

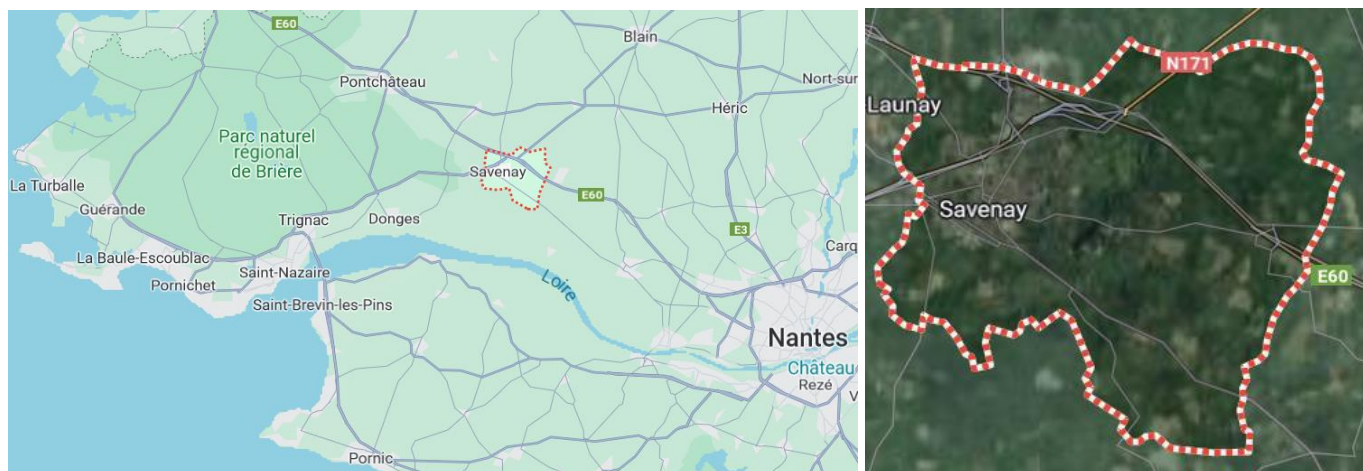
Note de Calcul**Circulations bois du CFA IA, SAVENAY (44260)****Client :****YAMO Conseils
4 impasse Claude Nougaro
44800 ST-HERBLAIN****Chargé d'affaires :****Morgane PUY
Alexis BROUSSARD****Numéro d'affaire :****ABAK 24.06.064A****NOTE DE CALCUL****CAGE D'ESCALIER / ASCENSEUR**

Date	Indice	Modification
30/08/2024	0	Première édition

Adresse :**ABAK INGENIERIE
34 boulevard Joliot Curie 44200 Nantes
Site : www.abak-ingenierie.com****Coordonnées :****J : 02 40 26 06 11
@ : m.puy@quarco.fr
@ : a.broussard@quarco.fr**

1. Introduction – Contexte de l'étude

Le présent rapport a pour objet l'étude de la structure bois des circulations du CFA Intelligence Apprenante de SAVENAY (44260). Il s'agira ici de présenter la vérification au calcul de la structure bois du projet.



Source : Vues maps de la situation du projet

2. Hypothèses générales

2.1. Textes normatifs

Cette étude tient compte des règlements et textes suivants : Eurocodes 0, 1, 3, 5, 8 et DTU.

2.2. Caractéristiques matériaux

BOIS - Caractéristiques mécaniques	Résineux C24	Bois lamellé collé GL24h
Contrainte caractéristique de flexion $f_{m,k}$ (MPa)	24	24
Module caractéristique axial E_{mean} (MPa)	11 000	11 500
Masse volumique moyenne ρ_m (kg/m ³)	420	420
Humidité des bois	H = 12 % et $\Delta H = 12$ %	

2.3. Exigence incendie

Pas d'exigence au feu.

2.4. Séisme

Charges sismiques E

Région sismique : 3 (aléa moyen)

Catégorie d'importance : III (bâtiments scolaires)

Classe de sol : B (selon hypothèses du plan GO-01 Coffrage Fondations Ind E)

Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2				
Zone 3				
Zone 4				
Zone 5				

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

a_g	1.10 m/s ²	Accélération de calcul
S	1.08	Spectre de réponse
TB	0.05 s	
TC	0.25 s	
TD	2.50 s	

2.5. Charges Permanentes

Les hypothèses de charges permanentes, poids propre de la structure et des équipements, de ce projet sont les suivantes :

Charges de couverture de circulation :

	Complexe	Charge permanente (daN/m ²)
1	Bac-acier	12
2	Divers	3
Charges sur structure bois		15

Charges de platelage bois de cage d'escalier :

	Complexe	Charge permanente (daN/m ²)
1	Platelage bois ép.60mm	27
2	Divers	3
Charges sur structure bois		30

Charges de plancher collaborant de cage d'escalier :

	Complexe	Charge permanente (daN/m ²)
1	Plancher collaborant ép.120mm	225
2	Divers	5
Charges sur structure bois		230

2.1. Charges d'exploitation et d'entretien

Toiture inaccessible - Catégorie H (Entretien de toiture)

$$Q_T = 150 \text{ daN}$$

$$q_T = 80 \text{ daN/m}^2 \text{ (sur 10 m}^2 \text{ de surface de toiture)}$$

Plancher - Catégorie C (Bâtiment scolaire - Lieu de réunion)

$$Q_T = 300 \text{ daN}$$

$$q_T = 250 \text{ daN/m}^2$$

2.2. Charges de neige

Charges de neige S (Normale), Sa (Accidentelle)

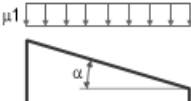
Valeur caractéristique (s_k) et exceptionnelle (S_{Ad}) de la charge de neige sur le sol pour l'altitude considérée

Région de neige : A1 ; Altitude : 52m

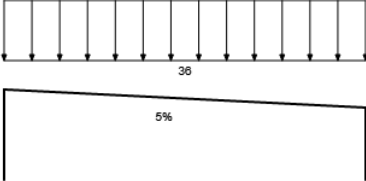
s_k	45 daN/m ²	$s_k = s_{k0} = 45 \text{ daN/m}^2$
S_{Ad}	0 daN/m ²	$S_{Ad} = C_{es1}s_{k0} = 0 \times 45 = 0 \text{ daN/m}^2$
Coefficients		
C_e	1	Coefficient d'exposition (Site normal)
C_t	1	Coefficient thermique
Sans dispositifs de retenue de neige		

Circulations

Cas de neige : S1

	$S = \mu_1 C_t C_e s_k = 0.8 \times 1 \times 1 \times 45 = 36 \text{ daN/m}^2$ $\mu_1 = 0.8$
---	--

Neige "normale" : Situation de projet durable / transitoire (daN/m²)



2.3. Charges de vent

Charges de vent

Région de vent : 3

Rugosité du terrain : (IIIb) Campagne avec bocages denses ou habitats peu dispersés

Orographie du terrain : Terrain plat ou de faible pente (Inférieur à 5%)

z	5 m	Hauteur de calcul de la pression dynamique du vent
v_b	26 m/s	Vitesse de référence du vent
$q_p(z)$	55.76 daN/m ²	Pression dynamique de pointe pour la hauteur de calcul z

Cage d'escalier - Toiture bac-acier

3. Combinaisons d'actions

Les principales combinaisons dimensionnantes sont :

$$1.35G + 1.5W + 1.5 \times 0.5S + 1.5 \times 0.7Q$$

$$1.35G + 1.5S + 1.5 \times 0.6W + 1.5 \times 0.7Q$$

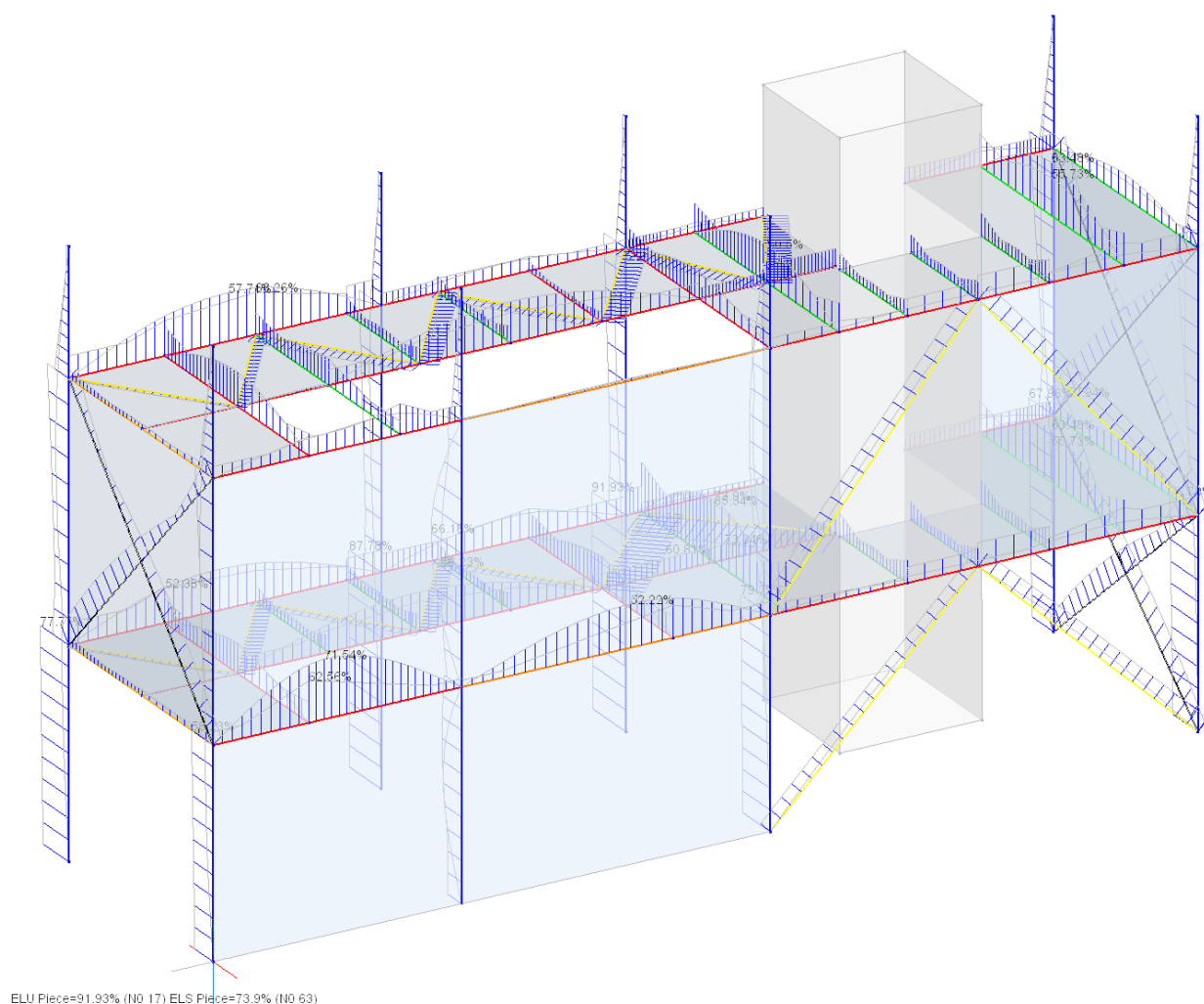
$$1.35G + 1.5Q + 1.5 \times 0.6W + 1.5 \times 0.5S$$

- Charges permanentes : G
- Charges d'exploitation : Q
- Charges de Neige : S
- Charges de Vent : W

4. Modélisation et vérification de la structure

La structure bois des circulations du CFA Intelligence Apprentie de SAVENAY (44260), est composée de 4 travées de poteaux-poutres bois supports de 2 niveaux de platelage et plancher collaborant.

Ces éléments sont dimensionnés aux ELU et ELS selon les hypothèses présentées précédemment. Les tableaux en annexes présentent les résultats par éléments.



5. Structure de la cage d'escalier/ascenseur

La structure de la cage d'escalier/ascenseur vérifie les critères de résistance et de déformation.

EC5 : Pièces de bois standard / Groupe : Pièces hors groupes typés									
Propriétés de la pièce				Résultats ELU (Résistances)				Résultats ELS (Flèches)	
Pièce	Nom	Section	Matériau	Axial-Flexion	Cisaillement	Flambement	Déversement	Flèches instantanées (Combinaisons rares)	Flèches finales (Combinaisons rares)
12	—	R16.5x19.6	GL24H	37,59%	10,7%	58,23%	(0%)	28,68% (7,82mm)	27,3% (11,17mm)
13	—	R16.5x19.6	GL24H	37,59%	10,69%	77,77%	(0%)	28,48% (7,77mm)	27,35% (11,19mm)
14	—	R16.5x19.6	GL24H	48,9%	22,83%	56,23%	(0%)	66,18% (7,83mm)	50,15% (8,9mm)
15	—	R16.5x19.6	GL24H	27,15%	8,56%	87,78%	(0%)	24,41% (6,65mm)	24,82% (10,15mm)
16	—	R16.5x19.6	GL24H	35,01%	29,63%	79,79%	(0%)	45,2% (12,33mm)	38,18% (15,61mm)
17	—	R16.5x19.6	GL24H	27,51%	8,56%	91,93%	(0%)	21,95% (5,98mm)	23% (9,41mm)
20	—	R16.5x19.6	GL24H	37,66%	17,11%	76,79%	(0%)	28,42% (7,75mm)	27,22% (11,13mm)
21	—	R16.5x19.6	GL24H	37,59%	10,7%	67,96%	(0%)	28,51% (7,77mm)	27,39% (11,2mm)
30	—	R14x27.6	GL24H	24,36%	21,25%	24,63%	(0%)	9,99% (1,17mm)	28,05% (4,91mm)
31	—	R14x31.6	GL24H	26,35%	21,98%	26,59%	(0%)	6,07% (0,43mm)	16,75% (1,76mm)
33	—	R9x27.6	GL24H	18,27%	34,21%	13,53%	(0%)	4,89% (0,27mm)	13% (1,06mm)
36	—	R14x27.6	GL24H	55,73%	48,61%	55,73%	(0%)	23,63% (2,76mm)	63,48% (11,11mm)
38	—	R9x27.6	GL24H	15,07%	28,22%	15,1%	(0%)	4,02% (0,22mm)	10,73% (0,87mm)
39	—	R9x27.6	GL24H	18,33%	34,15%	7,13%	(0%)	6,7% (0,36mm)	11,23% (0,92mm)
41	—	R16.5x31.6	GL24H	48,34%	20,26%	34,87%	(0%)	52,22% (7,57mm)	36,82% (8,01mm)
42	—	R14x31.6	GL24H	62,56%	19,51%	34,8%	(0%)	71,54% (8,35mm)	50,4% (8,82mm)
43	—	R14x35.6	GL24H	9,25%	13,73%	8,2%	(0%)	6,21% (0,72mm)	6,5% (1,14mm)
44	—	R14x31.6	GL24H	52,23%	33,66%	52,38%	(0%)	33,6% (4,93mm)	48,75% (10,72mm)
45	—	R14x31.6	GL24H	43,37%	27,66%	43,4%	(0%)	21,23% (2,44mm)	30,58% (5,28mm)
46	—	R14x31.6	GL24H	13,17%	37,56%	13,44%	(0%)	2,75% (0,18mm)	3,82% (0,37mm)
48	—	R14x31.6	GL24H	45,53%	36,34%	45,73%	(0%)	23,56% (2,75mm)	33,65% (5,89mm)
49	—	R8x20	C24	0,82%	0,55%	0,83%	(0%)	0% (0mm)	0,29% (0,02mm)
50	—	R14x31.6	GL24H	43,69%	22,4%	43,73%	(0%)	32,2% (5,51mm)	46,53% (11,93mm)
53	—	R14x31.6	GL24H	48,04%	38,86%	48,09%	(0%)	25,09% (2,93mm)	35,55% (6,22mm)
54	—	R14x31.6	GL24H	36,25%	38,26%	10,14%	(0%)	7,63% (1,53mm)	13,09% (3,95mm)
55	—	R9x27.6	GL24H	14,19%	24,44%	4,09%	(0%)	6,28% (0,37mm)	7,99% (0,71mm)
56	—	R9x27.6	GL24H	14,17%	24,44%	14,67%	(0%)	6,28% (0,37mm)	7,99% (0,71mm)
57	—	R9x27.6	GL24H	14,18%	24,44%	6,96%	(0%)	6,28% (0,37mm)	7,99% (0,71mm)
58	—	R8x12	C24	3,66%	0,9%	9,65%	(0%)	0% (0mm)	6,17% (0,69mm)
59	—	R8x12	C24	8,89%	0,88%	23,83%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
60	—	R8x12	C24	12,93%	0,88%	18,48%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
61	—	R8x12	C24	9,27%	0,88%	22,7%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
62	—	R8x12	C24	11,32%	0,88%	19,5%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
63	—	R9x27.6	GL24H	84,93%	73,67%	85,34%	(0%)	58,08% (6,78mm)	73,9% (12,93mm)
64	—	R8x12	C24	19,16%	0,96%	60,81%	(0%)	0% (0mm)	7,52% (0,89mm)
66	—	R8x20	C24	22,41%	0,64%	20,37%	(0%)	0% (0mm)	0,44% (0,03mm)
67	—	R8x20	C24	22,37%	0,69%	22,61%	(0%)	0% (0mm)	0,53% (0,05mm)
68	—	R8x12	C24	37,29%	1%	73,34%	(0%)	0% (0mm)	8,31% (1,02mm)
69	—	R16.5x31.6	GL24H	2,45%	1,93%	1,68%	(0%)	0% (0mm)	3,02% (0,66mm)
70	—	R9x27.6	GL24H	46,47%	44,76%	46,55%	(0%)	29,78% (3,47mm)	40,95% (7,17mm)

71	–	R8x12	C24	13,24%	0,88%	27,48%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
72	–	R14x31.6	GL24H	46,02%	23,1%	30,8%	(0%)	26,55% (3,1mm)	21,94% (3,84mm)
73	–	R14x35.6	GL24H	9,04%	13,68%	8,28%	(0%)	6,3% (0,74mm)	4,52% (0,79mm)
75	–	R14x31.6	GL24H	63,26%	41,09%	40,48%	(0%)	39,54% (5,8mm)	57,71% (12,7mm)
76	–	R8x20	C24	0,83%	0,55%	0,87%	(0%)	0% (0mm)	0,29% (0,02mm)
77	–	R14x31.6	GL24H	21,87%	17,89%	16,32%	(0%)	10,74% (1,24mm)	15,74% (2,71mm)
80	–	R9x27.6	GL24H	15,42%	24,44%	4,09%	(0%)	6,28% (0,37mm)	7,99% (0,71mm)
81	–	R9x27.6	GL24H	14,17%	24,44%	14,18%	(0%)	6,28% (0,37mm)	7,99% (0,71mm)
82	–	R8x12	C24	4,5%	0,9%	6,75%	(0%)	0% (0mm)	6,17% (0,69mm)
83	–	R8x12	C24	7,01%	0,88%	15,09%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
84	–	R8x12	C24	11,15%	0,88%	28,58%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
85	–	R8x12	C24	15,09%	0,88%	21,32%	(0%)	0% (0mm)	5,85% (0,64mm)
86	–	R14x31.6	GL24H	14,64%	12,86%	12,83%	(0%)	5% (0,32mm)	6,87% (0,66mm)
87	–	R14x31.6	GL24H	7,41%	14,43%	7,54%	(0%)	3,03% (0,18mm)	3,98% (0,35mm)
89	–	R14x31.6	GL24H	42,67%	33,16%	31,94%	(0%)	21,36% (2,49mm)	30,98% (5,42mm)
94	–	R14x31.6	GL24H	34,37%	35,73%	23,42%	(0%)	8,44% (1,7mm)	13,58% (4,09mm)
95	–	R9x27.6	GL24H	13,58%	25,44%	13,6%	(0%)	4,66% (0,25mm)	8,74% (0,71mm)
98	–	R9x27.6	GL24H	18,27%	34,21%	13,59%	(0%)	4,89% (0,27mm)	13% (1,06mm)
99	–	R14x27.6	GL24H	25%	21,25%	16,13%	(0%)	9,99% (1,17mm)	28,05% (4,91mm)
100	–	R14x31.6	GL24H	26,96%	21,99%	18,49%	(0%)	6,07% (0,43mm)	16,75% (1,76mm)
101	–	R14x27.6	GL24H	55,73%	48,61%	43,72%	(0%)	23,63% (2,76mm)	63,48% (11,11mm)
102	–	R9x27.6	GL24H	15,07%	28,22%	12,01%	(0%)	4,02% (0,22mm)	10,73% (0,87mm)
106	–	R14x15.6	GL24H	7,48%	1,3%	22,57%	(0%)	0% (0mm)	6,99% (1,44mm)
107	–	R14x15.6	GL24H	7,35%	1,38%	23,5%	(0%)	0% (0mm)	7,84% (1,66mm)
108	–	R14x15.6	GL24H	7,03%	1,3%	26,15%	(0%)	0% (0mm)	8,74% (2,01mm)
109	–	R14x15.6	GL24H	6,84%	1,38%	26,72%	(0%)	0% (0mm)	9,68% (2,28mm)
116	–	R8x12	C24	11,06%	0,91%	31,68%	(0%)	0% (0mm)	6,27% (0,7mm)
117	–	R8x12	C24	21,33%	0,82%	28,17%	(0%)	0% (0mm)	4,6% (0,46mm)
118	–	R8x12	C24	14,49%	0,82%	35,59%	(0%)	0% (0mm)	4,6% (0,46mm)
120	–	R14x31.6	GL24H	3,13%	0,93%	3,33%	(0%)	1,12% (0,05mm)	0,85% (0,05mm)
125	–	R14x31.6	GL24H	39,64%	32,53%	30,74%	(0%)	19,12% (2,23mm)	28,37% (4,96mm)
126	–	R14x31.6	GL24H	44,72%	22,98%	45,03%	(0%)	33,52% (5,83mm)	49,1% (12,81mm)
127	–	R8x20	C24	15,96%	0,39%	9,28%	(0%)	0% (0mm)	0,13% (0,01mm)
128	–	R8x20	C24	27,48%	0,39%	15,73%	(0%)	0% (0mm)	0,13% (0,01mm)
129	–	R9x27.6	GL24H	50,5%	43,57%	50,5%	(0%)	33,78% (3,94mm)	44,62% (7,81mm)

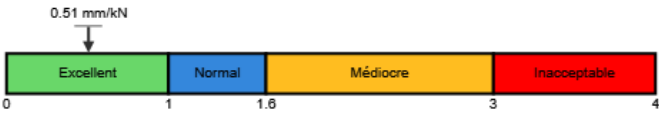
6. Solives, lambourdes et lames de platelage

Les solives, support de lambourdes, de section 90x276mm, de portée 3.55m et d'entraxe 1.40m, vérifient les critères de résistance et de déformation sous cas de charge ELU et ELS, ainsi que de confort vibratoire.

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Propriétés	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées	Flèches finales
b=90mm h=276mm	68.94%	0%	42,24% (5mm)	74,27% (13,18mm)

Confort vibratoire du plancher

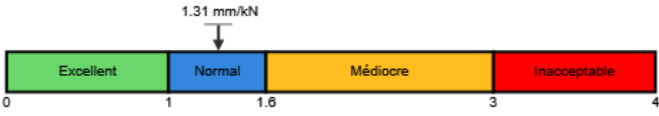
Souplesse du plancher	Vitesse de vibration impulsionnelle
	$v=9.38 < v_{max}=13.61 \text{ mm/s}$ $f_1=14.18 > 8 \text{ Hz}$ Confort vibratoire ACCEPTABLE selon EC5

Les lambourdes bois, support de platelage, de section 45x95mm, d'entraxe 0.60m, en appui sur les solives d'entraxe 1.40m, vérifient les critères de résistance et de déformation sous cas de charge ELU et ELS, ainsi que de confort vibratoire.

EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Propriétés	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées	Flèches finales
b=45mm h=95mm	57.58%	0%	26,17% (1,22mm)	45,27% (3,17mm)

Confort vibratoire du plancher

Souplesse du plancher	Vitesse de vibration impulsionnelle
	$v=18.84 < v_{max}=25.04 \text{ mm/s}$ $f_1=21.16 > 8 \text{ Hz}$ Confort vibratoire ACCEPTABLE selon EC5

Les lames bois de platelage, constituant le plancher de circulation, de section 28x145mm à plat, en appui sur les lambourdes d'entraxe 60cm, vérifient les critères de résistance et de déformation sous cas de charge ELU et ELS.

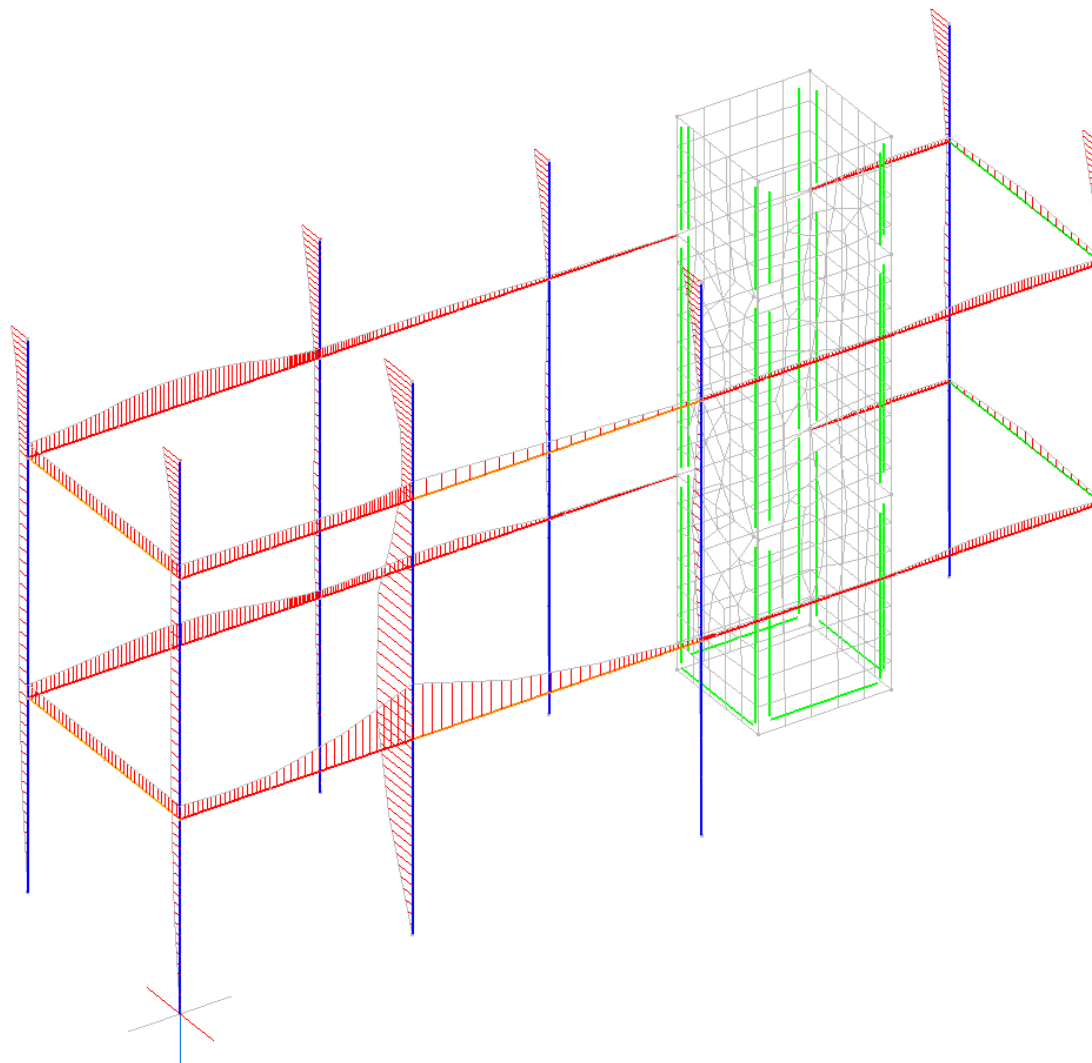
EC5 : Résultats synthétiques pièces (Résistances et flèches)

Propriétés	Résultats ELU (Résistances)		Résultats ELS (Flèches)	
Section	Résistance section	Stabilité	Flèches instantanées	Flèches finales
b=145mm h=28mm	7.99%	0%	5.61% (0.11mm)	10.1% (0.3mm)

7. Déplacement de la structure

Le déplacement global de l'ouvrage doit respecter la règle suivante :

- déplacement en tête de poteau (dans le plan du portique) : $U_{fin} < h / 250$



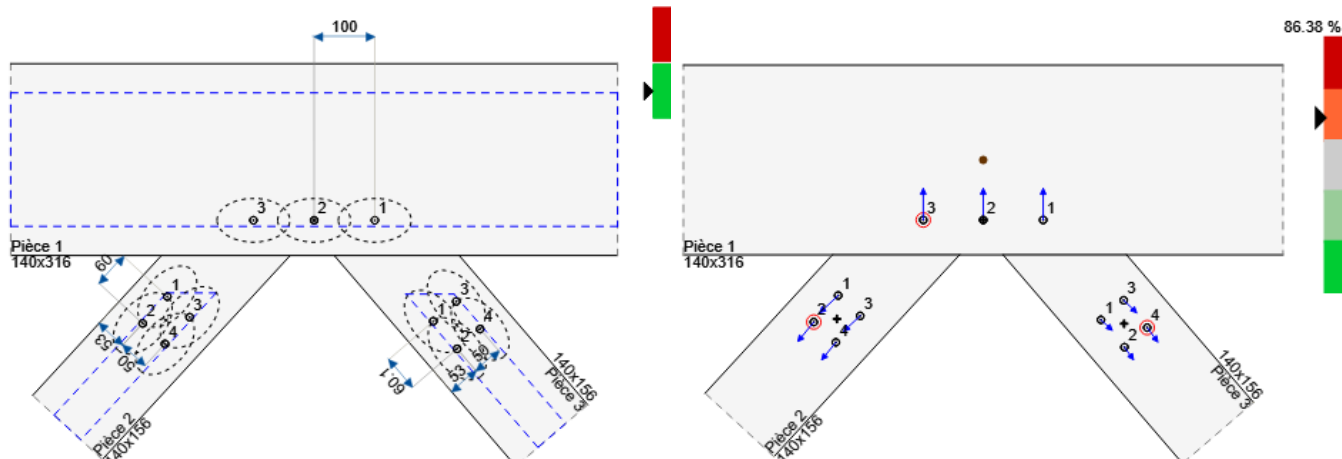
Déplacements=26.76mm umin=-12.47mm umax=12.31mm vmin=-21.36mm vmax=26.76mm wmin=-13.2mm wmax=0.03mm

La hauteur du bâtiment étant de 8.20m

$$8200/250 = 32.80 > 26.76 \text{ mm}$$

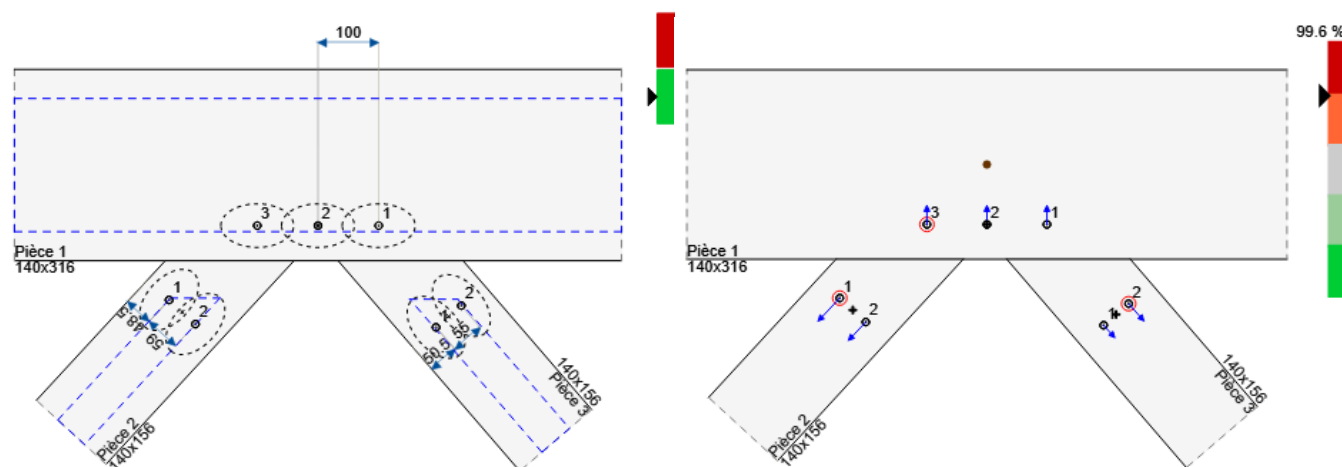
Les critères de déplacement sont respectés.

8. Assemblage Diagonales



Propriétés des pièces et des organes

Pièce bois			Pièce métal : Plat en âme		Organes
Pièce	Classe mécanique	Section mm	Classe mécanique	Epaisseur mm	-
Diagonale	GL24h	140 x 156	S235	8	Broche Ø12 S235
Diagonale	GL24h	140 x 156	S235	8	Broche Ø12 S235
Porteuse	GL24h	140 x 316	S235	8	Broche Ø12 S235



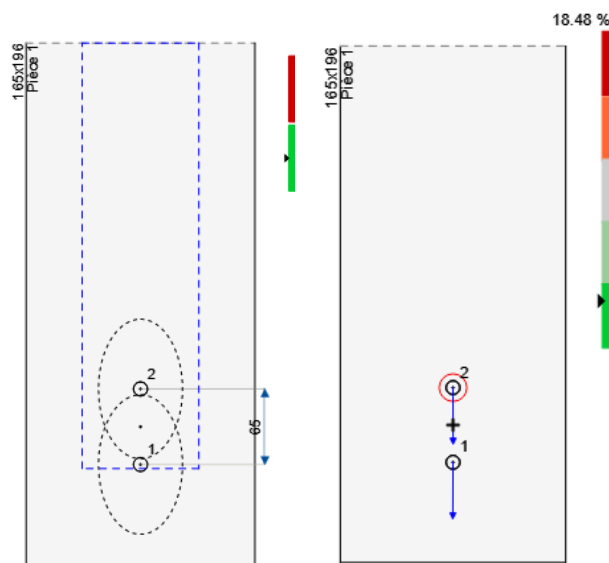
Propriétés des pièces et des organes

Pièce bois			Pièce métal : Plat en âme		Organes
Pièce	Classe mécanique	Section mm	Classe mécanique	Epaisseur mm	-
Diagonale	GL24h	140 x 156	S235	8	Broche Ø12 S235
Diagonale	GL24h	140 x 156	S235	8	Broche Ø12 S235
Porteuse	GL24h	140 x 316	S235	8	Broche Ø12 S235

Diagonales bois

- Effort à reprendre : $19.56 \times 1.3/0.65 = 39.12 \text{ kN}$
- Vis WKCP Ø8x120mm : 5.66 kN

9. Assemblage Pied de poteau

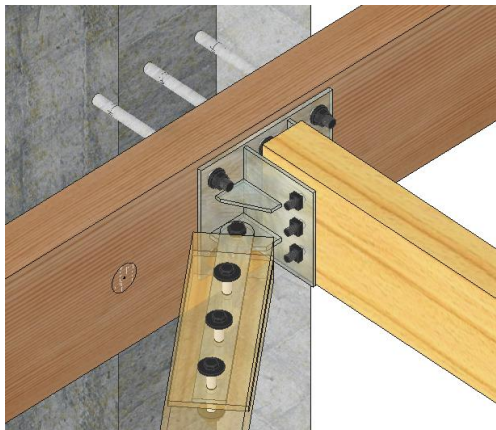


Propriétés des pièces et des organes

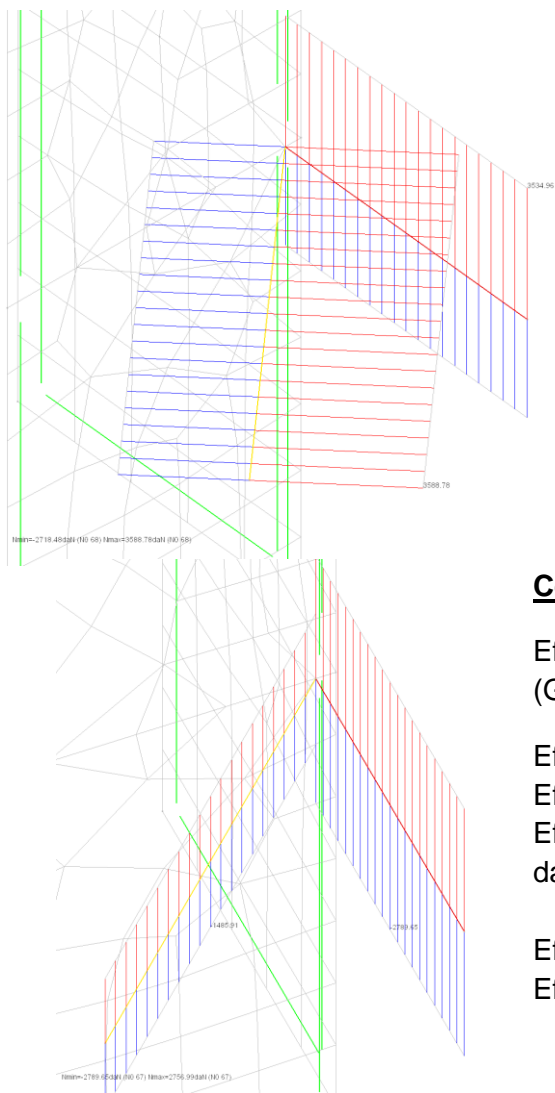
Pièce bois : Poteau		Pièce métal : Plat en âme		Organes
Classe mécanique	Section	Classe mécanique	Epaisseur	-
-	mm	-	mm	-
GL24h	165 x 196	S235	6	Broche Ø12 S235

10. Assemblage contre cage d'ascenseur

Ferrure file 2



Ancrage HST4-R M16x220 + Rondelle de remplissage



Combinaison vent

Effort normal membrure PAV : 3534.96 daN
(G+1.5W5)

Effort normal CVT : 3588.78 daN

Effort CVT en traction = $\sin(45^\circ) \times 3588 = 2537$ daN

Effort CVT en cisaillement = $\cos(45^\circ) \times 3588 = 2537$ daN

Effort traction total = $3535 + 2357 = 6072$ daN

Effort cisaillement = 2537 daN

Combinaison sismique

Effort normal membrure PAV : 2767 daN
(G+0.3Ex+Ey)

Effort normal CVT : 1454 daN

Effort CVT en traction = $\sin(45^\circ) \times 1454 = 1028$ daN

Effort CVT en cisaillement = $\cos(45^\circ) \times 1454 = 1028$ daN

Effort traction total = $2757 + 1028 = 3795$ daN

Effort cisaillement = 1028 daN

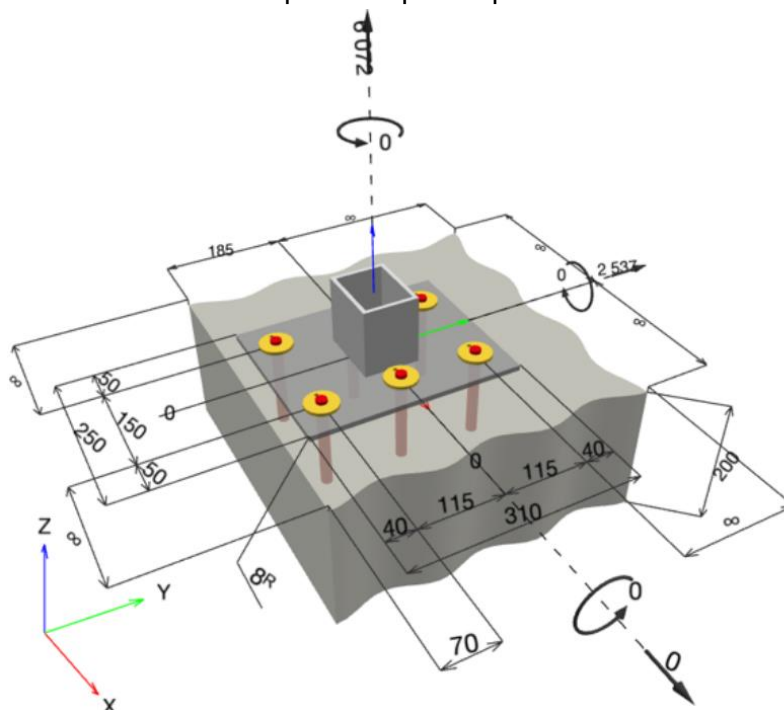
1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville: **HST4-R M16**

Période de retour (durée de vie en années): 50



Set Sismique ou toute autre solution pour remplir l'espace annulaire



1.1 Combinaison de charges

Cas	Description	Forces [daN] / Moment [daNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	<u>Combinaison 1</u>	<u>$N = 6\,072,0$; $V_x = 0,0$; $V_y = 2\,537,0$; $M_x = 0,0$; $M_y = 0,0$; $M_z = 0,0$</u>	<u>non</u>	<u>non</u>	<u>100</u>
2	Combinaison 2	$N = 3\,795,0$; $V_x = 0,0$; $V_y = 1\,028,0$; $M_x = 0,0$; $M_y = 0,0$; $M_z = 0,0$	C2	non	91

2 Preuve I Utilisation (Cas prépondérants)

Charge	Méthode de calcul	Valeurs de calcul [daN]		Utilisation	
		Charge	Capacité	β_N / β_V [%]	Statut
Traction	Rupture par cône de béton	6 072,0	6 082,2	100 / -	OK
Cisaillement	Rupture par effet de levier	2 537,0	18 246,7	- / 14	OK

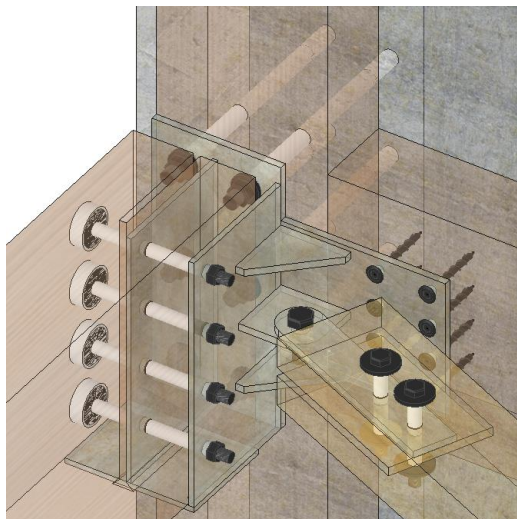
Charge	β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
Charges combinées traction et cisaillement	0,998	0,139	1,000	95	OK

La fixation remplit les critères de conception !

Ferrure file 3

4 boulons M12 – cl 6.8

Ancrage HST4-R M16x220 + Rondelle de remplissage



Vérification boulons

Propriétés générales par pièce						
	Pièce bois		Pièces auxiliaires			Organes
Pièce identifiant	Classe mécanique	Section	Nature	Configuration	Epaisseur	-
-	-	mm	-	-	mm	-
1	GL24H	140 x 316	S 235	Deux plaques latérales	6	Boulon : Diamètre : M12 Classe : 6.8

Pièce identifiant	Configurations	Entraxes admissibles a1,a2	Pincés admissibles a3,a4	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[mm]	[mm]	[mm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		a1 > 60mm a2 > 48mm	a3 > 84mm a4 > 48mm		88.67 % FvEd=1546.06 daN ((160) 57: 1.35G+1.5W5+1.05Q+ 0.75S) Npo=-5845.8 daN Vzpo=-140.36 daN Mc=-19.65 daN*m	16.07 % Vzmax=497.96 daN ((159) 3: 1.35G+1.5Q+0.75 S)

Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d+1mm
Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans les plaques métal ont un diamètre inférieur ou égal à Max(d+2mm, 1.1d)

Vérification ancrage

Combinaison vent

Effort normal poutre de rive = 30.15kN

Effort normal contreventement 13,47 kN = $\sin(23^\circ) \times 13,47 = 5.27\text{kN}$

Effort normal total = 30.15 + 5.27 = 35.42 kN

Effort tranchant Y = $\cos(23^\circ) \times 13,47 = 12,39\text{ kN}$

Effort tranchant Z = 5 kN

Combinaison sismique

Effort normal poutre de rive = 21.63 kN

Effort normal contreventement 11.42 kN = $\sin(23^\circ) \times 11.42 = 10.57\text{ kN}$

Effort normal total = 21.63 + 4.48 = 26.11 kN

Effort tranchant Y = $\cos(23^\circ) \times 10.57 = 10.57\text{ kN}$

Effort tranchant Z = 0.9 kN

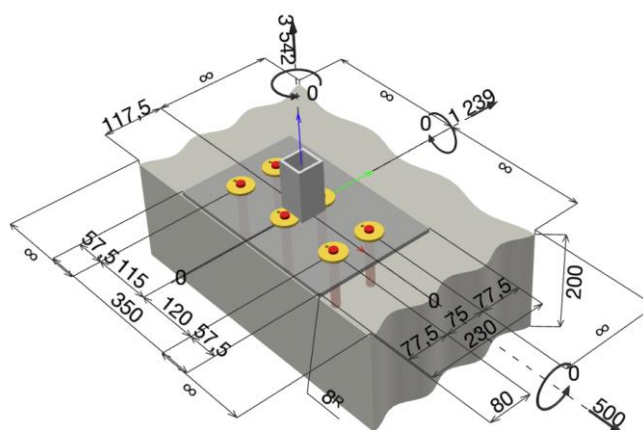
1 Données d'entrée

Type et diamètre de la cheville: **HST4-R M16**

Période de retour (durée de vie en années): 50



Set Sismique ou toute autre solution pour remplir l'espace annulaire



1.1 Combinaison de charges

Cas	Description	Forces [daN] / Moment [daNm]	Sismique	Feu	Util. max. Cheville [%]
1	<u>Combinaison 1</u>	<u>N = 3 542,0; V_x = 500,0; V_y = 1 239,0;</u> <u>M_x = 0,0; M_y = 0,0; M_z = 0,0;</u>	<u>non</u>	<u>non</u>	<u>88</u>
2	Combinaison 2	N = 2 611,0; V _x = 90,0; V _y = 1 058,0; M _x = 0,0; M _y = 0,0; M _z = 0,0;	C2	non	86

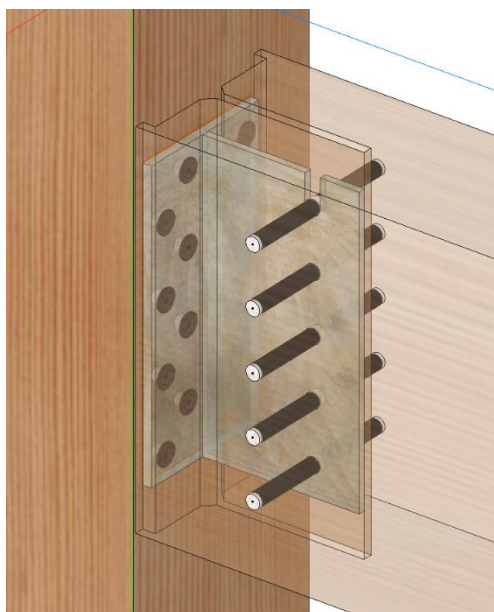
2 Preuve I Utilisation (Cas prépondérants)

		Valeurs de calcul [daN]		Utilisation	
Charge	Méthode de calcul	Charge	Capacité	β_N / β_V [%]	Statut
Traction	Rupture par fendage	3 542,0	4 065,4	88 / -	OK
Cisaillement	Rupture par effet de levier	1 336,1	13 784,6	- / 10	OK

Charge	β_N	β_V	α	Utilisation $\beta_{N,V}$ [%]	Statut
Charges combinées traction et cisaillement	0,871	0,097	1,000	81	OK

La fixation remplit les critères de conception !

11. Assemblage poutre de rive 140x316

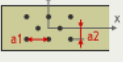



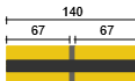



16 vis WKCP-D 8x80

5 broche M12 – S235

Propriétés générales par pièce

Pièce identifiant	Pièce bois		Pièces auxiliaires			Organes -
	Classe mécanique	Section	Nature	Configuration	Epaisseur	
-	-	mm	-	-	mm	-
1	GL24H	140 x 316	S 235	Une plaque en âme	6	Broche : Diamètre : 12mm Classe : S235

Pièce identifiant	Configurations [mm]	Entraxes admissibles a1,a2 [mm]	Pinces admissibles a3,a4 [mm]	Mode de rupture -	Taux travail organes [%]	Résultat fendage [%]
-	-				-	
1		a1 > 60mm a2 > 36mm	a3 > 84mm a4 > 48mm		87.14 % FvEd=952.79 daN ((124) 3: 1.35G+1.5Q+0.75S) Npo=0.43 daN Vzpo=1602.16 daN Mc=224.3 daN*m	50.73 % Vzmax=1476.51 daN ((124) 3: 1.35G+1.5Q+0.75S)

Exigence EC5 : (EC5 10.4.4) Les avant trous dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d

Vérification ancrage

Effort normal max = 47.60kN : G+1.5W4+1.05Q (kmod 0.9)

Effort tranchant max = 15.6 kN : 1.35G + 1.5Q + 0.75S + 0.9 W2 (kmod 0.9)

Résistance vis en traction : $r_k = 4.80 \text{ kN} > r_d = r_k * k_{mod} * \gamma_m = 4.80 * 0.9 / 1.3 = 3.32 \text{ kN}$

Pour 16 vis = 53.12 kN

Résistance vis en cisaillement : $r_k = 6.49 \text{ kN} > r_d = r_k * k_{mod} * \gamma_m = 6.49 * 0.9 / 1.3 = 4.49 \text{ kN}$

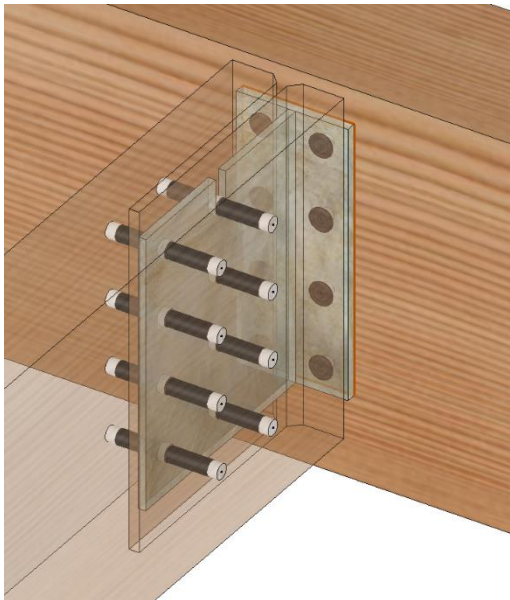
Pour 16 vis = 71.84 kN

Taux de travail effort combiné

$$\left(\frac{F_{ax.d.i}}{R_{ax.d.i}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v.d.i}}{R_{v.d.i}} \right)^2 \leq 1$$

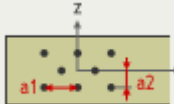
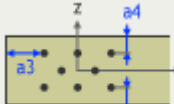
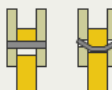
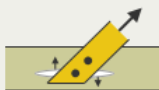
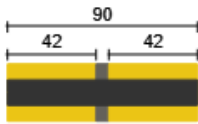

$$(47.6 / 53.12)^2 + (15.6 / 71.84 \text{ kN})^2 = 0.89^2 + 0.22^2 = 0.84 < 1$$

12. Assemblage solive 90x276



16 vis WKCP-D 8x80

5 broche M12 – S235

Propriétés générales par pièce						
Pièce identifiant	Pièce bois		Pièces auxiliaires			Organes
	Classe mécanique	Section	Nature	Configuration	Epaisseur	-
-	-	mm	-	-	mm	-
1	GL24H	90 x 276	S 235	Une plaque en âme	6	Broche : Diamètre : 12mm Classe : S235
Pièce identifiant	Configurations	Entraxes admissibles a1,a2	Pincins admissibles a3,a4	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[mm]	[mm]	[mm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		a1 > 60mm a2 > 36mm	a3 > 84mm a4 > 48mm		67.73 % FvEd=438.81 daN ((78) 3: 1.35G+1.5Q+0.75S) Npo=-1.7 daN Vzpo=-973.47 daN Mc=-165.49 daN*m	66.87 % Vzmax=1042.64 daN ((78) 3: 1.35G+1.5Q+0.75S)

Exigence EC5 : (EC5 10.4.4) Les avant trous dans le bois ont un diamètre inférieur ou égal à d

Vérification ancrage

Effort normal max = 5.97 kN : G+1.5W4+1.05Q (kmod 0.9)

Effort tranchant max = 16.64 kN : 1.35G + 1.5Q + 0.75S + 0.9 W3 (kmod 0.9)

Résistance vis en traction : $r_k = 4.80 \text{ kN} > r_d = r_k \cdot k_{mod} \cdot \gamma_m = 4.80 \cdot 0.9 / 1.3 = 3.32 \text{ kN}$

Pour 8 vis = 26.56 kN

Résistance vis en cisaillement : $r_k = 5.26 \text{ kN} > r_d = r_k \cdot k_{mod} \cdot \gamma_m = 5.26 \cdot 0.9 / 1.3 = 3.64 \text{ kN}$

Pour 8 vis = 29.12 kN

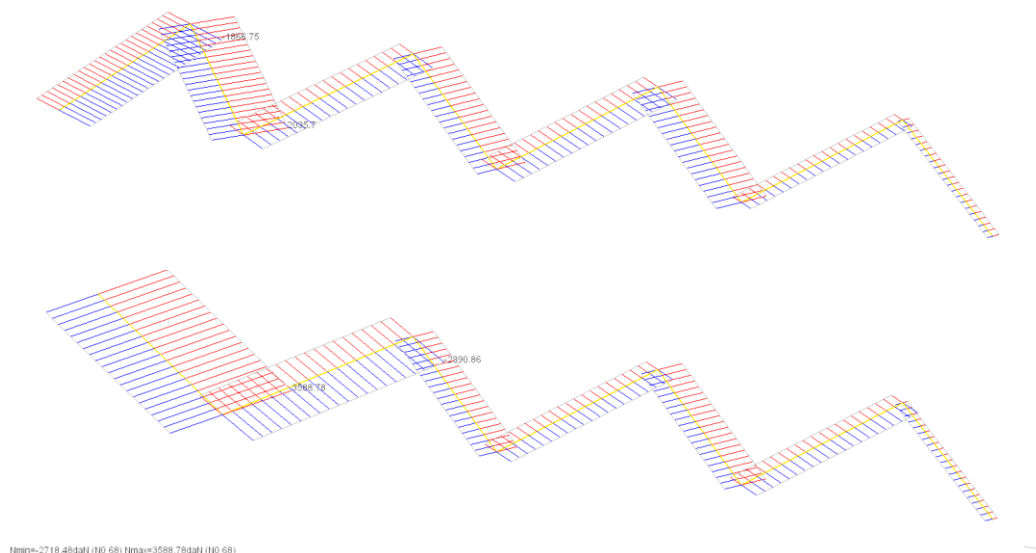
Taux de travail effort combiné

$$\left(\frac{F_{ax.d.i}}{R_{ax.d.i}} \right)^2 + \left(\frac{F_{v.d.i}}{R_{v.d.i}} \right)^2 \leq 1$$

$$(5.97 / 26.56)^2 + (16.64 / 29.12 \text{ kN})^2 = 0.23^2 + 0.57^2 = 0.38 < 1$$

13. Assemblages CVT en plancher

Plat 3 boulons



Effort dans l'ensemble des contreventements : ELU max 3588.78 daN



Fixation ferrure – Axe M16x50 – Cl. 8.8

Fixation CVT – 3 boulons M12 Cl. 6.8

Plat épaisseur 8mm

Vérification axe M16 – cl 8.8**Cisaillement du boulon**d = \varnothing = 16 mm

cl. 8,8

 α_v = 0,5 $f_{u,k}$ = 800 Mpa A_s = 156 mm² γ_M = 1,25

$$F_{vRd} = \frac{\alpha_v f_{u,k} A_s}{\gamma_M} = 49920 \text{ N}$$

Géométrie assemblage

nb de lignes = 1

nb de colonnes = 1

n = 1 boulon

 τ = 70% < 100%**Résistance à la pression diamétrale** F_{dEd} = 35 kN sous G + 0,3Q + (Ex + 0,3Ey)
d'après le modèle accordd = \varnothing = 16 mm

Diamètre boulon

d₀ = 18 mm

Diamètre de perçage du métal

 $f_{u,k}$ = 800 Mpa

e = 8 mm

Epaisseur plat

S235

→ Classe d'acier du plat

e₂ = 25 mm

distance au bord minimum à respecter avec la rive

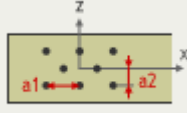
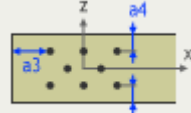
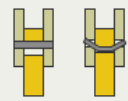
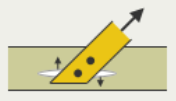
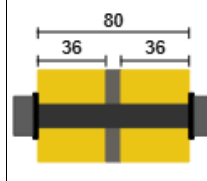
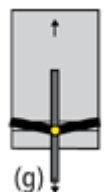
 $f_{u,plat}$ = 360 Mpa γ_{Me} = 1,25

$$\alpha_b = \min \left\{ \frac{1}{\frac{f_{u,k}}{f_u}} \right\} = 1$$

$$k_1 = \min \left\{ \frac{2,5}{\frac{2,8 \times e_2}{d_0}} - 1,7 \right\} = 2,1888889$$

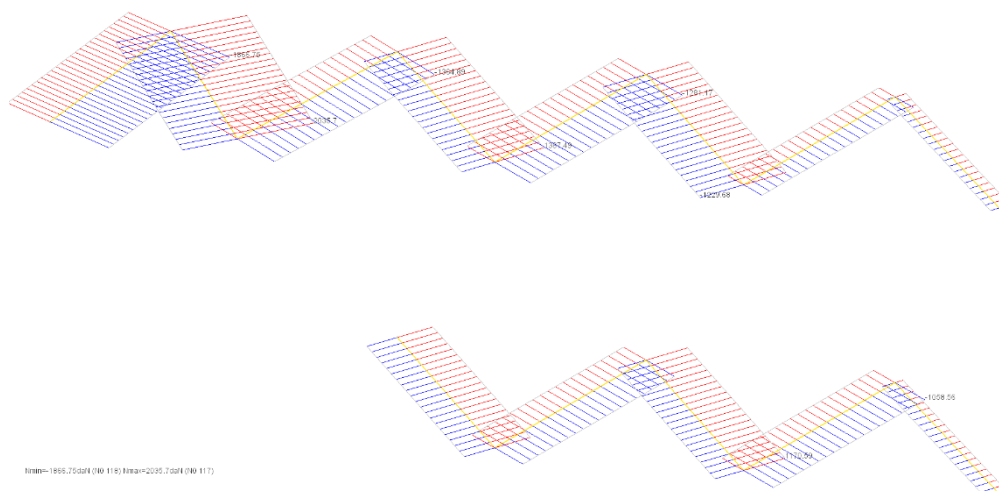
$$F_{b,Rd} = \alpha_b \cdot \frac{k_1 \cdot d \cdot e \cdot f_{u,plat}}{\gamma_{Me}} = 80691,2 \text{ N}$$

 τ = 43% < 100%**Vérification fixation plat sur contreventement**

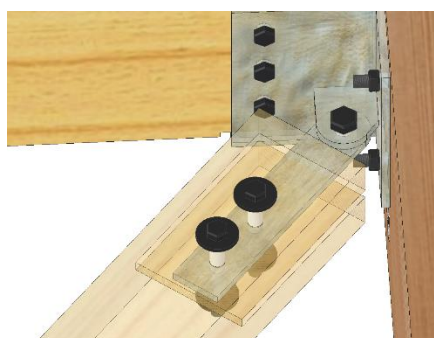
Propriétés générales par pièce						
Pièce identifiant	Pièce bois		Pièces auxiliaires			Organes
	Classe mécanique	Section	Nature	Configuration	Epaisseur	-
-	-	mm	-	-	mm	-
1	C24	80 x 120	S 235	Une plaque en âme	8	Boulon : 3 Diamètre : M12 Classe : 6.8
Pièce identifiant	Configurations	Entraxes admissibles a1,a2	Pinces admissibles a3,a4	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[mm]	[mm]	[mm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		a1 > 60mm a2 > 48mm	a3 > 84mm a4 > 48mm		99.37 % FvEd=1196.26 daN ((164) 123: G+1.5W5) Npo=3588.79 daN	0 % Vzmax=0 daN ((163) 1: 1.35G)

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

Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans les plaques métal ont un diamètre inférieur ou égal à Max(d+2mm, 1.1d)

Plat 2 boulons

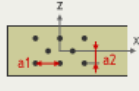
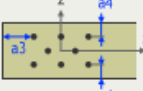
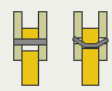
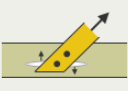
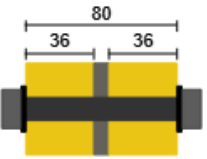

Effort hors plat 3 boulons dans les contreventements : ELU max 2035.7 daN



Fixation ferrure – Axe M16x50 – Cl. 8.8

Fixation CVT – 2 boulons M12 Cl. 6.8

Plat épaisseur 8mm

Propriétés générales par pièce						
Pièce identifiant	Pièce bois		Pièces auxiliaires			Organes
	Classe mécanique	Section	Nature	Configuration	Epaisseur	-
-	-	mm	-	-	mm	-
1	C24	80 x 120	S 235	Une plaque en âme	8	Boulon : 2 Diamètre : M12 Classe : 6.8
Pièce identifiant	Configurations	Entraxes admissibles a1,a2	Pincés admissibles a3,a4	Mode de rupture	Taux travail organes	Résultat fendage
-	[mm]	[mm]	[mm]	-	[%]	[%]
-	-				-	
1		a1 > 60mm a2 > 48mm	a3 > 84mm a4 > 48mm		92.6 % FvEd=1017.85 daN ((165) 57: 1.35G+1.5W5+1.05Q+0.75S) Npo=2035.7 daN	0 % Vzmax=0 daN ((165) 1: 1.35G)

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

Exigence EC5 : (EC5 10.4.3(1)) Les trous de boulons dans les plaques métal ont un diamètre inférieur ou égal à Max(d+2mm, 1.1d)

14. Conclusion

Dans les conditions que ce rapport décrit, la structure bois des circulations du CFA Intelligence Apprentie de SAVENAY (44260), est correctement dimensionnée vis-à-vis des efforts gravitaires et climatiques.

Au-delà de cela, une attention particulière sera apportée à la mise en œuvre.

Fait à Nantes, le 30/08/2024

Morgane PUY, *Ingénieure Structure Bois*

Alexis BROUSSARD, *Technicien construction bois*

Visa

Jean COIFFARD

Ingénieur structure