



BREST, le 16 septembre 2024

RAPPORT

Dossier n°24-350

IFREMER
BATIMENT 221 - SITE DE PLOUZANE (29)

DIAGNOSTIC STRUCTUREL
CAPACITÉ PORTANTE

SOMMAIRE

<i>I. OBJET</i>	<i>3</i>
<i>II. LOCALISATION</i>	<i>3</i>
<i>III. DESCRIPTION DU BÂTIMENT HALL 1 ET 2.....</i>	<i>4</i>
<i>IV. DESCRIPTION DU BÂTIMENT AILE BASSE.....</i>	<i>6</i>
<i>V. REPÉRAGE DES DÉSORDRES.....</i>	<i>8</i>
V.1. CORROSION ELEMENTS COURANTS DE CHARPENTE.....	8
V.2. COROSION DES POTEAUX	9
V.3. COROSION LISSES DE MENUISERIES	10
V.4. DEFATS DE MAÇONNERIE.....	10
V.5. CORROSION DES DEBORDS	11
V.6. HAUTEUR D'ACROTERE.....	11
<i>VI. HYPOTHÈSE DE L'ÉTUDE.....</i>	<i>12</i>
VI.1. CONTEXTE NORMATIF.....	12
VI.2. MATERIAU.....	12
VI.3. ASSEMBLAGE.....	12
VI.4. CHARGES CLIMATIQUES.....	12
VI.4.1. Charge de neige	12
VI.4.2. Charge de vent - cat 3 - rug 0.....	13
VI.5. CHARGES PERMANENTES EXISTANTES.....	13
VI.6. CHARGE D'EXPLOITATION.....	13
VI.7. STABILITE AU FEU.....	14
VI.8. SISMICITE.....	14
VI.9. PONT ROULANT.....	14
VI.10. FLECHE LIMITE SELON EUROCODE	15
<i>VII. VÉRIFICATION AU CALCUL</i>	<i>16</i>
VII.1. PARTIE BASSE.....	16
VII.1.1. Panne IPE 140 longueur 6m ec 2.4m.....	16
VII.1.2. Panne de faitage IPE 180	16
VII.1.3. Poutre IPE 180 longueur 5m.....	17
VII.1.4. Vérification des assemblages.....	17
VII.2. PARTIE HAUTE.....	18
VII.2.1. Panne IPE 140 - 2 appuis.....	18
VII.2.2. Panne HEA 160.....	18
VII.2.3. Portique	19
<i>VIII. CONCLUSION</i>	<i>21</i>

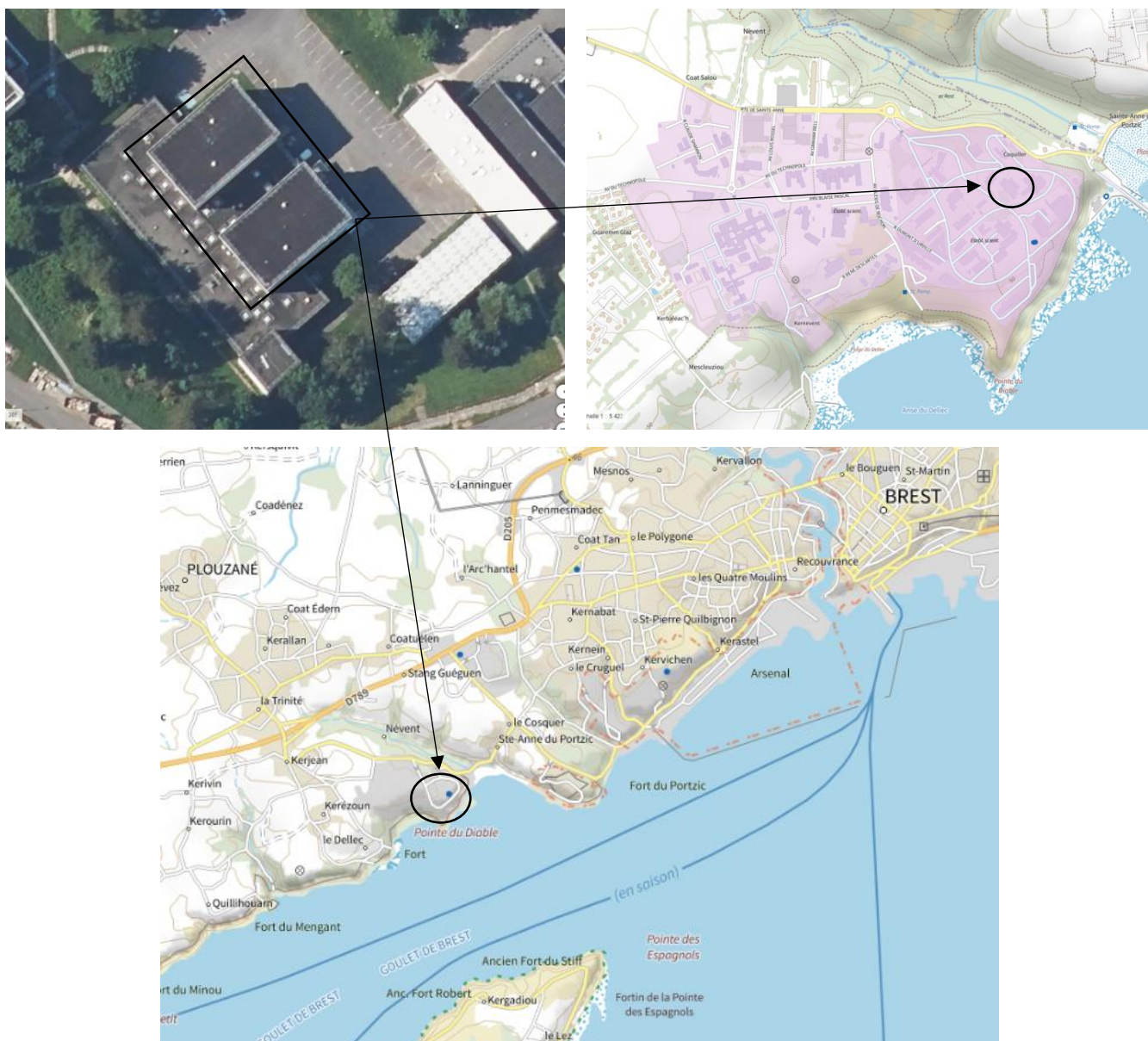
I. OBJET

A la demande et pour le compte d'IFREMER, SECOBA est intervenu le 2 Juillet 2024 pour relever la charpente métallique du bâtiment 221.

L'objectif du rapport est d'établir un constat visuel de la structure et de déterminer la capacité portante de la charpente dans le cadre de travaux de réfection de couverture.

II. LOCALISATION

Le bâtiment se situe dans le site d'IFREMER, à PLOUZANE.

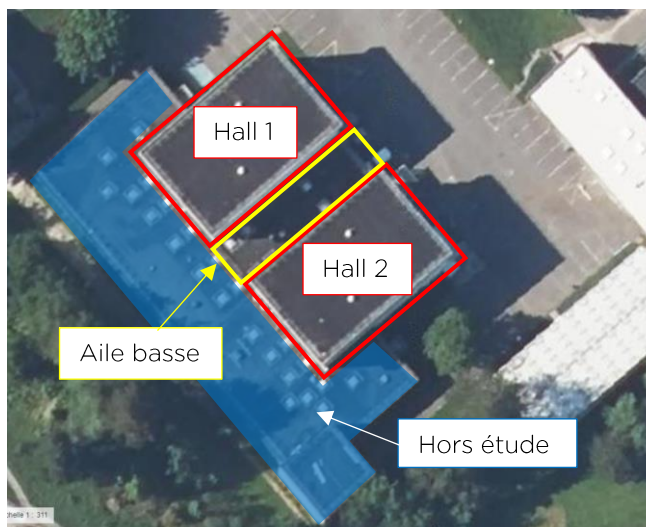


Localisation du bâtiment

Source : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>

III. DESCRIPTION DU BÂTIMENT HALL 1 ET 2

Le bâtiment étudié se compose de deux grands halls identiques, séparés par une aile basse. Les halls ont pour dimensions 24 mètres de long par 15 mètres de large. La hauteur sous faîtage est de 11.20 mètres.



Vue d'ensemble du bâtiment



Hall 1 vue extérieure



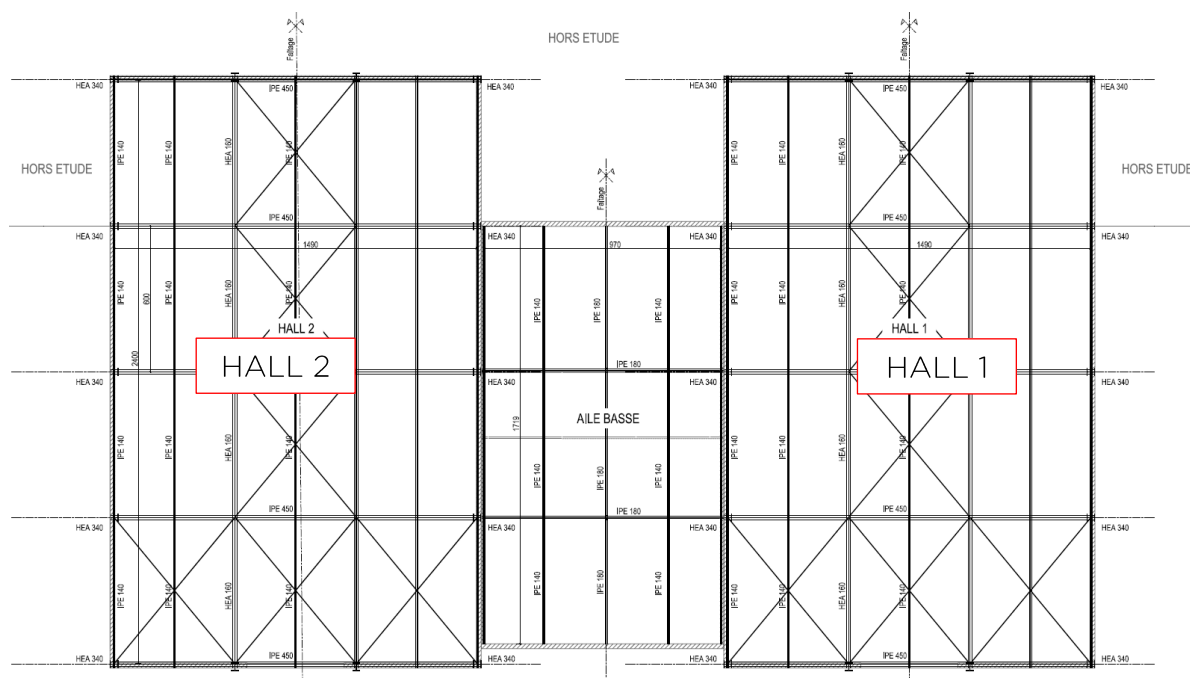
Hall 2 vue extérieure



Hall vue intérieure

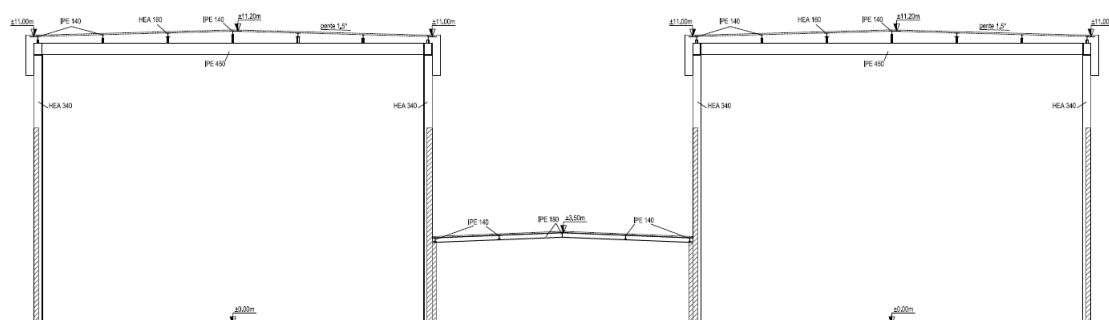
Les charpentes des deux halls sont en métal, composées d'un système poteaux/poutres sur lesquels reposent des pannes support de couverture. On y trouve deux types de pannes, IPE et HEA. Les IPE sont sur deux appuis tandis que les HEA sont sur trois appuis.

La couverture est en bac acier avec étanchéité. Elle se divise en deux versants de faible pente (1.5°).



Côté Parking

Vue en plan du bâtiment



Vue en coupe de la charpente



Vue d'ensemble de la charpente

IV. DESCRIPTION DU BÂTIMENT AILE BASSE

L'aile basse située entre les deux halls a pour dimensions 17 mètres de long par 10 mètres de large. Sa hauteur sous faîtage est de 3.50 mètres.

La charpente est basée sur le même principe que les deux halls, avec un système de poteaux/poutres métalliques support de pannes. La couverture est en bac acier surmonté d'une étanchéité. Elle se divise sur deux versants à faible pente (2°).

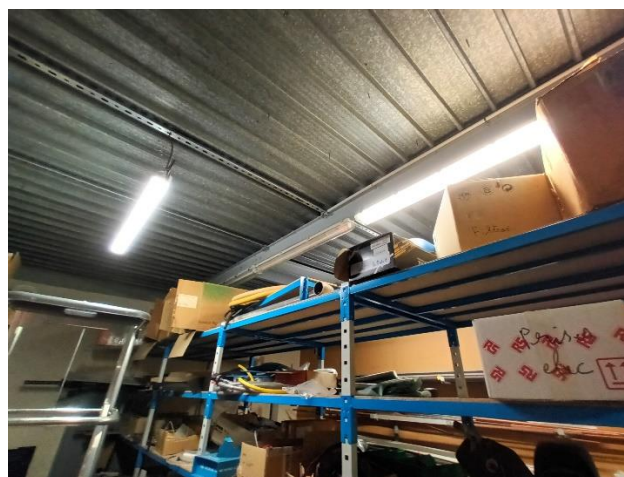
La présence de faux-plafond et isolant sur la plupart des locaux ne nous permet pas d'accéder à l'intégralité de la charpente le jour de notre visite.



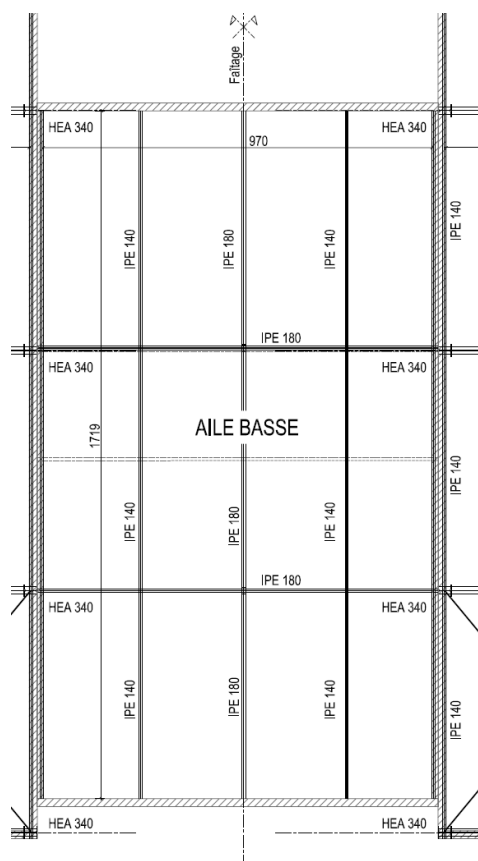
Vue d'ensemble de l'aile basse



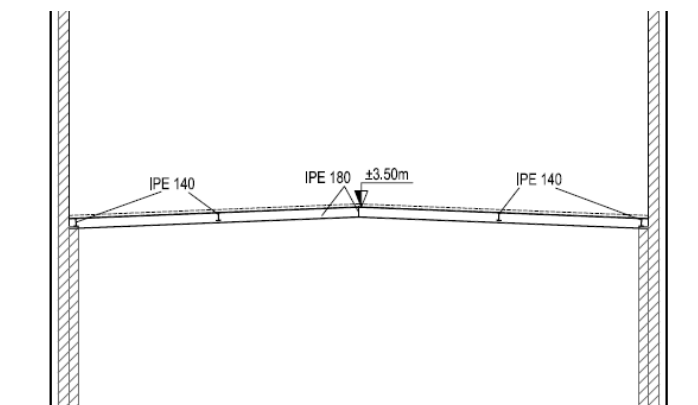
Vue d'ensemble toiture aile basse



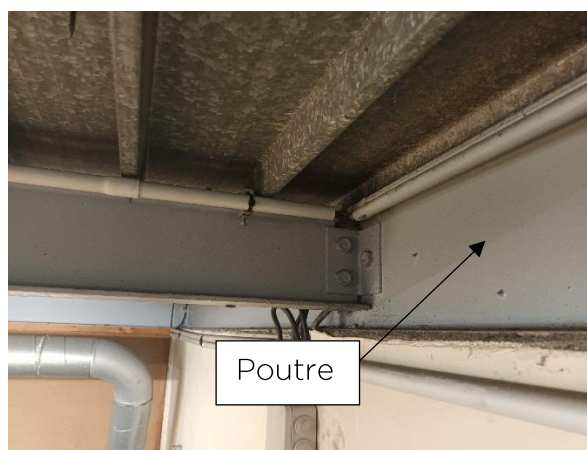
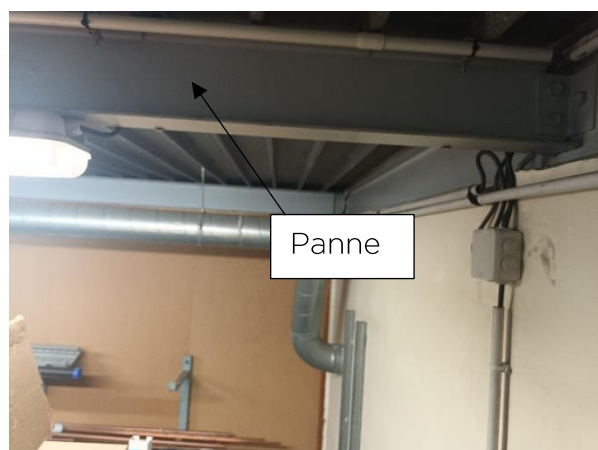
Vue d'ensemble intérieure de l'aile basse



Vue en plan aile basse



Vue en coupe



Vue d'ensemble de la charpente

V. REPÉRAGE DES DÉSORDRES

Lors de notre visite, nous avons pu constater certains désordres sur les éléments structurels, listés ci-dessous.

V.1. Corrosion éléments courants de charpente

Certains éléments de charpente présentent des points de corrosion, non préjudiciables pour la structure. Un contrôle visuel périodique de ces éléments serait à prévoir.

Si la corrosion s'intensifie, un brossage et une mise en peinture antirouille serait approprié.



Hall 1 et 2 : Corrosion de surface sur éléments de charpente

V.2. Corrosion des poteaux

Nous relevons une corrosion plus marquée sur les membrures des poteaux côté façade. Un brossage ainsi qu'une remise en peinture seront à prévoir lors des prochains travaux de réfection.

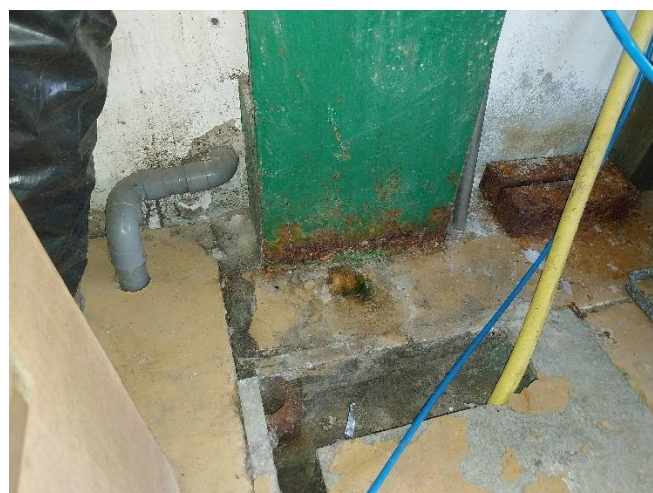
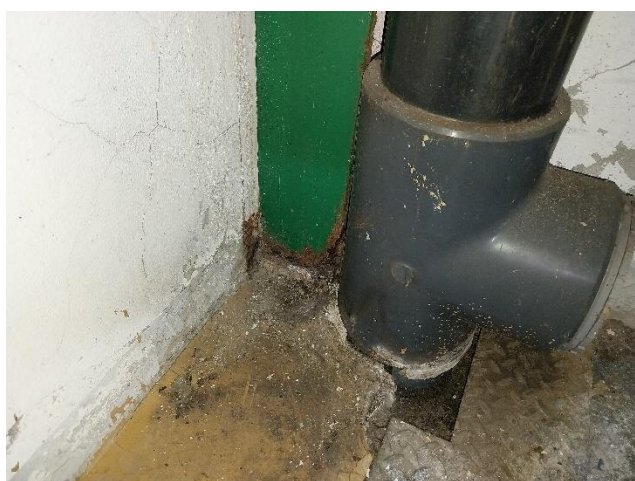


Hall 2 : membrures poteaux côté façade corrodées



Hall 1 : membrures poteaux côté façade corrodées

Certains pieds de poteaux sont également impactés par la corrosion et nécessiteront un brossage et remise en peinture. En cas de corrosion avancée ils devront être renforcés.



Hall 2 : pied de poteau corrodé

V.3. Corrosion lisses de menuiseries

Les lisses UPN support de menuiseries en tête de maçonnerie sont corrodées, l'acier est friable. Lors de la dépose des menuiseries, les lisses seront à remplacer.



Hall 1 et 2 : corrosion des lisses

V.4. Défauts de maçonnerie

Les murs maçonnés présentent de nombreuses fissurations et décollement de revêtement, liés à l'humidité. Ces faïençages sont la conséquence d'un problème d'étanchéité, ou de condensation (intérieur local chaud, extérieur froid). L'étanchéité de la paroi est à revoir.



Humidité des murs, microfissurations

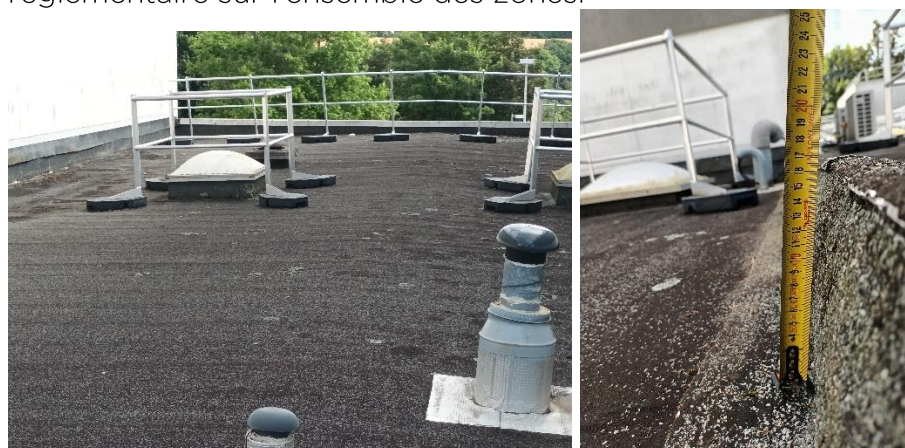
V.5. Corrosion des débords

Les débords de couverture montrent de la corrosion sur le bac acier. Ces débords seront à contrôler lors de la dépose du bac pour vérifier l'intégrité des éléments de structure. En cas de corrosion, la charpente sera à traiter et mettre en peinture. Nous n'avons pas pu avoir accès à ces éléments, ceux-ci étant capotés par l'intérieur.



V.6. Hauteur d'acrotère

Selon l'épaisseur d'isolant mise en œuvre, les hauteurs de relevé d'étanchéité pourraient ne pas être suffisantes. Ce point sera à évoquer avec le couvreur de façon à avoir le relevé réglementaire sur l'ensemble des zones.



VI. HYPOTHÈSE DE L'ÉTUDE

VI.1. Contexte normatif

Règle de calcul : Eurocodes et annexes nationales – DTU

- NF EN 1991-1-1 Mars 2003 Eurocodes 1 : Actions sur les structures
- NF EN 1991-1-3 Avril 2004 Eurocodes 1 : Actions sur les structures – Charges de neige et Amendement et Annexe nationale (Mai 2007)
- NF EN 1991-1-4 Novembre 2005 Eurocodes 1 : Actions sur les structures – Charges de vent et Amendement et Annexe nationale (Mars 2008)
- NF EN 1993-1 – Ensemble des sous parties Eurocodes 3 : Calcul des structures en acier – Règles générales et règles pour les bâtiments + Amendement + Annexes nationales.
- NF DTU 32.3 (Septembre 2015) – Construction d'ossature en acier pour mais et bâtiments résidentiels
- NF DTU 43.3 (Avril 2008) – Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité
- NF DTU 40.35 (Juin 2006) – Couverture en tôles d'acier nervurées

VI.2. Matériau

Acier S235 au sens de la norme EN 10025.

VI.3. Assemblage

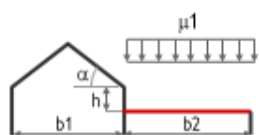
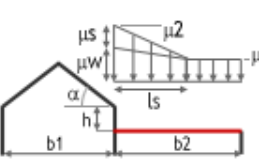
Qualité 4.8 sauf indication contraire

marquage des têtes	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
classes de résistance	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
limite élastique R_e N/mm ² ou MPa	180	240	320	300	400	480	640	720	900	1 080
limite à la rupture R_r N/mm ² ou MPa	330	400	420	500	520	600	800	900	1 040	1 220
A%	25	22	14	20	10	8	12	10	9	8

VI.4. Charges climatiques

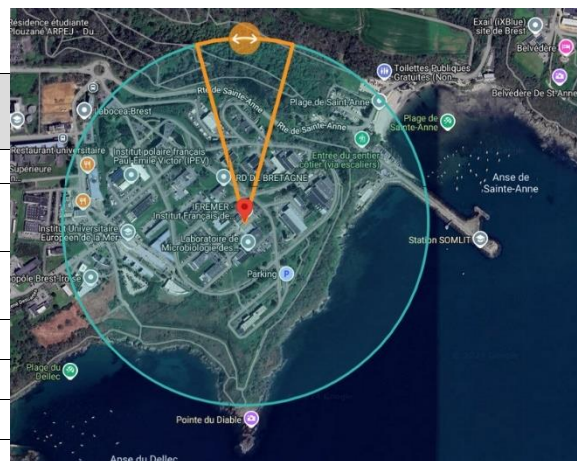
VI.4.1. Charge de neige

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 : A1 ; Altitude : 66m		
s_k	0.45kN/m ²	$s_k = s_{k0} = 0.45\text{kN/m}^2$
s_{Ad}	0kN/m ²	$s_{Ad} = C_{esl}s_{k0} = 0 \times 0.45 = 0\text{kN/m}^2$
Coefficients		
C_e	1	Coefficient d'exposition (Site normal)
C_t	1	Coefficient thermique
Sans dispositifs de retenue de neige		

Cas de neige : S1	
	$S_1 = \mu_1 C_t C_e S_k + s_{ice} = 0.8 \times 1 \times 1 \times 0.45 + 0.2 = 0.56 \text{ kN/m}^2$ $\mu_1 = 0.8$
Cas de neige : S2	
	$S_2 = \mu_2 C_t C_e S_k + s_{ice} = 1.88 \times 1 \times 1 \times 0.45 + 0.2 = 1.04 \text{ kN/m}^2$ $\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0 + 1.88 = 1.88$ $\mu_s = 0.0$ $\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} = \frac{5 + 10}{2 \times 4} = 1.88$ $S_1 = \mu_1 C_t C_e S_k + s_{ice} = 0.8 \times 1 \times 1 \times 0.45 + 0.2 = 0.56 \text{ kN/m}^2$ $\mu_1 = 0.8$ $l_s = 2h = 2 \times 4 = 8 \text{ m}$

VI.4.2. Charge de vent - cat 3 - rug 0

Caractéristiques générales des charges de vent		
Région	3	
Rugosité du terrain	(0) Plan d'eau sup. à 5 km	
Orographie du terrain	Terrain plat ou de faible pente (Inférieur à 5%)	
z	9 m	Hauteur de calcul de la pression dynamique du vent
v_b	26m/s	Vitesse de référence du vent
$q_p(z)$	1.18 kN/m ²	Pression dynamique de pointe pour la hauteur de calcul z



VI.5. Charges permanentes existantes

Etanchéité bitume	7 kg/m ²
Isolant estimé	7 kg/m ²
Bac acier	8 kg/m ²
Faux plafond sur partie basse	4 kg/m ²
Pannes	6,5 kg/m ²

VI.6. Charge d'exploitation

Les zones étudiées sont des toitures non accessibles de catégorie H. Les toitures plates seront vérifiées avec une charge forfaitaire de 80 daN/m² sur 10m² ou 150 daN.

Catégorie	Usage spécifique
H	Toitures inaccessibles sauf pour entretien et réparations courants
I	Toitures accessibles pour les usages des catégories A à D
K	Toitures accessibles pour des usages particuliers, hélisations, par exemple

Type de la toiture	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Toiture de pente inférieure à 15 % recevant une étanchéité	0,8	1,5
Autres toitures	0	1,5

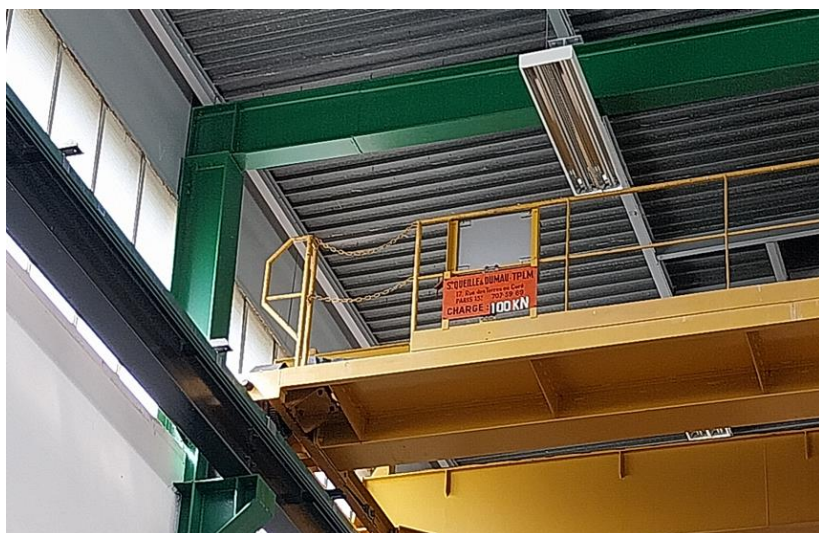
VI.7. Stabilité au feu

La charpente métallique n'est pas stable au feu.

VI.8. Sismicité

Le bâtiment se situe en zone de sismicité 2 – Aléa faible. La catégorie du bâtiment est II. Il n'est donc pas soumis à la réglementation sismique.

VI.9. Pont Roulant



Pont roulant 10 T - Portée du chemin de roulement 6m

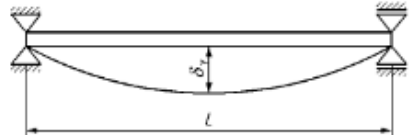
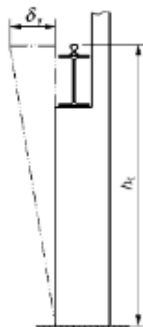
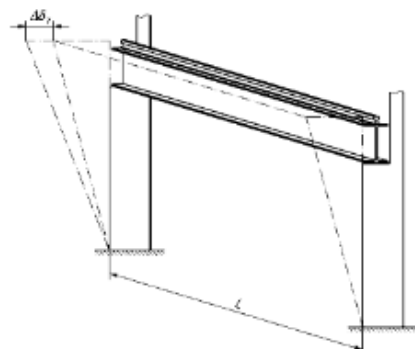
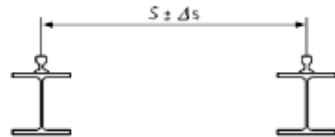
BASE DE L'APPAREIL				DIMENSIONS										REACTIONS STATIQUES				POIDS TOTAL A VIDE
BASIC DATA				DIMENSIONS										STATIC LOADS				DEADWEIGHT
Capacité	P	HL	VL	Pkw	HP	SP	T	G2	AD1	AD2	E	HT	G1	RVMaxi	RVMini	RT	RH	
Capacity	S	LH	LS	Pkw	H	EC+G	TH	C	HA1	HA2	WB	DL	PCD	VLMMax	VLMMin	TL	HL	
t	m	m	m/mn	kW	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m	daN	daN	daN	daN	
kg																		
	15.5					1072		1678					15.9	6650	1215	860	930	
10	18	6	4.25	9.5		1172		1778					18.4	6950	1465	1040	970	
	20	ou/or	et/and	et/and	670	1268	506	1874	700	760	3000	3460	20.4	7315	1810	1220	1025	
	22	10	0.7	1.6		1332		1938					22.4	7730	2230	1150	1080	
	25					1432		2038			3700	4160	25.4	8145	2610	1380	1140	

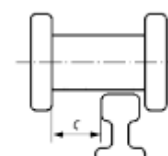
Descente de charges sur Portique

RVmax =	-9 975 daN			
RVmin =	-1 823 daN			
RHmax =	±1 395 daN			
RHmin =	±1 290 daN			

VI.10. Flèche limite selon eurocode

Critère de déplacement selon NF EN 1993-6 : Partie pont roulant

Description de la flèche (déformation ou déplacement)	Diagramme
<p>a) Déformation horizontale δ_y d'une poutre de roulement, mesurée au niveau de la partie supérieure du rail de pont roulant :</p> $\delta_y \leq L/600$ <p>NOTE Une limite plus sévère ($\delta_y \leq L/1000$) peut être précisée par les documents du marché dans le cas de ponts de classes S_7 à S_9 ou de ponts de forte capacité.</p>	
<p>b) Déplacement horizontal δ_y d'une ossature (ou d'un poteau) au niveau de l'appui du pont roulant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour les combinaisons incluant les charges de pont roulant et le vent : $\delta_y \leq h_c/200 \quad \text{pour les ossatures}$ $\delta_y \leq h_c/400 \quad \text{pour les poteaux consoles}$ - pour les charges de pont roulant seules : $\delta_y \leq h_c/400$ <p>où :</p> <p>h_c est la hauteur au niveau de l'appui du pont roulant (sur un rail ou sur une semelle).</p>	
<p>c) Différence $\Delta\delta_y$ entre les déplacements horizontaux des ossatures (ou poteaux) adjacents supportant les poutres d'un chemin de roulement de pont roulant :</p> $\Delta\delta_y \leq L/400$	
<p>d) Modification de l'écartement Δs entre les axes de rails de pont roulant (voir NOTE) :</p> $\Delta s \leq 20 \text{ mm} \quad \text{pour } S \leq 15 \text{ m}$ $\Delta s \leq S/750 \quad \text{pour } S > 15 \text{ m}$	
<p>NOTE Les flèches et les écarts horizontaux des chemins de roulement ne sont pas considérés séparément dans le calcul des chemins de roulement. Les tolérances et les flèches acceptables dépendent des détails et des jeux dans les dispositifs de guidage.</p> <p>À condition que le jeu c entre les boudins des galets de pont roulant et le rail (ou entre d'autres dispositifs de guidage et la poutre de roulement) soit également suffisant pour rattraper les tolérances nécessaires, des limites de flèches plus grandes peuvent être spécifiées pour chaque projet avec l'accord du fournisseur de pont roulant et du client.</p>	

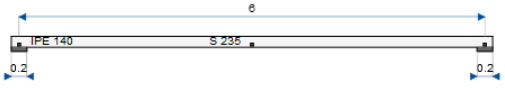
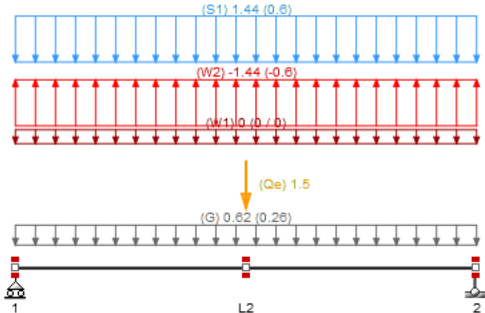


VII. VÉRIFICATION AU CALCUL

VII.1. Partie basse

VII.1.1. Panne IPE 140 longueur 6m ec 2.4m

Chargement existant admissible à 26 daN/m² - Sans vent en pression – Neige avec accumulation à 60 daN/m²

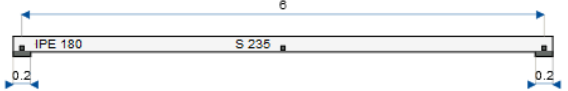
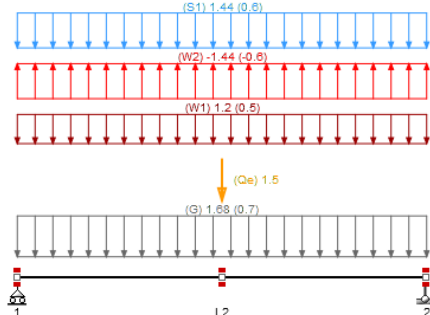
Géométrie de la structure et charges appliquées	
Géométrie	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m ²)
	

Analyse des résultats pour la section courante

EC3 : Résultats pièces synthétiques				
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées
IPE 140	68.72%	112.48%	108.88% (32.66mm)	107.51% (21.5mm)

VII.1.2. Panne de faitage IPE 180

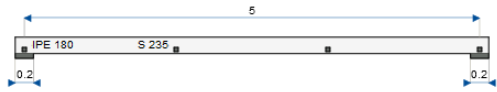
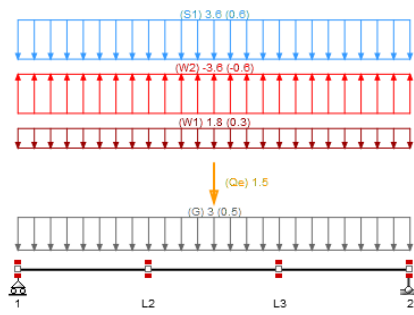
Chargement admissible à 70 daN/m²

Géométrie de la structure et charges appliquées	
Géométrie	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m ²)
	

Analyse des résultats pour la section courante

EC3 : Résultats pièces synthétiques				
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées
IPE 180	66.18%	100.7%	82.55% (24.76mm)	66.46% (13.29mm)

VII.1.3. Poutre IPE 180 longueur 5mChargement admissible à 70 daN/m²

Géométrie de la structure et charges appliquées	
Géométrie	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m ²)
	

Analyse des résultats pour la section courante

EC3 : Résultats pièces synthétiques				
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées
IPE 180	90.45%	112.98%	93,84% (23,46mm)	83,76% (13,96mm)

VII.1.4. Vérification des assemblages

Liaison pannes sur poutre via cornière et boulons M12 – reprise d'effort 2700 daN
 Dimensionnement de la panne prédominant.

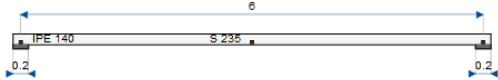
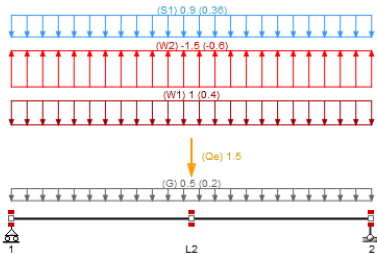


VII.2. Partie haute

Prise en compte d'un vent en pression sur charpente haute conforme Eurocode

VII.2.1. Panne IPE 140 – 2 appuis

Chargement admissible à 20 daN/m² - Neige à 36 daN/m² - vent en pression à 40 daN/m²

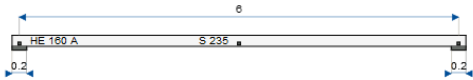
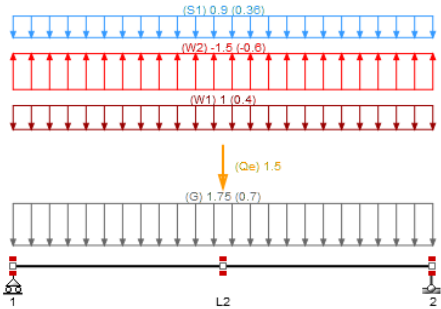
Géométrie de la structure et charges appliquées	
Géométrie	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m ²)
	

Analyse des résultats pour la section courante

EC3 : Résultats pièces synthétiques				
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées
IPE 140	67.1%	109.84%	105.8% (31.74mm)	111.99% (22.4mm)

VII.2.2. Panne HEA 160

Les pannes buton de poutre au vent en HEA 160 seront satisfaisante pour un changement de couverture.

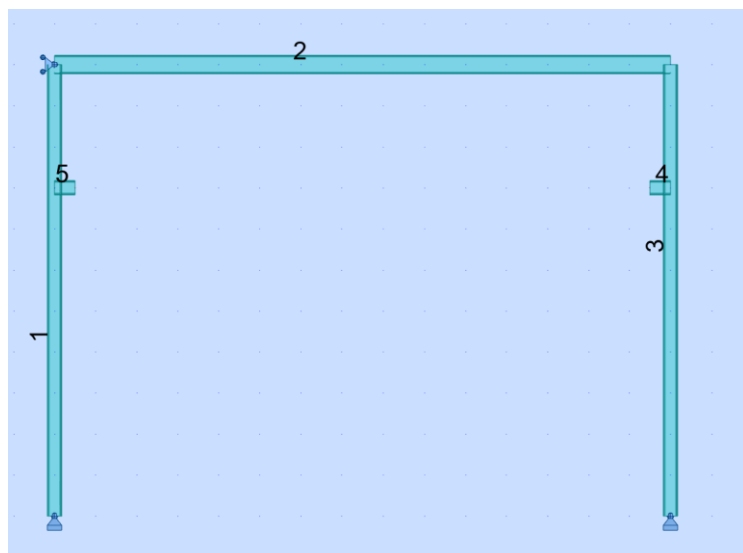
Géométrie de la structure et charges appliquées	
Géométrie	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m ²)
	

Analyse des résultats pour la section courante

EC3 : Résultats pièces synthétiques				
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées
HE 160 A	39.17%	43.72%	57.52% (17.26mm)	36.48% (7.3mm)

VII.2.3. Portique

Chargement permanent à 40 daN/m² compris poids propre des pannes



Poutre IPE 450 sans blocage de la membrure basse :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(uz)	Cas (uz)
2 Poteau_2	IPE 450	ACIER	81.18	123.84	1.82	21 ELU /267/	0.98	24 ELS /81/

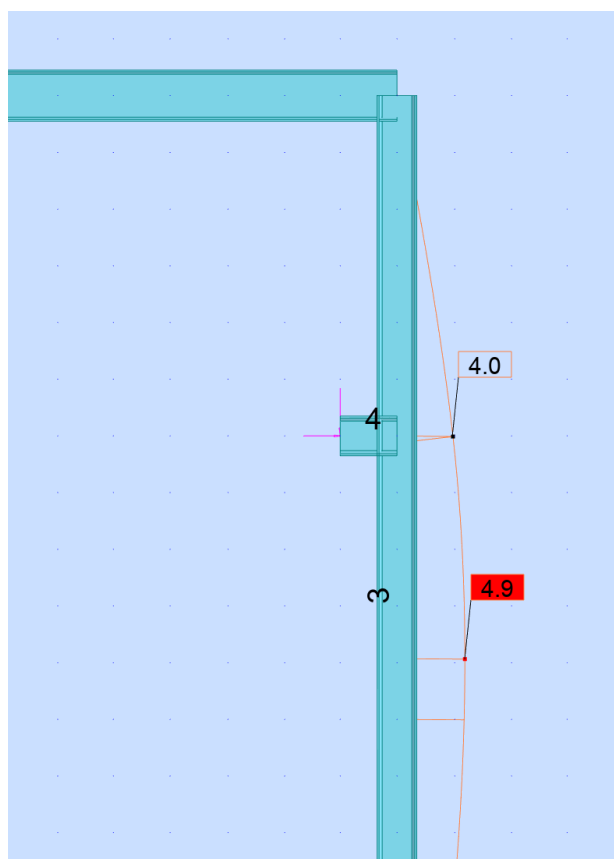
Poutre IPE 450 avec blocage de la membrure basse par lien anti-dévers au droit de chaque panne :

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(uz)	Cas (uz)
2 Poteau_2	IPE 450	ACIER	81.18	120.20	0.88	21 ELU /133/	0.98	24 ELS /81/

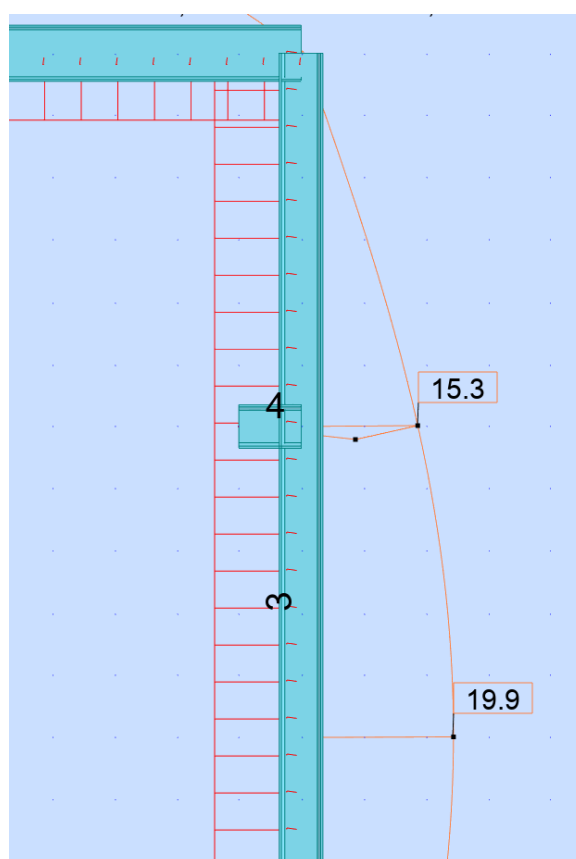
Poteau HEA 360

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(uy)	Cas (uy)	Ratio(uz)	Cas (uz)
1 Poteau_1	HEA 360	S 235	72.25	147.99	0.51	21 ELU /8/	0.00		0.76	1*2
3 Poteau_3	HEA 360	S 235	72.25	147.99	0.48	21 ELU /151/	0.00		0.84	24 ELS /95/

Déplacement des poteaux



Sous pont roulant



Sous effort de vent

Déplacement admissible de 20 mm soit $H/400$ – La structure est justifiable pour un pont à 10 Tonnes.

VIII. CONCLUSION

En ayant comme hypothèse les caractéristiques du complexe imaginé pour le futur tel qu'il est décrit ci-après :

- Pare vapeur, type Hyrene 25-25 TS
- Isolant en panneau mousse rigide de polyuréthane ep. 220mm
- Complexe d'étanchéité bicouche, type Hyrene spot ST et Hyrene 40 PY FP

Couverture haute :

Poids total du complexe : 19 daN/m²

Poids du bac acier en place : 7 daN/m²

Poids des pannes en place : 6.5 daN/m²

TOTAL : 32.5 daN/m²

Couverture basse :

Poids total du complexe : 19 daN/m²

Poids du bac acier en place : 7 daN/m²

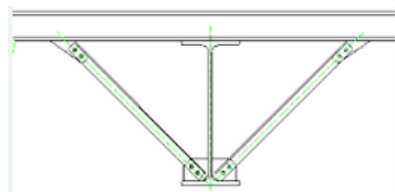
Poids des pannes en place : 6.5 daN/m²

Plafond dalle et ossature : 6 daN/m²

TOTAL : 38.5 daN/m²

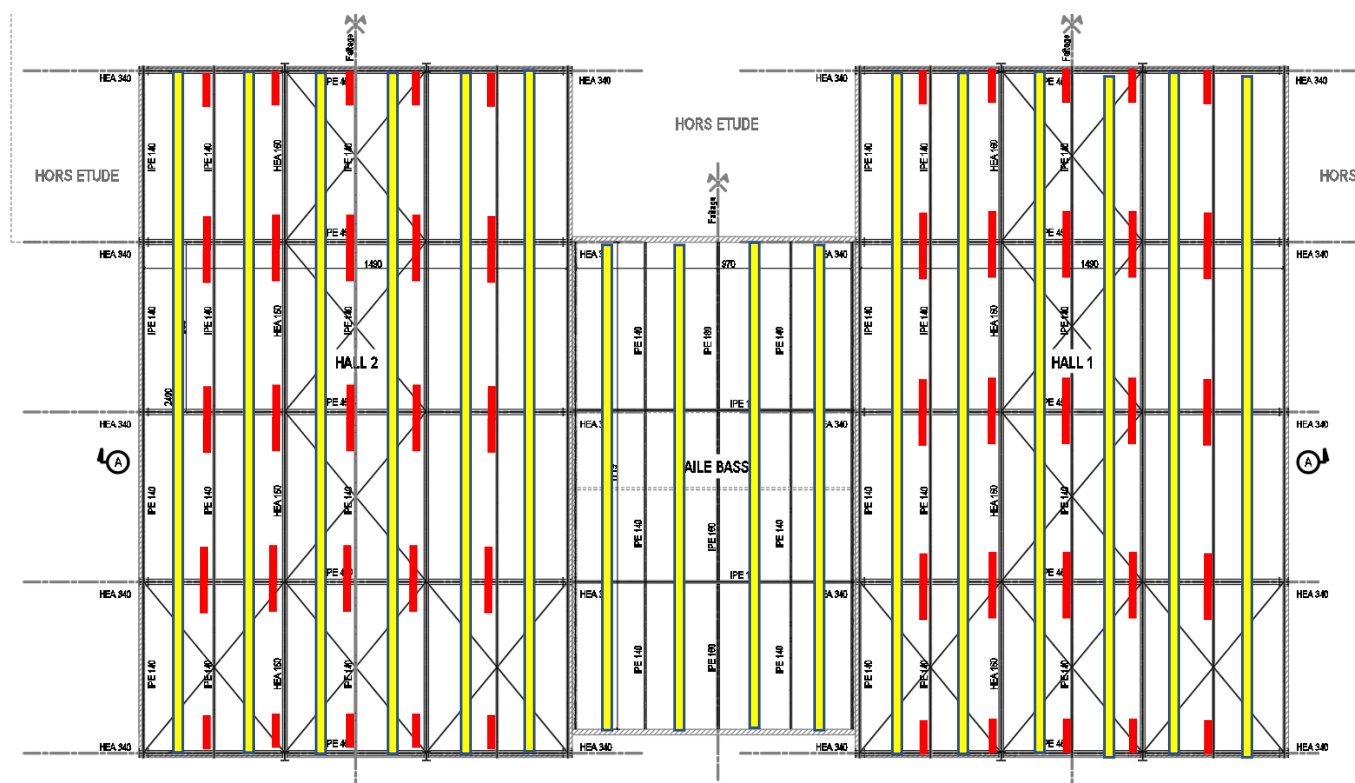
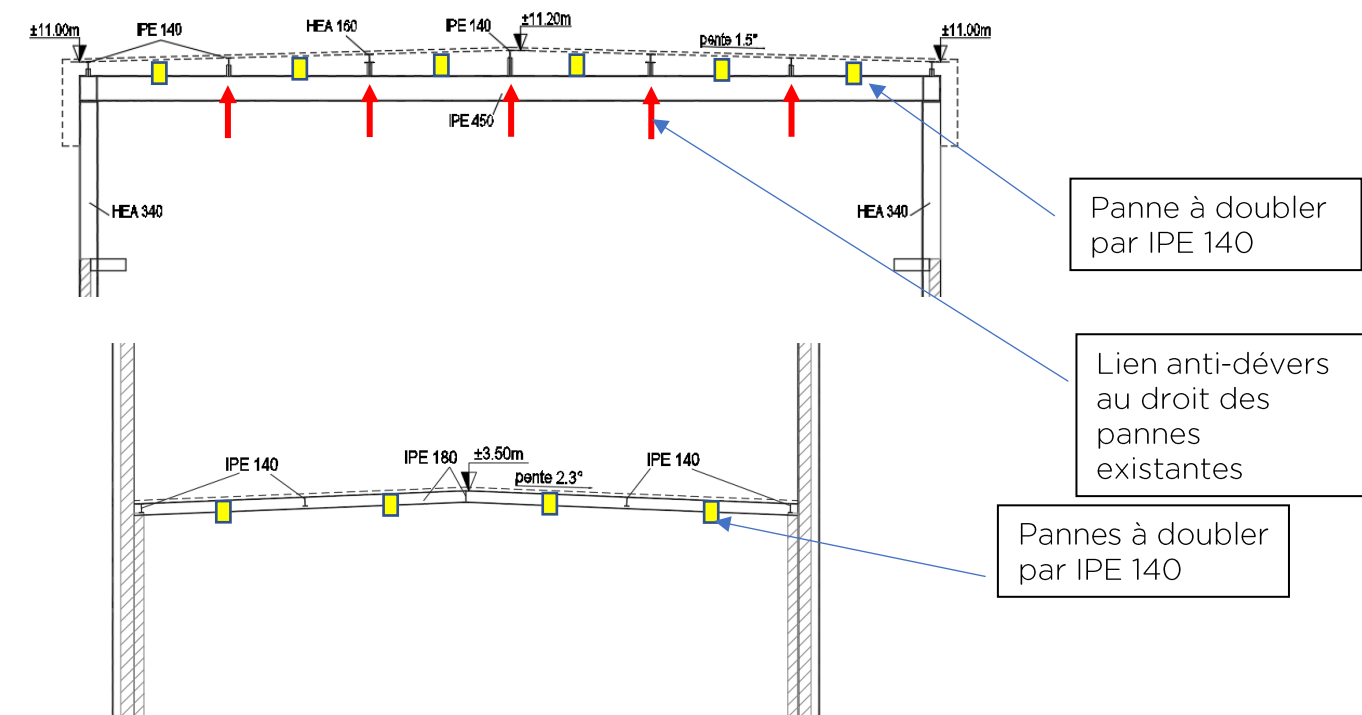
Pour conclure notre rapport sur l'aspect visuel et la capacité portante de la structure :

- La charpente devra faire l'objet d'un brossage et d'une peinture sur les traces de corrosion.
- Le remplissage maçonné entre portique devra faire l'objet d'une reprise de son étanchéité.
- Les éléments métalliques entourant les vitrages devront être remplacés.
- Les pannes hautes et basses en IPE 140 ne pourrons pas reprendre plus de charge qu'actuellement et devront être doublées (ou renforcées à l'aide de bracons) en cas d'ajout de charge.
- Les portiques peuvent reprendre une charge de 35 daN/m² à condition de bloquer le déversement de la membrure basse. Après ajout de bracon anti-dévers, le portique pourra donc reprendre le nouveau complexe de couverture imaginé.



Lien anti-dévers pour maintien de la membrure basse.

Description des renforcements :



Panne IPE 140 à ajouter

| Bracon anti-dévers sur membrure basse IPE 450

Relevé sur site	Rédaction du rapport	Visa et calcul
Marion Lannon Clarisse Godec	Clarisse Godec	Marion Lannon

FIN DE RAPPORT