



Marseille le 09/10/2023

HOSPICES CIVILS DE LYON

Richard KIEFFER

Chargé d'opérations DIT

Direction des affaires Techniques

Département Investissement travaux

49, rue Villon

69373 LYON Cedex 08

PAVILLON RHÔNE
HOPITAL RENEE SABRAN
840, Boulevard Edouard Herriot



Zones encadrées en bleue

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES BOIS ET COUVERTURES

VOIR LE RAPPORT DU BET CEBA POUR LA PARTIE MACONNERIE

1	PREAMBULE ET MISE EN SITUATION.....	3
1.1	PREAMBULE.....	3
1.2	MISE EN SITUATION.....	5
1.2.1	<i>Axonométries.....</i>	5
1.2.2	<i>Remarques sur les parois verticales de remplissage.....</i>	6
1.2.3	<i>Description des structures et couvertures.....</i>	8
2	CONSTATATIONS SUR SITE	13
2.1	MISE EN SITUATION PHOTOGRAPHIQUE	13
2.2	CONSTATATIONS ZONE EST.....	14
2.3	ZONE OUEST	19
2.4	INSPECTION DU BOIS : SYSTEME IML-RESI	23
2.5	SYNTHESE DECOULANT DE NOTRE VISITE SUR SITE ET DES SONDAGES REALISES	27
3	ANALYSE CALCULATOIRE	28
3.1	CLASSE DE RESISTANCE PRISE EN COMPTE.....	28
3.2	HYPOTHESES DE CALCUL	28
3.2.1	<i>Charges permanente (poids propre de la structure pris en compte par les logiciels)</i>	28
3.2.2	<i>Neige « S »</i>	29
3.2.3	<i>Vent « W ».....</i>	30
3.3	COMBINAISONS EC5 ETUDIEES	32
3.4	FLECHES ADMISSIBLES	33
3.5	MODELISATIONS.....	34
3.5.1	<i>Géométrie de calcul</i>	34
3.5.2	<i>Chargements (charges surfaciques).....</i>	35
3.6	RESULTATS CALCULATOIRES SOUS CHARGES PERMANENTES ET CLIMATIQUES AVEC UN BATIMENT SAIN ET SANS PATHOLOGIE	37
3.6.1	<i>Taux de travail ELU, bâtiment sans pathologie.....</i>	37
3.6.2	<i>Déformées ELS, bâtiment sans pathologie.....</i>	38
3.6.3	<i>Assemblages</i>	39
3.6.4	<i>Synthèse</i>	42
3.7	RESULTATS CALCULATOIRES SOUS CHARGES PERMANENTES ET CLIMATIQUES AVEC PRISE EN COMPTE DES DEGRADATIONS CONSTATEES.....	42
3.7.1	<i>Assemblages</i>	42
3.7.2	<i>Synthèse</i>	44
4	CONCLUSION	45
4.1	RAPPEL DES SYNTHESES :	45
4.2	CONCLUSION	45
5	DESCENTES DE CHARGES D'ETUDE PHASE DIAGNOSTIC	47
5.1	CAS SANS POTEAU INTERMEDIAIRE :	47
5.2	CAS DE L'APPUI SUR MONTANTS INTERMEDIAIRES D'OSSATURE	49
6	ESTIMATIONS	50

1 PREAMBULE ET MISE EN SITUATION

1.1 PREAMBULE

A la lumière d'une note concernant les constatations des dégradations présentes sur les poutres bois extérieures diffusée le 14 avril 2023 par Jean-Sébastien DELOUES, architecte, j'ai été consulté par Monsieur Richard KIEFFER, Chargé d'opération « DIT » auprès des Hospices Civils de LYON, afin d'établir un diagnostic concernant sur les structures bois au R+2 du pavillon Rhône de l'hôpital Renée Sabran, situé, 840, boulevard Edouard Herriot, Giens 83406 HYERES.

Des plans en dwg, réalisés par l'architecte, m'ont été transmis et représentent les façades et les vues en plan du bâtiment.

En parallèle, un diagnostic des maçonneries a été programmé et sera réalisé par le BET CEBA, hors mission.

Le diagnostic se porte sur le bâtiment Pavillon Rhône



et plus précisément sur les structures bois et les couvertures présent au R+2 :

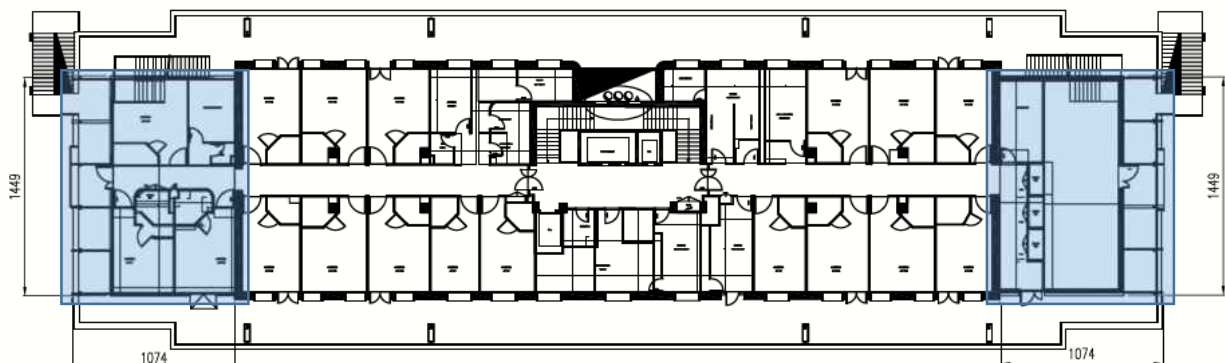


A l'ouest



et à l'est.

Pour une surface de 2x156 m² environ (zones bleue) :



La mission de diagnostic que j'ai proposée et qui a été acceptée est une mission de diagnostic des charpentes bois (traverses lamellées collées, poteaux, arbalétriers et pannes en bois massif.

Elle se décompose ainsi :

- Relevés nécessaires des existants :
 - o Relevé géométrique (sections, entraxes, ...) élément par élément ;
 - o Constatations diverses d'experts (sondages des poutres bois au Résistographe : vérification des sections résiduelles, caractéristiques mécanique, état de la matière, ...) ;
 - o Etat sanitaire du bois (non compris diagnostic parasitaire) ;
 - o Prises de dimensions ;
 - o Photos pour repérage ;
 - o Compris frais de déplacement.
- Analyse et diagnostic :
 - o Mise en plan de la charpente bois et des relevés (repérage des éléments bois, sections, assemblages, points singuliers, défauts spécifiques...) :
 - schéma global et plan en 3D et 2D ;
 - vue en plan ;
 - coupes ;
 - détails.
- Modélisation et calcul en 3D de la structure bois, avec vérification des éléments bois suivant les Eurocodes :
 - o Vérification des contraintes ;
 - o Vérification des déformées ;
 - o Vérification des assemblages principaux ;
 - o Descente de charges pour la vérification des appuis par le bureau d'études béton.
- Synthèse :
 - o Mise en forme du rapport de diagnostic ;
 - o Conclusions ;
 - o Localisation des confortements, si nécessaire ;
 - o Estimation des travaux de charpente, si nécessaire ;
 - o Diffusion du rapport sous format informatique (PDF).

Attention : Le rapport de diagnostic localise les zones à conforter mais ne comporte aucune solution de confortation.

Nota : Le diagnostic de la charpente sera effectué à l'instant « T » avec les charges actuelles et ne prendra pas en compte les futures charges qui seront peut-être induites avec la réfection de la couverture.

Non compris :

- Vérification des maçonneries ;
- Vérification des menuiseries et de leurs encadrements bois ;
- Tout élément non décrit dans notre proposition ;
- Toutes opérations liées à la maîtrise d'œuvre des réparations et confortations éventuellement nécessaires ;
- Assistance à réunion d'experts (assurances, dédommagements etc.).

1.2 MISE EN SITUATION

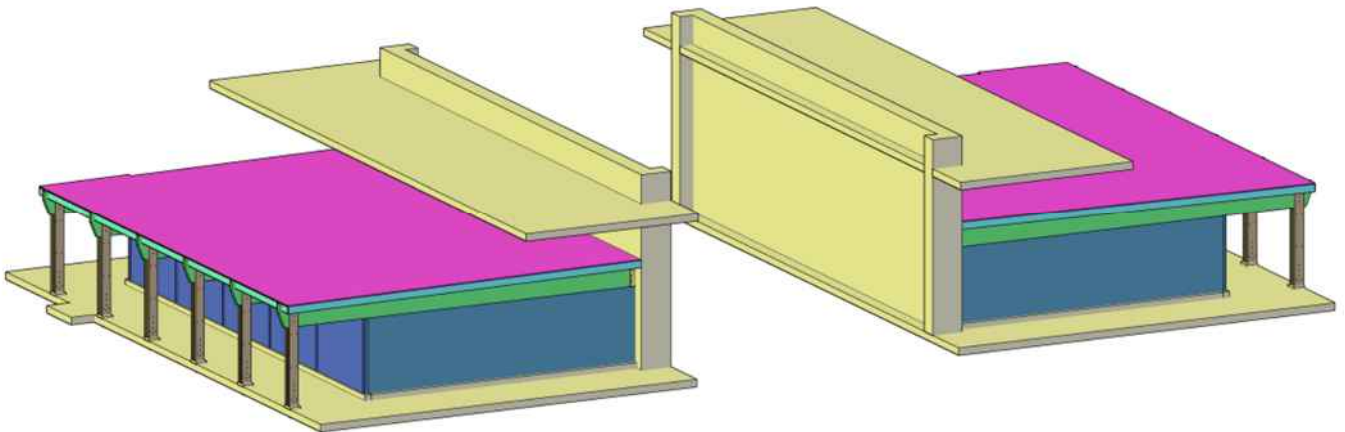
Afin d'établir ce rapport, nous avons dû réaliser un relevé des structures bois et de la géométrie des différents édifices. Sans un relevé précis réalisé par un géomètre expert, ce relevé ne peut être considéré comme figé et les plans qui suivent et qui sont définis dans ce rapport n'ont qu'une valeur approximative.

Notas :

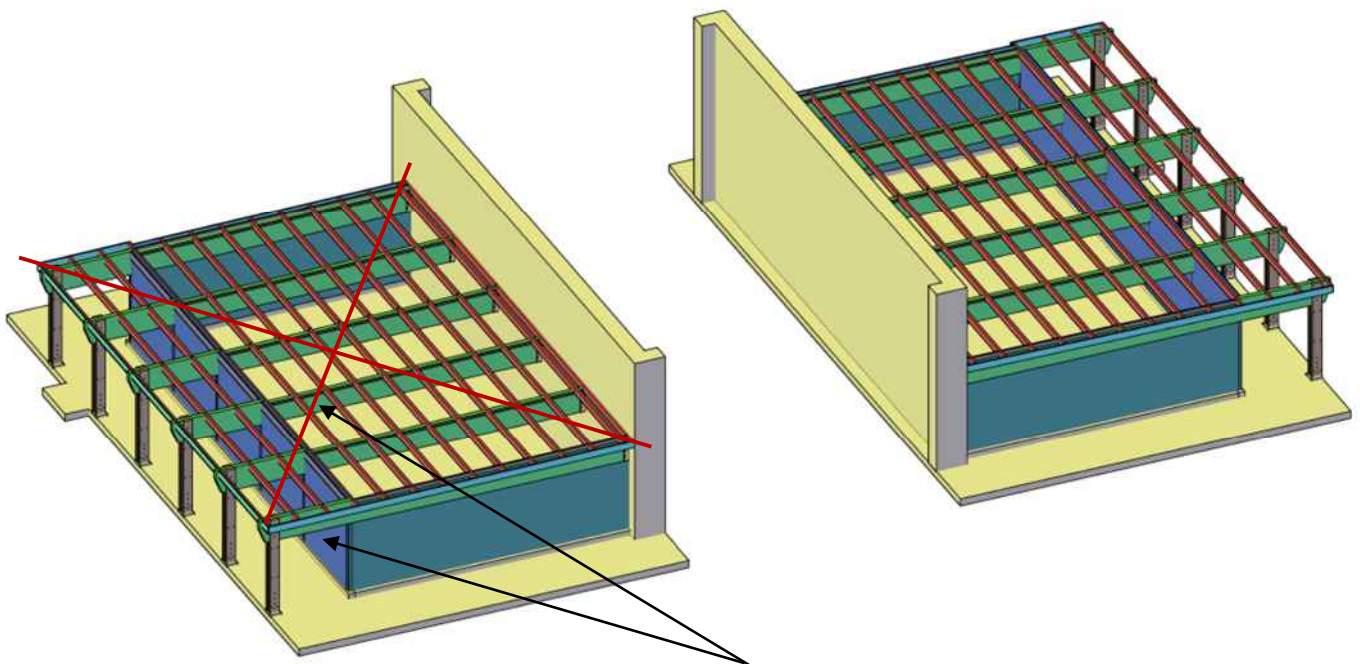
- Si des travaux de renforcement doivent être entrepris, la future Maîtrise d'œuvre devra, avant toute étude, vérifier les croquis et plans qui sont définis tout au long de ce rapport ;
- Les dimensions relevées sur site et indiquées sur les plans ont été généralisées aux centimètres près ;
- La charpente intérieure située à l'est n'a pas pu être visitée car cachée par un plafond coupe-feu en placoplâtre. Une découpe de 50cm x 50 cm dans ce faux plafond a été réalisée afin de vérifier si la charpente est identique à la charpente du bâtiment ouest.

1.2.1 Axonométries

- Axonométrie avec l'ensemble des éléments



- Axonométrie sans couverture

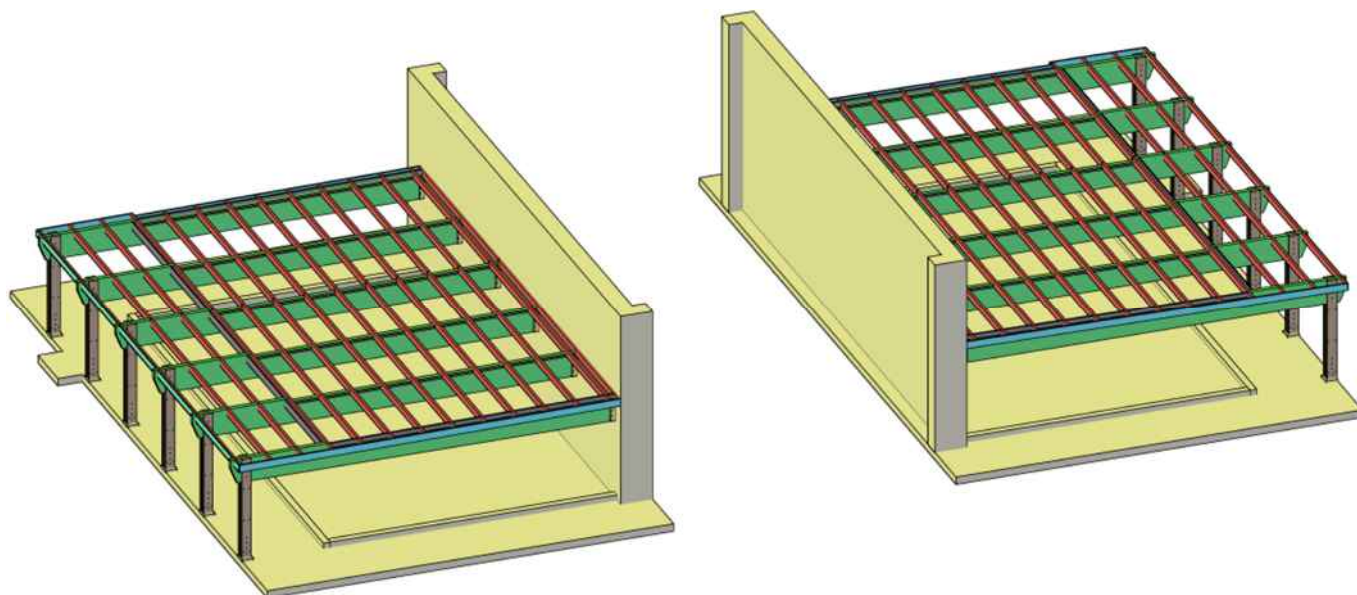


Note d'expert :

La stabilité horizontale semble être assurée par les façades en MOB et par le panneau bois support de couverture qui sert de membrane de contreventement. Les efforts sont alors renvoyés, dans le voile béton

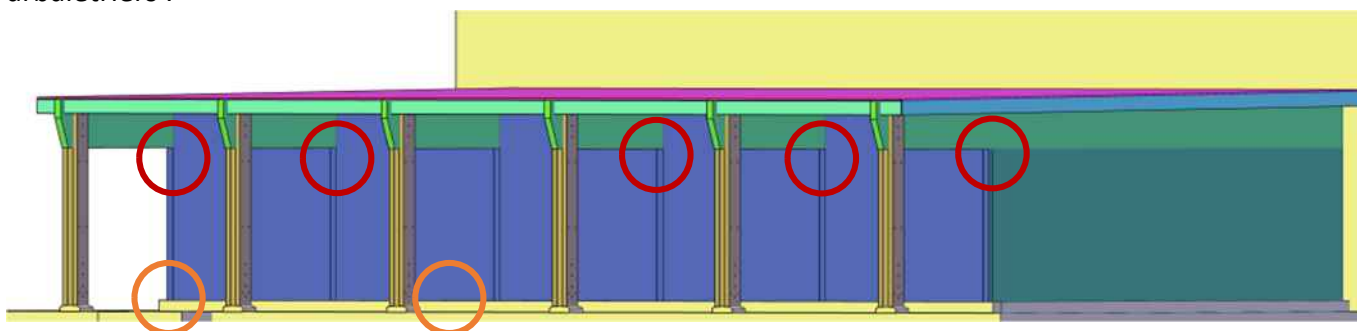
en partie arrière et dans la dalle béton. Lors de la réhabilitation cette stabilité devra être vérifiée par la réalisation de sondages : démontage d'une ossature et vérification de sa fixation, vérification de la fixation des panneaux bois support de couverture, ...

- Axonométrie sans parois verticale (ossature bois et vitrages)



1.2.2 Remarques sur les parois verticales de remplissage

Lors de nos inspections, nous avons vérifiés si les montants des parois verticales sont en appui sous les arbalétriers :





La plupart des sondages montrent un jeu qui subsiste entre les montants principaux verticaux situés au droit des porteurs en lamellés collés (localisation sur l'axonométrie ronds rouge). D'autres sont en contact avec les poutres poteuses.

De plus à quelques endroits, plusieurs fissures sont présentes en partie basse au droit des longrines en maçonnerie (localisation sur l'axonométrie rond orange) :





Il faudra prendre en compte quelques reports de charge sur ces longrines lors de la vérification de la dalle Ba par le Bet béton. Voir rapport du Bet CEBA.

Pour la vérification pure de la structure bois et de ses assemblages, nous ne prendrons pas en compte ces appuis intermédiaires.

1.2.3 Description des structures et couvertures.

La couverture avec une pente relevée de 1.2% (<< à la pente minimale de 3% exigée pour une toiture étanchée sur supports bois) est une toiture étanchée bitume, assez récente, posée sur des plaques en bois de particules de type CTBH d'épaisseur 25 mm. Lors de notre inspection nous avons pu remarquer la présence d'une ancienne étanchéité :



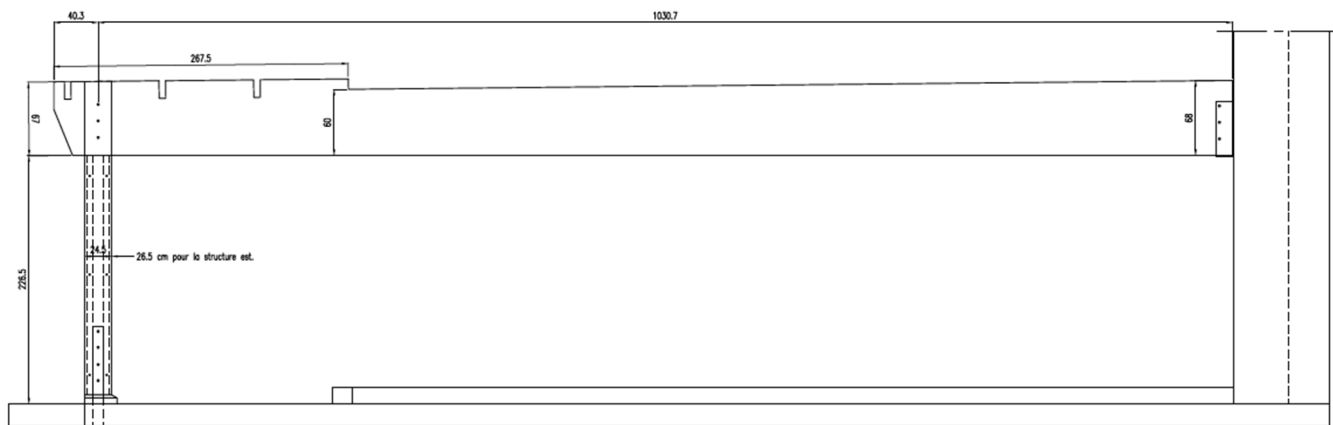
Un échantillon de cette ancienne étanchéité a été prélevé avec précaution et a été remis au Maître d'Ouvrage pour une analyse afin de vérifier la présence d'amiante dans cette membrane.

Il semblerait qu'une nouvelle étanchéité (13 Kg/m²) ai été mise en œuvre sur une ancienne couverture de type bardeau bitumineux (poids 10 à 11 Kg/m²).

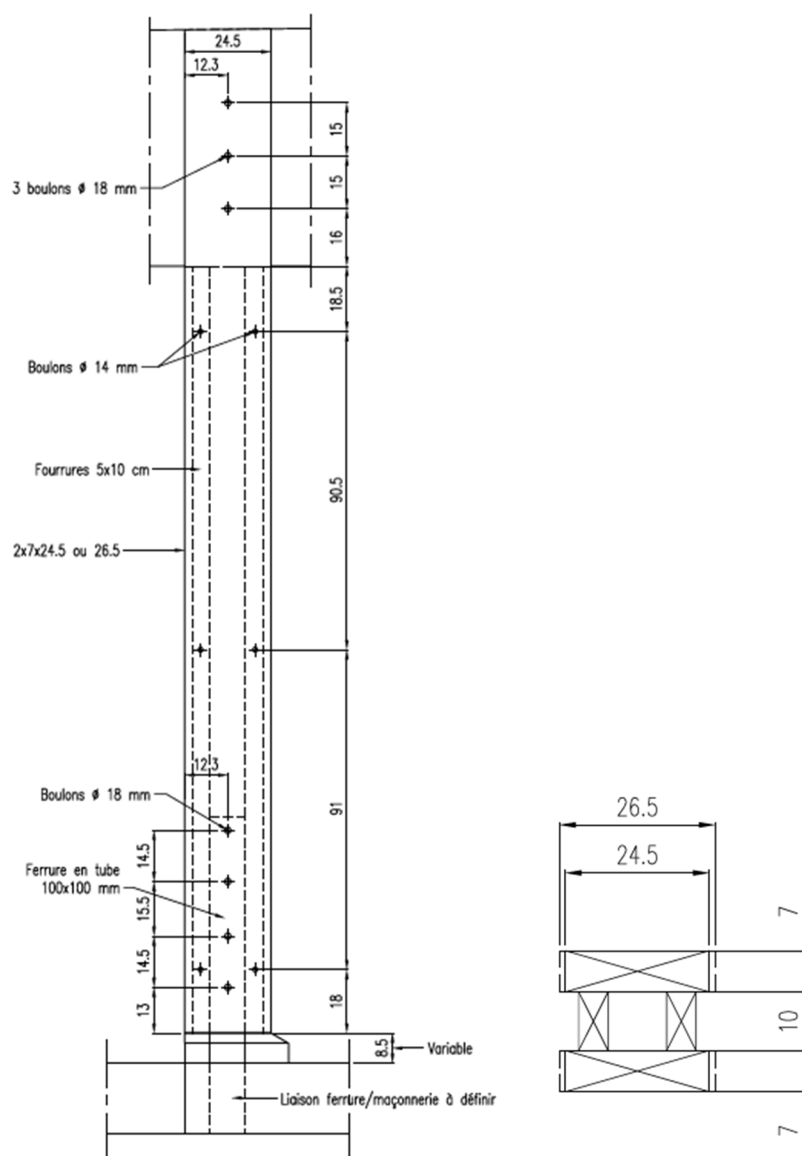
Il est à noter qu'aucune isolation n'est présente.

La charpente bois est composé :

- De poutres en lamellées collées, arbalétrier, de sections à inertie variable 10x69x60x67cm avec des entailles pour le passage des pannes à l'extrémité. Une extrémité est fixée contre un voile maçonné par une ferrure métallique. La liaison de l'arbalétrier avec cette platine est réalisée par 3 boulons de diamètre 18 mm. La fixation de la ferrure contre la maçonnerie n'a pas pu être vérifiée, mais devra l'être avant tous travaux de réhabilitation ;

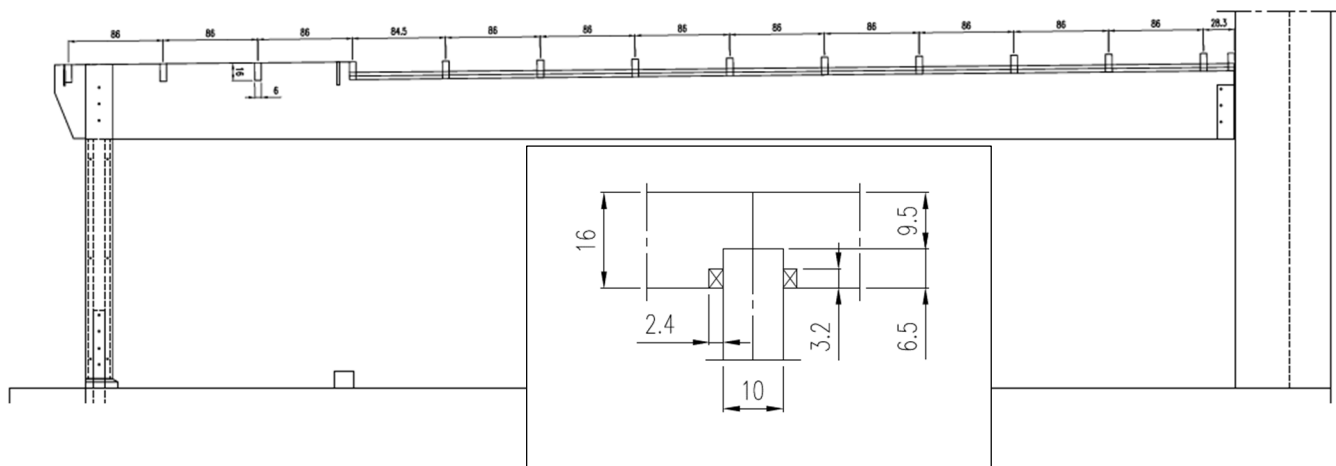


- De Poteaux en lamellés collés moisés de section 2x7x24.5 cm à l'ouest et 2x7x26.5 cm à l'est avec des fourrures en bois massif. L'assemblage au droit de l'arbalétrier est réalisé par 3 boulons de diamètre 18 mm (il est à noter que les fourrures en bois massif sont en appui sous l'arbalétrier). En pied une ferrure métallique en tube de 100x100 mm est disposée dans l'axe du poteau et relie celui-ci par 4 boulons de diamètre 18 mm. Les fourrures en bois massif de section 5/6x10 cm environ sont liaisonnées aux poteaux par 2x3 boulons de diamètre 14 mm. Pour la liaison de la ferrure en pied avec la maçonnerie, elle n'a pas pu être définie et devra être vérifiée avant tous travaux de réhabilitation ;



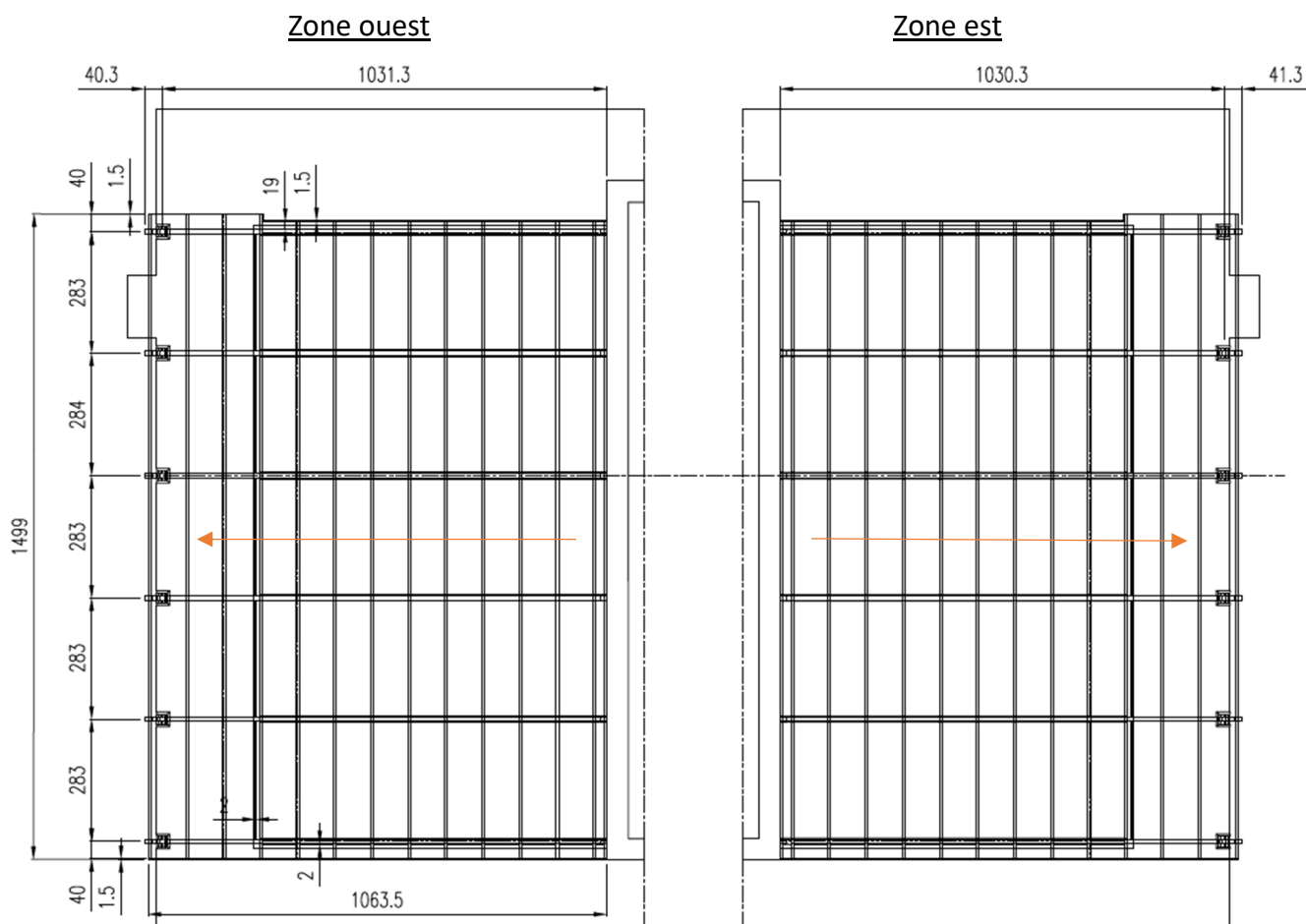
- De pannes en bois massif de section 6x16 cm disposé avec un entraxe de 86 cm adapté à la section des panneaux CTBH. Les pannes sont généralement entaillées au droit des arbalétriers sauf aux extrémités

des bâtiments ou les entailles sont réalisées sur les arbalétriers. Un tasseau de section 24x32 mm est fixé contre l'arbalétrier et se loge dans une entaille située sous les pannes :



Il est à noter que les pannes sont posées sur 3 ou 4 appuis.

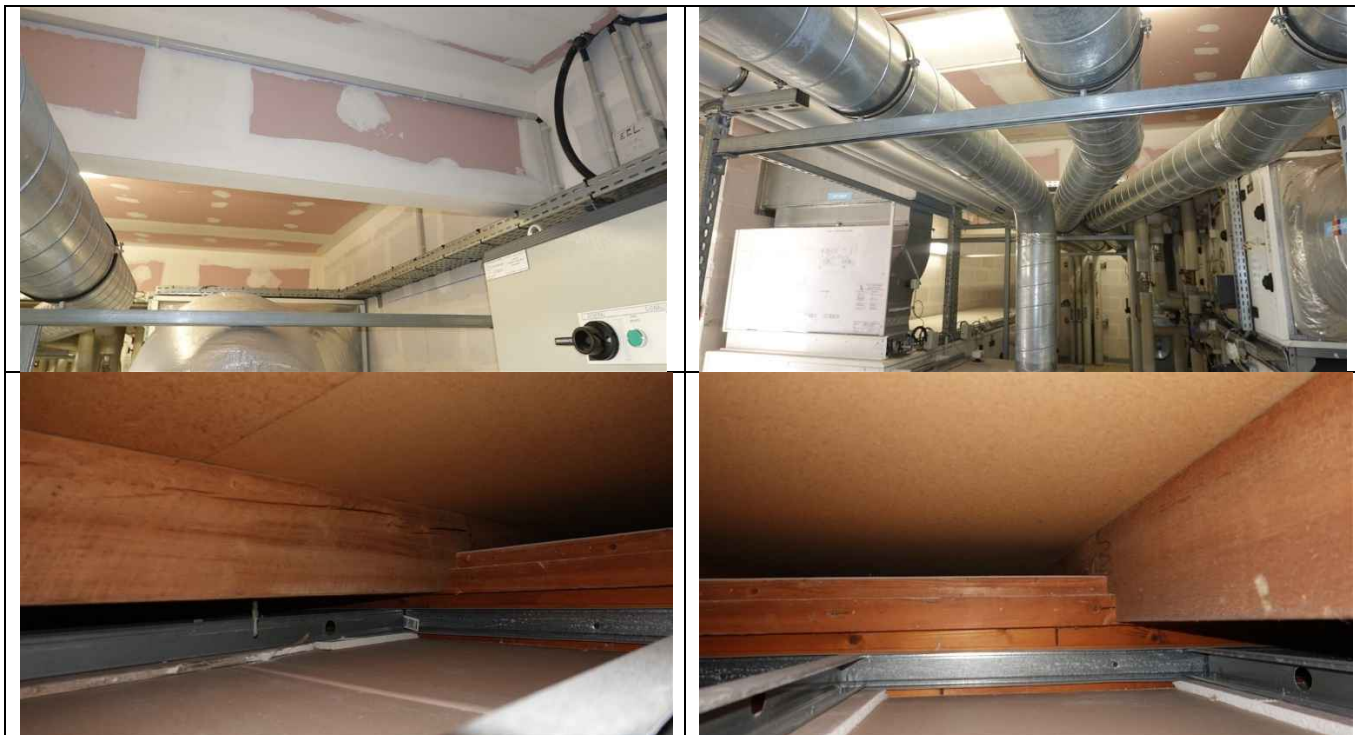
Vue en plan (pente toiture 1.2%) :



Nota : Aucun élément de récupération des eaux de pluie en égout n'est présent et les abouts des arbalétriers sont à l'extérieur et soumis aux intempéries.

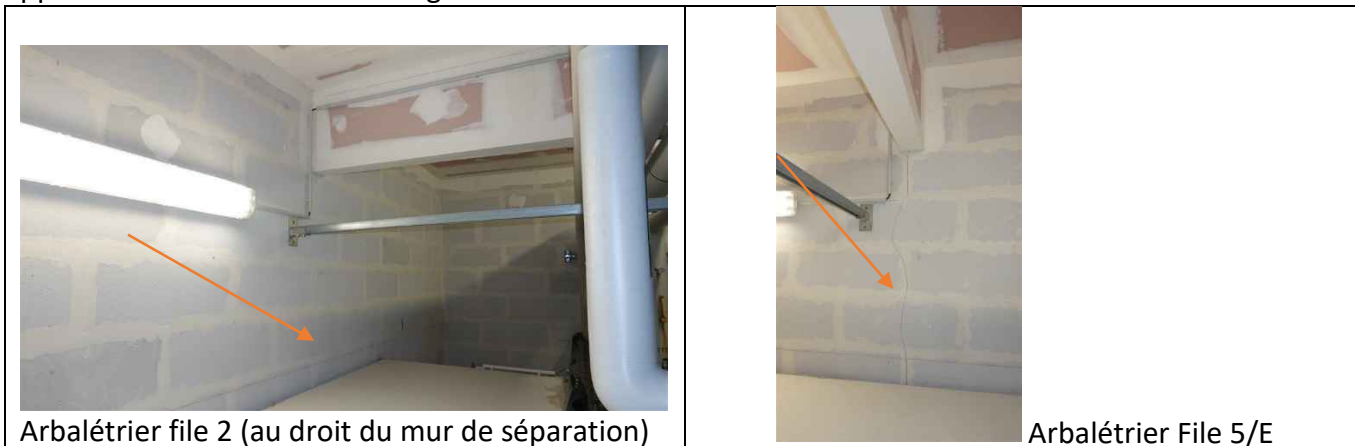
A l'intérieur du bâtiment deux finitions sont mis en œuvre :

- Pour la zone est, un placoplâtre coupe-feu est disposé sous les pannes. Un trou de 60x60 cm a été fait afin de vérifier si la structure est identique à la structure disposée à l'ouest. Ce qui a pu être constaté.



Aucune isolation n'est présente.

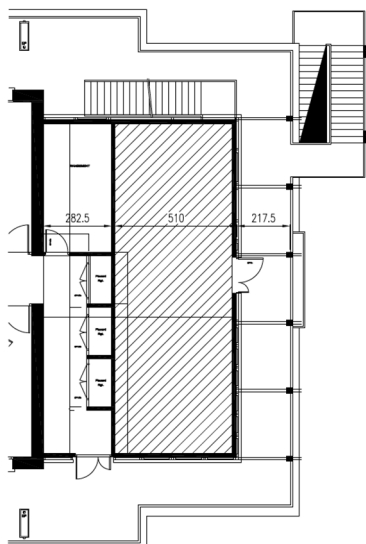
Nous avons pu remarquer sur les doublages verticaux réalisés en carreaux de béton cellulaire de type SIPOREX, des fissures au droit de quelques arbalétriers, ce qui démontre que ces arbalétriers prennent appuis désormais sur ces doublages :



Arbalétrier file 2 (au droit du mur de séparation)

Arbalétrier File 5/E

Pour la zone de ce local technique elle ne se situe que sur une portion du bâtiment. Les autres zones ont un plafond en dalle de 60x60 cm identique à la zone ouest.



Zone hachurée = plafond en Ba feu de 15 mm

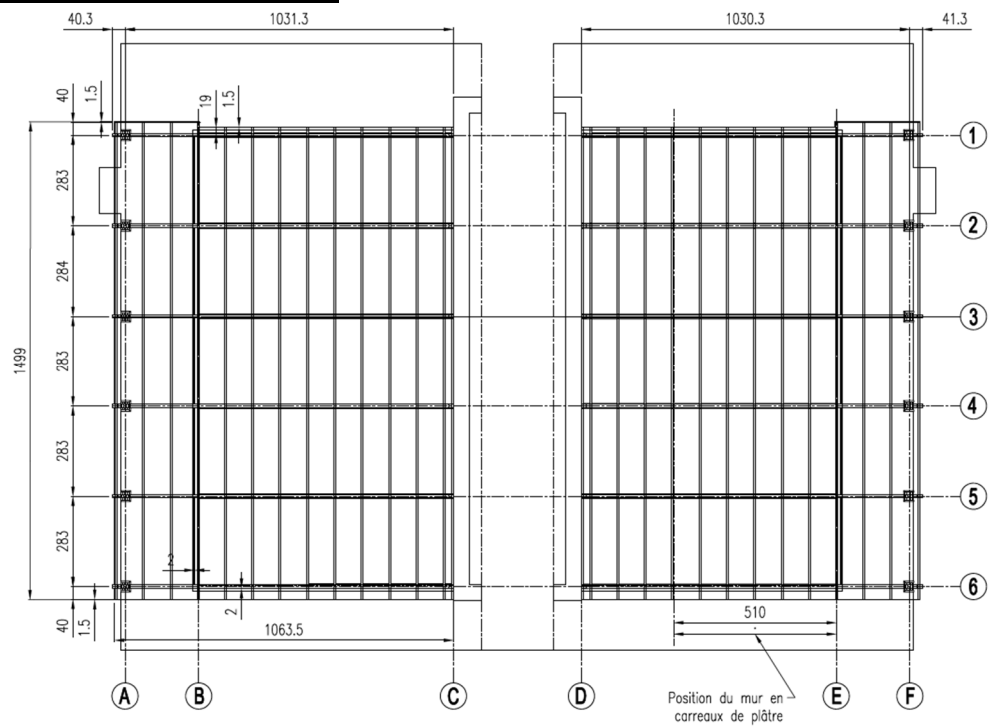
- Pour la zone ouest, un faux plafond en plaque acoustique 60x60 cm est disposé sous les pannes. Aucune isolation n'est présente et des infiltrations en rive ont été constatées :



2 CONSTATATIONS SUR SITE

2.1 MISE EN SITUATION PHOTOGRAPHIQUE

Vue en plan avec localisation des files :



Rives situées au sud, file 6.



Rives situées au nord, file 1.



Les pannes débordent au droit des rives et supportent un bandeau bois en contreplaqué



Un escalier métallique est disposé contre la structure bois sans la solliciter, et le bandeau a été modifié : raccourcissement des pannes.



Files A et F. Les arbalétriers bois en lamellés collés sont situés à l'extérieur sur 2.5 mètres environ mais abrités en partie. Ces éléments sont en appui sur des poteaux bois en lamellés collés soumis aux intempéries.



Files B et E. En retrait, des façades bois, avec quelques menuiseries et des plaquages amiantés en finition, sont disposées entre les arbalétriers. Elles reposent, sur des longrines maçonnées de 15 cm de haut environ. Un potelet en bois massif 6x8 cm environ est situé au droit des arbalétriers.



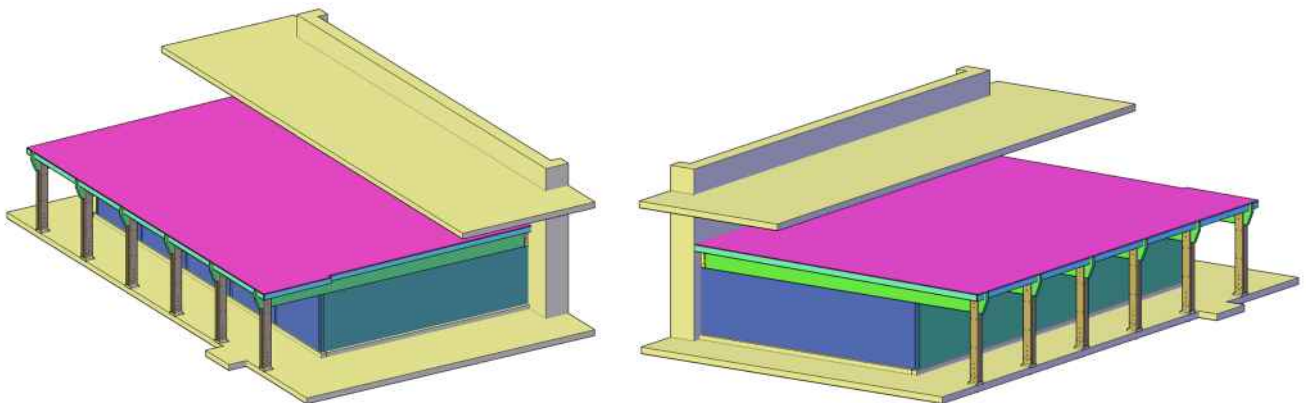
Une main courante en aluminium est disposée entre les poteaux bois, files A et F.



En partie basse, files A et F, un chéneau est disposé sur la maçonnerie en pied des poteau bois.

2.2 Constatations zone est

Axonométries :



Escaliers et rembardes non représentés



File 1, potelet bois sous arbalétrier bois au droit de la file E.



Potelet en appui sur longrine maçonnée.



Poteau et arbalétrier file 1.



About d'arbalétrier avec fissurations : dégradations.



Fissures que l'on retrouve sur l'autre face. On peut noter la présence d'une protection d'about d'arbalétrier réalisée en zinc.



About des poteaux file 2 avec dégradations.

On retrouve sur tous les arbalétriers et les poteaux bois extérieurs les mêmes phénomènes de dégradations plus ou moins avancées :



Arbalétrier file 2 avec des dégradations. Présence d'humidité sous le panneau bois.



Arbalétrier file 3 avec dégradations.

Pied de poteau, file 3, avec dégradations.



Arbalétrier file 4 avec dégradations.

Pied de poteau, file 4, avec dégradations.



Arbalétrier file 5, fortes dégradations.



Pied de poteau, file 5, avec dégradations.



Fissuration de la longrine maçonnée, file 5/E.





Arbalétrier, file 6, avec dégradations.



Pied de poteau, file 6, avec dégradations.



Arbalétrier de rive, file 6. Panneau en sous face support d'étanchéité fortement dégradé.



Fissuration de la longrine maçonnée, file 6/E. Présence d'un trou dans la menuiserie. Ancien départ de feu ?



Fixation des arbalétriers contre le mur béton.
Platine corrodée.

Vérification si les potelets intermédiaires en façade sont en appuis sous les arbalétriers (compléments au paragraphe 1.2.2) :

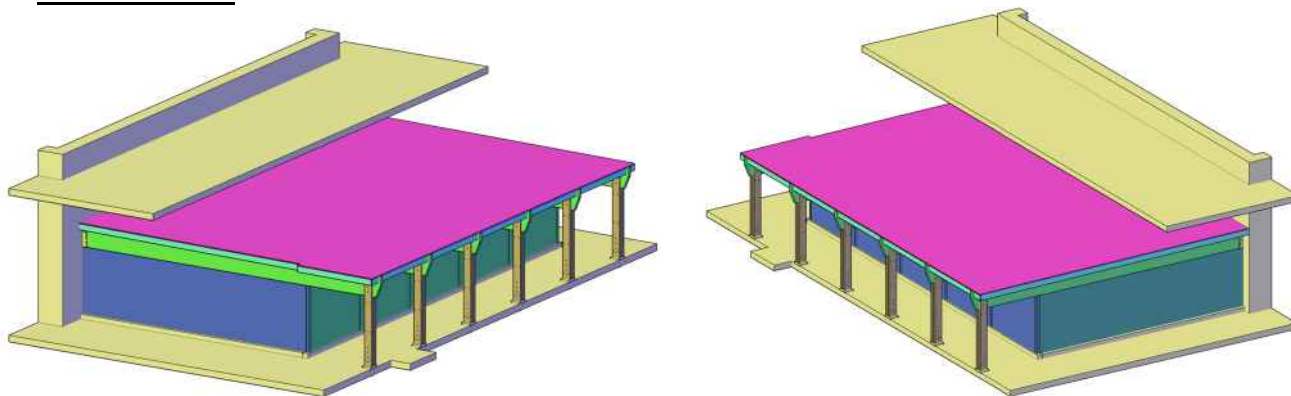


Note d'expert :

Si dans la plupart des cas, le réglet s'enfonce aisément entre l'arbalétrier et la plaquette bois, dans d'autre cas, le réglet ne passe pas. Nous pouvons noter aussi que les montants bois de la façade sont surement fixés contre les arbalétriers. Une partie des charges doivent transiter par ces éléments. Nous en tiendrons compte dans notre vérification calculatoire et nous donnerons au BET béton les descentes de charges induites.

2.3 Zone ouest

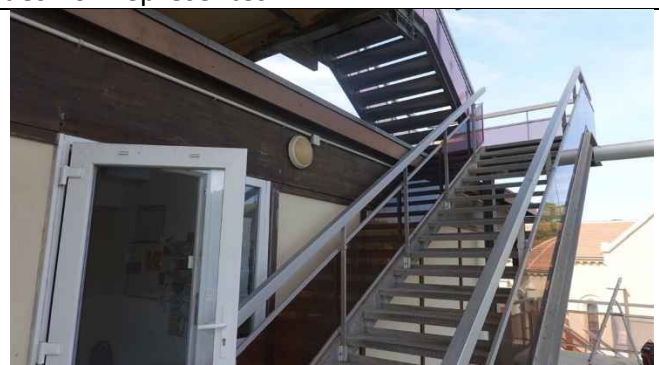
Axonométries :



Escaliers et rembarde non représentés



Fixation des arbalétriers contre le mur béton, files 1/C



Rive avec présence de l'escalier métallique qui n'est pas en appui sur la structure bois. Files 1/C



Arbalétrier, file 1, avec dégradations.



Pied de poteau, file 1, avec fortes dégradations.



Arbalétrier, file 2, avec dégradations.



Pied de poteau, file 2, avec fortes dégradations.



Arbalétrier, file 3, avec dégradations.



Pied de poteau, file 3, avec de fortes dégradations, des deux côtés.



Arbalétrier, file 4, avec dégradations.



Pied de poteau, file 4, faiblement dégradé.



Arbalétrier, file 5, avec de fortes dégradations.
Panneaux support de couverture très dégradé.



Pied de poteau, file 5, faiblement dégradé.



Arbalétrier, file 6, avec de très fortes dégradations.



Pied de poteau, file 6, fortement dégradé.



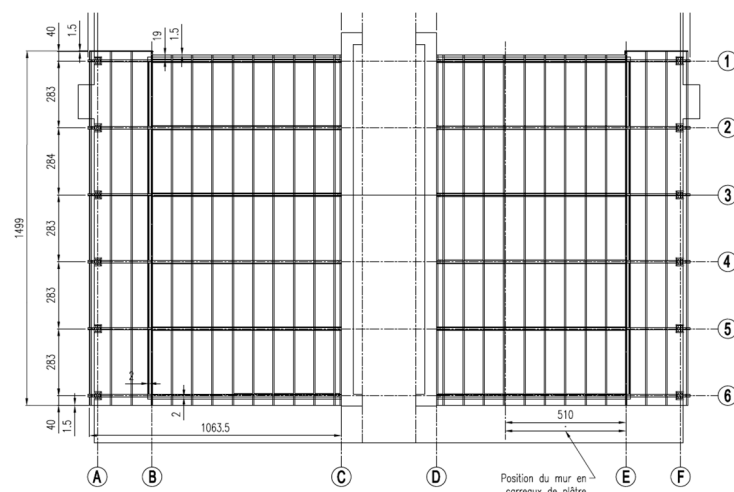
Arbalétrier de rive, file 6 avec gerces profondes (3 cm sur 10 cm d'épaisseur). Platine de fixation corrodée.



Panneau bois en sous face support d'étanchéité fortement dégradé.

2.4 Inspection du bois : système IML-RESI

Repérages :



Vert résistance en rotation du foret, bleue résistance à l'avancement du foret.

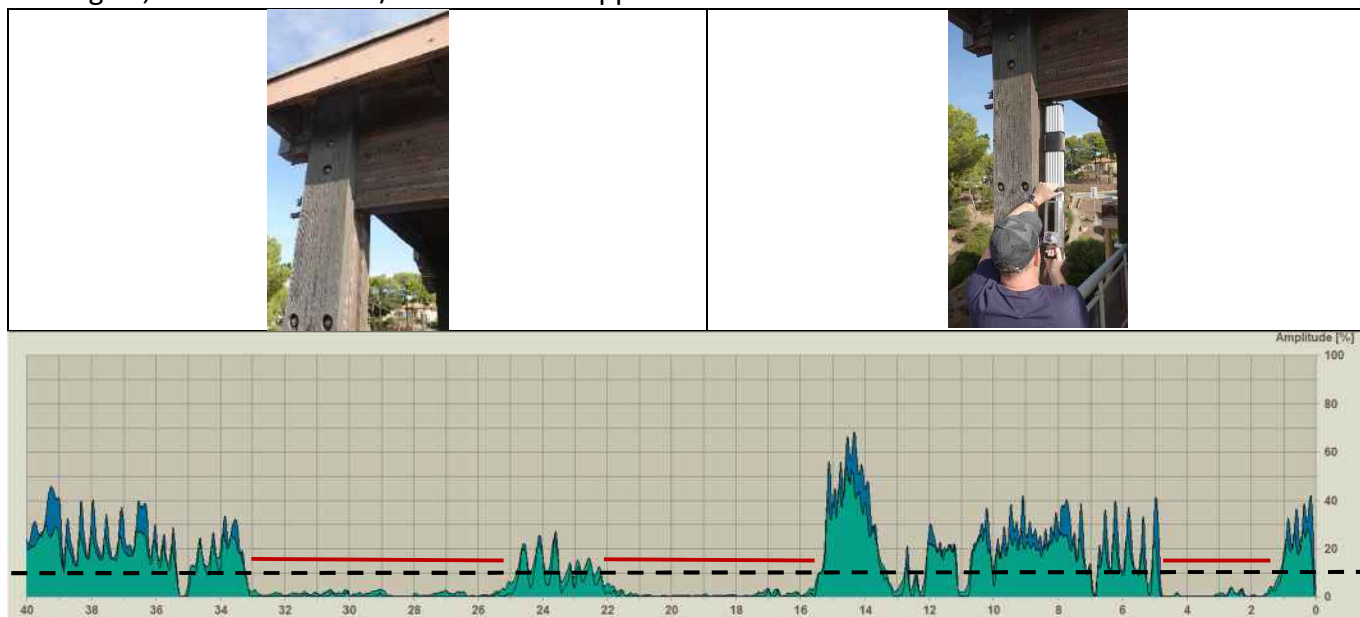


Comparaison : sondage sur bois lamellé collé sain (avancement 150cm/minute) :



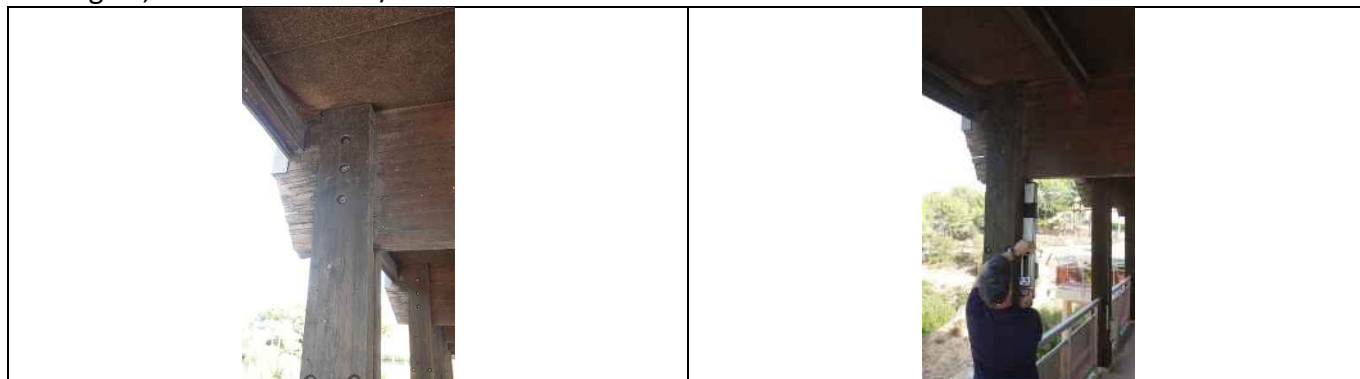
Courbes de pénétration et d'avancement égale. Amplitude 20% constante.

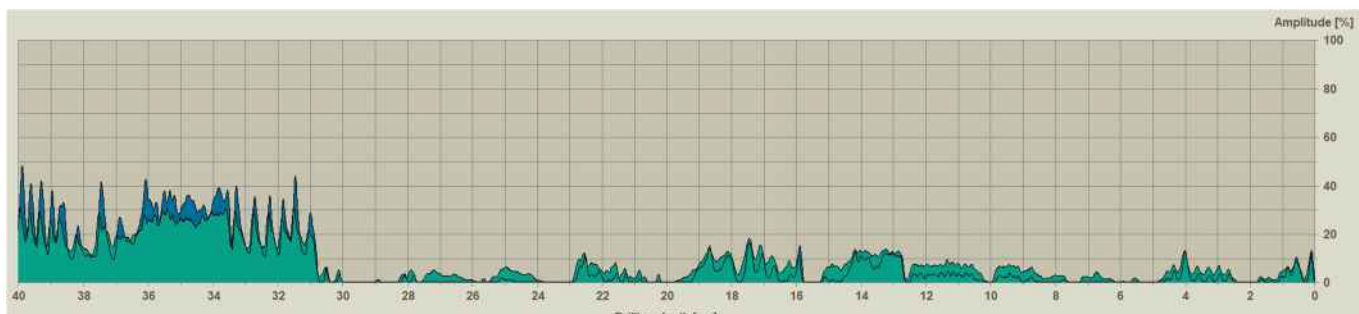
Sondage 1, arbalétrier files 6/A au droit de l'appui :



Percement sur 40 cm : absence de matière ou matière dégradé = ————
Perte de section importante au droit de l'assemblage plus de 10 cm sur 40 cm de matière sondé.
Amplitude moyenne 10% soit 50% de réduction au droit du sondage.

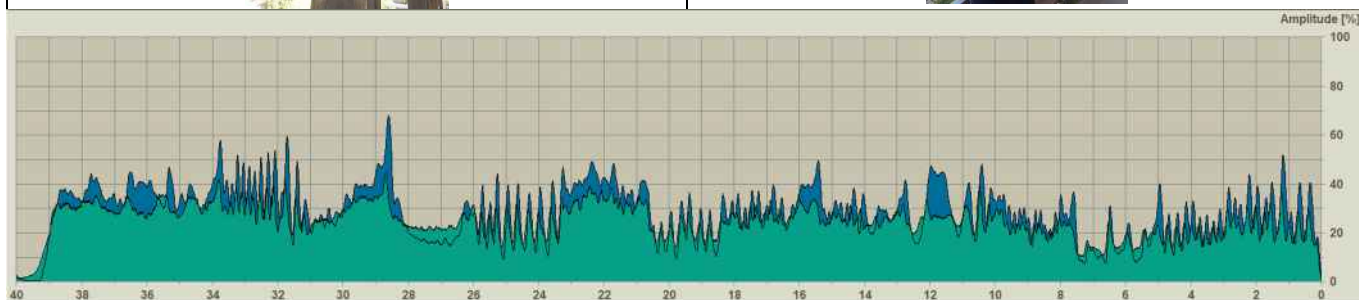
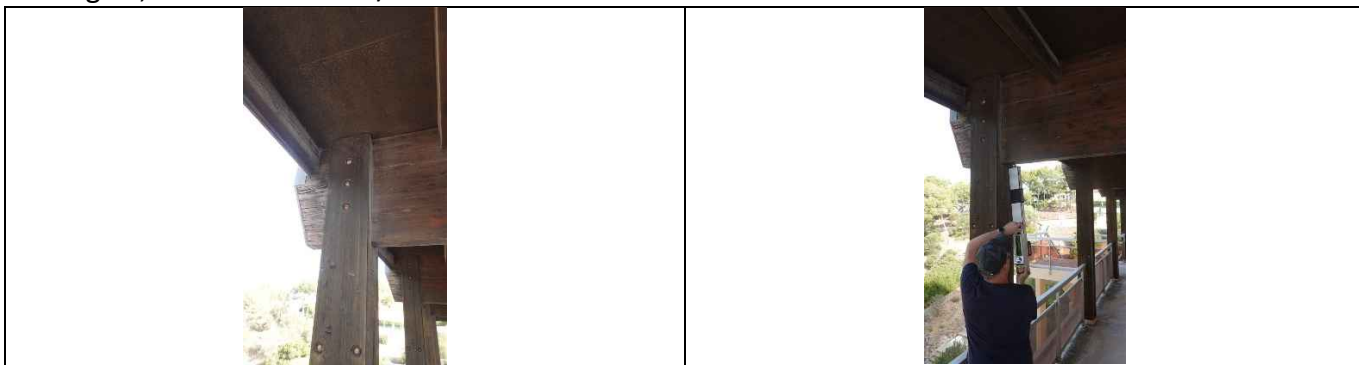
Sondage 2, arbalétrier files 5/A :





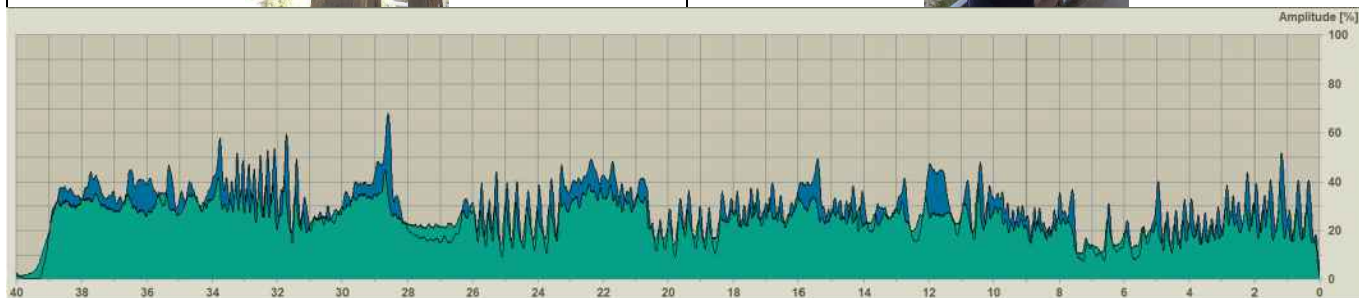
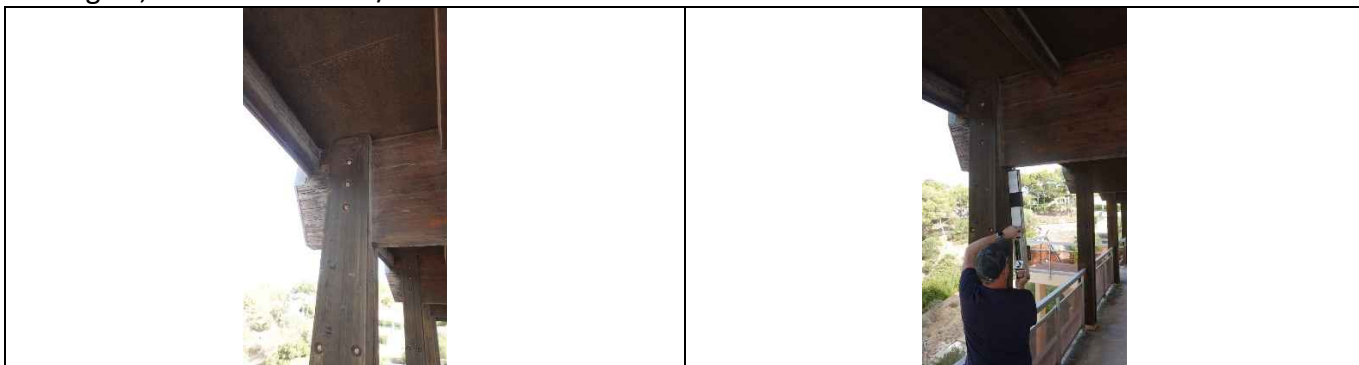
Perte de section importante au droit de l'assemblage plus de 30 cm sur 40 cm de matière sondée ...

Sondage 3, arbalétrier files 4/A :



40 cm de matière sondée. Amplitude moyenne 20%. Bonne résistance de la section proche du poteau bois.

Sondage 4, arbalétrier files 4/A :



40 cm de matière sondée. Amplitude moyenne 20%. Bonne résistance de la section proche du poteau bois.

Sondage 5, poteau bois files 6/A à 20 cm du sol :



Sondage 5a



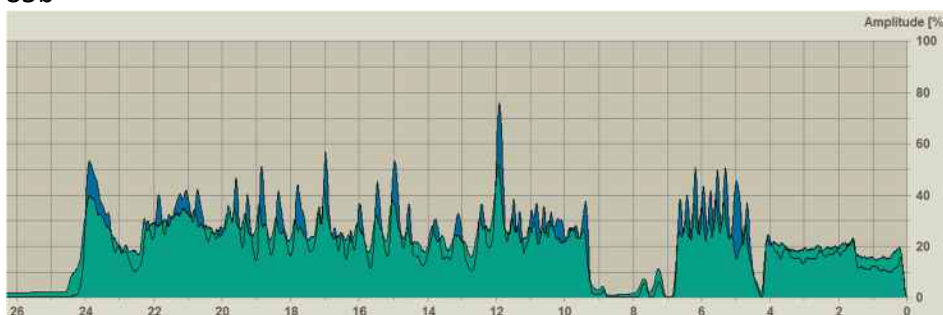
Sondage 5b

S5a :



Perte de section importante au droit de l'assemblage plus de 6 cm sur 24 cm de matière sondé.
Amplitude moyenne 18% soit 10% de réduction au droit du sondage.

S5b



Perte de section au droit de l'assemblage plus de 3 cm sur 24 cm de matière sondé. Amplitude moyenne 18% soit 10% de réduction au droit du sondage.

Sondage 6, poteau bois files 3/A à 30 cm et à 150 cm du sol :

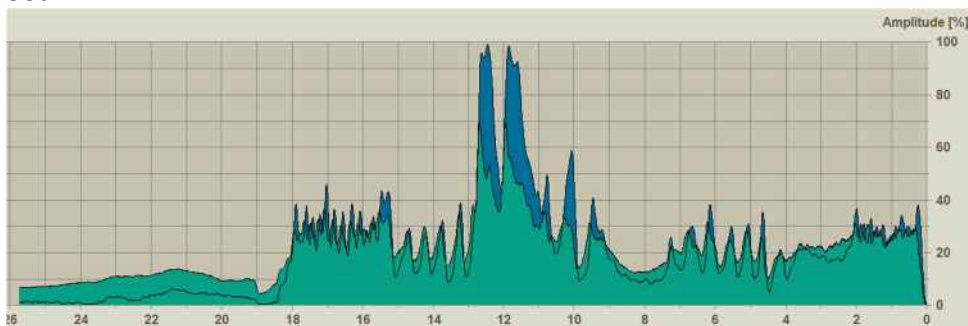


Sondage 6a



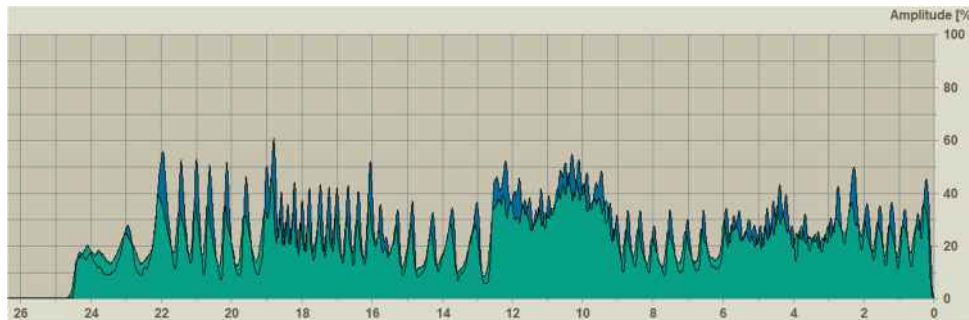
Sondage 6b

S6a :



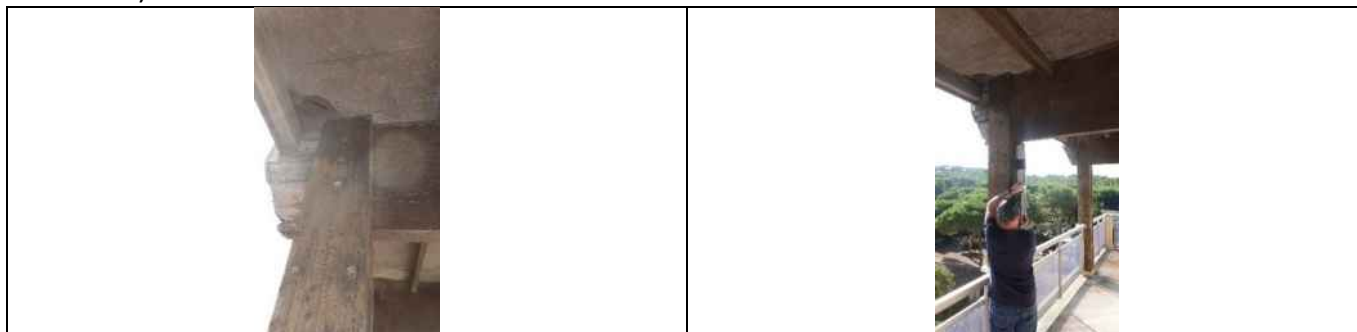
Perturbation du a un nœud au droit du sondage entre 11 et 13 cm. Perte de section de 18 cm jusqu'à 24 cm : 6 cm. Amplitude moyenne 18% soit 10% de réduction au droit du sondage.

S6b :



Amplitude moyenne 18% soit 10% de réduction au droit du sondage. Quelques faiblesses de 12 à 15 cm.

Sondage 7, arbalétrier files 5/F (zone est, arbalétrier au droit de la fissure des murs en béton cellulaires) :



Perte de section au droit de l'assemblage à partir de 26 cm soit plus de 14 cm sur 40 cm de matière sondé. Amplitude moyenne 18% soit 10% de réduction au droit du sondage.

2.5 Synthèse découlant de notre visite sur site et des sondages réalisés

La visite sur site pour cette partie du bâtiment nous amène aux constatations suivantes :

- La stabilité semble être assurée par le panneau support de la toiture et les M.O.B. Lors de la réhabilitation cette stabilité devra être vérifiée par la réalisation de sondages ;
- La façade et en particulier les potelets situés au droit des files « B » et « E » apportent des charges sur la dalle béton. Il faudra que le BET béton vérifie la portance de celle-ci ;
- Toiture avec une pente de 1.2% très inférieure à la pente normative de 3% minimum ;
- Il semblerait que l'étanchéité soit assez récente et est posé directement sur une ancienne couverture de type bardeau bitumineux. Un échantillon a été prélevé et remis au MOA pour analyse ;
- Les abouts d'arbalétrier soumis aux intempéries et sont très détériorés. Les sondages effectués au Résistographe montrent une perte de section considérable au droit de la jonction arbalétriers/poteaux bois ;
- Les abouts des poteaux bois supportant les arbalétriers sont eux aussi très détériorés. Les sondages effectués au Résistographe montrent une perte de section considérable au droit de la jonction ferrure/poteau bois ;
- Certains panneaux bois support d'étanchéité en extérieur sont très détériorés.

Il semblerait qu'une rénovation ait eu lieu il y a de cela quelques années. Une nouvelle étanchéité a été mise en œuvre sur la toiture existante, les arbalétriers ont été coupés et protégés par de petites couvertines en zinc et la mise en œuvre d'une planche d'about. Ces travaux n'ont pas permis de palier aux différentes pathologies relevées.

3 ANALYSE CALCULATOIRE

3.1 CLASSE DE RESISTANCE PRISE EN COMPTE

Pour le bois massif, nous prendrons les résistances conformes à la NF EN 338 : bois de structure – classes de résistance année 2021 :

Tableau 1 — Classes de résistance des bois résineux en fonction des essais de flexion sur chant: valeurs de résistance, de rigidité et de masse volumique

	Classe	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Propriétés de résistance en N/mm²													
Flexion	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Traction axiale	$f_{t,k}$	7,2	8,5	10	11,5	13	14,5	16,5	19	22,5	26	30	33,5
Traction transversale	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Compression axiale	$f_{c,k}$	16	17	18	19	20	21	22	24	25	27	29	30
Compression transversale	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0
Cisaillement	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Propriétés de rigidité en kN/mm²													
Module d'élasticité moyen en flexion axiale	$E_{0,05,moyen}$	7,0	8,0	9,0	9,5	10,0	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
Module d'élasticité caractéristique à 5% d'exclusion en flexion axiale	$E_{0,05,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,1	10,7
Module d'élasticité transversal moyen	$E_{0,05,moyen}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Module de cisaillement moyen	$G_{0,05,moyen}$	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Masse volumique en kg/m³													
Masse volumique caractéristique à 5% d'exclusion	$\rho_{k,05}$	290	319	320	330	340	350	363	380	390	400	410	430
Masse volumique moyenne	ρ_{moyen}	350	379	380	400	410	420	430	460	470	480	490	520

Nota : nous prendrons la classe C18 pour les éléments de charpente (présence de gros nœuds, fentes, ...).

Pour le lamellé collé, nous prendrons les résistances conformes à la NF EN 14080 : bois de structure – classes de résistance – GL24h

Propriété	Symbole	Classe de résistance du bois lamellé-collé						
		GL 20h	GL 22h	GL 24h	GL 26h	GL 28h	GL 30h	GL 32h
Résistance à la flexion	$f_{m,0,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Résistance à la traction	$f_{t,0,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,4	24	25,6
	$f_{t,90,k}$				0,5			
Résistance à la compression	$f_{c,0,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c,90,k}$				2,5			
Résistance au cisaillement (cisaillement et torsion)	$f_{v,0,k}$				3,5			
Résistance au cisaillement roulant	$f_{r,0,k}$				1,2			
Module d'élasticité	$E_{0,05,moyen}$	8 400	10 500	11 500	12 100	12 600	13 600	14 200
	$E_{0,05}$	7 000	8 800	9 600	10 100	10 500	11 300	11 800
	$E_{90,05,moyen}$				300			
	$E_{90,05}$				250			
Module de cisaillement	$G_{0,05,moyen}$				650			
	$G_{0,05}$				540			
Module de cisaillement roulant	$G_{r,05,moyen}$				65			
	$G_{r,05}$				54			
Masse volumique	$\rho_{0,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{0,moyen}$	370	410	420	445	460	480	490

3.2 HYPOTHESES DE CALCUL

3.2.1 Charges permanente (poids propre de la structure pris en compte par les logiciels)

A. Zone est

Charges permanentes actuelle :

▪ Etanchéité autoprotégée :	11 daN/m²
▪ Ancienne étanchéité :	10 daN/m²
▪ Panneaux CTBH 25 mm :	16 daN/m²
▪ Faux plafond coupe-feu en 18 mm sur rails :	20 daN/m²
▪ Divers :	5 daN/m²
▪ TOTAL :	62 daN/m²

PP charpente bois pris en compte par logiciel.

Pour les zones extérieures sans faux plafond : 40 daN/m².

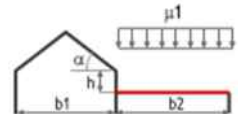
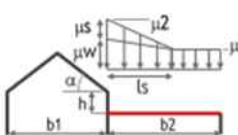
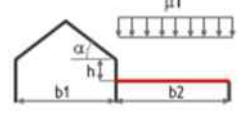
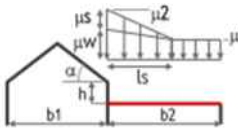
Charges permanentes actuelle :

▪ Etanchéité autoprotégée :	11 daN/m ²
▪ Ancienne étanchéité :	10 daN/m ²
▪ Panneaux CTBH 25 mm :	16 daN/m ²
▪ Faux plafond en dalles 60x60 cm :	5 daN/m ²
▪ Divers :	5 daN/m ²
▪ TOTAL :	47 daN/m ²

PP charpente bois pris en compte par logiciel.

Pour les zones extérieures sans faux plafond : 40 daN/m².

3.2.2 Neige « S »

Caractéristiques générales des charges de neige		
Région	A2	
s_{k0}	45 daN/m ²	Valeur caractéristique de la charge de neige au niveau de la mer
s_k	45 daN/m ²	Valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol pour l'altitude considérée
s_{Ad}	100 daN/m ²	Valeur de la charge exceptionnelle de neige sur le sol : s_{Ad}
Charges de neige S (Normale), Sa (Accidentelle)		
Valeur caractéristique (s_k) et exceptionnelle (s_{Ad}) de la charge de neige sur le sol pour l'altitude considérée		
Région de neige : A2 ; Altitude : 55m		
s_k	45daN/m ²	$s_k = s_{k0} = 45daN/m^2$
s_{Ad}	100daN/m ²	$s_{Ad} = C_{es1}s_{k0} = 2.22 \times 45 = 100daN/m^2$
Coefficients		
C_e	1	Coefficient d'exposition (Site normal)
C_t	1	Coefficient thermique
Sans dispositifs de retenue de neige		
Cas de neige : S1		
	$S_1 = \mu_1 C_t C_e s_k + s_{ice} = 0.8 \times 1 \times 1 \times 45 + 20 = 56daN/m^2$ $\mu_1 = 0.8$	
Cas de neige : S2		
	$S_2 = \mu_2 C_t C_e s_k + s_{ice} = 2.8 \times 1 \times 1 \times 45 + 20 = 146daN/m^2$ $\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0 + 2.8 = 2.8$ $\mu_s = 0.0$ $S_1 = \mu_1 C_t C_e s_k + s_{ice} = 0.8 \times 1 \times 1 \times 45 + 20 = 56daN/m^2$ $\mu_1 = 0.8$ $l_s = \text{Min}(2h, 5m) = \text{Min}(2 \times 130, 500) = 500\text{cm}$	
Cas de neige : Sa1		
	$S_{a1} = \mu_1 C_t C_e s_{Ad} + s_{ice} = 0.8 \times 1 \times 1 \times 100 + 20 = 100daN/m^2$ $\mu_1 = 0.8$	
Cas de neige : Sa2		
	$S_{a2} = \mu_2 C_t C_e s_{Ad} + s_{ice} = 2.8 \times 1 \times 1 \times 100 + 20 = 300daN/m^2$ $\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0 + 2.8 = 2.8$ $\mu_s = 0.0$ $S_{a1} = \mu_1 C_t C_e s_{Ad} + s_{ice} = 0.8 \times 1 \times 1 \times 100 + 20 = 100daN/m^2$ $\mu_1 = 0.8$ $l_s = \text{Min}(2h, 5m) = \text{Min}(2 \times 130, 500) = 500\text{cm}$	

Représentation des cas de charge de neige

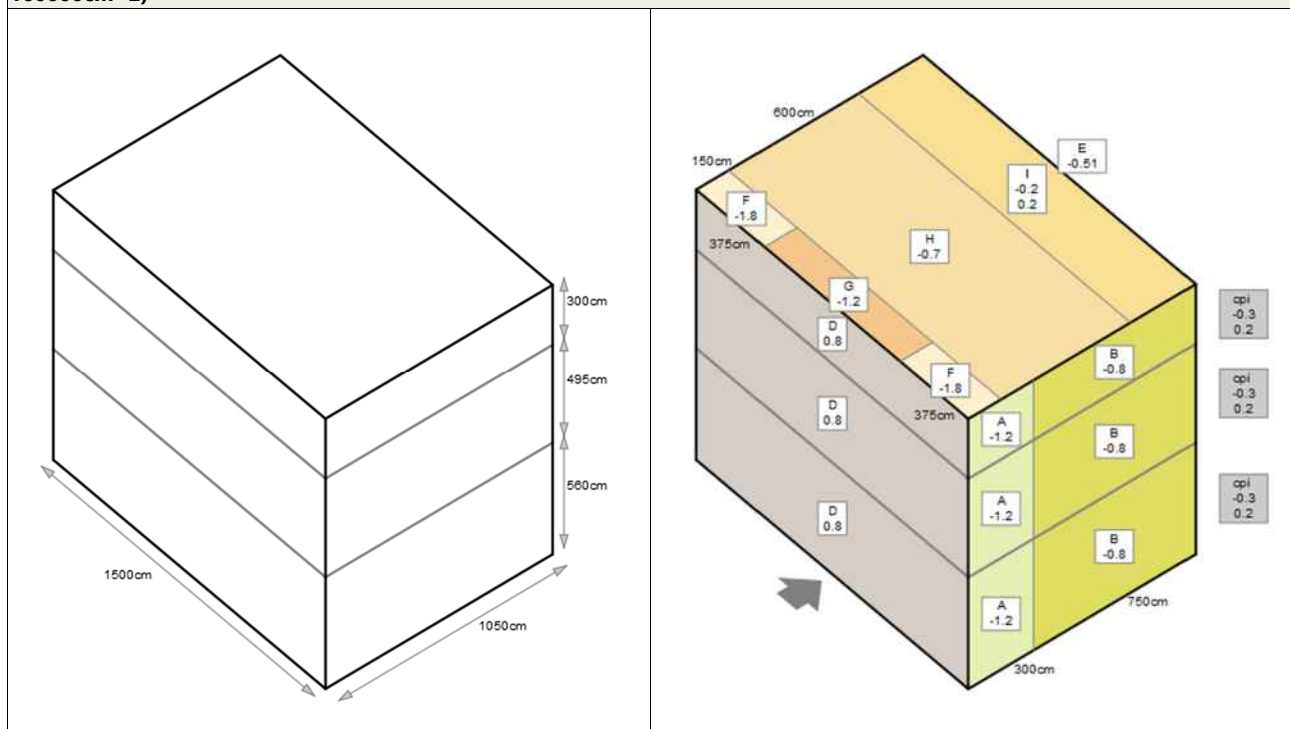
Neige "normale" : Situation de projet durable / transitoire (daN/m ²)	Neige accidentelle : Situation de projet accidentelle (daN/m ²)

3.2.3 Vent « W »

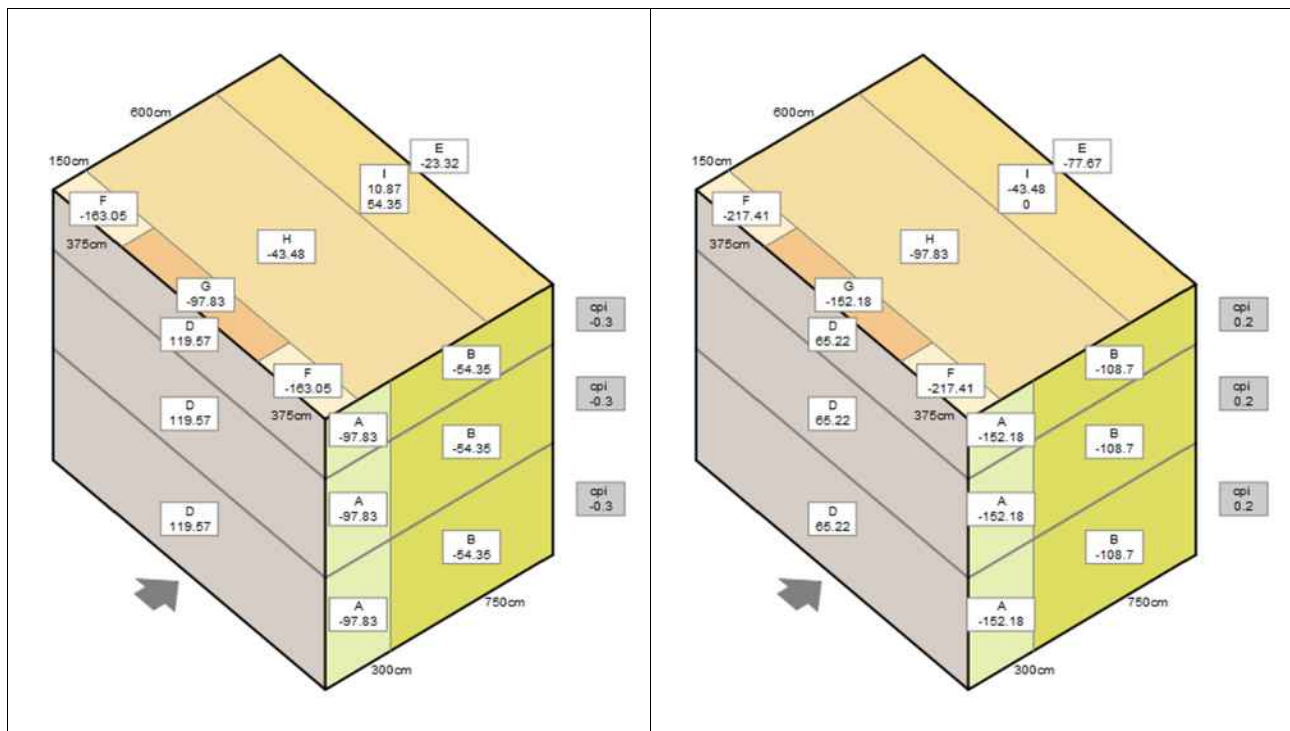
Caractéristiques générales des charges de vent		
Région	2	
Rugosité du terrain	(0) Plan d'eau sup. à 5 km	
Orographie du terrain	Terrain plat ou de faible pente (Inférieur à 5%)	
z	1355 cm	Hauteur de calcul de la pression dynamique du vent
v_b	24m/s	Vitesse de référence du vent
$q_p(z)$	108.7 daN/m ²	Pression dynamique de pointe pour la hauteur de calcul z

VENT DIRECTION X+ sur long pan

Vent X+ : Coefficients de pression Cpe et Cpi (Surface de référence toiture = 100000cm²) (Surface de référence murs = 100000cm²)



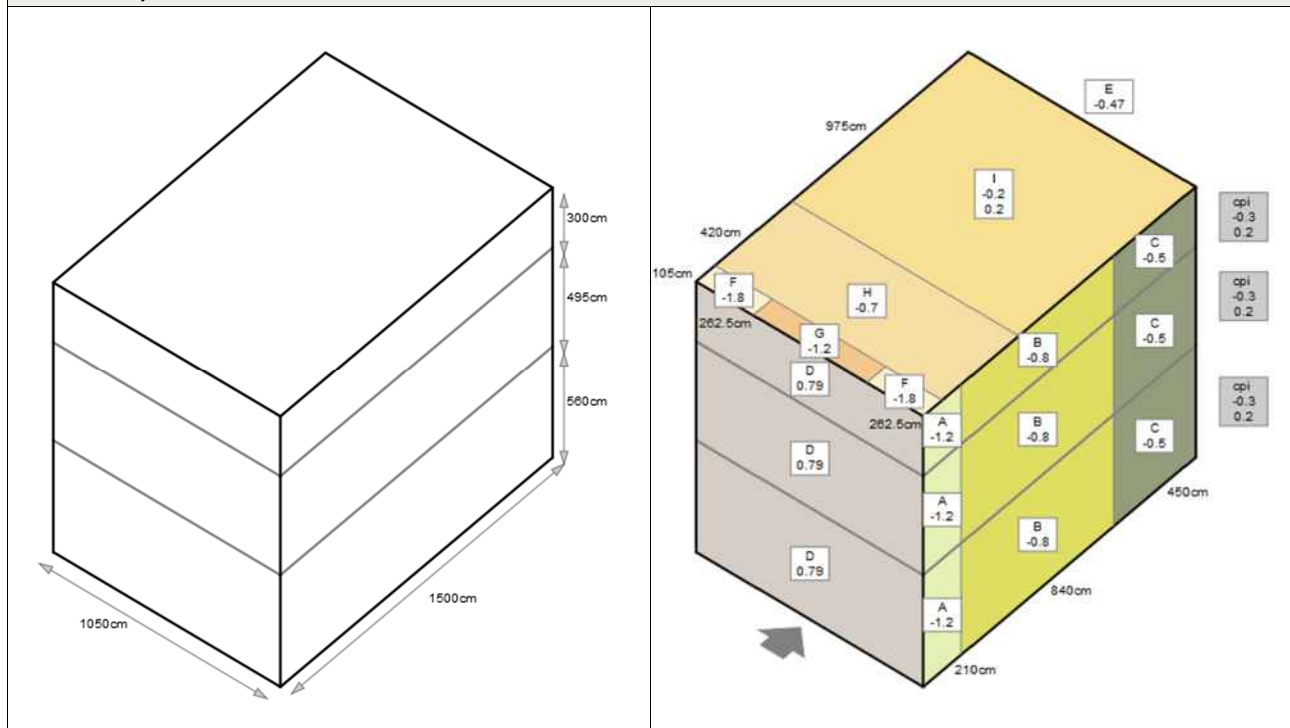
Vent X+ : Pressions sur zones (Surface de référence toiture = 100000cm²) (Surface de référence murs = 100000cm²) (daN/m²)



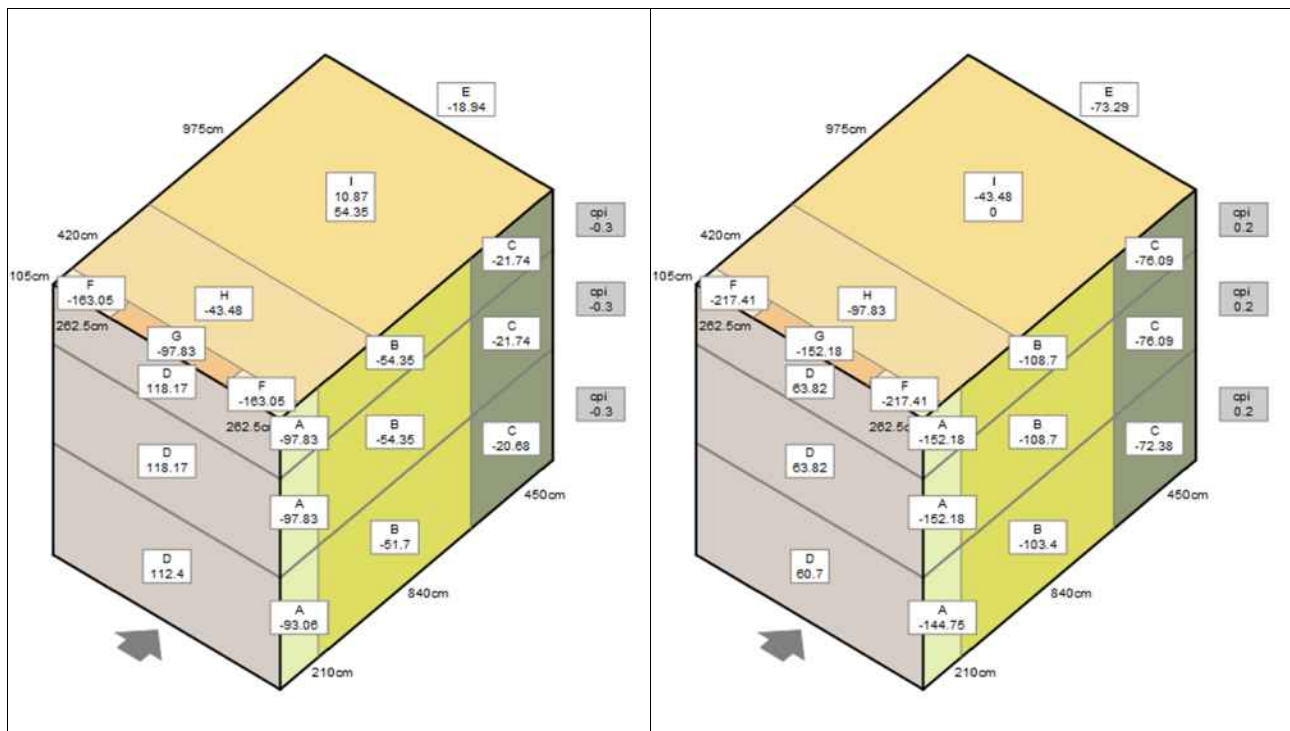
Particularité sur les porte-à-faux en débord : $c_{pi} = 0.8$

VENT DIRECTION Y+ sur pignon

Vent Y+ : Coefficients de pression Cpe et Cpi (Surface de référence toiture = 100000cm^2) (Surface de référence murs = 100000cm^2)



Vent Y+ : Pressions sur zones (Surface de référence toiture = 100000cm^2) (Surface de référence murs = 100000cm^2) (daN/m²)



Particularité sur les porte-à-faux en débord : cpi = 0.8

3.3 COMBINAISONS EC5 ETUDIEES

Cas élémentaires

Id	N	Coef.	Rac.	Nom
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	G	Charges permanentes
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Q	Charges d'exploitation
3	<input checked="" type="checkbox"/>	1	S	Neige Accu
4	<input checked="" type="checkbox"/>	1	W	Vent normal X
5	<input checked="" type="checkbox"/>	1	W2	Vent normal Y

Combinaisons linéaires

MANUEL AUTOMATIQUE SUPPRIMER SUPPRIMER TOUT IMPORT EXPORT

N0	S	ELU-STR
1	<input type="checkbox"/>	1.35 * G
2	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * Q
3	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * Q + 0.75 * S
4	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * Q + 0.9 * W
5	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * Q + 0.9 * W2
6	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * Q + 0.75 * S + 0.9 * W
7	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * Q + 0.75 * S + 0.9 * W2
8	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * S
9	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * S + 1.05 * Q
10	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * S + 0.9 * W
11	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * S + 0.9 * W2
12	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * S + 1.05 * Q + 0.9 * W
13	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * S + 1.05 * Q + 0.9 * W2
14	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * W
15	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * W + 1.05 * Q
16	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * W + 0.75 * S
17	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * W + 1.05 * Q + 0.75 * S
18	<input type="checkbox"/>	1.35 * G + 1.5 * W2

19	<input type="checkbox"/>	$1.35 * G + 1.5 * W2 + 1.05 * Q$
20	<input type="checkbox"/>	$1.35 * G + 1.5 * W2 + 0.75 * S$
21	<input type="checkbox"/>	$1.35 * G + 1.5 * W2 + 1.05 * Q + 0.75 * S$
22	<input type="checkbox"/>	$1 * G$
23	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * Q$
24	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * Q + 0.75 * S$
25	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * Q + 0.9 * W$
26	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * Q + 0.9 * W2$
27	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * Q + 0.75 * S + 0.9 * W$
28	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * Q + 0.75 * S + 0.9 * W2$
29	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * S$
30	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * S + 1.05 * Q$
31	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * S + 0.9 * W$
32	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * S + 0.9 * W2$
33	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * S + 1.05 * Q + 0.9 * W$
34	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * S + 1.05 * Q + 0.9 * W2$
35	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W$
36	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W + 1.05 * Q$
37	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W + 0.75 * S$
38	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W + 1.05 * Q + 0.75 * S$
39	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W2$
40	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W2 + 1.05 * Q$
41	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W2 + 0.75 * S$
42	<input type="checkbox"/>	$1 * G + 1.5 * W2 + 1.05 * Q + 0.75 * S$

3.4 FLECHES ADMISSIBLES

(Flèches instantanées)

Critère :

$$f_{\text{inst}} \leq f_{\text{inst_adm}}$$

$$f_{\text{inst_adm}} = L/300$$

ELS-UFIN (Flèches finales)

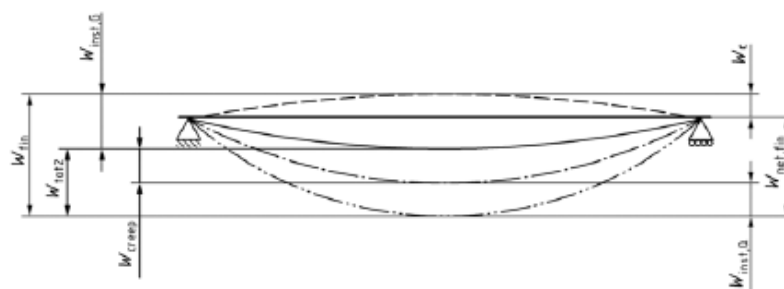
Critère :

$$f_{\text{fin}} \leq f_{\text{fin_adm}}$$

$$f_{\text{fin_adm}} = L/200$$

Flèches admissibles, Eurocode 5 :

- $W_{\text{inst},Q}$ qui est la flèche instantanée due aux charges variables ;
- $W_{\text{net,fin}}$ qui est la flèche totale finale en tenant compte de la contreflèche ;
- W_{creep} qui est la flèche de fluage ;
- W_{fin} qui est la flèche totale finale ;
- $W_{\text{tot},2}$ qui est la flèche subie par les éléments de second oeuvre (éléments fragiles) avec $W_{\text{tot},2} = W_{\text{fin}} - W_{\text{inst}}$. G_2 ou G_2 est la charge permanente des éléments de second oeuvre et de tous les matériaux mis en oeuvre après ces éléments.



Avec les vérifications suivantes :

		Poutres de portée entre appuis L			
		Rappel de l'Eurocode 5			Utiliser en complément
		$W_{inst,Q}$	$W_{net,fin}$	W_{fin}	W_{tot2}
courants	Chevrons ne supportant pas de matériaux fragiles	-	L/150	L/125	-
	Elements structuraux ne supportant pas de matériaux fragiles	L/300	L/200	L/125	-
	Elements structuraux supportant des plafonds en plaques de plâtre ou similaire	L/300	L/200	L/125	L/350

Note sur les limites en déformée qui seront prises dans la vérification des structures :

Afin d'éviter les désordres potentiel sur les éléments fragile de second œuvre, nous devons conformément à l'EN 1995-1 et au DTU 31.1 limiter la flèche dite active W_{tot2} à L/400, plafond en plâtre.

Nota charges pour éléments fragile supportés :

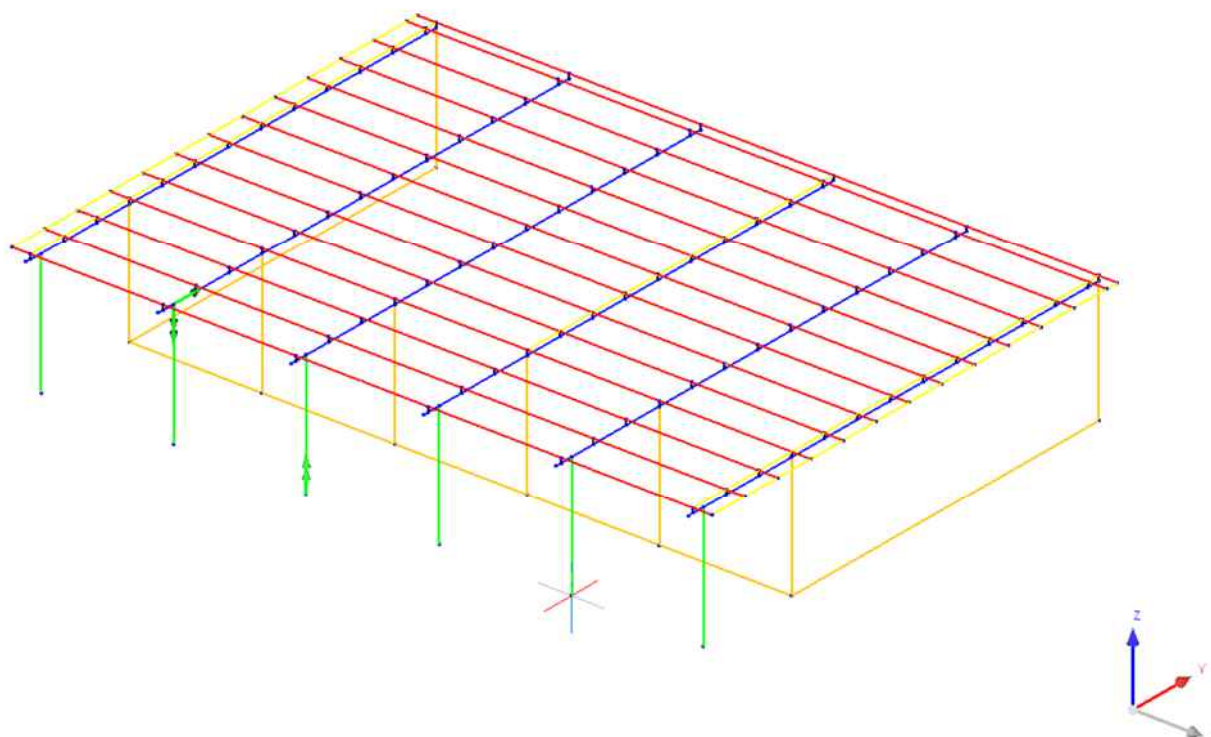
Cette vérification ne sera pas effectuée. Elle devra l'être lors des travaux de confortement.

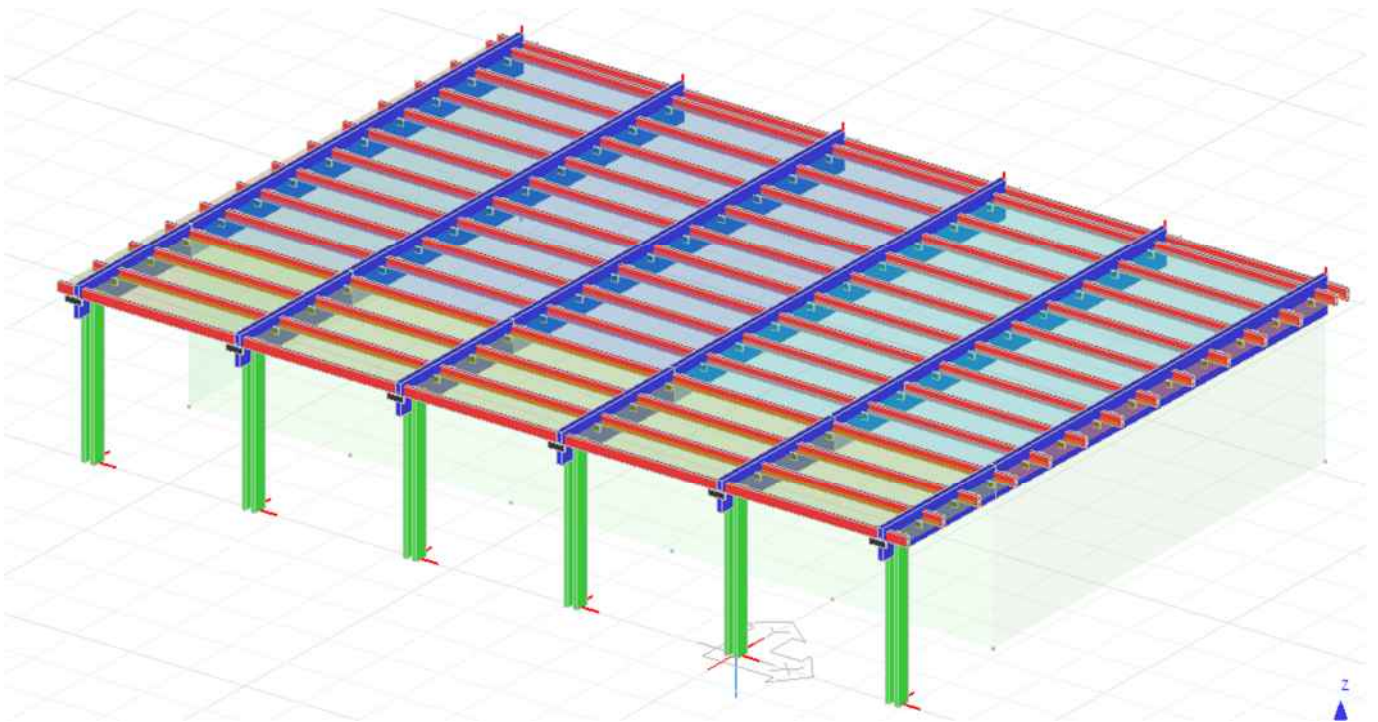
3.5 MODELISATIONS

3.5.1 Géométrie de calcul

La géométrie de calcul est issue du relevé et des plans réalisés et présentés dans les paragraphes précédents. Le calcul se fera sans réduction de section. Les deux zones étant géométriquement très proches, une seule vérification calculatoire sera menée.

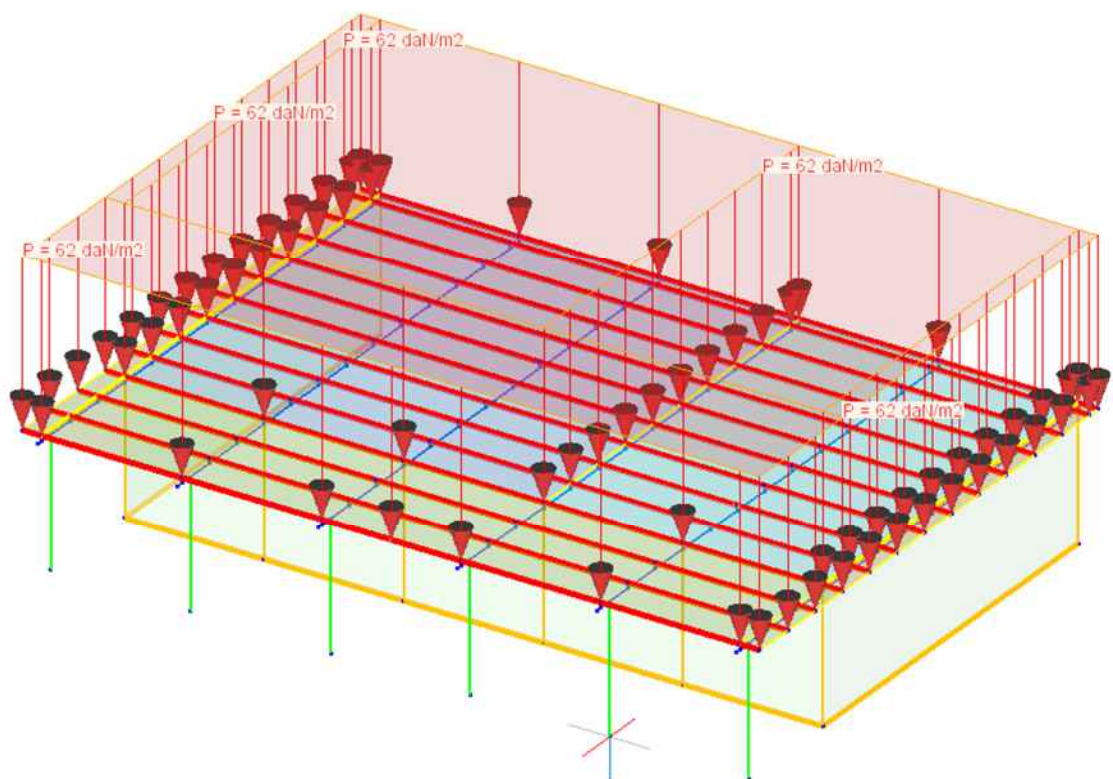
Géométrie :



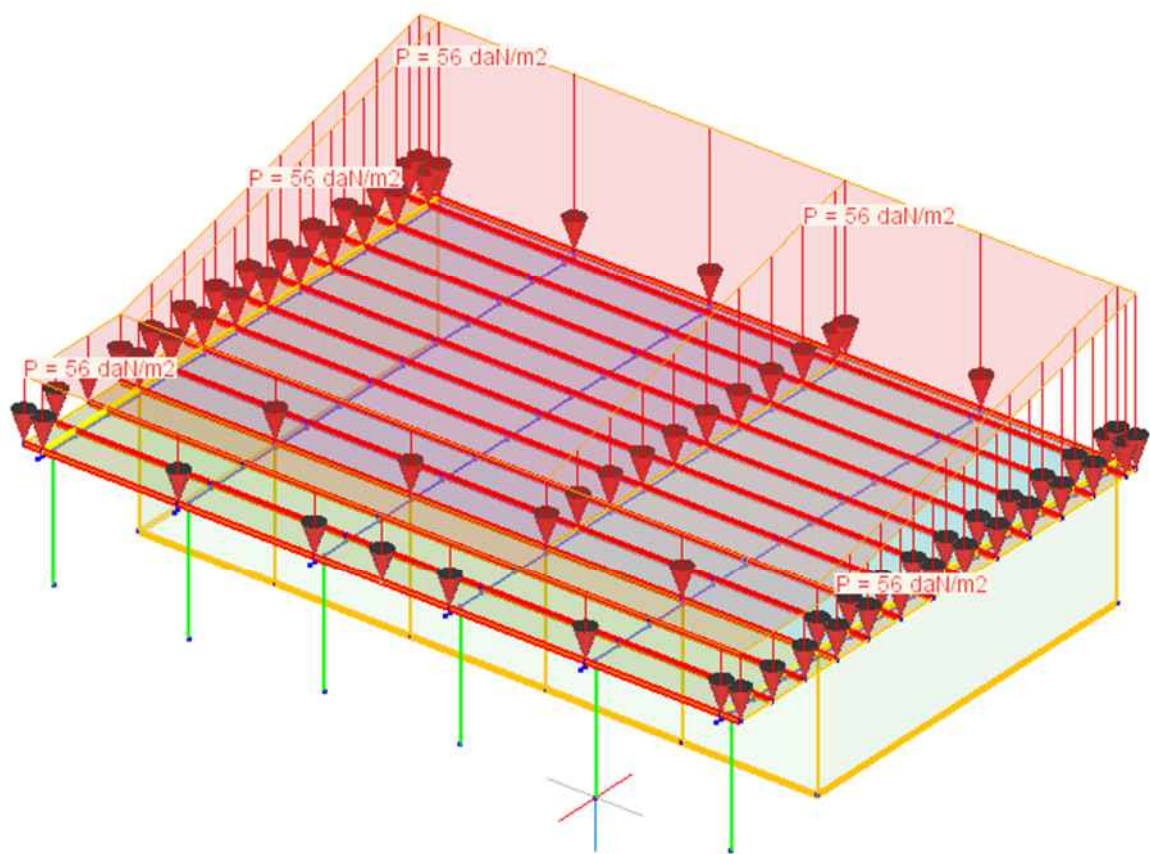


3.5.2 Chargements (charges surfaciques)

A. Charge permanente « G »

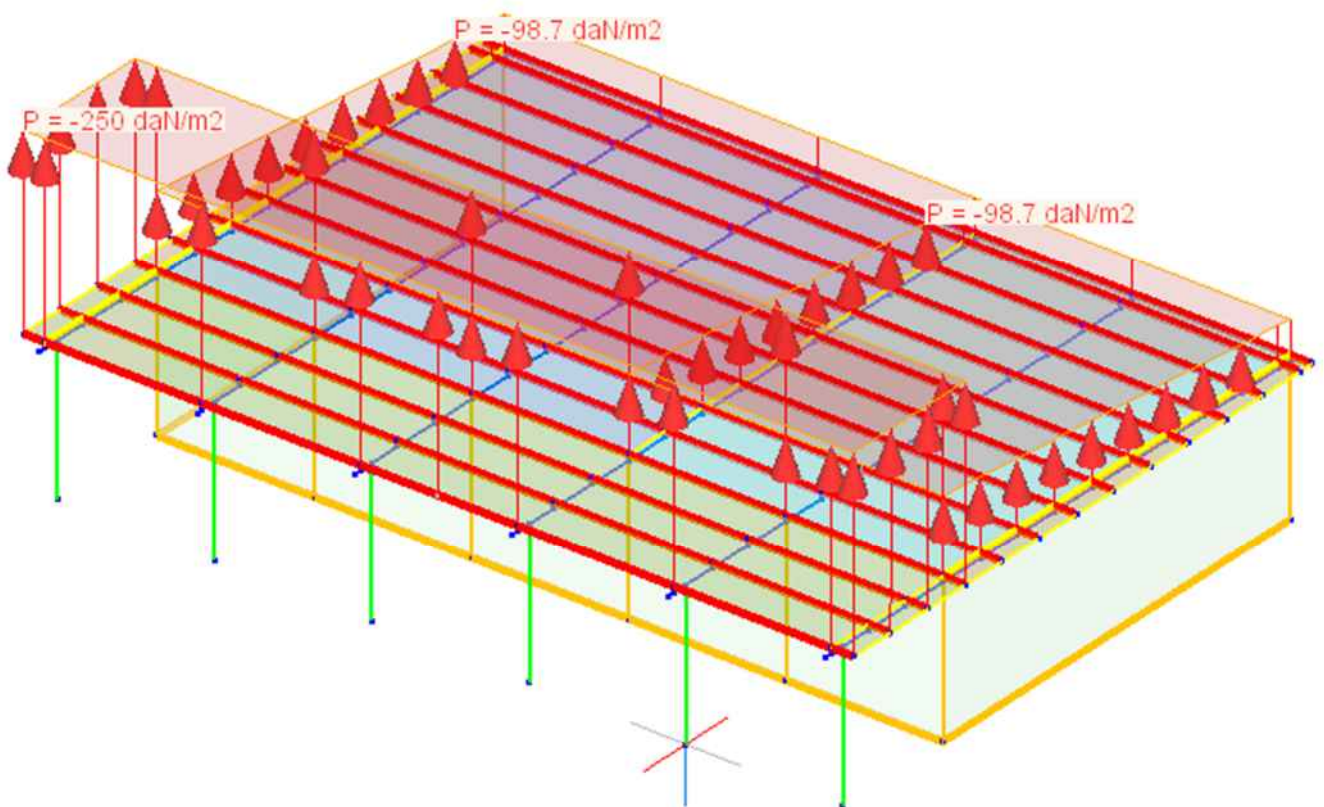


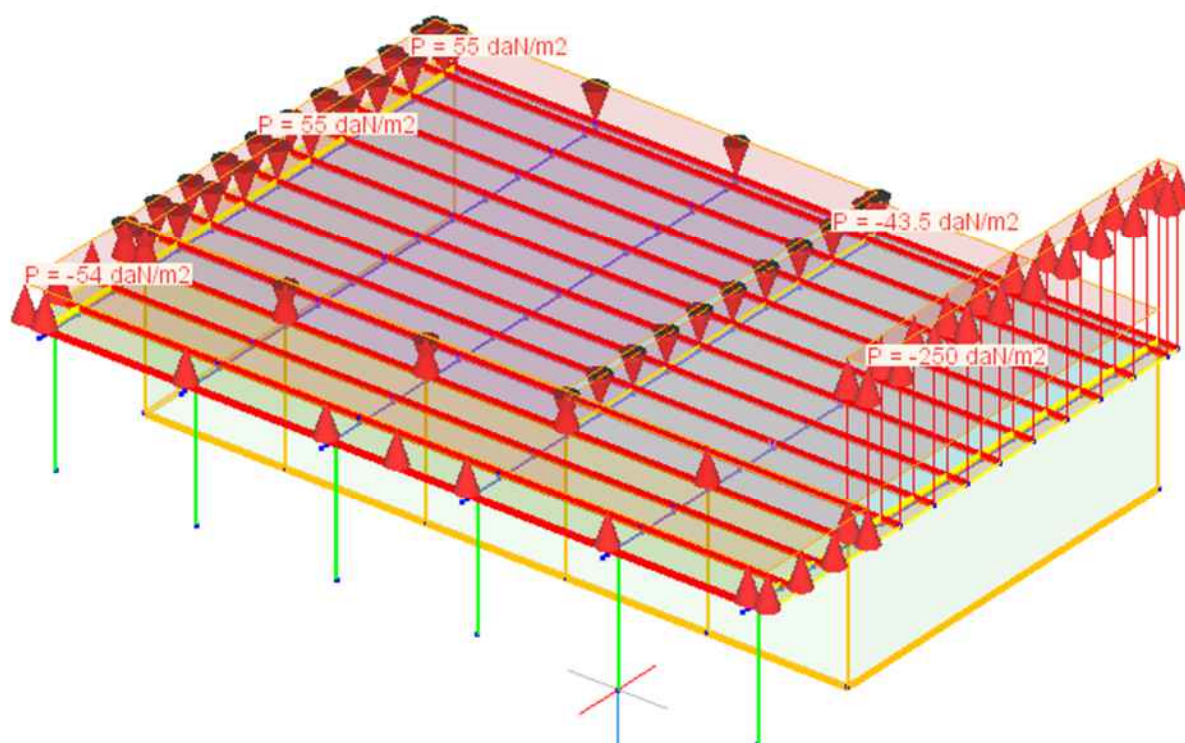
B. Neige « S »



Nota important : lors des confortement, l'étude de l'impact de la neige sur la structure, sera à discuter avec le bureau de contrôle.

C. Vent x « W »



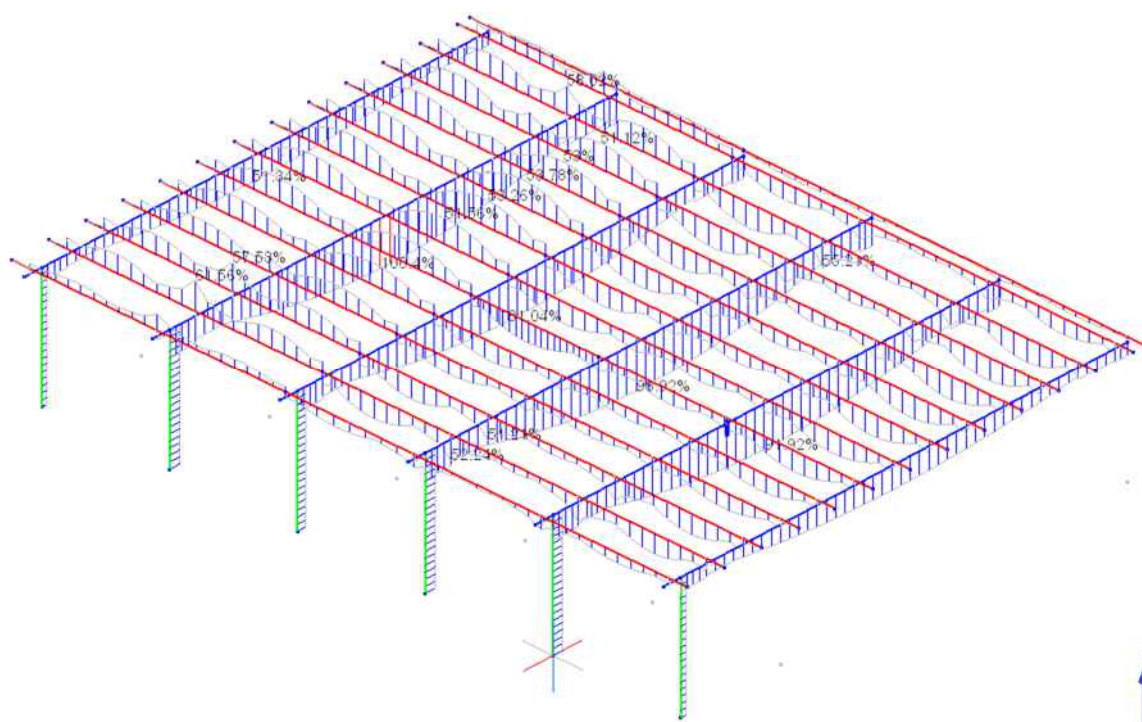


Nota : le vent sur les façades ne sera pas vérifié : stabilité.

Lors des confortements et après sondage des parois amianté, non compris dans ce diagnostic, une vérification calculatoire devra être réalisé.

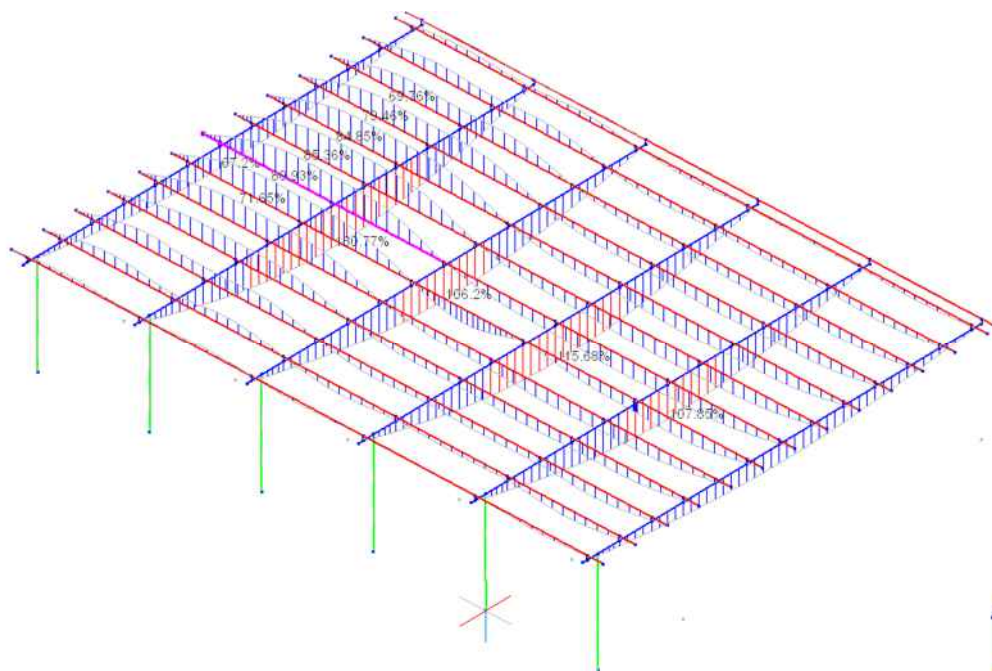
3.6 Résultats calculatoires sous charges permanentes et climatiques avec un bâtiment sain et sans pathologie

3.6.1 Taux de travail ELU, bâtiment sans pathologie



Taux de travail < à 100.4% (OK)

3.6.2 Déformées ELS, bâtiment sans pathologie



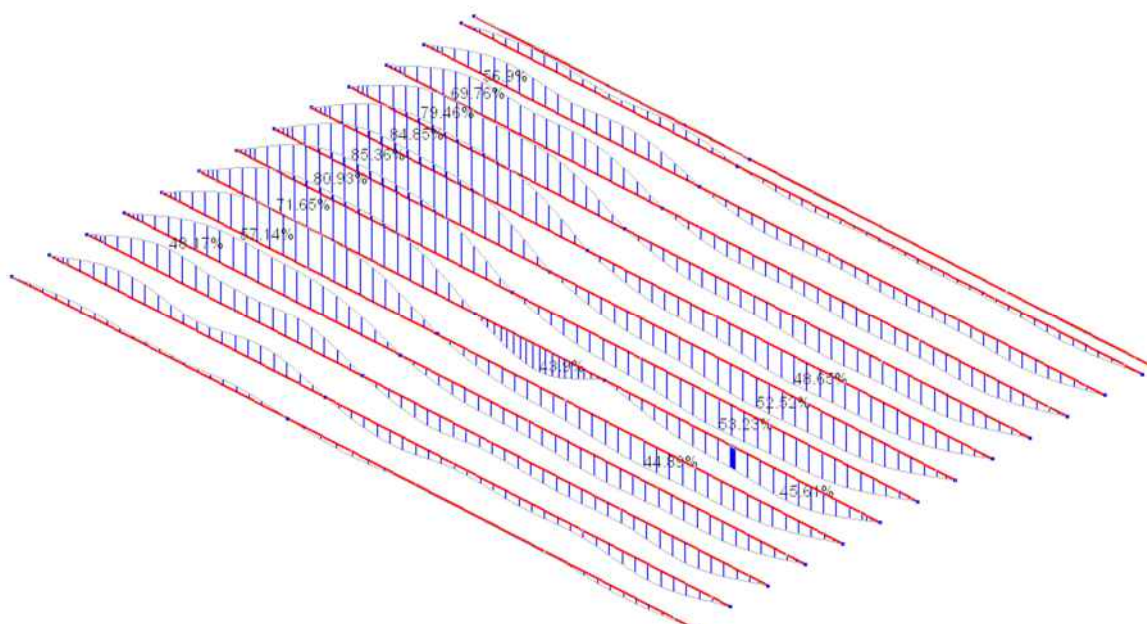
Arbalétriers maximum 130 %

$\frac{w_{max}}{w_{max,adm}}$	$\frac{w_{fin}-w_i}{w_{max,fin,adm}}$
$\frac{3.26}{3.57} = 90.95\%$ 12: S+0.7Q+0.6W2 (LC2) (L/300)	$\frac{7-0}{5.36} = 130.77\%$ 13: G+S+0.7Q+0.6W2 (LC3) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=1.69cm)
$\frac{w_{max}}{w_{max,adm}}$	$\frac{w_{fin}-w_i}{w_{max,fin,adm}}$
$\frac{0.01}{3.57} = 0.21\%$ 17: W2 (LC2) (L/300)	$\frac{0.01-0}{5.36} = 0.11\%$ 9: G+S+0.7Q (LC3) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=0cm)

Nota :

Lors de notre déplacement nous n'avons pas décelé de grosse déformée. Il se peut que les arbalétriers aient été fabriqués avec une contreflèche de fabrication. Avec 2 cm de contreflèche, la déformée aurait été correcte. Il faudra s'en assurer lors de la phase confortement.

- Pannes seules :



Sans prendre en compte la vérification pour plafond fragile, placoplâtre en sous face, la section des

pannes est suffisante : MAX

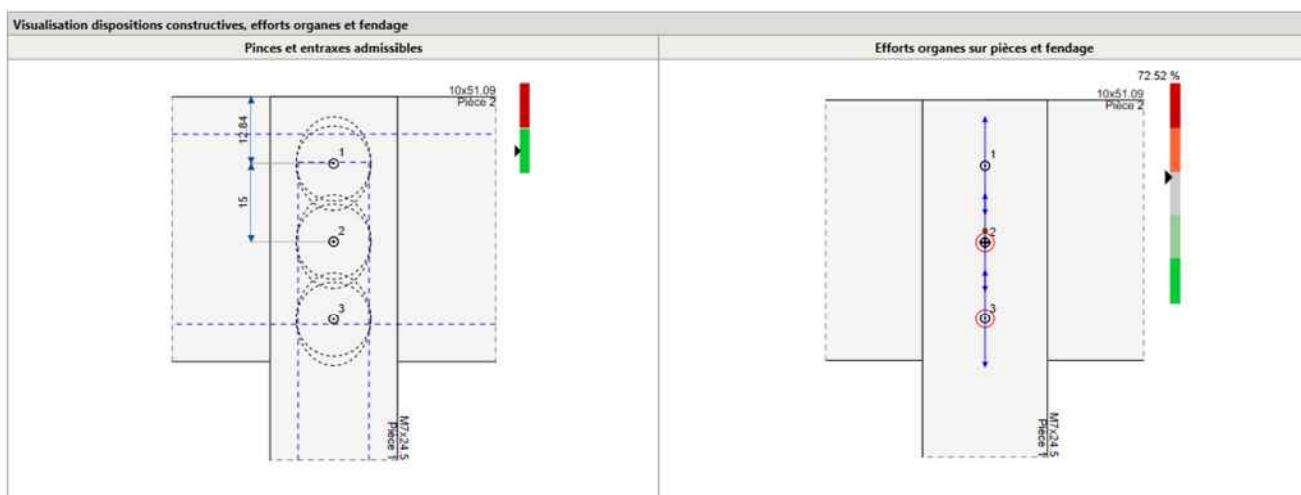
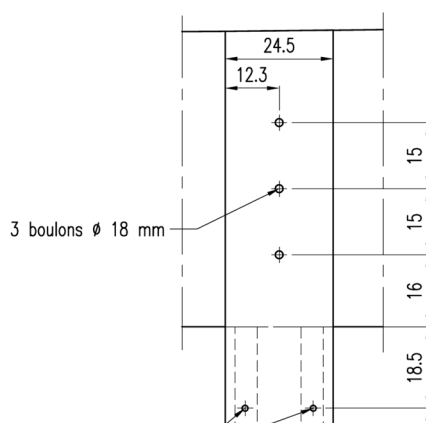
$\frac{w_{max}}{w_{max,adm}}$	$\frac{w_{fin}-w_i}{w_{max,fin,adm}}$
$\frac{1.28}{2.02} = 63.51\%$ 12: S+0.7Q+0.6W2 (LC2) (L/300)	$\frac{2.59-0}{3.03} = 85.36\%$ 13: G+S+0.7Q+0.6W2 (LC3) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=0.59cm)
$\frac{v_{max}}{v_{max,adm}}$	$\frac{v_{fin}-v_i}{v_{max,fin,adm}}$
$\frac{0}{2.02} = 0.17\%$ 11: S+0.7Q+0.6W (LC2) (L/300)	$\frac{0-0}{3.03} = 0.15\%$ 12: G+S+0.7Q+0.6W (LC3) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=0cm)

Nota :

Lors des confortements, une vérification de ces éléments sous charges fragile devra être réalisée.

3.6.3 Assemblages

A. Assemblages arbalétrier/poteaux

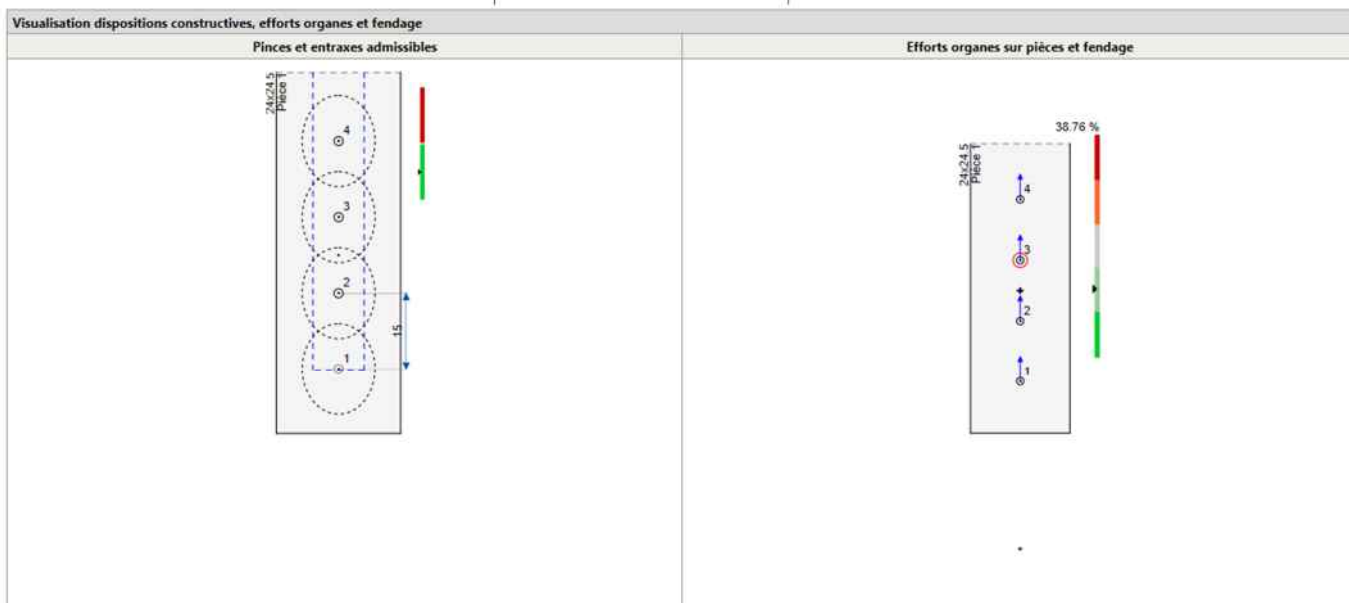
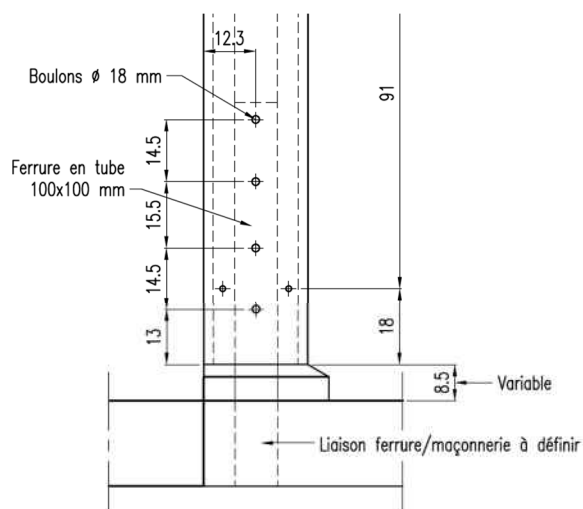


Analyse synthétique des résultats						
Pièce	Configurations	Entraxes admissibles	Pinces admissibles	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[cm]	[cm]	[cm]	-	[%]	[%]
1		$a1 > 9\text{cm}$ $a2 > 7.2\text{cm}$	$a3 > 12.6\text{cm}$ $a4sup > 5.4\text{cm}$ $a4inf > 5.4\text{cm}$		72.52 % FvEd=1157.73 daN ((1) 1.35G+1.5S+1.05Q) Npo=-3473.18 daN Vzpo=0 daN Mypo=0 daN·m	0 % Vzmax=0.01 daN ((1) 1.35G+1.5S)
2		$a1 > 7.2\text{cm}$ $a2 > 7.2\text{cm}$	$a3 > 12.6\text{cm}$ $a4sup > 7.2\text{cm}$ $a4inf > 7.2\text{cm}$		58.14 % FvEd=1157.73 daN ((1) 1.35G+1.5S+1.05Q) Npo=0 daN Vzpo=-3473.18 daN Mypo=0 daN·m	68.82 % Vzmax=3191.39 daN ((1) 1.35G+1.5S+1.05Q)

Exigence ECS : (ECS 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d+1mm

A l'origine, taux de travail maximum : 72.5%

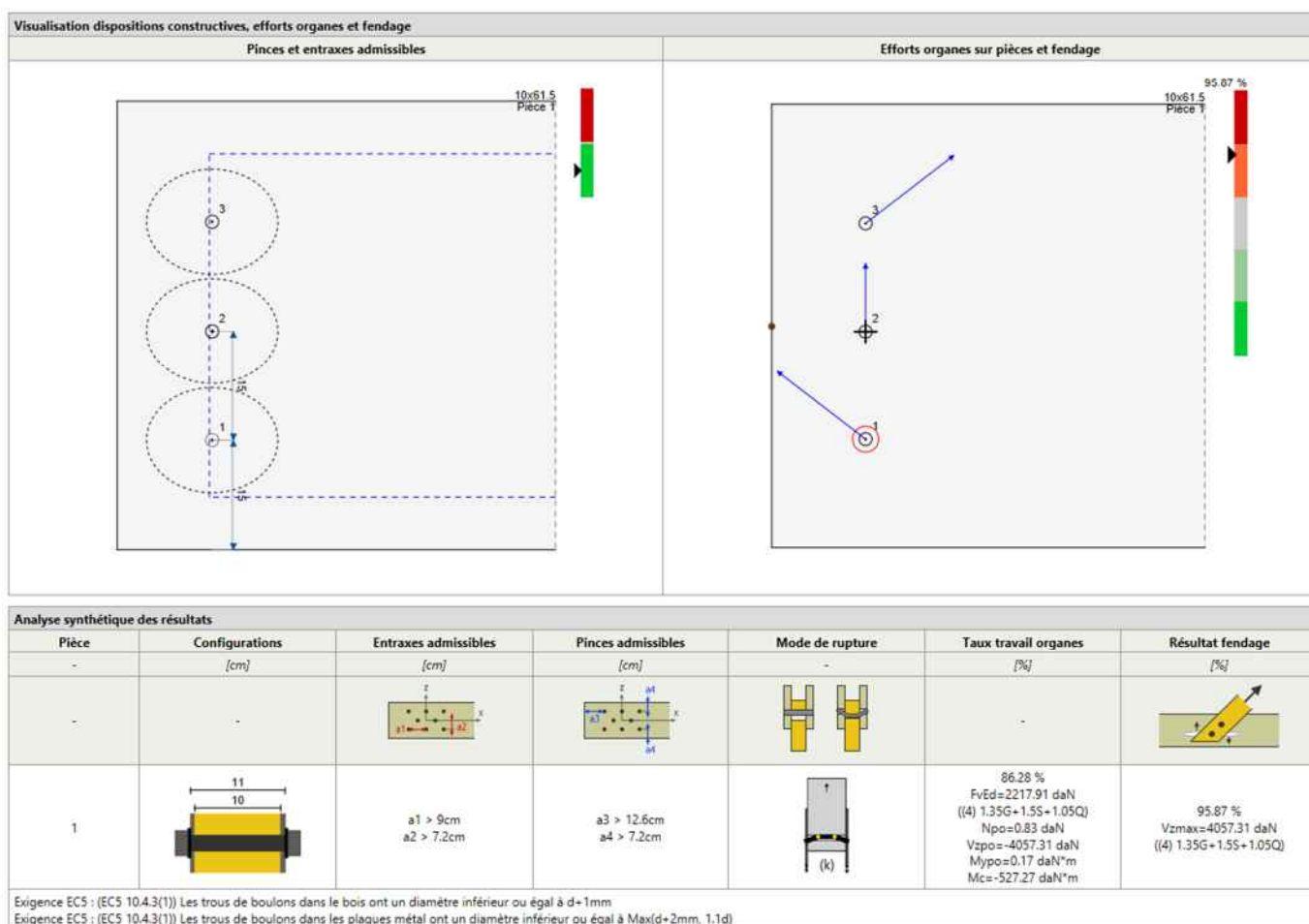
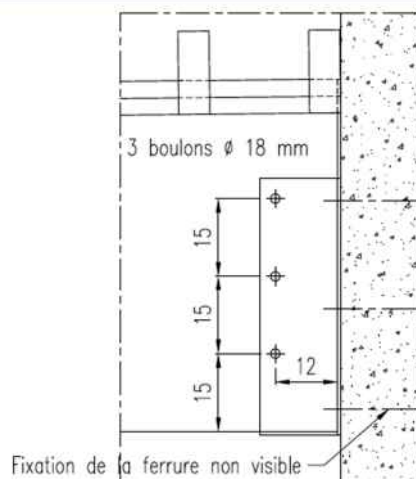
B. Assemblage poteau/platine métallique



Analyse synthétique des résultats						
Pièce	Configurations	Entraxes admissibles	Pinces admissibles	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[cm]	[cm]	[cm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		$a1 > 9\text{cm}$ $a2 > 7.2\text{cm}$	$a3 > 12.6\text{cm}$ $a4 > 7.2\text{cm}$		38.76 % $FvEd=698.07 \text{ daN}$ $((3) 1.35G+1.55+1.05Q)$ $Npo=-2792.28 \text{ daN}$ $Vzpo=0 \text{ daN}$ $Mc=0 \text{ daN}\cdot\text{m}$	0 % $Vzmax=0 \text{ daN}$ $((3) 1.35G+1.55)$
Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à $d=1\text{mm}$ Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans les plaques métal ont un diamètre inférieur ou égal à $\text{Max}(d+2\text{mm}, 1.1d)$						

A l'origine taux de travail maximum : 38.7%

C. Assemblage arbalétrier/ferrure



A l'origine taux de travail maximum : 95.8%

Note : En ce qui concerne la fixation de la ferrure contre la maçonnerie elle n'a pas pu être visitée. Lors des confortements, il faudra réaliser un sondage destructif afin de vérifier cette fixation.

D. Assemblage pannes/arbalétrier

Ces assemblages sont très difficiles à appréhender avec la présence de la toiture et l'accès restreint du au faux-plafond.

Nota :

Lors des confortements, une vérification de ces assemblages devra être réalisée et ils devront être confortés si nécessaire.

3.6.4 Synthèse

A l'origine, sans tenir compte des pathologies énumérées dans les paragraphes précédents, (bois extérieurs dégradés, panneaux support de couverture endommagé, platines corrodées, ...) le bâtiment était correctement dimensionné.

3.7 Résultats calculatoires sous charges permanentes et climatiques avec prise en compte des dégradations constatées

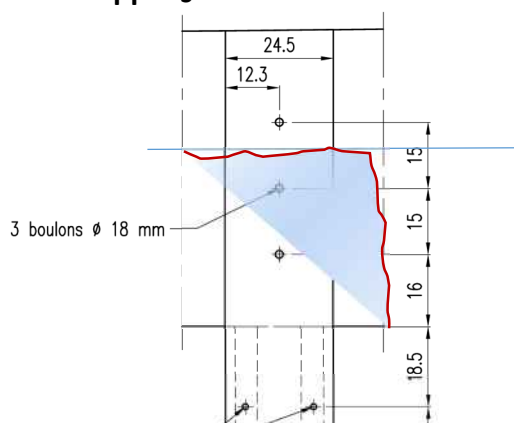
Dans ce paragraphe, nous allons vérifier les assemblages repérés comme détériorés car soumis aux intempéries. Assemblages arbalétrier/poteau bois et poteaux bois/ferrure.

Note : Les pannes qui sont protégées n'ont pas subies de dégradation. **Pour les pannes en égouts fortement dégradées au droit de leurs appuis, elles devront être confortées.**

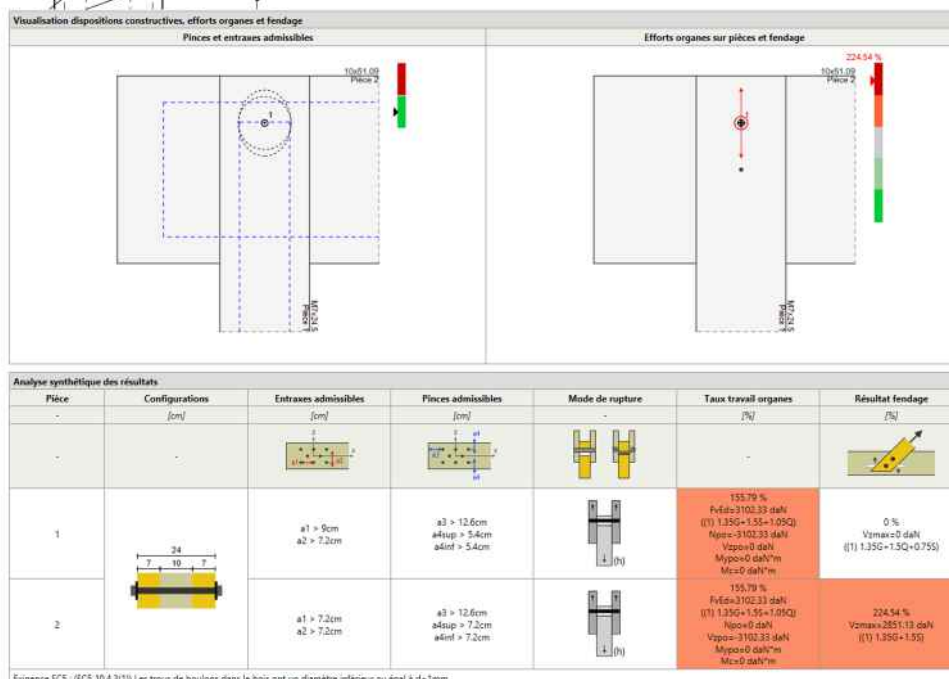
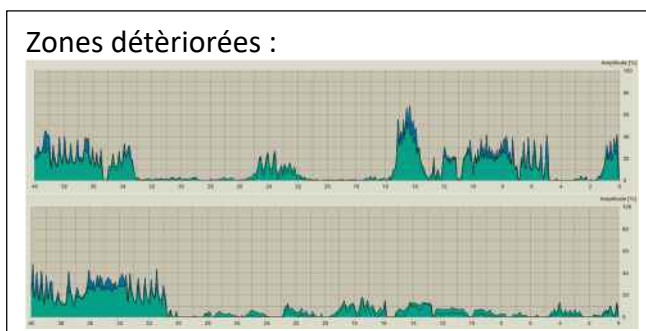
3.7.1 Assemblages

E. Assemblages arbalétrier/poteaux

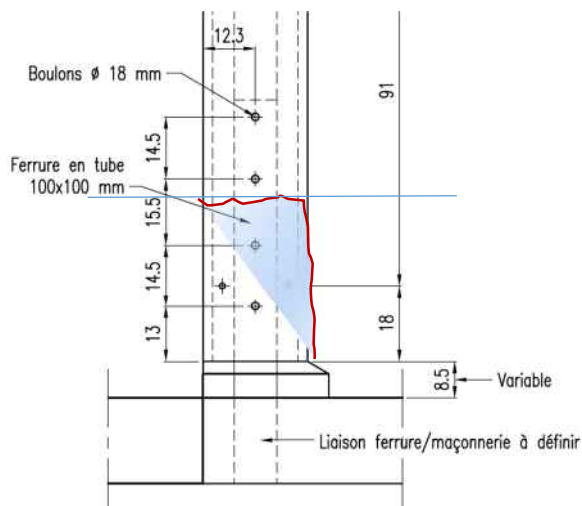
Rappel § 2.4 :



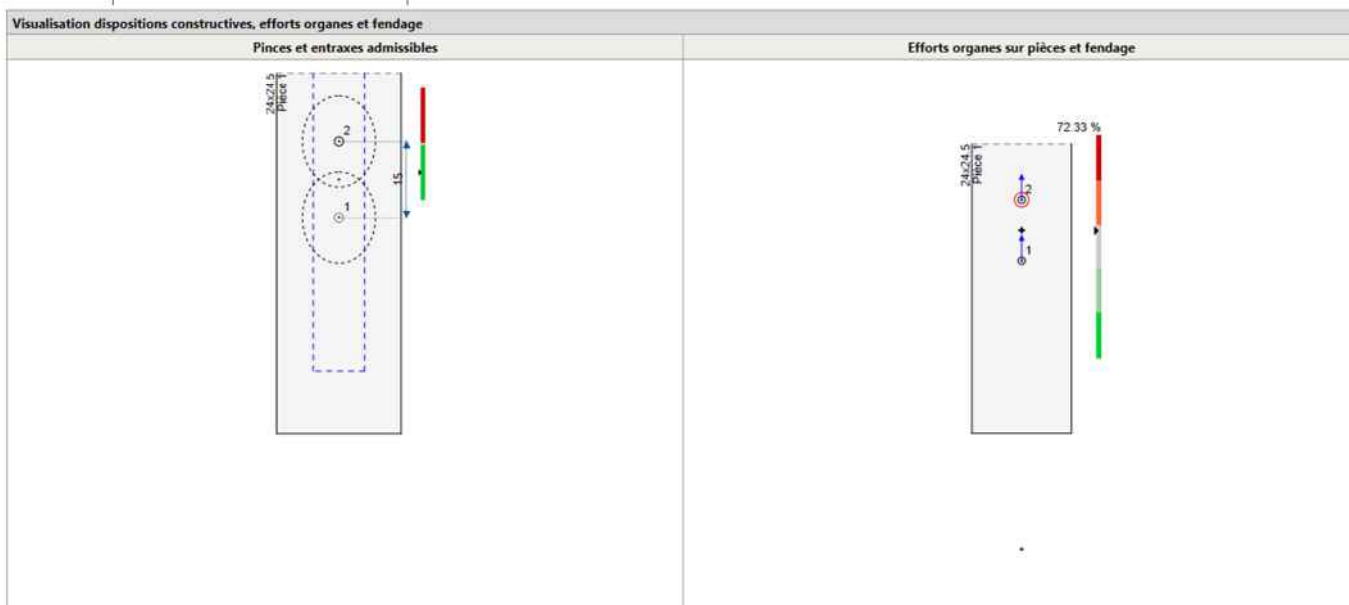
Zones détériorées :



Taux de travail maximum : 224%. L'arbalétrier dégradé appui sur les fourrures bois !
A CONFORTER EN URGENCE

Rappel § 2.4 :

Zones détériorées en bleue : nous prendrons en compte uniquement 2 boulons sur les quatre : optimiste.



Analyse synthétique des résultats						
Pièce	Configurations	Entraxes admissibles	Pincettes admissibles	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[cm]	[cm]	[cm]	-	[%]	[%]
1		 a1 > 9cm a2 > 7.2cm	 a3 > 12.6cm a4 > 7.2cm		72.33 % FvEd=1396.14 daN (1.35G+1.55+1.05Q) Npo=-2792.28 daN Vzpo=0 daN Mc=0 daN*m	0 % Vzmax=0.01 daN (1.35G+1.55)

Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d+1mm
Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans les plaques métal ont un diamètre inférieur ou égal à Max(d+2mm, 1,1d)

A l'origine taux de travail maximum : 72.3%

Uniquement avec 2 boulons, l'assemblage est satisfaisant sans prendre en compte le moment d'encastrement qui stabilise la structure (en fonction du scellement réalisé de la platine dans le béton qui n'est pas connu). **L'ASSEMBLAGE DOIT ETRE CONFORTE.**

3.7.2 Synthèse

Après cette étude calculatoire nous pouvons dire :

- Les arbalétriers sont correctement dimensionnés, si, lors des confortements, on arrive à démontrer qu'ils ont été fabriqués avec une contreflèche. Une vérification au déversement devra être réalisée et des anti-déversements devront être mis en œuvre si nécessaire ;
- Les pannes sont correctement dimensionnées mais il faudra lors de confortements vérifier leurs fixations au droit des arbalétriers et compléter leurs fixations si nécessaire ;
- Les pannes en égout devront être confortées ;
- Les poteaux bois devront être confortés ou changés. Une protection à l'eau devra être alors mis en œuvre. Exemple pare pluie + bardage ;
- Les assemblages arbalétrier/poteaux bois et poteaux bois/ferrures devront être confortées et une protection à l'eau devra être alors mis en œuvre. Exemple pare pluie + bardage.
- Les panneaux en particule de 25 mm en sous face support de l'étanchéité sont correctement dimensionnés (extrait DTU 43-4-1) :

**Tableau 8 — Portées maximales (cm) des supports
en panneaux de particules en fonction des charges**
(pose sur trois appuis ou plus)

Épaisseur (mm)	Charges (daN/m ²)			Module d'élasticité (MPa)
	100	150	200	
18/19	87	76	69	3000
22	101	88	80	3000
24/25	114	100	91	3000
30	129	113	102	2500
35	140	122	111	2000
40	160	140	127	2000
44/45	180	157	143	2000
50	181	158	144	1500

Il faudra s'assurer lors du confortement que :

Les éléments et dalles sont posés à joints décalés (pose dite à coupe de pierre) en partie courante. Il en découle que, dans les zones localisées, et en particulier aux extrémités de la toiture, ils peuvent reposer sur deux appuis.

Les petits côtés doivent reposer sur un appui continu. La largeur minimale de repos à chaque extrémité du panneau est de 25 mm.

De plus, des jeux suffisants doivent être ménagés entre les extrémités des éléments et dalles, à savoir 1 mm/m linéaire du panneau réparti à chaque extrémité et dans les deux sens.

Les grands côtés des éléments et dalles, s'ils ne sont pas supportés et fixés, sont assemblés par rainure et languette, vraie ou fausse (voir figures 9 et 10).

IL FAUDRA CEPENDANT CHANGER LES PANNEAUX CONSTATES COMME DEGRADÉS

4 CONCLUSION

4.1 Rappel des synthèses :

Synthèse partielle paragraphe 2.5 :

- La stabilité semble être assurée par le panneau support de la toiture et les M.O.B. Lors de la réhabilitation cette stabilité devra être vérifiée par la réalisation de sondages ;
- La façade et en particulier les potelets situés au droit des files « B » et « E » apportent des charges sur la dalle béton. Il faudra que le BET béton vérifie la portance de celle-ci ;
- Toiture avec une pente de 1.2% très inférieure à la pente normative de 3% minimum ;
- Les abouts d'arbalétrier soumis aux intempéries et sont très détériorés. Les sondages effectués au Résistographe montrent une perte de section considérable au droit de la jonction arbalétriers/poteaux bois ;
- Les abouts des poteaux bois supportant les arbalétriers sont eux aussi très détériorés. Les sondages effectués au Résistographe montrent une perte de section considérable au droit de la jonction ferrure/poteau bois ;
- Certains panneaux bois support d'étanchéité en extérieur sont très détériorés.

Synthèse partielle paragraphe 3.7.2 :

- Les arbalétriers sont correctement dimensionnés, si, lors des confortements, on arrive à démontrer qu'ils ont été fabriqués avec une contreflèche. Une vérification au déversement devra être réalisée et des anti-déversements devront être mis en œuvre si nécessaire ;
- Les pannes sont correctement dimensionnées mais il faudra lors de confortements vérifier leurs fixations au droit des arbalétriers et compléter leurs fixations si nécessaire ;
- Les pannes en égout devront être confortées ;
- Les poteaux bois devront être confortés ou changés. Une protection à l'eau devra être alors mise en œuvre. Exemple pare pluie + bardage ;
- Les assemblages arbalétrier/poteaux bois et poteaux bois/ferrures devront être confortés et une protection à l'eau devra être alors mise en œuvre. Exemple pare pluie + bardage.
- Les panneaux en particule de 25 mm en sous face support de l'étanchéité sont correctement dimensionnés (extrait DTU 43-4-1).

4.2 Conclusion

Après cette étude nous pouvons dire que :

- ❑ A l'origine sans prendre en compte les dégradations constatées et sans analyser la stabilité horizontale, le bâtiment était correctement dimensionné.
- ❑ La prise en compte des dégradations constatées lors de nos visites démontre que certains assemblages arbalétriers/poteaux bois et poteaux bois/maçonnerie dépassent de façon très significative les résistances admissibles. Si ces dépassements seuls conduisent à des risques de rupture modérés, on ne peut être assuré que **les assemblages repérés comme défaillants** continuent à assurer un rôle stabilisateur.

En cas de rupture d'une de ces liaisons, l'équilibre précaire précédent ne pourrait plus être garanti.

- ❑ Sous combinaisons d'actions réglementaires (avec neige et vent) et compte tenu des dépassements des résistances relevés, les structures actuelles n'ont pas et de loin, la capacité de résistance et de stabilité nécessaire à rendre l'ouvrage sûr : la sécurité de ces ouvrages n'est pas assurée, tout particulièrement pour des bâtiments recevant du public.

Je rappelle que les normes de calcul du bâtiment sont établies pour une durée de vie intentionnelle de 50 ans sans grosse réparation, et ce même avec un entretien adéquat. Les constatations visuelles et calculatoire nous permettent de constater le réalisme de ces règles de construction.

De plus, les interventions successives que nous avons pu constater sur la couverture et les protections ajoutées, n'ont pas eu, à mon sens, l'effet escompté.

En conclusion, **il est absolument nécessaire**, pour continuer à permettre l'accès en toute sécurité à ce bâtiment de réaliser des travaux de confortement dès à présent.

LA SECURITE N'EST PLUS ASSUREE POUR UN BATIMENT RECEVANT DU PUBLIC

UN RENFORCEMENT D'URGENCE S'IMPOSE
L'OUVRAGE EXISTANT N'EST PLUS SECURE

METTRE EN SECURITE IMMEDIATEMENT LE BATIMENT DE FAÇON
PROVISoire AVANT TOUS CONFORTEMENTS DEFINITIFS.

FAIRE CESSER TOUTES ACTIVITES DANS CES LOCAUX
ET INTERDIRE L'ACCES DÈS A PRESENT.

5 DESCENTES DE CHARGES D'ETUDE PHASE DIAGNOSTIC

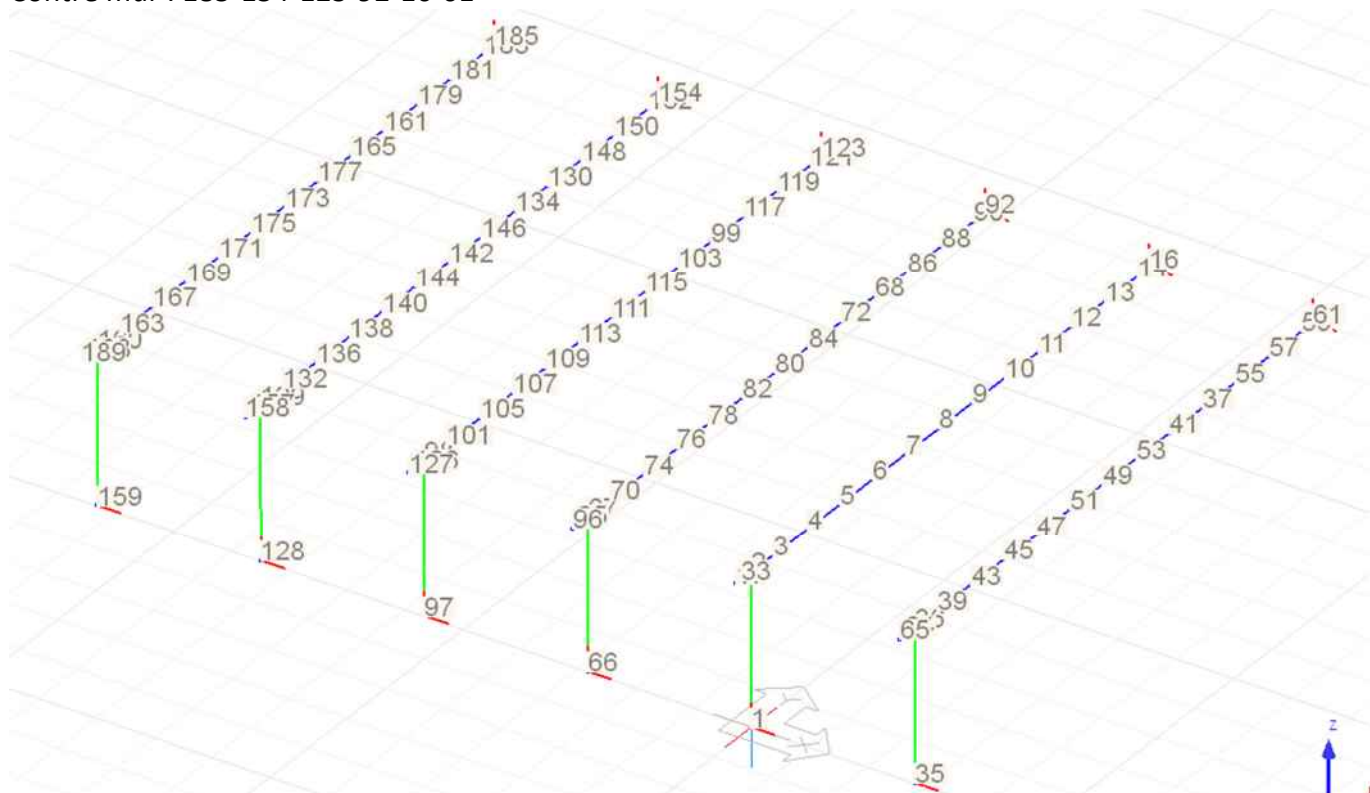
A ce stade d'étude, nous pouvons fournir les descentes de charges au bureau d'études béton afin qu'il puisse vérifier ses appuis maçonnerés :

5.1 Cas sans poteau intermédiaire :

Appui libre des MOB, prendre en compte, en plus, une charge de 150 daN/ml sur les longrines maçonnerées. Charge non vérifiée (à vérifier en phase confortement).

Localisation des points :

Contre mur : 185-154-123-92-16-61



Pied de poteaux bois : 159-128-97-66-1-35

Descente de charges :

Tableau des réactions d'appui

Groupe : Points hors groupes typés

Noeud	Point	Nom point	Cas	RFx daN	RFy daN	RFz daN	RMx daN*m	RMz daN*m	RMz daN*m
n1	1	-	1-G	0	0	1177.99	0	0	0
n1	1	-	2-Q	0	0	-0.53	0	0	0
n1	1	-	3-S	0	0	1097.51	0	0	0
n1	1	-	4-W	0	0	-2385.95	0	0	0
n1	1	-	5-W2	0	0	-704.18	0	0	0
n40	16	-	1-G	-0.29	-0.06	1080.6	0	0	0
n40	16	-	2-Q	-0.01	0	-0.53	0	0	0
n40	16	-	3-S	-0.38	-0.12	1546.45	0	0	0
n40	16	-	4-W	0.44	0.05	-1045.95	0	0	0
n40	16	-	5-W2	-0.21	0.14	-629.47	0	0	0
n62	35	-	1-G	0	0	691.17	0	0	0
n62	35	-	2-Q	0	0	-0.07	0	0	0
n62	35	-	3-S	0	0	571.76	0	0	0

n62	35	-	4-W	0	0	-1195.74	0	0	0
n62	35	-	5-W2	0	0	-538.98	0	0	0
n101	61	-	1-G	-1.13	0.07	601.24	0	0	0
n101	61	-	2-Q	-0.01	0	-0.06	0	0	0
n101	61	-	3-S	-1.51	0.14	750.92	0	0	0
n101	61	-	4-W	1.88	-0.05	-476.88	0	0	0
n101	61	-	5-W2	0.47	-0.05	-546.01	0	0	0
n123	66	-	1-G	0	0	1238.76	0	0	0
n123	66	-	2-Q	0	0	1.25	0	0	0
n123	66	-	3-S	0	0	1173.92	0	0	0
n123	66	-	4-W	0	0	-2497.47	0	0	0
n123	66	-	5-W2	0	0	-331.4	0	0	0
n162	92	-	1-G	-0.17	-0.04	1141.89	0	0	0
n162	92	-	2-Q	-0.02	0	1.26	0	0	0
n162	92	-	3-S	-0.24	-0.07	1637.54	0	0	0
n162	92	-	4-W	0.31	0.02	-1129.73	0	0	0
n162	92	-	5-W2	-0.94	-0.04	80.64	0	0	0
n184	97	-	1-G	0	0	1026.28	0	0	0
n184	97	-	2-Q	0	0	9.38	0	0	0
n184	97	-	3-S	0	0	931.3	0	0	0
n184	97	-	4-W	0	0	-1881.81	0	0	0
n184	97	-	5-W2	0	0	164.03	0	0	0
n223	123	-	1-G	0.6	0.05	922.49	0	0	0
n223	123	-	2-Q	-0.03	0	10.27	0	0	0
n223	123	-	3-S	0.81	0.08	1267.28	0	0	0
n223	123	-	4-W	-0.98	-0.03	-911.55	0	0	0
n223	123	-	5-W2	-0.17	-0.05	630.67	0	0	0
n245	128	-	1-G	0	0	1267.96	0	0	0
n245	128	-	2-Q	0	0	34.03	0	0	0
n245	128	-	3-S	0	0	1183.53	0	0	0
n245	128	-	4-W	0	0	-2638.25	0	0	0
n245	128	-	5-W2	0	0	79.55	0	0	0
n284	154	-	1-G	0.03	-0.09	1168.46	0	0	0
n284	154	-	2-Q	-0.01	-0.03	74.02	0	0	0
n284	154	-	3-S	0.05	-0.17	1709.13	0	0	0
n284	154	-	4-W	-0.06	0.05	-1117.53	0	0	0
n284	154	-	5-W2	0.18	-0.12	786.14	0	0	0
n306	159	-	1-G	0	0	670.55	0	0	0
n306	159	-	2-Q	0	0	10.04	0	0	0
n306	159	-	3-S	0	0	562.64	0	0	0
n306	159	-	4-W	0	0	-1069.39	0	0	0
n306	159	-	5-W2	0	0	84.46	0	0	0
n345	185	-	1-G	0.95	0.07	611.51	0	0	0
n345	185	-	2-Q	0.09	0.02	10.94	0	0	0
n345	185	-	3-S	1.28	0.13	763.77	0	0	0
n345	185	-	4-W	-1.59	-0.04	-488.43	0	0	0
n345	185	-	5-W2	0.66	0.12	348.64	0	0	0
Total	Total	Total	1-G	0	0	11598.89	0	0	0
Total	Total	Total	2-Q	0	0	150	0	0	0
Total	Total	Total	3-S	0	0	13195.75	0	0	0
Total	Total	Total	4-W	0	0	-16838.69	0	0	0
Total	Total	Total	5-W2	0	0	-575.93	0	0	0

Nota : Il est possible de réduire les charges de neige de 10%, si lors des vérifications de la maçonnerie des problèmes d'appui béton sont décelés.

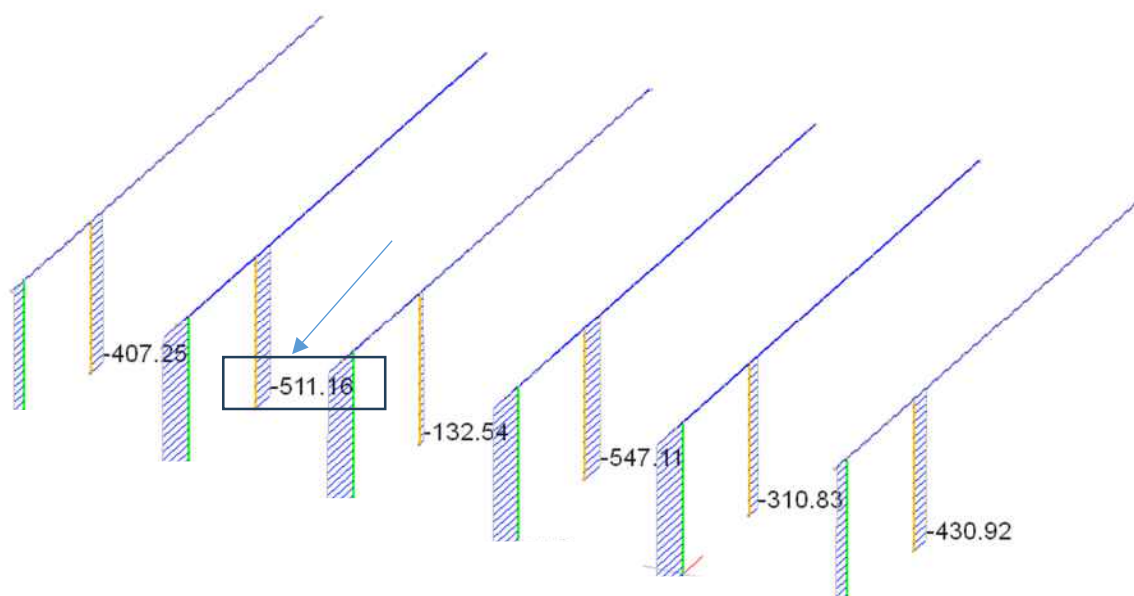
5.2 Cas de l'appui sur montants intermédiaires d'ossature

Avec les pathologies rencontrées au droit des assemblages arbalétrier/poteau bois et poteau bois/ferrure maçonnerie certains potelet ou carreau en béton cellulaire reprennent une partie des charges.

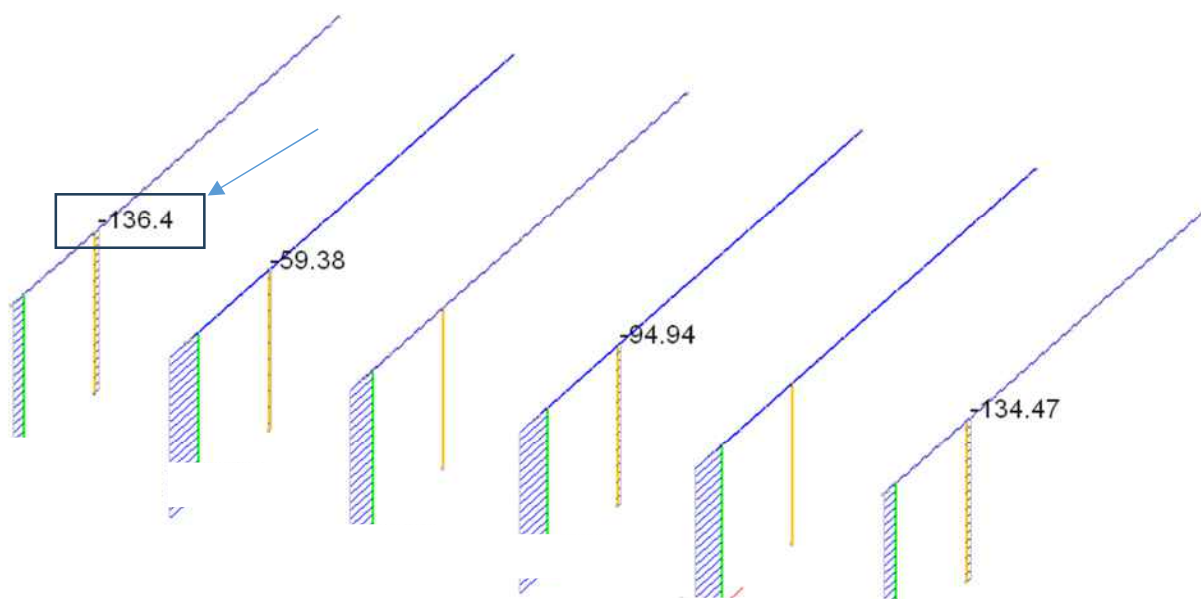
Mise en place de raideur au droit des appuis arbalétriers/poteaux bois :

Analyse des raideurs de l'assemblage							
Pièce	Modèle Kser	Centre de raideur	Raideurs Kser	Raideurs Ku	Raideurs sécantes Kser	Raideurs sécantes Ku	Jeux d'assemblage
-	-	cm	kN/m, N°m/rad	kN/m, N°m/rad	kN/m, N°m/rad	kN/m, N°m/rad	cm, deg
1		Xc=-12.7cm Zc=0cm	Kx=13472.5 Kz=13472.5 Kt=0 Beta=0	Kx=8981.7 Kz=8981.7 Kt=0 Beta=0	Kx=11113.8 (Nref=3173.97daN) Kz=0 (Vzref=0daN) Kt=0 (Myref=0daN°m)	Kx=7868.4 (Nref=3173.97daN) Kz=0 (Vzref=0daN) Kt=0 (Myref=0daN°m)	Jeu Δu = 0.05cm Jeu Δθ = 0deg
2		Xc=0cm Zc=12.7cm	Kx=13472.5 Kz=13472.5 Kt=0 Beta=0	Kx=8981.7 Kz=8981.7 Kt=0 Beta=0	Kx=0 (Nref=0daN) Kz=11113.8 (Vzref=3173.97daN) Kt=0 (Myref=0daN°m)	Kx=0 (Nref=0daN) Kz=7868.4 (Vzref=3173.97daN) Kt=0 (Myref=0daN°m)	Jeu Δu = 0.05cm Jeu Δθ = 0deg

Réactions d'appui non pondérées pour les montants bois intermédiaires : charges permanentes



Réactions d'appui non pondérées : neige



A la vue des résultats de cette étude, nous proposons de réhabiliter complètement ces deux bâtiments. En effet les différentes conclusions nous mènent à penser que seule une réhabilitation complète nous semble financièrement plausible afin de ne pas financer des réparations avec des couvertures et des façades obsolètes (et amiantées) et en très mauvais état.

Cependant il appartiendra à la Maîtrise d'Ouvrage d'orienter ou de phaser ces confortements et/ou rénovations.

A ce stade nous ne pouvons pas donner une estimation de réhabilitation sans avoir les éléments à prendre en compte : désamiantage, ajout d'isolation en toiture, changement des MOB, ...

Je reste à la disposition de la Maîtrise d'Ouvrage afin d'établir une estimation en fonction des travaux souhaités.

Cependant, des travaux d'urgence provisoires doivent avoir lieu, conçus et suivis par une Maîtrise d'œuvre au fait des lieux et des impératifs sur les locaux à conserver en fonctionnement.

Nous restons à la disposition de la Maîtrise d'Ouvrage pour échanger sur ce sujet.