

Mairie de ST ANDRE DE CORCY

Mr Jean-Pierre BARON, Maire

Mairie

01390 ST ANDRE DE CORCY

&

Mr Daniel BAILLY

Expert de Justice près de la Cour d'Appel de Lyon

33 (0)4.78.27.00.80

33 (0)6.83.56.56.08

danielbailly@ferrandsigal.com

FERRAND-SIGAL Architectes & Associés

15 place Louis Pradel - 69281 LYON CEDEX 01 - France

Tél : +33 (0)4.78.27.47.49 / Fax : +33 (0)4.78.27.46.57

OPERATION

EXPERTISE GYMNASE DE ST ANDRE DE CORCY

Diagnostic mécanique gymnase, barres et assemblages

bet.arborescence@orange.fr



ARBORESCENCE

Agence de Lyon (siège social) – 11 boulevard Eugène Deruelle – 69003 LYON

Agence de Bourg-St-Maurice – 451 route de Montrigon – 73700 BOURG-ST-MAURICE

tél : 04 79 07 96 54 (numéro unique)

bet.arborescence@orange.fr

www.arborescence-concept.com

Gérant : Laurent CLERE

11 Boulevard Eugène Deruelle 69003 LYON

Tél : 04 79 07 96 54

Rédacteur : Guillaume Bonnet, Ingénieur

Date du document : 08/03/2018

Indice : 0

SOMMAIRE

1	CONTENU DE MISSION	2
2	GENERALITES	3
3	DOCUMENTS DE REFERENCES	4
4	HYPOTHESES	6
4.1	ANALYSE PAR RAPPORT A LA PHASE EXE/PAC.....	6
4.1.1	Application de la charge de toiture	6
4.1.2	Note d'hypothèses Arborescence	6
4.1.3	Note d'hypothèses PAC JOSEPH/L'ETIC.....	7
4.1.4	Note d'hypothèses diagnostiquée et eurocode	8
4.2	HYPOTHESES SUR LES MATERIAUX	11
4.2.1	bois massif.....	11
4.2.2	Bois Lamellé-Collé.....	11
4.2.3	Metal.....	13
4.2.4	Boulons Ordinaires et Broches.....	13
4.2.5	Tendeurs Métalliques Architecturaux	13
5	ANALYSE DES TAUX DE SOLlicitATIONS SANS SURCHARGE.....	14
5.1	BARRES.....	14
5.2	ASSEMBLAGE	15
6	CONCLUSIONS.....	16
7	ANNEXES.....	16

1 CONTENU DE MISSION

Rappel du contenu de la mission :

Ouvrages concernés :

- Charpente de la partie gymnase

Descriptif de la mission :

- Etude de la capacité maximum structurelle de chargement de la charpente du gymnase
- Analyse des hypothèses (EXE Arborescence et DOE de l'entreprise) pour vérifier les marges sur les hypothèses de charges uniquement.
- Analyse des documents EXE Arborescence et DOE de l'entreprise (sections, matériaux, géométrie des assemblages) pour dégager si possible une marge de chargement supplémentaire.
Cette analyse porte sur les éléments suivants :
 - Portique principal (Arbalétrier, Poteau vertical, poteau formant jambe de force et moises, petite contrefiche, contrefiche et moises)
 - Assemblages du portique (nœud en pied de portique, nœud du portique en tête de façade, nœud de l'arborescence du portique, nœud poteau/Arbalétrier, nœud contrefiche/Arbalétrier)
 - Pannes
 - Assemblages des pannes
 - contrefiches hors plan des portiques
 - assemblage des contrefiches
- Etablissement d'un rapport

Contenu du rapport :

- Hypothèses de calcul
- Liste des documents de référence
- Analyse statique
- Conclusions

Limites de prestations :

Les conclusions sont émises sur la base de l'analyse des documents en notre possession, et non sur la base de relevé in-situ de tous les éléments de charpente.

Le poids du bac isolant "inconnu" est pris forfaitairement à 15 kg/m², similaire aux hypothèses prises à l'époque.

L'analyse des hypothèses ne constitue en rien une analyse statique ; pour cette analyse on considère comme valide l'ensemble des plans et notes de calcul existantes.

PAS d'analyse sismique prévue, zone sismicité 2 catégorie (II ou III), réhabilitation => pas de séisme à prendre en compte au calcul.

Eléments non vérifiés dans cette mission car non impactés par le rechargement de la couverture (barres + assemblages) :

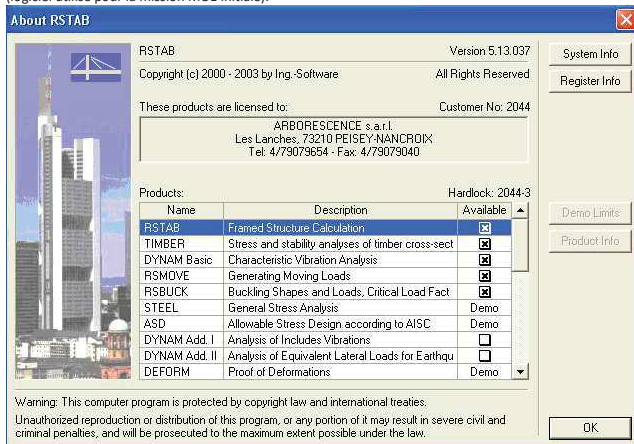
- Stabilité générale (car pas de séisme)
- chevrons de plafonds
- éléments de façade
- tout éléments des salles annexes

Cette mission d'état des lieux reste une étude préalable d'aide à la décision. En conséquence, elle n'est pas destinée à engendrer directement des travaux et ne saurait se substituer à une mission de maîtrise d'œuvre.

NOTA : la vérification a été effectuée sous le code de calcul actuel soit l'eurocode alors que le dimensionnement était réalisé à l'époque sous le code de calcul CB71 en vigueur.

2 GENERALITES

Les logiciels utilisés pour les calculs RDM et EF sont :
(logiciel utilisé pour la mission MOE initiale).



About RSTAB

RSTAB Version 5.13.037
Copyright (c) 2000 - 2003 by Ing.-Software All Rights Reserved

These products are licensed to: Customer No: 2044

ARBORESCENCE s.a.r.l.
Les Lanches, 73210 PEISEY-NANCROIX
Tel: 4/79079654 - Fax: 4/79079040

Products: Hardlock: 2044-3

Name	Description	Available
RSTAB	Framed Structure Calculation	☒
TIMBER	Stress and stability analyses of timber cross-sect	☒
DYNAM Basic	Characteristic Vibration Analysis	☒
RSMOVE	Generating Moving Loads	☒
RSBUCK	Buckling Shapes and Loads, Critical Load Fact	☒
STEEL	General Stress Analysis	Demo
ASD	Allowable Stress Design according to AISC	Demo
DYNAM Add. I	Analysis of Includes Vibrations	☐
DYNAM Add. II	Analysis of Equivalent Lateral Loads for Earthqu	☐
DEFORM	Proof of Deformations	Demo

Warning: This computer program is protected by copyright law and international treaties.
Unauthorized reproduction or distribution of this program, or any portion of it may result in severe civil and criminal penalties, and will be prosecuted to the maximum extent possible under the law.

System Info
Register Info
Demo Limits
Product Info
OK

3 DOCUMENTS DE REFERENCES

La qualité des matériaux et l'exécution des ouvrages seront conformes aux normes, réglementations et prescriptions techniques en vigueur et notamment :

EUROCODE 0 – BASES DE CALCUL DES STRUCTURES

- NF EN 1998-1 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments
- NF EN 1990 – Base de calcul des structures
- NF EN 1990/A1 – Base de calcul des structures – amendement A1
- NF EN 1990/A1/NA – Base de calcul des structures – annexe nationale

EUROCODE 1 – ACTIONS SUR LES STRUCTURES

- NF EN 1991-1 – 1 poids volumique, poids propre, charge d'exploitation
- NF P 06 EN – 111 – 2 poids volumique, poids propre, charge d'exploitation – annexe nationale
- NF EN 1991-1-3 – charges de neige NF EN 1991-1-3/NA – charges de neige - annexe nationale
- NF EN 1991-1-4 – actions du vent-
- NF EN 1991-1-4/NA – actions du vent – annexe nationale
- NF EN 1991-1-5 – actions thermiques
- NF EN 1991-1-5/NA – actions thermiques – annexe nationale
- NF EN 1991-1-7 – actions accidentelles

EUROCODE 3 – CALCUL DES STRUCTURES EN ACIER

- NF EN 1993-1-1- règles générales et règles pour les bâtiments
- NF EN 1993-1-1/NA – règles générales et règles pour les bâtiments – annexe nationale
- NF EN 1993-1-8 – calcul des assemblages
- NF EN 1993-1-8/NA – calcul des assemblages- annexe nationale
- NF EN 1993 – 1 – 10 – Choix des qualités d'acier
- NF EN 1993 – 1 – 11 – Calcul des structures à câbles ou éléments tendus
- NF EN 1993 – 1 – 11/NA – Calcul des structures à câbles ou éléments tendus –annexe nationale
- NF EN 1090-2 (Février 2009) – Exécutions des structures en acier et des structures en aluminium Partie 2 Exigences techniques pour les structures en acier

EUROCODE 5 – CONCEPTION ET CALCUL DES STRUCTURES EN BOIS

- NF EN 1995-1-1- généralités - règles communes et règles pour les bâtiments
- NF EN 1995-1-1/A1- généralités - règles communes et règles pour les bâtiments –Amendement A1 (octobre 2008)
- NF EN 1995-1-1/NA - généralités - règles communes et règles pour les bâtiments -annexe nationale (mai 2010)

EUROCODE 8 – CALCUL DES STRUCTURES POUR LEUR RESISTANCE AUX SEISMES (LE CAS ECHEANT)

- NF EN 1998-1 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments
- NF EN 1998-1/NA 1 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments -annexe nationale
- NF EN 1998-3 (décembre 2005) : Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 3 : Evaluation et renforcement des bâtiments (Indice de classement : P06-033-1)
- NF EN 1998-3/NA (janvier 2008) : Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 3 : Evaluation et renforcement des bâtiments - Annexe nationale à la NF EN 1998-3 (Indice de classement : P06-033-1/NA)

DTU

- DTU 31-1, Charpentes et Escaliers en Bois

NORMES STRUCTURES BOIS

- NF EN 335-1 Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définition des classes d'emploi - Partie 1 : généralités
- NF EN 335-2 Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Définition des classes d'emploi - Partie 2 : application au bois massif
- NF EN 336 : Bois de structures – Dimensions, Ecart Admissible
- NF EN 338 : Bois de structures – classes de résistance
- NF EN 384 : Bois de structures – Détermination des valeurs caractéristiques des propriétés mécaniques et de la masse volumique
- NF EN 386 : Bois lamellé-collé – Exigences de performances et exigences minimales de fabrication
- NF EN 390 : Bois lamellé-collé – Dimensions – Ecart Admissible
- NF EN 391 : Bois lamellé-collé – Essai de délamination des joints de collage
- NF EN 392 : Bois lamellé-collé – Essai de cisaillement des joints de collage
- NF EN 408 : Structures en bois – Bois massifs et bois lamellé collé – Détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques.
- NF EN 1912 + A4 : Bois de structures – Classes de résistance – Affectation des classes visuelles et des essences
- NF EN 1194 : Structure en bois – Bois lamellé-collé – Classe de résistance et détermination des valeurs caractéristiques.
- NF EN 14080 : Structure en bois – Bois lamellé-collé – Exigences
- NF B 51-001, Caractéristiques technologiques & chimiques des bois
- NF B 51-002, Caractéristiques physiques & mécaniques des bois
- NF E 27-341, Boulons de charpente bois
- NF P 21-400, Contraintes admissibles des structures en bois et produits à base de bois
- Guide pratique de conception et de calcul des charpentes en lamellé-collé
- Les guides AQCEC EC5

4 HYPOTHESES

4.1 . ANALYSE PAR RAPPORT A LA PHASE EXE/PAC

Préambule :

Pour mémoire, la consultation a été réalisée avec une base de couverture ci-dessous :

- chevrons porteur sur pannes, isolation entre chevrons sur un feutre acoustique et volige ajourée
- couverture bac acier sur contre lattage isolé

Une variante a néanmoins été mise en œuvre sur cette base :

Panneau sandwich double peau type Ondatherm dont le poids est pris à 15 kg/m²

4.1.1 APPLICATION DE LA CHARGE DE TOITURE

L'application de la charge de toiture (bac double peau et charges climatique) est réalisée par le bac considéré continu avec une jonction 'articulée' par rampant sur la première panne du rampant intérieure.

L'application des charges de plafonds ou des charges divers est réalisée sur les pannes.

4.1.2 NOTE D'HYPOTHÈSES ARBORESCENCE

La note d'hypothèse du bureau arborescence est extraite de la note de calcul PRO/EXE NDC_CB71_PRO.pdf :

NDC_CB71_PRO.xls : Hypothèses : 13/01/2008

Gymnase de
SAINT-ANDRÉ DE CORCY (01)

NOTE DE CALCULS

HYPOTHESES DE CALCUL

Charges Permanentes

C Toiture Courante (Haute)	
Couverture bac acier	0.15 kN/m ²
Lattage 50/15	0.02 kN/m ²
Isolation ép.250 mm	0.15 kN/m ²
Feutre acoustique ép.25 mm entre lats	0.03 kN/m ²
Plafond bois ép.27 mm	0.15 kN/m ²
Divers suspendus	0.05 kN/m ²
Total	CP = 0.55 kN/m ²

On peut noter les points suivants :

Le dimensionnement des barres est réalisé avec la solution de base à 0.55 kN/m² au total incluant 5 « Divers suspendu »

Les barres sont donc dimensionnées avec cette solution.

Exploitation :

Pas de charge d'exploitation prévue

Les hypothèses climatiques sont les suivantes :

- Neige NV65 mod99 zone 2a altitude 300m valeur normale 0.55 kN/m² / valeur extrême 0.92 kN/m² et valeur accidentelle 0.80 kN/m²
- Vent NV65 mod99 zone 2 site normal hauteur 10.75m valeur normale 0.52 kN/m²/valeur extrême 0.90 kN/m²
- Pas de séisme

4.1.3 NOTE D'HYPOTHÈSES PAC JOSEPH/L'ETIC

L'entreprise a à sa charge la mission de dimensionnement des assemblages et a semble-t-il, au regard des documents en notre possession réalisé une note d'hypothèses ajustée aux charges de toiture de la solution de toiture retenue (document St Andre de Corcy étude l'ETIC.pdf du 18 juillet 2006) :

TOITURE PRINCIPALE

◦ pente	10°
◦ charges permanentes G	
chevron de plâtré	5 daN/m ² _R
plâtré bois ajouré 150/17+vide	10
feutré acoustique + voile noir	3
pannes	5
panneaux " Ondatherm "	15
Aléas	10
	48 daN/m ² _R

On peut noter les points suivants :

- Le poids du panneau « Ondatherm » est pris à 15 daN/m² et correspond au poids d'un panneau de 100mm avec deux épaisseurs de parement de 0.63mm.
- Le complexe présente 10 daN/m² d'Aléas

Charges exploitations et climatiques :

Identique ARBORESCENCE Sauf vent : 60 daN/m²

4.1.4 NOTE D'HYPOTHÈSES DIAGNOSTIQUE ET EUROCODE

CHARGES PERMANENTES			
Chevron de plafonds C24 60x200 e.1,237m roM 420 kN/m3	0,05	kN/m2	
Voilageage de plafond 150x27 e.0,190m roM 420 kN/m3	0,09	kN/m2	
Feutre acoustique nature inconnue et voile noir	0,03	kN/m2	
Pannes 113x450 e.4,84m roM 420 kN/m3	0,05	kN/m2	
Panneaux type "Ondatherm" ep.100mm	0,15	kN/m2	
Panneaux rayonnants type Duck Strip largeur 600mmx2	0,02		
poids doc technique 8kg/ml, dans notre cas 16 kg/ml entraxe 9m		kN/m2	
Electricité luminaires suspendus environ 10 kg/luminaire	0,01	kN/m2	
Divers autre pour fonctionnement	0,02	kN/m2	
Total	0,42	kN/m2	
Total sur panne	0,37	kN/m2	
Panneaux de baskets suspendus aux arbalétriers ou nœuds			
Charges panneaux type FOOGA :			
articulation arrière :	2 kN	sur100 m2	0,01 kN/m2
Haubans (x2)	2 kN		
Antichute / accidentel, non concomitant avec la neige , Sans	10 kN		
Objet pour la mission			

Divers :

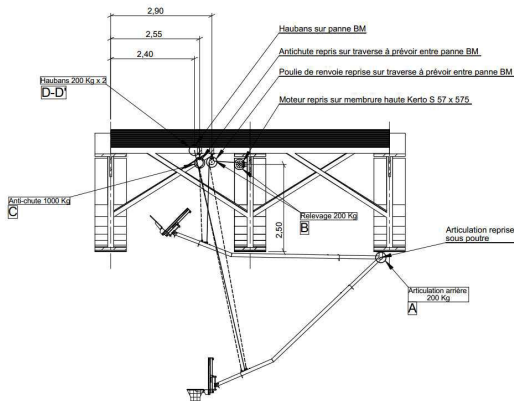


Vue du gymnase pour calcul des divers

Points rouge : 28 panneaux de 10 kg / 500m2

Lignes rouges : panneaux rayonnant type Duck Strip 2*8 kg/ml à plein.

Panniers de baskets : voir fiche suivante :



CHARGES D'EXPLOITATION (EC1 / Partie 1.1)	
Entretien sur les toitures sur 10m2 maximum	Catégorie de charge H1 $q_{k,v} = 0,80 \text{ kN/m}^2$
CHARGES DE NEIGE (EC1 / Partie 1.3)	
zone A2	$s_{k,v} = 0,54 \text{ kN/m}^2$
Altitude (m) 289	$s_{k,d} = 1 \text{ kN/m}^2$
Surcharge pour faibles pentes :	0,20 kN/m^2
CHARGES DE VENT (EC1 / Partie 1.3)	
zone - vitesse de référence 2	$V_b = 24 \text{ m/s}$ $q_b = 0,35 \text{ kN/m}^2$
zone - coef. de direction : C_{de} cas courant	
zone - coef. de saison 1	
$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$ 1,225	
catégorie de terrain II	
$A_{roy} = 290 \text{ m}$	
coefficient orographique $C_o(z)$ 1,00	
hauteur de référence z_e 11,00 m	
Turbulence : $I_v(z_e)$ 0,18	
Orographie : $c_r(z_e)$ 1,02	
Pression de pointe $q_{pe}(z_e)$ 0,86 kN/m^2	

Ci-dessous : choix de la catégorie de vent



Coefficient de vent max :

Suppression : $+0.2-0.2 \Rightarrow 0.4$

Depression : $-0.5-0.3 \Rightarrow -0.8$

conclusion sur les comparaisons d'hypothèses.

Le calcul des barres est réalisé avec une charge de 0.55 kN/m^2 contre des charges actuellement appliquées de 0.42 kN/m^2 laissant apparaître 0.13 kN/m^2 de marge

Le calcul des assemblages est réalisé avec une charge de 0.48 kN/m^2 contre des charges actuellement appliquées de 0.42 kN/m^2 laissant apparaître 0.06 kN/m^2 de marge.

Sans autre calcul, dans la mesure où l'on considère que toutes les barres et assemblages sont dimensionnés correctement, il est possible d'ajouter au poids du complexe 0.06 kN/m^2 (6 kg/m^2)

4.2 HYPOTHÈSES SUR LES MATERIAUX

4.2.1 BOIS MASSIF

Tableau de résistance des bois massifs (EN338) utilisés dans ce projet.

		Résineux										Feuillus									
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Propriétés de résistance (en N/mm ²)																					
Flexion	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	7.5	7.8	8.0	8.1	8.3	9.3	10.5	13.5
Cisaillement	$f_{v,k}$	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0
Propriétés de rigidité (en kN/mm ²)																					
Module moyen d'élasticité axiale	$E_{0,mean}$	7	8	9	9.5	10	11	11.5	12	13	14	15	16	9.5	10	11	12	13	14	17	20
Module d'élasticité axiale (au 5 ^e percentile)	$E_{0,05}$	4.7	5.4	6.0	6.4	6.7	7.4	7.7	8.0	8.7	9.4	10.0	10.7	8	8.5	9.2	10.1	10.9	11.8	14.3	16.8
Module moyen d'élasticité transversale	$E_{90,mean}$	0.23	0.27	0.30	0.32	0.33	0.37	0.38	0.40	0.43	0.47	0.50	0.53	0.63	0.67	0.73	0.80	0.86	0.93	1.13	1.33
Module moyen de cisaillement	G_{mean}	0.44	0.5	0.56	0.59	0.63	0.69	0.72	0.75	0.81	0.88	0.94	1.00	0.59	0.62	0.69	0.75	0.81	0.88	1.06	1.25
Masse volumique (en kg/m ³)																					
Masse volumique	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Masse volumique moyenne	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1080
NOTE 1 Les valeurs données ci-dessus pour la résistance à la traction, la résistance à la compression, la résistance au cisaillement, le module d'élasticité au 5 ^e percentile, le module moyen d'élasticité transversale et le module moyen de cisaillement ont été calculées en utilisant les équations données à l'Annexe A.																					
NOTE 2 Les propriétés disposées dans le tableau sont compatibles avec des bois présentant une teneur en humidité résultant d'une température de 20 °C et une humidité relative de 65 %.																					
NOTE 3 Il est possible que le bois se conformant aux classes C45 et C50 ne soit pas disponible facilement.																					
NOTE 4 Les valeurs caractéristiques pour la résistance au cisaillement sont données pour du bois sans fissures, selon l'EN 408. Il convient de couvrir l'impact des fissures par les règles de calcul.																					

4.2.2 BOIS LAMELLÉ-COLLÉ

Tableau de résistance des bois lamellé-collé utilisés dans ce projet selon norme NF EN 14080

Propriété ^a	Symbole	Classe de résistance du bois lamellé-collé						
		GL 20c	GL 22c	GL 24c	GL 26c	GL 28c	GL 30c	GL 32c
Résistance à la flexion	$f_{m,0,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Résistance à la traction	$f_{t,0,k}$	15	16	17	19	19,5	19,5	19,5
	$f_{t,90,k}$				0,5			
Résistance à la compression	$f_{c,0,k}$	18,5	20	21,5	23,5	24	24,5	24,5
	$f_{c,90,k}$				2,5			
Résistance au cisaillement (cisaillement et torsion)	$f_{v,k}$				3,5			
Résistance au cisaillement roulant	$f_{r,k}$				1,2			
Module d'élasticité	$E_{0,0,mean}$	10 400	10 400	11 000	12 000	12 500	13 000	13 500
	$E_{0,0,05}$	8 600	8 600	9 100	10 000	10 400	10 800	11 200
	$E_{90,0,mean}$				300			
	$E_{90,0,05}$				250			
Module de cisaillement	$G_{0,0,mean}$				650			
	$G_{0,0,05}$				540			
Module de cisaillement roulant	$G_{r,0,mean}$				65			
	$G_{r,0,05}$				54			
Masse volumique ^b	$\rho_{0,k}$	355	355	365	385	390	390	400
	$\rho_{0,mean}$	390	390	400	420	420	430	440

^a Les propriétés indiquées dans ce tableau ont été calculées selon 5.1.5 en tenant compte des combinaisons indiquées dans le tableau 2. Si différentes combinaisons conduisent à des valeurs caractéristiques différentes, les valeurs les plus basses sont indiquées ici.

^b Calculée comme étant la moyenne pondérée des masses volumiques des différentes zones de lamelles, voir 5.1.5.3, 5^{ème} paragraphe.

4.2.3 METAL

Norme et nuance d'acier	Épaisseur nominale t de l'élément [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	490	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	490	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550

- module d'élasticité longitudinale $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$
- module de cisaillement

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \approx 81\,000 \text{ N/mm}^2$$
- coefficient de Poisson en phase élastique $\nu = 0,3$
- coefficient de dilatation thermique linéaire $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ par } K$ (pour $T \leq 100^\circ C$)

4.2.4 BOULONS ORDINAIRES ET BROCHES

- Les boulons et broches employés sont conformes à la norme NF E 27-341
- Les boulons sont montés avec des rondelles conformes à la norme NF E 27-682
- Les têtes de boulons doivent être encastrées dans tous les cas où la protection constructive est nécessaire.
- Les boulons devront être resserrés quand le bois aura atteint l'hygrométrie de service.

4.2.5 TENDEURS MÉTALLIQUES ARCHITECTURAUX

- Ils sont réglables en extrémités avec des chapes fileté montées sur gousset métallique par un axe d'assemblage en acier de qualité 8.8 ou supérieure selon les systèmes de type Detan de DEHA, Macalloy de ARTEON, ASDO, H.C.B. ou équivalent.
- La qualité d'acier est supérieure ou égale à la qualité S355.
- Traitement de base par galvanisation à chaud épaisseur 70μ selon NF A 91-121.

5 ANALYSE DES TAUX DE SOLlicitATIONS SANS SURCHARGE

5.1 BARRES IMPACTÉES PAR UN CHANGEMENT DE CHARGES PERMANENTES

RECAPITULATIF BARRES		
	ELU	ELS
	% par rapport à la charge réelle mise en œuvre	
Barres	1 Pannes def (pas au faitage) sur 2 appuis chargement 1,26xbx	89%
	1 Pannes def en console eq 1,5m	26%
	2 Pannes sur 3 appuis (sur contrefiches 3D)	37%
	3 Pannes sur 3 appuis sur façade	47%
	4 Pannes sur 2 appuis en rive	26%
	5 Déformation de portique	ELS 73 % avec cf 18 mm
	6 Arba portique partie haute	57%
	7 Arba portique milieu	31%
	8 Arba sur les bords	52%
	9 Poteaux verticaux	59%
	10 Poteau incliné	42%
	11 Grandes contrefiches	84%
	12 Petites contrefiches	78%
	13 Contrefiches 3D	20%

Conclusion sur les barres mise en œuvre :

Les barres accepteraient des charges supplémentaires (11 kg/m2 supplémentaire max)

5.2 ASSEMBLAGES IMPACTES PAR UN CHANGEMENT DE CHARGES PERMANENTES

RECAPITULATIF ASSEMBLAGES				
		% par rapport à la charge réelle mise en œuvre	Description	Commentaire
1	Nœud pied de portique nord bèche Appui de poteau incliné Reprise poteau vertical tendu	71% 58% 54%	HEB160 Contact élément principal embranchement	
2	Nœud pied de portique sud Appui sur béton	37%	Ferrure sur béton	
3	Nœud central portique : contrefiches sur poteau incliné Grande contrefiche/poteau incliné effort : perp. poteau Grande contrefiche/poteau incliné : effort parallèle poteau (Si boulons seuls) <i>Au CB71, avec cumul boulons + contact</i>	82% 107% 162% 88%	Appui en compression perpendiculaire y.c. moises Effort dir // poteau seul Appui par embranchement double	L'eurocode est plus défavorable que le CB71 code de calcul sur 2 points : - la compression perpendiculaire était plus favorable - le cumul des résistance de deux type d'assemblage ne prenait pas en compte les raiders
4	grande contrefiche/arba Fourrure sur arba Moises sur arba <i>Au CB71, avec cumul boulons + contact</i>	71% 113% 89%	Embranchement 90mm 5 boulons M20	L'eurocode est plus défavorable que le CB71 code de calcul sur 2 points : - la compression perpendiculaire était plus favorable - le cumul des résistance de deux type d'assemblage ne prenait pas en compte les raiders
5	Poteau incliné/arba Embranchement	47%		
6	Petite contrefiche / Arba Embranchement double (Si boulons seuls) <i>Au CB71, avec cumul boulons + contact</i>	113% 133% 86%		L'eurocode est plus défavorable que le CB71 code de calcul sur 2 points : - la compression perpendiculaire était plus favorable - le cumul des résistance de deux type d'assemblage ne prenait pas en compte les raiders
7	Pannes courantes sur Arba Ferrure en âme sur panne Plaques laterales sur arba	48% 87%	boulons 8.8	
8	Pannes sur contrefiche 3D / Arba Ferrure en âme sur panne Plaques laterales sur arba	26% 43%	boulons 8.8	
9	Pannes de façade sur poteau Pointes sabot S11 sur porteur	46%	Valeur CNA SIMPSON	
10	Pannes de rive sur Arba (effort inverse) Pointes sabot S7 sur panne	36%	Valeur CNA SIMPSON	
11	Contrefiches 3D sur panne Surface calle collée cisailée Surface contact contrefiche/calle	35% 40%		
11	Pannes sur pignons Pointes sabot S8 sur porteur	92%	Valeur CNA SIMPSON	

Conclusion sur les assemblages mis en œuvre :

Le précédent code de calcul CB71 était plus favorable que l'eurocode et était moins limitatif pour la compression perpendiculaire au bois et à la combinaison de plusieurs types d'assemblage.

Les assemblages calculés selon les règles actuelles montrent un dépassement des contraintes dans les zones d'assemblages des fermes de l'ordre de 13% par rapport aux charges.

Néanmoins, ces assemblages ne présentent pas de risque particulier dans l'état étant donné la bonne qualité apparente des bois en compression perpendiculaire au droit de ces impacts.

Nous rappelons que les codes de calcul Eurocode sont statistiques et apportent des sécurités sur les charges (1.35 sur les charges permanentes et 1.50 sur les charges de neige) et sur les matériaux (1.25 sur le lamellé-collé). Le dépassement des contraintes sur des bâtiments calculés aux CB71 est fréquent.

6 CONCLUSIONS

A la vue des conclusions intermédiaires, **il ne nous semble pas possible d'ajouter des surcharges** sur la charpente sans un renforcement de certains assemblages.

Néanmoins, le renforcement de ces assemblages n'est possible qu'en changeant les tôles en âme et en ajoutant des broches ou en ajoutant des ferrures externes (remettant fortement en cause l'esthétique du projet). Ce type de renforcement si il est réalisable présenterait un coût estimatif minimum de 25000 € HT et ne nous semble pas judicieux pour permettre l'ajout de 10 kg/m² de charge maximum.

7 ANNEXES

Extraits du modèle 2D RSTAB utilisé en EXE, et de certains résultats	p17 à 20
Note de calcul des principales barres	p21 à 34
Note de calcul des principaux organes assemblages (caractérisation des organes)	p35 à 39
Note de calcul des principaux assemblages (groupes d'organes)	p40 à 42
Note de calcul sur les principaux embranchements	p43 à 47

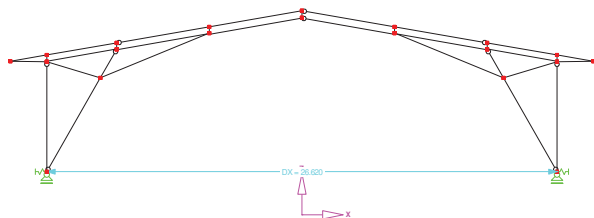
**Project:** No name**Position:** Coupe DIAG

Page: 1

03/08/2018

STRUCTURAL DATA

In Y-direction

Modèle1.965 m



Project: No name

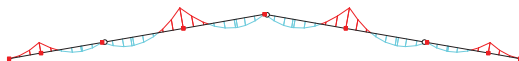
Position: Coupe DIAG

Page: 1

03/08/2018

RESULTSLS 1 - CP = 0.42 kN/m² (y.c. pannes)
Internal Forces M-2

In Y-direction

Flexion dans bac

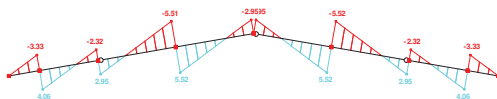
11.365 kNm

Max M-2: 2.53, Min M-2: -6.29 kNm

2.240 m

LS 1 - CP = 0.42 kN/m² (y.c. pannes)
Internal Forces V-3
Support Reactions

In Y-direction

Tranchant dans le bac = répartition des efforts sur panne

7.976 kN

Max V-3: 5.52, Min V-3: -5.52 kN

2.341 m



Project: No name

Position: Coupe DIAG

Page: 1

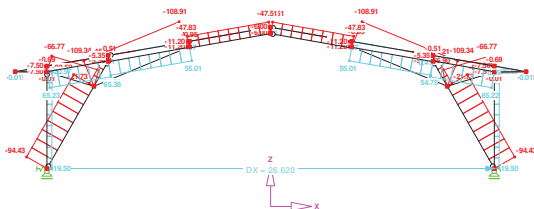
03/08/2018

RESULTS

LS 1 - CP = 0.42 kN/m² (y.c. pannes)
Internal Forces N

In Y-direction

Efforts normaux sous G



151.231 kN

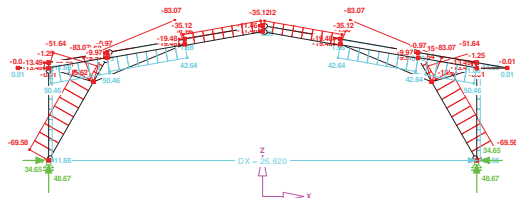
Max N: 65.38, Min N: -109.34 kN

2.240 m

LS 2 - N = 0.55 kN/m²
Internal Forces N
Support Reactions

In Y-direction

Efforts normaux sous Neige



120.035 kN

Max N: 50.46, Min N: -83.07 kN

2.341 m

Pannes def (pas au faitage) sur 2 appuis chargement 1,2xbdc										ELU 100%		ELS 73 % avec cf 18 mm							
Classe de service :		1		section rectangulaire(mm)						caractéristiques									
		classe résistance		b (sur y)		h (sur z)													
		GL24h		115 x 450															
Portée principale (plan xz) :		L = 7,42								A = 5,18E+04 mm²									
Espacement selon y :		e = 6,26								Av = 4,31E+04 mm²									
Portée secondaire (plan xy) :		L = 7,42								W _y = 3,88E+06 mm³									
Espacement selon z :		e = 0,23								I _y = 8,73E+08 mm⁴									
										W _z = 9,92E+05 mm³									
										I _z = 5,70E+07 mm⁴									
Vecteur Poids propre (>0):		1 sur z et 0 sur y								I _{xy} = 1,91E+08 mm⁴									
ψ0/ψ1/ψ2		Chargement		qz (kN/m2)		My (kNm)		qy (kN/m2)		Mz (kNm)		Vz (kN)		Vy (kN)		Nx (kN)		k _{red}	
		Gsup =		0,48														0,60	
0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =		0,43																0,90	
0,6/0,2/0,0 W1 =		0,20																1,10	
0,6/0,2/0,0 OU W2 =		-0,69																1,10	
STABILITE de la POUTRE																			
Paramètres de flambement				y selon hauteur				z selon largeur				βc = 0,1							
Longueur de flambement :				L _{Ly} = 7,42 m				L _{Lz} = 7,42 m											
Coefficients :				k _{cy} = 0,84				k _{cz} = 0,08				Risque de flambement							
Dversement membre haute (z+) selon y								Longueur efficace : L _{ef} = 7,4 m											
Coefficient				k _{crit} = 0,84				Risque de déversement membre sup											
Dversement membre basse (z-) selon y								Longueur efficace : L _{ef} = 7,4											
Coefficient				k _{crit} = 0,84				Risque de déversement membre inf											
VERIFICATION AUX ELU																			
Coefficients																			
Coeff. partiel du matériau :				γ _M = 1,25															
Facteur d'échelle :				k _{h,ly} = 1,03		k _{h,lz} = 1,10		k _{h,N} = 1,10											
Résistance caractéristiques:																			
en flexion :				f _{m,kd} = 24,00 MPa		en cisaillement :		f _{vk} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 1,00									
en compression :				f _{c,0,k} = 24,00 MPa		en traction :		f _{t,0,k} = 19,2 MPa											
Comb. Déf. ELU axial:										1,35 Gs + 1,5 S		γ _M = 1,25		k _{red} = 0,9					
Coeff de combinaison : k _m = 0,7																			
N _{ed} = 0,0 kN				N _{rd} = 786,9 kN		η = 0,00		✓											
M _{y,ed} = 57,8 kN.m				M _{y,rd} = 57,9 kNm		η = 1,00		✓											
M _{z,ed} = 0,0 kN.m				M _{z,rd} = 18,9 Nm		η = 0,00		✓											
Concomitance : Mydev						η = 1,00		✓											
Comb. Déf. ELU cisaille.										1,35 Gs + 1,5 S		γ _M = 1,25		k _{red} = 0,9					
IVI= 31,2 kN				V _{z,rd} = 86,9 kN		η = 0,36		✓											
VERIFICATION AUX ELS										Classe de service :		1		k _{def} = 0,6					
Contreflèche : W _{cz} = 18,0 mm				Emoy = 11500 Mpa		Gmoy = 650 Mpa													
Déformation verticale instantanée (sans fluage)																			
				uz(qz)		uz(My)		uy(qy)		uy(Mz)									
Charges Perm. W _{inst,CP} = 13,4				0,0		0,0		0,0		mm									
Surcharge W _{inst,Q} = 0,0				0,0		0,0		0,0		mm									
Neige W _{inst,S} = 11,3				0,0		0,0		0,0		mm									
Vent W _{inst,W1} = 5,2				0,0		0,0		0,0		mm									
Vent W _{inst,W2} = -18,0				0,0		0,0		0,0		mm									
Vérification flèches sur z																			
u ₃ = W _{inst} (Q)				-18,0 mm		= 73%		de ^L / ₃₀₀		✓		W2							
u _{3>0} = W _{inst} (Q)				14,4 mm		= 58%		de ^L / ₃₀₀		✓		S+ psi0 Q+psi0 W1							
u ₂ = W _{creep} =				8,1 mm															
u ₃ + W _{creep} =				22,5 mm		= 0%		de ^L / ₁		✓									
u _{tot} = W _{th} =				35,9 mm		= 61%		de ^L / ₁₂₅		✓		rotation à l'appui max ω = 0,8 °							
u _{max} = W _{th,inst} =				17,9 mm		= 48%		de ^L / ₂₀₀		✓									

Pannes def en console eq 1,5m										ELU 26%	ELS 17 %
Classe de service :		1	section rectangulaire(mm)					caractéristiques			
		classe résistance	b (sur y)	h (sur z)						A = 1,84E+04 mm²	
		GL24h	115	x 160						Av = 1,53E+04 mm²	
Portée principale (plan xz) :		L = 1,50								W _y = 4,91E+05 mm³	
Espacement selon y :		e = 6,26								I _y = 3,93E+07 mm⁴	
Portée secondaire (plan xy) :		L = 1,50								W _z = 3,53E+05 mm³	
Espacement selon z :		e = 0,23			I _z = 2,03E+07 mm⁴						
Vecteur Poids propre (>0):		1	sur z	et	0	sur y	I _{xy} = 5,46E+07 mm⁴				
ψ0/ψ1/ψ2	Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy (kN)	Nx (kN)	k _{red}	T	
	Gsup =	0,37								0,60	
	0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =	0,43								0,90	
	0,6/0,2/0,0 W1 =	0,20								1,10	
	0,6/0,2/0,0 OU W2 =	-0,69								-20,0	1,10
										-20,0	1,10
STABILITE de la POUTRE											
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur		βc = 0,1					
Longueur de flambement :		L _{Ly} = 1,50 m		L _{Lz} = 1,50 m							
Coefficients :		k _{cy} = 0,97		k _{cz} = 0,93		Risque de flambement					
Déversement membre haute (z+) selon y						Longueur efficace : L _{ef} = 1,5 m					
Coefficient		k _{crit} = 1,00				Pas de risque de déversement membre sup					
Déversement membre basse (z-) selon y						Longueur efficace : L _{ef} = 1,5					
Coefficient		k _{crit} = 1,00				Pas de risque de déversement membre inf					
VERIFICATION AUX ELU											
Coefficients											
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25									
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} = 1,10		k _{h,lz} = 1,10		k _{h,lz} = 1,10					
Résistance caractéristiques:											
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa		en cisaillement :		f _{vk} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 1,00			
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa		en traction :		f _{t,0,k} = 19,2 MPa					
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 W1 + 1,5 psi0 S				γ _M = 1,25		k _{red} = 1,1			
Coeff de combinaison : k _m = 0,7											
N _{ed} =		-30,0 kN		N _{rd} =		-359,7 kN		η = 0,08		✓	
M _{y,ed} =		2,0 kN.m		M _{y,rd} =		11,4 kNm		η = 0,18		✓	
M _{z,ed} =		0,0 kN.m		M _{z,rd} =		8,2 Nm		η = 0,00		✓	
Concomitance : N _{ed} + M _y								η = 0,26		✓	
Comb. Déf. ELU cisaille:		1,35 Gs + 1,5 S				γ _M = 1,25		k _{red} = 0,9			
IVI =		5,5		V _{z,rd} =		30,9 kN		η = 0,18		✓	
VERIFICATION AUX ELS											
Classe de service :		1		k _{def} =		0,6					
Contreflèche : W _{zz} =		mm		Emoy =		11500 Mpa		Gmoy = 650 Mpa			
Déformation verticale instantanée (sans fluage)											
		uz(qz)		uz(My)		uy(qy)		uy(Mz)			
Charges Perm. W _{inst,CP} =		0,4		0,0		0,0		0,0 mm			
Surcharge W _{inst,Q} =		0,0		0,0		0,0		0,0 mm			
Neige W _{inst,S} =		0,5		0,0		0,0		0,0 mm			
Vent W _{inst,W1} =		0,2		0,0		0,0		0,0 mm			
Vent W _{inst,W2} =		-0,8		0,0		0,0		0,0 mm			
Vérification flèches sur z											
u ₃ = W _{inst(Q)}		-0,8 mm		= 15%		de $\frac{l_y}{300}$		✓ W2			
u _{3>0} = W _{inst(Q)}		0,6 mm		= 12%		de $\frac{l_y}{300}$		✓ S+ psi0 Q+psi0 W1			
u ₂ = W _{creep} =		0,3 mm									
u ₃ + W _{creep} =		0,9 mm		= 0%		de $\frac{l_y}{1}$		✓			
u _{tot} = W _{fin} =		1,3 mm		= 11%		de $\frac{l_y}{125}$		✓			
u _{max} = W _{fin,rel} =		1,3 mm		= 17%		de $\frac{l_y}{200}$		✓			
										rotation à l'appui max ω = 0,3 ‰	

Pannes sur 3 appuis (sur contrefiches 3D)										ELU 37%	ELS 17 %
Classe de service :		1	section rectangulaire(mm)				caractéristiques				
		classe résistance		b (sur y)	h (sur z)						
		GL24h		115	x 360						
Portée principale (plan xz) :		L =	3,71								
Espacement selon y :		e =	4,31								
Portée secondaire (plan xy) :		L =	3,71								
Espacement selon z :		e =	0,23								
Vecteur Poids propre (>0):		1	sur z	et	0	sur y					
ψ0/ψ1/ψ2	Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy(kN)	Nx (kN)	k _{red}	T	
	Gsup =	0,37						-20,0	0,60		
	0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =	0,43						-15,0	0,90		
	0,6/0,2/0,0 W1 =	0,34						-5,0	1,10		
	0,6/0,2/0,0 OU W2 =	-0,69						-5,0	1,10		
STABILITE de la POUTRE											
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur		βc = 0,1					
Longueur de flambement :		L _{L,y} =	3,71	m	L _{L,z} =	3,71	m				
Coefficients :		k _{cy} =	0,96					Risque de flambement			
Déversement membrure haute (z+) selon y				Longueur efficace :		L _{ef} =	3,7	m			
Coefficient		k _{crit} =	1,00					Pas de risque de déversement membrure sup			
Déversement membrure basse (z-) selon y				Longueur efficace :		L _{ef} =	3,7				
Coefficient		k _{crit} =	1,00					Pas de risque de déversement membrure inf			
VERIFICATION AUX ELU											
Coefficients											
Coeff. partiel du matériau :		γ _M =	1,25								
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} =	1,05	k _{h,lz} =	1,10	k _{h,lt} =	1,10				
Résistance caractéristiques:											
en flexion :		f _{m,kd} =	24,00	MPa	en cisaillement :	f _{v,k} =	3,50	Mpa	k _{cr} =	1,00	
en compression :		f _{c,0,k} =	24,00	MPa	en traction :	f _{t,0,k} =	19,2	MPa			
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S				γ _M =	1,25	k _{red} =	0,9		
		Coeff de combinaison : k _m =		0,7							
N _{ed} =		-49,5	kN	N _{rd} =	-212,0	kN	η =	0,23	✓		
M _{y,ed} =		8,9	kN.m	M _{y,rd} =	45,2	kNm	η =	0,20	✓		
M _{z,ed} =		0,0	kN.m	M _{z,rd} =	15,1	Nm	η =	0,00	✓		
Concomitance : Ncdiz + km*My						η =	0,37	✓			
Comb. Déf. ELU cisaille:		1,35 Gs + 1,5 S + 1,5 psi0 Q + 1,5 psi0 W1				γ _M =	1,25	k _{red} =	1,1		
IVL =		12,1	kN	V _{z,rd} =	85,0	kN	η =	0,14	✓		
VERIFICATION AUX ELS											
Classe de service :		1	k _{def} =	0,6							
Contreflèche : W _{cz} =		0,0	mm	Emoy =	11500	Mpa	Gmoy =	650	Mpa		
Déformation verticale instantanée (sans fluage)											
		uz(qz)	uz(My)	uy(qy)	uy(Mz)						
Charges Perm. W _{inst,CP} =		1,0	0,0	0,0	0,0	mm					
Surcharge W _{inst,Q} =		0,0	0,0	0,0	0,0	mm					
Neige W _{inst,S} =		1,0	0,0	0,0	0,0	mm					
Vent W _{inst,W1} =		0,8	0,0	0,0	0,0	mm					
Vent W _{inst,W2} =		-1,7	0,0	0,0	0,0	mm					
Vérification flèches sur z											
u ₃ = W _{inst(Q)}		-1,7	mm	=	13%	de L _y / 300	✓	W2			
u _{3>0} = W _{inst(Q)}		1,5	mm	=	12%	de L _y / 300	✓	S+ psi0 Q+psi0 W1			
u ₂ = W _{creep}		0,6	mm								
u ₃ + W _{creep}		2,1	mm	=	0%	de L _y / 1	✓				
u _{tot} = W _{fin}		3,1	mm	=	10%	de L _y / 125	✓	rotation à l'appui max ω = 0,3 %			
u _{max} = W _{fin,inst}		3,1	mm	=	17%	de L _y / 200	✓				

Pannes sur 3 appuis sur façade										ELU 47%		ELS 28 %	
Classe de service :		1		section rectangulaire(mm)				caractéristiques					
		classe résistance		b (sur y)		h (sur z)							
		GL24h		115 x 315									
Portée principale (plan xz) :		L = 3,71						A = 3,62E+04 mm²					
Espacement selon y :		e = 5,04						Av = 3,02E+04 mm²					
Portée secondaire (plan xy) :		L = 3,71						Wy = 1,90E+06 mm³					
Espacement selon z :		e = 0,23						Iy = 3,00E+08 mm⁴					
								Wz = 6,94E+05 mm³					
								Iz = 3,99E+07 mm⁴					
Vecteur Poids propre (>0):		1 sur z		et 0 sur y				Ibr = 1,24E+08 mm⁴					
ψ0/ψ1/ψ2	Chargement		qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy(kN)	Nx (kN)	kred	T		
	Gsup =		0,37						-20,0	0,60			
	0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =		0,43						-15,0	0,90			
	0,6/0,2/0,0 W1 =		0,34						-5,0	1,10			
	0,6/0,2/0,0 OU W2 =		-0,69						-5,0	1,10			
STABILITE de la POUTRE													
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur				βc = 0,1					
Longueur de flambement :		L _{Ly} = 3,71 m		L _{Lz} = 3,71 m									
Coefficients :		k _{cy} = 0,95		k _{cz} = 0,30				Risque de flambement					
Déversement membre haute (z+) selon y								Longueur efficace : L _{ef} = 3,7 m					
Coefficient		k _{crit} = 1,00						Pas de risque de déversement membre sup					
Déversement membre basse (z-) selon y								Longueur efficace : L _{ef} = 3,7					
Coefficient		k _{crit} = 1,00						Pas de risque de déversement membre inf					
VERIFICATION AUX ELU													
Coefficients													
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25											
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} = 1,07		k _{h,lz} = 1,10		k _{h,lt} = 1,10							
Résistance caractéristiques:													
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa		en cisaillement :		f _{tk} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 1,00					
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa		en traction :		f _{t,0,k} = 19,2 MPa							
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S				γ _M = 1,25		k _{red} = 0,9					
		Coeff de combinaison : k _m = 0,7											
N _{ed} =		-49,5 kN		N _{rd} = -185,5 kN		η = 0,27		✓					
M _{y,ed} =		10,3 kN.m		M _{y,rd} = 35,1 kNm		η = 0,29		✓					
M _{z,ed} =		0,0 kN.m		M _{z,rd} = 13,2 Nm		η = 0,00		✓					
Concomitance : Ncdiz + km*My						η = 0,47		✓					
Comb. Déf. ELU cisaille:		1,35 Gs + 1,5 S + 1,5 psi0 Q + 1,5 psi0 W1				γ _M = 1,25		k _{red} = 1,1					
IVI=		14,0 kN		V _{z,rd} = 74,4 kN		η = 0,19		✓					
VERIFICATION AUX ELS													
Classe de service :		1		k _{def} = 0,6									
Contreflèche : W _{cz} =		0,0 mm		Emoy = 11500 Mpa		Gmoy = 650 Mpa							
Déformation verticale instantanée (sans fluage)													
		uz(qz)		uz(My)		uy(qy)		uy(Mz)					
Charges Perm. W _{inst,CP} =		1,6		0,0		0,0		0,0		mm			
Surcharge W _{inst,Q} =		0,0		0,0		0,0		0,0		mm			
Neige W _{inst,S} =		1,7		0,0		0,0		0,0		mm			
Vent W _{inst,W1} =		1,4		0,0		0,0		0,0		mm			
Vent W _{inst,W2} =		-2,8		0,0		0,0		0,0		mm			
Vérification flèches sur z													
u ₃ = W _{inst(Q)}		-2,8 mm		= 23%		de L _y / 300		✓		W2			
u _{3>0} = W _{inst(Q)}		2,6 mm		= 21%		de L _y / 300		✓		S+ psi0 Q+psi0 W1			
u ₂ = W _{creep} =		1,0 mm											
u ₃ + W _{creep} =		3,6 mm		= 0%		de L _y / 1		✓					
u _{tot} = W _{tot} =		5,2 mm		= 17%		de L _y / 125		✓		rotation à l'appui max ω = 0,4 °/m			
u _{max} = W _{tot,inst} =		5,2 mm		= 28%		de L _y / 200		✓					

Pannes sur 2 appuis en rive										ELU 26%		ELS 65 %							
Classe de service :		1		section rectangulaire(mm)						caractéristiques									
		classe résistance		b (sur y)		h (sur z)													
		GL24h		115		x 270													
Portée principale (plan xz) :		L = 7,42								A = 3,11E+04 mm²									
Espacement selon y :		e = 0,50								Av = 2,59E+04 mm²									
Portée secondaire (plan xy) :		L = 7,42								W _y = 1,40E+06 mm³									
Espacement selon z :		e = 0,23								I _y = 1,89E+08 mm⁴									
										W _z = 5,95E+05 mm³									
										I _z = 3,42E+07 mm⁴									
Vecteur Poids propre (>0):		1		sur z		et 0		sur y		I _{xy} = 1,03E+08 mm⁴									
ψ0/ψ1/ψ2		Chargement		qz (kN/m2)		My (kNm)		qy (kN/m2)		Mz (kNm)		Vz (kN)		Vy (kN)		Nx (kN)		k _{red}	
		G _{susp} = 0,15																0,60	
0,5/0,2/0,0		<1000 m CT S = 0,43																0,90	
0,6/0,2/0,0		W1 = 0,86																1,10	
0,6/0,2/0,0		OU W2 = -1,72																1,10	
STABILE de la POUTRE																			
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur								β _c = 0,1							
Longueur de flambement :		L _{L,y} = 7,42		m		L _{L,z} = 7,42		m											
Coefficients :		k _{cy} = 0,40				k _{cz} = 0,08								Risque de flambement					
Dérèglement membre haute (z-) selon y								Longueur efficace : L _{ef} = 7,4				m							
Coefficient k _{crit} = 0,99												Risque de déversement membre sup							
Dérèglement membre basse (z-) selon y								Longueur efficace : L _{ef} = 7,4											
Coefficient k _{crit} = 0,99												Risque de déversement membre inf							
VERIFICATION AUX ELU																			
Coefficients																			
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25																	
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} = 1,08		k _{h,lz} = 1,10		k _{h,lt} = 1,10													
Résistance caractéristiques:																			
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00		MPa		en cisaillement :		f _{vk} = 3,50		Mpa		k _{cr} = 1,00							
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00		MPa		en traction :		f _{t,0,k} = 19,2		MPa									
Comb. Déf. ELU axial:		0,9 Gi + 1,5W2				γ _M = 1,25		k _{red} = 1,1											
Coeff de combinaison : k _m = 0,7																			
N _{ed} = 0,0		kN		N _{rd} = 577,1		kN		η = 0,00				✓							
M _{y,ed} = -8,1		kN.m		M _{y,rd} = -31,5		kNm		η = 0,26				✓							
M _{z,ed} = 0,0		kN.m		M _{z,rd} = 13,8		Nm		η = 0,00				✓							
Concomitance : Mydev								η = 0,26				✓							
Comb. Déf. ELU cisaille.		0,9 Gi + 1,5W2				γ _M = 1,25		k _{red} = 1,1											
IVI = 4,4		kN		V _{z,rd} = 63,8		kN		η = 0,07				✓							
VERIFICATION AUX ELS																			
Classe de service :		1		k _{def} = 0,6															
Contreflèche : W _{zz} = 0,0		mm		Emoy = 11500		Mpa		Gmoy = 650		Mpa									
Déformation verticale instantanée (sans fluage)																			
		uz(qz)		uz(My)		uy(qy)		uy(Mz)											
Charges Perm. W _{inst,CP} = 3,8		0,0		0,0		0,0		0,0		mm									
Surcharge W _{inst,Q} = 0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		mm									
Neige W _{inst,S} = 4,0		0,0		0,0		0,0		0,0		mm									
Vent W _{inst,w1} = 8,0		0,0		0,0		0,0		0,0		mm									
Vent W _{inst,w2} = -16,0		0,0		0,0		0,0		0,0		mm									
Vérification flèches sur z																			
u ₃ = W _{inst} (Q)		-16,0		mm		= 65%		de l ₁ /300		✓		W2							
u ₃₊₀ = W _{inst} (Q)		10,0		mm		= 40%		de l ₁ /300		✓		W1+psi0 S+psi0 Q							
u ₂ = W _{creep} = 2,3		mm																	
u ₃ + W _{creep} = 12,3		mm		= 0%				de l ₁ /1		✓									
u _{tot} = W _{th} = 16,1		mm		= 27%				de l ₁ /125		✓									
u _{max} = W _{th,inst} = 16,1		mm		= 43%				de l ₁ /200		✓		rotation à l'appui max ω = 0,7 ‰							

Pannes sur 3 appuis (sur contrefiches 3D)										ELU 39%		ELS 20 %									
Classe de service :		1		section rectangulaire(mm)				caractéristiques													
		classe résistance		b (sur y)		h (sur z)															
		GL24h		115 x 360																	
Portée principale (plan xz) :		L = 3,71						A = 4,14E+04 mm²													
Espacement selon y :		e = 4,97						Av = 3,45E+04 mm²													
Portée secondaire (plan xy) :		L = 3,71						Wy = 2,48E+06 mm³													
Espacement selon z :		e = 0,23						Iy = 4,47E+08 mm⁴													
								Wz = 7,94E+05 mm³													
								Iz = 4,56E+07 mm⁴													
Vecteur Poids propre (>0):		1 sur z		et		0 sur y		Ibr = 1,46E+08 mm⁴													
ψ0/ψ1/ψ2		Chargement		qz (kN/m2)		My (kNm)		qy (kN/m2)		Mz (kNm)		Vz (kN)		Vy (kN)		Nx (kN)		k _{red}		T	
		Gsup =		0,37														-20,0		0,60	
0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =		0,43																-15,0		0,90	
0,6/0,2/0,0 W1 =		0,34																-5,0		1,10	
0,6/0,2/0,0 OU W2 =		-0,69																-5,0		1,10	
STABILITE de la POUTRE																					
Paramètres de flambement		y selon hauteur				z selon largeur				βc = 0,1											
Longueur de flambement :		L _{L,y} = 3,71 m				L _{L,z} = 3,71 m															
Coefficients :		k _{Ly} = 0,96				k _{Lz} = 0,30				Risque de flambement											
Déversement membrure haute (z+) selon y										Longueur efficace : L _{ef} = 3,7 m											
Coefficient		k _{crit} = 1,00								Pas de risque de déversement membrure sup											
Déversement membrure basse (z-) selon y										Longueur efficace : L _{ef} = 3,7											
Coefficient		k _{crit} = 1,00								Pas de risque de déversement membrure inf											
VERIFICATION AUX ELU																					
Coefficients																					
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25																			
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} = 1,05				k _{h,lz} = 1,10				k _{h,lz} = 1,10											
Résistance caractéristiques:																					
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa				en cisaillement :				f _{vk} = 3,50 Mpa				k _{cr} = 1,00							
en compression :		f _{cd,k} = 24,00 MPa				en traction :				f _{td,k} = 19,2 MPa											
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S				γ _M = 1,25				k _{red} = 0,9											
		Coeff de combinaison : k _m = 0,7																			
N _{ed} =		-49,5 kN				N _{rd} = -212,0 kN				η = 0,23				✓							
M _{y,ed} =		10,2 kN.m				M _{y,rd} = 45,2 kNm				η = 0,23				✓							
M _{z,ed} =		0,0 kN.m				M _{z,rd} = 15,1 Nm				η = 0,00				✓							
Concomitance : Ncdiz + km*My										η = 0,39				✓							
Comb. Déf. ELU cisaille:		1,35 Gs + 1,5 S + 1,5 psi0 Q + 1,5 psi0 W1				γ _M = 1,25				k _{red} = 1,1				1,1							
IVI =		13,9 kN				V _{z,rd} = 85,0 kN				η = 0,16				✓							
VERIFICATION AUX ELS																					
Classe de service :		1				k _{def} = 0,6															
Contreflèche : W _{cz} =		0,0 mm				Emoy = 11500 Mpa				Gmoy = 650 Mpa											
Déformation verticale instantanée (sans fluage)																					
		uz(qz)		uz(My)		uy(qy)		uy(Mz)													
Charges Perm. W _{inst,CP} =		1,1		0,0		0,0		0,0		mm											
Surcharge W _{inst,Q} =		0,0		0,0		0,0		0,0		mm											
Neige W _{inst,S} =		1,2		0,0		0,0		0,0		mm											
Vent W _{inst,W1} =		1,0		0,0		0,0		0,0		mm											
Vent W _{inst,W2} =		-1,9		0,0		0,0		0,0		mm											
Vérification flèches sur z																					
u ₃ = W _{inst(Q)}		-1,9 mm		= 15%		de L _y / 300		✓		W2											
u _{3>0} = W _{inst(Q)}		1,8 mm		= 14%		de L _y / 300		✓		S+ psi0 Q+psi0 W1											
u ₂ = W _{creep}		0,7 mm																			
u ₃ + W _{creep}		2,4 mm		= 0%		de L _y / 1		✓													
u _{tot} = W _{tot}		3,6 mm		= 12%		de L _y / 125		✓													
u _{max} = W _{tot,inst}		3,6 mm		= 19%		de L _y / 200		✓												rotation à l'appui max ω = 0,3 %	

Déformation de portique				ELU 0%	ELS 56 % avec cf 50 mm
Classe de service :	1	section rectangulaire(mm)		caractéristiques	
	classe résistance	b (sur y)	h (sur z)		
	GL24h	137	365		
Portée principale (plan xz) :	L = 26,62			A = 5,00E+04 mm ²	
Espacement selon y :	e = 7,42			Av = 4,17E+04 mm ²	
Portée secondaire (plan xy) :	L = 26,62			W _y = 3,04E+06 mm ³	
Espacement selon z :	e = 0,23			I _y = 5,55E+08 mm ⁴	
Vecteur Poids propre (>0):	0 sur z et 0 sur y			W _z = 1,14E+06 mm ³	
				I _z = 7,82E+07 mm ⁴	
				I _{tor} = 2,42E+08 mm ⁴	
VERIFICATION AUX ELS					
Contrefrèche : W _{cr} =	50,0	mm	Emoy =	11500	Mpa
			Gmoy =	650	Mpa
Déformation verticale instantanée (sans fluage)					
	uz(qz)	uz(My)	uy(qy)	uy(Mz)	
Charges Perm. W _{inst,CP} =	0,0	31,0	0,0	0,0	mm
Surcharge W _{inst,Q} =	0,0	0,0	0,0	0,0	mm
Neige W _{inst,S} =	0,0	21,0	0,0	0,0	mm
Vent W _{inst,w1} =	0,0	5,0	0,0	0,0	mm
Vent W _{inst,w2} =	0,0	-7,0	0,0	0,0	mm
Vérification flèches sur z					
u ₃ = W _{inst(Q)}	24,0	mm	=	27%	de L _y / 300
u _{3>0} = W _{inst(Q)}	24,0	mm	=	27%	de L _y / 300
u ₂ = W _{creep}	18,6	mm			
u ₃ + W _{creep}	42,6	mm	=	0%	de L _y / 1
u _{tot} = W _{inst}	73,6	mm	=	55%	de L _y / 200
u _{max} = W _{inst,net}	23,6	mm	=	27%	de L _y / 300
					rotation à l'appui max ω = 0,3 %
Arba portique partie haute					
Classe de service :	1	section rectangulaire(mm)		caractéristiques	
	classe résistance	b (sur y)	h (sur z)		
	GL24h	137	540		
Portée principale (plan xz) :	L = 13,31			A = 7,40E+04 mm ²	
Espacement selon y :	e = 7,42			Av = 6,17E+04 mm ²	
Portée secondaire (plan xy) :	L = 13,31			W _y = 6,66E+06 mm ³	
Espacement selon z :	e = 0,23			I _y = 1,80E+09 mm ⁴	
Vecteur Poids propre (>0):	0 sur z et 0 sur y			W _z = 1,69E+06 mm ³	
				I _z = 1,16E+08 mm ⁴	
				I _{tor} = 3,88E+08 mm ⁴	
ψ0/ψ1/ψ2	Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)
	Gsup =	3,0		1,0	
0,5/0,2/0,0	<1000 m CT S =	2,0		1,0	
0,6/0,2/0,0	W1 =	1,0		1,0	
0,6/0,2/0,0	OU W2 =	-1,0		-1,0	
STABILITE de la POUTRE					
Paramètres de flambement		y selon hauteur	z selon largeur	βc = 0,1	
Longueur de flambement :	L _{Ly} = 5,84	m	L _{Lz} = 5,84	m	
Coefficients :	k _{cy} = 0,96		k _{cz} = 0,17		Risque de flambement
Deversement membrure haute (z+) selon y		Longueur efficace : L _{ef} = 13,3		m	
Coefficient	k _{crit} = 0,67	Risque de déversement membrure sup			
Deversement membrure basse (z-) selon y		Longueur efficace : L _{ef} = 13,3		m	
Coefficient	k _{crit} = 0,67	Risque de déversement membrure inf			
VERIFICATION AUX ELU					
Coefficients					
Coeff. partiel du matériau :	γ _M = 1,25				
Facteur d'échelle :	k _{hly} = 1,01	k _{hly} = 1,10	k _{hly} = 1,10		
Résistance caractéristiques:					
en flexion :	f _{mkd} = 24,00	MPa	en cisaillement :	f _{vk} = 3,50	Mpa
en compression :	f _{ck} = 24,00	MPa	en traction :	f _{tk} = 19,2	MPa
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S	γ _M = 1,25	k _{red} = 0,9	
Coeff de combinaison : k m = 0,7					
N _{ed} =	-117,3	kN	N _{rd} =	-221,5	kN
M _{y,ed} =	7,1	kN.m	M _{y,rd} =	78,1	kN.m
M _{z,ed} =	0,0	kN.m	M _{z,rd} =	32,1	Nm
Concomitance : Nofix + km ² My			η = 0,57		
Comb. Déf. ELU cisailie.		1,35 Gs + 1,5 S + 1,5 psio Q + 1,5 psio W1	γ _M = 1,25	k _{red} = 1,1	
IVI=	3,8	kN	V _{z,rd} =	151,9	kN
			η = 0,02		

Arba portique milieu				ELU 31%			ELS 0 %			
Classe de service :		1	section rectangulaire(mm)					caractéristiques		
		classe résistance	b (sur y)	h (sur z)						
		GL24h	137	x 450						
Portée principale (plan xz) :		L = 13,31								
Espacement selon y :		e = 7,42								
Portée secondaire (plan xy) :		L = 13,31								
Espacement selon z :		e = 0,23								
Vecteur Poids propre (>0):		0	sur z	et	0	sur y				
$\psi_0/\psi_1/\psi_2$		Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy(kN)	Nx (kN)	K _{red}
		G _{sup} =	7,0				1,0		55,0	0,60
		0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =	2,0				1,0		43,0	0,90
		0,6/0,2/0,0 W1 =	4,0				1,0		37,0	1,10
		0,6/0,2/0,0 OU W2 =	-4,0				-1,0		-37,0	1,10
STABILITE de la POUTRE										
Paramètres de flambement		y selon hauteur			z selon largeur			β _c = 0,1		
Longueur de flambement :		L _{Ly} = 5,84 m			L _{Lz} = 5,84 m					
Coefficients :		k _{Ly} = 0,93			k _{Lz} = 0,17			Risque de flambement		
Deversement membrure haute (z+) selon y		Coefficient k _{crit} = 0,74			Longueur efficace : L _{ef} = 13,3 m					
Deversement membrure basse (z-) selon y		Coefficient k _{crit} = 0,74			Longueur efficace : L _{ef} = 13,3			Risque de déversement membrure sup		
								Risque de déversement membrure inf		
VERIFICATION AUX ELU										
Coefficients										
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25								
Facteur d'échelle :		k _{h,y} = 1,03			k _{h,z} = 1,10			k _{h,t} = 1,10		
Résistance caractéristiques:										
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa			en cisaillement :			f _{v,k} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 1,00
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa			en traction :			f _{t,0,k} = 19,2 MPa		
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 W1 + 1,5 psi0 S			γ _M = 1,25			k _{red} = 1,1		
		Coeff de combinaison : k _m = 0,7								
N _{ed} =		162,0	kN	N _{ed} =		1145,8	kN	η = 0,14		✓
M _{y,ed} =		17,0	kNm	M _{y,ed} =		74,6	kNm	η = 0,23		✓
M _{z,ed} =		0,0	kNm	M _{z,ed} =		32,7	Nm	η = 0,00		✓
Concomitance : Nt + My							η = 0,31		✓	
Comb. Déf. ELU cisaille,		1,35 Gs + 1,5 S + 1,5 psi0 Q + 1,5 psi0 W1			γ _M = 1,25			k _{red} = 1,1		
IVI=		3,8	kN	V _{d,rd} =		126,6	kN	η = 0,03		✓

Arba sur les bords				ELU 52%			ELS 0 %						
Classe de service :		1	section rectangulaire(mm)					caractéristiques					
		classe résistance	b (sur y)		h (sur z)								
		GL24h	137		x 365								
Portée principale (plan xz) :		L = 13,31											
Espacement selon y :		e = 7,42											
Portée secondaire (plan xy) :		L = 13,31											
Espacement selon z :		e = 0,23											
Vecteur Poids propre (>0):		0	sur z	et	0	sur y							
ψ0/ψ1/ψ2	Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy (kN)	Nx (kN)	k _{red}	T			
	G _{sup} =	8,0									1,0	65,0	0,60
	0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =	4,0									1,0	50,0	0,90
	0,6/0,2/0,0 W1 =	4,0									1,0	40,0	1,10
	0,6/0,2/0,0 OU W2 =	-4,0									-1,0	-40,0	1,10
STABILE de la POUTRE													
Paramètres de flambement		y selon hauteur			z selon largeur			β _c = 0,1					
Longueur de flambement :		L _{Ly} = 5,84 m			L _{Lz} = 5,84 m								
Coefficients :		k _{Ly} = 0,85			k _{Lz} = 0,17			Risque de flambement					
Deversement membrure haute (z+) selon y					Longueur efficace : L _{ef} = 13,3 m								
		Coefficient k _{crit} = 0,81			Risque de deversement membrure sup								
Deversement membrure basse (z-) selon y					Longueur efficace : L _{ef} = 13,3								
		Coefficient k _{crit} = 0,81			Risque de deversement membrure inf								
VERIFICATION AUX ELU													
Coefficients													
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25											
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} = 1,05			k _{h,lz} = 1,10			k _{h,lt} = 1,10					
Résistance caractéristiques:													
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa			en cisaillement : f _{v,k} = 3,50 Mpa			k _{cr} = 1,00					
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa			en traction : f _{t,0,k} = 19,2 MPa								
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S			γ _M = 1,25			k _{red} = 0,9					
		Coeff de combinaison : k _m = 0,7											
		N _{ed} = 162,8 kN	M _{y,ed} = 760,4 kN	η = 0,21	✓								
		M _{y,ed} = 16,8 kN.m	M _{y,ed} = 45,0 kNm	η = 0,37	✓								
		M _{z,ed} = 0,0 kN.m	M _{z,ed} = 21,7 Nm	η = 0,00	✓								
Concomitance : Nt + My		η = 0,52											
Comb. Déf. ELU cisaille,		1,35 Gs + 1,5 S + 1,5 psi0 Q + 1,5 psi0 W1			γ _M = 1,25			k _{red} = 1,1					
		IVI = 3,8 kN	V _{z,rd} = 102,7 kN	η = 0,04	✓								

Poteaux verticaux		ELU 59%				ELS 96 %						
Classe de service :		1	section rectangulaire(mm)				caractéristiques					
		classe résistance	b (sur y)	h (sur z)					A =	3,70E+04 mm²		
		GL24h	137	x 270					Av =	3,08E+04 mm²		
Portée principale (plan xz) :		L =	5,75						Wy =	1,66E+06 mm⁴		
Espacement selon y :		e =	3,71						Iy =	2,25E+08 mm⁴		
Portée secondaire (plan xy) :		L =	5,75						Wz =	8,45E+05 mm³		
Espacement selon z :		e =	0,23						Iz =	5,79E+07 mm⁴		
Vecteur Poids propre (>0):		0	sur z	et	0	sur y					I _{tot} =	1,68E+08 mm⁴
ψ0/ψ1/ψ2		Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy(kN)	Nx (kN)	k _{red}	T	
		G _{sup} =							22,0	0,60		
		0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =							12,0	0,90		
		0,6/0,2/0,0 W1 =	0,86						6,0	1,10		
		0,6/0,2/0,0 OU W2 =	0,86						-6,0	1,10		
STABILITE de la POUTRE												
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur		βc = 0,1						
Longueur de flambement :		L _{11,y} = 5,75 m		L _{11,z} = 5,75 m								
Coefficients :		k _{c,y} = 0,62		k _{c,z} = 0,18		Risque de flambement						
Deversement membrure haute (z+) selon y		Coefficient k _{crit} = 1,00		Longueur efficace : L _{ef} = 5,8 m								
Deversement membrure basse (z-) selon y		Coefficient k _{crit} = 1,00		Longueur efficace : L _{ef} = 5,8		Pas de risque de déversement membrure sup						
						Pas de risque de déversement membrure inf						
VERIFICATION AUX ELU												
Coefficients												
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25										
Facteur d'échelle :		k _{11,y} = 1,08		k _{11,z} = 1,10		k _{11,t} = 1,10						
Résistance caractéristiques:												
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa		en cisaillement : f _{v,k} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 1,00						
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa		en traction : f _{t,0,k} = 19,2 MPa								
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 W1 + 1,5 ps0 S		γ _M = 1,25		k _{red} = 1,1						
		Coeff de combinaison : k m = 0,7										
N _{ed} =		47,7 kN		N _{ed} = 687,5 kN		η = 0,07		✓				
M _{y,ed} =		19,8 kN.m		M _{y,ed} = 38,1 kNm		η = 0,52		✓				
M _{z,ed} =		0,0 kN.m		M _{z,ed} = 19,6 Nm		η = 0,00		✓				
Concomitance : Nt + My						η = 0,59		✓				
Comb. Déf. ELU cisaille,		1,35 Gs + 1,5 W1		γ _M = 1,25		k _{red} = 1,1						
IVI=		13,8 kN		V _{z,rd} = 76,0 kN		η = 0,18		✓				

Poteau Incliné				ELU 42%			ELS 0 %				
Classe de service :		1		section croix ou H ou T (mm)			caractéristiques				
		classe résistance		b (sur y)		h (sur z)		A = 6,43E+04 mm²			
		GL24h		137 x 270		EI. princ.		Av = 5,36E+04 mm²			
Portée principale (plan xz) :		L = 4,90		70 x		195 moises		Wy = 2,31E+06 mm³			
Espaceement selon y :		e = 7,42		déc. axes moises/EL P				Iy = 3,11E+08 mm⁴			
Portée secondaire (plan xy) :		L = 4,90		e = 0 mm				Wz = 2,61E+06 mm³			
Espaceement selon z :		e = 0,23		reduction car non collé				Iz = 3,50E+08 mm⁴			
Vecteur Poids propre (>0):		0 sur z		et 0 sur y				Ioy = 1,68E+08 mm⁴			
ψ0/ψ1/ψ2		Chargement		qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy(kN)	Nx (kN)	k _{red}
		G _{sup} =		2,0						-95,0	0,60
0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =				1,0						-70,0	0,90
0,6/0,2/0,0 W1 =				2,0							1,10
0,6/0,2/0,0 OU W2 =				2,0							1,10
STABILITE de la POUTRE											
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur				βc =		0,1	
Longueur de flambement :		LU,y = 4,90 m		LU,z = 4,90 m							
Coefficients :		kc,y = 0,67		kc,z = 0,72				Risque de flambement			
Deversement membrure haute (z+) selon y				Longueur efficace :		Lef = 4,9 m					
Coefficient		kcrit = 1,00				Pas de risque de deversement membrure sup					
Deversement membrure basse (z-) selon y				Longueur efficace :		Lef = 4,9					
Coefficient		kcrit = 1,00				Pas de risque de deversement membrure inf					
VERIFICATION AUX ELU											
Coefficients											
Coeff. partiel du matériau :		γM = 1,25									
Facteur d'échelle :		kh,y = 1,00		kh,z = 1,00		kh,t = 1,00					
Résistance caractéristiques:											
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa		en cisaillement :		f _{v,k} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 0,67			
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa		en traction :		f _{t,0,k} = 19,2 MPa					
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 G _s + 1,5 S		Coeff de combinaison : k _m = 1,0		γM = 1,25		k _{red} = 0,9			
		N _{ed} = -233,3 kN		N _{ed} = -739,7 kN		η = 0,32				✓	
		My _{ed} = 4,2 kNm		My _{ed} = 39,8 kNm		η = 0,11				✓	
		Mz _{ed} = 0,0 kNm		Mz _{ed} = 45,1 Nm		η = 0,00				✓	
Concomitance :		N _{edfy} + My				η = 0,42				✓	
Comb. Déf. ELU cisaille.											
		IVI = 0,0 kN		Vz,rd = 57,8 kN		γM = 1		k _{red} = 1,0			
						η = 0,00				✓	

Grandes contrefiches				ELU 84%			ELS 0 %						
Classe de service :		1	section croix ou H ou T (mm)					caractéristiques					
		classe résistance	b (sur y)		h (sur z)		El. princ.		A = 6,43E+04 mm²				
		GL24h	137 x 270						Av = 5,36E+04 mm²				
Portée principale (plan xz) :		L = 5,20	70 x		195 moises				W _y = 2,31E+06 mm³				
Espacement selon y :		e = 7,42			déc. axes moises/El. P				I _y = 3,11E+08 mm⁴				
Portée secondaire (plan xy) :		L = 5,20	e =		0 mm				W _z = 2,61E+06 mm³				
Espacement selon z :		e = 0,23					boulons		I _{yz} = 8,80E+07 mm⁴				
Vecteur Poids propre (>0):		0	sur z	et	0	sur y			I _{tot} = 1,68E+08 mm⁴				
ψ ₀ /ψ ₁ /ψ ₂		Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy (kN)	Nx (kN)	k _{red}	T		
		Gsup =										-110,0	0,60
		0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =										-83,0	0,90
		0,6/0,2/0,0 W1 =										-55,0	1,10
		0,6/0,2/0,0 OU W2 =										55,0	1,10
STABILITE de la POUTRE													
Paramètres de flambement		y selon hauteur			z selon largeur			β _c = 0,1					
Longueur de flambement :		L _{L,y} = 4,17 m			L _{L,z} = 4,17 m								
Coefficients :		k _{c,y} = 0,80			k _{c,z} = 0,29			Risque de flambement					
Deversement membrure haute (z+) selon y					Longueur efficace : L _{ef} = 5,2 m								
		Coefficient k _{crit} = 1,00			Pas de risque de déversement membrure sup								
Deversement membrure basse (z-) selon y					Longueur efficace : L _{ef} = 5,2								
		Coefficient k _{crit} = 1,00			Pas de risque de déversement membrure inf								
VERIFICATION AUX ELU													
Coefficients													
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25											
Facteur d'échelle :		k _{h,y} = 1,00 k _{h,z} = 1,00 k _{h,h} = 1,00											
Résistance caractéristiques:													
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa en cisaillement : f _{v,k} = 3,50 Mpa k _{cr} = 0,67											
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa en traction : f _{t,0,k} = 19,2 MPa											
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S				γ _M = 1,25		k _{red} = 0,9					
		Coeff de combinaison : k _m = 1,0											
		N _{ed} = -273,0 kN		M _{y,ed} = -39,8 kNm		M _{z,ed} = 45,1 Nm		η = 0,84		✓			
		M _{y,ed} = 0,0 kN.m		M _{z,ed} = 0,0 kN.m				η = 0,00		✓			
								η = 0,00		✓			
Concomitance : Ndfiz		η = 0,84											
		η = 0,84											
Comb. Déf. ELU cisaille.													
		γ _M = 1 k _{red} = 1,0											
IVI =		0,0 kN		V _{z,rd} = 57,8 kN				η = 0,00		✓			

Petites contrefiches		ELU 78%				ELS 0 %			
Classe de service :	1	section rectangulaire(mm)				caractéristiques			
	classe résistance	b (sur y)	h (sur z)						
	GL24h	137	x 220						
Portée principale (plan xz) :	L = 3,70					A =	3,01E+04 mm²		
Espacement selon y :	e = 3,71					Av =	2,51E+04 mm²		
Portée secondaire (plan xy) :	L = 3,70					W _y =	1,11E+06 mm⁴		
Espacement selon z :	e = 0,23					I _y =	1,22E+08 mm⁴		
						W _z =	6,88E+05 mm³		
						I _z =	4,71E+07 mm⁴		
						I _{tot} =	1,31E+08 mm⁴		
Vecteur Poids propre (>0):	0 sur z et 0 sur y								
ψ0/ψ1/ψ2	Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy(kN)	Nx (kN)	k _{red}
	Group =							-67,0	0,60
	0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =							-52,0	0,90
	0,6/0,2/0,0 W1 =							-33,0	1,10
	0,6/0,2/0,0 OU W2 =							33,0	1,10
STABILITE de la POUTRE									
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur		βc = 0,1			
Longueur de flambement :		L _{Ly} = 3,70 m		L _{Lz} = 3,70 m					
Coefficients :		k _{Ly} = 0,82		k _{Lz} = 0,41		Risque de flambement			
Deversement membrure haute (z+) selon y		Coefficient k _{crit} = 1,00		Longueur efficace : L _{ef} = 3,7 m		Pas de risque de déversement membrure sup			
Deversement membrure basse (z-) selon y		Coefficient k _{crit} = 1,00		Longueur efficace : L _{ef} = 3,7		Pas de risque de déversement membrure inf			
VERIFICATION AUX ELU									
Coefficients									
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25							
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} = 1,10		k _{h,lz} = 1,10		k _{h,l} = 1,10			
Résistance caractéristiques:									
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa		en cisaillement : f _{v,k} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 1,00			
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa		en traction : f _{t,0,k} = 19,2 MPa					
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S		γ _M = 1,25		k _{red} = 0,9			
		Coeff de combinaison : k _m = 0,7							
N _{ed} = -168,5 kN		N _{ed} = -215,2 kN		η = 0,78		✓			
M _{y,ed} = 0,0 kN.m		M _{y,ed} = -21,0 kNm		η = 0,00		✓			
M _{z,ed} = 0,0 kN.m		M _{z,ed} = 13,1 Nm		η = 0,00		✓			
Concomitance : Ndfiz				η = 0,78		✓			
Comb. Déf. ELU cisaille.									
IVI = 0,0 kN		V _{z,rd} = 70,3 kN		γ _M = 1		k _{red} = 1,0			
						η = 0,00 ✓			

Contrefiches 3D		ELU 20%				ELS 0 %				
Classe de service :		1	section rectangulaire(mm)				caractéristiques			
		classe résistance	b (sur y)	h (sur z)						
		GL24h	137 x 220							
Portée principale (plan xz) :		L = 3,70							A = 3,01E+04 mm²	
Espacement selon y :		e = 3,71							Av = 2,51E+04 mm²	
Portée secondaire (plan xy) :		L = 3,70							Wy = 1,11E+06 mm⁴	
Espacement selon z :		e = 0,23							Iy = 1,22E+08 mm⁴	
Vecteur Poids propre (>0):		0	sur z	et	0	sur y				
								Iz = 4,71E+07 mm⁴		
								Ixy = 1,31E+08 mm⁴		
ψ0/ψ1/ψ2		Chargement	qz (kN/m2)	My (kNm)	qy (kN/m2)	Mz (kNm)	Vz (kN)	Vy(kN)	Nx (kN)	k _{red}
		G _{sup} =								-15,0
		0,5/0,2/0,0 <1000 m CT S =								-15,0
		0,6/0,2/0,0 W1 =								-10,0
		0,6/0,2/0,0 OU W2 =								-10,0
STABILITE de la POUTRE										
Paramètres de flambement		y selon hauteur		z selon largeur		βc = 0,1				
Longueur de flambement :		L _{Ly} = 3,70 m		L _{Lz} = 3,70 m						
Coefficients :		k _{Ly} = 0,82		k _{Lz} = 0,41		Risque de flambement				
Deversement membrure haute (z+) selon y		Coefficient k _{crit} = 1,00		Longueur efficace : L _{ef} = 3,7 m		Pas de risque de déversement membrure sup				
Deversement membrure basse (z-) selon y		Coefficient k _{crit} = 1,00		Longueur efficace : L _{ef} = 3,7		Pas de risque de déversement membrure inf				
VERIFICATION AUX ELU										
Coefficients										
Coeff. partiel du matériau :		γ _M = 1,25								
Facteur d'échelle :		k _{h,ly} = 1,10		k _{h,lz} = 1,10		k _{h,l} = 1,10				
Résistance caractéristiques:										
en flexion :		f _{m,kd} = 24,00 MPa		en cisaillement : f _{v,k} = 3,50 Mpa		k _{cr} = 1,00				
en compression :		f _{c,0,k} = 24,00 MPa		en traction : f _{t,0,k} = 19,2 MPa						
Comb. Déf. ELU axial:		1,35 Gs + 1,5 S		γ _M = 1,25		k _{red} = 0,9				
		Coeff de combinaison : k m = 0,7								
N _{ed} =		-42,8 kN		N _{ed} = -215,2 kN		η = 0,20		✓		
M _{y,ed} =		0,0 kN.m		M _{y,ed} = -21,0 kNm		η = 0,00		✓		
M _{z,ed} =		0,0 kN.m		M _{z,ed} = 13,1 Nm		η = 0,00		✓		
Concomitance : Ndfiz						η = 0,20		✓		
Comb. Déf. ELU cisaille.										
		γ _M = 1		k _{red} = 1,0						
IVI=		0,0 kN		V _{z,rd} = 70,3 kN		η = 0,00		✓		

Boulon Bois BOBB 2									
dispositions d'assemblage									
Type assemblage :		Double cisaillement		t1 =	137	mm	t2 =	70	mm
Nombre de plans de cisaillement par organe :			2	Mise en place		Avec pré-perçage			
Bois 1									
classe résistance			GL24h						
Angle de l'effort / au fil :		$\alpha =$	90	° pour cisaillement 0° ≤ α ≤ 90° par convention !					
Portance locale :		$f_{h,1,k} =$	15,1	N/mm²		pk =		380	kg/m3
résistance en compression ⊥ :		$f_{c,90,k} =$	2,7	N/mm²		pm =		440	kg/m3
Bois 2									
classe résistance			C24						
Angle de l'effort / au fil :		$\alpha =$	78	° pour cisaillement 0° ≤ α ≤ 90° par convention !					
Portance locale :		$f_{h,2,k} =$	14,2	N/mm²		pk =		350	kg/m3
résistance en compression ⊥ :		$f_{c,90,k} =$	2,5	N/mm²		pm =		420	kg/m3
Boulon									
d (mm)		20		A (mm²)		314		20,0	
Moment plastique :		My,Rk =	434461	N.mm	Fu,b =	600	Mpa	As =	245
Paramètres axiaux									
Diamètre de rondelle :		d _r =	80	mm	<	dr =	80	mm max.	
		A _c =	3641	mm²					
		F _{ax,Rk} =	29,5	kN					
Pincés bois 1									
		latérales							
espacement ds sens bois		a ₁ =	80	mm	80	<	a1 <	100	
espacement perpendi. bois		a ₂ =	80	mm	80	<	a1 <	80	
Distances d'extrémité chargée :		a _{3,l} =	140	mm	140	<	a3t <	140	
Distances d'extrémité non chargée :		a _{3,c} =	80	mm	80	<	a3t <	80	
Distances de rives chargée :		a _{4,l} =	80	mm	60	<	a4t <	80	
Distances de rives non chargée :		a _{4,c} =	60	mm	60	<	a3t <	60	
Pincés bois 2									
		latérales							
espacement ds sens bois		a ₁ =	84	mm	80	<	a1 <	100	
espacement perpendi. bois		a ₂ =	80	mm	80	<	a1 <	80	
Distances d'extrémité chargée :		a _{3,l} =	140	mm	140	<	a3t <	140	
Distances d'extrémité non chargée :		a _{3,c} =	80	mm	80	<	a3t <	80	
Distances de rives chargée :		a _{4,l} =	79	mm	60	<	a4t <	80	
Distances de rives non chargée :		a _{4,c} =	60	mm	60	<	a3t <	60	
Résultat calcul pour 1 organe d'assemblage									
Bois									
F _{ax,Rk} =		29,5	kN	Corde :		25%			
F _{v,Rk} =		19,8	kN	Modes de rupture :		h	k _{ser,v,j} =		12,9
Résistance organe en traction : k ₂ = 0,90 F _{ax,Rd} = 105,8 kN									
Raideur de l'organe (sans jeu) : k _{ser,j} = 15,5 kN/mm									
BOIS F _{v,Rk} // F _{ax,Rk} 19,8 29,5 kN METAI F _{v,Rd} // F _{ax,Rd} 105,8 kN									

Boulon Bois métal BOBM 4									
dispositions d'assemblage									
Type assemblage :	2 tôles externes			0		t2 = 137		mm	
Nombre de plans de cisaillement par organe :	2			Mise en place		Avec pré-perçage			
Bois									
classe résistance									
GL24h									
Angle de l'effort / au fil :	$\alpha = 90^\circ$			pour cisaillement $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ par convention !					
Portance locale :	$f_{h,1,k} = 17,9$			N/mm ²					
résistance en compression $\perp$:	$f_{c,90,k} = 2,7$			N/mm ²					
Métal									
résistance épaisseur (mm)									
S235 6									
Calcul en tôle mince									
homogénéité bois métal									
homNON 0,63									
résistance élastique :	$f_{yk} = 235,0$			N/mm ²					
résistance plastique :	$f_{tk} = 360,0$			N/mm ²					
Boulon									
d (mm)	12			A (mm ²)		113		def 12,0	
Moment plastique :	My,Rk = 153491			N.mm		Fub = 800		Mpa	
As =	84,3			mm ²					
Paramètres axiaux									
Diamètre de rondelle :	d _r = 48			mm					
Aire sous la rondelle :	A _c = 1677			mm ²					
Pincés bois									
latérales									
espacement ds sens bois	a ₁ = 48			mm		48		< a1 < 60	
espacement perpendi. bois	a ₂ = 48			mm		48		< a2 < 48	
Distances d'extrémité chargée :	a _{3,l} = 84			mm		84		< a3l < 84	
Distances d'extrémité non chargée :	a _{3,c} = 48			mm		48		< a3c < 48	
Distances de rives chargée :	a _{4,l} = 48			mm		36		< a4l < 48	
Distances de rives non chargée :	a _{4,c} = 36			mm		36		< a4c < 36	
Pincés Métal									
diamètre perçage :									
φ = 13 mm									
min réelles									
espacement métal // effort :	p1 = 29			mm		48		mm	
espacement métal perp. effort :	p2 = 31			mm		48		mm	
Distances de rives métal :	e1 = e2 = 16			mm		16		mm	
Résultat calcul pour 1 organe d'assemblage									
Bois									
Capacité pour un organe :	F _{ax,Rk} = 13,6			kN		Corde :		25%	
Epaisseur latérale pour cisaillement de bloc :	F _{v,Rk} = 23,4			kN		Modes de rupture :		1 * 2 * k + 0 * 2 * j	
teft = 137,0 mm									
Métal									
Résistance au cisaillement :	α _v = 0,5					F _{v,Rd} = 54,0		kN	
	α _v = 0,40					k ₁ = 1,66			
Résistance à l'écrasement de la tôle :	α _b = 0,40					F _{b,Rd} = 27,5		kN	
Résistance organe en traction :	k ₂ = 0,90					F _{ax,Rd} = 48,6		kN	
Raideur de l'organe (sans jeu) :	kser,j = 19,3			kN/mm					
19,3 kN/mm									
BOIS F _{Rk} // F _{ax,Rk} 23,4 13,6 kN									
METAL F _{v,Rd} // F _{ax,Rd} 27,5 48,6 kN									

Pointe Bois métal POBM 5									
dispositions d'assemblage									
Type assemblage :		1 tôle externe		t1 = 45 mm					
Nombre de plans de cisaillement par organe :		1		Sans pré-perçage					
Bois									
classe résistance		GL24h		pk = 380 kg/m3		Bois sensible fissuration			
Angle de l'effort cisaillement/ au fil :		$\alpha = 90^\circ$ $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ par convention !				non			
Portance locale :		$f_{h,1,k} = 20,6$ N/mm ²		pm = 440		préperçage non obligatoire			
résistance en compression $\perp$:		$f_{c,90,k} = 2,7$ N/mm ²							
Métal									
classe résistance		S235		épaisseur (mm)		3		Calcul en tôle réelle à 66% épaisse	
résistance élastique :		$f_y = 235,0$ N/mm ²		$\gamma_{M2} = 1,25$					
résistance plastique :		$f_{yk} = 360,0$ N/mm ²							
Pointes									
ext fil. (d)		int fil. (d2)		tige (ds)		tête (dk)			
4		3,6		4,0		Conique		0	
Moment plastique :		My,Rk = 6617 N.mm		Fu,b = 597 Mpa		A = 12,6 mm ²			
Paramètres axiaux									
Angle de l'effort arrachement / au fil :		lef = 40 mm		a = 90 °		k _{ax} = 1,00			
		$f_{ax,k} = 6$ N/mm ²							
		$F_{ax,Rk} = 1,0$ kN							
Pincés bois 1									
latérales		axiales							
espacement ds sens bois		$a_1 = 20$ mm		$20 < a1 < 40$		$a_1 = 28$ mm			
espacement perpend. bois		$a_2 = 20$ mm		$20 < a1 < 20$		$a_2 = 20$ mm			
Distances d'extrémité chargée :		$a_{3,l} = 40$ mm		$40 < a3t < 60$					
Distances d'extrémité non chargée :		$a_{3,c} = 40$ mm		$40 < a3t < 40$		$a_{1,cg} = 40$ mm			
Distances de rives chargée :		$a_{4,l} = 28$ mm		$20 < a4t < 28$		$a_{1,cg} = 16$ mm			
Distances de rives non chargée :		$a_{4,c} = 20$ mm		$20 < a3t < 20$					
Pincés Métal									
diamètre perçage :		$\phi = 5$ mm							
espacement métal // effort :		$p1 = 11$ mm : esp. // minimum							
espacement métal perp. effort :		$p2 = 12$ mm : esp. $\perp$ minimum							
Distances de rives métal :		$e1 = e2 = 6$ mm							
Résultat calcul pour 1 organe d'assemblage									
Bois		F _{ax,Rk} = 1,0 kN		Corde : 50%		k _{SdR,ax,i} = 4,5 kN/mm			
Capacité pour un organe :		F _{v,Rk} = 1,8 kN		Modes de rupture : 0,34 * b + 0,66 * e		k _{SdR,v,j} = 1,5 kN/mm			
Epaisseur pour cisaillement de bloc :		lef = 16,1 mm							
Métal									
Résistance au cisaillement :		$\alpha_v = 0,5$		$k_1 = 1,66$		F _{v,Rd} = 3,0 kN			
Résistance à l'écrasement de la tôle :		$\alpha_d = 0,40$				F _{b,Rd} = 2,3 kN			
Résistance organe en traction :		$\alpha_b = 0,40$				F _{ax,Rd} = 6,0 kN			
Raideur de l'organe (sans jeu) :		kser,i = 1,9 kN/mm							
		1,9 kN/mm							
BOIS F _{v,Rk} // F _{ax,Rk}		1,8		1,0 kN		METAL F _{v,Rd} // F _{ax,Rd}		2,3 6,0 kN	

Assemblage Contrefiche sur poteau

Poteaux RDC P11, P09, P08, P18

Organe	d (mm)	1 tôle en âme	h ass =	80
BOBM 1	20	epmin = 129. mm	L ass =	240
nb files =	2	a2(mm)		80
nb organe par file =	3	a1(mm)	n_{eff}	2,22
décalage sens a1 par files (mm) =	0	a4c(mm)	keff	0,74

Capacité de l'assemblage γ_{Mass} 1,30

Kmod pour capacité	Organes Nrd (kN)	Organes Vrd (kN)	Organe s Myd (kNm)	Total
Capacité avec kmod = 1,0	187,6	179,9	16,2	
Efforts avec kmod = 0,9	273	0		162%
Raideur kN/mm et kNm/°	142,2	192,6	37,7	

Assemblage Contrefiche sur arba

Poteaux RDC P11, P09, P08, P18

Organe	d (mm)	Double cisaillement	h ass =	120
BOBB 2	20	epmin = 274. mm	L ass =	240
nb files =	2,5	a2(mm)		80
nb organe par file =	2	a1(mm)	n_{eff}	1,83
décalage sens a1 par files (mm) =	0	a4c(mm)	keff	0,91

Capacité de l'assemblage γ_{Mass} 1,30

Kmod pour capacité	Organes Nrd (kN)	Organes Vrd (kN)	Organe s Myd (kNm)	Total
Capacité avec kmod = 0,9	99,0	68,6	5,9	
Efforts avec kmod = 0,9	111,93	0		113%
Raideur kN/mm et kNm/°	70,9	77,5	18,0	

Assemblage petite Contrefiche sur arba

Poteaux RDC P11, P09, P08, P18

Organe	d (mm)	1 tôle en âme	h ass =	80
BOBM 1	20	epmin = 129. mm	L ass =	120
nb files =	2	a2(mm)		80
nb organe par file =	2	a1(mm)	n_{eff}	1,54
décalage sens a1 par files (mm) =	0	a4c(mm)	keff	0,77

Capacité de l'assemblage γ_{Mass} 1,30

Kmod pour capacité	Organes Nrd (kN)	Organes Vrd (kN)	Organe s Myd (kNm)	Total
Capacité avec kmod = 1,0	130,2	119,9	9,1	
Efforts avec kmod = 0,9	156	0		133%
Raideur kN/mm et kNm/°	98,8	128,4	11,7	

Pannes courante sur ferrure

Poteaux RDC P11, P09, P08, P18

Organe	d (mm)	1 tôle en âme	h ass =	240
BOBM 3	12	epmin = 104. mm	L ass =	0
nb files =	4	a2(mm)	80	
nb organe par file =	1	a1(mm)	120	n_{eff} 1,00
décalage sens a1 par files (mm) =	0	a4c(mm)	40	keff 1,00

Capacité de l'assemblage

Kmod pour capacité	Organes Nrd (kN)	Organes Vrd (kN)	Organe s Myd (kNm)	Total
Capacité avec kmod = 1,0	84,3	64,4	5,6	
Efforts avec kmod = 0,9	0	28		48%
Raideur kN/mm et kNm/°	77,0	77,0	10,8	

Ferrure panne courante sur Arba

Poteaux RDC P11, P09, P08, P18

Organe	d (mm)	2 tôles externes	h ass =	240
BOBM 4	12	epmin = 137. mm	L ass =	0
nb files =	4	a2(mm)	80	
nb organe par file =	1	a1(mm)	120	n_{eff} 1,00
décalage sens a1 par files (mm) =	0	a4c(mm)	40	keff 1,00

Capacité de l'assemblage

Kmod pour capacité	Organes Nrd (kN)	Organes Vrd (kN)	Organe s Myd (kNm)	Total
Capacité avec kmod = 1,0	88,9	71,9	5,9	
Efforts avec kmod = 0,9	0	56		87%
Raideur kN/mm et kNm/°	77,0	77,0	10,8	

Pannes 3 appuis sur ferrure

Poteaux RDC P11, P09, P08, P18

Organe	d (mm)	1 tôle en âme	h ass =	480
BOBM 3	12	epmin = 104. mm	L ass =	0
nb files =	7	a2(mm)	80	
nb organe par file =	1	a1(mm)	120	n_{eff} 1,00
décalage sens a1 par files (mm) =	0	a4c(mm)	40	keff 1,00

Capacité de l'assemblage

Kmod pour capacité	Organes Nrd (kN)	Organes Vrd (kN)	Organe s Myd (kNm)	Total
Capacité avec kmod = 1,0	147,4	112,6	15,7	
Efforts avec kmod = 0,9	30	14		26%
Raideur kN/mm et kNm/°	134,8	134,8	60,2	

Ferrure panne courante sur Arba

Poteaux RDC P11, P09, P08, P18

Organe	d (mm)	2 tôles externes	h ass =	240
BOBM 4	12	epmin = 137. mm	L ass =	0
nb files =	4	a2(mm)		80
nb organe par file =	1	a1(mm)	n_{eff}	1,00
décalage sens a1 par files (mm) =	0	a4c(mm)	keff	1,00

Capacité de l'assemblage γ_{Mass} 1,30

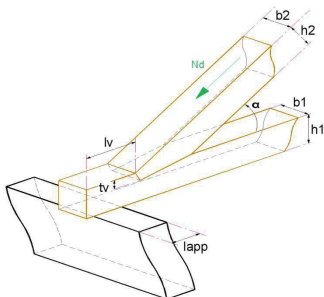
Kmod pour capacité	Organes Nrd (kN)	Organes Vrd (kN)	Organe s Myd (kNm)	Total
Capacité avec kmod = 1,0	88,9	71,9	5,9	
Efforts avec kmod = 0,9	0	28		43%

Raideur kN/mm et kNm/° 77,0 77,0 10,8

En plus efforts normal 30 kN dans 4

boulons M12 => 7,5 kN => 16 %

0,16²+0,43² =21 %



Embrèvement avant poteau incl sur poteauPoteau incliné sur poteau facade

Embrèvement avant poteau incl sur poteau

Embrèvement en about taillé à la bissectrice de l'angle ouvert de l'embrèvement

Données

Efforts pondérés à assembler : $N_{d,bois2} = 48,0$ kN $V_{d,bois1} = 0,0$ kN $k_{c,bois} = 0,90$ $\gamma_{d,bois} = 1,30$
 $N_{about,d} = 46,4$ kN $N_{pas,d} = 12,4$ kN $k_{cr} = 1,00$ $k_{maj} = 1,25$

Géométrie angle : $\alpha = 30^\circ$ Classe de service 1
 Hauteur d'entaille : $t_v = 42$ mm doit être inférieur à 68 mm ok
 Longueur talon : $l_v = 328$ mm doit être supérieur à 200 mm ok
 $t_v \text{ aff} = 51,2$ mm
 $a_{aff} = 529,4$ mm

Matériaux	Elément	classe résistance	largeur	hauteur	ρ_k (kg/m ³)	$f_{v,k}$ (N/mm ²)	$f_{m,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,k}$ (N/mm ²)	$f_{c,0,k}$ (N/mm ²)	$f_{c,90,k}$ (N/mm ²)	E0mean (Mpa)	E90mean (Mpa)
	bois 1	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300
	bois2	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300

1- Reprise compression about de l'embrèvement

$\sigma_{c,0,d} = 6,60$ Mpa < $f_{c,0,d} = 12,20$ Mpa $\eta = 54\%$ ok $k_{c,90} = 1,5$

2- Cisaillement du talon

$\tau_{v,d} = 1,16$ Mpa < $f_{v,d} = 2,42$ Mpa $\eta = 48\%$ ok

3 - Compression transversale de l'entrait

$\sigma_{c,90,d} = 0,33$ Mpa < $k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 2,60$ Mpa $\eta = 13\%$ ok

Embrèvement Grande contrefiche sur diagonale inclinée

Embrèvement avant

Embrèvement en about taillé à la bissectrice de l'angle ouvert de l'embrèvement

Données

Efforts pondérés à assembler :		$N_{d,bois2} =$	105,0 kN	$V_{d,bois1} =$	0,0 kN	$k_{nod} =$	0,90	$\gamma_{bois} =$	1,25
		Nabouf, d =	99,3 kN	Npas, d =	34,2 kN	kcr =	1,00	kmaj =	1,25
Géométrie		angle :	$\alpha = 38^\circ$	Classe de service 1					
		Hauteur d'entaille :	$t_p = 60$ mm	doit être inférieur à		68 mm	ok	$t_{p,eff} =$	73,2 mm
		Longueur talon :	$l_p = 10000$ mm	doit être supérieur à		200 mm	ok	$a_{eff} =$	411,8 mm

Matériaux	Elément	classe résistance	largeur	hauteur	pk (kg/m3)	$f_{v,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,90,k}$ (N/mm²)	E0mean (Mpa)	E90mean (Mpa)
	bois 1	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300
	bois2	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300

1- Reprise compression about de l'embrèvement

$\sigma_{C,90/d} =$	9,90 Mpa	>	$f_{C,90/d} =$	9,27 Mpa	$\eta =$	107%	pb
---------------------	----------	---	----------------	----------	----------	------	----

2- Cisaillement du talon

$\tau_{p/d} =$	0,08 Mpa	<	$f_{v,d} =$	2,52 Mpa	$\eta =$	3%	ok
----------------	----------	---	-------------	----------	----------	----	----

3 - Compression transversale de l'entrait

$\sigma_{C,90/d} =$	1,15 Mpa	<	$k_{C,90} \cdot f_{C,90,d} =$	1,89 Mpa	$\eta =$	61%	ok
---------------------	----------	---	-------------------------------	----------	----------	-----	----

Embrèvement arrière

Compression perp du bois entaillé

Données

Efforts pondérés à assembler :		$N_{d,bois2} =$	70,0 kN	$V_{d,bois1} =$	0,0 kN	$k_{nod} =$	0,90	$\gamma_{bois} =$	1,25
		Nabouf, d =	55,2 kN	Npas, d =	43,1 kN	kcr =	1,00	kmaj =	1,25
Géométrie		angle :	$\alpha = 76^\circ$	Classe de service 1					
		Hauteur d'entaille :	$t_p = 70$ mm	doit être inférieur à		45 mm	pb	$t_{p,eff} =$	107,3 mm
		Longueur talon :	$l_p = 10000$ mm	doit être supérieur à		200 mm	ok	$a_{eff} =$	253,1 mm

Matériaux	Elément	classe résistance	largeur	hauteur	pk (kg/m3)	$f_{v,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,90,k}$ (N/mm²)	E0mean (Mpa)	E90mean (Mpa)
	bois 1	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300
	bois2	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300

1- Reprise compression about de l'embrèvement

$\sigma_{C,90/d} =$	3,75 Mpa	<	$f_{C,90/d} =$	4,23 Mpa	$\eta =$	89%	ok
---------------------	----------	---	----------------	----------	----------	-----	----

2- Cisaillement du talon

$\tau_{p/d} =$	0,02 Mpa	<	$f_{v,d} =$	2,52 Mpa	$\eta =$	1%	ok
----------------	----------	---	-------------	----------	----------	----	----

3 - Compression transversale de l'entrait

$\sigma_{C,90/d} =$	1,96 Mpa	>	$k_{C,90} \cdot f_{C,90,d} =$	1,89 Mpa	$\eta =$	104%	pb
---------------------	----------	---	-------------------------------	----------	----------	------	----

Embrèvement Grande contrefiche sur arba

Embrèvement avant

Embrèvement en about taillé à la bissectrice de l'angle ouvert de l'embrèvement

Données

Efforts pondérés à assembler :		$N_{d,bois2} =$	151,2 kN	$V_{d,bois1} =$	0,0 kN	$k_{mod} =$	0,90	$\gamma_{bois} =$	1,25			
		Nabouf, d =	150,4 kN	Npas, d =	15,8 kN	kcr =	1,00	kmaj =	1,25			
Géométrie		angle :	$\alpha =$	12 °	Classe de service 1							
Hauteur d'entaille :		$t_{\alpha} =$	90 mm	doit être inférieur à				113 mm	$t_{\alpha, eff} =$	93,6 mm		
Longueur talon :		$l_{\alpha} =$	10000 mm	doit être supérieur à				200 mm	$a_{eff} =$	1239,1 mm		
Matériaux	Elément	classe résistance	largeur	hauteur	pk (kg/m3)	$f_{v,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,90,k}$ (N/mm²)	$f_{c,90,k}$ (N/mm²)	E0mean (Mpa)	E90mean (Mpa)	
	bois1	GL24h	137	450	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300
	bois2	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300

1- Reprise compression about de l'embrèvement

$\sigma_{c,10/2,d} =$	11,72 Mpa	<	$f_{c,10/2,d} =$	16,47 Mpa	$\eta =$	71%	ok
-----------------------	-----------	---	------------------	-----------	----------	-----	----

2- Cisaillement du talon

$\tau_{\alpha,d} =$	0,13 Mpa	<	$f_{v,d} =$	2,52 Mpa	$\eta =$	5%	ok
---------------------	----------	---	-------------	----------	----------	----	----

3 - Compression transversale de l'entrait

$\sigma_{c,90,d} =$	0,19 Mpa	<	$k_{c,30} \cdot f_{c,30,d} =$	3,15 Mpa	$\eta =$	6%	ok
---------------------	----------	---	-------------------------------	----------	----------	----	----

Embrèvement poteau incliné

Embrèvement avant

Embrèvement en about taillé à la bissectrice de l'angle ouvert de l'embrèvement

Données

Efforts pondérés à assembler :		$N_{d,bois2} =$	76,0 kN	$V_{d,bois1} =$	0,0 kN	$k_{mod} =$	0,90	$\gamma_{bois} =$	1,25				
		Nabouf, d =	68,9 kN	Npas, d =	32,1 kN	kcr =	1,00	kmaj =	1,25				
Géométrie		angle :	$\alpha =$	50 °	Classe de service 1								
		Hauteur d'entaille :	$t_{\alpha} =$	90 mm	doit être inférieur à					113 mm	ok	$t_{\alpha, eff} =$	112,0 mm
		Longueur talon :	$l_{\alpha} =$	10000 mm	doit être supérieur à					200 mm	ok	$a_{eff} =$	300,9 mm
Matériaux	Elément	classe résistance	largeur	hauteur	pk (kg/m3)	$f_{v,k}$ (N/mm²)	$f_{t,k}$ (N/mm²)	$f_{t,90,k}$ (N/mm²)	$f_{c,90,k}$ (N/mm²)	E0mean (Mpa)	E90mean (Mpa)		
	bois 1	GL24h	137	450	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300	
	bois2	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300	

1- Reprise compression about de l'embrèvement

$\sigma_{c,10/2,d} =$	4,49 Mpa	<	$f_{c,10/2,d} =$	9,59 Mpa	$\eta =$	47%	ok
-----------------------	----------	---	------------------	----------	----------	-----	----

2- Cisaillement du talon

$\tau_{\alpha,d} =$	0,04 Mpa	<	$f_{v,d} =$	2,52 Mpa	$\eta =$	2%	ok
---------------------	----------	---	-------------	----------	----------	----	----

3 - Compression transversale de l'entrait

$\sigma_{c,90,d} =$	1,41 Mpa	<	$k_{c,30} \cdot f_{c,30,d} =$	3,15 Mpa	$\eta =$	45%	ok
---------------------	----------	---	-------------------------------	----------	----------	-----	----

Embrèvement Grande contrefiche sur diagonale inclinée

Embrèvement avant

Embrèvement en about taillé à la bissectrice de l'angle ouvert de l'embrèvement

Données

Géométrie	Efforts pondérés à assembler :	$N_{d,bois2} = 84,0$ kN	$V_{d,bois1} = 0,0$ kN	$k_{nod} = 0,90$	$\gamma_{bois} = 1,25$
		Nabouf, d = 81,7 kN	Npas, d = 19,6 kN	$k_{cr} = 1,00$	$k_{maj} = 1,25$
	angle :	$\alpha = 27^\circ$	Classe de service 1		
	Hauteur d'entaille :	$t_p = 30$ mm	doit être inférieur à 80 mm	ok	$t_{p,eff} = 37,9$ mm
	Longueur talon :	$l_p = 10000$ mm	doit être supérieur à 200 mm	ok	$a_{eff} = 595,6$ mm

Matériaux	Elément	classe résistance	largeur	hauteur	ρ_k (kg/m ³)	$f_{v,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,2,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,3,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,30,k}$ (N/mm ²)	E0mean (Mpa)	E90mean (Mpa)
	bois 1	GL24h	137	320	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300
	bois2	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300

1- Reprise compression about de l'embrèvement

$\sigma_{C,10/d} = 15,75$ Mpa	>	$f_{C,10/d} = 13,89$ Mpa	$\eta = 113\%$	pb
-------------------------------	---	--------------------------	----------------	----

2- Cisaillement du talon

$\tau_{p,d} = 0,07$ Mpa	<	$f_{v,d} = 2,52$ Mpa	$\eta = 3\%$	ok
-------------------------	---	----------------------	--------------	----

3 - Compression transversale de l'entrait

$\sigma_{C,30,d} = 0,47$ Mpa	<	$k_{C,30} \cdot f_{C,30,d} = 3,15$ Mpa	$\eta = 15\%$	ok
------------------------------	---	--	---------------	----

Embrèvement arrière

Compression perp du bois entaillé

Données

Géométrie	Efforts pondérés à assembler :	$N_{d,bois2} = 84,0$ kN	$V_{d,bois1} = 0,0$ kN	$k_{nod} = 0,90$	$\gamma_{bois} = 1,25$
		Nabouf, d = 66,2 kN	Npas, d = 51,7 kN	$k_{cr} = 1,00$	$k_{maj} = 1,25$
	angle :	$\alpha = 76^\circ$	Classe de service 1		
	Hauteur d'entaille :	$t_p = 40$ mm	doit être inférieur à 45 mm	ok	$t_{p,eff} = 69,2$ mm
	Longueur talon :	$l_p = 10000$ mm	doit être supérieur à 200 mm	ok	$a_{eff} = 276,7$ mm

Matériaux	Elément	classe résistance	largeur	hauteur	ρ_k (kg/m ³)	$f_{v,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,2,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,3,k}$ (N/mm ²)	$f_{t,30,k}$ (N/mm ²)	E0mean (Mpa)	E90mean (Mpa)
	bois 1	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300
	bois2	GL24h	137	270	385	3,5	24,0	19,2	24,0	2,5	11500	300

1- Reprise compression about de l'embrèvement

$\sigma_{C,10/d} = 6,98$ Mpa	>	$f_{C,10/d} = 6,40$ Mpa	$\eta = 109\%$	pb
------------------------------	---	-------------------------	----------------	----

2- Cisaillement du talon

$\tau_{p,d} = 0,02$ Mpa	<	$f_{v,d} = 2,52$ Mpa	$\eta = 1\%$	ok
-------------------------	---	----------------------	--------------	----

3 - Compression transversale de l'entrait

$\sigma_{C,30,d} = 2,15$ Mpa	<	$k_{C,30} \cdot f_{C,30,d} = 3,15$ Mpa	$\eta = 68\%$	ok
------------------------------	---	--	---------------	----