

**BET Tous Corps d'Etat**

ATECO

Sébastien LEJEUNE

258 Avenue de Strasbourg

54000 NANCY

tél : 06 71 90 98 00

e.lejeune@ateco-be.fr

**DIAGNOSTIC STATION TOTAL****HALLIGNICOURT (52100)**

Relais du DER SUD RN4

**MAÎTRISE D'ŒUVRE****BET Structure Bois**

BARTHES BUREAU D'ETUDES BOIS

Espace Madera - Rue de Blénod

54700 MAIDIERES

tél : 03 83 87 88 87

**Note de diagnostic – Ind A****DIAG**

IND.	DATE	MODIFICATIONS
-	18/02/2019	1 <sup>er</sup> diffusion
A	22/02/2019	MAJ détail chiffrage
-	-	-

**BARTHÈS BUREAU D'ÉTUDES BOIS**

CONCEPTION ♦ INGÉNIERIE

ÉCONOMIE DE STRUCTURE

Espace Madera, Rue de Blénod

54700 MAIDIERES

Tél : 03.83.87.88.87

[be@barthesbois.fr](mailto:be@barthesbois.fr)[www.barthesbois.fr](http://www.barthesbois.fr)

Membre I.B.C.

Ingénierie Bois Construction

[www.i-b-c.fr](http://www.i-b-c.fr)**BUREAU DE CONTRÔLE**

## Table des matières

1	Introduction .....	3
2	Hypothèses de calcul .....	5
2.1	Matériaux .....	5
2.1.1	Classe de Conséquence - Classe de Service – Humidités .....	6
2.2	Charges permanentes .....	6
2.3	Charges verticales .....	7
2.3.1	Charges d'exploitation – plancher .....	7
2.3.2	Charges d'entretien .....	7
2.4	Séisme .....	8
2.5	Feu .....	8
2.6	Charges climatiques.....	9
2.6.1	Neige .....	9
2.6.2	Vent.....	9
2.7	OUBATI.....	10
3	REPÉRAGE .....	11
4	RÈGLE de durabilité et du vieillissement du bois en EXTÉRIEUR .....	12
5	Diagnostic sanitaire.....	14
6	Diagnostic structurel .....	17
6.1	Charges verticales – Fermettes .....	17
6.2	Charges verticales – Poutre bLC.....	18
6.3	Charges verticales – Poutre en i.....	19
7	Annexes.....	21
7.1	Résultats Fermettes.....	21
7.1.1	résultats ELU .....	21
7.1.2	résultats ELS.....	22
7.2	resultats Poutre Lc.....	23
7.2.1	résultats ELU .....	23
7.2.2	résultats ELS.....	23
7.3	resultats Poutre en I.....	24
7.3.1	résultats ELU .....	24
7.3.2	résultats els .....	24

Ce document comporte 24 pages dont des annexes.

## 1 INTRODUCTION

Le présent document, sous forme de note de calculs, est réalisé dans le cadre d'un DIAGNOSTIC confié par le BET Tous Corps d'Etat ATECO au bureau d'étude BARTHES B.E. BOIS.

Le BET ATECO souhaite avoir un état des lieux sur la capacité de résistance de l'ouvrage et une estimation des travaux à prévoir.

A cet effet, il est nécessaire de réaliser cette étude de diagnostic

Les points à vérifier sont les suivants :

- Visite sur site, examen visuel du bâtiment, description des éléments porteurs structurels, état de conservation, désordres constatés.
- Relevé dimensionnel des éléments structurels sur les zones où il n'y a pas de plans de charpente.
- Évaluation de la conformité de la résistance des structures au regard des règles de solidité applicables pour les ERP (charges d'exploitation, règles relatives à la neige et au vent, tenue en cas de séisme, résistance au feu...)
- Consignation des études dans le présent rapport justificatif et présentation des conclusions lors d'une réunion réunissant les différents intervenants de la maîtrise d'ouvrage.
- Estimation financière des travaux de renforcements à prévoir.

Les visites sur site, afin de réaliser le relevé et le diagnostic visuel de la structure, ont été réalisées en date du :

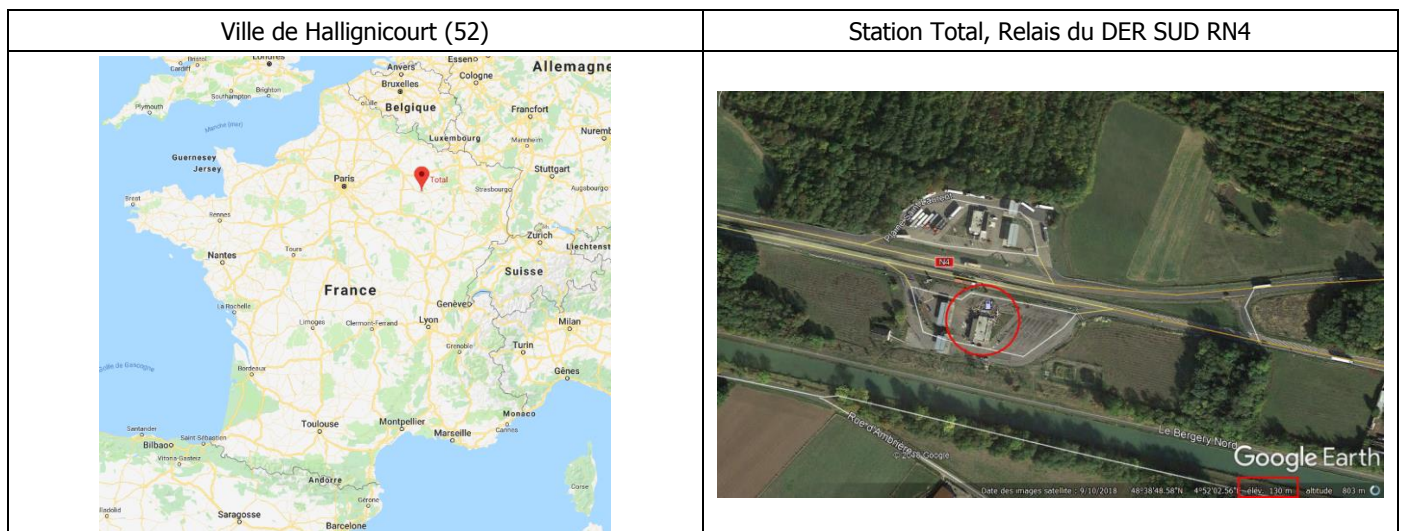
- 04 Fév. 2019 = examen visuel extérieur du bâtiment

Objectifs de cette note de calcul :

- Vérifier les éléments de charpente et de leur stabilité
- Évaluer la conformité
- Chiffrer les renforts

Altitude : 130m

Distance de la mer : + de 40km



Documents en présence :

- Plans de masse architecte

L'ensemble des hypothèses prises ci-dessous a été établi lors de la visite sur site réalisée le 04 Février 2018.

Règles de calcul : EC5 pour les éléments bois ; EC3 pour les éléments métalliques.

Logiciels utilisés :

- Suite MD-Bât dont EOLE pour les calculs de vent, POUTR pour les calculs de poutres, STRUCT pour les modèles à barres en 2D, ASSEMBL pour les assemblages liés à ces modèles et MOB pour les calculs à ossature bois
- Acord-Bât 3D pour la modélisation de structure en 3D
- Acord-Express pour la vérification de sollicitations particulières, pour les assemblages bois et métal
- SPIT i-EXPERT pour la justification des chevilles métalliques SPIT
- WURTH PROFIX pour la justification des assembleurs WURTH

## 2 HYPOTHESES DE CALCUL

Sauf NOTA, toutes les charges en daN/m²

### 2.1 MATERIAUX

CC = Bois massif neuf de 1<sup>ère</sup> catégorie classé C24, séché à 15%

BMR = Bois massif neuf de 1<sup>ère</sup> catégorie classé C24, séché à 12-15%, Reconstitué par aboutage (type KVH)

BM = Bois massif neuf de 2<sup>ème</sup> catégorie classé C18 stabilisé

BLC = Bois lamellé-collé classé GL24h séché à 12% sous marquage ACERBOIS GLULAM

Aciers de qualité :

- S275 JR pour profilés standards
- S235 JR pour les tubes
- S460 pour les tirants ronds pleins
- 6.8 pour la boulonnerie standard

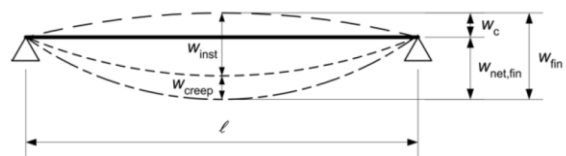
**Pour mémoire, les éléments de charpente existante sont pris de qualité la plus basse réglementairement, soit C18 en termes de résistance, avec une masse volumique de  $g_{k,sup} = 500 \text{ kg/m}^3$  ;  $g_{k,inf} = 400 \text{ kg/m}^3$ .**

EC5 : On retiendra pour limites de déformations les conditions suivantes :  $w_{net,fin} = l$  étant la portée du système ou de la poutre

- Solives =  $l/200$
- Sommiers =  $l/300$
- Linteaux =  $l/300$
- Chevrons =  $l/200$
- Pannes =  $l/200$
- Arbalétriers =  $l/300$
- Fermes et treillis =  $l/300$

Élément	Valeur limite (l étant la portée du système ou de la poutre)		
	$W_{inst(Q)}$	$W_{net,fin}$	$W_{fin}$
Solives	$l/300$	$l/200$	$l/125$
Sommiers et Linteaux	$l/400$	$l/300$	$l/200$
Pannes et Arbalétriers	$l/300$	$l/200$	$l/125$
Chevrons	-	$l/150$	$l/125$
Fermes et Treillis	$l/500$	$l/300$	$l/200$
Poteau de Façade	$Ht/400$	-	-
Zone en porte à faux	$l/200$	$l/150$	$l/100$

- $W_{inst(Q)}$  → Flèche instantanée due aux actions variables  
 $W_c$  → Contreflèche (si existante)  
 $W_{creep}$  → Flèche due au fluage (déformation temporelle)  
 $W_{fin}$  → Flèche finale (y compris contreflèche)  
 $W_{net,fin}$  → Flèche nette finale (contreflèche déduite)

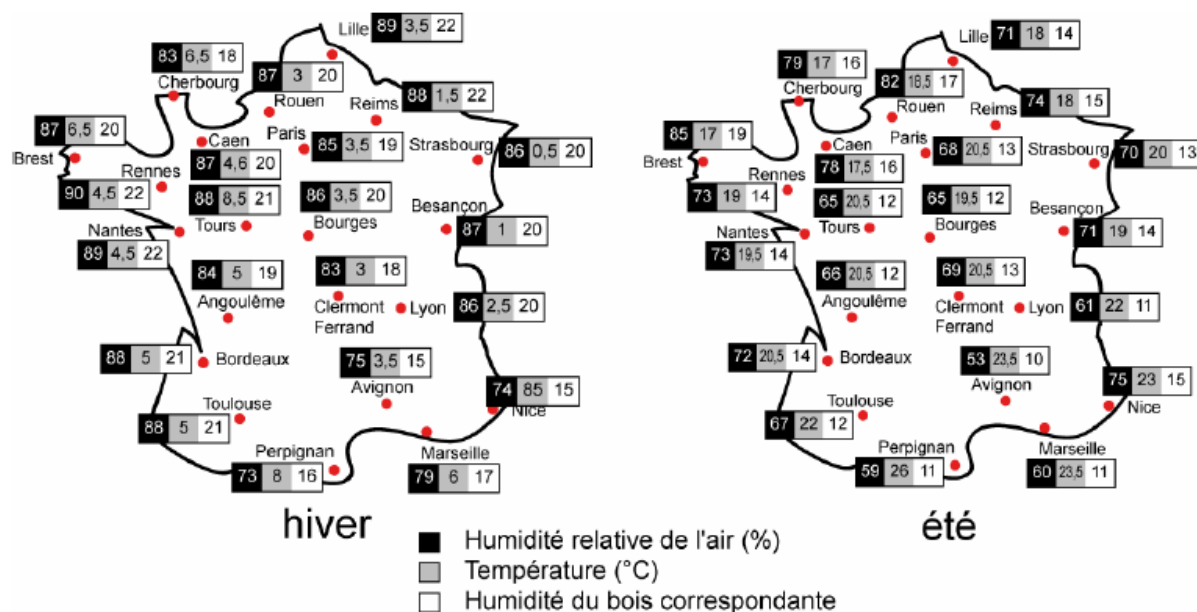


### 2.1.1 CLASSE DE CONSEQUENCE - CLASSE DE SERVICE – HUMIDITES

Les classes de services retenues sont les suivantes :

- Charpente intérieure = **Classe de service 2**
- Élément extérieurs = **Classe de service 3**

Rappel des variations d'humidité sur un an = **7%** :



## 2.2 CHARGES PERMANENTES

### Cas 1. Toiture Courante

Tuiles en terre cuite, lattes et écran :	50
Divers + Équipements :	10
Total G+ = 60 daN/m <sup>2</sup> Total G- = 50 daN/m <sup>2</sup>	

### Cas 2. Plancher

Panneaux aggloméré CTB-H ép 22 mm :	16
Laine de verre en vrac ép 25 cm :	3
Divers :	5
Total G+ = 24 daN/m <sup>2</sup> Total G- = 19 daN/m <sup>2</sup>	

## 2.3 CHARGES VERTICALES

### 2.3.1 CHARGES D'EXPLOITATION – PLANCHER

	Charge Répartie	Charge Ponctuelle
Catégorie A, Activités résidentielles <b>Général</b>	$q_k = 150 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 200 \text{ daN}$
Catégorie A, Activités résidentielles <b>Escaliers</b>	$q_k = 250 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 200 \text{ daN}$
Catégorie A, Activités résidentielles <b>Balcons</b>	$q_k = 350 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 200 \text{ daN}$
Catégorie B, Bureaux	$q_k = 250 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 400 \text{ daN}$
Catégorie C1, Espaces équipés de tables	$q_k = 250 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 300 \text{ daN}$
Catégorie C2, Espaces de sièges fixes	$q_k = 400 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 400 \text{ daN}$
Catégorie C3, Espaces ne présentant pas d'obstacle à la circulation	$q_k = 400 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 400 \text{ daN}$
Catégorie C4, Espaces permettant des activités physiques	$q_k = 500 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 700 \text{ daN}$
Catégorie C5, Espaces susceptibles d'accueillir des foules	$q_k = 500 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 450 \text{ daN}$

Les combles ne sont pas aménagés et notre plancher n'est pas accessible au public, nous allons donc prendre une charge d'exploitation de  $80 \text{ daN/m}^2$ .

### 2.3.2 CHARGES D'ENTRETIEN

Les charges d'entretien ne sont pas cumulables avec les charges climatiques pour la rédaction des combinaisons linéaires aux Eurocodes

	Charge Répartie	Charge Ponctuelle
Catégorie H, Toiture de pente inférieure à 15% recevant une étanchéité	$q_k = 80 \text{ daN/m}^2$	$Q_k = 150 \text{ daN}$
Catégorie H, Autres toitures	0	$Q_k = 150 \text{ daN}$

Choix de la charge selon [la bande colorée ci-dessus](#)

Charge d'entretien de l'étanchéité sur une bande de  $10 \text{ m}^2$  (rapport longueur – largeur ne dépassant pas 2)

## 2.4 SEISME

Zone 1 :  $a_N$  = Négligeable

Zone de sismicité :  (très faible) *Décret 2010-1255 du 22 octobre 2010*

Accélération :  $a_{gr}$  = négligeable m/s<sup>2</sup> *Arrêté du 22 octobre 2010-art.4*

Catégorie d'importance du bâtiment :  *Arrêté du 22 octobre 2010-art.2*

Bâtiments dont les conséquences d'un effondrement seraient importantes : ERP 1ère, 2ème et 3ème catégorie, établissement scolaires, sanitaires et sociaux, centres de production collective d'énergie, etc.

Coefficient d'importance :  $\gamma_1$  = 1,2

$$a_g = a_{gr} \times \gamma_1 = \text{négligeable m/s}^2$$

Classe de sol :  Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne ou comprenant de l'argile molle à ferme

Paramètre de sol :  $S$  = 1,6

Pente du terrain :

Amplification topographique :  $\tau$  = 1,2 Le bâtiment est de catégorie III, on prend en compte d'un coefficient topographique

Ductilité bâtiment :  (moyenne)

Coefficient de comportement :  $q$  = 1,5

Règlement appliqué : **Aucune exigence**

## 2.5 FEU

Texte de loi

Destination de l'ouvrage **ERP**  
Ministère *Ministère de l'Intérieur*  
Texte de loi *arrêté du 25 juin 1980*

Établissements Recevant du Public (ERP)

Les établissements recevant du public sont classés en cinq catégories selon leur effectif habituel	
catégorie	<b>5e catégorie</b>
effectif	200 personnes
type d'exploitation	<b>Restaurant, débit de boissons</b>
hauteur du plancher le plus haut	N <b>0 m</b> simple RDC
exigence structure	pas d'exigence
exigence plancher	pas d'exigence
exigence façade	Non

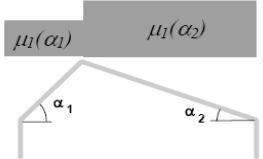


## 2.6 CHARGES CLIMATIQUES

### 2.6.1 NEIGE

Région : A1 Total  $s_k$  : 45 daN/m<sup>2</sup>  
Altitudes : 130 m

#### 2.6.1.1 Toiture à deux versants

<p style="text-align: center;"><b>Cas sans accumulation Pente MAXI</b></p>	
	<p><b>Versant 1</b>    <math>\alpha_1</math> (%) = 100,00%    <math>C_t</math> = 1                       <math>\alpha_1</math> (°) = 45,50 °    <math>C_e</math> = 1  Majoration pente : 0 daN/m<sup>2</sup>  Coefficient :  <math>\mu_1(\alpha_1)</math> = 0,39  Charge de neige :  <b><math>S_{d,\alpha 1}</math> = 17,40 daN/m<sup>2</sup></b></p> <p><b>Versant 2</b>    <math>\alpha_2</math> (%) = 100,00%    <math>C_t</math> = 1                       <math>\alpha_2</math> (°) = 45,50 °    <math>C_e</math> = 1  Majoration pente : 0 daN/m<sup>2</sup>  Coefficient :  <math>\mu_1(\alpha_2)</math> = 0,39  Charge de neige :  <b><math>S_{d,\alpha 2}</math> = 17,40 daN/m<sup>2</sup></b></p>

### 2.6.2 VENT

Zone : 2 ( $v_{b,0}$  = 24 m/s)  
Catégorie de rugosité : IIIa Campagne avec des haies

Paramètre de calcul des pressions :

Forme du toit :	2 Pans symétriques
Longueur :	17.4 m
Largeur :	5.92 m
Hauteur sablière :	3 m
Pente du toit :	101.8%
<b>Pression au faitage = 53.66 daN/m<sup>2</sup></b>	

#### Forces globales par éléments

##### Murs Long Pan

Pression maximale : Valeur moyenne : 59.02 daN/m<sup>2</sup>  
Dépression maximale : Valeur moyenne : -44.50 daN/m<sup>2</sup>

### Murs Pignon

Pression maximale : Valeur moyenne : 54.34 daN/m<sup>2</sup>  
Dépression maximale : Valeur moyenne : -62.37 daN/m<sup>2</sup>

### Toiture(s)

Pression maximale : Valeur moyenne : 50.58 daN/m<sup>2</sup>  
Dépression maximale : Valeur moyenne : -41.82 daN/m<sup>2</sup>

## 2.7 OUBATI

### OUBATI V4.3 - Zonage des communes de France aux Eurocodes (Fiche détaillée)

#### Désignation de la commune

Commune	Hallignicourt (52100)
Département	Haute-Marne (52)
Canton	Saint-Dizier-Ouest
Altitude	130m



### Caractéristiques locales

**Zonage neige (selon EC1-3)** Zone **A1**

→ Charge caractéristique  $S_k = 0,45$  kN/m<sup>2</sup>

→ Charge exceptionnelle  $S_{ed} = -$  kN/m<sup>2</sup>

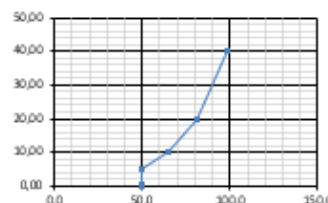
→ Loi de variation  $\Delta S1 = -$

**Zonage vent (selon EC1-4)** Zone **2**

→ Vitesse de référence  $v_{b0} = 24$  m/s

→ Pression dynamique de pointe (Terrain IIIa / Am = 130m)

Z [m]	$Q_p$ [kN/m <sup>2</sup> ]
0,00	49,8
0,20	49,8
5,00	49,8
10,00	64,8
20,00	81,2
40,00	99,1



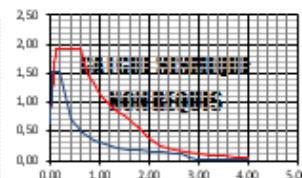
→ Coefficient d'orientation  $c_{dir} = 0.70$  sur  $[10^\circ; 150^\circ]$

**Zonage séisme (selon EC8)** Zone **1**

→ Accélération nominale  $a_{gr} = 0,40$  m/s<sup>2</sup>

→ Tracé du spectre à 5% (Sol type D / Catégorie III)

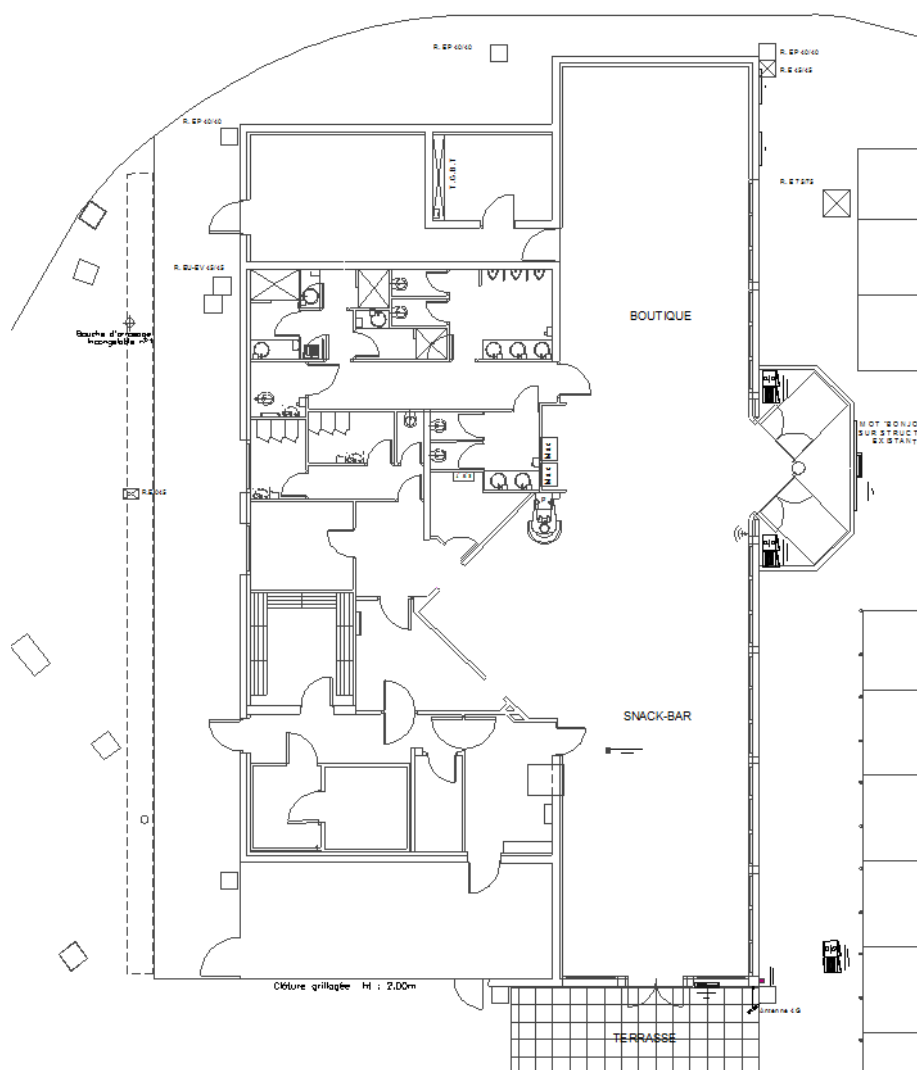
	$a_{L1}$	$a_{L2}$
$T_1$	1,20	0,80
S	1,60	( $a_{L1}/a_{L2}$ )
$T_B$	0,10	0,03
$T_C$	0,60	0,20
$T_D$	1,50	2,50



### Divers structure

→ Cote hors gel  $H = 0,70$  m

### 3 REPÉRAGE



Plan de masse de l'ouvrage

## 4 RÈGLE DE DURABILITE ET DU VIEILLISSEMENT DU BOIS EN EXTÉRIEUR

Il faut adopter des mesures de protection pour éviter des dégradations qui, à long terme, mettraient en péril l'aptitude fonctionnelle.

### Identification de la situation de service :

CLASSES	SITUATIONS EN SERVICE	EXEMPLES D'EMPLOIS
1	Situation dans laquelle le bois est à l'intérieur, non exposé à l'humidité. <b>6% &lt; H% &lt; 12%</b>	Parquets, escaliers intérieurs...
2	Situation dans laquelle le bois est à l'intérieur ou sous abri, humidité ambiante élevée occasionnelle. <b>12% &lt; H% &lt; 20%</b> . Séchage des bois très rapide.	Charpente, ossature correctement ventilée en service.
3a	Bois soumis à une humidification fréquente sur les périodes courtes (quelques jours). Conception permettant l'évacuation rapide des eaux.	Toutes pièces de construction ou menuiseries extérieures verticales soumises à la pluie : bardages, fenêtres,
3b	Bois soumis à une humidification fréquente sur les périodes significatives (quelques semaines). Conception ne permettant pas une évacuation rapide des eaux.	
4	Bois soumis à humidité supérieure à 20%	Bois horizontaux en extérieur et bois en contact avec le sol ou source d'humidification prolongé ou permanente

### Mesure de protection constructives :

Une mesure constructive est la base essentielle pour éviter le vieillissement précoce de l'enveloppe et de tous les éléments qu'elle contient. Elles consistent :

- au choix adéquat de l'essence de bois et le respect des critères de sélection du bois selon les normes en vigueur
- à l'assurance d'un taux d'humidité adapté des bois au moment de leur traitement et de leur mise en œuvre
- à éviter que le bois ne soit ré-humidifié
- L'eau de pluie doit pouvoir s'écouler sans encombre sur les surfaces et ne doit pas pénétrer les joints ou entre les planches.
- à éviter la pénétration de l'eau dans les joints de construction et dans le bois de bout
- à éviter les angles, les équerres, les rainures et les joints à vif où l'eau pourrait s'accumuler
- Une découpe assurant l'égouttage en partie basse des éléments extérieurs est à prévoir.
- à prévoir des lames d'air ventilées derrière les éléments en bois exposés à l'humidité
- à protéger les bois en contact avec des éléments humides: mise en place des barrières d'humidité particulièrement contre les remontées par capillarité
- à éviter les éléments horizontaux exposés aux intempéries
- à tenir compte de la sensibilité supérieure à l'humidité des produits dérivés du bois
- à ce que différentes couches de l'enveloppe soient ordonnées avec justesse du point de vue de la physique du bâtiment
- à s'assurer de liaisons étanches dans le cas de perforations et interfaces entre différents éléments
- à assurer des contrôles systématiques de la mise en œuvre dans les règles de l'art, particulièrement pour tous les ouvrages qui sont inaccessibles plus tard (isolants, étanchéités)

### Revêtements extérieurs en bois non traité :

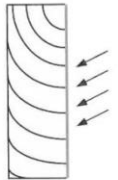
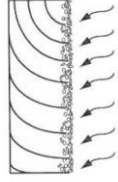
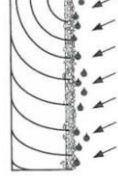
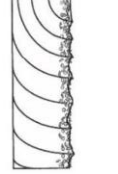
Il ne faut pas confondre la patine naturelle du bois et l'altération du bois due au mauvais choix d'une essence ou à de mauvais détails constructifs.

Les revêtements extérieurs en bois non traités ont une longue durée de vie même avec un entretien minimal.

Par contre, l'effet des intempéries est assez vite visible sur les revêtements extérieurs non traités. Il s'agit surtout, pour les bardages en bois, de changements de couleur liés aux conditions climatiques, à l'orientation, à la conception des avant-toits, à l'ombre portée par les bâtiments voisins ou à la végétation. Ils peuvent varier sur une même façade. Les façades nord et sud ainsi que les revêtements protégés par les avant-toits ou les détails de joints horizontaux peuvent passer du brun clair au brun

foncé. Par contre, le bois des façades ouest exposées aux intempéries se teinte sous la plupart des climats dans des tons argentés à gris foncé. Quoi qu'il en soit, les effets des intempéries et des teintes consécutives ne sont pas directement synonymes de la destruction du bois, ni même d'un affaiblissement de sa résistance.

La teinte et les transformations minimales du bois en surface correspondent au vieillissement naturel de celui-ci; elles sont principalement dues aux rayonnements UV et à l'érosion (délavage) des cellules superficielles. Ce type de modification de surface n'a pas de véritable influence sur la durabilité du revêtement en bois. Dans certains cas il est même souhaité.

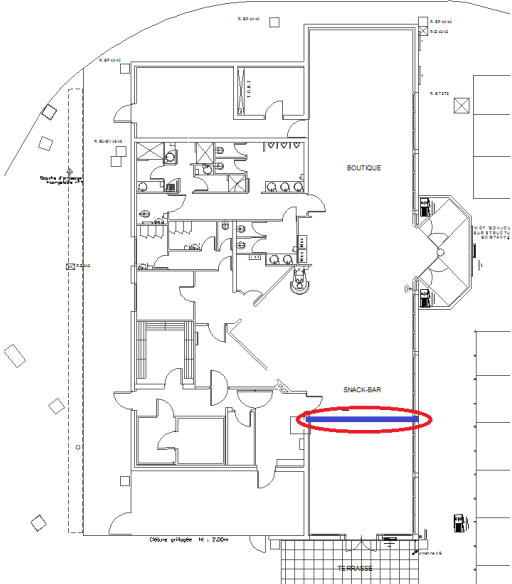

<b>LE BOIS SANS FINITION</b> <i>Ne pas confondre patine naturelle du bois et altération !!!</i>	
	Exposition aux rayons UV, intempéries, changements de températures
	Rayons UV = altération superficielle = décomposition de la lignine = changement de couleur du bois : jaunâtre à brun.
	Intempéries = lessivage = champignons décolorants sur la surface humide = changement de couleur du bois : gris
	Délavage des parties molles du bois ( 1mm/20 ans ) = changement d'aspect du bois : plus de relief et effet « sablé »

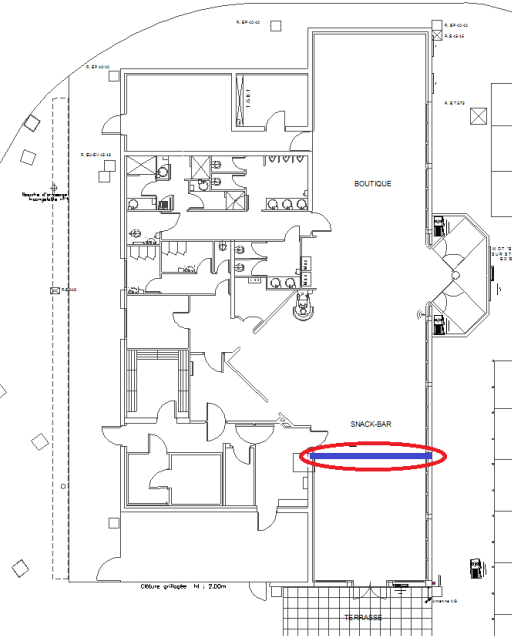
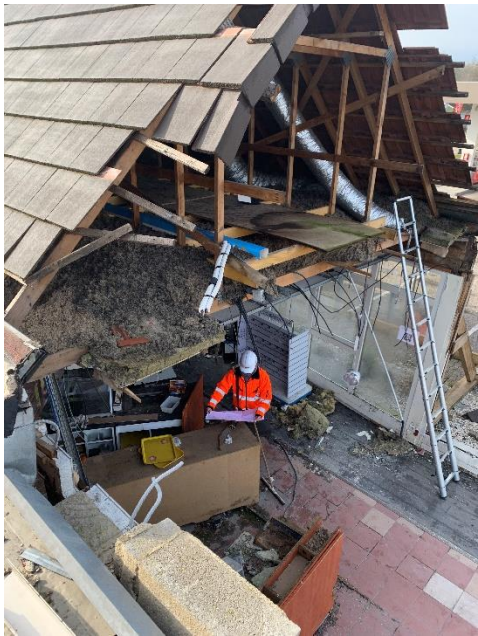
Revêtements extérieurs en bois avec traitement de surface :

- Le traitement de surface permet la coloration. Il protège des intempéries et améliore la stabilité dimensionnelle.
- La condition pour le bon fonctionnement d'un revêtement en bois et de son traitement de surface est le choix d'un matériau adapté et une mise en œuvre adéquate. Des erreurs dans le choix des matériaux et de leur pose ne seront pas compensées par le traitement des surfaces ou par la protection chimique du bois.
- Les revêtements extérieurs doivent être traités avec une première couche sur toutes leurs faces, avant le montage.
- Les arêtes des chants doivent être arrondies pour assurer une bonne adhésion et un bon recouvrement du traitement.
- Les surfaces en bois sont mises en place à différents degrés de finition (brutes de sciage, brossées, poncées, rabotées). Pour chaque finition un traitement de la surface avec un produit spécifique est possible.
- Les éléments de façade en bois dont les surfaces sont traitées entièrement en usine sont de plus en plus utilisés du fait de l'amélioration de leurs contrôles de qualité.
- Seules les peintures microporeuses sont utilisables sur les bois extérieurs.

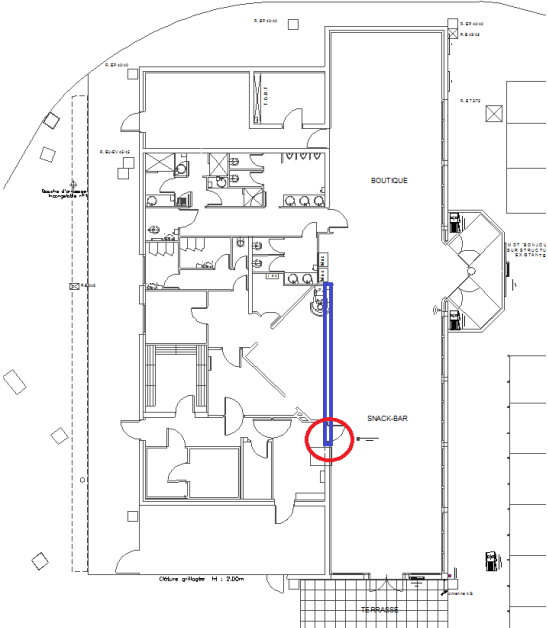

<b>LE BOIS AVEC FINITION</b> <i>Ne pas confondre finition et préservation !!!</i>		
LES PEINTURES	LES LASURES	LES SATURATEURS À BASE D'HUILES
_ Produits filmogènes _ Peintures microporeuses pour le bois	_ Produits non filmogènes _ Lasures opaques à retenir en extérieur	_ Imprègnent et stabilisent le bois
Périodicité d'entretien : <b>5 à 15 ans (usine)</b>	Périodicité d'entretien : <b>3 à 5 ans (usine)</b>	Périodicité d'entretien : <b>3 à 5 ans</b>

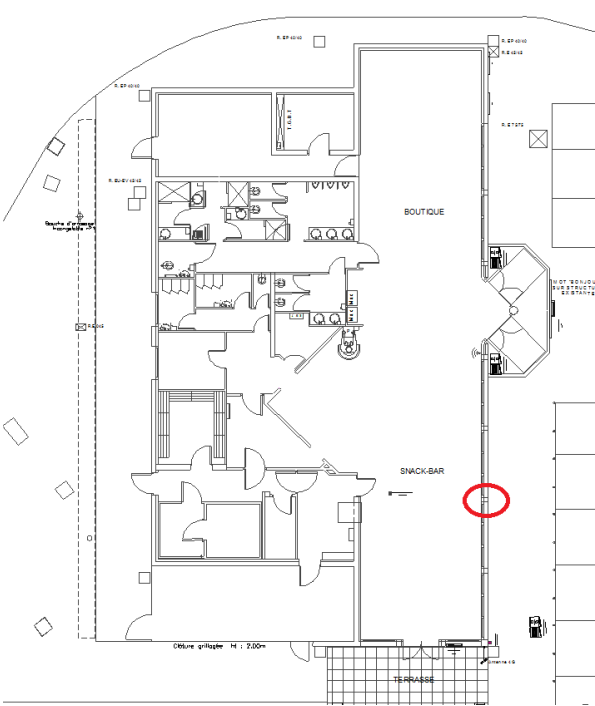

## 5 DIAGNOSTIC SANITAIRE

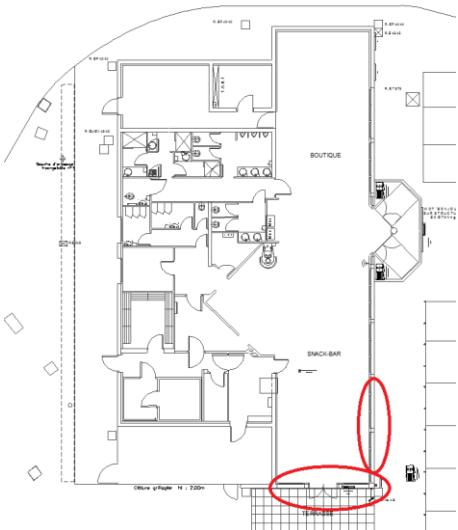

Repérage générale	Couverture abimée
	
<p><b>Constat</b> : Une partie des tuiles et de leurs éléments porteurs de la couverture ont été arrachées, sur la rive exposée au Nord.</p> <p><b>Action</b> : Reprise de la couverture sur la rive.</p>	

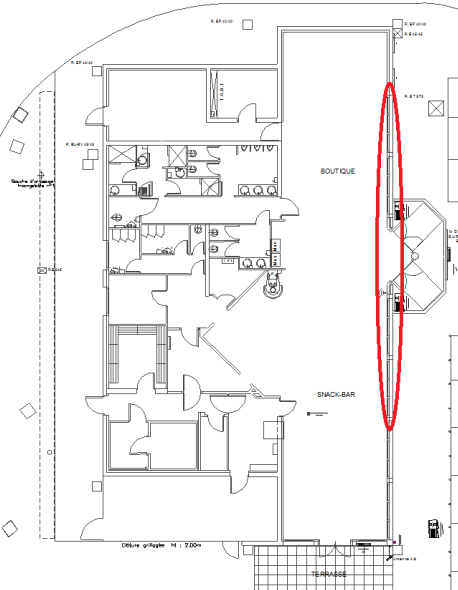

Repérage d'une fermette	Fermette disparue
	
<p><b>Constat</b> : La première fermette a été emportée par le choc et ne supporte plus la couverture.</p> <p><b>Action</b> : Pose d'une nouvelle fermette sur la rive Nord.</p>	



Repérage d'un sommier	Poutre LC abimée
	
<p><b>Constat :</b> La partie haute de la poutre en lamellé collé est abimée, les 2 premières lamelles sont décollées.  <b>Action :</b> Remplacer la partie abimée de la poutre en lamellé collé par le biais d'un joint cantilever</p>	

Repérage d'un poteau	Poteau abimé
	
<p><b>Constat :</b> Le pied de poteau est fortement abimé et se retrouve décaler de son emplacement d'origine. La bonne liaison entre la ferrure et le poteau est donc impossible.  <b>Action :</b> Reprise du poteau et de l'équerrage de la structure.</p>	

Repérage	Structure à refaire
	
<p><b>Constat</b> : Une bonne partie de la façade Nord et Ouest a été totalement arrachée par le choc, la structure entière est détruite.  <b>Action</b> : Construction d'une nouvelle ossature Poteau/Poutre et remplacement de tous les éléments en bois.</p>	

Repérage de la façade	Poteaux/poutres abimées
	
<p><b>Constat</b> : La structure poteau/poutre de la façade est en mauvaise état, les poteaux avaient déjà reçu un traitement et la façade est très exposée aux intempéries.  <b>Action</b> : Reprendre toute la façade de l'entrée.</p>	

## 5.1 CONCLUSION ETAT SANITAIRE :

- La zone détruite par l'accident est à reconstruire.
- L'ensemble des fermettes est en bon état, la reprise des fermettes est possible.
- La structure bois de la façade de l'entrée est une partie sensible car elle est exposée aux intempéries. La durée de vie de cette façade est limitée, nous conseillons de la reprendre.

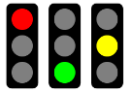


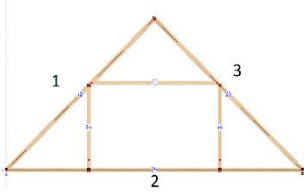
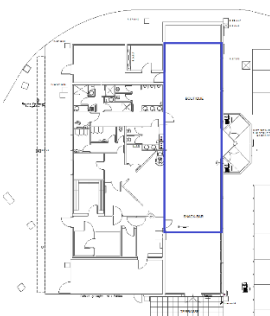
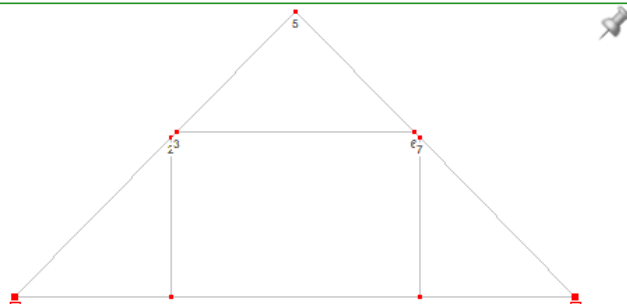




## 6 DIAGNOSTIC STRUCTUREL

### 6.1 CHARGES VERTICALES – FERMETTES

Les calculs sont présentés en Annexes sous forme de feuille de calcul séparée.

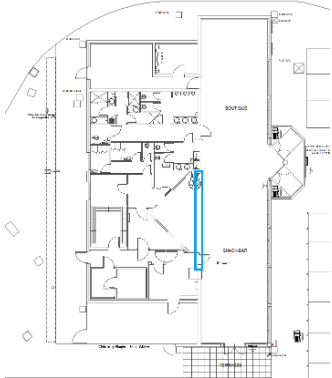
Les taux de travail des différents éléments sont schématisés sous forme de feux tricolores pour évaluer la compatibilité structurelle des éléments existants.

 1 2 3	1 – FEU ROUGE = Elément non conforme à la réglementation et présentant un risque pour les personnes
	2 – FEU VERT = Elément conforme à la réglementation et pouvant être assuré
	3 – FEU ORANGE = Elément non conforme à la réglementation mais ne présentant pas de risque pour les personnes.

<div>Portée [1] = 394.4 cm</div> <div>Portée [2] = 596.7 cm</div> <div>Portée [1] = 394.4 cm</div> <div>Pente = 101.8 %</div> <div>Entraxe = 60 cm</div>																																																																																																																																													
<div>Classe de projet : Norme : Normale</div> <div>Classe de service : Classe 2 - Extérieure abritée</div> <div>Encombrement de la Structure : 6.0 m (Largeur) X 3.0 m (Hauteur)</div> <div>Matériau principal : Résineux C18</div> <div>Poids global de la structure : 23 kg</div> <div>Volume global de la structure : 0.061 m3</div> <div>Type de chargement : Charges réparties</div> <div>Permanente, Neige, Vent, Exploitatif</div> <div>Entraxe/Bande de chargement principal : 60.00 cm</div> <div>Nombre de combinaisons étudiées : 80 (40 ELS et 40 ELU)</div> <div>Combinaison ELU dimensionnante : Cas ELU (NR 2) 11 : 1.35*Permane</div> <div>Combinaison ELS dimensionnante : Cas ELS (NR 2) 11 : Permanente +</div>																																																																																																																																													
<div> VÉRIFICATION des CONTRAINTES, FLÈCHES ET DÉPLACEMENTS </div>																																																																																																																																													
<div><table><tr><th rowspan="2">Pièces</th><th colspan="5">ELU</th><th colspan="3">ELS</th><th colspan="2">Déplacements*</th><th rowspan="2">Critère Dimensionnant</th></tr><tr><th>ATF</th><th>Flexion Comp/Tract</th><th>Flexion Déversement</th><th>Traction Transversale</th><th>Cisaillement</th><th>Wnet,fin</th><th>Flèches* Winst,Q</th><th>W2</th><th>Vertical</th><th>Horizontal</th></tr><tr><td><div>Arbalétrier</div></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><div>1/5 (CT)</div></td><td>-</td><td>68% ✓</td><td>68% ✓</td><td>----</td><td>26% ✓</td><td>112% ✗</td><td>144% ✗</td><td>----</td><td>5% ✓</td><td>----</td><td>✗ Flèche instantanée</td></tr><tr><td><div>5/8 (CT)</div></td><td>-</td><td>59% ✓</td><td>59% ✓</td><td>----</td><td>26% ✓</td><td>92% ✓</td><td>141% ✗</td><td>----</td><td>5% ✓</td><td>----</td><td>✗ Flèche instantanée</td></tr><tr><td><div>Entrait</div></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><div>3/6</div></td><td>-</td><td>78% ✓</td><td>----</td><td>----</td><td>1% ✓</td><td>12% ✓</td><td>----</td><td>----</td><td>72% ✓</td><td>----</td><td>✓ Flexion +C/T</td></tr><tr><td><div>1/8 (CT)</div></td><td>-</td><td>93% ✓</td><td>99% ✓</td><td>----</td><td>18% ✓</td><td>91% ✓</td><td>136% ✗</td><td>----</td><td>0% ✓</td><td>----</td><td>✗ Flèche instantanée</td></tr><tr><td><div>Jambe de force</div></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><div>9/2 (CT)</div></td><td>-</td><td>13% ✓</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>73% ✓</td><td>----</td><td>✓ Déplacement Vertical</td></tr><tr><td><div>13/7 (CT)</div></td><td>-</td><td>10% ✓</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>----</td><td>63% ✓</td><td>----</td><td>✓ Déplacement Vertical</td></tr></table></div>												Pièces	ELU					ELS			Déplacements*		Critère Dimensionnant	ATF	Flexion Comp/Tract	Flexion Déversement	Traction Transversale	Cisaillement	Wnet,fin	Flèches* Winst,Q	W2	Vertical	Horizontal	<div>Arbalétrier</div>												<div>1/5 (CT)</div>	-	68% ✓	68% ✓	----	26% ✓	112% ✗	144% ✗	----	5% ✓	----	✗ Flèche instantanée	<div>5/8 (CT)</div>	-	59% ✓	59% ✓	----	26% ✓	92% ✓	141% ✗	----	5% ✓	----	✗ Flèche instantanée	<div>Entrait</div>												<div>3/6</div>	-	78% ✓	----	----	1% ✓	12% ✓	----	----	72% ✓	----	✓ Flexion +C/T	<div>1/8 (CT)</div>	-	93% ✓	99% ✓	----	18% ✓	91% ✓	136% ✗	----	0% ✓	----	✗ Flèche instantanée	<div>Jambe de force</div>												<div>9/2 (CT)</div>	-	13% ✓	----	----	----	----	----	----	73% ✓	----	✓ Déplacement Vertical	<div>13/7 (CT)</div>	-	10% ✓	----	----	----	----	----	----	63% ✓	----	✓ Déplacement Vertical
Pièces	ELU					ELS			Déplacements*		Critère Dimensionnant																																																																																																																																		
	ATF	Flexion Comp/Tract	Flexion Déversement	Traction Transversale	Cisaillement	Wnet,fin	Flèches* Winst,Q	W2	Vertical	Horizontal																																																																																																																																			
<div>Arbalétrier</div>																																																																																																																																													
<div>1/5 (CT)</div>	-	68% ✓	68% ✓	----	26% ✓	112% ✗	144% ✗	----	5% ✓	----	✗ Flèche instantanée																																																																																																																																		
<div>5/8 (CT)</div>	-	59% ✓	59% ✓	----	26% ✓	92% ✓	141% ✗	----	5% ✓	----	✗ Flèche instantanée																																																																																																																																		
<div>Entrait</div>																																																																																																																																													
<div>3/6</div>	-	78% ✓	----	----	1% ✓	12% ✓	----	----	72% ✓	----	✓ Flexion +C/T																																																																																																																																		
<div>1/8 (CT)</div>	-	93% ✓	99% ✓	----	18% ✓	91% ✓	136% ✗	----	0% ✓	----	✗ Flèche instantanée																																																																																																																																		
<div>Jambe de force</div>																																																																																																																																													
<div>9/2 (CT)</div>	-	13% ✓	----	----	----	----	----	----	73% ✓	----	✓ Déplacement Vertical																																																																																																																																		
<div>13/7 (CT)</div>	-	10% ✓	----	----	----	----	----	----	63% ✓	----	✓ Déplacement Vertical																																																																																																																																		
<div>Taux de travail à l'ELU correct</div> <div>Taux de travail trop important à L'ELS = 144%</div> <div>Elément non conforme à la réglementation mais ne présentant pas de risque pour les personnes.</div>											<div></div> <div>3</div>																																																																																																																																		
<div>Sans informations ou essais réglementaire, la qualité du bois prise au plus bas réglementairement =&gt; C18</div>																																																																																																																																													

6.2 CHARGES VERTICALES – POUTRE BLC

Portée [1] = 665 cm  
Pente = 0 %  
Section = 15/40 cm



Poutre sur 2 appuis :

Entraxe/Bande de chargement :

Taux/Critère dimensionnant :

Section (cm) :

100.00 cm

42 % [Flèche de 2nd oeuvre]

15.00 / 40.00

- Longueur : 665.00 cm

1

13

Vérification des contraintes de FLEXION

40% ✓

Travée	Réelle	Limite	Taux	Cas + Déf
1/13	48.51	119.97	40% ✓	ELU 1

Vérification de la contrainte de CISAILLEMENT

17% ✓

Travée	Réelle	Limite	Taux	Cas + Déf
1/13	2.92	16.8	17% ✓	ELU 1

Vérification des FLÈCHES

42% ✓

Travée	Flèche résultante finale (cm)	Flèche instantanée (cm)	Flèche 2nd oeuvre (cm)	Cas + Déf
1/13	-1.37	-0.15	-0.61	ELS 2
	1/484	<1/999	<1/999+5mm	
	41% ✓	7% ✓	42% ✓	



Poutre Lamellé collé, qualité GL24h

CONFORME


ELU : ELS :

## 6.3 CHARGES VERTICALES – POUTRE EN I

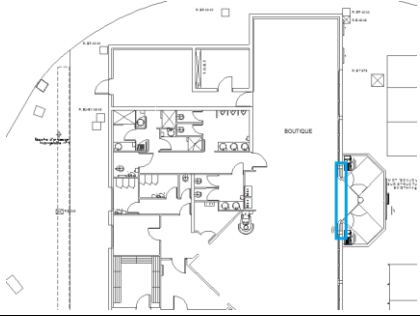
Pour le calcul de la poutre en I, nous avons pris le cas le plus défavorable avec une portée de 4,2m.

Nous utilisons l'annexe B de l'Eurocode 5 afin d'évaluer une section équivalente pour prendre en compte le glissement entre les 2 bois massifs et le panneau non continu de la poutre en I reconstitué présente sur site.

Portée [1] = **420 cm**  
Pente = **0 %**  
Section = **6/23 cm**  
**équivalent en inertie à une poutre en I de 78x455mm**



1




**Poutre sur 2 appuis :** Section (cm) : **6.00 / 23.00** - Longueur : 420.00 cm  
Entraxe/Bande de chargement : 60.00 cm  
**Taux/Critère dimensionnant : 127 % (Flèche résultante)**

Vérification des contraintes de FLEXION					
	Contrainte Flexion(daN/cm²)				
Travée	Réelle	Limite	Taux	Cas + Déf	
1/8	135.39	126.72	107% X	ELU 1	107% X

Vérification de la contrainte de CISAILEMENT					
	Cte Cisaillement(daN/cm²)				
Travée	Réelle	Limite	Taux	Cas + Déf	
1/8	7.41	16.8	44% ✓	ELU 1	44% ✓

Vérification des FLÈCHES										
Travée	Flèche résultante finale (cm)			Flèche instantanée (cm)			Flèche 2nd oeuvre (cm)			Cas + Déf
	Wnet.fin	/long	/Lim	Winst.Q	/long	/Lim	W2	/long	/Lim	
1/8	-2.66	1/158	127% X	-0.32	<1/999	23% ✓	-1.19	1/605+5mm	109% X	ELS 2

*Taux de travail trop important à l'ELU = 107%*  
*Taux de travail trop important à l'ELS = 127%*  
**Élément non conforme à la réglementation et présentant un risque pour les personnes.**

  
**1**

## 6.4 CONCLUSION ETAT REGLEMENTAIRE :

Malgré l'évolution à la hausse des coefficients de sécurité depuis la construction d'origine, on peut constater qu'un certain nombre de poutre reste conforme réglementairement.

Nous proposons :

- De réutiliser les poutres BLC qui ne posent pas de problème
- D'alléger les charges sur les fermettes afin de retrouver une sécurité convenable
- De remplacer la structure bois de la façade de l'entrée

---

## 7 CONCLUSIONS

---

---

### 7.1 PROPOSITION DE METHODOLOGIE DE REPARATIONS :

---

- Alléger les plafonds
- Sécurisation de la couverture
- Remplacement de la façade
- Renfort des supports, ajout d'une fermette
- Réfection de la couverture

---

### 7.2 APPROCHE FINANCIERE

---

Sur la zone de fermette uniquement, il faut prévoir :

- Généralités, études et plans =	1 forf x 2400 =	2 400 € HT
- Eléments de sécurité, levage etc =	1 forf x 1800 =	1 800 € HT
- Remplacement de la structure bois de façade =	3.579 m3 x 1900€/m3 =	6 800 € HT
- Reprises ponctuelles de la structure bois existante =	3 for x 600 € =	1 800 € HT
- Reprise des contreventements de la fermette existante =	1 forf x 1800€ =	1 800 € HT
- Repose de la fermette manquante (0.0617m3)=	1 u x 1500 € =	1 500 € HT
- Ossature bois bardée sur pignon =	10m² x (150+80) =	<u>2 300 € HT</u>
		▪ <b>TOTAL = 20 200 € HT</b>

A prévoir :

- Reconstruction de la zone démolie – hors chiffrage BARTHES BE BOIS – en attente plans projet
- Menuiseries de façade – hors chiffrage BARTHES BE BOIS
- Intervention en couverture – hors chiffrage BARTHES BE BOIS

## 8 ANNEXES

### 8.1 RESULTATS FERMETTES

#### 8.1.1 RESULTATS ELU

##### RÉSULTATS : EFFORTS, CONTRAINTES NORMALES ET TAUX DE TRAVAIL

LISTE/DÉFINITION DES CAS DE CHARGES														Nombre de Cas étudiés : 40 (Cas dimensionnants : 7)								
Cas ELU 4 : 0.9*Permanente + 1.5*Vent B Cas ELU 7 : 0.9*Permanente + 1.5*Vent E Cas ELU 9 : 1.35*Permanente + 1.5*Expl. Toiture Cas ELU 20 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige Cas ELU 29 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent E + 0.75*Neige Cas ELU (Neige redistribuée 1) 14 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent E + 0.75*Neige Cas ELU (Neige redistribuée 2) 11 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige																						
TAUX DE TRAVAIL : FLEXION + COMPRESSION/TRACTION																						
Pièces/Barres	Flambement						Effort (daN) & Contrainte Normale (daN/cm²)				Effort (daN) & Contrainte Flexion (daN/cm²)				Kmod, γ <sub>M</sub> , k <sub>e</sub> , k <sub>h</sub>				Taux Travail	Cas + Déf		
	ATF ⊥	EI ⊥	Kc ⊥	ATF //	EI //	Kc //	Effort	Réelle	Limite	/Taux	Moment	Réelle	Limite	/Taux	Kmod	γ <sub>M</sub>	k <sub>e</sub>	k <sub>h</sub>				
Arbalétrier																						
1/5	CT	-	61	0.64	-	87	0.38	84.6 (C)	2.62	152.31	5%	-5423	106.04	166.88	64%	1.10	1.30	0.70	-	1.10	68%✓	ELU (NR 2) 11
5/8	CT	-	61	0.64	-	87	0.38	106.9 (C)	3.31	152.31	6%	-4509	88.17	166.88	53%	1.10	1.30	0.70	-	1.10	59%✓	ELU (NR 1) 14
Entrait																						
3/6	CT	-	129	0.18	-	154	0.13	234.4 (C)	12.10	124.62	75%	-79	4.32	151.22	3%	0.90	1.30	0.70	-	1.21	78%✓	ELU 9
1/8	CT	-	-	-	-	-	-	-295.6 (T)	7.98	90.19	9%	9186	136.45	162.35	84%	1.10	1.30	0.70	1.07	1.07	93%✓	ELU (NR 2) 11
Jambe de force																						
9/2	CT	-	87	0.37	-	103	0.28	104.5 (C)	5.39	152.31	13%	-----	-----	-----	-----	1.10	1.30	0.70	-	1.21	13%✓	ELU 4
13/7	CT	-	87	0.37	-	103	0.28	79.8 (C)	4.12	152.31	10%	-----	-----	-----	-----	1.10	1.30	0.70	-	1.21	10%✓	ELU 7

##### RÉSULTATS : TAUX DE TRAVAIL : COMPRESSION + FLEXION (RISQUE DÉVERSEMENT)

LISTE/DÉFINITION DES CAS DE CHARGES														Nombre de Cas étudiés : 40 (Cas dimensionnants : 4)					
Cas ELU 20 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige Cas ELU 29 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent E + 0.75*Neige Cas ELU (Neige redistribuée 1) 14 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent E + 0.75*Neige Cas ELU (Neige redistribuée 2) 11 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige																			
TAUX DE TRAVAIL : COMPRESSION + FLEXION (RISQUE DÉVERSEMENT)																			
Unités : l <sub>ef</sub> (cm) - Moment (daN.cm) - Effort Normal (daN) - Contraintes réelles et limites (daN/cm²) Hypothèses de calcul : Bois de section rectangulaire et l <sub>ef</sub> = 0.9*1.2h avec h hauteur de la poutre considérée et l longueur de déversement (haut ou bas) perpendiculaire. * La modification des longueurs de déversement s'effectue en modélisant des ATD perpendiculaires Haut ou Bas.																			
Pièces/Barres	Déversement				Moment	Contrainte de Flexion			Contrainte de Compression			K <sub>mod</sub> , γ <sub>M</sub> , λ <sub>⊥</sub> , K <sub>c,⊥</sub> , k <sub>e</sub> , k <sub>h</sub>						Taux Travail	Cas + Déf
	l <sub>ef</sub>	σ <sub>m,crit</sub>	λ <sub>rel,m</sub>	k <sub>crit</sub>		Contrainte	Limite	/Taux	Normal	Contrainte	Limite	/Taux	K <sub>mod</sub>	γ <sub>M</sub>	λ <sub>⊥</sub>	K <sub>c,⊥</sub>	k <sub>e</sub>		
Arbalétrier																			
1/5	224.18	254.03	0.84	0.93	-5423	106.04	166.88	68%	84.6	2.62	152.31	5%	1.10	1.30	61	0.38	-	1.10	68% ✓
5/8	402.17	141.60	1.13	0.71	3577	69.95	166.88	59%	124.5	3.86	152.31	4%	1.10	1.30	61	0.64	-	1.10	59% ✓
Entrait																			
1/8	247.32	200.68	0.95	0.85	9186	136.45	162.35	99%	-----	-----	-----	-----	1.10	1.30	135	-----	-	1.07	99% ✓

##### RÉSULTATS : CONTRAINTE DE CISAILEMENT

LISTE/DÉFINITION DES CAS DE CHARGES										
Cas ELU 1 : 1.35*Permanente Cas ELU 4 : 0.9*Permanente + 1.5*Vent B Cas ELU 5 : 0.9*Permanente + 1.5*Vent C Cas ELU 9 : 1.35*Permanente + 1.5*Expl. Toiture Cas ELU 20 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige Cas ELU 29 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent E + 0.75*Neige Cas ELU (Neige redistribuée 1) 11 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige Cas ELU (Neige redistribuée 2) 11 : 1.35*Permanente + 1.5*Vent B + 0.75*Neige										
TAUX DE TRAVAIL : CISAILEMENT										
Pièces/Barres	Effort (daN) & Contrainte de cisaillement (daN/cm²)								Cas + Def	
	Tranchant	Pos	Réelle	Limite	Kcr	Kmod	γ <sub>M</sub>	Taux		
Arbalétrier										
1/5	131.6	58%	6.11	23.54	1.00	0.90	1.30	26% ✓	ELU 9	
5/8	131.6	42%	6.11	23.54	1.00	0.90	1.30	26% ✓	ELU 9	
Entrait										
3/6	1.3	100%	0.10	15.69	1.00	0.60	1.30	1% ✓	ELU 1	
1/8	106.1	28%	4.30	23.54	1.00	0.90	1.30	18% ✓	ELU 9	
Jambe de force										
9/2	0.0	12%	0.00	28.77	1.00	1.10	1.30	0% ✓	ELU 4	
13/7	0.0	12%	0.00	28.77	1.00	1.10	1.30	0% ✓	ELU 4	

## 8.1.2 RESULTATS ELS

### RÉSULTATS : FLÈCHES : ANALYSE TRAVEES - PIÈCES/BARRES

#### LISTE/DÉFINITION DES CAS DE CHARGES

Cas ELS 1 : Permanente  
Cas ELS 9 : Permanente + Expl. Toiture  
Cas ELS (Neige redistribuée 1) 14 : Permanente + Vent E + 0.5\*Neige  
Cas ELS (Neige redistribuée 2) 11 : Permanente + Vent B + 0.5\*Neige

#### SYNTHESE FLÈCHES SUR PIÈCES - ANALYSE TRAVEES DIMENSIONNANTES (cm)

	r	Flèche résultante finale				r	Flèche instantanée			
		Wnet,fin	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Déf		Winst,Q	/Limite*	Travée (lg)	Cas + Déf
Arbalétrier										
1/5		-2.38	112% (1/179)✗	1-5 (425.74 cm)	ELS (NR 2) 11		-2.04	144% (1/208)✗	1-5 (425.74 cm)	ELS (NR 2) 11
5/8		-1.96	92% (1/217)✓	5-8 (425.74 cm)	ELS (NR 1) 14		2.00	141% (1/213)✗	5-8 (425.74 cm)	ELS (NR 2) 11
Entrait										
3/6		-0.15	12% (<1/999)✓	3-6 (252.89 cm)	ELS 9		0.00	----- ✓	0-0 (0.00 cm)	-----
1/8		1.36	91% (1/220)✓	10-8 (298.35 cm)	ELS (NR 2) 11		-1.36	136% (1/220)✗	1-10 (298.35 cm)	ELS (NR 2) 11
Jambe de force										
9/2		0.00	----- ✓	0-0 (0.00 cm)	-----		0.00	----- ✓	0-0 (0.00 cm)	-----
13/7		0.00	----- ✓	0-0 (0.00 cm)	-----		0.00	----- ✓	0-0 (0.00 cm)	-----

#### LISTE/DÉFINITION DES CAS DE CHARGES

Cas ELS 1 : Permanente  
Cas ELS 9 : Permanente + Expl. Toiture  
Cas ELS 20 : Permanente + Vent B + 0.5\*Neige  
Cas ELS (Neige redistribuée 2) 11 : Permanente + Vent B + 0.5\*Neige

#### DÉPLACEMENT DES NOEUDS

Pour une meilleure visualisation globale, les 3 plus importants déplacements horizontaux et verticaux de votre structure sont mis en évidence(en gras).

Déplacements limites verticaux (par rapport à la portée de la structure) : 1/300 soit 1.99 cm

Unités : Déplacements Horizontaux, Verticaux (cm) - Rotation (rad)

Noeuds	r	Déplacements instantanés				Kdef	Déplacements différés				Cas + Déf	
		Horizontaux	Verticaux	Rotation			Horizontaux	Verticaux	Taux		Horizontaux	Verticaux
1		0.00	0.00	0.000000	0.80	0.00	0.00	0.00	0% ✓		ELS 1	ELS 1
2		<b>1.43</b>	<b>-1.42</b>	<b>0.005051</b>	0.80	<b>1.46</b>	<b>-1.46</b>	<b>73% ✓</b>			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11
3		<b>1.40</b>	-1.39	0.005027	0.80	<b>1.42</b>	-1.42	72% ✓			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11
4		<b>1.39</b>	-0.16	0.010544	0.80	<b>1.40</b>	-0.26	-----			ELS (NR 2) 11	ELS 9
5		0.04	-0.06	0.000000	0.80	0.05	-0.09	5% ✓			ELS 20	ELS 9
6		1.38	1.28	-0.004235	0.80	1.39	1.24	62% ✓			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11
7		1.39	1.29	-0.004320	0.80	1.39	1.24	63% ✓			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11
8		0.04	0.00	0.000000	0.80	0.06	0.00	0% ✓			ELS 20	ELS 20
9		0.01	-1.41	-0.003936	0.80	0.02	-1.45	73% ✓			ELS 20	ELS (NR 2) 11
10		0.02	-0.59	0.013847	0.80	0.03	-0.68	-----			ELS 20	ELS 9
11		0.18	<b>-1.41</b>	-0.008380	0.80	0.19	<b>-1.45</b>	-----			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11
12		0.73	<b>-1.41</b>	-0.008380	0.80	0.74	<b>-1.46</b>	-----			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11
13		0.03	1.28	0.003936	0.80	0.04	1.23	62% ✓			ELS 20	ELS (NR 2) 11
14		0.19	1.28	-0.008048	0.80	0.20	1.23	-----			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11
15		0.71	1.28	-0.008048	0.80	0.72	1.24	-----			ELS (NR 2) 11	ELS (NR 2) 11

## 8.2 RESULTATS POUTRE LC

### 8.2.1 RESULTATS ELU

#### RESULTATS : FLEXION + COMPRESSION/TRACTION SUR TRAVEES

Cas ELU 1 : 1.35\*Permanente

Travée	Effort (daN.cm) & Contrainte Flexion (daN/cm²)					Kmod	$\gamma_M$	km	ke	kh	Taux Travail
	Moment	Réelle	Limite	/Taux							
1/13	-194026	48.51	119.97	40% ✓		0.60	1.25	0.70	-	1.04	40% ✓

Cas ELU 2 : 1.35\*Permanente + 1.5\*Neige

Travée	Effort (daN.cm) & Contrainte Flexion (daN/cm²)					Kmod	$\gamma_M$	km	ke	kh	Taux Travail
	Moment	Réelle	Limite	/Taux							
1/13	-237074	59.27	179.95	33% ✓		0.90	1.25	0.70	-	1.04	33% ✓

#### RESULTATS : CONTRAINTE DE CISAILLEMENT + EFFORTS AUX MOMENTS NULS

Cas ELU 1 : 1.35\*Permanente

Travée	Effort (daN) & Contrainte de cisaillement (daN/cm²)								Efforts aux Moments Nuls (daN)						Moment Maxi (daN.cm)		
	Tranchant	Réelle	Limite	Taux	Kcr	Kmod	$\gamma_M$	Tran1	Norm1	Pos1	Tran2	Norm2	Pos2		Moment	Normal	Pos
1/13	1167.1	2.92	16.80	17% ✓	1.00	0.60	1.25	1167	0	0%	-1167	0	100%		-194026	0.0	50%

Cas ELU 2 : 1.35\*Permanente + 1.5\*Neige

Travée	Effort (daN) & Contrainte de cisaillement (daN/cm²)								Efforts aux Moments Nuls (daN)						Moment Maxi (daN.cm)		
	Tranchant	Réelle	Limite	Taux	Kcr	Kmod	$\gamma_M$	Tran1	Norm1	Pos1	Tran2	Norm2	Pos2		Moment	Normal	Pos
1/13	1426.0	3.57	25.20	14% ✓	1.00	0.90	1.25	1426	0	0%	-1426	0	100%		-237074	0.0	50%

### 8.2.2 RESULTATS ELS

#### RESULTATS : FLÈCHES SUR TRAVÉES

Cas ELS 1 : Permanente

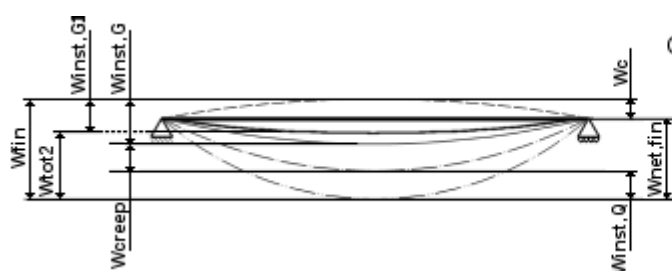
Unités : cm

Travée	Flèche résultante finale				Flèche instantanée		Flèche 2nd oeuvre					
	Wnet,fin	/Limite	Pos		Winst,Q	/Limite	W2	/Limite	Wc	Winst,G	Wcreep	Kdef
1/13	-1.22	37% (1/544)	50%		0.00	---	-0.46	32% (<1/999+5mm)	0.00	-0.76	-0.46	0.60

Cas ELS 2 : Permanente + Neige

Unités : cm

Travée	Flèche résultante finale				Flèche instantanée		Flèche 2nd oeuvre					
	Wnet,fin	/Limite	Pos		Winst,Q	/Limite	W2	/Limite	Wc	Winst,G	Wcreep	Kdef
1/13	-1.37	41% (1/484)	50%		-0.15	7% (<1/999)	-0.61	42% (<1/999+5mm)	0.00	-0.76	-0.46	0.60



#### Composantes de la flèche - Eurocode 5

- Wnet,fin est la flèche résultante finale
- Winst est la flèche instantanée (G, G1 ou Q)
- Wtot2 est la flèche de 2nd oeuvre
- Wcreep est la flèche de fluage
- Wc est la contre-flèche (si elle existe)
- Wfin est la flèche finale (Wnet,fin + Wc)

## 8.3 RESULTATS POUTRE EN I

### 8.3.1 RESULTATS ELU

#### RESULTATS : FLEXION + COMPRESSION/TRACTION SUR TRAVEES

Cas ELU 1 : 1.35*Permanente										
Travée	Effort (daN.cm) & Contrainte Flexion (daN/cm²)				Kmod	$\gamma_M$	km	ke	kh	Taux Travail
Moment	Réelle	Limite	/Taux							
1/8	-71619	135.39	126.72	107% <span style="color:red">✗</span>	0.60	1.25	0.70	-	1.10	107% <span style="color:red">✗</span>

Cas ELU 2 : 1.35*Permanente + 1.5*Neige										
Travée	Effort (daN.cm) & Contrainte Flexion (daN/cm²)				Kmod	$\gamma_M$	km	ke	kh	Taux Travail
Moment	Réelle	Limite	/Taux							
1/8	-88791	167.85	190.08	88% <span style="color:green">✓</span>	0.90	1.25	0.70	-	1.10	88% <span style="color:green">✓</span>

#### RESULTATS : CONTRAINTE DE CISAILEMENT + EFFORTS AUX MOMENTS NULS

Cas ELU 1 : 1.35*Permanente															
Travée	Effort (daN) & Contrainte de cisaillement (daN/cm²)						Efforts aux Moments Nuls (daN)					Moment Maxi (daN.cm)			
	Tranchant	Réelle	Limite	Taux	Kcr	Kmod	$\gamma_M$	Tran1	Norm1	Pos1	Tran2	Norm2	Pos2	Moment	Normal
1/8	682.1	7.41	16.80	44% <span style="color:green">✓</span>	1.00	0.60	1.25	682	0	0%	-682	0	100%	-71619	0.0

Cas ELU 2 : 1.35*Permanente + 1.5*Neige															
Travée	Effort (daN) & Contrainte de cisaillement (daN/cm²)						Efforts aux Moments Nuls (daN)					Moment Maxi (daN.cm)			
	Tranchant	Réelle	Limite	Taux	Kcr	Kmod	$\gamma_M$	Tran1	Norm1	Pos1	Tran2	Norm2	Pos2	Moment	Normal
1/8	845.6	9.19	25.20	36% <span style="color:green">✓</span>	1.00	0.90	1.25	846	0	0%	-846	0	100%	-88791	0.0

### 8.3.2 RESULTATS ELS

#### RESULTATS : FLÈCHES SUR TRAVÉES

Cas ELS 1 : Permanente											
Unités : cm											
Travée	Flèche résultante finale			Pos	Flèche instantanée			Flèche 2nd oeuvre			
	Wnet,fin	/Limite			Winst,Q	/Limite		W2	/Limite		
1/8	-2.34	112% (1/179)		50%	0.00	...		-0.88	80% (<1/999+5mm)		0.60

Cas ELS 2 : Permanente + Neige											
Unités : cm											
Travée	Flèche résultante finale			Pos	Flèche instantanée			Flèche 2nd oeuvre			
	Wnet,fin	/Limite			Winst,Q	/Limite		W2	/Limite		
1/8	-2.66	127% (1/158)		50%	-0.32	23% (<1/999)		-1.19	109% (1/605+5mm)		0.60