

EHPAD PRE DE MILLET

Chemin de la Geysse
81300 GRAULHET

MAITRE D'OUVRAGE

Centre Hospitalier Graulhet

19, RUE DU DOCTEUR BASTIE, BP49
81301 GRAULHET CEDEX
TEL: 05.63.42.30.00

ARCHITECTE

BET FERRER

128, AVENUE DU MARQUISAT
31170 TOURNEFEUILLE
TEL: 05.34.51.48.48

BUREAU DE CONTROLE

APAVE

20 RUE GUSTAVE EIFFEL - ZA ALBITECH
81000 ALBI

TEL: 05.63.54.10.26

BUREAU D'ETUDE



TECHNOLOGIES
Certifié ISO 9001

3J TECHNOLOGIES

8 BOULEVARD MARCEL PAUL
ZI PAHIN-CONCERTO BP 60003
31170 - TOURNEFEUILLE

TEL: 05.34.50.21.93
3jt@3jtechnologies.fr

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

NOTE DE CALCUL ZONE UNITE DE VIE - RENFORTS FERMES COUPLÉES

Indice:	Date:	Modifications:	Pilote de projet:	Etabli par:
0	10/10/23	EMISSION ORIGINALE	A.MARATUECH	Q.C

N° de l'Affaire	Phase	Date	Ech	N° de Plan	Indice
6234	DCE	10/10/23	/	NC02	0

Table des matières

Table des illustrations.....	1
I. Objet de la note.....	2
II. Documents de référence.....	2
III. Hypothèses matériaux.....	2
IV. Hypothèses charges.....	3
V. Descente de charges sur fermettes.....	3
a) Charges courantes (bande de charge 60cm).....	3
b) Reprise des fermes.....	3
c) Reprise de l'habillage.....	4
d) Plaque de placoplâtre.....	4
VI. Repérage nœuds + barres du modèle.....	4
VII. Résultats modélisation (rdm6).....	5
a) Modélisation.....	5
b) Résultats combinaison 1.....	10
c) Résultats combinaison 2.....	13
d) Résultats combinaison 3.....	16
VIII. Vérifications des éléments.....	19
a) Entrait – barre 02.....	19
b) Fiche – barre 22.....	19
c) Poinçon – barre 23.....	19
d) Arbalétrier – barre 09.....	20
IX. Dimensionnement des renforts.....	22
a) Entraits.....	22
i) Plat métal.....	22
ii) Connecteur appuis.....	23
X. Conclusion.....	24

Table des illustrations

Figure 1 - Repérage fermes considérées	2
Figure 2 - Repérage surcharge due à l'habillage	4
Figure 3 - Fixation fermes courantes sur entrails	22
Figure 4 - Coupe Archi sur Charpente	22
Figure 5 - Schéma de principe renfort plat métal	23

I. Objet de la note

Cette note de calcul a pour but de déterminer la stabilité de la charpente existante de l'EHPAD Pré de Millet suite à l'observation de désordres structuraux de celle-ci. Les fermes qui sont considérées ici sont celles couplées qui supportent d'autres fermes.

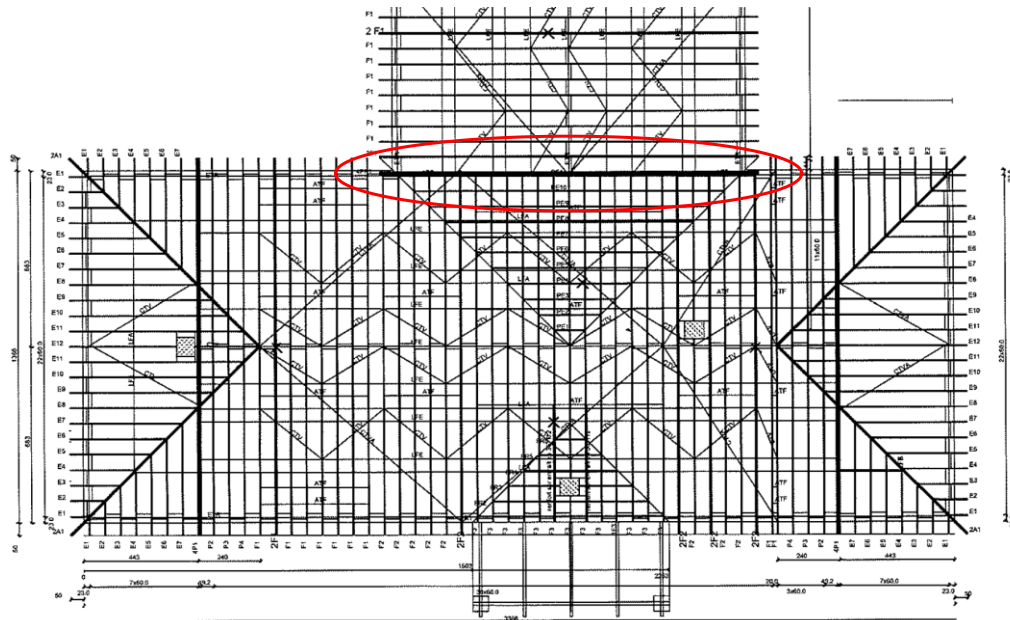


Figure 1 - Repérage fermes considérées

II. Documents de référence

NF EN 1990 Eurocode 0 (Bases de calcul des structures)
NF EN 1991 Eurocode 1 (Actions sur les structures)
NF EN 1991 Eurocode 3 (Structures en métal)
NF EN 1992 Eurocode 5 (Structures en bois)
+ Annexes nationales + Amendements associés
NF EN 12369-1 :2001 (OSB)

III. Hypothèses matériaux

Bois massifs :

- Résineux
- Classement C24
- $\rho = 450 \text{ daN/m}^3$
- Classe de service 2 (humidité comprise entre 12% et 20%)

Métal (pour les renforts) :

Platines + profilés	Boulons ordinaires
- Acier S235	- Classe 4*6
- $f_y = 235$ MPa	- $f_y = 240$ MPa
- $f_u = 360$ MPa	- $f_u = 400$ MPa

IV. Hypothèses charges

Poids propre : inclus dans la modélisation

Couverture : 50 daN/m²

Complexe de faux plafond : 30 daN/m²

- Plaque placo BA18 : 16daN/m²
- Plaques démontables 60x60 : 2 daN/m²
- Isolation : 6daN/m²
- Réseaux : 2 daN/m²
- Soit un total de 26 daN/m² approximé à 30daN/m²

Surcharge réseaux sur partie centrale (sur 2m) : 8 daN/m²

Neige : voir *NDC01 – VERIFICATION CHARPENTE EXISTANTE*

Vent : non considéré ici, car les principales charges sont dues aux fermes courantes perpendiculaires.

Du fait de la disposition de la toiture (voir Figure 2 - Repérage surcharge due à l'habillage), le vent n'aura que très peu d'action en appui sur ces fermettes couplées.

V. Descente de charges sur fermettes

D'après les plans DOE de Coustaty que nous avons reçu, il semble que sur la zone en question il y a 4 fermettes type PF1 couplées ensemble. Le choix pris est de calculer une ferme correspondant aux 4 couplées (épaisseur x4 donc) avec comme chargement la totalité des charges. Ces dernières peuvent être divisées en trois catégories qui faciliteront leur description :

a) Charges courantes (bande de charge 60cm)

Charges appliquées sur les arbalétriers :

- $G = 36$ daN/m (prise en compte par anticipation de renforts sur arbalétriers environ 10 daN/m²)
- $S = 21.6$ daN/m
- $S_{acc} = 48$ daN/m

Charges appliquées sur les entrails :

- $G = 30$ daN/m (prise en compte par anticipation de renforts sur entrails environ 20 daN/m²)

b) Reprise des fermes

Ces quatre fermes couplées servent d'appuis aux fermes qui leur sont perpendiculaire et reprennent donc leur charge :

- $G = 400$ daN (tous les 60cm)
- $S = 166.3$ daN (tous les 60cm)
- $S_{acc} = 369.5$ daN (tous les 60cm)

A ceci il faut ajouter le poids dû aux renforts structurels des fermes courantes (arbalétriers) :

- $G = 42.4$ daN (tous les 60cm)

Pour simplifier la saisie nous partons sur une charge linéaire :

- $G = 737.3 \text{ daN/m}$
- $S = 277.2 \text{ daN/m}$
- $S_{acc} = 615.8 \text{ daN/m}$

c) Reprise de l'habillage

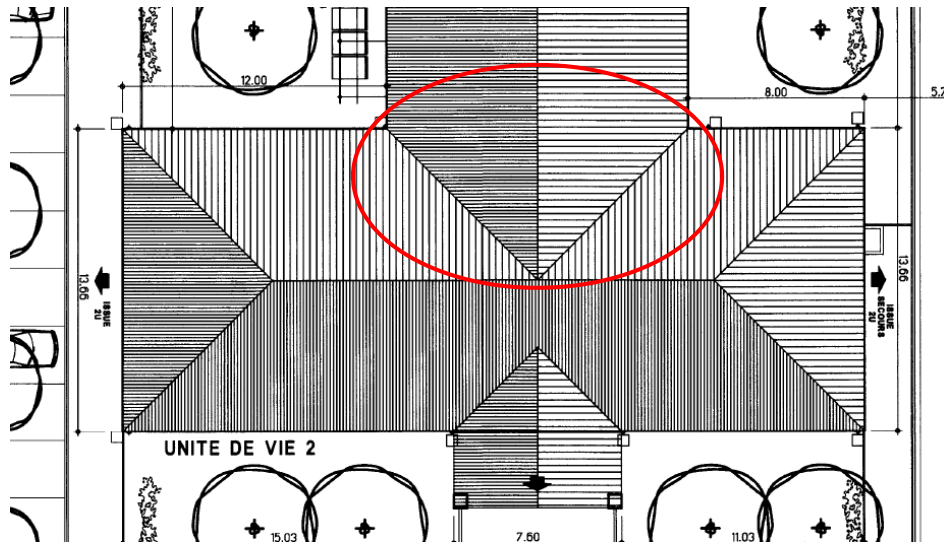


Figure 2 - Repérage surcharge due à l'habillage

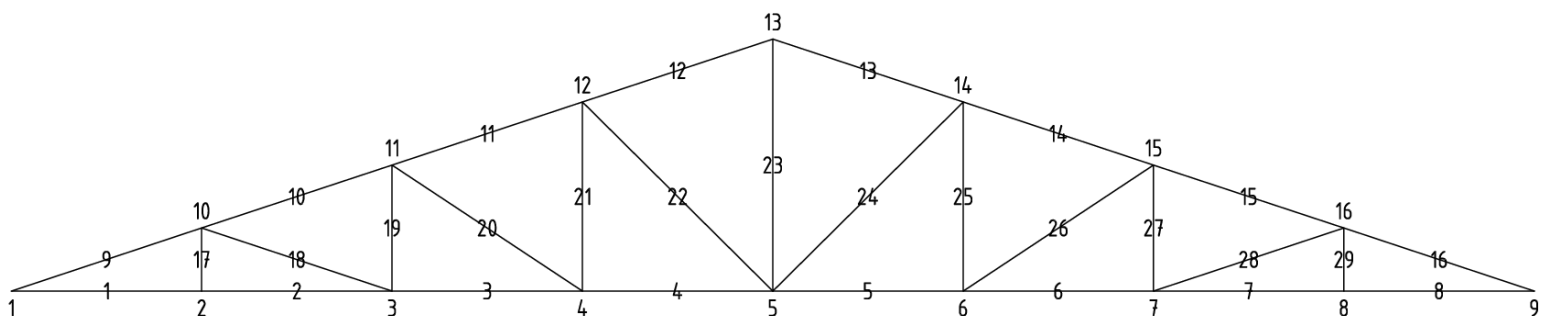
Comme repéré ci-dessus, la charpente reçoit de la structure supplémentaire pour créer cette forme. Nous considérons que c'est une surcharge sur les fermettes courantes qui est donc transmise aux entrails de nos fermes couplées. La surcharge est due uniquement au poids propre de cet ouvrage :

- Poids propre estimé : 22 daN/m^2
- Forme de chargement sur fermettes couplées supposée : triangulaire (nul aux extrémités, maximum au centre)
- Poids maximal au centre : 61.5 daN/m

d) Plaque de placoplâtre

Lors de notre visite sur site le 05/01/2023, nous avons observé que ces fermes supportent d'un côté une plaque de placo BA18, soit 16 daN/m^2 . Ces charges seront appliquées sous formes ponctuelles aux nœuds des entrails.

VI. Repérage nœuds + barres du modèle



VII. Résultats modélisation (rdm6)

a) Modélisation

```
+-----+
| RDM 6 - Ossatures |
+-----+
```

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : 4pf1
Date : 19 janvier 2023

```
+-----+
| Données du problème |
+-----+
```

16 Noeuds
29 Poutres(s)
1 Matériau(x)
3 Section(s) droite(s)
2 Liaison(s) nodale(s)
3 Cas de charge(s)
3 Combinaison(s) de cas de charges
1 Mode(s) propre(s) demandé(s)

```
+-----+
| Noeud(s) [ m ] |
+-----+
```

Noeud	x	y	Noeud	x	y
1	0.000	0.000	2	1.677	0.000
3	3.355	0.000	4	5.032	0.000
5	6.710	0.000	6	8.387	0.000
7	10.065	0.000	8	11.742	0.000
9	13.420	0.000	10	1.677	0.554
11	3.355	1.107	12	5.032	1.661
13	6.710	2.214	14	8.387	1.661
15	10.065	1.107	16	11.742	0.554

```
+-----+
| Poutres(s) [ m , rad ] |
+-----+
```

Poutre	Ori -> Ext	Orient	Sect	Mat	Long	Type
1	1 2	0.0000	12	11	1.677	Rotule - Rotule
2	2 3	0.0000	12	11	1.677	Rotule - Rotule
3	3 4	0.0000	12	11	1.677	Rotule - Rotule
4	4 5	0.0000	12	11	1.678	Rotule - Rotule
5	5 6	0.0000	12	11	1.677	Rotule - Rotule
6	6 7	0.0000	12	11	1.678	Rotule - Rotule
7	7 8	0.0000	12	11	1.678	Rotule - Rotule
8	8 9	0.0000	12	11	1.678	Rotule - Rotule

9	1	10	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
10	10	11	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
11	11	12	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
12	12	13	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
13	13	14	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
14	14	15	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
15	15	16	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
16	16	9	0.0000	11	11	1.766	Rotule - Rotule
17	2	10	0.0000	13	11	0.554	Rotule - Rotule
18	10	3	0.0000	13	11	1.766	Rotule - Rotule
19	3	11	0.0000	13	11	1.107	Rotule - Rotule
20	11	4	0.0000	13	11	2.010	Rotule - Rotule
21	4	12	0.0000	13	11	1.661	Rotule - Rotule
22	12	5	0.0000	13	11	2.361	Rotule - Rotule
23	5	13	0.0000	13	11	2.214	Rotule - Rotule
24	5	14	0.0000	13	11	2.361	Rotule - Rotule
25	6	14	0.0000	13	11	1.661	Rotule - Rotule
26	6	15	0.0000	13	11	2.010	Rotule - Rotule
27	7	15	0.0000	13	11	1.107	Rotule - Rotule
28	7	16	0.0000	13	11	1.766	Rotule - Rotule
29	8	16	0.0000	13	11	0.554	Rotule - Rotule

Poids de la structure = 569.343 daN (g = 10.00 m/s2)

Centre de gravité = 6.710 0.715 0.000 m

```

+-----+
| Section(s) droite(s) |
+-----+

```

Le cisaillement transversal est négligé

Section droite 11 :

```

Section paramétrée [ 5 ]
Rectangle plein
Dimension suivant Y = 215.00 mm
Dimension suivant Z = 185.00 mm
Aire = 397.750 cm2
Moments quadratiques : IY = 11344.161 cm4 - IZ = 15321.661 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 22009.178 cm4
Constante de gauchissement Iw = 17817.348 cm6
Coefficients d'aire cisailée : ky = 0.83 kz = 0.83

```

Section droite 12 :

```

Section paramétrée [ 5 ]
Rectangle plein
Dimension suivant Y = 110.00 mm
Dimension suivant Z = 185.00 mm
Aire = 203.500 cm2
Moments quadratiques : IY = 5803.990 cm4 - IZ = 2051.958 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 5163.101 cm4
Constante de gauchissement Iw = 13979.754 cm6
Coefficients d'aire cisailée : ky = 0.83 kz = 0.83

```

Section droite 13 :

Section paramétrée [5]
 Rectangle plein
 Dimension suivant Y = 110.00 mm
 Dimension suivant Z = 185.00 mm
 Aire = 203.500 cm²
 Moments quadratiques : IY = 5803.990 cm⁴ - IZ = 2051.958 cm⁴
 Constante de torsion de Saint Venant J = 5163.101 cm⁴
 Constante de gauchissement Iw = 13979.754 cm⁶
 Coefficients d'aire cisailée : ky = 0.83 kz = 0.83

```

+-----+
| Matériau(x) |
+-----+
  
```

Matériau 11 : Bois C24

Module de Young = 11000 MPa
 Coefficient de Poisson = 0.20
 Module de cisaillement = 4583 MPa
 Masse volumique = 450 kg/m³
 Coefficient de dilatation = 4.50E-05 1/K

```

+-----+
| Liaison(s) nodale(s) |
+-----+
  
```

Noeud 1 : dx = dy = 0
 Noeud 9 : dy = 0

```

+-----+
| Cas de charge(s) 1 |
+-----+
  
```

PERMANENTES

Le poids propre est pris en compte (g = 10.00 m/s²)

7 Charge(s) nodale(s) [daN , daN.m]

Noeud 2 : Fx = 0.00 Fy = -15.00
 Noeud 3 : Fx = 0.00 Fy = -30.00
 Noeud 4 : Fx = 0.00 Fy = -45.00
 Noeud 5 : Fx = 0.00 Fy = -69.60
 Noeud 6 : Fx = 0.00 Fy = -45.00
 Noeud 7 : Fx = 0.00 Fy = -30.00
 Noeud 8 : Fx = 0.00 Fy = -15.00

8 Charge(s) uniformément répartie(s) [daN/m]

Poutre 1 : px = 0.0 py = -763.3
 Poutre 2 : px = 0.0 py = -763.3
 Poutre 3 : px = 0.0 py = -763.3
 Poutre 4 : px = 0.0 py = -763.3
 Poutre 5 : px = 0.0 py = -763.3
 Poutre 6 : px = 0.0 py = -763.3

Poutre 7 : px = 0.0 py = -763.3
Poutre 8 : px = 0.0 py = -763.3

8 Charge(s) verticale(s) uniformément répartie(s) [daN/m]

Poutre 9 : py = -36.0 par unité de longueur projetée
Poutre 10 : py = -36.0 par unité de longueur projetée
Poutre 11 : py = -36.0 par unité de longueur projetée
Poutre 12 : py = -36.0 par unité de longueur projetée
Poutre 13 : py = -36.0 par unité de longueur projetée
Poutre 14 : py = -36.0 par unité de longueur projetée
Poutre 15 : py = -36.0 par unité de longueur projetée
Poutre 16 : py = -36.0 par unité de longueur projetée

8 Charge(s) répartie(s) linéairement [daN/m]

Poutre 1 : pxo = 0.0 pyo = 0.0
pxe = 0.0 pye = -15.5
Poutre 2 : pxo = 0.0 pyo = -15.5
pxe = 0.0 pye = -31.0
Poutre 3 : pxo = 0.0 pyo = -31.0
pxe = 0.0 pye = -46.0
Poutre 4 : pxo = 0.0 pyo = -46.0
pxe = 0.0 pye = -61.5
Poutre 5 : pxo = 0.0 pyo = -61.5
pxe = 0.0 pye = -46.0
Poutre 6 : pxo = 0.0 pyo = -46.0
pxe = 0.0 pye = -31.0
Poutre 7 : pxo = 0.0 pyo = -31.0
pxe = 0.0 pye = -15.5
Poutre 8 : pxo = 0.0 pyo = -15.5
pxe = 0.0 pye = 0.0

+-----+
| Cas de charge(s) 2 |
+-----+

NEIGE UNIFORME

8 Charge(s) uniformément répartie(s) [daN/m]

Poutre 1 : px = 0.0 py = -277.2
Poutre 2 : px = 0.0 py = -277.2
Poutre 3 : px = 0.0 py = -277.2
Poutre 4 : px = 0.0 py = -277.2
Poutre 5 : px = 0.0 py = -277.2
Poutre 6 : px = 0.0 py = -277.2
Poutre 7 : px = 0.0 py = -277.2
Poutre 8 : px = 0.0 py = -277.2

8 Charge(s) verticale(s) uniformément répartie(s) [daN/m]

Poutre 9 : py = -21.6 par unité de longueur projetée
Poutre 10 : py = -21.6 par unité de longueur projetée
Poutre 11 : py = -21.6 par unité de longueur projetée
Poutre 12 : py = -21.6 par unité de longueur projetée
Poutre 13 : py = -21.6 par unité de longueur projetée

Poutre 14 : py = -21.6 par unité de longueur projetée
Poutre 15 : py = -21.6 par unité de longueur projetée
Poutre 16 : py = -21.6 par unité de longueur projetée

```
+-----+
| Cas de charge(s) 3 |
+-----+
```

NEIGE ACCIDENTELLE UNIFORME

8 Charge(s) uniformément répartie(s) [daN/m]

Poutre 1 : px = 0.0 py = -615.8
Poutre 2 : px = 0.0 py = -615.8
Poutre 3 : px = 0.0 py = -615.8
Poutre 4 : px = 0.0 py = -615.8
Poutre 5 : px = 0.0 py = -615.8
Poutre 6 : px = 0.0 py = -615.8
Poutre 7 : px = 0.0 py = -615.8
Poutre 8 : px = 0.0 py = -615.8

8 Charge(s) verticale(s) uniformément répartie(s) [daN/m]

Poutre 9 : py = -48.0 par unité de longueur projetée
Poutre 10 : py = -48.0 par unité de longueur projetée
Poutre 11 : py = -48.0 par unité de longueur projetée
Poutre 12 : py = -48.0 par unité de longueur projetée
Poutre 13 : py = -48.0 par unité de longueur projetée
Poutre 14 : py = -48.0 par unité de longueur projetée
Poutre 15 : py = -48.0 par unité de longueur projetée
Poutre 16 : py = -48.0 par unité de longueur projetée

```
+-----+
| Combinaison(s) de cas de charges |
+-----+
```

1 : 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 2
2 : 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2
3 : 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 3

```
+-----+
| Analyse dynamique |
+-----+
```

Hypothèse matrice masse consistante
Précision sur le calcul des pulsations = 1.00E-02

b) Résultats combinaison 1

```
+-----+
| RDM 6 - Ossatures |
+-----+
```

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : 4pf1
Date : 19 janvier 2023

```
+-----+
| Résultats : Combinaison = 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 2 |
+-----+
```

```
+-----+
| Déplacements nodaux [ m, rad ] |
+-----+
```

Noeud	dx	dy	rotz
1	0.000E+00	0.000E+00	
2	1.597E-03	-1.934E-02	
3	3.195E-03	-2.524E-02	
4	4.572E-03	-2.744E-02	
5	5.725E-03	-2.728E-02	
6	6.877E-03	-2.744E-02	
7	8.254E-03	-2.524E-02	
8	9.852E-03	-1.934E-02	
9	1.144E-02	0.000E+00	
10	5.413E-03	-1.930E-02	
11	6.504E-03	-2.510E-02	
12	6.494E-03	-2.715E-02	
13	5.725E-03	-2.649E-02	
14	4.956E-03	-2.715E-02	
15	4.945E-03	-2.510E-02	
16	6.036E-03	-1.930E-02	

Déplacement maximal sur x = 1.1449E-02 m [Noeud 9]

Déplacement maximal sur y = 2.7437E-02 m [Noeud 4]

Déplacement maximal = 2.8286E-02 m [Noeud 6]

```
+-----+
| Action(s) de liaison [ daN daN.m ] |
+-----+
```

Noeud		Rx =	Ry =	Mz =
Noeud 1	-	-0.0	7984.5	-0.0
Noeud 2	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 3	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 4	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 5	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 6	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 7	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 8	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 9	-	0.0	7984.5	0.0
Noeud 10	-	0.0	0.0	0.0

Noeud	11	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	12	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	13	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	14	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	15	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	16	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0

Somme des actions de liaison :

Rx = -0.0 daN
Ry = 15969.0 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = -2.32836070909737E-0010 daN
Fy = 2.32830643653870E-0011 daN

```
+-----+
| Efforts intérieurs [ daN daN.m ] |
+-----+
```

N = Effort normal TY = Effort tranchant MfZ = Moment fléchissant

ELE	ori	No	TYo	MfZo	dL (m)
	ext	Ne	TYe	MfZe	
			TYmax	MfZmax	
1	1	21320.1	-884.7	0.0	1.597E-03
	2	21320.1	889.1	0.0	
			889.1	371.9	
2	2	21320.1	-897.7	-0.0	1.597E-03
	3	21320.1	902.1	0.0	
			902.1	377.4	
3	3	18375.8	-910.6	0.0	1.377E-03
	4	18375.8	914.8	0.0	
			914.8	382.8	
4	4	15375.9	-923.3	-0.0	1.152E-03
	5	15375.9	927.6	0.0	
			927.6	388.1	
5	5	15375.9	-927.6	0.0	1.152E-03
	6	15375.9	923.3	0.0	
			927.6	388.1	
6	6	18375.8	-914.8	-0.0	1.377E-03
	7	18375.8	910.6	0.0	
			914.8	382.8	
7	7	21320.1	-902.1	0.0	1.597E-03
	8	21320.1	897.7	0.0	
			902.1	377.4	
8	8	21320.1	-889.1	0.0	1.597E-03
	9	21320.1	884.7	0.0	
			889.1	371.9	
9	1	-22471.0	-60.9	-0.0	-9.064E-04
	10	-22430.9	60.9	0.0	
			60.9	26.9	
10	10	-19370.6	-60.9	-0.0	-7.813E-04
	11	-19330.4	60.9	0.0	
			60.9	26.9	

11	11	-16211.6	-60.9	-0.0	-6.537E-04
	12	-16171.4	60.9	0.0	
			60.9	26.9	
12	12	-12999.4	-60.9	0.0	-5.240E-04
	13	-12959.2	60.9	0.0	
			60.9	26.9	
13	13	-12959.2	-60.9	0.0	-5.240E-04
	14	-12999.4	60.9	0.0	
			60.9	26.9	
14	14	-16171.4	-60.9	0.0	-6.537E-04
	15	-16211.6	60.9	0.0	
			60.9	26.9	
15	15	-19330.4	-60.9	0.0	-7.813E-04
	16	-19370.6	60.9	0.0	
			60.9	26.9	
16	16	-22430.9	-60.9	0.0	-9.064E-04
	9	-22471.0	60.9	0.0	
			60.9	26.9	
17	2	1801.8	-0.0	-0.0	4.462E-05
	10	1806.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
18	10	-3097.9	-7.7	0.0	-2.447E-04
	3	-3103.0	7.7	0.0	
			7.7	3.4	
19	3	2822.4	-0.0	-0.0	1.398E-04
	11	2832.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
20	11	-3589.3	-7.7	0.0	-3.227E-04
	4	-3599.5	7.7	0.0	
			7.7	3.9	
21	4	3872.3	-0.0	-0.0	2.878E-04
	12	3887.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
22	12	-4284.8	-7.7	0.0	-4.526E-04
	5	-4300.0	7.7	0.0	
			7.7	4.5	
23	5	7986.3	-0.0	-0.0	7.910E-04
	13	8006.6	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
24	5	-4300.0	-7.7	-0.0	-4.526E-04
	14	-4284.8	7.7	0.0	
			7.7	4.5	
25	6	3872.3	-0.0	-0.0	2.878E-04
	14	3887.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
26	6	-3599.5	-7.7	0.0	-3.227E-04
	15	-3589.3	7.7	0.0	
			7.7	3.9	
27	7	2822.4	-0.0	-0.0	1.398E-04
	15	2832.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
28	7	-3103.0	-7.7	-0.0	-2.447E-04
	16	-3097.9	7.7	0.0	
			7.7	3.4	
29	8	1801.8	-0.0	-0.0	4.462E-05
	16	1806.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	

c) Résultats combinaison 2

```
+-----+
| RDM 6 - Ossatures |
+-----+
```

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : 4pf1
Date : 19 janvier 2023

```
+-----+
| Résultats : Combinaison = 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2 |
+-----+
```

```
+-----+
| Déplacements nodaux [ m, rad ] |
+-----+
```

Noeud	dx	dy	rotz
1	0.000E+00	0.000E+00	
2	2.217E-03	-2.683E-02	
3	4.433E-03	-3.501E-02	
4	6.344E-03	-3.806E-02	
5	7.942E-03	-3.785E-02	
6	9.540E-03	-3.806E-02	
7	1.145E-02	-3.501E-02	
8	1.366E-02	-2.683E-02	
9	1.588E-02	0.000E+00	
10	7.510E-03	-2.677E-02	
11	9.023E-03	-3.481E-02	
12	9.008E-03	-3.766E-02	
13	7.942E-03	-3.675E-02	
14	6.875E-03	-3.766E-02	
15	6.860E-03	-3.481E-02	
16	8.374E-03	-2.677E-02	

Déplacement maximal sur x = 1.5884E-02 m [Noeud 9]
Déplacement maximal sur y = 3.8062E-02 m [Noeud 4]
Déplacement maximal = 3.9239E-02 m [Noeud 6]

```
+-----+
| Action(s) de liaison [ daN daN.m ] |
+-----+
```

Noeud		Rx =	Ry =	Mz =
Noeud 1	-	-0.0	11079.8	-0.0
Noeud 2	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 3	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 4	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 5	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 6	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 7	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 8	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 9	-	0.0	11079.8	0.0
Noeud 10	-	0.0	0.0	0.0

Noeud	11	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	12	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	13	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	14	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	15	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	16	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0

Somme des actions de liaison :

Rx = -0.0 daN
Ry = 22159.6 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = -2.67763099852381E-0010 daN
Fy = 3.05590219795704E-0011 daN

```
+-----+
| Efforts intérieurs [ daN daN.m ] |
+-----+
```

N = Effort normal TY = Effort tranchant MfZ = Moment fléchissant

ELE	ori	No	TYo	MfZo	dL (m)
	ext	Ne	TYe	MfZe	
			TYmax	MfZmax	
1	1	29579.5	-1229.3	0.0	2.217E-03
	2	29579.5	1235.1	0.0	
			1235.1	516.8	
2	2	29579.5	-1246.8	-0.0	2.217E-03
	3	29579.5	1252.7	0.0	
			1252.7	524.1	
3	3	25490.9	-1264.2	0.0	1.910E-03
	4	25490.9	1269.8	0.0	
			1269.8	531.4	
4	4	21327.0	-1281.4	-0.0	1.598E-03
	5	21327.0	1287.2	0.0	
			1287.2	538.6	
5	5	21327.0	-1287.2	0.0	1.598E-03
	6	21327.0	1281.4	0.0	
			1287.2	538.6	
6	6	25490.9	-1269.8	-0.0	1.910E-03
	7	25490.9	1264.2	0.0	
			1269.8	531.4	
7	7	29579.5	-1252.7	0.0	2.217E-03
	8	29579.5	1246.8	0.0	
			1252.7	524.1	
8	8	29579.5	-1235.1	0.0	2.217E-03
	9	29579.5	1229.3	0.0	
			1235.1	516.8	
9	1	-31176.5	-84.8	-0.0	-1.257E-03
	10	-31120.5	84.8	0.0	
			84.8	37.4	
10	10	-26871.0	-84.8	-0.0	-1.083E-03
	11	-26815.0	84.8	0.0	
			84.8	37.4	

11	11	-22486.3	-84.8	-0.0	-9.067E-04
	12	-22430.3	84.8	0.0	
			84.8	37.4	
12	12	-18029.8	-84.8	0.0	-7.268E-04
	13	-17973.9	84.8	0.0	
			84.8	37.4	
13	13	-17973.9	-84.8	0.0	-7.268E-04
	14	-18029.8	84.8	0.0	
			84.8	37.4	
14	14	-22430.3	-84.8	0.0	-9.067E-04
	15	-22486.3	84.8	0.0	
			84.8	37.4	
15	15	-26815.0	-84.8	0.0	-1.083E-03
	16	-26871.0	84.8	0.0	
			84.8	37.4	
16	16	-31120.5	-84.8	0.0	-1.257E-03
	9	-31176.5	84.8	0.0	
			84.8	37.4	
17	2	2502.2	-0.0	-0.0	6.196E-05
	10	2509.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
18	10	-4302.1	-10.4	0.0	-3.398E-04
	3	-4308.9	10.4	0.0	
			10.4	4.6	
19	3	3917.5	-0.0	-0.0	1.941E-04
	11	3931.2	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
20	11	-4982.1	-10.4	0.0	-4.480E-04
	4	-4995.8	10.4	0.0	
			10.4	5.2	
21	4	5372.5	-0.0	-0.0	3.993E-04
	12	5393.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
22	12	-5944.8	-10.4	0.0	-6.280E-04
	5	-5965.3	10.4	0.0	
			10.4	6.1	
23	5	11076.8	-0.0	-0.0	1.097E-03
	13	11104.2	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
24	5	-5965.3	-10.4	-0.0	-6.280E-04
	14	-5944.8	10.4	0.0	
			10.4	6.1	
25	6	5372.5	-0.0	-0.0	3.993E-04
	14	5393.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
26	6	-4995.8	-10.4	0.0	-4.480E-04
	15	-4982.1	10.4	0.0	
			10.4	5.2	
27	7	3917.5	-0.0	-0.0	1.941E-04
	15	3931.2	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
28	7	-4308.9	-10.4	-0.0	-3.398E-04
	16	-4302.1	10.4	0.0	
			10.4	4.6	
29	8	2502.2	-0.0	-0.0	6.196E-05
	16	2509.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	

d) Résultats combinaison 3

```
+-----+
| RDM 6 - Ossatures |
+-----+
```

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : 4pf1
Date : 19 janvier 2023

```
+-----+
| Résultats : Combinaison = 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 3 |
+-----+
```

```
+-----+
| Déplacements nodaux [ m, rad ] |
+-----+
```

Noeud	dx	dy	rotz
1	0.000E+00	0.000E+00	
2	2.084E-03	-2.522E-02	
3	4.169E-03	-3.290E-02	
4	5.963E-03	-3.576E-02	
5	7.463E-03	-3.556E-02	
6	8.963E-03	-3.576E-02	
7	1.075E-02	-3.290E-02	
8	1.284E-02	-2.522E-02	
9	1.492E-02	0.000E+00	
10	7.059E-03	-2.517E-02	
11	8.479E-03	-3.271E-02	
12	8.464E-03	-3.538E-02	
13	7.463E-03	-3.453E-02	
14	6.462E-03	-3.538E-02	
15	6.447E-03	-3.271E-02	
16	7.866E-03	-2.517E-02	

Déplacement maximal sur x = 1.4925E-02 m [Noeud 9]
Déplacement maximal sur y = 3.5760E-02 m [Noeud 4]
Déplacement maximal = 3.6866E-02 m [Noeud 6]

```
+-----+
| Action(s) de liaison [ daN daN.m ] |
+-----+
```

Noeud		Rx =	Ry =	Mz =
Noeud 1	-	-0.0	10433.6	-0.0
Noeud 2	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 3	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 4	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 5	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 6	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 7	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 8	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 9	-	0.0	10433.6	0.0
Noeud 10	-	0.0	0.0	-0.0

Noeud	11	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	12	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	13	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	14	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	15	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	16	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0

Somme des actions de liaison :

Rx = -0.0 daN
Ry = 20867.2 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = -2.85222974405475E-0010 daN
Fy = 4.80213202536106E-0011 daN

```
+-----+
| Efforts intérieurs [ daN daN.m ] |
+-----+
```

N = Effort normal TY = Effort tranchant MfZ = Moment fléchissant

ELE	ori	No	TYo	MfZo	dL (m)
	ext	Ne	TYe	MfZe	
			TYmax	MfZmax	
1	1	27814.0	-1168.7	0.0	2.084E-03
	2	27814.0	1173.1	0.0	
			1173.1	491.0	
2	2	27814.0	-1181.7	-0.0	2.084E-03
	3	27814.0	1186.1	0.0	
			1186.1	496.5	
3	3	23942.1	-1194.6	-0.0	1.794E-03
	4	23942.1	1198.8	0.0	
			1198.8	501.9	
4	4	20014.4	-1207.3	-0.0	1.499E-03
	5	20014.4	1211.7	0.0	
			1211.7	507.2	
5	5	20014.4	-1211.7	0.0	1.499E-03
	6	20014.4	1207.3	0.0	
			1211.7	507.2	
6	6	23942.1	-1198.8	-0.0	1.794E-03
	7	23942.1	1194.6	0.0	
			1198.8	501.9	
7	7	27814.0	-1186.1	0.0	2.084E-03
	8	27814.0	1181.7	0.0	
			1186.1	496.5	
8	8	27814.0	-1173.1	-0.0	2.084E-03
	9	27814.0	1168.7	0.0	
			1173.1	491.0	
9	1	-29316.4	-81.9	-0.0	-1.182E-03
	10	-29262.3	81.9	0.0	
			81.9	36.2	
10	10	-25239.1	-81.9	-0.0	-1.017E-03
	11	-25185.0	81.9	0.0	
			81.9	36.2	

11	11	-21103.1	-81.9	-0.0	-8.509E-04
	12	-21049.0	81.9	0.0	
			81.9	36.2	
12	12	-16914.0	-81.9	0.0	-6.818E-04
	13	-16859.9	81.9	0.0	
			81.9	36.2	
13	13	-16859.9	-81.9	-0.0	-6.818E-04
	14	-16914.0	81.9	0.0	
			81.9	36.2	
14	14	-21049.0	-81.9	0.0	-8.509E-04
	15	-21103.1	81.9	0.0	
			81.9	36.2	
15	15	-25185.0	-81.9	0.0	-1.017E-03
	16	-25239.1	81.9	0.0	
			81.9	36.2	
16	16	-29262.3	-81.9	0.0	-1.182E-03
	9	-29316.4	81.9	0.0	
			81.9	36.2	
17	2	2369.8	-0.0	-0.0	5.867E-05
	10	2374.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
18	10	-4074.8	-7.7	0.0	-3.218E-04
	3	-4079.9	7.7	0.0	
			7.7	3.4	
19	3	3696.5	-0.0	-0.0	1.831E-04
	11	3706.6	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
20	11	-4700.9	-7.7	0.0	-4.225E-04
	4	-4711.0	7.7	0.0	
			7.7	3.9	
21	4	5052.6	-0.0	-0.0	3.754E-04
	12	5067.8	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
22	12	-5590.2	-7.7	0.0	-5.903E-04
	5	-5605.4	7.7	0.0	
			7.7	4.5	
23	5	10391.2	-0.0	-0.0	1.028E-03
	13	10411.4	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
24	5	-5605.4	-7.7	-0.0	-5.903E-04
	14	-5590.2	7.7	0.0	
			7.7	4.5	
25	6	5052.6	-0.0	-0.0	3.754E-04
	14	5067.8	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
26	6	-4711.0	-7.7	0.0	-4.225E-04
	15	-4700.9	7.7	0.0	
			7.7	3.9	
27	7	3696.5	-0.0	-0.0	1.831E-04
	15	3706.6	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
28	7	-4079.9	-7.7	-0.0	-3.218E-04
	16	-4074.8	7.7	0.0	
			7.7	3.4	
29	8	2369.8	-0.0	-0.0	5.867E-05
	16	2374.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	

VIII. Vérifications des éléments

a) Entrait – barre 02

Vérification de l'élément :

Combinaison : 1.35G + 1.5S

Longueur = 1.677m

Section (mm) : 185x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	29579.5	29579.5
Ved [daN]	1252.7	0
Med [daNm]	0	524.1

Vérifications ELU :

$$(1) \rightarrow \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \rightarrow \text{flexion} + \text{traction}$$

$$\sigma_{t,0,d} = 14.54 \text{ MPa} ; \sigma_{m,d} = 14.05 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

$$f_{t,0,d} = 10.3 \text{ MPa} ; f_{m,d} = 17.6 \text{ MPa}$$

$$(1) = 1.412 + 0.798 = 221\%$$

L'élément 02 n'est pas stable.

b) Fiche – barre 22

Combinaison : 1.35G + 1.5S

Longueur = 2.361m

Section (mm) : 185x110ht

Efforts internes	
Ned [daN]	-5965.3
Ved [daN]	0
Med [daNm]	0

Vérifications ELU :

$$(1) \rightarrow \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \times f_{c,0,d}} \leq 1 \rightarrow \text{compression axiale avec risque de flambement}$$

$$\sigma_{c,0,d} = 2.93 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3 ; f_{c,0,d} = 14.5 \text{ MPa}$$

$$k_{cy} = 0.51 \text{ (Lf axe fort} = 2361\text{mm, Lf axe faible} = 2361\text{mm)}$$

$$(1) = 40\%$$

L'élément 22 est vérifié.

c) Poinçon – barre 23

Vérification de l'élément :

Combinaison : 1.35G + 1.5S
 Longueur = 2.214m
 Section (mm) : 185x110ht

Efforts internes	
Ned [daN]	11104.2
Ved [daN]	0
Med [daNm]	0

Vérifications ELU :

$$(1) \rightarrow \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1 \rightarrow \text{traction}$$

$$\sigma_{t,0,d} = 5.46 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

$$f_{t,0,d} = 9.7 \text{ MPa} ; kh = 1.06$$

$$(1) = 53\%$$

L'élément 23 est vérifié.

d) Arbalétrier – barre 09

Combinaison : 1.35G + 1.5S
 Longueur = 1.766m
 Section (mm) : 185x215ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	-31176.5	--31148.5
Ved [daN]	84.8	0
Med [daNm]	0	37.4

Vérifications ELU :

$$(1) \rightarrow \left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \times k_h \times k_{crit}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \times f_{c,0,d}} \leq 1 \rightarrow \text{flexion avec déversement + compression}$$

$$(2) \rightarrow \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \times k_h \times k_{crit}} \leq 1 \rightarrow \text{flexion avec déversement}$$

$$(3) \rightarrow \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \times f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d} \times k_h} \leq 1 \rightarrow \text{flexion sans déversement + compression}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0.26 \text{ MPa} ; \sigma_{c,0,d} = 7.83 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

$$k_h = 1 ; k_{ls} = 1 \text{ (effet système non pris en compte)} ; k_{crit} = 1$$

$$k_{cy} = 0.93 \text{ (Lf axe fort = 1766mm, Lf axe faible = 1766mm)}$$

$$f_{m,z,d} = 16.6 \text{ MPa} ; f_{c,0,d} = 14.5 \text{ MPa}$$

$$(1) = 0.016^2 + 0.581 = 58\%$$

$$(2) = 1.6\%$$

$$(3) = 0.581 + 0.016 = 60\%$$

L'élément 09 est vérifié.

IX. Dimensionnement des renforts

a) Entraits

Dans la partie VIII ci-dessus, les vérifications montraient qu'il faut renforcer les entrails pour les efforts de traction. La fixation des fermes courantes sur les entrails sont du type suivant :

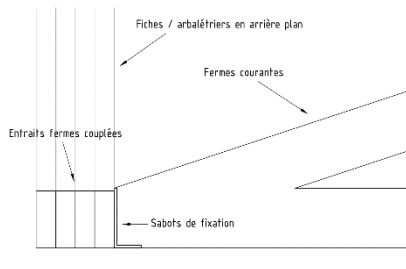


Figure 3 - Fixation fermes courantes sur entrails

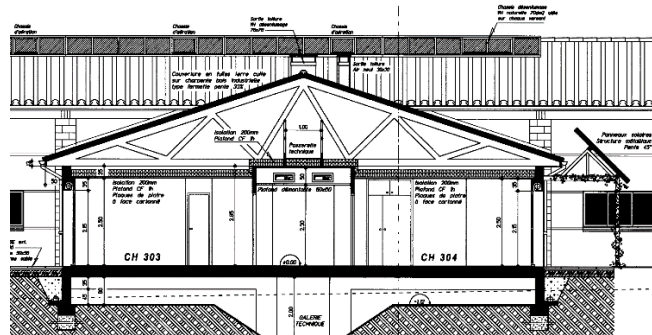


Figure 4 - Coupe Archi sur Charpente

Pour reprendre les efforts de traction, le renforcement se fera avec un plat métal.

i) Plat métal

Effort maximal de traction : $N = 29579.5 \text{ daN}$

Section minimale du plat : $A_{min} = \frac{N}{f_{yd}} = 12.59 \text{ cm}^2$

Plat choisi : $150 \times 16 \text{ mm}$; $A = 24 \text{ cm}^2 > A_{min}$

Le plat sera cloué régulièrement avec les entrails. L'effort à transmettre est de 29579.5 daN. Le dimensionnement du clouage sera fait ultérieurement.

Le renfort pèse 18.72 daN/m. Nous avons pris comme hypothèse des renforts de 10 daN/m² sur arbalétriers et 20 daN/m² sur entrails, soit un total de 18 daN/m. La surcharge due au renfort reste dans le cadre des hypothèses initiales. Il n'y a donc pas besoin de prévoir d'efforts supplémentaires.

Le renfort est justifié à l'ELU.

ii) Connecteur appuis

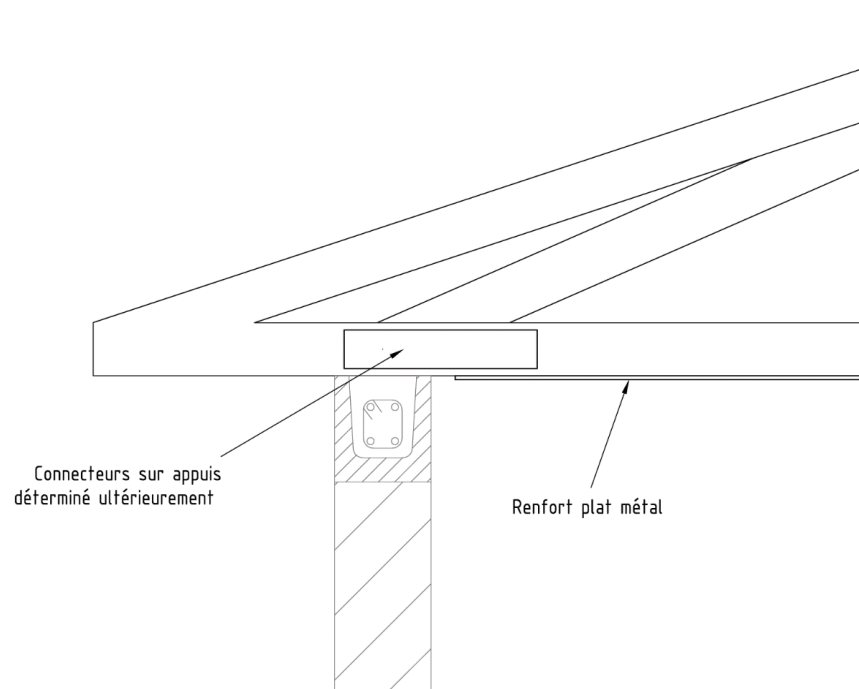
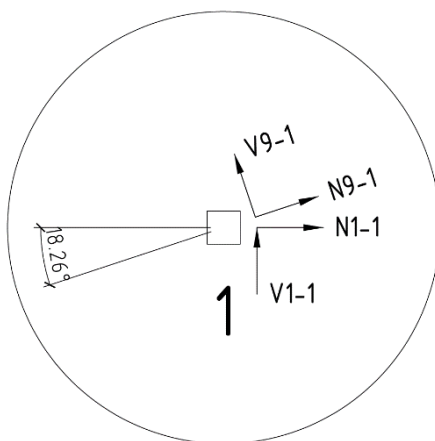


Figure 5 - Schéma de principe renfort plat métal

Pour éviter la rupture du bois en traction sur appuis due à l'arrêt du plat métal, un connecteur sera disposé à partir du nœud d'appui jusqu'au plat en recouvrement. Ce connecteur devra transmettre les efforts suivants :



Combinaison 2 : $1.35G + 1.5S$

$N1-1 = 29579.5 \text{ daN}$

$V1-1 = -1229.3 \text{ daN}$

$N9-1 = -31176.5 \text{ daN}$

$V9-1 = -84.8 \text{ daN}$

X. Conclusion

Cette note a montré que la charpente existante de l'Ehpad Pré de Millet situé à Graulhet est largement sous-dimensionnée et nécessite de nombreux renforts (détaillés dans cette note). Les détails de renforcement de cette note ne peuvent être utilisés pour la réalisation.