Restaurant Universitaire CROUS
Le Triolet
Montpellier (34)

BUREAU D'ETUDES INSE
Bureau Etudes Techniques Pluridisciplinaire IN.S.E.
132 rue Marc Robert - 12850 ONET-LE-CHÂTEAU
Tél. 05 65 77 31 00 - Fax 05 65 67 26 59 / rodez@inse.fr

NOTE D'HYPOTHESE et NOTE DE CALCUL

Indice	Date	Objet de l'indice
0	02/04/2025	Création du document
A	09/06/2025	Précisions sur la résistance au feu
B	02/07/2025	MAJ suite passage bâtiment en 2eme catégorie
C	09/07/2025	MAJ suite choix habillage coupe-feu en plafond
D	24/06/2025	MAJ avec solution retenue pour gestion CF

SOMMAIRE

1 PRESENTATION GENERALE 3

1.1 OBJET DE LA NOTE 3
1.2 DESCRIPTION DE LA STRUCTURE EXISTANTE 4
1.3 REGLEMENTS ET DOCUMENTS DE REFERENCE 5

2 DONNEES RELATIVES AU SITE 5

3 MATERIAUX 5

4 HYPOTHESES DE CHARGES 6

4.1 CHARGES PERMANENTES 6
Salle Amérique 6
Salle Afrique 7
Salle Europe 8
Salle Asie 9
4.2 CHARGES D'EXPLOITATION 10
4.3 CHARGES DE VENT 10
4.4 CHARGES DE NEIGE 10
4.5 CHARGES SISMIQUES 10

5 HYPOTHESE SUR LA RESISTANCE AU FEU 11

6 HYPOTHESE DE FLECHES LIMITES 11

7 VERIFICATION DE LA STRUCTURE EXISTANTE 13

7.1 VERIFICATION DES PANNES 13
7.2 VERIFICATION DES ARBALETRIERS : 17
Vérifications de base 17
Vérification au niveau de la section réduite au passage de la menuiserie : 24

8 CONTREVENTEMENT 25

9 CONCLUSION 26

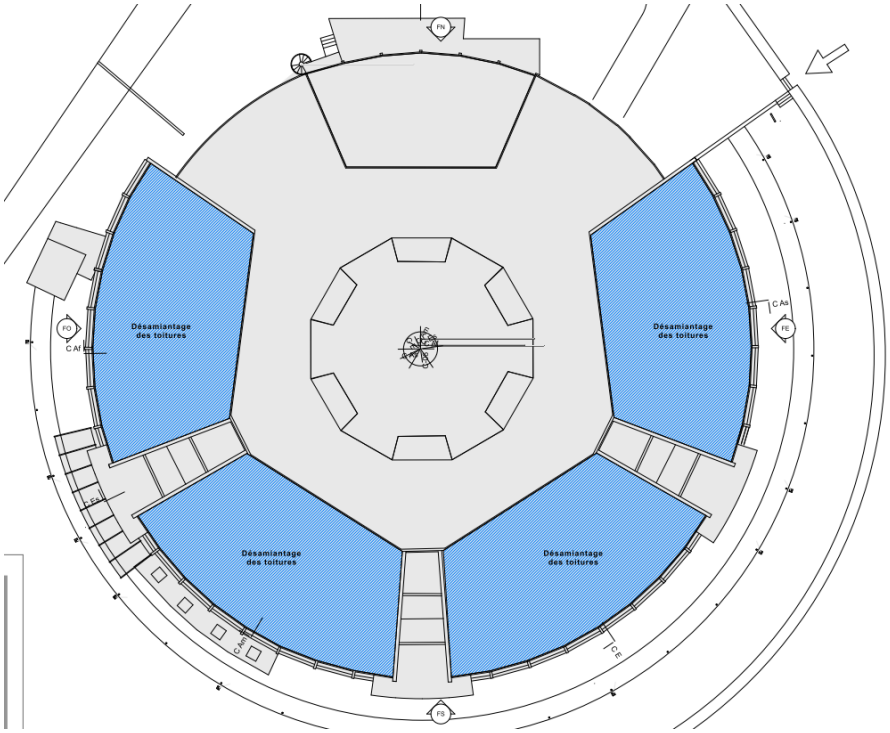
1 PRESENTATION GENERALE

1.1 Objet de la note

Dans le cadre d'un projet de réfection de la toiture du CROUS de Montpellier, nous sommes chargé de faire le bilan des charges avant et après travaux. Une fois ce bilan fait, nous étudierons la capacité de la structure existante à reprendre les nouvelles charges, ainsi que les nouvelles contraintes de résistance au feu.

1.2 Description de la structure existante

Le projet consiste à la réfection de la toiture de 4 bâtiments constitués d'une charpente bois (arbalétriers LC et pannes BM) sur une structure béton.
Les 4 bâtiments, appelés salle Amérique, salle Afrique, Salle Europe et salle Asie, ont tous une structure similaire.



Des arbalétriers lamellés collés à double décroissance sont continus sur 3 appuis constitués de poteaux moisés métalliques. Des pannes isostatiques en bois massifs supportent des panneaux amiantés. Ils seront remplacés par un bac perforé, avec isolant et étanchéité auto protégée, pouvant recevoir des panneaux photovoltaïques. Les aménagements intérieurs des différentes salles seront déposés et reposés à l'identique.

Lors d'une précédente phase de travaux, certains arbalétriers de la salle Amérique ont été renforcés au niveau de l'appui du point haut de la charpente.

1.3 Règlements et documents de référence

Documents de références :

- **PLANS :** Plans Architecte phase Esquisse
- **NF EN 1991** : Eurocode 1 - Actions sur les structures et annexes nationales
- **NF EN 1993 :** Eurocode 3 - Calcul des structures en acier et annexes nationales
- **NF EN 1995 :** Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois et annexes nationales
- **Glulam Handbook Volumes I à III**
- **Etude Critère de Service EC5 CODIFAB**

2 DONNEES RELATIVES AU SITE

Ville : Montpellier
Département : Hérault (34)

Région Neige B2 – Altitude 50 m

Région Vent 3 – Catégorie de Terrain IIIb

Zone Sismique 2 – Aléa Faible – Classe de Sol inconnue

3 MATERIAUX

Les éléments de charpente bois existants seront considérés :

- en classe C24 pour les poutres en Bois Massifs existants
- en classe GL24h pour les poutres en Lamellé-Collé existants

4 HYPOTHESES DE CHARGES

4.1 Charges permanentes

Salle Amérique



Charges actuelles	
NATURE	CHARGE
Etanchéité auto protégée	5 kg/m²
Isolant	20 kg/m²
Panneau de particules amianté	15 kg/m²
Plafond placo suspendu / plafond gyptone	15 kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	60 kg/m²

Charges projet	
NATURE	CHARGE
Panneaux Photovoltaïques	15 kg/m²
Etanchéité auto protégée	8kg/m²
Isolant laine de roche ép. 23,5cm	30 kg/m²
Bac perforé	7 kg/m²
Plafond placo suspendu / plafond gyptone	15kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	80kg/m²

Salle Afrique



Charges actuelles	
NATURE	CHARGE
Etanchéité auto protégée	5 kg/m²
Isolant	20 kg/m²
Panneau de particules amianté	15 kg/m²
Plafond suspendu bois	15 kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	60 kg/m²

Charges projet	
NATURE	CHARGE
Panneaux Photovoltaïques	15 kg/m²
Etanchéité auto protégée	8kg/m²
Isolant laine de roche ép. 23,5cm	30 kg/m²
Bac perforé	7 kg/m²
Plafond suspendu bois	15kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	80kg/m²

Salle Europe



Charges actuelles	
NATURE	CHARGE
Etanchéité auto protégée	5 kg/m²
Isolant	20 kg/m²
Panneau de particules amianté	15 kg/m²
Plafond suspendu gyptone	10 kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	55 kg/m²

Charges projet	
NATURE	CHARGE
Panneaux Photovoltaïques	15 kg/m²
Etanchéité auto protégée	8kg/m²
Isolant laine de roche ép. 23,5cm	30 kg/m²
Bac perforé	7 kg/m²
Plafond suspendu gyptone	10 kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	75 kg/m²

Salle Asie



Charges actuelles	
NATURE	CHARGE
Etanchéité auto protégée	5 kg/m²
Isolant	20 kg/m²
Panneau de particules amianté	15 kg/m²
Plafond voiles tendus	5 kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	50 kg/m²

Charges projet	
NATURE	CHARGE
Panneaux Photovoltaïques	15 kg/m²
Etanchéité auto protégée	8kg/m²
Isolant laine de roche ép. 23,5cm	30 kg/m²
Bac perforé	7 kg/m²
Plafond voiles tendus	5kg/m²
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²
TOTAL	70kg/m²

4.2 Charges d'Exploitation

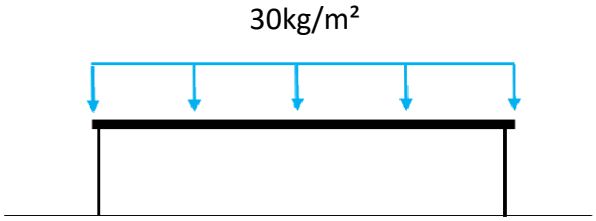
Charge d'entretien toitures de catégorie H suivant Eurocode, non cumulable avec les charges climatiques.
Q_k = 150 kg
q_k = 80 kg/m² sur 10m² (les charges ponctuelles et réparties ne sont pas concomitantes)
Durée de chargement : Court terme

4.3 Charges de Vent

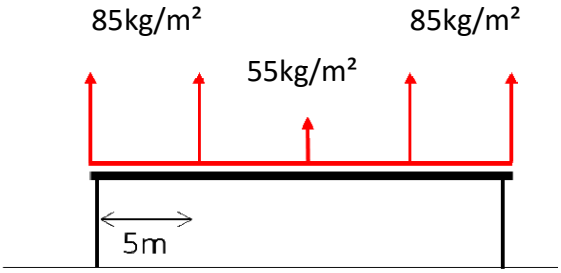
Application de l'Eurocode 1 partie 4 ainsi que des recommandations de la CNC2M.

$q_p(z)$ = 58 kg/m²

Charge sur les toitures :



W1 (pression)



W2 (soulèvement)

Charge sur les façades : 55 kg/m²

4.4 Charges de Neige

Application de l'Eurocode 1 partie 3.

Sk = 55 kg/m²
Sad = 135 kg/m²

Pente 5% ➔ μ_1=0,8
Pas d'accumulation

4.5 Charges Sismiques

Zone sismique 2
Catégorie d'importance du bâtiment : III

⇨ La règlementation sismique s'applique.

Cependant les travaux n'ont pas d'impact sur le comportement du bâtiment vis-à-vis du sismique.

5 Hypothèse sur la résistance au feu

Le bâtiment est classé comme ERP de 2e catégorie. Il faut donc que la structure respecte une stabilité au feu **30min**

La solution technique de protection étudiée précédemment étant trop contraignante à mettre en place, il a été convenu la mise en place de travaux compensatoires afin d'assurer la sécurité incendie.

6 Hypothèse de flèches limites

Les limites de flèche de l'Eurocode 5 seront retenues :

	Bâtiments courants		
	Valeurs limites w_{inst} (Q)	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites w_{fin}
Chevrons	—	B/ 150	B/ 125
Éléments structuraux	B/ 300	B/ 200	B/ 125

Concernant les limites de flèche pour assurer le non endommagement des éléments du second œuvre qui seront fixés à la charpente, nous nous baserons sur le document du CODIFAB (étude critère de service EC5) qui préconise pour les plafonds non fragiles de limiter W_{tot2} à L/350. Pour le calcul de cette flèche nuisible, l'hypothèse sur l'ordre de mise en œuvre est la suivante :

Pour les pannes :

NATURE	CHARGE	Mise en œuvre par rapport aux éléments de 2nd œuvre
Panneaux Photovoltaïques	15 kg/m²	antérieure
Etanchéité auto protégée	8kg/m²	antérieure
Isolant laine de roche ép. 23,5cm	30 kg/m²	antérieure
Bac perforé	7 kg/m²	antérieure
Plafond placo suspendu / plafond gyptone	15kg/m²	postérieure
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²	postérieure
TOTAL	95 kg/m²	Part des finitions (G2/G) = 37%

Pour les pannes :

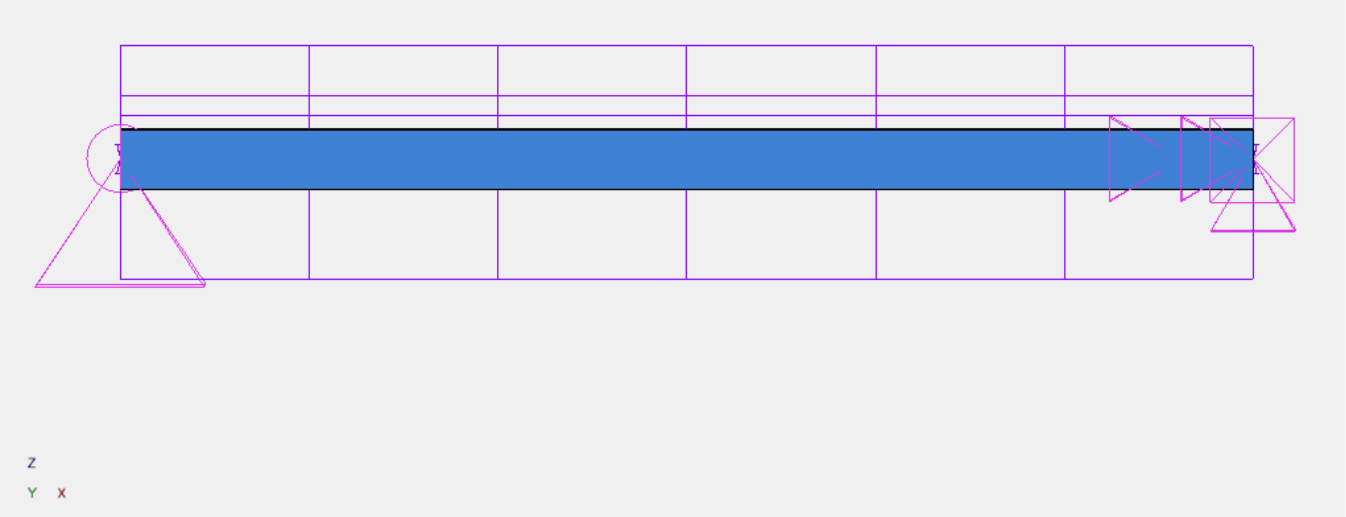
NATURE	CHARGE	Mise en œuvre par rapport aux éléments de 2nd œuvre
Panneaux Photovoltaïques	15 kg/m²	antérieure
Etanchéité auto protégée	8kg/m²	antérieure
Isolant laine de roche ép. 23,5cm	30 kg/m²	antérieure
Bac perforé	7 kg/m²	antérieure
Plafond placo suspendu / plafond gyptone	15kg/m²	postérieure
Divers (éclairage, réseaux)	5 kg/m²	postérieure
Poids propre pannes	5 kg/m²	antérieure
TOTAL	104 kg/m²	Part des finitions (G2/G) = 38%

7 Vérification de la structure existante

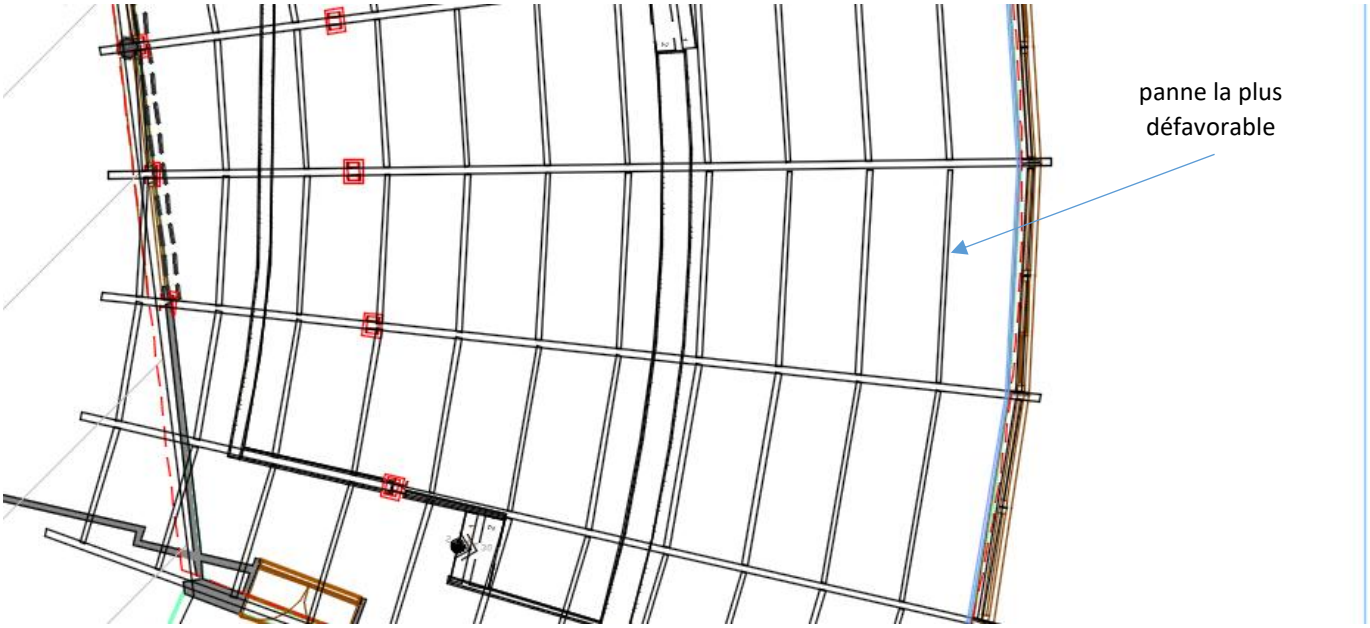
Chacun des 4 bâtiments du projet ayant des charges intérieures en plafond différentes, le calcul sera mené sur celui ayant la charge la plus importante.

7.1 Vérification des pannes

Les pannes ont une section 7x17,5ht cm² avec un entraxe e=1,22m.

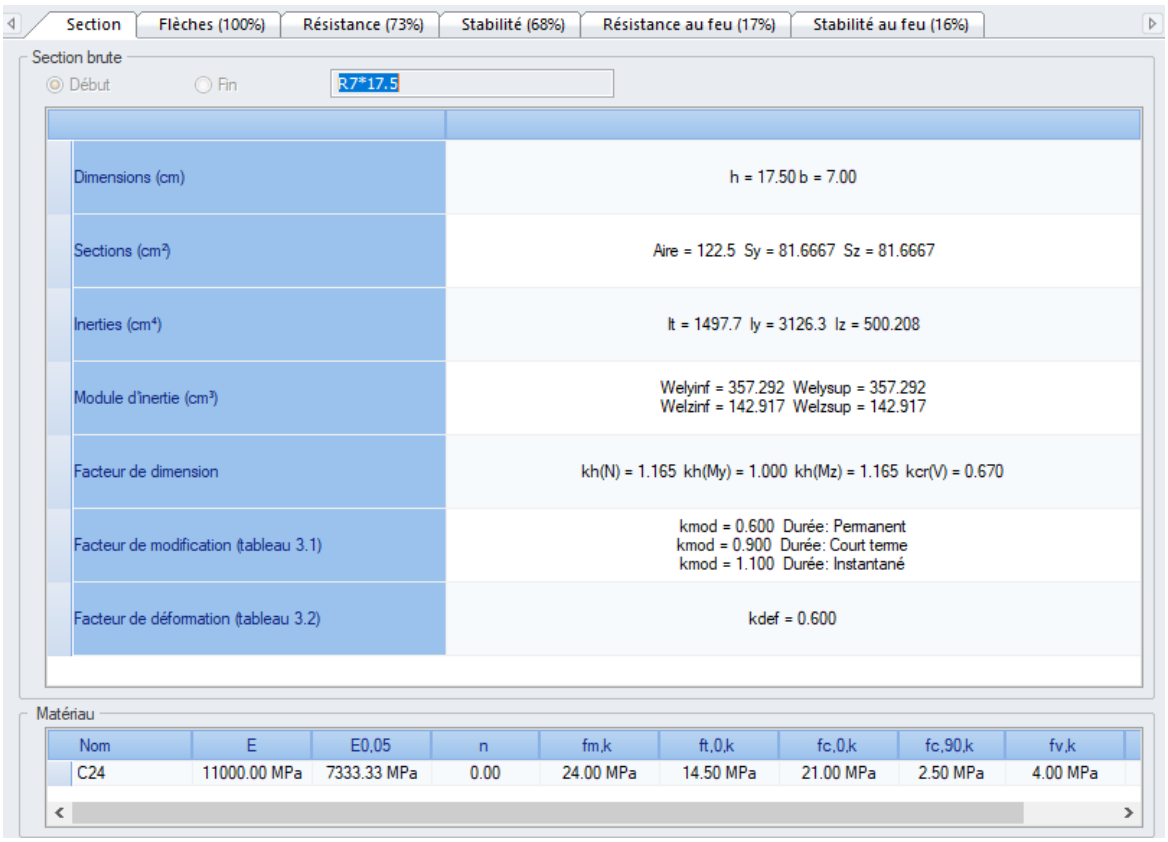


La panne la plus défavorable est l'avant dernière ayant la plus grande portée (la dernière ne reprenant qu'une demi bande de charge). La portée de nu à nu d'arbalétrier est 3,25m.



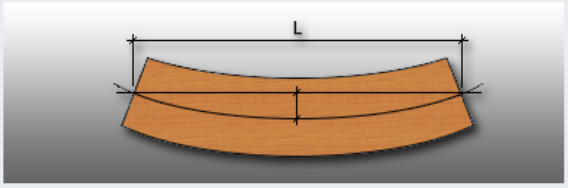
Les charges appliquées sont les suivantes :

Charges linéaires par cas										
n°	FX(T) MX(T*m)	FY(T) MY(T*m)	FZ(T) MZ(T*m)	Coef. début Coef. fin	Repère	Nom	Élément chargé	x où point début	L ou point fin	Cas de charges
207	0.000 0.00	0.000 0.00	-0.098 0.00	1.00 1.00	Global cartésien	G panne	217 (fil.)	0.00	3.25	1
208	0.000 0.00	0.000 0.00	-0.098 0.00	1.00 1.00	Global cartésien	Q	217 (fil.)	0.00	3.25	2
209	0.000 0.00	0.000 0.00	-0.054 0.00	1.00 1.00	Global cartésien	Neige	217 (fil.)	0.00	3.25	3
210	0.000 0.00	0.000 0.00	0.104 0.00	1.00 1.00	Global cartésien	V asc	217 (fil.)	0.00	3.25	4
211	0.000 0.00	0.000 0.00	-0.037 0.00	1.00 1.00	Global cartésien	V desc	217 (fil.)	0.00	3.25	5
212	0.000 0.00	0.000 0.00	-0.018 0.00	1.00 1.00	Global cartésien	G habillage placo panne	217 (fil.)	0.00	3.25	1



Section | Flèches (100%) | Résistance (73%) | Stabilité (68%) | Résistance au feu (17%) | Stabilité au feu (16%)

	Cas défavorable	Vérification	Taux de travail
W inst Q	n°117 : +1x[4 V asc]	L / 726.73 < L / 300.00 (0.447 cm < 1.083 cm)	41 %
W inst	n°112 : 1x[1 G]+1x[2 Q 10m² panne]	L / 344.89 (0.942 cm)	-
Wcreep	n°125 : 1x[1 G]	L / 1039.81 (0.313 cm)	-
Wfin	-	L / 258.99 < L / 125.00 (1.255 cm < 2.600 cm)	48 %
Wnet,fin	-	L / 258.99 < L / 200.00 (1.255 cm < 1.625 cm)	77 %
Winst, G	n°111 : +1x[1 G]	L / 990.29 (0.328 cm)	-
Wtot2	-	L / 350.70 < L / 350.00 (0.927 cm < 0.929 cm)	100 %



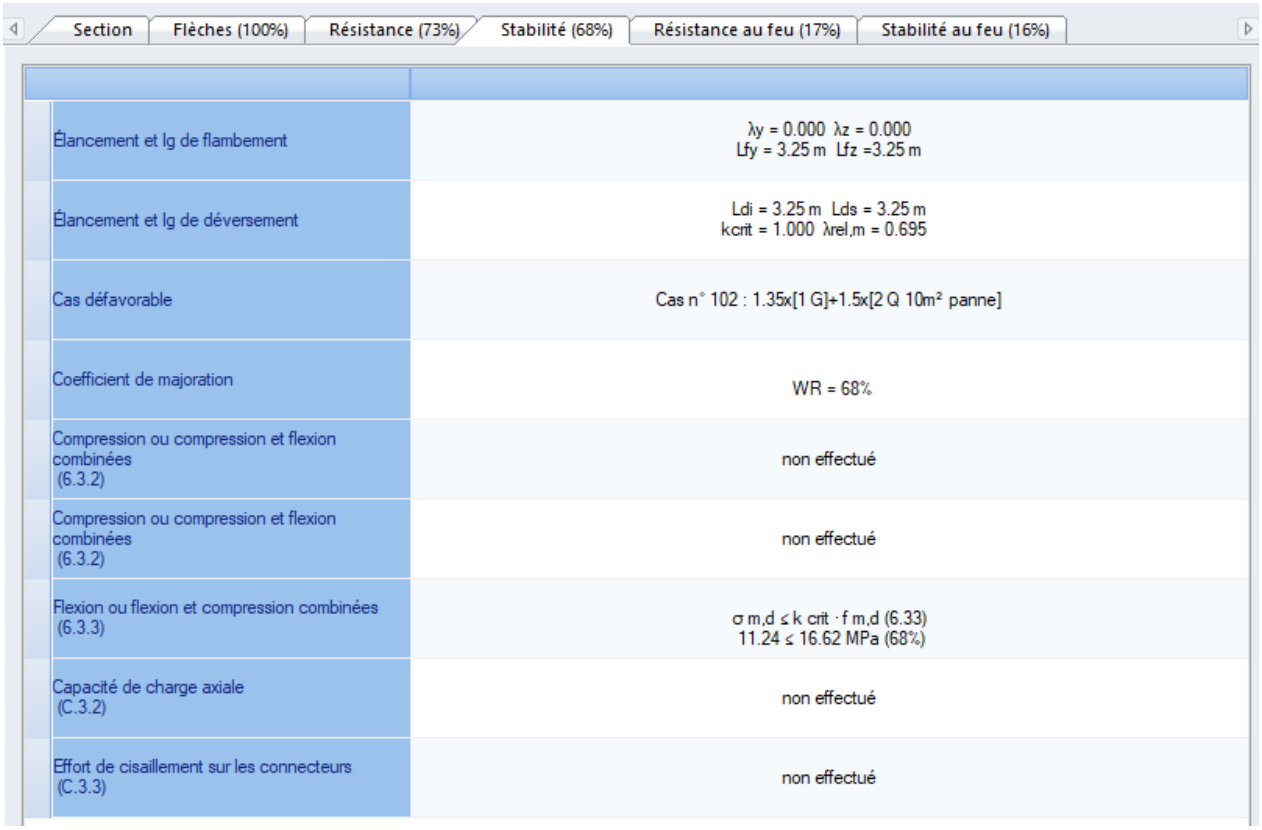
Wfin = Winst + Wcreep

Wnet,fin = Wfin - Wc

Wtot2 = Wfin - Winst,G

Section | Flèches (100%) | Résistance (73%) | Stabilité (68%) | Résistance au feu (17%) | Stabilité au feu (16%)

	Cas défavorable	Vérification	Taux de tra...
Traction Compression	-	non effectué	-
Cisaillement	n°102	$\tau_{d} \leq f_{v,d}$ (6.13) 0.95 ≤ 2.77 MPa	34%
Poutre à simple décroissance ...	-	non effectué	-
Flexion composée déviée	n°102	$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_{m} \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \leq 1$ (6.11) 0.73 ≤ 1.00	73%
Flexion composée déviée	n°102	$k_{m} \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \leq 1$ (6.12) 0.55 ≤ 1.00	55%
Torsion	-	non effectué	-
Cisaillement avec torsion	n°102	$\tau_{d} / f_{v,d} + \tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1$ (6.13 + 6.14) 0.34 ≤ 1.00	34%
Cisaillement de l'entaille (6.5) Entaille de début	-	non effectué	-
Cisaillement de l'entaille (6.5) Entaille de fin	-	non effectué	-
Contrainte sur appuis (6.1.5) Appui de début	-	non effectué	-
Contrainte sur appuis (6.1.5) Appui de fin	-	non effectué	-



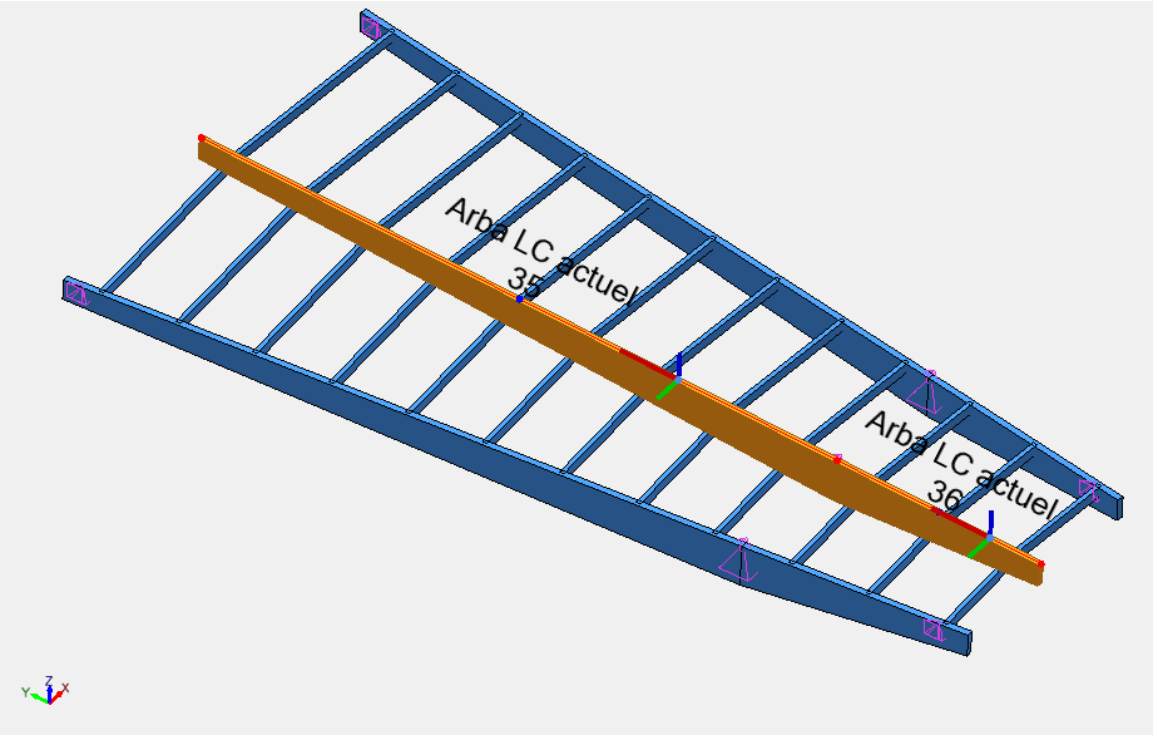
Section | Flèches (100%) | Résistance (73%) | Stabilité (68%) | Résistance au feu (17%) | Stabilité au feu (16%)

Élancement et lg de flambement	λy = 0.000 λz = 0.000 Lfy = 3.25 m Lfz =3.25 m
Élancement et lg de déversement	Ldi = 3.25 m Lds = 3.25 m kcrit = 1.000 λrel,m = 0.695
Cas défavorable	Cas n° 102 : 1.35x[1 G]+1.5x[2 Q 10m² panne]
Coefficient de majoration	WR = 68%
Compression ou compression et flexion combinées (6.3.2)	non effectué
Compression ou compression et flexion combinées (6.3.2)	non effectué
Flexion ou flexion et compression combinées (6.3.3)	σ m,d ≤ k crit · f m,d (6.33) 11.24 ≤ 16.62 MPa (68%)
Capacité de charge axiale (C.3.2)	non effectué
Effort de cisaillement sur les connecteurs (C.3.3)	non effectué

Considérées en bois massif C24, les pannes existantes sont bien vérifiées en résistance (73%) et stabilité (68%). Les critères de flèches de l'Eurocode 5 sont bien vérifiés (77%). Le critère de flèche vis-à-vis des éléments du second œuvre qui est ici également respecté avec un taux de travail de 100%.

7.2 Vérification des arbalétriers :

Les arbalétriers ont une section variable 10,5x35ht - 10,5x71ht- 10,5x38ht, avec un entraxe e=3,55m aux poteaux extérieurs, e=1,87m aux poteaux intérieurs.



Vérifications de base

Les charges appliquées sont les suivantes :

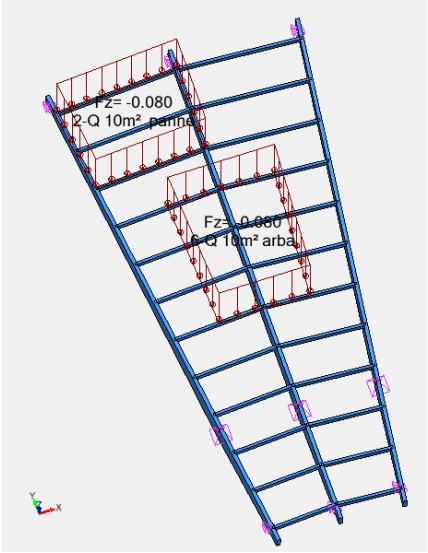
Conventions utilisées : Charges surfaciques par cas	
n°	Numéro de la charge surfacique
FX(T) FY(T) FZ(T)	Effort normal suivant l'axe x, Effort normal suivant l'axe y, Effort normal suivant l'axe z
MX(T*m) MY(T*m) MZ(T*m)	Moment de torsion autour de l'axe x, Moment de torsion autour de l'axe y, Moment de torsion autour de l'axe z
Élément N°	Type et numéro de l'élément sur lequel la charge surfacique est appliquée
Repère	Repère dans lequel l'intensité de la charge surfacique est donnée
Toutes les coordonnées de la colonne 'Points' sont dans le repère global	

Charges surfaciques par cas							
n°	FX(T) FY(T) FZ(T)	MX(T*m) MY(T*m) MZ(T*m)	Coefficient Sommet 1 Coefficient Sommet 2 Coefficient Sommet 3	Repère	Élément chargé	Points	Cas de charges
75	0.000 0.000 -0.080	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Global cartésien		(33.36, -0.08, -9.98) (35.21, 0.04, -9.98) (35.21, 13.44, -9.27) (31.71, 13.22, -9.29)	1
76	0.000 0.000	0.00 0.00	1.00 1.00	Global cartésien		(35.22, 0.04, -9.98) (37.07, -0.08, -9.98)	1

Charges surfaciques par cas							
n°	FX(T) FY(T) FZ(T)	MX(T*m) MY(T*m) MZ(T*m)	Coefficient Sommet 1 Coefficient Sommet 2 Coefficient Sommet 3	Repère	Élément chargé	Points	Cas de charges
	-0.080	0.00	1.00			(38.72, 13.22, -9.29) (35.22, 13.44, -9.27)	
77	0.000 0.000 -0.080	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Global cartésien		(32.01, 10.81, -9.41) (35.21, 11.00, -9.40) (35.21, 13.44, -9.27) (31.71, 13.22, -9.29)	2
78	0.000 0.000 -0.044	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Global cartésien		(33.36, -0.08, -9.98) (35.21, 0.04, -9.98) (35.21, 13.44, -9.27) (31.71, 13.22, -9.29)	3
79	0.000 0.000 -0.044	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Global cartésien		(35.22, 0.04, -9.98) (37.07, -0.08, -9.98) (38.72, 13.22, -9.29) (35.22, 13.44, -9.27)	3
80	0.000 0.000 0.085	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Paroi 9		(33.36, -0.08, -9.98) (35.21, 0.04, -9.98) (35.21, 13.44, -9.27) (31.71, 13.22, -9.29)	4
81	0.000 0.000 0.085	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Paroi 10		(35.22, 0.04, -9.98) (37.07, -0.08, -9.98) (38.72, 13.22, -9.29) (35.22, 13.44, -9.27)	4
82	0.000 0.000 -0.030	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Paroi 9		(33.36, -0.08, -9.98) (35.21, 0.04, -9.98) (35.21, 13.44, -9.27) (31.71, 13.22, -9.29)	5
83	0.000 0.000 -0.030	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Paroi 10		(35.22, 0.04, -9.98) (37.07, -0.08, -9.98) (38.72, 13.22, -9.29) (35.22, 13.44, -9.27)	5
84	0.000 0.000 -0.080	0.00 0.00 0.00	1.00 1.00 1.00	Global cartésien		(33.91, 6.05, -9.66) (36.52, 6.05, -9.66) (36.82, 10.90, -9.41) (33.61, 10.90, -9.41)	6

Conventions utilisées : Charges linéaires par cas	
n°	Numéro de la charge surfacique
FX(T) MX(T*m)	Effort normal suivant l'axe x, Moment de torsion autour de l'axe x
FY(T) MY(T*m)	Effort normal suivant l'axe y, Moment de torsion autour de l'axe y
FZ(T) MZ(T*m)	Effort normal suivant l'axe z, Moment de torsion autour de l'axe z
L ou point fin	Longueur de la charge ou point de fin
Élément N°	Type et numéro de l'élément sur lequel la charge surfacique est appliquée
Repère	Repère dans lequel l'intensité de la charge surfacique est donnée
Toutes les coordonnées de la colonne 'Points' sont dans le repère global	

Détail des charges d'exploitation :



Les résultats sont les suivants :

Fiche de profilé - Filaire n°35

Section | Flèches (99%) | Résistance (67%) | Stabilité (79%) | Résistance au feu (54%) | Stabilité au feu (487%)

Section brute

Début Fin R10.5*71

Dimensions (cm)	h = 71.00 b = 10.50
Slope Angle	α = 1.887 °
Sections (cm²)	Aire = 745.5 Sy = 497 Sz = 497
Inerties (cm⁴)	It = 24844.7 Iy = 313172 Iz = 6849.28
Module d'inertie (cm³)	Welyinf = 8821.75 Welysup = 8821.75 Welzinf = 1304.62 Welzsup = 1304.62
Facteur de dimension	kh(N) = 1.100 kh(My)(min) = 1.000 kh(My)(max) = 1.064 kh(Mz)(min) = 1.100 kh(Mz)(max) = 1.100 ...
Facteur de modification (tableau 3.1)	kmod = 0.600 Durée: Permanent kmod = 0.900 Durée: Court terme kmod = 1.100 Durée: Instantané
Facteur de déformation (tableau 3.2)	kdef = 0.600
Strength reduction factor (6.4.2)	Traction : kmα = 0.96 Compression : kmα = 0.99

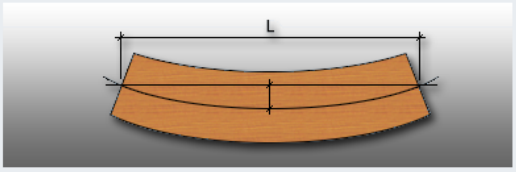
Matériau

Nom	E	E0,05	n	fm,k	ft,0,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k	γ M
GL24h	11500.00 MPa	9200.00 MPa	0.00	24.00 MPa	19.20 MPa	24.00 MPa	2.50 MPa	3.50 MPa	1.25

Fiche de profilé - Filaire n°35

Section | Flèches (99%) | Résistance (67%) | Stabilité (79%) | Résistance au feu (54%) | Stabilité au feu (487%)

	Cas défavorable	Vérification	Taux de travail
W inst Q	n°117 : +1x[4 V asc]	L / 638.59 < L / 300.00 (1.711 cm < 3.643 cm)	47 %
W inst	n°116 : 1x[1 G]+1x[3 N]+0.6x[5 V desc]	L / 354.64 (3.082 cm)	-
Wcreep	n°125 : 1x[1 G]	L / 992.84 (1.101 cm)	-
Wfin	-	L / 261.30 < L / 125.00 (4.183 cm < 8.743 cm)	48 %
Wnet,fin	-	L / 261.30 < L / 200.00 (4.183 cm < 5.465 cm)	77 %
Winst, G	n°111 : +1x[1 G]	L / 1009.67 (1.082 cm)	-
Wtot2	-	L / 352.54 < L / 350.00 (3.100 cm < 3.123 cm)	99 %



Wfin = Winst + Wcreep

Wnet,fin = Wfin - Wc

Wtot2 = Wfin - Winst,G

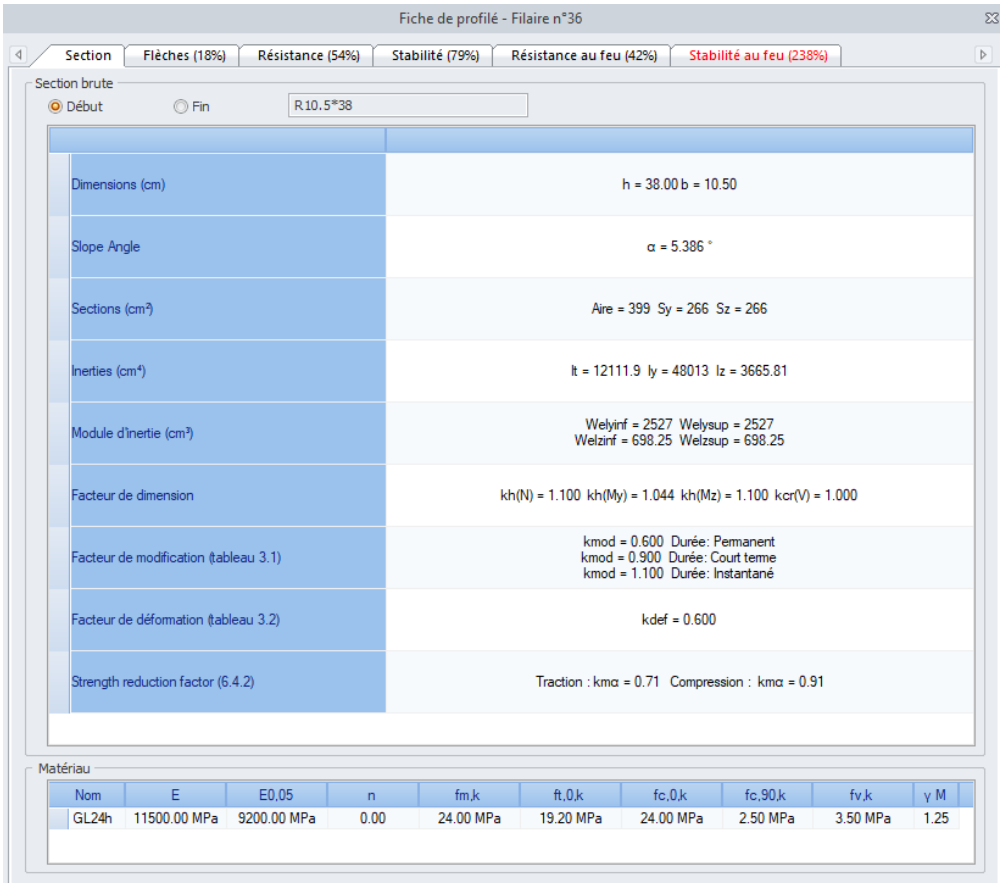
Éditer la fiche de profilé | Éditer la fiche de profilé détaillée | OK

Fiche de profilé - Filaire n°35

Section | Flèches (99%) | Résistance (67%) | Stabilité (79%) | Résistance au feu (54%) | Stabilité au feu (487%)

	Cas défavorable	Vérification	Taux de tra...
Traction Compression	n°104	σ t,0,d ≤ f t,0,d (6.1) 0.03 ≤ 15.21 MPa	0%
Cisaillement	n°104	τ d ≤ f v,d (6.13) 0.87 ≤ 2.52 MPa	34%
Poutre à simple décroissance ...	n°104	σ m,α,d = M/W ≤ k mα · f m,d (6.38) 11.42 ≤ 16.97 MPa	67%
Flexion composée déviée	n°104	σ t,0,d / f t,0,d + σ m,y,d / (k mα · f m,y,d) + k m · σ m,z,d / f m,z,d ≤ 1 (6.17) 0.67 ≤ 1.00	67%
Flexion composée déviée	n°104	σ t,0,d / f t,0,d + k m · σ m,y,d / (k mα · f m,y,d) + σ m,z,d / f m,z,d ≤ 1 (6.18) 0.47 ≤ 1.00	47%
Torsion	-	non effectué	-
Cisaillement avec torsion	n°104	τ d / f v,d + τ tor,d / (k shape · f v,d) ≤ 1 (6.13 + 6.14) 0.34 ≤ 1.00	34%
Cisaillement de l'entaille (6.5) Entaille de début	-	non effectué	-
Cisaillement de l'entaille (6.5) Entaille de fin	-	non effectué	-
Contrainte sur appuis (6.1.5) Appui de début	-	non effectué	-
Contrainte sur appuis (6.1.5) Appui de fin	-	non effectué	-

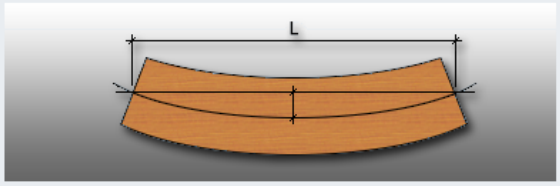

Fiche de profilé - Filaire n°35
Section
Flèches (99%)
Résistance (67%)
Stabilité (79%)
Résistance au feu (54%)
Stabilité au feu (487%)
Élancement et lg de flambement
λy = 77.368 λz = 40.250
Lfy = 1.22 m Lfz =10.93 m
Élancement et lg de déversement
Ldi = 6.00 m Lds = 6.00 m
kcrit = 0.854 λrel,m = 0.942
Cas défavorable
Cas n° 104 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 N]
Coefficient de majoration
ky = 1.305 kc,y = 0.576 kz = 0.722 kc,z = 0.947
km = 0.700 kmα = 0.955 kcrit = 0.854 λrel,y = 1.231 λrel,z = 0.641 λrel,m = 0.942
WR = 79%
Compression ou compression et flexion combinées (6.3.2)
σ c,0,d / (k c,y · f c,0,d) + σ m,y,d / (k mα · f m,y,d) + k m · σ m,z,d / f m,z,d ≤ 1 (6.23)
0.00 + 0.60 + 0.00 ≤ 1.00
0.63 ≤ 1.00 (63%)
Compression ou compression et flexion combinées (6.3.2)
σ c,0,d / (k c,z · f c,0,d) + k m · σ m,y,d / (k mα · f m,y,d) + σ m,z,d / f m,z,d ≤ 1 (6.24)
0.00 + 0.42 + 0.00 ≤ 1.00
0.44 ≤ 1.00 (44%)
Flexion ou flexion et compression combinées (6.3.3)
σ m,d ≤ k crit · k mα · f m,d (6.33)
11.42 ≤ 14.49 MPa (79%)
Capacité de charge axiale (C.3.2)
non effectué
Effort de cisaillement sur les connecteurs
non effectué
Éditer la fiche de profilé
Éditer la fiche de profilé détaillée
OK


Fiche de profilé - Filaire n°36
Section
Flèches (18%)
Résistance (54%)
Stabilité (79%)
Résistance au feu (42%)
Stabilité au feu (238%)
Section brute
Début
Fin
R10.5*38
Dimensions (cm)
h = 38.00 b = 10.50
Slope Angle
α = 5.386 °
Sections (cm²)
Aire = 399 Sy = 266 Sz = 266
Inerties (cm⁴)
It = 12111.9 Iy = 48013 Iz = 3665.81
Module d'inertie (cm³)
Welyinf = 2527 Welysup = 2527
Welzinf = 698.25 Welzsup = 698.25
Facteur de dimension
kh(N) = 1.100 kh(My) = 1.044 kh(Mz) = 1.100 kcr(V) = 1.000
Facteur de modification (tableau 3.1)
kmod = 0.600 Durée: Permanent
kmod = 0.900 Durée: Court terme
kmod = 1.100 Durée: Instantané
Facteur de déformation (tableau 3.2)
kdef = 0.600
Strength reduction factor (6.4.2)
Traction : kmα = 0.71 Compression : kmα = 0.91
Matériau
Nom E E0,05 n fm,k ft,0,k fc,0,k fc,90,k fv,k γ M
GL24h 11500.00 MPa 9200.00 MPa 0.00 24.00 MPa 19.20 MPa 24.00 MPa 2.50 MPa 3.50 MPa 1.25

Fiche de profilé - Filaire n°36

Section | Flèches (18%) | Résistance (54%) | Stabilité (79%) | Résistance au feu (42%) | Stabilité au feu (238%)

	Cas défavorable	Vérification	Taux de travail
W inst Q	n°117 : +1x[4 V asc]	L / 3588.68 < L / 300.00 (0.098 cm < 1.167 cm)	8 %
W inst	n°116 : 1x[1 G]+1x[3 N]+0.6x[5 V desc]	L / 1991.76 (0.176 cm)	-
Wcreep	n°125 : 1x[1 G]	L / 5573.88 (0.063 cm)	-
Wfin	-	L / 1467.40 < L / 125.00 (0.239 cm < 2.800 cm)	9 %
Wnet,fin	-	L / 1467.40 < L / 200.00 (0.239 cm < 1.750 cm)	14 %
Winst, G	n°111 : +1x[1 G]	L / 5668.36 (0.062 cm)	-
Wtot2	-	L / 1979.97 < L / 350.00 (0.177 cm < 1.000 cm)	18 %



Wfin = Winst + Wcreep

Wnet,fin = Wfin - Wc

Wtot2 = Wfin - Winst,G

Fiche de profilé - Filaire n°36

Section | Flèches (18%) | Résistance (54%) | Stabilité (79%) | Résistance au feu (42%) | Stabilité au feu (238%)

	Cas défavorable	Vérification	Taux de tra...
Traction Compression	n°104	$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d}$ (6.1) 0.02 ≤ 15.21 MPa	0%
Cisaillement	n°104	$\tau_d \leq f_{v,d}$ (6.13) 0.69 ≤ 2.52 MPa	28%
Poutre à simple décroissance ...	n°104	$\sigma_{m,\alpha,d} = M/W \leq k_{m\alpha} \cdot f_{m,d}$ (6.38) 8.56 ≤ 15.82 MPa	54%
Flexion composée déviée	n°104	$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / (k_{m\alpha} \cdot f_{m,y,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \leq 1$ (6.17) 0.54 ≤ 1.00	54%
Flexion composée déviée	n°104	$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / (k_{m\alpha} \cdot f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \leq 1$ (6.18) 0.38 ≤ 1.00	38%
Torsion	-	non effectué	-
Cisaillement avec torsion	n°104	$\tau_d / f_{v,d} + \tau_{tor,d} / (k_{shape} \cdot f_{v,d}) \leq 1$ (6.13 + 6.14) 0.28 ≤ 1.00	28%
Cisaillement de l'entaille (6.5) Entaille de début	-	non effectué	-
Cisaillement de l'entaille (6.5) Entaille de fin	-	non effectué	-
Contrainte sur appuis (6.1.5) Appui de début	-	non effectué	-
Contrainte sur appuis (6.1.5) Appui de fin	-	non effectué	-



Élancement et lg de flambement	λy = 29.025 λz = 40.250 Lfy = 1.22 m Lfz =3.50 m
Élancement et lg de déversement	Ldi = 6.00 m Lds = 6.00 m kcrit = 0.685 λrel,m = 1.166
Cas défavorable	Cas n° 104 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 N]
Coefficient de majoration	ky = 0.615 kc,y = 0.980 kz = 0.722 kc,z = 0.947 km = 0.700 kma = 0.910 kcrit = 0.685 λrel,y = 0.462 λrel,z = 0.641 λrel,m = 1.166 WR = 79%
Compression ou compression et flexion combinées (6.3.2)	σ c,0,d / (k c,y · f c,0,d) + σ m,y,d / (k mα · f m,y,d) + k m · σ m,z,d / f m,z,d ≤ 1 (6.23) 0.00 + 0.00 + 0.00 ≤ 1.00 0.00 ≤ 1.00 (0%)
Compression ou compression et flexion combinées (6.3.2)	σ c,0,d / (k c,z · f c,0,d) + k m · σ m,y,d / (k mα · f m,y,d) + σ m,z,d / f m,z,d ≤ 1 (6.24) 0.00 + 0.00 + 0.00 ≤ 1.00 0.00 ≤ 1.00 (0%)
Flexion ou flexion et compression combinées (6.3.3)	σ m,d ≤ k crit · k mα · f m,d (6.33) 8.56 ≤ 10.84 MPa (79%)
Capacité de charge axiale (C.3.2)	non effectué
Effort de cisaillement sur les connecteurs (C.3.3)	non effectué

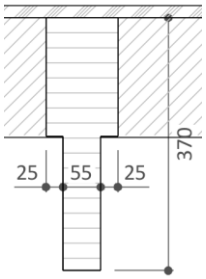
La résistance et la stabilité des arbalétriers sont vérifiées (taux de travail maximum 79%). Les critères de flèche de l'eurocode 5 sont bien vérifiés (taux de travail 99%).

Certaines vérifications ne sont pas faites par le logiciel :

Vérifications au niveau de la section réduite au passage de la menuiserie.

Vérification au niveau de la section réduite au passage de la menuiserie :

La section au passage de la menuiserie est la suivante :



Flexion : (Combinaison 1,35G+1,5N)

$\sigma_{md} = 5{,}74\ MPa$

$f_{m,d} = 17{,}28\ MPa$

$$\sigma_{md} \leq f_{m,d}$$

Cisaillement :

$\tau_d = 1{,}94\ MPa$

$f_{v,d} = 2{,}52\ MPa$

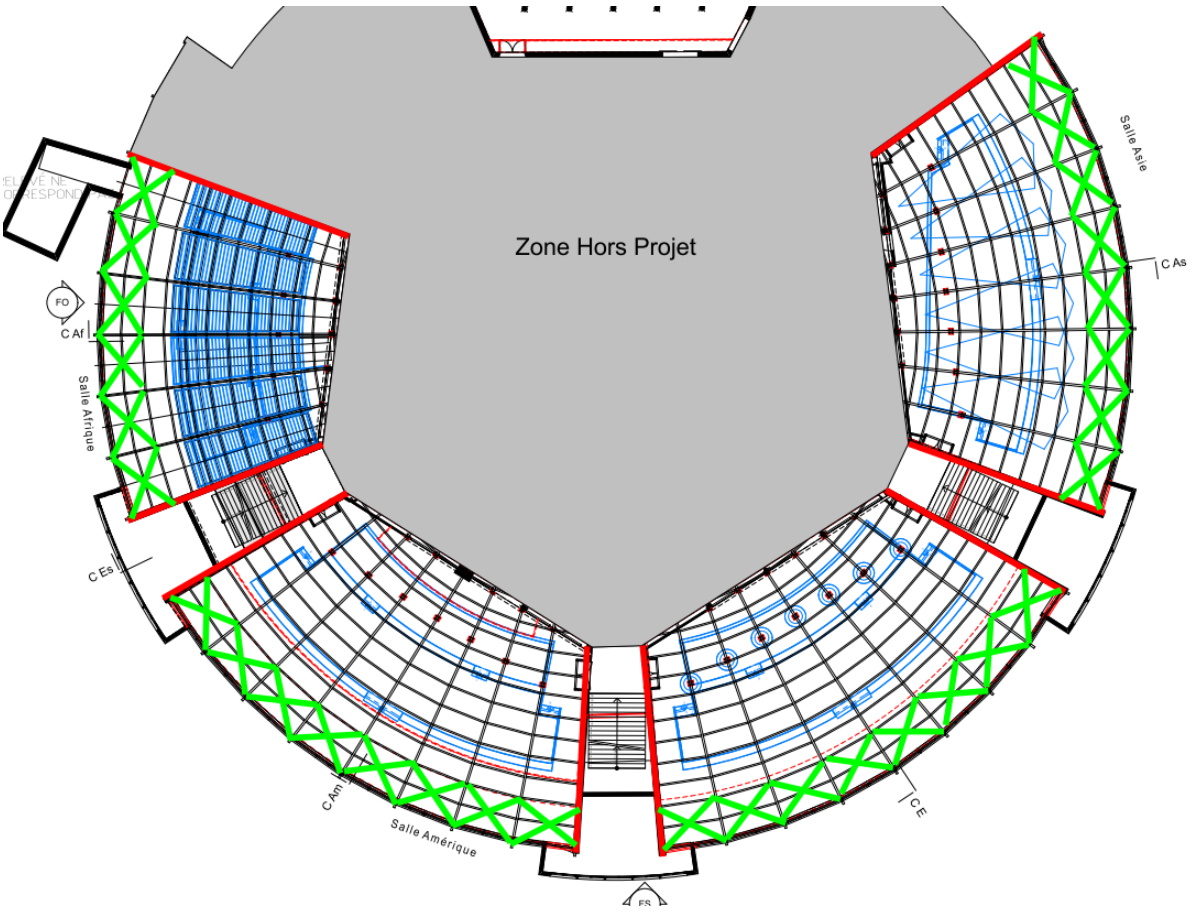
$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

Ces vérifications sont correctes et ne remettent pas en cause les résultats précédents.

8 Contreventement

Le contreventement en toiture actuelle devait être réalisé par les panneaux de particule amiantés qui jouaient le rôle de diaphragme.

Comme ceux-ci sont supprimés, il conviendra de mettre en place une poutre au vent (en vert ci-dessous) de nature à définir (câbles, éléments en bois…) afin de transmettre les efforts horizontaux perpendiculaires à la façade jusqu'au voiles béton qui se trouvent en bord de chaque salle (en rouge ci-dessous. Pour le contreventement dans l'autre direction, nous considérons que le fonctionnement actuel du contreventement reste inchangé, avec les pannes ayant un faible espacement. Les efforts sont repris par les dalles de la toiture terrasse et en partie par les voiles en bord des salles qui ont une rigidité non négligeable.



9 Conclusion

Les éléments de charpente bois (pannes et arbalétriers) sont en capacité de reprendre les charges prévues au projet avec un complexe de couverture bac perforé, isolant en laine de roche et étanchéité soudé auto protégé, des aménagements intérieurs en plafond identique à ce qui est en place actuellement. Ils pourront également recevoir des panneaux photovoltaïques.
Des éléments de contreventements devront être ajoutés conformément au paragraphe 8.

Pour assurer la sécurité incendie, des travaux compensatoires (hors structure) seront mis en place.