

# 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 - VERIFICATION FERMES DOUBLEES SUPPORT RECOUPEMENT CF COMBLES

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	/	NC03	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) Recoupement coupe-feu.....	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.....	10
c) Résultats combinaison 2.....	13
d) Résultats combinaison 3.....	16
IX. Vérifications des éléments .....	19
a) Entrait – barre 02 .....	19
b) Entrait – barre 03 .....	19
c) Entrait – barres 04+05+06.....	20
d) Fiche / arbalétrier – barre 16 .....	20
e) Fiche – barre 19.....	20
f) Arbalétrier – barre 11.....	21
g) Arbalétrier – barre 12.....	22
X. Conclusion .....	23

## Table des illustrations

Figure 1 - Repérage fermes considérées .....	2
Figure 2 - Charge recoupement coupe-feu .....	3

## 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 qui sont considérées ici sont celles doublées qui supportent le recoupement coupe-feu des combles.

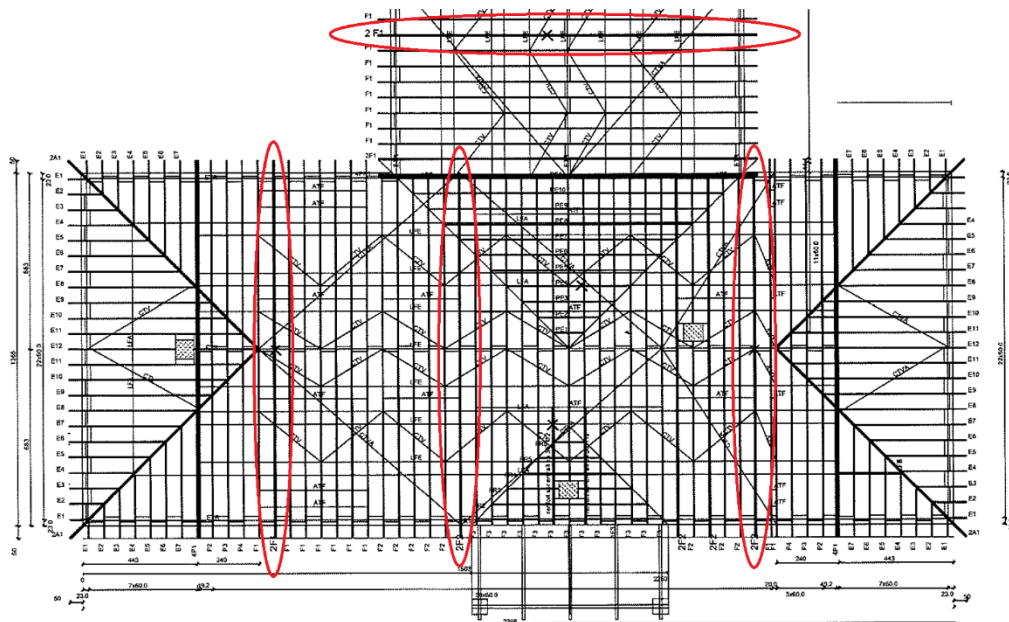


Figure 1 - Repérage fermes considérées

## 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%)

## IV. Hypothèses charges

Poids propre : inclus dans la modélisation

Couverture : 50 daN/m<sup>2</sup>

Complexe de faux plafond : 30 daN/m<sup>2</sup>

- Plaque placo BA18 : 16 daN/m<sup>2</sup>
- Plaques démontables 60x60 : 2 daN/m<sup>2</sup>
- Isolation : 6 daN/m<sup>2</sup>
- Réseaux : 2daN/m<sup>2</sup>
- -> soit un total de 26 daN/m<sup>2</sup> approximé à 30daN/m<sup>2</sup>

Surcharge réseaux sur partie centrale (sur 2m) : 8 daN/m<sup>2</sup>

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).

Recoupement coupe-feu : BA15 de part et d'autre -> 12 daN/m<sup>2</sup> par plaque

Neige : voir *NDC01 – VERIFICATION CHARPENTE EXISTANTE*

Vent : voir *NDC01 – VERIFICATION CHARPENTE EXISTANTE*

## V. Descente de charges sur fermettes

D'après les plans DOE de Coustaty que nous avons reçu, il semble que les recouvrements coupe-feu des combles soient assurés par les fermes 2F1 et 2F2. La suite de cette note considérera une ferme de double épaisseur.

### a) Charges courantes (bande de charge 60cm)

Charges appliquées sur les arbalétriers :

- $G = 30$  daN/m
- $S = 21.6$  daN/m
- $S_{acc} = 48$  daN/m
- $W = 12$  daN/m (versant au vent)
- $W = 7.2$  daN/m (versant sous le vent)

Charges appliquées sur les entrails :

- $G = 18$  daN/m
- $G = 4.8$  daN/m sur 2m centré (surcharge réseaux)

### b) Recoupement coupe-feu

La charge du recoupement coupe-feu est la suivante :

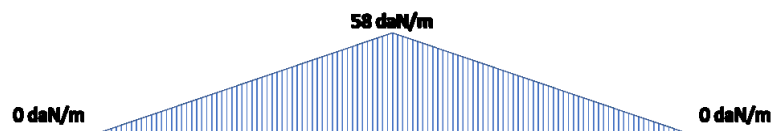


Figure 2 - Charge recoupement coupe-feu

Ce chargement sera appliqué sous forme de forces ponctuelles aux nœuds 11 à 15.

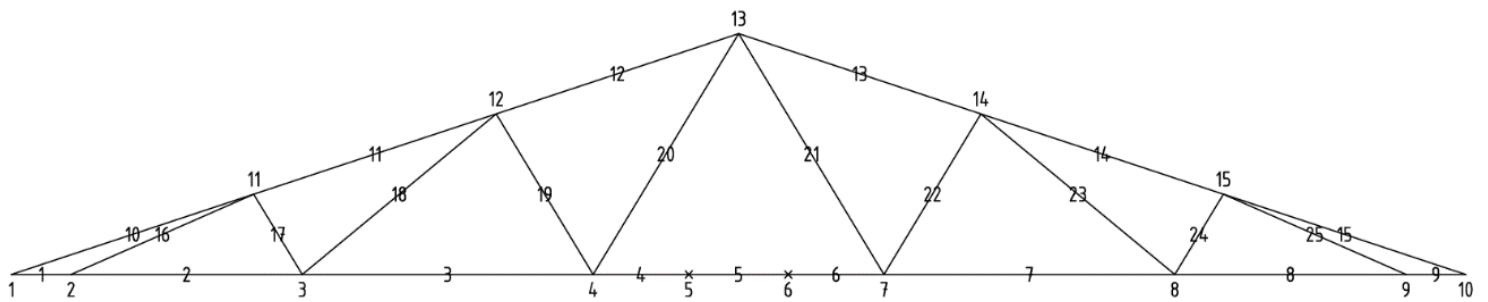
## VI. Combinaisons d'actions

ELS :  $G + S + 0.6W$

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

ELUA :  $G + S_{acc}$

## VII. Repérage nœuds + barres du modèle



## VIII. Résultats modélisation (rdm6)

### a) Modélisation

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

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : 2f1  
Date : 30 novembre 2022

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

15 Noeuds  
25 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	2.924	0.000	4	5.848	0.000
5	6.810	0.000	6	7.810	-0.000
7	8.772	0.000	8	11.696	0.000
9	14.020	0.000	10	14.620	0.000
11	2.437	0.804	12	4.873	1.608
13	7.310	2.412	14	9.747	1.608
15	12.183	0.804			

```
+-----+
| 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	2.324	Rotule - Rotule
3	3 4	0.0000	12	11	2.924	Rotule - Rotule
4	4 5	0.0000	12	11	0.962	Rotule - Rigide
5	5 6	0.0000	12	11	1.000	Rigide - Rigide
6	6 7	0.0000	12	11	0.962	Rigide - Rotule
7	7 8	0.0000	12	11	2.924	Rotule - Rotule
8	8 9	0.0000	12	11	2.324	Rotule - Rotule
9	9 10	0.0000	12	11	0.600	Rotule - Rotule

10	1	11	0.0000	11	11	2.566	Rotule - Rotule
11	11	12	0.0000	11	11	2.566	Rotule - Rotule
12	12	13	0.0000	11	11	2.566	Rotule - Rotule
13	13	14	0.0000	11	11	2.566	Rotule - Rotule
14	14	15	0.0000	11	11	2.566	Rotule - Rotule
15	15	10	0.0000	11	11	2.566	Rotule - Rotule
16	2	11	0.0000	14	11	2.005	Rotule - Rotule
17	11	3	0.0000	14	11	0.940	Rotule - Rotule
18	3	12	0.0000	14	11	2.527	Rotule - Rotule
19	12	4	0.0000	14	11	1.881	Rotule - Rotule
20	4	13	0.0000	14	11	2.821	Rotule - Rotule
21	13	7	0.0000	14	11	2.821	Rotule - Rotule
22	7	14	0.0000	14	11	1.881	Rotule - Rotule
23	14	8	0.0000	14	11	2.527	Rotule - Rotule
24	8	15	0.0000	14	11	0.940	Rotule - Rotule
25	15	9	0.0000	14	11	2.005	Rotule - Rotule

Poids de la structure = 173.702 daN (g = 10.00 m/s<sup>2</sup>)

Centre de gravité = 7.310 0.682 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 = 72.00 mm
Aire = 75.600 cm2
Moments quadratiques : IY = 326.592 cm4 - IZ = 694.575 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 753.213 cm4
Constante de gauchissement Iw = 433.090 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 = 72.00 mm
Aire = 79.200 cm2
Moments quadratiques : IY = 342.144 cm4 - IZ = 798.600 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 813.207 cm4
Constante de gauchissement Iw = 598.394 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 = 72.00 mm
Aire = 75.600 cm2
```



Moments quadratiques :  $IY = 326.592 \text{ cm}^4$  -  $IZ = 694.575 \text{ cm}^4$   
Constante de torsion de Saint Venant  $J = 753.213 \text{ cm}^4$   
Constante de gauchissement  $Iw = 433.090 \text{ cm}^6$   
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/m<sup>3</sup>  
Coefficient de dilatation = 4.50E-05 1/K

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

Noeud 2 : dx = dy = 0  
Noeud 9 : dy = 0

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

PERMANENTES

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

Noeud 11 : Fx = 0.00 Fy = -40.30  
Noeud 15 : Fx = 0.00 Fy = -40.30  
Noeud 12 : Fx = 0.00 Fy = -90.00  
Noeud 14 : Fx = 0.00 Fy = -90.00  
Noeud 13 : Fx = 0.00 Fy = -128.60

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

Poutre 2 : px = 0.0 py = -18.0  
Poutre 3 : px = 0.0 py = -18.0  
Poutre 4 : px = 0.0 py = -18.0  
Poutre 5 : px = 0.0 py = -18.0  
Poutre 6 : px = 0.0 py = -18.0  
Poutre 7 : px = 0.0 py = -18.0  
Poutre 8 : px = 0.0 py = -18.0  
Poutre 5 : px = 0.0 py = -4.8

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

Poutre 10 : py = -30.0 par unité de longueur projetée  
Poutre 11 : py = -30.0 par unité de longueur projetée  
Poutre 12 : py = -30.0 par unité de longueur projetée  
Poutre 13 : py = -30.0 par unité de longueur projetée

Poutre 14 :  $py = -30.0$  par unité de longueur projetée  
Poutre 15 :  $py = -30.0$  par unité de longueur projetée

2 Charge(s) répartie(s) linéairement sur une partie d'une poutre [ m , daN/m ]

Poutre 4 :  $Lo = 0.46$  ,  $pxo = 0.0$   $pyo = -4.8$   
           $Le = 0.96$  ,  $pxe = 0.0$   $pye = -4.8$   
Poutre 6 :  $Lo = 0.00$  ,  $pxo = 0.0$   $pyo = -4.8$   
           $Le = 0.50$  ,  $pxe = 0.0$   $pye = -4.8$

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

NEIGE UNIFORME

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

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

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

NEIGE ACCIDENTELLE UNIFORME

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

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

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

VENT

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

Poutre 10 :  $pX = 0.0$   $pY = -12.0$  (Repère local)  
Poutre 11 :  $pX = 0.0$   $pY = -12.0$  (Repère local)  
Poutre 12 :  $pX = 0.0$   $pY = -12.0$  (Repère local)  
Poutre 13 :  $pX = 0.0$   $pY = -7.2$  (Repère local)  
Poutre 14 :  $pX = 0.0$   $pY = -7.2$  (Repère local)  
Poutre 15 :  $pX = 0.0$   $pY = -7.2$  (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 : 2f1  
Date : 30 novembre 2022

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

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

Noeud	dx	dy	rotz
1	1.515E-05	-3.879E-04	
2	0.000E+00	0.000E+00	
3	3.841E-04	-4.600E-03	
4	8.445E-04	-6.000E-03	
5	9.623E-04	-8.071E-03	-1.298E-03
6	1.084E-03	-8.066E-03	1.308E-03
7	1.202E-03	-5.985E-03	
8	1.659E-03	-4.568E-03	
9	2.039E-03	0.000E+00	
10	2.024E-03	-3.644E-04	
11	1.297E-03	-4.047E-03	
12	1.367E-03	-5.752E-03	
13	1.014E-03	-5.973E-03	
14	6.710E-04	-5.729E-03	
15	7.486E-04	-4.016E-03	

Déplacement maximal sur x = 2.0386E-03 m [ Noeud 9 ]

Déplacement maximal sur y = 8.0714E-03 m [ Noeud 5 ]

Déplacement maximal = 8.1390E-03 m [ Noeud 6 ]

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

Noeud	1	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	2	-	Rx =	-6.9	Ry =	744.6	Mz =	0.0
Noeud	3	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	4	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	7	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	8	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	9	-	Rx =	0.0	Ry =	734.4	Mz =	0.0
Noeud	10	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	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

Somme des actions de liaison :

Rx = -6.9 daN  
Ry = 1479.0 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = 1.49611878441647E-0011 daN  
Fy = -9.36779542826116E-0012 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	-220.0	-0.0	-0.0	-1.515E-05
	2	-220.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
2	2	1439.9	-20.9	-0.0	3.841E-04
	3	1439.9	20.9	0.0	
			20.9	12.2	
3	3	1371.6	-26.3	-0.0	4.604E-04
	4	1371.6	26.3	0.0	
			26.3	19.2	
4	4	1067.0	-31.1	0.0	1.178E-04
	5	1067.0	-11.4	21.0	
			31.1	21.0	
5	5	1067.0	-11.4	21.0	1.225E-04
	6	1067.0	11.4	21.0	
			11.4	23.9	
6	6	1067.0	11.4	21.0	1.178E-04
	7	1067.0	31.1	0.0	
			31.1	21.0	
7	7	1361.1	-26.3	-0.0	4.568E-04
	8	1361.1	26.3	0.0	
			26.3	19.2	
8	8	1421.4	-20.9	-0.0	3.792E-04
	9	1421.4	20.9	0.0	
			20.9	12.2	
9	9	-208.2	-0.0	-0.0	-1.433E-05
	10	-208.2	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
10	1	208.9	-68.9	0.0	7.053E-05
	11	248.3	68.9	0.0	
			68.9	44.2	
11	11	-1534.0	-68.9	-0.0	-4.672E-04

	12	-1494.6	68.9	0.0	
			68.9	44.2	
12	12	-1329.9	-68.9	0.0	-4.043E-04
	13	-1290.5	68.9	0.0	
			68.9	44.2	
13	13	-1286.2	-65.2	-0.0	-4.029E-04
	14	-1325.6	65.2	0.0	
			65.2	41.9	
14	14	-1481.5	-65.2	-0.0	-4.632E-04
	15	-1520.9	65.2	0.0	
			65.2	41.9	
15	15	237.1	-65.2	-0.0	6.708E-05
	10	197.7	65.2	0.0	
			65.2	41.9	
16	2	-1804.4	-0.0	-0.0	-4.350E-04
	11	-1804.4	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
17	11	-7.1	-0.0	-0.0	-8.032E-07
	3	-7.1	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
18	3	83.8	-0.0	-0.0	2.546E-05
	12	83.8	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
19	12	-260.3	-0.0	-0.0	-5.887E-05
	4	-260.3	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
20	4	327.5	-0.0	-0.0	1.110E-04
	13	327.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
21	13	317.3	-0.0	-0.0	1.076E-04
	7	317.3	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
22	7	-250.2	-0.0	-0.0	-5.658E-05
	14	-250.2	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
23	14	76.9	-0.0	-0.0	2.336E-05
	8	76.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
24	8	-2.0	-0.0	-0.0	-2.231E-07
	15	-2.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
25	15	-1779.0	-0.0	-0.0	-4.289E-04
	9	-1779.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	

### c) Résultats combinaison 2

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

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : 2f1

Date : 30 novembre 2022

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

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

Noeud	dx	dy	rotz
1	2.158E-05	-5.538E-04	
2	0.000E+00	0.000E+00	
3	5.332E-04	-6.386E-03	
4	1.171E-03	-8.324E-03	
5	1.334E-03	-1.112E-02	-1.752E-03
6	1.504E-03	-1.111E-02	1.767E-03
7	1.668E-03	-8.302E-03	
8	2.300E-03	-6.338E-03	
9	2.826E-03	0.000E+00	
10	2.806E-03	-5.185E-04	
11	1.799E-03	-5.620E-03	
12	1.896E-03	-7.981E-03	
13	1.406E-03	-8.286E-03	
14	9.303E-04	-7.948E-03	
15	1.037E-03	-5.573E-03	

Déplacement maximal sur x = 2.8263E-03 m [ Noeud 9 ]

Déplacement maximal sur y = 1.1120E-02 m [ Noeud 5 ]

Déplacement maximal = 1.1213E-02 m [ Noeud 6 ]

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

Noeud	1	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	2	-	Rx =	-10.4	Ry =	1036.0	Mz =	0.0
Noeud	3	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	4	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	7	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	-0.0
Noeud	8	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	0.0
Noeud	9	-	Rx =	0.0	Ry =	1020.6	Mz =	0.0
Noeud	10	-	Rx =	0.0	Ry =	0.0	Mz =	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

Somme des actions de liaison :

Rx = -10.4 daN  
Ry = 2056.6 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = 1.66210156749003E-0011 daN  
Fy = -1.38243194669485E-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	-313.4	-0.0	-0.0	-2.158E-05
	2	-313.4	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
2	2	1998.8	-28.2	-0.0	5.332E-04
	3	1998.8	28.2	0.0	
			28.2	16.4	
3	3	1901.7	-35.5	-0.0	6.383E-04
	4	1901.7	35.5	0.0	
			35.5	26.0	
4	4	1477.9	-42.0	0.0	1.632E-04
	5	1477.9	-15.4	28.4	
			42.0	28.4	
5	5	1477.9	-15.4	28.4	1.696E-04
	6	1477.9	15.4	28.4	
			15.4	32.2	
6	6	1477.9	15.4	28.4	1.632E-04
	7	1477.9	42.0	-0.0	
			42.0	28.4	
7	7	1886.0	-35.5	-0.0	6.330E-04
	8	1886.0	35.5	0.0	
			35.5	26.0	
8	8	1971.1	-28.2	-0.0	5.258E-04
	9	1971.1	28.2	0.0	
			28.2	16.4	
9	9	-295.7	-0.0	-0.0	-2.036E-05
	10	-295.7	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
10	1	297.6	-98.2	0.0	1.004E-04
	11	353.2	98.2	0.0	
			98.2	63.0	
11	11	-2128.5	-98.2	-0.0	-6.482E-04



	12	-2072.8	98.2	0.0	
			98.2	63.0	
12	12	-1843.9	-98.2	0.0	-5.603E-04
	13	-1788.2	98.2	0.0	
			98.2	63.0	
13	13	-1781.8	-92.7	-0.0	-5.584E-04
	14	-1837.4	92.7	0.0	
			92.7	59.4	
14	14	-2053.3	-92.7	-0.0	-6.421E-04
	15	-2109.0	92.7	0.0	
			92.7	59.4	
15	15	336.4	-92.7	-0.0	9.522E-05
	10	280.8	92.7	0.0	
			92.7	59.4	
16	2	-2512.7	-0.0	-0.0	-6.058E-04
	11	-2512.7	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
17	11	-12.7	-0.0	-0.0	-1.441E-06
	3	-12.7	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
18	3	117.3	-0.0	-0.0	3.565E-05
	12	117.3	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
19	12	-363.6	-0.0	-0.0	-8.221E-05
	4	-363.6	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
20	4	454.2	-0.0	-0.0	1.541E-04
	13	454.2	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
21	13	439.0	-0.0	-0.0	1.489E-04
	7	439.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
22	7	-348.4	-0.0	-0.0	-7.877E-05
	14	-348.4	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
23	14	107.0	-0.0	-0.0	3.251E-05
	8	107.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
24	8	-5.0	-0.0	-0.0	-5.708E-07
	15	-5.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
25	15	-2474.5	-0.0	-0.0	-5.966E-04
	9	-2474.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	

#### d) Résultats combinaison 3

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

Utilisateur : Quentin CAILLIER

Nom du projet : 2f1

Date : 30 novembre 2022

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

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

Noeud	dx	dy	rotz
1	1.983E-05	-5.211E-04	
2	0.000E+00	0.000E+00	
3	4.529E-04	-5.446E-03	
4	9.953E-04	-7.103E-03	
5	1.134E-03	-9.179E-03	-1.303E-03
6	1.279E-03	-9.179E-03	1.303E-03
7	1.418E-03	-7.103E-03	
8	1.961E-03	-5.446E-03	
9	2.414E-03	0.000E+00	
10	2.394E-03	-5.211E-04	
11	1.528E-03	-4.795E-03	
12	1.615E-03	-6.809E-03	
13	1.207E-03	-7.082E-03	
14	7.990E-04	-6.809E-03	
15	8.852E-04	-4.795E-03	

Déplacement maximal sur x = 2.4141E-03 m [ Noeud 9 ]

Déplacement maximal sur y = 9.1789E-03 m [ Noeud 6 ]

Déplacement maximal = 9.2677E-03 m [ Noeud 6 ]

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

Noeud		Rx	Ry	Mz
Noeud 1	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 2	-	0.0	890.4	0.0
Noeud 3	-	0.0	0.0	0.0
Noeud 4	-	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	890.4	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

Noeud 14 - Rx = 0.0 Ry = 0.0 Mz = 0.0  
 Noeud 15 - Rx = 0.0 Ry = 0.0 Mz = -0.0

Somme des actions de liaison :

Rx = 0.0 daN  
 Ry = 1780.7 daN

Somme des forces appliquées à la structure :

Fx = 1.30876393056312E-0011 daN  
 Fy = -1.27329258248210E-0011 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	-288.0	-0.0	-0.0	-1.983E-05
	2	-288.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
2	2	1698.0	-20.9	-0.0	4.529E-04
	3	1698.0	20.9	0.0	
			20.9	12.2	
3	3	1616.0	-26.3	-0.0	5.424E-04
	4	1616.0	26.3	0.0	
			26.3	19.2	
4	4	1261.5	-31.1	0.0	1.393E-04
	5	1261.5	-11.4	21.0	
			31.1	21.0	
5	5	1261.5	-11.4	21.0	1.448E-04
	6	1261.5	11.4	21.0	
			11.4	23.9	
6	6	1261.5	11.4	21.0	1.393E-04
	7	1261.5	31.1	-0.0	
			31.1	21.0	
7	7	1616.0	-26.3	-0.0	5.424E-04
	8	1616.0	26.3	0.0	
			26.3	19.2	
8	8	1698.0	-20.9	-0.0	4.529E-04
	9	1698.0	20.9	0.0	
			20.9	12.2	
9	9	-288.0	-0.0	-0.0	-1.983E-05
	10	-288.0	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
10	1	273.5	-90.2	-0.0	9.357E-05
	11	333.0	90.2	0.0	
			90.2	57.9	
11	11	-1809.1	-90.2	-0.0	-5.490E-04
	12	-1749.6	90.2	0.0	
			90.2	57.9	
12	12	-1563.2	-90.2	-0.0	-4.731E-04

	13	-1503.6	90.2	0.0	
			90.2	57.9	
13	13	-1503.6	-90.2	-0.0	-4.731E-04
	14	-1563.2	90.2	0.0	
			90.2	57.9	
14	14	-1749.6	-90.2	-0.0	-5.490E-04
	15	-1809.1	90.2	0.0	
			90.2	57.9	
15	15	333.0	-90.2	0.0	9.357E-05
	10	273.5	90.2	0.0	
			90.2	57.9	
16	2	-2167.9	-0.0	-0.0	-5.227E-04
	11	-2167.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
17	11	-15.9	-0.0	-0.0	-1.793E-06
	3	-15.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
18	3	95.5	-0.0	-0.0	2.903E-05
	12	95.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
19	12	-308.4	-0.0	-0.0	-6.975E-05
	4	-308.4	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
20	4	375.6	-0.0	-0.0	1.274E-04
	13	375.6	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
21	13	375.6	-0.0	-0.0	1.274E-04
	7	375.6	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
22	7	-308.4	-0.0	-0.0	-6.975E-05
	14	-308.4	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
23	14	95.5	-0.0	-0.0	2.903E-05
	8	95.5	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
24	8	-15.9	-0.0	-0.0	-1.793E-06
	15	-15.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	
25	15	-2167.9	-0.0	-0.0	-5.227E-04
	9	-2167.9	0.0	0.0	
			0.0	0.0	

## IX. Vérifications des éléments

### a) Entrait – barre 02

#### Vérification de l'élément :

Combinaison : ELU

Longueur = 2.325m

Section (mm) : 72x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	1998.8	1998.8
Ved [daN]	28.2	0
Med [daNm]	0	16.4

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{t,0,d} = 2.52 \text{ MPa} ; \sigma_{m,d} = 1.13 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

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

$$(1) = 0.245 + 0.064 = 31\%$$

L'élément 02 est stable.

### b) Entrait – barre 03

#### Vérification de l'élément :

Combinaison : ELU

Longueur = 2.925m

Section (mm) : 72x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	1901.7	1901.7
Ved [daN]	35.5	0
Med [daNm]	0	26.0

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{t,0,d} = 2.40 \text{ MPa} ; \sigma_{m,d} = 1.79 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

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

$$(1) = 0.233 + 0.102 = 34\%$$

L'élément 03 est stable.

c) Entrait – barres 04+05+06

**Vérification de l'élément :**

Combinaison : ELU

Longueur = 2.925m

Section (mm) : 72x110ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	1477.9	1477.9
Ved [daN]	42.0	0
Med [daNm]	0	32.20

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{t,0,d} = 1.87 \text{ MPa} ; \sigma_{m,d} = 2.22 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

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

$$(1) = 0.182 + 0.126 = 31\%$$

L'élément 04+05+06 est stable.

d) Fiche / arbalétrier – barre 16

Combinaison : ELU

Longueur = 2.005m

Section (mm) : 72x105ht

Efforts internes	
Ned [daN]	-2512.7
Ved [daN]	0
Med [daNm]	0

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{c,0,d} = 3.32 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3 ; f_{c,0,d} = 14.5 \text{ MPa}$$

$$k_{cy} = 0.60 (Lf \text{ axe fort} = 2005\text{mm}, Lf \text{ axe faible} = 1003\text{mm})$$

$$(1) = 38\%$$

L'élément 16 est stable.

e) Fiche – barre 19

Combinaison : ELU

Longueur = 1.881m

Section (mm) : 72x70ht

Efforts internes	
Ned [daN]	-363.6
Ved [daN]	0
Med [daNm]	0

Vérifications ELU :

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

$$\sigma_{c,0,d} = 0.72 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3 ; f_{c,0,d} = 14.5 \text{ MPa}$$

$$k_{cy} = 0.35 \text{ (Lf axe fort} = 1881\text{mm, Lf axe faible} = 941\text{mm)}$$

$$(1) = 14\%$$

L'élément 19 est stable.

#### f) Arbalétrier – barre 11

Combinaison : ELU

Longueur = 2.566m

Section (mm) : 72x105ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	-2128.5	-2100.7
Ved [daN]	98.2	0
Med [daNm]	0	63.0

Vérifications ELU :

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

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

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

$$\sigma_{m,z,d} = 4.76 \text{ MPa} ; \sigma_{c,0,d} = 2.78 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

$$k_h = 1.07 ; k_{ls} = 1 \text{ (effet système non pris en compte)} ; k_{crit} = 1$$

$$k_{cy} = 0.41 \text{ (Lf axe fort} = 2566\text{mm, Lf axe faible} = 1283\text{mm)}$$

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

$$(1) = 0.268^2 + 0.468 = 54\%$$

$$(2) = 26.8\%$$

$$(3) = 0.468 + 0.268 = 73.6\%$$

L'élément 11 est stable.

g) Arbalétrier – barre 12

Combinaison : ELU

Longueur = 2.566m

Section (mm) : 72x105ht

Efforts internes	Appuis	Mi-portée
Ned [daN]	-1843.9	-1816.1
Ved [daN]	98.2	0
Med [daNm]	0	63.0

Vérifications ELU :

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

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

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

$$\sigma_{m,z,d} = 4.76 \text{ MPa} ; \sigma_{c,0,d} = 2.40 \text{ MPa} ; k_{mod} = 0.9 ; \gamma_m = 1.3$$

$$k_h = 1.07 ; k_{ls} = 1 \text{ (effet système non pris en compte)} ; k_{crit} = 1$$

$$k_{cy} = 0.41 \text{ (Lf axe fort = 2566mm, Lf axe faible = 1283mm)}$$

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

$$(1) = 0.268^2 + 0.404 = 48\%$$

$$(2) = 27\%$$

$$(3) = 0.404 + 0.268 = 67\%$$

L'élément 12 est stable.



## X. Conclusion

Les vérifications des fermes doublées supportant le recoupement coupe-feu des combles ont montré que celles-ci sont justifiées à l'ELU. Il n'est pas nécessaire de prévoir des renforts sur ces fermes.