

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 CUISINE - RENFORTS FERMES COURANTES

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	/	NC05	0

Table des matières

Table des illustrations.....	1
I. Objet de la note.....	2
II. Documents de référence.....	2
III. Hypothèses matériaux + sections.....	2
IV. Hypothèses charges.....	3
V. Descente de charges sur fermettes.....	3
VI. Combinaisons d'actions.....	4
VII. Repérage nœuds + barres du modèle	4
VIII. Résultats modélisation (rdm6)	5
a) Modélisation.....	5
b) Résultats combinaison 1.....	9
c) Résultats combinaison 2.....	12
d) Résultats combinaison 3.....	15
IX. Vérifications des éléments	18
a) Entrait – barre 02	18
b) Entrait – barre 03	18
c) Fiche / arbalétrier – barre 14	19
d) Fiche – barre 17.....	19
e) Arbalétrier – barre 09.....	19
f) Arbalétrier – barre 10.....	20
X. Dimensionnement des renforts	22
a) Arbalétrier – barres 09/10.....	22
XI. Efforts supplémentaires dus aux renforts	23
a) Charges supplémentaires	23
b) Efforts supplémentaires dans les barres	23
XII. Conclusion	24

Table des illustrations

Figure 1 - Repérage fermes considérées	2
Figure 2 - Coupe archi zone cuisine.....	3
Figure 3 - Repérage nœuds + barres	4
Figure 4 - Détail section renfort arbalétrier	22

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 structurels de celle-ci. Les fermes considérées ici sont celles courantes de la zone cuisine.

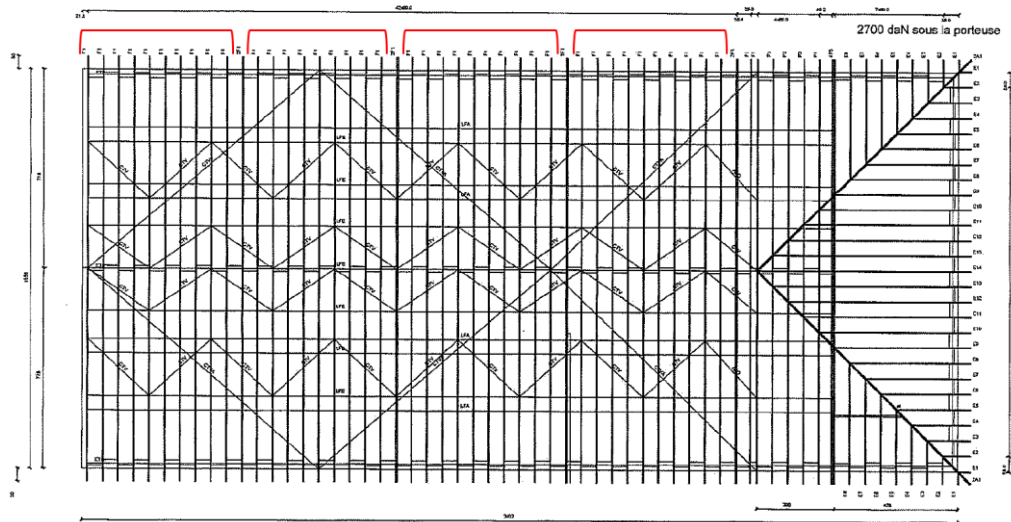


Figure 1 - Repérage fermes considérées

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

III. Hypothèses matériaux + sections

Bois massifs :

- Résineux
- Classement C24
- $\rho = 450 \text{ daN/m}^3$
- Classe de service 2 (humidité comprise entre 12% et 20%)
- Sections :
 - Entraits : 45x110mm
 - Fiches / contrefiches : 45x70mm
 - Arbalétriers : 45x110mm

IV. Hypothèses chargées

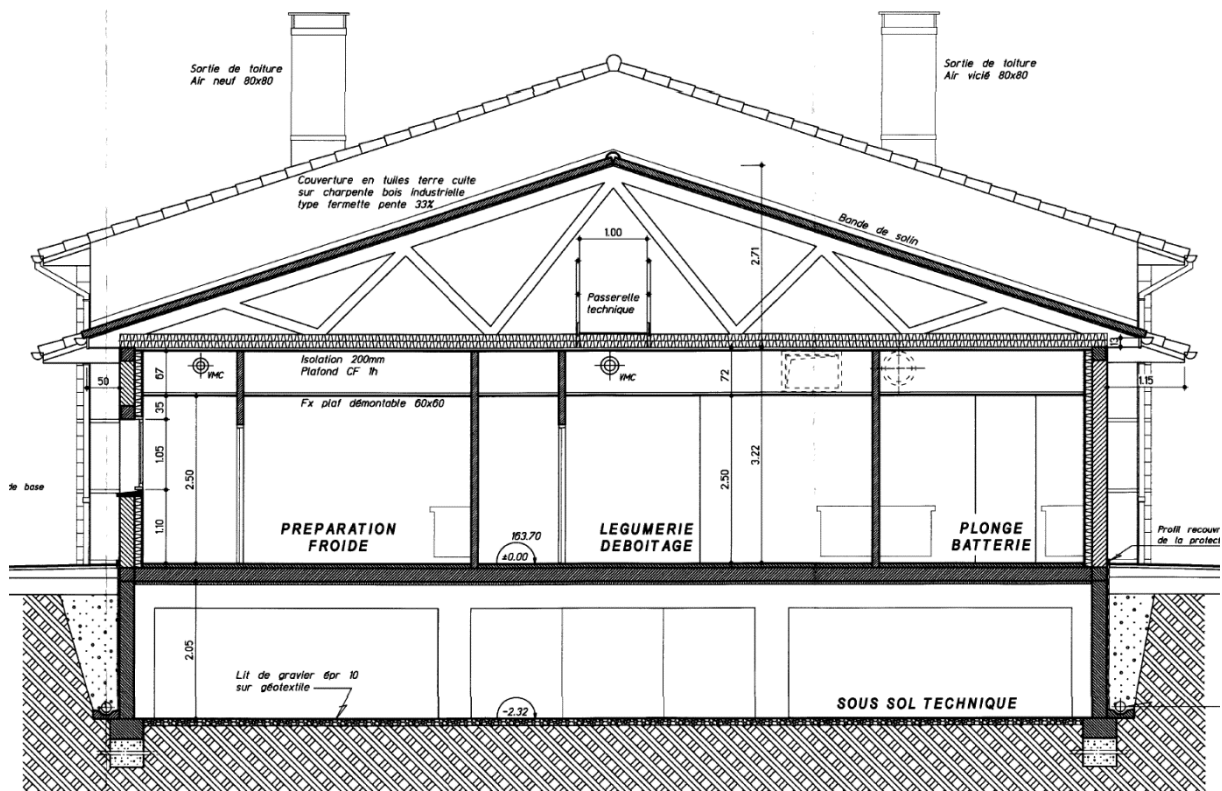


Figure 2 - Coupe archi zone cuisine

Poids propre : inclus dans la modélisation

Couverture : 50 daN/m²

Complexe de faux plafond : 40 daN/m²

- Plaques placo 2 BA13 : 20 daN/m²
- Plaques démontables 60x60 zone humide : 8 daN/m²
- Isolation : 6 daN/m²
- Réseaux : 5 daN/m²
- -> soit un total de 39 daN/m² approximé à 40 daN/m²

Exploitation passerelle technique : non pris en compte car la neige et le vent seront en charges variables principales et secondaires dans les combinaisons d'actions (configuration la plus défavorable).

Neige : voir *NDC01 – VERIFICATION CHARPENTE EXISTANTE*

Vent : voir *NDC01 – VERIFICATION CHARPENTE EXISTANTE*

V. Descente de charges sur fermettes

Bande de charge : 60cm

Charges appliquées sur les arbalétriers :

- $G = 30 \text{ daN/m}$
- $S = 21.6 \text{ daN/m}$
- $S_{acc} = 48 \text{ daN/m}$
- $W = 12 \text{ daN/m}$ (versant au vent)

- $W = 7.2 \text{ daN/m}$ (versant sous le vent)

Charges appliquées sur les entrails :

- $G = 24 \text{ daN/m}$

VI. Combinaisons d'actions

ELS : $G + S + 0.6W$

ELU : $1.35G + 1.5S + 0.9W$

ELUA : $G + S_{acc}$

VII. Repérage nœuds + barres du modèle

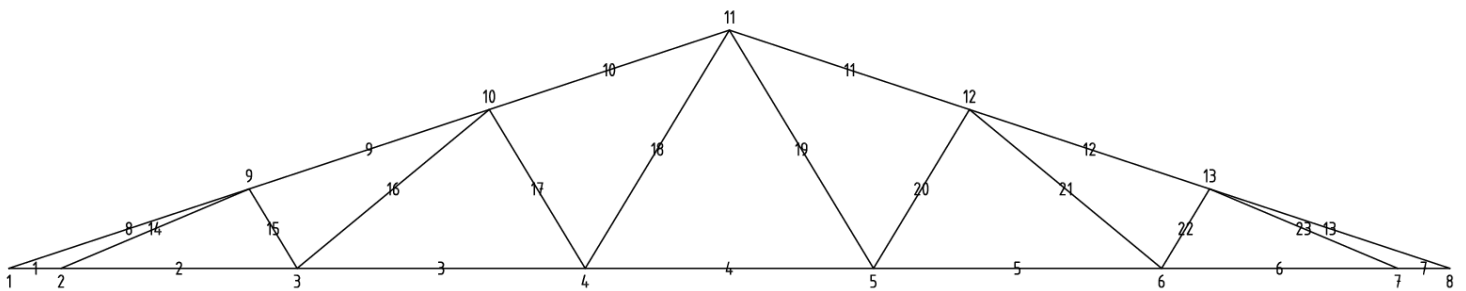


Figure 3 - Repérage nœuds + barres

VIII. Résultats modélisation (rdm6)

a) Modélisation

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

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : f1
Date : 13 décembre 2022

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

13 Noeuds
23 Poutres(s)
1 Matériau(x)
3 Section(s) droite(s)
2 Liaison(s) nodale(s)
4 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	0.600	0.000
3	3.312	0.000	4	6.624	0.000
5	9.936	0.000	6	13.248	0.000
7	15.960	0.000	8	16.560	0.000
9	2.760	0.911	10	5.520	1.822
11	8.280	2.732	12	11.040	1.822
13	13.800	0.911			

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

Poutre	Ori	-> Ext	Orient	Sect	Mat	Long	Type
1	1	2	0.0000	12	11	0.600	Rotule - Rotule
2	2	3	0.0000	12	11	2.712	Rotule - Rotule
3	3	4	0.0000	12	11	3.312	Rotule - Rotule
4	4	5	0.0000	12	11	3.312	Rotule - Rotule
5	5	6	0.0000	12	11	3.312	Rotule - Rotule
6	6	7	0.0000	12	11	2.712	Rotule - Rotule
7	7	8	0.0000	12	11	0.600	Rotule - Rotule
8	1	9	0.0000	11	11	2.906	Rotule - Rotule
9	9	10	0.0000	11	11	2.906	Rotule - Rotule
10	10	11	0.0000	11	11	2.906	Rotule - Rotule

11	11	12	0.0000	11	11	2.906	Rotule - Rotule
12	12	13	0.0000	11	11	2.906	Rotule - Rotule
13	13	8	0.0000	11	11	2.906	Rotule - Rotule
14	2	9	0.0000	14	11	2.344	Rotule - Rotule
15	9	3	0.0000	14	11	1.065	Rotule - Rotule
16	3	10	0.0000	14	11	2.862	Rotule - Rotule
17	10	4	0.0000	14	11	2.130	Rotule - Rotule
18	4	11	0.0000	14	11	3.195	Rotule - Rotule
19	11	5	0.0000	14	11	3.195	Rotule - Rotule
20	5	12	0.0000	14	11	2.130	Rotule - Rotule
21	12	6	0.0000	14	11	2.862	Rotule - Rotule
22	6	13	0.0000	14	11	1.065	Rotule - Rotule
23	13	7	0.0000	14	11	2.344	Rotule - Rotule

Poids de la structure = 98.625 daN (g = 10.00 m/s²)

Centre de gravité = 8.280 0.772 0.000 m

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

Le cisaillement transversal est négligé

Section droite 11 :

```
Section paramétrée [ 5 ]
Rectangle plein
Dimension suivant Y = 105.00 mm
Dimension suivant Z = 36.00 mm
Aire = 37.800 cm2
Moments quadratiques : IY = 40.824 cm4 - IZ = 347.287 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 128.023 cm4
Constante de gauchissement Iw = = 232.605 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 = 36.00 mm
Aire = 39.600 cm2
Moments quadratiques : IY = 42.768 cm4 - IZ = 399.300 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 135.797 cm4
Constante de gauchissement Iw = = 278.721 cm6
Coefficients d'aire cisailée : ky = 0.83    kz = 0.83
```

Section droite 14 :

```
Section paramétrée [ 5 ]
Rectangle plein
Dimension suivant Y = 105.00 mm
Dimension suivant Z = 36.00 mm
Aire = 37.800 cm2
Moments quadratiques : IY = 40.824 cm4 - IZ = 347.287 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 128.023 cm4
Constante de gauchissement Iw = = 232.605 cm6
```


Coefficients d'aire cisailée : $k_y = 0.83$ $k_z = 0.83$

```
+-----+
| 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 2 : dx = dy = 0
Noeud 7 : dy = 0

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

PERMANENTES

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

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

Poutre 8 : px = 0.0 py = -30.0
Poutre 9 : px = 0.0 py = -30.0
Poutre 10 : px = 0.0 py = -30.0
Poutre 11 : px = 0.0 py = -30.0
Poutre 12 : px = 0.0 py = -30.0
Poutre 13 : px = 0.0 py = -30.0
Poutre 2 : px = 0.0 py = -24.0
Poutre 3 : px = 0.0 py = -24.0
Poutre 4 : px = 0.0 py = -24.0
Poutre 5 : px = 0.0 py = -24.0
Poutre 6 : px = 0.0 py = -24.0

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

NEIGE UNIFORME

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

Poutre 8 : px = 0.0 py = -21.6
Poutre 9 : px = 0.0 py = -21.6
Poutre 10 : px = 0.0 py = -21.6

Poutre 11 : px = 0.0 py = -21.6
Poutre 12 : px = 0.0 py = -21.6
Poutre 13 : px = 0.0 py = -21.6

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

NEIGE ACCIDENTELLE

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

Poutre 8 : px = 0.0 py = -48.0
Poutre 9 : px = 0.0 py = -48.0
Poutre 10 : px = 0.0 py = -48.0
Poutre 11 : px = 0.0 py = -48.0
Poutre 12 : px = 0.0 py = -48.0
Poutre 13 : px = 0.0 py = -48.0

+-----+
| Cas de charge(s) 4 |
+-----+

VENT

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

Poutre 8 : pX = 0.0 pY = -12.0 (Repère local)
Poutre 9 : pX = 0.0 pY = -12.0 (Repère local)
Poutre 10 : pX = 0.0 pY = -12.0 (Repère local)
Poutre 11 : pX = 0.0 pY = -7.2 (Repère local)
Poutre 12 : pX = 0.0 pY = -7.2 (Repère local)
Poutre 13 : pX = 0.0 pY = -7.2 (Repère local)

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

1 : 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 2 + 0.60 Cas 4
2 : 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2 + 0.90 Cas 4
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 : f1

Date : 13 décembre 2022

```
+-----+
| Résultats : Combinaison = 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 2 + 0.60 Cas 4 |
+-----+
```

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

Noeud	dx	dy	rotz
1	3.715E-05	-1.481E-03	
2	0.000E+00	0.000E+00	
3	8.697E-04	-1.052E-02	
4	1.825E-03	-1.334E-02	
5	2.552E-03	-1.330E-02	
6	3.498E-03	-1.043E-02	
7	4.355E-03	0.000E+00	
8	4.319E-03	-1.417E-03	
9	2.837E-03	-9.340E-03	
10	2.913E-03	-1.282E-02	
11	2.165E-03	-1.323E-02	
12	1.440E-03	-1.276E-02	
13	1.536E-03	-9.253E-03	

Déplacement maximal sur x = 4.3547E-03 m [Noeud 7]

Déplacement maximal sur y = 1.3341E-02 m [Noeud 4]

Déplacement maximal = 1.3544E-02 m [Noeud 5]

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

Noeud		Rx =	Ry =	Mz =
Noeud 1	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 2	-	-7.9	737.0	-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	725.5	0.0
Noeud 8	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 9	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 10	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 11	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 12	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 13	-	0.0	0.0	-0.0

Somme des actions de liaison :

Rx = -7.9 daN
Ry = 1462.5 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = 1.14681597551680E-0012 daN
Fy = 6.73026079311967E-0012 daN

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

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

ELE	ori ext	No Ne	TYo TYe TYmax	MfZo MfZe MfZmax	dL (m)
1	1	-269.7	-0.5	0.0	-3.715E-05
	2	-269.7	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
2	2	1397.0	-35.0	0.0	8.697E-04
	3	1397.0	35.0	0.0	
			35.0	23.7	
3	3	1256.7	-42.7	-0.0	9.555E-04
	4	1256.7	42.7	0.0	
			42.7	35.4	
4	4	956.0	-42.7	-0.0	7.269E-04
	5	956.0	42.7	0.0	
			42.7	35.4	
5	5	1244.6	-42.7	0.0	9.463E-04
	6	1244.6	42.7	0.0	
			42.7	35.4	
6	6	1375.3	-35.0	-0.0	8.562E-04
	7	1375.3	35.0	0.0	
			35.0	23.7	
7	7	-256.4	-0.5	-0.0	-3.531E-05
	8	-256.4	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
8	1	256.3	-84.0	0.0	1.961E-04
	9	304.9	84.0	0.0	
			84.0	61.0	
9	9	-1482.6	-84.0	-0.0	-1.019E-03
	10	-1434.1	84.0	0.0	
			84.0	61.0	
10	10	-1227.0	-84.0	-0.0	-8.407E-04
	11	-1178.5	84.0	0.0	
			84.0	61.0	
11	11	-1173.5	-79.8	0.0	-8.372E-04
	12	-1222.0	79.8	0.0	
			79.8	58.0	
12	12	-1418.8	-79.8	-0.0	-1.008E-03
	13	-1467.3	79.8	0.0	
			79.8	58.0	

13	13	292.2	-79.8	0.0	1.873E-04
	8	243.6	79.8	0.0	
			79.8	58.0	
14	2	-1801.0	-1.8	0.0	-1.014E-03
	9	-1799.5	1.8	0.0	
			1.8	1.1	
15	9	-26.3	-0.5	-0.0	-6.936E-06
	3	-27.9	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
16	3	162.1	-1.9	0.0	1.126E-04
	10	165.2	1.9	0.0	
			1.9	1.3	
17	10	-235.9	-0.9	-0.0	-1.216E-04
	4	-239.0	0.9	0.0	
			0.9	0.5	
18	4	340.3	-1.4	-0.0	2.633E-04
	11	344.9	1.4	0.0	
			1.4	1.1	
19	11	333.3	-1.4	-0.0	2.543E-04
	5	328.6	1.4	0.0	
			1.4	1.1	
20	5	-227.3	-0.9	0.0	-1.156E-04
	12	-224.2	0.9	0.0	
			0.9	0.5	
21	12	156.9	-1.9	-0.0	1.069E-04
	6	153.8	1.9	0.0	
			1.9	1.3	
22	6	-21.7	-0.5	0.0	-5.358E-06
	13	-20.1	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
23	13	-1770.0	-1.8	0.0	-9.983E-04
	7	-1771.6	1.8	0.0	
			1.8	1.1	

c) Résultats combinaison 2

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

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : f1

Date : 13 décembre 2022

```
+-----+
| Résultats : Combinaison = 1.35 Cas 1 + 1.50 Cas 2 + 0.90 Cas 4 |
+-----+
```

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

Noeud	dx	dy	rotz
1	5.281E-05	-2.099E-03	
2	0.000E+00	0.000E+00	
3	1.216E-03	-1.471E-02	
4	2.552E-03	-1.865E-02	
5	3.568E-03	-1.859E-02	
6	4.890E-03	-1.458E-02	
7	6.087E-03	0.000E+00	
8	6.036E-03	-2.002E-03	
9	3.965E-03	-1.306E-02	
10	4.071E-03	-1.793E-02	
11	3.024E-03	-1.851E-02	
12	2.013E-03	-1.784E-02	
13	2.149E-03	-1.293E-02	

Déplacement maximal sur x = 6.0865E-03 m [Noeud 7]

Déplacement maximal sur y = 1.8653E-02 m [Noeud 4]

Déplacement maximal = 1.8933E-02 m [Noeud 5]

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

Noeud		Rx =	Ry =	Mz =
Noeud 1	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 2	-	-11.8	1031.2	-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	1014.0	0.0
Noeud 8	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 9	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 10	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 11	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 12	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 13	-	0.0	0.0	-0.0

Somme des actions de liaison :

Rx = -11.8 daN
Ry = 2045.1 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = 4.62989646621281E-0012 daN
Fy = 9.82254277914762E-0012 daN

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

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

ELE	ori ext	No Ne	TYo TYe TYmax	MfZo MfZe MfZmax	dL (m)
1	1	-383.4	-0.7	0.0	-5.281E-05
	2	-383.4	0.7	0.0	
			0.7	0.1	
2	2	1953.8	-47.2	0.0	1.216E-03
	3	1953.8	47.2	0.0	
			47.2	32.0	
3	3	1757.1	-57.6	-0.0	1.336E-03
	4	1757.1	57.6	0.0	
			57.6	47.7	
4	4	1335.9	-57.6	-0.0	1.015E-03
	5	1335.9	57.6	0.0	
			57.6	47.7	
5	5	1739.0	-57.6	0.0	1.322E-03
	6	1739.0	57.6	0.0	
			57.6	47.7	
6	6	1921.3	-47.2	-0.0	1.196E-03
	7	1921.3	47.2	0.0	
			47.2	32.0	
7	7	-363.4	-0.7	-0.0	-5.005E-05
	8	-363.4	0.7	0.0	
			0.7	0.1	
8	1	364.3	-119.5	0.0	2.786E-04
	9	432.8	119.5	0.0	
			119.5	86.8	
9	9	-2072.3	-119.5	-0.0	-1.424E-03
	10	-2003.8	119.5	0.0	
			119.5	86.8	
10	10	-1715.0	-119.5	-0.0	-1.174E-03
	11	-1646.5	119.5	0.0	
			119.5	86.8	
11	11	-1639.0	-113.2	0.0	-1.169E-03
	12	-1707.5	113.2	0.0	
			113.2	82.2	
12	12	-1980.8	-113.2	-0.0	-1.408E-03
	13	-2049.3	113.2	0.0	
			113.2	82.2	

13	13	413.8	-113.2	0.0	2.653E-04
	8	345.3	113.2	0.0	
			113.2	82.2	
14	2	-2524.7	-2.5	0.0	-1.422E-03
	9	-2522.7	2.5	0.0	
			2.5	1.5	
15	9	-40.2	-0.6	-0.0	-1.057E-05
	3	-42.3	0.6	0.0	
			0.6	0.2	
16	3	225.2	-2.5	0.0	1.565E-04
	10	229.4	2.5	0.0	
			2.5	1.8	
17	10	-333.2	-1.3	-0.0	-1.718E-04
	4	-337.4	1.3	0.0	
			1.3	0.7	
18	4	474.1	-1.9	-0.0	3.667E-04
	11	480.4	1.9	0.0	
			1.9	1.5	
19	11	462.9	-1.9	-0.0	3.533E-04
	5	456.6	1.9	0.0	
			1.9	1.5	
20	5	-319.9	-1.3	0.0	-1.628E-04
	12	-315.7	1.3	0.0	
			1.3	0.7	
21	12	217.0	-2.5	-0.0	1.479E-04
	6	212.8	2.5	0.0	
			2.5	1.8	
22	6	-33.1	-0.6	0.0	-8.204E-06
	13	-31.0	0.6	0.0	
			0.6	0.2	
23	13	-2478.4	-2.5	0.0	-1.397E-03
	7	-2480.5	2.5	0.0	
			2.5	1.5	

d) Résultats combinaison 3

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

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : f1

Date : 13 décembre 2022

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

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

Noeud	dx	dy	rotz
1	4.857E-05	-1.938E-03	
2	0.000E+00	0.000E+00	
3	1.074E-03	-1.304E-02	
4	2.261E-03	-1.658E-02	
5	3.170E-03	-1.658E-02	
6	4.357E-03	-1.304E-02	
7	5.431E-03	0.000E+00	
8	5.383E-03	-1.938E-03	
9	3.506E-03	-1.158E-02	
10	3.621E-03	-1.594E-02	
11	2.716E-03	-1.649E-02	
12	1.810E-03	-1.594E-02	
13	1.925E-03	-1.158E-02	

Déplacement maximal sur x = 5.4312E-03 m [Noeud 7]

Déplacement maximal sur y = 1.6581E-02 m [Noeud 4]

Déplacement maximal = 1.6881E-02 m [Noeud 5]

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

Noeud		Rx =	Ry =	Mz =
Noeud 1	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 2	-	0.0	913.7	-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	913.7	0.0
Noeud 8	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 9	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 10	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 11	-	0.0	0.0	-0.0
Noeud 12	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 13	-	0.0	0.0	-0.0

Somme des actions de liaison :

Rx = 0.0 daN
Ry = 1827.5 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = 4.43661973478782E-0012 daN
Fy = 8.91304807737470E-0012 daN

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

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

ELE	ori ext	No Ne	TYo TYe TYmax	MfZo MfZe MfZmax	dL (m)
1	1	-352.6	-0.5	0.0	-4.857E-05
	2	-352.6	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
2	2	1725.4	-35.0	0.0	1.074E-03
	3	1725.4	35.0	0.0	
			35.0	23.7	
3	3	1560.5	-42.7	-0.0	1.186E-03
	4	1560.5	42.7	0.0	
			42.7	35.4	
4	4	1196.4	-42.7	-0.0	9.097E-04
	5	1196.4	42.7	0.0	
			42.7	35.4	
5	5	1560.5	-42.7	0.0	1.186E-03
	6	1560.5	42.7	0.0	
			42.7	35.4	
6	6	1725.4	-35.0	-0.0	1.074E-03
	7	1725.4	35.0	0.0	
			35.0	23.7	
7	7	-352.6	-0.5	-0.0	-4.857E-05
	8	-352.6	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
8	1	335.0	-110.0	0.0	2.595E-04
	9	407.6	110.0	0.0	
			110.0	79.9	
9	9	-1829.8	-110.0	-0.0	-1.253E-03
	10	-1757.2	110.0	0.0	
			110.0	79.9	
10	10	-1516.6	-110.0	0.0	-1.034E-03
	11	-1444.0	110.0	0.0	
			110.0	79.9	
11	11	-1444.0	-110.0	0.0	-1.034E-03
	12	-1516.6	110.0	0.0	
			110.0	79.9	
12	12	-1757.2	-110.0	-0.0	-1.253E-03
	13	-1829.8	110.0	0.0	
			110.0	79.9	

13	13	407.6	-110.0	0.0	2.595E-04
	8	335.0	110.0	0.0	
			110.0	79.9	
14	2	-2256.0	-1.8	0.0	-1.271E-03
	9	-2254.5	1.8	0.0	
			1.8	1.1	
15	9	-42.2	-0.5	-0.0	-1.099E-05
	3	-43.7	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
16	3	183.4	-1.9	0.0	1.273E-04
	10	186.5	1.9	0.0	
			1.9	1.3	
17	10	-297.1	-0.9	-0.0	-1.530E-04
	4	-300.2	0.9	0.0	
			0.9	0.5	
18	4	401.5	-1.4	-0.0	3.103E-04
	11	406.1	1.4	0.0	
			1.4	1.1	
19	11	406.1	-1.4	-0.0	3.103E-04
	5	401.5	1.4	0.0	
			1.4	1.1	
20	5	-300.2	-0.9	0.0	-1.530E-04
	12	-297.1	0.9	0.0	
			0.9	0.5	
21	12	186.5	-1.9	-0.0	1.273E-04
	6	183.4	1.9	0.0	
			1.9	1.3	
22	6	-43.7	-0.5	0.0	-1.099E-05
	13	-42.2	0.5	0.0	
			0.5	0.1	
23	13	-2254.5	-1.8	0.0	-1.271E-03
	7	-2256.0	1.8	0.0	
			1.8	1.1	

IX. Vérifications des éléments

a) Entrait – barre 02

Vérification de l'élément :

Combinaison : ELU

Longueur = 2.712m

Section (mm) : 45x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	1953.8	1953.8
Ved [daN]	47.2	0
Med [daNm]	0	32.0

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{t,0,d} = 3.95 \text{ MPa} ; \sigma_{m,d} = 3.53 \text{ MPa} ; k_{mod} = 1.1 ; \gamma_m = 1.3$$

$$f_{t,0,d} = 12.6 \text{ MPa} ; f_{m,d} = 20.3 \text{ MPa}$$

$$(1) = 0.313 + 0.174 = 49\%$$

L'élément 02 est stable.

b) Entrait – barre 03

Vérification de l'élément :

Combinaison : ELU

Longueur = 3.312m

Section (mm) : 45x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	1757.1	1757.1
Ved [daN]	57.6	0
Med [daNm]	0	47.7

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{t,0,d} = 3.55 \text{ MPa} ; \sigma_{m,d} = 5.26 \text{ MPa} ; k_{mod} = 1.1 ; \gamma_m = 1.3$$

$$f_{t,0,d} = 12.6 \text{ MPa} ; f_{m,d} = 20.3 \text{ MPa}$$

$$(1) = 0.282 + 0.259 = 54\%$$

L'élément 03 est stable.

c) Fiche / arbalétrier – barre 14

Combinaison : ELU
Longueur = 2.344m
Section (mm) : 45x110ht

Efforts internes	
Ned [daN]	-2524.7
Ved [daN]	0
Med [daNm]	0

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{c,0,d} = 5.10 \text{ MPa} ; k_{mod} = 1.1 ; \gamma_m = 1.3 ; f_{c,0,d} = 17.8 \text{ MPa}$$

$$k_{cy} = 0.37 (Lf \text{ axe fort} = 2344\text{mm}, Lf \text{ axe faible} = 1172\text{mm})$$

$$(1) = 78\%$$

L'élément 14 est stable.

d) Fiche – barre 17

Combinaison : ELU
Longueur = 2.130m
Section (mm) : 45x70ht

Efforts internes	
Ned [daN]	-337.4
Ved [daN]	0
Med [daNm]	0

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{c,0,d} = 0.89 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3 ; f_{c,0,d} = 14.5 \text{ MPa}$$

$$k_{cy} = 0.28 (Lf \text{ axe fort} = 2130\text{mm}, Lf \text{ axe faible} = 2130\text{mm})$$

$$(1) = 22\%$$

L'élément 17 est stable.

e) Arbalétrier – barre 09

Combinaison : ELU
Longueur = 2.906m
Section (mm) : 45x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	-2072.3	-2038.1
Ved [daN]	119.5	0
Med [daNm]	0	86.8

Vérifications ELU :

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

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

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

$$\sigma_{m,z,d} = 9.56 \text{ MPa} ; \sigma_{c,0,d} = 4.12 \text{ MPa} ; k_{mod} = 1.1 ; \gamma_m = 1.3$$

$$k_h = 1.06 ; k_{ls} = 1 (\text{effet système non pris en compte}) ; k_{crit} = 1$$

$$k_{cy} = 0.25 (L_f \text{ axe fort} = 2906\text{mm}, L_f \text{ axe faible} = 1453\text{mm} \rightarrow \text{élancement} > 120)$$

$$f_{m,z,d} = 20.3 \text{ MPa} ; f_{c,0,d} = 17.8 \text{ MPa}$$

$$(1) = 0.444^2 + 0.926 = 112\%$$

$$(2) = 44\%$$

$$(3) = 0.926 + 0.444 = 137\%$$

L'élément 09 n'est pas stable.

f) Arbalétrier – barre 10

Combinaison : ELU

Longueur = 2.906m

Section (mm) : 45x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	-1715.0	-1680.8
Ved [daN]	119.5	0
Med [daNm]	0	86.8

Vérifications ELU :

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

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

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

$$\sigma_{m,z,d} = 9.56 \text{ MPa} ; \sigma_{c,0,d} = 3.4 \text{ MPa} ; k_{mod} = 1.1 ; \gamma_m = 1.3$$

$$k_h = 1.06 ; k_{ls} = 1 (\text{effet système non pris en compte}) ; k_{crit} = 1$$

$$k_{cy} = 0.25 \text{ (} Lf \text{ axe fort} = 2906\text{mm}, Lf \text{ axe faible} = 1453\text{mm} \rightarrow \text{élancement} > 120 \text{)}$$

$$f_{m,z,d} = 20.3 \text{ MPa} ; f_{c,0,d} = 17.8 \text{ MPa}$$

$$(1) = 0.444^2 + 0.764 = 96\%$$

$$(2) = 44\%$$

$$(3) = 0.764 + 0,444 = 121\%$$

L'élément 10 n'est pas stable.

X. Dimensionnement des renforts

NOTA : les efforts indiqués dans cette partie prennent en compte ceux induits par l'ajout des renforts suivants. Ces efforts supplémentaires sont détaillés dans la partie XI.

a) Arbalétrier – barres 09/10

Ces barres sont à renforcer afin de mieux résister au flambement (principal mode de ruine ici). Ci-dessous la justification des renforts dans le cas le plus défavorable (barre 09).

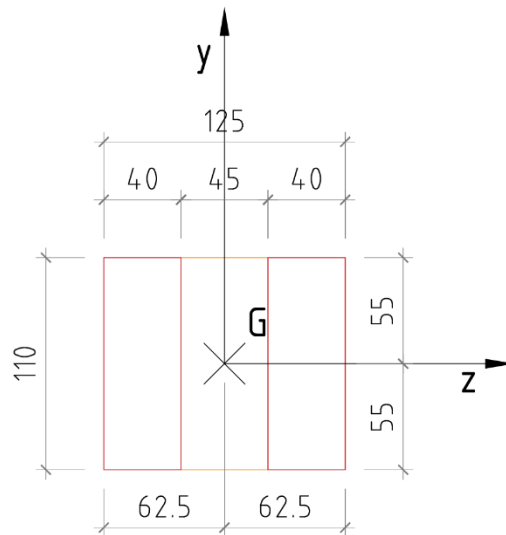


Figure 4 - Détail section renfort arbalétrier

Combinaison : ELU

Longueur = 2.906m

Section (mm) : 45x110ht

Vérifications ELU :

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	-2072.3-93,5	-2038.1-91,1
Ved [daN]	119.5+7,5	0
Med [daNm]	0	86.8+5,4

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

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

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

$$\sigma_{m,z,d} = 3.66 \text{ MPa} ; \sigma_{c,0,d} = 1,55 \text{ MPa} ; k_{mod} = 1.1 ; \gamma_m = 1.3$$

$$k_h = 1.06 ; k_{ls} = 1 \text{ (effet système non pris en compte)} ; k_{crit} = 1$$

$$k_{cy} = 0.36 (Lf \text{ axe fort} = 2906\text{mm}, Lf \text{ axe faible} = 1453\text{mm})$$

$$f_{m,z,d} = 20.3 \text{ MPa} ; f_{c,0,d} = 17.8 \text{ MPa}$$

$$(1) = 0.170^2 + 0.242 = 27\%$$

$$(2) = 17\%$$

$$(3) = 0.242 + 0.170 = 41\%$$

Le renfort est justifié à l'ELU.

XI. Efforts supplémentaires dus aux renforts

a) Charges supplémentaires

Renforts sur arbalétriers : 4 daN/mL

b) Efforts supplémentaires dans les barres

➤ Arbalétrier – barre 09

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	-2072.3-93,5	-2038.1-91,1
Ved [daN]	119.5+7,5	0
Med [daNm]	0	86.8+5,4

Vérifications : voir partie X.a)

XII. Conclusion

L'objectif de cette note est de vérifier la charpente de l'Ehpad Pré de Millet situé dans la commune de Graulhet, plus précisément les fermes courantes de la zone cuisine. Les vérifications ont montré que des renforts sont à prévoir pour les arbalétriers (détaillés ci-dessus). Les détails de renforcement de cette note ne peuvent être utilisés pour la réalisation. Des plans spécifiques de renforcement seront diffusés en suivant.

Suite au constat sur site, la charpente sur cette zone est trop sinistrée. Il faut prévoir un remplacement total de la charpente.