

Préfecture de Saint Pierre Diagnostic structure en vue du remplacement de la CTA



Timbre Poste – Préfecture de Saint-Pierre & Miquelon

Note de Diagnostic

Maitre de l'ouvrage	PREFECTURE de St PIERRE & MIQUELON 975
Architecte	Sans Objet
Réf. dossier	250783
Document	Note de Diagnostic
Phase	DIAG/FAISA
Version	Octobre 2025
Auteur du document	PL

TABLE DES MATIERES

1. PRESENTATION DE L'OPERATION.....	3
1.1. Objet – Consistance des travaux.....	3
1.2. Existant – site et principes constructifs.....	3
1.3. Documents de référence de l'opération.....	4
1.4. Cadre réglementaire de l'opération	4
2. HYPOTHESES DE CONCEPTION.....	5
2.1. Conditions environnementales - Site.....	5
2.1.1. <i>Altitude</i> -.....	5
2.1.2. <i>Contrainte Climatique : Vent</i>	5
2.1.3. <i>Contrainte Climatique : Neige</i>	6
2.1.4. <i>Risque Sismique</i>	6
2.2. Matériaux.....	8
2.2.1. <i>Bois</i>	8
2.2.2. <i>Acier</i>	9
2.3. Contraintes programmatiques	10
2.3.1. <i>Charges permanentes</i>	10
2.3.2. <i>Charges d'exploitation</i>	10
3. VERIFICATION DE LA STRUCTURE DES PLANCHERS	11
3.1. Solives Existantes	11
3.1.1. <i>Modèle Mécanique</i>	12
3.1.2. <i>Vérification ELU</i>	12
3.1.1. <i>Vérification ELS</i>	13
3.2. Capacité portante maximale sans renforcement	13
3.2.1. <i>Vérification ELU</i>	13
3.2.1. <i>Vérification ELS</i>	13
4. DESCENTES DE CHARGES	14
4.1. Effort sur solive Acier existante	14
4.1.1. <i>Schéma Mécanique</i>	14
4.1.1. <i>Vérification ELU</i>	14
4.1.1. <i>Vérification ELS</i>	15
4.2. Effort sur solive projet.....	15
4.2.1. <i>Schéma Mécanique</i>	15
4.2.2. <i>Vérification ELU</i>	15
4.2.3. <i>Vérification ELS</i>	16
4.3. Renforcement.....	16
4.4. Vérification avec bouton intermédiaire	17
4.5. Descentes de charges sur le mur pignon	17
4.1. Reprise sur la poutre file B	18
4.1.1. <i>Modèle mécanique</i>	18
4.1.2. <i>Vérification ELU/ELS</i>	18
5. CONCLUSION.....	19

1. PRESENTATION DE L'OPERATION

1.1. Objet – Consistance des travaux

Cette notice structure présente les hypothèses et principes structuraux nécessaires à la modification de la centrale de traitement d'air située dans les combles du bâtiment historique de la préfecture de Saint-Pierre & Miquelon aussi appelé bâtiment « Ravitaillement ».

- Le projet de rénovation des équipements de traitement d'air prévoit la dépose de la centrale existante et le remplacement par une centrale qui a un poids deux fois supérieur à la précédente.
- Les équipements se situent dans le plancher des combles situé au R+2 d'un bâtiment restructuré en 1999.
- Notre visite de site a lieu le 1^{er} octobre 2025.

1.2. Existant – site et principes constructifs

Le projet prend place dans un immeuble en pierre de taille mitoyen Nord/Est et Sud/Ouest donnant sur le quai de bacalan.

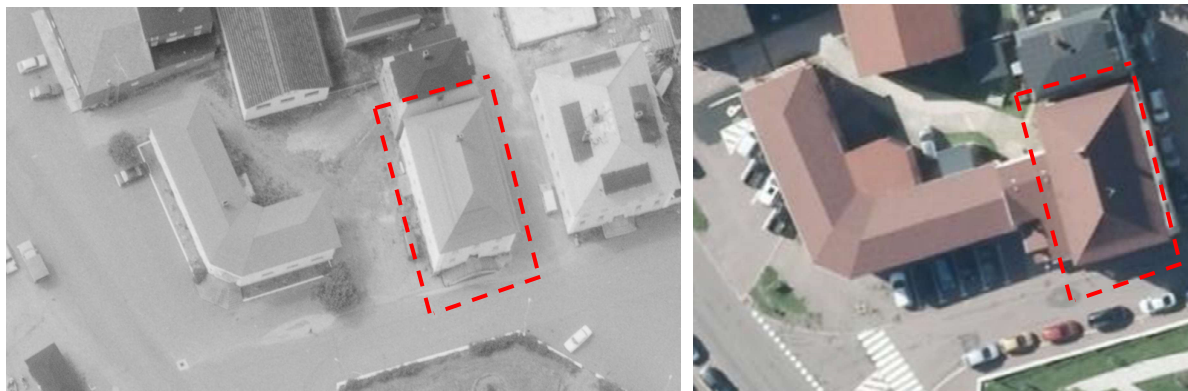


Figure 1 : Vue aérienne historique (1978) et actuelle.

La présente étude a été réalisée principalement pour objet de vérifier la capacité portante de l'ossature structurelle existante et le cas échéant de donner les préconisations et dispositions constructives nécessaires au renforcement.

Ci-après quelques photos présentant les espaces des combles. On remarque la charpente bois traditionnelle support de voliges en toiture. Le solivage bois support de plafond partiellement muni d'un platelage pour la maintenance technique, et l'isolant formant enveloppe supérieure de l'ouvrage.



Figure 2 : Photo des combles et du seul local cloisonné : le local CTA.

La réhabilitation du bâtiment en 1999 a modifié le système structural du bâtiment en créant une ossature de « type boîte dans la boîte » fondée partiellement de manière indépendante. Les murs d'enceinte du bâtiment ne reprennent que la charpente bois d'époque en toiture sur les murs de longs pans. Les murs de pignons reprennent les dernières trames de solivages métalliques des PH R+1 et PH R+2 liaisonnés par des empochements dans la maçonnerie.

- Au R+2 la structure primaire est en acier, des portiques transversaux à traverses IPE 300 et IPE 240 et poteaux HEA 140 reprennent le solivage de type IPE 240. Les solives sont de sections 28x230 avec un espacement de 40cm.
- Au R+1, des portiques transversaux à traverses HEA 300 et IPE 300 et poteaux HEA 160/140 reprennent le solivage de type IPE 240 support de bac acier béton collaborant de 11cm d'épaisseur.
- Au RDC, des voiles béton de 18cm d'épaisseur supportent une dalle de 18 cm d'épaisseur.
- Le plancher bas est un dallage sur terre-plein de 12cm d'épaisseur

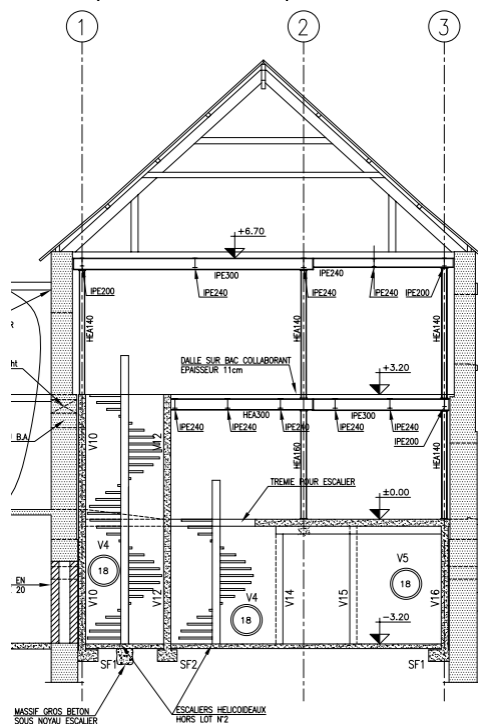


Figure 3 : Coupe structurelle du bâtiment existant

1.3. Documents de référence de l'opération

- Plans DOE transmis :
 - Plan Gros Œuvre – SICA – Dallage A - 3.20 coffrage – format .dwg.
 - Plan Gros Œuvre – SICA – 2^e étage vue par-dessus Combles Coffrage – format .dwg.
 - Plan Gros Œuvre – SICA – Coupes A-A / B-B / C-C / D-D / Coffrage – format .dwg.
 - Structure Acier – Dessins d'Atelier – Atelier de soudure Gilles Roy Inc.

1.4. Cadre réglementaire de l'opération

Eurocodes :

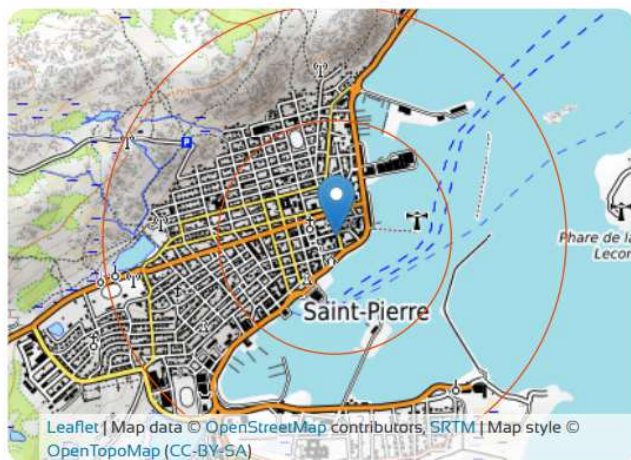
- NF EN 1990 + AN : Base de calcul des structures
- NF EN 1991 + AN : Actions sur les structures
- NF EN 1992 + AN : Calcul des structures en béton armé
- NF EN 1995 + AN : Calcul des structures en bois
- NF EN 1996 + AN : Calcul des structures en maçonnerie
- NF DTU 31.1 : Charpente en bois

2. HYPOTHESES DE CONCEPTION

Nous récapitulons ici tous les différents éléments permettant par la suite de mieux appréhender le contexte ainsi que les charges climatiques associées.

2.1. Conditions environnementales - Site

2.1.1. Altitude -



Distances / Direction	Au droit de la construction	500 m	1000 m
Nord	8 m	5 m	69 m
Nord-Est		3 m	0 m
Est		0 m	0 m
Sud-Est		0 m	2 m
Sud		0 m	15 m
Sud-Ouest		5 m	5 m
Ouest		30 m	70 m
Nord-Ouest		20 m	112 m

source : Shuttle Radar Topography Mission 30m

2.1.2. Contrainte Climatique : Vent

Préambule

En ce qui concerne les charges climatiques, le contexte n'ayant pas été normé, légiféré depuis la mise en place des Eurocodes, on s'attachera alors à définir les charges par une méthode croisée regroupant valeur de charges définies dans les normes françaises passées et normes Canadiennes CSA.

Catégorie de terrain :



Secteurs	s1	s2	s3	s4
Catégories	0	0	0	0

Rayon R du secteur angulaire : 641 m

Le terrain est un terrain côtier situé à moins de 5 km de la mer compte tenu du contexte insulaire du projet.

La charge de vent selon la CSA donne 1,0 kN/m², par analogie en choisissant un territoire en Zone 3 – territoires côtiers ; Cdir=1 – Catégorie de zone considérée 0, d'après la NF EN 1991-1-3 + Annexe nationale, on a :

Caractéristiques générales des charges de vent		
Région	3	
z	10 m	Hauteur de calcul de la pression dynamique du vent
Vitesse de référence du vent		
v_b	26m/s	$v_b = c_{dir} c_{season} c_{prob} v_{b,0} = 1 \times 1 \times 1 \times 26 = 26 \text{ m/s}$

c_{prob}	1	$c_{\text{prob}} = \left(\frac{1 - k \cdot \ln(-\ln(1 - p))}{1 - k \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^n = \left(\frac{1 - 0,15 \cdot \ln(-\ln(1 - 1/50))}{1 - 0,15 \cdot \ln(-\ln(0.98))} \right)^{0.5} = 1$
Rugosité du terrain : (0) Zone cotière		
$c_r(z)$	1.23	$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0.16 \cdot \ln\left(\frac{10}{0.01}\right) = 1.23$
k_r	0.16	$k_r = 0.19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} = 0.19 \left(\frac{0.01}{0.05}\right)^{0.07} = 0.16$
z	10 m	$z = \text{Min}(z_{\text{max}}, \text{Max}(z_{\text{user}}, z_{\text{min}})) = \text{Min}(200, \text{Max}(10, 1)) = 10\text{m}$
Orographie du terrain : Terrain plat ou de faible pente (Inférieur à 5%)		
$c_o(z)$	1	-
Turbulence du vent		
$l_v(z)$	0.13	$l_v(z) = \frac{k_l}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)} = \frac{1}{1 \cdot \ln(10/0.01)} = 0.13$
k_l	1	$k_l = 1 - 2 \cdot 10^{-4} (\log_{10}(z_0) + 3)^6 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} (\log_{10}(0.01) + 3)^6 = 1$
Pression dynamique de pointe pour la hauteur de calcul z		
$q_p(z)$	1.2 kN/m ²	$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \frac{1}{2} \rho v_m^2 = [1 + 7 \times 0.13] \frac{1}{2} 1.23 \times 31.96^2 = 1.2 \text{kN/m}^2$
$v_m(z)$	31.96 m/s	$v_m = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b = 1.23 \times 1 \times 26 = 31.96 \text{m/s}$

2.1.3. Contrainte Climatique : Neige

Situation de projet

Extrait des Règles N84, publiées en Novembre 2008 (DTU P 06-006), adoptées par la Commission générale de normalisation du bâtiment – DTU :

Cas de Saint-Pierre-et-Miquelon

La charge de neige au sol s_0 est prise égale à 2,6 kN/m².

Il n'y a pas lieu de procéder à une vérification sous charge accidentelle de neige.

D'après la norme NF EN 1991-1-3 :

(3)P Les charges de neige sur les toitures doivent être déterminées comme suit :

a. pour les situations de projet durables/transitoires :

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

où :

- (Amendement A1) « μ_i est le coefficient de forme pour la charge de neige (voir 5.3) » ;
- s_k est la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol ;
- s_{Ad} est la valeur de calcul de la charge exceptionnelle de neige sur le sol pour un site donné (voir 4.3) ;
- C_e est le coefficient d'exposition ;
- C_t est le coefficient thermique.

Coefficient C_e :

D'après la présence d'autres constructions autour du site du projet, il convient de fixer le coefficient C_e à 1,0.

Coefficient C_t :

Du fait de la transmittance thermique standard des revêtements de toiture, il convient de fixer le coefficient C_t à 1,0.

Charges de neige sur charpente à deux versants

Le coefficient de forme μ_2 pour une toiture à deux versants avec un angle compris entre 0 et 30° vaut 0,8. La charge qu'il convient d'utiliser pour la charge de neige pondérée est la suivante :

$$s_k = 2,08 \text{ kN/m}^2$$

2.1.4. Risque Sismique

2.1.4.1. Coefficient d'importance

L'accélération de référence définissant le séisme est pondérée par un coefficient γ_1 caractérisant « l'importance du bâtiment ». L'arrêté du 22 Octobre 2010 définit quatre « catégories d'importance ». Le tableau ci-dessous montre le coefficient d'importance associé à chacune de ces catégories.

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_1
I (Bâtiments dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée, ...)	0,8
II (Bâtiments d'habitation individuelle, Bâtiments d'habitation collective de hauteur inférieure à 28m, ...)	1,0
III (Bâtiments scolaires, Bâtiments d'habitation collective de hauteur supérieure à 28m, ...)	1,2
IV (Bâtiments dont la protection est primordiale pour les besoins de la sécurité civile et de la défense nationale, ...)	1,4

2.1.4.2. Périmètre d'application de l'arrêté du 22 octobre 2010

L'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 fixe les règles à appliquer en fonction de la catégorie du bâtiment et de la zone de sismicité. Suivant la zone de sismicité et la catégorie d'importance du bâtiment, la réglementation fixe les exigences suivantes en termes de conception et de dimensionnement sur les bâtiments neufs :

Zone de sismicité	Catégorie d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
Zone 1	Aucune exigence	Aucune exigence		
Zone 2			EC 8	EC 8
Zone 3		EC 8	EC 8	EC 8
Zone 4		EC 8	EC 8	EC 8
Zone 5		EC 8	EC 8	EC 8

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 définissant les règles parasismiques :

Dans le cas d'un classement en catégorie IV d'importance des bâtiments, **le risque sismique n'est pas à considérer** dans le dimensionnement des structures du projet.

2.2. Matériaux

2.2.1. Bois

2.2.2.1 Classes mécaniques et durabilité

Classes mécaniques des bois :

- Bois massifs : C18 à minima pour les éléments existants C24 pour les éléments neufs
- Bois lamellé collé : GL24H à minima – peut-être utilisé pour des renforts.

D'après la NF EN 338

		Résineux											
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Propriétés de résistance (en N/mm ²)													
Flexion	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	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	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
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/mm ²)													
Module moyen d'élasticité axiale	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
Module d'élasticité axiale (au 5 ^e percentile)	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
Module moyen d'élasticité transversale	$E_{90,mean}$	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 moyen de cisaillement	G_{mean}	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Masse volumique (en kg/m ³)													
Masse volumique	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550



Dans notre étude, les éléments en bois massif seront considérés en **classe de résistance C24**

D'après la EN 14080 de décembre 2011

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



Dans notre étude, les éléments en lamellé collé seront considérés en **classe de résistance GL24h**

Classes de résistance en fonction des essais de flexion sur chant : valeurs de résistance, de rigidité et de masse volumique
Les bois de structure sont supposés en classe de service 2.

Les bois :

- Si traités sont certifiés CTB-B+ ou les produits de traitement sont certifiés CTB-P+ (ou équivalent).
- La durabilité naturelle ou conférée du bois est adaptée à la classe d'emploi.
- Tous les bois ou produits à base de bois d'œuvre mis en œuvre devront être abattu et commercialisé légalement ou disposant d'une certification FSC ou PEFC.
- Les éléments d'ossature bois ou les bardages en bois sont issus de forêts éco-certifiées (exemple des labels PEFC ou FSC pour garantir une gestion durable des forêts et lutter contre la déforestation).

2.2.2.2 Déformations

Description	$W_{tot}=W_{net,fin}$	$W_{inst,Q}$	$W_{net,fin-w1}$
Toiture	L/250	L/300	Selon DTU 31.1 Annexe C
Plancher	L/250	1,5	$L \leq 7m : L/500$ $L > 7m : 1,4cm + (L - 7m)/1000$ selon DTU 31.1
Déformation horizontale	$H/300$ ($H < 10m$) $H/(200 + 10.h)$ ($10 < H < 10m$) $H/500$ ($H > 30m$)	-	-

2.2.2. Acier

Dans le cas où l'on cherchait à optimiser les hauteurs de linteaux à reprendre ponctuellement et de manière fine des linteaux pierre ou autres éléments structuraux, il pourrait être judicieux de disposer des poutres acier neuves ou de réemploi.

D'après la EN 10025-2

Norme et nuance d'acier	Épaisseur nominale t de l'élément [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	490	335	470
S 450	440	550	410	550



Dans notre étude, les éléments métalliques seront considérés **nuance d'acier S 235**

Description	W_{max}	W_3
Toiture non accessible	L/200	L/250
Toiture accessible (terrasse)	L/200	L/300
Plancher	L/250	L/350
Déformation horizontale	$H/300$ ($H < 10m$) $H/(200 + 10.h)$ ($10 < H < 10m$) $H/500$ ($H > 30m$)	-

2.3. Contraintes programmatiques

2.3.1. Charges permanentes

Planchers de combles. Les charges permanentes considérées sont constituées du poids propre des éléments calculés des complexes suivants :

Type	Charges permanentes[daN/m²]
Revêtement de sol platelage	20
Solives bois	20
Isolation et faux plafond plâtre	30
Divers	30
TOTAL	100

2.3.2. Charges d'exploitation

Planchers de combles techniques

Type selon NF EN 1991-1-1	qk [daN/m²]	Qk [kN]
Bureaux Catégorie C1	250	2,5
Circulations Catégorie A	250	2,5
Toitures – Catégorie H	80 daN/m² sur les 10m² les plus défavorable (Pente <15%)	1,5

Les plans DOE nous informent également sur les hypothèses de charge considérées mais n'apportent pas de précisions particulières sur la zone concernée :

Charges d'Exploitation : 250kg/m² niveau +3.20
100kg/m² niveau +6.70

Figure 4 : Extrait du DOE

3. VERIFICATION DE LA STRUCTURE DES PLANCHERS

3.1. Solives Existantes

Le plan de structure du plancher est le suivant :

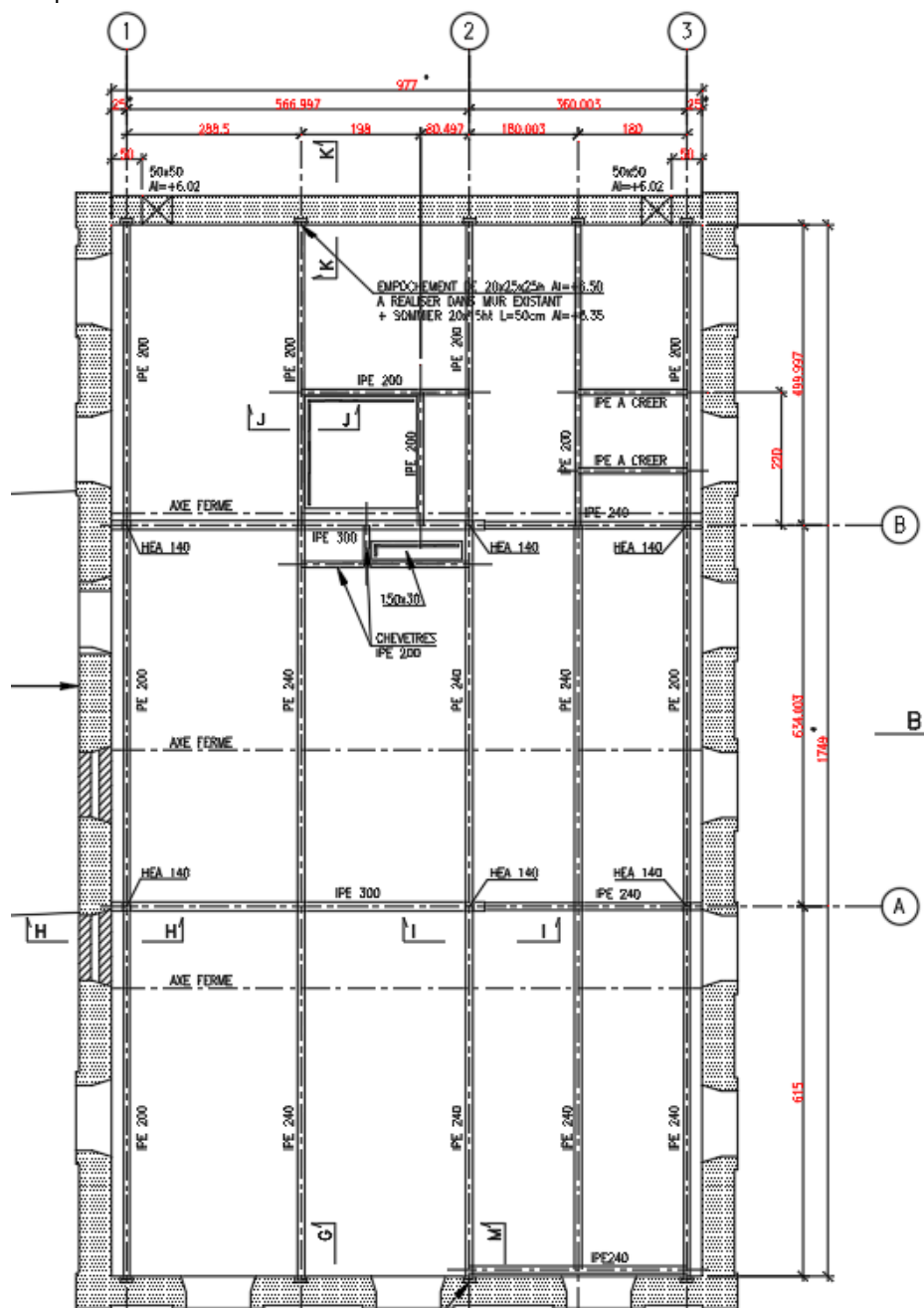


Figure 5 : DOE : plancher des combles

Le premier dimensionnement important est d'évaluer la capacité portante des solives de planchers existant.

Les charges induites par le remplacement de CTA sont les suivantes (extrait CCTP marché) :

- Taille : VERSO R 3000 H-W,
- Débits : soufflage = 1 570 m³/h, reprise = 1 450 m³/h
- Puissance élec. moteurs : 2 x 1 400 W max - 2x 310 W au point de fonctionnement / 400 V Tri / 50 Hz / 1,23 A),
- Dim. : 2 100 x 1 150 x 1 150 mm (Lg x lg x Ht)
par élément : lg = 650/700/750mm
- Poids : ~ 456kg (hors équipements divers)
par élément : 123/198/135kg.

- On comptera 20% de poids en plus d'équipements divers soit 550 kg.
 - La charge équivalente surfacique est d'environ 200 kg/m²
- La trame de plancher concernée est la suivante, les solives ont une portée de 1,80m.

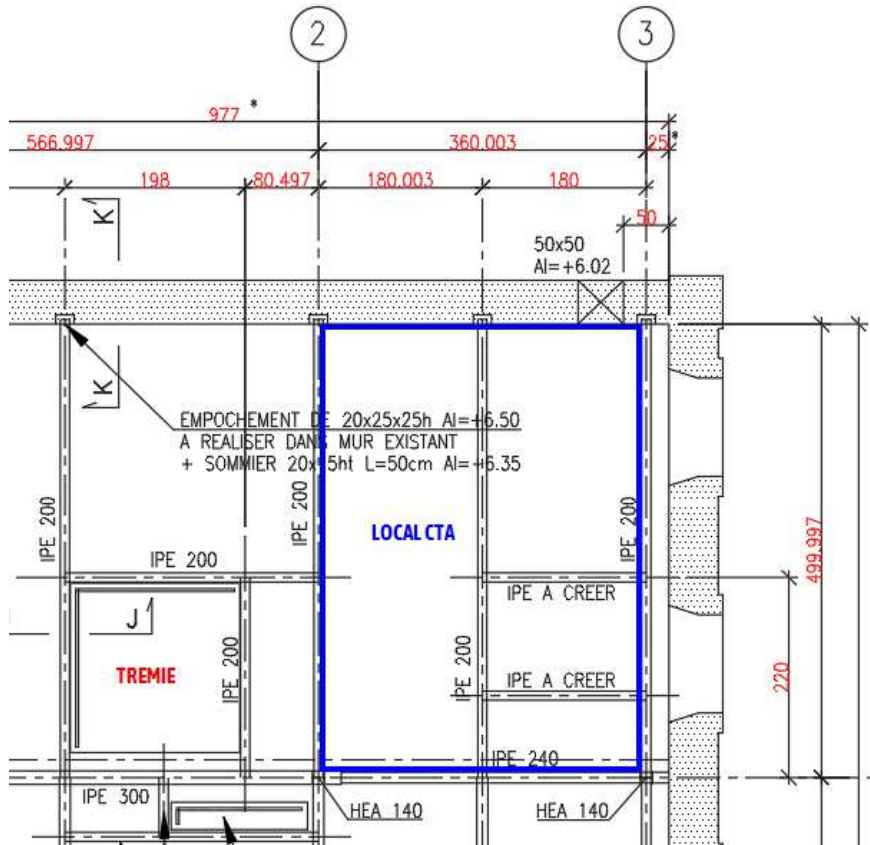


Figure 6 : Extrait du DOE

On considère les solives posées en quinconce impliquant alors une surface d'appuis pleine sur la semelle supérieure du IPE 200 soit 10cm
Avec les hypothèses données ci-avant, on obtient :

3.1.1. Modèle Mécanique

Géométrie de la structure et charges appliquées	
Géométrie	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m2)

3.1.2. Vérification ELU

Taux de travail		
Résistance contraintes axiales		
ELU-STR / 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / Long terme / kmod = 0.7 / gamma_m = 1.3 xrel = 0.5 / My = -0.72 kN*m		
Taux de travail EC5_FT1	30%	$\left \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \right = \left \frac{0}{5.38} + \frac{-2.91}{9.69} + 0.7 \frac{0}{12.6} \right = 0.3$
Résistance cisaillement		
ELU-STR / 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / Long terme / kmod = 0.7 / gamma_m = 1.3 xrel = 0 / Vz = -1.6 kN		
Taux de travail	30.29%	$\frac{ \tau_{z,d} }{f_{v,d}} = \frac{ -0.55 }{1.83} = 0.3$

EC5_Sz		
Résistance au déversement		
ELU-STR / 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / Long terme / kmod = 0.7 / gamma_m = 1.3 xrel = 0.5 / My = -0.72 kN*m		
Taux de travail EC5_LB1	76.5%	$\frac{ \sigma_{m,y,d} }{k_{crit}f_{m,y,d}} = \frac{ -2.91 }{0.39 \times 9.69} = 0.77$

3.1.1. Vérification ELS

Vérification flèches				
Composantes w de la flèche (mm)				
Tronçon	Type	$\frac{w_{inst}}{w_{inst,adm}}$	$\frac{w_{fin} - w_c}{w_{net,fin,adm}}$	$\frac{w_{fin} - w_{GPhase1}}{w_{2,adm}}$
1 (1.8m)	Travée	$\frac{0.54}{6} = 8.93\%$ 1: Q (LC2) (L/300)	$\frac{1.39-0}{9} = 15.44\%$ 2: G+Q (LC4) (L/200) (kdef=0.8, wcreep=0.57mm)	$\frac{1.27}{4.5} = 28.15\%$ 2: G+Q (LC4-LC7) (L/400) (kdef=0.8, wcreep=0.57mm)

Avec 100 kg/m² de charges permanentes et 200 kg/m² de charges d'exploitation, en considérant une part de 50% de charges fragiles (faux plafond plâtre), la section de la solive est **vérifiée**. Le taux de travail maximal est de **77 %**. Le critère préjudiciable est le déversement de part l'élancement de la solive.

3.2. Capacité portante maximale sans renforcement

En considérant 100 kg/m² de charges permanentes et 290 kg/m² de charges d'exploitation, on obtient :

3.2.1. Vérification ELU

Taux de travail		
Résistance contraintes axiales		
ELU-STR / 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / Long terme / kmod = 0,7 / gamma_m = 1,3 xrel = 0,5 / My = -0,94 kN*m		
Taux de travail EC5_FT1	39,14%	$ \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{5,38} + \frac{-3,79}{9,69} + 0,7 \frac{0}{12,6} = 0,39$
Résistance cisaillement		
ELU-STR / 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / Long terme / kmod = 0,7 / gamma_m = 1,3 xrel = 0 / Vz = -2,08 kN		
Taux de travail EC5_Sz	39,52%	$\frac{ \tau_{z,d} }{f_{v,d}} = \frac{ -0,72 }{1,83} = 0,4$
Résistance au déversement		
ELU-STR / 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / Long terme / kmod = 0,7 / gamma_m = 1,3 xrel = 0,5 / My = -0,94 kN*m		
Taux de travail EC5_LB1	99,81%	$\frac{ \sigma_{m,y,d} }{k_{crit}f_{m,y,d}} = \frac{ -3,79 }{0,39 \times 9,69} = 1$

3.2.1. Vérification ELS

Vérification flèches				
Composantes w de la flèche (mm)				
Tronçon	Type	$\frac{w_{inst}}{w_{inst,adm}}$	$\frac{w_{fin} - w_c}{w_{net,fin,adm}}$	$\frac{w_{fin} - w_{GPhase1}}{w_{2,adm}}$
1 (1,8m)	Travée	$\frac{0,78}{6} = 12,95\%$ 1: Q (LC2) (L/300)	$\frac{1,79-0}{9} = 19,84\%$ 2: G+Q (LC4) (L/200) (kdef=0,8, wcreep=0,72mm)	$\frac{1,66}{4,5} = 36,93\%$ 2: G+Q (LC4-LC7) (L/400) (kdef=0,8, wcreep=0,72mm)

On peut donc charger le plancher jusqu'à 290 kg/m² en exploitation. On pourra même aller au-delà en bloquant le déversement des poutres par le biais d'entretoises anti dévers ramenés jusqu'au point durs.

4. DESCENTES DE CHARGES

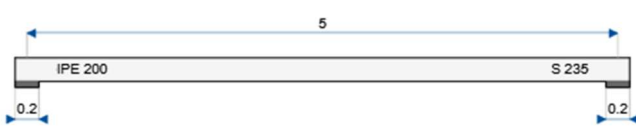
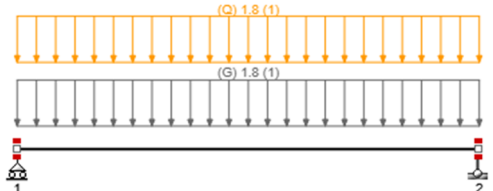
Afin de vérifier l'impact de la modification de la charge d'exploitation sur l'ossature primaire des planchers on s'attache à en évaluer l'ordre de grandeur dans la présente partie.

- La solive étant surchargée il est nécessaire de vérifier son dimensionnement
- La solive étant ancrée dans le pignon il est nécessaire de regarder l'augmentation de charge en pied de mur sur les fondations existantes.

4.1. Effort sur solive Acier existante

4.1.1. Schéma Mécanique

Le schéma mécanique est le suivant :

Géométrie de la structure et charges appliquées	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m2)
	

4.1.1. Vérification ELU

Taux de travail		
Résistances des sections à l'effort normal		
ELU-STR 1: 1.35G (LC1) / xrel = 0		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		
Taux de travail	0%	$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}} A} = \frac{ 0 }{\frac{235}{1} 2850} = 0$
Résistances des sections au cisaillement		
ELU-STR 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / xrel = 0		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		
Taux de travail	7,14%	$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{V_{z,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0} 3} A_{vz}} = \frac{ -13,57 }{\frac{235}{13} 1400} = 0,07$
Résistances des sections aux moments fléchissants		
ELU-STR 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / xrel = 0,5		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		
Taux de travail	32,71%	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}} W_{pl,y}} = \frac{ -16,96 }{\frac{235}{1} 220600} = 0,33$
Stabilité des pièces (flambement et flambement latéral)		
ELU-STR 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / xrel = 0,5		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		
Taux de travail	77,17%	$\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M1}}} = \frac{-16,96}{0,42 \frac{220600 \times 235}{1}} = 0,77$
Résultats intermédiaires		
χ_{LT}	0,42	$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,6 + \sqrt{1,6^2 - 1,41^2}} = 0,42$
Φ_{LT}	1,6	$\Phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0,5[1 + 0,2(1,41 - 0,25) + 1,41^2] = 1,6$
$\bar{\lambda}_{LT}$	1,41	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{220600 \times 235}{26,25}} = 1,41$

M_{cr}	26,25 kN*m	$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{(k_{zL})^2} \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k_z L)^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} + (C_2 z_g)^2 - C_2 z_g \right] =$ $= 1,13 \frac{3,14^2 \times 210000 \times 1423100}{(1 \times 5)^2} \left[\left(\frac{1}{1} \right)^2 \frac{12990000000}{1423100} + \frac{(1 \times 5)^2 \times 80769,23 \times 69800}{3,14^2 \times 210000 \times 1423100} + (0,45 \times 0,1)^2 - 0,45 \times 0,1 \right] = 26,25$
f	0,99	$f = 1 - 0,5(1 - k_c)[1 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2] = 1 - 0,5(1 - 0,94)[1 - 2,0(1,41 - 0,8)^2] = 0,99$
$\chi_{LT,mod}$	0,42	$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} = \frac{0,42}{0,99} = 0,42$

4.1.1. Vérification ELS

Vérification flèches				
Composantes w de la flèche (mm)				
Tronçon	Type	$\frac{w_{cr}}{w_{cr,adm}}$	$\frac{w_{inst}}{w_{inst,adm}}$	$\frac{w_{cr} - w_{GPhase1}}{w_{2,adm}}$
1 (5m)	Travée	$\frac{7,75}{16,67} = 46,49\%$ 2: G+Q (LC3) (L/300)	$\frac{3,65}{16,67} = 21,91\%$ 1: Q (LC2) (L/300)	$\frac{3,65}{12,5} = 29,21\%$ 2: G+Q (LC3-LC7) (L/400)

4.2. Effort sur solive projet

4.2.1. Schéma Mécanique

Le schéma mécanique est le suivant :

Géométrie de la structure et charges appliquées	
Géométrie	Cas de charges : kN, kN/m (kN/m2)

4.2.2. Vérification ELU

Taux de travail		
Résistances des sections à l'effort normal		
ELU-STR 1: 1.35G (LC1) / xrel = 0		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{f_t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		
Taux de travail	0%	$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{N_{Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}} A} = \frac{ 0 }{\frac{235}{1} 2850} = 0$
Résistances des sections au cisaillement		
ELU-STR 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / xrel = 0		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{f_t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		
Taux de travail	10.7%	$\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{V_{z,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}} A_{vz}} = \frac{ -20,32 }{\frac{235}{13} 1400} = 0,11$
Résistances des sections aux moments fléchissants		
ELU-STR 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / xrel = 0.5		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{f_t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		
Taux de travail	48.99%	$\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{M_{y,Ed}}{\frac{f_y}{\gamma_{M0}} W_{pl,y}} = \frac{ -25,39 }{\frac{235}{1} 220600} = 0,49$
Stabilité des pièces (flambement et flambement latéral)		
ELU-STR 2: 1.35G+1.5Q (LC1) / xrel = 0.5		
Classe : 1 - Paroi : 3 Condition $\frac{\sigma}{f_t} = \frac{174,5}{5,6} = 31,16 \leq 33\epsilon = 33 \times 1 = 33$		

Taux de travail	115.57%	$\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{W_{ply} f_y}{\gamma_{M1}}} = \left \frac{-25.39}{0.42 \frac{220600 \times 235}{1}} \right = 1.16$
Résultats intermédiaires		
χ_{LT}	0.42	$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1.6 + \sqrt{1.6^2 - 1.41^2}} = 0.42$
Φ_{LT}	1.6	$\Phi_{LT} = 0.5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0.5[1 + 0.2(1.41 - 0.25) + 1.41^2] = 1.6$
$\bar{\lambda}_{LT}$	1.41	$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{ply} f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{220600 \times 235}{26.25}} = 1.41$
M_{cr}	26.25 kN*m	$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 E I_z}{(k_z L)^2} \left[\left(\frac{k_z}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k_z L)^2 G I_t}{\pi^2 E I_z} + (C_2 z_g)^2 - C_2 z_g \right] =$ $= 1.13 \frac{3.14^2 \times 210000 \times 1423100}{(1 \times 5)^2} \left[\left(\frac{1}{1} \right)^2 \frac{129900000000}{1423100} + \frac{(1 \times 5)^2 \times 80769.23 \times 69800}{3.14^2 \times 210000 \times 1423100} + (0.45 \times 0.1)^2 - 0.45 \times 0.1 \right] = 26.25$
f	0.99	$f = 1 - 0.5(1 - k_c)[1 - 2.0(\bar{\lambda}_{LT} - 0.8)^2] = 1 - 0.5(1 - 0.94)[1 - 2.0(1.41 - 0.8)^2] = 0.99$
$\chi_{LT,mod}$	0.42	$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f} = \frac{0.42}{0.99} = 0.42$

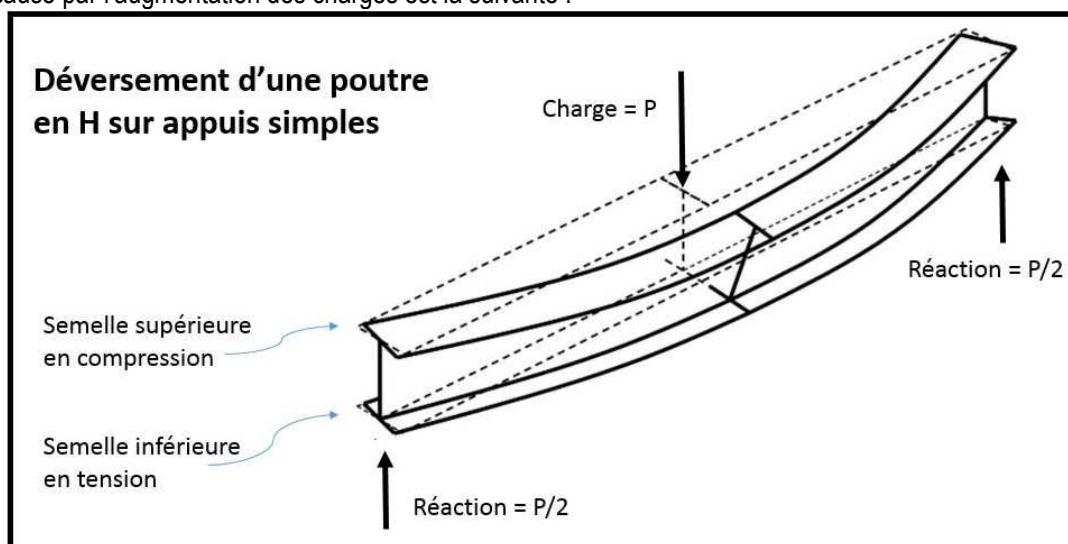
4.2.3. Vérification ELS

Vérification flèches				
Composantes w de la flèche (mm)				
Tronçon	Type	$\frac{w_{cr}}{w_{cr,adm}}$	$\frac{w_{inst}}{w_{inst,adm}}$	$\frac{w_{cr} - w_{GPhase1}}{w_{2,adm}}$
1 (5m)	Travée	$\frac{11.4}{16.67} = 68.4\%$ 2: G+Q (LC3) (L/300)	$\frac{7.3}{16.67} = 43.82\%$ 1: Q (LC2) (L/300)	$\frac{7.3}{12.5} = 58.43\%$ 2: G+Q (LC3-LC7) (L/400)

La solive n'est pas vérifiée la charge provoque le déversement de la poutre et le flambement latéral

4.3. Renforcement

L'instabilité causé par l'augmentation des charges est la suivante :



Il est nécessaire de modifier très ponctuellement l'ossature primaire du plancher avec des entretoises de part et d'autre afin de bloquer sont déplacement éventuel de part et d'autre du plancher.

Pour se faire, il faut ajouter à mi-travée une entretoise acier dans la hauteur du profilé, liaisonné dans l'âme du IPE 200.

Il est d'hors et déjà noté sur le plan (IPE à CREER), il faut donc :

- S'assurer de la présence de ce profilé sous le platelage
- Ajouter un profilé de l'autre côté du profilé (files 2 à 3)

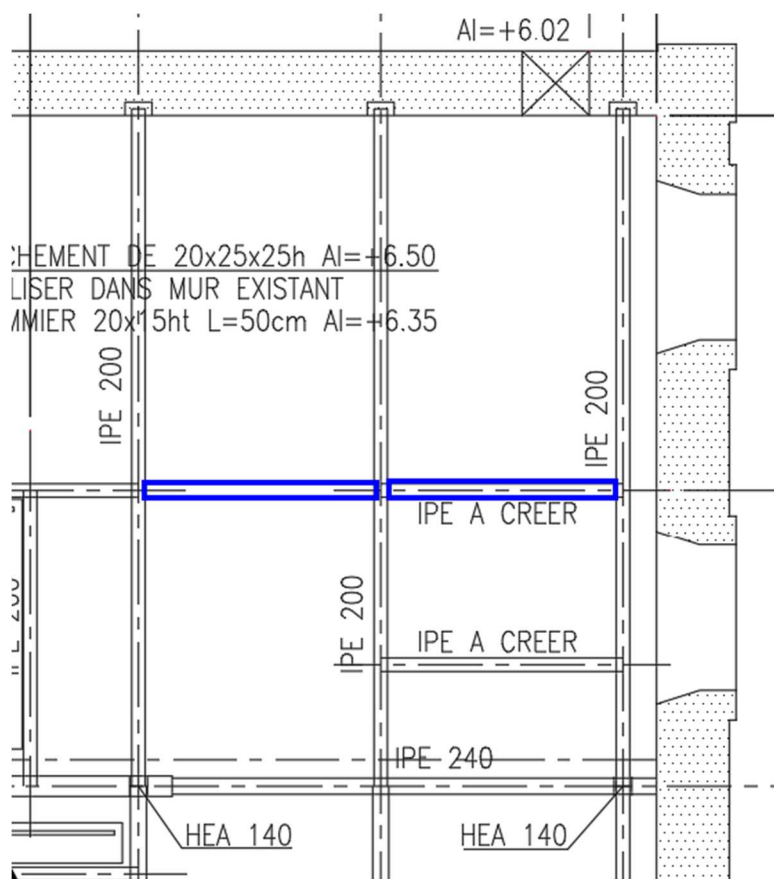


Figure 5 : Localisation de l'entretoise à poser.

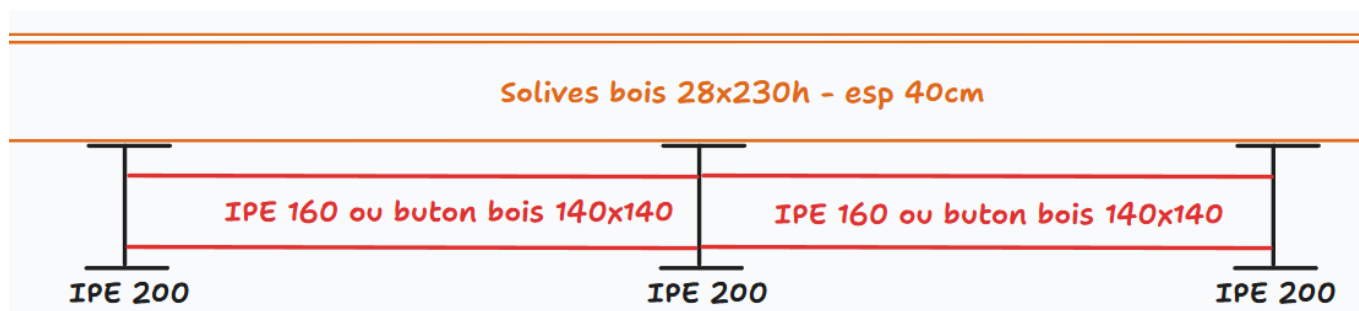


Figure 7 : Principe d'anti-dévers

4.4. Vérification avec buton intermédiaire

On refait le calcul avec le buton intermédiaire :

Pièces Acier : Résultats synthétiques (Résistances et flèches)					
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)		
Utilisateur	Résistance section	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches second oeuvre (Combinaisons rares)
IPE 200	48.99%	65.92%	68,4% (11,4mm)	43,82% (7,3mm)	58,43% (7,3mm)

Le taux de travail vis-à-vis de la stabilité est ramené à 66%.

4.5. Descentes de charges sur le mur pignon

La réaction maximale sur appui à l'ELU est de 13,6 kN dans la configuration existante.

La réaction maximale sur appui à l'ELU est de 20,3 kN dans la configuration existante.

L'augmentation est donc d'environ 50% sur appui ce qui paraît important.

Toutefois, cela engendre :

- Une augmentation de contrainte sous sommier béton de 0,7 Mpa à 1 Mpa ce qui est très faible et reste en deçà des résistances caractéristiques du béton qui même très médiocre sont à minima de 5 Mpa.

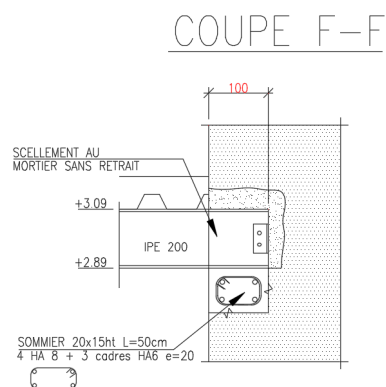


Figure : Détail de sommier existant

- L'augmentation des charges en pied de fondation à l'aplomb de l'ouvrage compte tenu du poids propre du pignon est de :
 - En prenant une bande de deux mètres (cone de diffusion minimal) de mur la charge est de 120 kN/mL ce qui donne 133,6 en cas existant ou 140,3 en configuration projet soit : **+5%** en pied de mur ce qui reste acceptable.

Il n'est donc pas nécessaire de reprendre le mur.

4.1. Reprise sur la poutre file B

De la même manière on vérifie que l'augmentation des charges sur la poutre support en file B ne remette pas en cause sa capacité portante. En appliquant les réactions d'appui sur la porteuse IPE 240 on a :

4.1.1. Modèle mécanique

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

4.1.2. Vérification ELU/ELS

Pièces Acier : Résultats synthétiques (Résistances et flèches)					
Section	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)		
Utilisateur	Résistance section	Stabilité	Flèches combinaisons ELS-CR	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches second oeuvre (Combinaisons rares)
IPE 240	39.3%	60.76%	27,15% (3,26mm)	21,07% (2,53mm)	28,09% (2,53mm)

La poutre principale du portique accueillant la solive est vérifiée.

5. CONCLUSION

Le présent présente les vérifications structurelles nécessaires afin de mener à bien la modification de la CTA présente dans les combles. Il en ressort donc :

- La solive bois principale est suffisamment dimensionnée ✓
- La solive acier type IPE 200 n'est pas suffisamment dimensionnée vis-à-vis de la stabilité hors plan, il est nécessaire de renforcer le plancher avec la mise en place d'un bouton intermédiaire transversal. ✗
- Le mur pignon qui reprend la dernière de plancher ne nécessite pas de renforcement. ✓
- La traverse du portique file B peut également reprendre la surcharge sans renfort. ✓



contact@odetec.fr
05 53 02 90 44



www.odetec.fr