



## **CENTRE HOSPITALIER DE CADILLAC** **Bâtiment TRELAT**

### **MISSION DE RECONNAISSANCE ET D'ETUDE STRUCTURELLE**

DOSSIER SBX3.M.0103



Agence de BORDEAUX • Domaine de Pelus – 19 Avenue Pythagore 33700 MERIGNAC  
Tél. 33 (0) 5 56 12 98 10 • Fax 33 (0) 5 56 13 07 31 • [cebtp.bordeaux@groupeginger.com](mailto:cebtp.bordeaux@groupeginger.com)

**GINGER CEBTP**

Domaine de Pelus

19 Avenue Pythagore

33700 MERIGNAC

T : 05.56.12.98.10 / F : 05.56.13.07.31 / Email : [cebtp.bordeaux@groupeginger.com](mailto:cebtp.bordeaux@groupeginger.com)**CENTRE HOSPITALIER DE CADILLAC**

Bâtiment TRELAT

**MISSION DE RECONNAISSANCE ET D'ETUDE STRUCTURELLE**

Contrat : Marché n°220243

[b.compagnie@groupegingner.com](mailto:b.compagnie@groupegingner.com)

Dossier : SBX3.M.0103

Indice	Date	Rédigé par le Chargé d'Affaires de la Division Diagnostic et Pathologies des Structures	Vérifié par le Chef de Service de la Division Diagnostic et Pathologies des Structures	Contenu	Observations
1	14/10/22	<b>B. COMPAGNIE</b> 	<b>N. DUGUEY</b> 	95 pages dont 3 annexes de 49 pages	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>2. MISSION</b>	<b>4</b>
2.1. Etendue de la mission	4
2.2. Contenu technique	4
2.3. Moyens mis en œuvre	7
<b>3. DESCRIPTION DU SITE</b>	<b>10</b>
<b>4. INVESTIGATIONS STRUCTURELLES</b>	<b>12</b>
4.1. Reconnaissance des murs	12
4.2. Reconnaissance du dallage	16
4.3. Reconnaissance des planchers	19
4.4. Reconnaissance de charpentes	25
4.5. Examen visuel de la structure	30
<b>5. ESSAIS EN LABORATOIRE</b>	<b>37</b>
5.1. Compressions sur éprouvettes de pierre	37
<b>6. ETUDE STRUCTURELLE</b>	<b>38</b>
6.1. Cadre normatif	38
6.2. Hypothèses	38
6.3. Evaluation de la capacité portante des planchers	41
6.4. Vérification de la charpente	42
<b>7. CONCLUSION</b>	<b>45</b>
<b>ANNEXE 1 : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE</b>	<b>47</b>
<b>ANNEXE 2 : NOTE DE CALCUL PLANCHER BAS R+1 COURANT</b>	<b>54</b>
<b>ANNEXE 3 : NOTE DE CALCUL CHARPENTE BOIS</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUCTION

A la demande et pour le compte du CENTRE HOSPITALIER DE CADILLAC, l'agence GINGER CEBTP de Bordeaux a procédé à une mission de reconnaissances et d'études des structures existantes du bâtiment TRELAT du Centre Hospitalier de Cadillac (33). Le projet prévoit la reconstruction de ce bâtiment et la conservation d'une partie de ce dernier.

## 2. MISSION

### 2.1. Etendue de la mission

La mission de GINGER CEBTP consiste et se limite à notre note méthodologique, CH DE CADILLAC – Bât. TRELAT – MISSION DE RECONNAISSANCE ET D'ETUDE STRUCTURELLE, en date du 22 Août 2022.

Dans le cadre d'un projet de reconstruction et de la conservation d'une partie du bâtiment TRELAT du centre hospitalier de Cadillac, l'objectif de la mission est de procéder à la reconnaissance des éléments structurels constitutifs du bâti et d'en vérifier le bon comportement, conformément au cahier des charges transmis.

### 2.2. Contenu technique

#### 2.2.1. Investigation sur site

Pour mener à bien la réalisation de cette mission, nous avons réalisé le programme suivant :

##### Examen visuel :

Afin d'établir un état des lieux de l'ouvrage qui définira le « point zéro », descriptif de son état actuel, notre mission comprend une phase d'inspections et de relevés visuels et/ou géométriques :

- Relevé géométrique des éléments étudiés (section et portée des éléments porteurs)
- Relevé des désordres (fissures, éclats,) constatés dans les zones d'intervention.

Le relevé des désordres affectant les éléments de structure du plancher comprend une planche photographique ainsi qu'une notation de chacun des désordres en fonction de son indice de gravité.

##### Reconnaissance de murs :

Dans le cas de murs en maçonneries :

- Reconnaissance de la constitution et de l'épaisseur du mur par carottages diamant sous eau et/ou percements [5 unités],
- Recherche de poutre ou chainage en tête de murs.

#### Reconnaissance de planchers bois :

- Reconnaissances de la géométrie des planchers bois et examen de l'état de conservation
- Reconnaissance des longueur d'ancrage des solives sur appui et de leur état de conservation [2 à 3 unités].

#### Reconnaissance de planchers bas en béton :

Dans le cas d'un dallage en béton armé :

- Relevé géométrique du dallage (présence de joints, dimensions des panneaux ...)
- Repérage des armatures par auscultations radar et/ou pachométriques par acquisition de données (nombre de nappes, espacement, enrobage),
- Reconnaissance de constitution et d'épaisseur par carottage diamant sous eau depuis la surface,
- Reconnaissance de la nature de la couche de forme par tarière au droit des carottages.

Aucune remise à l'identique des revêtements n'est comprise dans ce devis.

#### Reconnaissance de charpente en bois :

- Examen visuel des éléments de la charpente (dégradations, infiltrations, traces d'insectes xylophages...),
- Relevé dimensionnel de la charpente bois (longueurs, sections, ...).
- Reconnaissance des longueur d'ancrage des fermes et poutres principales sur appui et de leur état de conservation [2 à 3 unités].

Nota : la reconnaissance des charpentes a été réalisée dans la limite de leur accessibilité et de la possibilité de cheminer à l'intérieur de ces dernières (hauteur libre, présence d'un solivage, ...).

### **2.2.2. Essais en laboratoire**

#### Essais de résistance à la compression sur carottes de pierre :

Pour la pierre, les essais de compression sont effectués selon la norme NF EN 1926. Les carottes sont découpées de manière à obtenir des cubes de dimensions 70x70x70 mm ou 50x50x50 mm.

### **2.2.3. Etude structurelle**

#### La mission d'ingénierie comprend :

- Evaluation de la capacité portante du plancher bas R+1 sondé.
- Vérification des éléments de charpentes sous charges actuelles.

**Règlements :**

La vérification de la structure est réalisée en appliquant les règles en vigueur :

- NF EN 1990, Eurocode 0 « Base de calcul des structures »,
- NF EN 1991, Eurocode 1 « Actions sur les structures »,
- NF EN 1992, Eurocode 2 « Calcul des structures en béton armé »,
- NF EN 1995, Eurocode 5 « Calcul des structures bois »,

**Nota sur les matériaux :**

- A défaut d'essais sur les profilés en acier, il est pris la résistance de  $f_{yk} = 235$  MPa.
- A défaut d'essais sur les éléments bois, il est pris une classe de bois C18.
- A défaut d'essais sur les armatures de béton armé, il est pris la résistance de  $f_{yk} = 215$  MPa pour les aciers RL (rond lisse),  $f_{yk} = 400$  MPa pour les aciers HA,  $f_{yk} = 500$  MPa pour les TS,

**Limite de l'étude :**

Notre proposition n'intègre pas :

- D'étude des fondations,
- D'étude en situation accidentelle/sismique,
- De vérification des assemblages,
- D'étude de renforcement,
- De rédaction de cahier des charges de travaux de renforcements,
- De fourniture de plans de renforcement,
- De réunion de présentation.

## 2.3. Moyens mis en œuvre

Les méthodes et matériels utilisés ont été les suivants :

### 2.3.1. Sondages et essais in situ

- Carottages

Les sondages par carottage sous eau avec des carottiers en couronne diamant de diamètre adapté permettent de reconnaître précisément la nature et l'épaisseur des éléments structuraux et de prélever des échantillons pour des essais de caractérisation en laboratoire.

- Repérage des armatures

Le repérage des armatures est effectué au moyen d'un pachomètre à acquisition de données (Ferroscan PS200 Hilti). Chaque armature qui se rapproche des sondes pachométriques engendre un signal électrique dont la différence de potentiel est d'autant plus élevée que l'armature est proche de la sonde. On enregistre ainsi une série de sinusoïdes dont les sommets correspondent exactement à la position des armatures. L'enregistrement est asservi à la vitesse de déplacement du chariot, ce qui permet de situer exactement la position des armatures par rapport à un niveau de référence.



Ferroscan PS200

Les signaux peuvent être enregistrés sous la forme de fichiers informatiques de 2 types :

L### (Quickscan) : linéaire par balayage dans une direction, jusqu'à 20 m de longueur, qui permet de repérer les aciers perpendiculaires au sens de parcours de la mesure. Le résultat est donné sous forme de M### (Imagescan) : image scannée 60x60 cm par balayage dans 2 directions selon maillage 15x15 cm. Ce mode permet de visualiser en 2D les armatures présentes dans l'aire de mesure.

- Auscultation radar

L'auscultation est effectuée au moyen d'un radar EasyScan HR (GSSI).



Radar EasyScan HR

Ce radar est dédié à la détection et localisation des armatures, conduites métal et plastique, câbles de précontrainte, vides dans le béton et à la mesure d'épaisseur de béton jusqu'à 40 cm.

Le radar d'auscultation (georadar) fonctionne sur le principe de l'étude de la propagation d'une onde électromagnétique dans le milieu étudié. Le système envoie une onde (un pulse) de très courte durée dans le matériau et enregistre l'amplitude et le temps d'arrivée de chaque onde réfléchi. Les réflexions sont produites au droit de tout changement dans les propriétés de conduction du courant électrique du milieu (constante diélectrique). L'amplitude de la réflexion est déterminée par le contraste de permittivité diélectrique entre l'encaissant et la cible.

L'onde radar n'est pas émise selon une ligne droite depuis l'antenne mais elle décrit un cône d'émission d'une largeur connue. Le temps du trajet de l'onde au bord de ce cône est plus grand que celui au centre de l'antenne ; ceci est à l'origine de la forme d'hyperbole caractéristique d'un objet ponctuel (telle qu'une armature). La cible est située au sommet de cette signature.

Afin de déterminer la profondeur d'un objet ou l'épaisseur d'une couche, il faut connaître la constante diélectrique d'un béton, qui indique la vitesse des ondes radar. Cette constante, variant suivant la composition du béton, sa teneur en eau, son âge, etc... ne peut être déterminée sans sondages destructifs.



### 2.3.2. Essais en laboratoire

- Essais de compression sur échantillons de pierre prélevés

- Préparation des échantillons :

Les faces parallèles des éprouvettes sont obtenues par sciage sous eau des carottes au moyen d'une scie circulaire diamantée.

Les éprouvettes sont ensuite séchées à  $(70 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  jusqu'à masse constante.

- Réalisation des essais :

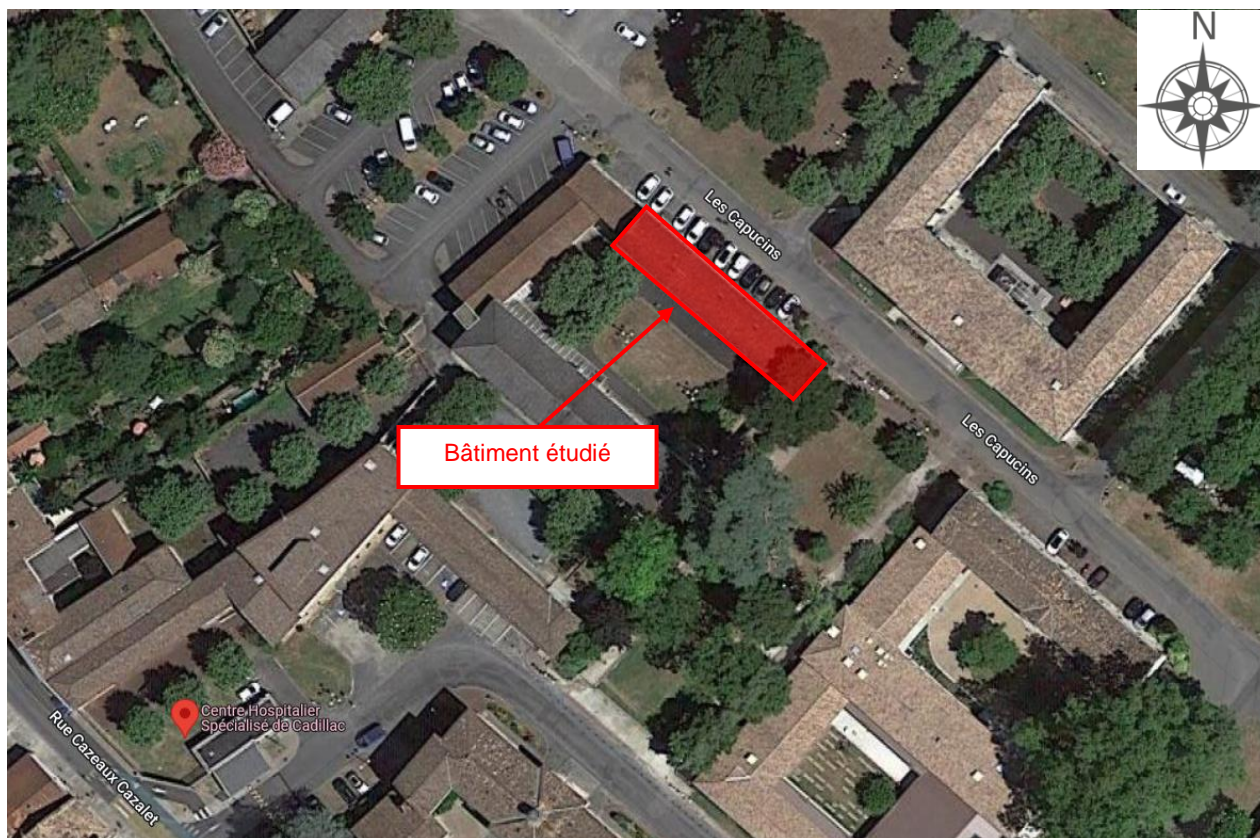
Les essais sont effectués suivant les prescriptions de la norme NF EN 1926 (B 10.614) sur nos machines de compression :

SEIDNER type BZP15 conforme à la classe 1 de 500 daN à 2900 daN et de 20 à 140 kN, selon la norme NF EN 12390-4.

SEIDNER type ubp 300 conforme à la classe 1 de 80 daN à 450 daN et de 400 à 2600 kN, selon la norme NF EN 12390-4.

### 3. DESCRIPTION DU SITE

La présente étude concerne une partie conservée du bâtiment TRELAT du centre hospitalier de Cadillac.  
Une vue aérienne du bâtiment étudié est présentée ci-dessous :



Photographie 1 : Vue aérienne du bâtiment  
[Source : [www.googlemap.fr](http://www.googlemap.fr)]

Le bâtiment est de type R+1 sans niveau de sous-sol.

Il est composé de façades en pierres de taille et/ou en moellons calcaires.

Le plancher bas RDC est un dallage en béton et les planchers hauts RDC sont des planchers en bois. Le bâtiment est couvert par une toiture de tuiles supportée par une charpente bois traditionnelle.



## 4. INVESTIGATIONS STRUCTURELLES

### 4.1. Reconnaissance des murs

#### 4.1.1. Implantation et repérage des carottages

##### ➤ Niveau RDC

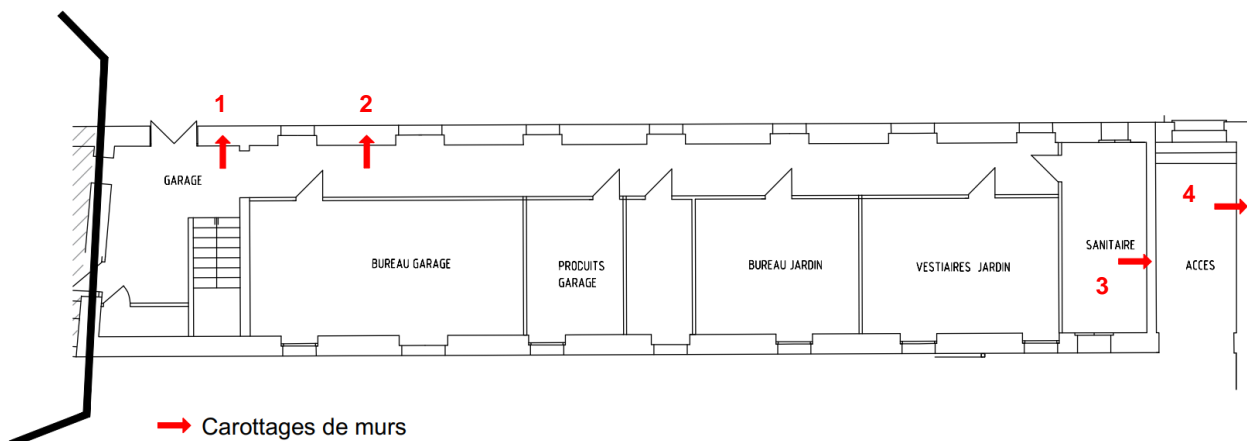


Figure 3 : Implantation et repérage des carottages de murs du niveau RDC

#### 4.1.2. Constitution des murs

La constitution des murs a été reconnue par examen visuel complété par quatre carottages diamant sous eau, repérés **M1 à M4** selon l'implantation présentée ci-dessus.

La façade avant (Nord-Est) est constituée de maçonneries de moellons calcaire avec joints terreux/sableux. Les encadrements de fenêtres et de portes sont en pierres de taille calcaire (voir schéma ci-dessous).

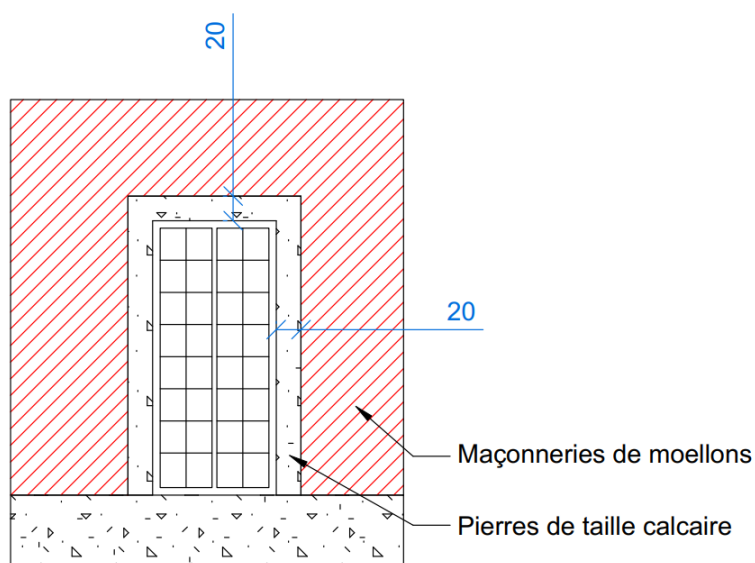


Figure 4 : Schéma de constitution des encadrements de fenêtres et portes


Le pignon Nord-Ouest semble constitué majoritairement de pierres de taille calcaire et présente de nombreux désordres (voir §4.5).


Le mur de refend entre la coursive et le bâtiment est également constitué de pierres de taille calcaire


Le pignon Sud-Est est constitué de pierres de taille calcaire avec potentiellement quelques zones en moellons.

Les corniches en tête du mur de la façade avant sont en pierre de taille.

Les coupes relevées lors des carottages sont données dans les tableaux ci-après :

Carottage M1				
Situation : Mur RDC – hauteur = 1,10 m				
Profondeur (Int.→ Ext.)	Epaisseur	Description	Observations / schéma	
0.0 / 3.0 cm	3.0 cm	Enduit mortier ciment recouvert d'une peinture		
3.0 / 31.0 cm	28.0 cm	Moellon calcaire très coquillé et peu poreux	Echantillon M1.1	
			Echantillon M1.2	
Epaisseur carottée : 31.0 cm				


Carottage M2				
<b>Situation</b> : Mur RDC – hauteur = 1,35 m				
Profondeur (Int.→ Ext.)	Epaisseur	Description	Observations / schéma	
0.0 / 34.0 cm	34.0 cm	Moellon calcaire coquillé poreux	<p><i>Echantillon C2.1</i></p> <p><i>Echantillon C2.2</i></p> <p><i>Echantillon C2.3</i></p> <p><i>Echantillon C2.4</i></p>	
<b>Epaisseur carottée</b> : 34.0 cm				

<u>Carottage M3</u>				
<u>Situation</u> : Mur RDC – hauteur = 1,55 m				
Profondeur (Int.→ Ext.)	Epaisseur	Description	Observations / schéma	
0.0 / 2.5 cm	2.5 cm	Enduit mortier ciment		
2.5 / 25.0 cm	22.5 cm	Pierre de taille calcaire coquillé jaunâtre	<i>Echantillon C3.1</i>  <i>Echantillon C3.2</i>  <i>Echantillon C3.3</i>	
<u>Epaisseur carottée</u> : 25.0 cm				



Situation : Mur RDC – hauteur = 1,60 m

Carottage M4

Profondeur (Int.→ Ext.)	Epaisseur	Description	Observations / schéma	
0.0 / 1.5 cm	1.5 cm	Enduit mortier ciment recouvert d'une peinture		
2.5 / 25.0 cm	22.5 cm	Pierre de taille calcaire coquillé jaunâtre et poreuse	<div>Echantillon M4.1</div> <div>Echantillon M4.2</div>	

Epaisseur carottée : 25.0 cm

## 4.2. Reconnaissance du dallage

### 4.2.1. Reconnaissance du dallage

La constitution du corps du dallage a été reconnue par auscultations radar associées à des carottages diamant sous eau, repérés D1 à D3 selon l'implantation reportée ci-dessous :

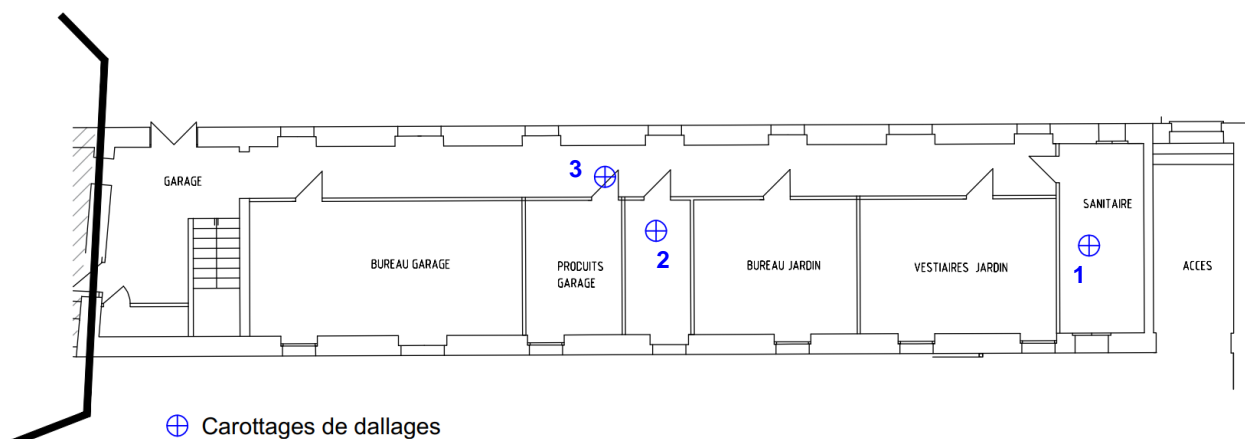



Figure 5 : Implantation et repérage des carottages du dallage du plancher bas RDC


### 4.2.2. Constitution du dallage


La constitution du dallage a été reconnue par auscultations radar associées à des carottages diamant sous eau, repérés **D1 à D3** selon l'implantation présentée ci-dessus.

Les coupes relevées lors des sondages sont données dans les tableaux ci-après :



Carottage D1				
Profondeur (surface → sous-face)	Epaisseur	Description	Observations / schéma	
0.0 / 0.5 cm	0.5 cm	Carrelage		
0.5 / 4.5 cm	4.0 cm	Chape mortier		
4.5 / 13.8 cm	9.3 cm	<b>Béton :</b> -Dmax : 25 mm -Bullage faible	Couleur beigeâtre	
13.8 / 23.5 cm	9.7 cm	<b>Béton :</b> -Dmax : 25 mm -Bullage faible	Couleur grisâtre	
23.5 / 28.5 cm	5.0 cm	Eclat de béton maigre		
<u>Epaisseur carottée</u> : 28.5 cm <u>Epaisseur dallage</u> : 19.0 cm				

Carottage D2				
Profondeur (surface → sous-face)	Epaisseur	Description	Observations / schéma	
0.0 / 0.5 cm	0.5 cm	Carrelage		
0.5 / 4.0 cm	3.5 cm	Chape mortier		
4.0 / 13.0 cm	9.0 cm	<b>Béton :</b> -Dmax : 25 mm -Bullage faible	<i>Béton légèrement altéré sur les 2 derniers centimètres</i>	
<u>Epaisseur carottée</u> : 13.0 cm <u>Epaisseur dallage</u> : 9.0 cm				

Carottage D3				
Profondeur (surface → sous-face)	Epaisseur	Description	Observations / schéma	
0.0 / 0.5 cm	0.5 cm	Carrelage		
0.5 / 4.5 cm	4.0 cm	Chape mortier		
4.5 / 12.5 cm	8.0 cm	<b>Béton :</b> -Dmax : 25 mm -Bullage faible	Présence d'un treillis soudés avec des aciers RLØ4 mm à 5.0 cm de la surface du béton	
12.5 / 20.5 cm	8.0 cm	<b>Béton de propreté :</b> -Dmax : 25 mm -Bullage important	Béton grossier altéré	

Epaisseur carottée : 20.5 cm

Epaisseur dallage : 8.0 cm

#### 4.2.3. Commentaires

Les auscultations radar ont mis en évidence la présence d'un ferrailage uniquement dans la pièce dans laquelle a été effectué le carottage D3. En dehors de cette pièce, le dallage est non armé.

Les sondages mettent en évidence les points suivants :

- Les dallages ont des épaisseurs reconnues allant de 8.0 à 19.0 cm.
- Le dallage est non armé pour deux des trois sondages. Seul le sondage D3 a mis en évidence la présence d'un treillis soudés anti-fissuration.
- L'absence de couche anti-contaminante sous le dallage.

Au regard des prescriptions du DTU 13.3, **le dallage est non conforme**, à savoir :

- « L'épaisseur nominale du dallage de la catégorie 2 est de 130 mm au minimum » :

De plus, aucun joint n'a été relevé sur site.

### 4.3. Reconnaissance des planchers

#### 4.3.1. Reconnaissance des planchers bas R+1 en bois

La constitution des planchers bas R+1, a été reconnue par examen visuel depuis la sous-face.

➤ **Repérage du sens de portée des planchers :**

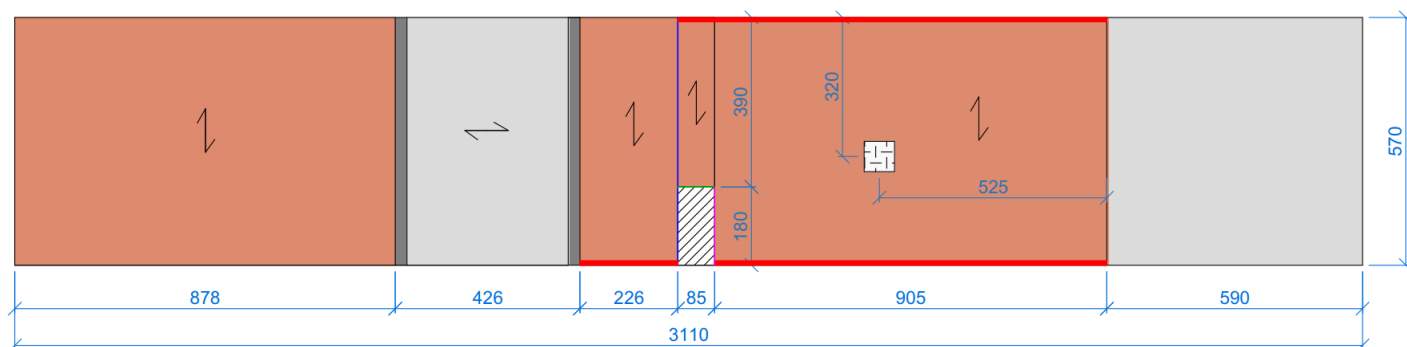











Figure 6 : Sens de portée du plancher bas R+1

**Légende :**

-  Plancher bois courant (1)
-  Dalle béton armé (2)
-  Poutre béton armé (3)
-  Ancienne trémie (4)
-  Ancienne trémie (5)
-  Poutre murailleuse pour assurer l'appui des solives du plancher (6)
-  Poutre ancienne trémie (7)
-  Poutre ancienne trémie (8)
-  Profilé métallique ancienne trémie (9)

Le détail des éléments repérés dans le légende est présenté dans les tableaux ci-après.

➤ **Plancher bois courant (1) :**

La coupe relevée lors du plancher bois courant (1) est donnée ci-dessous :

Eléments	Portée	Géométrie	Porteurs	Revêtements
Solives bois	5,70 m	Section : 7,5 x 21,5 cm Entraxe : 35 cm	Murs de façades avant et arrière  Poutres muralières pour certaines zones	<u>Supérieur</u>
Poutre muralières	Fixation tous les 100 cm environ	S = 6,8 x 17 cm	Murs de façades	- Parquet bois (ép. 2,7 cm) <u>Inférieur</u> : /

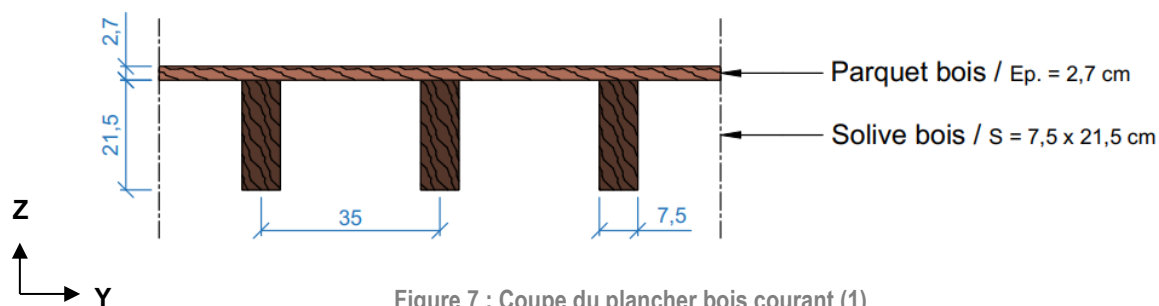


Figure 7 : Coupe du plancher bois courant (1)

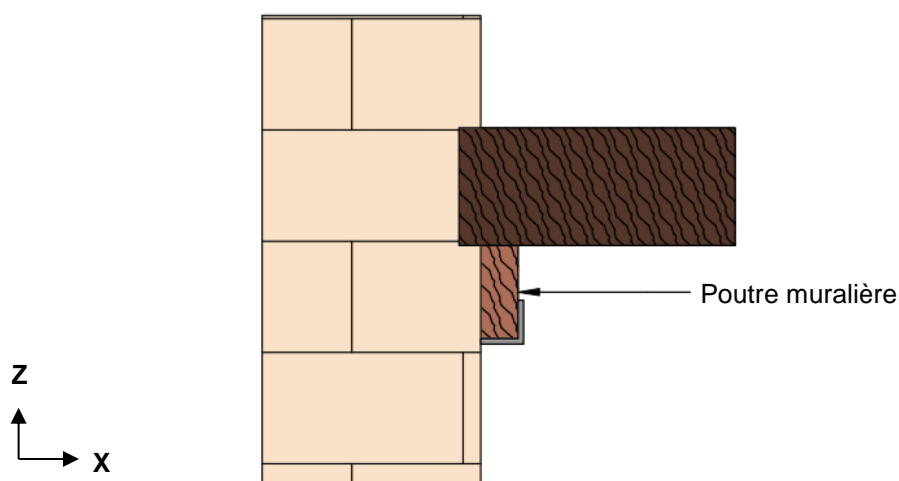


Figure 8 : Coupe de la poutre muralière (6)



Photographie 2 : Vue depuis la sous-face de la dalle (2) et des poutres en béton armé (3)



Photographie 3 : Vue depuis la sous-face de l'ancienne trémie (4)





Photographie 4 : Vue depuis la sous-face de l'ancienne trémie (5)

Le détail des contours de l'ancienne trémie (4) est donné ci-dessous :

➤ **Poutre ancienne trémie (7) :**

Eléments	Portée	Géométrie	Porteurs	Revêtements
Profilés métalliques	5,70 m	Section : 2 IPN 180 Espacement : 6 cm	Murs de façades avant et arrière	
Planche de coffrage bois		S = 3,5 x 22,5 cm	Profilés métalliques IPN 180	

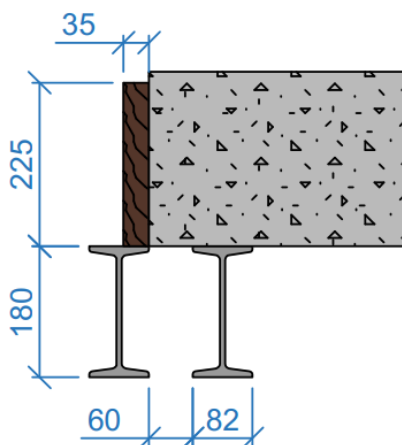


Figure 9 : Coupe de la poutre de l'ancienne trémie (7)

➤ **Poutre ancienne trémie (8) :**

Eléments	Portée	Géométrie	Porteurs	Revêtements
Poutres bois	5,70 m	Section : 7,0 x 24,0 cm et 8,0 et 24,0 cm	Murs de façades avant et arrière	
Profilé métallique	1,80 m	Section : IPN 120	Murs de façades avant et poutre ancienne trémie 9	

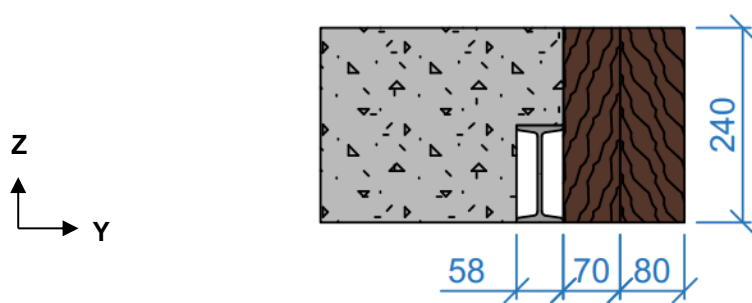


Figure 10 : Coupe de la poutre de l'ancienne trémie (8)

➤ **Poutre ancienne trémie (9) :**

Eléments	Portée	Géométrie	Porteurs	Revêtements
Poutres bois	0,85 m	Section : 15,0 x 23,0 cm et 4,0 et 7,0 cm (support solives)	Poutres (7) et (8) de l'ancienne trémie	<u>Supérieur</u> - Parquet bois (ép. 2,7 cm)
Profilé métallique	0,85 m	Section : IPN 120	Poutres (7) et (8) de l'ancienne trémie	

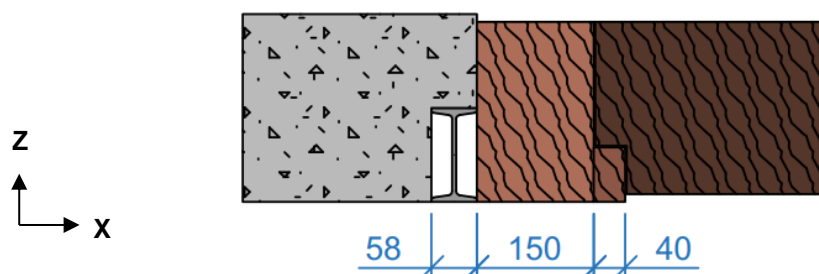


Figure 11 : Coupe de la poutre de l'ancienne trémie (9)



#### 4.4. Reconnaissance de charpentes

Une reconnaissance de la charpente a été effectuée.

La charpente reconnue est une charpente en bois traditionnelle composée de fermes, d'une demi-ferme et de deux arêtières.

La conception générale avec l'identification des fermes, demi-ferme et arêtières est présentée ci-dessous :

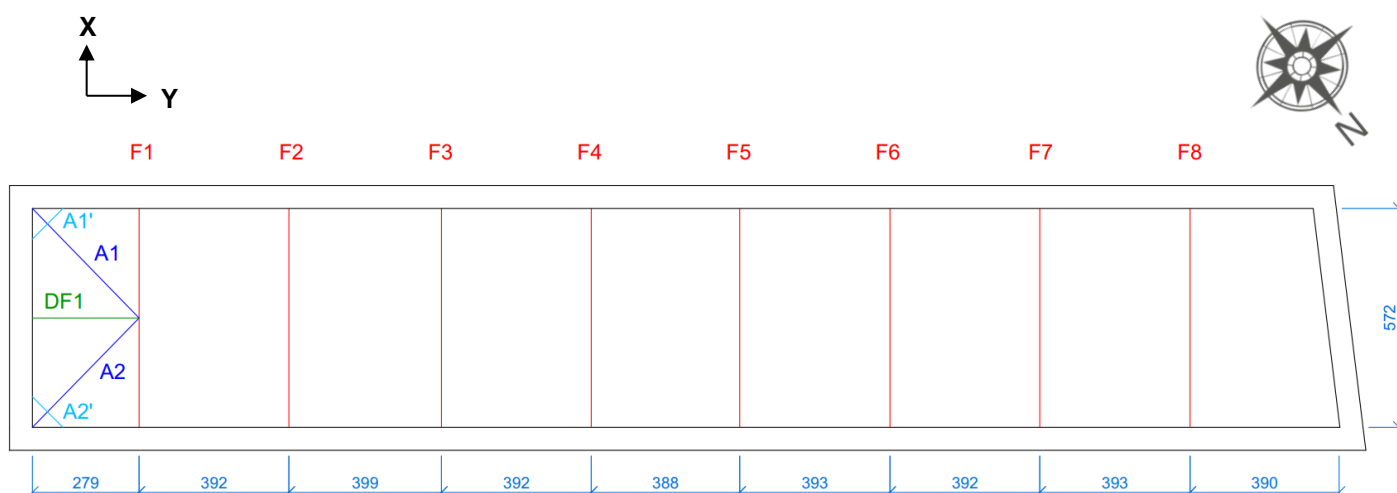


Figure 12 : Relevé géométrique et implantation des fermes de la charpente

##### 4.4.1. Description et repérage

La charpente étudiée est une charpente traditionnelle à 3 pans constituée d'une demi-ferme, d'arêtières, de fermes et de pannes. Les pannes intermédiaires reposent sur 3 appuis et les pannes faitière reposent sur 2 appuis.

Un solivage est présent en plancher haut R+1, repris par les éléments porteurs de la charpente. Ce solivage est composé de solives en bois (de section 7 x 11 cm et d'entraxe moyen 34 cm).

La couverture est constituée de tuiles canal reposant sur des liteaux fixés aux voliges (largeur = 22 cm et ép. 2 cm), reposant sur les chevrons.

Les chevrons (de section 6,0 x 8,0 mm et d'entraxe 50 cm) reposent sur les pannes.

Les éléments constitutifs de la charpente et leurs identifications sont présentés sur les schémas et dans les tableaux ci-après :

➤ Ferme courante (F1 à F8) :

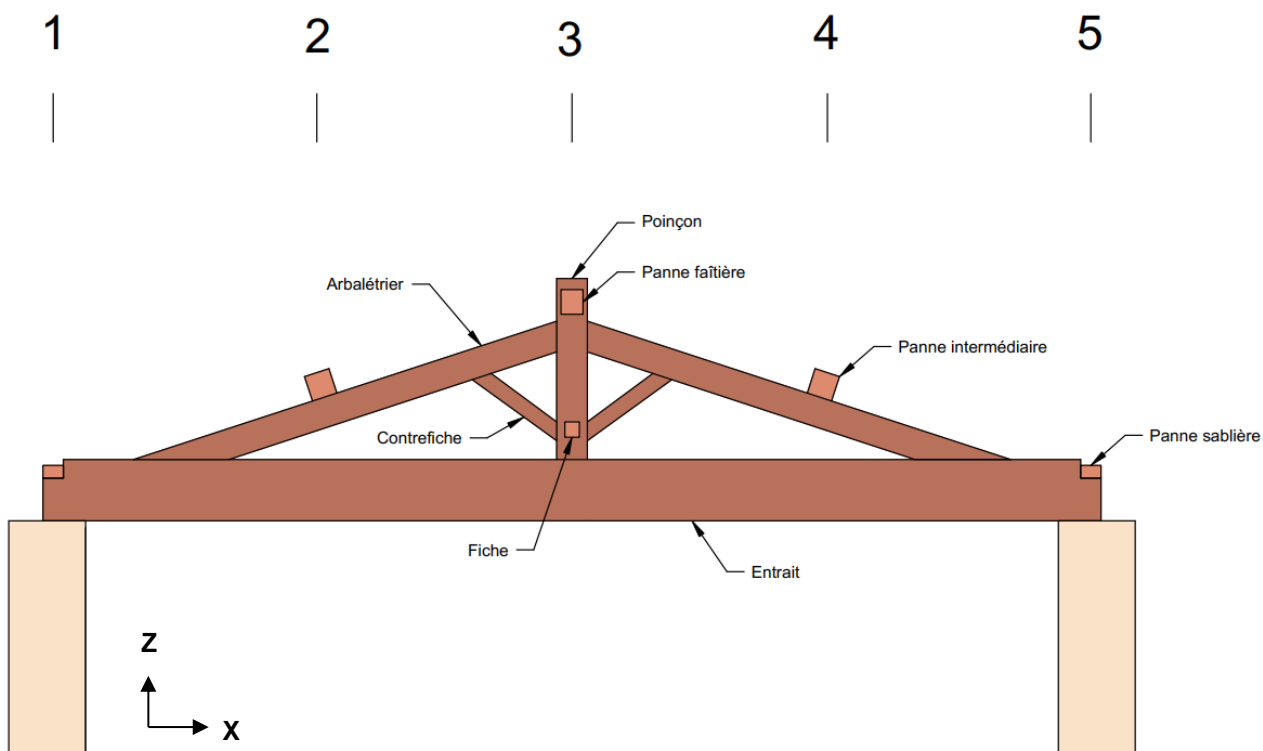


Figure 13 : Identification des éléments d'une ferme courante

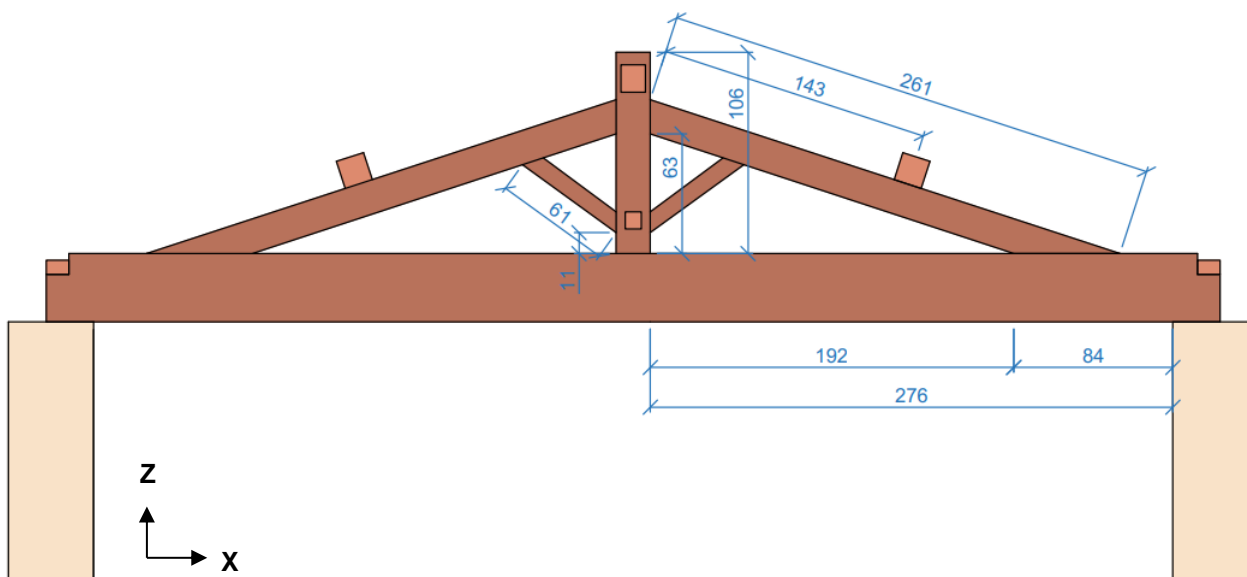


Figure 14 : Dimensions d'une ferme courante

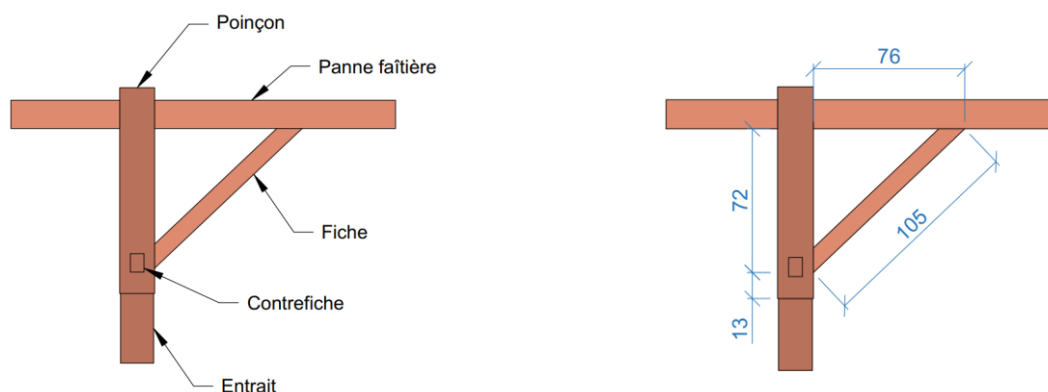


Figure 15 : Identification et dimensions de la fiche d'une ferme courante

Les dimensions des différents éléments d'une ferme courante de la charpente sont données dans le tableau suivant :

Relevé de constitution			
Eléments		Longueur (m)	Dimensions b x h (cm)
Ferme courante	Entrait	6,20	17 x 32
	Poinçon	1,06	17 x 17
	Arbalétrier	2,61	7,5 x 17
	Contrefiche	0,61	7 x 9,5
	Fiche	1,05	8,5 x 9
	Panne intermédiaire	7,80	15 x 15
	Panne faîtière	3,90	13 x 14,5
	Panne sablière	/	12 x 7,3
	Chevrans	/	6 x 8

➤ **Demi ferme :**

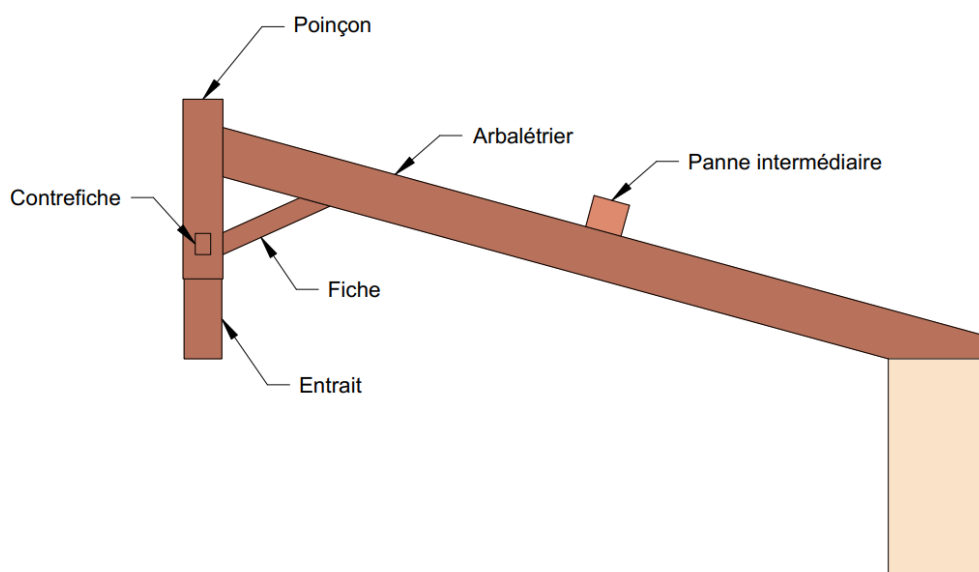


Figure 16 : Identification des éléments de la demi ferme

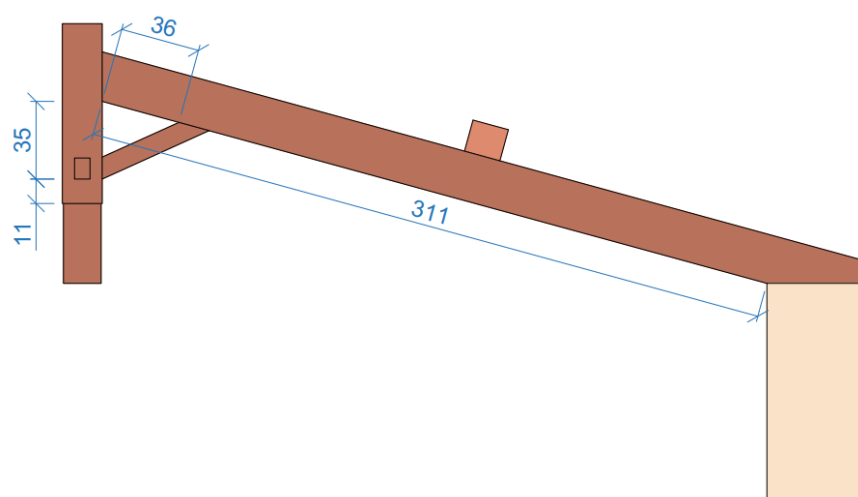


Figure 17 : Dimensions de la demi ferme

Les dimensions des différents éléments d'une ferme courante de la charpente sont données dans le tableau suivant :

Relevé de constitution			
Eléments		Longueur (m)	Dimensions b x h (cm)
Demi ferme	Arbalétrier	3,50	7,5 x 21,5
	Fiche	0,53	7,5 x 9
	Panne intermédiaire	/	16,5 x 14,5

➤ **Arêtiers :**

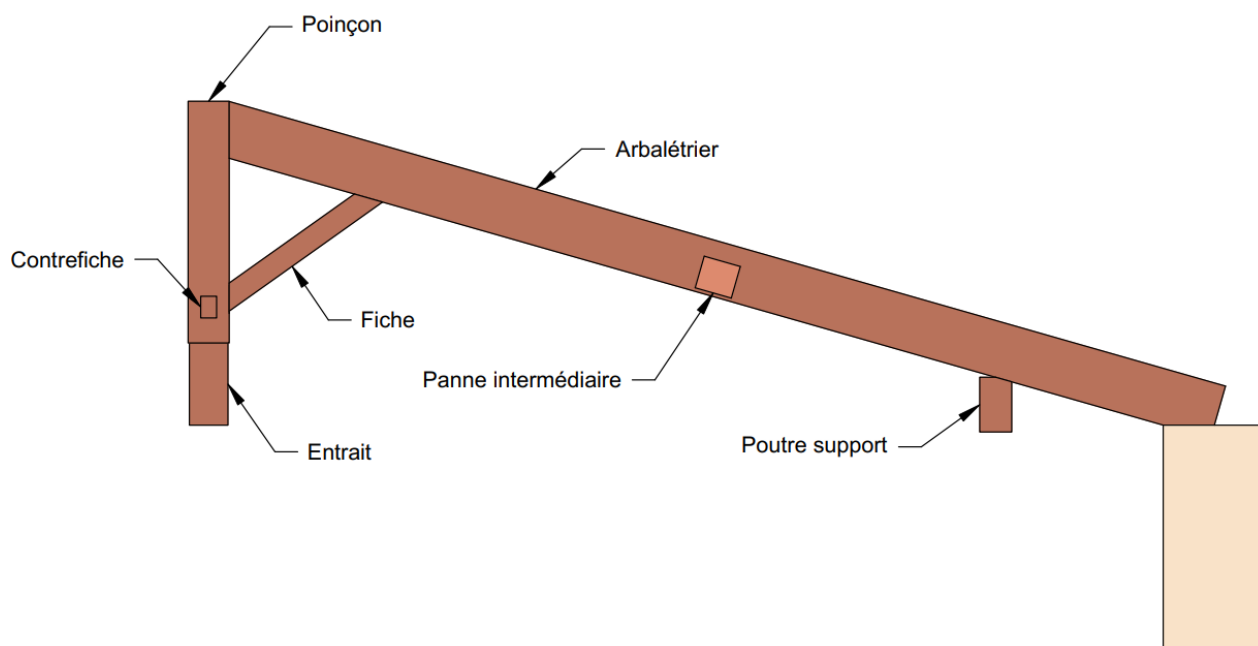


Figure 18 : Identification des éléments d'un arêtier

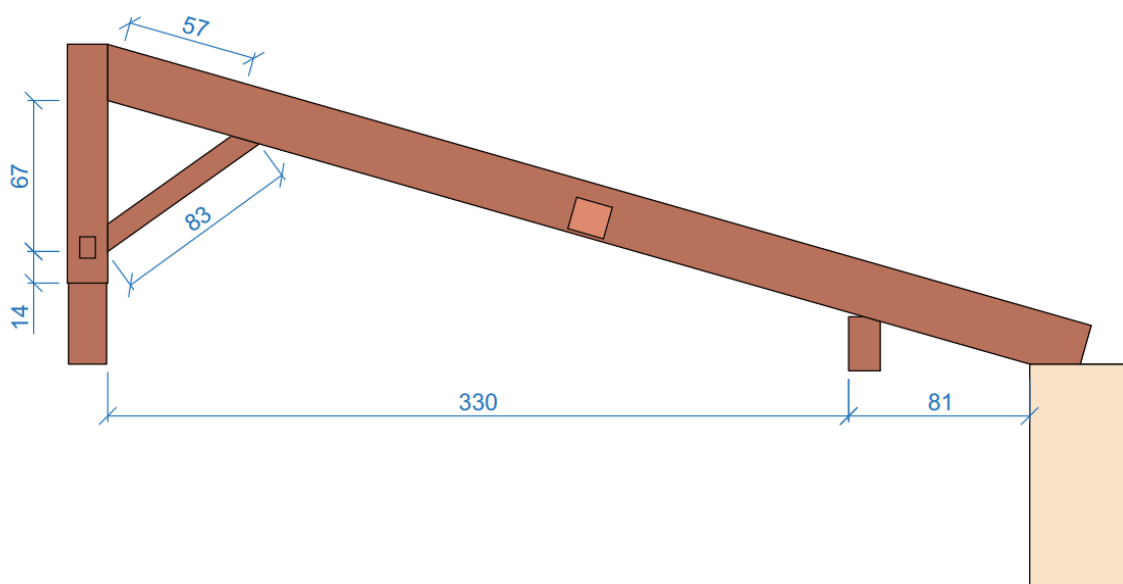


Figure 19 : Dimensions d'un arêtier

Les dimensions des différents éléments d'une ferme courante de la charpente sont données dans le tableau suivant :

Relevé de constitution			
Eléments		Longueur (m)	Dimensions b x h (cm)
Demi ferme	Arbalétrier	3,50	14 x 24
	Fiche	0,53	8 x 10
	Panne intermédiaire	/	16,5 x 14,5

## 4.5. Examen visuel de la structure

### 4.5.1. Définition des indices de gravité

Les défauts recensés lors de l'inspection visuelle sont affectés d'un indice en fonction de leur importance, à savoir :

- **Indice B** : défauts sans conséquence importante autre qu'esthétique,
- **Indice C** : défauts qui indiquent qu'une évolution risque de se faire anormalement,
- **Indice D** : défauts révélateurs d'une évolution, rangés en deux classes :
  - **D.1** : défauts qui indiquent un début d'évolution,
  - **D.2.** : défauts qui indiquent une évolution avancée.
- **Indice E** : défauts qui traduisent de façon très nette une modification de comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage,
- **Indice F** : défauts indiquant la proximité d'un état limite de service et nécessitant soit une restriction d'utilisation, soit la mise hors service de l'ouvrage.

Par convention, la valeur l'ouverture d'une fissure est représentée par la lettre w.

#### 4.5.2. Inventaire des désordres des murs de façades étudiés

Les désordres visibles affectant les façades étudiées sont présentés dans le tableau suivant, les illustrations photographiques figurent en Annexe 1.

##### ➤ Pignon Nord-Ouest :

L'implantation des désordres figure sur le plan ci-dessous :

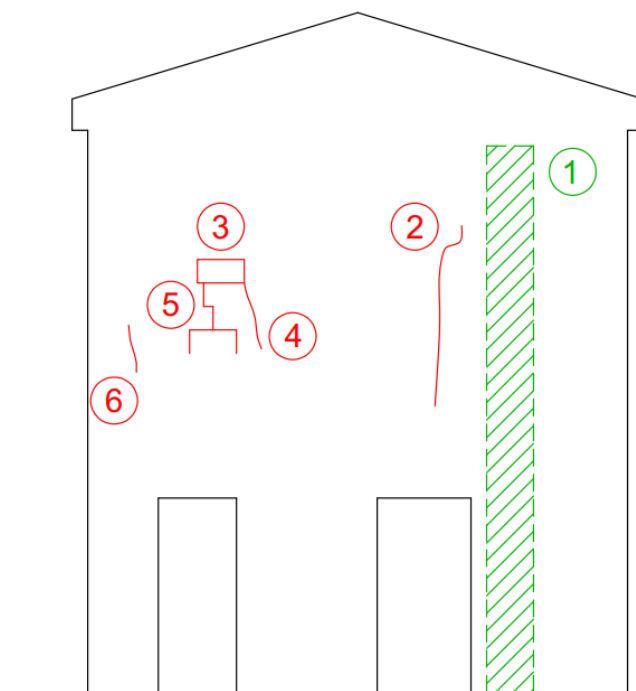


Figure 20 : Implantation des désordres du pignon Nord-Ouest

Inventaire des désordres visibles				
Repère	Localisation	Description	Indice de gravité	Photo
1	Pignon Nord-Ouest	Ancien mur en retour démoli : Maçonnerie en pierres de taille et moellons décomprimés	D2	1
2		Fissures dans les joints des pierres de taille	D1	
3		Pierre de taille manquante	E	
4		Fracture légèrement oblique dans les joints et la pierre de taille avec une ouverture importante	E	
5		Déjointoiement important avec décompression des maçonneries en pierres de taille	E	
6		Fissure des pierres de taille	E	

➤ **Façade avant (conservée) :**

L'implantation des désordres figure sur le plan ci-dessous :

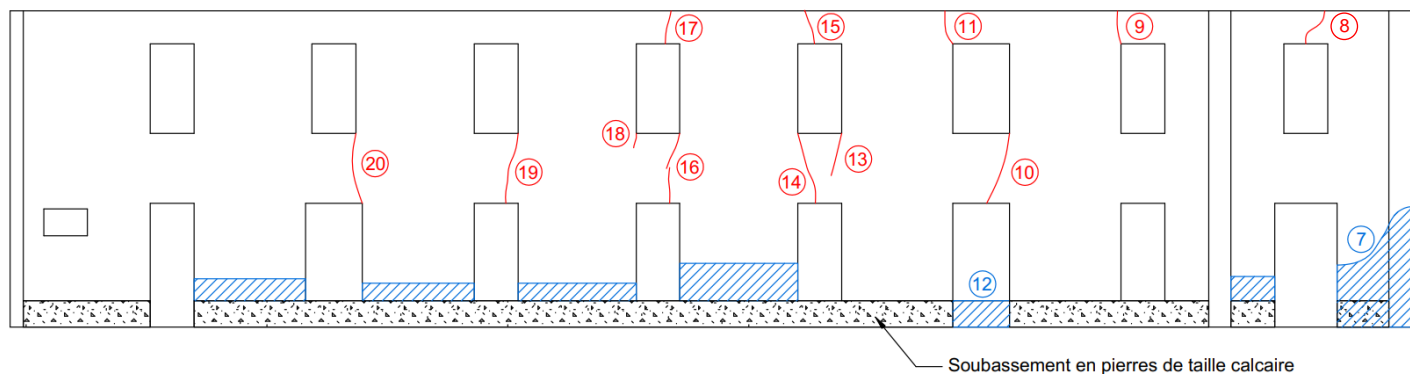


Figure 21 : Implantation des désordres de la façade avant

Inventaire des désordres visibles				
Repère	Localisation	Description	Indice de gravité	Photo
7	Façade avant	Enduit dégradé ou manquant	B	2
8		Fissure du linteau jusqu'à la corniche (w < 0,5 mm)	D1	
9		Fissure du linteau jusqu'à la corniche (w < 0,5 mm)	D1	
10		Fissure entre les deux fenêtres (w < 0,5 mm)	D1	
11		Fissure du linteau jusqu'à la corniche (w < 0,5 mm)	D1	
12		Point singulier : Allège de fenêtre constituée de brique et de terre recouverte par un enduit ciment (probablement une ancienne porte)	C	
13		Fissure (w < 0,3 mm)	D1	
14		Fissure entre les deux fenêtres (w < 0,5 mm)	D1	
15		Fissure du linteau jusqu'à la corniche (w < 0,5 mm)	D1	
16		Fissure importante traversante entre les deux fenêtres (w ≈ 2,5 mm)	D2	3
17		Fissure importante traversante du linteau jusqu'à la corniche	D2	
18		Fissure (w < 0,5 mm)	D1	
19		Fissure entre les deux fenêtres (w < 0,5 mm)	D1	
20		Fissure importante entre les deux fenêtres (w ≈ 2 mm)	D2	4



➤ **Pignon Sud-Est et coursive :**

Inventaire des désordres visibles				
Localisation		Description	Indice de gravité	Photo
Pignon Nord-Ouest	Ensemble de la zone	Enduit dégradé ou manquant	C	
	Pignon Sud-Est Ouverture sup. gauche Face extérieur	Fissure partant du coin supérieur gauche de l'ouverture jusqu'à la toiture (w ≈ 10 mm)	D2	
		Eclats ponctuels	D2	
		Corrosion des pattes de fixation des fenêtres	D2	
		Corrosion des pattes de fixation des fenêtres	D2	
		Fissure partant du coin inférieur droit de l'ouverture et descendant jusqu'à l'ouverture inférieure (voûte en pierres) (w ≈ 20 mm)	D2	
	Pignon Sud-Est Face intérieur	Fissure verticale au-dessus de la voûte de l'ouverture (w ≈ 2,5 mm)	D2	
		Fissure horizontale à droite de l'ouverture (w ≈ 1,3 mm)	D1	
		Fissure sur tout le contour de l'ouverture (w ≈ 2 mm)	D2	
		Fissure verticale à gauche de l'ouverture (w < 0,4 mm)	D1	
	Mur de refend entre la coursive et le bâtiment Face extérieur	Fissure verticale toute hauteur (côté façade avant) (w ≈ 1 mm)	D1	
		Plusieurs fissures verticales (w ≈ 0,4 mm)	D1	
		Fissure verticale sur la quasi-totalité de la hauteur (w ≈ 0,5 mm)	D1	
		Fissure en partie basse (côté façade arrière) (w ≈ 0,6 mm)	D1	

### 4.5.3. Inventaire des désordres du plancher bas R+1

Les désordres visibles affectant les éléments de structure du plancher bas R+1 sont présentés dans le tableau suivant, les illustrations photographiques figurent en Annexe 1.

#### ➤ Plancher bas R+1 :

Le plancher bas R+1 en bois est globalement en bon état de conservation. Quelques désordres sont néanmoins présents et sont listés dans le tableau ci-après. Dans ce plancher bois, des anciennes trémies ont été rebouchées en béton, avec ou sans encadrement en profilés métalliques. Ces rebouchages sont à purger et les zones doivent être reprises par des éléments de même nature que le plancher en zone courante afin de recréer une homogénéité d'ensemble. Il faut éviter les reprises ponctuelles et privilégier la repose de solives pleine longueur entre les deux murs de façades.

Inventaire des désordres					
Repère	Localisation		Description	Indices de gravité	Photo
	Situation	Elément			
	Plancher bas R+1 en bois	Toutes les solives bois	Longueur d'appui des solives dans le mur de façade avant variant de 2 à 7 cm.	E	
		Quelques solives bois	Déversement ou vrillement parfois important de certaines solives bois	E	
		Quelques solives bois	Altération due aux insectes localisée sur la sous-face de certaines solives bois sur une profondeur < 5 mm	D2	
		Toutes les solives bois	Quelques légères traces d'humidité	C	
		Trémies	Les profilés métalliques d'une trémie sont altérés par la corrosion.	F	5
			L'état du béton des trémie n'est pas satisfaisant	E	
	Plancher béton	Plancher et poutres en béton armé	RAS		

#### 4.5.4. Inventaire des désordres de la charpente

Les désordres visibles affectant les éléments de la charpente sont présentés dans le tableau suivant, les illustrations photographiques figurent en Annexe 1.

➤ **Charpente bois :**


Inventaire des désordres						
Repère	Localisation		Description	Indices de gravité	Photo	
	Situation	Elément				
	Charpente bois	Tous les éléments	Légère trace d'humidité superficielle			
		Pannes intermédiaires	Présence de fissures sur une majeure partie des pannes	D1		
		Voliges	Traces d'humidité localement avec quelques fractures, quelques manquements, et des pertes de sections	D1/D2		
		Plancher haut R+1	Certaines solives sont à refixer car non fixées ou mal fixées	E		
		DF1	Arbalétrier	Léger déversement de l'arbalétrier	D2	
		A1'	Poutre	Poutre fissuré	D1	
		A1	Voliges	Voliges fracturées Pertes de sections totales des voliges au droit de l'arêtier due à des infiltrations	D2	
		A2'	Poutre	Poutre fissuré	D1	
		A2	Voliges	Voliges fracturées Pertes de sections totales des voliges au droit de l'arêtier due à des infiltrations	D2	
		F1	Poinçon	Fissure verticale (w= 7 mm ; profondeur = 40 mm)	D2	6
				Perte de section de 30 mm sur 3 des 4 faces du poinçon en tête due aux infiltrations	E	
				Perte de section au droit des assemblages arbalétriers et poinçon due aux infiltrations	E	
			Arbalétriers	Perte de section de 20 mm sur la surface et de 10 mm sur les faces latérales des arbalétriers	D2	
		F2	Poinçon	Fissures verticales (w= 15 mm ; profondeur = 65 mm) (w = 5 mm ; profondeur = 30 mm)	D2	
			Entrait	Fissure horizontale (w=5 mm ; profondeur = 25 mm)	D1	
			Pannes	Panne intermédiaire très déversée entre F2 et F3	E	

Inventaire des désordres						
Repère	Localisation		Description	Indices de gravité	Photo	
	Situation	Elément				
	Charpente bois	F3	Poinçon	Légères traces d'altérations dues aux insectes	D1	
			Poinçon	Fissure verticale (w = 4 mm ; profondeur = 30 mm)	D1	
			Poinçon	Retrait d'assemblage de la panne faitière dans le poinçon de l'ordre de 3 cm	D2	
			Entrait	Fissure horizontale (w = 5 mm ; profondeur = 30 mm)	D1	
		F4		RAS hormis quelques légères traces d'humidité	C	
		F5	Poinçon	Fissure verticale (w = 12 mm ; profondeur = 60 mm)	D2	
			Entrait	Perte de section superficielle (< 5 mm) sur une face latérale due aux insectes	D1	
			Panne	Fissure toute longueur de la panne faitière entre F5 et F6 (w = 12 mm ; profondeur = 60 mm)	D2	
			Chevrons	Altérations importantes des chevrons dues aux insectes, notamment au droit de l'appui sur la panne intermédiaire Perte de section d'environ 30 mm	E	
		F6	Poinçon	Décollement du poinçon au niveau de l'assemblage avec l'entrait de l'ordre de 15 mm	D1	
			Panne	Altération par l'humidité de la panne intermédiaire côté cour	D2	
				Altération de l'assemble entre la fiche et la panne faitière	D2	
			Chevrons	Altération par l'humidité des chevrons côté cour	D2	
		F7	Poinçon	Fissure verticale toute hauteur (w = 12 mm ; profondeur = 50 mm)	D2	
			Entrait	Perte de section de 5 mm due à l'humidité sur la sous-face au droit de l'appui côté cour	D1	7
				Perte de section de 15 mm en surface et sur une face latérale sur toute la longueur de l'élément	D2	
		F8		Non reconnue		

## 5. ESSAIS EN LABORATOIRE

### 5.1. Compressions sur éprouvettes de pierre

Des essais de compression simple ont été réalisés au laboratoire Ginger CEBTP de Mérignac sur les éprouvettes de pierres, taillées à partir des différents prélèvements obtenus par carottage diamant sous eau dans les murs. Les résultats de ces essais sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :



ESSAIS POUR PIERRE NATURELLE : COMPRESSION UNIAXIALE SUIVANT LA NORME NF EN 1926

Données - Résultats									
Ref		Caractéristiques éprouvettes				Résultats essais			
		Diamètre ϕ (mm)	Hauteur h (mm)	Arrête (mm)	Masse M (g)	Densité apparente ρd	Charge rupture Fc (kN)	Rc carotte (MPa)	
M2	M2.1	/	/	70	738,8	2,154	152,0	31,0	38,7
	M2.2	/	/	50	294,7	2,358	98,0	39,2	
	M2.3	/	/	50	300,5	2,404	107,0	42,8	
	M2.4	/	/	50	290,5	2,324	104,0	41,6	
M3	M3.1	/	/	70	467,3	1,362	99,6	20,3	22,0
	M3.2	/	/	70	465,2	1,356	126,6	25,8	
	M3.3	/	/	50	182,2	1,458	49,8	19,9	
M4	M4.1	/	/	70	543,9	1,586	202,8	41,4	44,3
	M4.2	/	/	50	200,1	1,601	117,8	47,1	

Les essais en laboratoire menés sur les carottages M2 à M4 mettent en évidence les points suivants:

Pierre de taille calcaires :

- La densité est faible avec une valeur de 1,39 t/m<sup>3</sup>
- La résistance en compression est bonne avec une valeur moyenne de 22,0 MPa

Moellons calcaires :

- La densité du moellon du prélèvement M2 est élevée avec une valeur de 2,31 t/m<sup>3</sup>
- La densité du moellon du prélèvement M4 est faible avec une valeur de 1,59 t/m<sup>3</sup>
- Les résistances en compression sont bonnes avec une valeur moyenne de 40,5 MPa.

## 6. ETUDE STRUCTURELLE

### 6.1. Cadre normatif

- NF EN 1990 : Eurocode 0 – Base de calcul des structures
- NF EN 1991 : Eurocode 1 - Actions sur les structures
- NF EN 1995 : Eurocodes 5 - Calcul des structures bois

### 6.2. Hypothèses

#### 6.2.1. Planchers

Les hypothèses prises en compte dans les calculs sont les suivantes :

- ✓ Hypothèses de modélisation :

Les études ont été réalisées en considérant des **éléments et assemblages sains et en bon état.**

- ✓ Hypothèses matériaux :

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| - Nature :                                | <b>Bois massif résineux</b> |
| - Classe de résistance des solives bois : | <b>C18</b>                  |
| - Classe de service :                     | <b>1</b>                    |

- ✓ Hypothèses charges permanentes : (suivant la NF EN 1991-1-1 et son AN)

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| - Masse volumique du bois massif C18 : | <b>380 daN/m<sup>3</sup></b> |
|--|------------------------------|

- **Masse surfacique du plancher bas R+1 en zone courante :**

- |                                  |                             |
|----------------------------------|-----------------------------|
| - Masse surfacique du plancher : |                             |
| • Parquet bois (2,7 cm) :        | 11 daN/m <sup>2</sup>       |
| • Cloisons :                     | 10 daN/m <sup>2</sup>       |
|                                  | <b>21 daN/m<sup>2</sup></b> |

- ✓ Combinaison d'actions état limite ultime :

- Combinaison ELU : 1.35 G (action permanente)
- Combinaison ELU : 1.35 G + 1.5 Q (action à moyen terme)

- ✓ Combinaison d'actions état limite de service :

- Combinaison de la flèche instantanée sous charges variables :  $q_{inst}(Q) = Q_1$
- Combinaison de la flèche instantanée sous l'ensemble des charges :  $q_{inst2} = G + Q_1$
- Combinaison de la flèche différée :  $q_{diff} = k_{def} \cdot (G + \Psi_2 Q_1)$

### 6.2.2. Toitures

Les hypothèses prises en compte dans les calculs sont les suivantes :

✓ Hypothèses matériaux :

- Nature : Bois massif résineux
- Classe de résistance : C18
- Classe de service : 2

✓ Hypothèses charges permanentes : (suivant la NF EN 1991-1-1 et son AN)

- Masse volumique du bois massif C18 : 380daN/m<sup>3</sup>
- Masse surfacique de la couverture : **60 daN/m<sup>2</sup>**
  - Tuiles canal : 45 daN/m<sup>2</sup>
  - Voliges et Chevrons : 15 daN/m<sup>2</sup>
- Masse surfacique du plancher des combles : **10 daN/m<sup>2</sup>**
  - Solives : 10 daN/m<sup>2</sup>

✓ Charge d'exploitation : (suivant la NF EN 1991-1-1, NF EN 1995-1-1 et leurs AN)

- Charge sur combles non aménageables :  $q_k = 80 \text{ daN/m}^2$
- Charge d'entretien pour toiture inaccessible (Cat. H) :  $Q_k = 150 \text{ daN}$
- Classe de durée de chargement : Moyen terme

- Charge climatique de neige : (suivant la NF EN 1991-1-3 et son AN)

- Localisation : CADILLAC
- Département : GIRONDE (33)
- Zone de neige : A2
- Altitude :  $\approx 16 \text{ m}$
- Neige normale :  $S_n = 36 \text{ daN/m}^2$
- Neige accidentelle :  $S_{acc} = 80 \text{ daN/m}^2$

✓ Charge climatique de vent : (suivant la NF EN 1991-1-4 et son AN)

- Région de vent : 1
- Vitesse de base du vent :  $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
- Coefficient de direction :  $C_{dir} = 1.00$
- Coefficient de saison :  $C_{season} = 1.00$
- Pression dynamique de base :  $q_b = 30 \text{ daN/m}^2$
- Catégorie de terrain : IV
- Pression dynamique de pointe :  $q_p(z) = 38,3 \text{ daN/m}^2$

✓ Combinaison d'actions état limite ultime :

- Combinaison ELU :  $1.35 G + 1.5 Q$  (action à moyen terme)
- Combinaison ELU :  $1.35 G + 1.5 N$  (action à court terme)
- Combinaison ELU :  $1.35 G + 1.5 N + 0.9 V$  (action instantanée)
- Combinaison ELU :  $G + 1.5 V$  (action instantanée)

✓ Combinaison d'actions état limite de service :

- Combinaison de la flèche instantanée sous charges variables :  $q_{\text{inst}}(Q) = Q_1$
- Combinaison de la flèche instantanée sous l'ensemble des charges :  $q_{\text{inst}2} = G + Q_1$
- Combinaison de la flèche différée :  $q_{\text{diff}} = k_{\text{def.}}(G + \Psi_2 Q_1)$



### 6.3. Evaluation de la capacité portante des planchers

#### 6.3.1. Résultats de l'étude du plancher bois courant du niveau bas R+1

Les résultats de l'étude du plancher bois courant du niveau bas R+1 sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Vérification aux Etats Limites Ultimes							
Eléments	Section [cm]	Portée [m]	Cas de chargement	Vérification	Contrainte maximale [Mpa]	Résistance caractéristique [Mpa]	Taux de travail [%]
Solive	7,5 x 21,5	5,70	Q = 200 kg/m <sup>2</sup>	Flexion simple	$\sigma_{m,d} = 8,52$	$f_{md} = 11,08$	77%
Solive	7,5 x 21,5	5,70	Q = 200 kg/m <sup>2</sup>	Déversement	$\sigma_{m,d} = 8,52$	$f_{md} = 9,30$	92%

Vérification aux Etats Limites de Services							
Eléments	Section [cm]	Portée [m]	Cas de chargement	Critère de flèche	Déplacement maximal [cm]	Déplacement limite [cm]	Taux de travail [%]
Solive	7,5 x 21,5	5,70	Q = 200 kg/m <sup>2</sup>	L/300	$W_{inst} = 1,70$	$U_{inst} = 1,90$	90%

#### Commentaires :

Les études mettent en évidence un bon comportement des solives du plancher bois courant du niveau bas R+1 dans leur configuration actuelle pour une charge d'exploitation de 200 kg/m<sup>2</sup>.

La feuille de calcul est donnée en Annexe 2.

## 6.4. Vérification de la charpente

### 6.4.1. Modélisation

Les études ont été réalisées en considérant des éléments sains et en bon état.

Les pannes sont considérées sur 3 appuis.

Les fermes des charpentes ont été modélisées grâce au logiciel Autodesk Robot 2021.

### 6.4.2. Vérification de la charpentes bois

#### ➤ Ferme courante

Vérification de la ferme la plus sollicitée du bâtiment étudié :

Vérification aux Etats Limites Ultimes des fermes						
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Cas de chargement	Vérification	Contrainte maximale [Mpa]	Résistance caractéristique [Mpa]	Taux de travail [%]
Entrait	17 x 32	1,35 G + 1,05 Q + 1,50 S	Cisaillement	$\sigma_{v,d} = 1,05$	$f_{vd} = 2,35$	44%
Arbalétriers	7,5 x 17	1,35 G + 1,05 Q + 1,50 S	Flexion simple et compression	$\sigma_{c,d} = 3,49$ $\sigma_{m,d} = 8,69$	$f_{cd} = 11,84$ $f_{md} = 12,46$	99%
Poinçon	17 x 17	1,35 G + 1,50 Q	Flexion simple et traction	$\sigma_{t,d} = 0,57$ $\sigma_{m,d} = 0,26$	$f_{td} = 6,77$ $f_{md} = 11,08$	11%
Contrefiches	7 x 9,5	1,35 G + 1,05 Q + 1,50 S	Flexion simple et compression	$\sigma_{c,d} = 1,93$ $\sigma_{m,d} = 3,38$	$f_{cd} = 11,84$ $f_{md} = 13,65$	41%

Vérification aux Etats Limites de Service des fermes						
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Cas de chargement	Critère de flèche	Déplacement maximal [cm]	Déplacement limite [cm]	Taux de travail [%]
Entrait	17 x 32	1,6 G + Q + N	Flèche L/200	$W_{max} = 0,4$	$U_{tot} = 2,9$	14%
		0,7 Q + N	Flèche L/300	$W_{inst} = 0,1$	$U_{inst} = 1,9$	
Arbalétrier	7,5 x 17	1,6 G + Q + N + 0.6 V	Flèche L/200	$W_{max} = 0,4$	$U_{tot} = 1,5$	27%
		0,7 Q + N + 0.6 V	Flèche L/300	$W_{inst} = 0,1$	$U_{inst} = 1,0$	

➤ Demi-ferme

Vérification de la demi-ferme du bâtiment étudié :

Vérification aux Etats Limites Ultimes des fermes						
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Cas de chargement	Vérification	Contrainte maximale [Mpa]	Résistance caractéristique [Mpa]	Taux de travail [%]
Arbalétrier	7,5 x 21,5	1,35 G + 1,50 Q + 0,75 S	Flexion simple et traction	$\sigma_{t,d} = 0,56$ $\sigma_{m,d} = 2,83$	$f_{td} = 8,75$ $f_{md} = 12,46$	29%
Fiche	7,5 x 9	1,35 G + 1,50 Q + 0,75 S	Flexion simple et compression	$\sigma_{c,d} = 1,52$ $\sigma_{m,d} = 1,23$	$f_{cd} = 11,96$ $f_{md} = 13,80$	22%

Vérification aux Etats Limites de Service des fermes						
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Cas de chargement	Critère de flèche	Déplacement maximal [cm]	Déplacement limite [cm]	Taux de travail [%]
Arbalétrier	7,5 x 21,5	1,6 G + 1,2 Q + 0,5 N + 0,6 V	Flèche L/200	$W_{max} = 0,2$	$U_{tot} = 1,7$	12%
		Q + 0,5 N + 0,6 V	Flèche L/300	$W_{inst} = 0,1$	$U_{inst} = 1,1$	

➤ Arêtier

Vérification de l'arêtier le plus sollicité du bâtiment étudié :

Vérification aux Etats Limites Ultimes des fermes						
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Cas de chargement	Vérification	Contrainte maximale [Mpa]	Résistance caractéristique [Mpa]	Taux de travail [%]
Arbalétrier	14 x 24	1,35 G + 1,50 Q + 0,75 S	Flexion simple et traction	$\sigma_{t,d} = 0,21$ $\sigma_{m,d} = 1,96$	$f_{td} = 7,72$ $f_{md} = 12,46$	18%
Fiche	8 x 10	1,35 G + 1,50 Q + 0,75 S	Flexion simple et compression	$\sigma_{c,d} = 1,14$ $\sigma_{m,d} = 0,83$	$f_{cd} = 11,34$ $f_{md} = 13,51$	16%

Vérification aux Etats Limites de Service des fermes						
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Cas de chargement	Critère de flèche	Déplacement maximal [cm]	Déplacement limite [cm]	Taux de travail [%]
Arbalétrier	14 x 24	1,6 G + 1,2 Q + 0,5 N	Flèche L/200	$W_{max} = 0,2$	$U_{tot} = 2,3$	9%
		Q + 0,5 N	Flèche L/300	$W_{inst} = 0,1$	$U_{inst} = 1,5$	

➤ **Panne intermédiaire**

Vérification de la panne intermédiaire la plus sollicitée du bâtiment étudié :

Vérification aux Etats Limites Ultimes des pannes							
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Portée [m]	Cas de chargement	Vérification	Contrainte maximale [Mpa]	Résistance caractéristique [Mpa]	Taux de travail [%]
<b>Panne intermédiaire</b>	15 x 15	2 x 3,90	1,35 G + 1,05 Q + 1,50 S	Flexion déviée	$\sigma_{m,yd} = 9,00$ $\sigma_{m,zd} = 1,97$	$f_{m,yd} = 12,46$ $f_{m,zd} = 12,46$	<b>88%</b>

Vérification aux Etats Limites de Service des pannes							
Eléments	Section [cm <sup>2</sup> ]	Portée [m]	Cas de chargement	Critère de flèche	Déplacement maximal [cm]	Déplacement limite [cm]	Taux de travail [%]
<b>Panne courante</b>	15 x 15	2 x 3,90	1,6 G + Q + N + 0,6 V	Flèche L/200	$W_{max} = 1,1$	$U_{tot} = 3,9$	<b>28%</b>
			0,7 Q + N + 0,6 V	Flèche L/300	$W_{inst} = 0,5$	$U_{inst} = 2,6$	

**Commentaires :**

Les études mettent en évidence un bon comportement des éléments constitutifs de la charpente sous les charges actuelles.

Les feuilles de calculs sont fournies en annexe 3.

## 7. CONCLUSION

Le bâtiment est de type R+1. Il est composé de façades en pierres de taille et/ou en moellons calcaires. Le plancher bas RDC est un dallage, majoritairement non armé et de faible épaisseur. Le plancher bas R+1 est majoritairement un plancher en bois.

Un récapitulatif des résultats des investigations est présenté ci-dessous :

### ➤ **Dallage**

Les sondages mettent en évidence les points suivants :

- Les dallages ont des épaisseurs reconnues allant de 8.0 à 19.0 cm.
- Le dallage est non armé pour deux des trois sondages. Seul le sondage D3 a mis en évidence la présence d'un treillis soudés anti-fissuration.
- L'absence de couche anti-contaminante sous le dallage.

Au regard des prescriptions du DTU 13.3, le dallage est non conforme, à savoir :

- « L'épaisseur nominale du dallage de la catégorie 2 est de 130 mm au minimum » :


De plus, aucun joint n'a été relevé sur site.

### ➤ **Murs de façade**

Les essais en laboratoire menés sur les carottages M2 à M4 mettent en évidence les points suivants:

Pierre de taille calcaires : 

- La densité est faible avec une valeur de 1,39 t/m<sup>3</sup>
- La résistance en compression est bonne avec une valeur moyenne de 22,0 MPa

Moellons calcaires : 

- La densité du moellon du prélèvement M2 est élevée avec une valeur de 2,31 t/m<sup>3</sup>
- La densité du moellon du prélèvement M4 est faible avec une valeur de 1,59 t/m<sup>3</sup>
- Les résistances en compression sont bonnes avec une valeur moyenne de 40,5 MPa.

Une reprise de l'enduit de la façade ainsi qu'un suivi des fissures les plus importante semble nécessaire afin de statuer sur leur éventuelle origine et évolutivité.

➤ **Plancher bas R+1**

Le plancher est en bon état de conservation au droit des zones inspectées. Deux anciennes trémies ont été relevées, ces zones doivent être purgées et le plancher doit être recréé tel qu'il est en zone de plancher courant. Les longueurs d'appuis des solives dans les murs sont parfois très faibles. Ces très faibles appuis justifient la présence de poutres muraillères de manière localisée. Ce dispositif devra être étendu à l'ensemble des appuis du plancher en prenant soin de dimensionner correctement les poutres muraillères et leurs fixations en fonction des charges souhaitées par le projet.

Les études ont mis en évidence que le plancher bois courant du niveau bas R+1 était en mesure de reprendre une charge d'exploitation de 200 kg/m<sup>2</sup> dans sa configuration actuelle, en prenant en compte uniquement son poids propre, le parquet actuel et une charge de 10 daN/m<sup>2</sup> pour les cloisons.

➤ **Charpente traditionnelle**

Les éléments de la charpente bois sont globalement en bon état de conservation hormis les éléments pour lesquels des désordres ont été observés (voir §4.5.4).

Les éléments les plus dégradés (indices E et F) nécessitent des reprises ponctuelles ou globales afin d'assurer la sécurité du bâtiment et de ses occupants et de pérenniser l'ouvrage.

Les études de cette charpente mettent en évidence le bon comportement des éléments de cette dernière en dans leur configuration actuelle et en les considérant sains et en bon état, sous charges climatiques.



## ANNEXE 1 : REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

➤ Pignon Nord-Ouest :



Photographie 1



➤ **Façade avant (conservée) :**



Photographie 2





Photographie 3



Photographie 4



➤ **Plancher bas R+1 :**



Photographie 5

➤ **Charpente bois :**



Photographie 6





Photographie 7

## **NOTE DE CALCUL**

**Projet: Plancher bois courant du niveau bas R+1**

**Auteur:**

## DONNEES - NOEUDS

Noeud	X [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0,0	0,0	lbi	Appui simple
2	5,70	0,0	bbl	Rotule

## DONNEES - BARRES

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau
1	1	2	RECT_1	C18
Barre	Longueur [m]		Gamma [Deg]	Type de barre
1	5,70		0,0	Solive bois

## DONNEES - SECTIONS

Nom de la section	Liste des barres	AX [cm2]	AY [cm2]	AZ [cm2]	IX [cm4]	IY [cm4]	IZ [cm4]
RECT_1	1	161,25	134,38	134,38	2358,90	6211,48	755,86

## DONNEES - MATERIAUX

	Matériau	E [MPa]	G [MPa]	NU	LX [1/°C]	RO [kN/m3]	Re [MPa]
1	ACIER	210000,00	80800,00	0,30	0,00	77,01	235,00
2	C18	9000,00	560,00	0,00	0,00	3,14	18,00

## DONNEES - APPUIS

Nom de l'appui	Liste de noeuds	Liste de bords	Liste d'objets	Conditions d'appui
Appui simple	1			UZ
Rotule	2			UX UZ

## CHARGEMENTS - CAS

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
1	PERM1	PERM1	Structurelle	Statique linéaire
2	EXPL1	EXPL1	Catégorie A	Statique linéaire
3		$ELU/1=1*1.35 + 2*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
4		$ELU/2=1*1.35$	Structurelle	Combinaison linéaire
5		$ELU/3=1*1.00 + 2*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
6		$ELU/4=1*1.00$	Structurelle	Combinaison linéaire
7		$ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00$	permanente	Combinaison linéaire
8		$ELS:CAR/2=1*1.00$	permanente	Combinaison linéaire
9		$ELS:FRE/3=1*1.00 + 2*0.50$	permanente	Combinaison linéaire
10		$ELS:FRE/4=1*1.00$	permanente	Combinaison linéaire
11		$ELS:QPR/5=1*1.00 + 2*0.30$	permanente	Combinaison linéaire
12		$ELS:QPR/6=1*1.00$	permanente	Combinaison linéaire
13		$FEU/1=1*1.00 + 2*0.50$	permanente	Combinaison linéaire
14		$FEU/2=1*1.00$	permanente	Combinaison linéaire

## CHARGEMENTS - VALEURS

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1	poids propre	1	PZ Moins Coef=1,00
1	charge uniforme	1	$PZ=-0,07[kN/m]$
2	charge uniforme	1	$PZ=-0,70[kN/m]$

## COMBINAISONS

Combinaison	Nom	Type d'analyse
3 (C)	$ELU/1=1*1.35 + 2*1.50$	Combinaison linéaire
4 (C)	$ELU/2=1*1.35$	Combinaison linéaire
5 (C)	$ELU/3=1*1.00 + 2*1.50$	Combinaison linéaire
6 (C)	$ELU/4=1*1.00$	Combinaison linéaire
7 (C)	$ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00$	Combinaison linéaire
8 (C)	$ELS:CAR/2=1*1.00$	Combinaison linéaire
9 (C)	$ELS:FRE/3=1*1.00 + 2*0.50$	Combinaison linéaire
10 (C)	$ELS:FRE/4=1*1.00$	Combinaison linéaire
11 (C)	$ELS:QPR/5=1*1.00 + 2*0.30$	Combinaison linéaire
12 (C)	$ELS:QPR/6=1*1.00$	Combinaison linéaire
13 (C)	$FEU/1=1*1.00 + 2*0.50$	Combinaison linéaire
14 (C)	$FEU/2=1*1.00$	Combinaison linéaire



Combinaison	Type de la combinaison	Nature du cas	Définition
3 (C)		Structurelle	1*1.35+2*1.50
4 (C)		Structurelle	1*1.35
5 (C)		Structurelle	1*1.00+2*1.50
6 (C)		Structurelle	1*1.00
7 (C)	ELS:CAR	permanente	(1+2)*1.00
8 (C)	ELS:CAR	permanente	1*1.00
9 (C)	ELS:FRE	permanente	1*1.00+2*0.50
10 (C)	ELS:FRE	permanente	1*1.00
11 (C)	ELS:QPR	permanente	1*1.00+2*0.30
12 (C)	ELS:QPR	permanente	1*1.00
13 (C)	FEU	permanente	1*1.00+2*0.50
14 (C)	FEU	permanente	1*1.00

## VERIFICATION DES BARRES BOIS

### CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des pièces

**PIECE:** 1

**POINT:** 2

**COORDONNEE:**  $x = 0.50 L = 2.85 \text{ m}$

#### CHARGEMENTS:

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

#### MATERIAU C18

$g_M = 1.30$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$	$E_{0,\text{moyen}} = 9000.00 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{\text{moyen}} = 560.00 \text{ MPa}$	Classe de service: 1	Bêta c = 0.20

#### PARAMETRES DE LA SECTION: RECT\_1

$h_t = 21.5 \text{ cm}$			
$b_f = 7.5 \text{ cm}$	$A_y = 107.50 \text{ cm}^2$	$A_z = 107.50 \text{ cm}^2$	$A_x = 161.25 \text{ cm}^2$
$ea = 3.8 \text{ cm}$	$I_y = 6211.48 \text{ cm}^4$	$I_z = 755.86 \text{ cm}^4$	$I_x = 2359.0 \text{ cm}^4$
$es = 3.8 \text{ cm}$	$W_y = 577.81 \text{ cm}^3$	$W_z = 201.56 \text{ cm}^3$	

#### Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

$h_{t,\text{net}} = 21.5 \text{ cm}$	$A_{y,\text{net}} = 107.50 \text{ cm}^2$	$A_{z,\text{net}} = 107.50 \text{ cm}^2$	$A_{x,\text{net}} = 161.25 \text{ cm}^2$
$b_{f,\text{net}} = 7.5 \text{ cm}$	$I_{y,\text{net}} = 6211.48 \text{ cm}^4$	$I_{z,\text{net}} = 755.86 \text{ cm}^4$	$I_{x,\text{net}} = 2358.98 \text{ cm}^4$
	$W_{y,\text{net}} = 577.81 \text{ cm}^3$	$W_{z,\text{net}} = 201.56 \text{ cm}^3$	Hum = 12.00 %

#### CONTRAINTES MINOREES

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_{y,\text{net}} = 4.93/577.81 = 8.52 \text{ MPa}$

#### CONTRAINTES

$f_{m,y,d} = 11.08 \text{ MPa}$

#### CARACTERISTIQUES

#### Coefficients et paramètres supplémentaires

$kh_y = 1.00 \quad k_{\text{mod}} = 0.80 \quad K_{\text{sys}} = 1.00$



#### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$l_{ef} = 5.56 \text{ m} \quad \lambda_{rel,m} = 0.96$   
 $\text{Sig}_{cr} = 19.54 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 0.84$

#### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

#### FORMULES DE VERIFICATION:

$\text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 8.52/11.08 = 0.77 < 1.00 \quad (6.11)$   
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.52/(0.84 \cdot 11.08) = 0.92 < 1.00 \quad (6.33)$

#### DEPLACEMENTS LIMITES



#### Flèches (REPÈRE LOCAL):

$u_{fin,z} = 2.5 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.9 \text{ cm}$

Vérifié

*Cas de charge décisif:*  $(1+0.6) \cdot 1 + (1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 2$

$u_{inst,z} = 1.7 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/300.00 = 1.9 \text{ cm}$

Vérifié

*Cas de charge décisif:*  $1 \cdot 2$



#### Déplacements (REPÈRE GLOBAL):

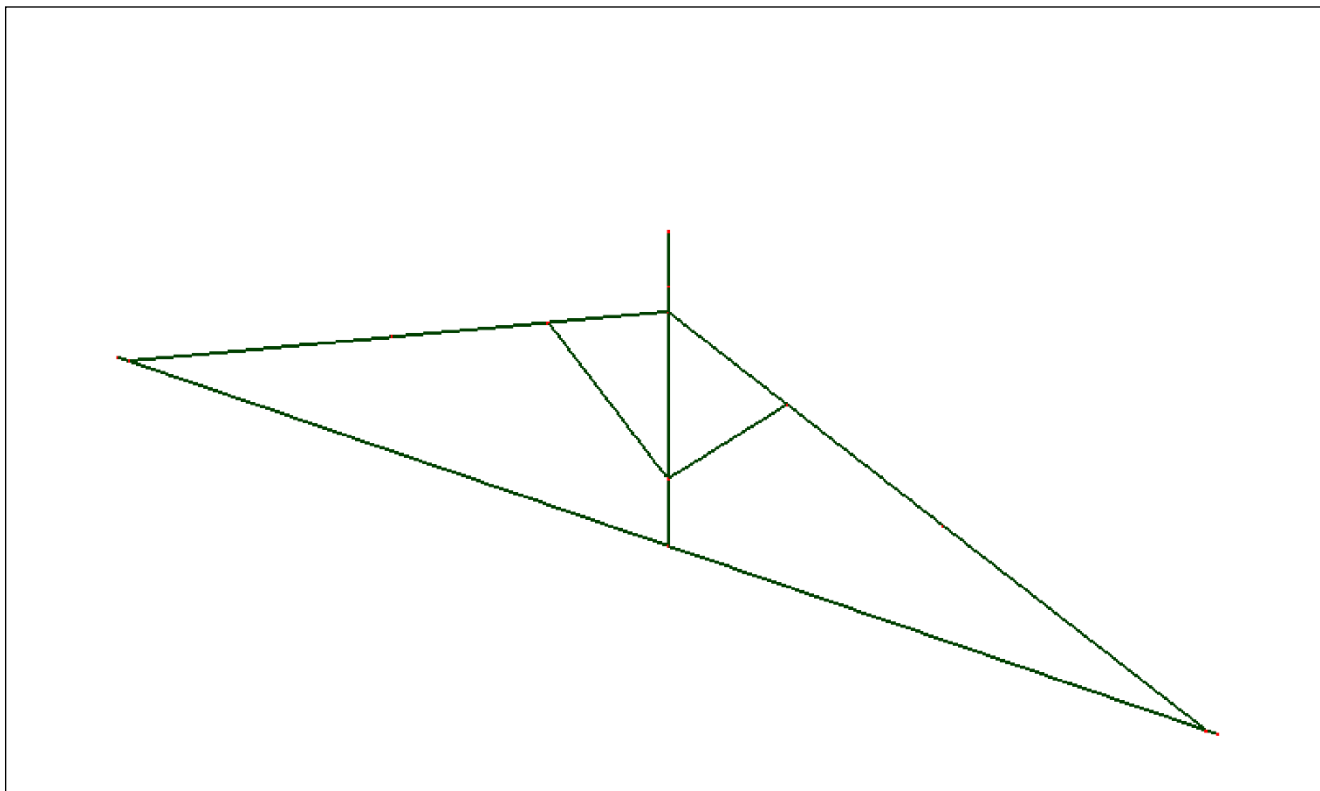
**Profil correct !!!**

# **NOTE DE CALCUL**

**Projet: Ferme courante**

**Auteur:**

## Vue de la structure



## Données - Noeuds

Noeud	X [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0,0	0,0	lbi	Appui simple
2	5,70	0,0	bbl	Rotule
3	2,85	1,22		
4	2,85	0,0		
5	0,06	0,0		
6	5,64	0,0		
7	2,85	0,91		
8	2,85	0,26		
9	2,23	0,71		
10	3,47	0,71		
11	2,85	1,01		
12	1,42	0,44		
13	4,28	0,44		

## Données - Barres

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre
1	1	2	Entrait	C18	5,70	0,0	Entrait
2	4	3	Poinçon	C18	1,22	0,0	Poinçon
3	7	5	Arbalétrier	C18	2,93	0,0	Arbalétrier
4	7	6	Arbalétrier	C18	2,93	0,0	Arbalétrier
5	10	8	Contrefiche	C18	0,76	0,0	Contrefiche
6	9	8	Contrefiche	C18	0,76	0,0	Contrefiche
7	1	2	Entrait	C18	5,70	0,0	Aucun

## Données - Sections

Nom de la section	Liste des barres	AX [cm2]	AY [cm2]	AZ [cm2]	IX [cm4]	IY [cm4]	IZ [cm4]
Arbalétrier	3 4	127,50	106,25	106,25	1727,00	3070,63	597,66
Contrefiche	5 6	66,50	55,42	55,42	595,71	500,14	271,54
Entrait	1 7	544,00	453,33	453,33	34953,66	46421,33	13101,33
Poinçon	2	289,00	240,83	240,83	11741,64	6960,08	6960,08

## Données - Matériaux

	Matériau	E [MPa]	G [MPa]	NU	LX [1/°C]	RO [kN/m3]	Re [MPa]
1	C18	9000,00	560,00	0,00	0,00	3,14	18,00

## Données - Appuis

Nom de l'appui	Liste de noeuds	Liste de bords	Liste d'objets	Conditions d'appui
Appui simple	1			UZ
Rotule	2			UX UZ

## Chargements - Cas

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
1	PERM1	PERM1	Structurelle	Statique linéaire
2	EXPL1	EXPL1	Catégorie A	Statique linéaire
3	NEI1	NEI1	neige	Statique linéaire
4	VENT1	VENT1	vent	Statique linéaire
5	ACC1	ACC1	accidentelle	Statique linéaire
6		$ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.7-5$	Structurelle	Combinaison linéaire
7		$ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90$	Structurelle	Combinaison linéaire
8		$ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
9		$ELU/4=1*1.35 + 2*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
10		$ELU/5=1*1.35$	Structurelle	Combinaison linéaire
11		$ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.7-5$	Structurelle	Combinaison linéaire
12		$ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90$	Structurelle	Combinaison linéaire
13		$ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
14		$ELU/9=1*1.00 + 2*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
15		$ELU/10=1*1.00$	Structurelle	Combinaison linéaire
16		$ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.-75$	Structurelle	Combinaison linéaire
17		$ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
18		$ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
19		$ELU/14=1*1.35 + 4*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
20		$ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.-75$	Structurelle	Combinaison linéaire
21		$ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
22		$ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
23		$ELU/18=1*1.00 + 4*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
24		$ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.-50$	Structurelle	Combinaison linéaire
25		$ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
26		$ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
27		$ELU/22=1*1.35 + 3*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
28		$ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.-50$	Structurelle	Combinaison linéaire
29		$ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
30		$ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
31		$ELU/26=1*1.00 + 3*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
32		$ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50$	permanente	Combinaison linéaire
33		$ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60$	permanente	Combinaison linéaire
34		$ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50$	permanente	Combinaison linéaire

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
35		ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00	permanente	Combinaison linéaire
36		ELS:CAR/5=1*1.00	permanente	Combinaison linéaire
37		ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
38		ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
39		ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
40		ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
41		ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
42		ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
43		ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
44		ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
45		ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
46		ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
47		ACC:ACC/3=1*1.00	permanente	Combinaison linéaire

## Chargements - Valeurs

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1	poids propre	1A6	PZ Moins Coef=1,00
1	force nodale	11	FZ=-3,84[kN]
1	force nodale	12 13	FZ=-3,93[kN]
1	force nodale	5 6	FZ=-2,49[kN]
1	charge uniforme	1	PZ=-0,02[kN/m]
2	charge uniforme	1	PZ=-1,56[kN/m]
2	force nodale	12	FZ=-1,50[kN]
3	force nodale	5 6	FZ=-1,48[kN]
3	force nodale	11A13	FZ=-2,27[kN]
4	force nodale	6	FZ=0,31[kN] Bêta=18,0[Deg]
4	force nodale	13	FZ=0,59[kN] Bêta=18,0[Deg]
4	force nodale	11	FZ=0,44[kN]
4	force nodale	12	FZ=-1,15[kN] Bêta=-18,0[Deg]
4	force nodale	5	FZ=-0,77[kN] Bêta=-18,0[Deg]
5	force nodale	5 6	FZ=-3,28[kN]
5	force nodale	11A13	FZ=-5,04[kN]

## COMBINAISONS

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
6 (C)	$ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
7 (C)	$ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90$	Combinaison linéaire	
8 (C)	$ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
9 (C)	$ELU/4=1*1.35 + 2*1.50$	Combinaison linéaire	
10 (C)	$ELU/5=1*1.35$	Combinaison linéaire	
11 (C)	$ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
12 (C)	$ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90$	Combinaison linéaire	
13 (C)	$ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
14 (C)	$ELU/9=1*1.00 + 2*1.50$	Combinaison linéaire	
15 (C)	$ELU/10=1*1.00$	Combinaison linéaire	
16 (C)	$ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
17 (C)	$ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50$	Combinaison linéaire	
18 (C)	$ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
19 (C)	$ELU/14=1*1.35 + 4*1.50$	Combinaison linéaire	
20 (C)	$ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
21 (C)	$ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50$	Combinaison linéaire	
22 (C)	$ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75$	Combinaison linéaire	
23 (C)	$ELU/18=1*1.00 + 4*1.50$	Combinaison linéaire	
24 (C)	$ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
25 (C)	$ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
26 (C)	$ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
27 (C)	$ELU/22=1*1.35 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
28 (C)	$ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
29 (C)	$ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
30 (C)	$ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
31 (C)	$ELU/26=1*1.00 + 3*1.50$	Combinaison linéaire	
32 (C)	$ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
33 (C)	$ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
34 (C)	$ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
35 (C)	$ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
36 (C)	$ELS:CAR/5=1*1.00$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
37 (C)	$ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0.50$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
38 (C)	$ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
39 (C)	$ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
40 (C)	$ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
41 (C)	$ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*1.00$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
42 (C)	$ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00$	Combinaison linéaire	ELS:CAR
43 (C)	$ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00$	Combinaison linéaire	ELS:CAR



Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
44 (C)	ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
45 (C)	ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
46 (C)	ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
47 (C)	ACC:ACC/3=1*1.00	Combinaison linéaire	ACC

Combinaison	Nature du cas	Définition
6 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+4*0.90+3*0.75
7 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+4*0.90
8 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+3*0.75
9 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50
10 (C)	Structurelle	1*1.35
11 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+4*0.90+3*0.75
12 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+4*0.90
13 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+3*0.75
14 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50
15 (C)	Structurelle	1*1.00
16 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*1.50+3*0.75
17 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*1.50
18 (C)	Structurelle	1*1.35+4*1.50+3*0.75
19 (C)	Structurelle	1*1.35+4*1.50
20 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+4*1.50+3*0.75
21 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+4*1.50
22 (C)	Structurelle	1*1.00+4*1.50+3*0.75
23 (C)	Structurelle	1*1.00+4*1.50
24 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*0.90+3*1.50
25 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+3*1.50
26 (C)	Structurelle	1*1.35+4*0.90+3*1.50
27 (C)	Structurelle	1*1.35+3*1.50
28 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+4*0.90+3*1.50
29 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+3*1.50
30 (C)	Structurelle	1*1.00+4*0.90+3*1.50
31 (C)	Structurelle	1*1.00+3*1.50
32 (C)	permanente	(1+2)*1.00+4*0.60+3*0.50
33 (C)	permanente	(1+2)*1.00+4*0.60
34 (C)	permanente	(1+2)*1.00+3*0.50
35 (C)	permanente	(1+2)*1.00
36 (C)	permanente	1*1.00
37 (C)	permanente	(1+4)*1.00+2*0.70+3*0.50
38 (C)	permanente	(1+4)*1.00+2*0.70
39 (C)	permanente	(1+4)*1.00+3*0.50
40 (C)	permanente	(1+4)*1.00
41 (C)	permanente	(1+3)*1.00+2*0.70+4*0.60
42 (C)	permanente	(1+3)*1.00+2*0.70
43 (C)	permanente	(1+3)*1.00+4*0.60

Combinaison	Nature du cas	Définition
44 (C)	permanente	$(1+3)*1.00$
45 (C)	permanente	$(1+5)*1.00+2*0.30$
46 (C)	permanente	$(1+5)*1.00$
47 (C)	permanente	$1*1.00$

## Vérification des barres bois

### CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des pièces

**PIECE:** 1 Entrait\_1

**POINT:** 1

**COORDONNEE:** x = 0.00 L = 0.00 m

#### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 25 ELU/20=1\*1.35 + 2\*1.05 + 3\*1.50 1\*1.35+2\*1.05+3\*1.50

#### MATERIAU C18

gM = 1.30	f m,0,k = 18.00 MPa	f t,0,k = 11.00 MPa	f c,0,k = 18.00 MPa
f v,k = 3.40 MPa	f t,90,k = 0.40 MPa	f c,90,k = 2.20 MPa	E 0,moyen = 9000.00 MPa
E 0,05 = 6000.00 MPa	G moyen = 560.00 MPa	Classe de service: 1	Bêta c = 0.20

#### PARAMETRES DE LA SECTION: Entrait

ht=32.0 cm	Ay=362.67 cm <sup>2</sup>	Az=362.67 cm <sup>2</sup>	Ax=544.00 cm <sup>2</sup>
bf=17.0 cm	Iy=46421.33 cm <sup>4</sup>	Iz=13101.33 cm <sup>4</sup>	Ix=34953.7 cm <sup>4</sup>
ea=8.5 cm	Wy=2901.33 cm <sup>3</sup>	Wz=1541.33 cm <sup>3</sup>	
es=8.5 cm			

#### Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

ht,net = 32.0 cm	Ay,net = 362.67 cm <sup>2</sup>	Az,net = 362.67 cm <sup>2</sup>	Ax,net = 544.00 cm <sup>2</sup>
bf,net = 17.0 cm	Iy,net = 46421.33 cm <sup>4</sup>	Iz,net = 13101.33 cm <sup>4</sup>	Ix,net = 34953.66 cm <sup>4</sup>
	Wy,net = 2901.33 cm <sup>3</sup>	Wz,net = 1541.33 cm <sup>3</sup>	Hum = 12.00 %

#### CONTRAINTES MINOREES

Tau z,d = 1.5\*25.42/544.00 = 0.70 MPa

#### CONTRAINTES

f v,d = 2.35 MPa

#### CARACTERISTIQUES

#### Coefficients et paramètres supplémentaires

kh = 1.00 kmod = 0.90 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



#### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

#### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

#### FORMULES DE VERIFICATION:

(Tau z,d/kcr)/f v,d = (0.70/0.67)/2.35 = 0.44 < 1.00 (6.13)

#### DEPLACEMENTS LIMITES



#### Flèches (REPÈRE LOCAL):

u fin,z = 0.4 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 2.9 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: (1+0.6)\*1 + (0.7+0.3\*0.6)\*2 + (1+0\*0.6)\*3

u inst,z = 0.1 cm < u inst,max,z = L/300.00 = 1.9 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 0.7\*2 + 1\*3



#### Déplacements (REPÈRE GLOBAL):

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des pièces

**FAMILLE:**

**PIECE:** 2 Poinçon\_2

**POINT:** 1

**COORDONNEE:** x = 0.21 L = 0.26 m

**CHARGEMENTS:**

Cas de charge décisif: 9 ELU/4=1\*1.35 + 2\*1.50 1\*1.35+2\*1.50

**MATERIAU** C18

gM = 1.30

f m,0,k = 18.00 MPa

f t,0,k = 11.00 MPa

f c,0,k = 18.00 MPa

f v,k = 3.40 MPa

f t,90,k = 0.40 MPa

f c,90,k = 2.20 MPa

E 0,moyen = 9000.00 MPa

E 0,05 = 6000.00 MPa

G moyen = 560.00 MPa

Classe de service: 1

Bêta c = 0.20



**PARAMETRES DE LA SECTION:** Poinçon

ht=17.0 cm

bf=17.0 cm

ea=8.5 cm

es=8.5 cm

Ay=192.67 cm<sup>2</sup>

Iy=6960.08 cm<sup>4</sup>

Wy=818.83 cm<sup>3</sup>

Az=192.67 cm<sup>2</sup>

Iz=6960.08 cm<sup>4</sup>

Wz=818.83 cm<sup>3</sup>

Ax=289.00 cm<sup>2</sup>

Ix=11741.6 cm<sup>4</sup>

**Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage**

ht,net = 17.0 cm

Ay,net = 192.67 cm<sup>2</sup>

Az,net = 192.67 cm<sup>2</sup>

Ax,net = 289.00 cm<sup>2</sup>

bf,net = 17.0 cm

Iy,net = 6960.08 cm<sup>4</sup>

Iz,net = 6960.08 cm<sup>4</sup>

Ix,net = 11741.64 cm<sup>4</sup>

Wy,net = 818.83 cm<sup>3</sup>

Wz,net = 818.83 cm<sup>3</sup>

Hum = 12.00 %

**CONTRAINTES MINOREES**

Sig\_t,0,d = N/Ax,net = -16.55/289.00 = -0.57 MPa

Sig\_m,y,d = My/Wy,net = -0.21/818.83 = -0.26 MPa

Tau z,d = 1.5\*-0.50/289.00 = -0.03 MPa

**CONTRAINTES**

f t,0,d = 6.77 MPa

f m,y,d = 11.08 MPa

f v,d = 2.09 MPa

**CARACTERISTIQUES**

**Coefficients et paramètres supplémentaires**

kh = 1.00

kh\_y = 1.00

kmod = 0.80

Ksys = 1.00

kcr = 0.67



**PARAMETRES DE DEVERSEMENT:**

**PARAMETRES DE FLAMBEMENT:**



en y:



en z:

**FORMULES DE VERIFICATION:**

Sig\_t,0,d/f t,0,d + Sig\_m,y,d/f m,y,d = 0.57/6.77 + 0.26/11.08 = 0.11 < 1.00 (6.17)

(Tau z,d/kcr)/f v,d = (0.03/0.67)/2.09 = 0.02 < 1.00 (6.13)

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des pièces

PIECE: 3 Arbalétrier\_3

POINT: 1

COORDONNEE:  $x = 0.51$   $L = 1.50$  m

### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif:  $25 \text{ ELU}/20 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.05 + 3 \cdot 1.50$   $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.05 + 3 \cdot 1.50$

### MATERIAU C18

$g_M = 1.30$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$	$E_{0,\text{moyen}} = 9000.00 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{\text{moyen}} = 560.00 \text{ MPa}$	Classe de service: 1	Bêta c = 0.20

### PARAMETRES DE LA SECTION: Arbalétrier

$h_t = 17.0 \text{ cm}$			
$b_f = 7.5 \text{ cm}$	$A_y = 85.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 85.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 127.50 \text{ cm}^2$
$e_a = 3.8 \text{ cm}$	$I_{y,\text{net}} = 3070.63 \text{ cm}^4$	$I_{z,\text{net}} = 597.66 \text{ cm}^4$	$I_{x,\text{net}} = 1726.2 \text{ cm}^4$
$e_s = 3.8 \text{ cm}$	$W_{y,\text{net}} = 361.25 \text{ cm}^3$	$W_{z,\text{net}} = 159.38 \text{ cm}^3$	

### Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

$h_{t,\text{net}} = 17.0 \text{ cm}$	$A_{y,\text{net}} = 85.00 \text{ cm}^2$	$A_{z,\text{net}} = 85.00 \text{ cm}^2$	$A_{x,\text{net}} = 127.50 \text{ cm}^2$
$b_{f,\text{net}} = 7.5 \text{ cm}$	$I_{y,\text{net}} = 3070.63 \text{ cm}^4$	$I_{z,\text{net}} = 597.66 \text{ cm}^4$	$I_{x,\text{net}} = 1726.17 \text{ cm}^4$
	$W_{y,\text{net}} = 361.25 \text{ cm}^3$	$W_{z,\text{net}} = 159.38 \text{ cm}^3$	Hum = 12.00 %

### CONTRAINTES MINOREES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_{x,\text{net}} = 44.52/127.50 = 3.49 \text{ MPa}$   
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_{y,\text{net}} = 3.14/361.25 = 8.69 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -3.62/127.50 = -0.43 \text{ MPa}$

### CONTRAINTES

$f_{c,0,d} = 12.46 \text{ MPa}$   
 $f_{m,y,d} = 12.46 \text{ MPa}$   
 $f_{v,d} = 2.35 \text{ MPa}$

### CARACTERISTIQUES

### Coefficients et paramètres supplémentaires


$k_h = 1.15$   $k_{h_y} = 1.00$   $k_{\text{mod}} = 0.90$   $K_{\text{sys}} = 1.00$   $k_{cr} = 0.67$



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$l_{ef} = 2.98 \text{ m}$   $\text{Lambda}_{rel,m} = 0.64$   
 $\text{Sig}_{cr} = 44.34 \text{ MPa}$   $k_{crit} = 1.00$

### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:

en y:  en z:  
 $L_y = 2.93 \text{ m}$   $\text{Lambda}_y = 29.23$   
 $\text{Lambda}_{rel,y} = 0.51$   $k_y = 0.65$   
 $L_{Fy} = 1.43 \text{ m}$   $k_{cy} = 0.95$

### FORMULES DE VERIFICATION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 3.49/(0.95 \cdot 12.46) + 8.69/12.46 = 0.99 < 1.00$  (6.23)  
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.69/(1.00 \cdot 12.46) = 0.70 < 1.00$  (6.33)  
 $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.43/0.67)/2.35 = 0.27 < 1.00$  (6.13)

### DEPLACEMENTS LIMITES



#### Flèches (REPERE LOCAL):

$u_{fin,z} = 0.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 1.5 \text{ cm}$  Vérifié

Cas de charge décisif:  $(1+0.6) \cdot 1 + (0.7+0.3 \cdot 0.6) \cdot 2 + (1+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + (0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4$

$u_{inst,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/300.00 = 1.0 \text{ cm}$  Vérifié

Cas de charge décisif:  $0.7 \cdot 2 + 1 \cdot 3 + 0.6 \cdot 4$



#### Déplacements (REPERE GLOBAL):

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des pièces

**FAMILLE:**

**PIECE:** 4 Arbalétrier\_4

**POINT:** 1

**COORDONNEE:** x = 0.51 L = 1.50 m

**CHARGEMENTS:**

Cas de charge décisif: 25 ELU/20=1\*1.35 + 2\*1.05 + 3\*1.50 1\*1.35+2\*1.05+3\*1.50

**MATERIAU** C18

gM = 1.30

f<sub>m,0,k</sub> = 18.00 MPa

f<sub>t,0,k</sub> = 11.00 MPa

f<sub>c,0,k</sub> = 18.00 MPa

f<sub>v,k</sub> = 3.40 MPa

f<sub>t,90,k</sub> = 0.40 MPa

f<sub>c,90,k</sub> = 2.20 MPa

E<sub>0,moyen</sub> = 9000.00 MPa

E<sub>0,05</sub> = 6000.00 MPa

G moyen = 560.00 MPa

Classe de service: 1

Bêta<sub>c</sub> = 0.20



**PARAMETRES DE LA SECTION:** Arbalétrier

ht=17.0 cm

bf=7.5 cm

ea=3.8 cm

es=3.8 cm

A<sub>y</sub>=85.00 cm<sup>2</sup>

I<sub>y</sub>=3070.63 cm<sup>4</sup>

W<sub>y</sub>=361.25 cm<sup>3</sup>

A<sub>z</sub>=85.00 cm<sup>2</sup>

I<sub>z</sub>=597.66 cm<sup>4</sup>

W<sub>z</sub>=159.38 cm<sup>3</sup>

A<sub>x</sub>=127.50 cm<sup>2</sup>

I<sub>x</sub>=1726.2 cm<sup>4</sup>

**Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage**

ht<sub>net</sub> = 17.0 cm

A<sub>y,net</sub> = 85.00 cm<sup>2</sup>

A<sub>z,net</sub> = 85.00 cm<sup>2</sup>

A<sub>x,net</sub> = 127.50 cm<sup>2</sup>

bf<sub>net</sub> = 7.5 cm

I<sub>y,net</sub> = 3070.63 cm<sup>4</sup>

I<sub>z,net</sub> = 597.66 cm<sup>4</sup>

I<sub>x,net</sub> = 1726.17 cm<sup>4</sup>

W<sub>y,net</sub> = 361.25 cm<sup>3</sup>

W<sub>z,net</sub> = 159.38 cm<sup>3</sup>

Hum = 12.00 %

**CONTRAINTES MINOREES**

Sig<sub>c,0,d</sub> = N/A<sub>x,net</sub> = 43.02/127.50 = 3.37 MPa

Sig<sub>m,y,d</sub> = M<sub>y</sub>/W<sub>y,net</sub> = 2.69/361.25 = 7.45 MPa

Tau<sub>z,d</sub> = 1.5\*-3.05/127.50 = -0.36 MPa

**CONTRAINTES**

**CARACTERISTIQUES**

f<sub>c,0,d</sub> = 12.46 MPa

f<sub>m,y,d</sub> = 12.46 MPa

f<sub>v,d</sub> = 2.35 MPa

**Coefficients et paramètres supplémentaires**

kh = 1.15

kh<sub>y</sub> = 1.00

kmod = 0.90

K<sub>sys</sub> = 1.00

k<sub>cr</sub> = 0.67



**PARAMETRES DE DEVERSEMENT:**

l<sub>eff</sub> = 2.98 m

Lambda<sub>rel m</sub> = 0.64

Sig<sub>cr</sub> = 44.34 MPa

k<sub>crit</sub> = 1.00

**PARAMETRES DE FLAMBEMENT:**

en y:  en z:

L<sub>y</sub> = 2.93 m

Lambda<sub>y</sub> = 29.23

Lambda<sub>rely</sub> = 0.51

k<sub>y</sub> = 0.65

LF<sub>y</sub> = 1.43 m

k<sub>cy</sub> = 0.95

**FORMULES DE VERIFICATION:**

Sig<sub>c,0,d</sub>/(k<sub>c,y</sub>\*f<sub>c,0,d</sub>) + Sig<sub>m,y,d</sub>/f<sub>m,y,d</sub> = 3.37/(0.95\*12.46) + 7.45/12.46 = 0.88 < 1.00 (6.23)

Sig<sub>m,y,d</sub>/(k<sub>crit</sub>\*f<sub>m,y,d</sub>) = 7.45/(1.00\*12.46) = 0.60 < 1.00 (6.33)

(Tau<sub>z,d</sub>/k<sub>cr</sub>)/f<sub>v,d</sub> = (0.36/0.67)/2.35 = 0.23 < 1.00 (6.13)

## DEPLACEMENTS LIMITES



### Flèches (REPERE LOCAL):

$u_{fin,z} = 0.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 1.5 \text{ cm}$

Vérifié

**Cas de charge décisif:**  $(1+0.6)*1 + (0.7+0.3*0.6)*2 + (1+0*0.6)*3$

$u_{inst,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/300.00 = 1.0 \text{ cm}$

Vérifié

**Cas de charge décisif:**  $0.7*2 + 1*3$



### Déplacements (REPERE GLOBAL):

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des pièces

**FAMILLE:**

**PIECE:** 5 Contrefiche\_5

**POINT:** 1

**COORDONNEE:** x = 0.00 L = 0.00 m

**CHARGEMENTS:**

**Cas de charge décisif:** 25 ELU/20=1\*1.35 + 2\*1.05 + 3\*1.50 1\*1.35+2\*1.05+3\*1.50

**MATERIAU** C18

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$

$E_{0,moyen} = 9000.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$

$G_{moyen} = 560.00 \text{ MPa}$

Classe de service: 1

Bêta c = 0.20



### PARAMETRES DE LA SECTION: Contrefiche

$h_t = 9.5 \text{ cm}$

$b_f = 7.0 \text{ cm}$

$e_a = 3.5 \text{ cm}$

$e_s = 3.5 \text{ cm}$

$A_y = 44.33 \text{ cm}^2$

$I_y = 500.14 \text{ cm}^4$

$W_y = 105.29 \text{ cm}^3$

$A_z = 44.33 \text{ cm}^2$

$I_z = 271.54 \text{ cm}^4$

$W_z = 77.58 \text{ cm}^3$

$A_x = 66.50 \text{ cm}^2$

$I_x = 582.0 \text{ cm}^4$

### Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

$h_{t,net} = 9.5 \text{ cm}$

$A_{y,net} = 44.33 \text{ cm}^2$

$A_{z,net} = 44.33 \text{ cm}^2$

$A_{x,net} = 66.50 \text{ cm}^2$

$b_{f,net} = 7.0 \text{ cm}$

$I_{y,net} = 500.14 \text{ cm}^4$

$I_{z,net} = 271.54 \text{ cm}^4$

$I_{x,net} = 581.96 \text{ cm}^4$

$W_{y,net} = 105.29 \text{ cm}^3$

$W_{z,net} = 77.58 \text{ cm}^3$

Hum = 12.00 %

### CONTRAINTES MINOREES

$\sigma_{c,0,d} = N/A_{x,net} = 10.93/66.50 = 1.64 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_{y,net} = 0.31/105.29 = 2.98 \text{ MPa}$

$\tau_{z,d} = 1.5*0.68/66.50 = 0.15 \text{ MPa}$

### CONTRAINTES

$f_{c,0,d} = 12.46 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 13.65 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 2.35 \text{ MPa}$

### CARACTERISTIQUES

### Coefficients et paramètres supplémentaires

$k_h = 1.16$

$k_{h,y} = 1.10$

$k_{mod} = 0.90$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 1.00$



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$l_{ef} = 0.64 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.25$

$\sigma_{cr} = 277.51 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

# PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 0.76 m

Lambda\_rely = 0.49

LFy = 0.76 m

Lambda y = 27.84

ky = 0.64

kcy = 0.95



en z:

# FORMULES DE VERIFICATION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_c \cdot y \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1.64/(0.95 \cdot 12.46) + 2.98/13.65 = 0.36 < 1.00$  (6.23)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 2.98/(1.00 \cdot 13.65) = 0.22 < 1.00$  (6.33)

$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.15/1.00)/2.35 = 0.06 < 1.00$  (6.13)

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des pièces

**FAMILLE:**

**PIECE:** 6 Contrefiche\_6

**POINT:** 1

**COORDONNEE:** x = 0.00 L = 0.00 m

**CHARGEMENTS:**

Cas de charge décisif: 25 ELU/20=1\*1.35 + 2\*1.05 + 3\*1.50 1\*1.35+2\*1.05+3\*1.50

**MATERIAU** C18

gM = 1.30

f<sub>v,k</sub> = 3.40 MPa

E<sub>0,05</sub> = 6000.00 MPa

f<sub>m,0,k</sub> = 18.00 MPa

f<sub>t,90,k</sub> = 0.40 MPa

G moyen = 560.00 MPa

f<sub>t,0,k</sub> = 11.00 MPa

f<sub>c,90,k</sub> = 2.20 MPa

Classe de service: 1

f<sub>c,0,k</sub> = 18.00 MPa

E<sub>0,moyen</sub> = 9000.00 MPa

Bêta<sub>c</sub> = 0.20



**PARAMETRES DE LA SECTION:** Contrefiche

ht=9.5 cm

bf=7.0 cm

ea=3.5 cm

es=3.5 cm

Ay=44.33 cm<sup>2</sup>

Iy=500.14 cm<sup>4</sup>

Wy=105.29 cm<sup>3</sup>

Az=44.33 cm<sup>2</sup>

Iz=271.54 cm<sup>4</sup>

Wz=77.58 cm<sup>3</sup>

Ax=66.50 cm<sup>2</sup>

Ix=582.0 cm<sup>4</sup>

**Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage**

ht<sub>net</sub> = 9.5 cm

bf<sub>net</sub> = 7.0 cm

Ay<sub>net</sub> = 44.33 cm<sup>2</sup>

Iy<sub>net</sub> = 500.14 cm<sup>4</sup>

Wy<sub>net</sub> = 105.29 cm<sup>3</sup>

Az<sub>net</sub> = 44.33 cm<sup>2</sup>

Iz<sub>net</sub> = 271.54 cm<sup>4</sup>

Wz<sub>net</sub> = 77.58 cm<sup>3</sup>

Ax<sub>net</sub> = 66.50 cm<sup>2</sup>

Ix<sub>net</sub> = 581.96 cm<sup>4</sup>

Hum = 12.00 %

**CONTRAINTES**

**MINOREES**

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_{x,net} = 12.86/66.50 = 1.93$  MPa

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_{y,net} = 0.36/105.29 = 3.38$  MPa

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.74/66.50 = 0.17$  MPa

**CONTRAINTES**

f<sub>c,0,d</sub> = 12.46 MPa

f<sub>m,y,d</sub> = 13.65 MPa

f<sub>v,d</sub> = 2.35 MPa

**CARACTERISTIQUES**

**Coefficients et paramètres supplémentaires**

kh = 1.16

kh<sub>y</sub> = 1.10

kmod = 0.90

Ksys = 1.00

kcr = 1.00



**PARAMETRES DE DEVERSEMENT:**

lef = 0.64 m

Sig<sub>cr</sub> = 277.51 MPa

Lambda<sub>rel m</sub> = 0.25

k<sub>crit</sub> = 1.00

**PARAMETRES DE FLAMBEMENT:**





en y:

$L_y = 0.76 \text{ m}$

$\Lambda_{\text{rely}} = 0.49$

$L_{Fy} = 0.76 \text{ m}$

$\Lambda_y = 27.84$

$k_y = 0.64$

$k_{cy} = 0.95$



en z:

---

#### FORMULES DE VERIFICATION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_c \cdot y \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1.93/(0.95 \cdot 12.46) + 3.38/13.65 = 0.41 < 1.00 \quad (6.23)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) = 3.38/(1.00 \cdot 13.65) = 0.25 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.17/1.00)/2.35 = 0.07 < 1.00 \quad (6.13)$

---

***Profil correct !!!***

# NOTE DE CALCUL

## Projet: Demi ferme

### Données - Noeuds

Noeud	X [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0,0	0,43	bbl	Rotule
2	0,0	0,91	bbl	Rotule
3	3,31	0,0	lbl	Appui simple
4	0,66	0,73		
5	1,48	0,50		

### Données - Barres

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre
1	2	3	Arbalétrier	C18	3,43	0,0	Arbalétrier
2	4	1	Fiche	C18	0,72	0,0	Arbalétrier

### Données - Sections

Nom de la section	Liste des barres	AX [cm2]	AY [cm2]	AZ [cm2]	IX [cm4]	IY [cm4]	IZ [cm4]
Arbalétrier	1	161,25	134,38	134,38	2358,90	6211,48	755,86
Fiche	2	67,50	56,25	56,25	630,75	455,63	316,41

## Données - Matériaux

	Matériau	E [MPa]	G [MPa]	NU	LX [1/°C]	RO [kN/m3]	Re [MPa]
1	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun

## Données - Appuis

Nom de l'appui	Liste de noeuds	Liste de bords	Liste d'objets	Conditions d'appui
Appui simple	3			UZ
Rotule	1 2			UX UZ

## Chargements - Cas

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
1	PERM1	PERM1	Structurelle	Statique linéaire
2	EXPL1	EXPL1	Catégorie A	Statique linéaire
3	NEI1	NEI1	neige	Statique linéaire
4	VENT1	VENT1	vent	Statique linéaire
5	ACC1	ACC1	accidentelle	Statique linéaire
6		$ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.7-5$	permanente	Combinaison linéaire
7		$ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90$	permanente	Combinaison linéaire
8		$ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75$	permanente	Combinaison linéaire
9		$ELU/4=1*1.35 + 2*1.50$	permanente	Combinaison linéaire
10		$ELU/5=1*1.35$	permanente	Combinaison linéaire
11		$ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.7-5$	permanente	Combinaison linéaire
12		$ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90$	permanente	Combinaison linéaire
13		$ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75$	permanente	Combinaison linéaire
14		$ELU/9=1*1.00 + 2*1.50$	permanente	Combinaison linéaire
15		$ELU/10=1*1.00$	permanente	Combinaison linéaire
16		$ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.-75$	permanente	Combinaison linéaire
17		$ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50$	permanente	Combinaison linéaire
18		$ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75$	permanente	Combinaison linéaire
19		$ELU/14=1*1.35 + 4*1.50$	permanente	Combinaison linéaire
20		$ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.-75$	permanente	Combinaison linéaire

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
21		ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50	permanente	Combinaison linéaire
22		ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75	permanente	Combinaison linéaire
23		ELU/18=1*1.00 + 4*1.50	permanente	Combinaison linéaire
24		ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.- 50	permanente	Combinaison linéaire
25		ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50	permanente	Combinaison linéaire
26		ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50	permanente	Combinaison linéaire
27		ELU/22=1*1.35 + 3*1.50	permanente	Combinaison linéaire
28		ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.- 50	permanente	Combinaison linéaire
29		ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50	permanente	Combinaison linéaire
30		ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50	permanente	Combinaison linéaire
31		ELU/26=1*1.00 + 3*1.50	permanente	Combinaison linéaire
32		ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
33		ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60	permanente	Combinaison linéaire
34		ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
35		ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00	permanente	Combinaison linéaire
36		ELS:CAR/5=1*1.00	permanente	Combinaison linéaire
37		ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
38		ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
39		ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
40		ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
41		ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
42		ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
43		ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
44		ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
45		ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
46		ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
47		ACC:ACC/3=1*1.00	permanente	Combinaison linéaire

## Chargements - Valeurs

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1	poids propre	1 2	PZ Moins Coef=1,00
1	force nodale	3	FZ=-1,95[kN]
1	force nodale	5	FZ=-1,55[kN]
1	force nodale	2	FZ=-0,17[kN]
2	force nodale	5	FZ=-1,50[kN]
3	force nodale	2	FZ=-0,10[kN]

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
3	force nodale	5	FZ=-0,81[kN]
3	force nodale	3	FZ=-1,02[kN]
4	force nodale	2	FZ=-0,05[kN] Bêta=15,0[Deg]
4	force nodale	5	FZ=-0,43[kN] Bêta=15,0[Deg]
4	force nodale	3	FZ=-0,54[kN] Bêta=15,0[Deg]
5	force nodale	2	FZ=-0,22[kN]
5	force nodale	5	FZ=-1,81[kN]
5	force nodale	3	FZ=-2,26[kN]

## Combinaisons

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
6 (C)	ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
7 (C)	ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90	Combinaison linéaire	
8 (C)	ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
9 (C)	ELU/4=1*1.35 + 2*1.50	Combinaison linéaire	
10 (C)	ELU/5=1*1.35	Combinaison linéaire	
11 (C)	ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
12 (C)	ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90	Combinaison linéaire	
13 (C)	ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
14 (C)	ELU/9=1*1.00 + 2*1.50	Combinaison linéaire	
15 (C)	ELU/10=1*1.00	Combinaison linéaire	
16 (C)	ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
17 (C)	ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
18 (C)	ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
19 (C)	ELU/14=1*1.35 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
20 (C)	ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
21 (C)	ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
22 (C)	ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
23 (C)	ELU/18=1*1.00 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
24 (C)	ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
25 (C)	ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
26 (C)	ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
27 (C)	ELU/22=1*1.35 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
28 (C)	ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
29 (C)	ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
30 (C)	ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
31 (C)	ELU/26=1*1.00 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
32 (C)	ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
33 (C)	ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60	Combinaison linéaire	ELS:CAR

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
34 (C)	ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
35 (C)	ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
36 (C)	ELS:CAR/5=1*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
37 (C)	ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
38 (C)	ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
39 (C)	ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
40 (C)	ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
41 (C)	ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
42 (C)	ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
43 (C)	ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
44 (C)	ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
45 (C)	ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
46 (C)	ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
47 (C)	ACC:ACC/3=1*1.00	Combinaison linéaire	ACC
Combinaison	Nature du cas	Définition	
6 (C)	permanente	1*1.35+2*1.50+4*0.90+3*0.75	
7 (C)	permanente	1*1.35+2*1.50+4*0.90	
8 (C)	permanente	1*1.35+2*1.50+3*0.75	
9 (C)	permanente	1*1.35+2*1.50	
10 (C)	permanente	1*1.35	
11 (C)	permanente	1*1.00+2*1.50+4*0.90+3*0.75	
12 (C)	permanente	1*1.00+2*1.50+4*0.90	
13 (C)	permanente	1*1.00+2*1.50+3*0.75	
14 (C)	permanente	1*1.00+2*1.50	
15 (C)	permanente	1*1.00	
16 (C)	permanente	1*1.35+2*1.05+4*1.50+3*0.75	
17 (C)	permanente	1*1.35+2*1.05+4*1.50	
18 (C)	permanente	1*1.35+4*1.50+3*0.75	
19 (C)	permanente	1*1.35+4*1.50	
20 (C)	permanente	1*1.00+2*1.05+4*1.50+3*0.75	
21 (C)	permanente	1*1.00+2*1.05+4*1.50	
22 (C)	permanente	1*1.00+4*1.50+3*0.75	
23 (C)	permanente	1*1.00+4*1.50	
24 (C)	permanente	1*1.35+2*1.05+4*0.90+3*1.50	
25 (C)	permanente	1*1.35+2*1.05+3*1.50	
26 (C)	permanente	1*1.35+4*0.90+3*1.50	
27 (C)	permanente	1*1.35+3*1.50	
28 (C)	permanente	1*1.00+2*1.05+4*0.90+3*1.50	
29 (C)	permanente	1*1.00+2*1.05+3*1.50	
30 (C)	permanente	1*1.00+4*0.90+3*1.50	
31 (C)	permanente	1*1.00+3*1.50	

Combinaison	Nature du cas	Définition
32 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+4*0.60+3*0.50$
33 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+4*0.60$
34 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+3*0.50$
35 (C)	permanente	$(1+2)*1.00$
36 (C)	permanente	$1*1.00$
37 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+2*0.70+3*0.50$
38 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+2*0.70$
39 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+3*0.50$
40 (C)	permanente	$(1+4)*1.00$
41 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+2*0.70+4*0.60$
42 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+2*0.70$
43 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+4*0.60$
44 (C)	permanente	$(1+3)*1.00$
45 (C)	permanente	$(1+5)*1.00+2*0.30$
46 (C)	permanente	$(1+5)*1.00$
47 (C)	permanente	$1*1.00$

## Vérification des barres bois

### CALCUL DES STRUCTURES BOIS

NORME: [NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014](#)

TYPE D'ANALYSE: [Vérification des pièces](#)

FAMILLE:

PIECE: 1 Arbalétrier\_1

POINT: 3

COORDONNEE:  $x = 0.20 L = 0.68 m$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif:  $8 ELU/3 = 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75$   $1*1.35+2*1.50+3*0.75$

MATERIAU C18

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 18.00 MPa$

$f_{t,0,k} = 11.00 MPa$

$f_{c,0,k} = 18.00 MPa$

$f_{v,k} = 3.40 MPa$

$f_{t,90,k} = 0.40 MPa$

$f_{c,90,k} = 2.20 MPa$

$E_{0,moyen} = 9000.00 MPa$

$E_{0,05} = 6000.00 MPa$

$G_{moyen} = 560.00 MPa$

Classe de service: 1

Bêta c = 0.20



PARAMETRES DE LA SECTION: Arbalétrier

$ht = 21.5 cm$

$bf = 7.5 cm$

$ea = 3.8 cm$

$es = 3.8 cm$

$A_y = 107.50 cm^2$

$I_y = 6211.48 cm^4$

$W_y = 577.81 cm^3$

$A_z = 107.50 cm^2$

$I_z = 755.86 cm^4$

$W_z = 201.56 cm^3$

$A_x = 161.25 cm^2$

$I_x = 2359.0 cm^4$

Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

$ht_{net} = 21.5 cm$

$bf_{net} = 7.5 cm$

$A_{y,net} = 107.50 cm^2$

$I_{y,net} = 6211.48 cm^4$

$W_{y,net} = 577.81 cm^3$

$A_{z,net} = 107.50 cm^2$

$I_{z,net} = 755.86 cm^4$

$W_{z,net} = 201.56 cm^3$

$A_{x,net} = 161.25 cm^2$

$I_{x,net} = 2358.98 cm^4$

Hum = 12.00 %

### CONTRAINTES MINOREES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_{x,\text{net}} = -9.10/161.25 = -0.56 \text{ MPa}$   
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_{y,\text{net}} = -1.63/577.81 = -2.83 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -2.43/161.25 = -0.23 \text{ MPa}$

### CONTRAINTES

$f_{t,0,d} = 8.75 \text{ MPa}$   
 $f_{m,y,d} = 12.46 \text{ MPa}$   
 $f_{v,d} = 2.35 \text{ MPa}$

### CARACTERISTIQUES

### Coefficients et paramètres supplémentaires

$k_h = 1.15$     $k_{h,y} = 1.00$     $k_{\text{mod}} = 0.90$     $K_{\text{sys}} = 1.00$     $k_{\text{cr}} = 0.67$



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$l_{\text{ef}} = 2.98 \text{ m}$     $\text{Lambda}_{\text{rel } m} = 0.70$   
 $\text{Sig}_{\text{cr}} = 36.44 \text{ MPa}$     $k_{\text{crit}} = 1.00$

### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

### FORMULES DE VERIFICATION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.56/8.75 + 2.83/12.46 = 0.29 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) = 2.83/(1.00 \cdot 12.46) = 0.23 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{z,d}/k_{\text{cr}})/f_{v,d} = (0.23/0.67)/2.35 = 0.14 < 1.00 \quad (6.13)$

### DEPLACEMENTS LIMITES



#### Flèches (REPÈRE LOCAL):

$u_{\text{fin},z} = 0.2 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 1.7 \text{ cm}$

**Cas de charge décisif:**  $(1+0.6) \cdot 1 + (1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 2 + (0.5+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + (0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4$

$u_{\text{inst},z} = 0.1 \text{ cm} < u_{\text{inst},\text{max},z} = L/300.00 = 1.1 \text{ cm}$

**Cas de charge décisif:**  $1 \cdot 2 + 0.5 \cdot 3 + 0.6 \cdot 4$

Vérifié

Vérifié



#### Déplacements (REPÈRE GLOBAL):

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** *NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014*

**TYPE D'ANALYSE:** *Vérification des pièces*

**FAMILLE:**

**PIECE:** 2

**POINT:** 1

**COORDONNEE:**  $x = 0.00 \text{ L} = 0.00 \text{ m}$

### CHARGEMENTS:

**Cas de charge décisif:**  $8 \text{ ELU}/3 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75$

**MATERIAU** C18

$g_M = 1.30$

$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$

$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 560.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$

Classe de service: 1

$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 9000.00 \text{ MPa}$

Bêta c = 0.20





#### PARAMETRES DE LA SECTION: Fiche

ht=9.0 cm

bf=7.5 cm

ea=3.8 cm

es=3.8 cm

Ay=45.00 cm<sup>2</sup>

Iy=455.62 cm<sup>4</sup>

Wy=101.25 cm<sup>3</sup>

Az=45.00 cm<sup>2</sup>

Iz=316.41 cm<sup>4</sup>

Wz=84.38 cm<sup>3</sup>

Ax=67.50 cm<sup>2</sup>

Ix=601.2 cm<sup>4</sup>

#### Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

ht<sub>net</sub> = 9.0 cm

bf<sub>net</sub> = 7.5 cm

Ay<sub>net</sub> = 45.00 cm<sup>2</sup>

Iy<sub>net</sub> = 455.62 cm<sup>4</sup>

Wy<sub>net</sub> = 101.25 cm<sup>3</sup>

Az<sub>net</sub> = 45.00 cm<sup>2</sup>

Iz<sub>net</sub> = 316.41 cm<sup>4</sup>

Wz<sub>net</sub> = 84.38 cm<sup>3</sup>

Ax<sub>net</sub> = 67.50 cm<sup>2</sup>

Ix<sub>net</sub> = 601.17 cm<sup>4</sup>

Hum = 12.00 %

#### CONTRAINTES MINOREES

Sig<sub>c,0,d</sub> = N/Ax<sub>net</sub> = 10.27/67.50 = 1.52 MPa

Sig<sub>m,y,d</sub> = My/Wy<sub>net</sub> = 0.12/101.25 = 1.23 MPa

Tau<sub>z,d</sub> = 1.5\*0.18/67.50 = 0.04 MPa

#### CONTRAINTES

f<sub>c,0,d</sub> = 12.46 MPa

f<sub>m,y,d</sub> = 13.80 MPa

f<sub>v,d</sub> = 2.35 MPa

#### CARACTERISTIQUES

#### Coefficients et paramètres supplémentaires

kh = 1.15

kh<sub>y</sub> = 1.11

kmod = 0.90

Ksys = 1.00

kcr = 1.00



#### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

lef = 0.60 m

Lambda<sub>rel m</sub> = 0.23

Sig<sub>cr</sub> = 335.41 MPa

k<sub>crit</sub> = 1.00

#### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:

en y:  en z:

Ly = 0.72 m

Lambda<sub>y</sub> = 26.17

Lambda<sub>rely</sub> = 0.46

ky = 0.62

LFy = 0.68 m

kcy = 0.96

#### FORMULES DE VERIFICATION:

Sig<sub>c,0,d</sub>/(k<sub>c,y</sub>\*f<sub>c,0,d</sub>) + Sig<sub>m,y,d</sub>/f<sub>m,y,d</sub> = 1.52/(0.96\*12.46) + 1.23/13.80 = 0.22 < 1.00 (6.23)

Sig<sub>m,y,d</sub>/(k<sub>crit</sub>\*f<sub>m,y,d</sub>) = 1.23/(1.00\*13.80) = 0.09 < 1.00 (6.33)

(Tau<sub>z,d</sub>/k<sub>cr</sub>)/f<sub>v,d</sub> = (0.04/1.00)/2.35 = 0.02 < 1.00 (6.13)

#### DEPLACEMENTS LIMITES



#### Flèches (REPERE LOCAL):

u<sub>fin,z</sub> = 0.0 cm < u<sub>fin,max,z</sub> = L/200.00 = 0.4 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: (1+0.6)\*1 + (1+0.3\*0.6)\*2 + (0.5+0\*0.6)\*3 + (0.6+0\*0.6)\*4

u<sub>inst,z</sub> = 0.0 cm < u<sub>inst,max,z</sub> = L/300.00 = 0.2 cm

Vérifié

Cas de charge décisif: 1\*2 + 0.5\*3 + 0.6\*4



#### Déplacements (REPERE GLOBAL):

**Profil correct !!!**

# NOTE DE CALCUL

**Projet: Arrêtier**

## Données - Noeuds

Noeud	X [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0,0	0,44	bbl	Rotule
2	0,0	1,26	bbl	Rotule
3	4,43	0,0	lbl	Appui simple
6	0,83	1,02		
7	2,21	0,63		

## Données - Barres

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre
1	2	3	Arbalétrier	C18	4,61	0,0	Arbalétrier
3	1	6	Fiche	C18	1,01	0,0	Fiche

## Données - Sections

Nom de la section	Liste des barres	AX [cm2]	AY [cm2]	AZ [cm2]	IX [cm4]	IY [cm4]	IZ [cm4]
Arbalétrier	1	336,00	280,00	280,00	13954,98	16128,00	5488,00
Fiche	3	80,00	66,67	66,67	879,30	666,67	426,67

## Données - Matériaux

	Matériau	E [MPa]	G [MPa]	NU	LX [1/°C]	RO [kN/m3]	Re [MPa]
1	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun

## Données - Appuis

Nom de l'appui	Liste de noeuds	Liste de bords	Liste d'objets	Conditions d'appui
Rotule	1 2			UX UZ
Appui simple	3			UZ

## Chargements - Cas

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
1	PERM1	PERM1	Structurelle	Statique linéaire
2	EXPL1	EXPL1	Catégorie A	Statique linéaire
3	NEI1	NEI1	neige	Statique linéaire
4	VENT1	VENT1	vent	Statique linéaire
5	ACC1	ACC1	accidentelle	Statique linéaire
6		$ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
7		$ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90$	Structurelle	Combinaison linéaire
8		$ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
9		$ELU/4=1*1.35 + 2*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
10		$ELU/5=1*1.35$	Structurelle	Combinaison linéaire
11		$ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
12		$ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90$	Structurelle	Combinaison linéaire
13		$ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
14		$ELU/9=1*1.00 + 2*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
15		$ELU/10=1*1.00$	Structurelle	Combinaison linéaire
16		$ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
17		$ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
18		$ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
19		$ELU/14=1*1.35 + 4*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire
20		$ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75$	Structurelle	Combinaison linéaire
21		$ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50$	Structurelle	Combinaison linéaire

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
22		ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75	Structurelle	Combinaison linéaire
23		ELU/18=1*1.00 + 4*1.50	Structurelle	Combinaison linéaire
24		ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1-.50	Structurelle	Combinaison linéaire
25		ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50	Structurelle	Combinaison linéaire
26		ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50	Structurelle	Combinaison linéaire
27		ELU/22=1*1.35 + 3*1.50	Structurelle	Combinaison linéaire
28		ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1-.50	Structurelle	Combinaison linéaire
29		ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50	Structurelle	Combinaison linéaire
30		ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50	Structurelle	Combinaison linéaire
31		ELU/26=1*1.00 + 3*1.50	Structurelle	Combinaison linéaire
32		ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
33		ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60	permanente	Combinaison linéaire
34		ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
35		ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00	permanente	Combinaison linéaire
36		ELS:CAR/5=1*1.00	permanente	Combinaison linéaire
37		ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
38		ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
39		ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
40		ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
41		ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
42		ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
43		ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
44		ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
45		ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
46		ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
47		ACC:ACC/3=1*1.00	permanente	Combinaison linéaire

## Chargements - Valeurs

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1	poids propre	1 3	PZ Moins Coef=1,00
1	force nodale	2	FZ=-0,17[kN]
1	force nodale	7	FZ=-1,55[kN]
1	force nodale	3	FZ=-1,95[kN]
2	force nodale	7	FZ=-1,50[kN]
3	force nodale	2	FZ=-0,10[kN]
3	force nodale	7	FZ=-0,81[kN]

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
3	force nodale	3	FZ=-1,02[kN]
4	force nodale	2	FZ=0,03[kN]
4	force nodale	7	FZ=0,31[kN]
4	force nodale	3	FZ=0,32[kN]
5	force nodale	2	FZ=-0,22[kN]
5	force nodale	7	FZ=-1,81[kN]
5	force nodale	3	FZ=-2,26[kN]

## Combinaisons

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
6 (C)	ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
7 (C)	ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90	Combinaison linéaire	
8 (C)	ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
9 (C)	ELU/4=1*1.35 + 2*1.50	Combinaison linéaire	
10 (C)	ELU/5=1*1.35	Combinaison linéaire	
11 (C)	ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
12 (C)	ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90	Combinaison linéaire	
13 (C)	ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
14 (C)	ELU/9=1*1.00 + 2*1.50	Combinaison linéaire	
15 (C)	ELU/10=1*1.00	Combinaison linéaire	
16 (C)	ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
17 (C)	ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
18 (C)	ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
19 (C)	ELU/14=1*1.35 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
20 (C)	ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
21 (C)	ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
22 (C)	ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
23 (C)	ELU/18=1*1.00 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
24 (C)	ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
25 (C)	ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
26 (C)	ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
27 (C)	ELU/22=1*1.35 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
28 (C)	ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
29 (C)	ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
30 (C)	ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
31 (C)	ELU/26=1*1.00 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
32 (C)	ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
33 (C)	ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60	Combinaison linéaire	ELS:CAR
34 (C)	ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
35 (C)	ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
36 (C)	ELS:CAR/5=1*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
37 (C)	ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
38 (C)	ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
39 (C)	ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
40 (C)	ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
41 (C)	ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
42 (C)	ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
43 (C)	ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
44 (C)	ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
45 (C)	ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
46 (C)	ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
47 (C)	ACC:ACC/3=1*1.00	Combinaison linéaire	ACC

Combinaison	Nature du cas	Définition
6 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+4*0.90+3*0.75
7 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+4*0.90
8 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+3*0.75
9 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50
10 (C)	Structurelle	1*1.35
11 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+4*0.90+3*0.75
12 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+4*0.90
13 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+3*0.75
14 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50
15 (C)	Structurelle	1*1.00
16 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*1.50+3*0.75
17 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*1.50
18 (C)	Structurelle	1*1.35+4*1.50+3*0.75
19 (C)	Structurelle	1*1.35+4*1.50
20 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+4*1.50+3*0.75
21 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+4*1.50
22 (C)	Structurelle	1*1.00+4*1.50+3*0.75
23 (C)	Structurelle	1*1.00+4*1.50
24 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*0.90+3*1.50
25 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+3*1.50
26 (C)	Structurelle	1*1.35+4*0.90+3*1.50
27 (C)	Structurelle	1*1.35+3*1.50
28 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+4*0.90+3*1.50
29 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.05+3*1.50
30 (C)	Structurelle	1*1.00+4*0.90+3*1.50
31 (C)	Structurelle	1*1.00+3*1.50
32 (C)	permanente	(1+2)*1.00+4*0.60+3*0.50

Combinaison	Nature du cas	Définition
33 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+4*0.60$
34 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+3*0.50$
35 (C)	permanente	$(1+2)*1.00$
36 (C)	permanente	$1*1.00$
37 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+2*0.70+3*0.50$
38 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+2*0.70$
39 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+3*0.50$
40 (C)	permanente	$(1+4)*1.00$
41 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+2*0.70+4*0.60$
42 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+2*0.70$
43 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+4*0.60$
44 (C)	permanente	$(1+3)*1.00$
45 (C)	permanente	$(1+5)*1.00+2*0.30$
46 (C)	permanente	$(1+5)*1.00$
47 (C)	permanente	$1*1.00$

## Vérification des barres bois

### CALCUL DES STRUCTURES BOIS

NORME: [NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014](#)

TYPE D'ANALYSE: [Vérification des pièces](#)

FAMILLE:

PIECE: 1 Arbalétrier\_1

POINT: 3

COORDONNEE:  $x = 0.19 L = 0.86 m$

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif:  $8 ELU/3 = 1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75$   $1*1.35+2*1.50+3*0.75$

MATERIAU C18

$g_M = 1.30$

$f_{v,k} = 3.40 MPa$

$E_{0,05} = 6000.00 MPa$

$f_{m,0,k} = 18.00 MPa$

$f_{t,90,k} = 0.40 MPa$

$G_{moyen} = 560.00 MPa$

$f_{t,0,k} = 11.00 MPa$

$f_{c,90,k} = 2.20 MPa$

Classe de service: 1

$f_{c,0,k} = 18.00 MPa$

$E_{0,moyen} = 9000.00 MPa$

$\beta_c = 0.20$



PARAMETRES DE LA SECTION: Arbalétrier

$ht = 24.0 cm$

$bf = 14.0 cm$

$ea = 7.0 cm$

$es = 7.0 cm$

$A_y = 224.00 cm^2$

$I_y = 16128.00 cm^4$

$W_y = 1344.00 cm^3$

$A_z = 224.00 cm^2$

$I_z = 5488.00 cm^4$

$W_z = 784.00 cm^3$

$A_x = 336.00 cm^2$

$I_x = 13884.6 cm^4$

Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

$ht_{net} = 24.0 cm$

$bf_{net} = 14.0 cm$

$A_{y,net} = 224.00 cm^2$

$I_{y,net} = 16128.00 cm^4$

$W_{y,net} = 1344.00 cm^3$

$A_{z,net} = 224.00 cm^2$

$I_{z,net} = 5488.00 cm^4$

$W_{z,net} = 784.00 cm^3$

$A_{x,net} = 336.00 cm^2$

$I_{x,net} = 13884.64 cm^4$

$Hum = 12.00 \%$

## CONTRAINTES MINOREES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_{x,\text{net}} = -6.95/336.00 = -0.21 \text{ MPa}$   
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_{y,\text{net}} = -2.63/1344.00 = -1.96 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -3.12/336.00 = -0.14 \text{ MPa}$

## CONTRAINTES

$f_{t,0,d} = 7.72 \text{ MPa}$   
 $f_{m,y,d} = 12.46 \text{ MPa}$   
 $f_{v,d} = 2.35 \text{ MPa}$

## CARACTERISTIQUES

## Coefficients et paramètres supplémentaires

$k_h = 1.01$     $k_{h,y} = 1.00$     $k_{\text{mod}} = 0.90$     $K_{\text{sys}} = 1.00$     $k_{cr} = 0.67$



## PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

$l_{ef} = 4.03 \text{ m}$     $\text{Lambda}_{rel,m} = 0.49$   
 $\text{Sig}_{cr} = 75.87 \text{ MPa}$     $k_{crit} = 1.00$

## PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

## FORMULES DE VERIFICATION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.21/7.72 + 1.96/12.46 = 0.18 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 1.96/(1.00 \cdot 12.46) = 0.16 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.14/0.67)/2.35 = 0.09 < 1.00 \quad (6.13)$

## DEPLACEMENTS LIMITES



## Flèches (REPÈRE LOCAL):

$u_{fin,z} = 0.2 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.3 \text{ cm}$

**Cas de charge décisif:**  $(1+0.6) \cdot 1 + (1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 2 + (0.5+0 \cdot 0.6) \cdot 3$

$u_{inst,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/300.00 = 1.5 \text{ cm}$

**Cas de charge décisif:**  $1 \cdot 2 + 0.5 \cdot 3$

Vérifié

Vérifié



## Déplacements (REPÈRE GLOBAL):

**Profil correct !!!**

# CALCUL DES STRUCTURES BOIS

**NORME:** [NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014](#)

**TYPE D'ANALYSE:** [Vérification des pièces](#)

## FAMILLE:

**PIECE:** 3 Fiche\_3

**POINT:** 3

**COORDONNEE:**  $x = 1.00 \text{ L} = 1.01 \text{ m}$

## CHARGEMENTS:

**Cas de charge décisif:**  $8 \text{ ELU}/3 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75 \quad 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75$

## MATERIAU C18

$g_M = 1.30$

$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$

$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 560.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$

Classe de service: 1

$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 9000.00 \text{ MPa}$

Bêta c = 0.20





#### PARAMETRES DE LA SECTION: Fiche

ht=10.0 cm

bf=8.0 cm

ea=4.0 cm

es=4.0 cm

Ay=53.33 cm<sup>2</sup>

Iy=666.67 cm<sup>4</sup>

Wy=133.33 cm<sup>3</sup>

Az=53.33 cm<sup>2</sup>

Iz=426.67 cm<sup>4</sup>

Wz=106.67 cm<sup>3</sup>

Ax=80.00 cm<sup>2</sup>

Ix=846.5 cm<sup>4</sup>

#### Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

ht,net = 10.0 cm

bf,net = 8.0 cm

Ay,net = 53.33 cm<sup>2</sup>

Iy,net = 666.67 cm<sup>4</sup>

Wy,net = 133.33 cm<sup>3</sup>

Az,net = 53.33 cm<sup>2</sup>

Iz,net = 426.67 cm<sup>4</sup>

Wz,net = 106.67 cm<sup>3</sup>

Ax,net = 80.00 cm<sup>2</sup>

Ix,net = 846.51 cm<sup>4</sup>

Hum = 12.00 %

#### CONTRAINTES MINOREES

Sig<sub>c,0,d</sub> = N/Ax,net = 9.14/80.00 = 1.14 MPa

Sig<sub>m,y,d</sub> = My/Wy,net = 0.11/133.33 = 0.83 MPa

Tau<sub>z,d</sub> = 1.5\*-0.12/80.00 = -0.02 MPa

#### CONTRAINTES

f<sub>c,0,d</sub> = 12.46 MPa

f<sub>m,y,d</sub> = 13.51 MPa

f<sub>v,d</sub> = 2.35 MPa

#### CARACTERISTIQUES

#### Coefficients et paramètres supplémentaires

kh = 1.13

kh<sub>y</sub> = 1.08

kmod = 0.90

Ksys = 1.00

kcr = 1.00



#### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

lef = 0.86 m

Lambda<sub>rel m</sub> = 0.27

Sig<sub>cr</sub> = 245.95 MPa

k<sub>crit</sub> = 1.00

#### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

Ly = 1.01 m

Lambda<sub>rely</sub> = 0.61

LFy = 1.01 m

Lambda<sub>y</sub> = 35.09

ky = 0.72

kcy = 0.91



en z:

#### FORMULES DE VERIFICATION:

Sig<sub>c,0,d</sub>/(k<sub>c,y</sub>\*f<sub>c,0,d</sub>) + Sig<sub>m,y,d</sub>/f<sub>m,y,d</sub> = 1.14/(0.91\*12.46) + 0.83/13.51 = 0.16 < 1.00 (6.23)

Sig<sub>m,y,d</sub>/(k<sub>crit</sub>\*f<sub>m,y,d</sub>) = 0.83/(1.00\*13.51) = 0.06 < 1.00 (6.33)

(Tau<sub>z,d</sub>/k<sub>cr</sub>)/f<sub>v,d</sub> = (0.02/1.00)/2.35 = 0.01 < 1.00 (6.13)

**Profil correct !!!**

# NOTE DE CALCUL

**Projet: Panne**

## Données - Noeuds

Noeud	X [m]	Z [m]	Code de l'appui	Appui
1	0,0	0,0	bbbbbI	Appui_1
2	7,80	0,0	IbbIII	Appui_2
3	3,90	0,0	IbbIII	Appui_2

## Données - Barres

Barre	Noeud 1	Noeud 2	Section	Matériau	Longueur [m]	Gamma [Deg]	Type de barre
1	1	2	Panne	C18	7,80	0,0	Panne

## Données - Sections

Nom de la section	Liste des barres	AX [cm <sup>2</sup> ]	AY [cm <sup>2</sup> ]	AZ [cm <sup>2</sup> ]	IX [cm <sup>4</sup> ]	IY [cm <sup>4</sup> ]	IZ [cm <sup>4</sup> ]
Panne	1	225,00	187,50	187,50	7117,02	4218,75	4218,75

## Données - Matériaux

	Matériau	E [MPa]	G [MPa]	NU	LX [1/°C]	RO [kN/m <sup>3</sup> ]	Re [MPa]
1	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun

## Données - Appuis

Nom de l'appui	Liste de noeuds	Liste de bords	Liste d'objets	Conditions d'appui
Appui_1	1			UX UY UZ RX
Appui_2	2 3			UY UZ

## Chargements - Cas

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
1	PERM1	PERM1	Structurale	Statique linéaire
2	EXPL1	EXPL1	Catégorie A	Statique linéaire
3	NEI1	NEI1	neige	Statique linéaire
4	VENT1	VENT1	vent	Statique linéaire
5	ACC1	ACC1	accidentelle	Statique linéaire
6		$ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.7-5$	Structurale	Combinaison linéaire
7		$ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90$	Structurale	Combinaison linéaire
8		$ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75$	Structurale	Combinaison linéaire
9		$ELU/4=1*1.35 + 2*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
10		$ELU/5=1*1.35$	Structurale	Combinaison linéaire
11		$ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.7-5$	Structurale	Combinaison linéaire
12		$ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90$	Structurale	Combinaison linéaire
13		$ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75$	Structurale	Combinaison linéaire
14		$ELU/9=1*1.00 + 2*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
15		$ELU/10=1*1.00$	Structurale	Combinaison linéaire
16		$ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.-75$	Structurale	Combinaison linéaire
17		$ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
18		$ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75$	Structurale	Combinaison linéaire
19		$ELU/14=1*1.35 + 4*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
20		$ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.-75$	Structurale	Combinaison linéaire
21		$ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
22		$ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75$	Structurale	Combinaison linéaire
23		$ELU/18=1*1.00 + 4*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
24		$ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.-50$	Structurale	Combinaison linéaire
25		$ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
26		$ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
27		$ELU/22=1*1.35 + 3*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
28		$ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.-50$	Structurale	Combinaison linéaire
29		$ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
30		$ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
31		$ELU/26=1*1.00 + 3*1.50$	Structurale	Combinaison linéaire
32		$ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0.50$	permanente	Combinaison linéaire
33		$ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60$	permanente	Combinaison linéaire
34		$ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50$	permanente	Combinaison linéaire
35		$ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00$	permanente	Combinaison linéaire
36		$ELS:CAR/5=1*1.00$	permanente	Combinaison linéaire

Cas	Préfixe	Nom du cas	Nature	Type d'analyse
37		ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
38		ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
39		ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	permanente	Combinaison linéaire
40		ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00	permanente	Combinaison linéaire
41		ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
42		ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
43		ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
44		ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	permanente	Combinaison linéaire
45		ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
46		ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	permanente	Combinaison linéaire
47		ACC:ACC/3=1*1.00	permanente	Combinaison linéaire

## Chargements - Valeurs

Cas	Type de charge	Liste	Valeurs de la charge
1	poids propre	1	PZ Moins Coef=1,00
1	charge uniforme	1	PZ=-1,13[kN/m] Gamma=18,0[Deg]
2	force sur barre	1	FZ=-1,50[kN] X=1,95[m] Gamma=18,0[Deg] local
3	charge uniforme	1	PZ=-0,58[kN/m] Gamma=18,0[Deg]
4	charge uniforme	1	PZ=-0,31[kN/m]
5	charge uniforme	1	PZ=-1,29[kN/m] Gamma=18,0[Deg]

## Combinaisons

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
6 (C)	ELU/1=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
7 (C)	ELU/2=1*1.35 + 2*1.50 + 4*0.90	Combinaison linéaire	
8 (C)	ELU/3=1*1.35 + 2*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
9 (C)	ELU/4=1*1.35 + 2*1.50	Combinaison linéaire	
10 (C)	ELU/5=1*1.35	Combinaison linéaire	
11 (C)	ELU/6=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
12 (C)	ELU/7=1*1.00 + 2*1.50 + 4*0.90	Combinaison linéaire	
13 (C)	ELU/8=1*1.00 + 2*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
14 (C)	ELU/9=1*1.00 + 2*1.50	Combinaison linéaire	
15 (C)	ELU/10=1*1.00	Combinaison linéaire	
16 (C)	ELU/11=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
17 (C)	ELU/12=1*1.35 + 2*1.05 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
18 (C)	ELU/13=1*1.35 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
19 (C)	ELU/14=1*1.35 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
20 (C)	ELU/15=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	
21 (C)	ELU/16=1*1.00 + 2*1.05 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
22 (C)	ELU/17=1*1.00 + 4*1.50 + 3*0.75	Combinaison linéaire	

Combinaison	Nom	Type d'analyse	Type de la combinaison
23 (C)	ELU/18=1*1.00 + 4*1.50	Combinaison linéaire	
24 (C)	ELU/19=1*1.35 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
25 (C)	ELU/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
26 (C)	ELU/21=1*1.35 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
27 (C)	ELU/22=1*1.35 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
28 (C)	ELU/23=1*1.00 + 2*1.05 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
29 (C)	ELU/24=1*1.00 + 2*1.05 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
30 (C)	ELU/25=1*1.00 + 4*0.90 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
31 (C)	ELU/26=1*1.00 + 3*1.50	Combinaison linéaire	
32 (C)	ELS:CAR/1=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60 + 3*0-.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
33 (C)	ELS:CAR/2=1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60	Combinaison linéaire	ELS:CAR
34 (C)	ELS:CAR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
35 (C)	ELS:CAR/4=1*1.00 + 2*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
36 (C)	ELS:CAR/5=1*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
37 (C)	ELS:CAR/6=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00 + 3*0-.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
38 (C)	ELS:CAR/7=1*1.00 + 2*0.70 + 4*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
39 (C)	ELS:CAR/8=1*1.00 + 4*1.00 + 3*0.50	Combinaison linéaire	ELS:CAR
40 (C)	ELS:CAR/9=1*1.00 + 4*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
41 (C)	ELS:CAR/10=1*1.00 + 2*0.70 + 4*0.60 + 3*-1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
42 (C)	ELS:CAR/11=1*1.00 + 2*0.70 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
43 (C)	ELS:CAR/12=1*1.00 + 4*0.60 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
44 (C)	ELS:CAR/13=1*1.00 + 3*1.00	Combinaison linéaire	ELS:CAR
45 (C)	ACC:ACC/1=1*1.00 + 2*0.30 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
46 (C)	ACC:ACC/2=1*1.00 + 5*1.00	Combinaison linéaire	ACC
47 (C)	ACC:ACC/3=1*1.00	Combinaison linéaire	ACC
Combinaison	Nature du cas	Définition	
6 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+4*0.90+3*0.75	
7 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+4*0.90	
8 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50+3*0.75	
9 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.50	
10 (C)	Structurelle	1*1.35	
11 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+4*0.90+3*0.75	
12 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+4*0.90	
13 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50+3*0.75	
14 (C)	Structurelle	1*1.00+2*1.50	
15 (C)	Structurelle	1*1.00	
16 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*1.50+3*0.75	
17 (C)	Structurelle	1*1.35+2*1.05+4*1.50	
18 (C)	Structurelle	1*1.35+4*1.50+3*0.75	
19 (C)	Structurelle	1*1.35+4*1.50	

Combinaison	Nature du cas	Définition
20 (C)	Structurelle	$1*1.00+2*1.05+4*1.50+3*0.75$
21 (C)	Structurelle	$1*1.00+2*1.05+4*1.50$
22 (C)	Structurelle	$1*1.00+4*1.50+3*0.75$
23 (C)	Structurelle	$1*1.00+4*1.50$
24 (C)	Structurelle	$1*1.35+2*1.05+4*0.90+3*1.50$
25 (C)	Structurelle	$1*1.35+2*1.05+3*1.50$
26 (C)	Structurelle	$1*1.35+4*0.90+3*1.50$
27 (C)	Structurelle	$1*1.35+3*1.50$
28 (C)	Structurelle	$1*1.00+2*1.05+4*0.90+3*1.50$
29 (C)	Structurelle	$1*1.00+2*1.05+3*1.50$
30 (C)	Structurelle	$1*1.00+4*0.90+3*1.50$
31 (C)	Structurelle	$1*1.00+3*1.50$
32 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+4*0.60+3*0.50$
33 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+4*0.60$
34 (C)	permanente	$(1+2)*1.00+3*0.50$
35 (C)	permanente	$(1+2)*1.00$
36 (C)	permanente	$1*1.00$
37 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+2*0.70+3*0.50$
38 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+2*0.70$
39 (C)	permanente	$(1+4)*1.00+3*0.50$
40 (C)	permanente	$(1+4)*1.00$
41 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+2*0.70+4*0.60$
42 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+2*0.70$
43 (C)	permanente	$(1+3)*1.00+4*0.60$
44 (C)	permanente	$(1+3)*1.00$
45 (C)	permanente	$(1+5)*1.00+2*0.30$
46 (C)	permanente	$(1+5)*1.00$
47 (C)	permanente	$1*1.00$

## Vérification des barres bois

### CALCUL DES STRUCTURES BOIS

NORME: *NF EN 1995-1:2005/NA:2010/A2:2014*

TYPE D'ANALYSE: *Vérification des pièces*

FAMILLE:

PIECE: *1 Panne\_1*

POINT: *3*

COORDONNEE: *x = 0.50 L = 3.90 m*

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif:  $25 \text{ ELU}/20=1*1.35 + 2*1.05 + 3*1.50 \quad 1*1.35+2*1.05+3*1.50$

MATERIAU *C18*

$g_M = 1.30$

$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3.40 \text{ MPa}$

$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$

$f_{c,90,k} = 2.20 \text{ MPa}$

$E_{0,\text{moyen}} = 9000.00 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$

$G_{\text{moyen}} = 560.00 \text{ MPa}$

Classe de service: *1*

Bêta  $c = 0.20$



#### PARAMETRES DE LA SECTION: Panne

ht=15.0 cm			
bf=15.0 cm	Ay=150.00 cm <sup>2</sup>	Az=150.00 cm <sup>2</sup>	Ax=225.00 cm <sup>2</sup>
ea=7.5 cm	Iy=4218.75 cm <sup>4</sup>	Iz=4218.75 cm <sup>4</sup>	Ix=6243.7 cm <sup>4</sup>
es=7.5 cm	Wy=562.50 cm <sup>3</sup>	Wz=562.50 cm <sup>3</sup>	

#### Dimensions réduites en raison de l'humidité du bois au cours du montage

ht <sub>net</sub> = 15.0 cm	Ay <sub>net</sub> = 150.00 cm <sup>2</sup>	Az <sub>net</sub> = 150.00 cm <sup>2</sup>	Ax <sub>net</sub> = 225.00 cm <sup>2</sup>
bf <sub>net</sub> = 15.0 cm	Iy <sub>net</sub> = 4218.75 cm <sup>4</sup>	Iz <sub>net</sub> = 4218.75 cm <sup>4</sup>	Ix <sub>net</sub> = 6243.75 cm <sup>4</sup>
	Wy <sub>net</sub> = 562.50 cm <sup>3</sup>	Wz <sub>net</sub> = 562.50 cm <sup>3</sup>	Hum = 12.00 %

#### CONTRAINTES MINOREES

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_{y,net} = -5.06/562.50 = -9.00 \text{ MPa}$   
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_{z,net} = -1.59/562.50 = -2.82 \text{ MPa}$   
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 2.09/225.00 = 0.14 \text{ MPa}$   
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -6.67/225.00 = -0.44 \text{ MPa}$

#### CONTRAINTES

$f_{m,y,d} = 12.46 \text{ MPa}$   
 $f_{m,z,d} = 12.46 \text{ MPa}$   
 $f_{v,d} = 2.35 \text{ MPa}$

#### CARACTERISTIQUES

#### Coefficients et paramètres supplémentaires

km = 0.70    kh = 1.00    kmod = 0.90    Ksys = 1.00    kcr = 1.00



#### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

#### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

#### FORMULES DE VERIFICATION:

$\text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 9.00/12.46 + 0.70 \cdot 2.82/12.46 = 0.88 < 1.00 \quad (6.11)$

$(\text{Tau}_{y,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.14/1.00)/2.35 = 0.06 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.44/1.00)/2.35 = 0.19 < 1.00 \quad (6.13)$

#### DEPLACEMENTS LIMITES



#### Flèches (REPERE LOCAL):

$u_{fin,z} = 1.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 3.9 \text{ cm}$

Vérifié

**Cas de charge décisif:**  $(1+0.6) \cdot 1 + (1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 2 + (0.5+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + (0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4$

$u_{inst,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/300.00 = 2.6 \text{ cm}$

Vérifié

**Cas de charge décisif:**  $1 \cdot 2 + 0.5 \cdot 3 + 0.6 \cdot 4$



#### Déplacements (REPERE GLOBAL):

**Profil correct !!!**