

3CBO - Communauté de Communes de la Cléry, du Betz et de l'Ouanne

SIEGE SOCIAL – CHUELLES (45) *ETUDES PRO*



DJP INGÉNIERIE

Ingénieurs-Conseils

8, RUE ALBERT 1ER - 45000 ORLEANS

Tél 02-38-62-44-44

E-mail contact@djpi.fr

Note de synthèse - PRO

NDS01

Affaire : 774

Révision : A

Date : 04/11/2025



SUIVI GENERAL DES RÉVISIONS

Rev.	Date	Établi par	Contrôlé par	Vérifié par	Origine et contenu	État
A	04/11/25	MG	LDY	JPD	Première édition	PREL

Page	Révision					
	0	A	B	C	D	E
01		X				
02		X				
03		X				
04		X				
05		X				
06		X				
07		X				
08		X				
09		X				
10		X				
11		X				
12		X				
13		X				
14		X				
15		X				
16		X				
17		X				
18		X				
19		X				
20		X				
21		X				
22		X				
23		X				
24		X				
25		X				
26		X				
27		X				
28		X				
29		X				
30		X				
31		X				
32		X				
33		X				
34		X				
35		X				
36		X				
37		X				
38		X				
39		X				
40		X				
41		X				
42		X				
43		X				
44		X				
45		X				
46		X				
47		X				
48		X				
49		X				
50		X				

Page	Révision					
	0	A	B	C	D	E
51		X				
52		X				
53		X				
54		X				
55		X				
56		X				
57		X				
58		X				
59		X				
60		X				
61		X				
62		X				
63		X				
64		X				
65		X				
66		X				
67		X				
68		X				
69		X				
70		X				
71		X				
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

Page	Révision					
	0	A	B	C	D	E
101						
102						
103						
104						
105						
106						
107						
108						
109						
110						
111						
112						
113						
114						
115						
116						
117						
118						
119						
120						
121						
122						
123						
124						
125						
126						
127						
128						
129						
130						
131						
132						
133						
134						
135						
136						
137						
138						
139						
140						
141						
142						
143						
144						
145						
146						
147						
148						
149						
150						

Page	Révision					
	0	A	B	C	D	E
151						
152						
153						
154						
155						
156						
157						
158						
159						
160						
161						
162						
163						
164						
165						
166						
167						
168						
169						
170						
171						
172						
173						
174						
175						
176						
177						
178						
179						
180						
181						
182						
183						
184						
185						
186						
187						
188						
189						
190						
191						
192						
193						
194						
195						
196						
197						
198						
199						
200						

X : page modifiée ; 0 : page dont le contenu est inchangé (seule la numérotation ou la mise en page ont changé)



SOMMAIRE

1.	OBJET	5
2.	DOCUMENTS DE REFERENCE	5
3.	GENERALITES	7
3.1	Présentation du projet	7
3.2	Fonctionnement structurel	10
3.2.1	Transmission des charges verticales.....	10
3.2.2	Transmission des charges horizontales.....	12
4.	HYPOTHESES D'ETUDE STRUCTURELLE	13
4.1	Matériaux	13
4.2	Hypothèses de charges.....	14
4.2.1	Charges permanentes.....	14
4.2.2	Charges d'exploitation.....	15
4.2.3	Charges de neige.....	16
4.2.4	Charges de vent.....	18
4.2.5	Charges thermiques.....	19
4.2.6	Charges sismiques.....	19
4.3	Classes de service et critères de déformations	20
4.3.1	Classe de service des éléments structurels en bois	20
4.3.2	Critères de flèche	20
4.3.3	Critère de vibration	20
5.	VERIFICATIONS SOUS CHARGES VERTICALES.....	21
5.1	Dalles CLT	21
5.1.1	Plan de calepinage.....	21
5.1.2	Justification des dalles	22
5.2	Système poteaux-poutres bois et métallique	28
5.2.1	Modélisation	28
5.2.2	Cas de charge.....	30
5.2.3	Groupe et combinaisons.....	40
5.2.4	Justification des barres.....	42
5.3	Pieds de poteaux et montants des MOB	50
5.3.1	Poteaux double hauteur	50
5.3.2	Poteaux simple hauteur hors MOB.....	51
5.3.3	Poteaux simple hauteur dans MOB – vérification de la lisse basse	51
5.3.4	Montants des MOB – vérification de la lisse basse.....	53



5.4	Voiles CLT.....	54
6.	REPARTITION DES CHARGES HORIZONTALES	59
6.1	Direction Nord-Sud.....	59
6.2	Direction Est-Ouest	60
7.	DESCENTES DE CHARGES	61
7.1	Descentes de charges en pied de poteaux.....	62
7.2	Descentes de charges en pied des murs porteurs principaux.....	64
7.2.1	Verticales	64
7.2.2	Horizontales	66
8.	AVANT-METRE	67
8.1	Dalles CLT	67
8.2	Voiles CLT.....	68
8.3	Murs Ossature Bois.....	68
8.4	Poutres Bois.....	69
8.5	Poutres métalliques.....	70
8.6	Poteaux bois	70
9.	CONCLUSION.....	71



1. OBJET

Ce document a pour objet le dimensionnement des superstructures principales en bois et métalliques dans le cadre du projet pour la réalisation du futur SIEGE SOCIAL de la 3CBO à Chuelles (45).

Cette note de synthèse de la phase PRO contient des schémas guides 2D des principes structurels (plans et coupes de détail type), les hypothèses et vérifications calculatoires, une descente de charge et un avant-métré des structures.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

Documents transmis par Bertrand Cellier Architecte :

- [01] 300925 – BERTRAND CELLIER – 2409-PRO_00 TCE A1_indA_30-09-2025.pdf
- [02] 300925 – BERTRAND CELLIER – 2409-PRO_00 TCE A3_indA_30-09-2025.pdf
- [03] 240925 – BERTRAND CELLIER – 2409-PRO_02 GROS ŒUVRE_02-10-2025.pdf
- [04] 030925 – BERTRAND CELLIER – 2409-PRO.dwg
- [05] 220725 – BERTRAND CELLIER – 2409-PC.pdf
- [06] 220725 – BERTRAND CELLIER – 2409-PC-Notice_sécurité.pdf
- [07] 220725 – BERTRAND CELLIER – 2409-PC-Notice_accessibilité.pdf
- [08] 240425 – BED Thermique – Dossier APD
- [09] 220525 – ICSEO – Mission G2-AVP.pdf

- [11] 071025 – BERTRAND CELLIER – Détail toiture.pdf
- [12] 061025 – BERTRAND CELLIER – Détail principe de verrière.pdf
- [13] 030925 – BERTRAND CELLIER – Produits

Normes et règlements :

- [21] **NF EN 1990** – Bases de calcul des structures
 - NF EN 1990_Mars 2003_FR
 - NF EN 1990-A1_Juil. 2006
 - NF EN 1990_NA_Déc. 2011

- [22] **NF EN 1991** – Actions sur les structures
 - NF EN 1991-1-1_Mars 2003
 - NF P06-111-2_Juin 2004---NF P06-111-2_A1 Mars 2009
 - NF EN 1991-1-3_Avr. 2004
 - NF EN 1991-1-3-NA de 2007
 - NF EN 1991-1-3-NA-A1 de 2011
 - NF EN 1991-1-3-A1_Oct. 2015
 - NF EN 1991-1-3 NA-A2_Juil. 2022
 - NF EN 1991-1-4_Nov. 2005
 - NF EN 1991-1-4-NA_Mars 2008
 - NF EN 1991-1-4-A1_Oct. 2010
 - NF EN 1991-1-5_Mai 2004
 - NF EN 1991-1-5-NA_Févr. 2008



- **[23] NF EN 1993** – Calcul des structures en acier
 - NF EN 1993-1-1_Oct. 2005
 - NF EN 1993-1-1_NA_Août 2013
 - NF EN 1993-1-1_A1_Juil. 2014
 - NF EN 1993-1-2_Nov. 2005
 - NF EN 1993-1-2_NA_Oct. 2007
 - NF EN 1993-1-8_Dec. 2005
 - NF EN 1993-1-8_NA_Juil. 2007
- **[24] NF EN 1995** – Conception et calcul des structures en bois
 - NF EN 1995-1-1_Juin 2017
 - NF EN 1995-1-1_NA_Mai 2010
 - NF EN 1995-1-1_A1_Oct. 2008
 - NF EN 1995-1-1_A2_Juil. 2014
- **[25] NF DTU 31.1** – Construction en bois
- **[26] NF DTU 31.2** – Construction de maison et bâtiments à ossature en bois
- **[27] NF DTU 31.1** – Charpente en bois assemblées par connecteurs métalliques
- **[28] NF DTU 32.1** – Charpente et ossatures en acier
- **[29] NF DTU 43.4** – Toiture en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois
- **[30] AQCEN EC5** – Ossature bois

Plans de structure DJPI :

- **[41] 291025 – DJPI** – 774_3CBO-Siège-Social_PRO-Plan-Structure-01_IndC.pdf
- **[42] 291025 – DJPI** – 774_3CBO-Siège-Social_PRO-Plan-Structure-02_IndC.pdf
- **[43] 291025 – DJPI** – 774_3CBO-Siège-Social_PRO-Plan-Structure-03_IndC.pdf
- **[44] 291025 – DJPI** – 774_3CBO-Siège-Social_PRO-Plan-Structure-04_IndC.pdf
- **[45] 291025 – DJPI** – 774_3CBO-Siège-Social_PRO-Plan-Structure-05_IndC.pdf
- **[46] 291025 – DJPI** – 774_3CBO-Siège-Social_PRO-Coupe-détails-types_IndC.pdf

3. GENERALITES

3.1 Présentation du projet

La Communauté de Commune de la Cléry, du Betz et de l'Ouanne a missionné DJP Ingénierie pour une étude structurelle en phase PRO, pour la réalisation de son futur siège social à Chuelles (45).

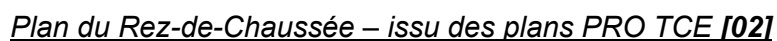
Il s'agit d'un bâtiment à R+1, d'environ 1200m², dont la structure est composée de panneaux CLT (dalles et voiles), d'un système poteaux-poutre et de Murs à Ossature Bois. Les fondations et le dallage du RDC sont en béton. La toiture terrasse est inaccessible et végétalisée.

Les documents de permis de construire [05] ainsi que l'étude thermique [08] et le rapport géotechnique G2-APD [09] ont été transmis par BERTAND CELLIER.



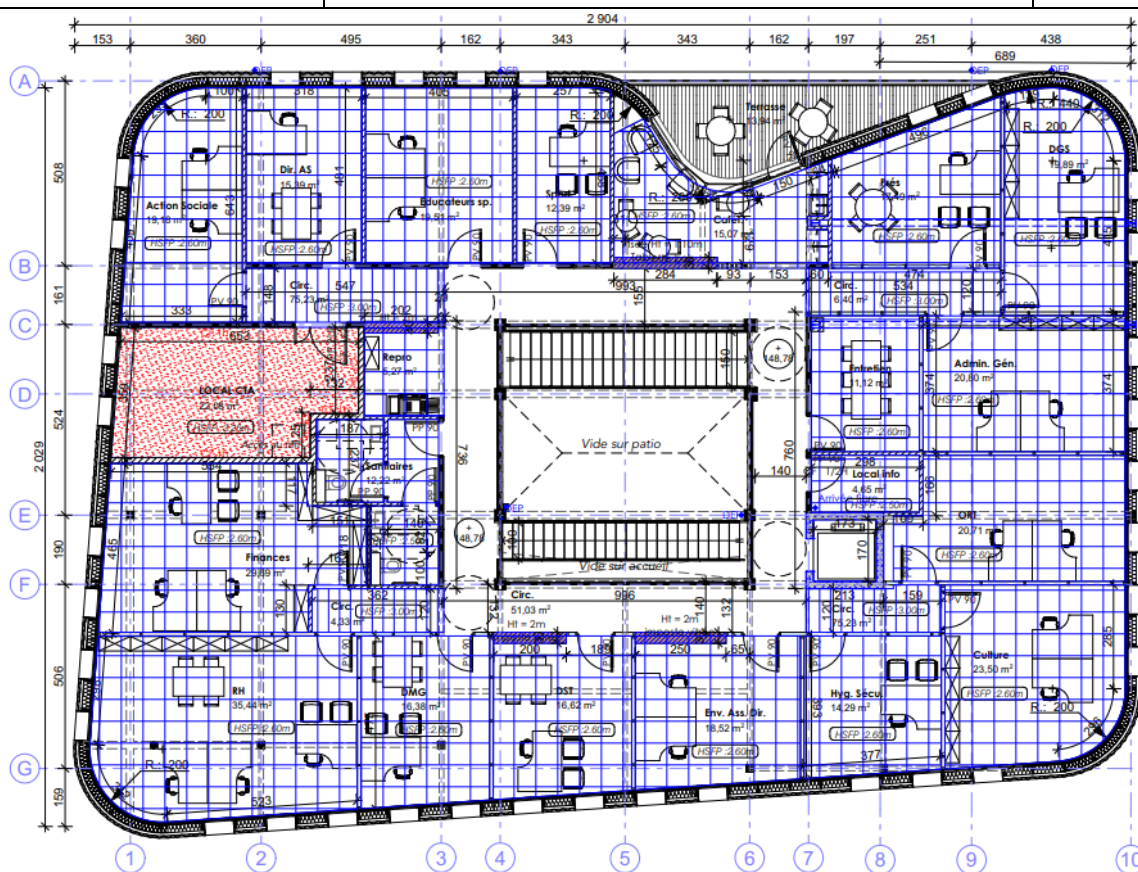
Document graphique d'insertion – issu des plans PC [05]

Nota : Les ombrières et les locaux techniques hors bâtiment principal ne font pas l'objet de la présente étude.

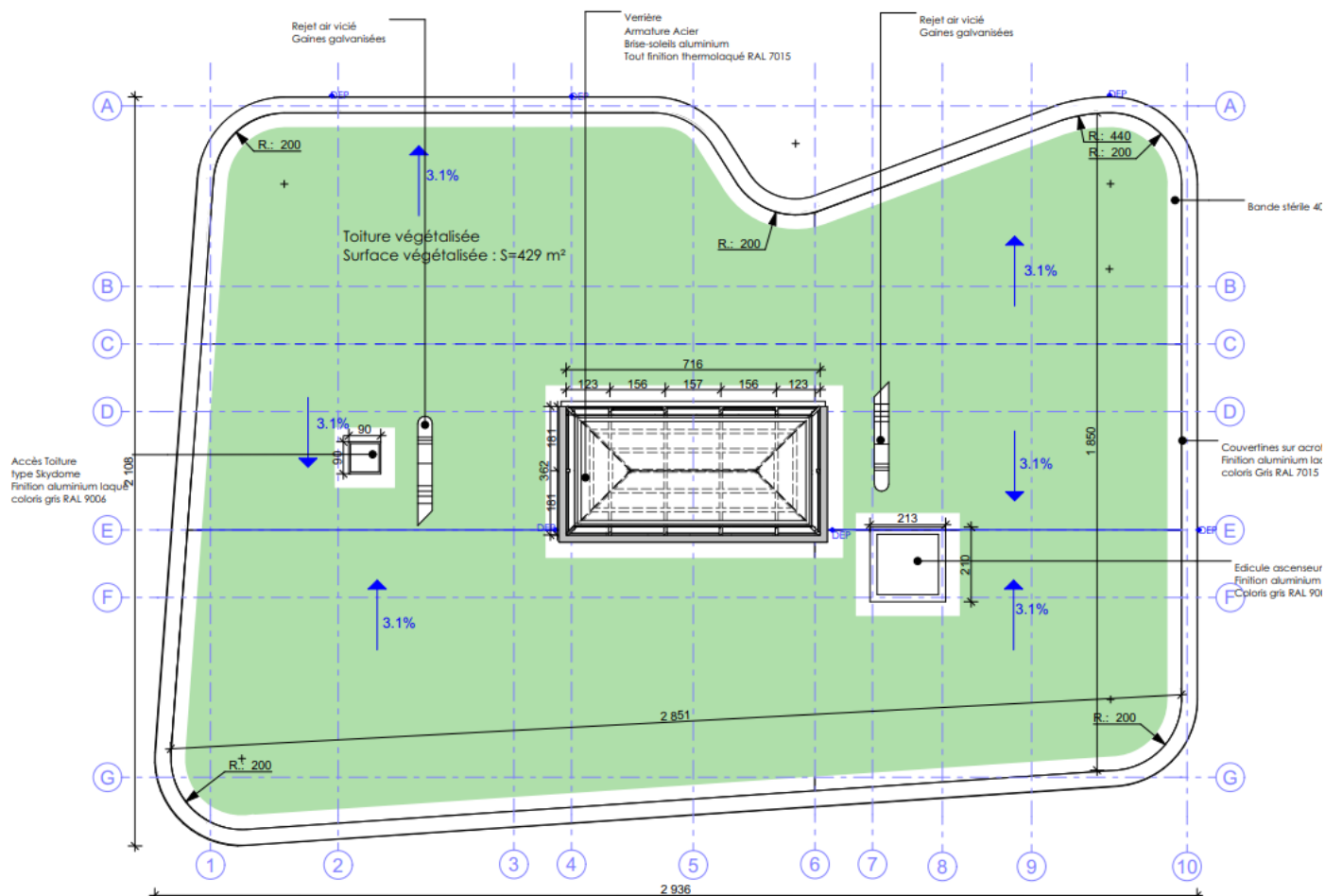


Zone ERP 5^{ème} catégorie

A noter à l'étage la présence d'une terrasse extérieure non couverte.



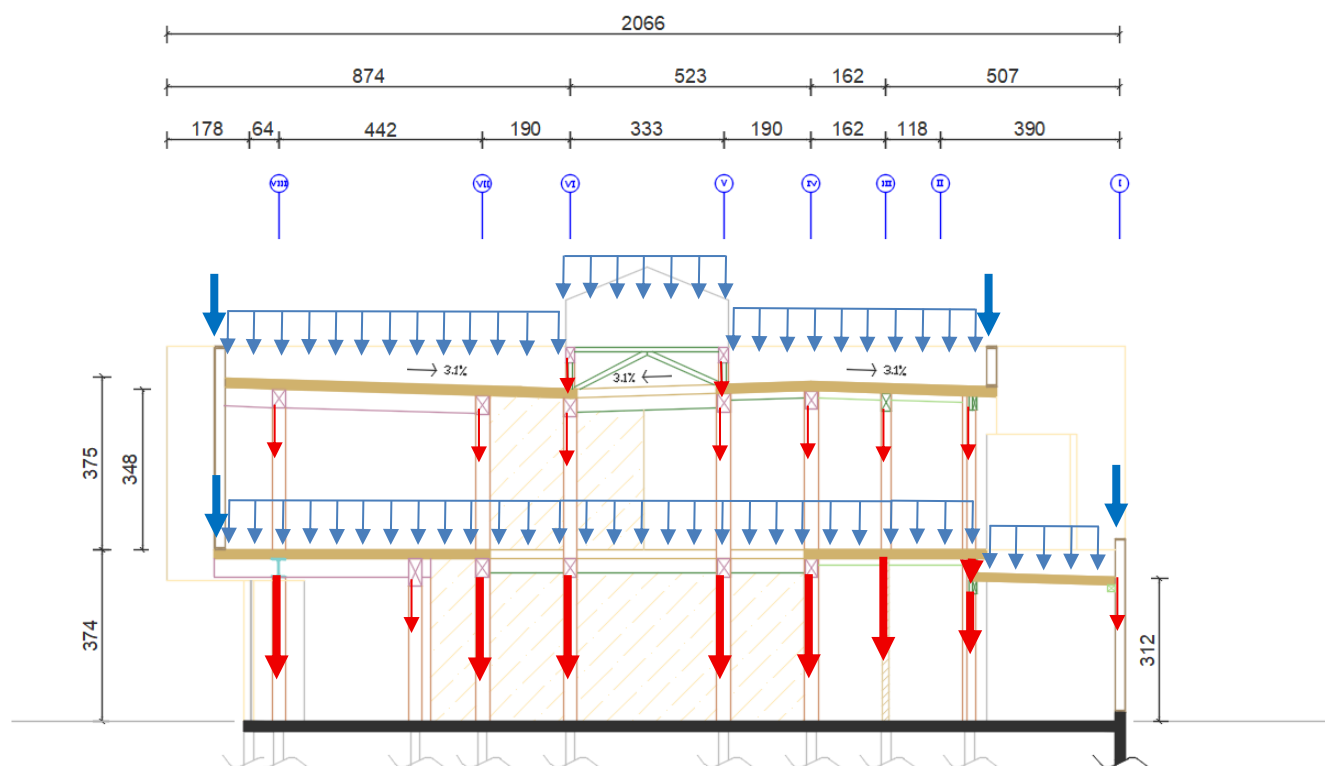
Plan du R+1 – issu des plans PRO TCE [02]



Plan du toit terrasse végétalisé – issu des plans PRO TCE [02]

3.2 Fonctionnement structurel

3.2.1 TRANSMISSION DES CHARGES VERTICALES



Coupe schématique structurelle – Cheminement vertical des charges en superstructure

Les dalles CLT de la toiture et du R+1 (y compris en terrasse), supportent les charges verticales et les transmettent aux fondations via un système poteaux-poutre.

Ponctuellement, ces dalles reposent sur des voiles en CLT ou prennent appui sur les Murs Ossature Bois (MOB) via des liernes.

Les poutres sont articulées sur deux appuis, et elles peuvent en plus présenter des tronçons en console. Elles sont, en ordre de priorité, conçues en bois massif (BM), bois lamellé collé (BLC) ou en acier (CM) si les charges ou la portée le nécessite.

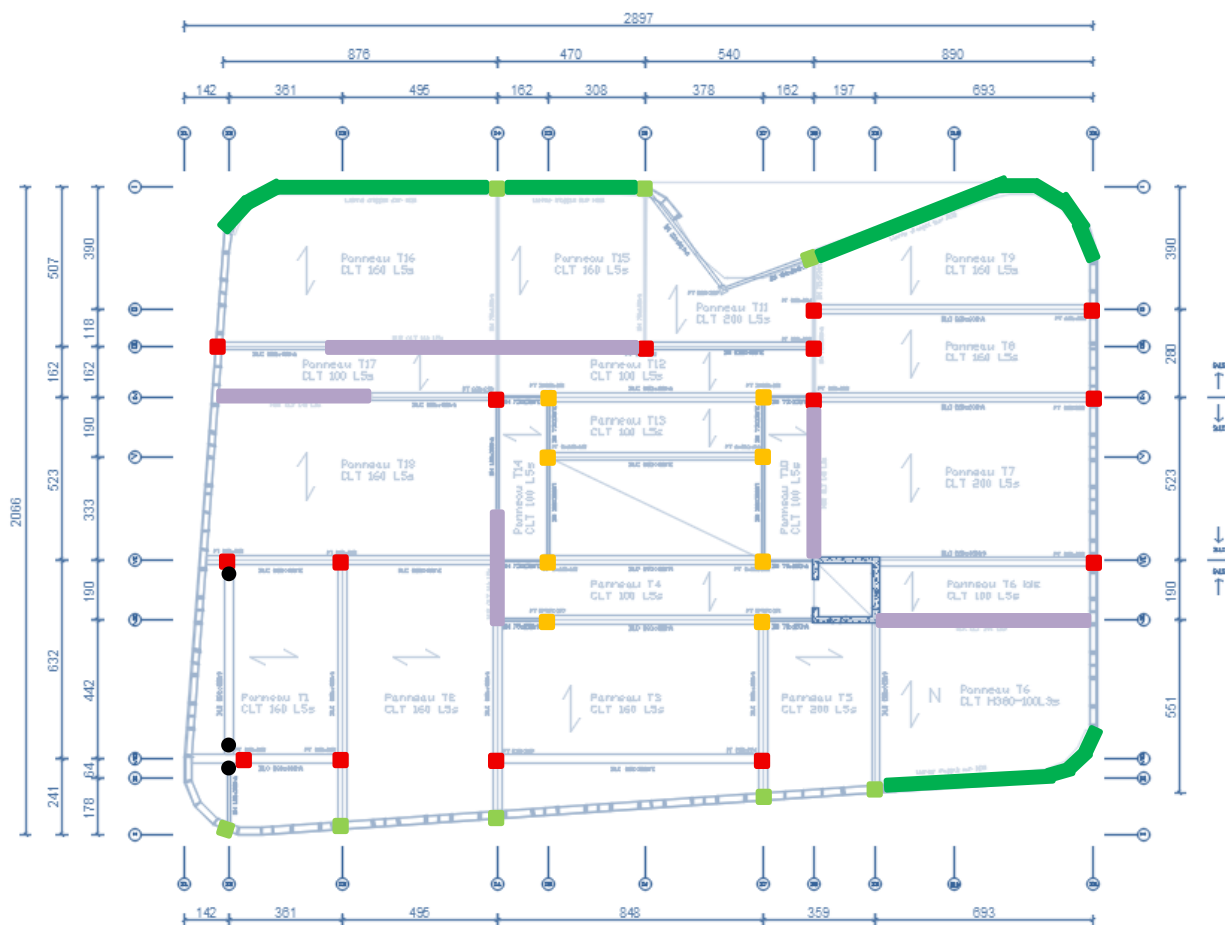
L'ensemble des poteaux sont en bois et articulés aux extrémités. Dans l'atrium central les poteaux sont en double-hauteur.

En toiture, quatre portiques en bois supportent la verrière et transmettent les charges vers les poteaux de l'atrium central.

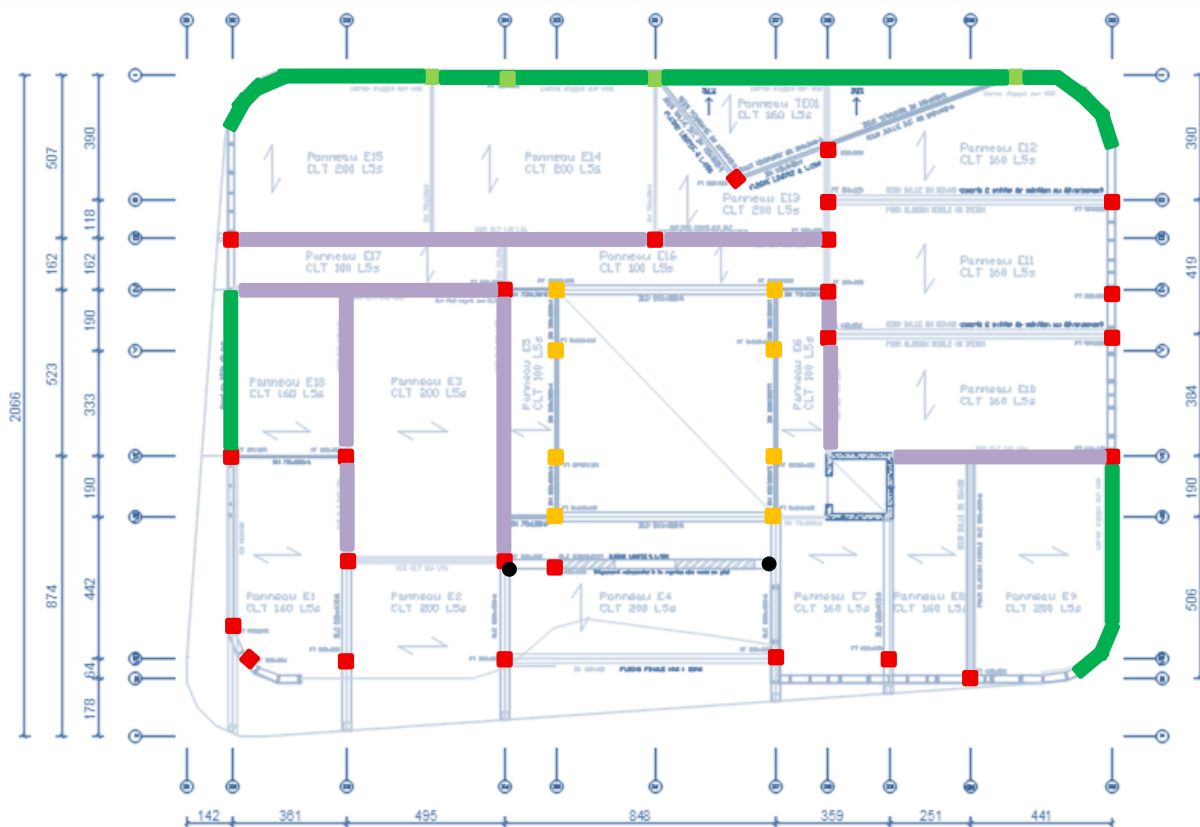
Légende des appuis verticaux en plan (voir page suivante) :

- Poteaux Bois simple hauteur
- Poteaux Bois double hauteur
- Poteaux constitués de montants de MOB

- MOB appui de dalle CLT
- Voile CLT appui de dalle
- Articulation entre deux poutres



Plan structure PH R+1 – Cheminement vertical des charges en superstructure

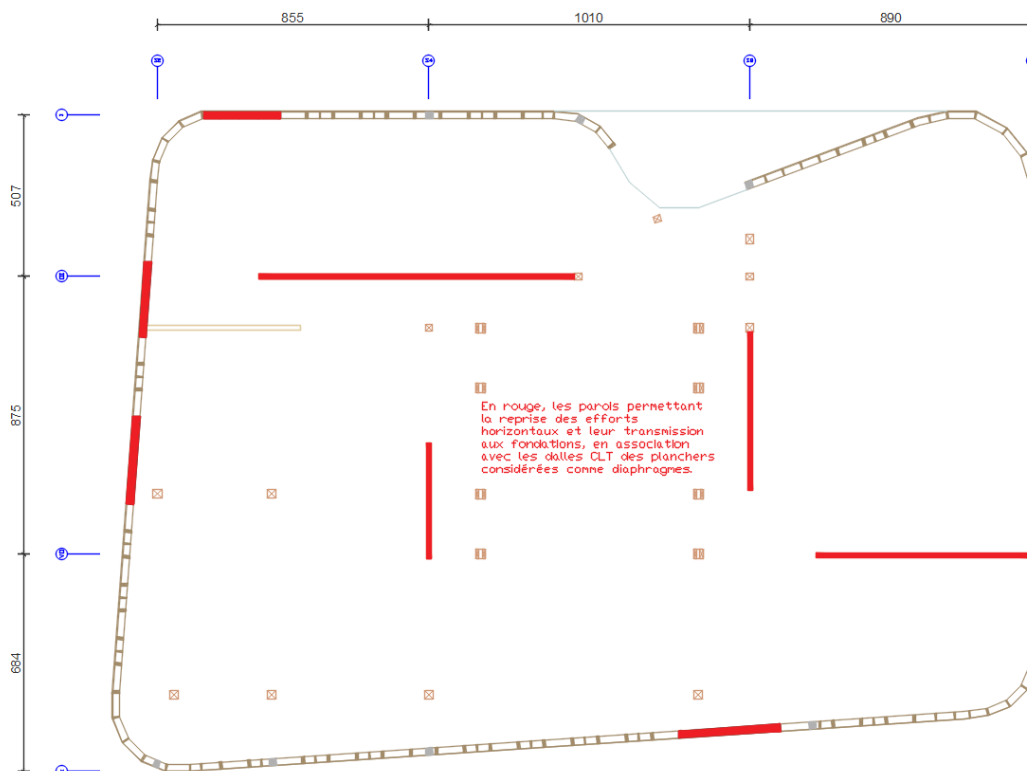


Plan structure PH RDC – Cheminement vertical des charges en superstructure

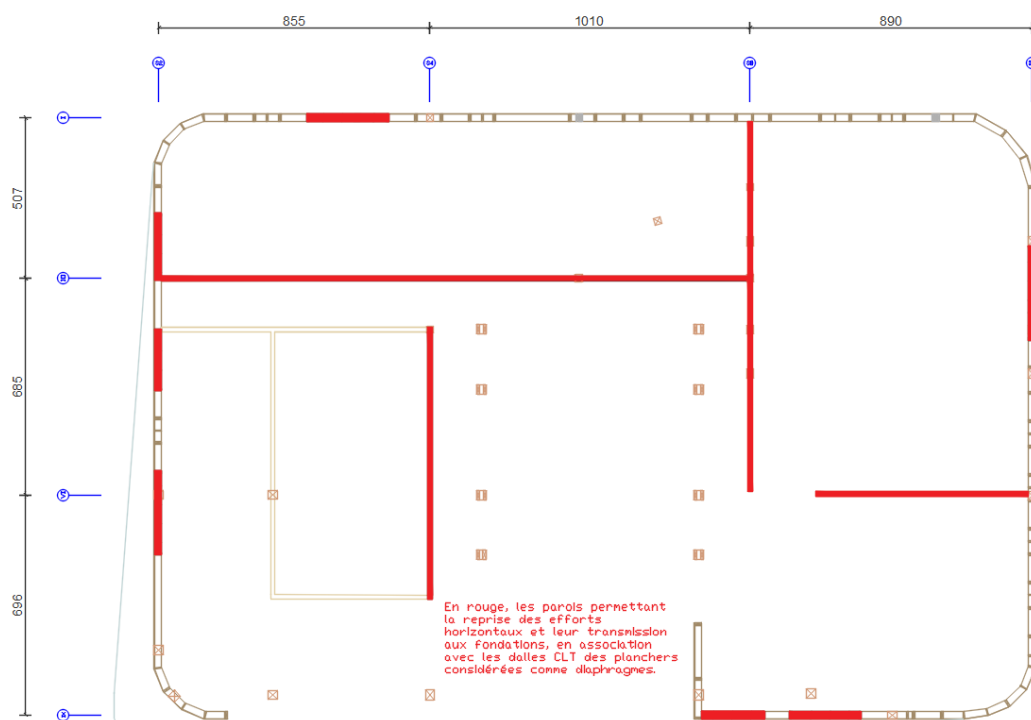
3.2.2 TRANSMISSION DES CHARGES HORIZONTALES

Pour la transmission des charges horizontales, les dalles CLT des planchers hauts du RDC et du R+1 ont un rôle de diaphragme.

Les plans suivants représentent les murs CLT et MOB qui supportent ces charges et les transmettent aux fondations.



Plan structure PH R+1 – identification des parois de reprise des charges horizontales



Plan structure PH RDC – identification des parois de reprise des charges horizontales

4. HYPOTHESES D'ETUDE STRUCTURELLE

4.1 Matériaux

Bois massif résineux C24 :

Symbole	Désignation	Unité	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm ²	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm ²	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction transversale	N/mm ²	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm ²	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression transversale	N/mm ²	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
$f_{v,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm ²	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$E_{0,mean}$	Module moyen d'élasticité axiale	kN/mm ²	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
$E_{0,05}$	Module élasticité axial au 5 ^{ème} percentile	kN/mm ²	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
$E_{90,mean}$	Module moyen d'élasticité transversale	kN/mm ²	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
G_{mean}	Module moyen de cisaillement	kN/mm ²	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m ³	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
ρ_{mean}	Masse volumique moyenne	kg/m ³	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Caractéristiques du bois massif issues de la norme NF EN 338

Bois Lamellé Collé GL24h :

		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	$E_{0,g,mean}$	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
	$E_{90,g,mean}$				300			
	$E_{90,g,05}$				250			
Module de cisaillement	$G_{g,mean}$				650			
	$G_{g,05}$				540			
Module de cisaillement roulant	$G_{r,g,mean}$				65			
	$G_{r,g,05}$				54			
Masse volumique	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{g,mean}$	370	410	420	445	460	480	490

Caractéristiques du bois lamellé collé issues de la norme NF EN 14080

Bois Lamellé croisé (CLT) – classe de résistance des lamelles C24 :

- Masse volumique caractéristique : $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$
- Masse volumique moyenne : $\rho_{mean} = 500 \text{ kg/m}^3$

Acier de la charpente S235 :

- Densité : $d=7.85$
- Module de Young : $E=210\,000 \text{ MPa}$
- Coefficient de POISSON : $\nu=0.30$
- Limite élastique : $\sigma_e = 235 \text{ MPa}$
- Coefficient de dilatation thermique $\alpha_{acier} = 1.2 \times 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$

4.2 Hypothèses de charges

4.2.1 CHARGES PERMANENTES

Poids propre de la structure

Poids propre des dalles et voiles CLT **$\rho = 500 \text{ daN/m}^3$**

Poids propre de la charpente bois **$\rho = 420 \text{ daN/m}^3$**

Poids des assemblages, pris égal à 15% du poids des barres

Poids propre des poutres métallique **$\rho = 7850 \text{ daN/m}^3$**

Poids des assemblages, pris égal à 15% du poids des barres

Charges permanentes additionnelles

Toiture végétalisée SOPRANATURE TOUNDRA FLORE sur support bois **160 daN/m^2**

- Complexe végétal *120 daN/m^2 (poids humide)*
 - Nature du drainage : SOPRADRAIN 25mm
 - Couche filtrante SOPRAFILTRE
 - Nature du substrat : SOPRAFLOR X 70mm
 - Rouleaux TOUNDRA FLORE 20mm *6 daN/m^2*
- Etanchéité + Isolation PU 100 mm + PV [11] *34 daN/m^2*
- Isolation laine de bois 300mm en sous-face [11]

Végétation basse, pas d'influence sur le vent

Terrasse bois sur plots **120 daN/m^2**

- Lame de bois sur plots *75 daN/m^2*
- Isolation laine de bois 400mm *45 daN/m^2*

Revêtement de sol R+1 **150 daN/m^2**

- Carrelage 15mm *25 daN/m^2*
- Résilient acoustique 15mm *5 daN/m^2*
- Chape béton 50mm *120 daN/m^2*

Dalle de faux plafond démontable 60x60 (selon plan §3.1) **10 daN/m^2**

Flocage coupe-feu 1h (selon plan §3.1) **20 daN/m^2**

Réseaux divers **10 daN/m^2**

Isolation acoustique laine de roche 200mm **30 daN/m^2**



Murs Ossature Bois	50 daN/m²
• Ossature Bois 220mm	20 daN/m ²
• Isolation entre montants 220mm	16 daN/m ²
• Isolation doublage intérieur 60mm	4 daN/m ²
• Plaque BA13	10 daN/m ²
Bardage Bois Châtaigner 20mm + couvre-joint	25 daN/m²
Bardage tôle aluminium ARCELOR MITTAL FREQUENCE 9.115.25	15 daN/m²
Forfait cloisons	40 daN/m²
Baies vitrées	50 daN/m²
Murs pisés (non structurels)	$\rho = 2000 \text{ daN/m}^3$

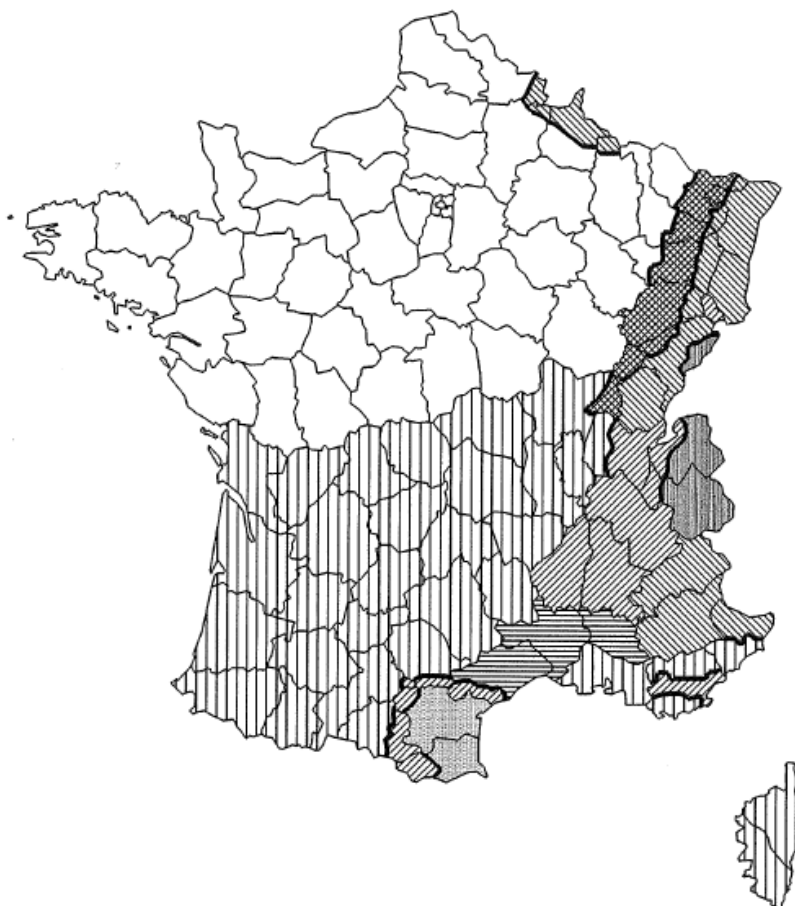
Verrière	240 daN/m²
• Structure acier	150 daN/m ²
• Verre	50 daN/m ²
• Brises soleil et rails	40 daN/m ²
Escaliers (pour une largeur de 1m)	1800 daN
• Marches bois sans contre-marche (24, 500kg/m ³)	120 daN
• Limon acier (2, 7850kg/m ³)	1 162 daN
• Garde-corps aluminium (2, 35kg/ml)	518 daN
Garde-corps (terrasse et atrium)	35 daN/ml

4.2.2 CHARGES D'EXPLOITATION

Charge d'exploitation dans les bureaux	250 daN/m²
<i>Selon NF P 06-111-2, on considère la catégorie B – Bureaux.</i>	
Charge d'exploitation dans la salle de conseil	250 daN/m²
<i>Selon NF P 06-111-2, on considère la catégorie C1 – Lieu de réunions avec tables.</i>	
Charge d'exploitation dans le local CTA	500 daN/m²
Charge d'exploitation sur la toiture	100 daN/m²
<i>Selon NF P 06-111-2, on considère la catégorie H – Toiture inaccessible.</i>	
Cloisons mobiles hauteur 2m60	312 daN/ml
<i>Poids compris barrière phonique, rail et suspension (majoration pour repli +33%)</i>	

4.2.3 CHARGES DE NEIGE

D'après l'Annexe Nationale de la NF EN 1991-1-3, les caractéristiques de la charge neige sont :



Régions :	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Valeur caractéristique (S_k) de la charge de neige sur le sol à une altitude inférieure à 200 m :	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40
Valeur de calcul (S_{Ad}) de la charge exceptionnelle de neige sur le sol :	—	1,00	1,00	1,35	—	1,35	1,80	—
Loi de variation de la charge caractéristique pour une altitude supérieure à 200 :	Δs_1						Δs_2	

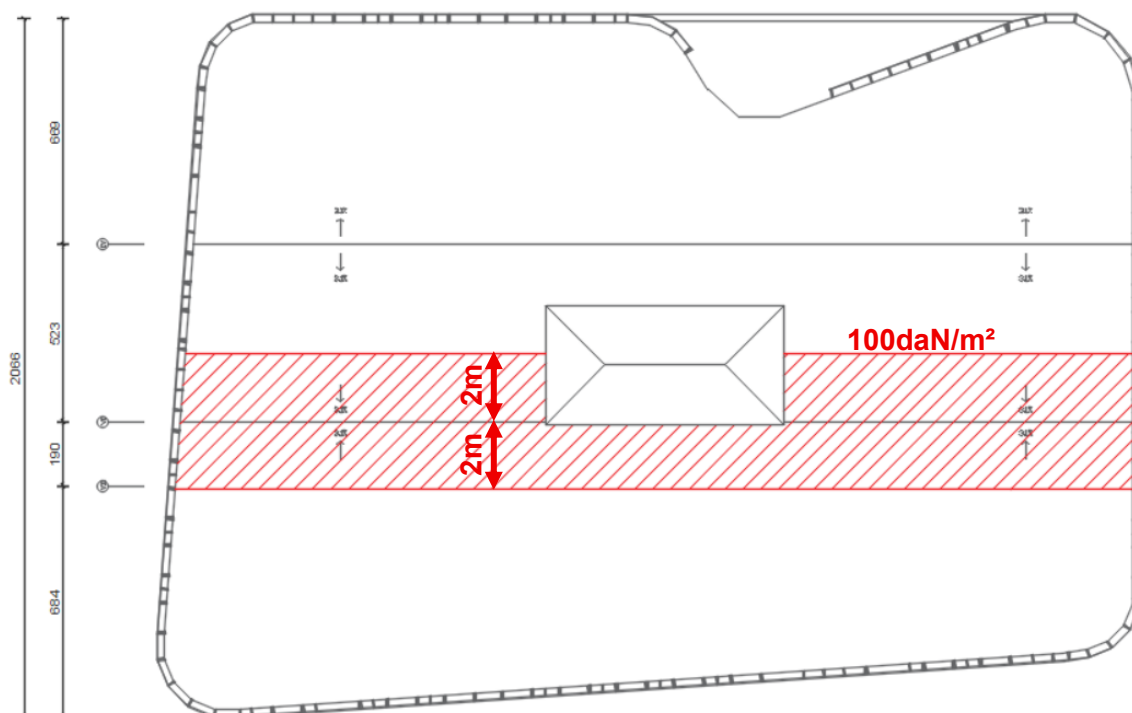
(charges en KN/m^2)

- $S_k = 45 \text{ daN/m}^2$ pour le Loiret.
- L'altitude étant inférieure à 200 m, nous ne prenons pas en compte de variation de la charge caractéristique.
- Pente de toiture $\alpha < 30^\circ \rightarrow$ coefficient de forme $\mu_2 = 0.8$
- Le coefficient d'exposition est égal à $C_e = 1.0$ pour un site normal.
- Le coefficient thermique est égal à $C_t = 1.0$ pour une toiture classique.

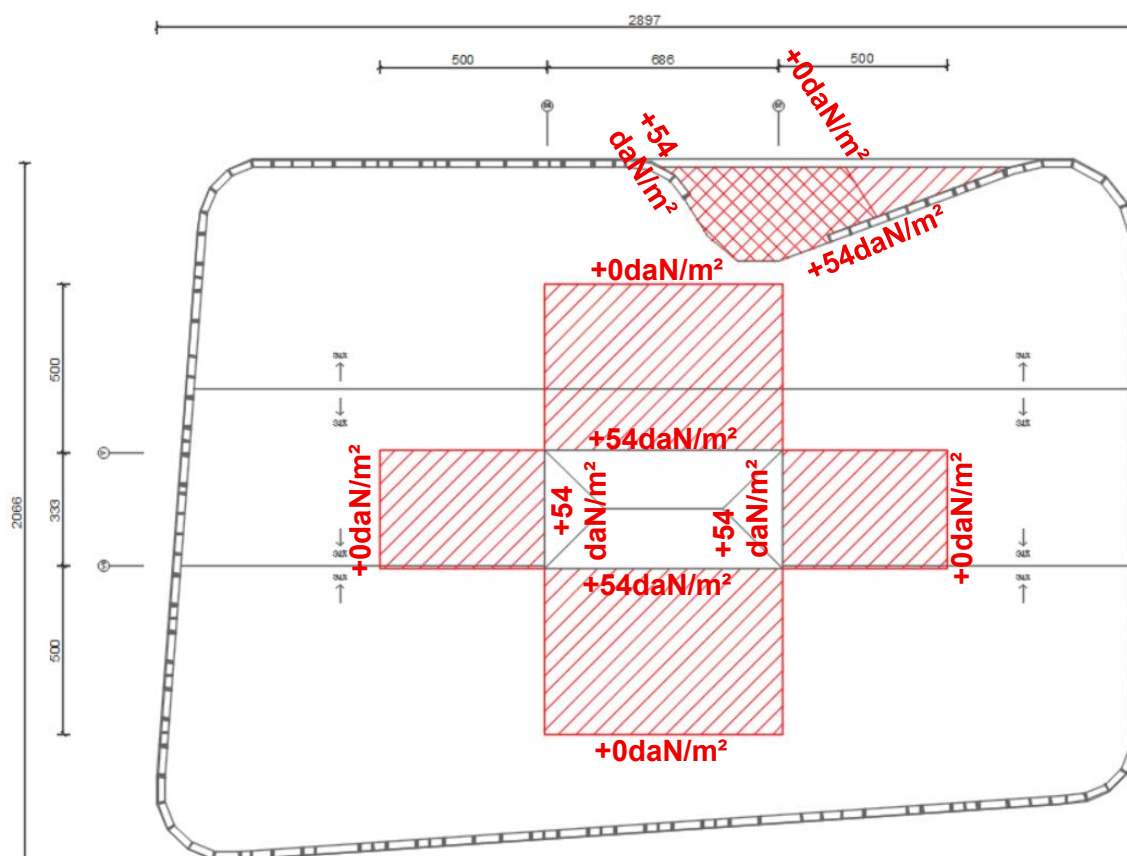
Soit une charge de neige hors accumulation de 36 daN/m^2 .


1/ Accumulation le long de la noue

D'après l'Annexe Nationale de la NF EN 1991-1-3, sur une bande de 2m de part et d'autre d'un fil d'eau dont la pente est $\leq 3\%$:



2/ Accumulation contre la verrière et les murs de la terrasse



 DJP INGÉNIERIE Ingénieurs-Conseils	3CBO Siège social – Chuelles (45) Etude structure PRO – Note de synthèse	Page 18 / 71
		Révision A

4.2.4 CHARGES DE VENT

Les actions de Vent sont déterminées par la norme NF EN 1991-1-4 et son annexe nationale française.

- Chuelles (45) : Zone de vent : région 2 – vitesse de référence du vent $V_{b,0} = 24\text{m/s}$
- Rugosité IIIa (Campagne avec haies ou bocages) : $z_0 = 0.2\text{ m}$ et $z_{\min} = 5\text{m}$
- Hauteur de référence (niveau faîtage) : $z = 9.9\text{ m} < z_{\min}$
- Soit la vitesse moyenne du vent $V_m(z) = 19.68\text{m/s}$
- Intensité de la turbulence $I_v(z) = 0.256$
- Pression dynamique de référence : $q_b = \frac{1}{2} * \rho * V_b^2 = \frac{1}{2} * 1.225 * 24^2 = 35.28\text{ daN/m}^2$
- Pression dynamique de pointe $q_p(z=9.9) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * V_m^2(z) = \mathbf{66.3\text{ daN/m}^2}$
- Coefficients de pression intérieure : +0.2 ou -0.3
- Coefficients de pression Cpe-Cpi enveloppe retenus :
 - *Surpression maximale en toiture, Zone I : (+0.2) - (-0.3) = **+0.5***
 - *Dépression maximale moyenne en toiture, Zone H : (- 0.7) - (+0.2) = **-0.9***
 - *Surpression maximale sous l'auvent ou sur la terrasse : **+1.0***
 - *Dépression maximale sous l'auvent ou sur la terrasse : **-1.0***
 - *Différentiel latéral maximal, Zone D+E : **+1.15***

On néglige l'influence de la végétation sur les coefficients de pression de vent en toiture. Nous considérons qu'il n'y a pas d'arbre ni de végétation haute en toiture.



4.2.5 CHARGES THERMIQUES

Les effets de variation de température sur les éléments structuraux en bois sont déjà intégrés dans les formules de l'EUROCODE 5 [24].

Ces effets sont donc uniquement à prendre en compte sur les éléments de charpente métallique et à l'interface avec les appuis en béton.

D'après la note thermique SYNTHESE STD - SIEGE SOCIAL 3CBO CHUELLES - IND 0 du 26.03.2025 [08], les températures intérieures du bâtiment resteront entre :

$$T_{\text{int,min}} = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{int,max}} = 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

D'après Annexe nationale de l'EN 1991-1-5 [22], nous avons les températures extrêmes suivantes :

$$T_{\text{ext,été}} = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ext,hiver}} = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Nous considérons une température d'origine $T_0 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Profils abrités	Profils exposés
<p>On considère la température du profilé à la température intérieure.</p> <ul style="list-style-type: none">• $\Delta T_{\text{int},1} = T_{\text{int,min}} - T_0 = 28 - 10 = + 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$• $\Delta T_{\text{int},2} = T_{\text{int,max}} - T_0 = 16 - 10 = + 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ <p>Donc la charge thermique que nous retenons pour les profils abrités est + 18 °C</p>	<p>On considère la température du profilé à la température extérieure.</p> <ul style="list-style-type: none">• $\Delta T_{\text{ext},1} = T_{\text{ext,été}} - T_0 = 40 - 10 = + 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$• $\Delta T_{\text{ext},2} = T_{\text{ext,hiver}} - T_0 = -20 - 10 = - 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ <p>Donc les charges thermiques pour les profils exposés sont +30 °C et -30 °C</p>

4.2.6 CHARGES SISMIQUES

Le risque sismique n'a pas été pris en compte dans la modélisation calculatoire en raison de la classification de la zone en A1, correspondant à une sismicité très faible.

4.3 Classes de service et critères de déformations

4.3.1 CLASSE DE SERVICE DES ELEMENTS STRUCTURELS EN BOIS

Classe de service 2 : éléments d'interface intérieur/extérieur

- Dalle CLT en toiture
- Murs Ossature Bois
- Poteaux situés dans les MOB
- Poutres en console faiblement isolées

Classe de service 1 : éléments intérieurs

- Dalle CLT du plancher haut RDC
- Voile CLT
- Poteaux et poutres bois excepté les éléments cités en classe de service 2

4.3.2 CRITERES DE FLECHE

1/ Sauf exception, pour l'ensemble des éléments structurels bois, les critères de flèche retenus sont ceux de l'annexe nationale de l'Eurocode 5 (NF EN 1995-1-1/NA), clause 7.2 [24] :

- Pour les déplacements verticaux :
 - Flèche instantanée $W_{inst} < L/300$

Sous combinaison caractéristique

- Flèche finale (flèche instantanée + fluage) $W_{fin} < L/200$

Fluage calculé sous combinaison quasi-permanente

- Pour les déplacements horizontaux une valeur limite finale $W_{fin} < H/200$.

2/ Sauf exception, pour l'ensemble des éléments de charpente métallique, les valeurs de flèches admissibles sont celles recommandées par la NF EN 1993-1-1/NA et 1993-6/NA [23] :

Poutre de plancher sous charges variables **L/300**

Poutre de plancher sous combinaisons ELS caractéristiques **L/200**

3/ Critères de flèche retenus pour les supports d'éléments fragiles : **L/500**

4.3.3 CRITERE DE VIBRATION

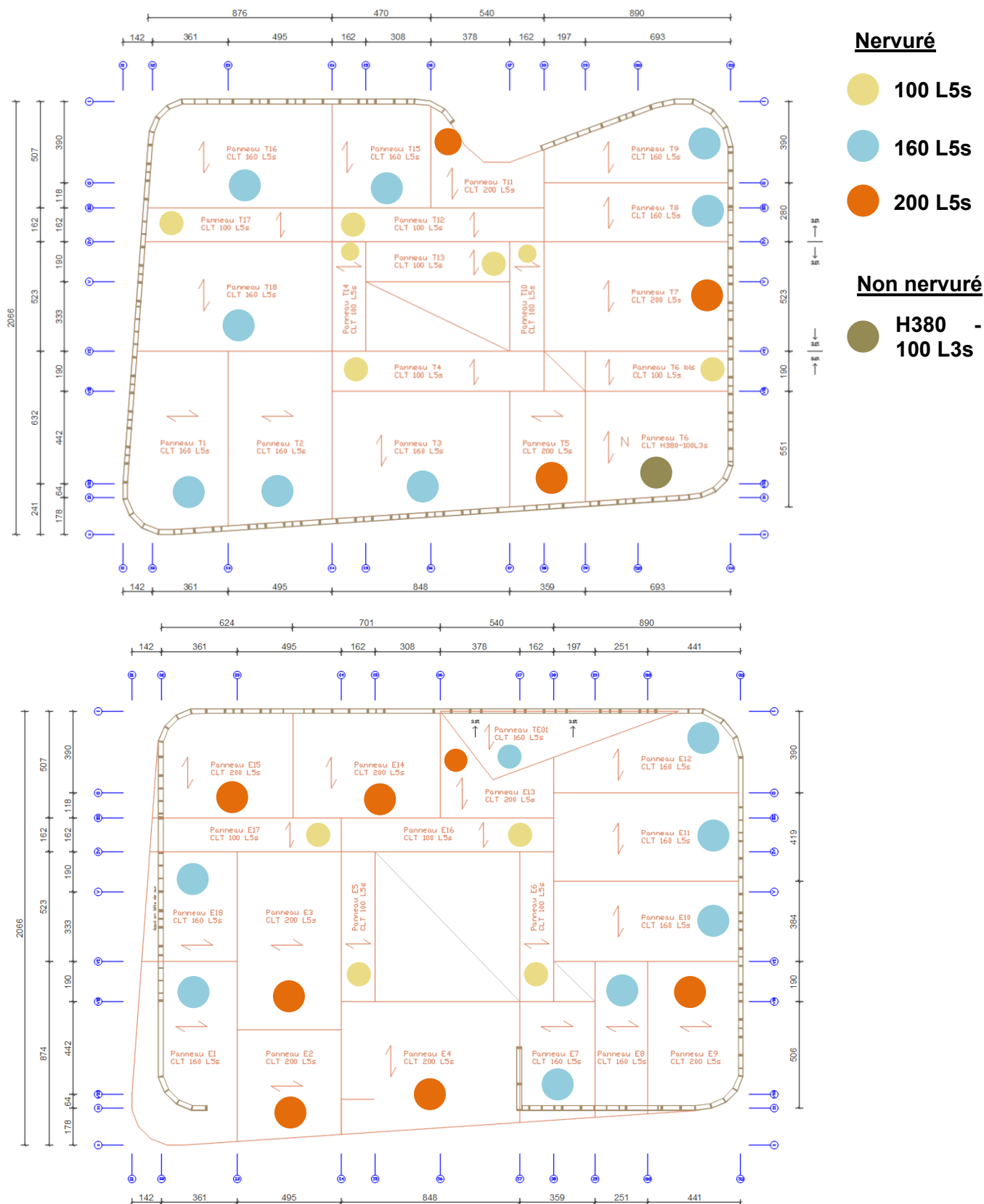
Dalles CLT vérifiées à l'ELS en classe de vibration II.

Prise en compte uniquement de la raideur propre du panneau.

5. VERIFICATIONS SOUS CHARGES VERTICALES

5.1 Dalles CLT

5.1.1 PLAN DE CALEPINAGE

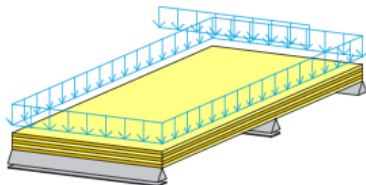


Plans de calepinage des panneaux CLT en toiture (haut) et entre le RDC et le R+1 (bas)

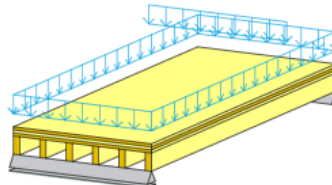
5.1.2 JUSTIFICATION DES DALLES

Le dimensionnement et la vérification des dalles CLT ont été effectués sur le logiciel Calculatis :

















































Conception des éléments de planchers et de toitures CLT







Conception des éléments de planchers et de toitures CLT nervurés (ETA-20/0893)



Nouveau calcul

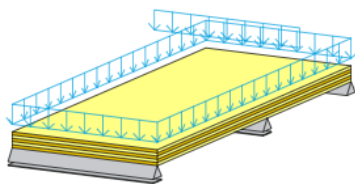
81 %	Panneau E1	 
66 %	Panneau E10 E11 E12	 
83 %	Panneau E13	 
83 %	Panneau E14	 
91 %	Panneau E15	 
98 %	Panneau E16 E17	 
62 %	Panneau E18	 
97 %	Panneau E2	 
87 %	Panneau E3	 
85 %	Panneau E4	 
44 %	Panneau E5 E6	 
67 %	Panneau E7	 
81 %	Panneau E8	 
89 %	Panneau E9	 
42 %	Panneau T1	 
21 %	Panneau T10	 
82 %	Panneau T11	 
21 %	Panneau T12	 
29 %	Panneau T13	 
21 %	Panneau T14	 
96 %	Panneau T15	 
96 %	Panneau T16	 
98 %	Panneau T18	 
84 %	Panneau T2	 

Nouveau calcul

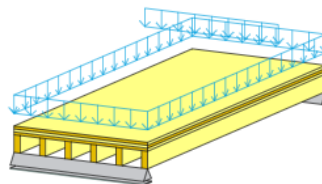
58 %	Panneau T5 N	 
78 %	Panneau T6 N	 

Taux de travail maximal par panneau – ELU et ELS (1)



















Conception des éléments de planchers et de toitures CLT



Conception des éléments de planchers et de toitures CLT nervurés (ETA-20/0893)



Nouveau calcul

68 %	Panneau T3	 
77 %	Panneau T4	 
74 %	Panneau T5	 
714 %	Panneau T6	 
74 %	Panneau T6bis	 
95 %	Panneau T7	 
19 %	Panneau T8	 
48 %	Panneau T9	 
43 %	TE01	 

Nouveau calcul

Taux de travail maximal par panneau – ELU et ELS (2)

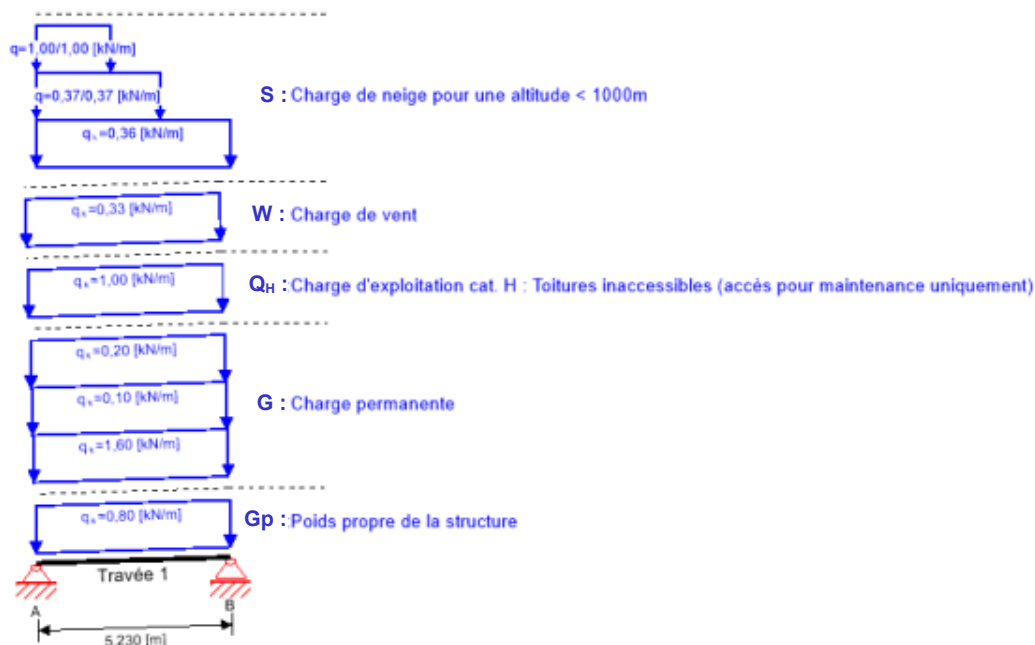
Seul le panneau T6 ne peut pas être justifié en configuration simple et requiert une dalle nervurée : panneau T6 N (Voir plans §5.1)

Le panneau T5 pourra être réalisé en dalle simple ou nervurée équivalente au panneau T6 N.

L'ensemble des panneaux tels que présentés sur les plans de calepinage au §5.1 sont justifiés selon les normes EUROCODES.

Vérification détaillée du panneau T18 (160 L5s – non nervuré) le plus sollicité :

Système

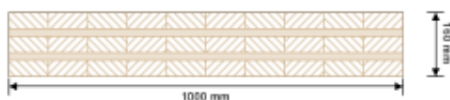


Ratio global d'utilisation

98 %

ULS	29 %	ULS Feu	0 %	SLS	98 %	Vibration	68 %	Appui	-1 %
-----	------	---------	-----	-----	------	-----------	------	-------	------

Section: CLT 160 L5s

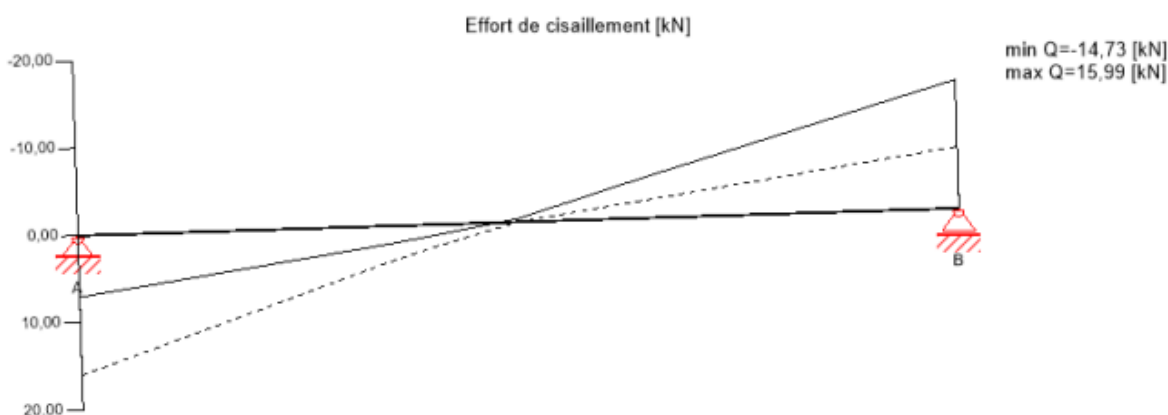
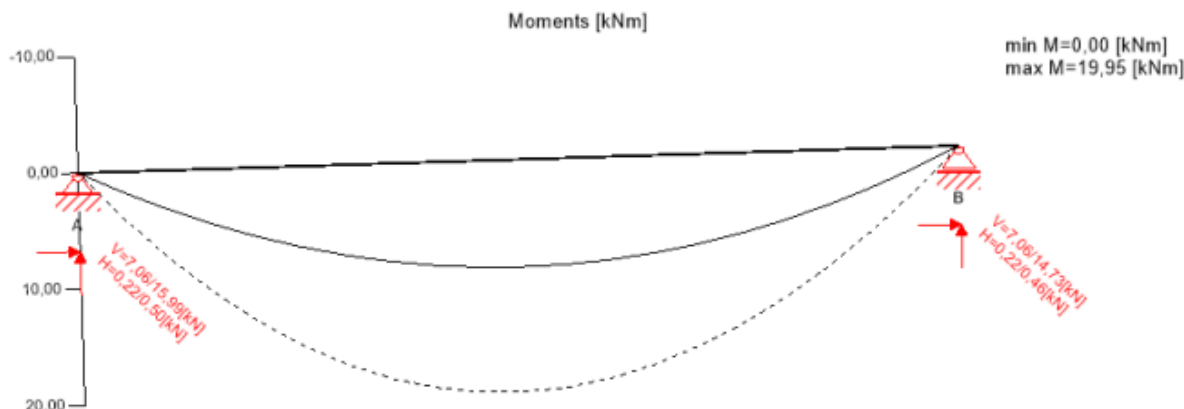


Couche	Epaisseur [mm]	Orientation	Matériau
1	40,0 mm	0°	Epicéa C24 ETA (2022)
2	20,0 mm	90°	Epicéa C24 ETA (2022)
3	40,0 mm	0°	Epicéa C24 ETA (2022)
4	20,0 mm	90°	Epicéa C24 ETA (2022)
5	40,0 mm	0°	Epicéa C24 ETA (2022)
t_{CLT}	160,0 mm		

Caractéristiques des matériaux

Matériau	$f_{m,k}$	$f_{t0,k}$	$f_{t90,k}$	$f_{c0,k}$	$f_{c90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$G_{r,mean}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Epicéa C24 ETA (2022)	24,00	14,00	0,12	21,00	2,50	4,00	1,25	12 000,00	690,00	50,00

Etats limites ultimes (ELU) - Résultats de calculs



ULS Dimensionnement en flexion

Travée	Distance	γ_m	k_{mod}	$k_{sys,y}$	$f_{m,k}$	$f_{m,y,d}$	$f_{t,d}$	$f_{c,d}$
	[m]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	2,62	1,30	0,90	1,10	24,00	18,28	9,69	14,54

Travée	$M_{y,d}$	$N_{c,d}$	$N_{t,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	$\sigma_{c,d}$	$\sigma_{t,d}$	Ratio
	[kNm]	[kN]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	
1	19,95	0,00	0,46	5,25	0,00	0,00	29 % LCO3

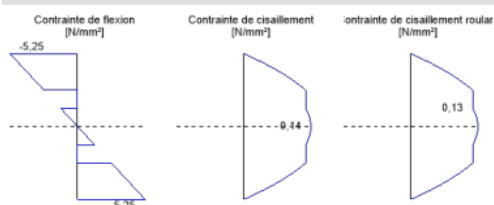
ULS Calcul du cisaillement

Travée	Distance	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ratio
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	0,0	4,00	1,30	0,90	2,77	15,99	0,14	5 % LCO3

ULS Cisaillement roulant

Travée	Distance	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	Ratio
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
1	0,0	1,25	1,30	0,90	0,87	15,99	0,13	15 % LCO3

Diagramme de contraintes



Analyse de la contrainte de flexion

$M_{y,d}$	19,95	kNm	$f_{m,k}$	24,00	N/mm ²
$M_{z,d}$	0,00	kNm	$f_{m,k,z}$	24,00	N/mm ²
$N_{t,d}$	0,46	kN	γ_m	1,30	-
			k_{mod}	0,90	-
			$k_{sys,y}$	1,10	-
			$k_{0,m,y}$	1,00	-
			$k_{0,m,z}$	1,00	-
			k_l	1,00	-
$\sigma_{t,d}$	0,00	N/mm ²	$f_{t,d}$	9,69	N/mm ²
$\sigma_{m,y,d}$	5,25	N/mm ²	$f_{m,y,d}$	18,28	N/mm ²
$\sigma_{m,z,d}$	0,00	N/mm ²	$f_{m,z,d}$	0,00	N/mm ² ✓

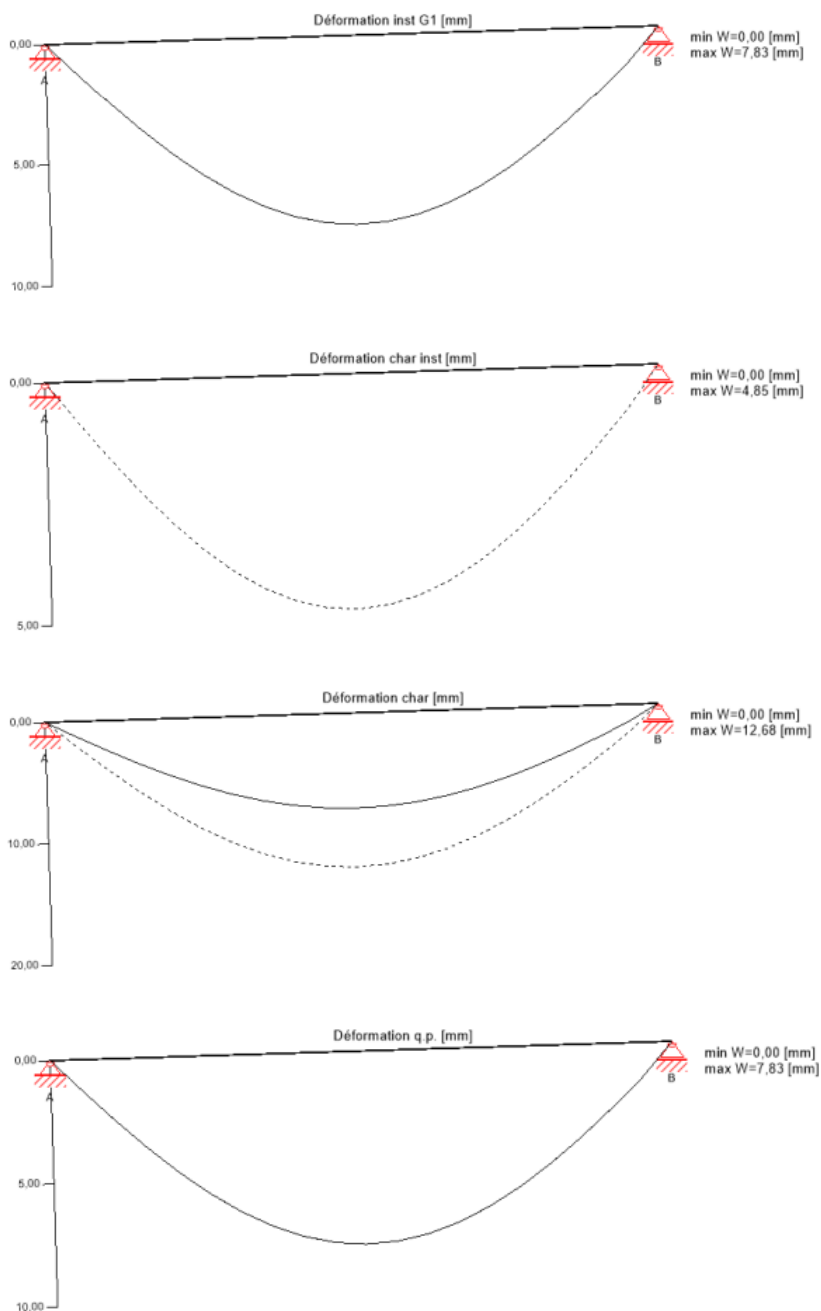
Ratio d'utilisation 29 %

Calcul du cisaillement roulant

V_d	15,99	kN	$f_{r,k}$	1,25	N/mm ²
			γ_m	1,30	-
			k_{mod}	0,90	-
$\tau_{r,d}$	0,13	N/mm ²	$f_{r,d}$	0,87	N/mm ² ✓

Ratio d'utilisation 15 %

Etats limites de service (ELS) - résultats de calculs



$w_{inst} = w[char, inst]$					
Travée	K_{def}	Limite	w_{limite}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	1	L/300	17,4	4,8	28 %

$w_{in} = w[char] + w[q.p.] \cdot k_{def}$					
Travée	K_{def}	Limite	w_{limite}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	1	L/250	20,9	20,5	98 %

$w_2 = w_{in} - w[inst, g1]$					
Travée	K_{def}	Limite	w_{limite}	$w_{calc.}$	Ratio
		[-]	[mm]	[mm]	
1	1	L/300	17,4	12,7	73 %



Etude de la vibration

Généralités

Masse totale	13,14	[t]
Largeur efficace	2,8	[m]
Raideur Direction longitudinale	3648,0	[kNm ²]
Raideur Sens transversal	448,0	[kNm ²]
Amortissement modal	1,0	[%]
α	0,1	[-]
Poids d'une personne	700,0	[N]
Masse modale	2025,6	[kg]

Analyse				
Critère	Calc.	Classe II	Classe II	Cl.I
Critère de fréquence minimum	6,613 [Hz]	4,5 [Hz]	68 %	✓
Critère de fréquence	6,613 [Hz]	6,0 [Hz]	91 %	
Critère d'accélération	0,491 [m/s ²]	0,1 [m/s ²]	491 %	
Critère de raideur	0,29 [mm]	0,5 [mm]	58 %	✓

Réaction d'appui

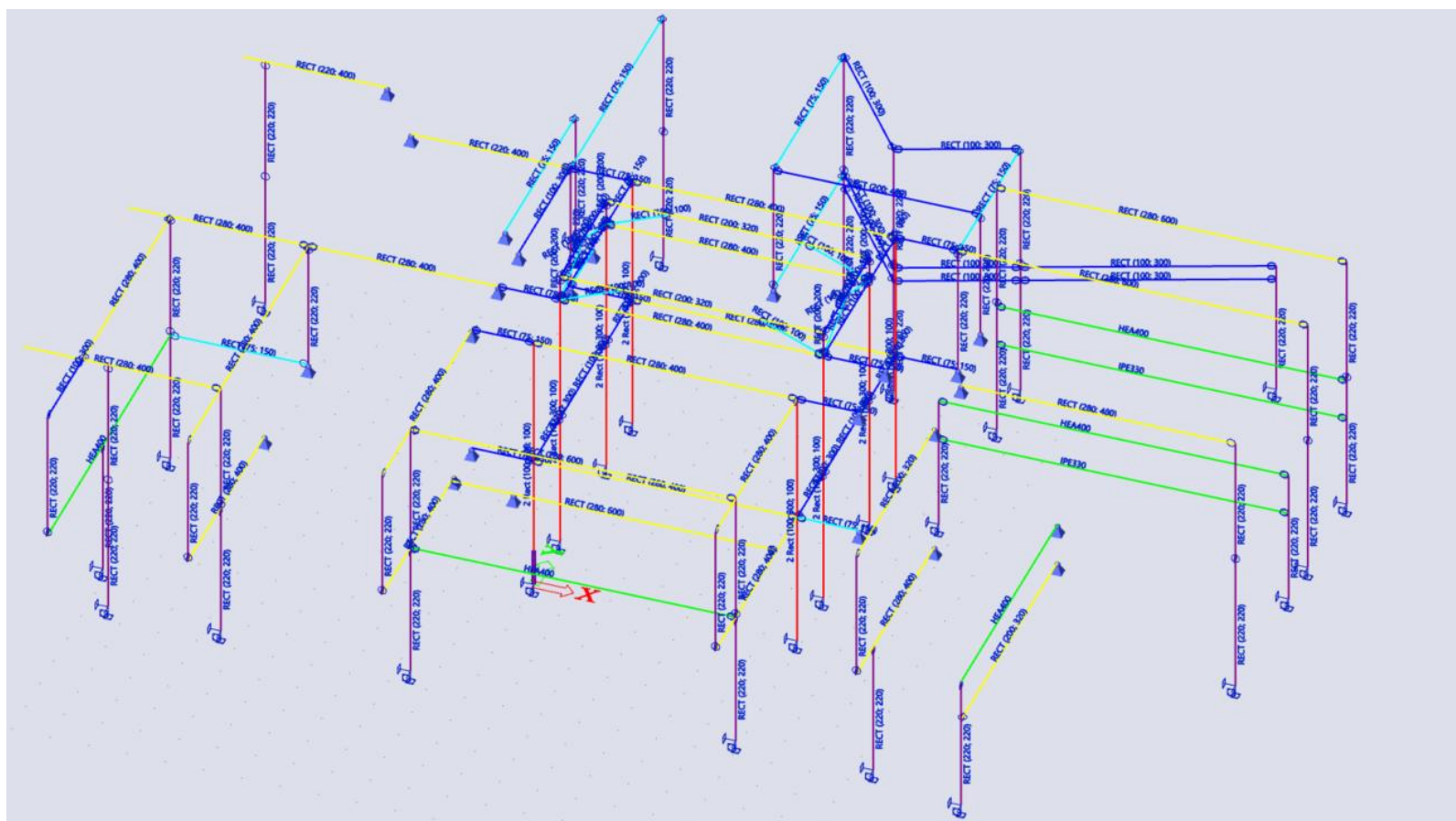
Catégorie de cas de charge	k_{mod}	A_V	A_H	B_V	B_H
		[kN]			
Poids propre de la structure	0,6	2,09	0,00	2,09	0,00
		2,09	0,00	2,09	0,00
Charge permanente	0,6	4,97	0,00	4,97	0,00
		4,97	0,00	4,97	0,00
Charge d'exploitation cat. H : Toitures inaccessibles (accès pour maintenance uniquement)	0,9	2,62	0,00	2,62	0,00
		0,00	0,00	0,00	0,00
Charge de neige pour une altitude < 1000m	0,9	3,40	0,00	1,72	0,00
		0,00	0,00	0,00	0,00
Charge de vent	1,1	0,86	0,05	0,86	0,00
		0,00	0,00	0,00	0,00

5.2 Système poteaux-poutres bois et métallique

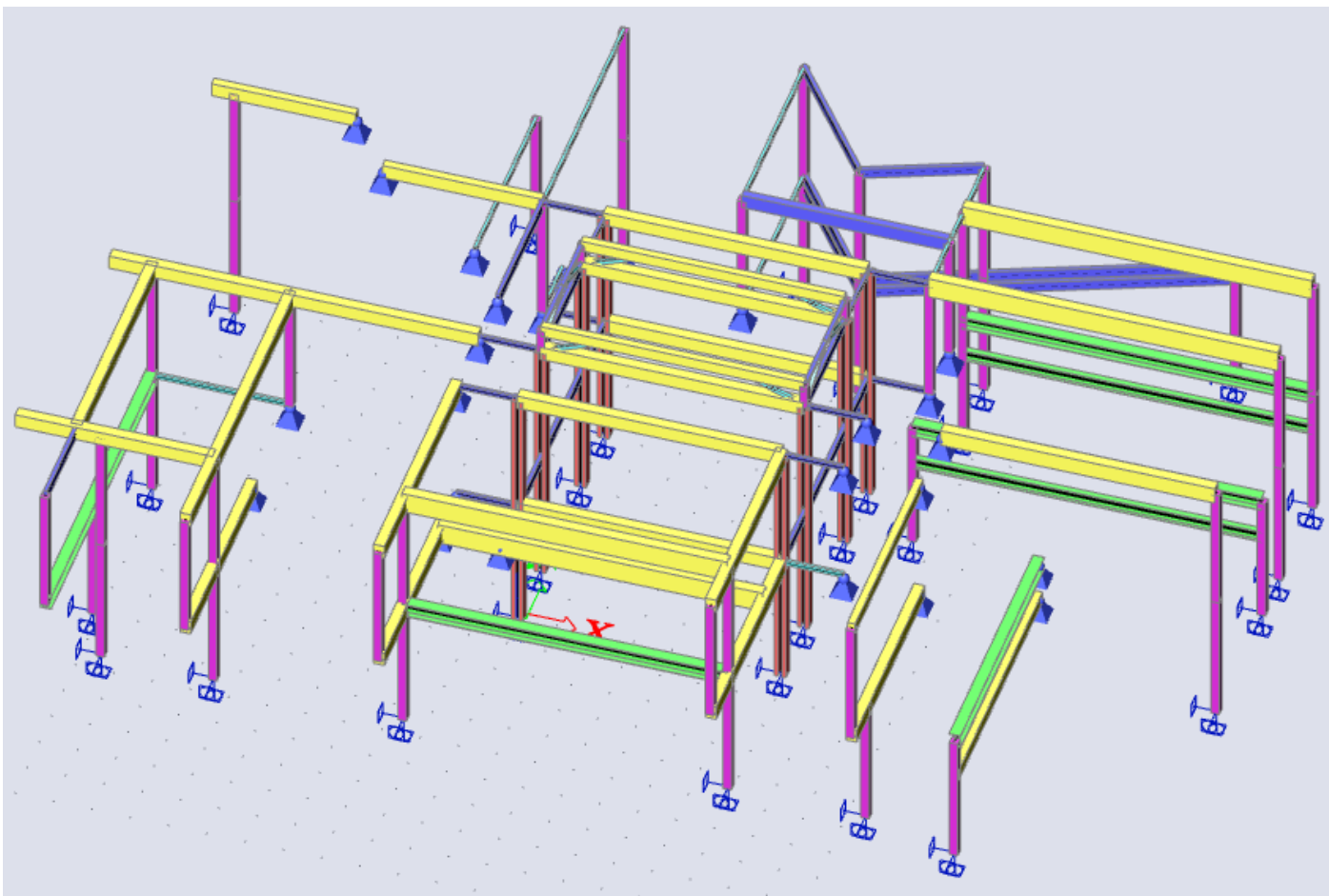
La justification aux EUROCODES du système poteaux-poutres de la charpente est réalisée via un modèle calculatoire sur le logiciel SCIA Engineer (22.1).

5.2.1 MODELISATION

La géométrie, les sections et les connexions sont modélisés conformément aux plans présentés au §3.2 et à la description qui les accompagne.



Système poteaux-poutre pour la transmission des charges verticales – Modèle SCIA



Système poteaux-poutre – Visualisation en volume – Modèle SCIA

- En jaune, les poutres en Bois Lamellé Collé (BLC) ;
- En bleu foncé, les poutres principales en Bois Massif (BM) ;
- En bleu claire, les poutres secondaires en Bois Massif (BM) ;
- En vert les poutres de Charpente Métallique (CM) ;
- En violet, les poteaux simple hauteur en Bois Massif (BM) ;
- En rouge, les poteaux double hauteur en Bois Massif (BM).

5.2.2 CAS DE CHARGE

LC01 – Poids propre

Charpente bois C24 ou GL24h

$\rho = 420 \text{ daN/m}^3$

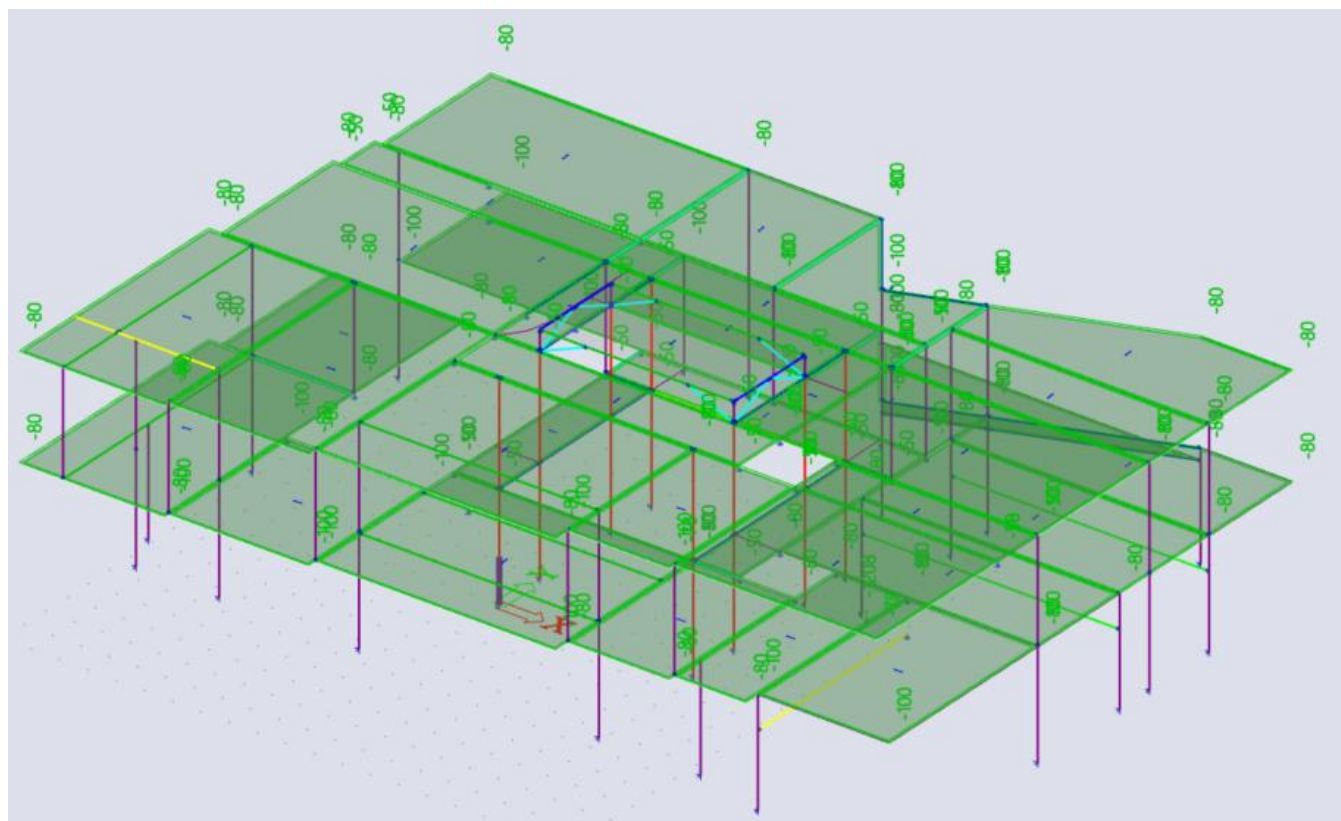
Charpente acier S235

$\rho = 7850 \text{ daN/m}^3$

Poids des assemblages, pris égal à 15% du poids des barres

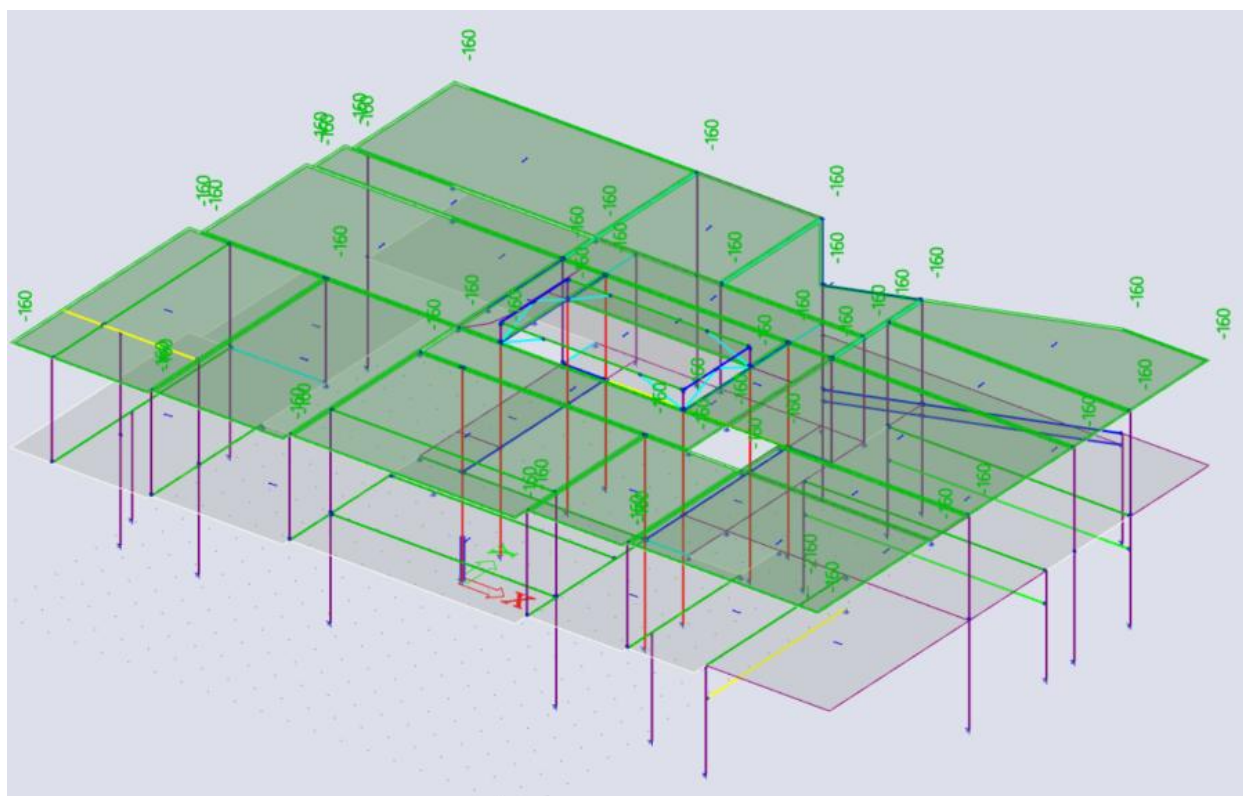
LC02 – Dalles CLT

$\rho = 500 \text{ daN/m}^3$



LC03 – Toiture végétalisée

160 daN/m²



LC04 – Faux-plafond + réseaux

Dalles 60x60

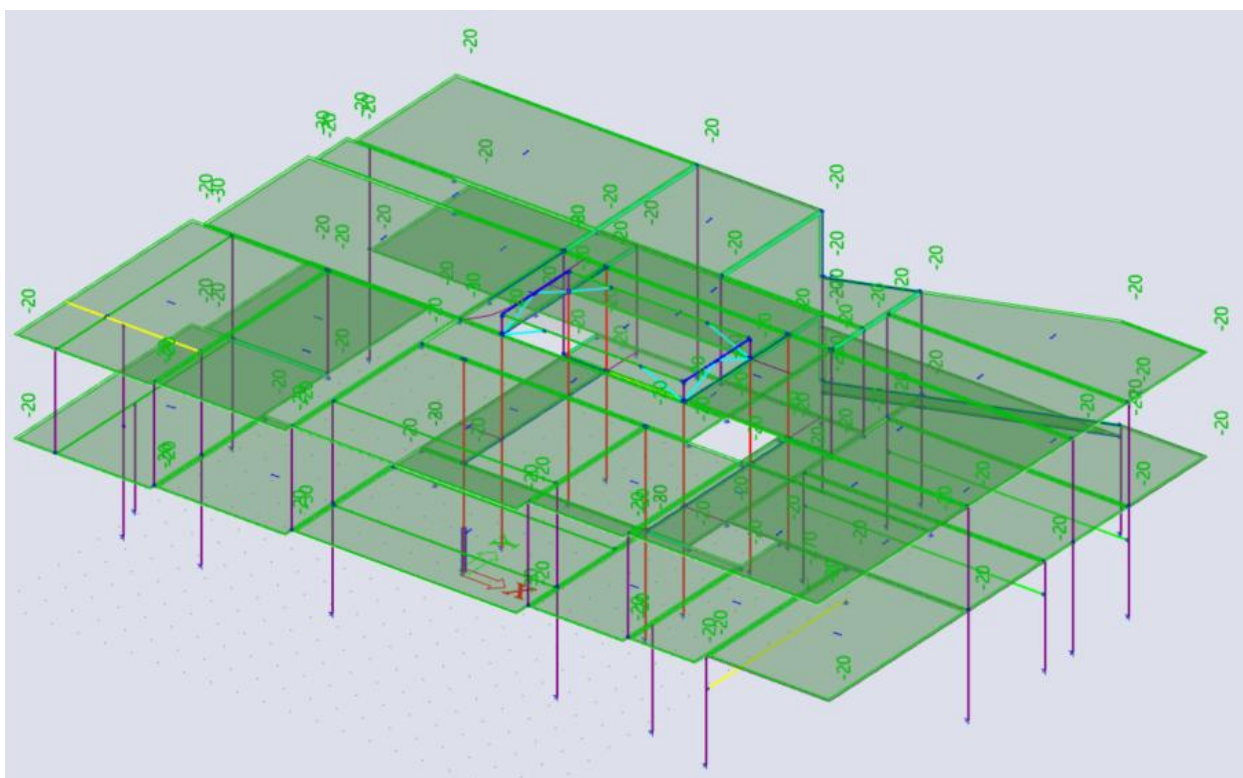
10 daN/m²

Flocage

20 daN/m²

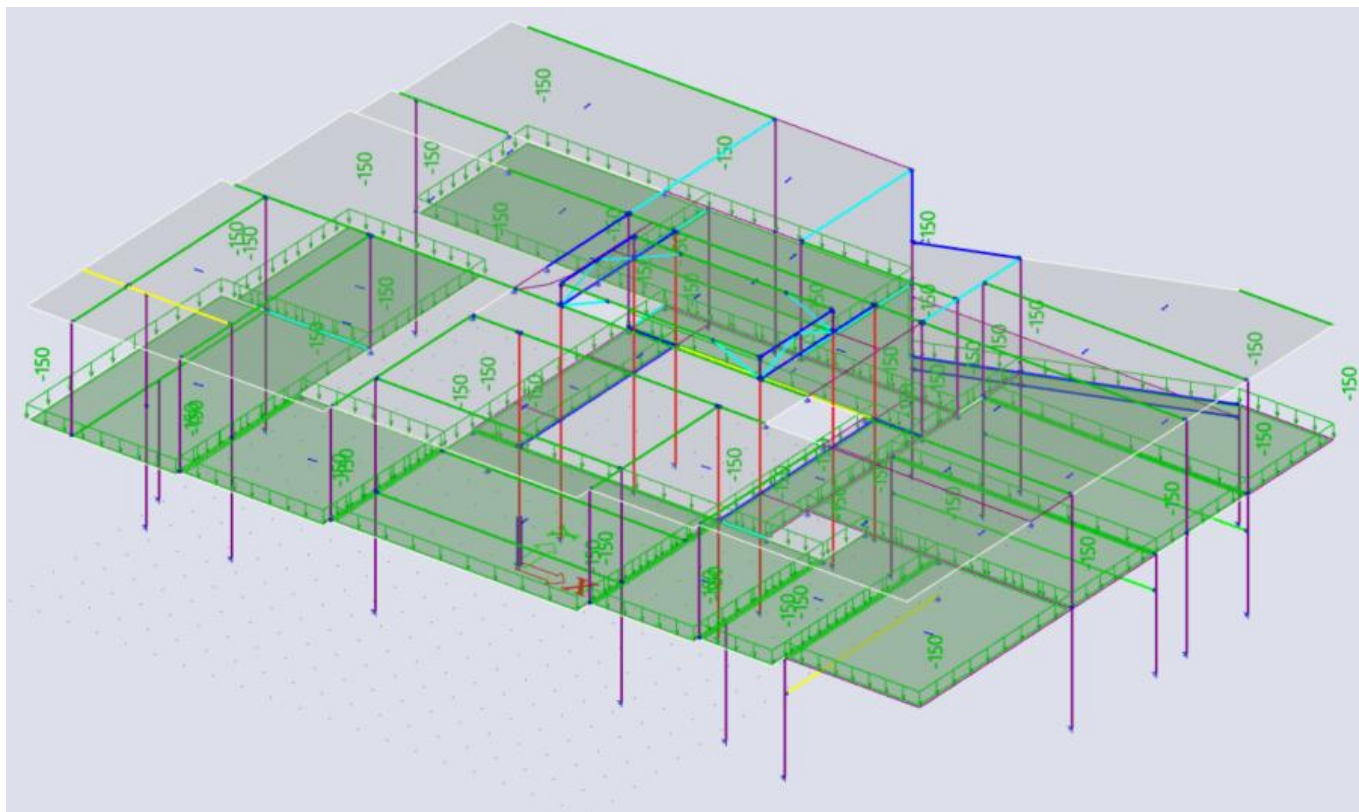
Réseaux

10 daN/m²



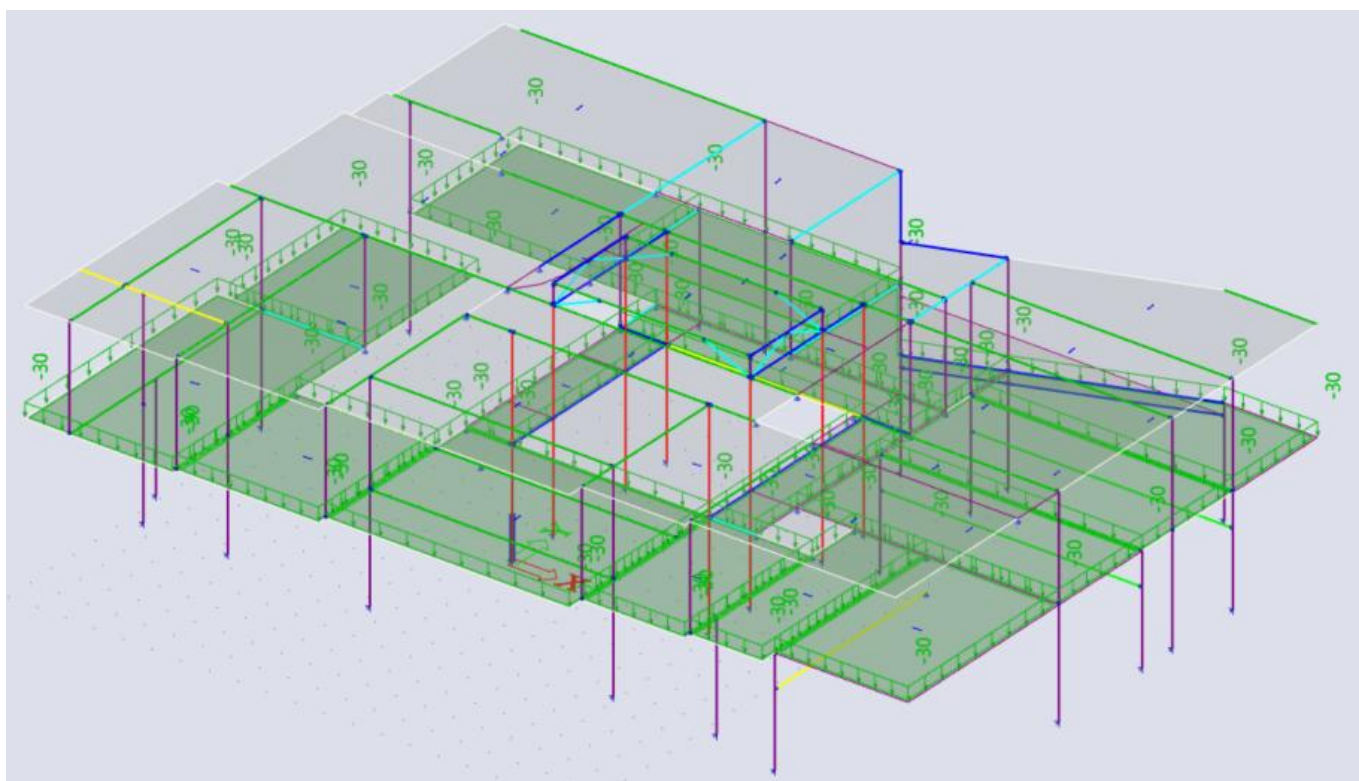
LC05 – R+1 : chape + carrelage

150 daN/m²



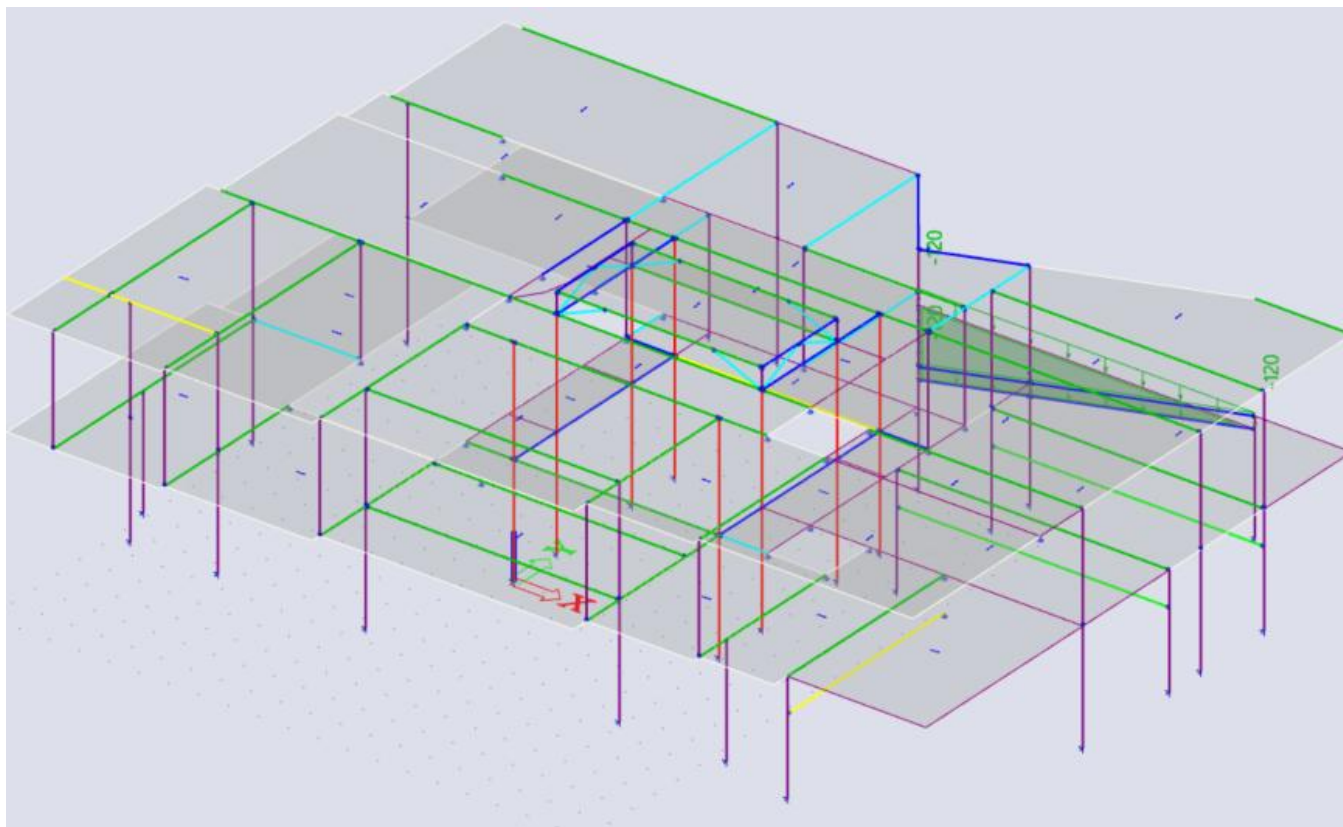
LC06 – Isolation acoustique

30 daN/m²



LC07 – Terrasse bois sur plot

120 daN/m²



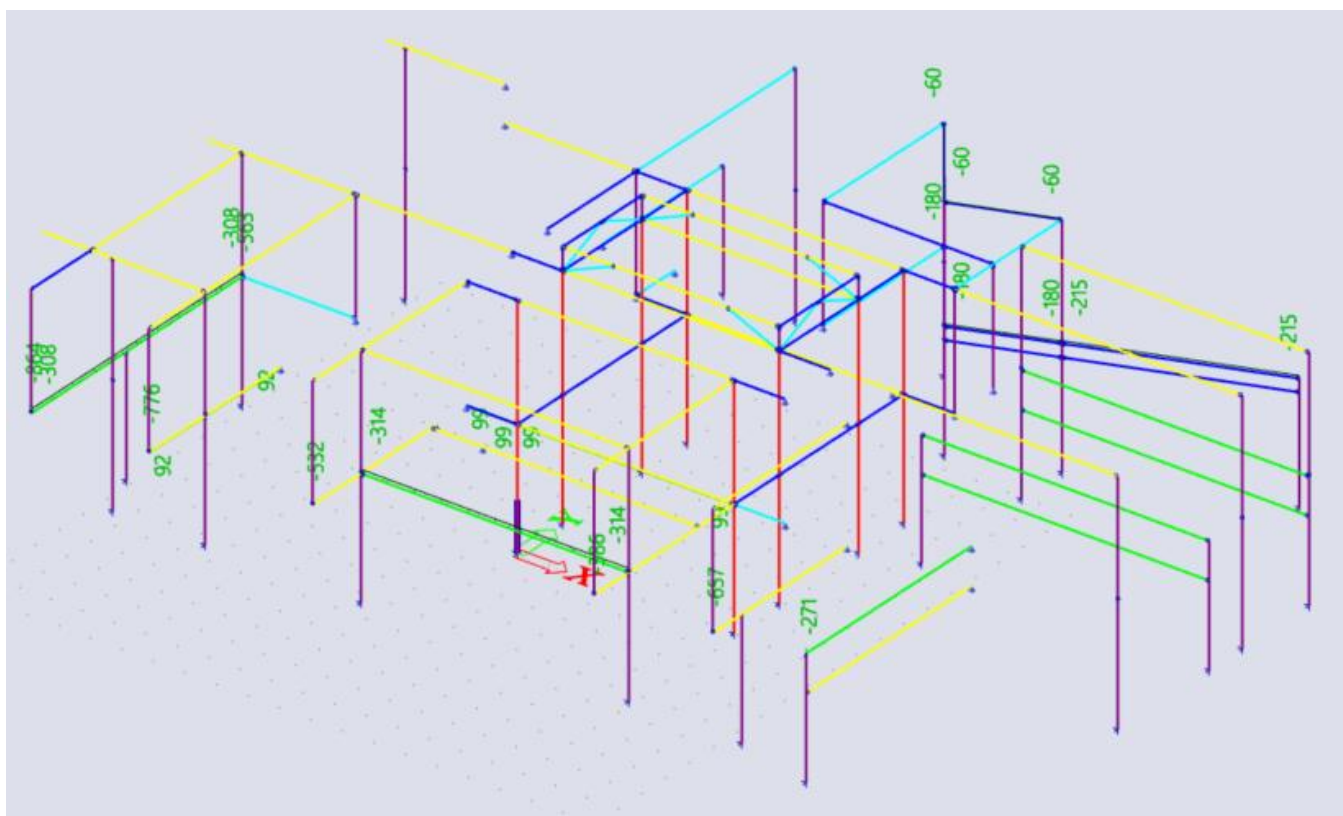
LC08 – MOB et baies vitrées

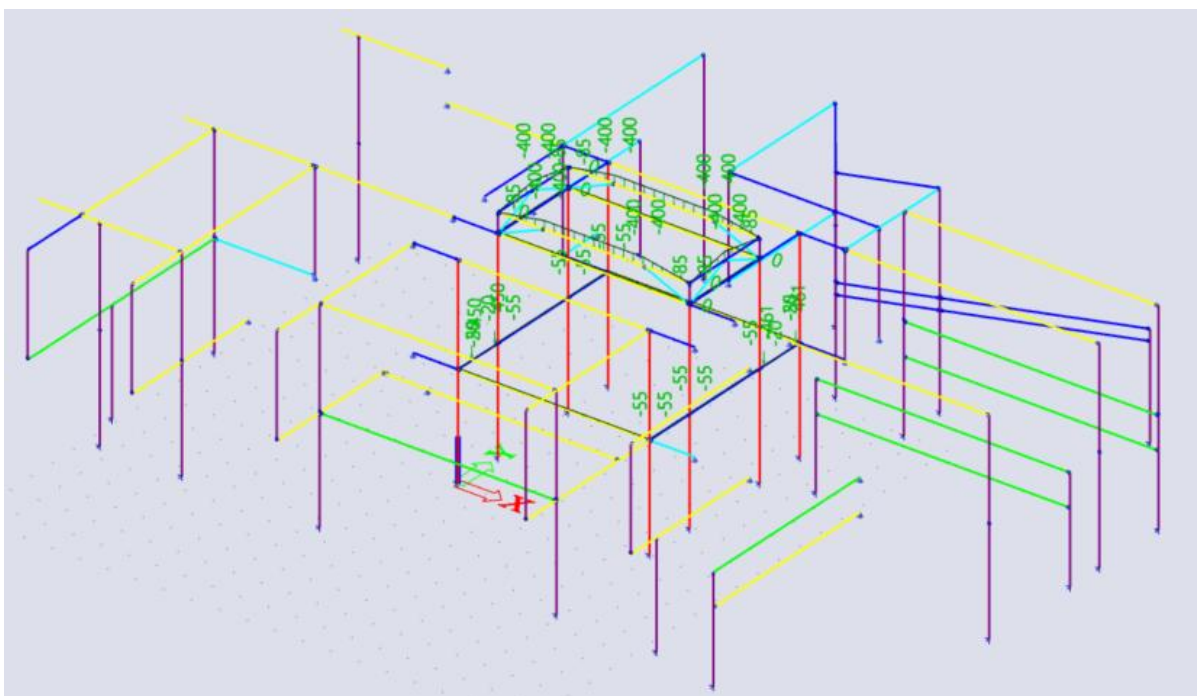
MOB h = 4,3m (y compris, isolation, bardage et doublage int.)

215 daN/ml

Baies vitrée

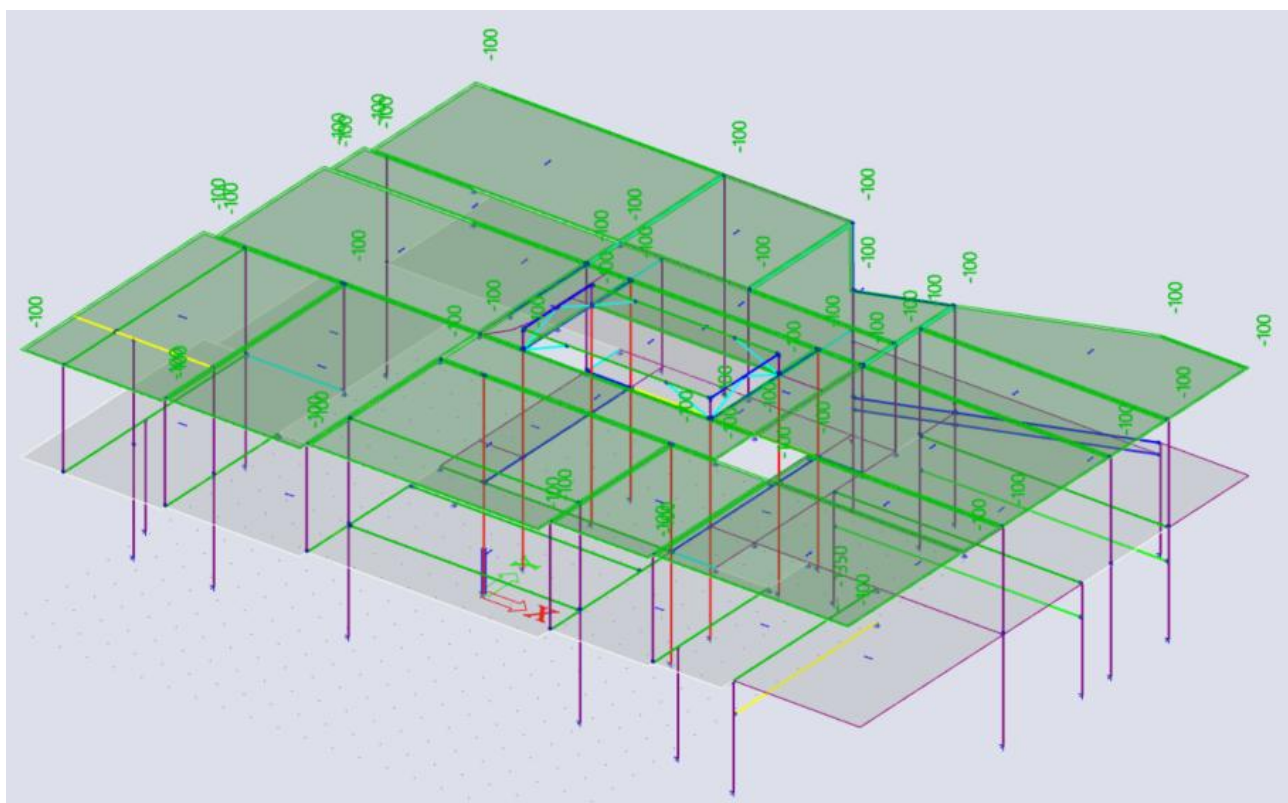
50 daN/m²





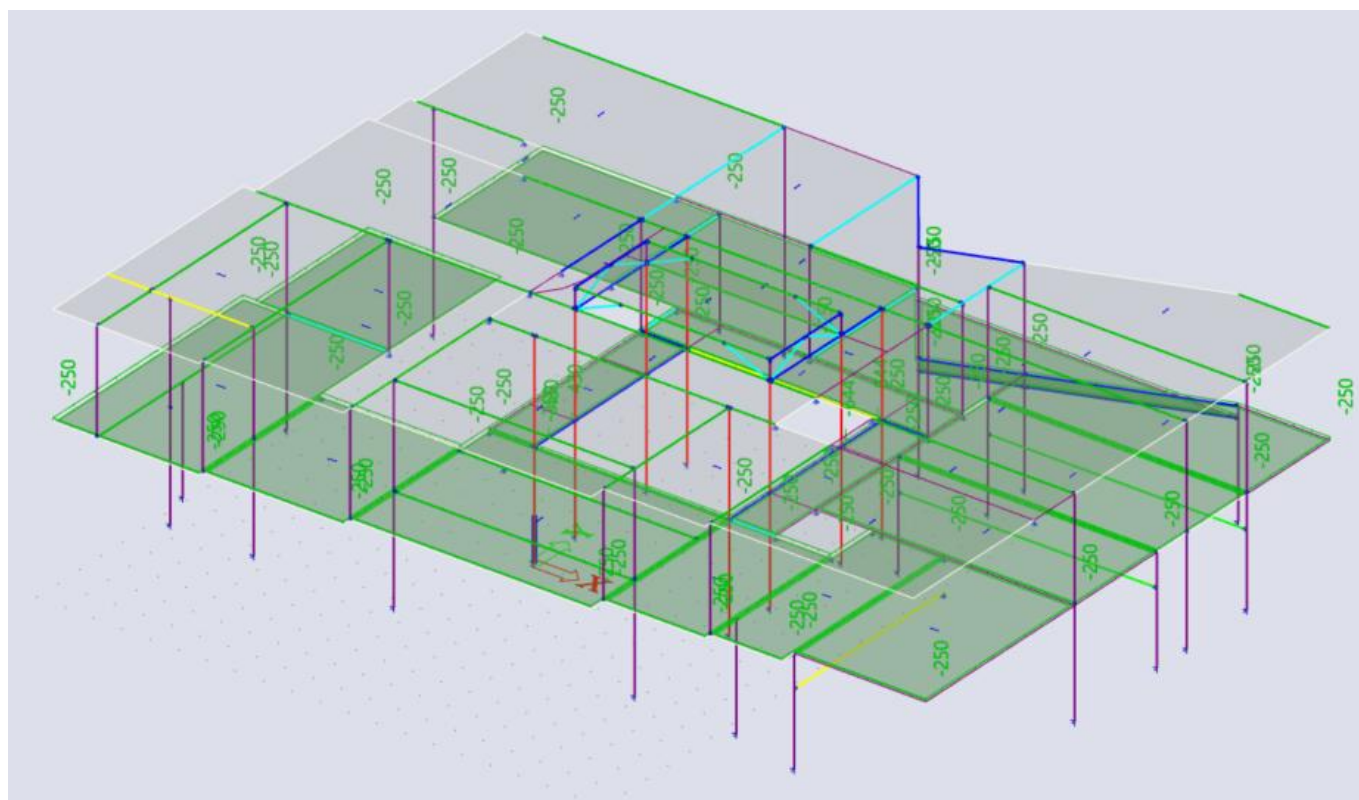
LC11 – Exploitation cat. H : Toiture

100 daN/m²



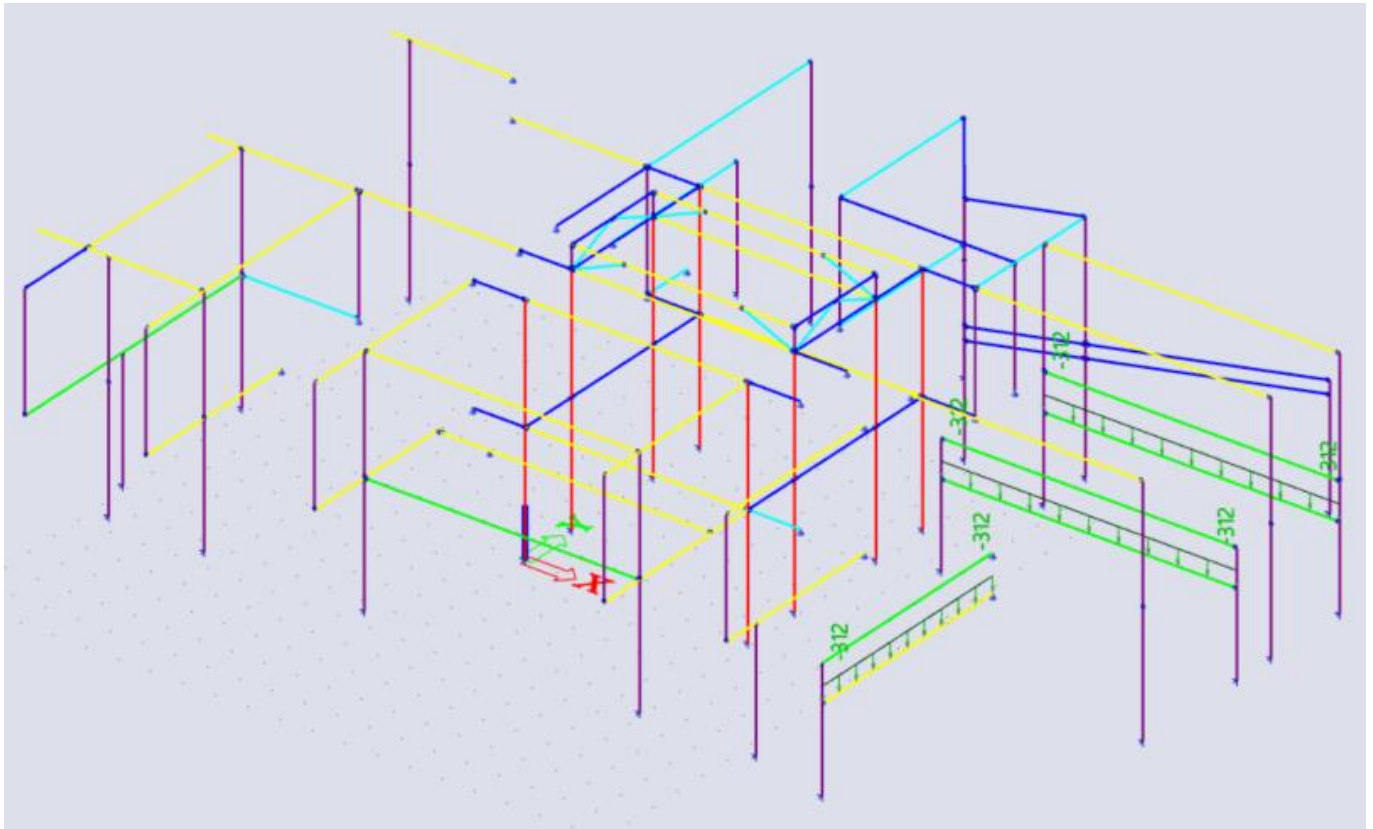
LC12 – Exploitation cat. B : Bureaux

250 daN/m²



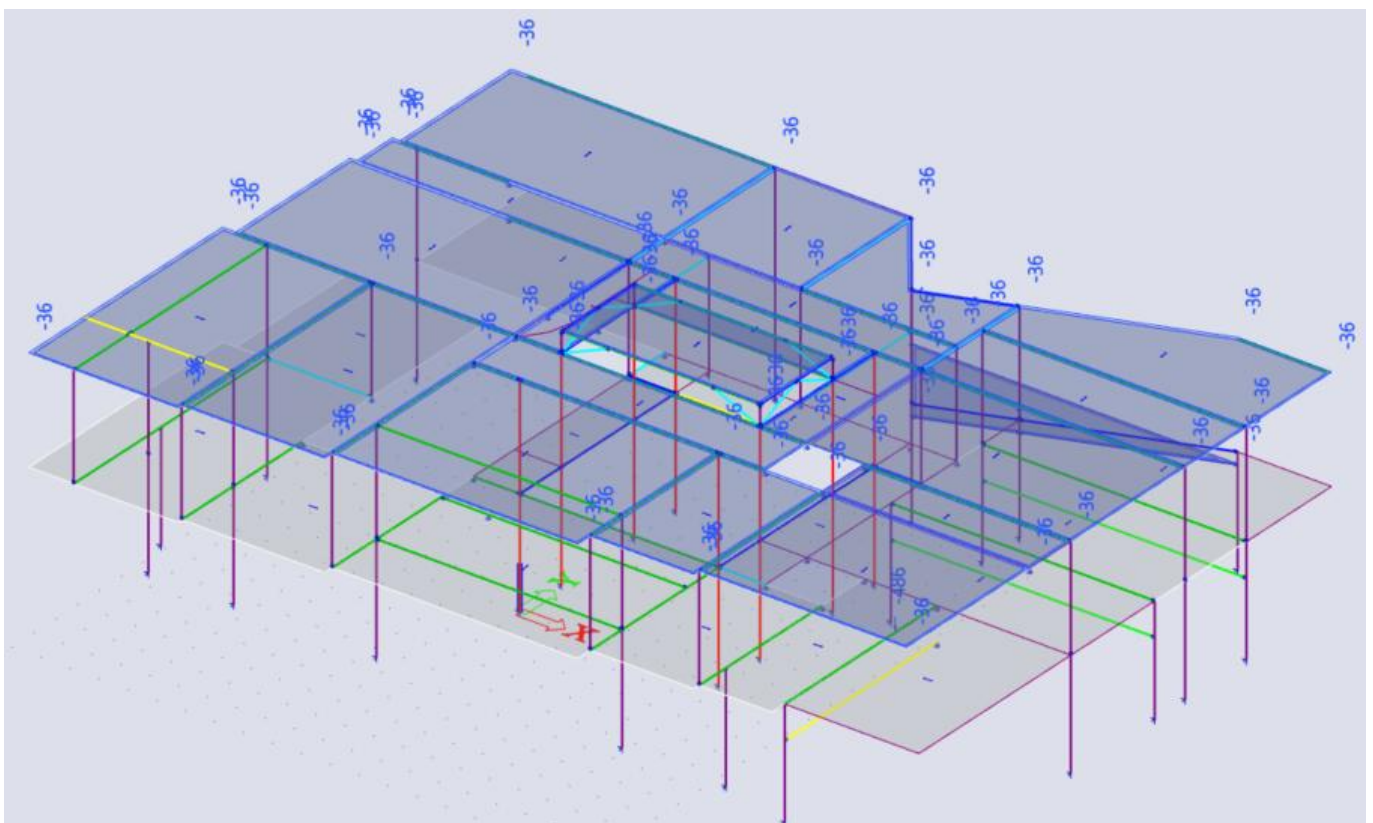
LC13 – Cloisons mobiles

312 daN/ml

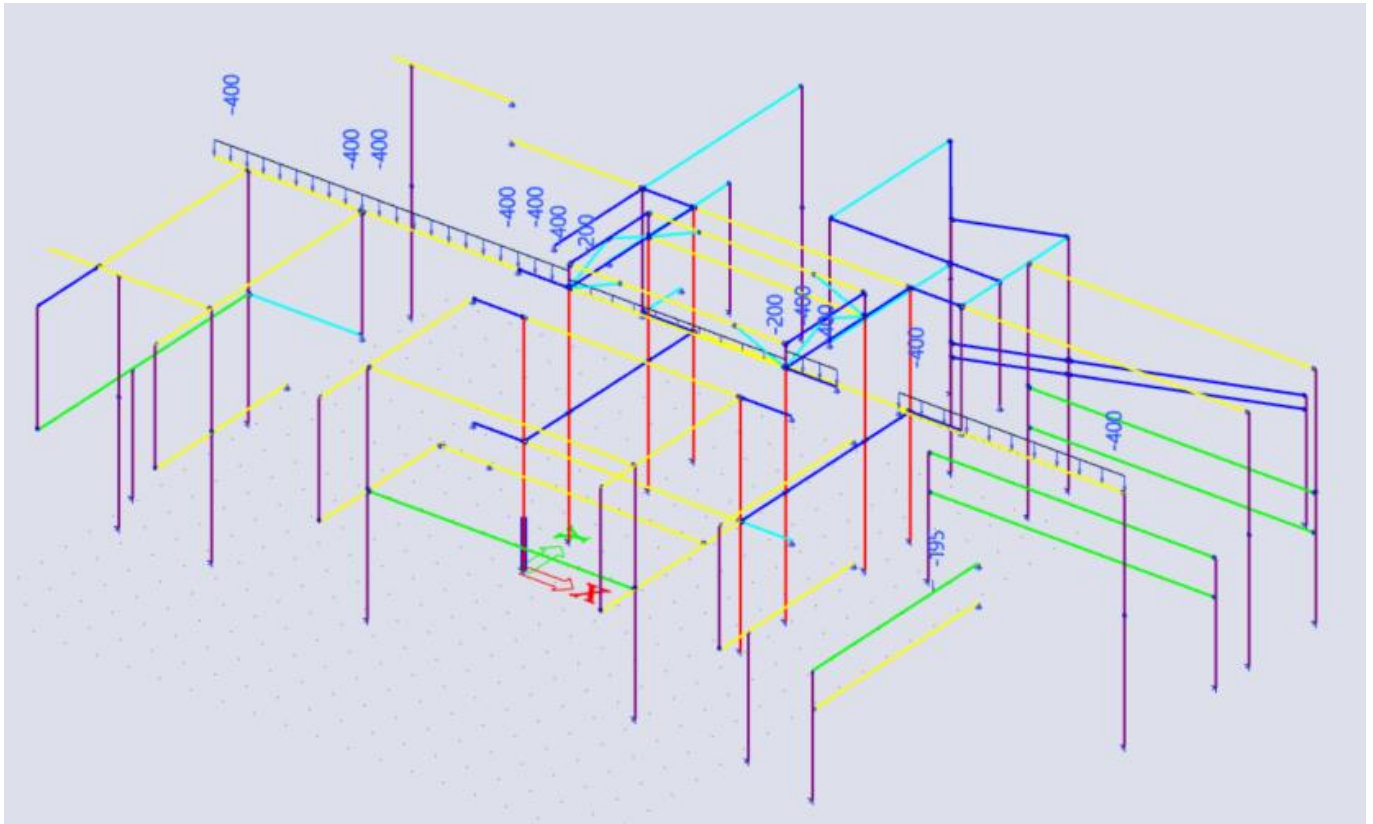


LC21 – Neige sans accumulation

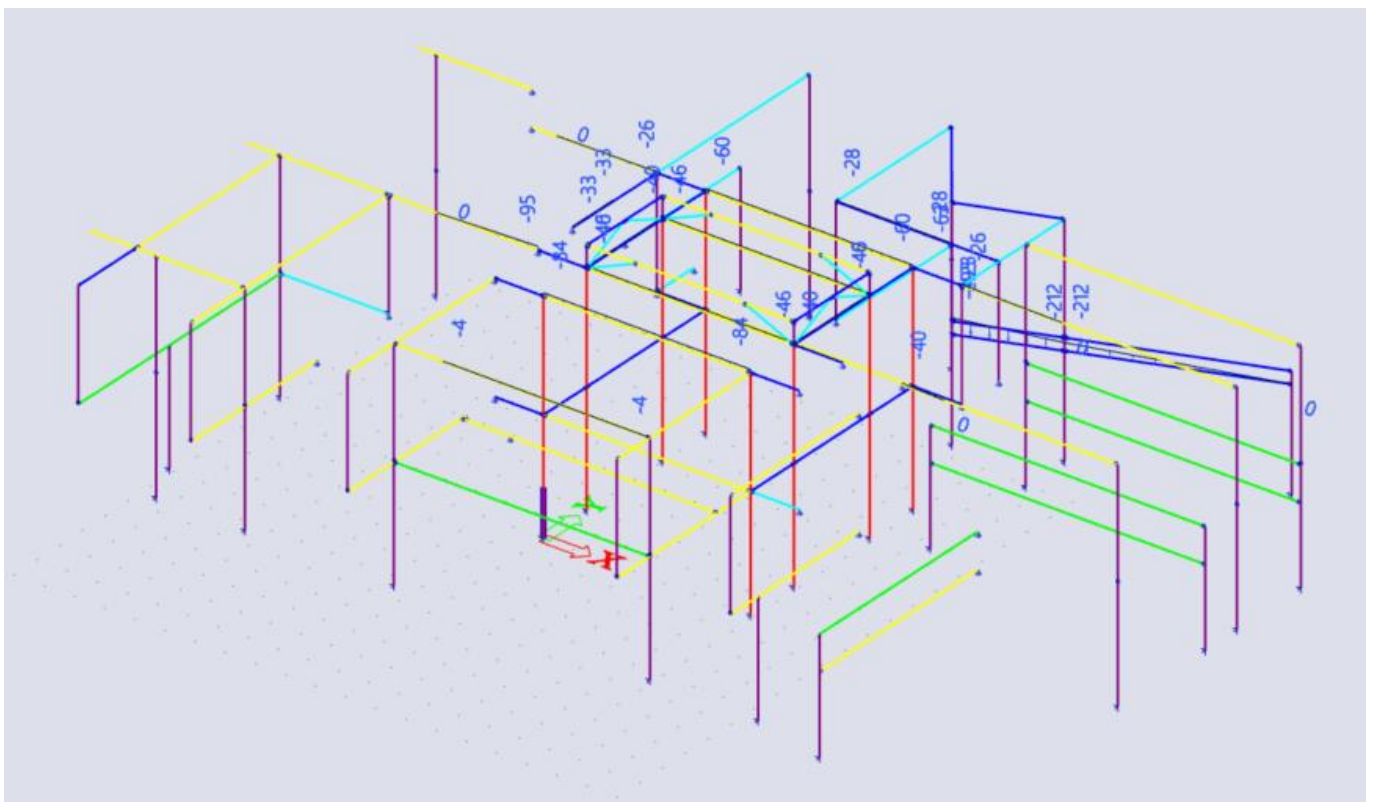
36 daN/m²



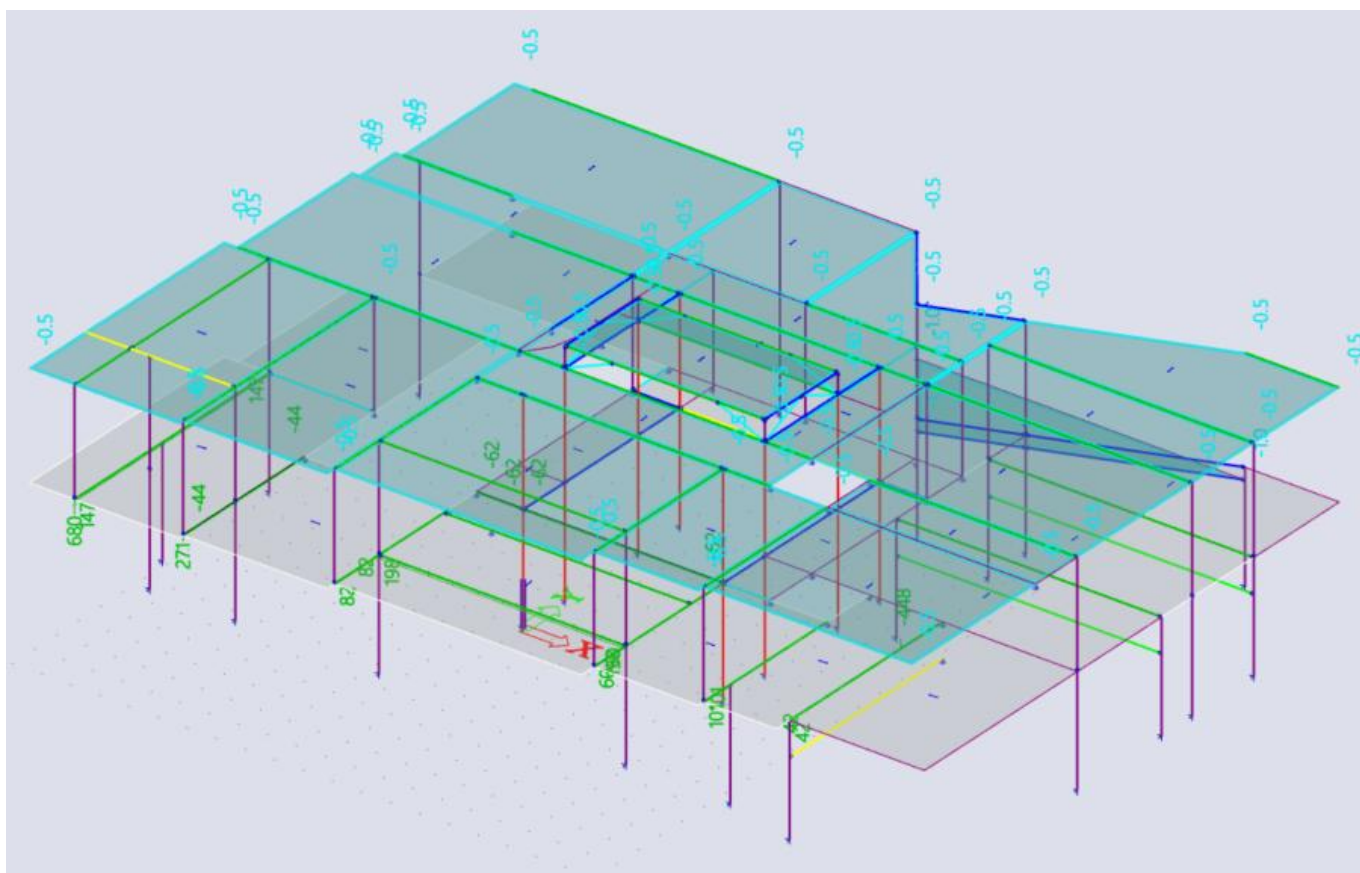
100 daN/m²



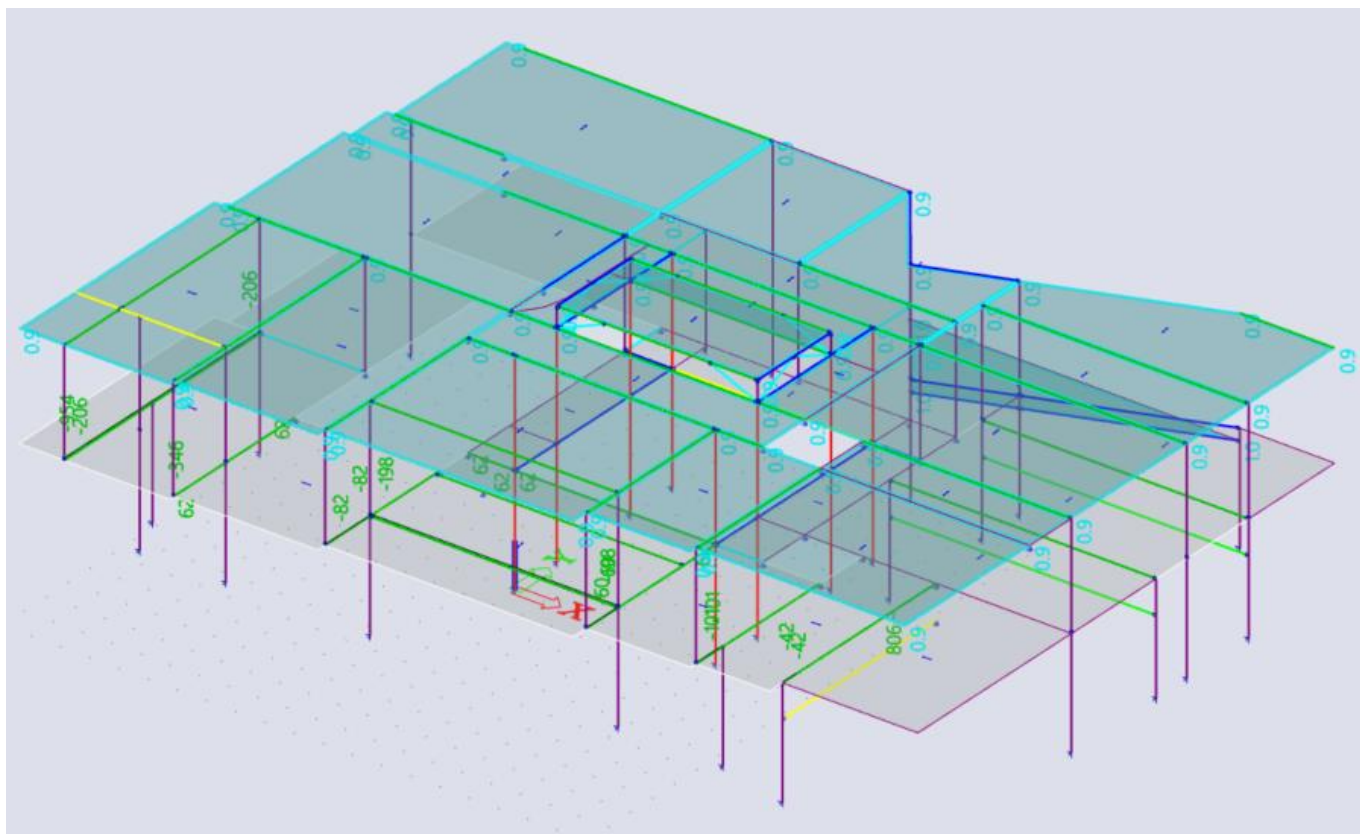
Jusqu'à +54 daN/m²



Selon coefficients Cpe-Cpi §4.2.4

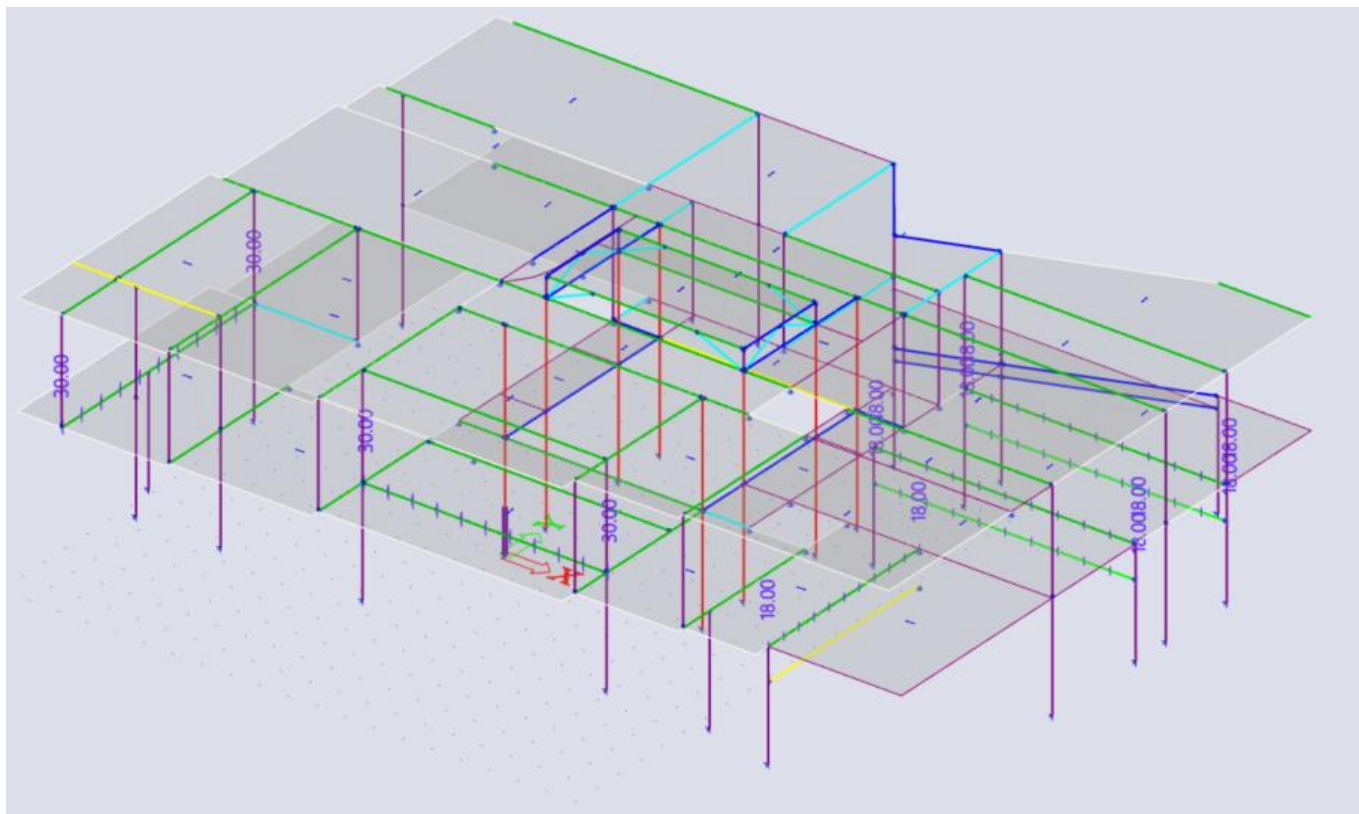


Selon coefficients Cpe-Cpi §4.2.4



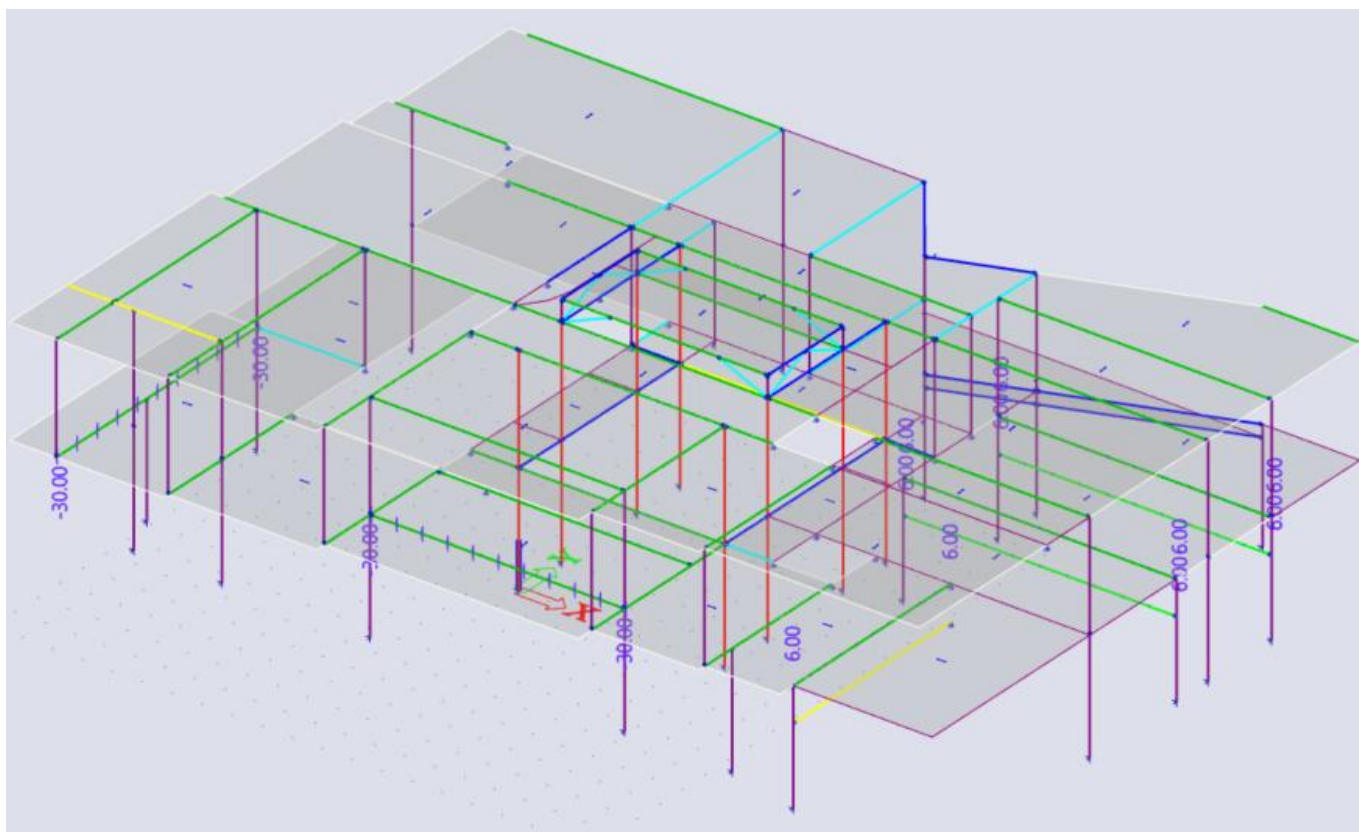
LC41 – Température +

Selon §4.2.5



LC42 – Température -

Selon §4.2.5





5.2.3 GROUPAGE ET COMBINAISONS

Groupeage :

Charges permanentes	G = LC01 et LC02 et LC03 et LC04 et LC05 et LC06 et LC07 et LC08 et LC09 et LC010
Charges en toiture H	$Q_H = LC11$
Charges d'exploitation	Q = LC12 et LC13
Charges de neige	S = LC21 et LC22 et LC23
Charges de vent	W = LC31 ou LC32
Charges de température	T = LC41 ou LC42

Combinaisons :

ELU (Etats Limites Ultimes)

1.35 ou 1.0 G

1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q			
1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q	+ 0.75 S		
1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q		+ 0.90 W	
1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q			+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q	+ 0.75 S	+ 0.90 W	
1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q	+ 0.75 S		+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q		+ 0.90 W	+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G	+ 1.50 Q	+ 0.75 S	+ 0.90 W	+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G		+ 1.50 S		
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q	+ 1.50 S		
1.35 ou 1.0 G		+ 1.50 S	+ 0.90 W	
1.35 ou 1.0 G		+ 1.50 S		+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q	+ 1.50 S	+ 0.90 W	
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q	+ 1.50 S		+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G		+ 1.50 S	+ 0.90 W	+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q	+ 1.50 S	+ 0.90 W	+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G			+ 1.50 W	
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q		+ 1.50 W	
1.35 ou 1.0 G		+ 0.75 S	+ 1.50 W	
1.35 ou 1.0 G			+ 1.50 W	+ 0.90 T



1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q	+ 0.75 S	+ 1.50 W	
1.35 ou 1.0 G		+ 0.75 S	+ 1.50 W	+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q		+ 1.50 W	+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q	+ 0.75 S	+ 1.50 W	+ 0.90 T
1.35 ou 1.0 G				+1.50Q _H
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q			+1.50Q _H
1.35 ou 1.0 G			+ 0.90 T	+1.50Q _H
1.35 ou 1.0 G	+ 1.05 Q		+ 0.90 T	+1.50Q _H

ELS caractéristiques (Etats Limites de Service)

1.0 G

1.0 G	+ 1.0 Q			
1.0 G	+ 1.0 Q	+ 0.5 S		
1.0 G	+ 1.0 Q		+ 0.6 W	
1.0 G	+ 1.0 Q	+ 0.5 S	+ 0.6 W	+ 0.6 T
1.0 G		+ 1.0 S		
1.0 G	+ 0.7 Q	+ 1.0 S		
1.0 G		+ 1.0 S	+ 0.6 W	
1.0 G	+ 0.7 Q	+ 1.0 S	+ 0.6 W	+ 0.6 T
1.0 G			+ 1.0 W	
1.0 G	+ 0.7 Q		+ 1.0 W	
1.0 G		+ 0.5 S	+ 1.0 W	
1.0 G	+ 0.7 Q	+ 0.5 S	+ 1.0 W	+ 0.6 T
1.0 G	+ 0.7 Q	+ 0.5 S	+ 0.6 W	+ 1.0 T
1.0 G				+1.0Q _H
1.0 G	+ 0.7 Q			+1.0Q _H
1.0 G			+ 0.6 T	+1.0Q _H
1.0 G	+ 0.7 Q		+ 0.6 T	+1.0Q _H

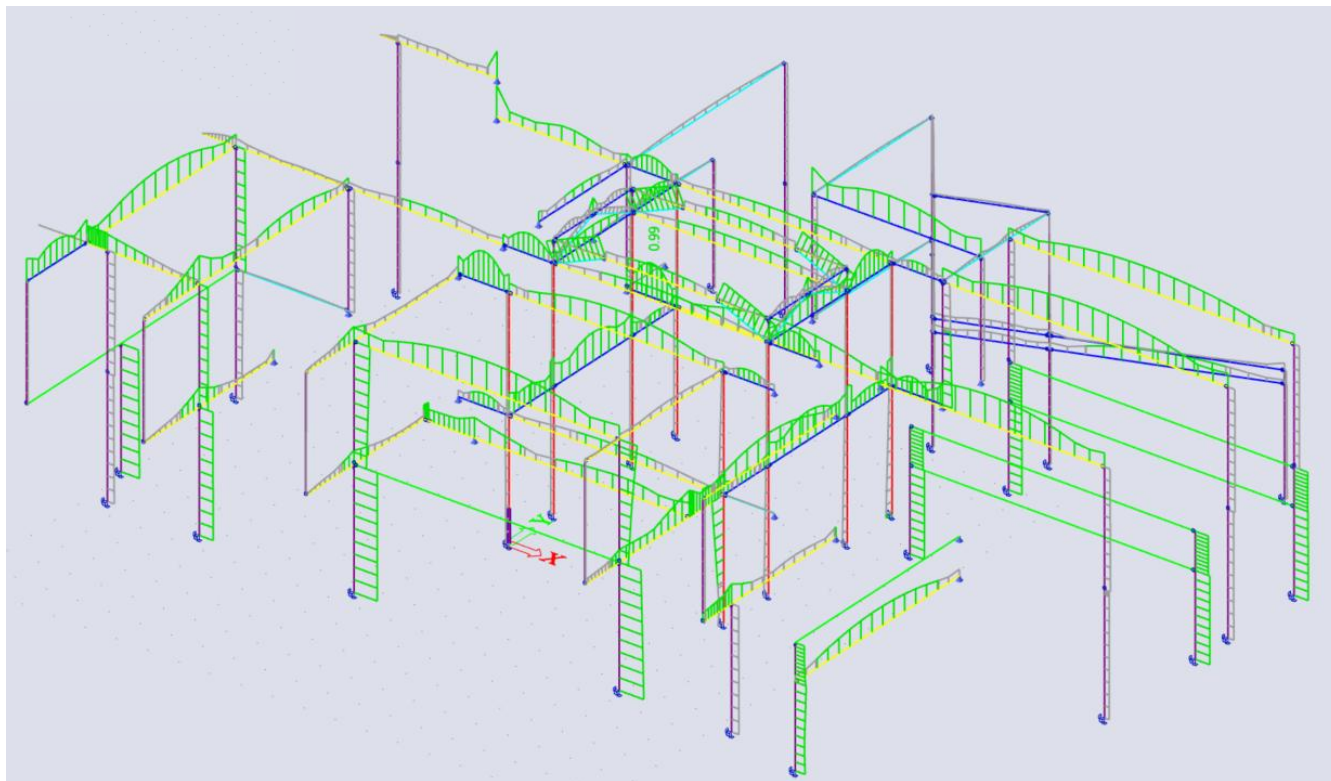
ELS quasi-permanente de fluage (classe de service 1 -> Kdef = 0.6 ; 2 -> Kdef = 0.8 ; cat. B $\psi_2 = 0.3$)

0.8 G

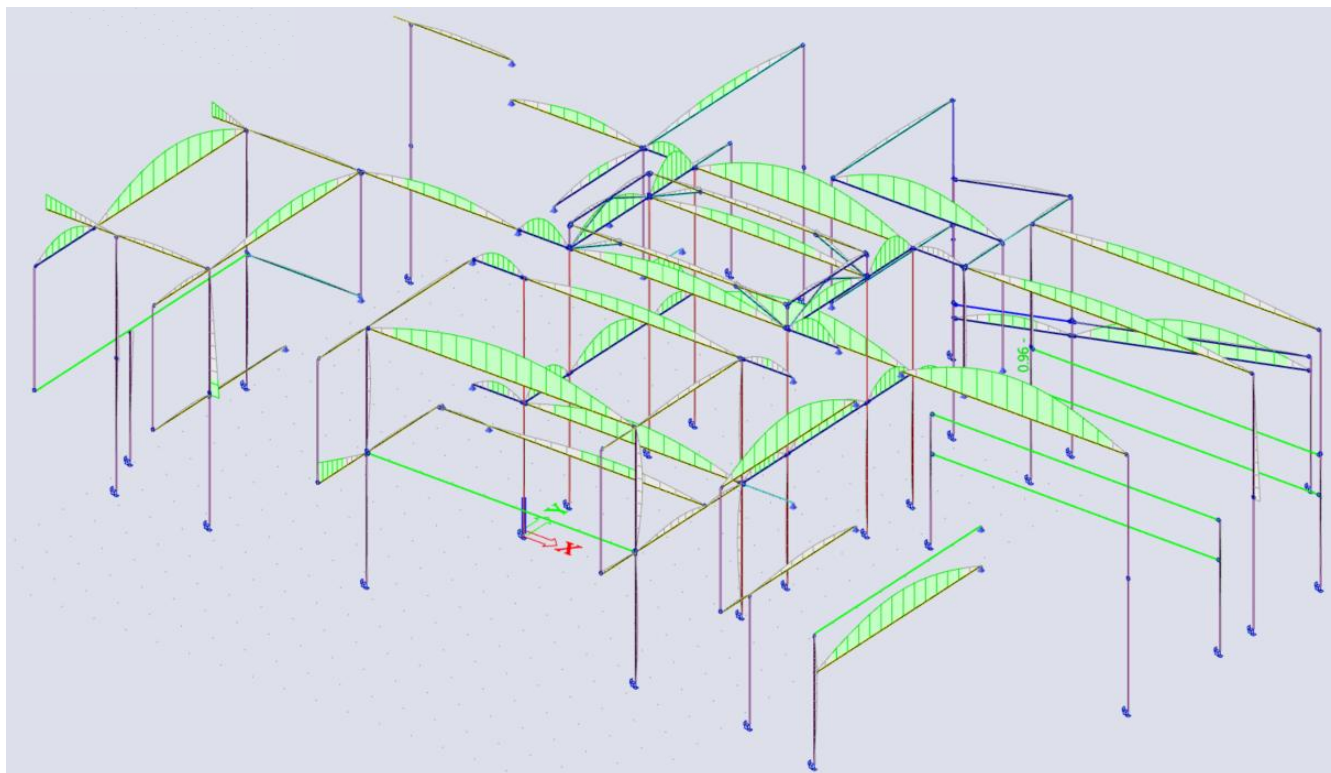
0.8 G	+ 0.18 Q	(classe de service 1)
0.8 G	+ 0.24 Q	(classe de service 2)

5.2.4 JUSTIFICATION DES BARRES

Poteaux et poutres en bois massif (C24) et bois lamellé collé (GL24h) :



Taux de travail à l'ELU de l'ensemble des éléments de charpente bois (BLC et BM)



Taux de travail à l'ELS de l'ensemble des éléments de charpente bois (BLC et BM)

L'ensemble des éléments de charpente en bois sont justifiés aux EUROCODES.



Vérification détaillée de la poutre BLC la plus sollicitée (84%) :

Contrôle EN 1995-1-1

Poutre B18	9.130m	BLC02- RECT (280; 600)	GL 24h (EN 14080) +15%	ELU-Set B (auto)	0.84 -
------------	--------	---------------------------	---------------------------	------------------	--------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / 1.35*LC01 + 1.35*LC02 + 1.35*LC03 + 1.35*LC06 + 1.35*LC04 + 1.35*LC05 + 1.35*LC07 + 1.35*LC08 + 1.35*LC09 + 1.35*LC10

Données de base	
Coef. partiel de sécurité γ_M pour bois lamellé-collé	1.25

Données matériaux		
Flexion ($f_{m,k}$)	24.0	MPa
Traction ($f_{t,0,k}$)	19.2	MPa
Traction ($f_{t,90,k}$)	0.5	MPa
Compression ($f_{c,0,k}$)	24.0	MPa
Compression ($f_{c,90,k}$)	2.5	MPa
Cisaillement ($f_{v,k}$)	3.5	MPa
Type de bois	Lamellé-collé	

Contrôle critique à la position **4.805m**.

Efforts internes		
N_{Ed}	0	daN
$V_{y,Ed}$	0	daN
$V_{x,Ed}$	-324	daN
T_{Ed}	0	daNm
$M_{y,Ed}$	16186	daNm
$M_{x,Ed}$	0	daNm

Coef. modification	
Classe de service	1
Durée de chargement	Permanent
Coef. de correction k_{mod}	0.60

...: CONTROLE EN SECTION ...:

Compression perpendiculaire aux fibres

Note: Le contrôle de compression perpendiculaire aux fibres a été ignoré par décision de l'utilisateur.

Flexion

Selon EN 1995-1-1 article 6.1.6 et formule (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	9.6	MPa
$k_{h,y}$	1.00	
$f_{m,y,d}$	11.5	MPa
k_m	0.70	

Contrôle unité (6.11) = 0.84 + 0.00 = 0.84 -

Contrôle unité (6.12) = 0.59 + 0.00 = 0.59 -

Cisaillement

Selon EN 1995-1-1 article 6.1.7 et formule (6.13)

k_{τ}	1.00	
$T_{z,d}$	0.0	MPa
$f_{v,d}$	1.7	MPa
Contrôle unité τ_z	0.02	-

L'élément satisfait le contrôle en section.

...: CONTROLE DE STABILITE ...:

Poutres soumises à la flexion ou flexion composée en compression

Selon EN 1995-1-1 article 6.3.3 et formule (6.33),(6.35)

Paramètres de déversement		
Moment critique élastique $M_{y,crit}$	169345	daNm
Contrainte critique de flexion $\sigma_{m,crit}$	100.8	MPa
Elancement relatif $\lambda_{rel,m}$	0.488	-
Coef. de réduction k_{crit}	1.000	-

Contrôle unité (6.33) = 0.84 -



Vérification détaillée de la poutre BM la plus sollicitée (99%) :

Contrôle EN 1995-1-1

Poutre B71	1.620m	BM1 - RECT (75; 150)	C24 (EN 338) +15%	ELU-Set B (auto)	0.99-
-------------------	---------------	-----------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.35 \cdot LC01 + 1.35 \cdot LC02 + 1.35 \cdot LC03 + 1.35 \cdot LC06 + 1.35 \cdot LC04 + 1.35 \cdot LC05 + 1.50 \cdot LC12 + 1.35 \cdot LC07 + 1.35 \cdot LC08 + 1.35 \cdot LC09 + 1.35 \cdot LC10$

Données de base	
Coef. partiel de sécurité γ_M pour bois massif	1.30

Données matériaux		
Flexion ($f_{m,k}$)	24.0	MPa
Traction ($f_{t,0,k}$)	14.5	MPa
Traction ($f_{t,90,k}$)	0.4	MPa
Compression ($f_{c,0,k}$)	21.0	MPa
Compression ($f_{c,90,k}$)	2.5	MPa
Cisaillement ($f_{v,k}$)	4.0	MPa
Type de bois	Massif	

Contrôle critique à la position **0.810m**.

Efforts internes		
N_{Ed}	-1	daN
$V_{y,Ed}$	0	daN
$V_{x,Ed}$	0	daN
T_{Ed}	0	daNm
$M_{y,Ed}$	410	daNm
$M_{x,Ed}$	0	daNm

Coef. modification		
Classe de service	1	
Durée de chargement	Moyen terme	
Coef. de correction k_{mod}	0.80	

...: CONTROLE EN SECTION ...:

Compression parallèle aux fibres

Selon EN 1995-1-1 article 6.1.4 et formule (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0.0	MPa
$f_{c,0,d}$	12.9	MPa
Contrôle unité	0.00	-

Compression perpendiculaire aux fibres

Note: Le contrôle de compression perpendiculaire aux fibres a été ignoré par décision de l'utilisateur.

Flexion

Selon EN 1995-1-1 article 6.1.6 et formule (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	14.6	MPa
$k_{h,y}$	1.00	
$f_{m,y,d}$	14.8	MPa
k_m	0.70	

Contrôle unité (6.11) = $0.99 + 0.00 = 0.99$ -

Contrôle unité (6.12) = $0.69 + 0.00 = 0.69$ -

Flexion composée en compression

Selon EN 1995-1-1 article 6.2.4 et formule (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	12.9	MPa
$f_{m,y,d}$	14.8	MPa
k_m	0.70	

Contrôle unité (6.19) = $0.00 + 0.99 + 0.00 = 0.99$ -

Contrôle unité (6.20) = $0.00 + 0.69 + 0.00 = 0.69$ -

L'élément satisfait le contrôle en section.



Paramètres de flambement	yy	zz	
Noeuds déplaçables	non-déplaçable	non-déplaçable	
Longueur système L	1.620	1.620	m
Coef. de flambement k	1.00	1.00	
Longueur de flambement L_{cr}	1.620	1.620	m
Elancement λ	37.411	74.823	-
Elancement relatif λ	0.634	1.269	-
Elancement limite	0.300	0.300	-
Imperfection β_c	0.200	0.200	-
Coef. de réduction k_c	0.905	0.501	-

Contrôle unité (6.23) = $0.00 + 0.99 + 0.00 = 0.99$ -

Contrôle unité (6.24) = $0.00 + 0.69 + 0.00 = 0.69$ -

Poutres soumises à la flexion ou flexion composée en compression

Selon EN 1995-1-1 article 6.3.3 et formule (6.33),(6.35)

Paramètres de déversement		
Moment critique élastique $M_{y,crit}$	3483	daNm
Contrainte critique de flexion $\sigma_{m,crit}$	123.8	MPa
Elancement relatif $\lambda_{rel,m}$	0.440	-
Coef. de réduction k_{crit}	1.000	-

Contrôle unité (6.33) = 0.99 -

Contrôle unité (6.35) = $0.97 + 0.00 = 0.97$ -

$M_{y,crit}$ Paramètres		
$G_{0,05}$	462.5	MPa
Longueur de déversement L	1.620	m
L_{ef}/L	0.90	
Longueur effective L_{ef}	1.458	m
Infl. pos. des charges	pas d'influence	

L'élément satisfait le contrôle de stabilité



Vérification détaillée du poteau BM le plus sollicité (77%) :

Contrôle EN 1995-1-1

Poutre B105	3.750m	POT-SIMPL- RECT (220;220)	C24 (EN 338) +15%	ELU-Set B (auto)	0.77-
--------------------	---------------	--------------------------------------	------------------------------	-------------------------	--------------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.35 \cdot LC01 + 1.35 \cdot LC02 + 1.35 \cdot LC03 + 1.35 \cdot LC06 + 1.35 \cdot LC04 + 1.35 \cdot LC05 + 1.35 \cdot LC07 + 1.35 \cdot LC08 + 1.35 \cdot LC09 + 1.35 \cdot LC10$

Données de base	
Coef. partiel de sécurité γ_M pour bois massif	1,30

Données matériaux		
Flexion ($f_{m,k}$)	24.0	MPa
Traction ($f_{t,0,k}$)	14.5	MPa
Traction ($f_{t,90,k}$)	0.4	MPa
Compression ($f_{c,0,k}$)	21.0	MPa
Compression ($f_{c,90,k}$)	2.5	MPa
Cisaillement ($f_{v,k}$)	4.0	MPa
Type de bois	Massif	

Contrôle critique à la position **3.750m**.

Efforts internes		
N_{Ed}	-28190	daN
$V_{y,Ed}$	-47	daN
$V_{z,Ed}$	0	daN
T_{Ed}	0	daNm
$M_{y,Ed}$	0	daNm
$M_{z,Ed}$	-175	daNm

Coef. modification		
Classe de service	1	
Durée de chargement	Permanent	
Coef. de correction k_{mod}	0.60	

...: CONTROLE EN SECTION ...:

Compression parallèle aux fibres

Selon EN 1995-1-1 article 6.1.4 et formule (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	5.8	MPa
$f_{c,0,d}$	9.7	MPa
Contrôle unité	0.60	-

Compression perpendiculaire aux fibres

Note: Le contrôle de compression perpendiculaire aux fibres a été ignoré par décision de l'utilisateur.

Flexion

Selon EN 1995-1-1 article 6.1.6 et formule (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	0.0	MPa
k_{hy}	1.00	
$f_{m,y,d}$	11.1	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	1.0	MPa
k_{hz}	1.00	
$f_{m,z,d}$	11.1	MPa
k_m	0.70	

Contrôle unité (6.11) = $0.00 + 0.06 = 0.06$ -

Contrôle unité (6.12) = $0.00 + 0.09 = 0.09$ -

Cisaillement

Selon EN 1995-1-1 article 6.1.7 et formule (6.13)

k_{τ}	0.67	
$T_{y,d}$	0.0	MPa
$T_{z,d}$	0.0	MPa
$f_{v,d}$	1.8	MPa
Contrôle unité τ_y	0.01	-
Contrôle unité τ_z	0.00	-
Contrôle unité Interaction	0.00	-

Note: La formule d'interaction a été ajoutée comme information complémentaire non contradictoire

$T_{inc,d}$	0.0	MPa
k_{chape}	1.05	
f_{vd}	1.8	MPa
Contrôle unité	0.00	-
Contrôle unité interaction cisaillement	0.00	-

Note: La formule d'interaction a été ajoutée comme information complémentaire non contradictoire

Flexion composée en compression

Selon EN 1995-1-1 article 6.2.4 et formule (6.19),(6.20)

$f_{c,d}$	9.7	MPa
$f_{m,vd}$	11.1	MPa
$f_{m,td}$	11.1	MPa
k_m	0.70	

Contrôle unité (6.19) = $0.36 + 0.00 + 0.06 = 0.42$ -

Contrôle unité (6.20) = $0.36 + 0.00 + 0.09 = 0.45$ -

L'élément satisfait le contrôle en section.

...: CONTROLE DE STABILITE:...

Poteaux soumis à la compression ou flexion composée en compression

Selon EN 1995-1-1 article 6.3.2 et formule (6.23),(6.24)

Paramètres de flambement	yy	zz	
Noeuds déplaçables	non-déplaçable	non-déplaçable	
Longueur système L	3.750	3.750	m
Coef. de flambement k	0.69	0.70	
Longueur de flambement L_{cr}	2.593	2.625	m
Elancement λ	40.821	41.333	-
Elancement relatif λ	0.692	0.701	-
Elancement limite	0.300	0.300	-
Imperfection β_c	0.200	0.200	-
Coef. de réduction k_c	0.881	0.877	-

Contrôle unité (6.23) = $0.68 + 0.00 + 0.06 = 0.74$ -

Contrôle unité (6.24) = $0.69 + 0.00 + 0.09 = 0.77$ -

Poutres soumises à la flexion ou flexion composée en compression

Selon EN 1995-1-1 article 6.3.3 et formule (6.33),(6.35)

Paramètres de déversement		
Moment critique élastique $M_{y,crit}$	39305	daNm
Contrainte critique de flexion $\sigma_{m,crit}$	221.5	MPa
Elancement relatif $\lambda_{rel,m}$	0.329	-
Coef. de réduction k_{crit}	1.000	-

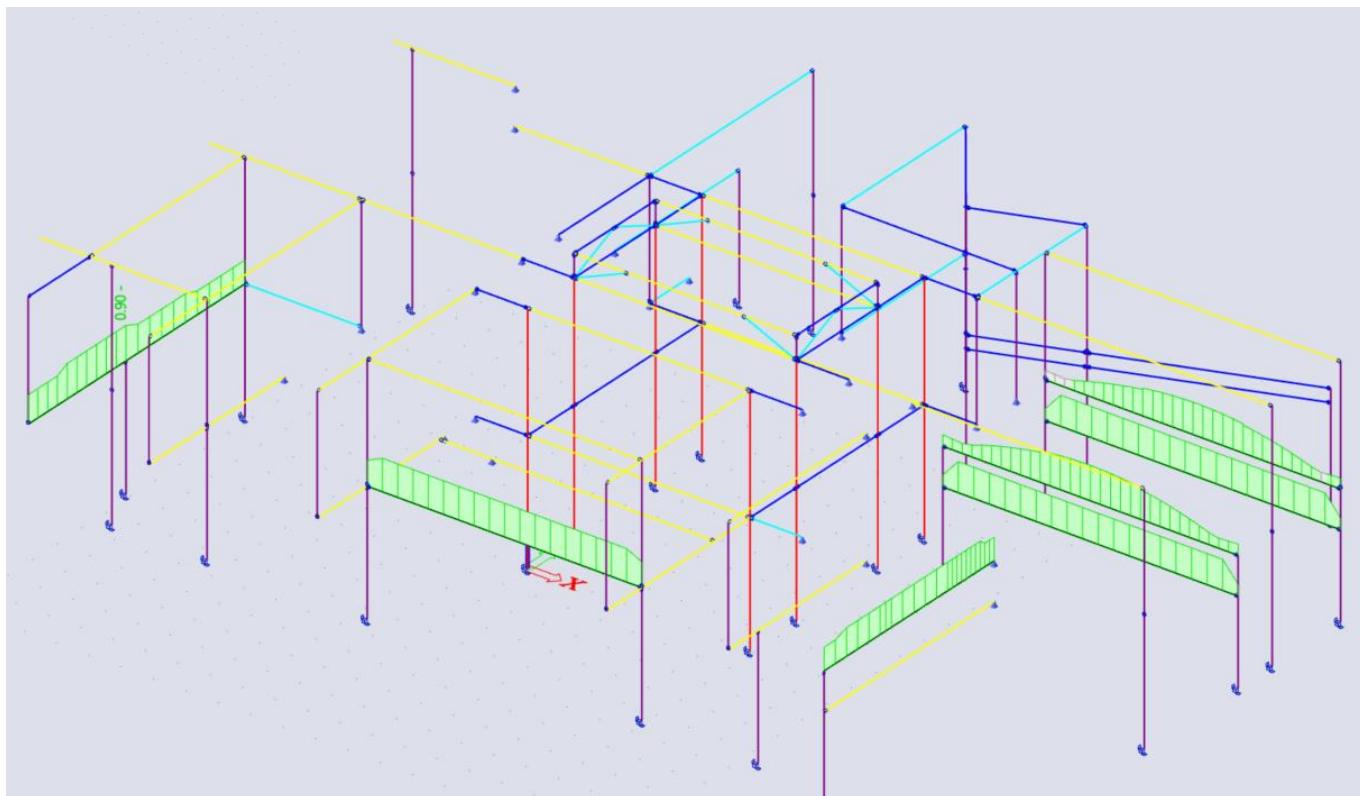
Contrôle unité (6.33) = 0.00 -

Contrôle unité (6.35) = $0.00 + 0.69 = 0.69$ -

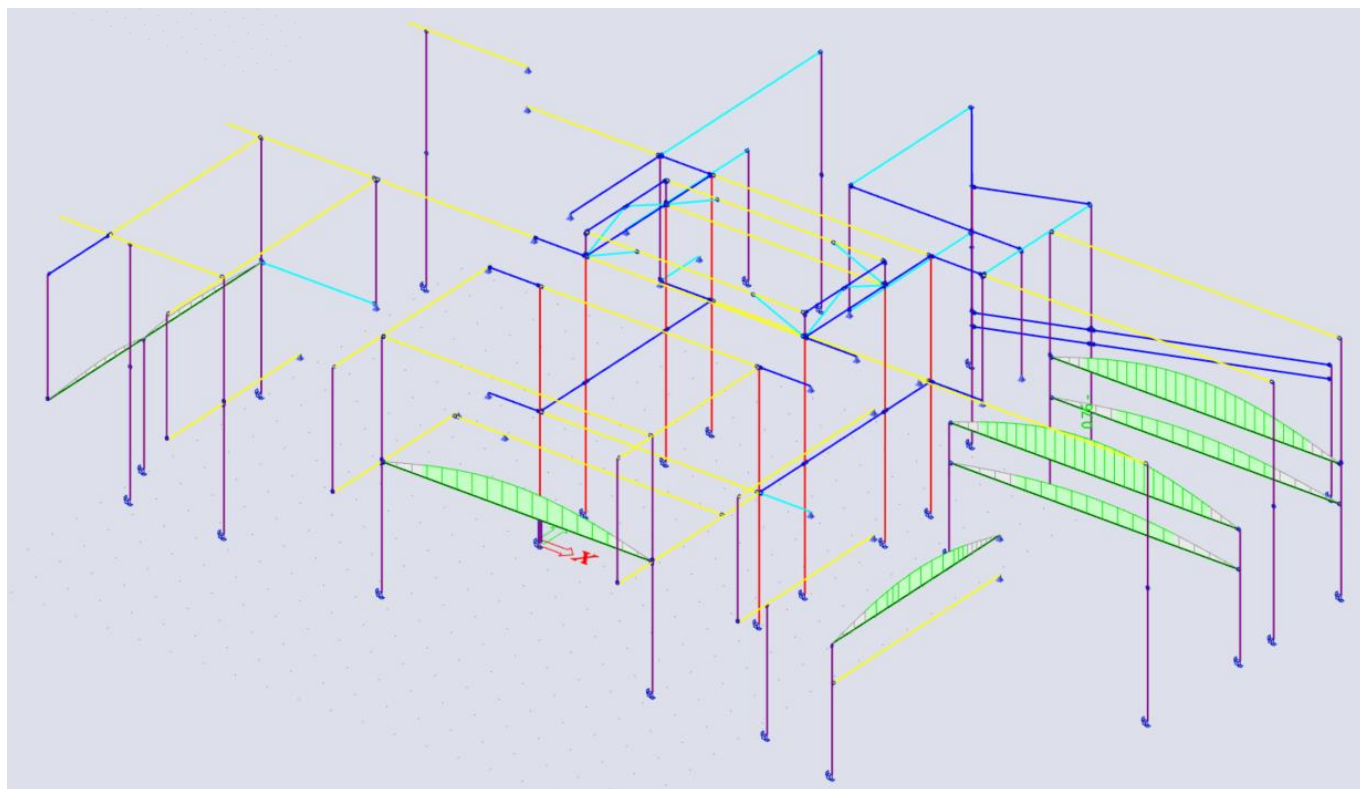
$M_{y,crit}$ Paramètres		
$G_{0,05}$	462.5	MPa
Longueur de déversement L	3.750	m
L_{eff}	1.00	
Longueur effective L_{ef}	3.750	m
Infl. pos. des charges	pas d'influence	

L'élément satisfait le contrôle de stabilité

Poutres en acier (S235) :



Taux de travail à l'ELU de l'ensemble des éléments de charpente bois (BLC et BM)



Taux de travail à l'ELS de l'ensemble des éléments de charpente bois (BLC et BM)

L'ensemble des éléments de charpente métallique sont justifiés aux EUROCODES.



Vérification détaillée de la poutre BLC la plus sollicitée (90%) :

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B81

Contrôle EN 1993-1-1

Annexe nationale: AN française NF-EN

Elément B81	4.000/ 8.870m	HEA400	Laminé	S 235+15%	ELU-Set B (auto)	0.90-
-------------	---------------	--------	--------	-----------	------------------	-------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.35*LC01 + 1.35*LC02 + 1.35*LC03 + 1.35*LC06 + 1.35*LC04 + 0.75*LC21 + 0.75*LC22 + 0.90*LC32 + 1.35*LC05 + 1.50*LC12 + 1.35*LC07 + 1.35*LC08 + 1.35*LC09 + 1.35*LC10 + 0.90*LC41$

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1.00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1.00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1.25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235.0	MPa
Limite de rupture	f_u	360.0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	0	daN	$V_{pl,y,Rd}$	160343	daN	0.00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-18731	daN	$V_{pl,z,Rd}$	77811	daN	0.24
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	-44906	daNm	$M_{pl,y,Rd}$	60219	daNm	0.75
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	13	daNm	$M_{pl,z,Rd}$	20465	daNm	0.00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0.56

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 4.000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [daN]	M_{cr} [daNm]	λ_{rel}	χ
y-y	10.00	40.000	58422		2.53	1.00
z-z	0.97	8.605	239605		1.25	1.00
y-z	1.00	8.870	681982		0.74	1.00
dév	1.00	8.870		97113	0.79	0.83

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Déversement	$M_{y,Ed}$	-44906	daNm	$M_{b,Rd}$	49857	daNm	0.90

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1.00	1.41	0.52	1.00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B81 à la position 4.000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B81 à la position 8.870 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [daNm]	$M_{z,Ed}$ [daNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	-44906	-24	0.90

5.3 Pieds de poteaux et montants des MOB

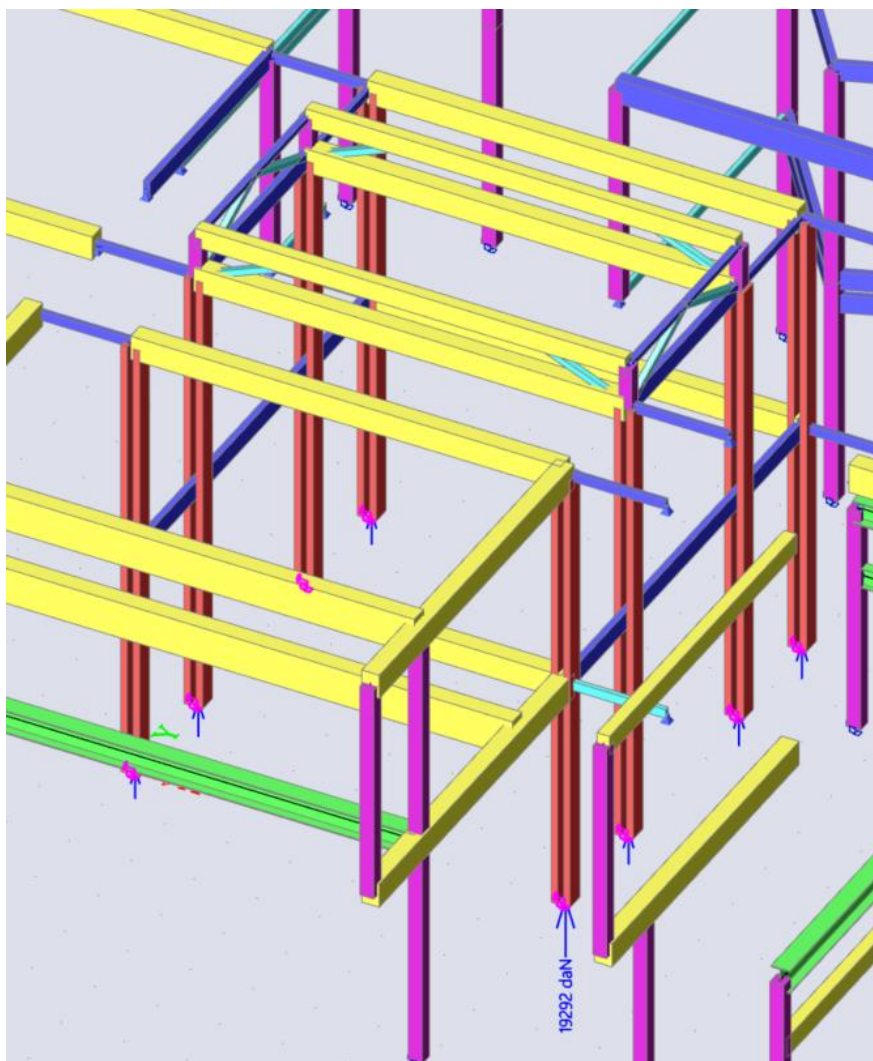
Nous procédons à la vérification spécifique de la capacité en compression axiale et transversale du bois en pieds de poteaux. L'ensemble des poteaux et montants sont en Bois Massif.

5.3.1 POTEAUX DOUBLE HAUTEUR

Appui axial sur fixation métallique

- Section : $2 \times 100 \times 300 = 60\,000 \text{ mm}^2$
- Résistance caractéristique en compression axiale C24 : $f_{c0k} = 21 \text{ Mpa}$
- Résistance minimale sous charge permanente : $f_{c0d} = 9.69 \text{ Mpa}$
- Capacité maximale à l'appui :

$$\frac{60\,000 \times 9.69}{10} = 58\,140 \text{ daN}$$



Réaction maximale à l'appui à l'ELU

Réaction $R_z \text{ max} = 19\,292 \text{ daN} < 58\,140 \text{ daN} \rightarrow \text{OK (33\%)}$

5.3.2 POTEAUX SIMPLE HAUTEUR HORS MOB

Appui axial sur fixation métallique

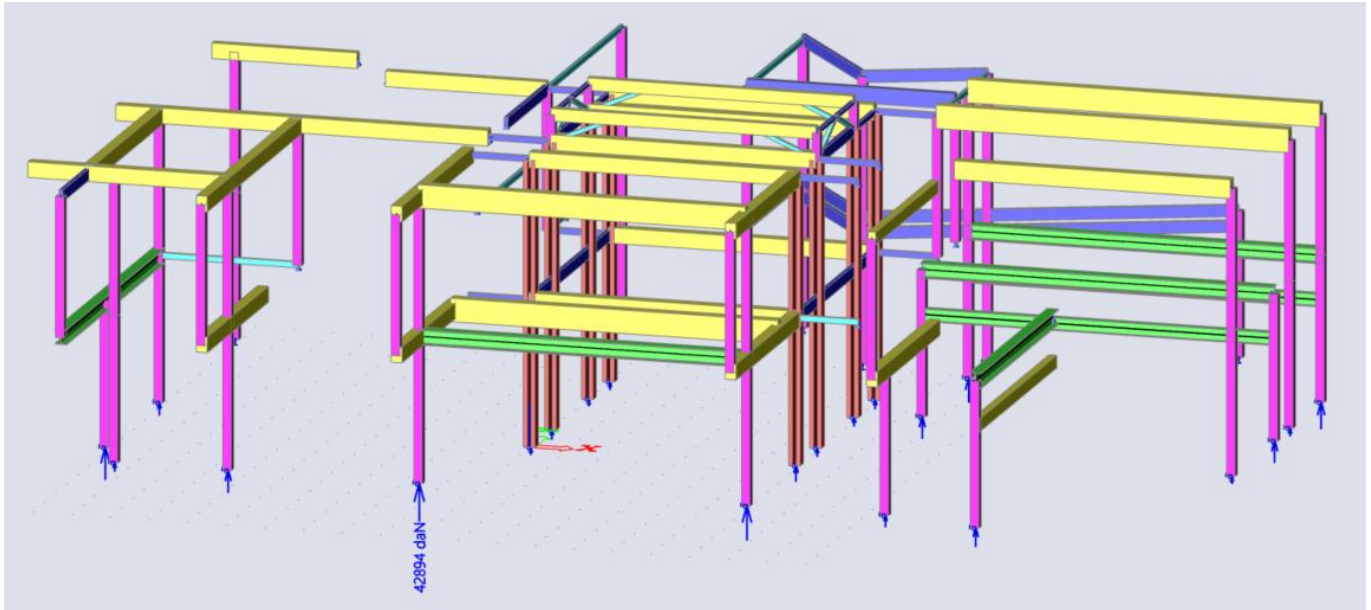
- Section :
- Résistance caractéristique en compression axiale C24 :
- Résistance minimale sous charge permanente :
- Capacité maximale à l'appui :

$$220 \times 220 = 48\,400 \text{ mm}^2$$

$$f_{c0k} = 21 \text{ Mpa}$$

$$f_{c0d} = 9.69 \text{ Mpa}$$

$$\frac{48\,400 \times 9.69}{10} = 46\,900 \text{ daN}$$



Réaction maximale à l'appui à l'ELU

Réaction $R_z \text{ max} = 42\,894 \text{ daN} < 46\,900 \text{ daN} \rightarrow \text{OK (91\%)}$

5.3.3 POTEAUX SIMPLE HAUTEUR DANS MOB – VERIFICATION DE LA LISSE BASSE

Compression transversale de la lisse basse du MOB – section 220x45mm

Voir position sur le plan au §3.2.1

- Section de 5 montants accolés :
- Résistance caractéristique en compression transversale C24 :
- Résistance minimale sous charge permanente (kmod 0.6) :
- Résistance minimale sous G + Q (kmod 0.8) :
- Capacité maximale à l'appui :

$$220 \times 225 = 49\,500 \text{ mm}^2$$

$$f_{c0k} = 2.5 \text{ Mpa}$$

$$f_{c0d, P} = 1.15 \text{ Mpa}$$

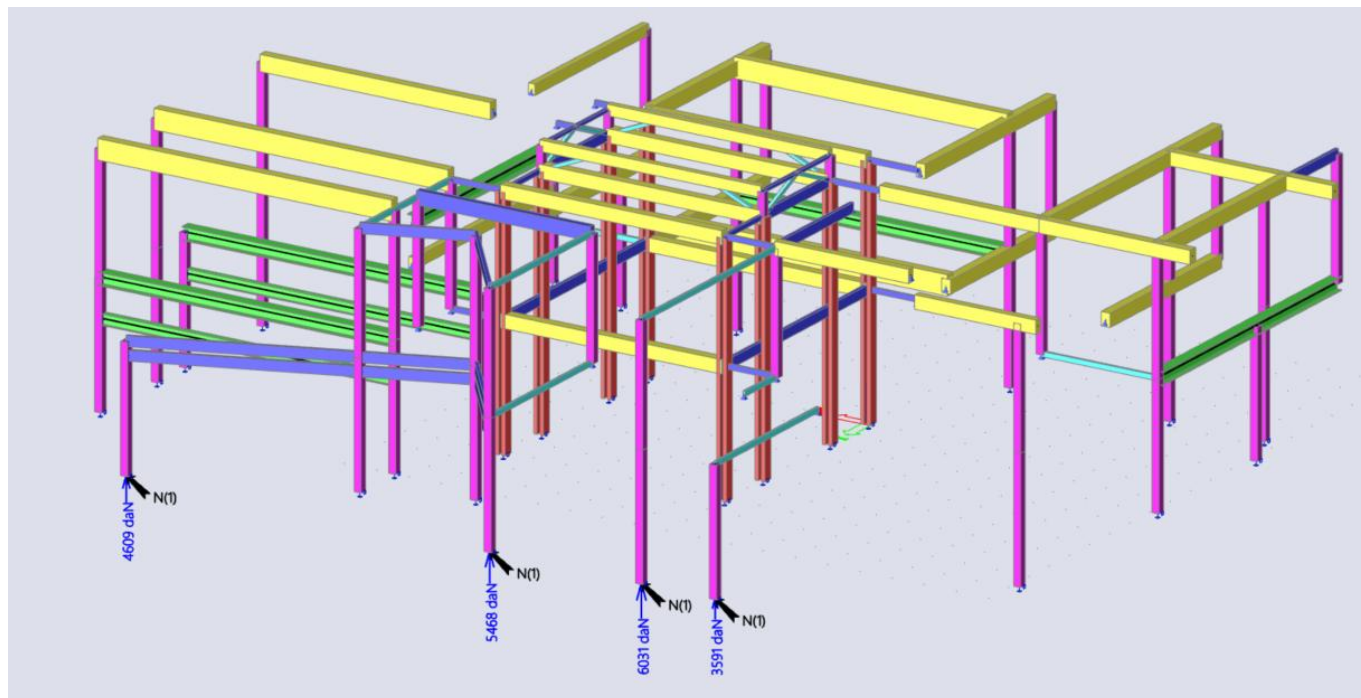
$$f_{c0d, G+Q} = 1.54 \text{ Mpa}$$

- Sous charge permanente uniquement

$$\frac{49\,500 \times 1.15}{10} = 5\,692 \text{ daN}$$

- Sous G+Q

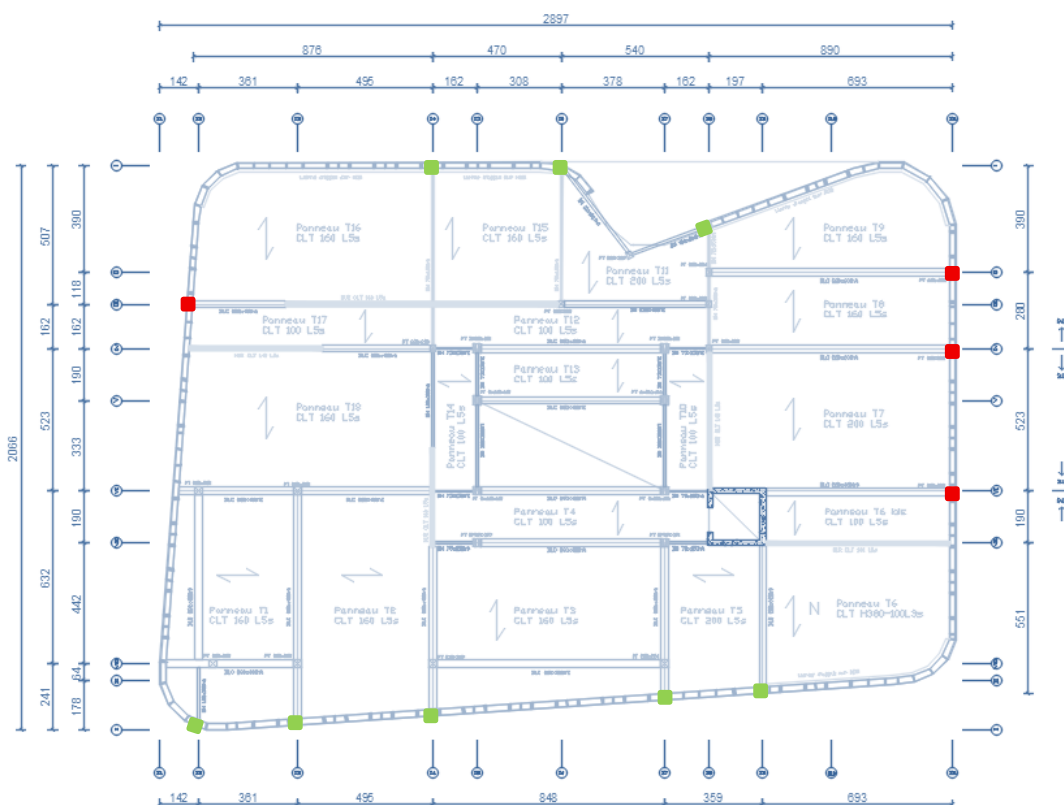
$$\frac{49\,500 \times 1.54}{10} = 7\,615 \text{ daN}$$



Réaction maximale à l'appui à l'ELU

Réaction R_z max = 6 031 daN < 7 615 daN → **OK (79%)**

Rappel : pour un certain nombre de poteaux la lisse basse des MOB n'est pas en capacité de supporter l'effort transversal de compression. Le MOB doit donc être interrompu et un poteau BM prévu en remplacement des montants accolés. Voir repérage en rouge sur les plans ci-dessous :



Repérage des poteaux dans les MOB au R+1 : en vert les montants accolés, en rouge les poteaux BM



Repérage des poteaux dans les MOB au RDC : en vert les montants accolés, en rouge les poteaux BM

5.3.4 MONTANTS DES MOB – VERIFICATION DE LA LISSE BASSE

- Section d'un montant :
- Résistance caractéristique en compression transversale C24 :
- Résistance minimale sous charge permanente (kmod 0.6) :
- Résistance minimale sous G + Q (kmod 0.8) :
- Capacité maximale à l'appui :
 - Sous charge permanente uniquement
 - Sous G+Q

$$220 \times 45 = 9\,900 \text{ mm}^2$$

$$f_{c0k} = 2.5 \text{ Mpa}$$

$$f_{c0d, P} = 1.15 \text{ Mpa}$$

$$f_{c0d, G+Q} = 1.54 \text{ Mpa}$$

$$\frac{9\,900 \times 1.15}{10} = 1\,142 \text{ daN}$$

- Sous G+Q

$$\frac{9\,900 \times 1.54}{10} = 1\,523 \text{ daN}$$

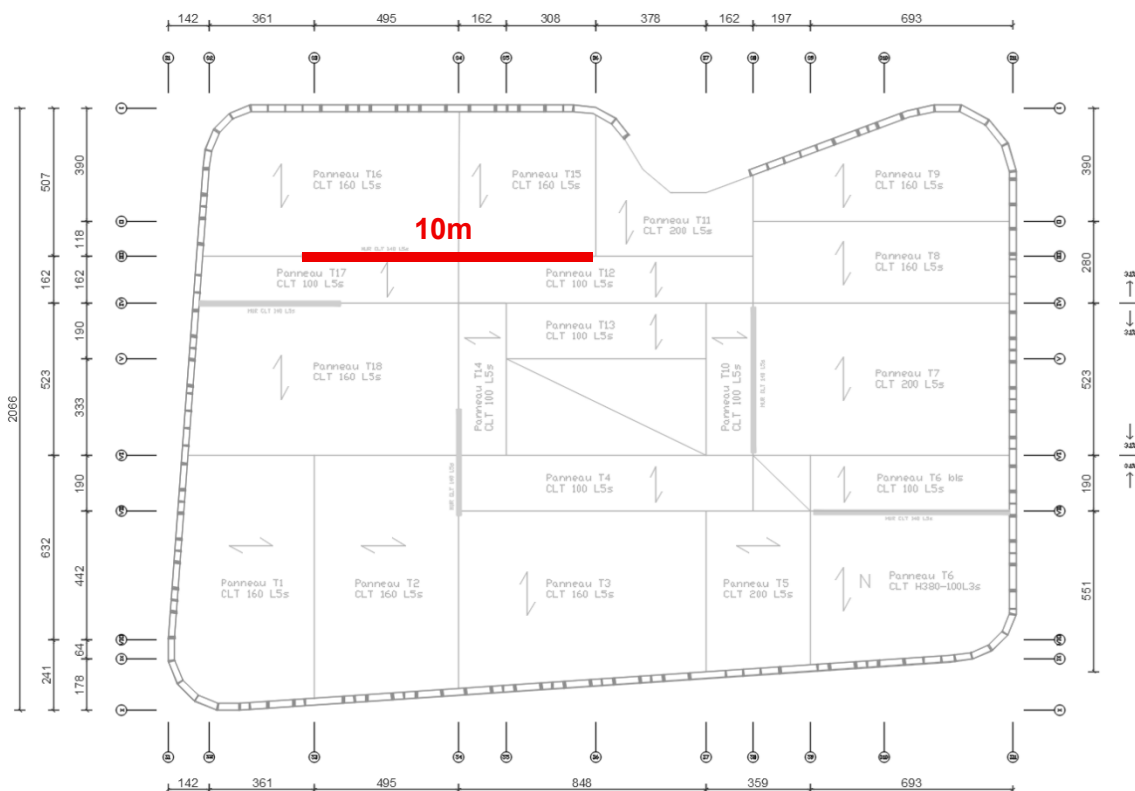
- Réaction linéaire maximale issue du modèle SCIA :
- Soit, par montant :

$$R_z = 1704 \text{ daN/ml}$$

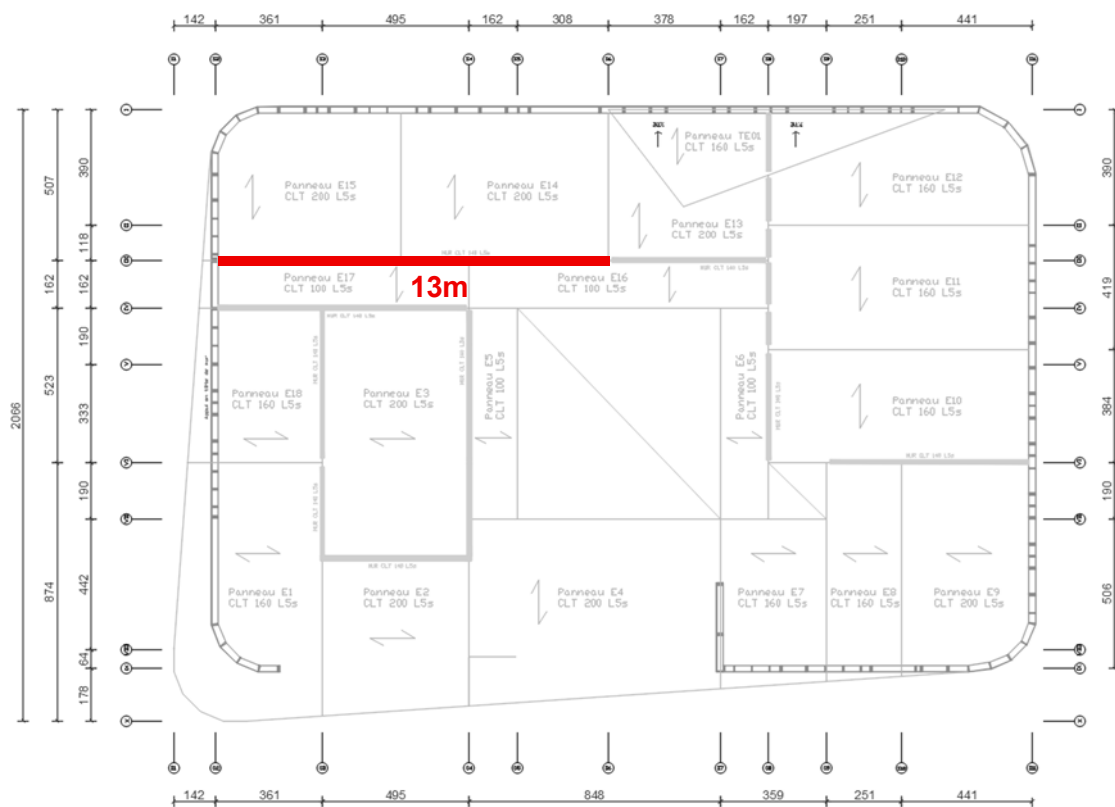
$$1704 \times 0.6 = 1\,023 \text{ daN}$$

Réaction R_z max = 1 023 daN < 1 142 daN → **OK (90%)**

5.4 Voiles CLT



Plans de repérage du voile CLT considéré pour la vérification enveloppe au R+1



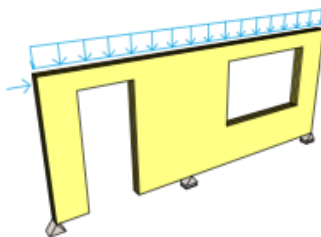
Plans de repérage du voile CLT considéré pour la vérification enveloppe au RDC

Les caractéristiques des voiles CLT est issu des plans transmis par BERTRAND CELLIER [02], soit avec une épaisseur de 140mm.





Caractéristiques structurelles correspondantes : **CLT 140 L5s** **Epicéa C24**

La vérification des voiles CLT a été effectuée sur le logiciel Calculatis :

Conception des éléments de murs et poutres hautes CLT



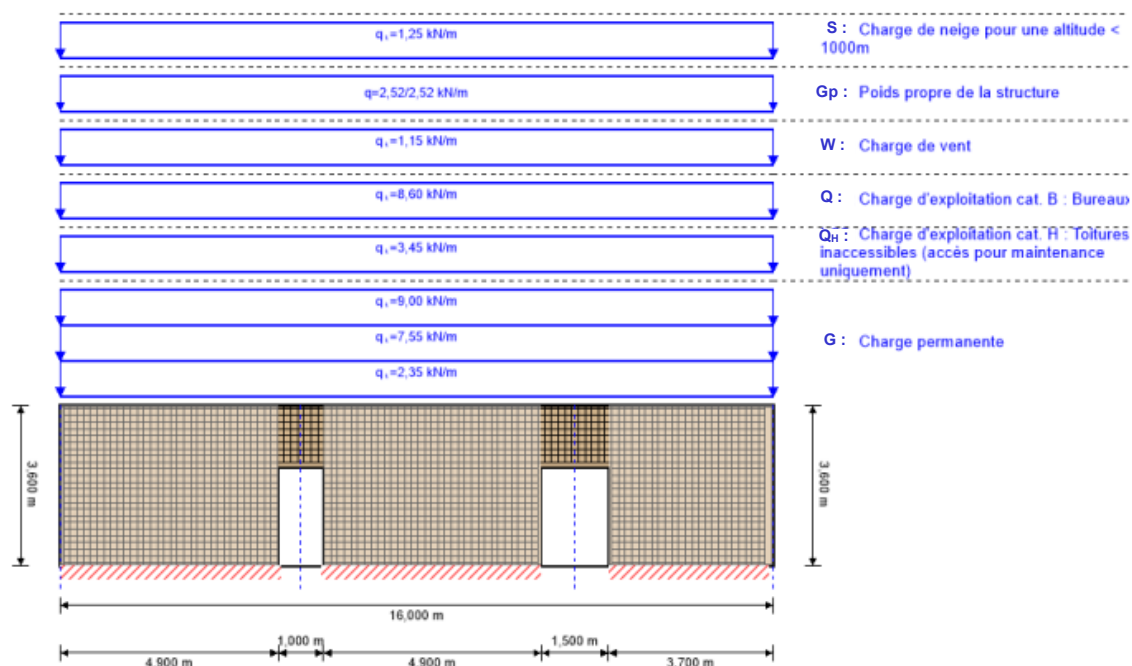
Nouveau calcul

11 %	Mur CLT R+1	 
23 %	Mur CLT RDC	 

Taux de travail maximal par voile – ELU et ELS

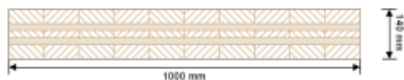
L'ensemble des voiles CLT tels que prévus sur les plans TCE [02] sont donc justifiés selon les normes EUROCODES.

Vérification détaillée du panneau Mur RDC le plus sollicité :



Ratio global d'utilisation		23 %
ULS	23 %	ULS Feu - SLS 3 %

Section: CLT 140 L5s



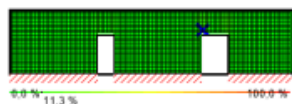
Couche	Epaisseur [mm]	Orientation	Matériau
1	40,0 mm	0°	Epicéa C24 ETA (2022)
2	20,0 mm	90°	Epicéa C24 ETA (2022)
3	20,0 mm	0°	Epicéa C24 ETA (2022)
4	20,0 mm	90°	Epicéa C24 ETA (2022)
5	40,0 mm	0°	Epicéa C24 ETA (2022)
t_{CLT}	140,0 mm		

Caractéristiques des matériaux

Matériau	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \text{ min}}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$G_{r,mean}$
	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
Epicéa C24 ETA (2022)	24,00	14,00	0,12	21,00	2,50	4,00	1,25	12 000,00	690,00	50,00

Etats limites ultimes (ELU) - Résultats de calculs

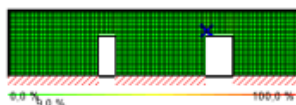
Taux de travail de la contrainte de cisaillement dans le plan de la section nette



LCO6

Id	X	Z	k_{mod}	$f_{v,IP,Netto,k}$	Q	$\tau_{IP,Net,d}$	Ratio
[-]	[m]	[m]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	[%]
1875	10,875	2,475	0,8	3,9	4,06	0,27	11 %

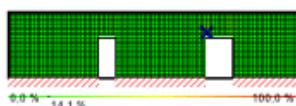
Taux de travail de la contrainte de cisaillement dans le plan de la section équivalente pleine



LCO6

Id	X	Z	k_{mod}	$f_{v,IP,Brutto,k}$	Q	$\tau_{IP,Gross,d}$	Ratio
[-]	[m]	[m]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	[%]
1875	10,875	2,475	0,8	3,5	4,06	0,19	9 %

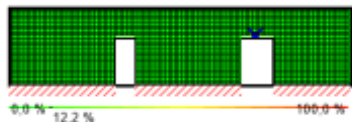
Taux de travail de la contrainte de cisaillement dû à la torsion dans les surfaces collées



LCO6

Id	X	Z	k_{mod}	$f_{v,IP,T,k}$	Q	$\tau_{T,Node,d}$	Ratio
[-]	[m]	[m]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	[%]
1875	10,875	2,475	0,8	2,5	4,06	0,22	14 %

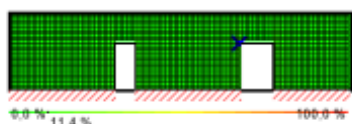
Taux de travail de la force axiale horizontale



LCO6

Id	X	Z	k_{mod}	$f_{t,0,d}$	$N_{h,max}$	$\sigma_{h,max}$	Ratio
[-]	[m]	[m]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	[%]
1773	11,475	2,325	0,8	8,62	6,32	1,05	12 %

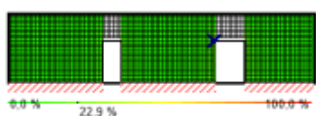
Taux de travail de la force axiale verticale



LCO6

Id	X	Z	k_{mod}	$f_{c,0,d}$	$N_{v,max}$	$\sigma_{v,max}$	Ratio
[-]	[m]	[m]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	[%]
1662	10,725	2,175	0,8	12,92	-22,05	-1,47	11 %

Taux d'utilisation du flambage

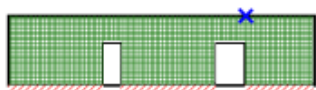


LCO6

Id	X	Z	I_k	λ_y	β_c	$k_{c,y}$	$f_{c,0,d}$	$\sigma_{c,0,d}$	$\sigma_{m,y,d}$	Ratio
[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]
1662	10,725	2,175	3,6	7,8	0,2	0,497	12,92	-1,47	0,00	23 %

Etats limites de service (ELS) - résultats de calculs

Déformée horizontale

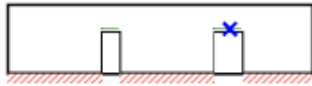


LCO2

Id	X	Z	w_{limite}	Limite	$v_{h,max}$	Ratio
[-]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]
2733	12,375	3,6	12,0	L/300 = 12,0	0,0589	0,5 %



$$w_{inst} = w[char, inst]$$



LCO2

Id	X	Z	K _{def}	L _{ref}	Limite	w _{limite}	w _{calc.}	Ratio
[-]	[m]	[m]		[m]	[-]	[mm]	[mm]	
1774	11,625	2,325	0,8	1,5	1/300	5,0	0,0	1 %

$$w_{fin} = w[char] + w[q.p.] * k_{def}$$



Id	X	Z	K _{def}	L _{ref}	Limite	w _{limite}	w _{calc.}	Ratio
[-]	[m]	[m]		[m]	[-]	[mm]	[mm]	
1774	11,625	2,325	0,8	1,5	1/250	6,0	0,2	3 %

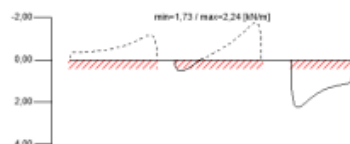
$$w_z = w_{fin} - w[inst, g1]$$



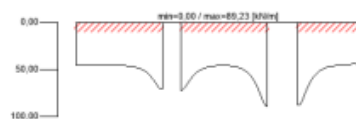
Id	X	Z	K _{def}	L _{ref}	Limite	w _{limite}	w _{calc.}	Ratio
[-]	[m]	[m]		[m]	[-]	[mm]	[mm]	
1774	11,625	2,325	0,8	1,5	L/300	5,0	0,1	2 %

Réaction d'appui

Réaction d'appui horizontale min/max



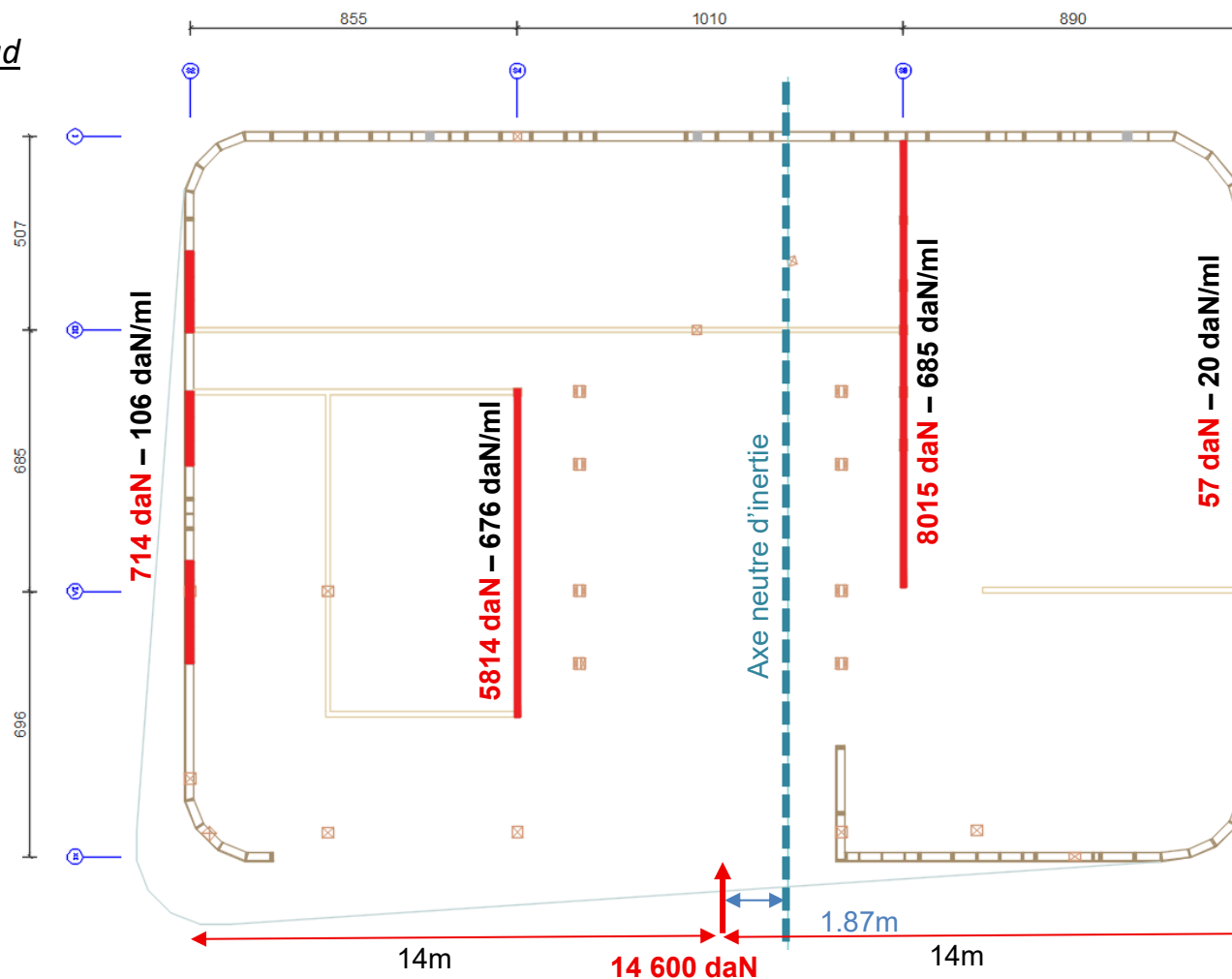
Réaction d'appui verticale min/max



6. REPARTITION DES CHARGES HORIZONTALES

Pour chaque direction, la répartition des charges horizontales sous le vent se fait au prorata des inerties et des positions des parois de contreventement parallèles.

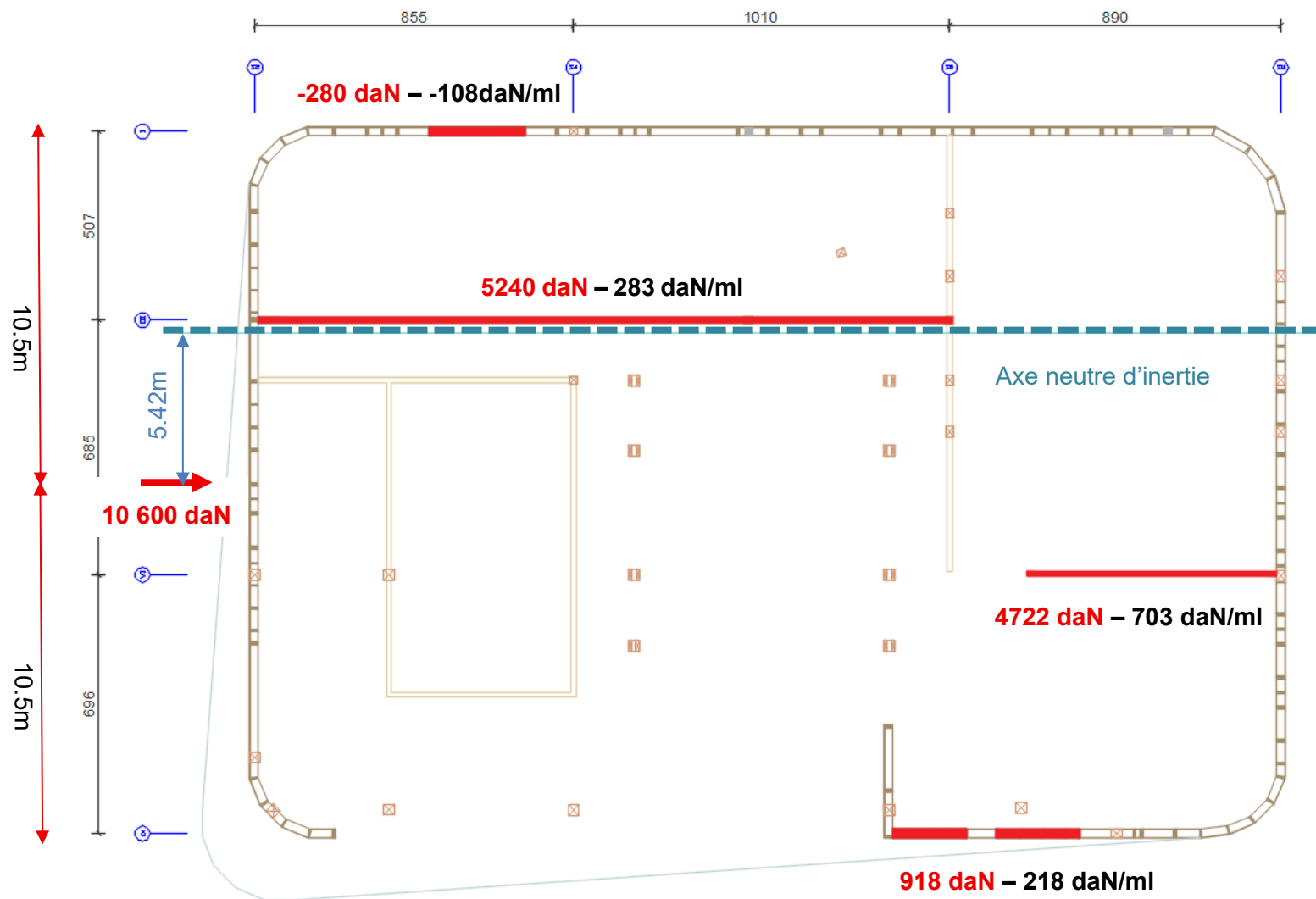
6.1 Direction Nord-Sud



Plan structure PH RDC – Schéma de répartition des efforts horizontaux dans les parois de contreventement – Vent Sud



6.2 Direction Est-Ouest



Plan structure PH RDC – Schéma de répartition des efforts horizontaux dans les parois de contreventement – Vent Ouest



7. DESCENTES DE CHARGES

Les données présentées correspondent aux réactions au niveau de l'arase supérieure du dallage au RDC.

Le niveau moyen considéré dans l'étude G2-AVP : +144.75m NGF.

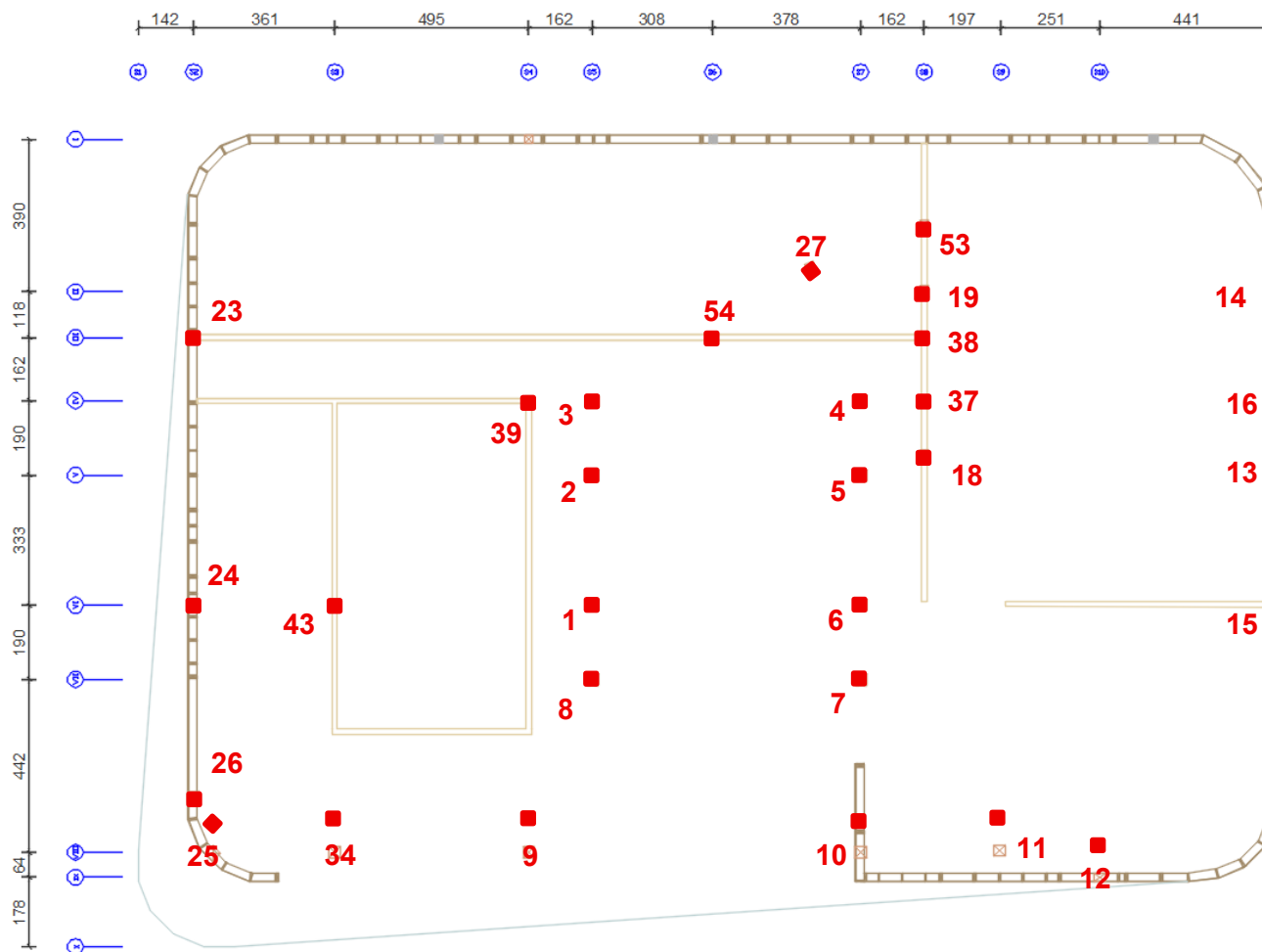
Rappel des dénominations par nature des différents groupes de charge :

Charges permanentes : G
Charges en toiture H : Q_H
Charges d'exploitation : Q
Charges de neige : S
Charges de vent : W
Charges de température : T

Nota : l'axe des réactions verticales R_z est positif vers le haut.



7.1 Descentes de charges en pied de poteaux



Identification des DDC ponctuelles de la superstructure vers les fondations



Réactions Rz (daN)	G	Q	Qh	S	W	
	Max absolu	Max absolu	Max absolu	Max absolu	Min	Max
Sn1	6245	1762	631	1814	-539	299
Sn2	5579	1165	597	691	-525	292
Sn3	5590	2314	835	528	-356	198
Sn4	5917	2950	809	518	-345	193
Sn5	6573	1873	825	772	-622	345
Sn6	5910	1165	741	1854	-586	326
Sn7	11634	2889	1488	854	-888	603
Sn8	5551	1544	1256	771	-828	587
Sn9	24688	7996	3639	1323	-398	0
Sn10	22970	7124	2976	1090	-329	-293
Sn11	7744	3187	769	277	-237	0
Sn12	9933	6992	406	205	-174	26
Sn13	10617	9018	0	0	-213	107
Sn14	14802	8713	1547	557	0	367
Sn15	5088	0	1781	2217	-761	-661
Sn16	6086	0	1993	724	424	473
Sn18	10617	9018	0	0	-853	0
Sn19	13791	7666	1670	603	-714	397
Sn23	2646	0	950	342	-406	226
Sn24	8348	1065	2345	2188	-1696	1052
Sn25	6512	1	2207	794	-944	524
Sn26	18585	7920	930	336	-2456	3356
Sn27	1308	0	0	1092	0	0
Sn34	14562	5236	2188	789	-652	274
Sn37	6785	427	2109	802	-901	501
Sn38	2982	36	1019	407	-436	242
Sn39	3670	361	1208	486	-516	287
Sn43	5161	-144	1870	2518	-847	482
Sn53	1584	10	1	972	0	0
Sn54	4368	0	1592	650	-681	378

Descente de charges par catégorie en pied de poteaux



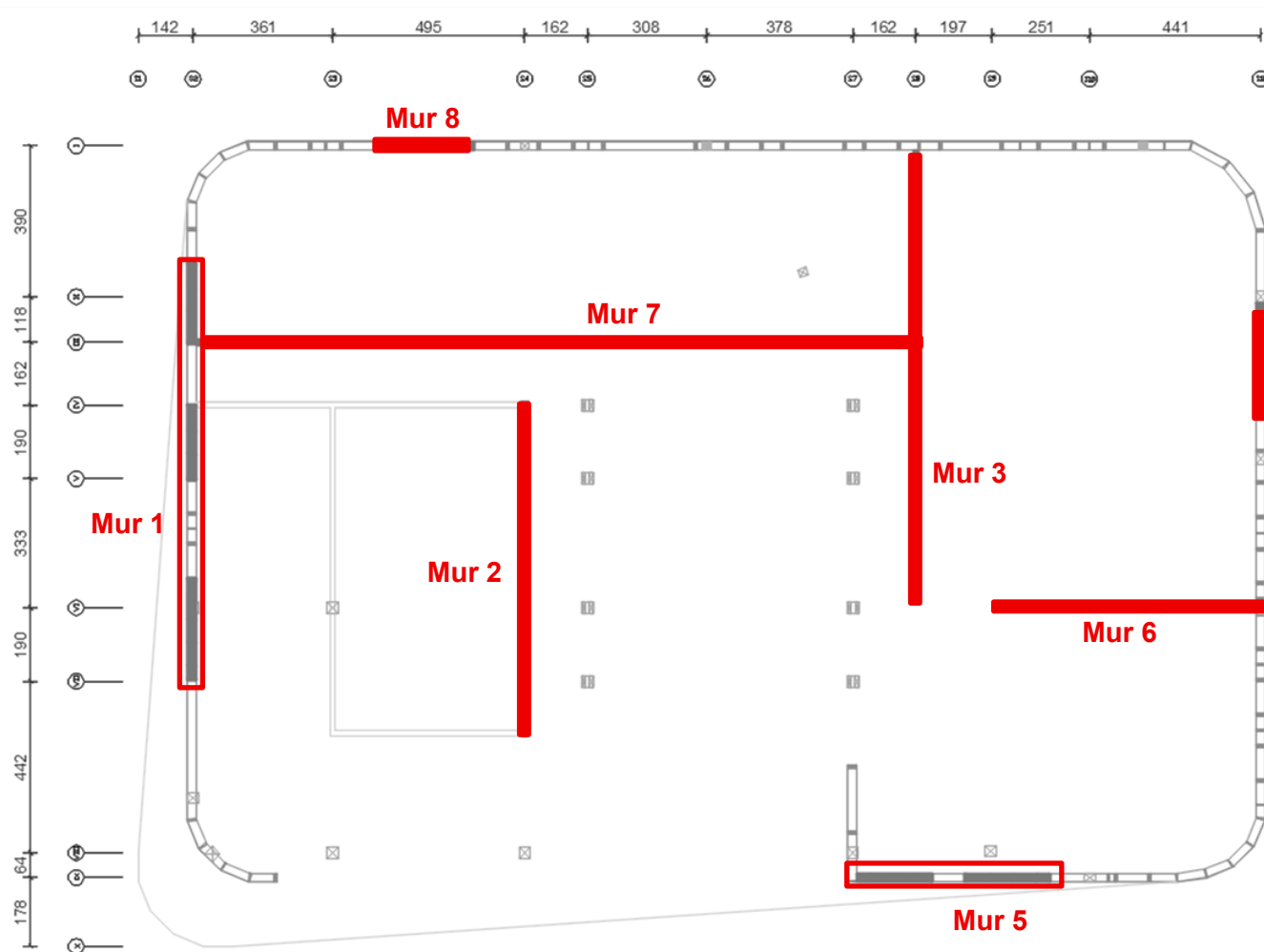
Réactions Rz (daN/ml)	G	Q	Qh	S	W	
	Max absolu	Max absolu	Max absolu	Max absolu	Min	Max absolu
A	2085	681	272	98	-162	90
B	641	447	0	161	-119	119
C	1659	521	208	75	-124	69
D	2710	905	362	130	-216	120
E	2248	921	0	0	0	0
F	3977	223	377	136	-225	125
G	1273	827	0	0	-88	88
H	1868	1176	0	0	0	0
I	2736	1616	0	0	-117	117
J	2475	903	272	370	-162	90
K	1002	223	89	121	-53	30
L	945	528	0	0	0	0
M	1276	606	0	0	0	0
N	1239	758	303	109	-181	100

Descente de charge par catégorie en pied des murs porteurs (MOB et CLT)

NOTA : La charge à prendre en compte par niveau pour les murs non porteurs est de 50 daN/m² pour les MOB et 70 daN/m² pour les CLT.



7.2.2 HORIZONTALES



	W	
	Rx (daN/ml)	Ry (daN/ml)
Mur 1	0	117
Mur 2	0	744
Mur 3	0	754
Mur 4	0	22
Mur 5	240	0
Mur 6	773	0
Mur 7	311	0
Mur 8	-119	0

Identification des parois de contreventement et DDC horizontales de la superstructure vers les fondations



8. AVANT-METRE

En complément des plans de structure [41 à 46], nous produisons ici un quantitatif des principaux éléments de charpente et de superstructure :

8.1 Dalles CLT

Dalles CLT				
Position	Nom	Matériau	Section	Surface (m²)
Plancher haut du RDC	E1	Epicéa C24	CLT 160 L5s	45
	E2	Epicéa C24	CLT 200 L5s	30
	E3	Epicéa C24	CLT 200 L5s	45
	E4	Epicéa C24	CLT 200 L5s	55
	E5	Epicéa C24	CLT 100 L5s	15
	E6	Epicéa C24	CLT 100 L5s	15
	E7	Epicéa C24	CLT 160 L5s	25
	E8	Epicéa C24	CLT 160 L5s	20
	E9	Epicéa C24	CLT 200 L5s	30
	E10	Epicéa C24	CLT 160 L5s	35
	E11	Epicéa C24	CLT 160 L5s	40
	E12	Epicéa C24	CLT 160 L5s	30
	E13	Epicéa C24	CLT 200 L5s	20
	E14	Epicéa C24	CLT 200 L5s	35
	E15	Epicéa C24	CLT 200 L5s	35
	E16	Epicéa C24	CLT 100 L5s	20
	E17	Epicéa C24	CLT 100 L5s	15
	E18	Epicéa C24	CLT 160 L5s	25
Terrasse	TE01	Epicéa C24	CLT 160 L5s	20

Dalles CLT				
Position	Nom	Matériau	Section	Surface (m²)
Plancher haut du R+1	T1	Epicéa C24	CLT 160 L5s	40
	T2	Epicéa C24	CLT 160 L5s	40
	T3	Epicéa C24	CLT 160 L5s	50
	T4	Epicéa C24	CLT 100 L5s	20
	T5	Epicéa C24	CLT 200 L5s	20
	T6	Epicéa C24	H380-100L3s	35
	T6 bis	Epicéa C24	CLT 100 L5s	15
	T7	Epicéa C24	CLT 200 L5s	50
	T8	Epicéa C24	CLT 160 L5s	25
	T9	Epicéa C24	CLT 160 L5s	30
	T10	Epicéa C24	CLT 100 L5s	10
	T11	Epicéa C24	CLT 200 L5s	20
	T12	Epicéa C24	CLT 100 L5s	20
	T13	Epicéa C24	CLT 100 L5s	15
	T14	Epicéa C24	CLT 100 L5s	10
	T15	Epicéa C24	CLT 160 L5s	25
	T16	Epicéa C24	CLT 160 L5s	45
	T17	Epicéa C24	CLT 100 L5s	15
	T18	Epicéa C24	CLT 160 L5s	50

Liste des panneaux de dalle CLT



Section	Nombre de panneaux	Liste	Surface (m²)
CLT 100 L5s	11	E5 ; E6 ; E16 ; E17 ; T4 ; T6bis ; T10 ; T12 ; T13 ; T14 ; T17	170
CLT 160 L5s	16	E1 ; E7 ; E8 ; E10 ; E11 ; E12 ; E18 ; TE01 ; T1 ; T2 ; T3 ; T8 ; T9 ; T15 ; T16 ; T18	545
CLT 200 L5s	10	E2 ; E3 ; E4 ; E9 ; E13 ; E14 ; E15 ; T5 ; T7 ; T11	340
H380-100L3s	1	T6	35
TOTAL	38	-	1090

Avant-métré des dalles CLT par type

8.2 Voiles CLT

Voiles CLT					
Position	Matériau	Section	Linéaire (m)	Surface (m²)	
RDC	Epicéa C24	CLT 140 L5s	75	270	375
R+1	Epicéa C24	CLT 140L5s	30	105	

Avant-métré voiles CLT par étage

8.3 Murs Ossature Bois

Murs Ossature Bois				
Position	Matériau	Section	Hauteur (m)	Linéaire (m)
RDC	Epicéa C24	220 x 45	3.6	70
		220 x 45	4	12
R+1	Epicéa C24	220 x 45	4.4	90

Avant-métré MOB par étage



8.4 Poutres Bois

Poutres Bois					
Matériau	Section	Nombre	Linéaire (m)	Nombre par section	Linéaire par section
BLC GL24h	280x600ht	2	9.2	4	36
		2	8.5		
	280x480	1	7.2	1	8
	280x400ht	1	4.7	17	108
		1	5		
		2	5.2		
		2	5.7		
		2	6		
		2	6.5		
		6	7		
		1	8.7		
	220x400ht	1	3.8	2	8
		1	4.2		
	200x320ht	1	5.7	4	28
		3	7		
SOUS-TOTAL BLC				28	189
BM C24	200x400ht	1	5.4	1	6
	100x300ht	4	1.9	18	63
		1	2.6		
		3	3.2		
		4	3.4		
		1	3.8		
		3	4.2		
		2	6.3		
	100x100ht	8	1.8	10	22
		2	3.4		
	75x150ht	11	1.6	19	52
		2	1.9		
		1	3.6		
		1	4.6		
		3	5.1		
1		6.7			
SOUS-TOTAL BM				48	144
TOTAL				76	332

Avant-métré des poutres en bois massif et BLC par section



8.5 Poutres métalliques

Poutres Métalliques					
Matériau	Section	Nombre	Linéaire (m)	Nombre par section	Linéaire par section
S235	HEA 400	1	7	5	44
		1	8.5		
		1	8.9		
		2	9.2		
	IPE 330	2	9.2	2	19
TOTAL				7	63

Avant-métré des poutres métallique par section

8.6 Poteaux bois

Poteaux bois				
Position	Matériau	Section	Nombre	Nombre par zone
RDC	BM C24	220x220	4	24
		225x220	2	
		280x220	3	
		300x220	5	
		280x280	6	
		300x280	4	
Atrium -double		2*100x300	8	8
R+1		220x220	4	15
		280x220	5	
		280x280	6	
Verrière		200x200	4	4
TOTAL POTEAUX				51

Avant-métré des poteaux bois par zones et par section



9. CONCLUSION

La Communauté de Commune de la Cléry, du Betz et de l'Ouanne a missionné DJP Ingénierie pour une étude structurelle en phase PRO pour la réalisation de son futur siège social à Chuelles (45).

Il s'agit d'un bâtiment à R+1, d'environ 1200m², avec murs en ossature bois et dalles CLT reprises par un système poteaux-poutres sur fondations béton et dallage. La toiture terrasse est inaccessible et végétalisée.

Les documents de permis de construire [05] ainsi que l'étude thermique [08] et le rapport géotechnique G2-APD [09] ont été transmis par BERTAND CELLIER.

Ce document présente l'étude réalisée pour le dimensionnement en phase PRO des superstructures principales du bâtiment. Il contient des schémas guides 2D des principes structuraux, les hypothèses et vérifications calculatoires, une descente de charge (voir §7) et un avant-métré des structures (voir §8).

La lecture de ce document doit s'accompagner de la consultation des plans structuraux issus de l'étude [41 à 46]. Nous insistons également sur l'importance de la synthèse avec les autres lots retenus en phase d'exécutions (Poids finaux des matériaux, limites de déformabilité, systèmes de mise en œuvre...).

Principales hypothèses structurelles (voir détails au §4) :

- Nuance d'acier : S235
- Classe de résistance du bois
 - CLT : C24
 - BM : C24
 - BLC : GL24h
- Classe de service 2 pour
 - Les dalles CLT en toiture
 - Les Murs Ossature Bois
 - Les poteaux situés dans les MOB
 - Les poutres en console faiblement isolées
- Classe de service 1 pour
 - Les dalles CLT du plancher haut du RDC
 - Les voiles CLT
 - Les poteaux et poutres en bois non cités en classe de service 2*
- Critère de flèche des éléments courants :
 - $W_{inst} < L/300$
 - $W_{fin} < L/200$ ou $H/200$
- Critère de flèche des supports d'éléments fragiles :
 - $W_{fin} < L/500$
- Classe vibratoire II
- Les hypothèses de charges sont détaillées au § 4.2
 - Le poids propre des éléments de structure a été augmenté de 15% pour tenir compte du poids des assemblages
 - Charge d'exploitation de catégorie B – Bureau et H – Toiture
 - Zone de neige : A1, altitude <200m
 - Zone de vent : Région 2, rugosité IIIa (Campagne avec haies ou bocages)
 - Variation extrême de température : +/- 30 °C
 - Séisme non considéré (zone A1 – sismicité très faible)

L'ensemble des éléments de structure tels que présentés dans les plans [41 à 42] sont vérifiés selon les normes EUROCODES [21 à 24].