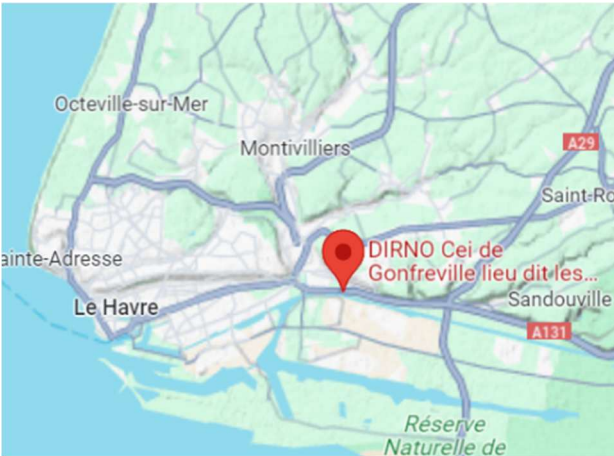


70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 5 sur 27

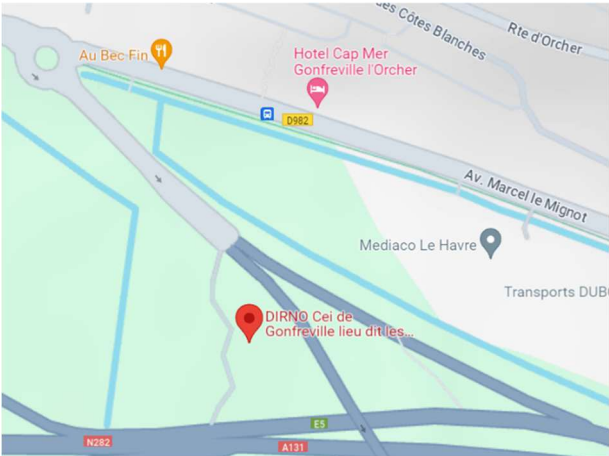
1.4 LOCALISATION

Présentation du site :

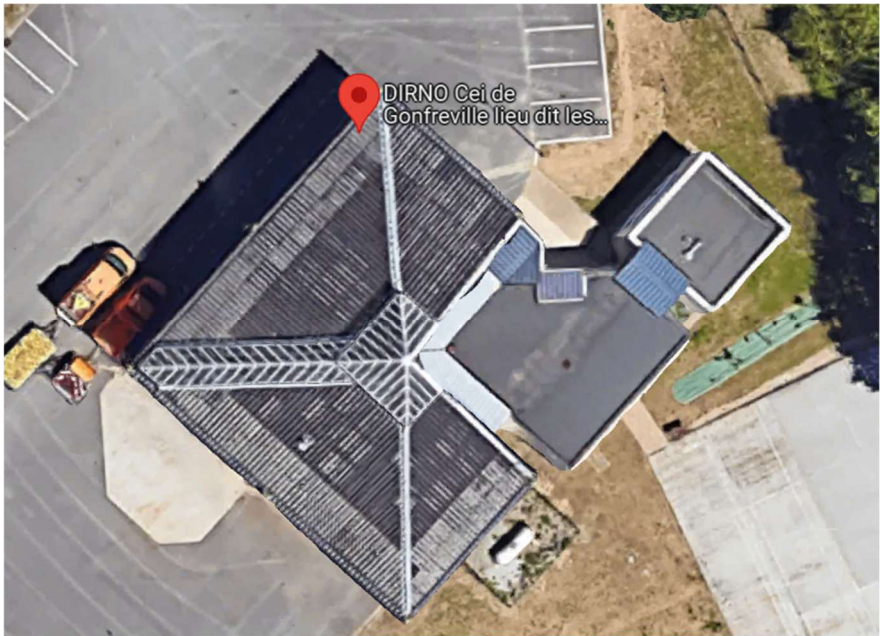
Adresse : 76700 Gonfreville-l'Orcher



Localisation de la ville



Localisation de la rue



Vue aérienne

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	IPH INGÉNIERIE
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 6 sur 27

1.5 DIAGNOSTIC VISUEL

1.5.1 État structurel

Lors de notre visite sur site, nous avons pu constater que la structure est en bon état général.

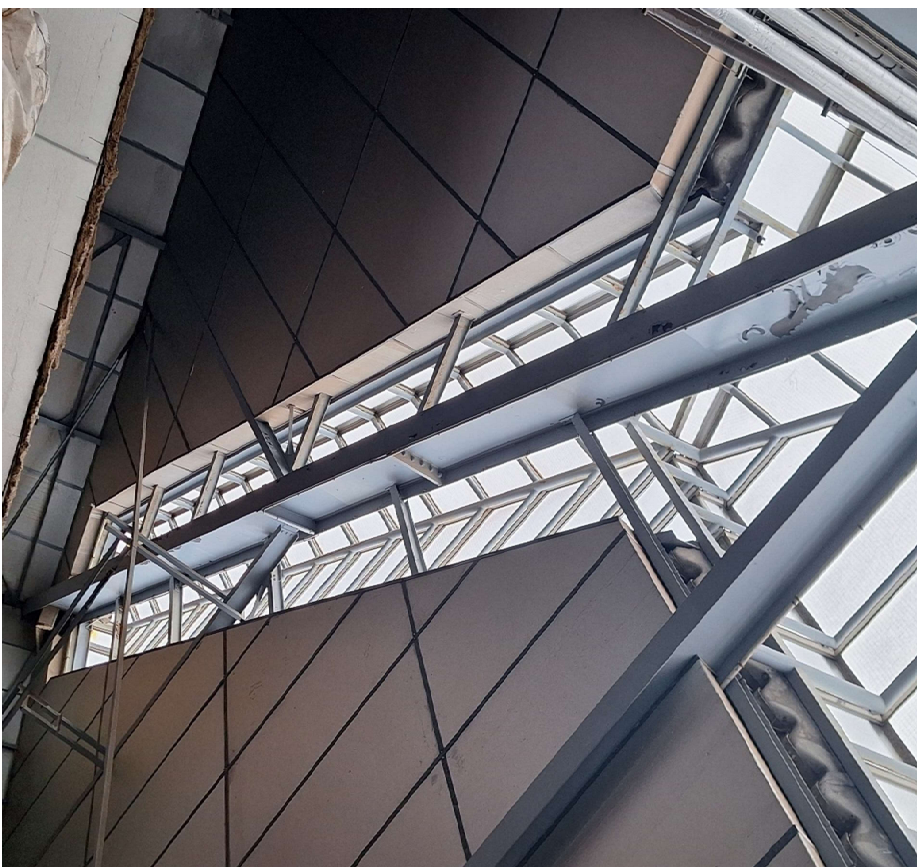
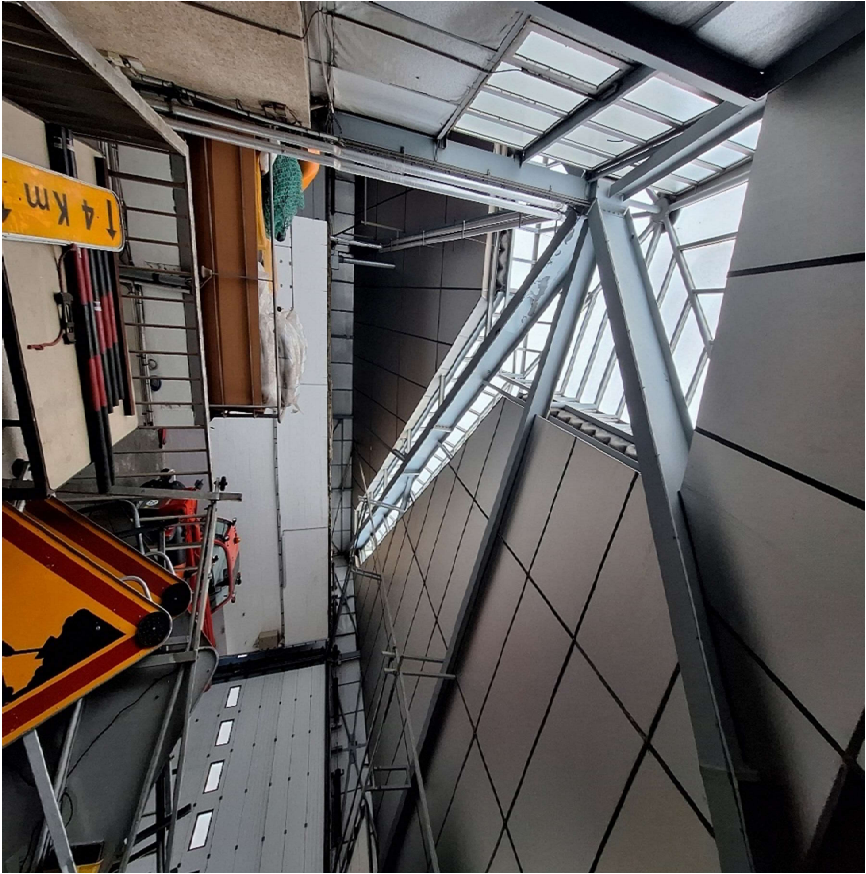
1.5.2 Description structurelle

La structure de la charpente du hangar est constituée sous partie central du faitage d'un poteau HEA240. Celui-ci est support de l'ensemble des arêtiers PRS700*250/10/8 et arbalétriers principaux PRS400*200/10/8 ;


Les arbalétriers principaux et arêtiers supportent les pannes supports de couverture de section IPE160 ; On peut également noter la présence d'arbalétriers secondaire IPE220 fixés sur les arêtiers et poteaux de façade HEA220, comme l'ensemble des arbalétriers principaux et arêtiers également.

La couverture de la construction est réalisée en toiture fibrociment.








70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 9 sur 27

1.6 CONCLUSION DE L'ETUDE STRUCTUREL

Conformément à la note de calcul en annexe, il apparaît que :

- L'ensemble des pannes de l'ensemble des bâtiments, présentent des taux de travail en contrainte de calculs et flèches de calculs, proche de leurs valeurs limite. Nous avons noté un taux de travail en contrainte ELU de $0.94 < 1$ (Ratio limite autorisé).
- Quant aux arbalétriers et arêtiers ceux-ci présentent des taux de travail en contrainte de calculs et flèches de calculs, proche de leurs valeurs limite. Nous avons noté un taux de travail en contrainte ELU de $0.96 < 1$ (Ratio limite autorisé) pour les arbalétriers, $0.64 < 1$ (Ratio limite autorisé) pour les arêtiers.
- Quant aux poteaux ceux-ci présentent des taux de travail en contrainte de calculs inférieurs aux taux admissibles. Nous avons noté un taux de travail en contrainte ELU de $0.20 < 1$ (Ratio limite autorisé) pour les poteaux de façade et central

La charpente existante est donc capable de supporter un complexe de couverture futur de 28 daN/m² sans aucun renforcement.

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 10 sur 27

2 > ANNEXE

2.1 VERIFICATION DE LA STRUCTURE A L'ETAT FUTUR

2.1.1 Hypothèses de calcul

2.1.1.1 Règlement :

Etant donné la nature des travaux, la vérification est effectuée conformément aux règlements, normes, avenants, amendement et recommandations françaises : EUROCODE

2.1.1.2 Charges

Charges permanentes :

- Poids propre des structures
- Poids propre du complexe de couverture futur
 - **Panneaux sandwich** **13 daN/m²**
 - **Panneaux photovoltaïques futurs** **15 daN/m²**

Charges d'exploitations :

- Charge d'entretien uniformément répartie de 80 daN/m² limité sur 10m² ou 150 daN en ponctuel, non concomitantes aux charges climatiques

Charges climatiques :

- Vent : Zone de vent 2, site exposé
 - Valeur de base de la vitesse de référence du vent
 - Vb0 24 m/ S (Carte annexe nationale - zone 2)
 - Vitesse de référence du vent Vb sur le site de construction
 - Cdir = 1 (aucune optimisation) , Pn 50 ans
- Neige : Région A1
 - Charge de neige caractéristique sur le sol
 - Sk()= 0.45 kN m (Carte annexe nationale - zone AI)
 - Charges de neige sur le sol du site
 - Charge caractéristique : Sk,90 m 0.450 kN m² (NF EN 1991-1-3 NA)
 - Charge normale : sn — 0,45 kN/m² (NF EN 1991-1-3 Annexe D (2))
 - Charge accidentelle : SAd — 0 kN/m² (NFEN 1991-1-3/NA Clause 4.3)

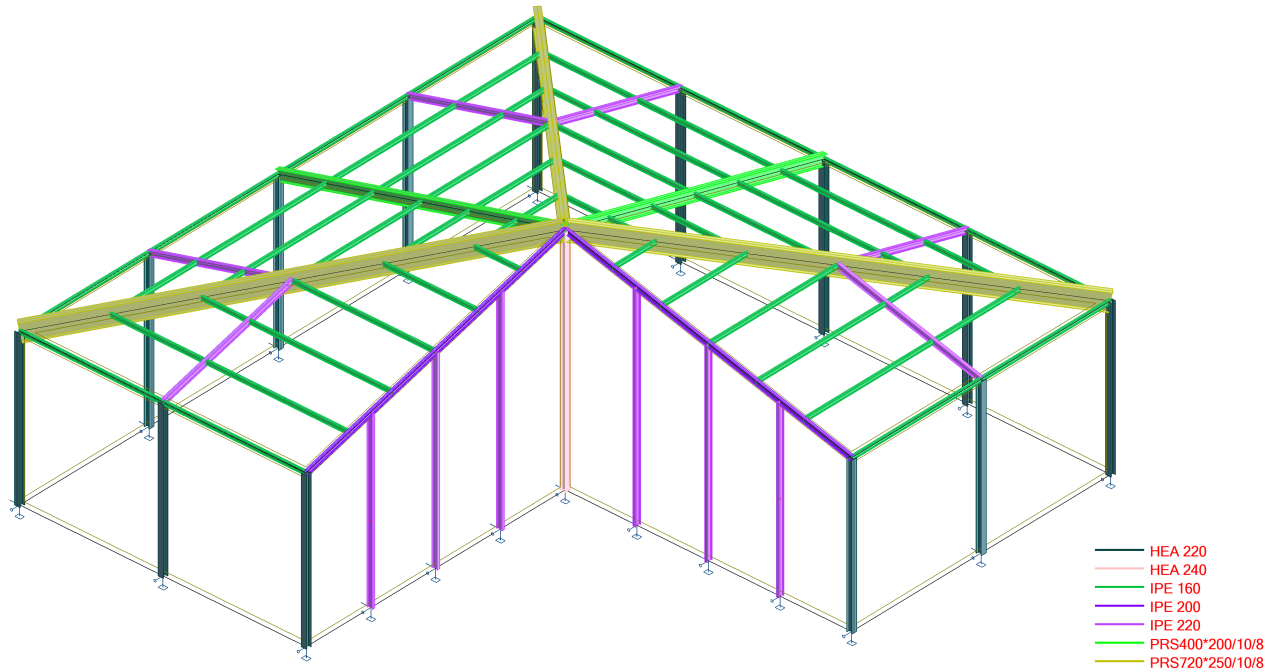
2.1.1.3 Matériaux

- Profilés acier de toutes sections S235

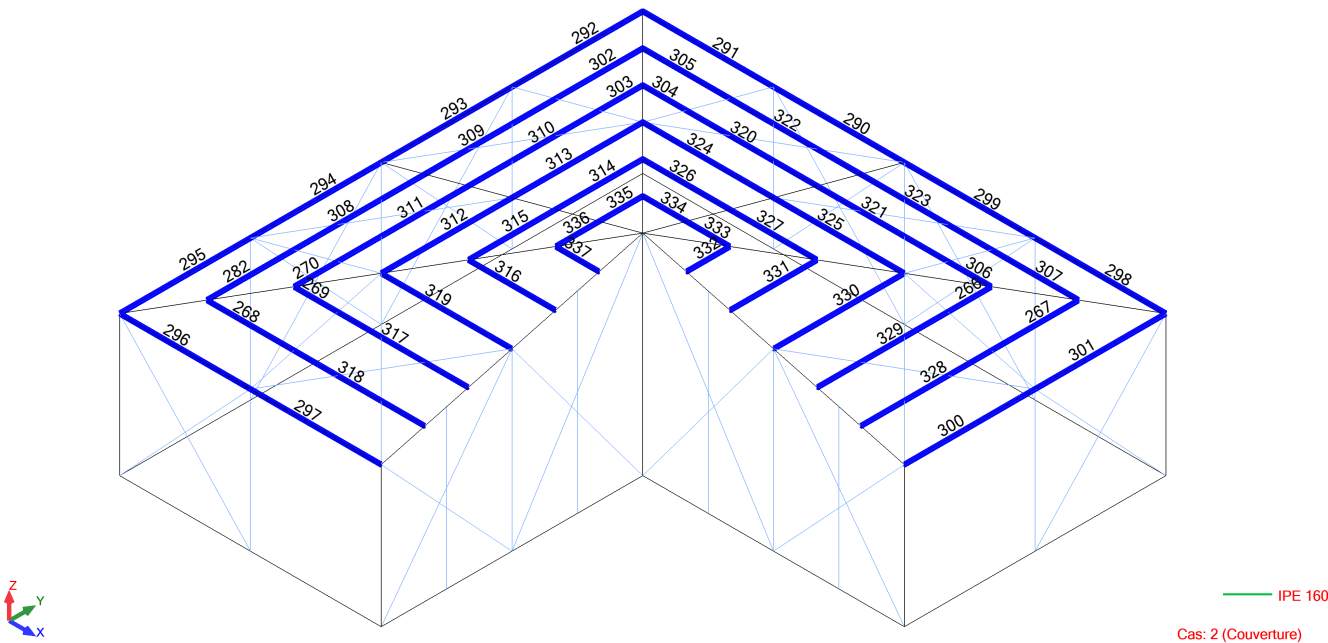
2.1.2 Vérification des pannes


2.1.2.1 Modélisation 3D

2.1.2.1.1 Modèle de calcul 3D




2.1.2.1.2 Repérage des barres






















































70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 12 sur 27

2.1.2.2 Mise en évidence des taux de travail de contrainte ELU et déplacement ELS


Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio▲	Cas	Ratio(uz)	Cas (uz)
312 Panne_312	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.94	11 ELU /49/	0.38	14 ELS /13/
325 Panne_325	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.94	11 ELU /49/	0.38	14 ELS /13/
313 Panne_313	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.94	11 ELU /49/	0.38	14 ELS /13/
324 Panne_324	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.94	11 ELU /49/	0.38	14 ELS /13/
68 Panne_68	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.78	11 ELU /49/	0.32	14 ELS /13/
81 Panne_81	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.78	11 ELU /49/	0.32	14 ELS /13/
69 Panne_69	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.77	11 ELU /49/	0.32	14 ELS /13/
80 Panne_80	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.77	11 ELU /49/	0.32	14 ELS /13/
319 Panne_319	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.72	11 ELU /49/	0.38	14 ELS /13/
330 Panne_330	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.72	11 ELU /49/	0.38	14 ELS /13/
75 Panne_75	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.60	11 ELU /49/	0.32	14 ELS /13/
18 Panne_18	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.60	11 ELU /49/	0.32	14 ELS /13/
310 Panne_310	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.54	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
320 Panne_320	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.54	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
311 Panne_311	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.52	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
321 Panne_321	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.52	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
317 Panne_317	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.47	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
329 Panne_329	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.47	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
322 Panne_322	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
309 Panne_309	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
323 Panne_323	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
308 Panne_308	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
328 Panne_328	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
318 Panne_318	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.40	14 ELS /13/
66 Panne_66	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
76 Panne_76	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.46	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
67 Panne_67	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.44	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
77 Panne_77	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.44	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
73 Panne_73	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.40	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
17 Panne_17	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.40	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
78 Panne_78	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.39	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
65 Panne_65	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.39	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
79 Panne_79	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.39	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
64 Panne_64	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.39	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
16 Panne_16	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.39	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
74 Panne_74	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.39	11 ELU /49/	0.34	14 ELS /13/
290 Panne_290	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.25	11 ELU /49/	0.22	14 ELS /13/
293 Panne_293	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.25	11 ELU /49/	0.22	14 ELS /13/
297 Panne_297	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.25	11 ELU /49/	0.22	14 ELS /13/
300 Panne_300	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.25	11 ELU /49/	0.22	14 ELS /13/
294 Panne_294	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.25	11 ELU /49/	0.22	14 ELS /13/
299 Panne_299	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.25	11 ELU /49/	0.22	14 ELS /13/
292 Panne_292	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.24	11 ELU /49/	0.21	14 ELS /13/
291 Panne_291	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.24	11 ELU /49/	0.21	14 ELS /13/
296 Panne_296	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.24	11 ELU /49/	0.21	14 ELS /13/
301 Panne_301	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.24	11 ELU /49/	0.21	14 ELS /13/
295 Panne_295	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.24	11 ELU /49/	0.21	14 ELS /13/
298 Panne_298	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.24	11 ELU /49/	0.21	14 ELS /13/
40	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.22	11 ELU /49/	0.19	14 ELS /13/
43	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.22	11 ELU /49/	0.19	14 ELS /13/
47	☑ IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.22	11 ELU /49/	0.19	14 ELS /13/

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 13 sur 27

51		IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.21	11 ELU /49/	0.18	14 ELS /13/
45		IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.21	11 ELU /49/	0.18	14 ELS /13/
48		IPE 160	S 235	88.56	157.95	0.21	11 ELU /49/	0.18	14 ELS /13/
314 Panne_314		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.18	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
326 Panne_326		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.18	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
315 Panne_315		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.18	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
327 Panne_327		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.18	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
70 Panne_70		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.16	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
83 Panne_83		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.16	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
316 Panne_316		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.16	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
331 Panne_331		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.16	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
305 Panne_305		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
302 Panne_302		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
307 Panne_307		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
282 Panne_282		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
267 Panne_267		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
268 Panne_268		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
71 Panne_71		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
84 Panne_84		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.15	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
72 Panne_72		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
19 Panne_19		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
61 Panne_61		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
58 Panne_58		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
63 Panne_63		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
57 Panne_57		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
53 Panne_53		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
54 Panne_54		IPE 160	S 235	59.04	105.30	0.13	11 ELU /49/	0.09	14 ELS /13/
303 Panne_303		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.05	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
304 Panne_304		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.05	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
270 Panne_270		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.05	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
306 Panne_306		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.05	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
59 Panne_59		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.05	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
60 Panne_60		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.05	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
56 Panne_56		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.04	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
62 Panne_62		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.04	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
94 Panne_94		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /46/	0.01	14 ELS /13/
337 Panne_337		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /46/	0.01	14 ELS /13/
269 Panne_269		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /52/	0.01	14 ELS /13/
266 Panne_266		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /51/	0.01	14 ELS /13/
332 Panne_332		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /51/	0.01	14 ELS /13/
55 Panne_55		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /52/	0.01	14 ELS /13/
52 Panne_52		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /51/	0.01	14 ELS /13/
335 Panne_335		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
334 Panne_334		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
336 Panne_336		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
333 Panne_333		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
20 Panne_20		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.03	11 ELU /44/	0.01	14 ELS /13/
92 Panne_92		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.02	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
91 Panne_91		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.02	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
93 Panne_93		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.02	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/
90 Panne_90		IPE 160	S 235	29.52	52.65	0.02	11 ELU /49/	0.01	14 ELS /13/

Notre étude révèle que l'ensemble ratios en contrainte ELU, des pannes de la structure, sont tous inférieurs au ratio maximum en contrainte admissible ($0.94 < 1$). Quant au déplacement maximum admissibles, le ratio exprimé est de l'ordre de $0.4 < 1$.

Les pannes répondent donc aux critères imposés par la norme sont donc aptes à supporter un complexe de couverture futur de 13 daN/m^2 + une solution panneau photovoltaïque de 15 daN/m^2 sans renforcement.

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 14 sur 27

2.1.2.3 Mise en évidence des notes de calculs des barres avec les plus hauts taux de travail :

Ces notes regroupent le paramétrage complet des barres et sont un très bon outil de vérification.

2.1.2.3.1 Note de calcul de la panne (barre n°312)

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 312 Panne_312

POINT: 4

COORDONNEE: x = 0.50 L = 2.91 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 11 ELU /49/ 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 10*1.50

MATERIAU:

S 235 (S 235) fy = 235.00 MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 160

h=16.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=8.2 cm	Ay=13.73 cm ²	Az=9.66 cm ²	Ax=20.09 cm ²
tw=0.5 cm	Iy=869.29 cm ⁴	Iz=68.31 cm ⁴	Ix=3.53 cm ⁴
tf=0.7 cm	Wply=123.87 cm ³	Wplz=26.10 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 6953.49 daN	My,Ed = 822.85 daN*m	
Nc,Rd = 47214.56 daN	My,Ed,max = 822.85 daN*m	
Nb,Rd = 13369.61 daN	My,c,Rd = 2910.90 daN*m	Vz,Ed = -7.17 daN
	MN,y,Rd = 2910.90 daN*m	Vz,c,Rd = 13102.77 daN
	Mb,Rd = 1855.51 daN*m	

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

z = 0.00	Mcr = 2846.89 daN*m	Courbe,LT -	XLT = 0.62
Lcr,upp=2.91 m	Lam_LT = 1.01	fi,LT = 1.12	XLT,mod = 0.64

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 5.83 m	Lam_y = 0.94
Lcr,y = 5.83 m	Xy = 0.71
Lamy = 88.56	ky = 1.66



en z:

Lz = 2.91 m	Lam_z = 1.68
Lcr,z = 2.91 m	Xz = 0.28
Lamz = 157.95	kzy = 0.88

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.28 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:


$$\lambda_{b,y} = 88.56 < \lambda_{b,max} = 210.00 \quad \lambda_{b,z} = 157.95 < \lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABLE}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.44 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.94 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.91 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

DEPLACEMENTS LIMITES

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 15 sur 27



Flèches (REPERE LOCAL):

$u_z = 1.1 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 2.9 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 14 ELS /13/ $1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 10*1.00$

$u_{\text{inst},z} = 0.5 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/200.00 = 2.9 \text{ cm}$

Vérifié

Cas de charge décisif: 1*10



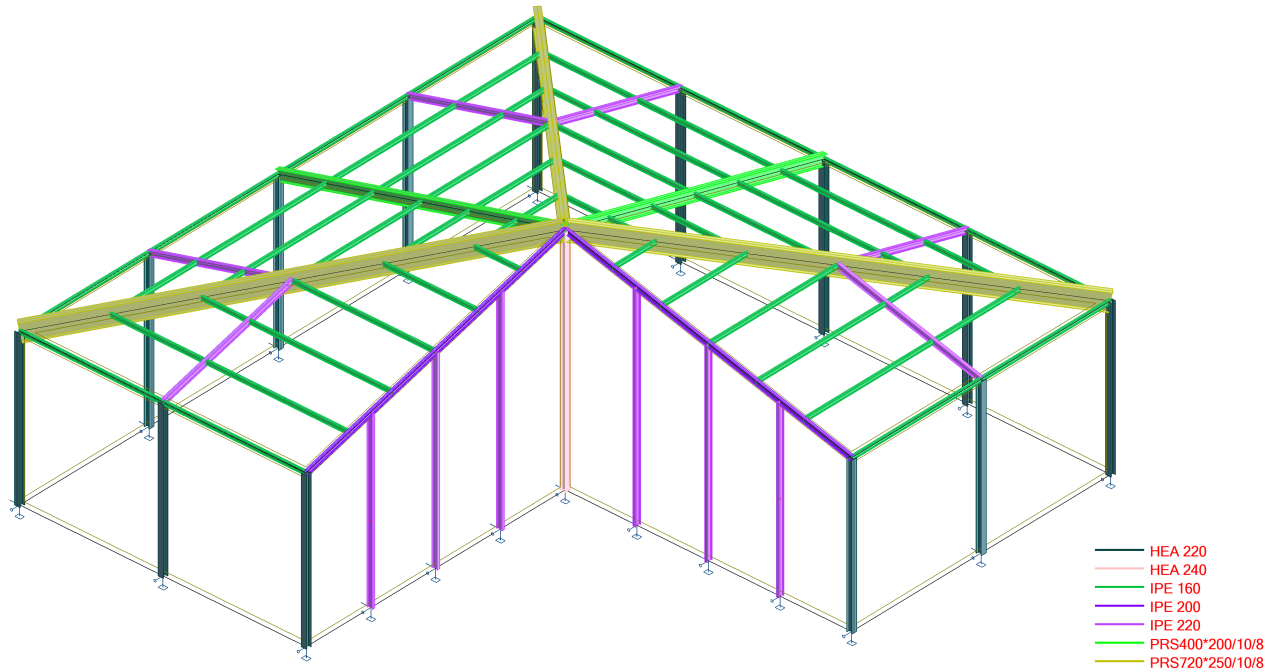
Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

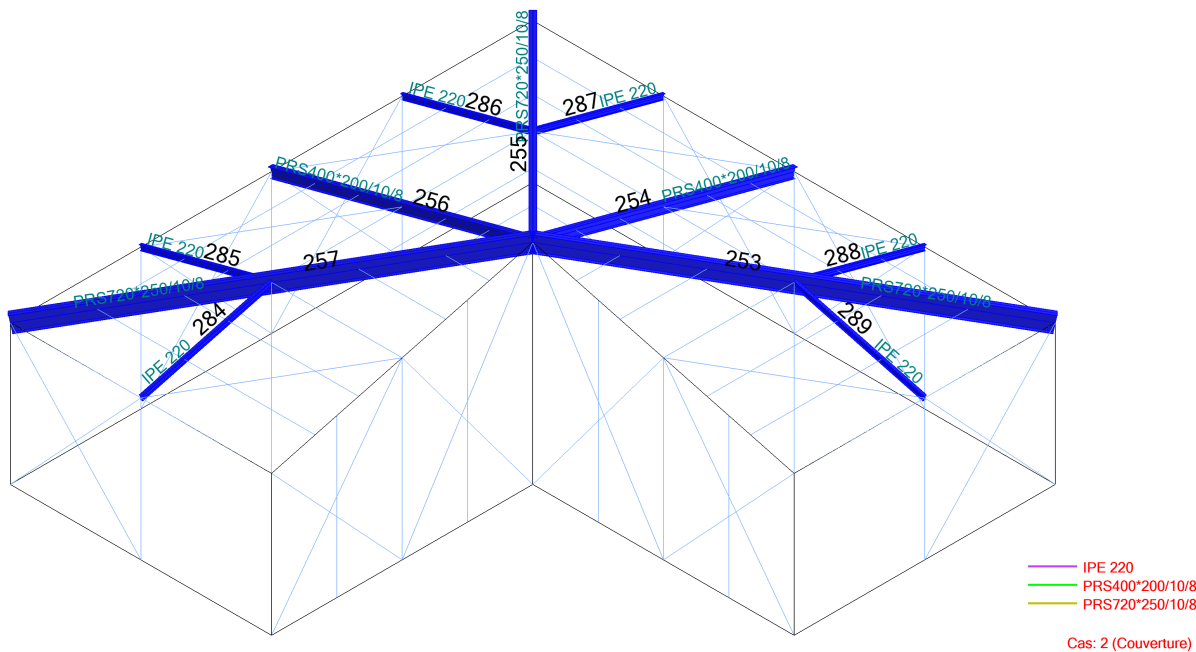
2.1.3 Vérification des arbalétriers-arêtières

2.1.3.1 Modélisation 3D

2.1.3.1.1 Modèle de calcul 3D



2.1.3.1.2 Repérage des barres



2.1.3.2 Mise en évidence des taux de travail de contrainte ELU et déplacement ELS

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(uz)	Cas (uz)
284 Arbalétrier 2	IPE 220	S 235	66.14	243.26	0.96	11 ELU /49/	0.28	14 ELS /13/
289 Arbalétrier 2	IPE 220	S 235	66.14	243.26	0.96	11 ELU /49/	0.28	14 ELS /13/
254 Arbalétrier_2	PRS400*200/	S 235	74.90	156.36	0.89	11 ELU /49/	0.44	14 ELS /13/
256 Arbalétrier_2	PRS400*200/	S 235	74.90	156.36	0.89	11 ELU /49/	0.44	14 ELS /13/
4 Arbalétrier_4	PRS400*200/	S 235	74.90	156.36	0.78	11 ELU /49/	0.39	14 ELS /13/
6 Arbalétrier_6	PRS400*200/	S 235	74.90	156.36	0.78	11 ELU /49/	0.39	14 ELS /13/
287 Arbalétrier 2	IPE 220	S 235	66.14	243.26	0.76	11 ELU /49/	0.28	14 ELS /13/
286 Arbalétrier 2	IPE 220	S 235	66.14	243.26	0.76	11 ELU /49/	0.28	14 ELS /13/
285 Arbalétrier 2	IPE 220	S 235	66.14	243.26	0.76	11 ELU /49/	0.28	14 ELS /13/
288 Arbalétrier 2	IPE 220	S 235	66.14	243.26	0.76	11 ELU /49/	0.28	14 ELS /13/
257 Arbalétrier_2	PRS720*250/	S 235	62.67	192.34	0.64	11 ELU /49/	0.12	14 ELS /13/
253 Arbalétrier_2	PRS720*250/	S 235	62.67	192.34	0.64	11 ELU /49/	0.12	14 ELS /13/
7 Arbalétrier_7	PRS720*250/	S 235	62.67	192.34	0.56	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
3 Arbalétrier_3	PRS720*250/	S 235	62.67	192.34	0.56	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
255 Arbalétrier_2	PRS720*250/	S 235	62.67	192.34	0.55	11 ELU /49/	0.11	14 ELS /13/
5 Arbalétrier_5	PRS720*250/	S 235	62.67	192.34	0.49	11 ELU /49/	0.10	14 ELS /13/

Notre étude révèle que l'ensemble ratios en contrainte ELU, des arbalétriers et arêtiers de la structure, sont tous inférieurs au ratio maximum en contrainte admissible ($0.96 < 1$). Quant au déplacement maximum admissibles, le ratio exprimé est de l'ordre de $0.44 < 1$.

Les arbalétriers et arêtiers répondent donc aux critères imposés par la norme sont donc aptes à supporter un complexe de couverture futur de 13 daN/m^2 + une solution panneau photovoltaïque de 15 daN/m^2 sans renforcement.

2.1.3.3 Mise en évidence des notes de calculs des barres avec les plus hauts taux de travail :

Ces notes regroupent le paramétrage complet des barres et sont un très bon outil de vérification.

2.1.3.3.1 Note de calcul de l'arbalétrier principale (barre n°254)

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 254 Arbalétrier_254

POINT: 7

COORDONNEE: $x = 0.50 L = 6.03 \text{ m}$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: $11 \text{ ELU /49/ } 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 10*1.50$

MATERIAU:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



PARAMETRES DE LA SECTION: PRS400*200/10/8

$h=41.6 \text{ cm}$

$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

$b=20.0 \text{ cm}$

$A_y=32.00 \text{ cm}^2$

$A_z=40.00 \text{ cm}^2$

$A_x=72.00 \text{ cm}^2$

$tw=1.0 \text{ cm}$

$I_y=18652.16 \text{ cm}^4$


$I_z=1070.00 \text{ cm}^4$

$I_x=19.78 \text{ cm}^4$

$tf=0.8 \text{ cm}$

$W_{ely}=896.74 \text{ cm}^3$

$W_{elz}=107.00 \text{ cm}^3$

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 18 sur 27

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = -7555.85 \text{ daN}$ $M_{y,Ed} = 10151.10 \text{ daN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed} = 171.39 \text{ daN}\cdot\text{m}$ $V_{y,Ed} = -155.20 \text{ daN}$
 $N_{t,Rd} = 169200.00 \text{ daN}$ $M_{y,el,Rd} = 21073.35 \text{ daN}\cdot\text{m}$ $M_{z,el,Rd} = 2514.50 \text{ daN}\cdot\text{m}$ $V_{y,c,Rd} = 43416.74 \text{ daN}$
 $M_{y,c,Rd} = 21073.35 \text{ daN}\cdot\text{m}$ $M_{z,c,Rd} = 2514.50 \text{ daN}\cdot\text{m}$ $V_{z,Ed} = 878.51 \text{ daN}$
 $M_{b,Rd} = 11447.02 \text{ daN}\cdot\text{m}$ $V_{z,c,Rd} = 54270.93 \text{ daN}$
 Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$z = 0.00$ $M_{cr} = 17976.78 \text{ daN}\cdot\text{m}$ Courbe,LT - $X_{LT} = 0.53$
 $L_{cr,upp} = 6.03 \text{ m}$ $Lam_{LT} = 1.08$ $f_{i,LT} = 1.25$ $X_{LT,mod} = 0.54$

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.59 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed}/f_y)^2 + 3(\tau_{y,Ed}/f_y)^2} = 0.53 < 1.00 \quad (6.2.1(5))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.89 < 1.00 \quad (6.3.2.1(1))$$

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$$u_z = 2.7 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 6.0 \text{ cm} \quad \text{Vérifié}$$

$$\text{Cas de charge décisif: } 14 \text{ ELS } /13/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 10*1.00$$

$$u_{inst,z} = 1.1 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/200.00 = 6.0 \text{ cm} \quad \text{Vérifié}$$

$$\text{Cas de charge décisif: } 1*10$$



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

2.1.3.3.2 Note de calcul de l'arbalétrier secondaire (barre n°284)

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 284 Arbalétrier 2_284

POINT: 6


COORDONNEE: $x = 0.94 L = 5.69 \text{ m}$

CHARGEMENTS:

$$\text{Cas de charge décisif: } 11 \text{ ELU } /49/ \quad 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 10*1.50$$

MATERIAU:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 19 sur 27



PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 220

$h=22.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=11.0$ cm	$Ay=22.89$ cm ²	$Az=15.88$ cm ²	$Ax=33.37$ cm ²
$tw=0.6$ cm	$Iy=2771.84$ cm ⁴	$Iz=204.89$ cm ⁴	$Ix=8.86$ cm ⁴
$tf=0.9$ cm	$Wply=285.43$ cm ³	$Wplz=58.11$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 3763.73$ daN	$M_{y,Ed} = 320.50$ daN*m	$M_{z,Ed} = -4.50$ daN*m	$V_{y,Ed} = -13.45$ daN
$N_{c,Rd} = 78420.68$ daN	$M_{y,Ed,max} = 1866.61$ daN*m		$M_{z,Ed,max} = 41.17$ daN*m
$N_{b,Rd} = 10258.18$ daN	$M_{y,c,Rd} = 6707.51$ daN*m	$M_{z,c,Rd} = 1365.63$ daN*m	$V_{y,c,Rd} = 31059.39$ daN
	$MN_{y,Rd} = 6707.51$ daN*m	$MN_{z,Rd} = 1365.63$ daN*m	$V_{z,c,Rd} = 21547.32$ daN
	$Mb,Rd = 2931.49$ daN*m		

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 3542.69$ daN*m	Courbe,LT -	$XLT = 0.43$
$L_{cr,upp}=6.03$ m	$Lam_{LT} = 1.38$	$fi,LT = 1.57$	$XLT,mod = 0.44$

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 6.03$ m	$Lam_y = 0.70$
$L_{cr,y} = 6.03$ m	$X_y = 0.85$
$Lam_y = 66.14$	$k_{yy} = 1.36$



en z:

$L_z = 6.03$ m	$Lam_z = 2.59$
$L_{cr,z} = 6.03$ m	$X_z = 0.13$
$Lam_z = 243.26$	$k_{yz} = 1.08$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.4.(1))
$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6.(1))
$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.04 < 1.00$ (6.2.6.(1))

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$\lambda_{b,y} = 66.14 < \lambda_{b,max} = 250.00$	$\lambda_{b,z} = 243.26 < \lambda_{b,max} = 250.00$	STABLE
$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.64 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))		
$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.96 < 1.00$ (6.3.3.(4))		
$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.82 < 1.00$ (6.3.3.(4))		

DEPLACEMENTS LIMITES




Flèches (REPERE LOCAL):

$u_z = 0.9$ cm	$u_{z,max} = L/200.00 = 3.0$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif:	14 ELS /13/ 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 10*1.00	
$u_{inst,z} = 0.4$ cm	$u_{inst,max,z} = L/200.00 = 3.0$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif:	1*8	



Déplacements (REPERE GLOBAL): Non analysé

Profil correct !!!

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 20 sur 27

2.1.3.3.1 Note de calcul de l'arêtier (barre n°257)

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 257 Arbalétrier_257

POINT: 7

COORDONNEE: $x = 0.83 L = 13.97 \text{ m}$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 11 ELU /49/ $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.35 + 10 \cdot 1.50$

MATERIAU:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

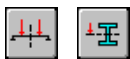


PARAMETRES DE LA SECTION: PRS720*250/10/8

$h=71.6 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=25.0 \text{ cm}$	$A_y=40.00 \text{ cm}^2$	$A_z=70.00 \text{ cm}^2$	$A_x=110.00 \text{ cm}^2$
$tw=1.0 \text{ cm}$	$I_y=78711.87 \text{ cm}^4$	$I_z=2089.17 \text{ cm}^4$	$I_x=31.48 \text{ cm}^4$
$tf=0.8 \text{ cm}$	$W_{ely}=2198.66 \text{ cm}^3$	$W_{elz}=167.13 \text{ cm}^3$	
	$W_{eff,y}=2167.61 \text{ cm}^3$	$W_{eff,z}=167.13 \text{ cm}^3$	$A_{eff}=108.87 \text{ cm}^2$

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 6095.16 \text{ daN}$	$M_{y,Ed} = 5366.44 \text{ daN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed} = -174.96 \text{ daN} \cdot \text{m}$	$V_{y,Ed} = 196.63 \text{ daN}$
$N_{c,Rd} = 258500.00 \text{ daN}$	$M_{y,Ed,max} = 7878.28 \text{ daN} \cdot \text{m}$		$M_{z,Ed,max} = -494.89 \text{ daN} \cdot \text{m}$
	$V_{y,c,Rd} = 54270.93 \text{ daN}$		
$N_{b,Rd} = 48609.87 \text{ daN}$	$M_{y,c,Rd} = 51668.40 \text{ daN} \cdot \text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 3927.63 \text{ daN} \cdot \text{m}$	$V_{z,Ed} = -$
956.79 daN			$V_{z,c,Rd} = 94974.12 \text{ daN}$
	$M_{b,Rd} = 20627.49 \text{ daN} \cdot \text{m}$		
			Classe de la section = 3



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 28388.96 \text{ daN} \cdot \text{m}$	Courbe,LT -	$X_{LT} = 0.40$
$L_{cr,upp}=8.38 \text{ m}$	$\lambda_{LT} = 1.34$	$f_{i,LT} = 1.61$	$X_{LT,mod} = 0.40$

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 16.76 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 0.66$
$L_{cr,y} = 16.76 \text{ m}$	$X_y = 0.80$
$\lambda_{m,y} = 62.67$	$k_{zy} = 1.02$



en z:

$L_z = 8.38 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 2.04$
$L_{cr,z} = 8.38 \text{ m}$	$X_z = 0.19$
$\lambda_{m,z} = 192.34$	$k_{zz} = 0.96$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.17 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{(\text{Sig}, x, Ed^2 + 3 \cdot \text{Tau}, y, Ed^2) / (f_y / gM0)} = 0.13 < 1.00 \quad (6.2.1(5))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6(1))$$

Contrôle de la stabilité globale de la barre:


$$\lambda_{m,y} = 62.67 < \lambda_{m,max} = 250.00 \quad \lambda_{m,z} = 192.34 < \lambda_{m,max} = 250.00 \quad \text{STABLE}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.38 < 1.00 \quad (6.3.2.1(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.58 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.64 < 1.00 \quad (6.3.3(4))$$

DEPLACEMENTS LIMITES

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 21 sur 27



Flèches (REPERE LOCAL):

$$u_z = 1.0 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 8.4 \text{ cm}$$

Vérifié

$$\text{Cas de charge décisif: } 14 \text{ ELS } /13/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 10*1.00$$

$$u_{\text{inst},z} = 0.4 \text{ cm} < u_{\text{inst,max},z} = L/200.00 = 8.4 \text{ cm}$$

Vérifié

$$\text{Cas de charge décisif: } 1*10$$



Déplacements (REPERE GLOBAL): *Non analysé*

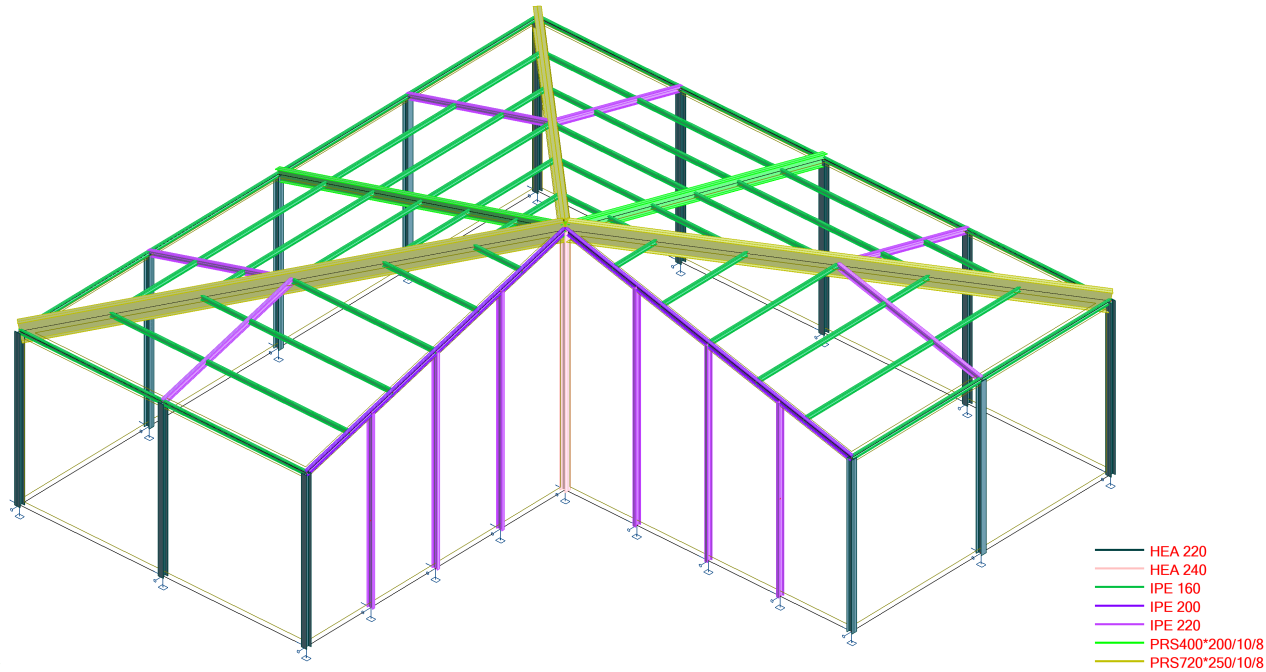
Profil correct !!!

Conformément au point 5.5.2.(9), la section de la barre a été classifiée comme section de classe 3, bien que conformément au tableau 5.2, elle satisfasse les conditions de la classe 4. Le contrôle de la stabilité sera effectuée conformément au point 5.5.2.(10) comme pour les barres de classe 4.

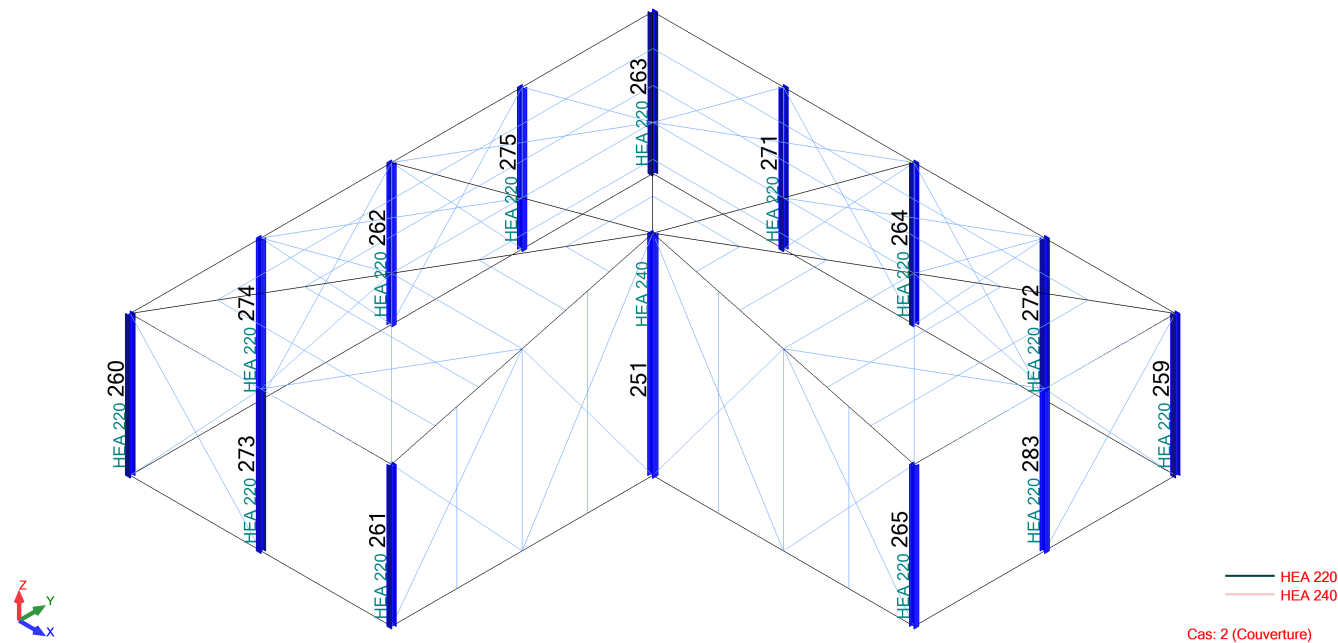
2.1.4 Vérification des poteaux

2.1.4.1 Modélisation 3D

2.1.4.1.1 Modèle de calcul 3D



2.1.4.1.2 Repérage des barres



70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	IPH INGÉNIERIE
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 23 sur 27

2.1.4.2 Mise en évidence des taux de travail de contrainte ELU

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(uz)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)
251 Poteau centr	HEA 240	S 235	93.02	77.88	0.20	11 ELU /52/	0.03	14 ELS /5/	0.02	14 ELS /16/	0.02	14 ELS /15/
263 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.16	11 ELU /17/	0.05	14 ELS /12/	0.03	14 ELS /16/	0.03	14 ELS /15/
260 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.16	11 ELU /17/	0.05	14 ELS /7/	0.02	14 ELS /5/	0.01	14 ELS /17/
13 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.15	11 ELU /17/	0.05	14 ELS /12/	0.03	14 ELS /16/	0.03	14 ELS /15/
259 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.15	11 ELU /21/	0.05	14 ELS /11/	0.01	14 ELS /14/	0.02	14 ELS /11/
10 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.15	11 ELU /17/	0.05	14 ELS /7/	0.01	14 ELS /5/	0.01	14 ELS /17/
9 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.15	11 ELU /21/	0.05	14 ELS /11/	0.01	14 ELS /14/	0.01	14 ELS /11/
273 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.14	11 ELU /19/	0.10	14 ELS /8/	0.02	14 ELS /14/	0.03	14 ELS /17/
283 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.14	11 ELU /21/	0.10	14 ELS /10/	0.03	14 ELS /14/	0.03	14 ELS /17/
262 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /17/	0.10	14 ELS /6/	0.04	14 ELS /16/	0.01	14 ELS /7/
23 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /19/	0.10	14 ELS /8/	0.02	14 ELS /14/	0.03	14 ELS /17/
264 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /23/	0.10	14 ELS /11/	0.01	14 ELS /9/	0.04	14 ELS /15/
33 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /21/	0.10	14 ELS /9/	0.03	14 ELS /14/	0.02	14 ELS /17/
12 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /17/	0.10	14 ELS /5/	0.04	14 ELS /16/	0.01	14 ELS /7/
275 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /17/	0.10	14 ELS /5/	0.06	14 ELS /16/	0.02	14 ELS /15/
271 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /23/	0.10	14 ELS /11/	0.02	14 ELS /16/	0.06	14 ELS /15/
14 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /23/	0.10	14 ELS /11/	0.01	14 ELS /9/	0.04	14 ELS /15/
274 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /17/	0.10	14 ELS /5/	0.04	14 ELS /16/	0.01	14 ELS /8/
272 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /23/	0.10	14 ELS /11/	0.01	14 ELS /10/	0.04	14 ELS /15/
25 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /17/	0.10	14 ELS /6/	0.05	14 ELS /16/	0.01	14 ELS /15/
21 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /23/	0.10	14 ELS /11/	0.01	14 ELS /16/	0.05	14 ELS /15/
24 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.13	11 ELU /17/	0.10	14 ELS /5/	0.03	14 ELS /16/	0.01	14 ELS /8/
22 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.12	11 ELU /23/	0.10	14 ELS /11/	0.01	14 ELS /10/	0.03	14 ELS /15/
265 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.10	11 ELU /19/	0.05	14 ELS /9/	0.01	14 ELS /9/	0.03	14 ELS /17/
15 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.09	11 ELU /19/	0.05	14 ELS /9/	0.01	14 ELS /9/	0.03	14 ELS /17/
261 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.09	11 ELU /21/	0.05	14 ELS /8/	0.03	14 ELS /14/	0.01	14 ELS /7/
11 Poteau façade	HEA 220	S 235	68.16	56.70	0.09	11 ELU /21/	0.05	14 ELS /7/	0.03	14 ELS /14/	0.01	14 ELS /7/

Notre étude révèle que l'ensemble ratios en contrainte ELU, des poteaux de la structure, sont tous inférieurs au ratio maximum en contrainte admissible ($0.20 < 1$).

Les poteaux répondent donc aux critères imposés par la norme sont donc aptes à supporter un complexe de couverture futur de 13 daN/m^2 + une solution panneau photovoltaïque de 15 daN/m^2 sans renforcement.

2.1.4.3 Mise en évidence des notes de calculs des barres avec les plus hauts taux de travail :

Ces notes regroupent le paramétrage complet des barres et sont un très bon outil de vérification.

2.1.4.3.1 Note de calcul du poteau central (barre n°251)

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 251 Poteau central_251

POINT: 2


COORDONNEE: $x = 0.17 L = 1.56 \text{ m}$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: $11 \text{ ELU } /52/ \quad 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 8*0.90 + 10*1.50$

MATERIAU:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 24 sur 27



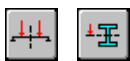
PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 240

$h=23.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=24.0$ cm	$Ay=64.54$ cm ²	$Az=25.18$ cm ²	$Ax=76.84$ cm ²
$tw=0.8$ cm	$Iy=7763.18$ cm ⁴	$Iz=2768.81$ cm ⁴	$Ix=38.20$ cm ⁴
$tf=1.2$ cm	$Wply=744.68$ cm ³	$Wplz=351.70$ cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

$N_{Ed} = 18463.54$ daN	$M_{y,Ed} = -111.57$ daN*m	$M_{z,Ed} = 82.48$ daN*m	$V_{y,Ed} = -42.33$ daN
$N_{c,Rd} = 180563.66$ daN	$M_{y,Ed,max} = -206.07$ daN*m		$M_{z,Ed,max} = 148.33$ daN*m
87560.17 daN			$V_{y,c,Rd} =$
$N_{b,Rd} = 108893.16$ daN	$M_{y,c,Rd} = 17500.07$ daN*m		$M_{z,c,Rd} = 8264.93$ daN*m
			$V_{z,Ed} = -60.07$ daN
	$M_{N,y,Rd} = 17500.07$ daN*m		$M_{N,z,Rd} = 8264.93$ daN*m
			$V_{z,c,Rd} =$
34157.58 daN	$M_{b,Rd} = 15634.31$ daN*m		

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 45490.38$ daN*m	Courbe,LT -	$XLT = 0.87$
$L_{cr,low} = 4.68$ m	$Lam_{LT} = 0.62$	$fi,LT = 0.74$	$XLT,mod = 0.89$

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

$L_y = 9.35$ m	$Lam_y = 0.99$
$L_{cr,y} = 9.35$ m	$X_y = 0.60$
$Lam_y = 93.02$	$k_{yy} = 1.14$



en z:

$L_z = 4.68$ m	$Lam_z = 0.83$
$L_{cr,z} = 4.68$ m	$X_z = 0.64$
$Lam_z = 77.88$	$k_{yz} = 0.92$

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.10 < 1.00$ (6.2.4.(1))
$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6.(1))
$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6.(1))

Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$\lambda_{y,Ed} = 93.02 < \lambda_{y,max} = 250.00$	$\lambda_{z,Ed} = 77.88 < \lambda_{z,max} = 250.00$	STABLE
$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))		
$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.20 < 1.00$ (6.3.3.(4))		
$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.19 < 1.00$ (6.3.3.(4))		

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):


$u_z = 0.1$ cm	$u_z \max = L/200.00 = 4.7$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif:	14 ELS /5/ 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 6*1.00 + 10*0.50	



Déplacements (REPERE GLOBAL):

$v_x = 0.1$ cm	$v_x \max = L/150.00 = 6.2$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif:	14 ELS /16/ 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*0.60 + 10*1.00	
$v_y = 0.1$ cm	$v_y \max = L/150.00 = 6.2$ cm	Vérifié
Cas de charge décisif:	14 ELS /15/ 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 7*0.60 + 10*1.00	

Profil correct !!!

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 25 sur 27

2.1.4.3.2 Note de calcul du poteau de façade (barre n°271)

CALCUL DES STRUCTURES ACIER

NORME: NF EN 1993-1-1:2005/NA:2013/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYPE D'ANALYSE: Vérification des pièces

FAMILLE:

PIECE: 271 Poteau façade_271 **POINT:** 6

COORDONNEE: x = 0.83 L = 5.21 m

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 11 ELU /23/ 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 9*1.50 + 10*0.75

MATERIAU:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 220

h=21.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=22.0 cm	Ay=53.70 cm ²	Az=20.67 cm ²	Ax=64.34 cm ²
tw=0.7 cm	Iy=5409.70 cm ⁴	Iz=1954.56 cm ⁴	Ix=27.10 cm ⁴
tf=1.1 cm	Wply=568.50 cm ³	Wplz=270.60 cm ³	

EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

N,Ed = 2443.92 daN	My,Ed = -714.40 daN*m	Mz,Ed = -1.45 daN*m	Vy,Ed = -1.11 daN	
Nc,Rd = 151201.82 daN	My,Ed,max = -1336.34 daN*m		Mz,Ed,max = -2.60 daN*m	Vy,c,Rd =
72860.35 daN				
Nb,Rd = 116265.86 daN	My,c,Rd = 13359.70 daN*m		Mz,c,Rd = 6359.08 daN*m	Vz,Ed = 570.51
daN				
	MN,y,Rd = 13359.70 daN*m		MN,z,Rd = 6359.08 daN*m	Vz,c,Rd =
28046.13 daN				
	Mb,Rd = 12683.02 daN*m			

Classe de la section = 1



PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

z = 0.00	Mcr = 57594.57 daN*m	Courbe,LT -	XLT = 0.93
Lcr,low=3.13 m	Lam_LT = 0.48	fi,LT = 0.65	XLT,mod = 0.95

PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 6.25 m	Lam_y = 0.73
Lcr,y = 6.25 m	Xy = 0.77
Lamy = 68.16	ky = 1.02



en z:

Lz = 3.13 m	Lam_z = 0.60
Lcr,z = 3.13 m	Xz = 0.78
Lamz = 56.70	kyz = 0.73

FORMULES DE VERIFICATION:

Contrôle de la résistance de la section:

N,Ed/Nc,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.4.(1))
My,Ed/MN,y,Rd = 0.05 < 1.00 (6.2.9.1.(2))
Mz,Ed/MN,z,Rd = 0.00 < 1.00 (6.2.9.1.(2))
(My,Ed/MN,y,Rd)^2.00 + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^1.00 = 0.00 < 1.00 (6.2.9.1.(6))
Vy,Ed/Vy,c,Rd = 0.00 < 1.00 (6.2.6.(1))
Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.6.(1))


Contrôle de la stabilité globale de la barre:

Lambda,y = 68.16 < Lambda,max = 250.00 Lambda,z = 56.70 < Lambda,max = 250.00 STABLE

My,Ed,max/Mb,Rd = 0.11 < 1.00 (6.3.2.1.(1))

N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) + kyz*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.13 < 1.00 (6.3.3.(4))

N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,max/(XLT*My,Rk/gM1) + kzz*Mz,Ed,max/(Mz,Rk/gM1) = 0.08 < 1.00 (6.3.3.(4))

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 26 sur 27

DEPLACEMENTS LIMITES



Flèches (REPERE LOCAL):

$$uz = 0.3 \text{ cm} < uz \text{ max} = L/200.00 = 3.1 \text{ cm}$$

Vérifié

$$\text{Cas de charge décisif: } 14 \text{ ELS } /11/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 9*1.00 + 10*0.50$$



Déplacements (REPERE GLOBAL):

$$vx = 0.1 \text{ cm} < vx \text{ max} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$$

Vérifié


$$\text{Cas de charge décisif: } 14 \text{ ELS } /16/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 8*0.60 + 10*1.00$$

$$vy = 0.2 \text{ cm} < vy \text{ max} = L/150.00 = 4.2 \text{ cm}$$

Vérifié

$$\text{Cas de charge décisif: } 14 \text{ ELS } /15/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 7*0.60 + 10*1.00$$

Profil correct !!!

70716	Diagnostic	DIAGNOSTIC STRUCTURE DE LA CHARPENTE	
08/02/2024	A	AUDIT STRUCTUREL DE LA CHARPENTE DIRNO CEI DE GONFREVILLE (76))	Page 27 sur 27

2.1.5 Conclusion de l'étude structurelle de l'état futur

Notre analyse structurelle est établie avec un poids total de complexe de couverture de 28 daN/m² correspondant au complexe futur de couverture (panneau sandwich + panneau photovoltaïque)

Sous ce complexe de couverture, il apparaît que :

- L'ensemble des pannes de l'ensemble des bâtiments, présentent des taux de travail en contrainte de calculs et flèches de calculs, proche de leurs valeurs limite. Nous avons noté un taux de travail en contrainte ELU de $0.94 < 1$ (Ratio limite autorisé).
- Quant aux arbalétriers et arêtiers ceux-ci présentent des taux de travail en contrainte de calculs et flèches de calculs, proche de leurs valeurs limite. Nous avons noté un taux de travail en contrainte ELU de $0.96 < 1$ (Ratio limite autorisé) pour les arbalétriers, $0.64 < 1$ (Ratio limite autorisé) pour les arêtiers.
- Quant aux poteaux ceux-ci présentent des taux de travail en contrainte de calculs inférieurs aux taux admissibles. Nous avons noté un taux de travail en contrainte ELU de $0.20 < 1$ (Ratio limite autorisé) pour les poteaux de façade et central

La charpente existante est donc capable de supporter un complexe de couverture futur de 28 daN/m² sans aucun renforcement.