

Etude de faisabilité : Justification de la conception d'une ombrière de parking

Date : 17/06/2024

Affaire : 2405-0655 - Terr-EnR - Etude Structure ombrières photovoltaïques



Client :



Définition de la mission : Etude structure pour une ombrière photovoltaïque

Sommaire

1.	Projet.....	3
1.1.	Contexte	3
1.2.	Périmètre de l'étude.....	3
1.3.	Objectif de l'étude.....	3
1.4.	Validation des données d'entrée et hypothèses considérées.....	3
2.	Hypothèses.....	4
2.1.	Texte de référence.....	4
2.2.	Matériaux.....	4
	Acier.....	4
	Bois	4
	Boulonnerie	5
	Béton.....	5
2.3.	Sol et fondations.....	5
2.4.	Localisation.....	7
2.5.	Chargement.....	8
2.6.	Déplacements admissibles	9
	Verticaux	9
	Horizontaux	9
3.	Charpente métallique.....	10
3.1.	Repérage.....	10
3.2.	Sections.....	11
	Portiques	11
	Portiques de stabilité	11
	Pannes	12
3.3.	Descente de charges.....	12
	Cas de charge	12
	Situation projet.....	12
	Combinaisons	13
	Descente de charges portiques	16
	Descente de charges portiques de stabilité.....	16
4.	Fondations	18
4.1.	Vue en coupe	18
4.2.	Vue en plan.....	18
4.3.	Synthèses des résultats	18
5.	Conclusion	19

1. Projet

1.1. Contexte

Le projet de rénovation du stade de foot de la commune de Madonne-et-lamerey inclue la création d'un parking où des ombrières seront implantées.

1.2. Périmètre de l'étude

Les responsabilités de cette étude s'étendent uniquement aux éléments conçus, dimensionnés et calculés dans le cadre de ce rapport.

Les conclusions de ce rapport tiennent compte du respect des données d'entrée et hypothèses considérées pour l'étude, ainsi que des éléments dimensionnés dans celui-ci, toute modification remet en cause les résultats obtenus.

Toutefois, si le mandataire ou le client final souhaite modifier certains paramètres considérés pour l'étude par d'autre, une nouvelle itération de calcul ainsi qu'un nouvel indice de ce livrable devront être réalisés sur simple demande de prestation complémentaire.

1.3. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de vérifier la tenue structurelle de la charpente métallique et de déterminer les fondations nécessaires. La vérification comprend :

- Les portiques ;
- Les pannes ;
- Les éléments de stabilité ;
- Les fondations ;

1.4. Validation des données d'entrée et hypothèses considérées

Les données d'entrée et hypothèses de calcul considérées pour la prestation ont été validées par le client préalablement à la prestation, dans le mail du 27/05/2024.

2. Hypothèses

2.1. Texte de référence

L'étude se base sur les Eurocodes, qui sont les textes européens de conception, calcul et dimensionnement des structures. Ils sont classés de la manière suivante :

- Eurocode 0 – Base de calcul des structures
- Eurocode 1 - Actions sur les structures
- Eurocode 2 - Calcul des structures en béton
- Eurocode 3 - Calcul des structures en acier
- Eurocode 5 - Calcul des structures en bois
- Eurocode 6 - Calcul des ouvrages en maçonnerie
- Eurocode 7 – Calculs géotechniques
- Eurocode 8 - Conception et dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes

Nous nous référons également aux DTU et aux recommandations professionnelles.

- NF P94-261 : Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles
- NF EN 206-1 (avril 2004 et Amendements) : Béton – Partie 1 : spécification, performances, production et conformité. (Notamment partie 4 - Classes d'expositions)

2.2. Matériaux

Acier

- | | |
|---|------------------|
| • Tôles | S 235 JR/S355 JR |
| • Profil laminé à chaud type IPE/HEA/HEB | S 275 JR |
| • PRS | S 235 JR |
| • Tube rond et carré faible épaisseur <8 mm | S 235 H |
| • Tube rond et carré forte épaisseur > 8mm | S 355 H |
| • Autres | S 235 JR |

Bois

- Résistance minimum
 - Résineux C 24
 - Feuillu D 30
 - Lamellé-collé GL24h
 - Contrecollé CC 24
 - Panneaux de contreventement OSB 3
 - Panneaux support en toiture OSB 4
 -
- Les bois seront sélectionnés suivant la durabilité naturelle de leur essence et éventuellement traités pour résister aux agressions du milieu (Classes d'exposition 1 à 5, champignons, insectes, termites, etc.)

Boulonnerie

- Diamètre :
 - Les diamètres 14, 18, 22 sont bannis (sauf demande du client)
 - Les longueurs de boulons sont données de 10 en 10 (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120...)
- Classe de qualité :
 - Les boulons de classe 6.8 sont proscrit (rupture fragile).
 - La boulonnerie sera exclusivement composée de classe SB 8-8.
 - La classe 4-6 sera attribué uniquement pour des besoins de soudabilité.
- Tôles acier épaisseur 4mini S 235 JR/S355 JR
- Tous les chevillages en extérieur seront prévus en acier inoxydable

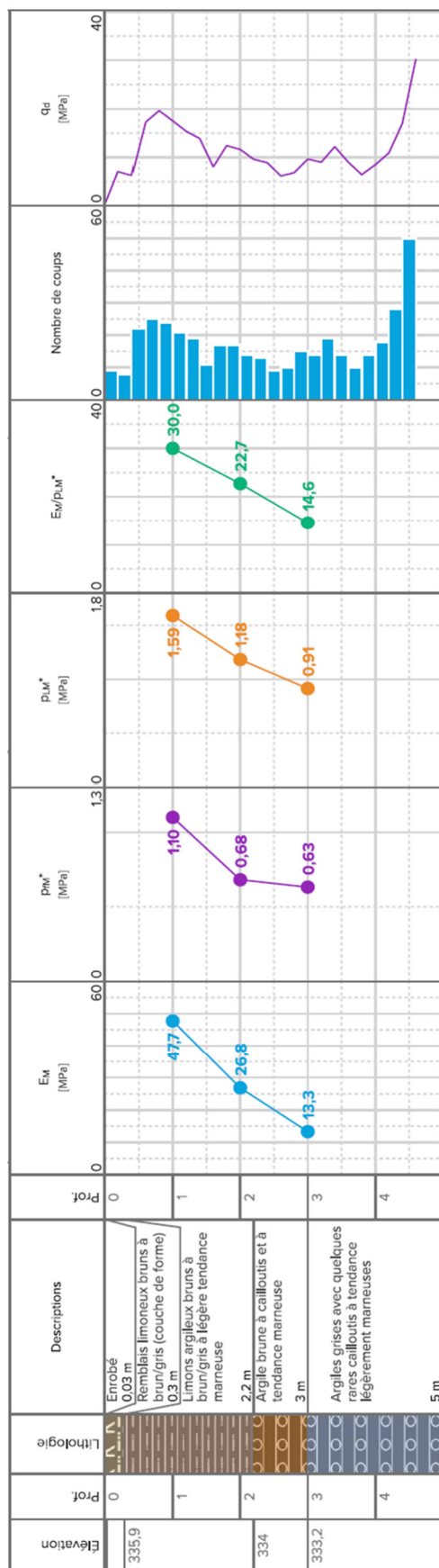
Béton

béton C25/30

- | | |
|---------------------------------------|--|
| • Classe d'exposition | XC2 |
| • Résistance en compression | $f_{ck}=25$ MPa |
| • Coefficient partiel de sécurité | $\gamma_b = 1,5$ |
| • Poids volumique | $\rho_b = 25$ kN/m ³ (béton armé) |
| • Enrobage nominal (contact avec sol) | $c_{nom} = 40$ mm |

2.3. Sol et fondations

- Paramètres de sol issus de G2 AVP GINGER N°ENA2.N.069
- Ancrage mini. 80cm (hors gel) par rapport au TN
- Ancrage mini. 30cm dans formation 2 (argile limoneuse à limons argileux bruns)
- Paramètre de sol: $p_l=0.9$ MPa et $k_p=0.8$ il vient $q_{net} = 0.72$ Mpa
- Contrainte de sol ELU Fond.: $\sigma_{ELU} = 0,26$ Mpa
- Contrainte de sol ELS Cara. & QP.: $\sigma_{ELS} = 0,16$ Mpa
- Diagramme des pressions limites pour adaptation géotechnique des contraintes par rapport à la profondeur :



2.4. Localisation

L'ouvrage étudié se situe dans le département des Vosges (88) à Madonne-et-lamerey.



Les conditions climatiques sont les suivantes :

Neige	Région B1 Altitude : 333m
Vent	Région 2 Rugosité de terrain II

2.5. Chargement

Charges permanentes

Selon éléments validés

• Coefficient de continuité	C_{con}	1,15
• Travée		7,500 m
• Poids propre profilés	G_1	généré automatiquement
• Panneaux photovoltaïques	G_2	0,20 kN/m ²
• Onduleurs	G_3	3,00 kN

Charges d'exploitation

Eurocode 1 - NF EN1991 et annexe nationale

• Equipement	Q_e	0,05 kN/m ²
• Entretien	Q_h	1,50 kN

Charges de vent

Eurocode 1 - NF EN1991 et annexe nationale

• Vent		
Région		2
Rugosité de terrain	II	
Vitesse de référence	V_b	24,00 m/s
Pression dynamique de pointe	Q_p	0,63 kN/m ²
Coefficient de force sur poteau	C_f	2
Toiture isolée 5°	$C_{p,net}$	
	Zone A	-1,6/+0,8
	Zone B	-2,2/+2,1
	Zone C	-2,5/+1,3
	C_1	-3,15/+1,3
	C_2	-3,14/+0,7
	C_3	+0,73/-0,11
Frottement	C_{fr}	21,85 kN

Charges de neige

Eurocode 1 - NF EN1991 et annexe nationale

• Neige		
Région	B1	
$S_{k,0}$		0,55 kN/m ²
Altitude		333 m
S_k		0,68 kN/m ²
S_{Ad}		1,00 kN/m ²


Charges sismique

Eurocode 8

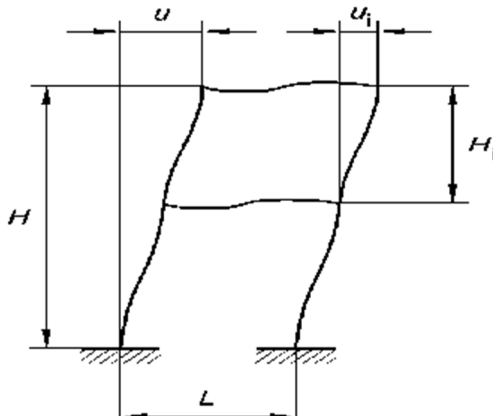
• Sismique		
Région	2	
Catégorie d'importance	I	

2.6. Déplacements admissibles

Verticaux

	W_{tot}	W_Q
<ul style="list-style-type: none"> • Toitures en général Non accessibles aux usagers - uniquement personnels d'entretien. Si faible pente : voir en plus accumulation d'eau de pluie 	L/200	L/250
<ul style="list-style-type: none"> • Toiture supportant fréquemment du personnel autre que le personnel d'entretien 	L/200	L/300
<ul style="list-style-type: none"> • Solives de plancher courant 	L/250	L/350
<ul style="list-style-type: none"> • Eléments supportant des matériaux fragiles (type plaques de plâtre) 	L/400	L/500

Horizontaux

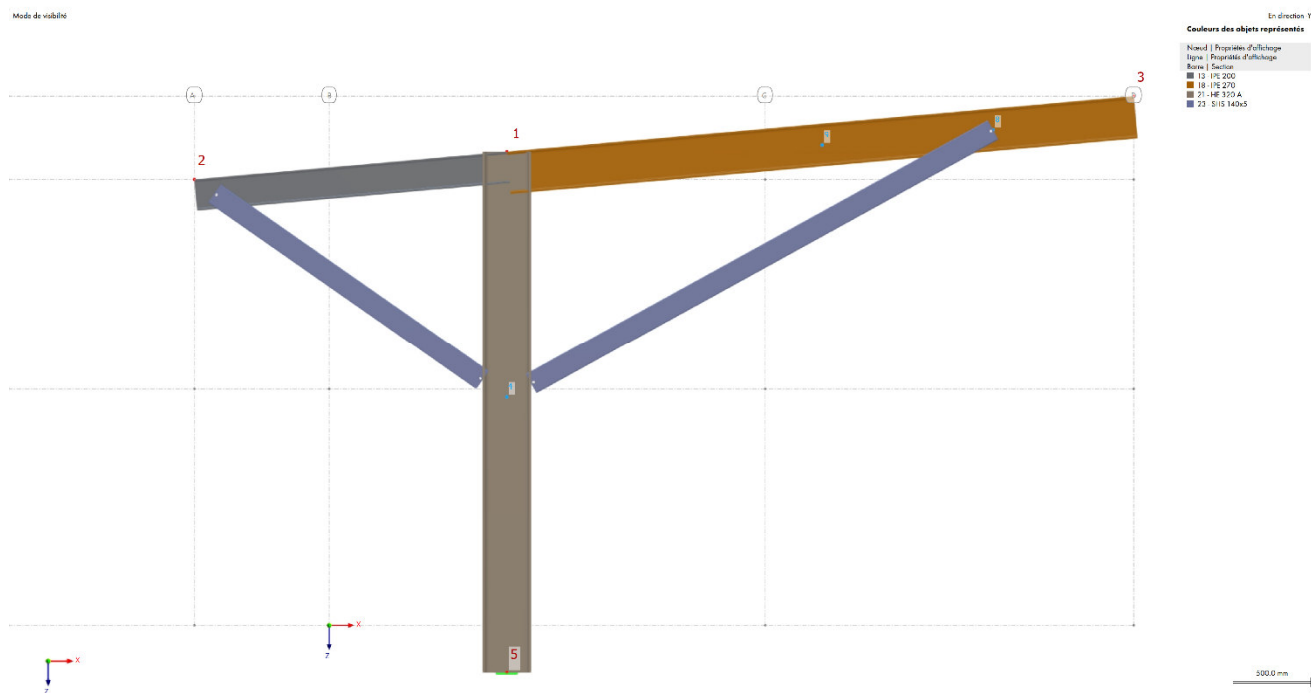
		
<ul style="list-style-type: none"> • Portique sans pont roulant - déplacement en tête de poteaux - déplacement différentiel en tête de poteaux entre 2 portiques consécutifs 		$H_i/150$ $L_i/150$
<ul style="list-style-type: none"> • Eléments support de bardage métallique - lisses - montants (flèches propres) 		$L_i/150$ $H_i/150$
<ul style="list-style-type: none"> • Portique avec pont roulant 		$H_i/200$
<ul style="list-style-type: none"> • Bâtiment industriel à plusieurs niveaux, sans pont roulant, avec parois non-fragiles - entre chaque étage - pour la structure dans son ensemble 	$H < 30$ $H > 30$	$H_i/200$ $H/200$ $H/300$
<ul style="list-style-type: none"> • Bâtiment industriel à plusieurs niveaux, sans pont roulant - entre chaque étage - pour la structure dans son ensemble 	$H < 10$ $10 < H < 30$ $H > 30$	$H_i/300$ $H/200$ $H/(200+10H)$ $H/500$
<ul style="list-style-type: none"> • Portique à niveau unique sans pont roulant - déplacement en tête de poteaux (limité à 1cm pour façade vitrée) - déplacement différentiel en tête de poteaux entre 2 portiques consécutifs 		$H_i/250$ $L_i/200$

3.2. Sections

Portiques

A MODÈLE, EN DIRECTION -Y

Mode de visibilité



Nuance : S275

Poteaux :HEA 320

Bracon : Tube 140x5

Arbalétrier gauche : IPE200

Arbalétrier droit : IPE270

Portiques de stabilité

A MODÈLE, EN DIRECTION -Y

Mode de visibilité



Nuance : S275

Poteaux :IPE 270

Arbalétrier : IPE270

Pannes

Profilés formés à froid en S350 GD : Z300 ép 3mm










→Portée : **max 7.5m**

→**En continuité ;**






→**Avec 2 liens de pannes** positionnés à 1/3 et 2/3 de la portée de la panne ;

3.3. Descente de charges

Cas de charge

CC N°	Nom
1	 G Poids propre
2	 QLE Qe
3	 Qs Neige
4	 Qw Wx+ cp-
5	 Qw Wx+ cp+
6	 Qw Wx- cp-
7	 Qw Wx- cp+
8	 Qw Wy cp+
9	 Qw Wy cp-



























































Situation projet

SP N°	Situation de projet
1	 ELU ELU (STR/GEO) - Permanent et transitoire - Éq. 6.10
2	 SCh ELS - Caractéristique
3	 SFr ELS - Fréquent
4	 SQp ELS - Quasi-permanent
5	 EQU ELU (EQU) - Permanent et transitoire

Combinaisons

CO N°	Combinaison de charges
1	1.35 * CC1
2	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2
3	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3
4	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC4
5	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC5
6	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC6
7	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC7
8	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC8
9	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC9
10	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC4
11	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC5
12	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC6
13	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC7
14	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC8
15	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC9
16	1.35 * CC1 + 1.50 * CC3
17	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3
18	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC4
19	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC5
20	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC6
21	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC7
22	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC8
23	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC9
24	1.35 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC4
25	1.35 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC5
26	1.35 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC6
27	1.35 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC7
28	1.35 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC8
29	1.35 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC9
30	1.35 * CC1 + 1.50 * CC4
31	1.35 * CC1 + 1.50 * CC5
32	1.35 * CC1 + 1.50 * CC6
33	1.35 * CC1 + 1.50 * CC7
34	1.35 * CC1 + 1.50 * CC8
35	1.35 * CC1 + 1.50 * CC9
36	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC4
37	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC5
38	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC6
39	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC7
40	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC8
41	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC9
42	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC4
43	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC5
44	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC6
45	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC7
46	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC8
47	1.35 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC9
48	1.35 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC4
49	1.35 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC5
50	1.35 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC6
51	1.35 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC7
52	1.35 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC8
53	1.35 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC9
54	CC1
55	CC1 + CC2
56	CC1 + CC2 + 0.50 * CC3
57	CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + 0.60 * CC4
58	CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + 0.60 * CC5
59	CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + 0.60 * CC6
60	CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + 0.60 * CC7
61	CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + 0.60 * CC8
62	CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + 0.60 * CC9
63	CC1 + CC2 + 0.60 * CC4
64	CC1 + CC2 + 0.60 * CC5
65	CC1 + CC2 + 0.60 * CC6
66	CC1 + CC2 + 0.60 * CC7
67	CC1 + CC2 + 0.60 * CC8
68	CC1 + CC2 + 0.60 * CC9
69	CC1 + CC3
70	CC1 + CC2 + CC3
71	CC1 + CC2 + CC3 + 0.60 * CC4
72	CC1 + CC2 + CC3 + 0.60 * CC5
73	CC1 + CC2 + CC3 + 0.60 * CC6
74	CC1 + CC2 + CC3 + 0.60 * CC7
75	CC1 + CC2 + CC3 + 0.60 * CC8
76	CC1 + CC2 + CC3 + 0.60 * CC9
77	CC1 + CC3 + 0.60 * CC4

CO N°	Combinaison de charges
78	S Ch CC1 + CC3 + 0.60 * CC5
79	S Ch CC1 + CC3 + 0.60 * CC6
80	S Ch CC1 + CC3 + 0.60 * CC7
81	S Ch CC1 + CC3 + 0.60 * CC8
82	S Ch CC1 + CC3 + 0.60 * CC9
83	S Ch CC1 + CC4
84	S Ch CC1 + CC5
85	S Ch CC1 + CC6
86	S Ch CC1 + CC7
87	S Ch CC1 + CC8
88	S Ch CC1 + CC9
89	S Ch CC1 + CC2 + CC4
90	S Ch CC1 + CC2 + CC5
91	S Ch CC1 + CC2 + CC6
92	S Ch CC1 + CC2 + CC7
93	S Ch CC1 + CC2 + CC8
94	S Ch CC1 + CC2 + CC9
95	S Ch CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + CC4
96	S Ch CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + CC5
97	S Ch CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + CC6
98	S Ch CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + CC7
99	S Ch CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + CC8
100	S Ch CC1 + CC2 + 0.50 * CC3 + CC9
101	S Ch CC1 + 0.50 * CC3 + CC4
102	S Ch CC1 + 0.50 * CC3 + CC5
103	S Ch CC1 + 0.50 * CC3 + CC6
104	S Ch CC1 + 0.50 * CC3 + CC7
105	S Ch CC1 + 0.50 * CC3 + CC8
106	S Ch CC1 + 0.50 * CC3 + CC9
107	EQU 1.10 * CC1
108	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2
109	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3
110	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC4
111	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC5
112	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC6
113	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC7
114	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC8
115	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC9
116	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC4
117	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC5
118	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC6
119	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC7
120	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC8
121	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC9
122	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC3
123	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3
124	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC4
125	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC5
126	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC6
127	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC7
128	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC8
129	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC9
130	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC4
131	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC5
132	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC6
133	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC7
134	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC8
135	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC9
136	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC4
137	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC5
138	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC6
139	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC7
140	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC8
141	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC9
142	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC4
143	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC5
144	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC6
145	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC7
146	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC8
147	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC9
148	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC4
149	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC5
150	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC6
151	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC7
152	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC8
153	EQU 1.10 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC9
154	EQU 1.10 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC4

CO N°	Combinaison de charges
155	 1.10 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC5
156	 1.10 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC6
157	 1.10 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC7
158	 1.10 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC8
159	 1.10 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC9
160	 0.90 * CC1
161	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2
162	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3
163	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC4
164	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC5
165	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC6
166	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC7
167	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC8
168	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 0.90 * CC9
169	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC4
170	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC5
171	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC6
172	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC7
173	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC8
174	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.90 * CC9
175	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC3
176	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3
177	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC4
178	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC5
179	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC6
180	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC7
181	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC8
182	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC9
183	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC4
184	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC5
185	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC6
186	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC7
187	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC8
188	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC3 + 0.90 * CC9
189	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC4
190	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC5
191	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC6
192	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC7
193	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC8
194	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC9
195	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC4
196	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC5
197	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC6
198	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC7
199	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC8
200	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 1.50 * CC9
201	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC4
202	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC5
203	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC6
204	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC7
205	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC8
206	 0.90 * CC1 + 1.50 * CC2 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC9
207	 0.90 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC4
208	 0.90 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC5
209	 0.90 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC6
210	 0.90 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC7
211	 0.90 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC8
212	 0.90 * CC1 + 0.75 * CC3 + 1.50 * CC9






Descente de charges portiques

Noeud n°	Charg. n°		Forces d'appui			Moments d'appui			Com. sur le nœud Charg. cor.
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	
5	CC1		0.00	0.00	19.68	0.00	-13.71	0.00	Cas simple
5	CC2		0.00	0.00	2.59	0.00	-2.62	0.00	
5	CC3		0.00	0.00	28.26	0.00	-28.64	0.00	
5	CC4		-0.07	0.00	-46.78	0.00	-19.68	0.00	
5	CC5		5.23	0.00	13.17	0.00	-8.19	0.00	
5	CC6		-8.20	0.00	-46.76	0.00	141.65	0.00	
5	CC7		-2.85	0.00	13.79	0.00	-27.13	0.00	
5	CC8		1.78	0.00	20.07	0.00	-26.16	0.00	
5	CC9		-8.43	0.00	-95.24	0.00	124.17	0.00	
5	SP1	P _x	7.85	0.00	71.40	0.00	-56.21	0.00	CO43
			-12.64	0.00	-116.30	0.00	167.74	0.00	CO35
		P _y	0.00	0.00	26.56	0.00	-18.51	0.00	CO1
			0.00	0.00	26.56	0.00	-18.51	0.00	CO1
		P _z	1.60	0.00	90.90	0.00	-88.94	0.00	CO22
			-12.64	0.00	-116.30	0.00	167.74	0.00	CO35
		M _x	0.00	0.00	26.56	0.00	-18.51	0.00	CO1
			0.00	0.00	26.56	0.00	-18.51	0.00	CO1
		M _y	-12.31	0.00	-43.57	0.00	193.97	0.00	CO32
			-2.56	0.00	85.25	0.00	-89.81	0.00	CO21
		M _z	0.00	0.00	26.56	0.00	-18.51	0.00	CO1
			0.00	0.00	26.56	0.00	-18.51	0.00	CO1
5	SP2	P _x	5.23	0.00	35.43	0.00	-24.52	0.00	CO90
			-8.43	0.00	-75.56	0.00	110.45	0.00	CO88
		P _y	0.00	0.00	19.68	0.00	-13.71	0.00	CO54
			0.00	0.00	19.68	0.00	-13.71	0.00	CO54
		P _z	1.07	0.00	62.57	0.00	-60.67	0.00	CO75
			-8.43	0.00	-75.56	0.00	110.45	0.00	CO88
		M _x	0.00	0.00	19.68	0.00	-13.71	0.00	CO54
			0.00	0.00	19.68	0.00	-13.71	0.00	CO54
		M _y	-8.20	0.00	-27.08	0.00	127.94	0.00	CO85
			-1.71	0.00	58.80	0.00	-61.25	0.00	CO74
		M _z	0.00	0.00	19.68	0.00	-13.71	0.00	CO54
			0.00	0.00	19.68	0.00	-13.71	0.00	CO54
5	SP5	P _x	7.85	0.00	58.66	0.00	-46.11	0.00	CO208
			-12.64	0.00	-103.96	0.00	152.43	0.00	CO212
		P _y	0.00	0.00	21.64	0.00	-15.08	0.00	CO107
			0.00	0.00	21.64	0.00	-15.08	0.00	CO107
		P _z	1.60	0.00	85.98	0.00	-85.52	0.00	CO128
			-12.64	0.00	-125.15	0.00	173.91	0.00	CO194
		M _x	0.00	0.00	21.64	0.00	-15.08	0.00	CO107
			0.00	0.00	21.64	0.00	-15.08	0.00	CO107
		M _y	-12.31	0.00	-52.43	0.00	200.14	0.00	CO191
			-2.56	0.00	80.33	0.00	-86.39	0.00	CO127
		M _z	0.00	0.00	21.64	0.00	-15.08	0.00	CO107
			0.00	0.00	21.64	0.00	-15.08	0.00	CO107

Descente de charges portiques de stabilité

W_x à combiner avec W_y du portique

Noeud n°	Charg. n°		Forces d'appui			Moments d'appui			Com. sur le nœud Charg. cor.
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	
10	CC1		-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	
12	CC1		0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	
10	CC2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	CC2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	CC3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	CC3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	CC4		10.61	0.00	-8.55	0.00	0.00	0.00	
12	CC4		11.39	0.00	8.55	0.00	0.00	0.00	
10	CC5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	CC5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	CC6		-11.39	0.00	8.55	0.00	0.00	0.00	
12	CC6		-10.61	0.00	-8.55	0.00	0.00	0.00	
10	CC7		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	CC7		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	CC8		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	CC8		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	CC9		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	CC9		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

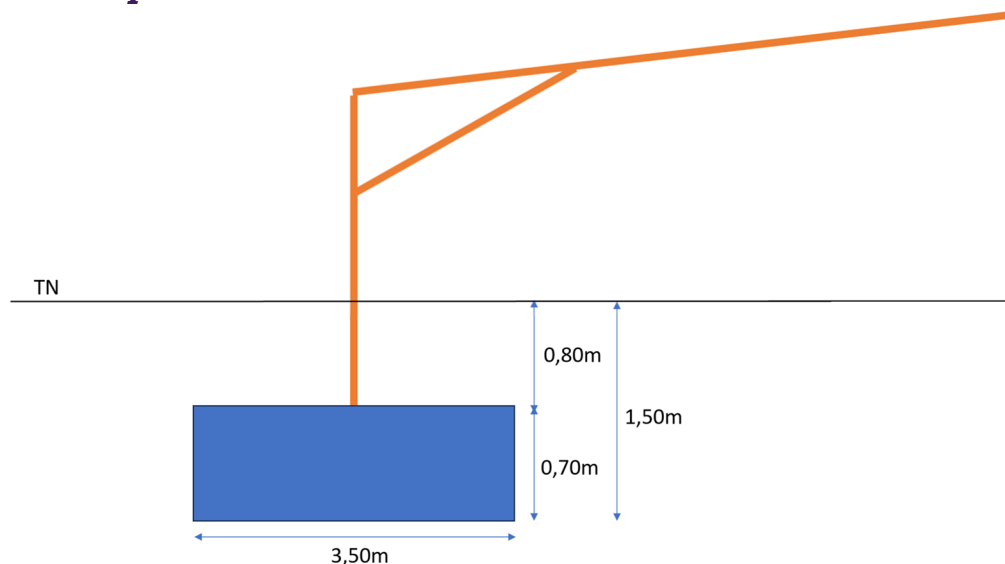
10	 SP1	Px	15.26	0.00	-9.65	0.00	0.00	0.00	CO30
			-17.74	0.00	16.01	0.00	0.00	0.00	CO32
		Py	-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
		Pz	-17.74	0.00	16.01	0.00	0.00	0.00	CO32
			15.26	0.00	-9.65	0.00	0.00	0.00	CO30
		Mx	-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
		My	-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
		Mz	-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			-0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
12	 SP1	Px	17.74	0.00	16.01	0.00	0.00	0.00	CO30
			-15.26	0.00	-9.65	0.00	0.00	0.00	CO32
		Py	0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
		Pz	17.74	0.00	16.01	0.00	0.00	0.00	CO30
			-15.26	0.00	-9.65	0.00	0.00	0.00	CO32
		Mx	0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
		My	0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
		Mz	0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
			0.65	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	CO1
10	 SP2	Px	10.12	0.00	-6.20	0.00	0.00	0.00	CO83
			-11.88	0.00	10.91	0.00	0.00	0.00	CO85
		Py	-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
		Pz	-11.88	0.00	10.91	0.00	0.00	0.00	CO85
			10.12	0.00	-6.20	0.00	0.00	0.00	CO83
		Mx	-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
		My	-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
		Mz	-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			-0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
12	 SP2	Px	11.88	0.00	10.91	0.00	0.00	0.00	CO83
			-10.12	0.00	-6.20	0.00	0.00	0.00	CO85
		Py	0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
		Pz	11.88	0.00	10.91	0.00	0.00	0.00	CO83
			-10.12	0.00	-6.20	0.00	0.00	0.00	CO85
		Mx	0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
		My	0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
		Mz	0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
			0.48	0.00	2.35	0.00	0.00	0.00	CO54
10	 SP5	Px	15.48	0.00	-10.71	0.00	0.00	0.00	CO189
			-17.62	0.00	15.42	0.00	0.00	0.00	CO138
		Py	-0.53	0.00	2.59	0.00	0.00	0.00	CO107

4. Fondations

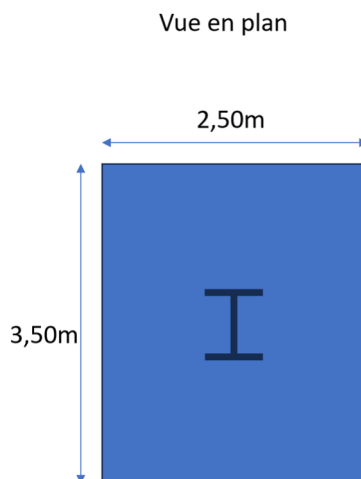
Dimensionnement des fondations selon la descente de charge (DDC) calculée dans la partie précédente.

Les dimensions des fondations sont présentées sur les vues ci-dessous.

4.1. Vue en coupe



4.2. Vue en plan



4.3. Synthèses des résultats

Géométrie du massif de fondation : 3,50mx2,50mx0,70mht

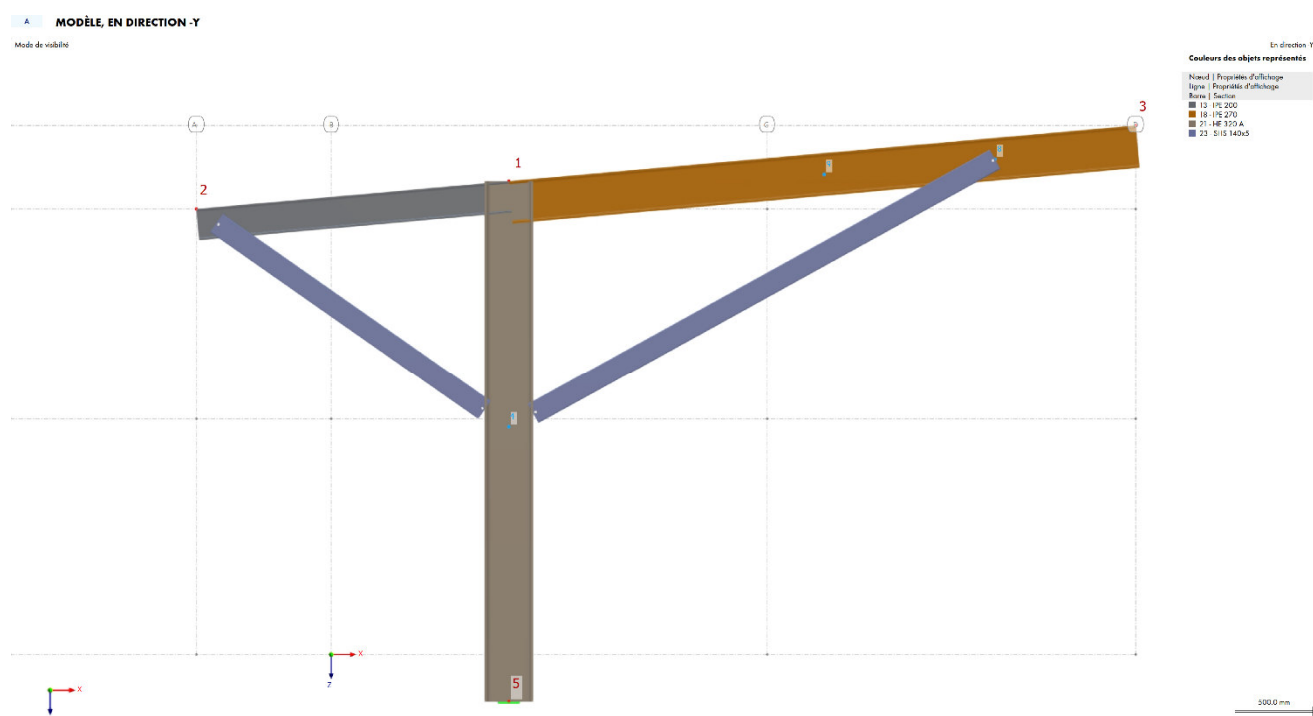
Ratio d'armature :65 kg/m³ (totalité de la semelle, soit aciers tendus, acier de montage, acier de peau, aciers complémentaires)

5. Conclusion

L'ombrière photovoltaïque respectant les sections et préconisations présentées précédemment est correctement dimensionnée par rapport aux charges indiquées dans la partie hypothèses.

Pour rappel :

Portique principal de la structure métallique :



Nuance : S275

Poteaux : HEA 320

Bracon : Tube 140x5

Arbalétrier gauche : IPE200

Arbalétrier droit : IPE270

Fondations :

- Géométrie du massif de fondation : 3,50x2,50x0,70ht.
- Ratio d'armature : 65 kg/m³ (totalité de la semelle, soit aciers tendus, acier de montage, acier de peau, aciers complémentaires).