

Maître d'ouvrage

Architecte

Université de Paris 8

2 Rue de la Liberté

93526, Saint-Denis

www.univ-paris8.fr

Pseudonyme

42 rue des cinq diamants

75013, Paris

www.pseudonyme.eu

KAIRN

Ingénierie Structure

1 rue Philidor, 75020, Paris

contact@kairn-ia.fr

Mission de maîtrise d'œuvre : Rénovation de la
passerelle extérieure

Université de Paris 8 – Saint-Denis

Note de calcul - Etude statique des deux passerelles
et de l'escalier

Référence projet : UP8-PAS

Phase : DCE

Indice

Nb de pages

Auteur

Relecture

Date

B

141

AC

TS

27/04/2024

Indice	Date	Modifications
A	27/04/2024	Création du document

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION.....	7
1.1.	OBJET.....	7
1.2.	DESCRIPTION.....	7
1.3.	DESCRIPTION DES STRUCTURES.....	9
1.3.1.	Passerelle Sud	9
1.3.2.	Passerelle Nord	9
1.3.3.	Escalier Nord	9
2.	REFERENCES.....	10
2.1.	NORMES	10
2.2.	DOCUMENTS	10
3.	MATERIAUX ET HYPOTHESES	11
3.1.	PROPRIETES MECANQUES DES MATERIAUX.....	11
3.1.1.	Acier	11
3.2.	HYPOTHESES CLIMATIQUES	11
3.3.	HYPOTHESES DE CHARGES D'EXPLOITATION.....	13
3.3.1.	Charges du tablier.....	13
3.3.2.	Charges de garde-corps	14
4.	LIMITES DE DEFORMATION ADMISSIBLES	15
4.1.1.	Flèches verticales.....	15
4.1.2.	Flèches horizontales.....	16
5.	MODELISATION	17
5.1.1.	Matériaux.....	17
5.1.2.	Profils.....	17
5.2.	PASSERELLE SUD.....	18
5.2.1.	Schéma statique.....	18
5.2.2.	Charges existantes.....	22
5.3.	PASSERELLE NORD	29
5.3.1.	Schéma statique.....	29
5.3.2.	Charges existantes.....	32
5.4.	ESCALIER NORD	39
5.4.1.	Charges existantes.....	40
5.5.	COMBINAISONS D'ACTIONS	48
6.	RESULTATS DE STABILITE	49
6.1.	STABILITE GLOBALE	49

6.2.	PASSERELLE SUD.....	50
6.2.1.	Modes d'instabilité	50
6.2.2.	Nœuds déplaçables / non déplaçables.....	50
6.3.	PASSERELLE NORD.....	52
6.3.1.	Modes d'instabilité de la passerelle existante	52
6.3.2.	Nœuds déplaçables / non déplaçables.....	54
6.4.	ESCALIER NORD	55
6.4.1.	Modes de stabilité	55
6.4.2.	Nœuds déplaçables / non déplaçables.....	56
7.	REACTIONS D'APPUIS VERTICAUX - EXISTANT	57
7.1.	PASSERELLE SUD.....	57
7.1.1.	Descente de charges verticale ELU	57
7.1.2.	Réactions dans les appuis	58
7.1.3.	Vérification de la capacité portante des fondations	58
7.2.	PASSERELLE NORD	60
7.2.1.	Descente de charges verticale ELU dans le cas d'appuis verticaux sur les culées ..	60
7.2.2.	Réactions dans les appuis en l'absence d'appuis verticaux dans les culées	60
7.2.3.	Vérification de la capacité portante des fondations	61
7.3.	ESCALIER NORD	63
7.3.1.	Descente de charges verticale ELU	63
7.3.2.	Réactions dans les appuis	63
8.	VERIFICATIONS - EXISTANT	65
8.1.	PASSERELLE SUD.....	65
8.1.1.	Vérification des pannes.....	65
8.1.2.	Vérification des supports de pannes.....	67
8.1.3.	Vérification des poutres membrure haute	68
8.1.4.	Vérification des contreventements de toiture	69
8.1.5.	Vérification des poutres du tablier.....	70
8.1.6.	Vérification des entretoises du tablier.....	71
8.1.7.	Vérification des contreventements en v.....	71
8.1.8.	Vérification des poteaux.....	71
8.1.9.	Vérification des traverses des portiques.....	73
8.1.10.	Vérification des membrures basses.....	73
8.1.11.	Vérification en déformation	75
8.2.	PASSERELLE NORD.....	77
8.2.1.	Vérification des poteaux du portique d'entrée	77
8.2.2.	Vérification des traverses du portique d'entrée	79
8.2.3.	Vérification des poteaux de la palée de stabilité en l'absence de reprise de charges verticales dans les appuis des culées.....	80
8.2.4.	Vérification des traverses de la palée de stabilité en l'absence de reprise de charges verticales dans les appuis des culées.....	82

8.2.5.	Vérification des diagonales de la palée de stabilité en l'absence de reprise de charges verticales dans les appuis des culées.....	82
8.2.6.	Vérification des poutres du tablier.....	84
8.2.7.	Vérification des contreventements du tablier.....	86
8.2.8.	Vérification des entretoises du tablier.....	86
8.2.9.	Vérification des pannes.....	89
8.2.10.	Vérification des diagonales de la poutre au vent en toiture	91
8.2.11.	Vérification des membrures hautes.....	92
8.2.12.	Vérification des membrures basses.....	95
8.2.13.	Vérification des diagonales.....	97
8.2.14.	Vérification des montants.....	99
8.2.15.	Vérification en déformation	101
8.3.	ESCALIER NORD.....	102
8.3.1.	Vérification des poteaux.....	103
8.3.2.	Vérification des traverses.....	105
8.3.3.	Vérification des poutres.....	105
8.3.4.	Vérification des entretoises.....	107
8.3.5.	Vérification des pannes.....	107
8.3.6.	Vérification des supports de pannes.....	111
8.3.7.	Vérification des limons d'escalier.....	113
8.3.8.	Vérification en déformation	116
8.4.	VERIFICATION DE LA MAÇONNERIE DES CULEES ET DALLE BA.....	118
8.4.1.	ferrailage existant.....	118
8.4.2.	calcul	120
9.	RECAPITULATIF PASSERELLES EXISTANTES	122
9.1.	PASSERELLE SUD	122
9.1.1.	Renfort des profilés de charpente - Statique EC3	122
9.1.2.	Reprise des appuis	124
9.2.	PASSERELLE NORD	125
9.2.1.	Renfort des profilés de charpente - Statique EC3	125
9.2.2.	Reprise des appuis	127
9.3.	ESCALIER NORD	128
9.3.1.	Renfort des profilés de charpente - Statique EC3	128
9.3.2.	Reprise des appuis	130
10.	VERIFICATIONS - RENFORTS.....	131
10.1.	PASSERELLE SUD	131
10.1.1.	Mise en place des contreventement en V sur toutes les files : vérification des poteaux.....	131
10.1.2.	Vérification de la capacité portante des fondations avec le nouveau contreventement en v.....	133
10.2.	PASSERELLE NORD	135

10.2.1.	Remplacement des poteaux des palées de stabilité afin de rétablir un appuis axé	135
10.2.2.	Renforts montants.....	137
10.3.	ESCALIER NORD	139
10.3.1.	Poutre IPE160 doublée.....	139
11.	NOUVELLE PASSERELLE DE LIAISON ASCENSEUR	140

1. INTRODUCTION

1.1. OBJET

Cette note a pour objet l'analyse statique de la structure métallique de deux passerelles (nord et sud) et d'un escalier nord dans l'Université de Paris 8.

Cette note détaille les hypothèses et les calculs de vérification des deux passerelles ainsi que de l'escalier en réalisant un modèle global.

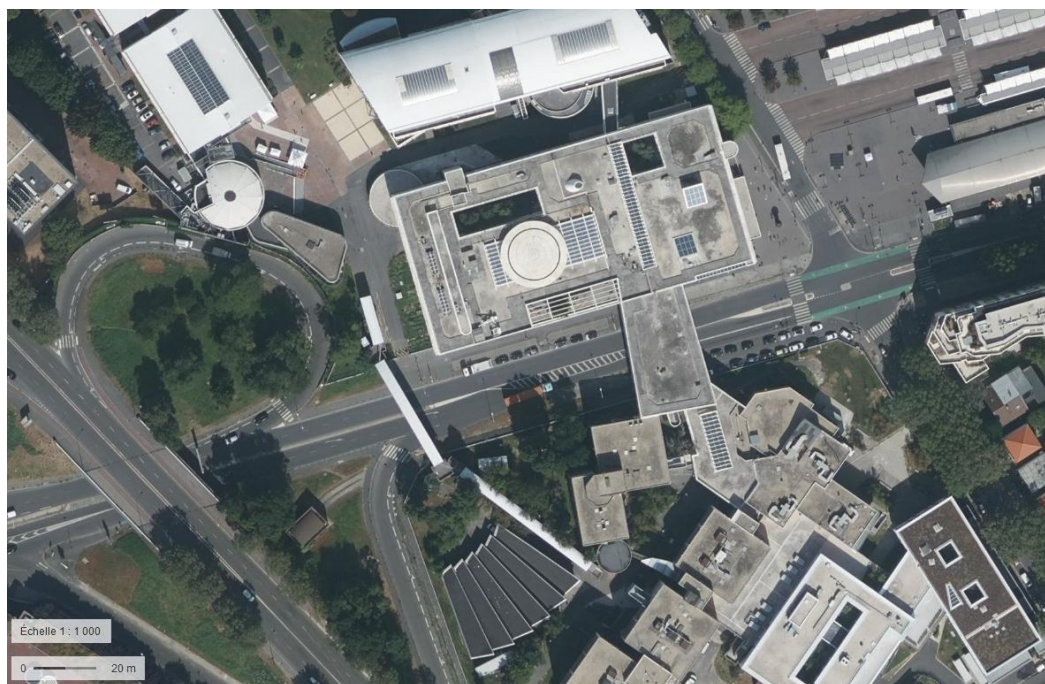
1.2. DESCRIPTION

A la fin des années 1970, l'Université Paris VIII est implantée à Saint-Denis à la suite de son déménagement de Vincennes.

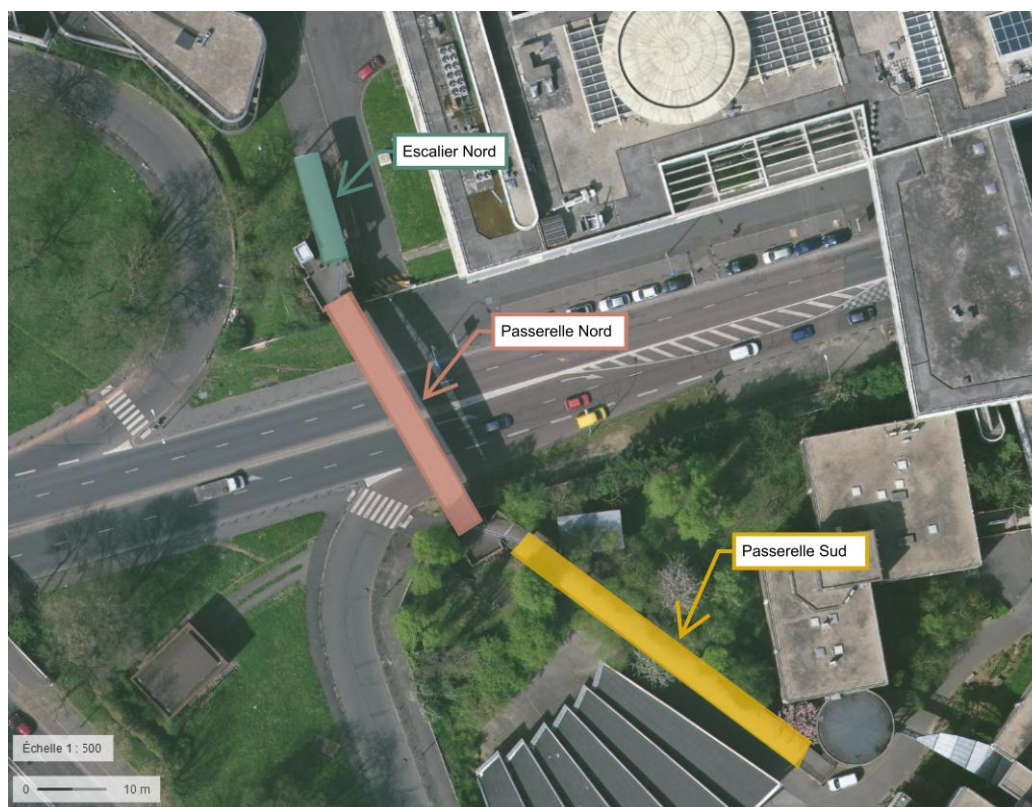
Le campus est séparé en deux parties par l'avenue de Stalingrad. Une passerelle métallique permet de connecter les deux côtés.



Photographie de l'ouvrage existant



Plan masse : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>



Plan de repérage : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>

La passerelle sud mesure 3.60 mètres de large et 52.50 mètres de long et s'élève à une hauteur de 9.62 mètres. La passerelle nord mesure 3.60 mètres de large et 37.14 mètres de long et s'élève à une hauteur de 10.00 mètres. L'escalier nord mesure 3.60 mètres de large et 15.35 mètres de long et s'élève à une hauteur de 8.20 mètres.

1.3. DESCRIPTION DES STRUCTURES

1.3.1. PASSERELLE SUD

La structure de la passerelle sud est composée de 6 portiques disposés tous les 10 mètres.

Chaque portique mesure 3.60 mètres de large, et est constitué de deux paires de poteaux encastrés l'un sur l'autre, ainsi que de deux poutres. Chaque portique comporte un contreventement en V.

Les 6 portiques sont reliés entre eux par des poutres. Les assemblages sont soit soudés soit boulonnés. La toiture est constituée de poutres métalliques cintrées, de chevrons métalliques ainsi que d'un contreventement en croix de Saint-André.

1.3.2. PASSERELLE NORD

La structure de la passerelle nord est composée d'une trame de 13 portiques espacés de 3.08 mètres.

Chaque portique mesure 3.60 mètres de large, et est constitué de deux poteaux, ainsi que de deux poutres. Des diagonales assurent le contreventement.

Le tablier est constitué de poutres métalliques ainsi que de contreventements. La toiture est constituée de deux grandes poutres métalliques cintrée (membrane haute), de chevrons métalliques ainsi que d'un contreventement en V.

Les membrures basses sont appuyées sur deux pieds en portiques composées de deux poteaux, une poutre et un contreventement en croix de Saint-André.

Les assemblages sont soit soudés soit boulonnés.

1.3.3. ESCALIER NORD

La structure de l'escalier nord est composée de 4 portiques disposés tous les 5.04 mètres.

Chaque portique mesure 3.60 mètres de large, et est constitué de deux poteaux, ainsi que de d'une poutre.

Les 4 portiques sont reliés entre eux par une poutre et par une structure d'escalier. Les assemblages sont soit soudés soit boulonnés. La toiture est constituée de poutres métalliques cintrées, de chevrons métalliques ainsi que d'un contreventement en croix de Saint-André.

Sa géométrie est similaire à celle de la passerelle Sud.

2. REFERENCES

2.1. NORMES

Les vérifications des nouveaux éléments sont faites selon l'Eurocode :

- Eurocode 0 : Bases de calcul des structures (EN 1990)
- Eurocode 1 : Actions sur les structures (EN 1991)
- Eurocode 3 : Calcul des structures en acier (EN 1993)

2.2. DOCUMENTS

Un certain nombre de documents émanant des études structurelles de diagnostic précédentes ont été utilisés dans le cadre de cette étude à différentes fins :

- Annexe 05 - Plan relev, de la passerelle (attention ce document n'est pas un relevé de géomètre, mais un plan indicatif réalisé par AMTECH)
- 0127_AMTECH_DIA_CM-GO_DEMANDES GEO_EM_annot, DM
- 0127_AMTECH_DIA_CM-GO_NDC-DIA_ESCALIER-NORD_EM
- 0127_AMTECH_DIA_CM-GO_NDC-DIA_PASSERELLE-NORD_EM
- 0127_AMTECH_DIA_CM-GO_NDC-DIA_PASSERELLE-NORD-DYNA_EM
- 0127_AMTECH_DIA_CM-GO_NDC-DIA_PASSERELLE-SUD_EM
- 0127_AMTECH_DIA_CM-GO_NDC-DIA_PASSERELLE-SUD-DYNA_EM

Autres documents de références :

3. MATERIAUX ET HYPOTHESES

3.1. PROPRIETES MECANQUES DES MATERIAUX

3.1.1. ACIER

L'ensemble des trois structures sont composées d'éléments standards en acier. Les aciers de charpente sont de nuance S235 :

Module d'élasticité longitudinal	E : 210 GPa
Module d'élasticité transversal	G : 81 GPa
Masse volumique	ρ : 7 850 kg/m ³
Coefficient de dilatation thermique	λ : 1,2x10 ⁻⁵ C ⁻¹

La limite d'élasticité des éléments en acier est de 235 MPa.

3.2. HYPOTHESES CLIMATIQUES

3.2.1.1. ZONE ET CHARGE DE NEIGE

- Région de neige	Région A1
- Valeur caractéristique de la charge de neige S_k	0,45 kN/m ²
- Coefficient d'exposition C_e	1,00
- Coefficient thermique C_t	1,00

Charge de neige sur les toitures :

Avec

- μ_i est le coefficient de forme pour la charge de neige
- S_k est la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol
- C_e est le coefficient d'exposition ($C_e = 1$)
- C_t est le coefficient thermique ($C_t = 1$)

$$S = \mu_i * C_e * C_t * S_k$$

D'où $S = 0.36 \text{ daN/m}^2$

Charge de neige S			
Neige	S1	0,36	kN/m ²

Charges de neige ajoutées au modèle

3.2.1.2. ZONE ET CHARGE DE VENT

Zone de vent selon l'Eurocode 1 Partie 1-4 :

Catégorie de terrain		z_0 [m]	z_{min} [m]
0	Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0,005	1
II	Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur	0,05	2
IIIa	Campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé	0,20	5
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers	0,5	9
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouvertes de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m ; forêts	1,0	15

- Zone de vent

- Rugosité de terrain

- Coefficient de rugosité

- Coefficient de direction Cdir

- Coefficient de saison Cseason

- Coefficient d'orographie

- Coefficient de turbulence

- Masse volumique de l'air

- Valeur de base de vitesse de référence du vent
- Zone 2

IIIb

0.817

1.00

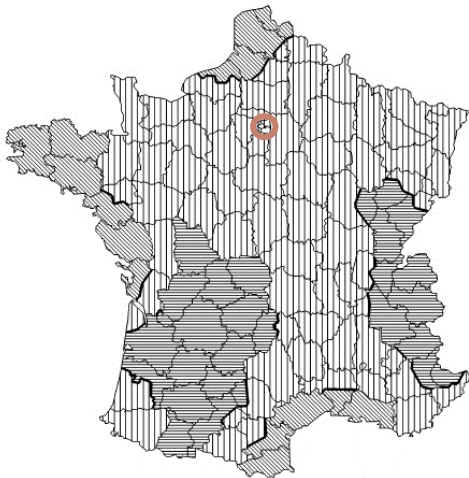
1.00

1.00

0.854

1.225 kg/m³

24 m/s



Régions :	1	2	3	4
Valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,0}$ [m/s]	22	24	26	28

Carte de la valeur de base de la vitesse de référence en France (NF EN 1991-1-4/NA de mars 2008)

Pression dynamique de pointe

Eurocode 1 : NF EN 1991-1-4 - Novembre 2005
Annexe Nationale : NF EN 1991-1-4/NA - Mars 2008
Amendement A1 : NF EN 1991-1-4/NA/A1 - Juillet 2011
Amendement A2 : NF EN 1991-1-4/NA/A2 - Septembre 2012

Données d'entrée

Région de vent	2	Figure 4.3(NA)
Catégorie de terrain	IIIb	Tableau 4.1(NA)
z	10 m	
c_{dir}	1.00	4.2 2(P)
c_{season}	1.00	4.2 2(P)
$c_o(z)$	1.00	(4.3)
Type d'orographie	Cas 1	4.3.3 (1)

Résultats

$q_p(z)$	0.497 kPa	(4.8)
----------	-----------	-------

Figure 1 : Pression dynamique de pointe

Charge de vent W

Vent	W1	0,53	kN/m ²
Force de frottement dans le tablier	W2	1,6	kN

Charges de vent ajoutées par le modèle automatiquement

3.2.1.2.1. VENT FROTTANT

Coefficient de frottement pour une surface très rugueuse : $c_{fr} = 0,04$ (par face)

Force de frottement : $F_{fr} = A_{fr} \times c_{fr} \times q_p(z)$

Avec :

- Surface frottant : A_{fr}
- Coefficient de frottement pour une surface très rugueuse : $c_{fr} = 0,04$ (par face)
- Pression dynamique de pointe : $q_p(z) = 0.53 \text{ kN/m}^2$

Pour la toiture et le tablier qui frottent sur les 2 faces, on obtient une charge horizontale de vent : $2 \times 0.04 \times 0.53 = 0.04 \text{ kN/m}^2$

3.3. HYPOTHESES DE CHARGES D'EXPLOITATION

3.3.1. CHARGES DU TABLIER

La charge d'exploitation verticale prise en compte sur le tablier des passerelles est 500 kg/m^2 (annexe nationale de l'Eurocode NF EN 1991-2, clause 5.3.2.1(2)).

La charge d'exploitation pour les escaliers présentés dans l'annexe nationale de l'Eurocode NF EN 1991-1-1 est 250 kg/m^2 en catégorie A (il n'y a pas de charges spécifiques indiqués pour les escaliers d'autres catégories). La charge d'exploitation prise en compte pour les escaliers suite à un échange avec le bureau de contrôle Veritas en décembre 2024 est de 500 kg/m^2 .

3.3.2. CHARGES DE GARDE-CORPS

La charge horizontale appliquée sur les garde-corps des passerelles dans la note de diagnostic d'AMTEC est de 100kg/ml. Cela correspond à la charge indiquée dans l'annexe nationale de l'Eurocode NF EN 1991-1-1, pour des garde-corps des lieux de réunion (hors foule, cat. C2 à C4) et des commerces.

La **norme NF P98-405**, de novembre 2022 (Barrières de sécurité routières - Garde-corps pour ponts et ouvrages de génie civil - Conception, fabrication, mise en œuvre, « Le garde-corps s'emploie normalement sur ponts routes, passerelles, murs de soutènement et ouvrages similaires en hauteur. ») prescrit de prendre en compte la charge horizontale suivante :

$$1 \text{ kN/ml} < q = 0.5(1+b) \text{ kN/ml} < 2.5 \text{ kN/ml} \text{ (paragraphe 5.3.3.2)}$$

Avec b la largeur du trottoir ou chemin piéton.

On obtient pour les passerelles Sud et Nord : $q = 0.5(1+3.2) = 2.1 \text{ kN/ml}$

Après échange avec le bureau de contrôle Veritas le 11/12/2024, la charge horizontale prise en compte sur les garde-corps de l'escalier est 2.1kN/ml à 1m de haut.

4. LIMITES DE DEFORMATION ADMISSIBLES

4.1.1. FLECHES VERTICALES

Selon l'annexe nationale de l'Eurocode 3 (clause 7.2.1(1)B), les déformations de la structure métallique à l'ELS sont limitées pour la flèche totale à $w_{\max} = L/200$ et pour la flèche d'action variable à $w_3 = L/300$ pour le tablier et $w_3 = L/250$ pour la toiture.

Valeurs limites recommandées pour les flèches verticales

Les valeurs limites recommandées données ci-après sont destinées à être comparées aux résultats des calculs et n'ont pas à être interprétées comme étant des critères de performance. Il convient de leur comparer les valeurs calculées à partir des combinaisons caractéristiques.

Les notations des valeurs limites de flèches indiquées ci-après sont représentées sur la Figure 1 dans le cas de la poutre simplement appuyée.



Figure 1 — Définition des flèches verticales

où :

- w_c Contre-flèche dans l'élément structural non chargé ;
- w_1 Partie initiale de la flèche sous les charges permanentes de la combinaison d'actions correspondante selon les expressions (6.14a) à (6.16b) ;
- w_2 Partie à long terme de la flèche sous les charges permanentes (sans objet pour le domaine traité dans cette Annexe Nationale) ;
- w_3 Partie additionnelle de la flèche due aux actions variables de la combinaison d'actions correspondante d'après les expressions (6.14a) à (6.16b) ;
- w_{tot} Flèche totale, soit $w_{\text{tot}} = w_1 + w_2 + w_3$;
- w_{\max} Flèche totale compte tenu de la contre-flèche, soit $w_{\max} = w_{\text{tot}} - w_c$;

Les valeurs limites recommandées de flèches verticales pour les poutres de bâtiments sont données au Tableau 1, où L est la portée de la poutre.

Pour les poutres en porte à faux, la longueur L à considérer est égale à deux fois la longueur du porte-à-faux.

Tableau 1 — Valeurs limites maximales recommandées pour les flèches verticales

Conditions	Limites (voir Figure1)	
	w_{\max}	w_3
Toitures en général ^{a)}	$L/200$	$L/250$
Toitures supportant fréquemment du personnel autre que le personnel d'entretien	$L/200$	$L/300$
Planchers en général ^{b)}	$L/200$	$L/300$
Planchers et toitures supportant des cloisons en plâtre ou en autres matériaux fragiles ou rigides ou des revêtements fragiles	$L/250$	$L/350$
Planchers supportant des poteaux (à moins que la flèche ait été incluse dans l'analyse globale de l'état limite ultime) ^{c)}	$L/400$	$L/500$
Cas où w_{\max} peut nuire à l'aspect du bâtiment	$L/250$	
Notes :		
a) On entend par toitures en général, les toitures non accessibles aux usagers. Ces toitures supportent, uniquement, le passage des personnes chargées de l'entretien. Pour les toitures à faible pente, il convient de considérer également l'alinéa ci-après relatif à l'accumulation d'eau de pluie.		
b) Les conditions d'utilisation de certaines machines peuvent nécessiter des flèches admissibles plus faibles que celles fixées par les règles générales ; ces limites sont alors à préciser dans les spécifications du marché.		
c) Cette limitation n'est à considérer que si la flèche de ces planchers a une influence sur le comportement de la structure supportée par ces poteaux. Dans le cas contraire, on se reportera aux limitations des deux cas précédents.		

4.1.2. FLECHES HORIZONTALES

Tableau 2 — Valeurs limites maximales recommandées pour les flèches horizontales

Conditions	Limites (voir Figure 2)
Bâtiments industriels à niveau unique sans pont roulant, avec parois non fragiles ^{a) c) d)} :	
— déplacement en tête de poteaux	$H / 150$
— déplacement différentiel en tête entre 2 portiques consécutifs	$L_i / 150$
Eléments supports de bardage métallique (hors encadrements de baies) :	
— lisses	$L_i / 150$
— montants (flèche propre)	$H_i / 150$
Autres bâtiments à niveau unique, sans pont roulant ^{b) d)} :	
— déplacement en tête de poteaux	$H_i / 250$
— déplacement différentiel en tête entre 2 portiques consécutifs	$L_i / 200$
Bâtiments industriels à plusieurs niveaux, sans pont roulant, avec parois non fragiles ^{c) d)} :	
— entre chaque étage	$H_i / 200$
— pour la structure dans son ensemble	si $H \leq 20$ m $H / 200$ 20 m < $H \leq 40$ m $H / (100 + 5H)$ si $H > 40$ m $H/300$
Autres bâtiments à plusieurs niveaux, sans ponts roulants ^{d)} :	
— entre chaque étage	$H_i / 300$
— pour la structure dans son ensemble	si $H \leq 10$ m $H / 300$ si 10 m < $H \leq 30$ m $H / (200 + 10H)$ si $H > 30$ m $H / 500$
Où H_i est la hauteur du poteau ou de l'étage ou du montant de bardage H est la hauteur totale de la structure L_i est la distance entre deux portiques consécutifs ou la longueur d'une lisse	
Notes :	
a) <u>Bâtiments sans pont roulant</u> : cas des bâtiments avec portiques simples ou à travées multiples, à un niveau, sans exigence particulièrement restrictive en matière de déformation. Pour les portiques avec pont(s) roulant(s), voir la NF EN 1993-6/NA.	
b) <u>Autres bâtiments à niveau unique</u> : ce sont des bâtiments ayant des exigences particulières en matière de déformations (ex. : étanchéité, fragilité des parois, aspect, confort, utilisation). Ils peuvent être simples ou à travées multiples.	
c) On entend par parois fragiles tout système d'enveloppe ou élément de remplissage ayant des exigences plus sévères en termes de déformation ou de compatibilité avec les éléments support.	
d) Dans le cas de parois fragiles, la valeur limite de flèche horizontale peut être supérieure lorsque des dispositions constructives adoptées pour les liaisons des parois à l'ossature le permettent.	

5. MODELISATION

L'étude statique des passerelles est effectuée à partir d'une modélisation globale que chaque passerelle sur le logiciel de calcul SCIA.

5.1.1. MATERIAUX

Les caractéristiques mécaniques citées plus haut sont intégrées au modèle de calcul :

Nom S 235 +10%	
Général	
Type de matériau	Acier
Dilatation thermique [m/mK]	0,01e-003
Masse volumique [kg/m³]	8635,00
Module E [MPa]	2,1000e+05
Coeff. de Poisson	0,3
Module G indépendant	
Module G [MPa]	8,0769e+04
Décrément log. (pour amort. non uniforme)	0,15
Couleur	
Dilatation thermique (pour résistance au feu) [m/mK]	0,01e-003
Chaleur spécifique [J/gK]	6,0000e-01
Conductivité thermique [W/mK]	4,5000e+01
Prix par unité [€/kg]	1,00
EC3	
Résistance ultime [MPa]	360,0
Limite élastique [MPa]	235,0
Influence de l'épaisseur	..

Modélisation de l'acier en ajoutant les 10% dans la masse volumique pour les assemblages

Le poids propre de l'acier est augmenté de 10% dans le modèle pour prendre en compte le poids des assemblages

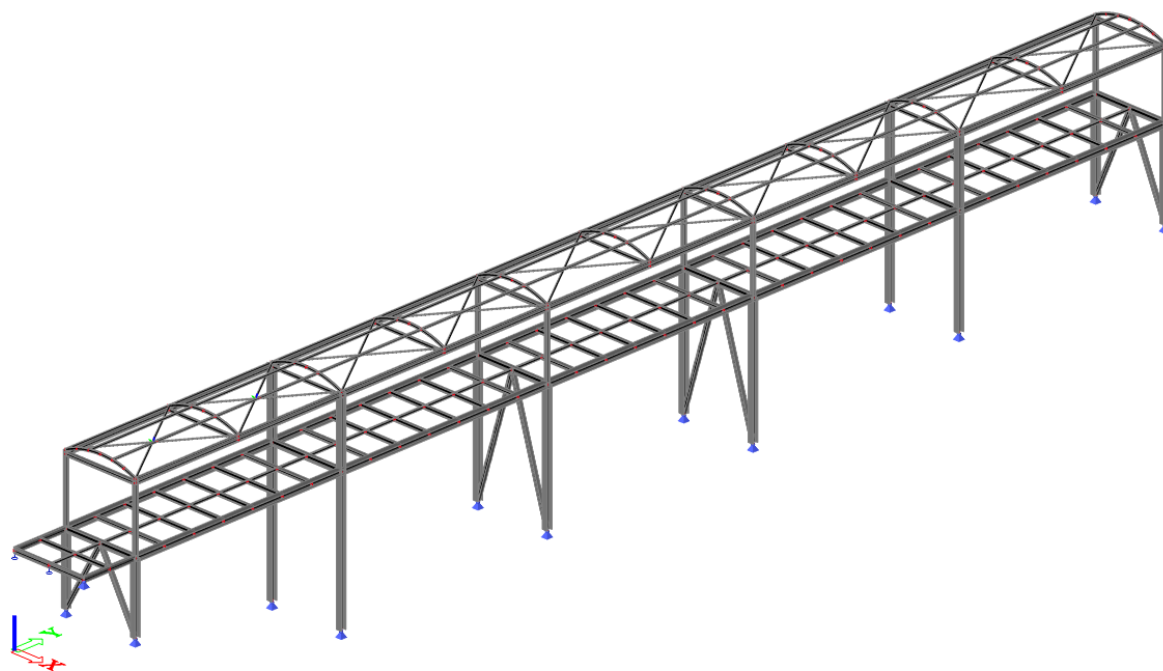
5.1.2. PROFILS

L'ensemble de sections des profilés utilisés pour la modélisation est repris du document de AMTECH STRUCTURES : Annexe 05 - Plan relev, de la passerelle. Ce dernier document est complété par des observations réalisées sur place.

5.2. PASSERELLE SUD

5.2.1. SCHEMA STATIQUE

Un modèle global de la structure de la passerelle sud est réalisé.



Représentation de la structure de la modélisation en éléments finis

Les appuis des poteaux en acier sont considérés comme des rotules. Les appuis aux niveaux des extrémités du tablier sont considérés comme des rotules et des appuis glissants.

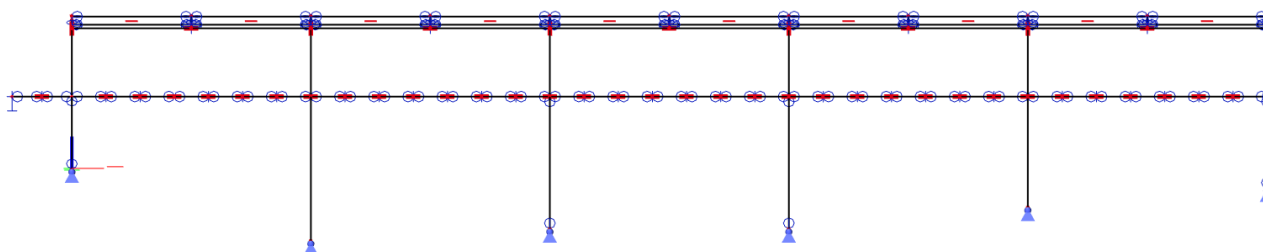


Schéma statique de la passerelle hors plans des portiques

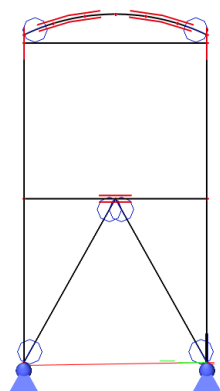


Schéma statique d'un portique à l'extrémité de la passerelle avec contreventement en V

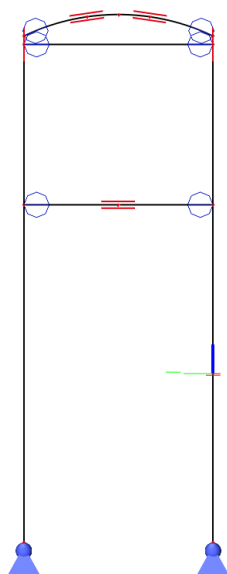


Schéma statique d'un portique standard de la passerelle

Les poutres transversales du tablier et les entretoises sont modélisées comme étant rotulées à leurs deux extrémités au niveau des membrures basses dans le plan horizontal mais encastrées dans le plan vertical en adéquation avec l'assemblage réalisé.

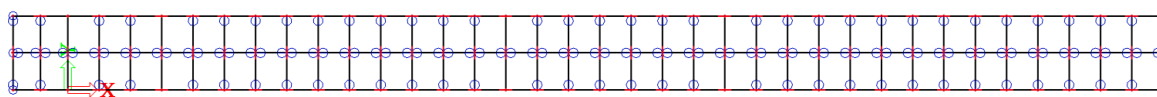


Schéma statique du tablier de la passerelle

Les diagonales des contreventements en toiture sont rotulées aux poutres principales (membrane haute). La liaison à l'intersection des diagonales des contreventements du tablier est rotulée.

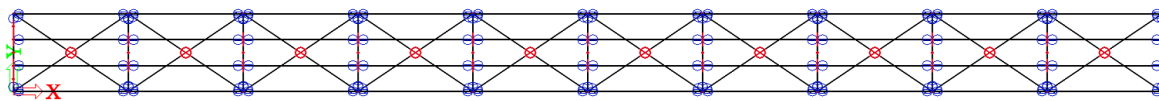


Schéma statique de la toiture de la passerelle
Contreventement en toiture : rotules aux extrémités et maintien latéral entre les diagonales

B

5.2.1.1. CONDITIONS D'APPUIS DES TABLIERS AU NIVEAU DES CULEES

La fixation de la passerelle à la maçonnerie est réalisée avec des profils UPN 220, où les poutres principales (IPE 160) sont boulonnées à la poutre de rive :



Tablier de la passerelle sud. Vue du dessous.

La présence des trous oblongs permet la dilatation thermique de la passerelle horizontalement :

5.2.2. CHARGES EXISTANTES

5.2.2.1. G : CHARGES PERMANENTES

5.2.2.1.1. G1 : POIDS PROPRE

Le poids d'assemblages est pris forfaitairement en compte dans les calculs par application d'un coefficient pondérateur sur la densité de l'acier d'une valeur de 10%.

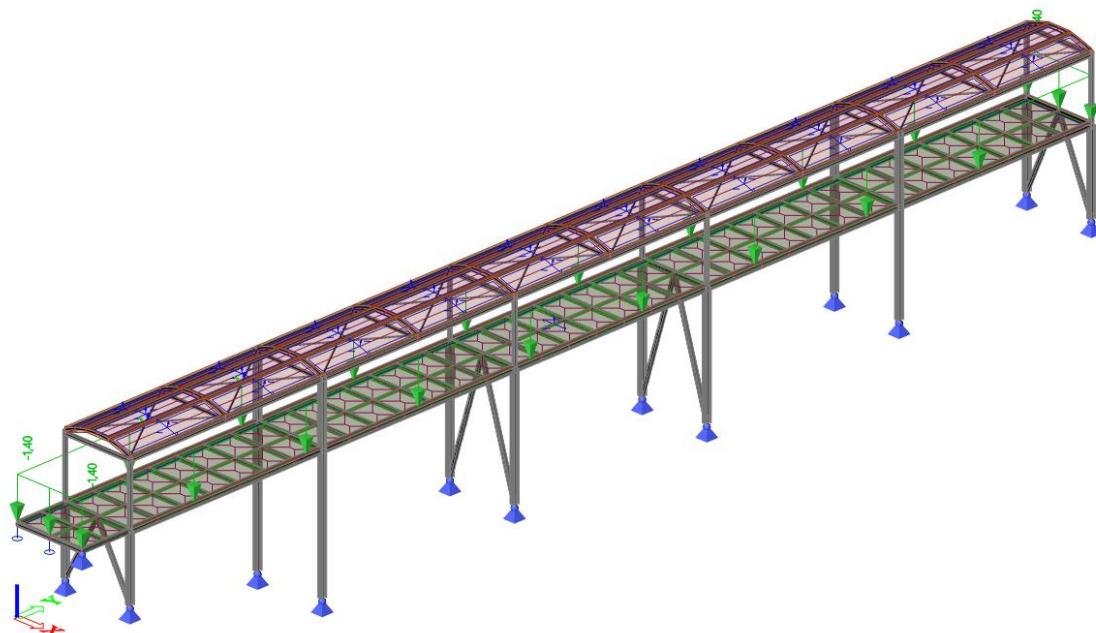
Poids propre G1			
Masse volumique Acier	ρ	7850	kN/m ³
Masse volumique Acier +10% pour les assemblages	G1	8635	kN/m ³

Charges permanentes G1 ajoutées automatiquement par le modèle

5.2.2.1.2. G2 : TABLIER DE LA PASSERELLE

Poids du tablier de la passerelle G2			
Revêtement en asphalte ep 4cm (1800 daN/m ³)	g2,1	0,72	kN/m ²
Tôle en acier + nervures	g2,2	0,15	kN/m ²
Chemin de câbles + éclairage + divers	g2,3	0,53	kN/m ²
TOTAL Tablier de la passerelle	G2	1,4	kN/m ²

Charges permanentes G2 ajoutées au modèle

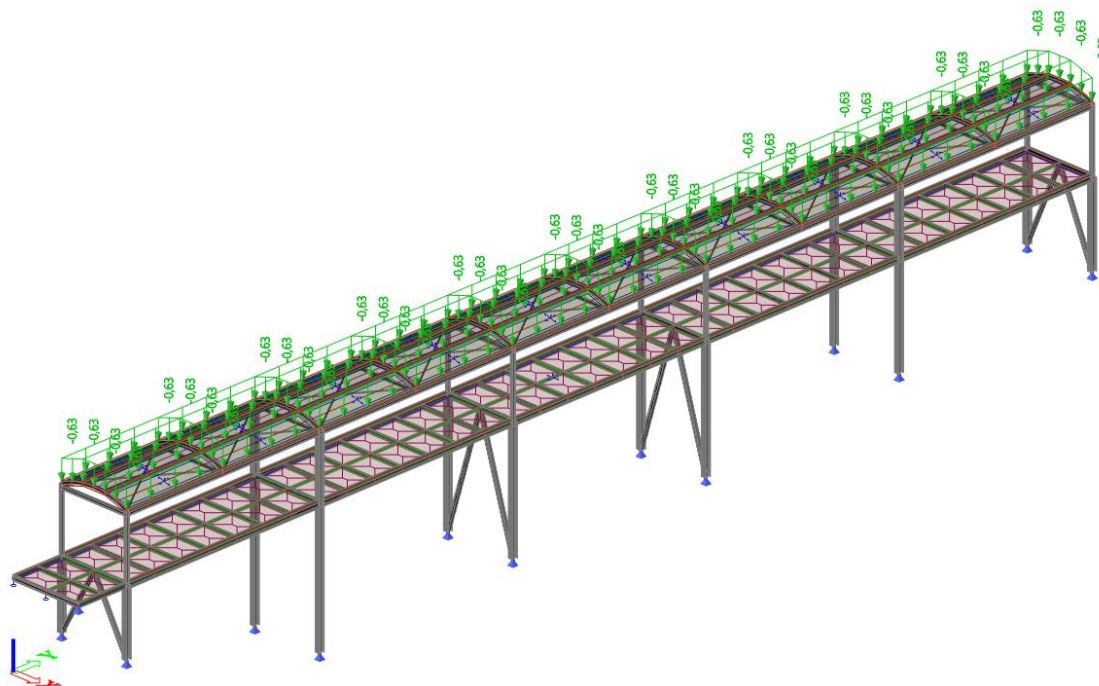


Représentation de la structure avec le cas de charges G2

5.2.2.1.3. G3 : COUVERTURE DE LA PASSERELLE

Poids de la couverture de la passerelle G3			
Revêtement en polycarbonate ondulé + fixations	g3,1	0,03	kN/m ²
Poutrelle métallique (IPE80) + fixations	g3,2	0,1	kN/m ²
Chemin de câbles + éclairage + divers	g3,3	0,5	kN/m ²
TOTAL Couverture de la passerelle	G3	0,63	kN/m ²

Charges permanentes G3 ajoutées au modèle

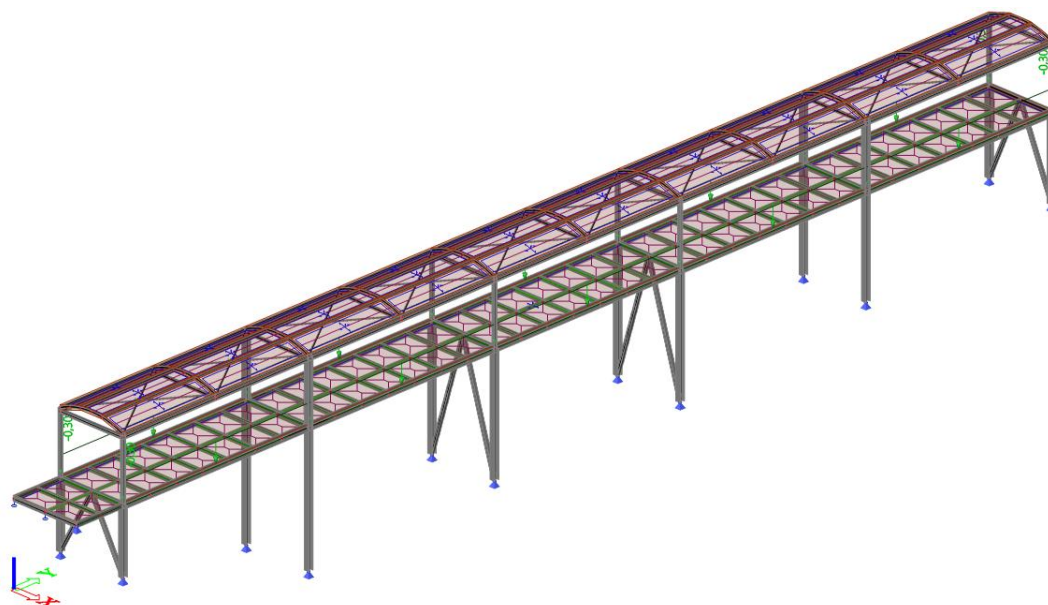


Représentation de la structure avec le cas de charges G3

5.2.2.1.4. G4 : GARDE-CORPS

Poids de la couverture de la passerelle G4			
Garde-corps de la passerelle + grillage et fixations	G4	0,3	kN/ml

Charges permanentes G4 ajoutées au modèle



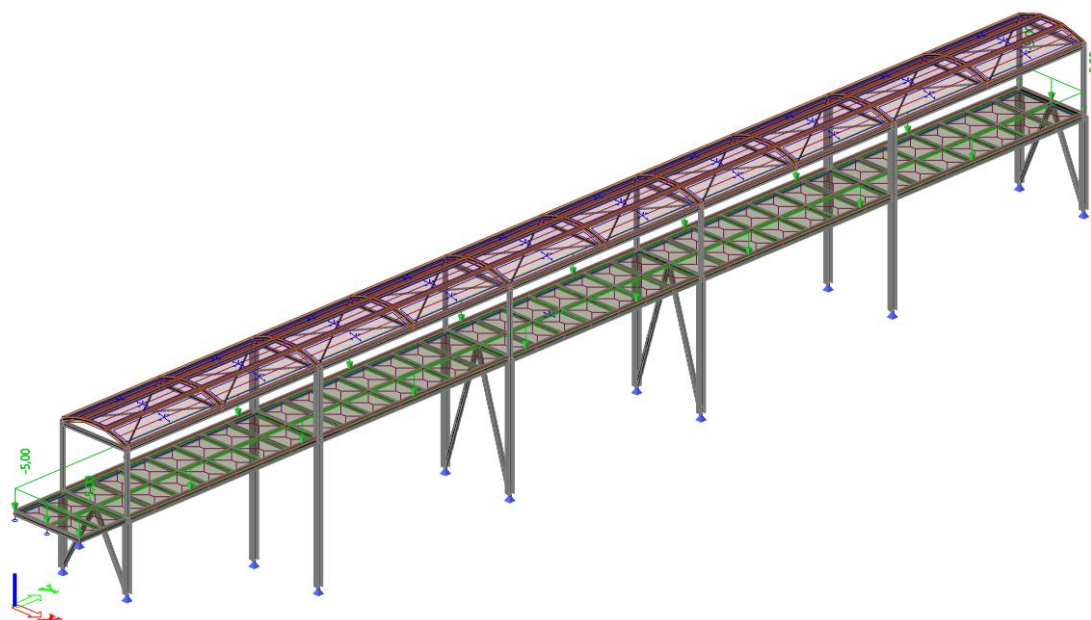
Représentation de la structure avec le cas de charges G4

5.2.2.2. Q : CHARGES VARIABLES

5.2.2.2.1. Q1 : EXPLOITATION - PASSERELLE

Charge d'exploitation de la passerelle Q1			
Passerelle piétonne	Q1	5,00	kN/m ²

Charges d'exploitation Q1 ajoutées au modèle

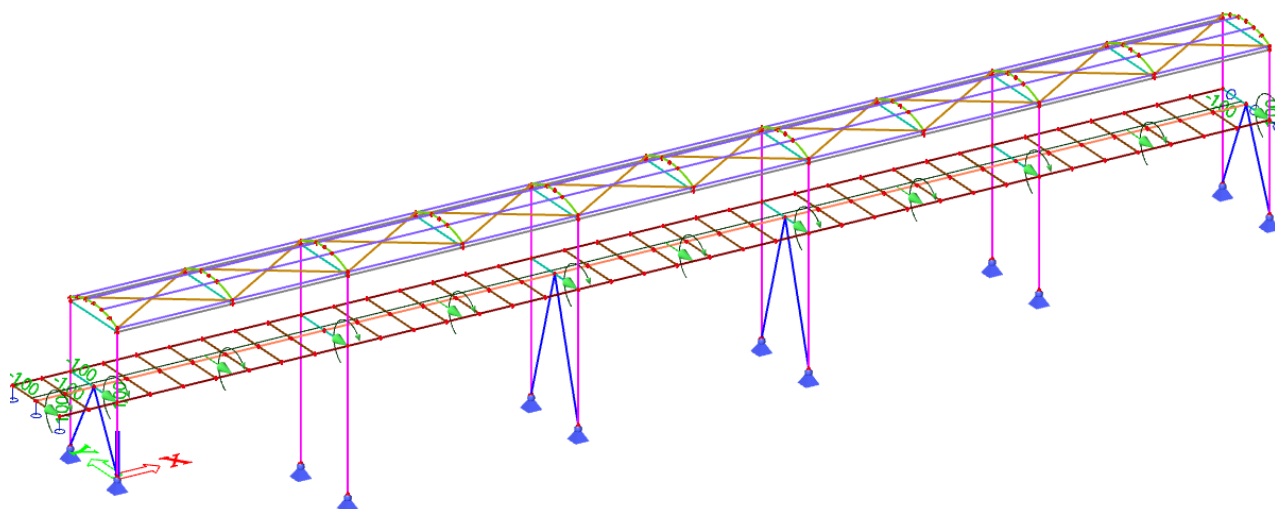


Représentation de la structure avec le cas de charges Q1

5.2.2.2.2. Q2 : EXPLOITATION - GARDE-CORPS

Poids d'exploitation des gardes corps Q2 ouest			
Garde-corps 1	Q2	1,00	kN/ml

Charge d'exploitation horizontale Q2 ajouté au modèle à 1m de hauteur

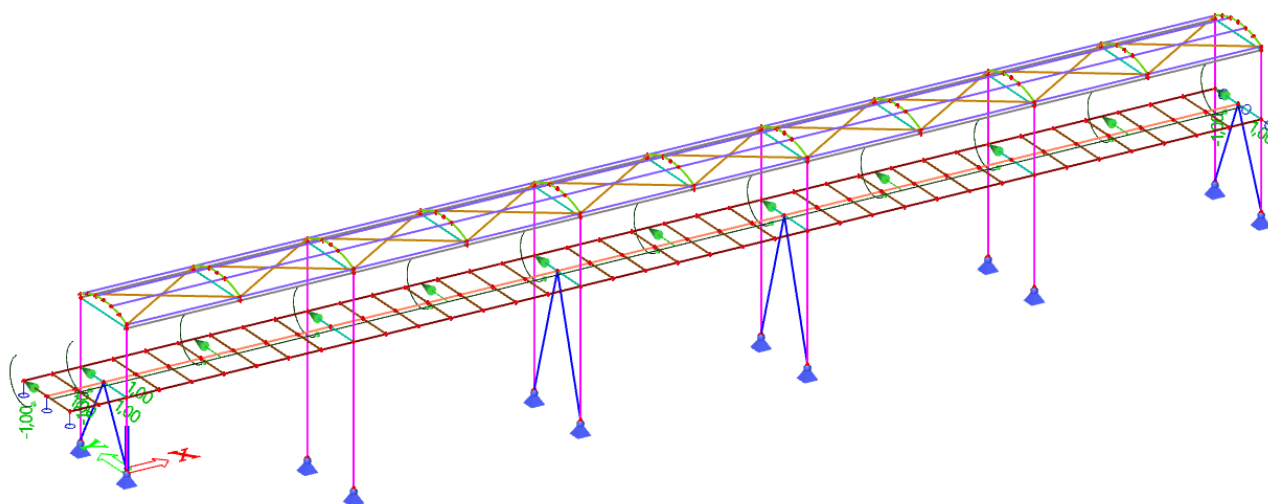


Représentation de la structure avec le cas de charge Q2

5.2.2.2.3. Q3 : EXPLOITATION – GARDE-CORPS 2

Poids d'exploitation des gardes corps Q3 est			
Garde-corps 2	Q3	1,00	kN/ml

Charge d'exploitation horizontale Q3 ajouté au modèle à 1m de hauteur

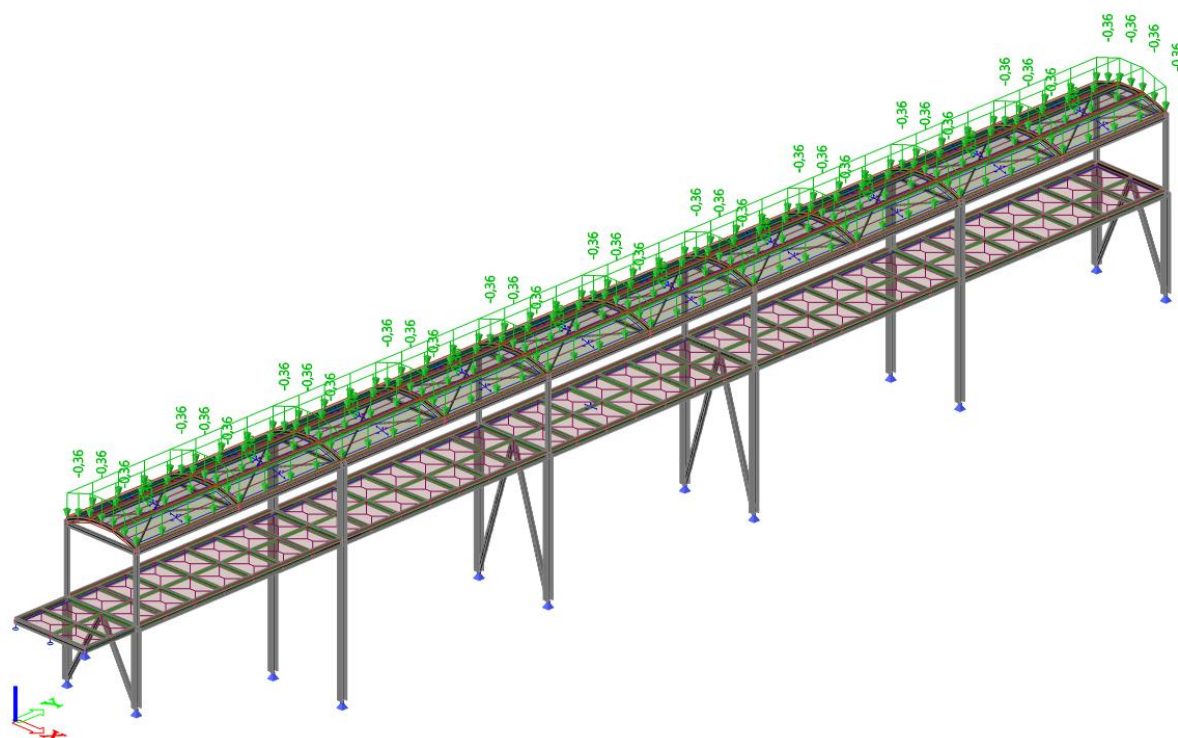


Représentation de la structure avec le cas de charge Q3

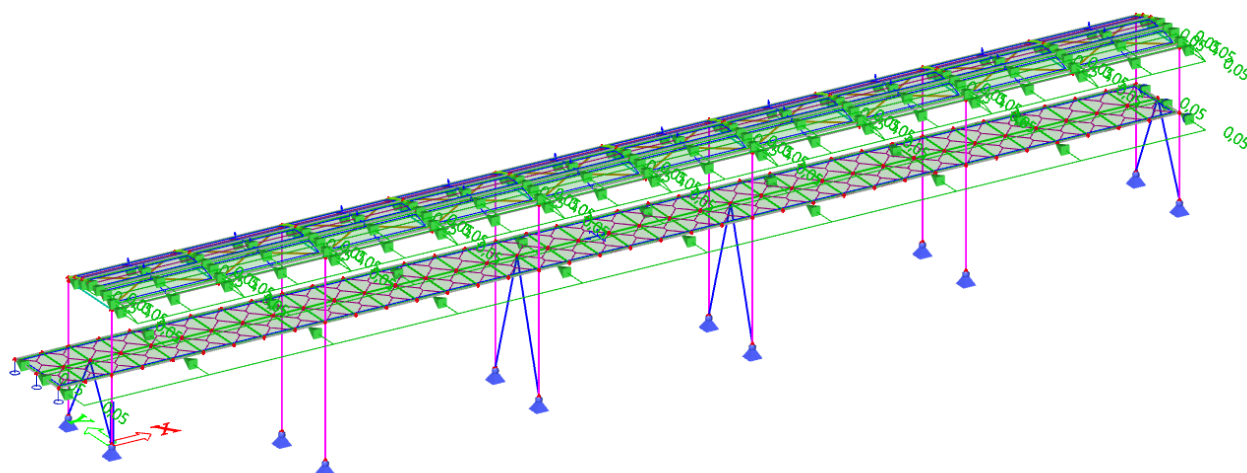
5.2.2.3. S : CHARGE DE NEIGE

Charge de neige S			
Neige	S1	0,36	kN/m ²

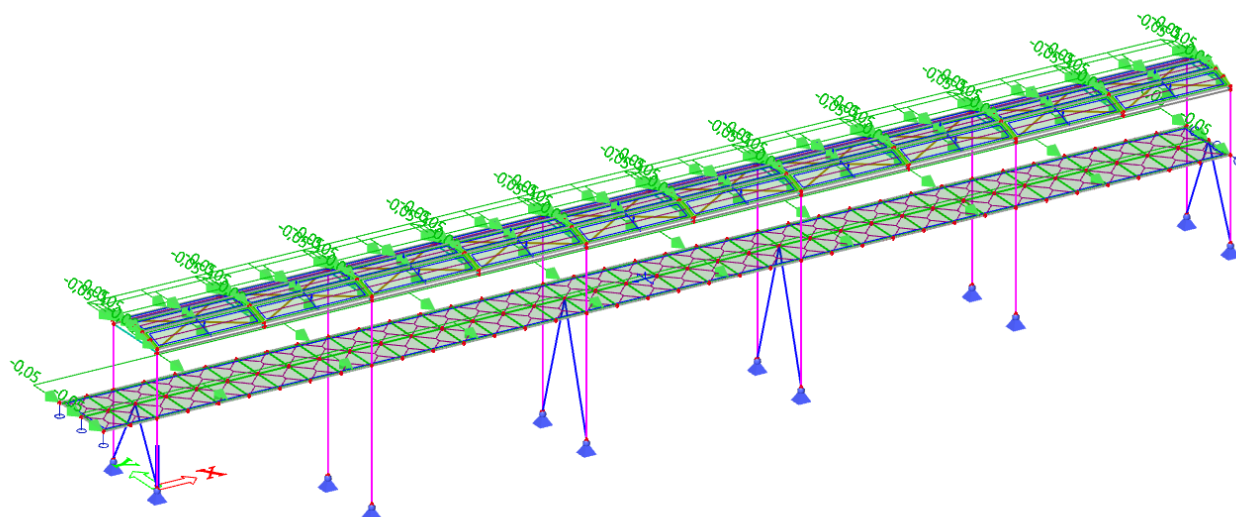
Charges de neige ajoutées au modèle



Représentation de la structure avec le cas de charge S1



Wfy+ vent frottant direction Y+



Wfy- vent frottant direction Y-

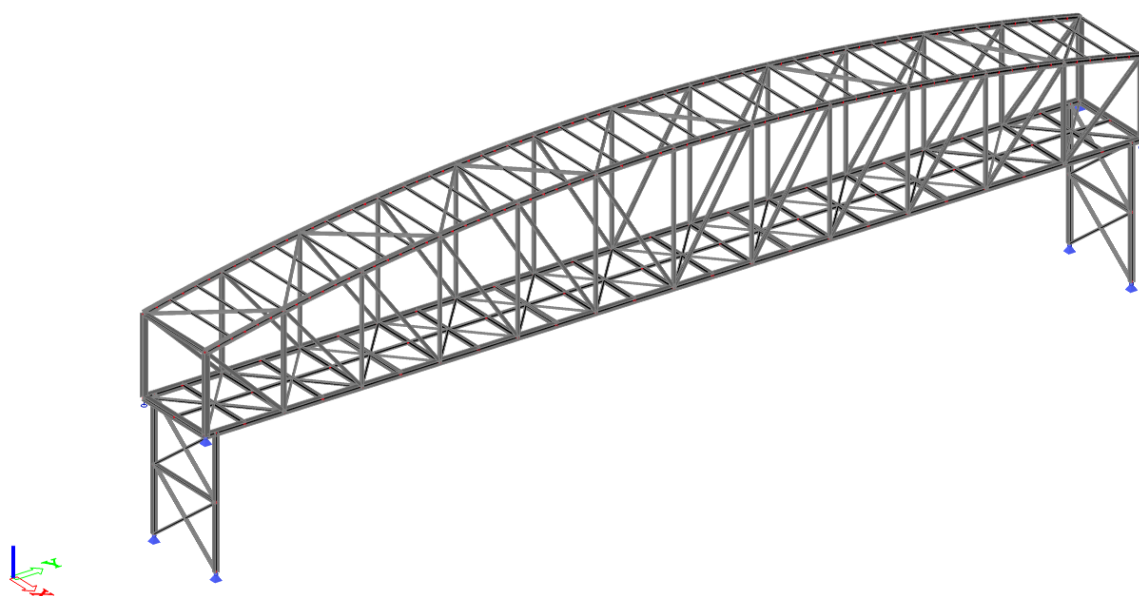
5.2.2.5. CHARGE THERMIQUE

La passerelle est libre de se dilater d'un côté. Il n'y a donc pas d'effort thermique intégré dans le modèle

5.3. PASSERELLE NORD

5.3.1. SCHEMA STATIQUE

Un modèle global de la structure de la passerelle nord est réalisé.



Représentation de la structure de la modélisation en éléments finis

Les appuis des poteaux en acier sont considérés comme des rotules. Les appuis aux niveaux des extrémités du tablier sont considérés comme des rotules et des appuis glissants.

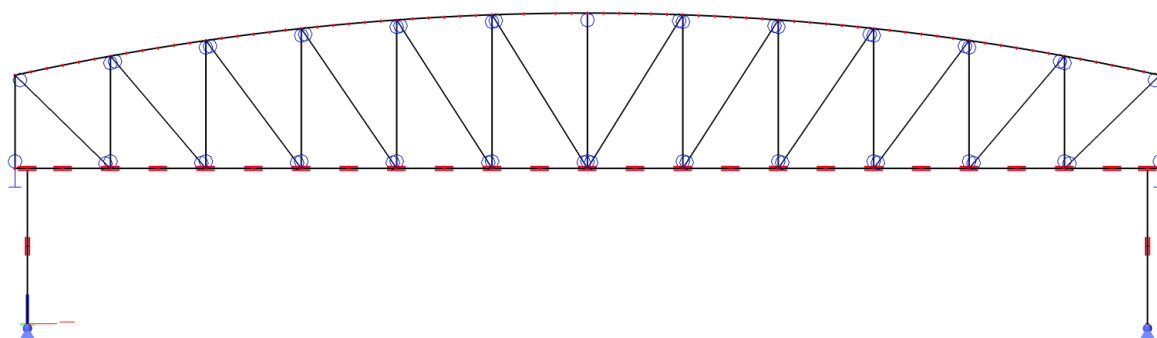


Schéma statique de la passerelle hors plan du portique

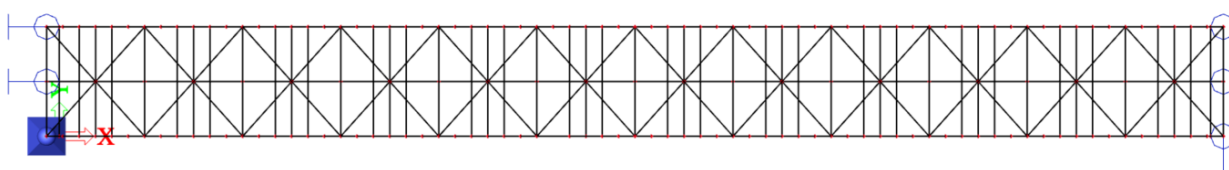


Schéma des appuis du tablier : bloqué d'un côté et libre de l'autre

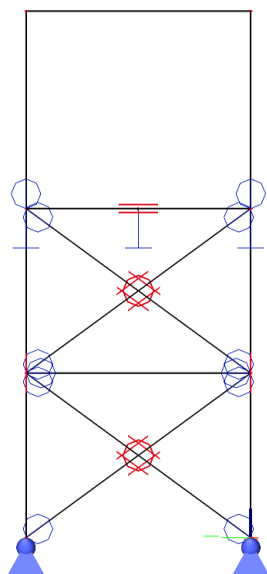


Schéma statique d'un portique à l'extrémité de la passerelle avec palé de stabilité

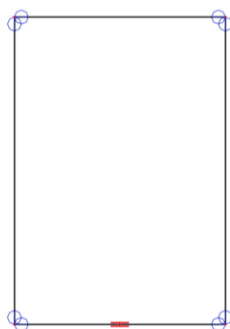


Schéma statique d'un portique standard de la passerelle

Les diagonales des contreventements en toiture et dans le tablier sont rotulées aux poutres principales. La liaison à l'intersection des diagonales des contreventements du tablier est rotulée. Les entretoises sont modélisées comme étant rotulées à leurs deux extrémités.

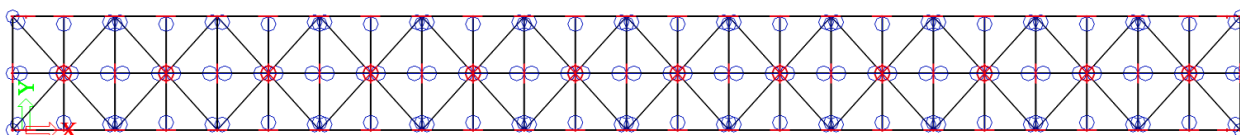


Schéma statique du tablier de la passerelle
Contreventement sous le tablier : rotules aux extrémités et maintien latéral entre les diagonales

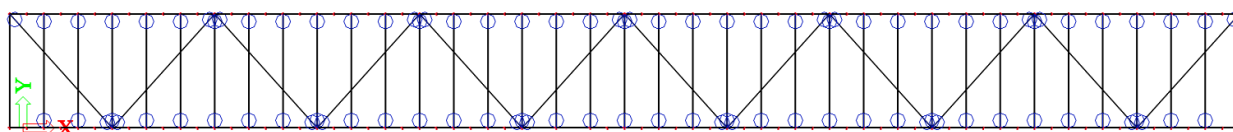
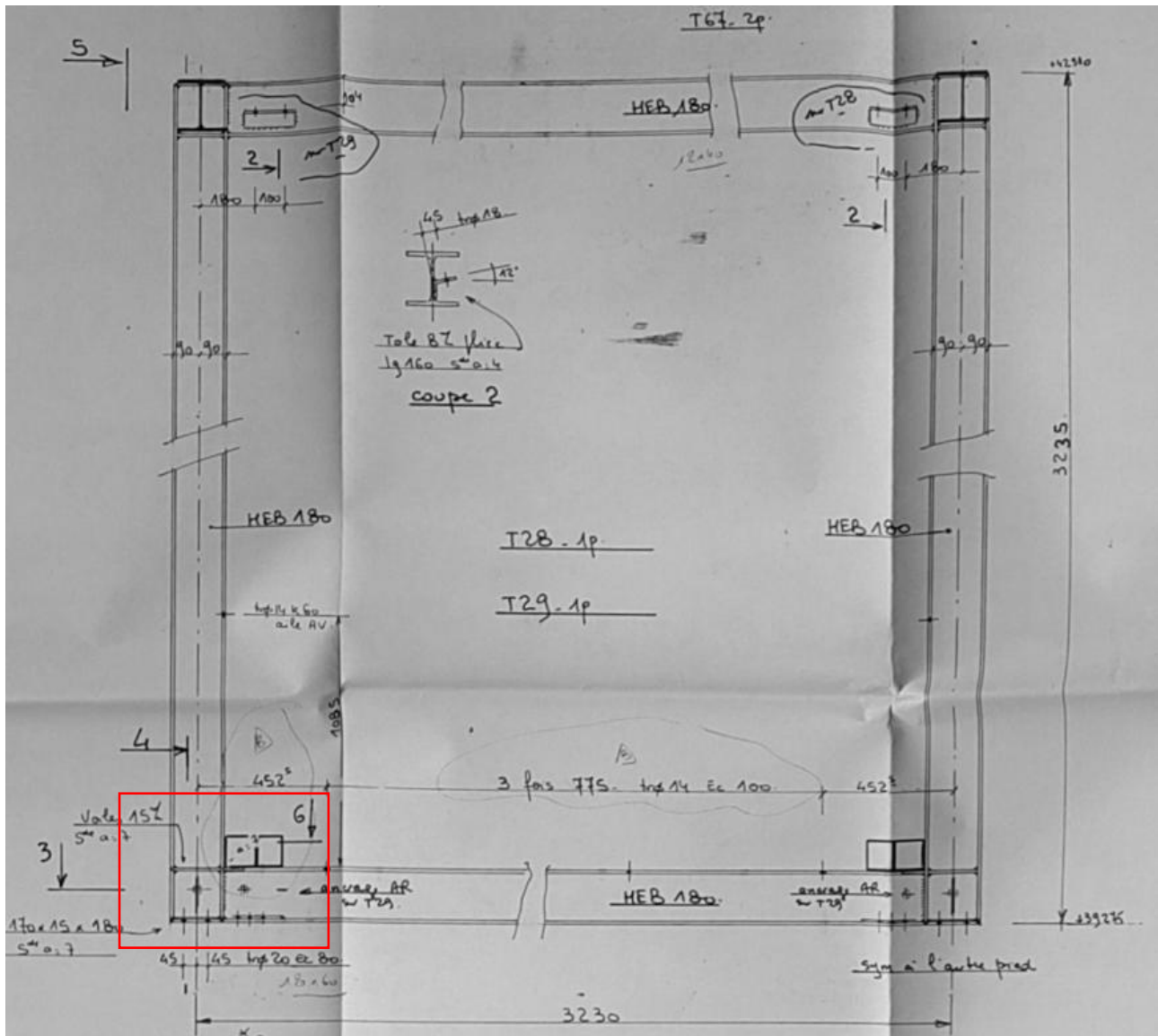
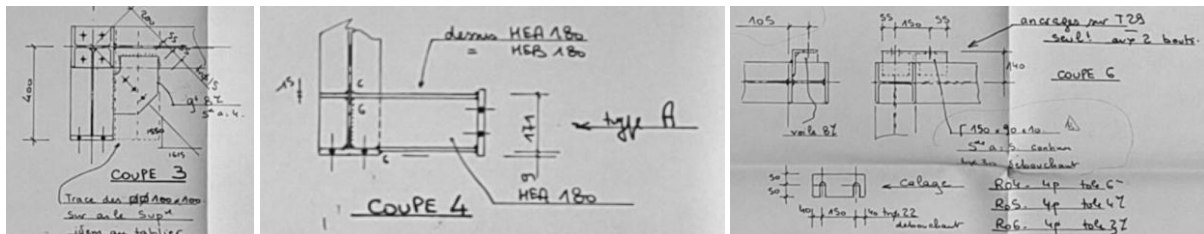


Schéma statique de la toiture de la passerelle
Contreventement en toiture : rotules aux extrémités

5.3.1.1. CONDITIONS D'APPUIS DES TABLIERS AU NIVEAU DES CULEES



Coupe frontale de la passerelle nord



Détails des liaisons. Coupes 4, 5 et 6.

5.3.2. CHARGES EXISTANTES

5.3.2.1. G : CHARGES PERMANENTES

5.3.2.1.1. G1 : POIDS PROPRE

Le poids d'assemblages est pris forfaitairement en compte dans les calculs par application d'un coefficient pondérateur sur la densité de l'acier d'une valeur de 10%.

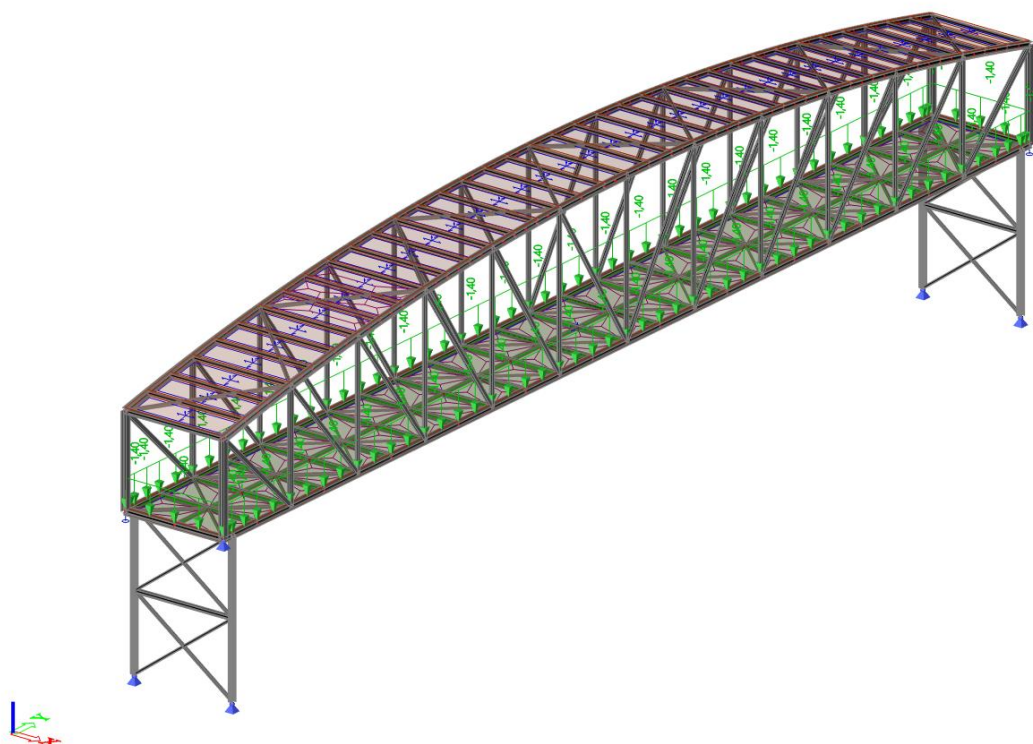
Poids propre G1			
Masse volumique Acier	ρ	7850	kN/m ³
Masse volumique Acier +10% pour les assemblages	G1	8635	kN/m ³

Charges permanentes G1 ajoutées automatiquement par le modèle

5.3.2.1.2. G2 : TABLIER DE LA PASSERELLE

Poids du tablier de la passerelle G2			
Revêtement en asphalte ep 4cm (1800 daN/m ³)	g2,1	0,72	kN/m ²
Tôle en acier + nervures	g2,2	0,15	kN/m ²
Chemin de câbles + éclairage + divers	g2,3	0,53	kN/m ²
TOTAL Tablier de la passerelle	G2	1,4	kN/m ²

Charges permanentes G2 ajoutées au modèle

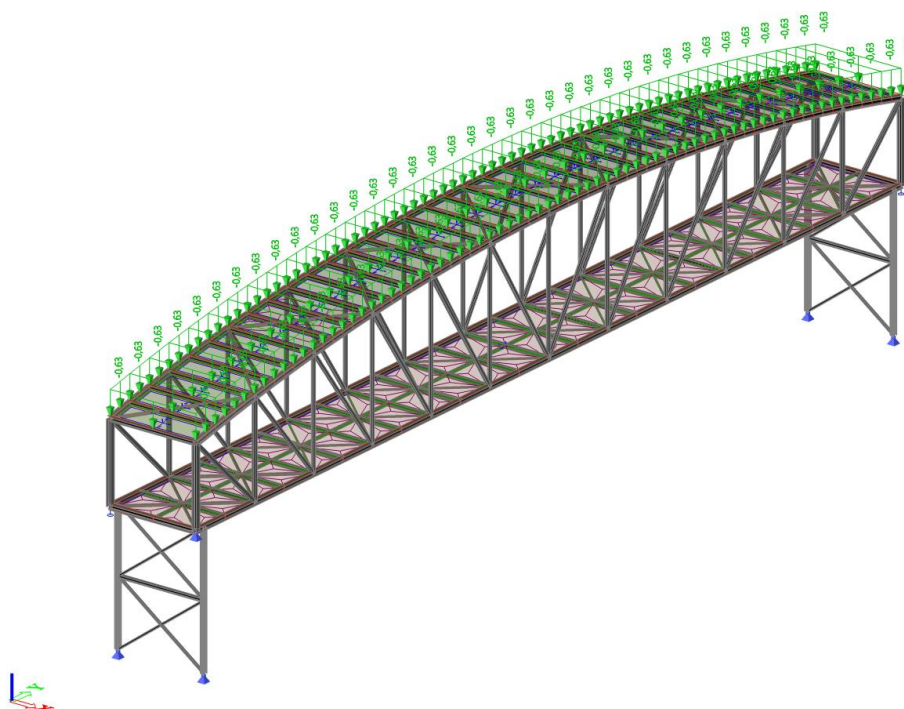


Représentation de la structure avec le cas de charges G2

5.3.2.1.3. G3 : COUVERTURE DE LA PASSERELLE

Poids de la couverture de la passerelle G3			
Revêtement en polycarbonate ondulé + fixations	g3,1	0,03	kN/m ²
Poutrelle métallique (IPE80) + fixations	g3,2	0,1	kN/m ²
Chemin de câbles + éclairage + divers	g3,3	0,5	kN/m ²
TOTAL Couverture de la passerelle	G3	0,63	kN/m ²

Charges permanentes G3 ajoutées au modèle

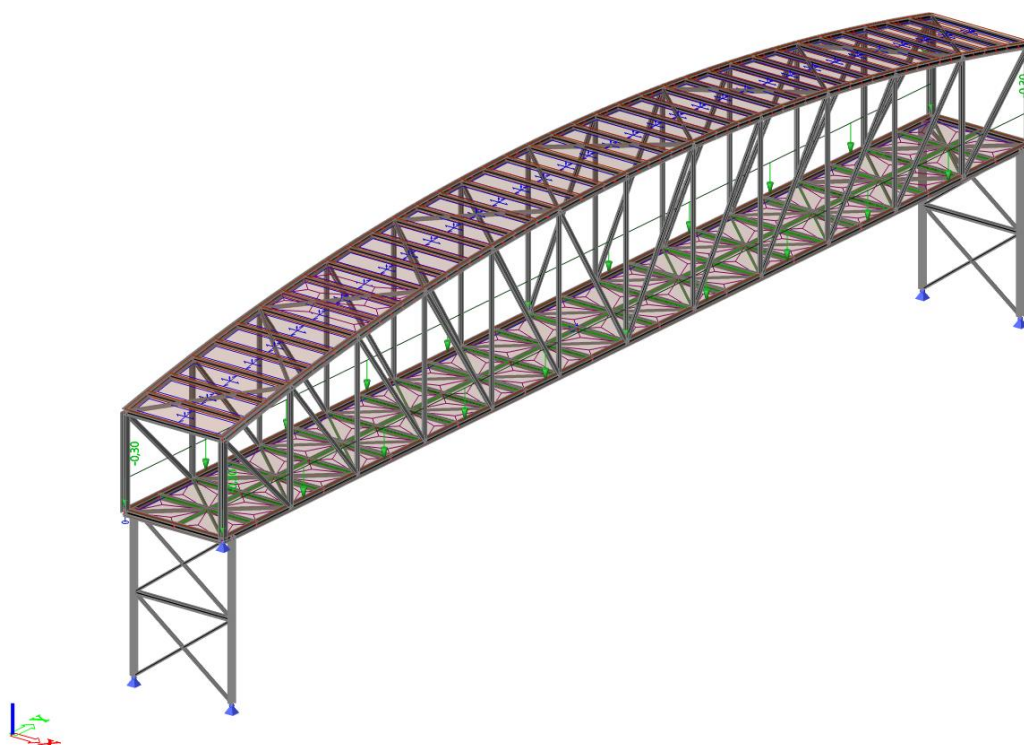


Représentation de la structure avec le cas de charges G3

5.3.2.1.4. G4 : GARDE-CORPS

Poids de la couverture de la passerelle G4			
Garde-corps de la passerelle + grillage et fixations	G4	0,3	kN/ml

Charges permanentes G4 ajoutées au modèle



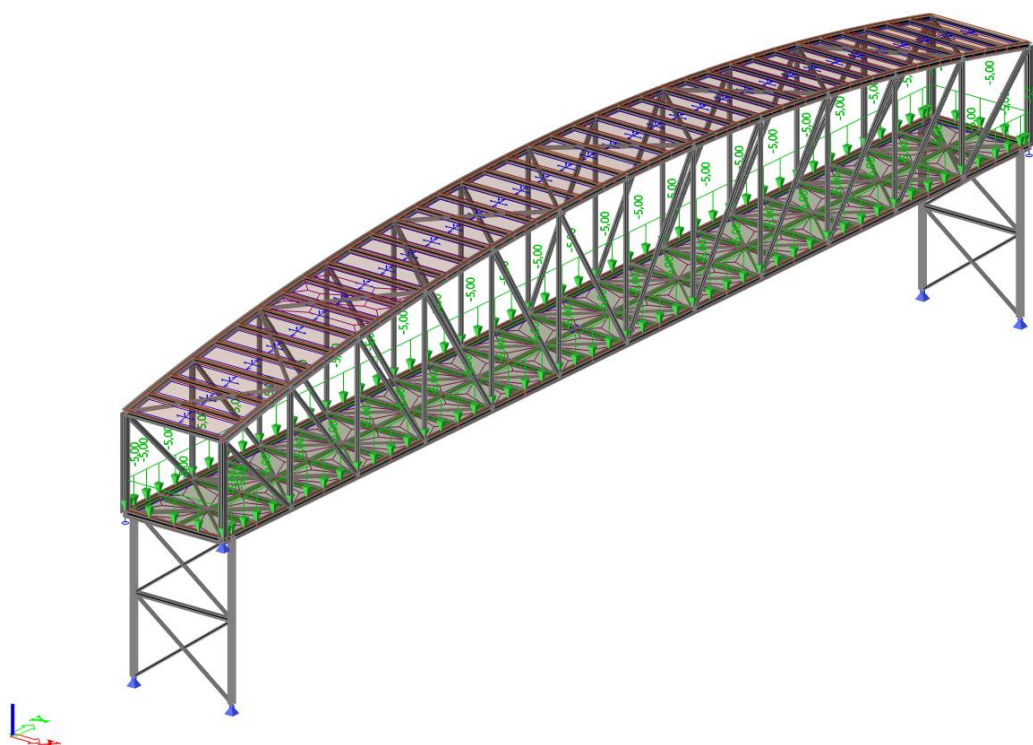
Représentation de la structure avec le cas de charges G4

5.3.2.2. Q : CHARGES VARIABLES

5.3.2.2.1. Q1 : EXPLOITATION - PASSERELLE

Charge d'exploitation de la passerelle Q1			
Passerelle piétonne	Q1	5,00	kN/m ²

Charges d'exploitation Q1 ajoutées au modèle



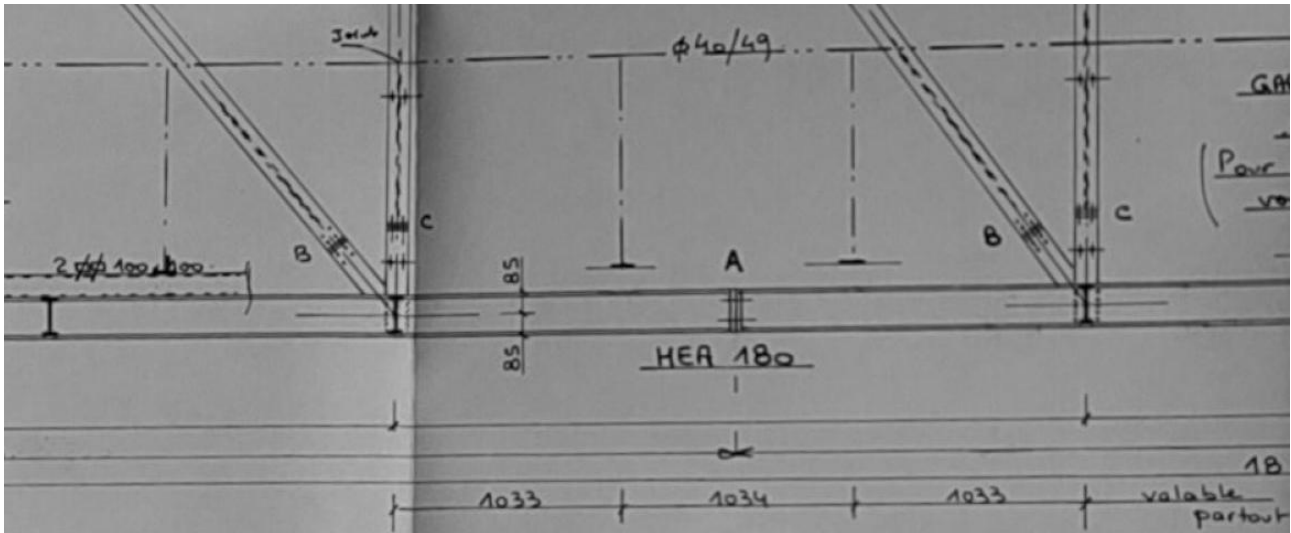
Représentation de la structure avec le cas de charges Q1

5.3.2.2.2. Q2 : EXPLOITATION – GARDE-CORPS 1

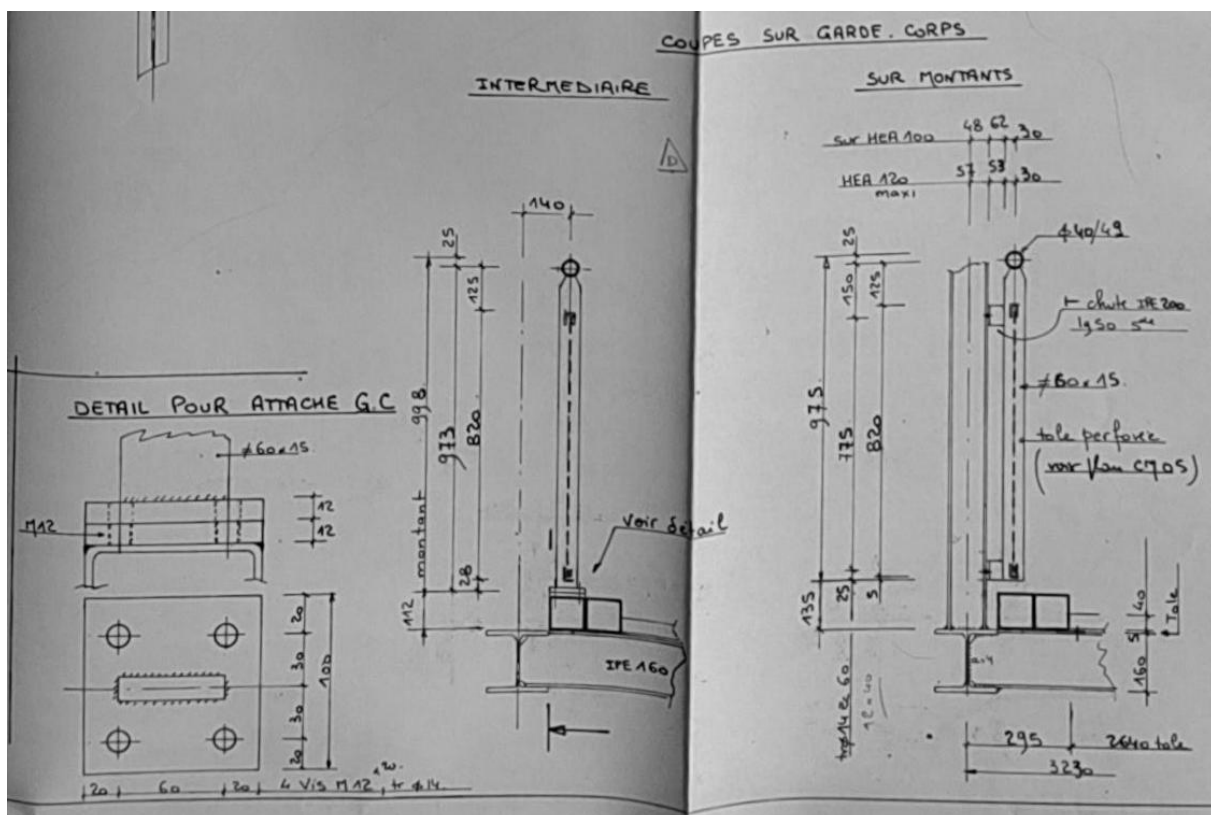
D'après les plans DOE CM01, les gardes corps ne sont pas directement fixés en pied sur la membrure basse du tablier mais sur un tube métallique carré 100x100x4.

Les garde-corps sont également fixés en tête au niveau des montants.

L'entraxe des appuis de garde-corps est de 1,03m environ.



Extrait du plan CM01 indiquant les points d'accroche du garde-corps.



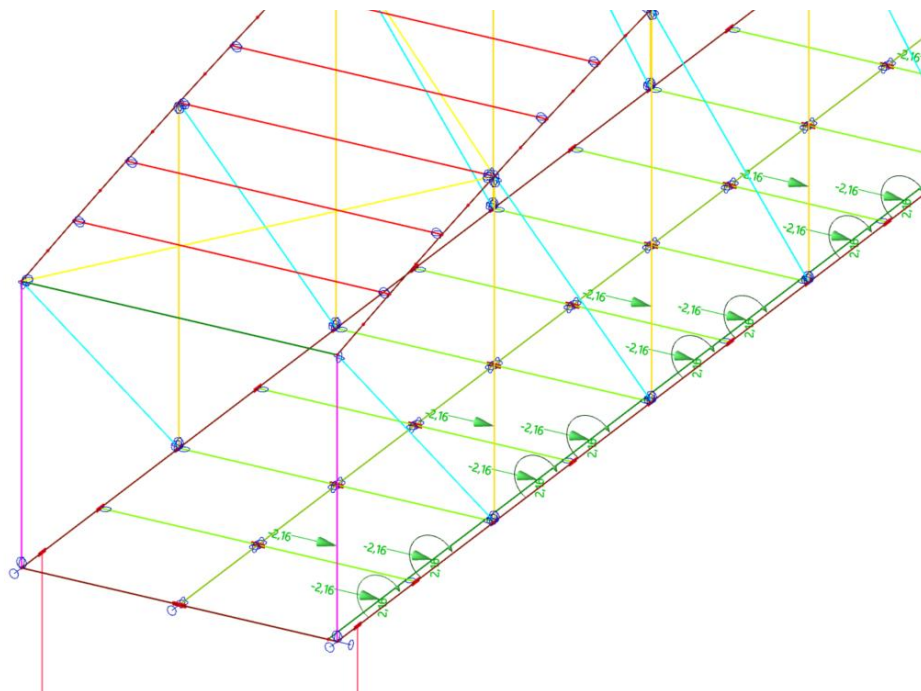
Extrait du plan CM01 indiquant détails d'appui garde-corps.

La charge d'exploitation du garde-corps est une charge de 210kg/ml appliqué à 1m de hauteur.

Les charges ponctuelles suivantes sont à appliquer :

- Au niveau des montants à 1 m de hauteur : charge horizontale de $2.1 \text{ kN/ml} \times 1.03 \text{ m} = 2.16 \text{ kN}$
- En pied :

- o Une charge horizontale de $2.1\text{kN/ml} \times 1.03\text{m} = 2.16\text{kN}$
- o Un moment de $2.1\text{kN/ml} \times 1.03\text{m} \times 1\text{m} = 2.16\text{kNm}$



Représentation de la structure avec le cas de charge Q2

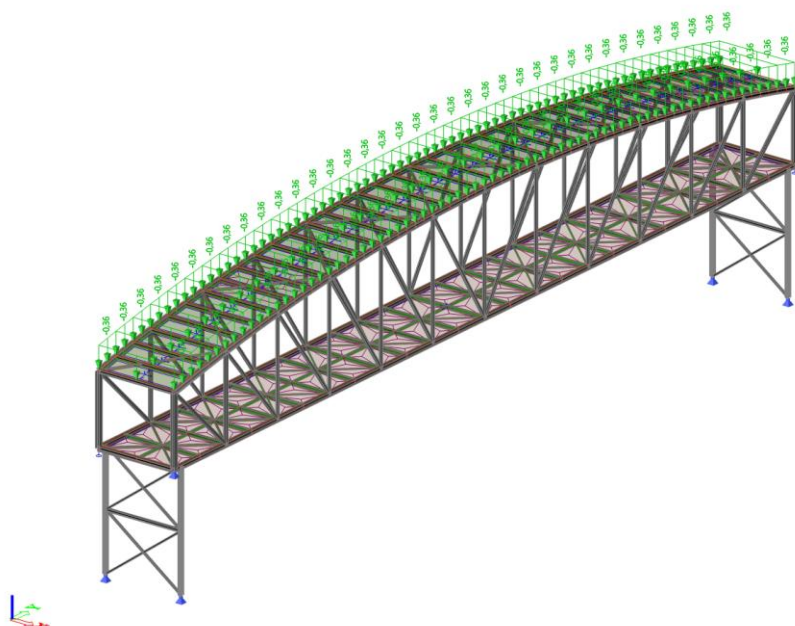
5.3.2.2.3. Q3 : EXPLOITATION - GARDE-CORPS 2

Identique aux charges Q2 sur le garde-corps opposé

5.3.2.3. S : CHARGE DE NEIGE

Charge de neige S			
Neige	S1	0,36	kN/m ²

Charges de neige ajoutées au modèle



Représentation de la structure avec le cas de charge S1

5.3.2.4. W : CHARGE DE VENT

Charge de vent W

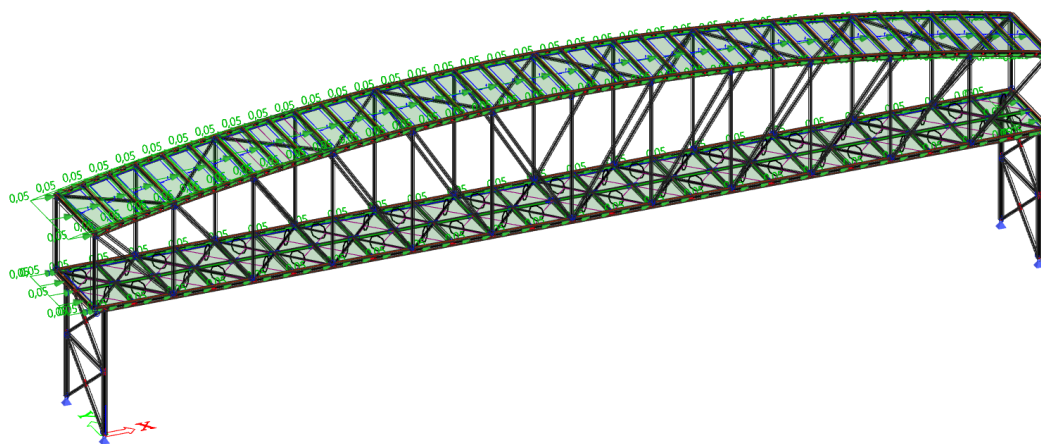
Vent	W1	0,53	kN/m ²
Force de frottement dans le tablier	W2	1,6	kN

Charges de vent ajoutées par le modèle automatiquement

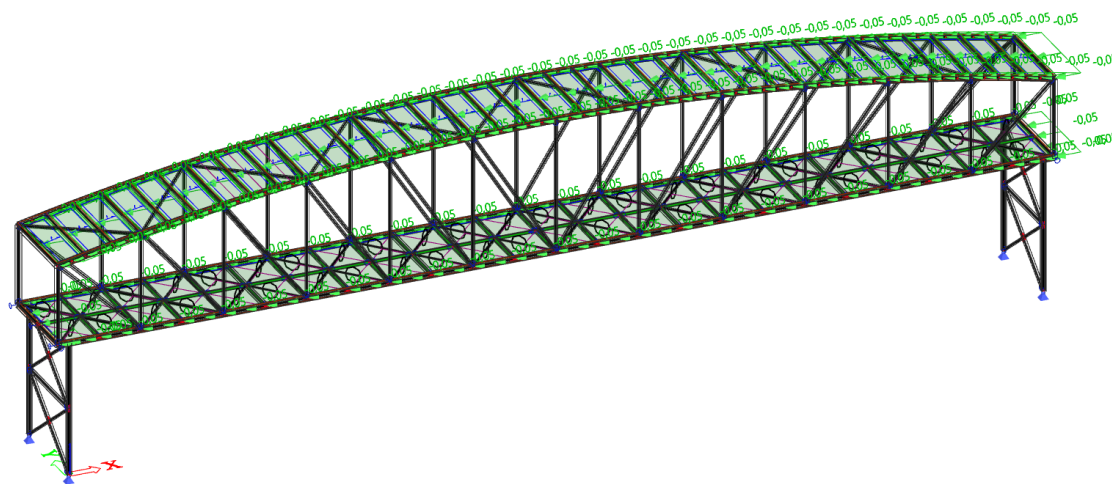
Le vent est généré automatiquement dans le modèle à l'aide des paramètres donnés précédemment

5.3.2.4.1. VENT FROTTANT

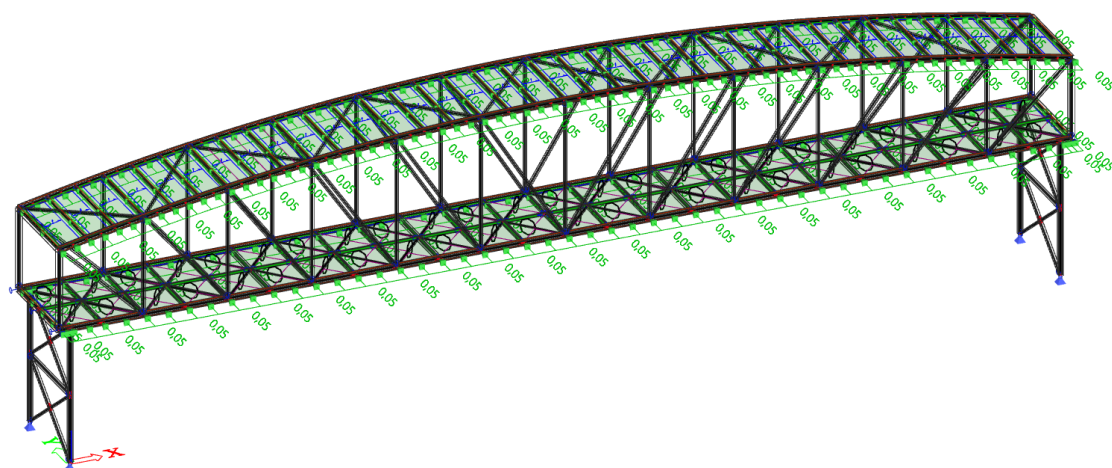
Le vent frottant n'est pas généré automatiquement par le modèle et est entré manuellement.



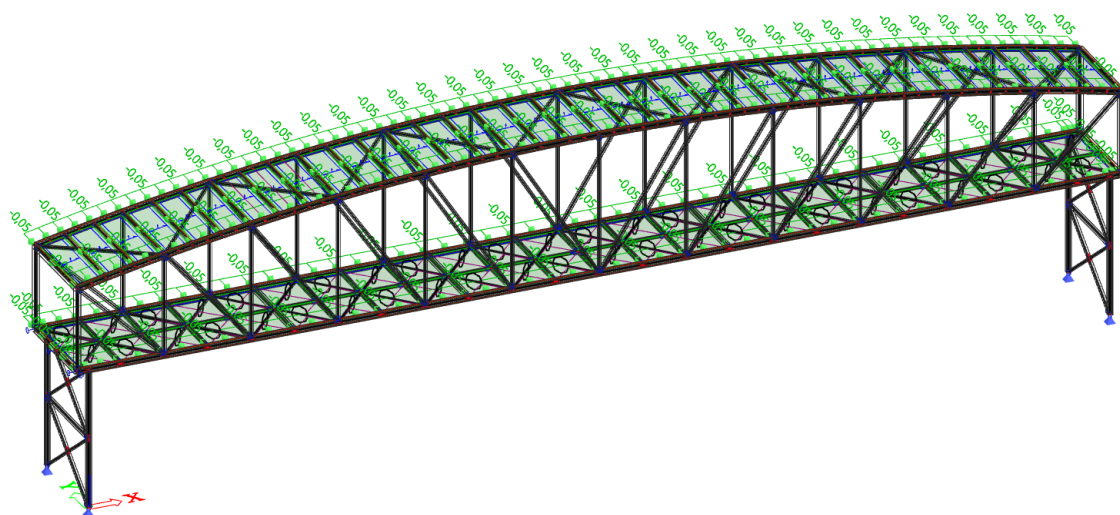
Wfx+ vent frottant direction X+



Wfx- vent frottant direction X-



W_{fy+} vent frottant direction Y+



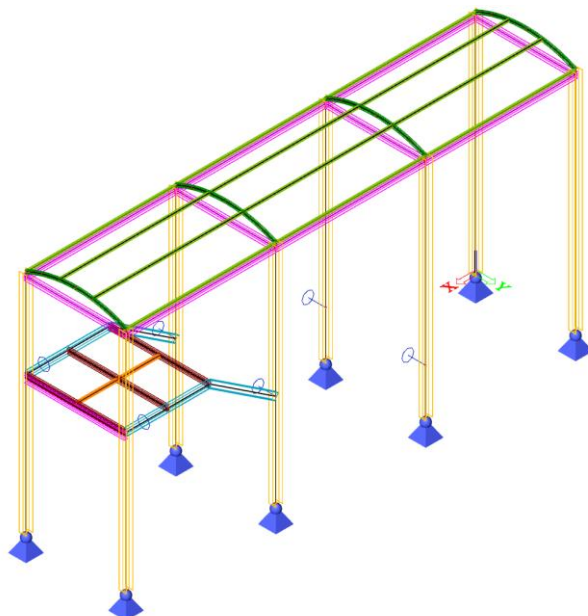
W_{fy-} vent frottant direction Y-

5.3.2.5. CHARGE THERMIQUE

La passerelle est libre de se dilater d'un côté. Il n'y a donc pas d'effort thermique intégré dans le modèle

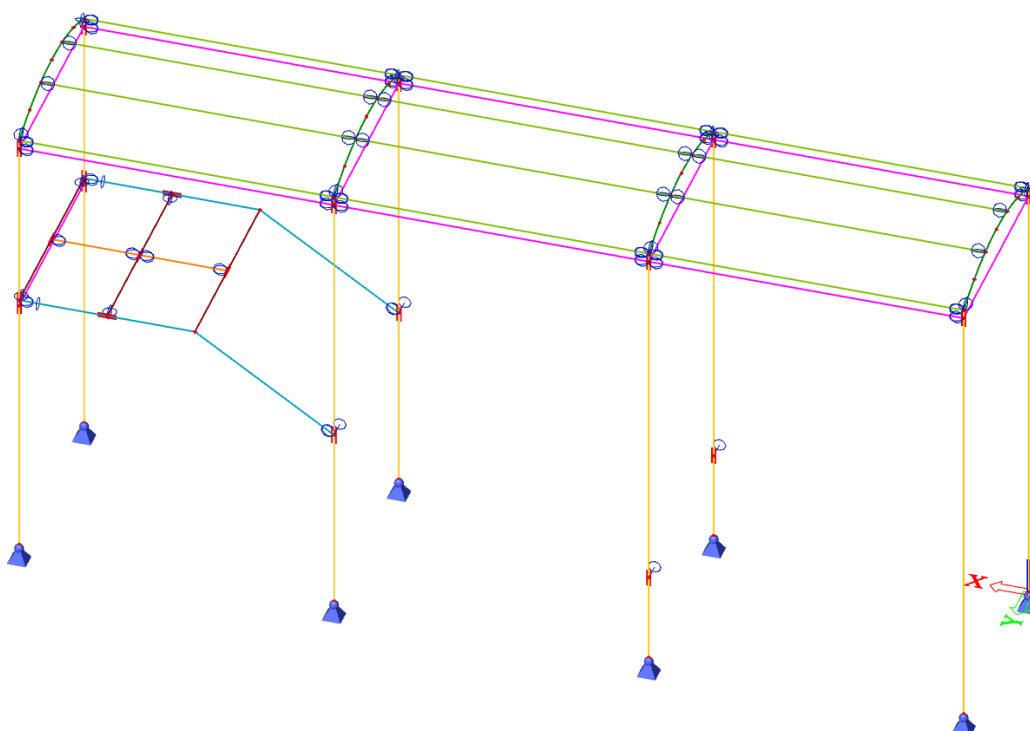
5.4. ESCALIER NORD

Un modèle global de la structure de l'escalier nord est réalisé.



Représentation de la structure de la modélisation en éléments finis avec schéma des appuis

Les appuis des poteaux en acier sont considérés comme des rotules.



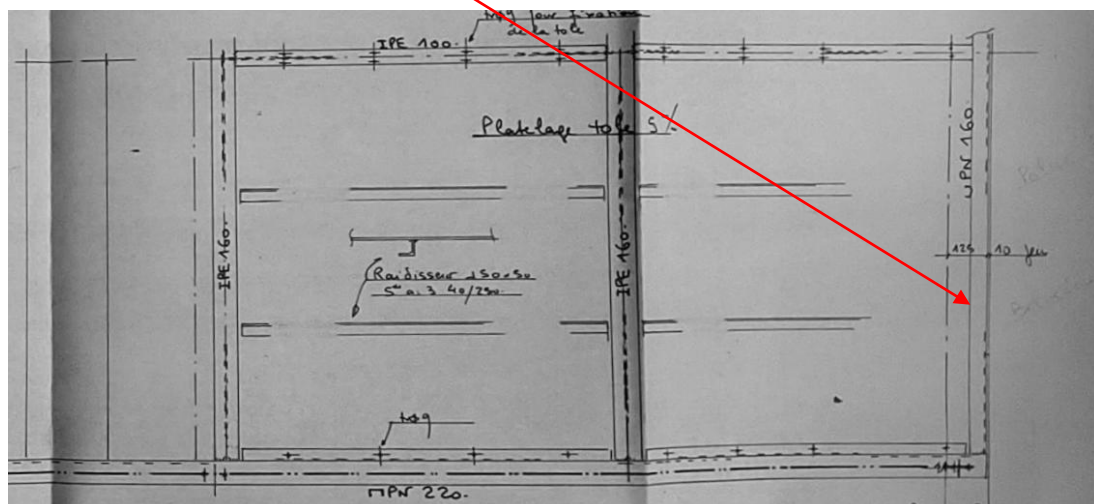
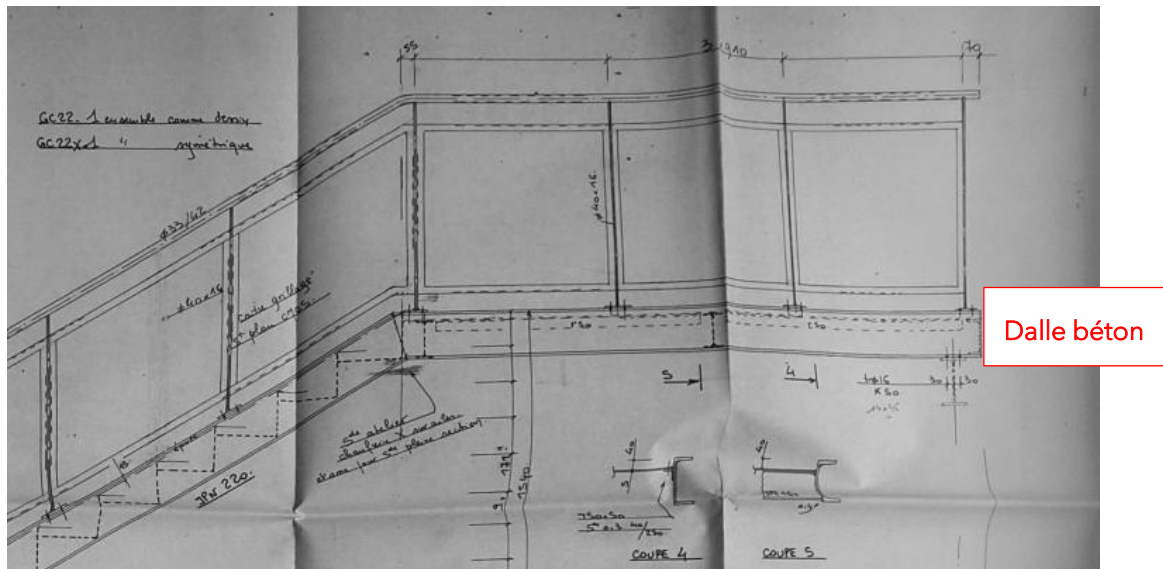
Vue du modèle indiquant les liaisons rotulées

5.4.1. CHARGES EXISTANTES

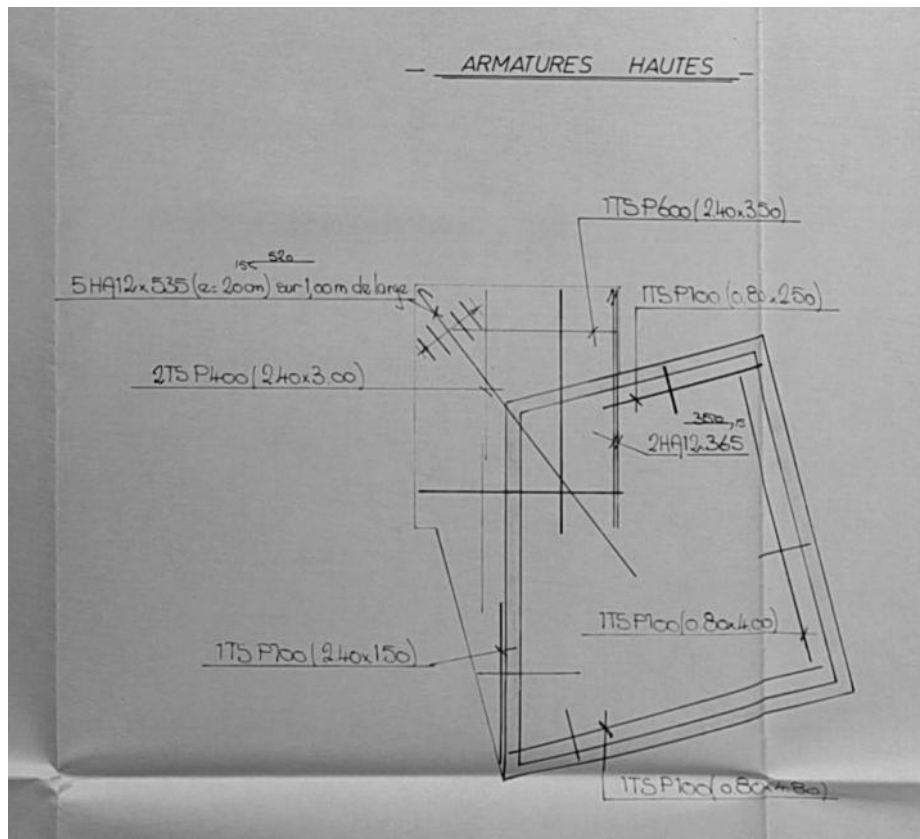
5.4.1.1. VERIFICATION DE LA CHARGE EN PROVENANCE DE LA DALLE BETON AU NIVEAU DU CULEE

Une dalle béton armé fait la liaison entre l'escalier Nord et le massif maçonné. L'objet de ce paragraphe est de vérifier si cette dalle est appuyées sur l'escalier nord ou si elle est en porte-à-faux.

Extraits des plans DOE :



Le ferrailage représenté sur les plans de ferrailage DOE montre des aciers sur appuis et un fonctionnement en console de la dalle béton :



Plan de ferrailage DOE

Il n'y a donc pas de charges verticales à appliquer sur l'escalier.

5.4.1.2. G : CHARGES PERMANENTES

5.4.1.2.1. G1 : POIDS PROPRE

Le poids d'assemblages est pris forfaitairement en compte dans les calculs par application d'un coefficient pondérateur sur la densité de l'acier d'une valeur de 10%.

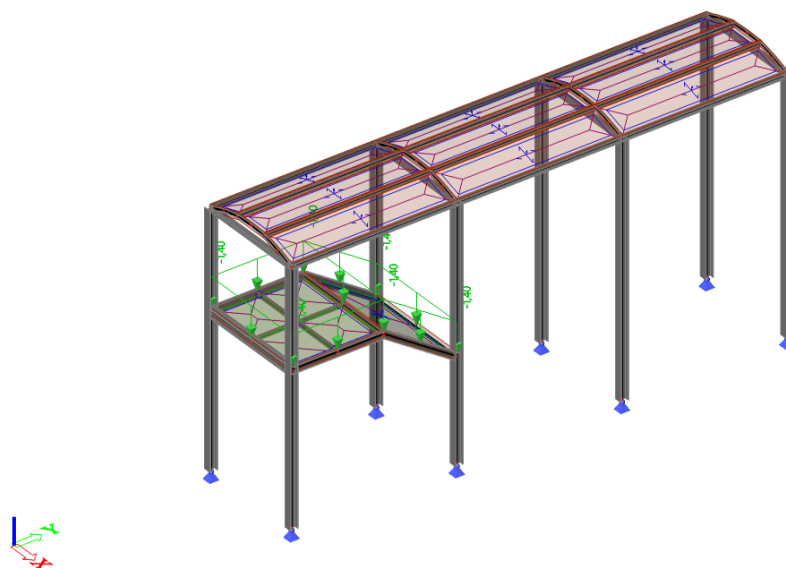
Poids propre G1			
Masse volumique Acier	ρ	7850	kN/m ³
Masse volumique Acier +10% pour les assemblages	G1	8635	kN/m ³

Charges permanentes G1 ajoutées automatiquement par le modèle

5.4.1.2.2. G2 : TABLIER DE LA PASSERELLE

Poids du tablier de la passerelle G2			
Revêtement en asphalte ep 4cm (1800 daN/m ³)	g2,1	0,72	kN/m ²
Tôle en acier + nervures	g2,2	0,15	kN/m ²
Chemin de câbles + éclairage + divers	g2,3	0,53	kN/m ²
TOTAL Tablier de la passerelle	G2	1,4	kN/m ²

Charges permanentes G2 ajoutées au modèle

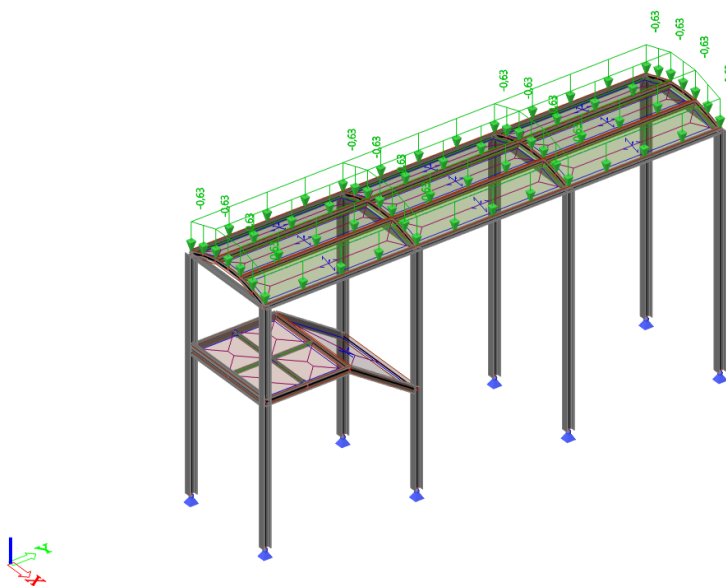


Représentation de la structure avec le cas de charges G2

5.4.1.2.3. G3 : COUVERTURE DE LA PASSERELLE

Poids de la couverture de la passerelle G3			
Revêtement en polycarbonate ondulé + fixations	g3,1	0,03	kN/m ²
Poutrelle métallique (IPE80) + fixations	g3,2	0,1	kN/m ²
Chemin de câbles + éclairage + divers	g3,3	0,5	kN/m ²
TOTAL Couverture de la passerelle	G3	0,63	kN/m ²

Charges permanentes G3 ajoutées au modèle

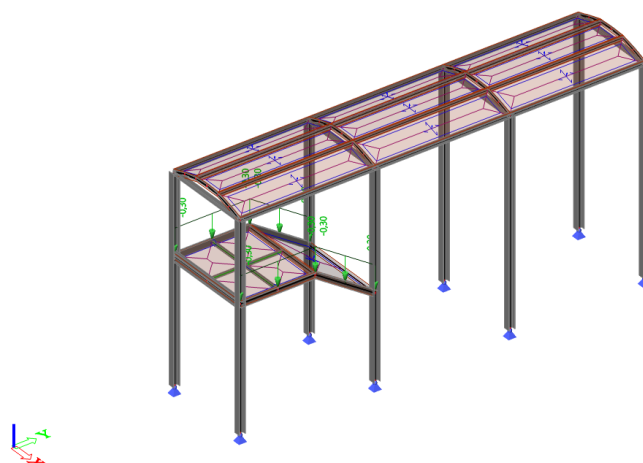


Représentation de la structure avec le cas de charges G3

5.4.1.2.4. G4 : GARDE-CORPS

Poids de la couverture de la passerelle G3			
Garde-corps de la passerelle + grillage et fixations	G4	0,3	kN/ml

Charges permanentes G4 ajoutées au modèle



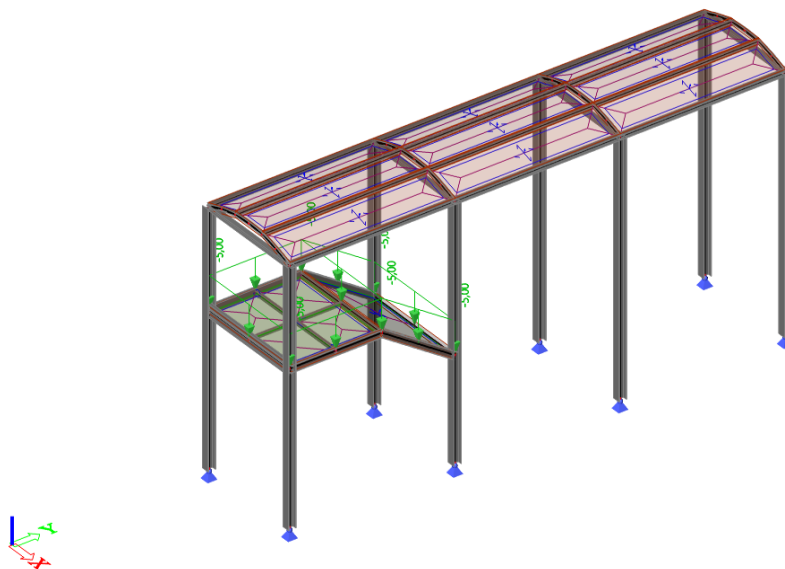
Représentation de la structure avec le cas de charges G4

5.4.1.3. Q : CHARGES VARIABLES

5.4.1.3.1. Q1 : EXPLOITATION - PASSERELLE

Charge d'exploitation de la passerelle Q1			
Passerelle piétonne	Q1	5,00	kN/m ²

Charges d'exploitation Q1 ajoutées au modèle



Représentation de la structure avec le cas de charges Q1

5.4.1.3.2. Q2 : EXPLOITATION - GARDE-CORPS 1

Poids d'exploitation des gardes corps Q2 ouest			
Garde-corps 1	Q2	1,00	kN/ml

Charge d'exploitation Q2 ajouté au modèle

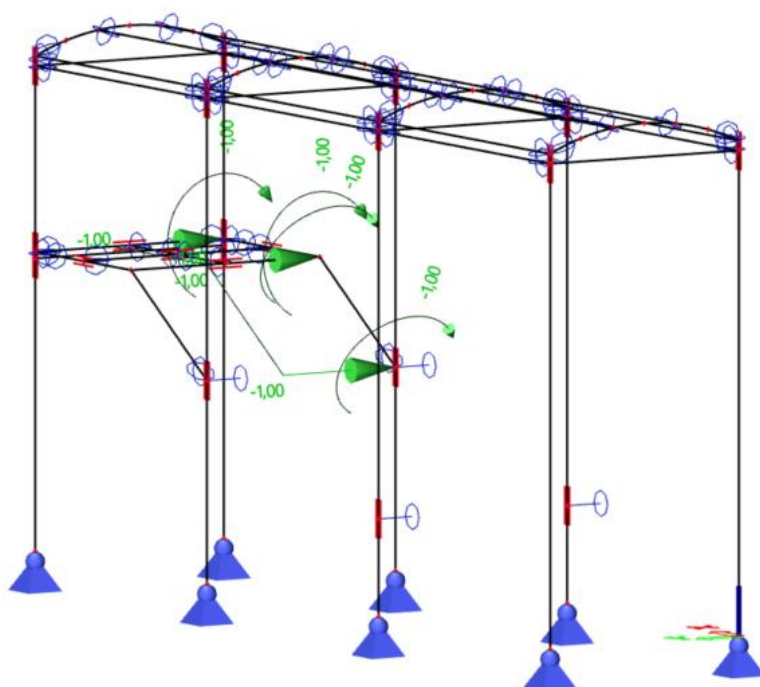
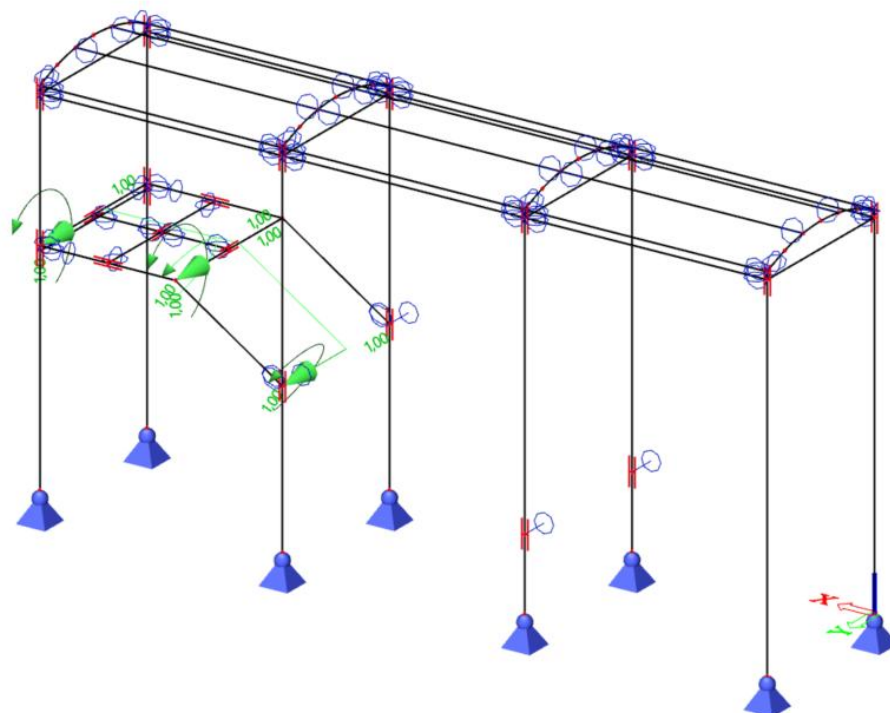


Figure 11 : Représentation de la structure avec le cas de charge Q2

5.4.1.3.3. Q3 : EXPLOITATION - GARDE-CORPS 2

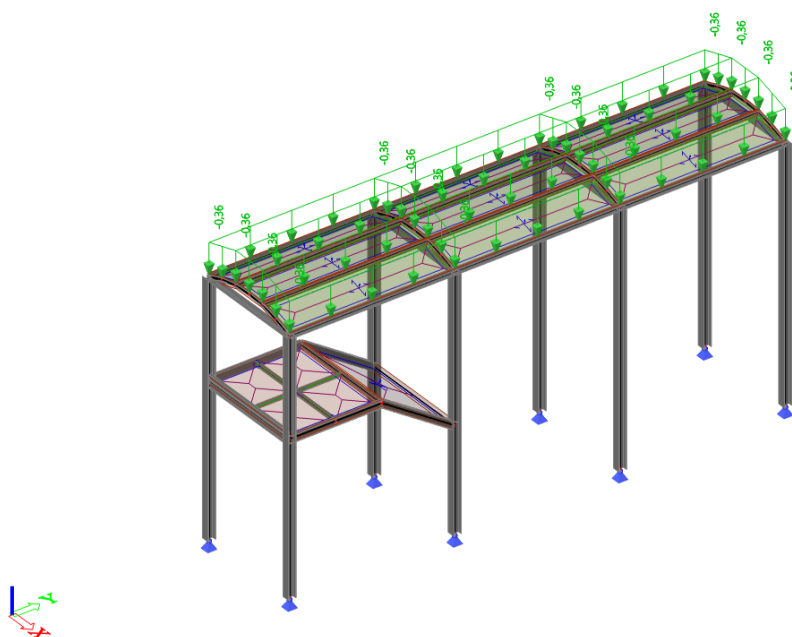
Poids d'exploitation des garde corps Q2 ouest			
Garde-corps 1	Q2	1,00	kN/ml

Charge d'exploitation Q3 ajouté au modèle



Représentation de la structure avec le cas de charge Q3

5.4.1.4. S : CHARGE DE NEIGE



Représentation de la structure avec le cas de charge S1

5.4.1.5. W : CHARGE DE VENT

Charge de vent W

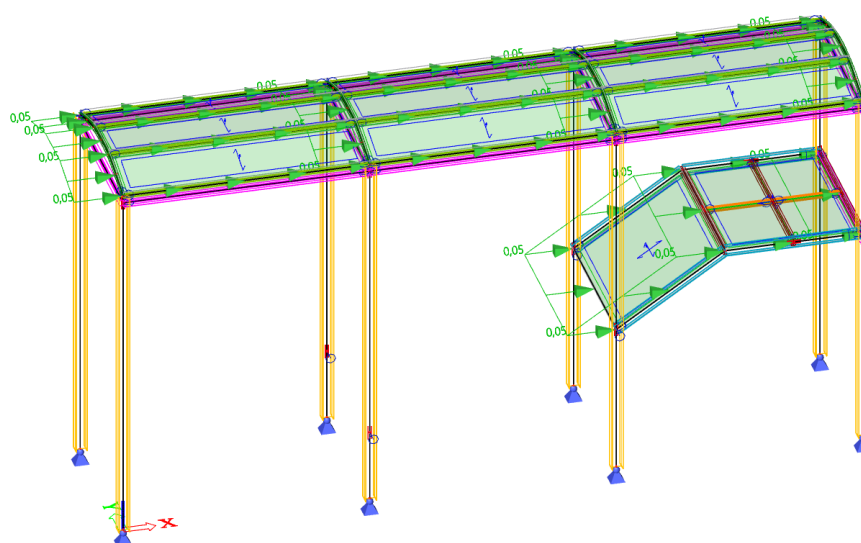
Vent	W1	0,53	kN/m ²
Force de frottement dans le tablier	W2	1,6	kN

Charges de vent ajoutées par le modèle automatiquement

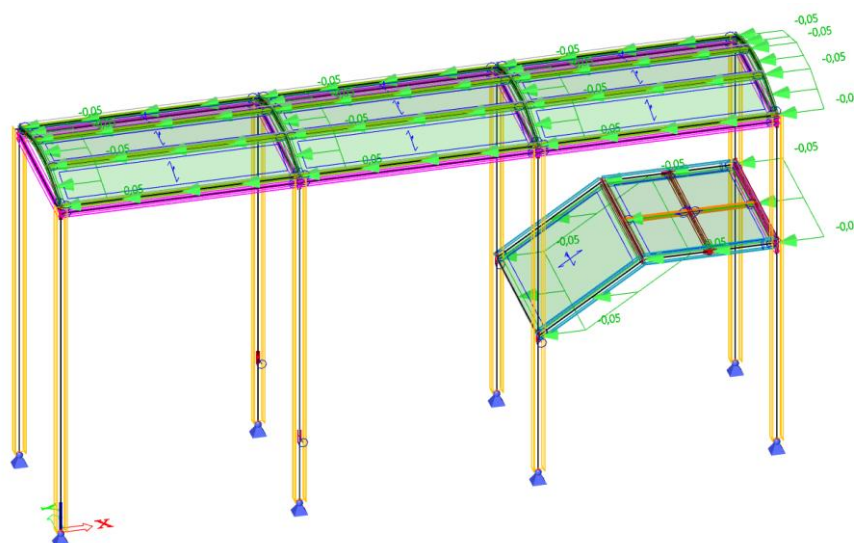
Le vent est généré automatiquement dans le modèle à l'aide des paramètres donnés précédemment

5.4.1.5.1. VENT FROTTANT

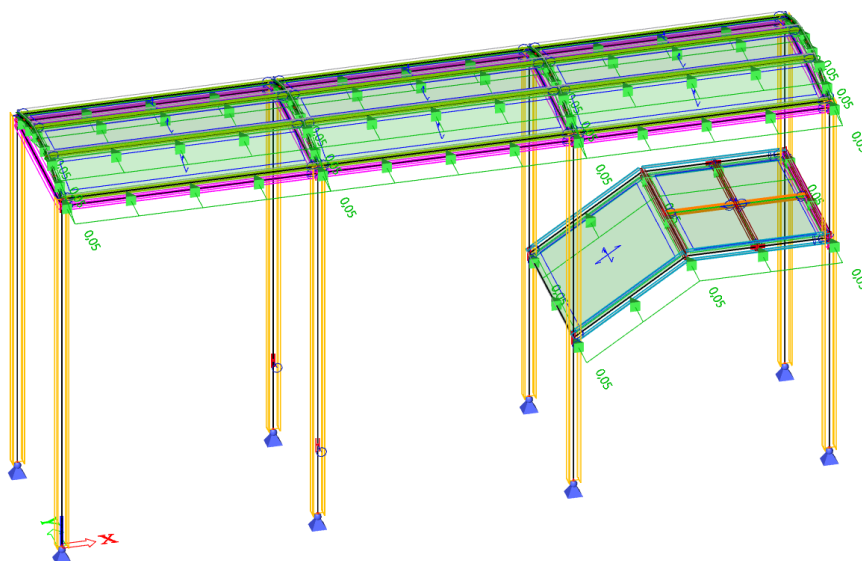
Le vent frottant n'est pas généré automatiquement par le modèle et est entré manuellement.



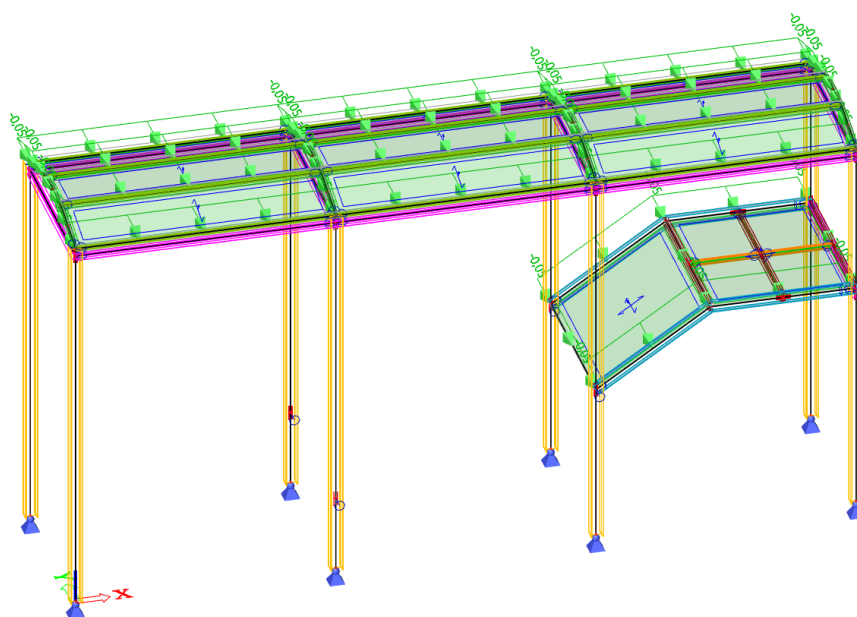
Wfx+ vent frottant direction X+



Wfx- vent frottant direction X-



Wfy+ vent frottant direction Y+



Wfy- vent frottant direction Y-

5.4.1.6. CHARGE THERMIQUE

La passerelle est libre de se dilater d'un côté. Il n'y a donc pas d'effort thermique intégré dans le modèle

5.5. COMBINAISONS D'ACTIONS

Cas de charges :

G1 : poids propre de la structure

G2 : Poids du tablier

G3 : Poids de la couverture

G4 : Poids des garde-corps

Q1 : Exploitation

Q2 : Exploitation – Garde-corps 1

Q3 : Exploitation – Garde-corps 2

S1 : neige

W1 : vent

Quatre combinaisons de stabilité linéaires sont étudiées :

- COMB 1 : La combinaison ELU en considérant l'exploitation comme l'action variable principale :
 $1.35*(G1+G2+G3+G4) + 1.5*(Q1+Q2) + 1.5*(0.5*S + 0.6*W_{\text{plaquant}})$
- COMB 2 : La combinaison ELU en considérant le vent plaquant comme l'action variable principale :
 $1.35*(G1+G2+G3+G4) + 1.5*0.7*(Q1+Q2) + 1.5*(0.5*S) + 1.5*W_{\text{plaquant}}$
- COMB 3 : La combinaison ELU en considérant la neige comme l'action variable principale :
 $1.35*(G1+G2+G3+G4) + 1.5*0.7*(Q1+Q2) + 1.5*S + 1.5*0.6*W_{\text{plaquant}}$
- COMB 4 : La combinaison ELU en considérant le vent soulevant comme l'action variable principale :
 $1*(G1+G2+G3+G4) + 1.5*W_{\text{soulevant}}$
- COMB6 : La combinaison ELU en considérant le vent latéral frottant comme l'action variable principale :
 $1.35*(G1+G2+G3+G4) + 1.5*0.7*(Q1+Q2) + 1.5*(0.5*S) + 1.5*W_{\text{frottant}}$

6. RESULTATS DE STABILITE

6.1. STABILITE GLOBALE

Si l'on a :

$$\alpha_{cr} = \frac{V_{cr}}{V} \geq 10,$$

où :

- V est la charge verticale dans le chargement référence ;
- V_{cr} est la valeur critique de cette charge verticale correspondant à un mode global d'instabilité (généralement le mode à nœuds déplaçables pour les ossatures de bâtiments),

alors les déformations de l'ossature ont une incidence négligeable sur l'augmentation des sollicitations concernées et sur le comportement structural en général et l'analyse globale au premier ordre peut être utilisée.

Remarque

Ce critère peut se traduire également par :

- $\alpha_{cr} \geq 10$:
 - ossature peu sensible aux effets du second ordre globaux ;
 - analyse au premier ordre suffisante et légitime ;
- $\alpha_{cr} < 10$:
 - ossature sensible aux effets du second ordre globaux ;
 - prise en compte des effets du second ordre globaux nécessaire.

Remarque

En analyse élastique, le critère de classification, qui découle de celui du paragraphe 4.2.2.3, s'écrit donc :

- $\alpha_{cr} \geq 10$:
 - ossature rigide ;
 - analyse au premier ordre suffisante et légitime ;
- $\alpha_{cr} < 10$:
 - ossature souple ;
 - prise en compte des effets du second ordre globaux nécessaire.

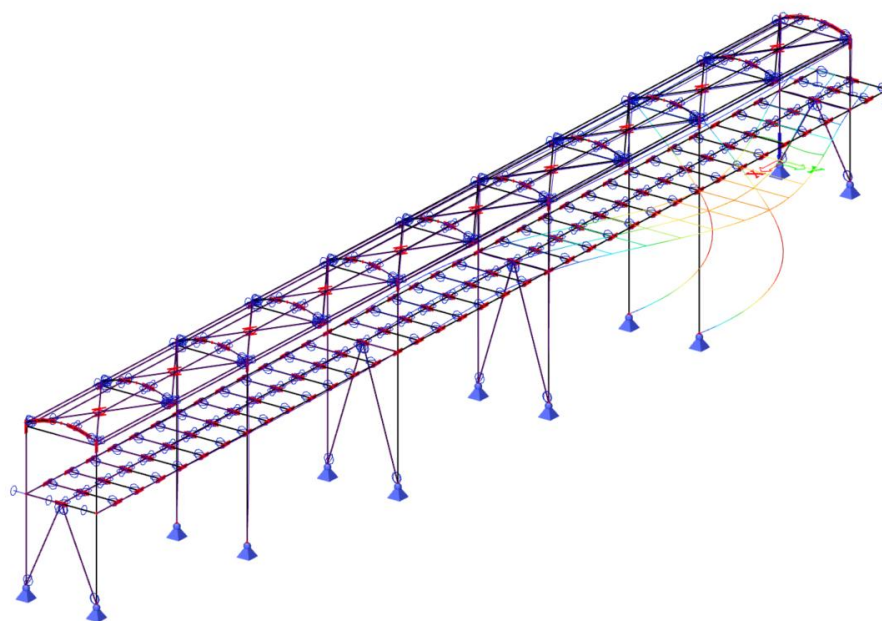
6.2. PASSERELLE SUD

6.2.1. MODES D'INSTABILITE

Modes d'instabilité globale avec $\alpha_{cr} < 10$:

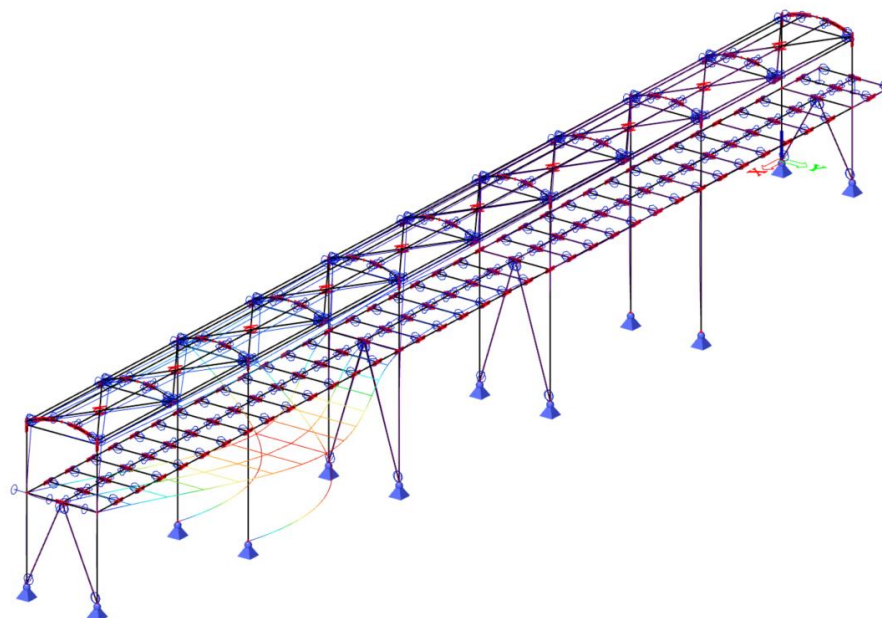
Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q principal/35 - 6,83
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q principal/50 - 9,31
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global

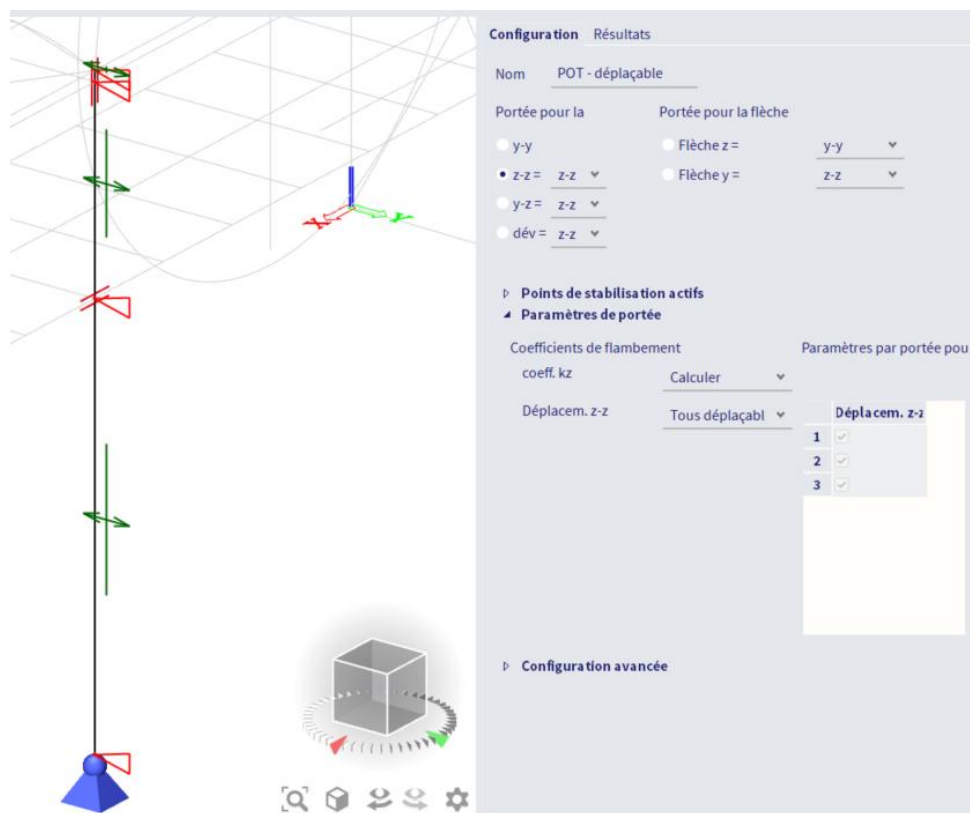


6.2.2. NŒUDS DEPLAÇABLES / NON DEPLAÇABLES

6.2.2.1. POTEAUX SANS CONTREVENTEMENT EN V

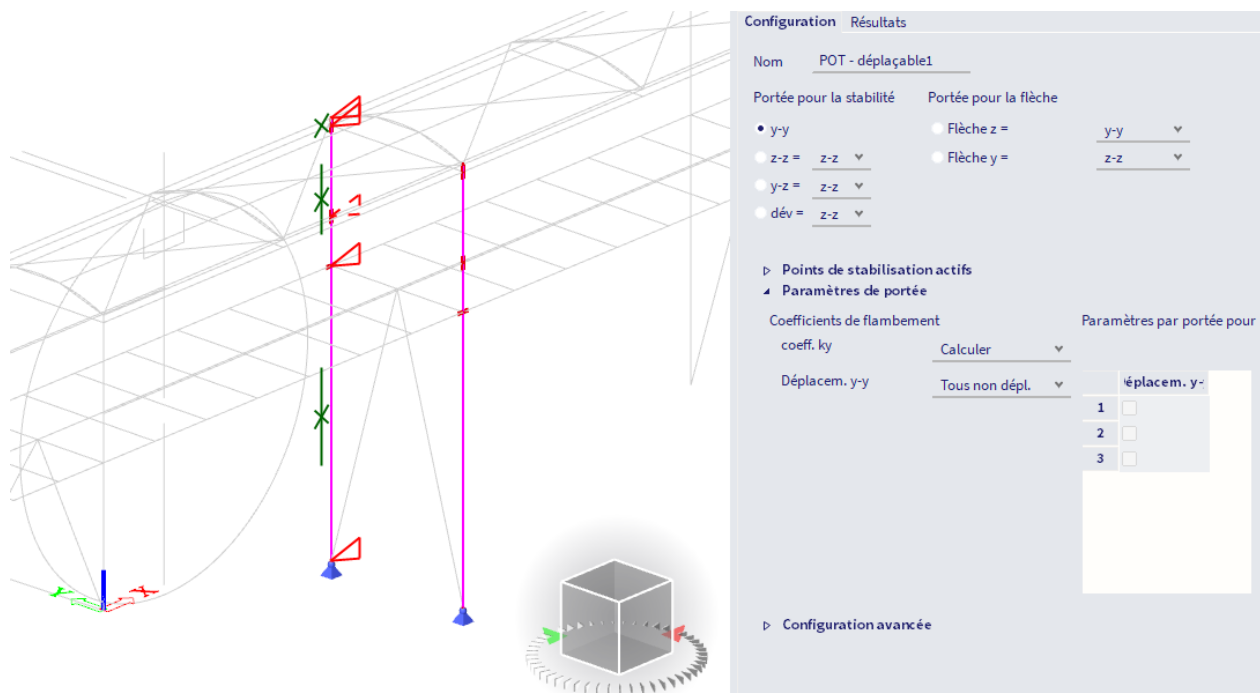
Il y a des modes d'instabilité globale avec α_{cr} inférieurs à 10.

L'ensemble des vérifications seront effectuées en nœuds non déplaçables à l'exception des poteaux sans contreventement en V dans la direction y du repère général.



6.2.2.2. POTEAUX AVEC CONTREVENTEMENT EN V

Il n'y a pas des modes d'instabilité globale avec α_{cr} inférieurs à 10. Alors, la structure est stable. L'ensemble des vérifications au flambement seront effectuées en nœuds non déplaçables.



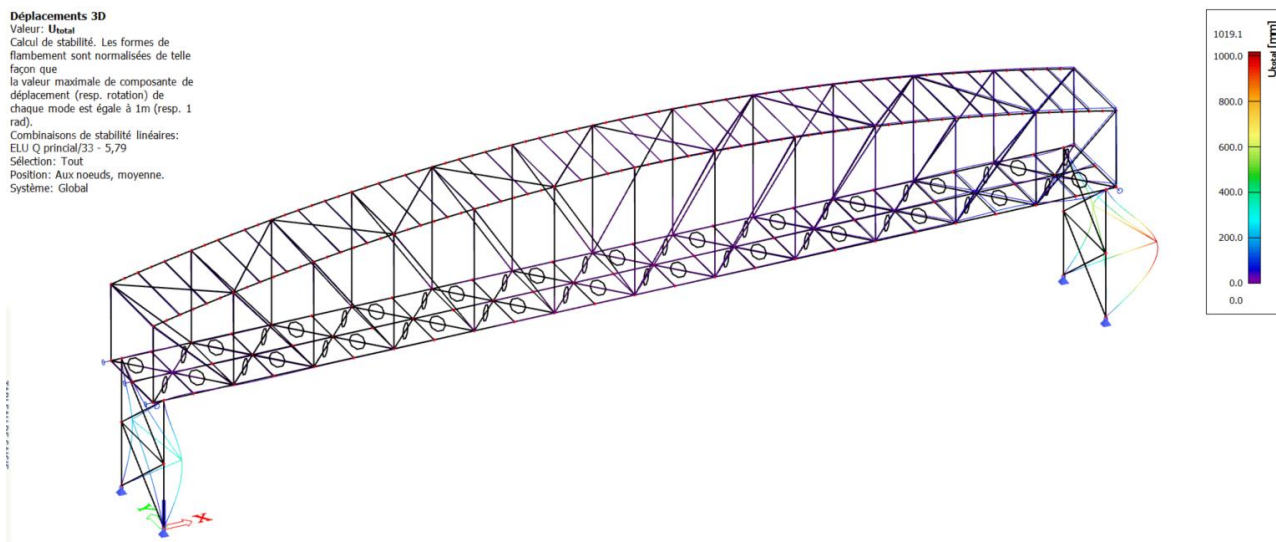
6.3. PASSERELLE NORD

6.3.1. MODES D'INSTABILITE DE LA PASSERELLE EXISTANTE

Modes d'instabilité globale avec $\alpha_{cr} < 10$:

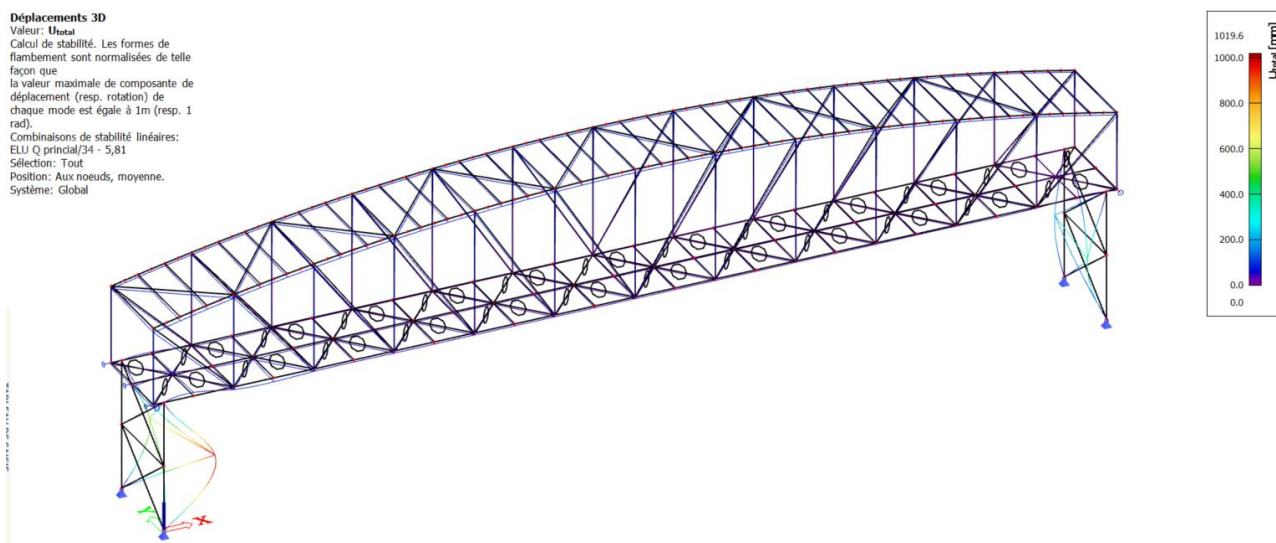
Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q princial/33 - 5,79
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



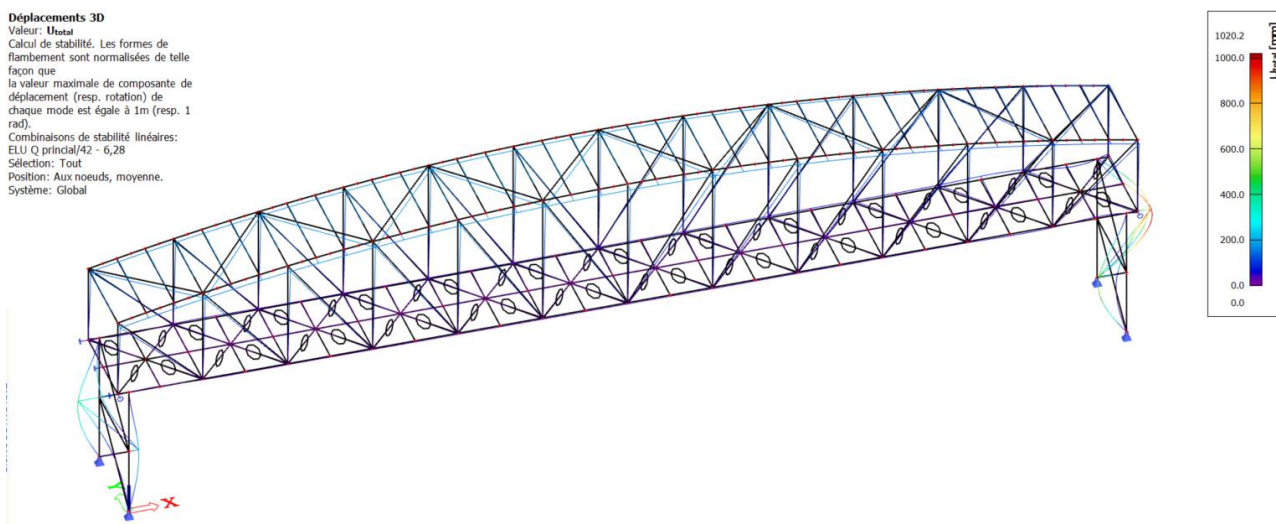
Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q princial/34 - 5,81
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



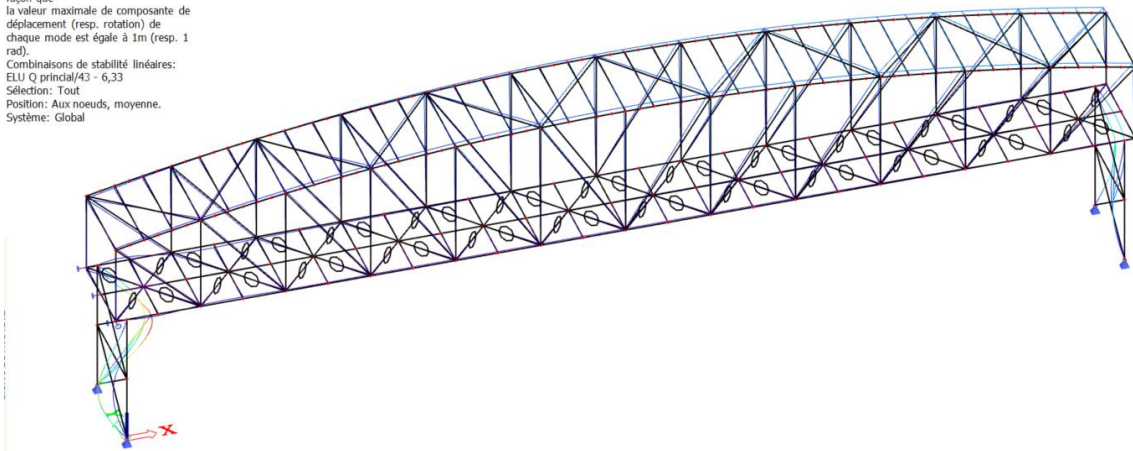
Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q princial/42 - 6,28
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



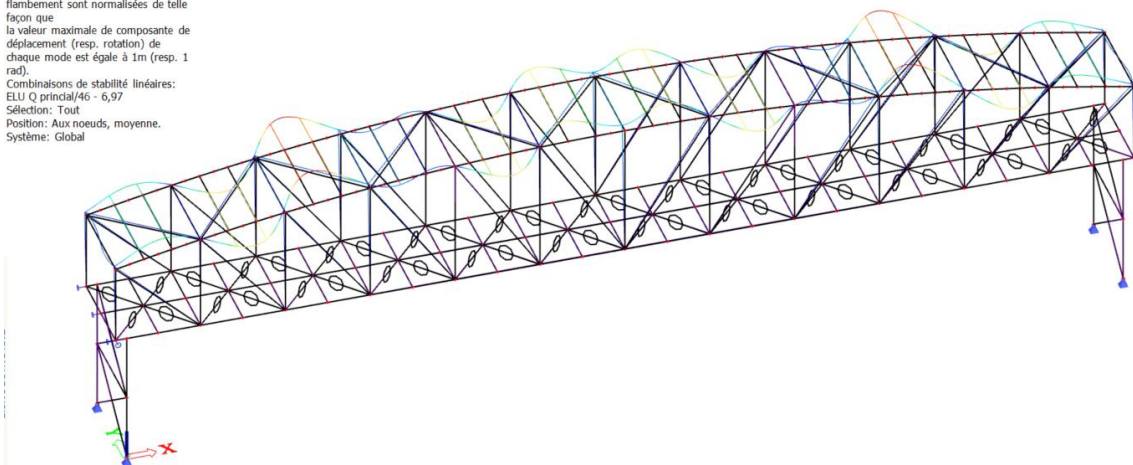
Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q principal/43 - 6,33
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



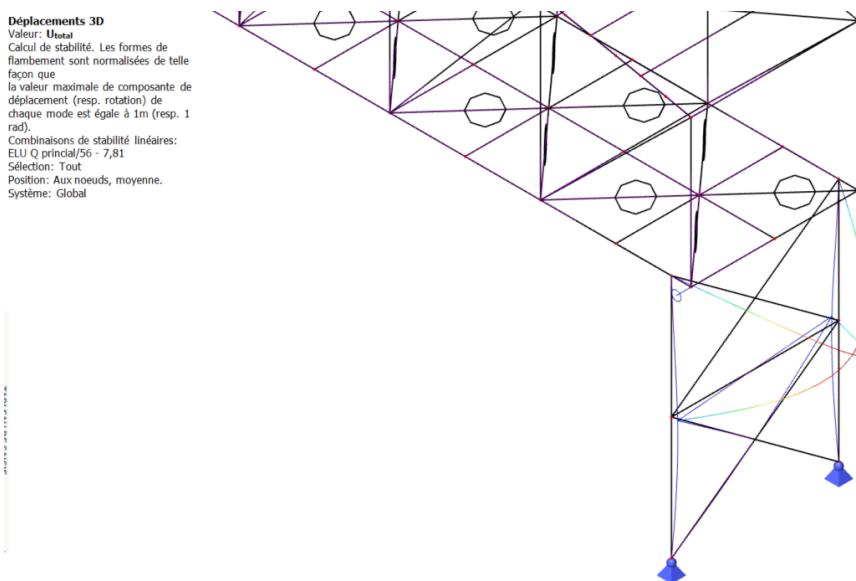
Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q principal/46 - 6,97
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global

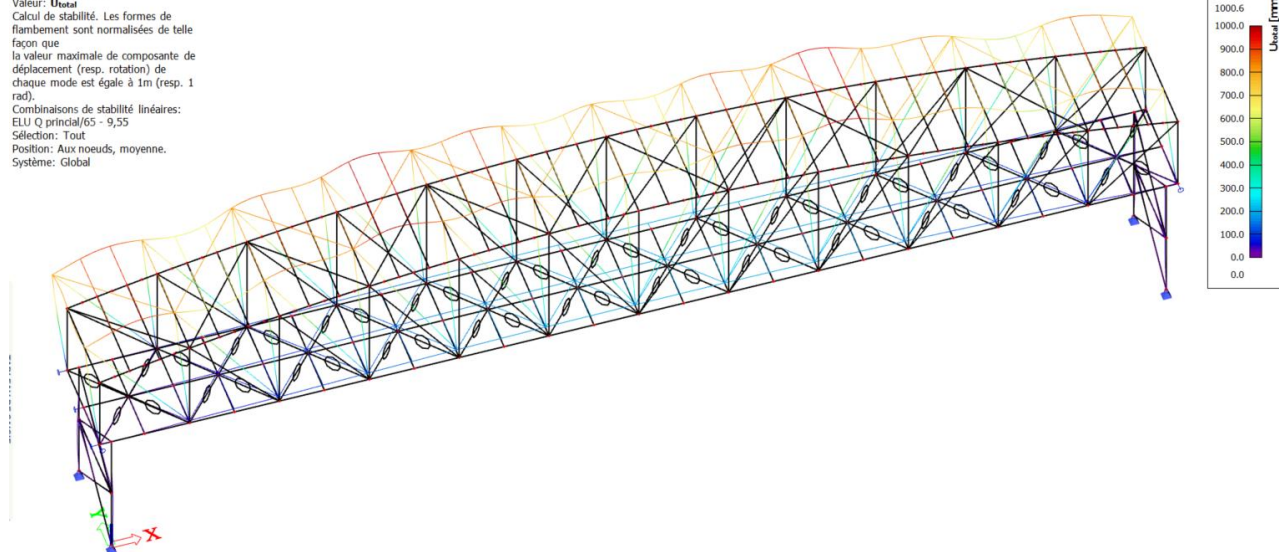


Déplacements 3D

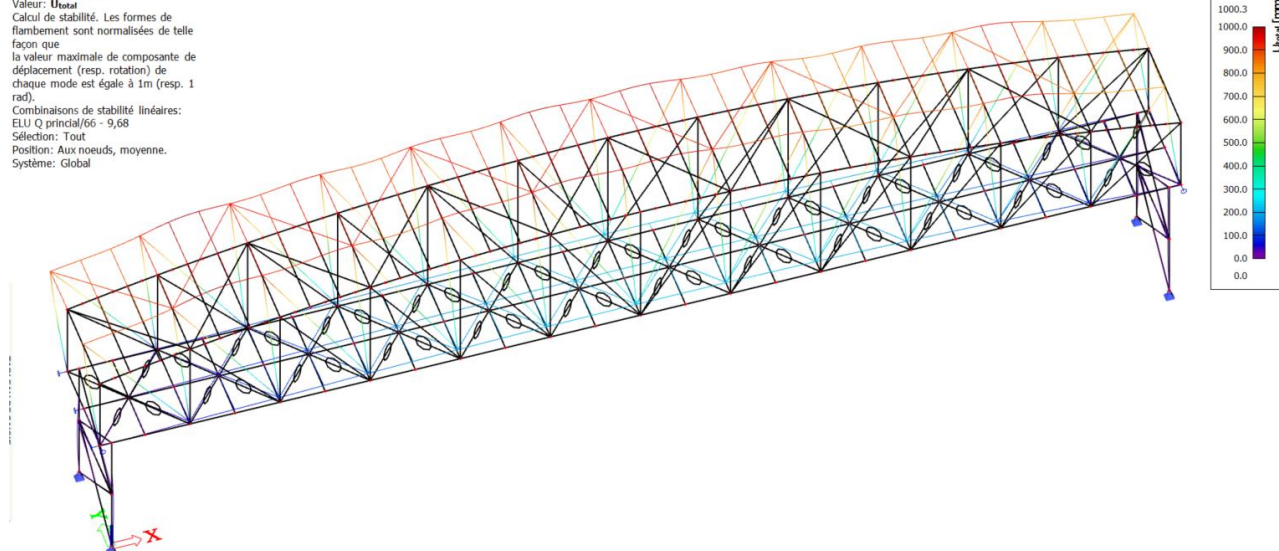
Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de flambement sont normalisées de telle façon que la valeur maximale de composante de déplacement (resp. rotation) de chaque mode est égale à 1m (resp. 1 rad).
Combinaisons de stabilité linéaires: ELU Q principal/56 - 7,81
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



Déplacements 3D
Valeur: U_{max}
Calcul de stabilité. Les formes de
flambement sont normalisées de telle
façon que
la valeur maximale de composante de
déplacement (resp. rotation) de
chaque mode est égale à 1m (resp. 1
rad).
Combinaisons de stabilité linéaires:
ELU Q principal/65 - 9,55
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



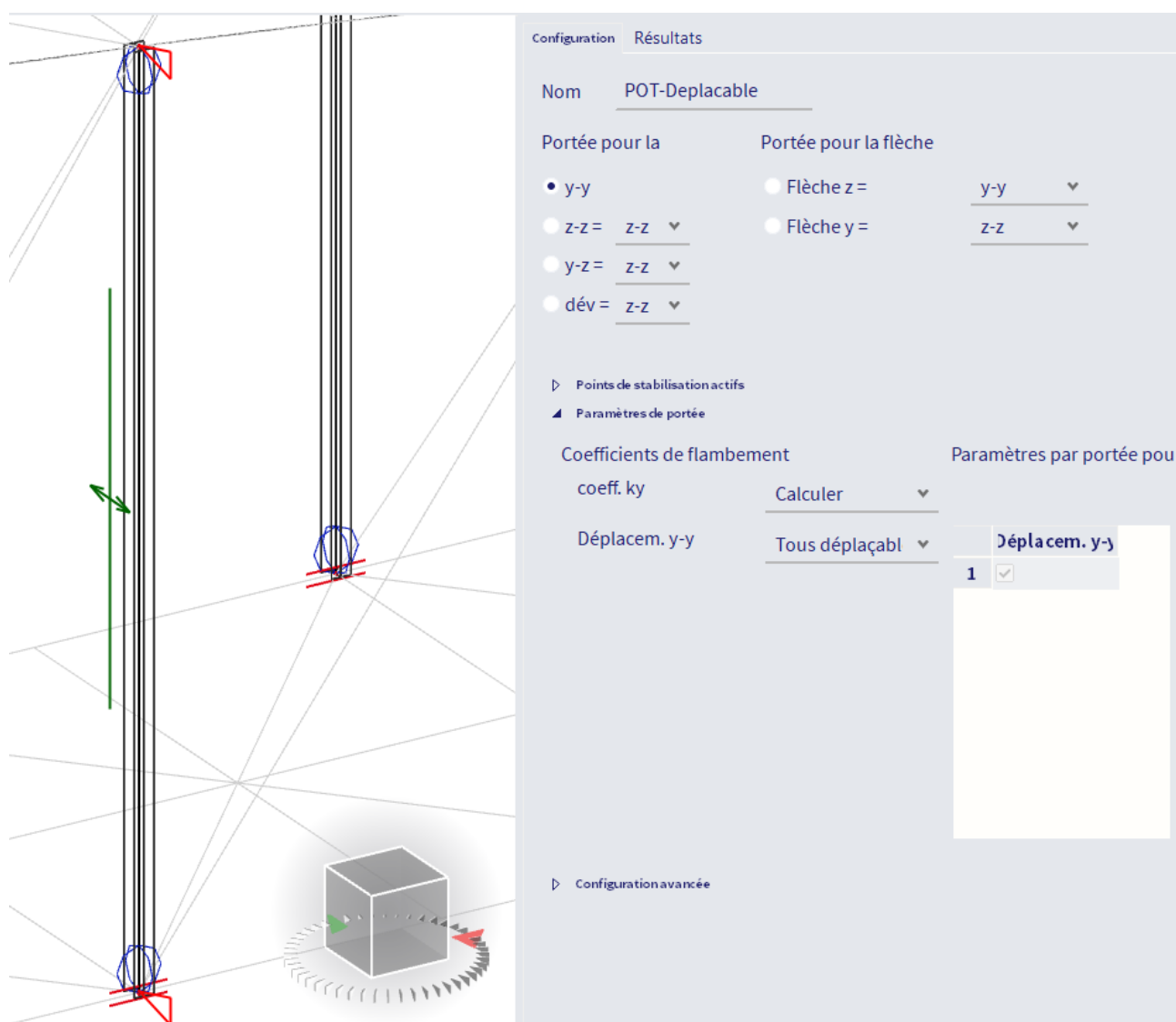
Déplacements 3D
Valeur: U_{max}
Calcul de stabilité. Les formes de
flambement sont normalisées de telle
façon que
la valeur maximale de composante de
déplacement (resp. rotation) de
chaque mode est égale à 1m (resp. 1
rad).
Combinaisons de stabilité linéaires:
ELU Q principal/66 - 9,68
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



6.3.2. NŒUDS DEPLAÇABLES / NON DEPLAÇABLES

Il y a des modes d'instabilité globale avec α_{cr} inférieurs à 10 .

L'ensemble des vérifications seront effectuées en nœuds non déplaçables à l'exception des poteaux supérieurs « montants ».



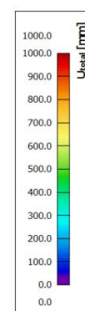
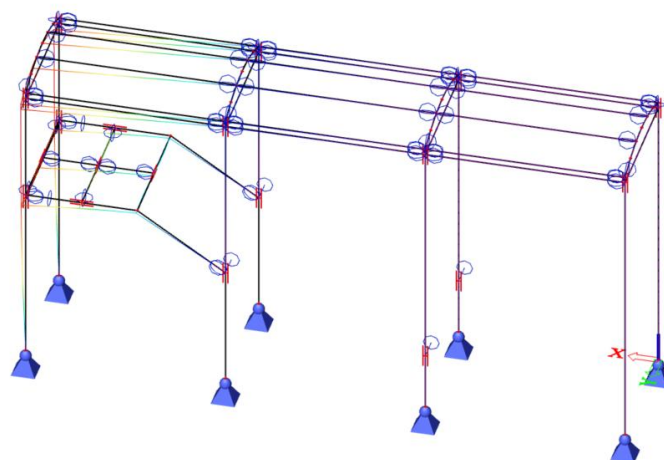
6.4. ESCALIER NORD

6.4.1. MODES DE STABILITE

Un premier mode de stabilité global avec alpha critique inférieur à 10 :

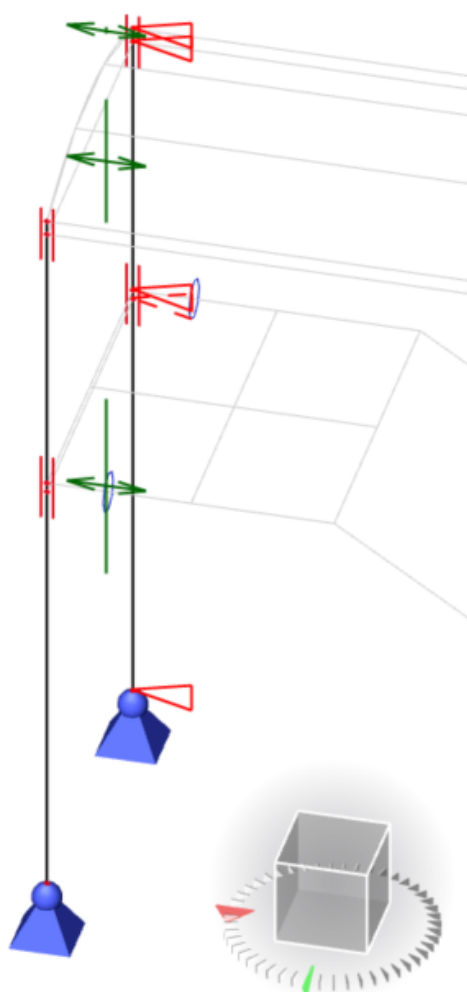
Déplacements 3D

Valeur: U_{total}
Calcul de stabilité. Les formes de
flambement sont normalisées de telle
façon que
la valeur maximale de composante de
déplacement (resp. rotation) de
chaque mode est égale à 1m (resp. 1
rad).
Combinaisons de stabilité linéaires:
ELU-Stabilité/12 - 9,45
Sélection: Tout
Position: Aux noeuds, moyenne.
Système: Global



6.4.2. NŒUDS DEPLAÇABLES / NON DEPLAÇABLES

L'ensemble des vérifications seront effectuées en nœuds non déplaçables à l'exception des deux poteaux au niveau du palier dans la direction y.



Configuration

Résultats

Nom

POT-Deplacable

Portée pour la

Portée pour la flèche

☒ y-y
 ☐ z-z = z-z
 ☐ y-z = z-z
 ☐ dév = z-z

☐ Flèche z = y-y
 ☐ Flèche y = z-z

Points de stabilisation actifs

Paramètres de portée

Coefficients de flambement

Paramètres par portée pour

coeff. ky

Calculer

Déplacem. y-y

Tous déplaçabl

Déplacem. y-y

1

2

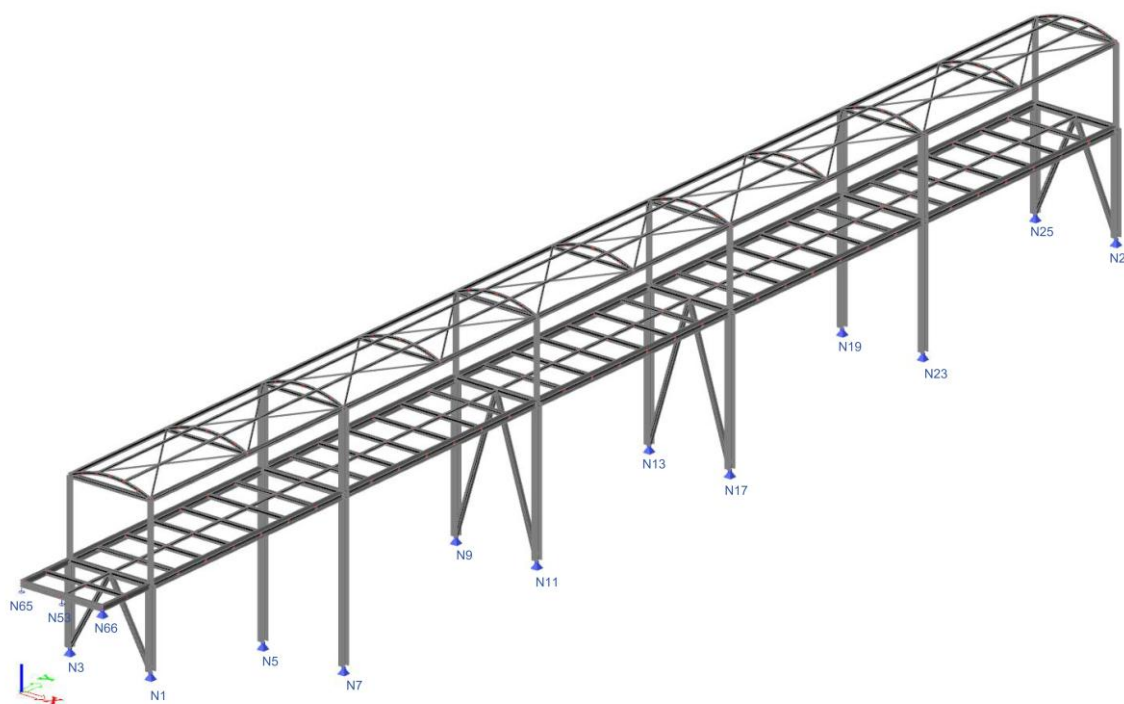
3

Configuration avancée

7. REACTIONS D'APPUIS VERTICAUX - EXISTANT

7.1. PASSERELLE SUD

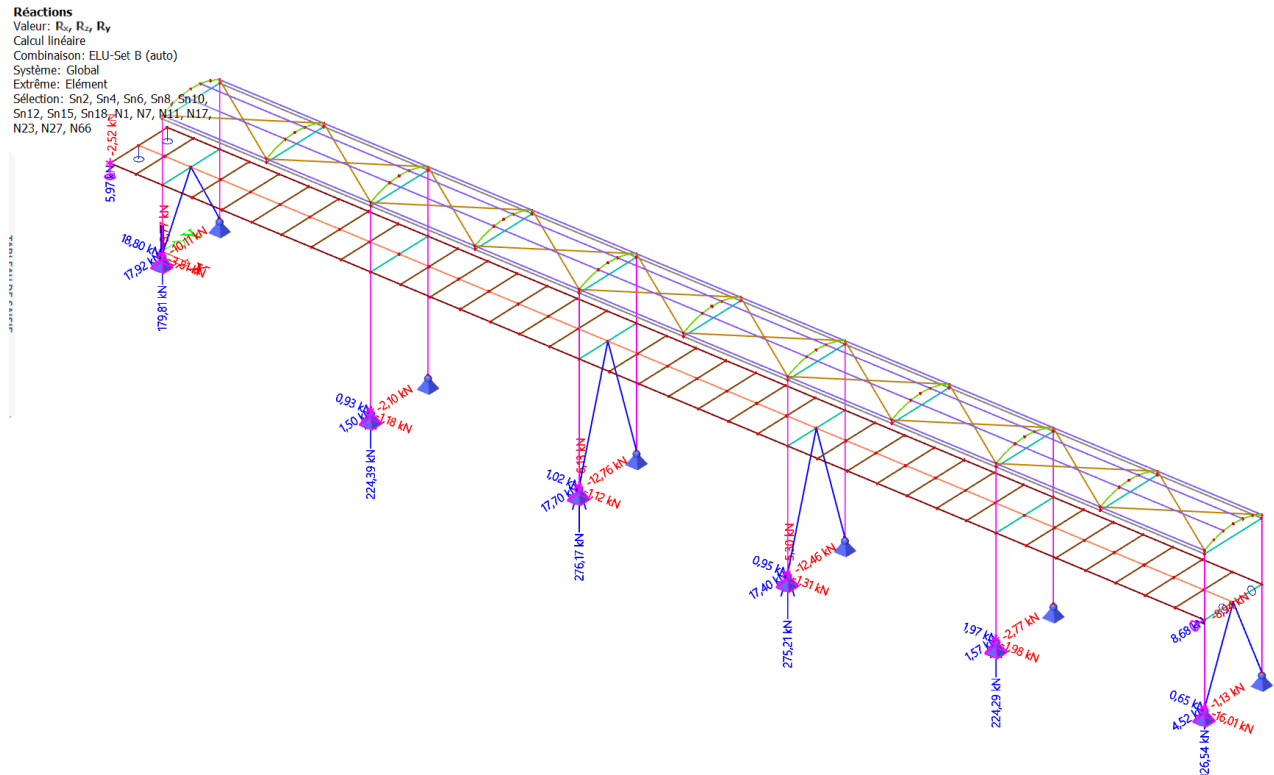
7.1.1. DESCENTE DE CHARGES VERTICALE ELU



Noeud	Cas	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N3	G1	0,67	1,16	12,11	0	0	0
Sn2/N1	G1	-0,67	1,18	12,09	0	0	0
Sn3/N5	G1	0	-0,02	20,04	0	0	0
Sn4/N7	G1	0	-0,01	20,03	0	0	0
Sn5/N9	G1	0,49	-0,01	20,15	0	0	0
Sn6/N11	G1	-0,49	0	20,16	0	0	0
Sn7/N13	G1	0,49	-0,01	20,14	0	0	0
Sn8/N17	G1	-0,49	-0,01	20,15	0	0	0
Sn9/N19	G1	0	0,02	19,21	0	0	0
Sn10/N23	G1	0	0,04	19,2	0	0	0
Sn11/N25	G1	0,44	-1,03	11,74	0	0	0
Sn12/N27	G1	-0,45	-1,02	11,77	0	0	0
Sn13/N65	G1	0	0	0,22	0	0	0
Sn14/N53	G1	0	0	0,77	0	0	0
Sn15/N66	G1	0	-0,28	0,23	0	0	0
TOTAL	G1	-0,01	0,01	208,01	0	0	0

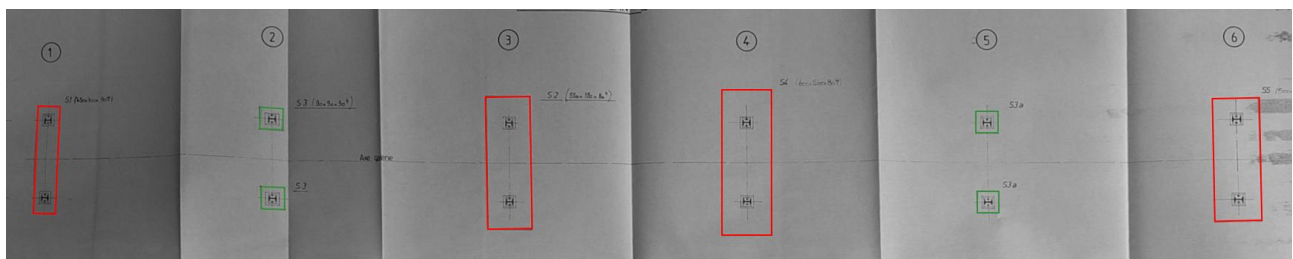
7.1.2. REACTIONS DANS LES APPUIS

Réactions d'appuis à l'ELU :

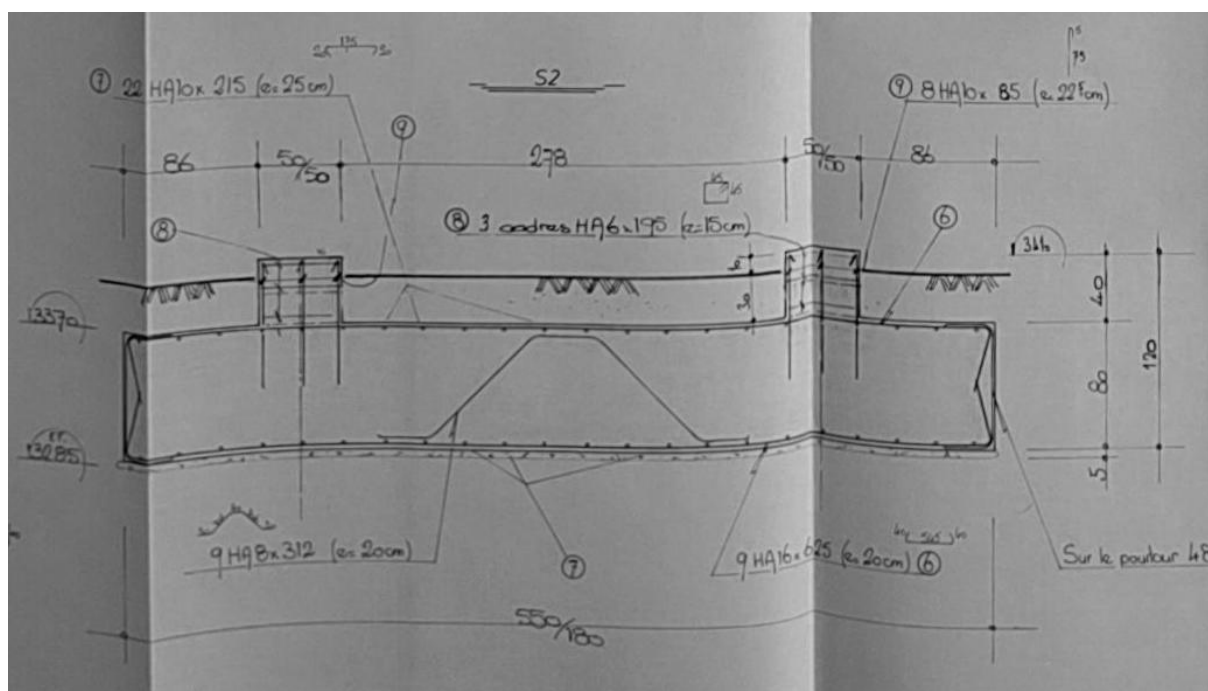


7.1.3. VERIFICATION DE LA CAPACITE PORTANTE DES FONDATIONS

D'après le plan de recollement des fondations de la passerelle sud (Plan n° 2A), deux types de fondations sont retrouvés : doubles et ponctuelles simples, de géométries variées, avec une profondeur de l'arase base est -1.1m/TN (niveau variable en fonction de la fondation).



Extrait du DOE



Extrait du DOE

D'après l'étude géotechnique G2PRO, les fondations ponctuelles ont des dimensions d'environ 1.5mx1.1m avec une profondeur de 1.25m/TN.

La capacité portante est :

Pour des fondations ancrées dans le mélange sable argilo-limoneux, nous pouvons retenir :

$$q'_{ELS} \approx 0,15 \text{ MPa} = 1,5 \text{ bars} = 15,0 \text{ t/m}^2$$

$$q'_{ELU} \approx 0,25 \text{ MPa} = 2,5 \text{ bars} = 25 \text{ t/m}^2$$

Extrait G2PRO indice C

Calcule du taux de travail de chaque fondation :

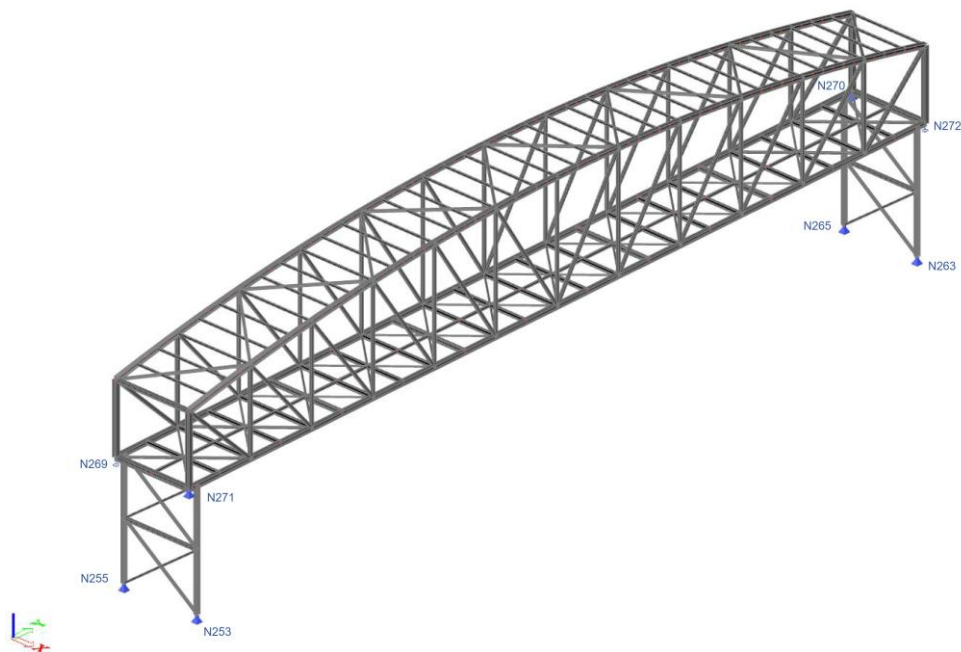
Capacité portante des fondations de la passerelle sud

Existant	Unités	S1	S2	S3		S4	S5
Files	-	1	3	2	5	4	6
Nombre	-	1	1	2	2	1	1
Type	-	Double	Double	Ponctuelle simple	Ponctuelle simple	Double	Double
Longueur L	m	4,5	5,5	1,1	1,1	6,0	5,0
Largeur B	m	1,0	1,8	1,5	1,5	2,0	1,8
Hauteur H	m	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Surface	m ²	4,50	9,90	1,65	1,65	12,00	9,00
Pression maximale admissible ELU	MPa	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Charge maximale admissible	kN	1125	2475	413	413	3000	2250
Charge ELU (SCIA)	kN	361,7	563,34	229,22	229,56	561,04	258,16
Pression ELU	Mpa	0,08	0,06	0,14	0,14	0,05	0,03
Taux de travail	%	32,2%	22,8%	55,6%	55,7%	18,7%	11,5%

La capacité actuelle des fondations de type superficielle simple et de type superficiel double suffisante pour supporter la charge appliquée.

7.2. PASSERELLE NORD

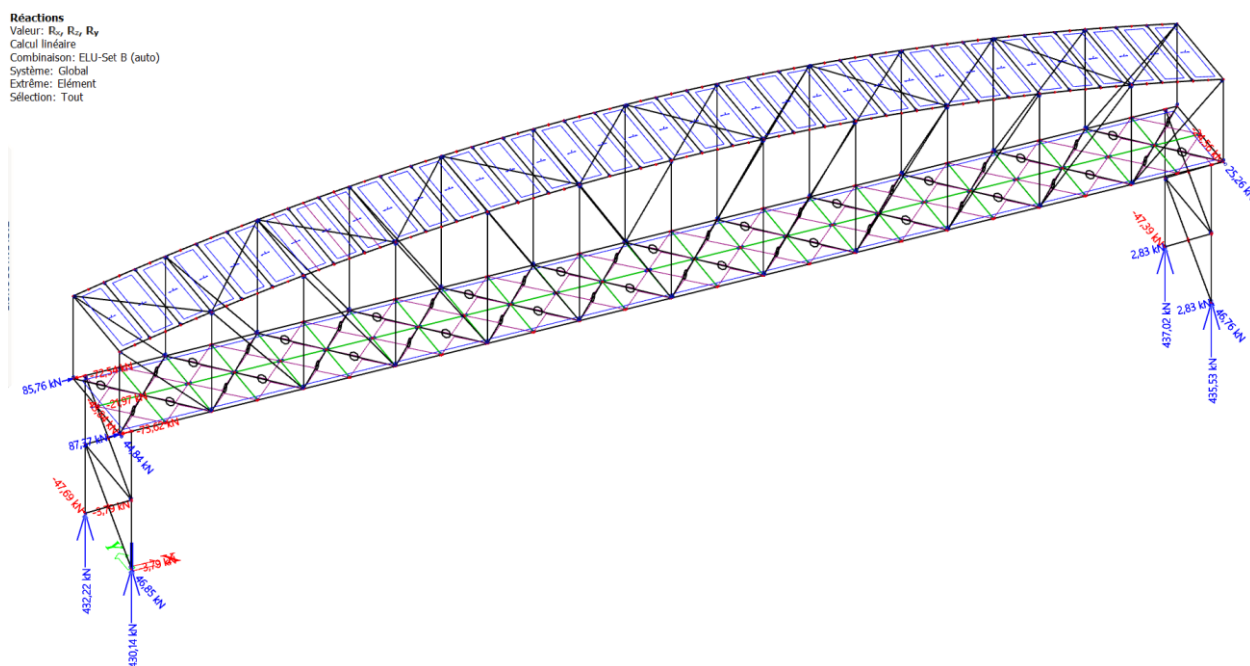
7.2.1. DESCENTE DE CHARGES VERTICALE ELU DANS LE CAS D'APPUIS VERTICAUX SUR LES CULEES



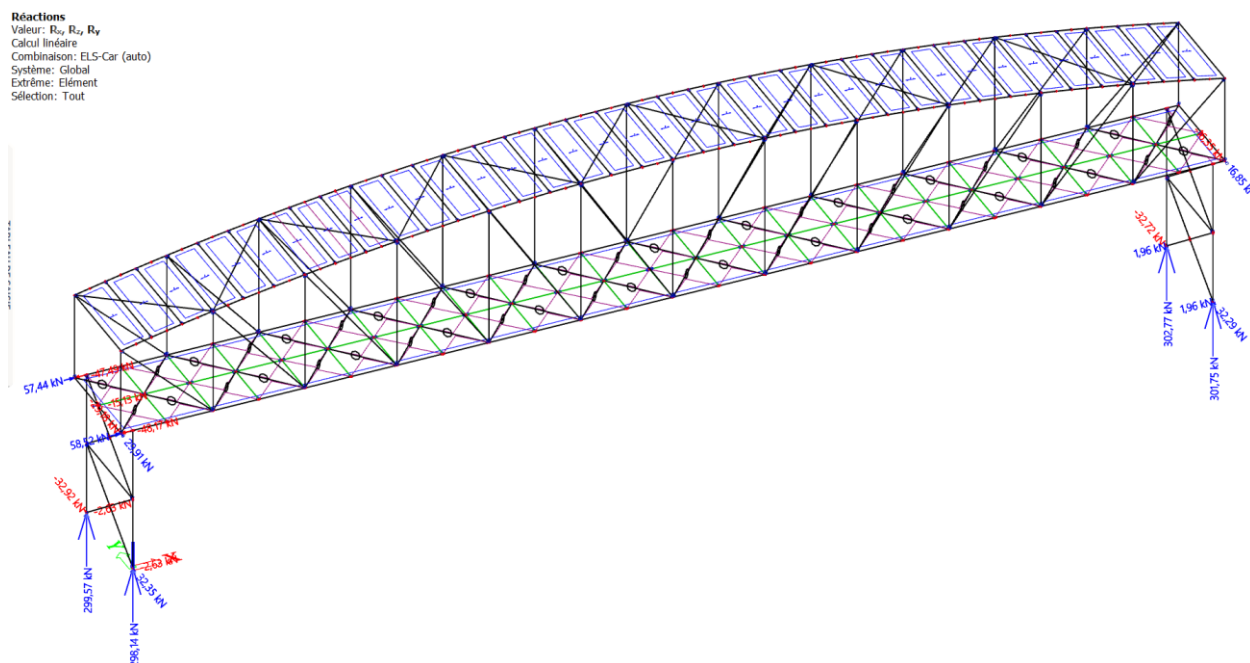
Noeud	Cas	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	ex [mm]	ey [mm]
Sn16/N255	G1	1,91	0,13	10,71	0	0	0	0	0
Sn17/N253	G1	-0,2	0,05	5,16	0	0	0	0	0
Sn18/N263	G1	-1,9	-0,13	10,69	0	0	0	0	0
Sn19/N265	G1	0,21	-0,05	5,17	0	0	0	0	0
Sn20/N269	G1	0	0	33,3	0	0	0	0	0
Sn21/N272	G1	0	0	32,95	0	0	0	0	0
Sn22/N270	G1	7,05	-58,35	37,26	0	0	0	0	0
Sn23/N271	G1	-7,06	58,35	37,59	0	0	0	0	0
TOTAL	G1	0,01	0	172,83	0	0	0	0	0

7.2.2. REACTIONS DANS LES APPUIS EN L'ABSENCE D'APPUIS VERTICAUX DANS LES CULEES

Réactions d'appuis à l'ELU :



Réactions d'appuis à l'ELS cara :

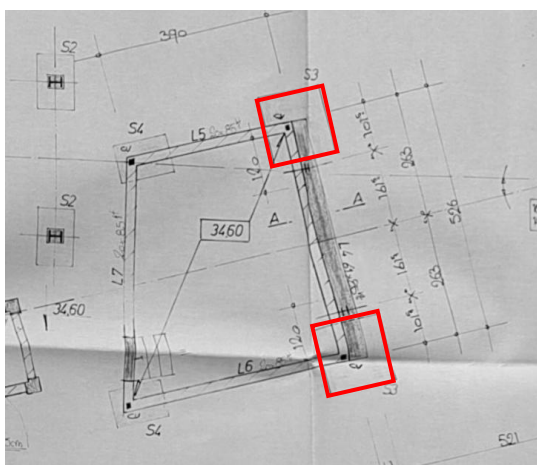


7.2.3. VERIFICATION DE LA CAPACITE PORTANTE DES FONDATIONS

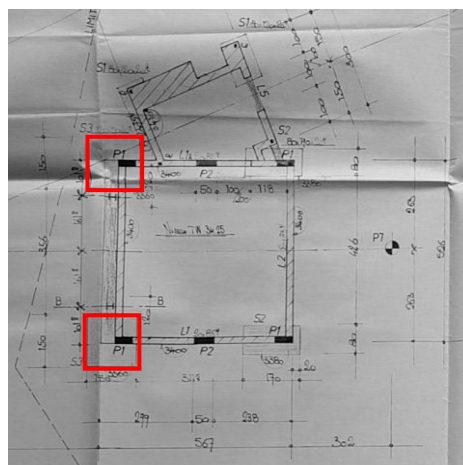
Les plans DOE (Plan n° 3B et 4C) de la passerelle Nord indiquent quatre fondations superficielles ponctuelles de dimensions 1.5mx1.5m environ.

Le nota précise :

Descendre le gos à -2.50m par rapport au T.N
Contrainte de sol à -2.50m : 3 bars



Belvédère côté escalier



Belvédère côté passerelle

D'après la note géotechnique G2PRO indice C, les dimensions des fondations sont environ 0.9mx1.8m (à minima) avec une profondeur supérieure à 1.4m/TN sondage RF2). La capacité portante est la suivante :

Au droit de RF2, nous pouvons retenir les valeurs suivantes :

- **2,6 bars à l'ELS et 4 bars à l'ELU**

Ces valeurs sont valables uniquement au droit de RF2, cette approche ne peut pas être généralisée aux autres fondations. Sans sondages complémentaires bien répartis, il sera nécessaire d'adopter une approche sécuritaire, en prenant comme référence une capacité portante de 1,5 bar aux ELS.

Extrait G2PRO indiceC

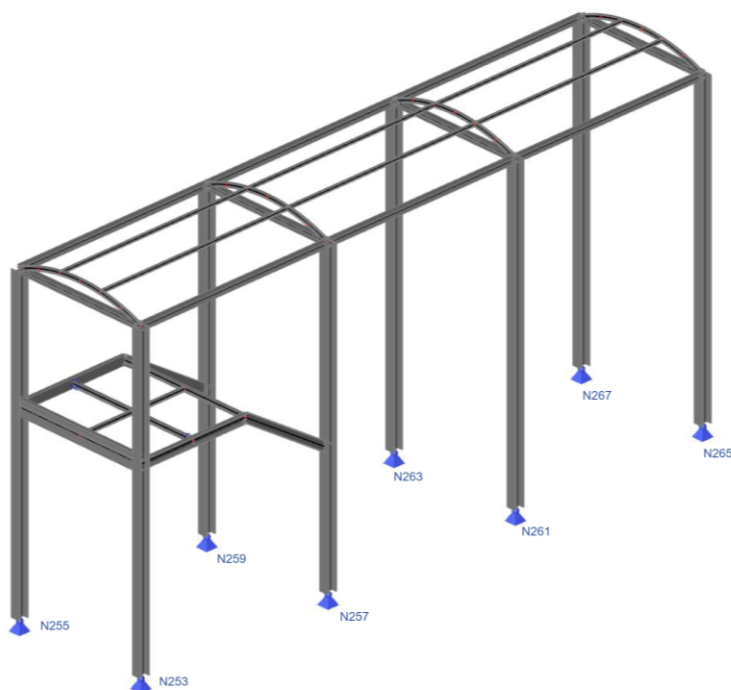
On calcule le taux de travail de chaque fondation en faisant le rapport entre la charge retrouvée sur le modèle SCIA et sa respective charge maximale admissible :

Capacité portante des fondations de la passerelle nord					
DDC culée	Unités	S3			
Surface influence dalle haute	m ²	7,5	7,5	7,5	7,5
Hauteur mur maçonnerie	m ²	5,5	5,5	5,5	5,5
Longueur mur maçonnerie	m ²	5,47	5,47	5,47	5,47
Surface mur maçonnerie	m ²	30,06	30,06	30,06	30,06
G dalle	kN/m ²	5,0	5,0	5,0	5,0
G mur	kN/m ²	2,0	2,0	2,0	2,0
Q dalle	kN/m ²	5,0	5,0	5,0	5,0
DDC culée ELU	m ²	187,4	187,4	187,4	187,4
Existant	Unités	S3			
Fondations	-	1	2	3	4
Type de fondation	-	Ponctuelle simple	Ponctuelle simple	Ponctuelle simple	Ponctuelle simple
Longueur L	m	0,9	0,9	0,9	0,9
Largeur B	m	1,8	1,8	1,8	1,8
Hauteur H	m	0,8	0,8	0,8	0,8
Surface	m ²	1,62	1,62	1,62	1,62
Pression maximale admissible ELU	MPa	0,4	0,4	0,4	0,4
Charge maximale admissible	kN	648	648	648	648
Charge ELU passerelle (SCIA)	kN	420,73	422,34	422,77	423,83
Charge ELU cumulée	kN	608,1	609,7	610,2	611,2
Pression ELU	Mpa	0,38	0,38	0,38	0,38
Taux de travail	%	94%	94%	94%	94%

Une analyse de la descente de charge ELU sur la passerelle Nord montre que la pression ELU sous les semelles est de 0.38MPa. Les fondations sur les poteaux du belvédère côté escalier de la passerelle nord sont sollicités 94%. Il n'est pas nécessaire de les renforcer.

7.3. ESCALIER NORD

7.3.1. DESCENTE DE CHARGES VERTICALE ELU



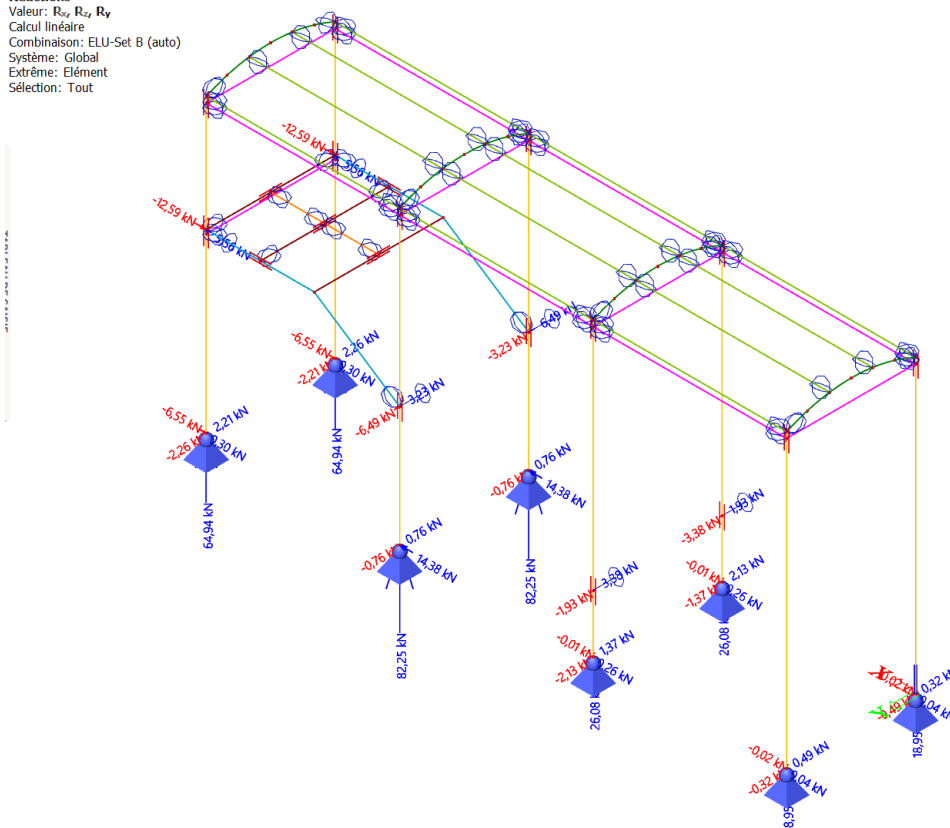
Noeud	Cas	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	ex [mm]	ey [mm]
Sn1/N255	G1	0,01	0,17	7,92	0	0	0	0	0
Sn2/N253	G1	-0,01	0,17	7,92	0	0	0	0	0
Sn3/N257	G1	-0,03	-0,11	8,27	0	0	0	0	0
Sn4/N261	G1	-0,02	0,01	7,27	0	0	0	0	0
Sn5/N265	G1	-0,02	-0,06	6,3	0	0	0	0	0
Sn6/N267	G1	0,02	-0,06	6,3	0	0	0	0	0
Sn7/N263	G1	0,02	0,01	7,27	0	0	0	0	0
Sn8/N259	G1	0,03	-0,11	8,27	0	0	0	0	0
TOTAL	G1	0	0,02	59,52	0	0	0	0	0

7.3.2. REACTIONS DANS LES APPUIS

Réactions d'appuis à l'ELU :

Réactions

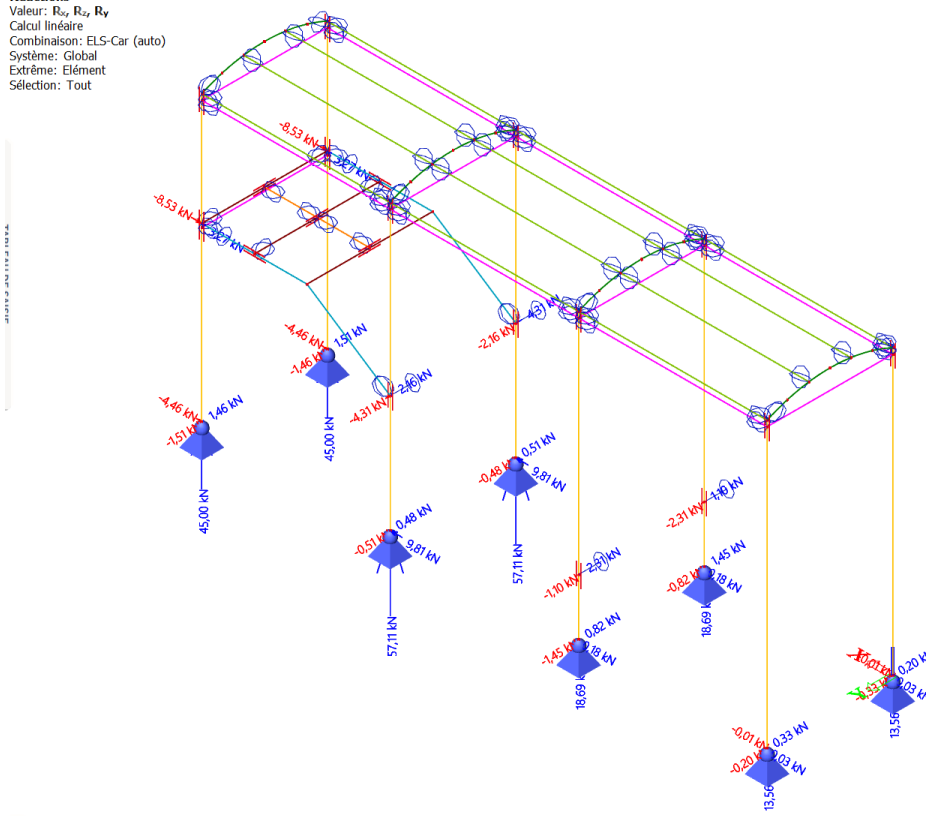
Valeur: R_x, R_y, R_z
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système: Global
Extrême: Elément
Sélection: Tout



Réactions d'appuis à l'ELS cara :

Réactions

Valeur: R_x, R_y, R_z
Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Car (auto)
Système: Global
Extrême: Elément
Sélection: Tout



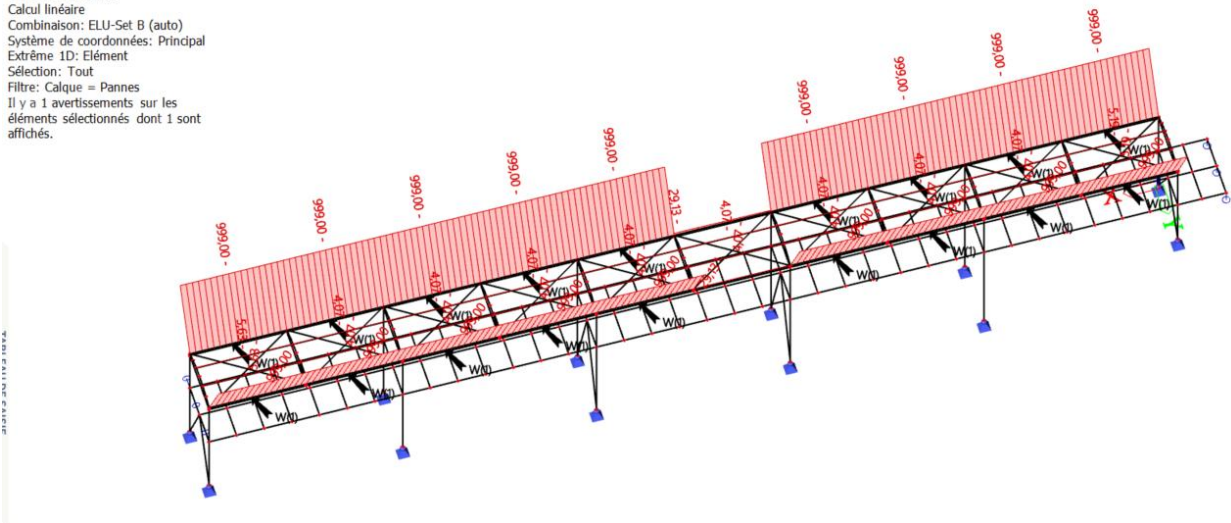
8. VERIFICATIONS - EXISTANT

8.1. PASSERELLE SUD

8.1.1. VERIFICATION DES PANNES

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections ne sont pas vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: **UCensemble**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Pannes
Il y a 1 avertissements sur les
éléments sélectionnés dont 1 sont
affichés.



Calcul pour les pannes centrales (peu déviées) :

Contrôle EN 1993-1-1							
Annexe Nationale: AN française NF-EN							
Élément B189	2,500 / 5,000 m	IPE80	Laminé	5 235 +10%	ELU-Set B (auto)	999,00 -	
Clé des combinaisons							
ELU-Set B (auto) / 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.05*Q2 + 1.50*3D Winds + 0.90*Wf+*							
Coeff. partiels de sécurité							
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00					
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00					
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25					
Matériau							
Limite élastique	f_y	235,0	MPa				
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa				
Contrôles de section							
La section est classée en tant que classe 1							
Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-11,75	kN	$N_{t,Rd}$	178,60	kN	0,07
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	5,26	kNm	$M_{y,Rd}$	5,45	kNm	0,96
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-1,51	kNm	$M_{z,Rd}$	1,37	kNm	1,10
Torsion	T_{Ed}	2,2	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,02
Contrôles combinés en section							
Contrôles combinés en section							
Flexion, effort normal et effort tranchant							
2,04							
Contrôles de stabilité							
Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 2,500 m							
La section est classée en tant que classe 1							
Groupe de flambement : Défaut							
Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ	
y-y	1,00	5,000	66,43		1,64	0,32	
z-z	1,00	5,000	7,04		5,04	0,04	
dév	1,00	5,000		2,22	1,57	0,37	
Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement	N_{Ed}	-11,75	kN	$N_{b,Rd}$	6,59	kN	1,78
Flexionnel	$M_{y,Ed}$	5,26	kNm	$M_{b,Rd}$	2,02	kNm	2,60
Déversement	$M_{z,Ed}$						
Contrôles combinés en stabilité							
Coefficients d'interaction							
$k_{\phi y}$	$k_{\phi z}$	$k_{\phi y}$	$k_{\phi z}$				
Valeur	-1,23	-1,00	1,41	-1,00			
Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B189 à la position 2,500 m.							
Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B189 à la position 2,500 m.							
Contrôles combinés en stabilité							
Flexion et compression							
5,26							
-1,51							
999,00							

Calcul pour les pannes latérales (déviées) :

Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B144	2,500 / 5,000 m	IPE80	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	5,63 -
--------------	-----------------	-------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.05*Q2 + 1.50*3DWind5 + 0.90*Wfy+	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M2}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-0,01	kN	$N_{c,Rd}$	178,60	kN	0,00
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	8,86	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	5,45	kNm	1,62
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-0,99	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	1,37	kNm	0,73
Torsion	T_{Ed}	0,5	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	3,36

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 2,500 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	5,000	66,43		1,64	1,00
z-z	1,00	5,000	7,04		5,04	1,00
dév	1,00	5,000		2,22	1,57	0,37

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Déversement	$M_{y,Ed}$	8,86	kNm	$M_{b,Rd}$	2,02	kNm	4,38

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,16	0,76	0,53	1,00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B144 à la position 2,500 m.

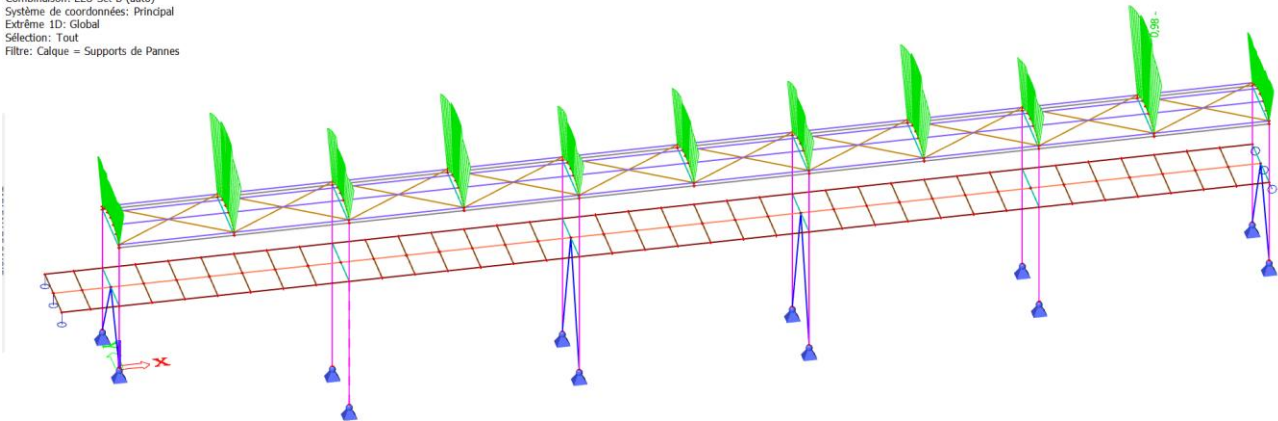
Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B144 à la position 2,500 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	8,86	-0,99	5,63

8.1.2. VERIFICATION DES SUPPORTS DE PANNES

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: **UCensemble**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Global
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Supports de Pannes



Contrôle EN 1993-1-1
Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B108	2,299 / 3,474 m	IPE100	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,98 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / 1.05*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.05*Q2 + 1.05*Q3 + 1.50*3DWind5 + 0.90*Wfx-	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau		
Limite élastique	f_y	235,0 MPa
Limite de rupture	f_u	360,0 MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-26,24	kN	$N_{c,Rd}$	242,05	kN	0,11
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,23	kN	$V_{pl,y,Rd}$	91,24	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-8,30	kN	$V_{pl,z,Rd}$	68,68	kN	0,12
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	5,06	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	9,26	kNm	0,55
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	0,29	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	2,15	kNm	0,13
Torsion	T_{Ed}	20,5	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,15

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,43
Effort tranchant V_y et torsion	0,00
Effort tranchant V_z et torsion	0,13

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 2,299 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	3,474	293,67		0,91	0,73
z-z	0,82	0,924	386,07		0,79	0,73
dév	1,00	1,124		24,02	0,62	0,88

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-26,24	kN	$N_{b,Rd}$	176,39	kN	0,15
Déversement	$M_{y,Ed}$	5,06	kNm	$M_{b,Rd}$	8,10	kNm	0,62

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,11	0,96	0,64	1,16

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B108 à la position 1,175 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B108 à la position 1,737 m.

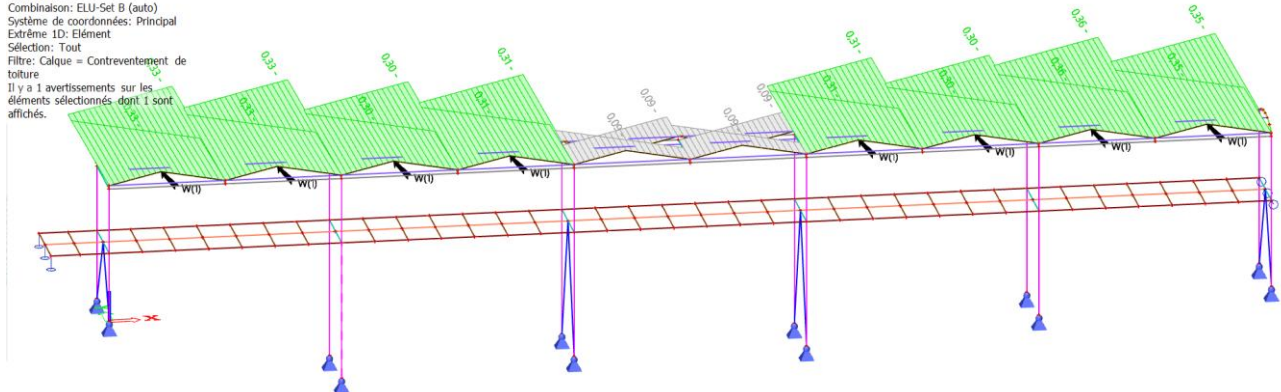
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	5,06	0,29	0,98

8.1.4. VERIFICATION DES CONTREVENTEMENTS DE TOITURE

Ces éléments sont des éléments travaillant en effort axiale uniquement.

En pratique, uniquement la traction est vérifiée car le flambement est accepté : les diagonales qui flambent ont alors un effet fusible et l'effort de compression est reporté en traction dans les diagonales opposées. Dans une première approche, on vérifie donc que l'ensemble des diagonales ont un taux de travail inférieur à 50% en traction pour pouvoir reprendre le double d'effort en cas de flambement des diagonales opposées.

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: U_{G1}
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Contreventement de toiture
Il y a 1 avertissements sur les éléments sélectionnés dont 1 sont affichés.

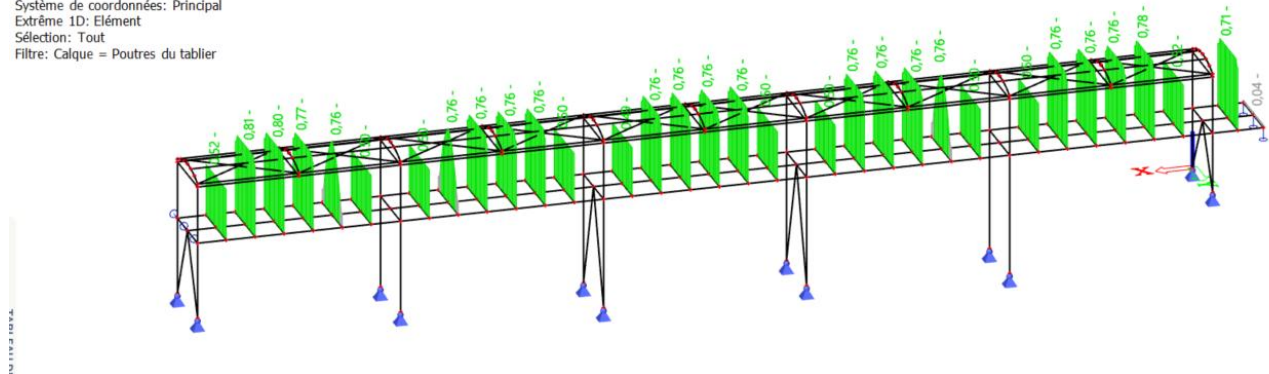


8.1.5. VERIFICATION DES POUTRES DU TABLIER

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: UCensemble
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poutres du tablier



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément	B76	1,680 / 3,360 m	IPE160	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,81 -
---------	-----	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 +
1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 0.90*3DWind5 +
0.90*Wfx-

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-0,08	kN	$N_{c,Rd}$	472,35	kN	0,00
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,01	kN	$V_{pl,y,Rd}$	174,16	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	5,27	kN	$V_{pl,z,Rd}$	131,15	kN	0,04
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	20,97	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	29,09	kNm	0,72
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	0,03	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	6,13	kNm	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,52

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 1,680 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	3,360	1595,81		0,54	1,00
z-z	0,70	1,176	1023,74		0,68	1,00
dév	1,00	1,680		75,46	0,62	0,90

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Déversement	$M_{y,Ed}$	20,97	kNm	$M_{b,Rd}$	26,22	kNm	0,80

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,00	1,17	0,52	1,00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B76 à la position 1,680 m.

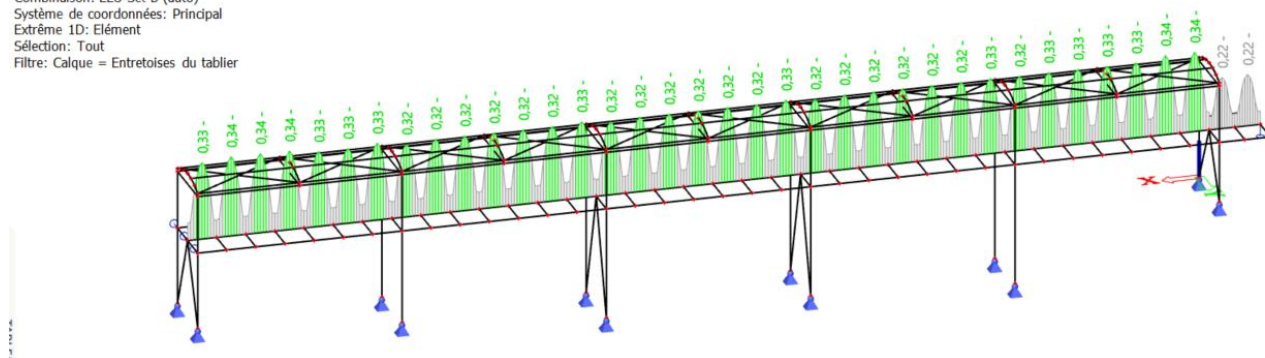
Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B76 à la position 1,176 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	20,97	0,03	0,81

8.1.6. VERIFICATION DES ENTRETOISES DU TABLIER

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

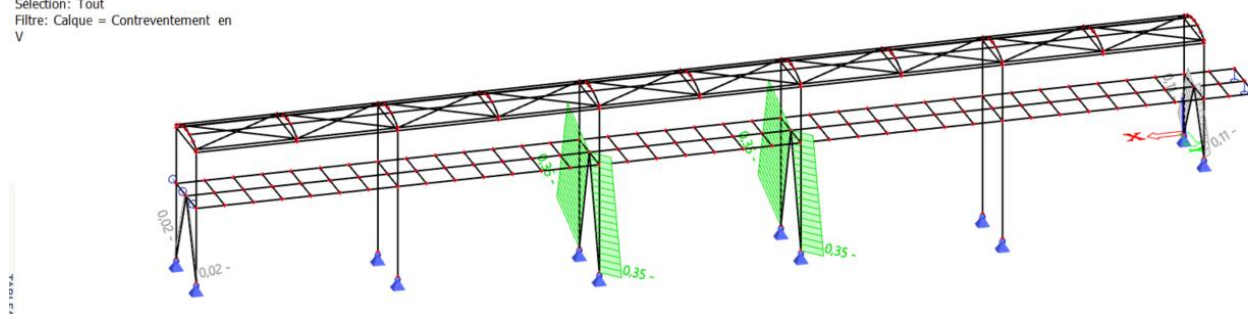
Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Entretoises du tablier



8.1.7. VERIFICATION DES CONTREVENTEMENTS EN V

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

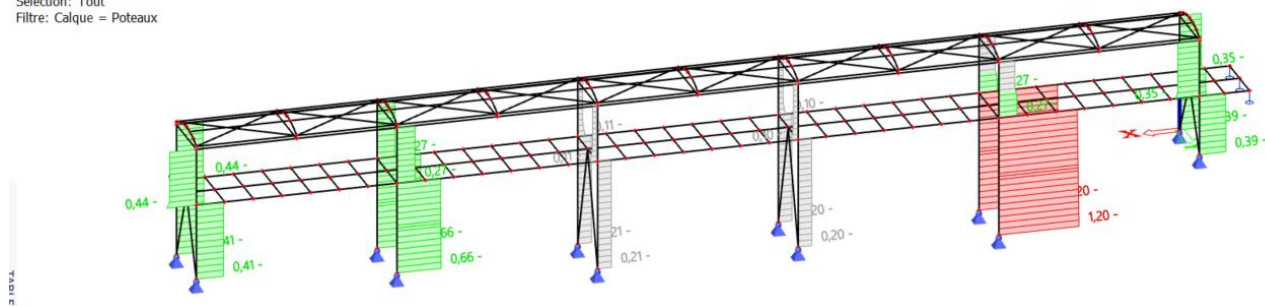
Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Contreventement en V



8.1.8. VERIFICATION DES POTEAUX

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées sauf pour les poteaux les plus longs sans contreventement en V (nœuds déplaçables).

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poteaux



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Elément B3	0,000 / 6,000 m	HEA240	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	1,20 -
------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q2 + 0.90*3DWind9 + 0.90*Wfy-

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-222,64	kN	$N_{c,Rd}$	1804,80	kN	0,12
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	2,08	kN	$V_{pl,y,Rd}$	810,50	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	0,17	kN	$V_{pl,z,Rd}$	341,09	kN	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
-------------------------------	--------------------

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : POT - déplaçable

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	2,43	14,610	753,53		1,55	0,33
z-z	2,52	15,117	251,22		2,68	0,12
dév	1,00	6,000		512,21	0,58	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{tEd}	-222,64	kN	$N_{b,Rd}$	210,84	kN	1,06

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,90	4,43	0,28	0,93

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B3 à la position 6,000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B3 à la position 6,000 m.

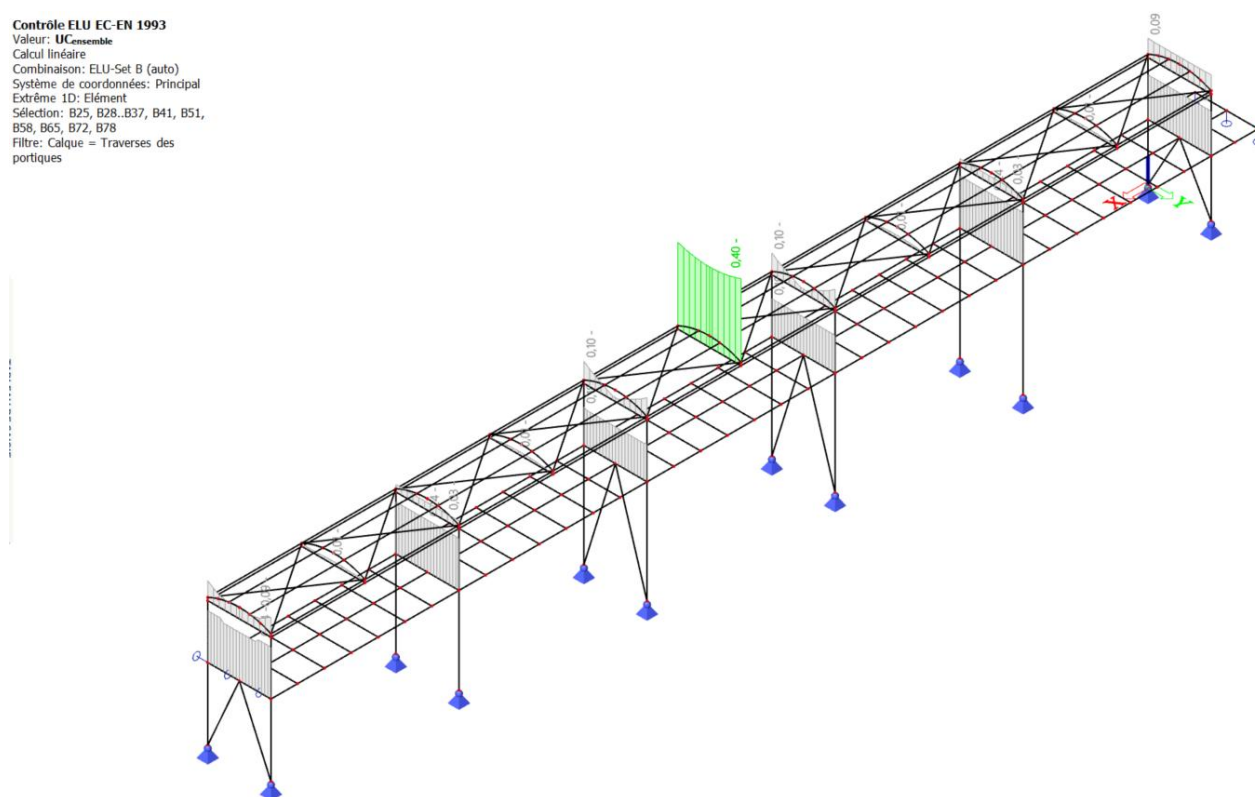
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	1,04	12,47	1,20

8.1.9. VERIFICATION DES TRAVERSES DES PORTIQUES

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: $U_{C_{ensemble}}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set 8 (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B25, B28..B37, B41, B51,
B58, B65, B72, B78
Filtre: Calque = Traverses des
portiques

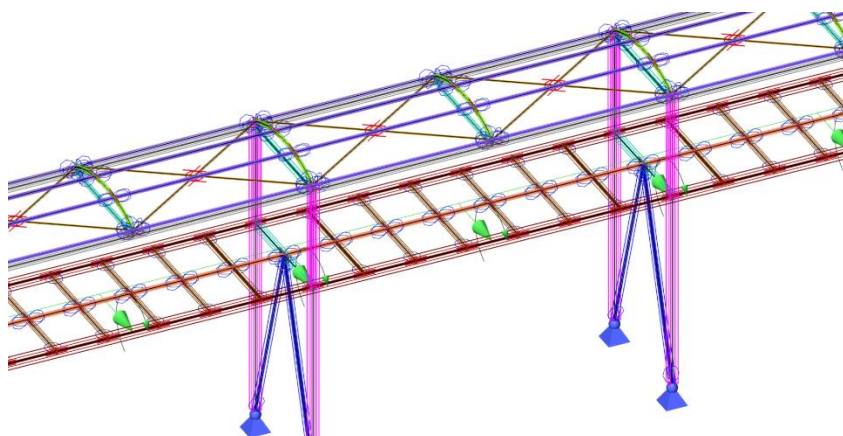


8.1.10. VERIFICATION DES MEMBRURES BASSES

Une charge horizontale et un moment de torsion prenant en compte la hauteur de la main-courante sont appliqué au niveau de la membrure basse de la passerelle.

8.1.10.1. MODELISATION AVEC POUTRES ENCASTREE

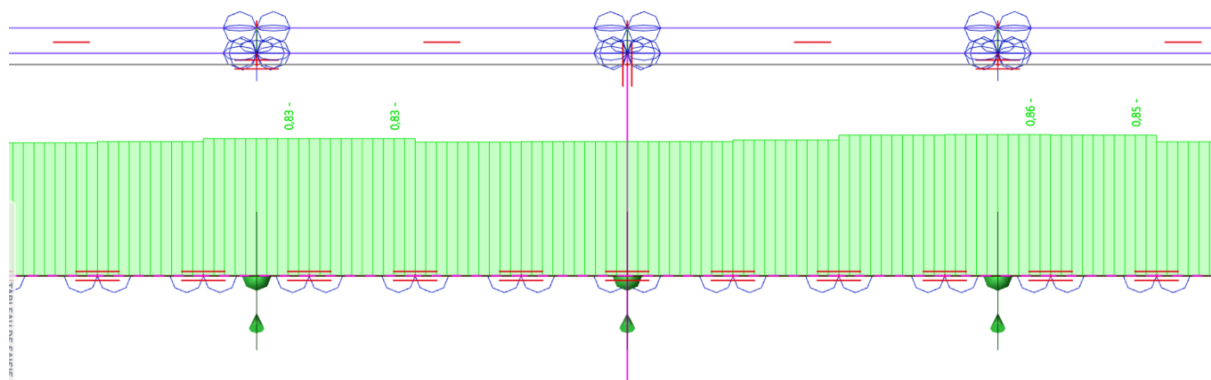
Les plans DOE et les observations sur place, montre que les poutres du tablier IPE160 sont encastrees. Ces poutres peuvent alors équilibrer les charges de torsion dans la membrure basse qui est vérifiée.



Les poutres du tabliers IPE160 sont soudées et peuvent être considéré encastrees.

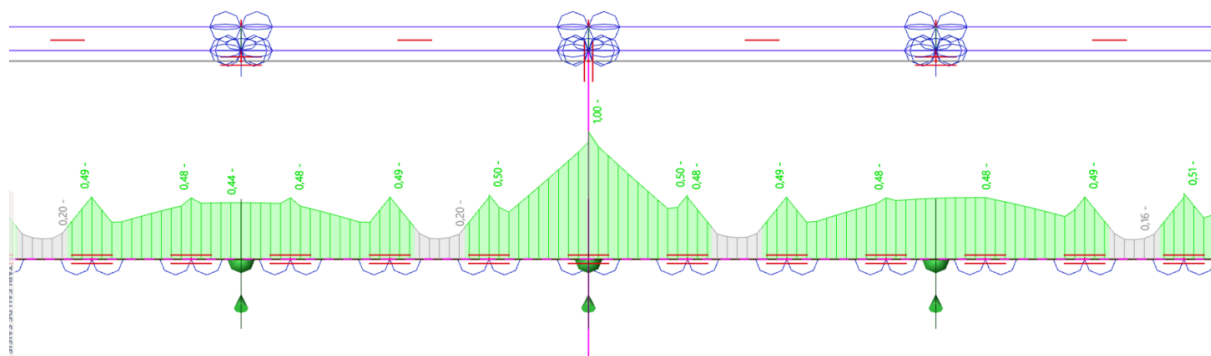
Avec une charge horizontale de 2.1kN/ml, la membrure basse est vérifiée en stabilité :

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: UC_{stab}
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Local
Sélection: B24



Et en section :

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: UC_{sec}
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Local
Sélection: B24

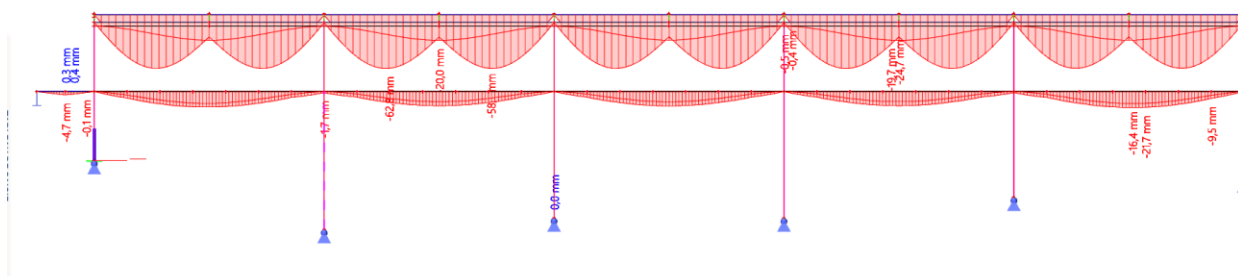


8.1.11. VERIFICATION EN DEFORMATION

Déformation à l'ELS cara :

Déformations 1D

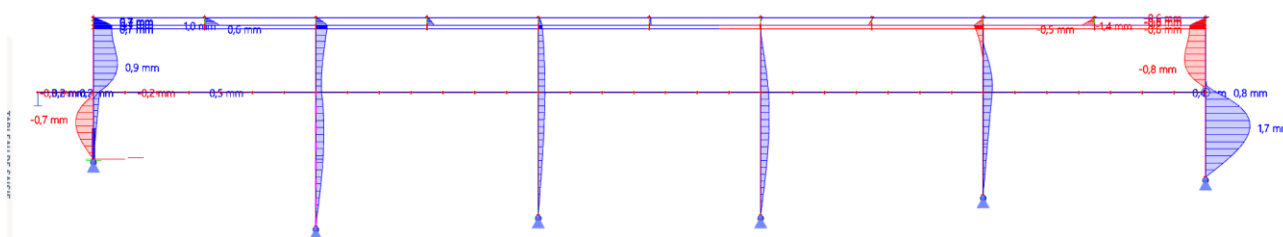
Valeur: η_z
Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Quasi (auto)
Système de coordonnées: Global
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout



Déformation horizontale à l'ELS cara :

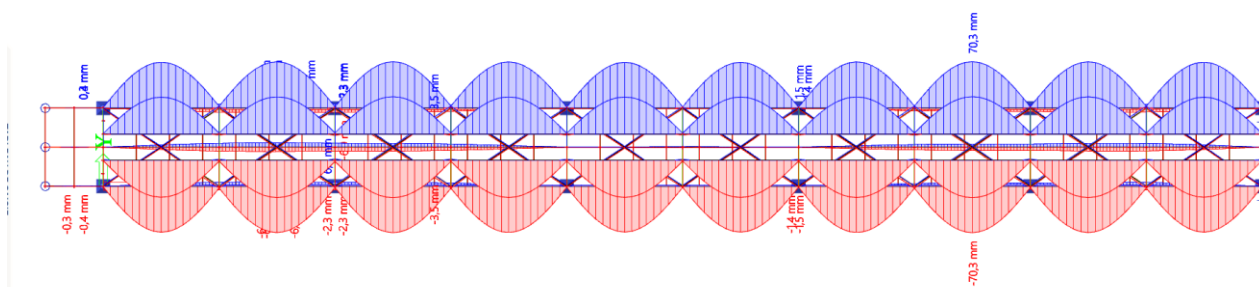
Déformations 1D

Valeur: η_x
Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Quasi (auto)
Système de coordonnées: Global
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout



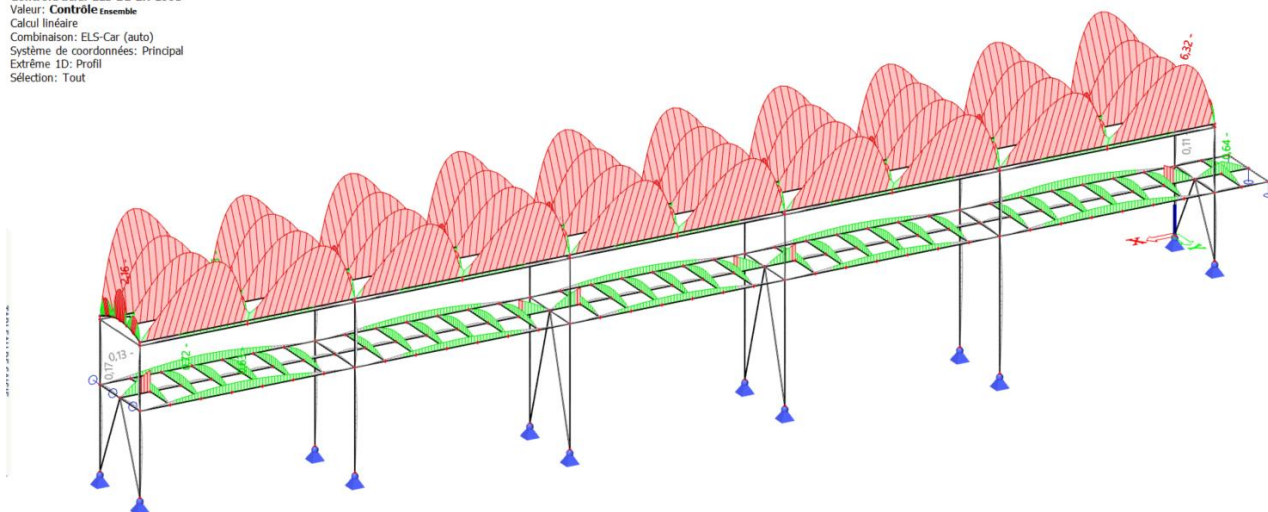
Déformations 1D

Valeur: η_y
Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Quasi (auto)
Système de coordonnées: Global
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout



Les pannes et les supports de pannes ne respectent pas les critères de déformation ELS :

Contrôle acier ELS EC-EN 1993
Valeur : **Contrôle ensemble**
Calcul linéaire
Combinaison : ELS-Car (auto)
Système de coordonnées : Principal
Extrême 1D : Profil
Sélection : Tout



Contrôle acier ELS EC-EN 1993

Calcul linéaire
Combinaison : ELS-Car (auto)
Système de coordonnées : Principal
Extrême 1D : Profil
Sélection : Tout

Contrôle unité d'ensemble

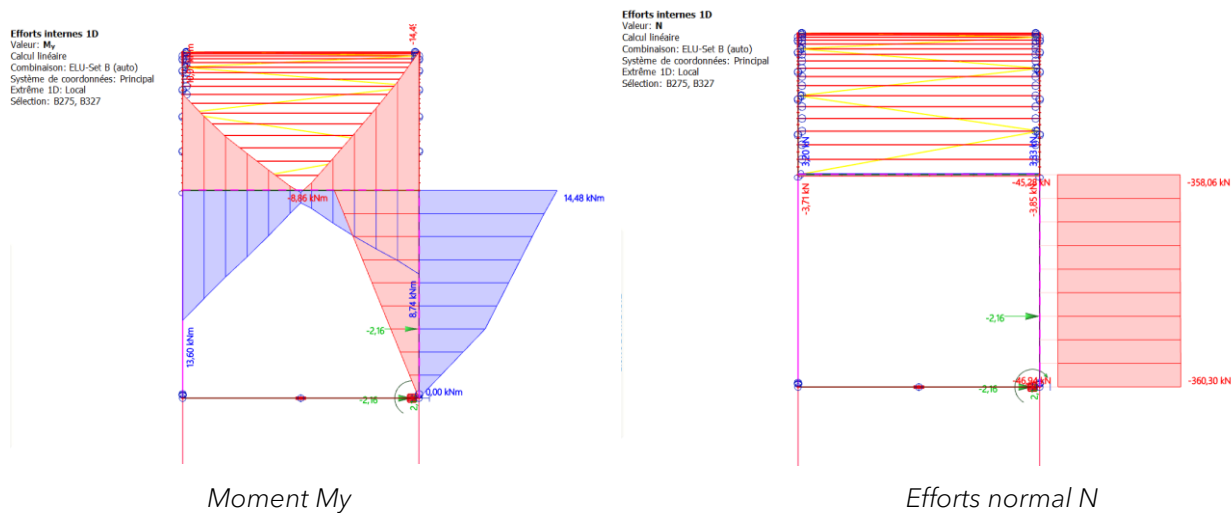
Nom	dx [m]	Cas	Profil	$u_{y,max}$ [mm]	$u_{y,var}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,var}$ [mm]	Contrôle $u_{y,max}$ [-]	Contrôle $u_{y,var}$ [-]	Contre-fleche dx u_y [mm]	Contre-fleche [mm]	Contrôle Ensemble [-]
B24	45,299	ELS-Car (auto)/1	H1 - HEA240	-0,1 -24,1	-0,1 -17,5	7,1 50,0	4,0 27,8	0,02 0,48	0,03 0,63	-	-	0,63
B22	1,140	ELS-Car (auto)/2	I10 - I + Ir (HEA240, HEA140)	0,0 1,2	0,0 1,0	14,3 14,3	7,9 7,9	0,00 0,08	0,00 0,13	-	-	0,13
B196	2,500	ELS-Car (auto)/3	I4 - IPE80	158,0 -63,0	74,4 -35,5	25,0 50,0	13,9 27,8	6,32 1,26	5,36 1,28	-	-	6,32
B29	0,916	ELS-Car (auto)/4	H4 - HEB140	0,0 -0,3	0,0 -0,3	16,8 16,8	9,3 9,3	0,00 0,02	0,00 0,03	-	-	0,03
B34	1,680+	ELS-Car (auto)/5	I6 - IPE120	0,0 4,1	0,0 1,8	16,8 16,8	9,3 9,3	0,00 0,24	0,00 0,20	-	-	0,24
B47	2,000	ELS-Car (auto)/6	I8 - UPE220	-0,4 0,1	-0,4 0,0	6,3 12,5	3,5 6,9	0,06 0,01	0,11 0,00	-	-	0,11
B39	1,680-	ELS-Car (auto)/7	I5 - IPE160	0,0 -7,7	0,0 -6,0	8,4 16,8	4,7 9,3	0,00 0,46	0,00 0,64	-	-	0,64
B109	1,737-	ELS-Car (auto)/8	I3 - IPE100	6,8 -0,5	6,7 -0,2	5,6 17,4	3,1 9,7	1,21 0,03	2,16 0,03	-	-	2,16
B78	2,688	ELS-Car (auto)/9	I2 - IPE240	-0,8 0,1	-0,8 0,1	8,4 8,4	4,7 4,7	0,09 0,02	0,17 0,03	-	-	0,17
B214	5,000-	ELS-Car (auto)/10	H2 - HEA140	0,0 -37,7	0,0 -18,4	25,0 50,0	13,9 27,8	0,00 0,75	0,00 0,66	-	-	0,75
B76	1,680-	ELS-Car (auto)/11	I1 - IPE160	0,0 -8,7	0,0 -6,8	8,4 16,8	4,7 9,3	0,00 0,52	0,00 0,72	-	-	0,72
B97	3,012-	ELS-Car (auto)/12	I9 - L40X4	-35,5 -33,2	-1,0 0,2	30,1 30,1	16,7 16,7	1,18 1,10	0,06 0,01	-	-	1,18

Nom	Clé des combinaisons
ELS-Car (auto)/1	Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfx-
ELS-Car (auto)/2	Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind7 + 0.60*Wfx-
ELS-Car (auto)/3	G1 + S1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q2 + 0.60*3DWind1 + 0.60*Wfy+
ELS-Car (auto)/4	Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind3 + 0.60*Wfy-
ELS-Car (auto)/5	0.70*Q1 + G1 + S1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q2 + 0.70*Q3 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfx-
ELS-Car (auto)/6	G1 + G2 + G3 + G4 + Q3 + 0.60*3DWind3 + 0.60*Wfy+
ELS-Car (auto)/7	Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + Q3 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfy-
ELS-Car (auto)/8	0.70*Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + 0.60*3DWind13 + Wfx+
ELS-Car (auto)/9	G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind3 + 0.60*Wfy-
ELS-Car (auto)/10	G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q3 + 3DWind5 + 0.60*Wfy-
ELS-Car (auto)/11	Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfy-
ELS-Car (auto)/12	0.70*Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q3 + 3DWind13 + 0.60*Wfy-

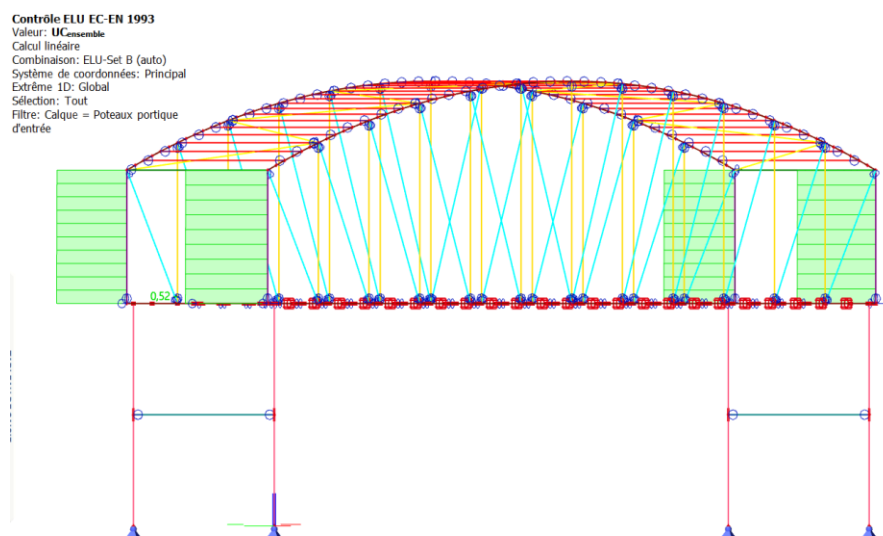
8.2. PASSERELLE NORD

8.2.1. VERIFICATION DES POTEAUX DU PORTIQUE D'ENTREE

Efforts dans les portiques d'entrée à l'ELU :



Taux de travail ELU avec une longueur de flambement forcée à $2L$ dans la direction transversale et avec des nœuds non déplaçables dans la direction longitudinale :



Les poteaux sont vérifiés.

Élément B275	0,000 / 3,000 m	HEB180	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,52 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / $1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q2 + 0.90*3DWind1 + 0.90*Wfy-$	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-360,30	kN	$N_{c,Rd}$	1533,38	kN	0,23
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	1,59	kN	$V_{pl,y,Rd}$	710,92	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	6,77	kN	$V_{pl,z,Rd}$	274,61	kN	0,02
Torsion	T_{Ed}	0,3	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
-------------------------------	--------------------

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : POT-Deplacable YY

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	2,00	6,000	2205,61		0,83	0,70
z-z	0,94	2,821	3549,49		0,66	0,75
dév	1,00	3,000		632,65	0,42	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-360,30	kN	$N_{b,Rd}$	1078,55	kN	0,33

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,13	0,51	0,67	0,78

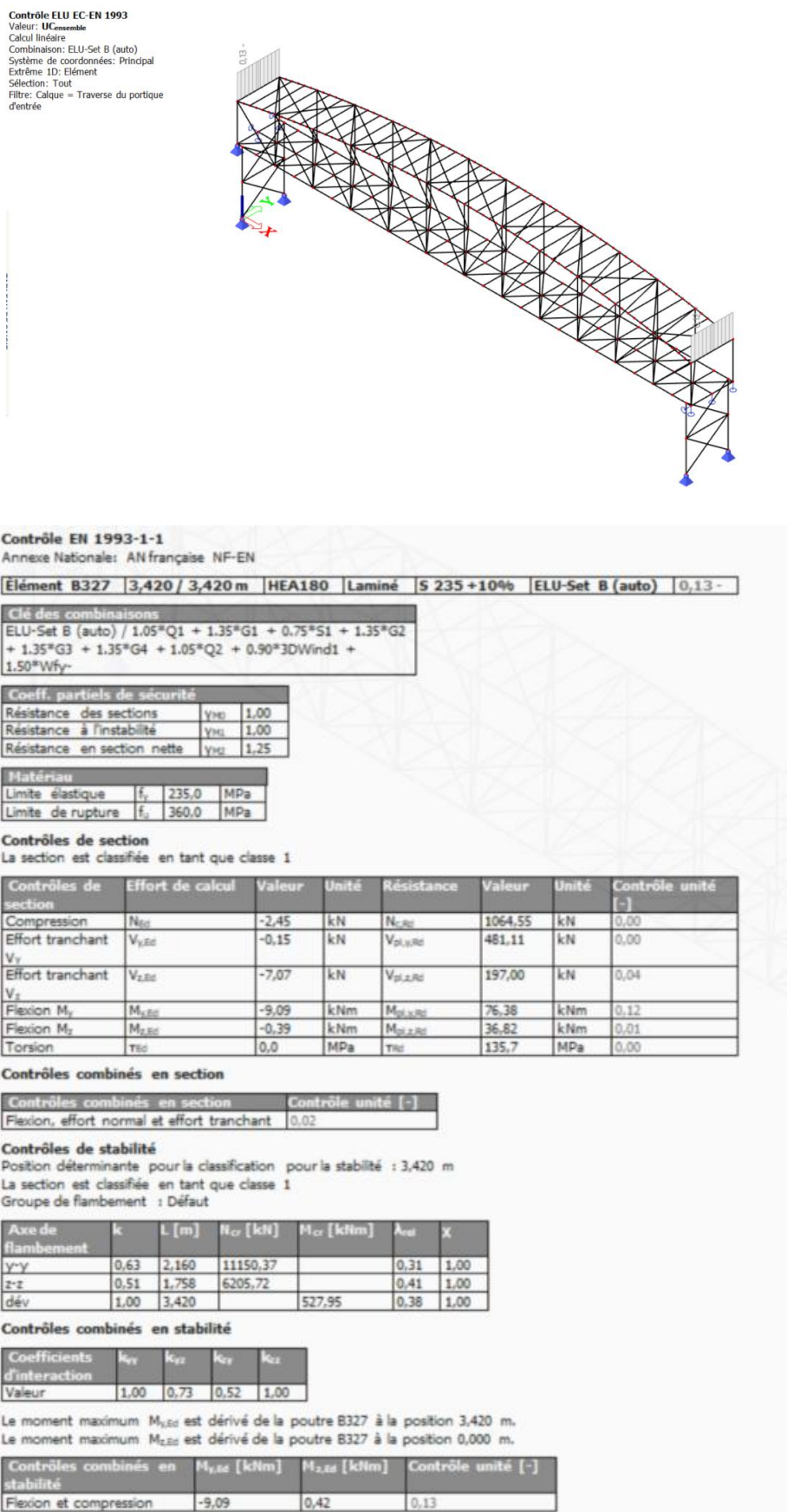
Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B275 à la position 3,000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B275 à la position 3,000 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	13,83	4,78	0,52

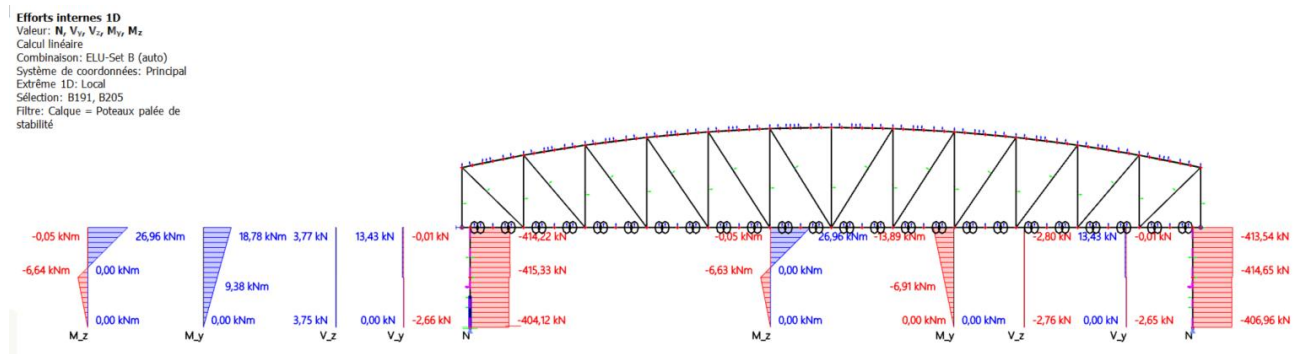
8.2.2. VERIFICATION DES TRAVERSES DU PORTIQUE D'ENTREE

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

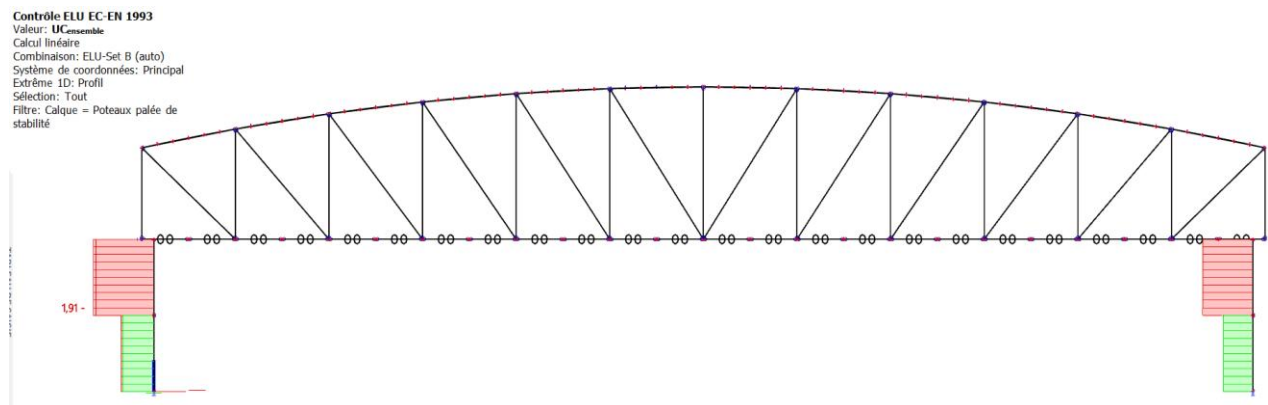


8.2.3. VERIFICATION DES POTEAUX DE LA PALEE DE STABILITE EN L'ABSENCE DE REPRISE DE CHARGES VERTICALES DANS LES APPUIS DES CULEES

Dans le cadre de la reprise des appuis sur les culées pour permettre les déplacements horizontaux dus à la dilatation thermique, les appuis verticaux seront supprimés sur les culées maçonnées. Les poteaux des palées de stabilité sont alors à renforcer.



Les efforts sont dissymétriques en raison des différences de condition d'appuis au niveau des culées.



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B191	2,500 / 5,000 m	HEA160	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	1,91 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2$ $+ 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q3 + 0.90*3DWind1 +$ $0.90*Wfy+$

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-414,01	kN	$N_{c,Rd}$	911,80	kN	0,45
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	13,41	kN	$V_{pl,y,Rd}$	407,85	kN	0,03
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	3,80	kN	$V_{pl,z,Rd}$	179,64	kN	0,02
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	9,44	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	57,58	kNm	0,16
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-6,61	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	27,61	kNm	0,24
Torsion	T_{Ed}	0,7	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,11

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 2,500 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,90	4,518	1695,90		0,73	0,76
z-z	0,69	1,716	4336,38		0,46	0,87
dév	1,00	2,500		268,31	0,46	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-414,01	kN	$N_{b,Rd}$	697,17	kN	0,59

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,05	0,42	1,17	1,03

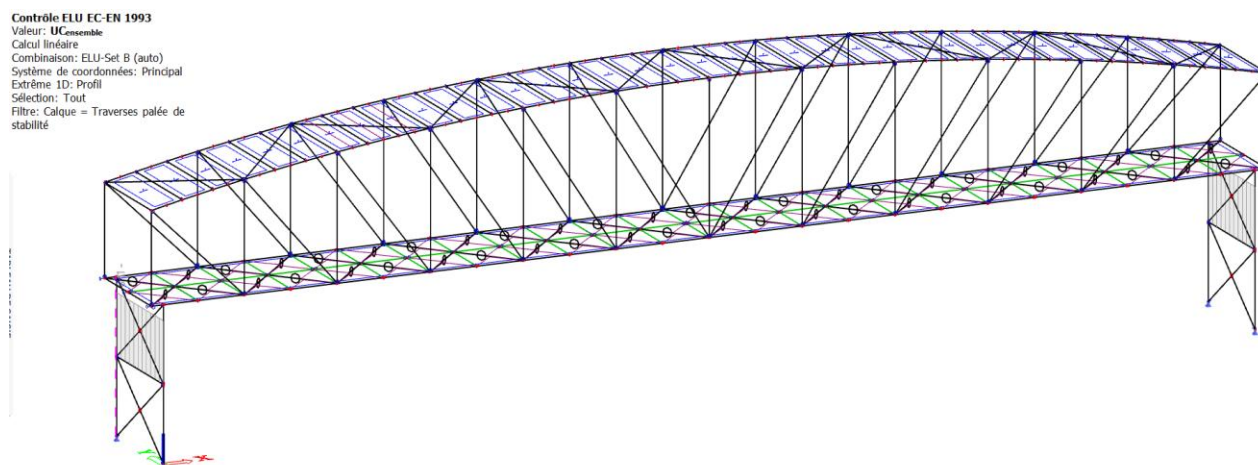
Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B191 à la position 5,000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B191 à la position 5,000 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	18,93	26,92	1,91

8.2.4. VERIFICATION DES TRAVERSES DE LA PALEE DE STABILITE EN L'ABSENCE DE REPRISE DE CHARGES VERTICALES DANS LES APPUIS DES CULEES

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B197	0,000 / 3,420 m	HEA120	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,11 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.50 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2 + 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 0.90 \cdot 3DWind1 + 0.90 \cdot Wfy-$

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Traction	N_{Ed}	64,91	kN	$N_{t,Rd}$	594,55	kN	0,11
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	0,49	kN	$V_{pl,z,Rd}$	114,24	kN	0,00
Torsion	T_{Ed}	0,0	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

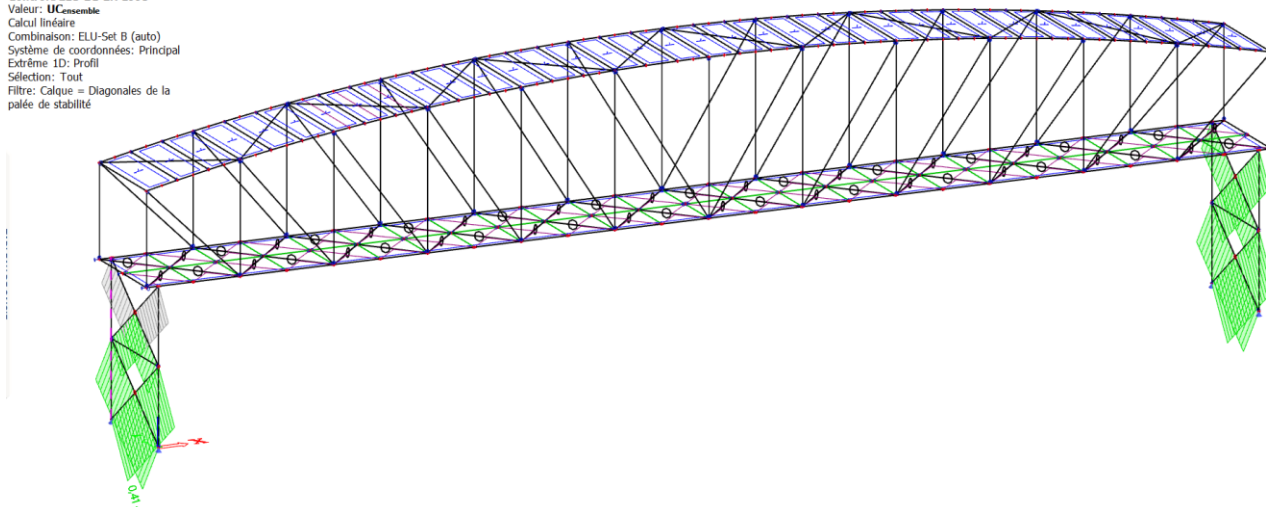
Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
-------------------------------	--------------------

8.2.5. VERIFICATION DES DIAGONALES DE LA PALEE DE STABILITE EN L'ABSENCE DE REPRISE DE CHARGES VERTICALES DANS LES APPUIS DES CULEES

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: UCensemble
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Diagonales de la
palée de stabilité



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B199	0,000 / 4,236 m	2LT (L70X7; 5,00)	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,41 -
--------------	-----------------	----------------------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2
+ 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q2 + 0.90*3DWind1 +
0.90*Wfy-

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 2

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-57,26	kN	$N_{c,Rd}$	441,73	kN	0,13
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,13	kN	$V_{pl,y,Rd}$	124,53	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-0,01	kN	$V_{pl,z,Rd}$	156,13	kN	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,13

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 2

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	4,236	204,72		1,47	0,32
z-z	0,86	1,828	524,50		0,92	0,59
dév	1,00	4,236		47,73	0,45	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-57,26	kN	$N_{b,Rd}$	143,48	kN	0,40

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,17	0,54	0,85	1,07

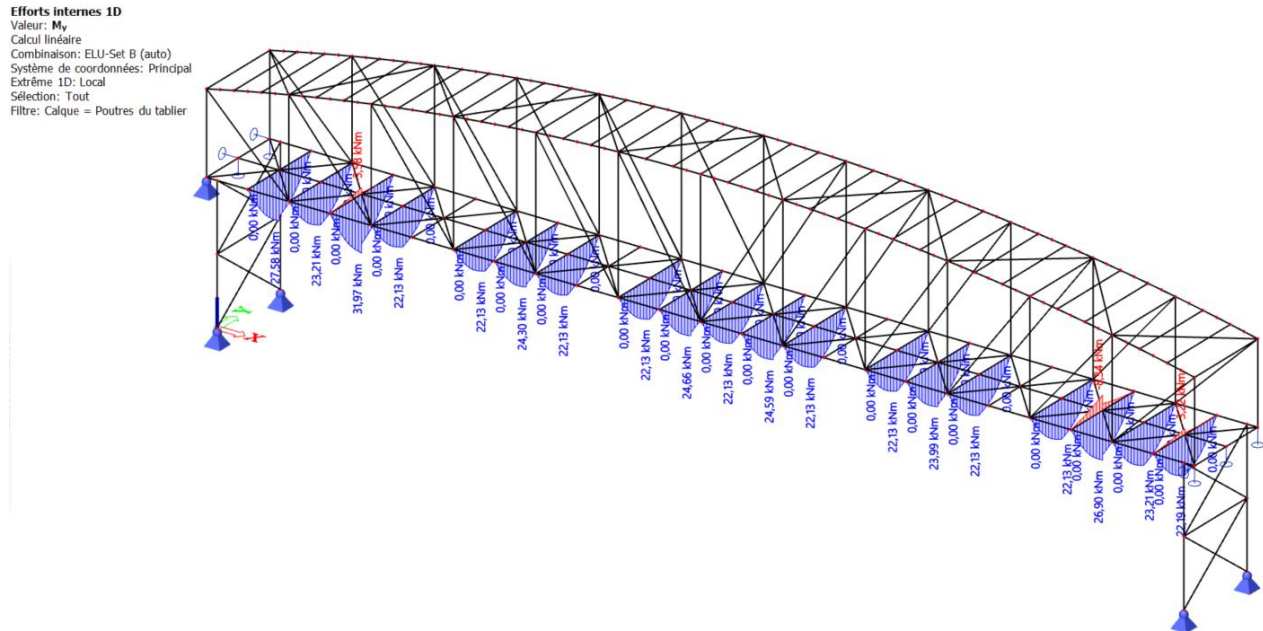
Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B199 à la position 2,118 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B199 à la position 2,118 m.

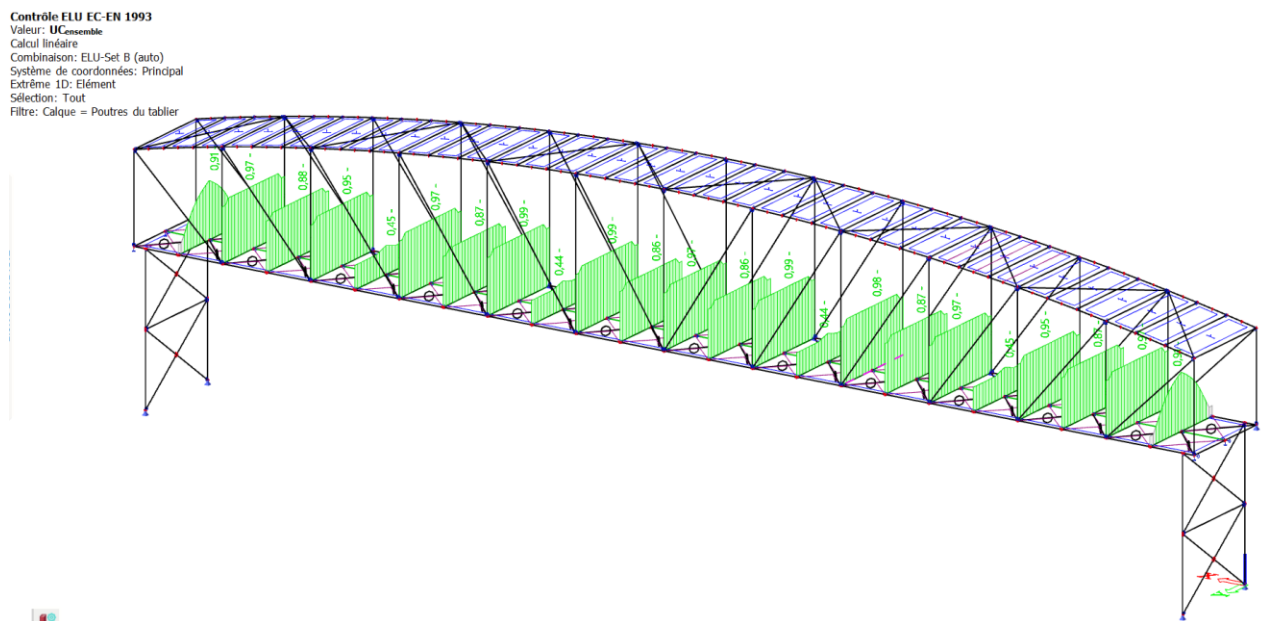
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	-0,01	0,12	0,41

8.2.6. VERIFICATION DES POUTRES DU TABLIER

Moment M_y à l'ELU :



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B224	1,710 / 3,420 m	IPE160	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,98 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 0.90*3DWind1 + 0.90*Wfx-	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-30,92	kN	$N_{c,Rd}$	472,35	kN	0,07
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	0,06	kN	$V_{pl,y,Rd}$	174,16	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	5,78	kN	$V_{pl,z,Rd}$	131,15	kN	0,04
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	22,13	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	29,09	kNm	0,76
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	0,05	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	6,13	kNm	0,01

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,59

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 1,710 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	3,420	1540,31		0,55	0,91
z-z	0,99	1,685	498,87		0,97	0,61
dév	1,00	1,710		74,13	0,63	0,90

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-30,92	kN	$N_{b,Rd}$	290,12	kN	0,11
Déversement	$M_{y,Ed}$	22,13	kNm	$M_{b,Rd}$	26,20	kNm	0,84

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,07	1,14	0,57	1,03

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B224 à la position 1,710 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B224 à la position 1,710 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	22,13	0,05	0,98

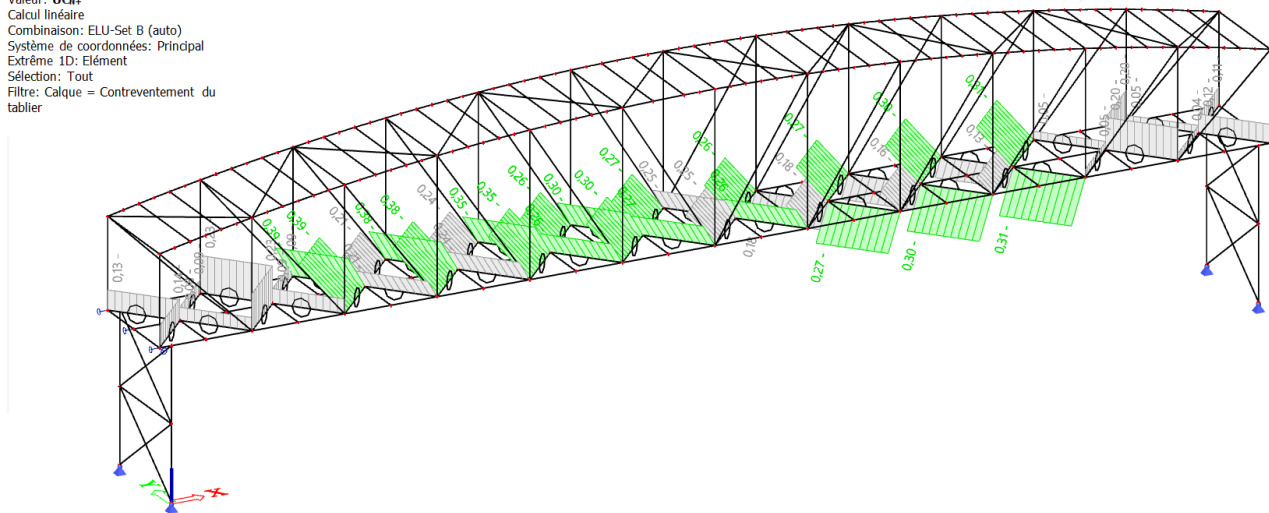
8.2.7. VERIFICATION DES CONTREVENTEMENTS DU TABLIER

Ces éléments sont des éléments travaillant en effort axial uniquement.

En pratique, uniquement la traction est vérifiée car le flambement est accepté. Les diagonales qui flambent ont alors un effet fusible et l'effort de compression est reporté en traction dans les diagonales opposées. Dans une première approche, on vérifie donc que l'ensemble des diagonales ont un taux de travail inférieur à 50% en traction pour pouvoir reprendre le double d'effort en cas de flambement des diagonales opposées.

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: U_{G1}
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Contreventement du
tablier



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B247	0,000 / 2,301 m	L60x60x4	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,39 -
--------------	-----------------	----------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / $1.50 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2$
 $+ 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 1.50 \cdot Q2 + 0.90 \cdot 3DWind1 +$
 $0.90 \cdot Wfy-$

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

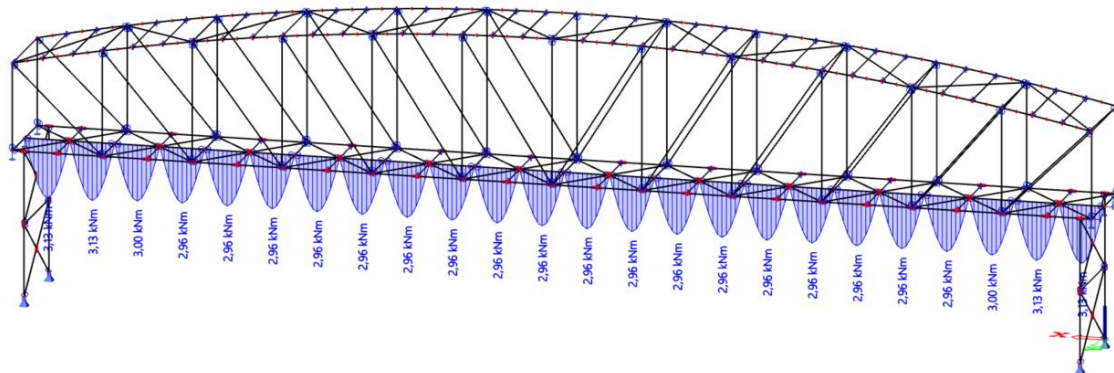
Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

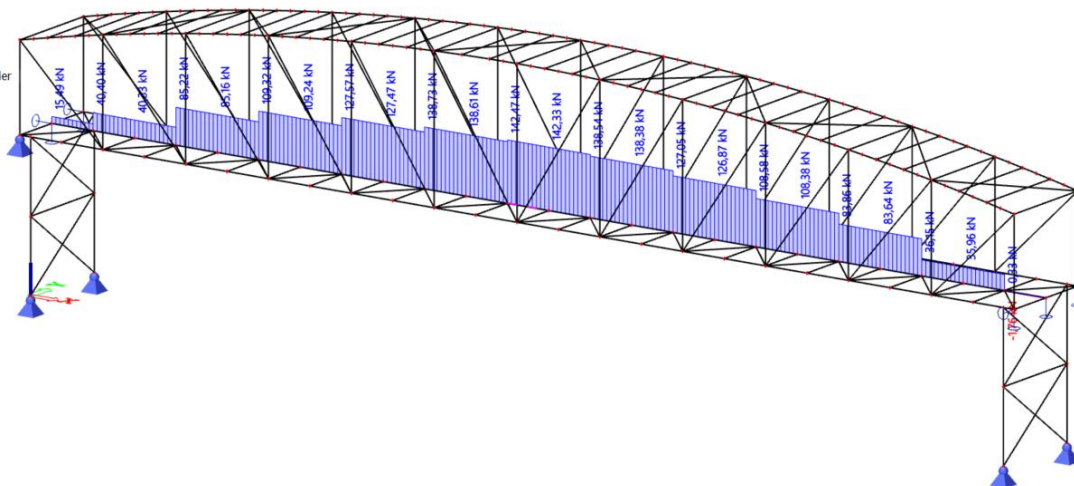
Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Traction	N_{Ed}	43,40	kN	$N_{t,Rd}$	110,69	kN	0,39

8.2.8. VERIFICATION DES ENTRETOISES DU TABLIER

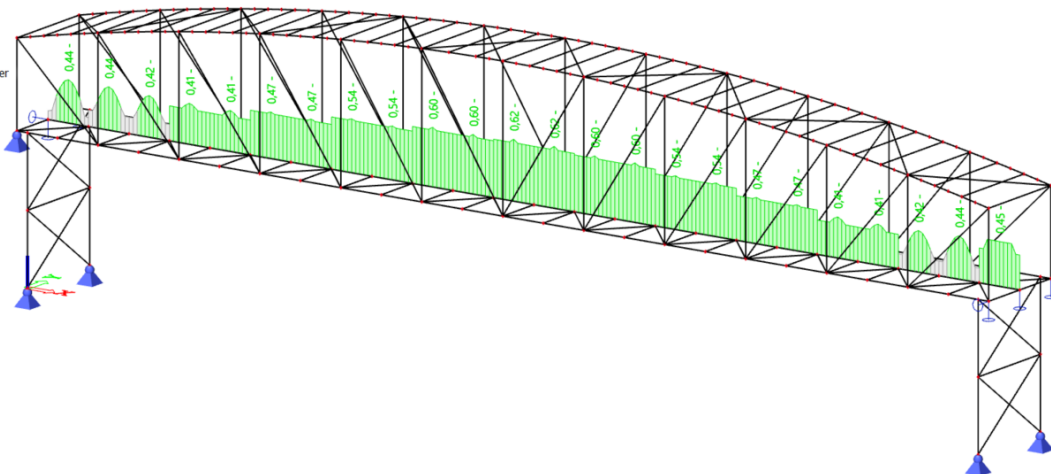
Moment M_y ELU :



Effort normal de traction ELU :



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B455	0,770 / 1,540 m	IPE100	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,62 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 0.90*3DWind1 + 0.90*Wfz+	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Traction	N_{Ed}	142,45	kN	$N_{t,Rd}$	242,05	kN	0,59
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	2,96	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	9,26	kNm	0,32
Torsion	T_{Ed}	0,0	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,62

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,770 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	1,540	1494,50		0,40	0,95
z-z	1,00	1,540	139,05		1,32	0,42
y-z	1,00	1,540	684,01		0,59	1,00
dév	1,00	1,540		14,81	0,79	0,77

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Déversement	$M_{y,Ed}$	2,96	kNm	$M_{b,Rd}$	7,15	kNm	0,41

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,00	0,84	0,53	1,00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B455 à la position 0,770 m.

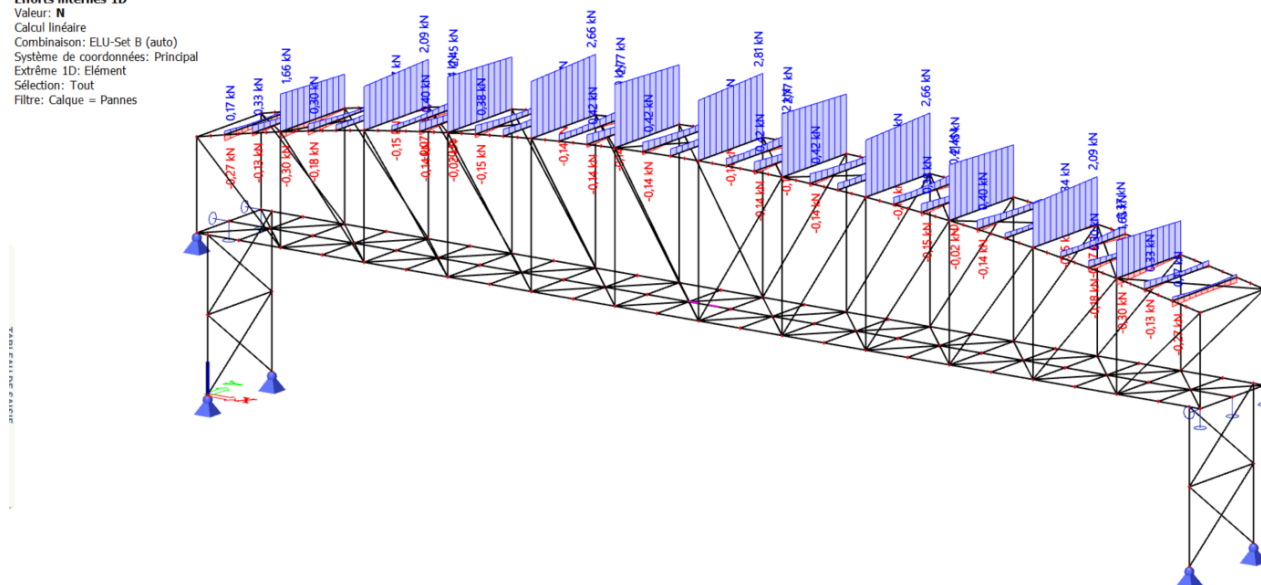
Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B455 à la position 0,000 m.

8.2.9. VERIFICATION DES PANNES

Effort normal N à l'ELU :

Efforts internes 1D

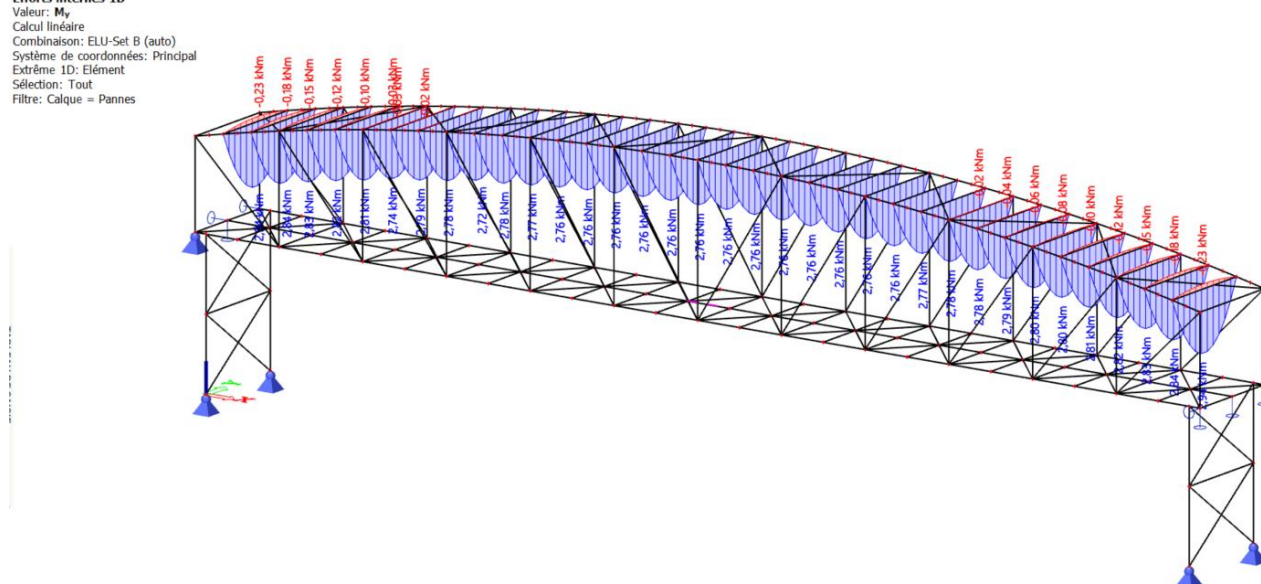
Valeur: N
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Pannes



Moment My à l'ELU :

Efforts internes 1D

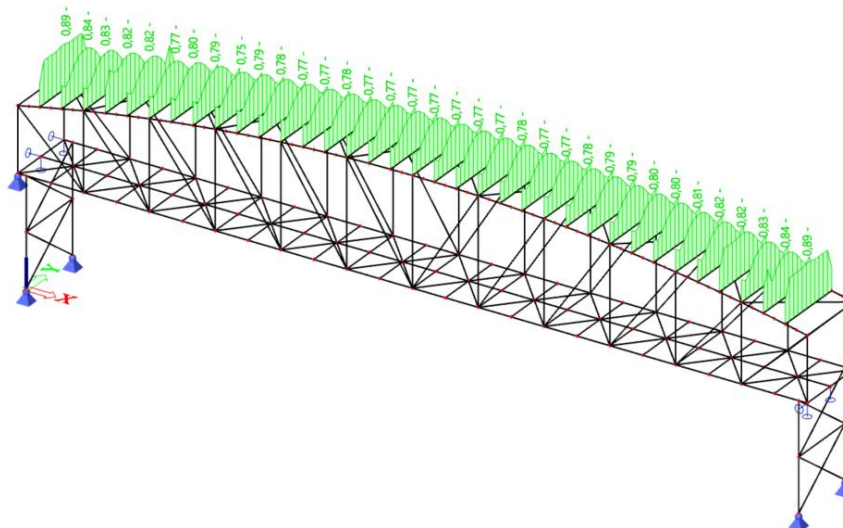
Valeur: My
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Pannes



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: $U_{ensemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Pannes



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B362	1,555 / 3,420 m	UPE80	Laminé	S 235+10%	ELU-Set B (auto)	0,89 -
--------------	-----------------	-------	--------	-----------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / $1.05 \cdot Q_1 + 1.35 \cdot G_1 + 0.75 \cdot S_1 + 1.35 \cdot G_2 + 1.35 \cdot G_3 + 1.35 \cdot G_4 + 1.05 \cdot Q_3 + 1.50 \cdot 3DWind1 + 0.90 \cdot W_{fr}$

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Traction	N_{Ed}	0,03	kN	$N_{t,Ed}$	237,35	kN	0,00
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,03	kN	$V_{pl,y,Ed}$	94,97	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	0,32	kN	$V_{pl,z,Ed}$	55,36	kN	0,01
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	2,94	kNm	$M_{pl,y,Ed}$	7,33	kNm	0,40
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-0,29	kNm	$M_{pl,z,Ed}$	3,31	kNm	0,09
Torsion	T_{Ed}	5,8	MPa	T_{Ed}	135,7	MPa	0,04

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,49

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 1,555 m

La section est classée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	A_{cr}	χ
Y-Y	1,00	3,420	189,61		1,12	1,00
Z-Z	1,00	3,420	45,01		2,30	1,00
Y'-Z'	1,00	3,420	45,01		2,30	1,00
dév	1,00	3,420		8,38	0,94	0,50

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Déversement	$M_{y,Ed}$	2,94	kNm	$M_{b,Ed}$	3,68	kNm	0,80

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,01	0,77	0,53	1,00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B362 à la position 1,555 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B362 à la position 1,555 m.

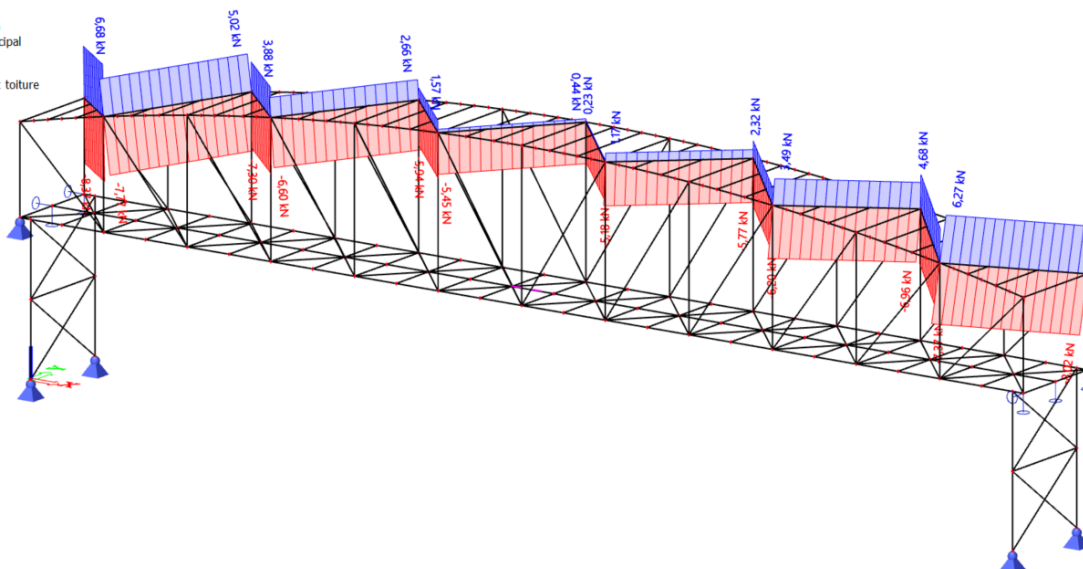
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et traction	2,94	-0,29	0,89

8.2.10. VERIFICATION DES DIAGONALES DE LA POUTRE AU VENT EN TOITURE

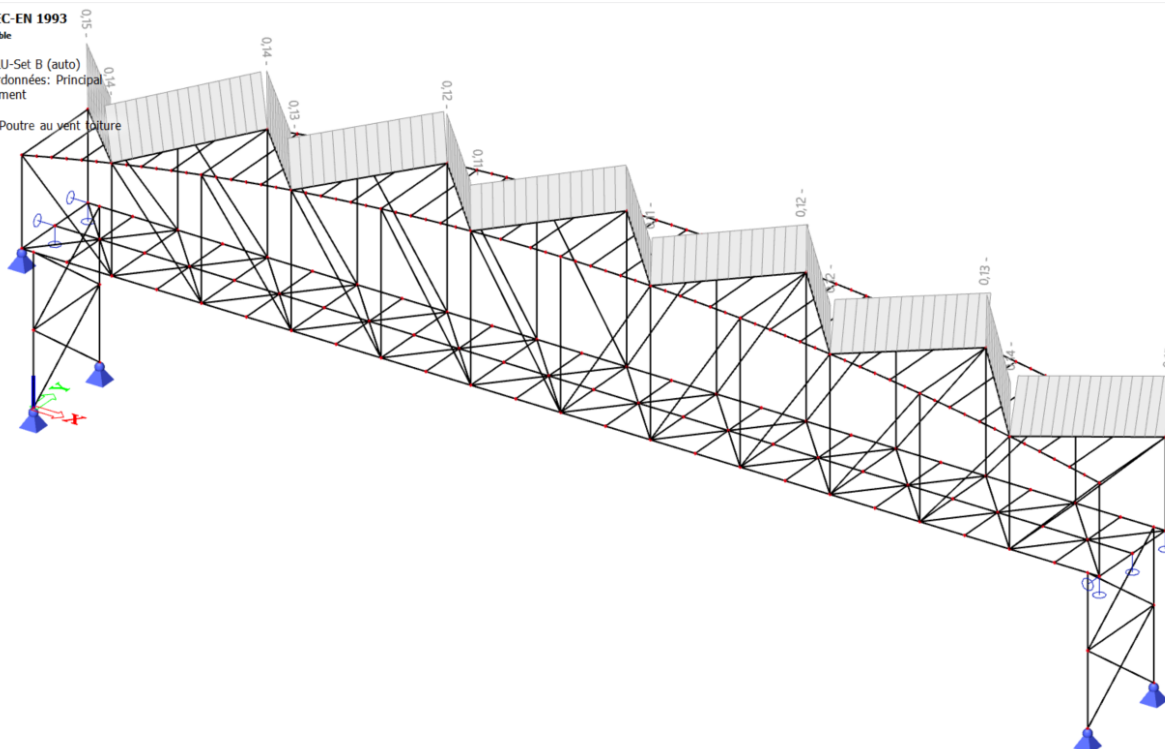
Les diagonales de la poutre au vent de sa toiture sont vérifiées.

La différence des résultats obtenus avec ceux de du diagnostic de AMTECH peut sans doute être expliqué par la différence des conditions d'appuis : il n'y a pas d'appuis bloqués latéralement en Y au niveau du tablier sur le modèle d'AMTECH. La passerelle n'est donc pas bloquée au niveau des déformation latérale et les diagonales de la toiture ne jouent pas le rôle de poutre au vent.

Efforts internes 1D
Valeur: **N**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poutre au vent toiture



Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: **U_{ensemble}**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poutre au vent toiture



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B364	0,000 / 4,644 m	SHS80/80/3.2	Laminé	S 235	ELU-Set B (auto)	0,15 -
--------------	-----------------	--------------	--------	-------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / $1.05 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2 + 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 1.05 \cdot Q3 + 0.90 \cdot 3DWind1 + 1.50 \cdot WfY+$

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-8,37	kN	$N_{t,Rd}$	228,42	kN	0,04
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	0,23	kN	$V_{pl,z,Rd}$	65,94	kN	0,00
Torsion	T_{Ed}	0,1	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
-------------------------------	--------------------

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
Y-Y	1,00	4,643	91,32		1,58	0,34
Z-Z	1,00	4,643	91,32		1,58	0,34
dév	1,00	4,644		117,79	0,24	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-8,37	kN	$N_{b,Rd}$	77,67	kN	0,11

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,06	0,70	0,68	1,08

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B364 à la position 2,167 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B364 à la position 0,000 m.

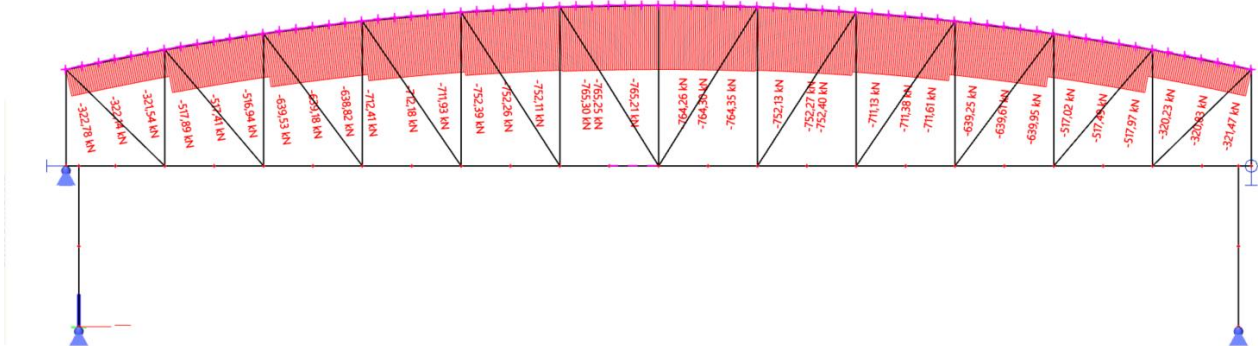
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	0,27	0,00	0,15

8.2.11. VERIFICATION DES MEMBRURES HAUTES

Enveloppe des efforts normaux ELU dans la membrure haute (compression) :

Efforts internes 1D

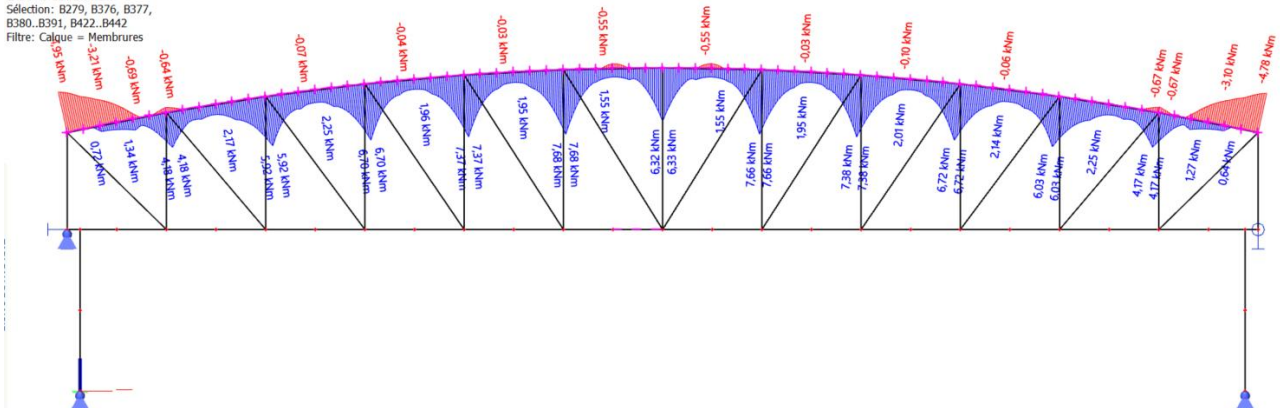
Valeur: **N**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B279, B376, B377,
B380..B391, B422..B442
Filtre: Calque = Membrures



Flexion M_y à l'ELU :

Efforts internes 1D

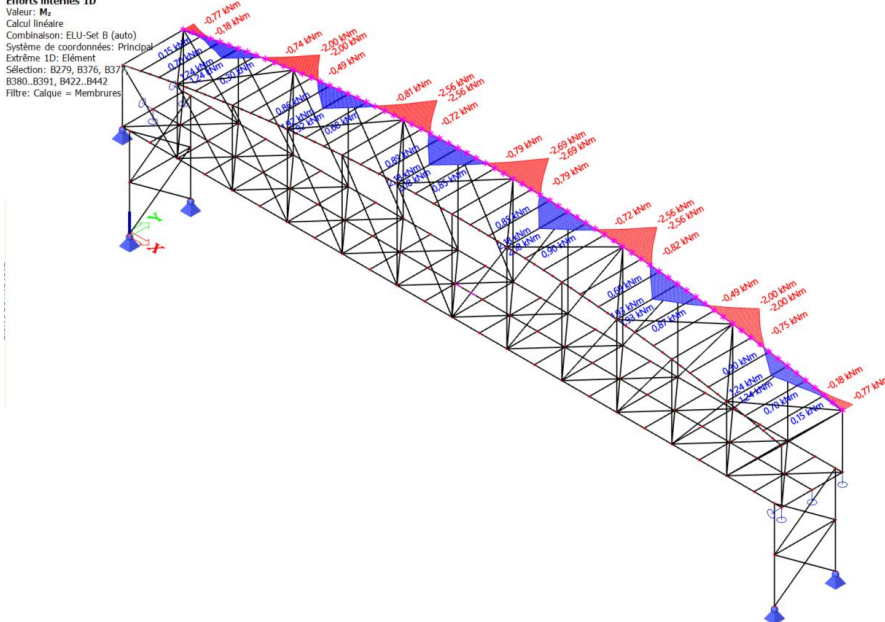
Valeur: **M_y**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B279, B376, B377,
B380..B391, B422..B442
Filtre: Calque = Membrures



Flexion M_z à l'ELU :

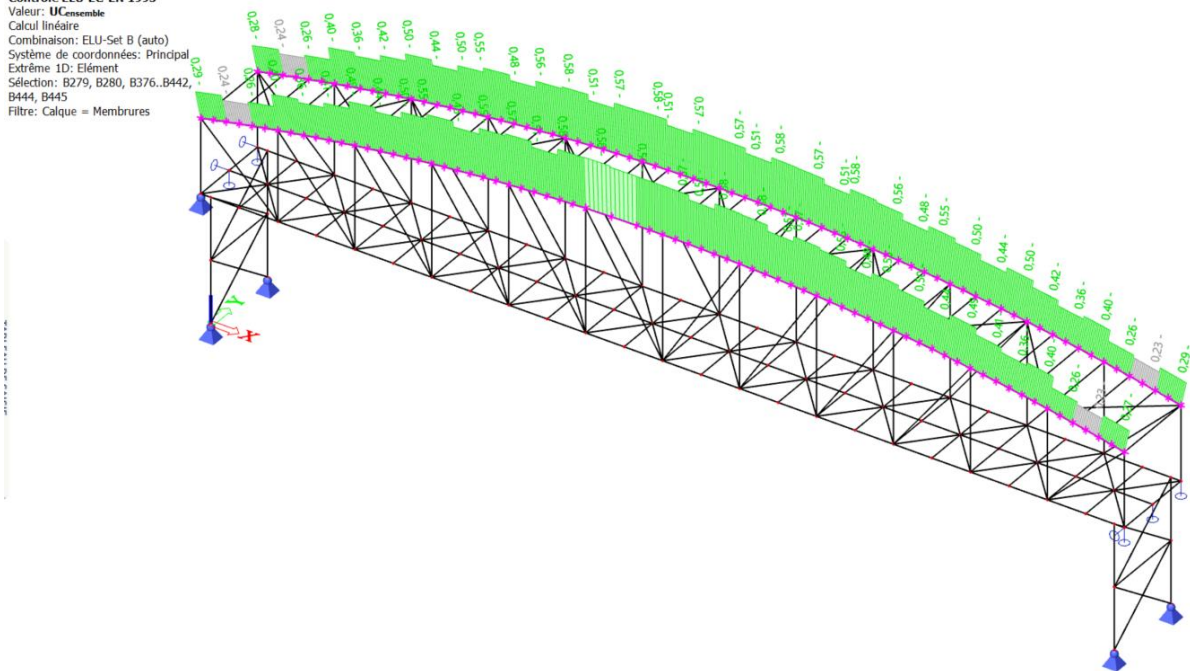
Efforts internes 1D

Valeur: **M_z**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B279, B376, B377,
B380..B391, B422..B442
Filtre: Calque = Membrures



Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: **UC_ensemble**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême ID: Elément
Sélection: B279, B280, B376..B442,
B444, B445
Filtre: Calque = Membrures



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Elément	B427	0,000 / 1,027 m	HEB180	Laminé	S 235+10%	ELU-Set B (auto)	0,58 -
---------	------	-----------------	--------	--------	-----------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / $1.50 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2 + 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 1.50 \cdot Q3 + 0.90 \cdot 3DWind1 + 0.90 \cdot Wf_y$

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-764,35	kN	$N_{cr,Ed}$	1533,38	kN	0,50
Effort tranchant	$V_{y,Ed}$	1,21	kN	$V_{pl,y,Ed}$	710,92	kN	0,00
Effort tranchant	$V_{z,Ed}$	1,81	kN	$V_{pl,z,Ed}$	274,61	kN	0,01
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	1,38	kNm	$M_{pl,y,Ed}$	113,13	kNm	0,01
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	0,84	kNm	$M_{pl,z,Ed}$	54,29	kNm	0,02
Torsion	T_{Ed}	0,6	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,00

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,65	0,667	178679,11		0,09	1,00
z-z	0,93	0,953	31073,15		0,22	1,00
dév	1,00	1,027		4662,53	0,16	1,00

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	0,93	0,42	0,49	0,65

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B427 à la position 1,027 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B427 à la position 1,027 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	7,52	2,09	0,58

8.2.12. VERIFICATION DES MEMBRURES BASSES

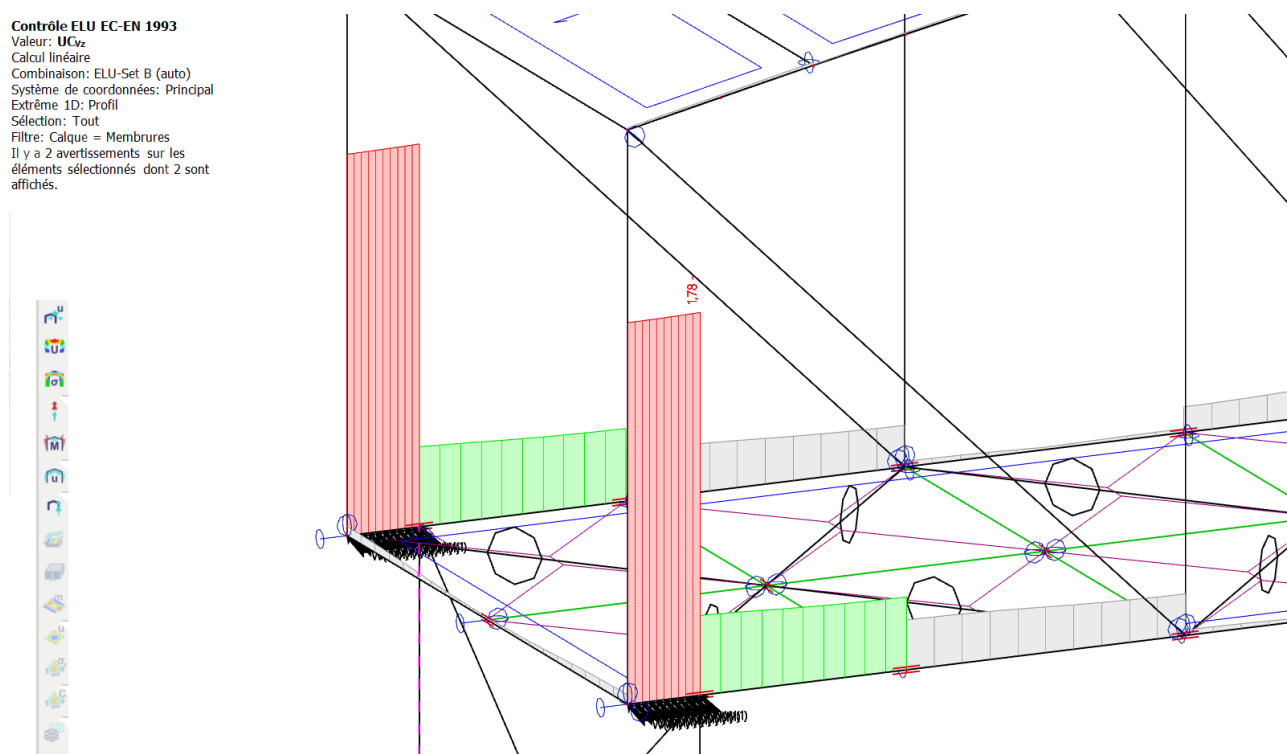
8.2.12.1. ABSENCE D'APPUI VERTICAL SUR LES CULEES MAÇONNEES

Les poteaux des palées inférieures ne sont pas axés avec les poteaux des portique supérieurs ce qui crée des efforts de cisaillement dans les membrures basses.

En rétablissant le fonctionnement structurel prévue lors de la conception et en supprimant l'appui verticale sur la culée maçonnée (culée non dimensionnée pour reprendre ces efforts), les membrures basses ne sont plus vérifiées à l'effort tranchant au niveau des appuis sur les palées.

Vérification en cisaillement vertical z :

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: U_{Cz}
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Membrures
Il y a 2 avertissements sur les
éléments sélectionnés dont 2 sont
affichés.



Élément B214	0,400 / 36,960 m	HEA180	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	3,18 -
--------------	---------------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / $1.50 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2$
 $+ 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 1.50 \cdot Q2 + 0.90 \cdot 3DWind1 +$
 $0.90 \cdot Wfy-$

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau		
Limite élastique	f_y	235,0 MPa
Limite de rupture	f_u	360,0 MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-89,28	kN	$N_{c,Rd}$	1064,55	kN	0,08
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	20,82	kN	$V_{pl,y,Rd}$	481,11	kN	0,04
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-369,86	kN	$V_{pl,z,Rd}$	197,00	kN	1,88
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	-147,82	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	76,38	kNm	1,94
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	4,31	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	36,82	kNm	0,12
Torsion	T_{Ed}	2,6	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,02

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	3,18

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,400 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,92	0,369	381145,94		0,05	1,00
z-z	0,76	0,302	209778,00		0,07	1,00
dév	1,00	0,400		17242,78	0,07	1,00

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	0,78	0,39	0,44	0,64

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B214 à la position 0,400 m.

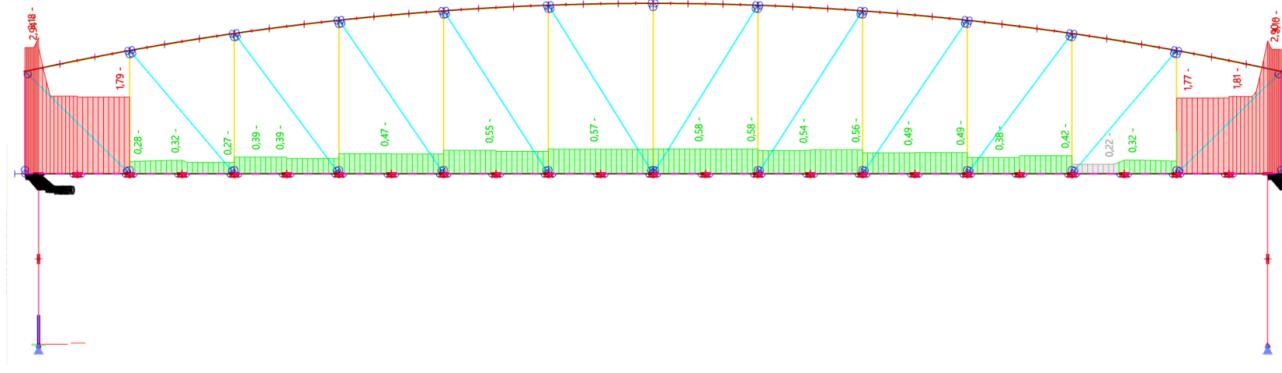
Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B214 à la position 0,400 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	-147,82	4,31	1,63

8.2.12.2. CHARGE DE GARDE-CORPS DE 210KG/ML AVEC POUTRES DU TABLIER ENCASTREES

Avec une charge de garde-corps qui n'est pas transmis au membrure basse (fixation sur un tube carré) et en l'absence d'effort de torsion, les membrures basses sont vérifiées à l'exception des zones d'appuis et la première travée.

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: UCensemble
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême ID: Local
Sélection: B214
Filtre: Calque = Membrures
Il y a 1 avertissements sur les éléments sélectionnés dont 1 sont affichés.



Élément B214	1,540 / 36,960 m	HEA180	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	1,79 -
--------------	---------------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q2 + 0.90*3DWind1 + 0.90*Wfy-

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-94,63	kN	$N_{c,Rd}$	1064,55	kN	0,09
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	1,00	kN	$V_{pl,y,Rd}$	481,11	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	39,00	kN	$V_{pl,z,Rd}$	197,00	kN	0,20
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	-36,78	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	76,38	kNm	0,48
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-1,43	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	36,82	kNm	0,04
Torsion	T_{Ed}	0,2	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,27

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 1,540 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,68	1,828	15566,15		0,26	1,00
z-z	0,89	1,376	10131,01		0,32	1,00
dév	1,00	1,540		1777,76	0,21	1,00

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,00	0,60	0,54	1,10

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B214 à la position 0,400 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B214 à la position 1,540 m.

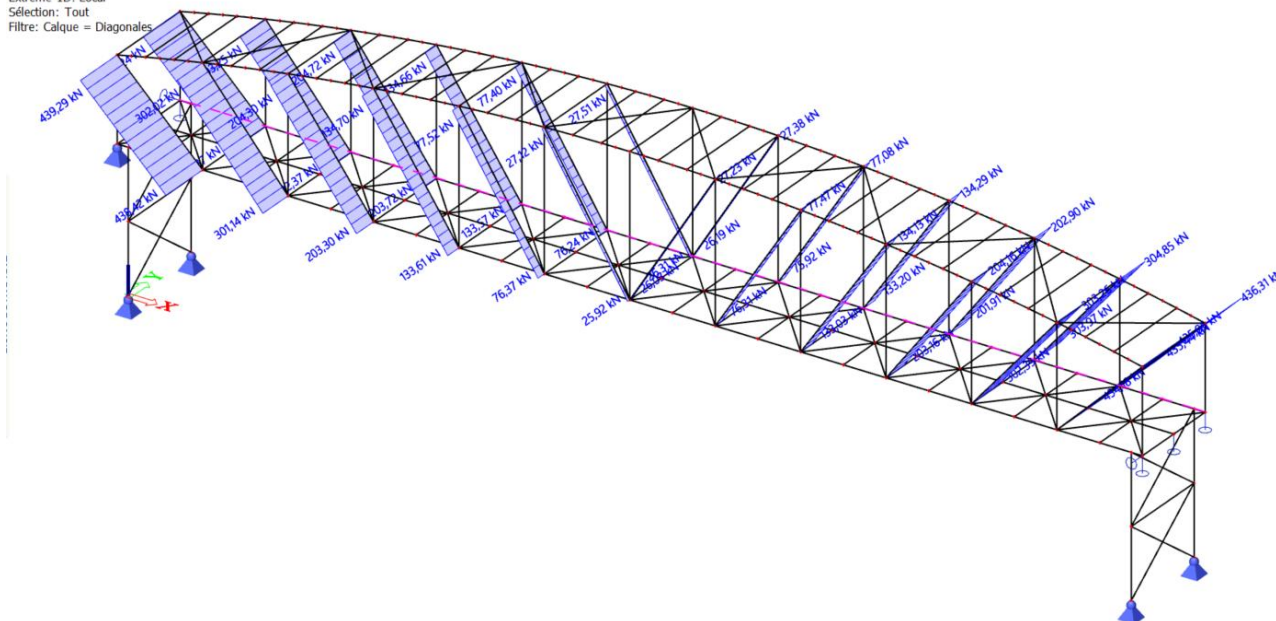
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	-128,54	-1,43	1,79

8.2.13. VERIFICATION DES DIAGONALES

Effort normal N à l'ELU :

Efforts internes 1D

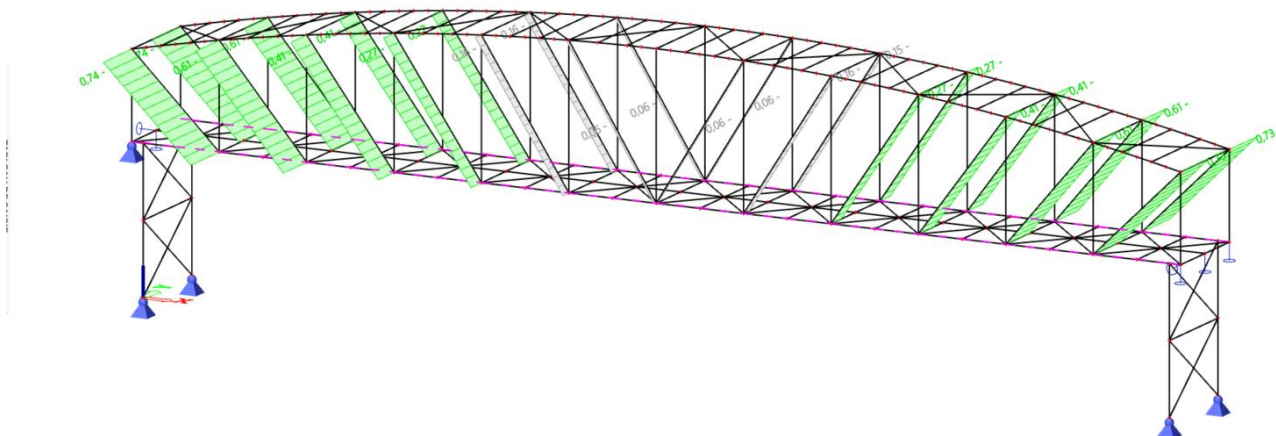
Valeur: N
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Local
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Diagonales



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: UC_{ensemble}
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Diagonales



Contrôle EN 1993-1-1
Annexe Nationale: AN française NF-EN

Elément B326	0,000 / 4,300 m	HEA120	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,73 -
---------------------	------------------------	---------------	---------------	-------------------	-------------------------	---------------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.50 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2 + 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 1.50 \cdot Q3 + 1.50 \cdot Q2 + 0.90 \cdot 3DWind1 + 0.90 \cdot Wfy+$

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section
La section est classée en tant que classe 1

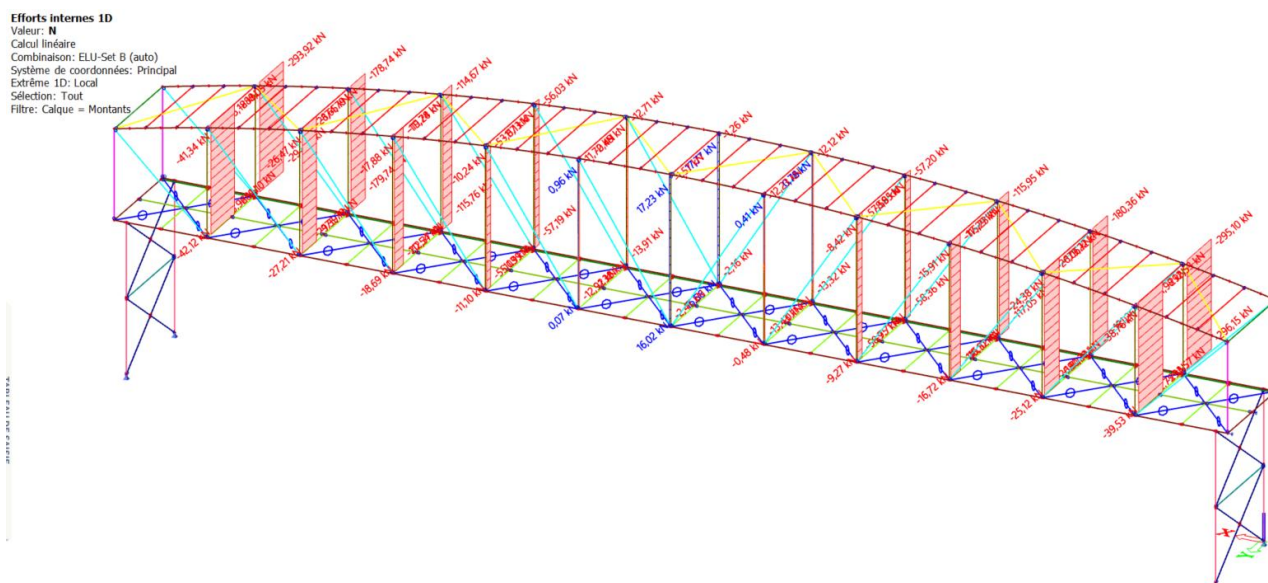
Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Traction	N_{Ed}	436,31	kN	$N_{t,Rd}$	594,55	kN	0,73
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	0,45	kN	$V_{pl,Rd}$	272,03	kN	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]

8.2.14. VERIFICATION DES MONTANTS

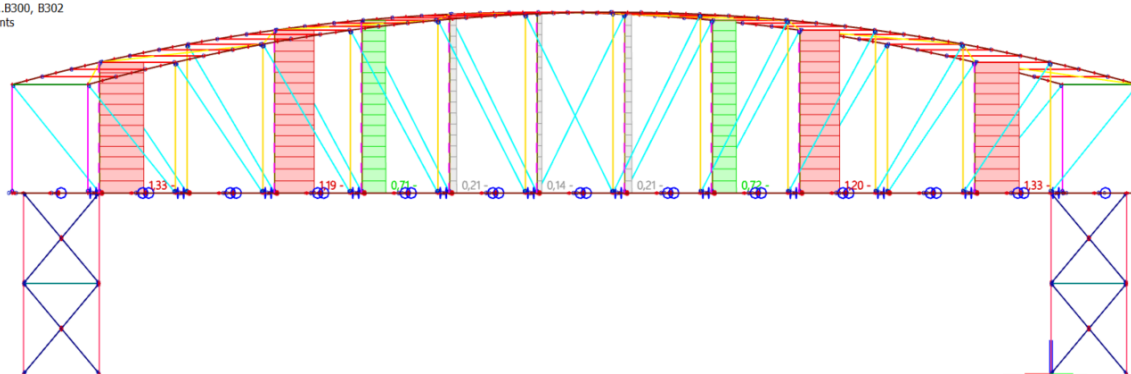
Effort normal de compression à l'ELU :



Taux de travail ELU en section et en stabilité : certains poteaux ne sont pas vérifiés

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: UC_ensemble
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B292, B294, B300, B302
Filtre: Calque = Montants



Avec un calcul de longueur de flambement automatique :

Élément B301	0,000 / 4,117 m	HEA100	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	999,00 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	----------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2
+ 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q2 + 0.90*3DWind1 +
0.90*Wfy-

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau		
Limite élastique	f_y	235,0 MPa
Limite de rupture	f_u	360,0 MPa

Contrôles de section

La section est classée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-181,36	kN	$N_{c,Rd}$	498,20	kN	0,36
Effort tranchant	$V_{z,Ed}$	2,45	kN	$V_{pl,z,Rd}$	102,03	kN	0,02
Torsion	T_{Ed}	0,1	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
-------------------------------	--------------------

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	4,117	426,80		1,08	0,55
z-z	1,00	4,117	163,87		1,74	0,25
dév	1,00	4,117		36,80	0,73	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-181,36	kN	$N_{b,Rd}$	123,17	kN	1,47

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	-1,48	-1,00	1,98	-1,00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B301 à la position 1,000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B301 à la position 0,000 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	2,45	0,00	999,00

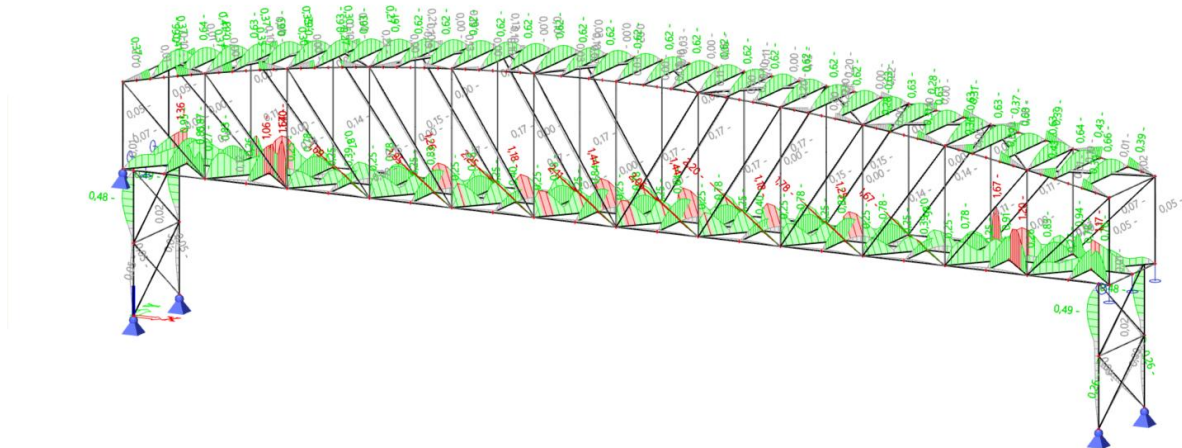
Les poteaux sont calculés en nœud déplaçables en raison des modes de stabilités observés. Cependant le calcul automatique de SCIA prend un coefficient de 1 pour calculer la longueur de flambement.

Pour un contrôle supplémentaire, on prend une longueur de flambement forcée à 2L dans la direction Y. Les montants non vérifiés au flambement restent les mêmes

8.2.15. VERIFICATION EN DEFORMATION

Vérification des critères de flèche à l'ELS cara :

Contrôle acier ELS EC-EN 1993
Valeur: **Contrôle** Ensemble
Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Car (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout



Les sections principales sont vérifiées en déformation. Les critères de flèches ne sont pas à vérifier sur les contreventements.

Contrôle acier ELS EC-EN 1993

Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Car (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout

Contrôle unité d'ensemble

Nom	dx [m]	Cas	Profil	$u_{y,max}$ [mm]	$u_{y,min}$ [mm]	Lim. $u_{y,max}$ [mm]	Lim. $u_{y,min}$ [mm]	Contrôle $u_{y,max}$ [-]	Contrôle $u_{y,min}$ [-]	Contre-flèche dx u_k [mm]	Contrôle $u_{y,max}$ [-]
B191	4,000	ELS-Car (auto)/1	H5 - HEA160	-3,4	-0,4	12,5	6,9	0,27	0,49	-	0,49
B315	2,315	ELS-Car (auto)/2	H6 - HEA120	-1,4	0,0	21,5	11,9	0,07	0,00	-	0,07
B208	4,236	ELS-Car (auto)/3	TCAR2 - 2LT (L70x7; 5,00)	-9,6	-6,1	42,4	23,5	0,23	0,26	-	0,26
B214	4,620	ELS-Car (auto)/3	H3 - HEA180	0,0	0,0	7,7	4,3	0,00	0,00	-	0,12
B440	1,045	ELS-Car (auto)/4	H7 - HEB180	0,0	0,0	5,2	2,9	0,00	0,00	-	0,43
B222	1,710	ELS-Car (auto)/5	I1 - IPE160	0,0	0,0	8,5	4,7	0,00	0,00	-	1,06
B221	1,710	ELS-Car (auto)/6	TCAR1 - 2Uc (UPE160; 10,00)	-12,3	-10,1	17,1	9,5	0,72	1,06	-	0,40
B243	0,690	ELS-Car (auto)/7	I13 - UPE80	0,0	0,0	11,5	6,4	0,00	0,00	-	1,67
B251	3,912	ELS-Car (auto)/8	I14 - L60x60x4	-3,2	-2,4	23,0	12,8	0,14	0,19	-	2,25
B263	1,540	ELS-Car (auto)/9	I3 - IPE100	0,0	0,0	7,7	4,3	0,00	0,00	-	1,36
B321	2,913	ELS-Car (auto)/10	H6 - HEA100	-5,1	0,0	29,1	16,2	0,17	0,00	-	0,17
B364	2,167	ELS-Car (auto)/11	TCAR - SHS80/80/3,2	0,0	0,0	23,2	12,9	0,00	0,00	-	0,10

Nom	Clé des combinaisons
ELS-Car (auto)/1	G1 + G2 + G3 + G4 + Q3 + 0.60*3DWind3 + 0.60*Wfy+
ELS-Car (auto)/2	Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind1 + 0.60*Wfy+
ELS-Car (auto)/3	Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind1 + 0.60*Wfx+
ELS-Car (auto)/4	Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + Q3 + 0.60*3DWind1 + 0.60*Wfy+
ELS-Car (auto)/5	Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfx-
ELS-Car (auto)/6	Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind1 + 0.60*Wfx-
ELS-Car (auto)/7	Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + Q3 + 0.60*3DWind1 + 0.60*Wfy-
ELS-Car (auto)/8	G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind7 + 0.60*Wfy-
ELS-Car (auto)/9	Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfx+
ELS-Car (auto)/10	0.70*Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q3 + 3DWind3 + 0.60*Wfx-
ELS-Car (auto)/11	0.70*Q1 + G1 + S1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q3 + 0.70*Q2 + 0.60*3DWind3 + 0.60*Wfy-

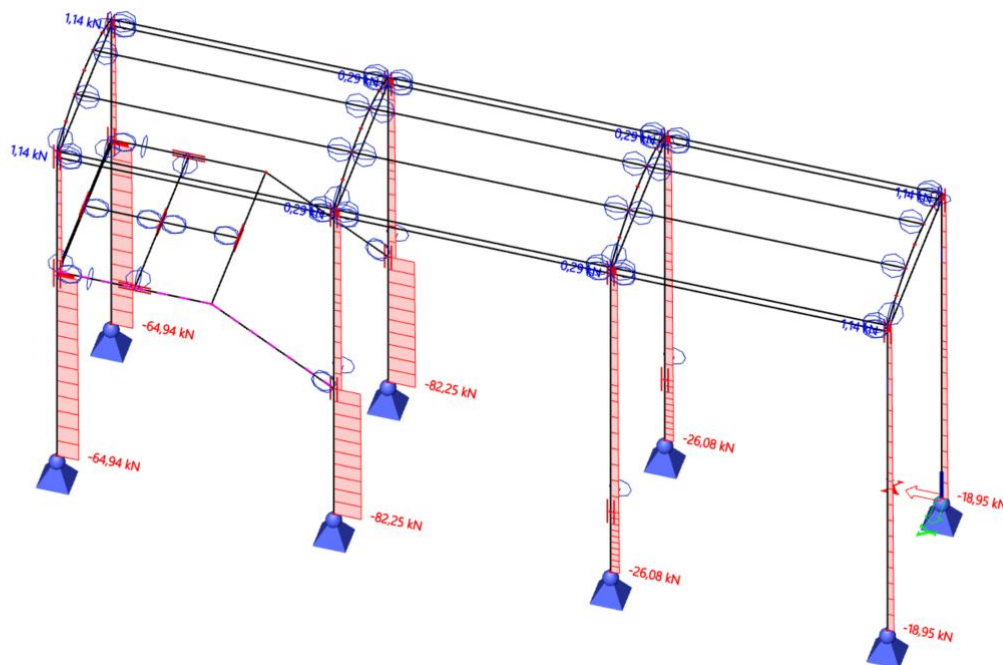
8.3. ESCALIER NORD

8.3.1. VERIFICATION DES POTEAUX

Effort normal à l'ELU :

Efforts internes 1D

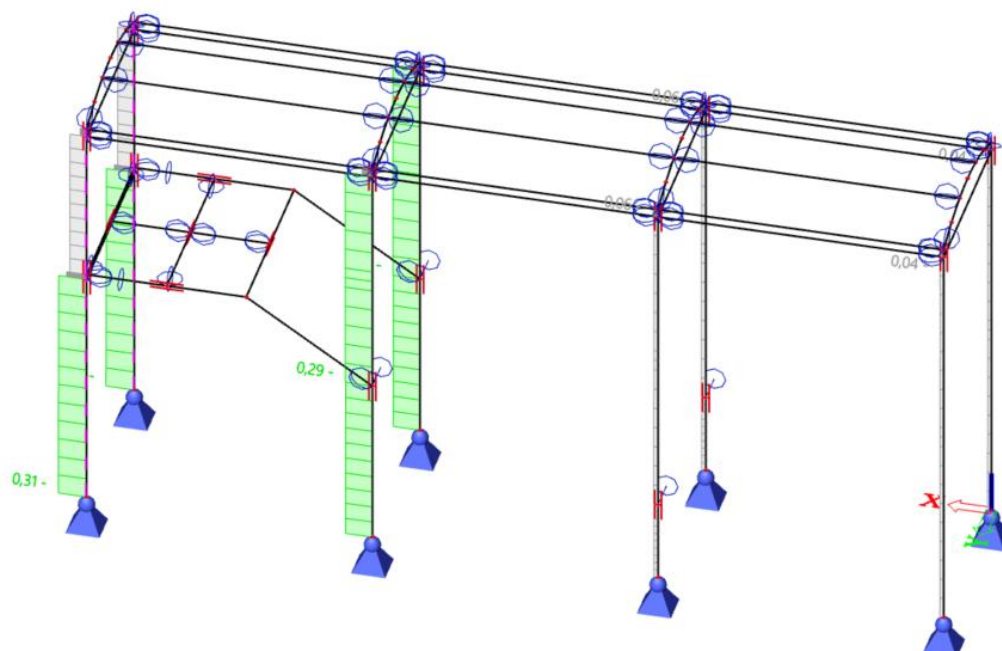
Valeur: **N**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poteaux



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: **UCensemble**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poteaux



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B188	0,000 / 7,590 m	HEA240	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,31 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q3 + 0.90*3DWind5 + 0.90*Wfx-	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-63,71	kN	$N_{c,Rd}$	1804,80	kN	0,04
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	1,88	kN	$V_{pl,y,Rd}$	810,50	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-6,55	kN	$V_{pl,z,Rd}$	341,09	kN	0,02

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
-------------------------------	--------------------

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : POT-Deplacable

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	2,65	12,149	1089,75		1,29	0,43
z-z	0,79	3,546	4565,33		0,63	0,77
dév	1,00	4,490		775,29	0,48	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-63,71	kN	$N_{b,Rd}$	781,91	kN	0,08

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	0,97	0,58	0,54	0,81

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B188 à la position 4,590 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B188 à la position 4,490 m.

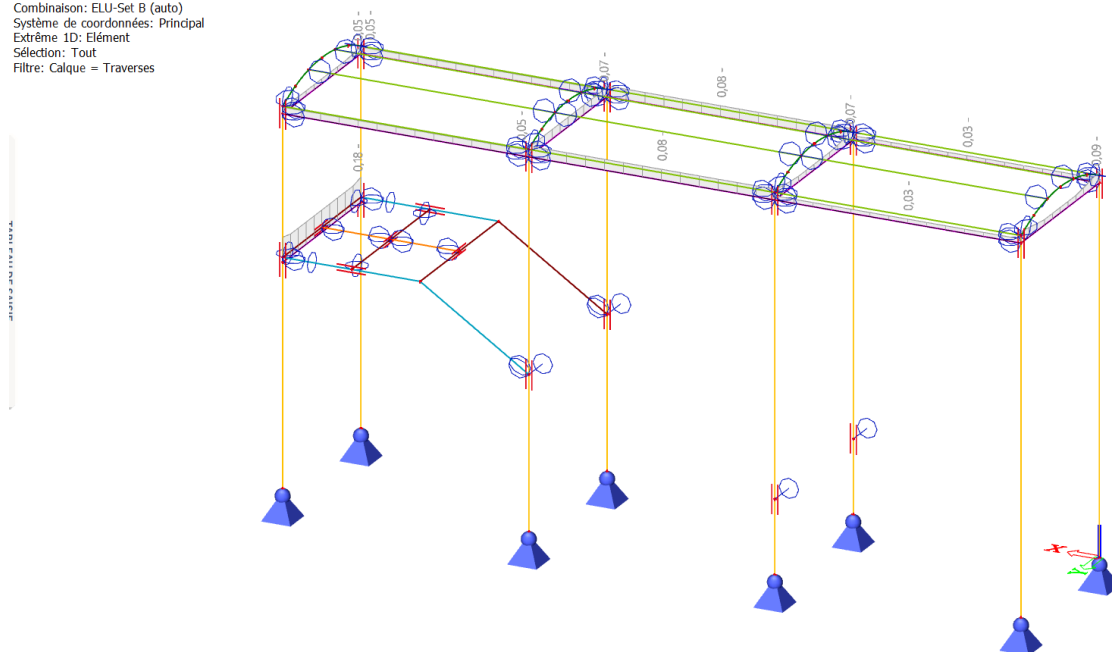
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	-30,05	8,44	0,31

8.3.2. VERIFICATION DES TRAVERSES

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993

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

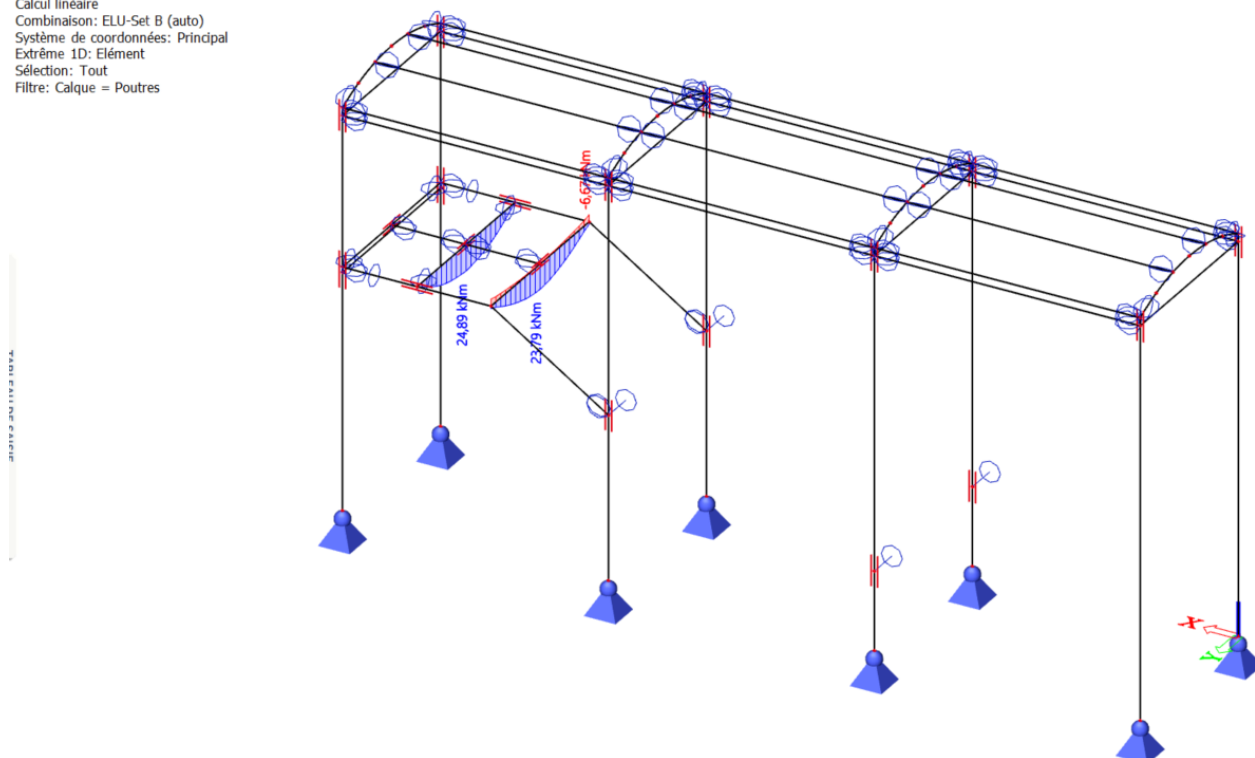


8.3.3. VERIFICATION DES POUTRES

Moment M_y à l'ELU dans les poutres :

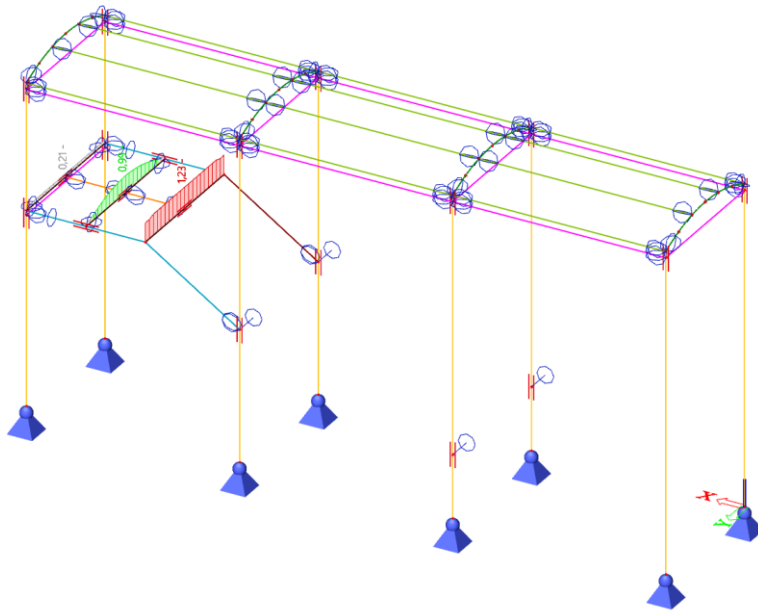
Efforts internes 1D

Valeur: M_y
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poutres



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections ne sont pas vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poutres



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément	B201	1,680 / 3,360 m	IPE160	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	1,23 -
---------	------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.50 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2 + 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 0.90 \cdot 3DWind1 + 0.90 \cdot Vwfr$

Coeff. partiels de sécurité	
Résistance des sections	γ_{M0} 1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1} 1,00
Résistance en section nette	γ_{M2} 1,25

Matériau	
Limite élastique	f_y 235,0 MPa
Limite de rupture	f_u 360,0 MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-8,16	kN	$N_{c,Rd}$	472,35	kN	0,02
Effort tranchant	$V_{y,Ed}$	-0,02	kN	$V_{pl,y,Rd}$	174,16	kN	0,00
	$V_{z,Ed}$			$V_{pl,z,Rd}$			
Effort tranchant	$V_{y,Ed}$	1,08	kN	$V_{pl,y,Rd}$	131,15	kN	0,01
	$V_{z,Ed}$			$V_{pl,z,Rd}$			
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	23,79	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	29,09	kNm	0,82
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	0,25	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	6,13	kNm	0,04

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,71

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 1,680 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	A_{net}	χ
y-y	0,68	2,279	3468,52		0,37	1,00
z-z	0,84	1,412	709,69		0,82	1,00
dév	1,00	1,680		74,73	0,62	0,90

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Déversement	$M_{y,Ed}$	23,79	kNm	$M_{b,Rd}$	26,13	kNm	0,91

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,02	1,24	0,58	1,02

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B201 à la position 1,680 m.

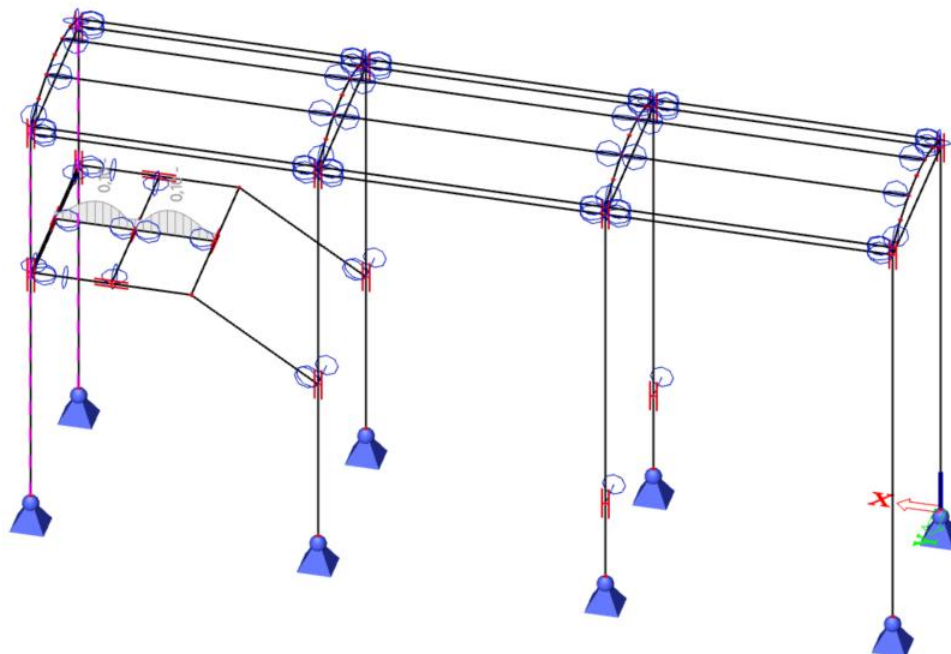
Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B201 à la position 0,000 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	23,79	-1,42	1,23

8.3.4. VERIFICATION DES ENTRETOISES

Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

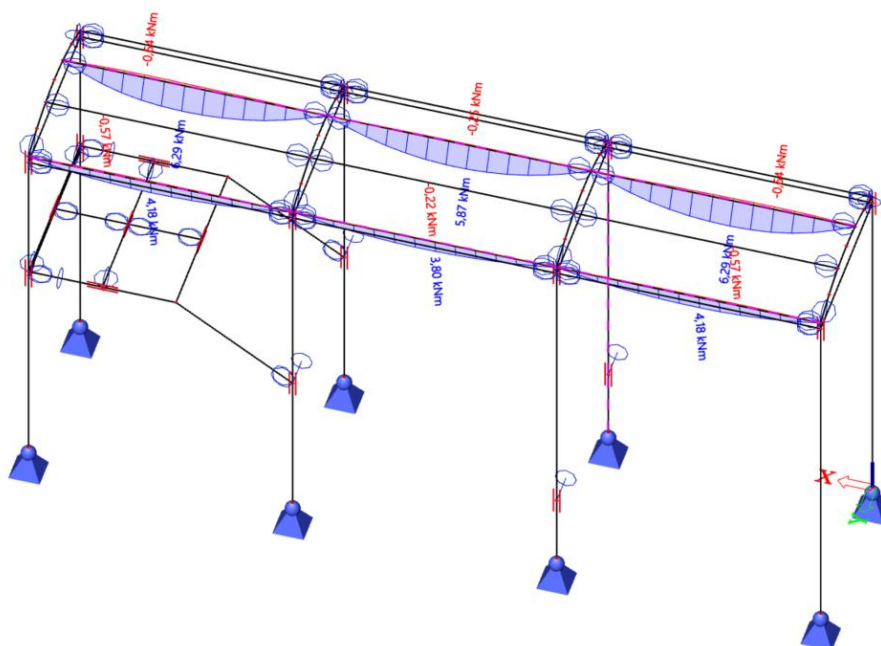
Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Entretoises



8.3.5. VERIFICATION DES PANNES

Moment M_y à l'ELU :

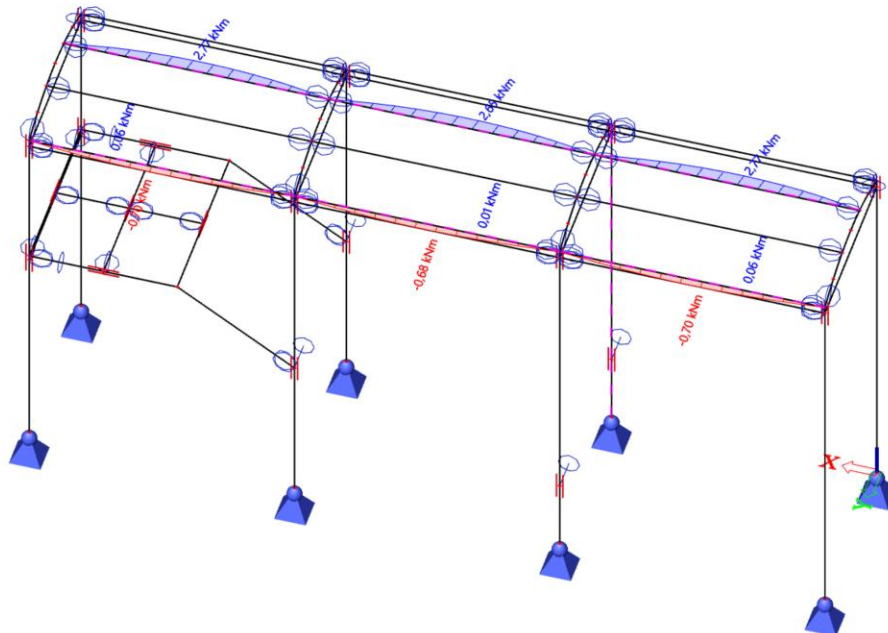
Efforts internes 1D
Valeur: M_y
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B209, B217..B219, B224, B225
Filtre: Calque = Pannes



Moment M_z à l'ELU :

Efforts internes 1D

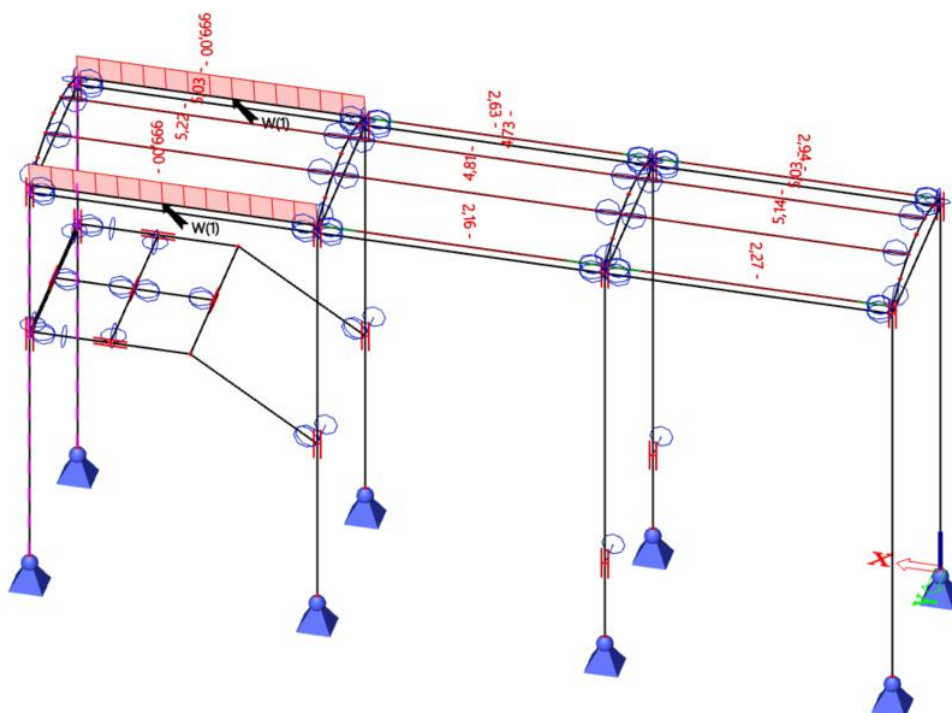
Valeur: M_z
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B209, B217..B219, B224,
B225
Filtre: Calque = Pannes



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections ne sont pas vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993

Valeur: $UC_{ensemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Pannes
Il y a 1 avertissements sur les
éléments sélectionnés dont 1 sont
affichés.



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B214	2,326 / 5,039 m	IPE80	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	5,22 -
--------------	-----------------	-------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / 1.05*Q1 + 1.35*G1 + 1.50*S1 + 1.35*G2
+ 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.05*Q3 + 0.90*3DWind5 +
0.90*Wfx-

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M2}	1.00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1.00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1.25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Traction	N_{Ed}	0,03	kN	$N_{t,Rd}$	178,60	kN	0,00
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,08	kN	$V_{d1,y,Rd}$	69,45	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	0,20	kN	$V_{d1,z,Rd}$	47,94	kN	0,00
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	6,00	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	5,45	kNm	1,10
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-3,06	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	1,37	kNm	2,24
Torsion	T_{Ed}	0,0	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	3,45

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 2,326 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	5,039	65,41		1,65	1,00
z-z	1,00	5,039	6,93		5,08	1,00
y-z	1,00	5,039	473,67		0,61	1,00
dév	1,00	5,039		2,20	1,57	0,37

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Déversement	$M_{y,Ed}$	6,00	kNm	$M_{b,Rd}$	2,01	kNm	2,98

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,16	0,73	0,53	1,00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B214 à la position 2,326 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B214 à la position 2,326 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et traction	6,00	-3,06	5,22

Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Elément B209	2,713 / 5,039 m	IPE80	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	999,00 -
--------------	-----------------	-------	--------	------------	------------------	----------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / $1.05 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 1.50 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2 + 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 1.05 \cdot Q3 + 0.90 \cdot 3DWind5 + 0.90 \cdot Wfy+$

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_{tR}	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-18,39	kN	$N_{cr,Rd}$	178,60	kN	0,10
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	0,04	kN	$V_{pl,y,Rd}$	69,45	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-0,13	kN	$V_{pl,z,Rd}$	47,94	kN	0,00
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	3,91	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	5,45	kNm	0,72
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-0,45	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	1,37	kNm	0,33
Torsion	T_{Ed}	0,0	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,84

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 2,713 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	1,00	5,039	65,41		1,65	0,31
z-z	1,00	5,039	6,93		5,08	0,04
dév	1,00	5,039		2,20	1,57	0,37

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-18,39	kN	$N_{b,Rd}$	6,50	kN	2,83
Déversement	$M_{y,Ed}$	3,91	kNm	$M_{b,Rd}$	2,01	kNm	1,94

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	-1,27	-1,00	1,61	-1,00

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B209 à la position 2,713 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B209 à la position 2,326 m.

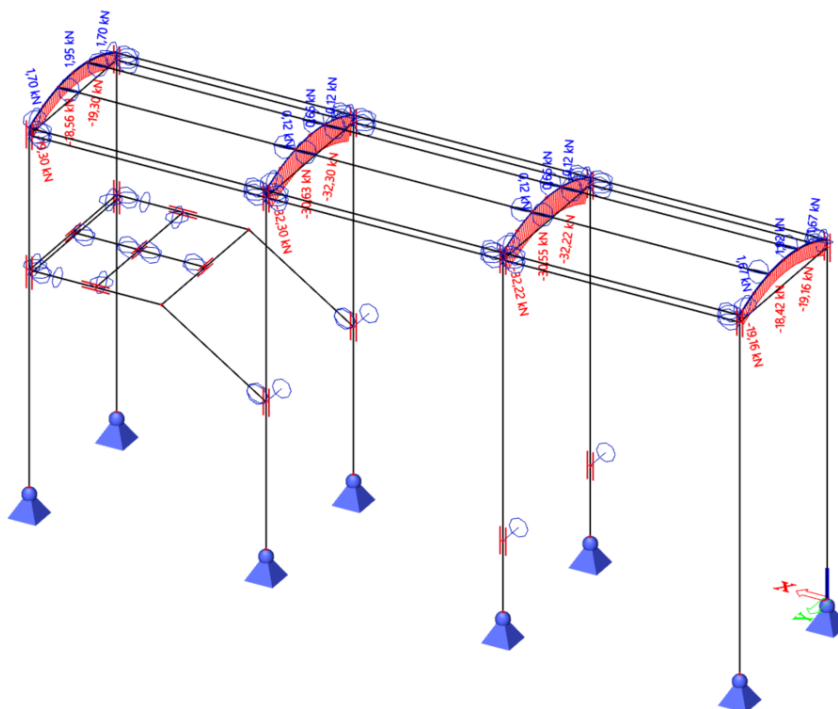
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	3,91	-0,45	999,00

8.3.6. VERIFICATION DES SUPPORTS DE PANNES

Effort normal N à l'ELU :

Efforts internes 1D

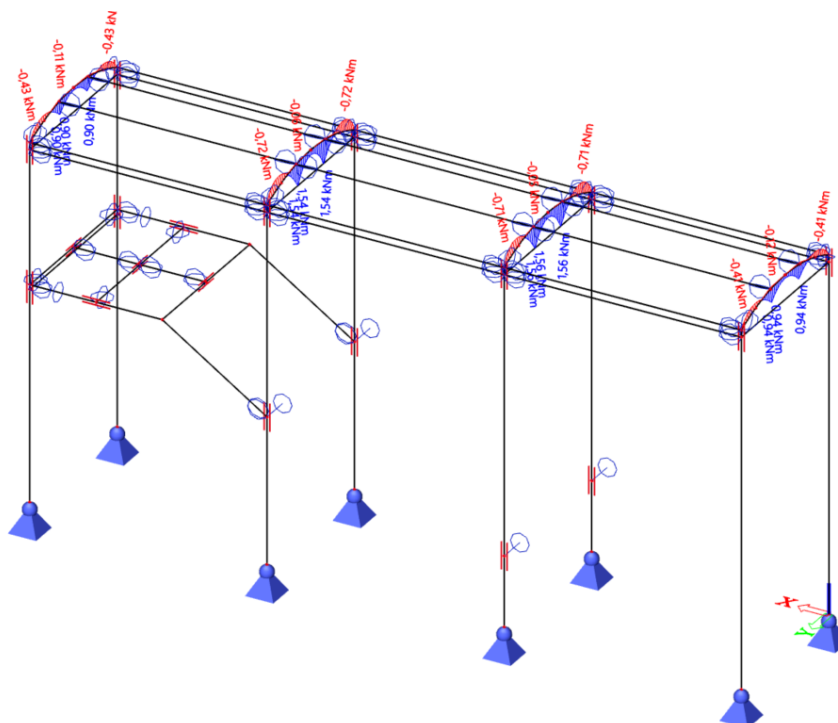
Valeur: N
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Élément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Supports de pannes



Flexion My à l'ELU :

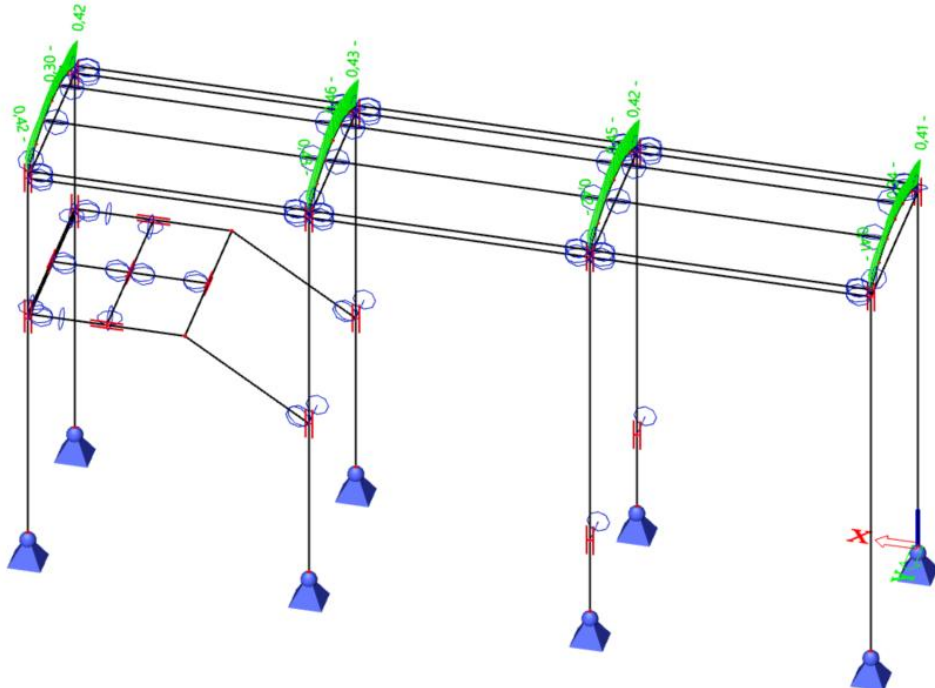
Efforts internes 1D

Valeur: My
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Élément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Supports de pannes



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections sont vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: **UCensemble**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Supports de pannes



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B230 | 0,562 / 1,124 m | IPE100 | Laminé | S 235 +10% | ELU-Set B (auto) | 0,46 -

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / 1.05*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 +
1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.05*Q2 + 1.05*Q3 +
0.90*3DWind5 + 1.50*Wfx-

Coeff. partiels de sécurité	
Résistance des sections	γ_{M0} 1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1} 1,00
Résistance en section nette	γ_{M2} 1,25

Matériau	
Limite élastique	f_y 235,0 MPa
Limite de rupture	f_u 360,0 MPa

Contrôles de section

La section est classée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-26,06	kN	$N_{t,Rd}$	242,05	kN	0,11
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	0,27	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	9,26	kNm	0,03
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	0,42	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	2,15	kNm	0,20

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,20

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,562 m

La section est classée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,71	0,795	5607,52		0,21	1,00
z-z	0,97	1,092	276,56		0,94	0,64
dév	1,00	1,124		56,42	0,41	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-26,06	kN	$N_{b,Rd}$	154,50	kN	0,17

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	1,07	0,80	0,58	1,10

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B230 à la position 0,000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B230 à la position 0,562 m.

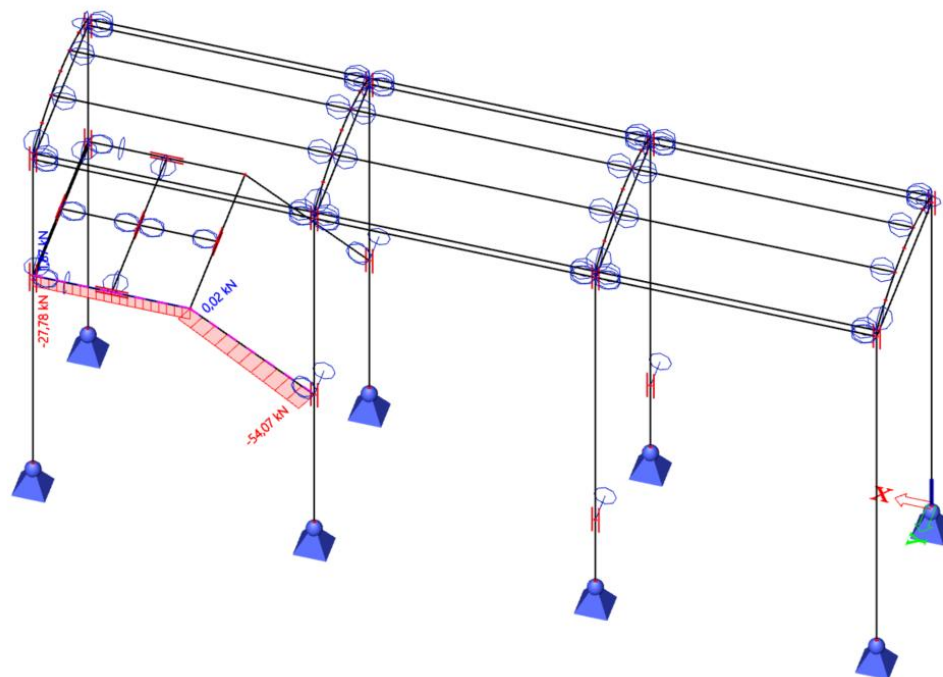
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	1,27	0,42	0,46

8.3.7. VERIFICATION DES LIMONS D'ESCALIER

Les vérifications suivantes sont effectuées sans tenir compte de la reprise des charges de torsion au niveau des poutres de tabliers et tôles de l'escalier qui sont soudés d'après le DOE. Dans ce cas-là les profilés des limons de l'escalier sont non vérifiés. Une mise à jour du modèle sera réalisée en phase PRO afin de vérifier les limons en prenant en compte ces encastremets.

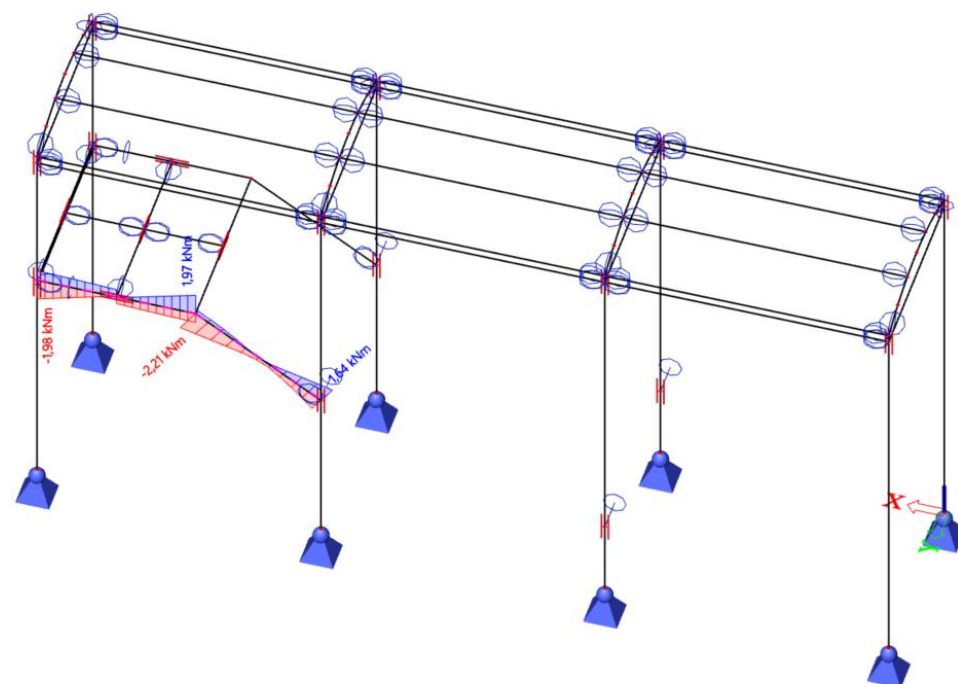
Effort normal ELU :

Efforts internes 1D
Valeur: **N**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B197, B198
Filtre: Calque = Limons d'escalier



Torsion Mx ELU :

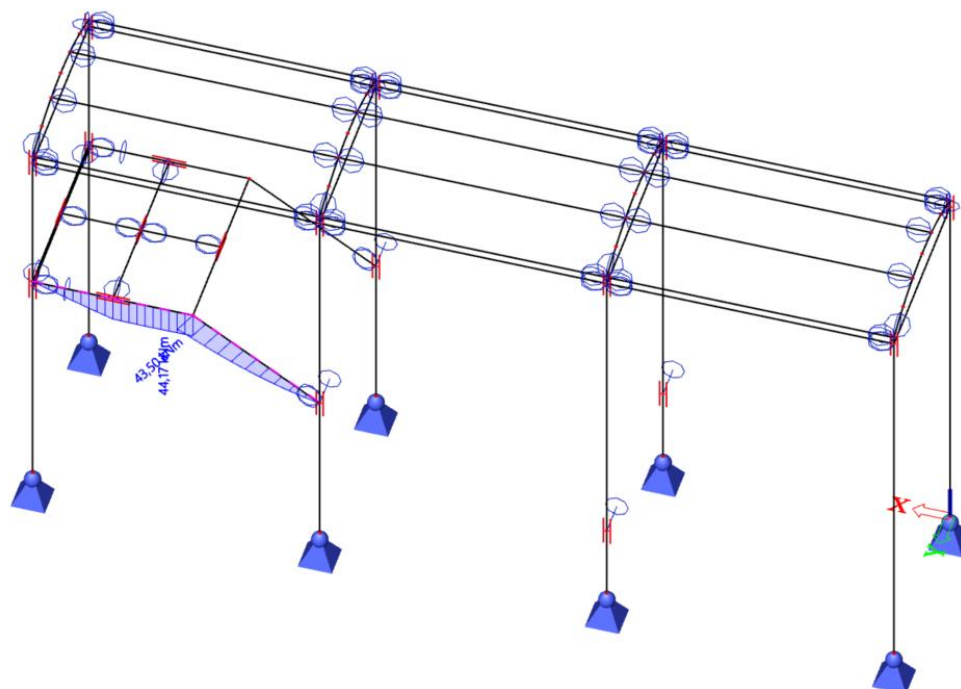
Efforts internes 1D
Valeur: **M_x**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B197, B198
Filtre: Calque = Limons d'escalier



Flexion M_y à l'ELU :

Efforts internes 1D

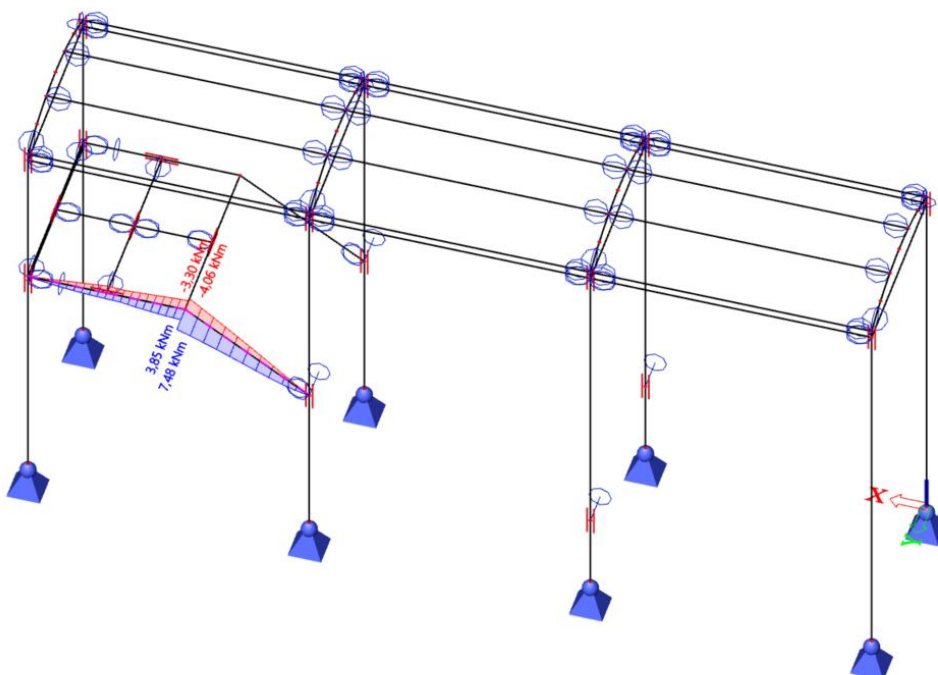
Valeur: M_y
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B197, B198
Filtre: Calque = Limons d'escalier



Flexion M_z à l'ELU :

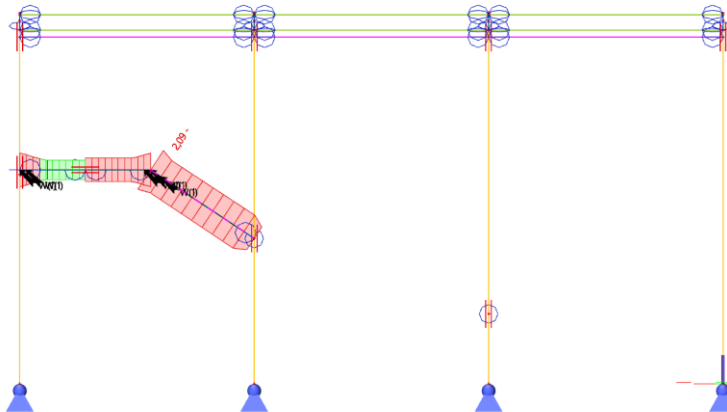
Efforts internes 1D

Valeur: M_z
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Elément
Sélection: B197, B198
Filtre: Calque = Limons d'escalier



Taux de travail ELU en section et en stabilité : les sections ne sont pas vérifiées

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: UC_{comb}
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême: 1D: Profil
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Limons d'escalier
Il y a 1 avertissements sur les
éléments sélectionnés dont 1 sont
affichés.



Contrôle EN 1993-1-1

Annexe Nationale: AN française NF-EN

Élément B198	0,000 / 2,667 m	UPE220	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	2,09 -
--------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons

ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 1.35*G2 +
1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q3 + 0.90*3DWindS +
0.90*Wfy+

Coeff. partiels de sécurité

Résistance des sections	γ_{M2}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau

Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-40,17	kN	$N_{t,Rd}$	796,65	kN	0,05
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-2,88	kN	$V_{d,y,Rd}$	276,78	kN	0,01
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-6,45	kN	$V_{d,z,Rd}$	214,91	kN	0,03
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	43,01	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	66,03	kNm	0,65
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	7,48	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	18,07	kNm	0,41
Torsion	T_{Ed}	191,0	MPa	τ_{Rd}	135,7	MPa	1,41

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	2,09

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,75	1,995	13971,26		0,24	0,98
z-z	0,93	2,478	830,52		0,98	0,55
y-z	1,00	2,667	830,52		0,98	0,55
dév	1,00	2,667		140,79	0,68	0,65

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-40,17	kN	$N_{b,Rd}$	439,74	kN	0,09
Flambement torsionnel (-flexionnel)	N_{Ed}	-40,17	kN	$N_{b,Rd}$	439,74	kN	0,09
Déversement	$M_{y,Ed}$	43,01	kNm	$M_{b,Rd}$	43,13	kNm	1,00

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	$k_{\varphi y}$	$k_{\varphi z}$	$k_{\varphi y}$	$k_{\varphi z}$
Valeur	1,08	1,49	0,62	1,05

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B198 à la position 0,000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B198 à la position 0,000 m.

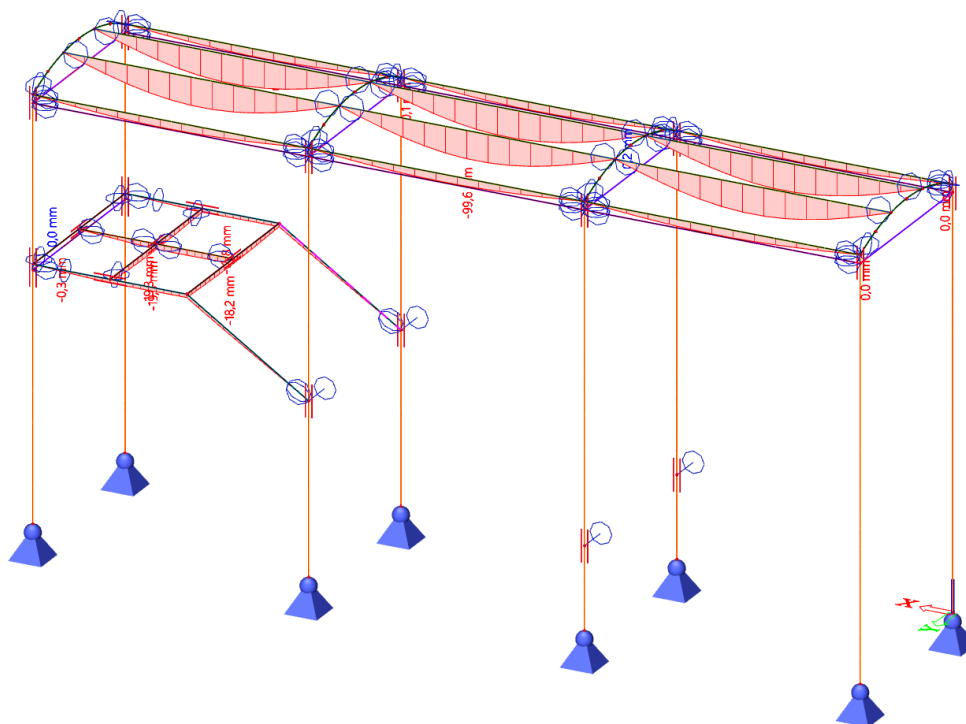
Contrôles combinés en stabilité	$N_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	43,01	7,48	1,74

8.3.8. VERIFICATION EN DEFORMATION

Déplacement vertical à l'ELS cara :

Déformations 1D

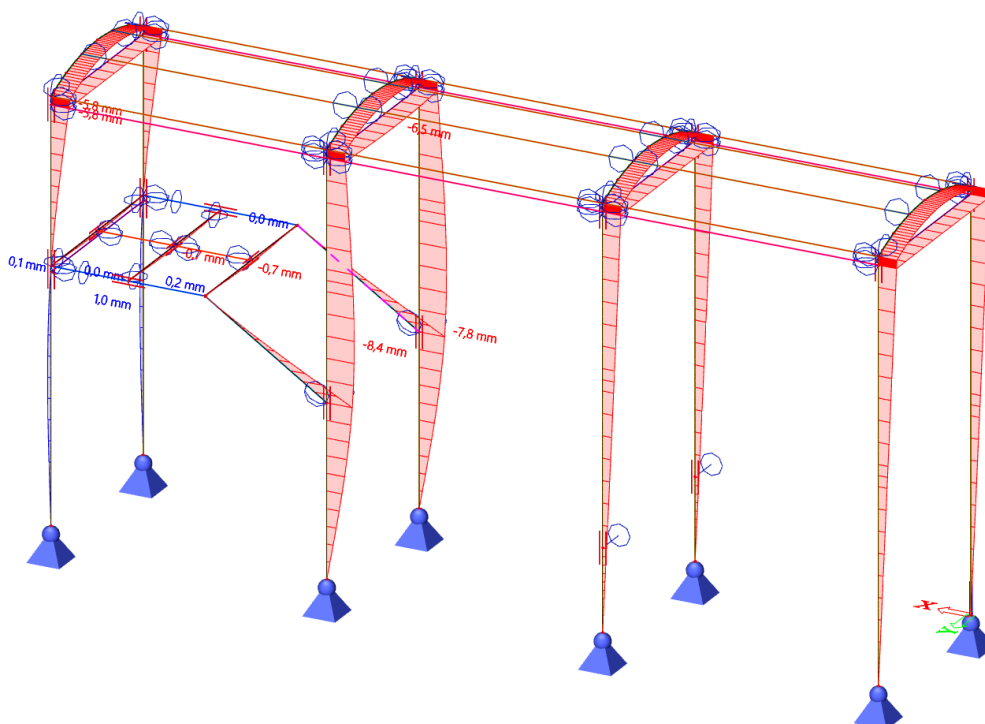
Valeur: u_z
Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Quasi (auto)
Système de coordonnées: Global
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout

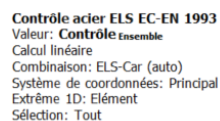
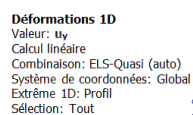


Déplacement horizontal à l'ELS cara :

Déformations 1D

Valeur: u_x
Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Quasi (auto)
Système de coordonnées: Global
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout





Contrôle acier ELS EC-EN 1993

Calcul linéaire
Combinaison: ELS-Car (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout
Contrôle unité d'ensemble

Nom	dx [m]	Cas	Profil	$U_{y,max}$ [mm]	$U_{y,var}$ [mm]	Lim. $U_{y,max}$ [mm]	Lim. $U_{y,var}$ [mm]	Contrôle $U_{y,max}$ [-]	Contrôle $U_{y,var}$ [-]	Contre-flèche dx U_z [mm]	Contrôle Ensemble [-]
B190	4,690	ELS-Car (auto)/1	H1 - HEA240	0,1 -2,0	0,0 -1,5	21,6 21,6	12,0 12,0	0,00 0,09	0,00 0,13	-	0,13
B196	0,000	ELS-Car (auto)/2	I8 - UPE220	0,0 21,5	0,0 16,4	13,3 26,7	7,4 14,8	0,00 0,81	0,00 1,11	-	1,11
B201	1,680-	ELS-Car (auto)/3	I1 - IPE160	0,0 -10,3	0,0 -8,0	8,4 16,8	4,7 9,3	0,00 0,61	0,00 0,85	-	0,85
B202	1,680-	ELS-Car (auto)/4	I5 - IPE160	0,0 -11,0	0,0 -8,5	8,4 16,8	4,7 9,3	0,00 0,65	0,00 0,91	-	0,91
B214	2,326	ELS-Car (auto)/5	I4 - IPE80	348,0 -65,1	190,5 -29,4	25,2 25,2	14,0 14,0	13,81 2,59	13,61 2,10	-	13,81
B230	0,562-	ELS-Car (auto)/6	I3 - IPE100	-5,4 -0,1	-5,3 0,0	5,6 5,6	3,1 3,1	0,95 0,02	1,71 0,01	-	1,71
B221	1,680+	ELS-Car (auto)/7	H2 - HEA140	-1,6 0,3	-1,5 0,1	16,8 16,8	9,3 9,3	0,09 0,02	0,16 0,01	-	0,16
B243	1,008	ELS-Car (auto)/8	I13 - IPE220	0,0 -0,3	0,0 -0,3	16,8 16,8	9,3 9,3	0,00 0,02	0,00 0,03	-	0,03

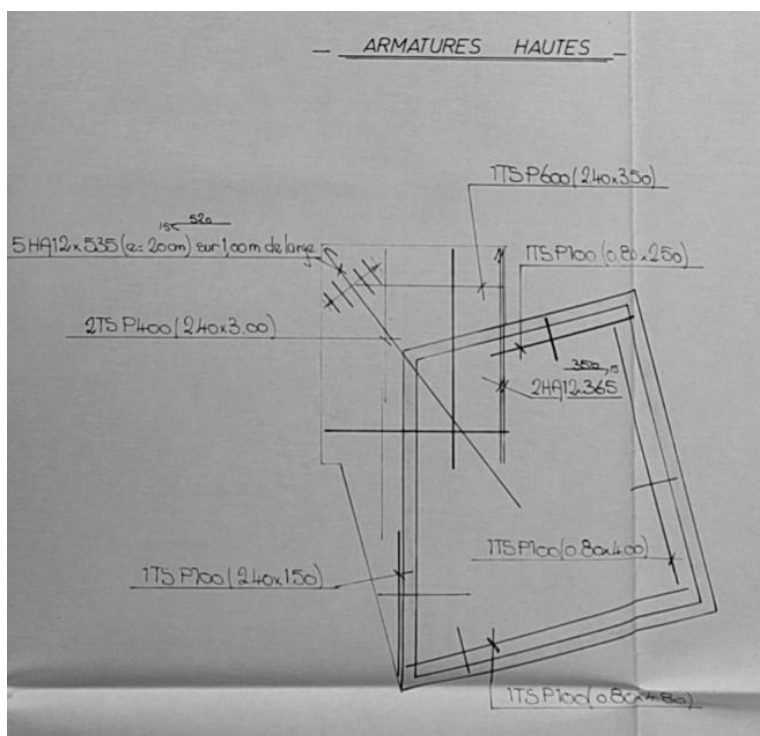
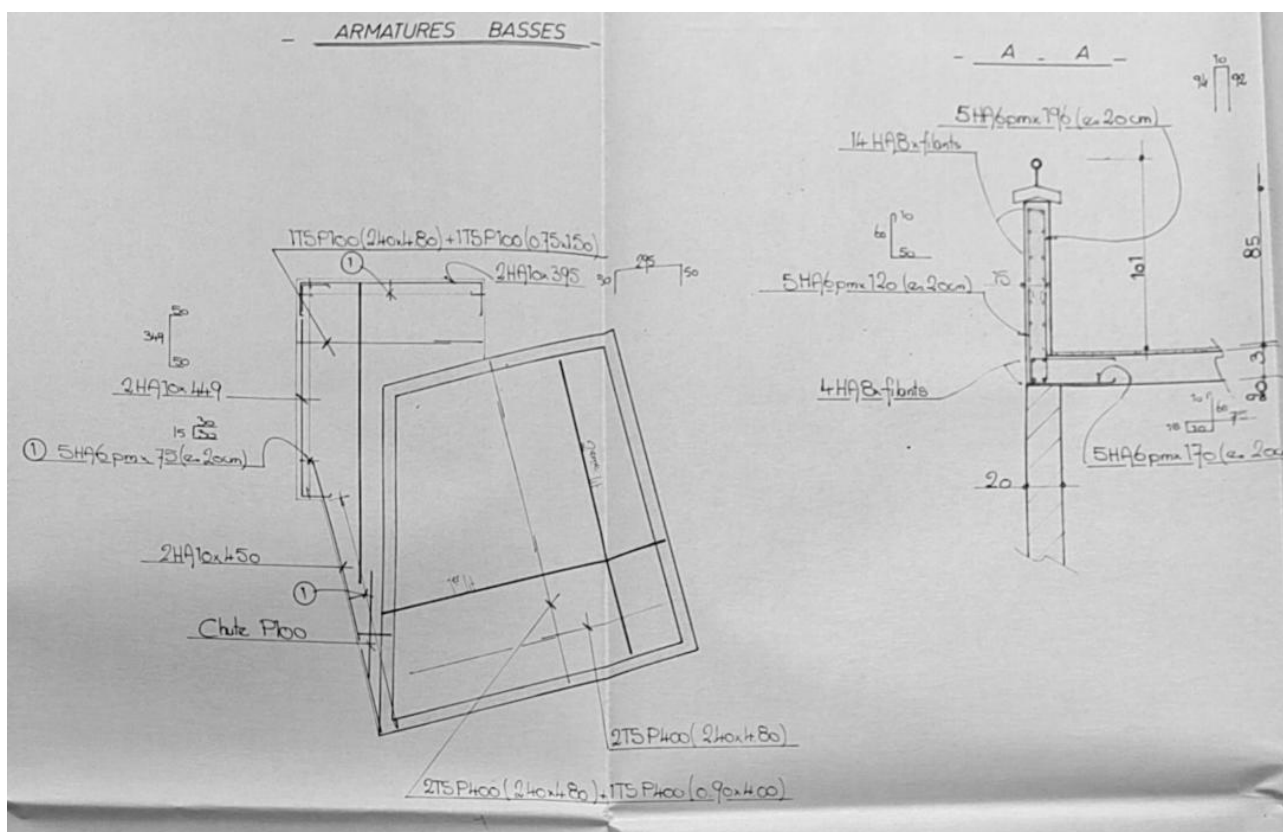
Nom	Clé des combinaisons
ELS-Car (auto)/1	$Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q3 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfx+$
ELS-Car (auto)/2	$Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfx-$
ELS-Car (auto)/3	$Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + 0.60*3DWind1 + 0.60*Wfx-$
ELS-Car (auto)/4	$Q1 + G1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfy-$
ELS-Car (auto)/5	$0.70*Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q3 + 3DWind5 + 0.60*Wfy-$
ELS-Car (auto)/6	$0.70*Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + 0.70*Q2 + 0.70*Q3 + 0.60*3DWind5 + Wfx-$
ELS-Car (auto)/7	$Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + Q3 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfx+$
ELS-Car (auto)/8	$Q1 + G1 + 0.50*S1 + G2 + G3 + G4 + Q2 + 0.60*3DWind5 + 0.60*Wfy-$

8.4. VERIFICATION DE LA MAÇONNERIE DES CULEES ET DALLE BA

8.4.1. FERRAILLAGE EXISTANT

Concernant les dalles BA au niveau des palier, il n'y a pas d'augmentation de la charge ni de changement d'usage.

Les plans DOE indique le ferrailage suivant pour une dalle de 20cm d'épaisseur :



Le ferrailage inférieur est constitué de TS P400 sur 2 lits = $1.96\text{cm}^2/\text{ml} + 1.19\text{cm}^2/\text{ml} = 3.15\text{cm}^2/\text{ml}$. Le ferrailage supérieur au niveau du porte-à-faux est plus important.

Les TS de la gamme de 1985 sont de section suivante :



ASSOCIATION TECHNIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'EMPLOI DU TREILLIS SOUDE

FICHE TECHNIQUE N°1 Edition 04.85

A LA DEMANDE PANNEAUX STANDARD DELAI 15 JOURS														
	Désignation ADETS	Sect. S cm2/m	S s cm²/m	E e mm	D d mm	Abouts AV AR ad ag mm.mm	Poids kg/m²	POIDS D'UN PANNEAU (largeur : 2,40 m) en kg POUR UNE LONGUEUR L* en mètres -						
								3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20
TSL	903	0,64	0,64 0,64	150 150	3,5 3,5	75.75 75.75	1,000	8,64	10,08	11,52	12,96	14,40	15,84	17,28
TSHA	100	1,06	1,06 1,06	150 150	4,5 4,5	75.75 75.75	1,667	14,40	16,80	19,20	21,60	24,00	26,40	28,80
	200	1,31	1,31 1,19	150 200	5 5,5	100.100 75.75	1,962	16,95	19,77	22,60	25,42	28,25	31,07	33,90
	300	1,58	1,58 1 19	150 200	5,5 5 5	100.100 75 75	2,182	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42	34,56	37,70
	400	1,96	1,96 1,19	100 200	5 5,5	100.100 50.50	2,475	21,38	24,95	28,51	32,08	35,64	39,20	42,77
	500	2,83	2,83 1,19	100 200	6 5,5	100.100 50.50	3,155	27,26	31,80	36,34	40,89	45,43	49,97	54,52
	600	3,85	3,85 1,28	100 300	7 7	150.150 50.50	4,027	34,79	40,59	46,39	52,19	57,98	63,78	69,58
	700	5,03	5,03 1,70	100 300	8 8	150.150 50.50	5,267	45,50	53,09	60,67	68,26	75,84	83,42	91,01
	800	6,36	6,36 2,12	100 300	9 9	150.150 50.50	6,653	57,48	67,07	76,65	86,23	95,81	105,39	114,97
	420	1,96	1,96 1,92	100 200	5 7	100.100 50.50	3,050	26,35	30,74	35,14	39,53	43,92	48,31	52,70
	520	2,83	2,83 2,83	100 100	6 6	50.50 50.50	4,440	38,36	44,75	51,15	57,54	63,94	70,33	76,72
	610	3,85	3,85 3,85	100 100	7 7	50.50 50.50	6,040	52,19	60,88	69,58	78,28	86,98	95,67	104,37
	710	5,03	5,03 5,03	100 100	8 8	50.50 50.50	7,900	68,26	79,63	91,01	102,38	113,76	125,14	136,51
	810	6,36	6,36 6 36	100 100	9 9	50.50 50 50	9,980	86,23	100,60	114,97	129,34	143,71	158,08	172,45

* Les panneaux "à la demande" doivent être désignés par leur numéro et leur longueur. Exemple : 520 - 4,80



Produits sur stock

8.4.2. CALCUL

Les efforts dans la dalle sont les suivants :

Géométrie		
lx	4,86	m
ly	5,26	m
ep	0,2	m
Charges		
G	7	kN/m ²
Q	5	kN/m ²
ELU	16,95	
Effort		
lx/ly	0,92	
μx	0,0456	
μy	0,7845	
Mx=μx.p.lx ²	18,26	kNm/ml
My=μy.Mx	14,32	kNm/ml

Caractéristique du Béton

fck	20 MPa
αcc	1,0
γc	1,5
fcd	13,3 MPa
fctm	2,2 MPa
$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (MPa)}$	$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$ pour $f_{ck} < 50 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10))$ pour $f_{ck} > 50 \text{ MPa}$
εc2	2,0 ‰
εcu2	3,5 ‰
η	1
λ	0,8

Section rectangulaire

b	1,00 m
h	0,20 m
d	0,15 m

$$d_{\text{utile}} = \min(0,9h; h - 0,1)$$

I - Détermination de la section d'acier

MELU 18,3 kN.m

μAB	0,056
μ	0,061
α	0,079
β	0,969
z	0,145 m
εb	3,5 ‰
εa	40,96 ‰
σa	435 MPa

Asmax	80,0 cm ²
Asmin	2,0 cm ²

As inf 2,9 cm²

Ferrailage pratique

5	HA 5,5
8	HA 5,5
0	HA 6,0
As inf	3,1 cm ²

OK

$$\mu_{AB} = \lambda \cdot \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2} - \varepsilon_{ud}} - 0,5 \cdot \left(\lambda \cdot \frac{\varepsilon_{cu2}}{\varepsilon_{cu2} - \varepsilon_{ud}} \right)^2$$

$$\mu = \frac{M_{ELU}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}$$

$$\alpha = \frac{1}{\lambda} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu})$$

$$\beta = 1 - \frac{\lambda}{2} \cdot \alpha$$

$$z = \beta \cdot d$$

$$\text{si } \mu > \mu_{AB}; \varepsilon_b = \varepsilon_{cu2} \text{ et si } \mu \leq \mu_{AB}; \varepsilon_b = \varepsilon_a \cdot \alpha / (1 - \alpha)$$

Aciers en phase plastique si $\mu > \mu_{AB}; \varepsilon_a = \varepsilon_b \cdot (1 - \alpha) / \alpha$ et si $\mu \leq \mu_{AB}; \varepsilon_a = \varepsilon_{ud}$

$$\text{si } \varepsilon_a \leq \frac{f_{yd}}{E_s}; \sigma_a = E_s \cdot \varepsilon_a, \text{ si non en branche horizontale : } \sigma_a = f_{yd}$$

$$\text{en branche inclinée : } \sigma_a = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \left[1 + (k - 1) \cdot \frac{\varepsilon_a - f_{yk} / (E_s \cdot \gamma_s)}{\varepsilon_{uk} - f_{yk} / (E_s \cdot \gamma_s)} \right]$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c \quad (9.2.1.1(3))$$

$$A_{s,min)longi} = 0,26 \cdot f_{ct,m} \frac{b \cdot d}{f_{yk}} \geq 0,0013 \cdot b \cdot d \quad (9.1N)$$

$$A = \frac{M_{ELU}}{z \cdot \sigma_a}$$

$$A_{smin} < A_s < A_{smax}$$

Calcul de d réelle

a	5,0 cm
Enrobage	5,0 cm
Ø cadre	8,0 mm
dréelle	0,133 m

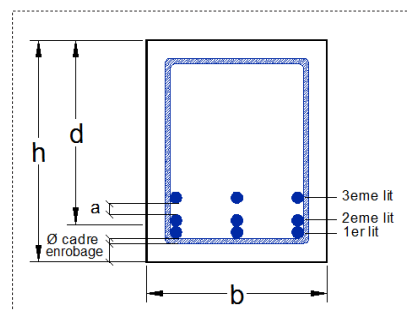
Caractéristique des armatures

Diagramme σa-εa	Branche horizontale
fyk	500 MPa
γs	1,15
Classe	B
fytwd	435 MPa
Es	200 GPa
fyt/Es	2,17 ‰
εuk	50,0 ‰
εud	45,0 ‰
K=(ft/fyk)	1,08

Annex C

ε_{ud} = 0,9 · ε_{uk}

Annex C



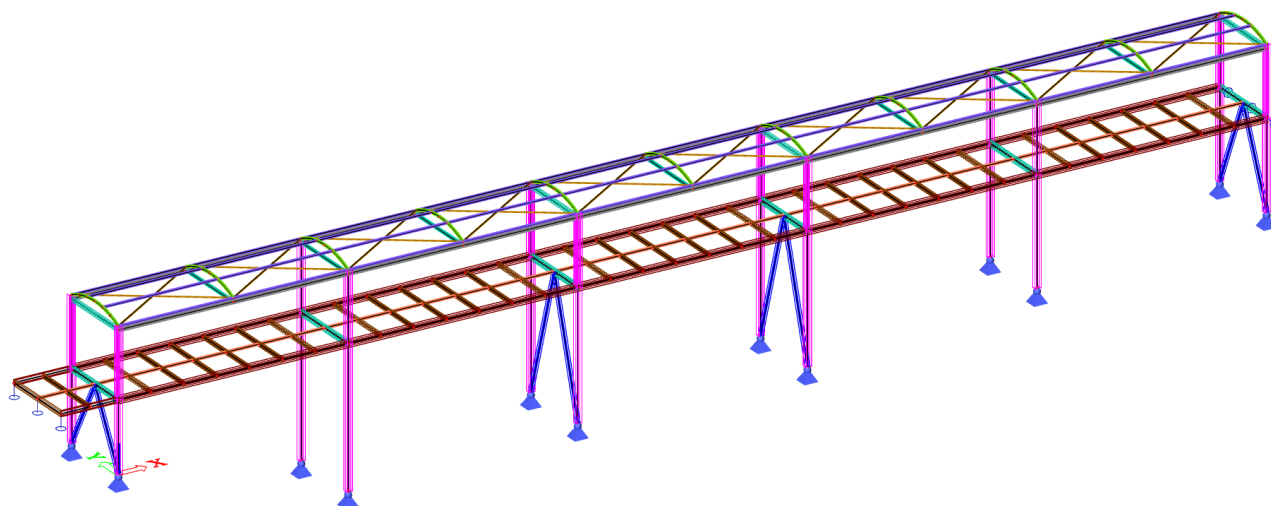
Le ferrailage existant des dalles des culées est suffisant. Il n'est pas nécessaire de renforcer les dalles des culées.

9. RECAPITULATIF PASSERELLES EXISTANTES

9.1. PASSERELLE SUD

9.1.1. RENFORT DES PROFILES DE CHARPENTE – STATIQUE EC3

Repérage des différents types de profilés métalliques :



Légende :

Nom	Couleur
Structure	■
Dessin	■
Plaques	■
Pannes	■
Supports de Pannes	■
Poutres membrure haute	■
Contreventement de toiture	■
Poutres du tablier	■
Entretoises du tablier	■
Contreventement en V	■
Poteaux	■
Traverses des portiques	■
Poutre membrure basse	■

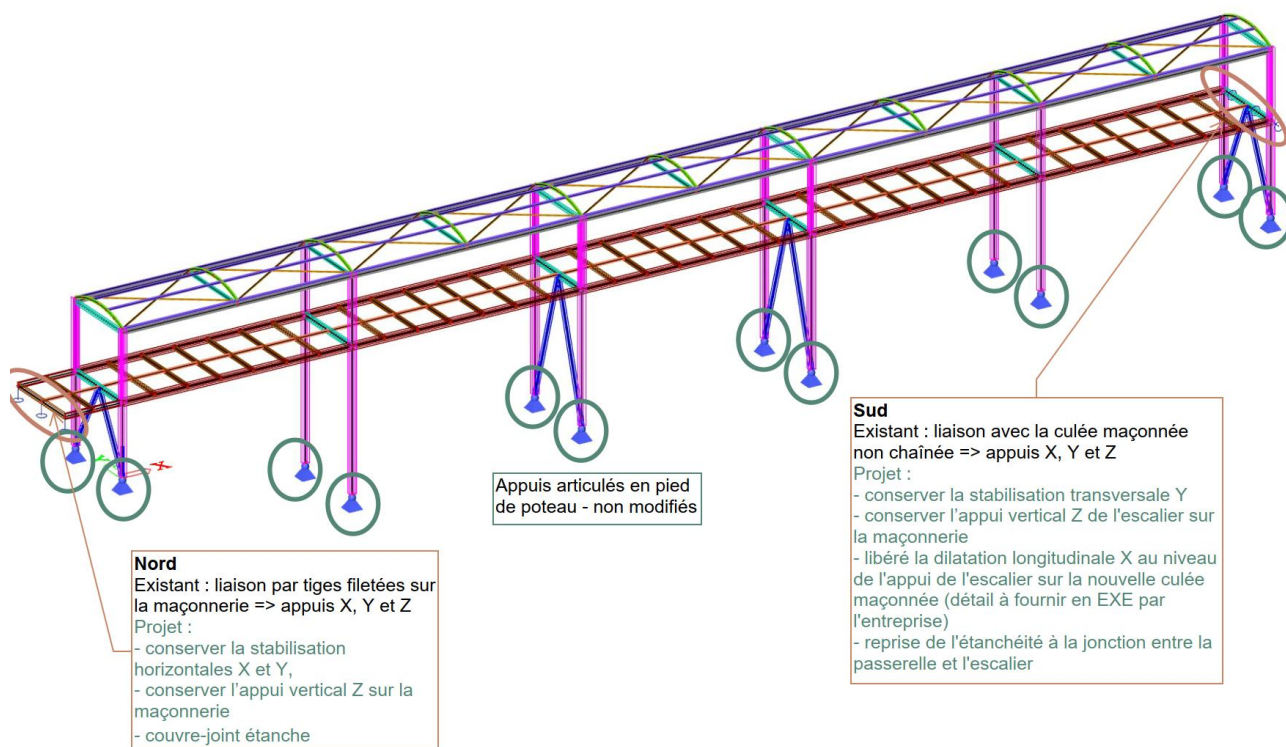
Tableau récapitulatif des éléments de charpente à renforcer :

PASSERELLE SUD			Métré				Vérification	Renforts structure			Finition	
Nom éléments	Section	L (m)	Masse linéique +10% (kg/m)	Masse totale +10% (m)	Surface (m²)	Taux de travail max	KAIRN	Masse estimative renfort KAIRN PRO(kg)	diag AMTECH	Masse estimative renfort AMTECH (kg)	Sablage	Peinture antirouille
Pannes	IPE 80	200	6,56	1313	66	9999% My + Mz + stabilité	Dépose		Renfort	1313		
	IPE 100	38	8,89	340	15	98% My + stabilité	Dépose		Renfort	340		
	XXX	100	27,11	2712	79,5	91% My	ok		non vérifiée			
	CAE 40*4	121	2,66	321	19	2x 36% en traction	ok		Renfort	321		
	IPE 160	71	17,36	1225	44	21%	ok	226	ok		X	X
	2UPE 140	34	28,89	99	2,5	54%	ok		ok		X	X
	UPE220	3,5	28,89	971	26	4%	ok		ok		X	X
	IPE 100	53	8,89	467	21	36%	ok		ok		X	X
	HEA 140	38	27,11	1036	30	35%	ok		ok			
	HEA 240	69	66,32	4563	94	120 % Flambement 2 poteaux	Renfort avec mise en place de Contreventement en V	596	Renfort	4563		
Poteaux	HEA 140 + HEB240 soudées	24	84,94	2039	45	44%	ok		ok			
	IPE 240	20	33,76	681	19	24%	ok		ok			
	HEB 140	13,5	37,1	499	11	40%	ok		ok			
	IPE120	24	11,4	268	11	10%	ok		ok			
Membrure basse	HEA 240	100	66,32	6632	137	100%	Renfort au niveau de l'appui de la nouvelle passerelle		Renfort	6632		
	UPE 220	5	29,27	147	4	100%			ok			
Membrure basse	TOTAL			23313	624			823		13169		

Les quantités indiquées dans le présent tableau sont présentées à titre indicatif et devront faire l'objet d'un métré par l'entreprise du lot charpente métallique.

9.1.2. REPRISE DES APPUIS

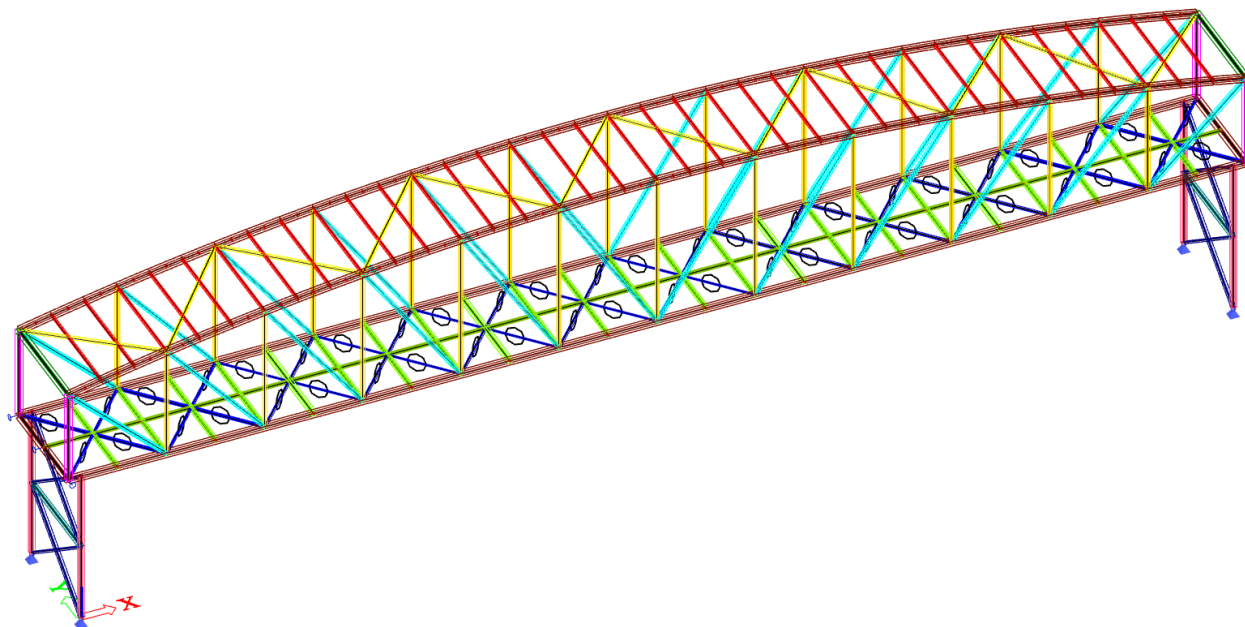
Dans le cadre des travaux de renfort en tranche ferme du marché, certains appuis sont à reprendre :



9.2. PASSERELLE NORD

9.2.1. RENFORT DES PROFILES DE CHARPENTE – STATIQUE EC3

Repérage des différents types de profilés métalliques :



Nom	Couleur
Structure	■
Dessin	■
Plaques	■
Poutres	■
Poteaux	■
Poteaux portique d'entrée	■
Traverse du portique d'entrée	■
Poteaux palées de stabilité	■
Traverses palées de stabilité	■
Diagonales de la palée de stabilité	■
Poutres du tablier	■
Contreventement du tablier	■
Entretoises du tablier	■
Pannes	■
Poutre au vent toiture	■
Membrures	■
Diagonales	■
Montants	■

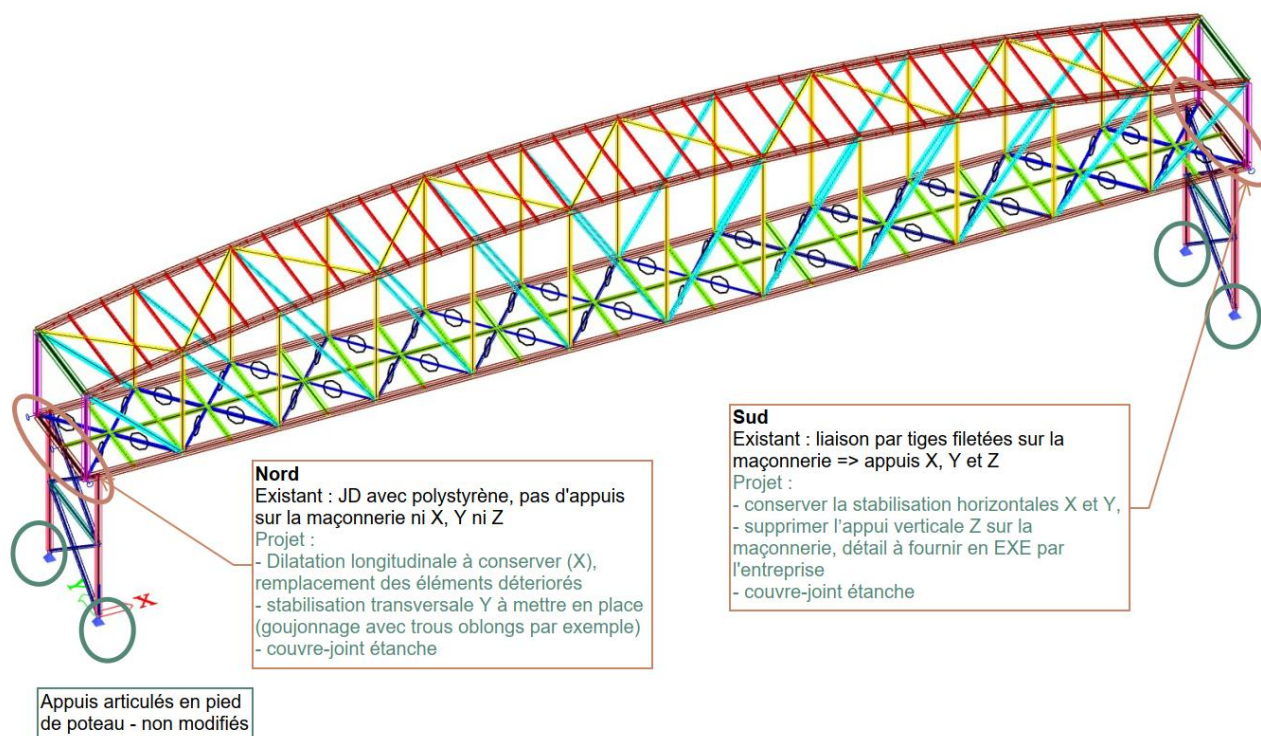
Tableau récapitulatif des éléments de charpente à renforcer :

PASSERELLE NORD														
Nom éléments	Section	Métré			Vérification	Renforts structure			Finition					
		L (m)	Masse linéique +10% (kg/m)	Masse totale +10% (m)		Surface (m²)	Taux de travail max	KAIRN	Masse estimative renfort KAIRN PRO(kg)	diag AMTECH	Masse estimative renfort AMTECH (kg)	Sablage	Peinture antirouille	
Poteaux portique d'entrée Traverse du portique d'entrée	HEB 180	12	56,34	677	12,5	40%	ok		ok			0		
	HEA 180	7	39,12	268	7	13%	ok					0		
Poteaux palée de stabilité	HEA 160	20	33,5	671	18	191% stabilité compression + flexion	Renfort pour libérer la charge vertical sur massif maçonné	1326	Renfort			671		
Traverse palée de stabilité	HEA 120	7	21,85	150	4,6	3%	ok	150	ok			0		
Diagonales palée de stabilité	2 LT 70*7	34	16,23	550	18,5	13%	ok	550	Renfort 8/16			275		
	IPE 160	65	17,36	1128	40,5	99% My ± stabilité	ok		Renfort 11/(23-4)			653	X	X
Poutres du tablier	2UPE 160	14	37,48	513	16	45%	ok		ok			0	X	X
Contreventement du tablier	UPE 80	37	8,72	321	13	2x 25% traction	ok		Renfort			321	X	X
	L60x60x4	74	4,07	300	17,5	2x 39% traction	ok		ok			0	X	X
Entretoises du tablier	IPE 100	37	8,89	329	15	62% Traction + My	ok		ok			0	X	X
	UPE 80	120	8,72	1044	41,5	89% déversement + stabilité	ok		Renfort			1044		
Pannes														
Poutre au vent toiture	TCAR 80*3,2	56	7,63	423	17,5	15%	ok		ok			0		
Membrures hautes	HEB 180	82	56,34	4583	85	58% compression + stabilité	ok		ok			0		
Membrures basses	HEA 180	74	39,12	2892	75,5	300% Tranchant sur appuis	ok		Renfort			2892		
Diagonales	HEA 120	18	21,85	376	12	75% traction	ok		ok			0		
	HEA 100	108	18,31	1967	60,5	61% traction	ok		ok			0		
Montants	HEA 120	15	21,85	316	10	110% flambement	Renfort	234	Renfort			316		
	HEA 100	84	18,31	1527	47	139% flambement	Renfort de 8/18	497	Renfort 4/18			339		
	TOTAL			18035	511,6			2758				6511		

Les quantités indiquées dans le présent tableau sont présentées à titre indicatif et devront faire l'objet d'un métré par l'entreprise du lot charpente métallique.

9.2.2. REPRISE DES APPUIS

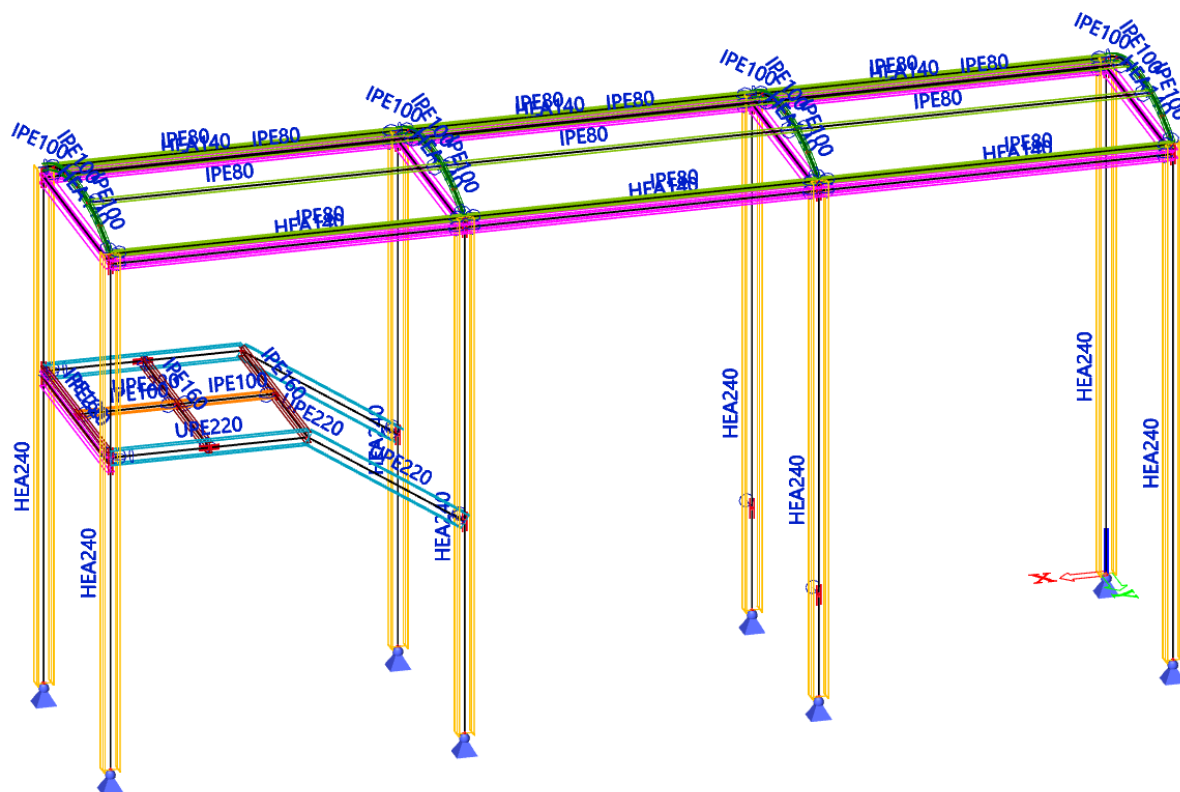
Dans le cadre des travaux de renfort en tranche ferme du marché, certains appuis sont à reprendre :



9.3. ESCALIER NORD

9.3.1. RENFORT DES PROFILES DE CHARPENTE – STATIQUE EC3

Repérage des différents types de profilés métalliques et leur section :



Légende :

Type de profilé	Couleur
Structure	■
Dessin	■
Plaques	■
Poteaux	■
Traverses	■
Poutres	■
Entretoises	■
Pannes	■
Supports de pannes	■
Limons d'escalier	■

Tableau récapitulatif des éléments de charpente à renforcer :

Escalier NORD			Métré				Vérification	Renforts structure			Finition		
	Nom éléments	Section	L (m)	Masse linéique (kg/m)	Masse totale (m)	Surface (m²)	Taux de travail max	KAIRN	Masse estimative renfort KAIRN PRO(kg)	diag AMTECH	Masse estimative renfort AMTECH (kg)	Sablage	Peinture antirouille
	Poteaux	HEA 240	61	66,32	4027	83	31%	ok		ok			
	Traverses - Toiture	HEA140	44	37,11	1184	35	9%	ok		ok			
	Traverses - Palier	IPE220	3,4	28,84	97	3	18%	ok		ok		X	X
	Poutres	IPE 160	11	17,36	175	6	123% My + stabilité pour 1 poutre	Renfort 2 IPE160	117	ok		X	X
	Entretoises	IPE 100	3	8,89	25	1	10%	ok		ok		X	X
	Pannes	IPE 80	61	6,56	397	20	9999% My + Mz + stabilité	Dépose		Renfort	397		
	Supports de pannes	IPE 100	14	8,89	123	5,5	46%	Dépose		ok			
	Limons d'escalier	UPE 220	11	29,27	321	8	200% Mx torsion	Stabilisation escalier		ok			
		TOTAL			6349	162			117		397		

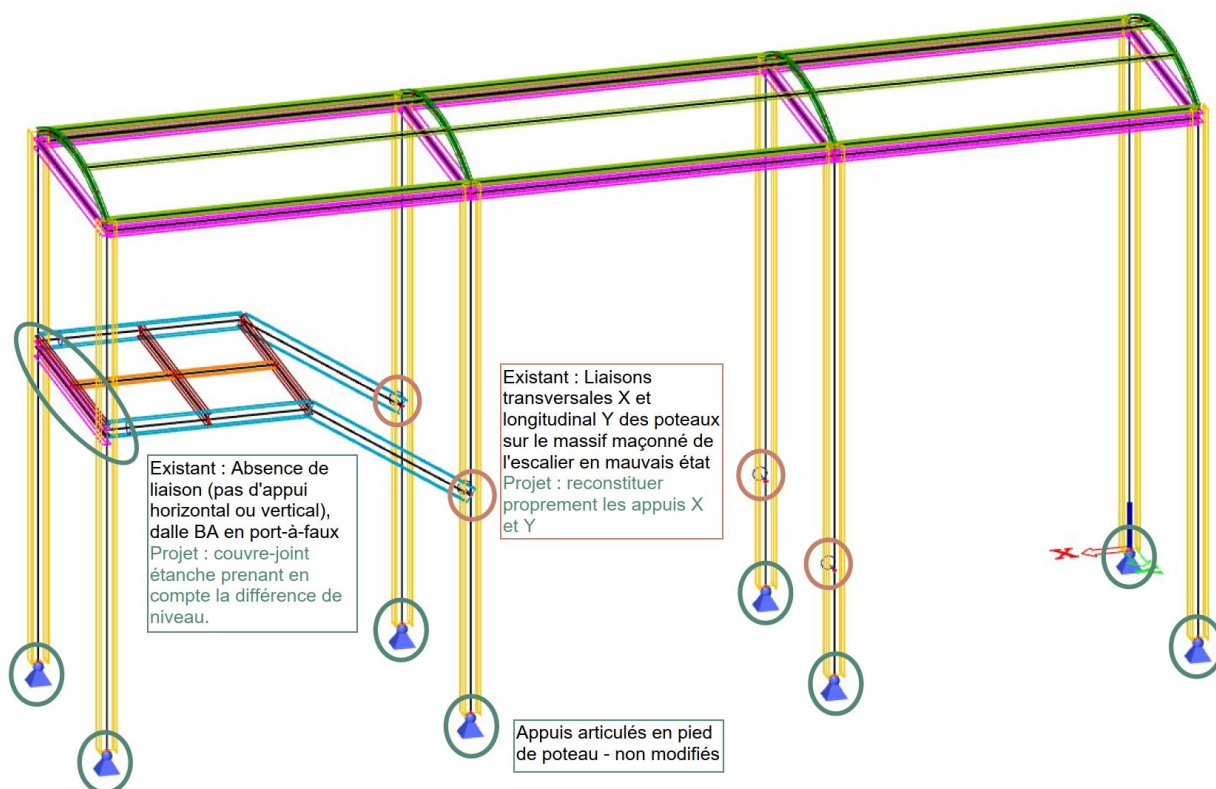
Les quantités indiquées dans le présent tableau sont présentées à titre indicatif et devront faire l'objet d'un métré par l'entreprise du lot charpente métallique.

9.3.2. REPRISE DES APPUIS

Dans le cadre des travaux de renfort en tranche ferme du marché, certains appuis sont à reprendre :

- Les poteaux devront être maintenus dans le sens longitudinal au niveau de l'escalier.

En raison des petites dimensions de cette ouvrage métallique, il n'y a pas de problématiques de dilatations thermiques qui interdisent de bloquer les déformations horizontales.

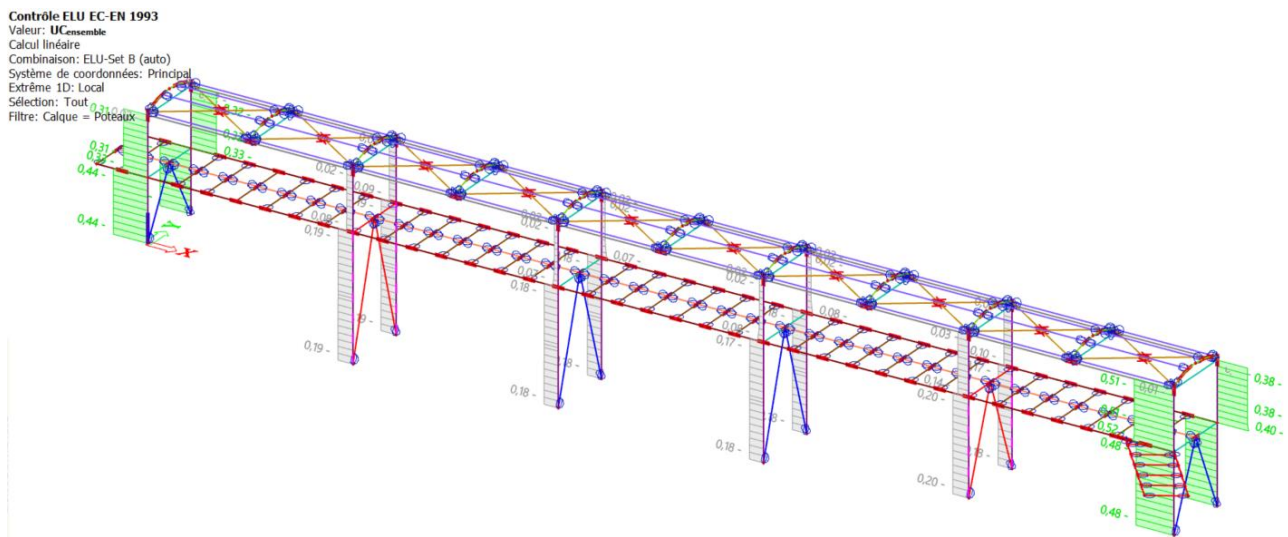


10. VERIFICATIONS - RENFORTS

10.1. PASSERELLE SUD

10.1.1. MISE EN PLACE DES CONTREVENTEMENT EN V SUR TOUTES LES FILES : VERIFICATION DES POTEAUX

Grace à la mise en place des contreventements en V sur les 2 files où ils étaient manquants, les modes d'instabilités transversales au niveau de ses portiques disparaissent. Les poteaux sur ces files peuvent donc être calculés en nœud non déplaçables.



Cette vérification montre également que les poteaux extrêmes au niveau de la rotonde sont justifiés avec les nouvelles charges d'exploitation de la passerelle de liaison.

Élément B4	0,000 / 6,000 m	HEA240	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,19 -
------------	-----------------	--------	--------	------------	------------------	--------

Clé des combinaisons
ELU-Set B (auto) / $1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q3 + 0.90*3DWind13 + 0.90*Wfx+$

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1.25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-195,00	kN	$N_{c,Rd}$	1804,80	kN	0,11
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,26	kN	$V_{pl,y,Rd}$	810,50	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	1,02	kN	$V_{pl,z,Rd}$	341,09	kN	0,00
Torsion	T_{Ed}	0,0	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
--------------------------------------	---------------------------

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,81	4,845	6850,38		0,51	0,88
z-z	0,74	4,433	2921,18		0,79	0,67
dév	1,00	6,000		512,21	0,58	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement flexionnel	N_{Ed}	-195,00	kN	$N_{b,Rd}$	1210,90	kN	0,16

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	0,88	0,56	0,46	0,78

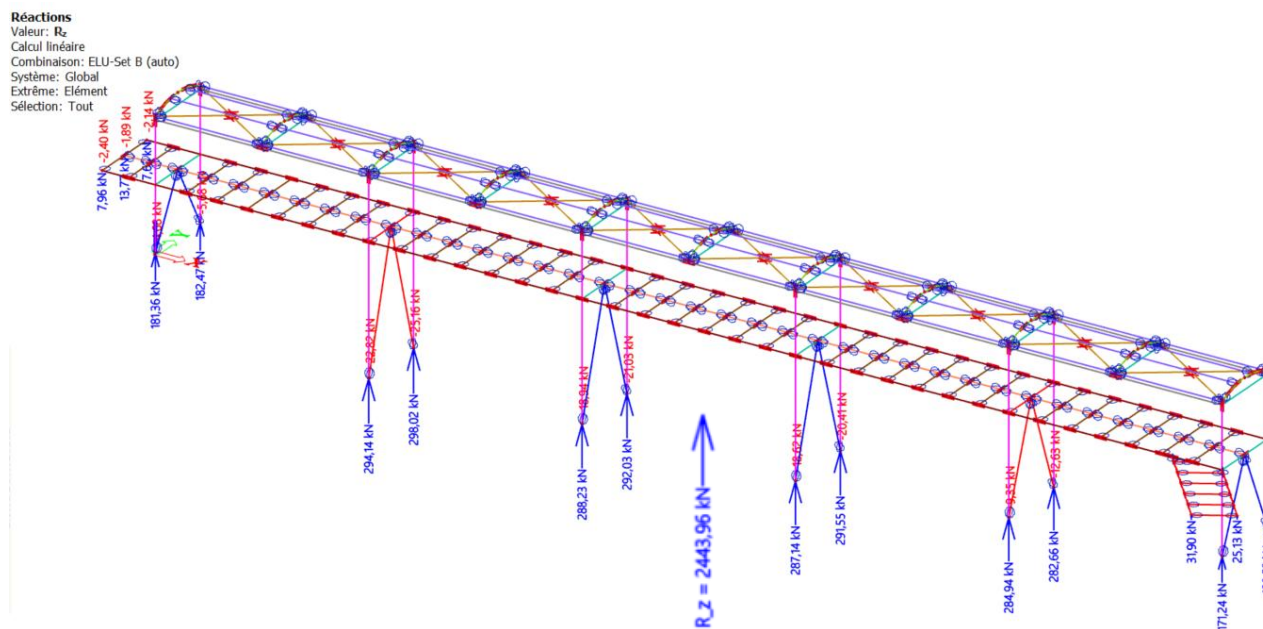
Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B4 à la position 6,000 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B4 à la position 6,000 m.

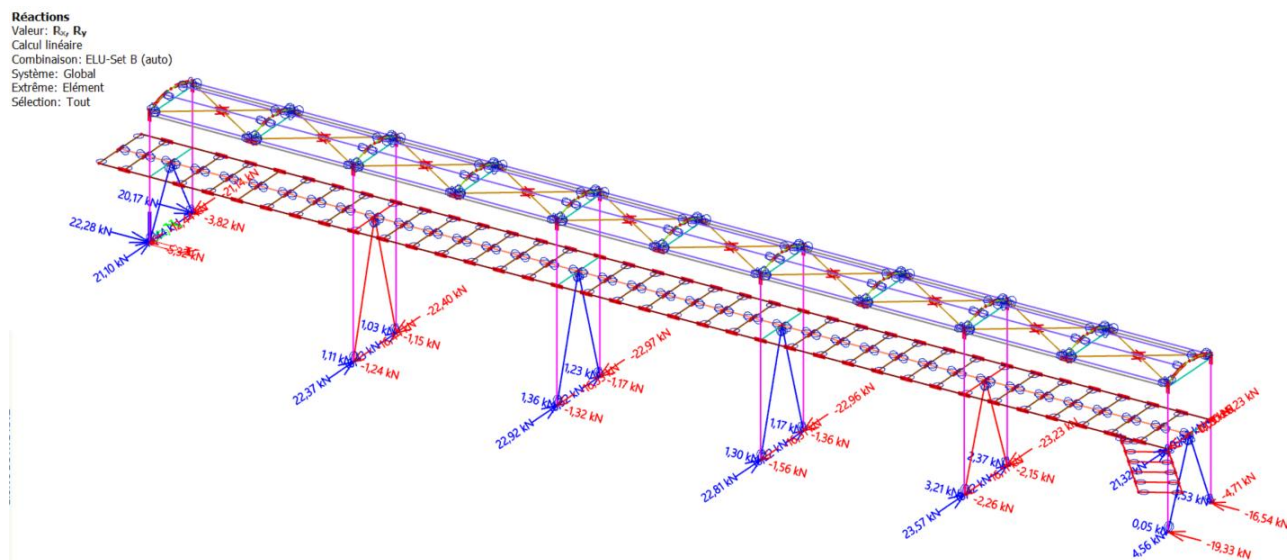
Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	6,10	-1,56	0,19

10.1.2. VERIFICATION DE LA CAPACITE PORTANTE DES FONDATIONS AVEC LE NOUVEAU CONTREVENTEMENT EN V

Si on ajoute le contreventement en V sur les endroits où il y avait des fondations de type ponctuelle simple (en jaune dans la figure ci-dessous) :

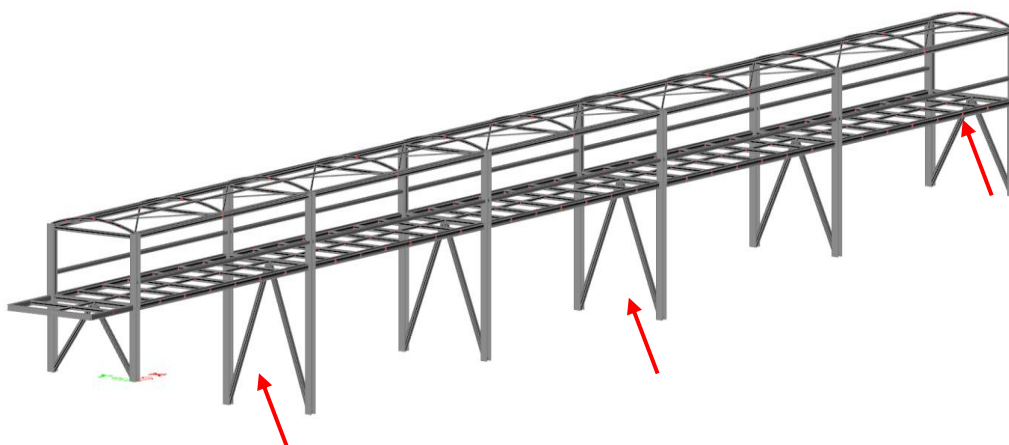


Réaction vertical ELU R_z dont la résultante globale est 2444kN



Réaction horizontales ELU R_x et R_y

Projet : renforts + jonction	Unités	S1	S2	S3		S4	S5
Files DOE	-	1	3	2	5	4	6
Nombre	-	1	1	2	2	1	1
Type	-	Double	Double	Ponctuelle simple	Ponctuelle simple	Double	Double
Longueur L	m	4,5	5,5	1,1	1,1	6,0	5,0
Largeur B	m	1,0	1,8	1,5	1,5	2,0	1,8
Hauteur H	m	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Surface	m ²	4,50	9,90	1,65	1,65	12,00	9,00
Pression maximale admissible ELU	MPa	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Charge maximale admissible	kN	1125	2475	413	413	3000	2250
Charge ELU fondation côté passerelle de jonction (SCIA)	kN	182	290	295	285	288	175,00
Charge ELU fondation côté opposée à la passerelle de jonction (SCIA)	kN	183	293	300	283	292	125,00
Charge totale ELU (SCIA)	kN	365	583	300	285	580	300
Pression ELU	Mpa	0,08	0,06	0,18	0,17	0,05	0,03
Taux de travail	%	32,4%	23,6%	72,7%	69,1%	19,3%	13,3%



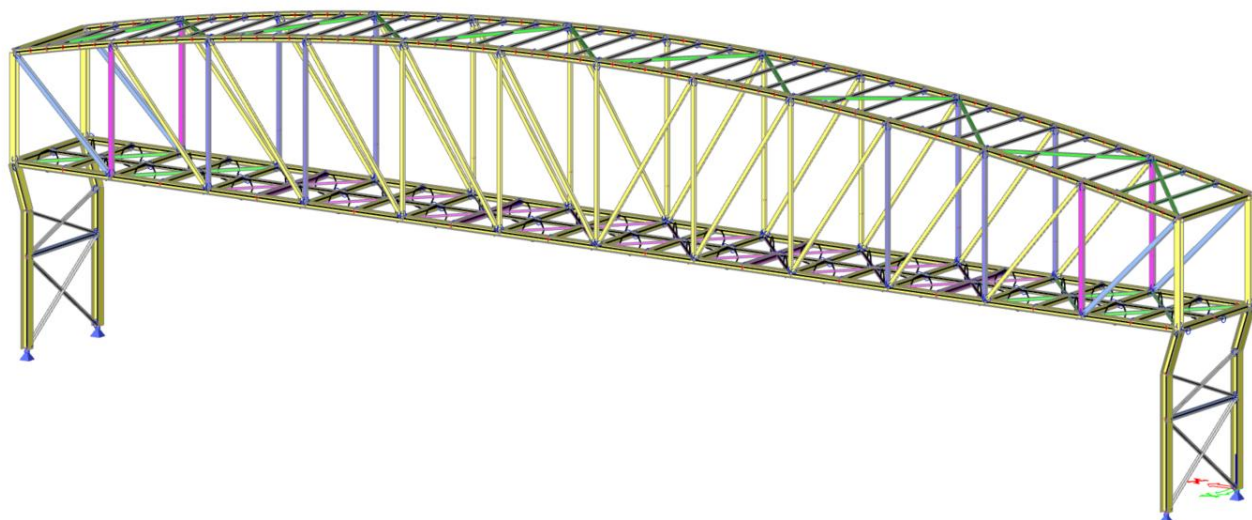
Une analyse de la descente de charge ELU sur la passerelle Sud montre que en prenant compte d'une capacité portante ELU de 0.25MPa, **les semelles doubles travaillent au maximum à 35%. Ces fondations existantes ne sont donc pas à renforcer.**

En se basant sur les résultats des sondages de l'étude G2PRO indice C, les semelles ponctuelles simples (files 3 et 6) ont un taux de travail de 75% maximum et sont donc vérifiées.

10.2. PASSERELLE NORD

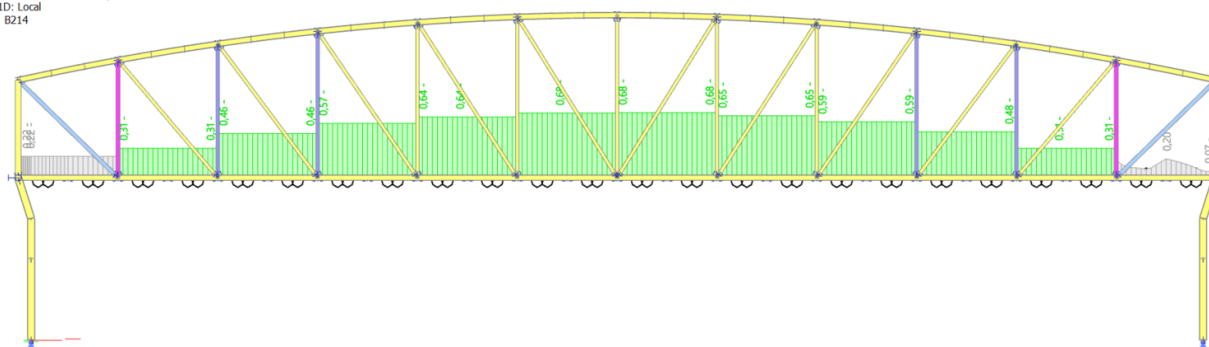
10.2.1. REMPLACEMENT DES POTEAUX DES PALEES DE STABILITE AFIN DE RETABLIR UN APPUIS AXE

Les poteaux des palées inférieures désaxés par rapport aux portiques supérieurs sont remplacés par des poteaux HEA240 en biais.

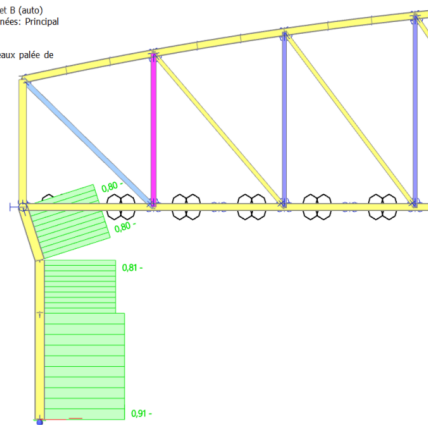


Le nouveau système d'appuis permet de supprimer les efforts de cisaillement parasite dans les membrures basse. Ces dernières sont alors vérifiées.

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Local
Sélection: B214



Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: $U_{Censemble}$
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Local
Sélection: Toit
Filtre: Calque = Poteaux palée de stabilité



Poteau - partie basse :

Élément B205	0,000 / 3,750 m	HEA240	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,91 -
---------------------	------------------------	---------------	---------------	-------------------	-------------------------	---------------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / 1.50*Q1 + 1.35*G1 + 0.75*S1 + 1.35*G2 + 1.35*G3 + 1.35*G4 + 1.50*Q3 + 0.90*3DWind1 + 0.90*Wfy+	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-417,94	kN	$N_{c,Rd}$	1804,80	kN	0,23
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,10	kN	$V_{pl,y,Rd}$	810,50	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-34,35	kN	$V_{pl,z,Rd}$	341,09	kN	0,10
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	0,01	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	175,27	kNm	0,00
Torsion	T_{Ed}	0,2	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,00

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 0,000 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,85	3,186	15845,89		0,34	1,00
z-z	0,79	1,981	14623,02		0,35	1,00
y-z	1,00	2,500	10395,50		0,42	0,89
dév	1,00	2,500		2025,43	0,29	1,00

Contrôles de stabilité	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Flambement torsionnel (-flexionnel)	N_{Ed}	-417,94	kN	$N_{b,Rd}$	1603,51	kN	0,26

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	0,92	0,52	0,48	1,21

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B205 à la position 3,750 m.

Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B205 à la position 2,500 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	-128,82	-0,26	0,91

Poteaux - partie haute

Élément B486	1,312 / 1,312 m	HEA240	Laminé	S 235 +10%	ELU-Set B (auto)	0,79 -
---------------------	------------------------	---------------	---------------	-------------------	-------------------------	---------------

Clé des combinaisons	
ELU-Set B (auto) / $1.50 \cdot Q1 + 1.35 \cdot G1 + 0.75 \cdot S1 + 1.35 \cdot G2 + 1.35 \cdot G3 + 1.35 \cdot G4 + 1.50 \cdot Q3 + 0.90 \cdot 3DWind1 + 0.90 \cdot Wfy+$	

Coeff. partiels de sécurité		
Résistance des sections	γ_{M0}	1,00
Résistance à l'instabilité	γ_{M1}	1,00
Résistance en section nette	γ_{M2}	1,25

Matériau			
Limite élastique	f_y	235,0	MPa
Limite de rupture	f_u	360,0	MPa

Contrôles de section

La section est classifiée en tant que classe 1

Contrôles de section	Effort de calcul	Valeur	Unité	Résistance	Valeur	Unité	Contrôle unité [-]
Compression	N_{Ed}	-420,05	kN	$N_{c,Rd}$	1804,80	kN	0,23
Effort tranchant V_y	$V_{y,Ed}$	-0,07	kN	$V_{pl,y,Rd}$	810,50	kN	0,00
Effort tranchant V_z	$V_{z,Ed}$	-98,34	kN	$V_{pl,z,Rd}$	341,09	kN	0,29
Flexion M_y	$M_{y,Ed}$	-128,84	kNm	$M_{pl,y,Rd}$	175,27	kNm	0,74
Flexion M_z	$M_{z,Ed}$	-0,09	kNm	$M_{pl,z,Rd}$	82,64	kNm	0,00
Torsion	T_{Ed}	0,1	MPa	T_{Rd}	135,7	MPa	0,00

Contrôles combinés en section

Contrôles combinés en section	Contrôle unité [-]
Flexion, effort normal et effort tranchant	0,70

Contrôles de stabilité

Position déterminante pour la classification pour la stabilité : 1,312 m

La section est classifiée en tant que classe 1

Groupe de flambement : Défaut

Axe de flambement	k	L [m]	N_{cr} [kN]	M_{cr} [kNm]	λ_{rel}	χ
y-y	0,92	1,205	110796,78		0,13	1,00
z-z	0,98	1,290	34498,56		0,23	1,00
dév	1,00	1,312		6691,88	0,16	1,00

Contrôles combinés en stabilité

Coefficients d'interaction	k_{yy}	k_{yz}	k_{zy}	k_{zz}
Valeur	0,76	0,47	0,39	0,97

Le moment maximum $M_{y,Ed}$ est dérivé de la poutre B486 à la position 1,312 m.

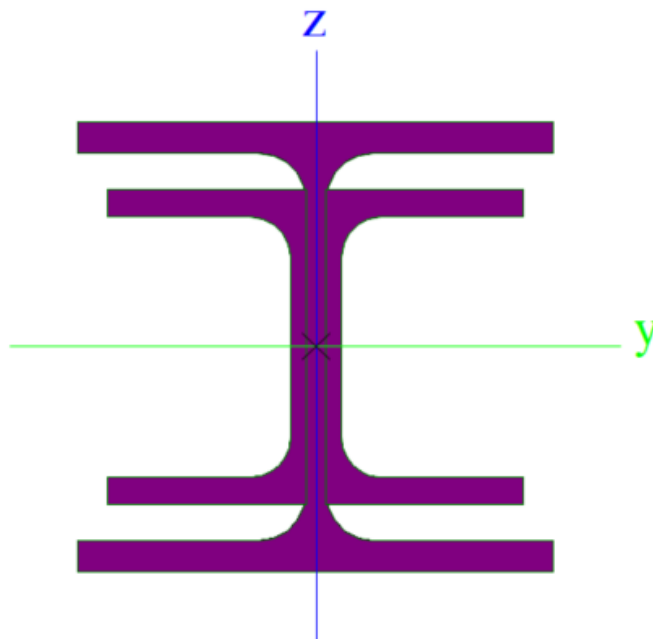
Le moment maximum $M_{z,Ed}$ est dérivé de la poutre B486 à la position 1,312 m.

Contrôles combinés en stabilité	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Contrôle unité [-]
Flexion et compression	-128,84	-0,09	0,79

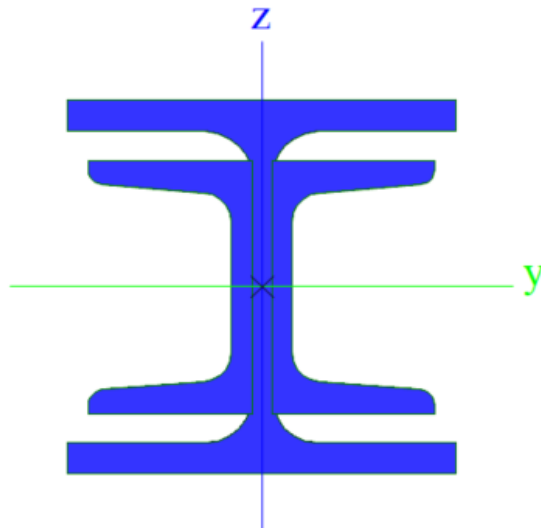
10.2.2. RENFORTS MONTANTS

Certains montant doivent être renforcés afin d'être vérifiés en stabilité. Les profilés existants en acier galvanisé ne permettent pas de souder des plats sur les semelles ni d'utiliser des boulons précontraints.

Les HEA 120 sont renforcés avec 2UPE80 :



Les HEA 100 sont renforcés avec 2UPN65 S355 (plus grande section en U pouvant être positionnés à l'intérieur des H) :



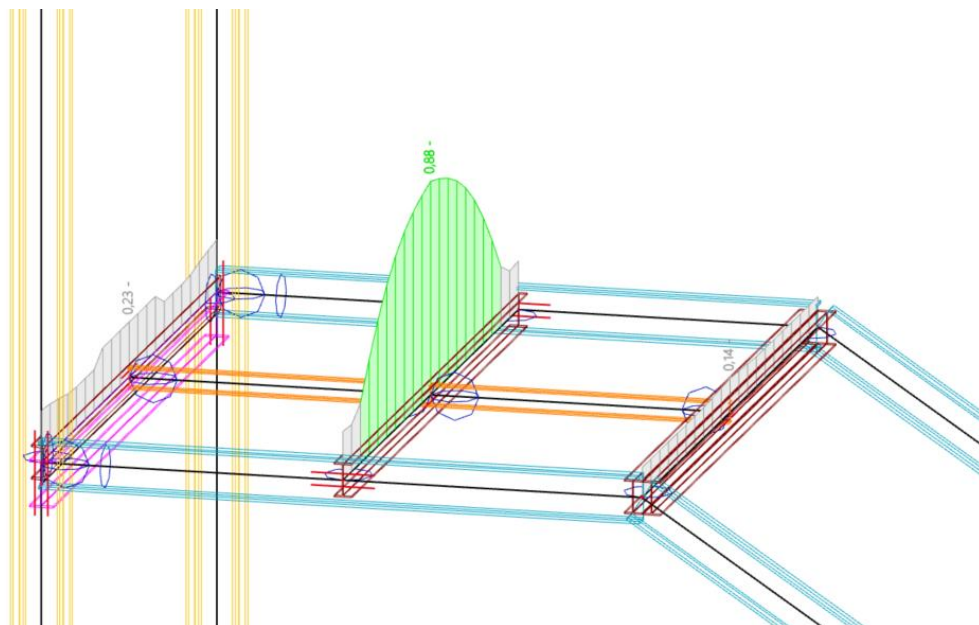
Dans le cadre des études d'EXE, la vérification des montants devra être réalisée en prenant en compte la charge de la nouvelle couverture.

10.3. ESCALIER NORD

10.3.1. POUTRE IPE160 DOUBLEE

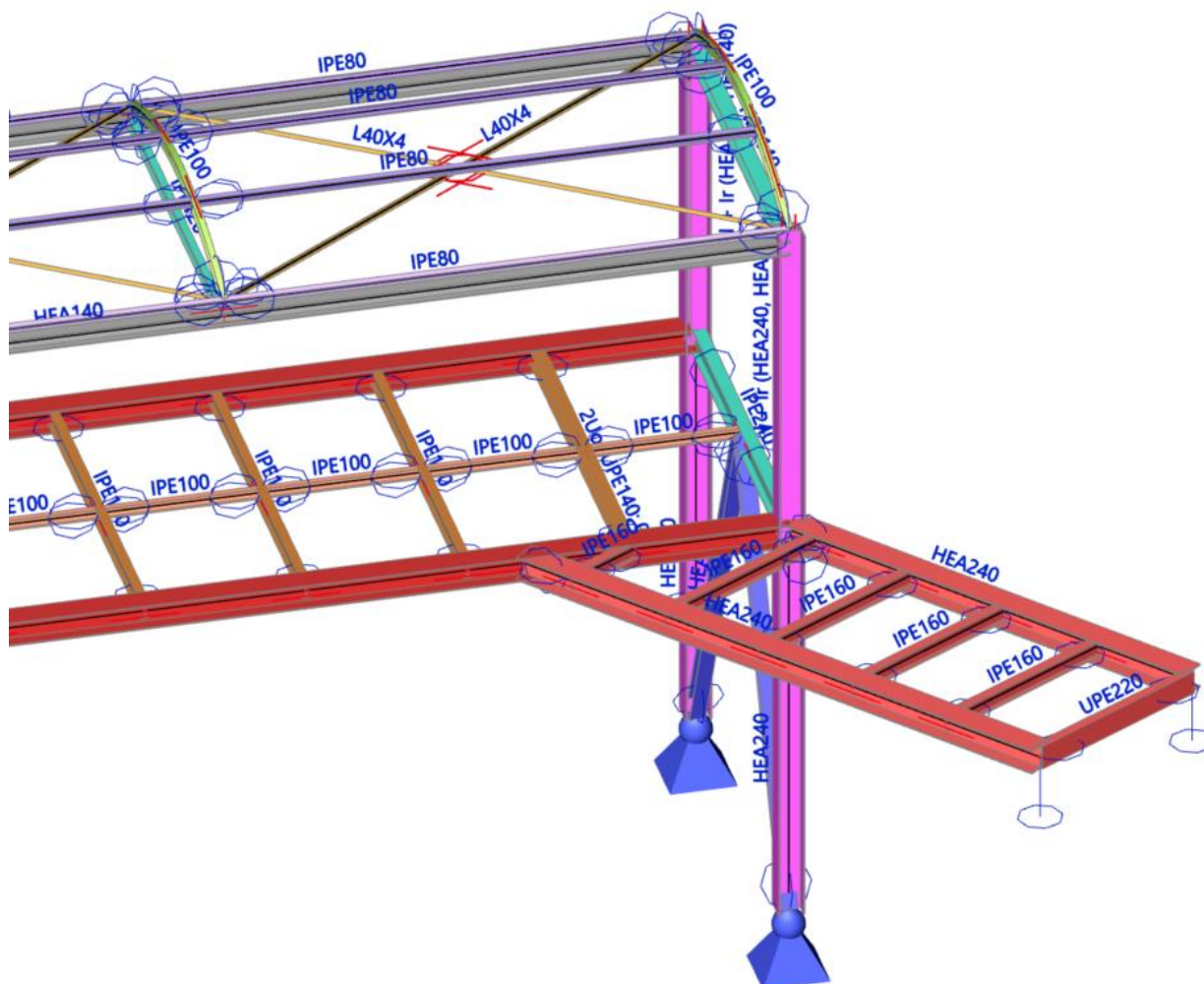
Les poutres doublées du palier sont vérifiées à l'APD :

Contrôle ELU EC-EN 1993
Valeur: **UC_{ensemble}**
Calcul linéaire
Combinaison: ELU-Set B (auto)
Système de coordonnées: Principal
Extrême 1D: Profil
Sélection: Tout
Filtre: Calque = Poutres



11. NOUVELLE PASSERELLE DE LIAISON ASCENSEUR

La nouvelle passerelle de liaison entre l'ascenseur et la passerelle Sud est appuyée sur la membrure basse de la passerelle existante et sur la maçonnerie de la cage d'ascenseur.

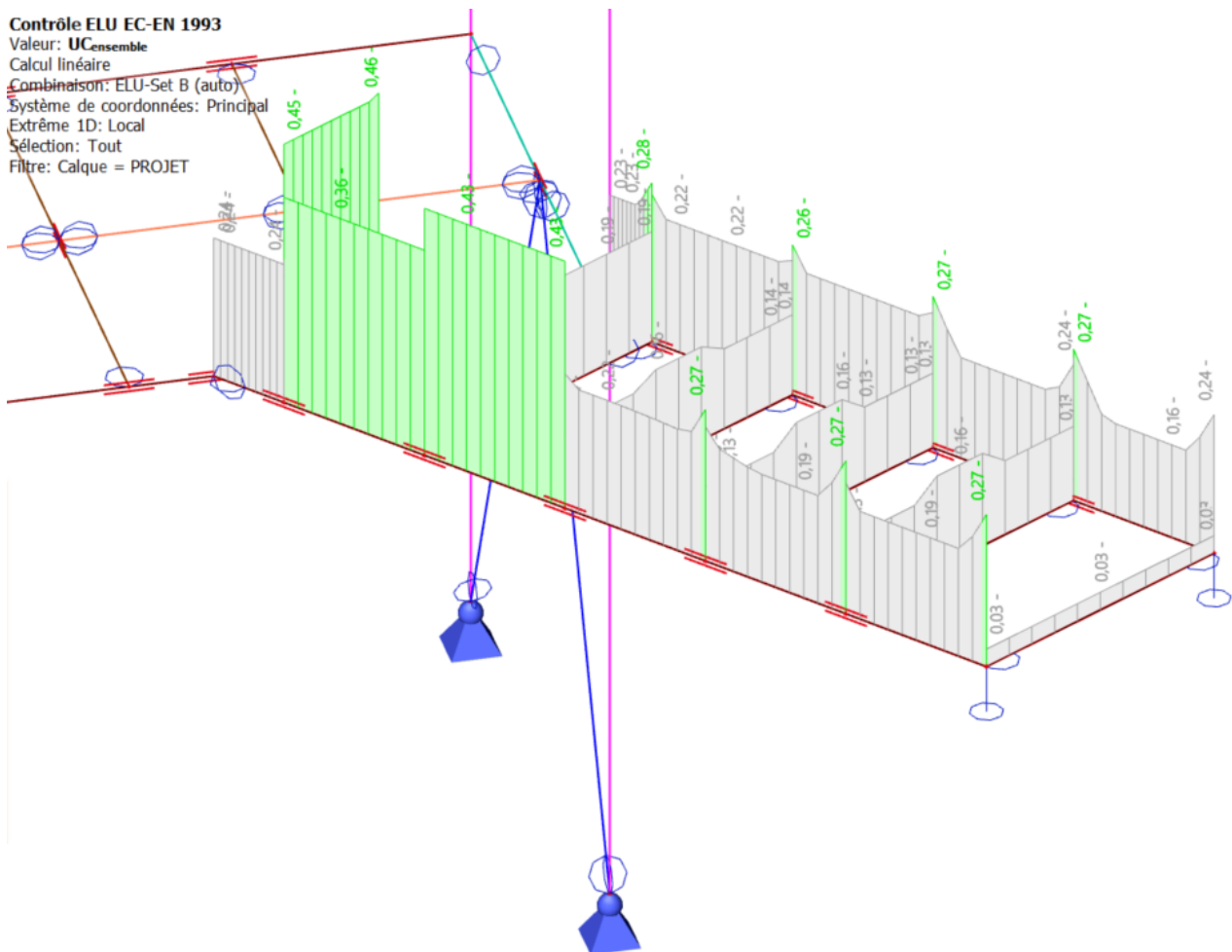


Passerelle de liaison

Les sections sont les suivantes :

- Rives : HEA240 S235
- Poutres : IPE160 S235, entraxe 1m, soudés
- Extrémité : UPE220 S235

Les sections sont vérifiées à l'ELU :



Déformation verticale à l'ELS cara dû à la déformation de la passerelle Sud :

