

**BUREAU D'ETUDES**



485 rue des Entreprises  
**43200 YSSINGEAUX**  
Tél. : 04.71.56.39.66  
Email : [structures@seryss.fr](mailto:structures@seryss.fr)



Sun'Agri

4 quai des Etroits  
**69005 LYON**  
Tél. : 04.78.796.95.86

**N° AFFAIRE : SUN.131.25S**

**OBJET :**

**P1527 - Structure AGRIVOLTAÏQUE  
GRAVESON (13 – BOUCHE DU RHONE)**

**NOTE DE CALCUL DE LA STRUCTURE**

|             |               |                     |
|-------------|---------------|---------------------|
|             |               |                     |
|             |               |                     |
|             |               |                     |
| 17/10/2025  | A             | PREMIERE EDITION    |
| <b>Date</b> | <b>Indice</b> | <b>Modification</b> |

## SOMMAIRE

|                                                           |                                    |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1 - HYPOTHESES :                                          | 2                                  |
| 1.1 - CHARGES.....                                        | 2                                  |
| 1.1.1 - PERMANENTES - G .....                             | 2                                  |
| 1.1.2 - CHARGES DE NEIGE.....                             | 2                                  |
| 1.1.3 - CHARGES DE VENT .....                             | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| 1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS ..... | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| 1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :                        | 4                                  |
| 1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :                           | 4                                  |
| 1.4 - REGLEMENTS :                                        | 4                                  |
| 2 - OBJET DE LA NOTE.....                                 | 5                                  |
| 3 - IMPLANTATION DE L'INSTALLATION.....                   | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| 4 - MODELISATION .....                                    | 8                                  |
| 4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE .....                         | 8                                  |
| 4.1.1 - SECTIONS .....                                    | 9                                  |
| 4.1.2 - RELACHEMENTS.....                                 | 9                                  |
| 4.2 - MODELISATION D'UN MODULE TYPE A 70° .....           | 10                                 |
| 4.3 - CHARGEMENT .....                                    | 12                                 |
| 4.3.1 - CAS.....                                          | 12                                 |
| 4.3.2 - VALEURS DES CHARGES.....                          | 12                                 |
| 4.3.3 - SCHEMAS.....                                      | 13                                 |
| 4.3.4 - COMBINAISONS ANALYSEES .....                      | 16                                 |
| 4.4 - VERIFICATION DES PROFILS.....                       | 17                                 |
| 4.4.1 - CONTRAINTE .....                                  | 17                                 |
| 4.4.2 - DEPLACEMENT.....                                  | 20                                 |
| 5 - CONCLUSION .....                                      | 21                                 |

# **1 - HYPOTHESES :**

La structure est considérée comme une serre de catégorie B15.

## **1.1 - CHARGES**

### **1.1.1 - PERMANENTES - G**

Panneaux Photovoltaïques 12.5 daN/m<sup>2</sup>  
Poids propre

### **1.1.2 - CHARGES DE NEIGE**

Charges de neige suivant Eurocode 1991-1-3 et annexe nationale (NF EN1991-1-3 et AN)

Localisation : GRAVESON (13 – BOUCHE DU RHONE)

Zone A2 Altitude : < 200m

Charge caractéristique :  $S_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$

Charge accidentelle :  $S_{ad} = 1.00 \text{ kN/m}^2$

Les charges de neige ne sont pas prises en compte sur les panneaux par suite de l'installation de capteurs qui basculent les panneaux en position verticale. Toutefois la neige est présente sur la structure non mobile.

### **1.1.3 - CHARGES DE VENT**

Charges suivant EUROCODES 1 – NF EN 1991-1-4 et Annexe Nationale

Les charges de vent sont prises conforme aux Eurocode jusqu'à une vitesse de 70 km/h, pour toute position. Au-delà de cette vitesse, une sécurité physique bascule automatiquement les panneaux en position horizontale.

#### **Position repos – Panneaux horizontaux**

Zone 3 .....  $V_{b,0} = 26 \text{ m/s}$

#### **Rugosité du terrain**

Catégorie du terrain ..... II

$z_0 = 0.05$

$z_{min} = 2\text{m}$

Facteur de terrain .....  $k_r = 0.190$

$C_{dir} = 1$

$C_{season} = 1$

#### **Orographie du terrain**

Coefficient .....  $C_o = 1$

$k_i = 0.995$

$I_v = k_i / (\ln(z/z_0)) \rightarrow 0.995 / \ln(5.2/0.05) = 0.214$

Masse volumique de l'air :  $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe :  $q_{p(5.2)} = (1+7 \cdot I_v) \times \frac{1}{2} \rho \times (0.882 \cdot 24)^2 = 80.4 \text{ daN/m}^2$

### **Position production – Panneaux jusqu'à 70°**

Vent Limité à 70km/h .....  $V_{b,0} = 19.44 \text{ m/s}$

Masse volumique de l'air :  $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe :  $q_{p(5.2)} = \frac{1}{2} \rho \times (19.44)^2 = 23 \text{ daN/m}^2$

### **1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS**

Le projet se situant en zone inondable, avec un aléa Fort, caractérisé par une hauteur d'eau inférieure à 1m (Cf : PPRI de la Durance).

Nous considérerons donc le couple Hauteur/Vitesse suivant :

| Hauteur max. (m) | Vitesse max. (m/s) |
|------------------|--------------------|
| 1                | 1                  |

Les charges statiques équivalentes aux couples transmis seront de profil linéaire pour l'écoulement de l'eau et pour les embâcles et déterminées par les formules suivantes en considérant un poteau métallique de 18 cm ou sur la largeur des embâcles (4.5m par poteau pour être sur les mêmes hypothèses que les études précédentes) :

- Pression de l'eau sur le profilé :

$$P1 = 1/2 \rho * v^2 * Cx * 0.18$$

pour  $h < 1\text{m} \rightarrow 108 \text{ daN/ml}$

- Pression liée aux embâcles :

La pression liée aux embâcles correspond à l'obstruction totale de l'intervalle entre poteaux. Afin de rester sécuritaire, la pression est appliquée à l'intégralité des poteaux et pas seulement sur la 1<sup>ère</sup> rangée.

$$P2 = 1/2 \rho * v^2 * Cx * 4.5$$

Pour  $h \leq 1\text{m} \rightarrow 2700 \text{ daN/ml}$

Avec :

- Coefficient de trainée  $Cx = 1.2$
- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $v = 1 \text{ m/s}$

- Charge de chocs :

Afin de palier le risque de choc, nous considérons un corps flottant correspondant à un arbre déraciné en amont. Le corps flottant est pris à 300 daN. Nous appliquons un coefficient de 1.5 afin de prendre en compte l'effet dynamique.

**1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :**

Flèche maxi des porteurs horizontaux :

$W_{\max} = 1/200$  de la portée sous G + Q

$W_{\max} = 1/300$  de la portée sous Q

Déplacements horizontaux des montants :  $1/80^{\text{ème}}$  de la hauteur

**1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :**

Profils laminé type IPE, HEA et UPN

Profils en Cornières, tubes

Profils laminé type IPE, HEA et UPN

Profils en tubes

Boulons :

Acier S275 :  $\sigma_e = 275 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S235 :  $\sigma_e = 235 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 :  $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 :  $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Classe 8.8  $\sigma_e = 640 \text{ MPa}$   $\sigma_{\text{red}} = 550 \text{ MPa}$

**1.4 - REGLEMENTS :**

CHARGES

COMBINAISONS

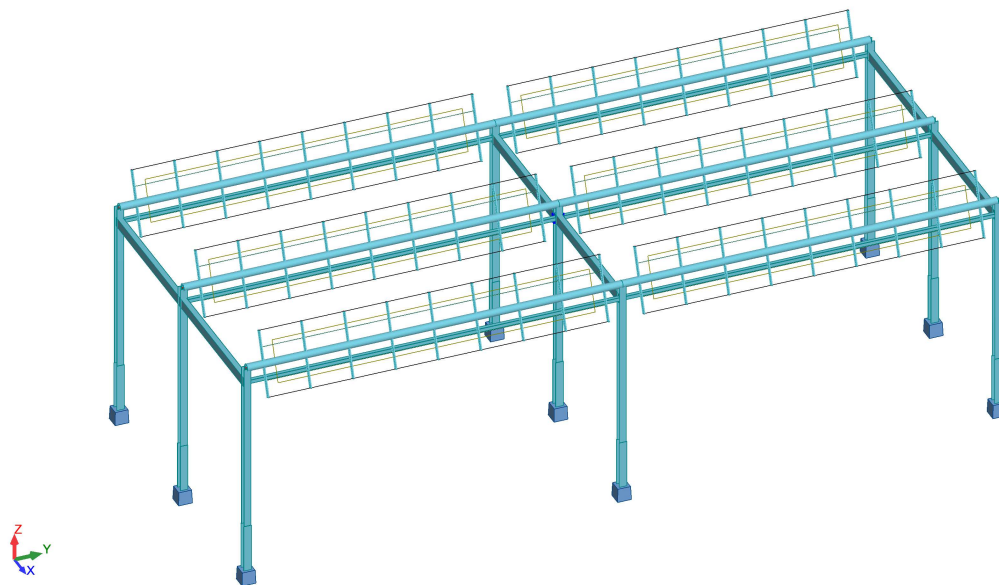
VERIFICATIONS

EUROCODES 1.3 et 1.4 + AN

EN 13031-1 : 2001

EUROCODES 3 + AN

## **2 - OBJET DE LA NOTE**

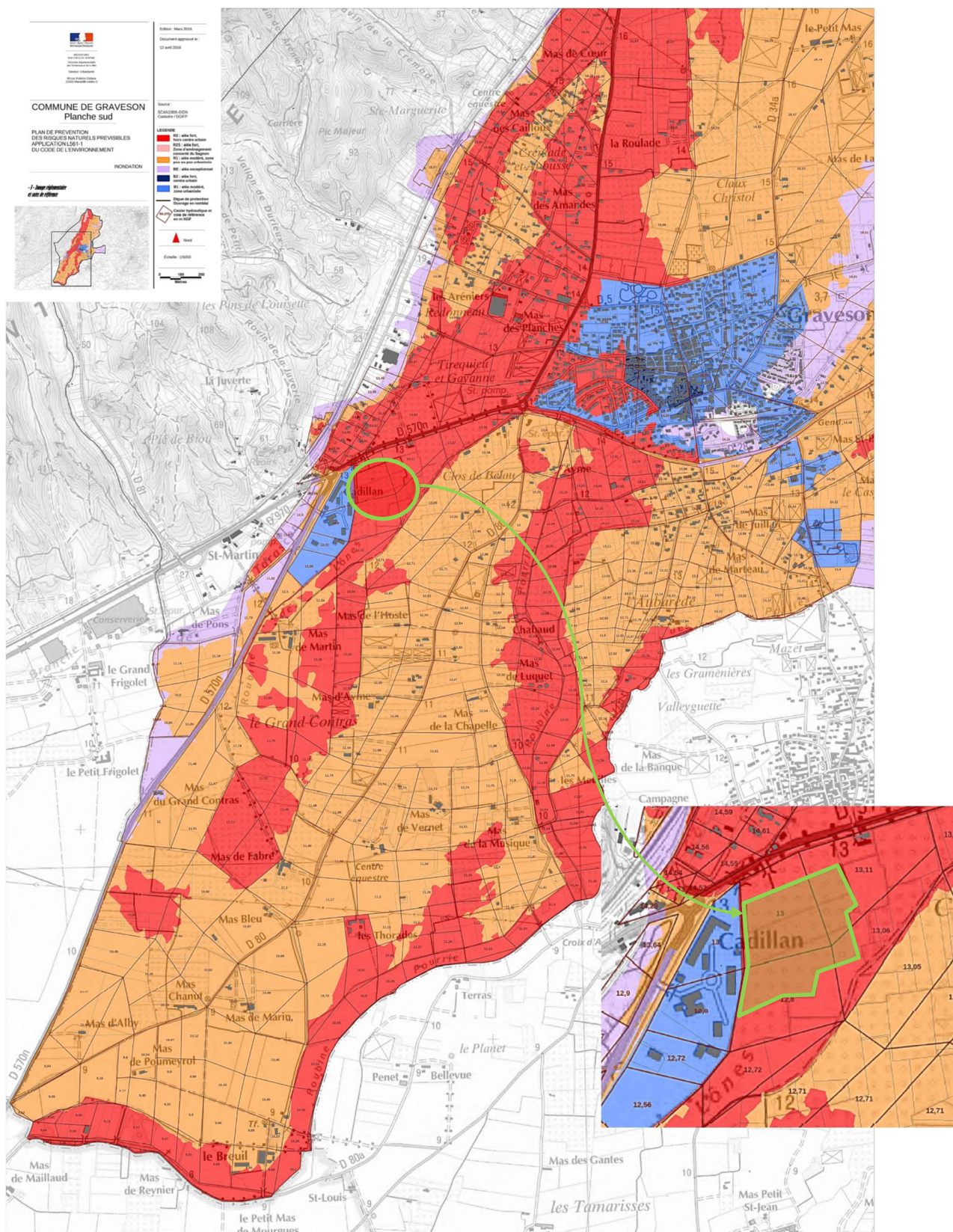


**MODELISATION AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS**  
**SUN.171.25-S – GRAVESON + CRUE**

Le but de cette étude est de vérifier la structure sous charges climatiques et de s'assurer qu'elle satisfasse les règlements en vigueur tant en déplacements qu'en résistance. Cette étude est complétée par l'étude en situation de crues.

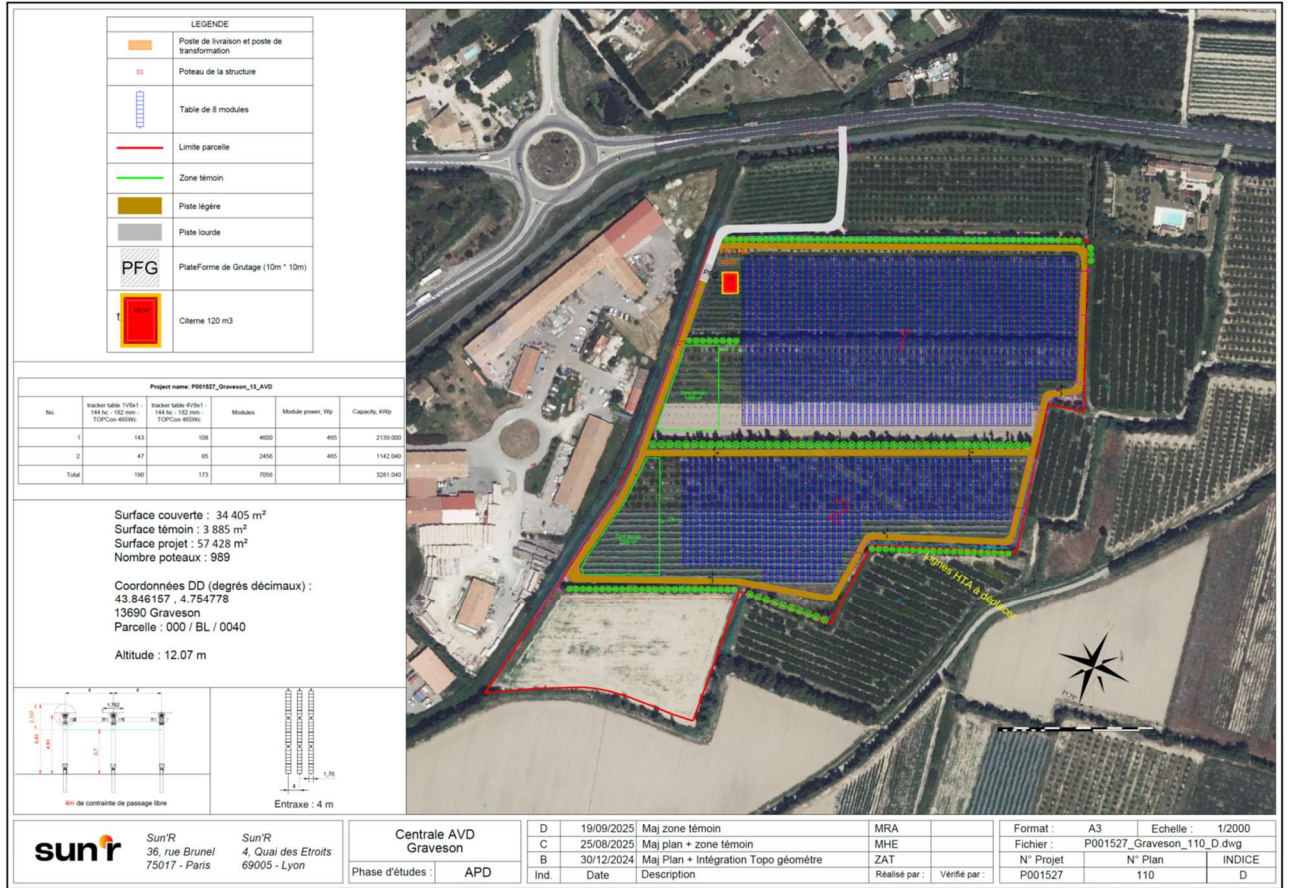
### 3 - IMPLANTATION DE L'INSTALLATION

L'installation du projet se situe sur la commune GRAVESON dans les Bouches du Rhône. Le projet est situé en zone inondable d'aléa fort avec une hauteur d'eau de 1 m. Afin de prendre en compte le risque et les hauteurs d'eau du PPRI, le local technique est implanté 120 cm au-dessus du sol, ainsi que l'ensemble des équipements sensibles.

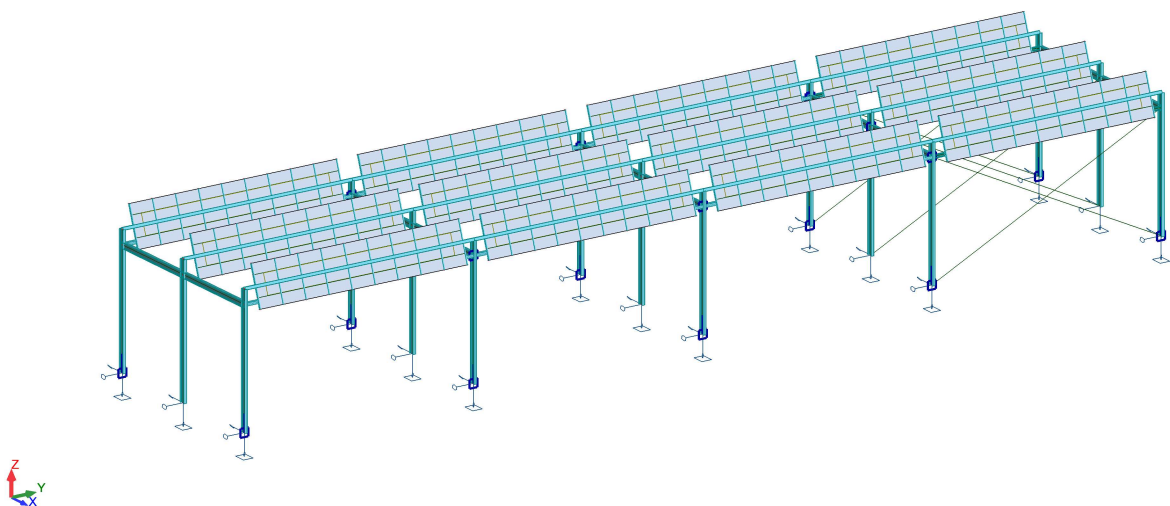


## 4 - MODELISATION

### 4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE

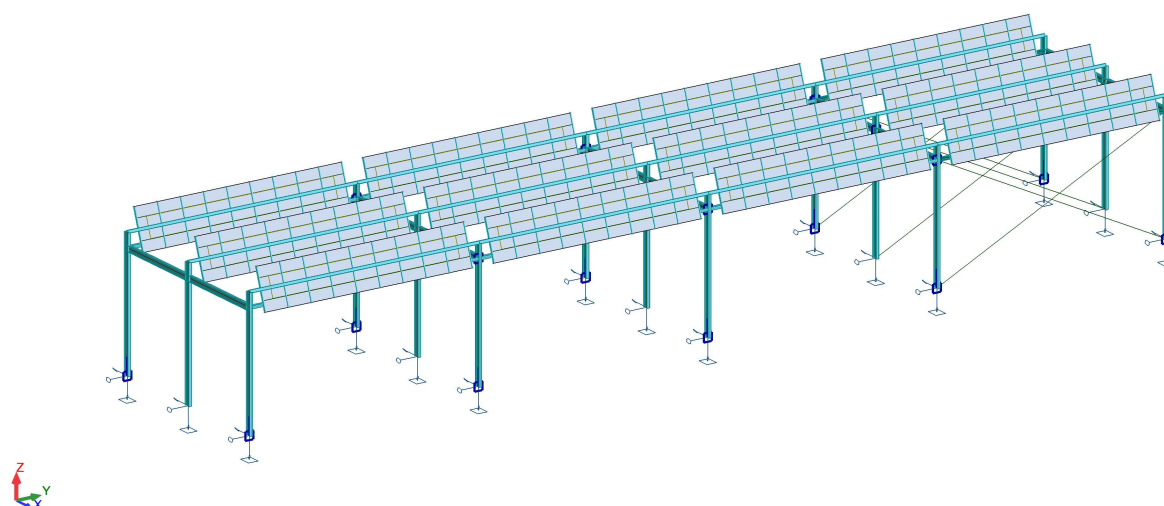
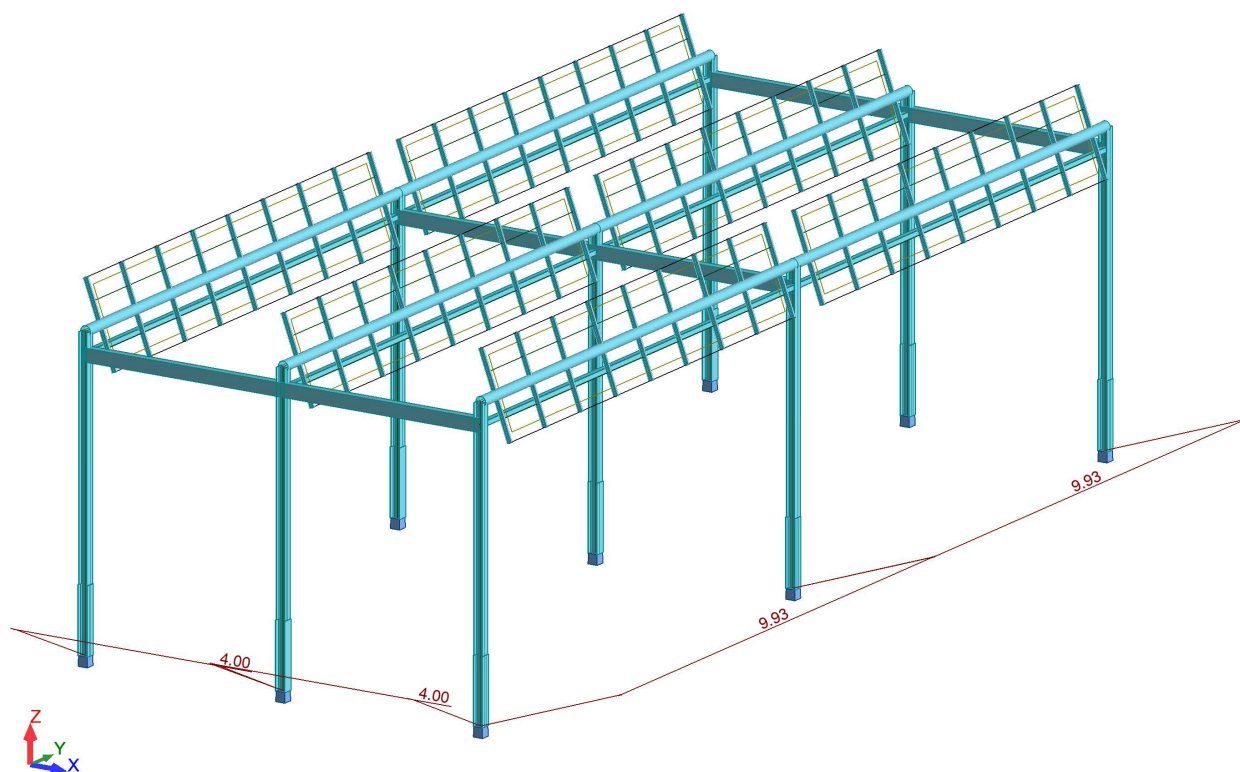


Reproduction ou modification interdite sans l'autorisation de la société Sun'R



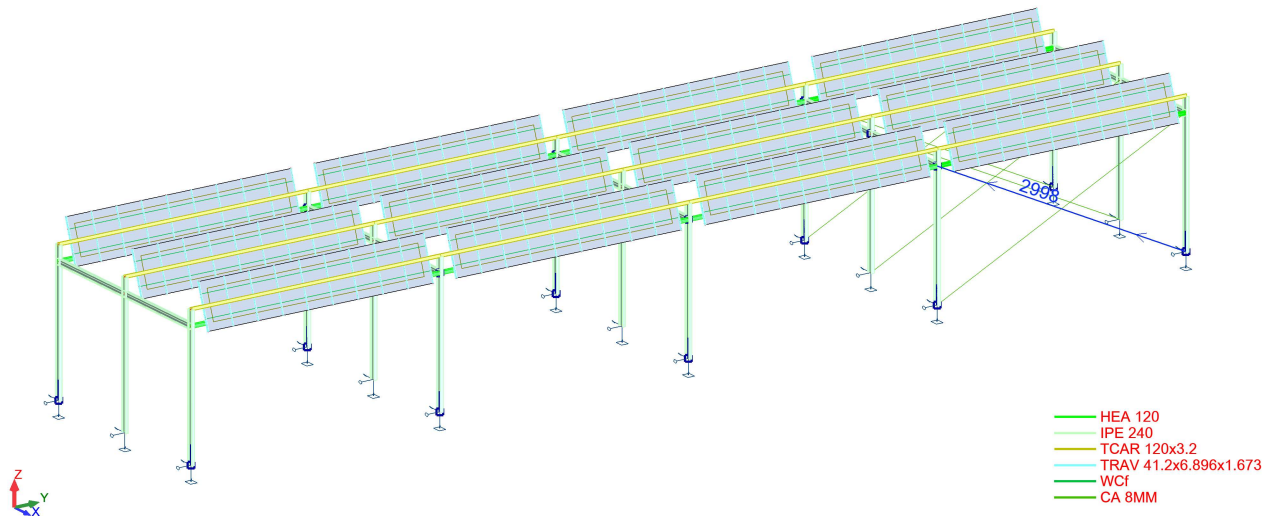
## **5 - MODELISATION**

### **5.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE**

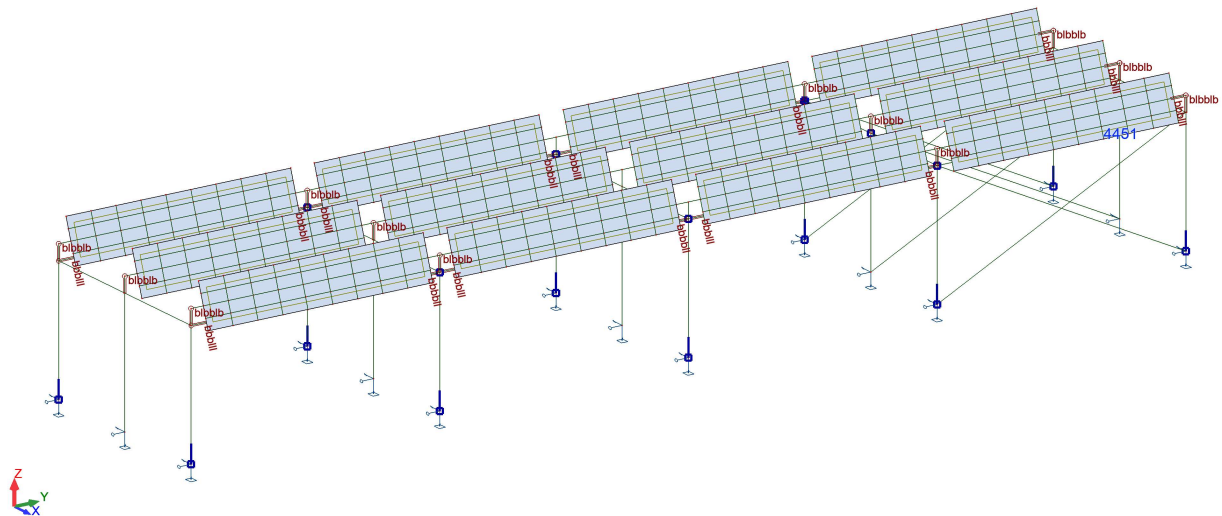


**MODELISATION AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS**  
**L'ISLE-SUR-LA-SORGUE – MODULE 70°**

### 5.1.1 - SECTIONS



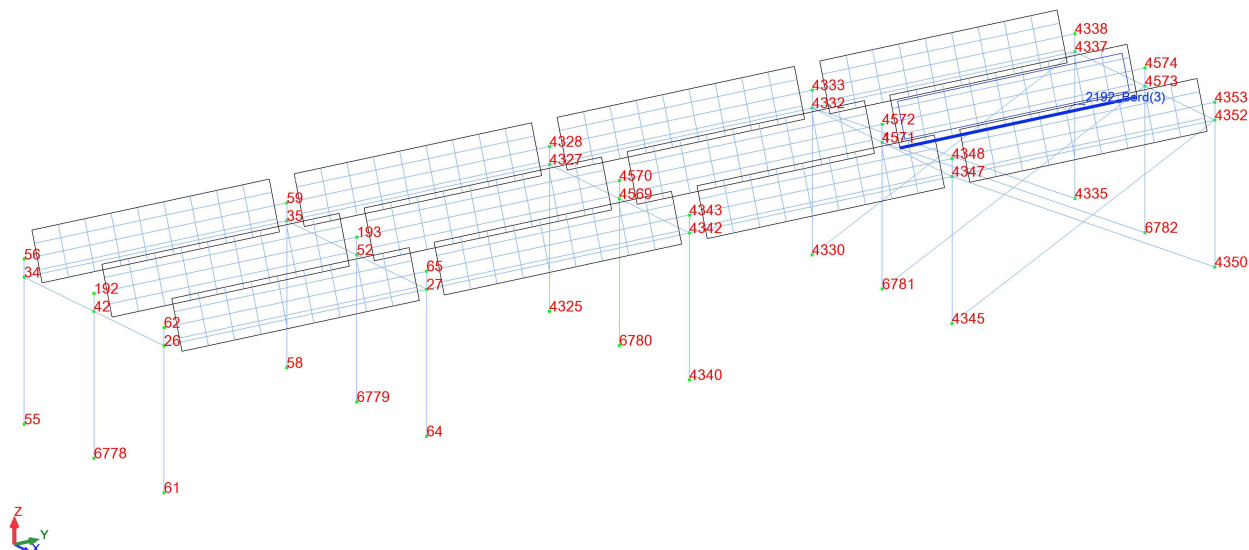
### 5.1.2 - RELACHEMENTS



Les traverses longitudinales sont biarticulées. Les traverses transversales (reliant chaque ligne de poteaux) sont considérées encastées. Les longerons en tubes sont considérés glissants sur les supports rotules et considérés encastés sur la file recevant les moteurs. Les pieds sont tous articulés sur pieux en HEA200(ou HEA180)

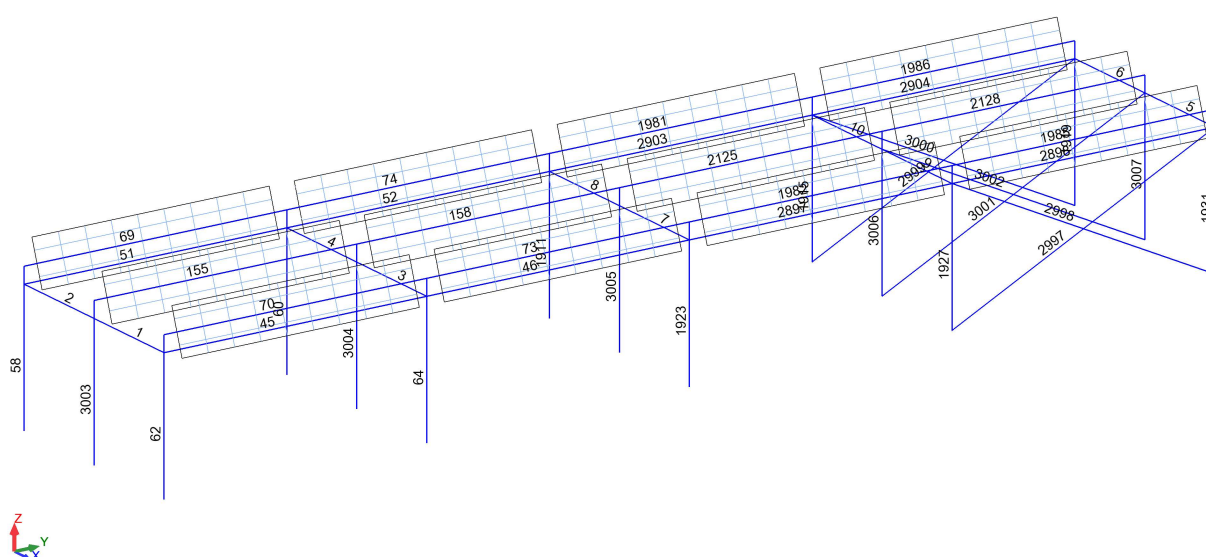
## 5.2 - MODELISATION D'UN MODULE TYPE A 70°

### NŒUDS ET BARRES



### Localisation des nœuds

| Noeud | X [m] | Y [m]  | Z [m] | Appui      |
|-------|-------|--------|-------|------------|
| 1     | 56,67 | 0,00   | 4,80  |            |
| 2     | 60,67 | 0,00   | 4,80  |            |
| 3     | 52,67 | 0,00   | 4,80  |            |
| 4     | 56,67 | 9,95   | 4,80  |            |
| 5     | 60,67 | 9,95   | 4,80  |            |
| 6     | 52,67 | 9,95   | 4,80  |            |
| 26    | 60,67 | -29,84 | 4,80  |            |
| 27    | 60,67 | -19,89 | 4,80  |            |
| 34    | 52,67 | -29,84 | 4,80  |            |
| 35    | 52,67 | -19,89 | 4,80  |            |
| 41    | 52,67 | -28,56 | 4,80  |            |
| 42    | 56,67 | -29,84 | 4,80  |            |
| 52    | 56,67 | -19,89 | 4,80  |            |
| 55    | 52,67 | -29,84 | -0,10 | Rotule RzB |
| 56    | 52,67 | -29,84 | 5,40  |            |
| 58    | 52,67 | -19,89 | -0,10 | Rotule RzB |
| 59    | 52,67 | -19,89 | 5,40  |            |
| 61    | 60,67 | -29,84 | -0,10 | Rotule RzB |
| 62    | 60,67 | -29,84 | 5,40  |            |
| 64    | 60,67 | -19,89 | -0,10 | Rotule RzB |
| 65    | 60,67 | -19,89 | 5,40  |            |
| 192   | 56,67 | -29,84 | 5,40  |            |
| 193   | 56,67 | -19,89 | 5,40  |            |
| 4325  | 52,67 | -9,95  | -0,10 | Rotule RzB |
| 4327  | 52,67 | -9,95  | 4,80  |            |
| 4328  | 52,67 | -9,95  | 5,40  |            |
| 4330  | 52,67 | 0,0    | -0,10 | Rotule RzB |
| 4332  | 52,67 | 0,0    | 4,80  |            |
| 4333  | 52,67 | 0,0    | 5,40  |            |
| 4335  | 52,67 | 9,95   | -0,10 | Rotule RzB |
| 4337  | 52,67 | 9,95   | 4,80  |            |
| 4338  | 52,67 | 9,95   | 5,40  |            |
| 4340  | 60,67 | -9,95  | -0,10 | Rotule RzB |
| 4342  | 60,67 | -9,95  | 4,80  |            |
| 4343  | 60,67 | -9,95  | 5,40  |            |
| 4345  | 60,67 | 0,0    | -0,10 | Rotule RzB |



|      |      |      |              |       |       |        |                |
|------|------|------|--------------|-------|-------|--------|----------------|
| 158  | 193  | 4570 | TCAR 120x3.2 | ACIER | 9,95  | 70,0   | Poutre-1       |
| 1911 | 4325 | 4328 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 1915 | 4330 | 4333 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 1919 | 4335 | 4338 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 180,0  | Poteau-HEA140  |
| 1923 | 4340 | 4343 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 1927 | 4345 | 4348 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 1931 | 4350 | 4353 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | -180,0 | Poteau-HEA140  |
| 1981 | 4328 | 4333 | TCAR 120x3.2 | ACIER | 9,95  | 70,0   | Poutre-1       |
| 1982 | 4343 | 4348 | TCAR 120x3.2 | ACIER | 9,95  | 70,0   | Poutre-1       |
| 1985 | 4348 | 4353 | TCAR 120x3.2 | ACIER | 9,95  | 70,0   | Poutre-1       |
| 1986 | 4333 | 4338 | TCAR 120x3.2 | ACIER | 9,95  | 70,0   | Poutre-1       |
| 2125 | 4570 | 4572 | TCAR 120x3.2 | ACIER | 9,95  | 70,0   | Poutre-1       |
| 2128 | 4572 | 4574 | TCAR 120x3.2 | ACIER | 9,95  | 70,0   | Poutre-1       |
| 2897 | 4342 | 4347 | HEA 120      | ACIER | 9,95  | 90,0   | TRAVERSE longi |
| 2898 | 4347 | 4352 | HEA 120      | ACIER | 9,95  | 0,0    | TRAVERSE longi |
| 2903 | 4327 | 4332 | HEA 120      | ACIER | 9,95  | 90,0   | TRAVERSE longi |
| 2904 | 4332 | 4337 | HEA 120      | ACIER | 9,95  | 0,0    | TRAVERSE longi |
| 2997 | 4345 | 5    | CA 8MM       | ACIER | 11,09 | 0,0    | Câbles         |
| 2998 | 2    | 4350 | CA 8MM       | ACIER | 11,09 | 0,0    | Câbles         |
| 2999 | 4330 | 6    | CA 8MM       | ACIER | 11,09 | 0,0    | Câbles         |
| 3000 | 3    | 4335 | CA 8MM       | ACIER | 11,09 | 0,0    | Câbles         |
| 3001 | 6781 | 4    | CA 8MM       | ACIER | 11,09 | 0,0    | Câbles         |
| 3002 | 1    | 6782 | CA 8MM       | ACIER | 11,09 | 0,0    | Câbles         |
| 3003 | 6778 | 192  | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 3004 | 6779 | 193  | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 3005 | 6780 | 4570 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 3006 | 6781 | 4572 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | 0,0    | Poteau-HEA140  |
| 3007 | 6782 | 4574 | IPE 240      | ACIER | 5,50  | -180,0 | Poteau-HEA140  |

### 5.3 - CHARGEMENT

#### 5.3.1 - CAS

| Cas | Préfixe | Nom du cas | Nature         | Type d'analyse    |
|-----|---------|------------|----------------|-------------------|
| 1   | G       | G          | Structurelle   | Statique linéaire |
| 2   | Wx+     | Wx+        | vent           | Statique linéaire |
| 3   | Wx-     | Wx-        | vent           | Statique linéaire |
| 4   | Sn      | Sn         | Neige H<1000 m | Statique linéaire |
| 5   | Sacc    | Sacc       | accidentelle   | Statique linéaire |
| 10  | Wy      | Wy         | vent           | Statique linéaire |

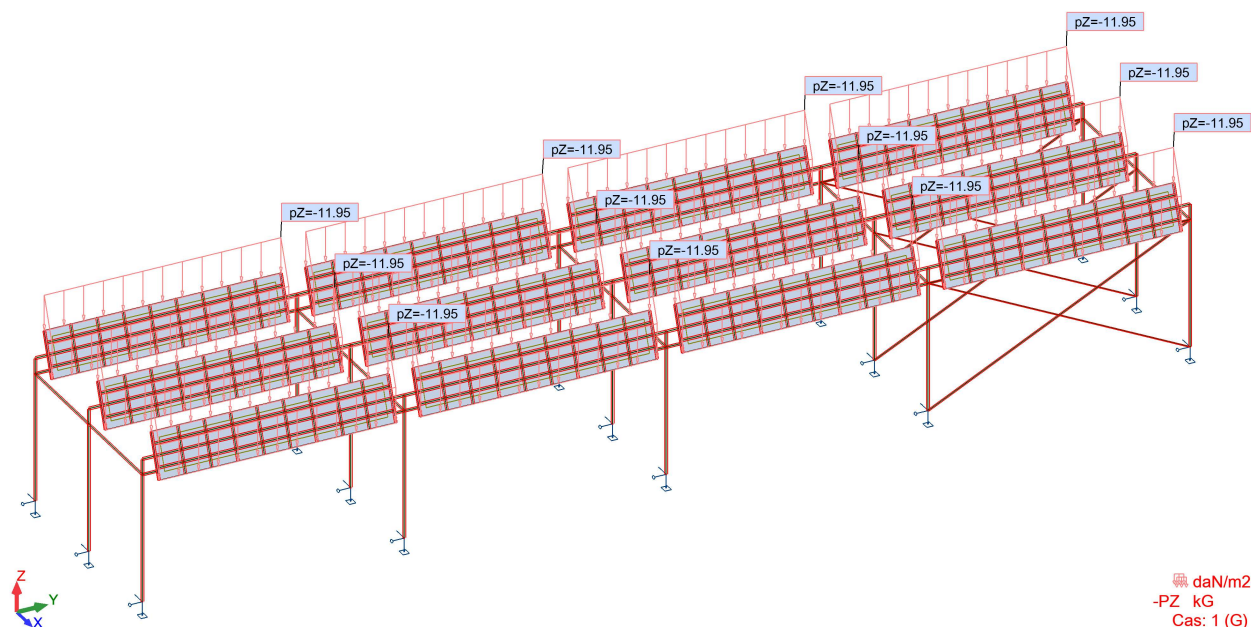
#### 5.3.2 - VALEURS DES CHARGES

| Cas | Type de charge           | Liste                                                                                                                                                                                              | Valeurs de la charge                   |
|-----|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1   | poids propre             | 1A10 46A70P6 95A126 137A148 175A190 195A200 1911A1931P4 2015A2046 2068A2079 2146A2161 45 51 60 62 69 73 74 155 158 1981 1982 1985 1986 2125 2128 2182A2185 2192 2193 2897 2898 2903 2904 2997A3031 | PZ Moins Coef=1,00                     |
| 1   | (EF) surfacique uniforme | 145A148 199 200 2076A2079 2192 2193                                                                                                                                                                | PZ=-11,95[daN/m <sup>2</sup> ]         |
| 2   | (EF) surfacique uniforme | 145A148 199 200 2076A2079 2192 2193                                                                                                                                                                | PZ=35,50[daN/m <sup>2</sup> ]<br>local |
| 2   | charge uniforme          | 58A64P2 1911A1931P4 3003A3007                                                                                                                                                                      | PZ=-5,04[daN/m]<br>local               |
| 2   | charge uniforme          | 45 46 51 52 2897 2898 2903 2904                                                                                                                                                                    | PX=5,04[daN/m]                         |
| 3   | charge                   | 58A64P2 1911A1931P4 3003A3007                                                                                                                                                                      | PZ=5,04[daN/m]                         |

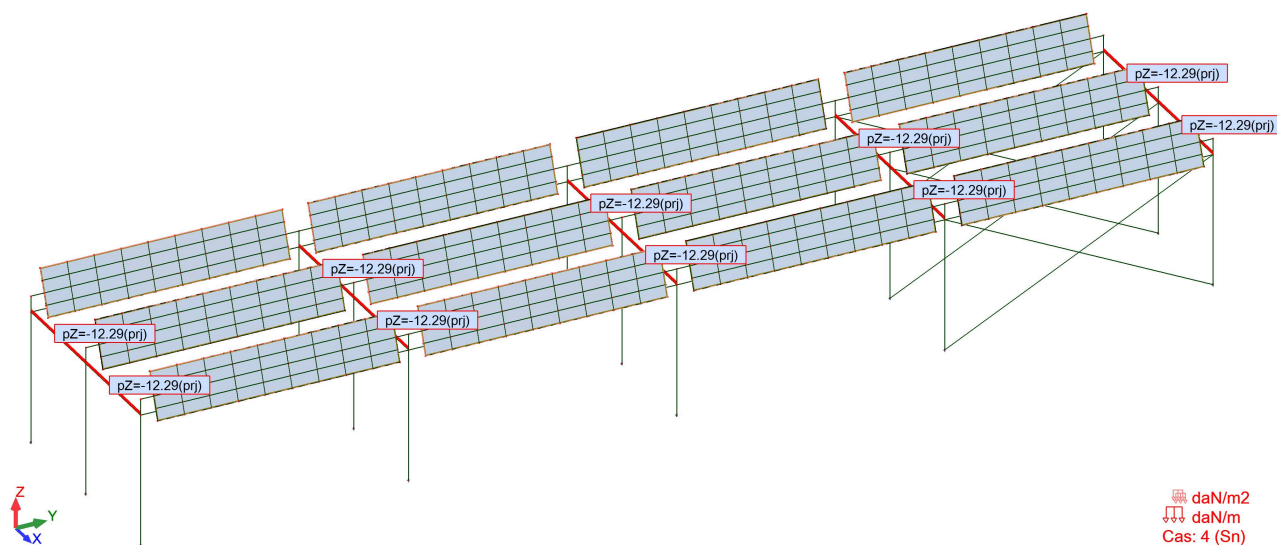
|    |                                 |                                                   |                                         |
|----|---------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|    | uniforme                        |                                                   | local                                   |
| 3  | (EF)<br>surfaccique<br>uniforme | 145A148 199 200 2076A2079 2192 2193               | PZ=-35,50[daN/m <sup>2</sup> ]<br>local |
| 4  | charge<br>uniforme              | 1A10                                              | PZ=-12,29[daN/m]<br>projetés            |
| 4  | (EF)<br>surfaccique<br>uniforme | 145A148 199 200 2076A2079 2192 2193               | projetés                                |
| 4  | charge<br>uniforme              | 1A10                                              | projetés                                |
| 5  | charge<br>uniforme              | 1A10                                              | PZ=-27,16[daN/m]<br>projetés            |
| 5  | (EF)<br>surfaccique<br>uniforme | 145A148 199 200 2076A2079 2192 2193               | projetés                                |
| 5  | charge<br>uniforme              | 1A10                                              | projetés                                |
| 10 | charge<br>uniforme              | 58A64P2 1911A1931P4 3003A3007                     | PY=6,21[daN/m]<br>local                 |
| 10 | charge<br>uniforme              | 102A126P8 182 190 2022A2046P8 2153 2161 3020A3031 | PY=8,50[daN/m]                          |
| 10 | charge<br>uniforme              | 1A10                                              | PY=29,92[daN/m]                         |
| 10 | (EF)<br>surfaccique<br>uniforme | 145A148 199 200 2076A2079 2192 2193               | PY=1,84[daN/m <sup>2</sup> ]            |

### 5.3.3 - SCHEMAS

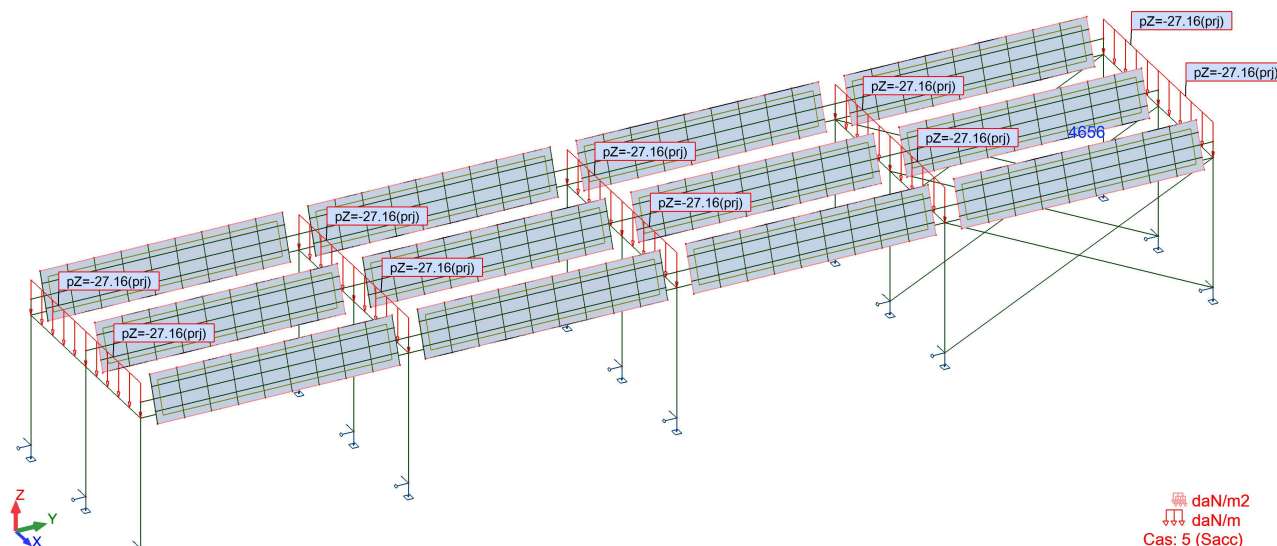
#### Charges permanentes



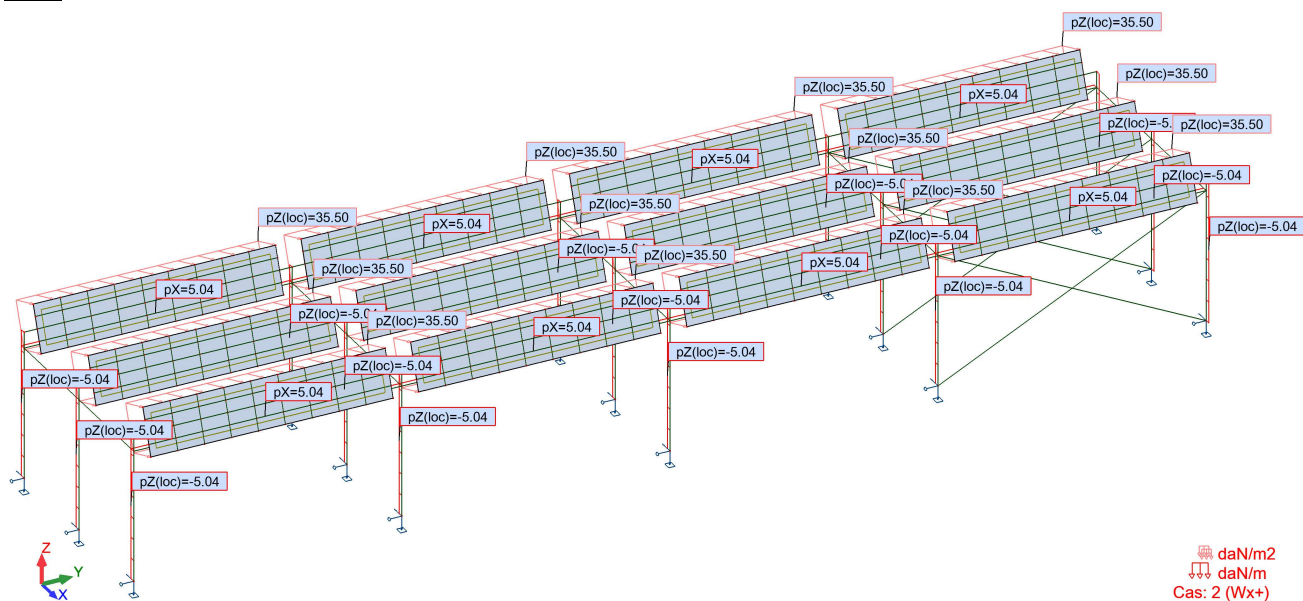
### Neige Normal (Sn)

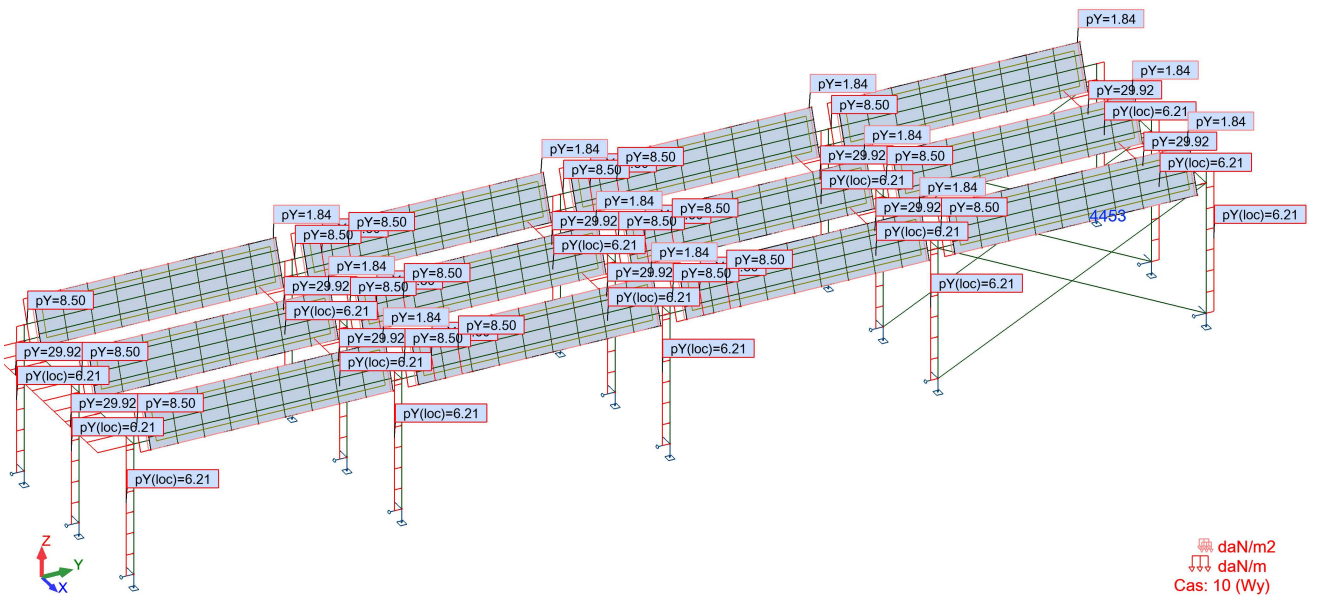
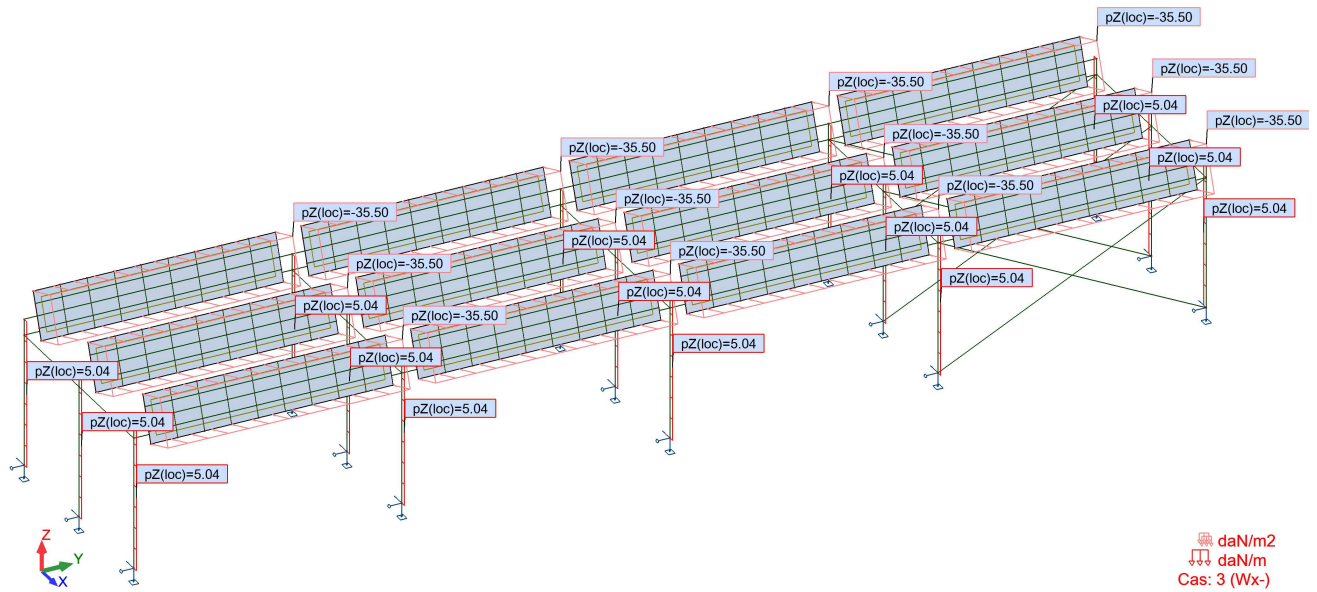


### Neige Accidentelle



### Vent





### 5.3.4 - COMBINAISONS ANALYSEES

| Combinaison/Comp. | Définition                |
|-------------------|---------------------------|
| ELU/ 1            | 1*1.00                    |
| ELU/ 2            | 1*1.00 + 2*1.10 + 4*0.72  |
| ELU/ 3            | 1*1.00 + 2*1.10           |
| ELU/ 4            | 1*1.00 + 3*1.10 + 4*0.72  |
| ELU/ 5            | 1*1.00 + 3*1.10           |
| ELU/ 6            | 1*1.00 + 4*0.72 + 10*1.10 |
| ELU/ 7            | 1*1.00 + 10*1.10          |
| ELU/ 8            | 1*1.00 + 4*1.20           |
| ELU/ 9            | 1*1.00 + 2*0.66 + 4*1.20  |
| ELU/ 10           | 1*1.00 + 3*0.66 + 4*1.20  |
| ELU/ 11           | 1*1.00 + 4*1.20 + 10*0.66 |
| ELS:CAR/ 1        | 1*1.00                    |
| ELS:CAR/ 2        | 1*1.00 + 2*1.00 + 4*0.60  |
| ELS:CAR/ 3        | 1*1.00 + 2*1.00           |
| ELS:CAR/ 4        | 1*1.00 + 3*1.00 + 4*0.60  |
| ELS:CAR/ 5        | 1*1.00 + 3*1.00           |
| ELS:CAR/ 6        | 1*1.00 + 4*0.60 + 10*1.00 |
| ELS:CAR/ 7        | 1*1.00 + 10*1.00          |
| ELS:CAR/ 8        | 1*1.00 + 4*1.00           |
| ELS:CAR/ 9        | 1*1.00 + 2*0.60 + 4*1.00  |
| ELS:CAR/ 10       | 1*1.00 + 3*0.60 + 4*1.00  |
| ELS:CAR/ 11       | 1*1.00 + 4*1.00 + 10*0.60 |

## 5.4 - VERIFICATION DES PROFILS

### 5.4.1 - CONTRAINTE

## CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 2 POTEAUX

**PIECE:** 1927 Poteau-HEA140\_1927  
0.89 L = 4.90 m

**POINT:** 2

**COORDONNEE:** x =

### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 51 ELU/2=1\*1.10 + 2\*1.20 + 4\*0.72 1\*1.10+2\*1.20+4\*0.72

### MATERIAU:

ACIER E28  $f_y = 27.50 \text{ daN/mm}^2$



### PARAMETRES DE LA SECTION: IPE 240

|            |                             |                            |                          |
|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| h=240.0 mm | gM0=1.00                    | gM1=1.00                   |                          |
| b=120.0 mm | Ay=27.31 cm <sup>2</sup>    | Az=19.14 cm <sup>2</sup>   | Ax=39.12 cm <sup>2</sup> |
| tw=6.2 mm  | Iy=3891.63 cm <sup>4</sup>  | Iz=283.63 cm <sup>4</sup>  | Ix=11.60 cm <sup>4</sup> |
| tf=9.8 mm  | Wply=366.68 cm <sup>3</sup> | Wplz=73.93 cm <sup>3</sup> |                          |

### EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

|                               |                                      |                                     |                               |
|-------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| N <sub>Ed</sub> = 1770.64 daN | My <sub>Ed</sub> = 3182.84 daN*m     | Mz <sub>Ed</sub> = -54.51 daN*m     | Vy <sub>Ed</sub> = 11.13 daN  |
| Nc,Rd = 107569.55 daN         | My <sub>Ed,max</sub> = 3182.84 daN*m | Mz <sub>Ed,max</sub> = 109.90 daN*m | Vy,T,Rd = 43350.97 daN        |
| Nb,Rd = 23103.16 daN          | My,c,Rd = 10083.67 daN*m             | Mz,c,Rd = 2032.98 daN*m             | Vz <sub>Ed</sub> = 634.79 daN |
|                               | MN <sub>y,Rd</sub> = 10083.67 daN*m  | MN <sub>z,Rd</sub> = 2032.98 daN*m  | Vz,T,Rd = 30389.68 daN        |
|                               |                                      |                                     | Tt <sub>Ed</sub> = 0.13 daN*m |
|                               |                                      |                                     | Classe de la section = 1      |



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Ly = 4.61 m    | Lam_y = 0.53 |
| Lcr,y = 4.61 m | Xy = 0.91    |
| Lamy = 46.22   | ky = 0.91    |



en z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 4.61 m    | Lam_z = 1.97 |
| Lcr,z = 4.61 m | Xz = 0.21    |
| Lamz = 171.20  | kyz = 0.60   |

### FORMULES DE VERIFICATION:

#### Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.32 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.13 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

#### Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y,Ed} = 46.22 < \lambda_{y,max} = 330.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 171.20 < \lambda_{z,max} = 330.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.34 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.30 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 5 SUPPORT PANNEAUX

**PIECE:** 155 Poutre-1\_155

**POINT:** 2

**COORDONNEE:** x = 1.00 L = 9.95 m

### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 53 ELU/4=1\*1.10 + 3\*1.20 + 4\*0.72 1\*1.10+3\*1.20+4\*0.72

### MATERIAU:

ACIER E28 fy = 27.50 daN/mm<sup>2</sup>



### PARAMETRES DE LA SECTION: TCAR 120x3.2

|            |                            |                            |                           |
|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| h=120.0 mm | gM0=1.00                   | gM1=1.00                   |                           |
| b=120.0 mm | Ay=7.43 cm <sup>2</sup>    | Az=7.43 cm <sup>2</sup>    | Ax=14.86 cm <sup>2</sup>  |
| tw=3.2 mm  | Iy=338.10 cm <sup>4</sup>  | Iz=338.10 cm <sup>4</sup>  | Ix=510.40 cm <sup>4</sup> |
| tf=3.2 mm  | Wply=65.50 cm <sup>3</sup> | Wplz=65.50 cm <sup>3</sup> |                           |

### EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

|                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| My,Ed = -743.31 daN*m    | Mz,Ed = 140.67 daN*m     | Vy,Ed = -75.18 daN       |
| My,pl,Rd = 1801.23 daN*m | Mz,pl,Rd = 1801.23 daN*m | Vy,c,Rd = 11798.69 daN   |
| My,c,Rd = 1801.23 daN*m  | Mz,c,Rd = 1801.23 daN*m  | Vz,Ed = -418.31 daN      |
|                          |                          | Vz,c,Rd = 11798.69 daN   |
|                          |                          | Classe de la section = 1 |



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

### FORMULES DE VERIFICATION:

#### Contrôle de la résistance de la section:

$$\begin{aligned} My,Ed/My,c,Rd &= 0.41 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ Mz,Ed/Mz,c,Rd &= 0.08 < 1.00 \quad (6.2.5.(1)) \\ (My,Ed/MN,y,Rd)^{1.66} + (Mz,Ed/MN,z,Rd)^{1.66} &= 0.24 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6)) \\ Vy,Ed/Vy,c,Rd &= 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \\ Vz,Ed/Vz,c,Rd &= 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6.(1)) \end{aligned}$$

#### Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$My,Ed/(XLT*My,Rk/gM1) + Mz,Ed/(Mz,Rk/gM1) = 0.49 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 6 TRAVERSE LONGI

**PIECE:** 2897 TRAVERSE longi\_2897

0.33 L = 3.26 m

**POINT:** 2

**COORDONNEE:** x =

### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 56 ELU/7=1\*1.10 + 10\*1.20 1\*1.10+10\*1.20

### MATERIAU:

ACIER E28  $f_y = 27.50 \text{ daN/mm}^2$



### PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 120

|            |                             |                            |                          |
|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| h=114.0 mm | gM0=1.00                    | gM1=1.00                   |                          |
| b=120.0 mm | Ay=21.64 cm <sup>2</sup>    | Az=8.46 cm <sup>2</sup>    | Ax=25.34 cm <sup>2</sup> |
| tw=5.0 mm  | Iy=606.15 cm <sup>4</sup>   | Iz=230.90 cm <sup>4</sup>  | Ix=5.63 cm <sup>4</sup>  |
| tf=8.0 mm  | Wply=119.50 cm <sup>3</sup> | Wplz=58.85 cm <sup>3</sup> |                          |

### EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

|                      |                         |                           |                          |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| N,Ed = 868.43 daN    | My,Ed = -0.00 daN*m     | Mz,Ed = -234.05 daN*m     | Vy,Ed = 36.68 daN        |
| Nc,Rd = 69674.27 daN | My,Ed,max = -0.00 daN*m | Mz,Ed,max = -265.39 daN*m | Vy,c,Rd = 34351.92 daN   |
| Nb,Rd = 4279.95 daN  | My,c,Rd = 3286.25 daN*m | Mz,c,Rd = 1618.49 daN*m   | Vz,Ed = -0.00 daN        |
|                      | MN,y,Rd = 3286.25 daN*m | MN,z,Rd = 1618.49 daN*m   | Vz,c,Rd = 13425.86 daN   |
|                      |                         |                           | Classe de la section = 1 |



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Ly = 9.95 m    | Lam_y = 2.34 |
| Lcr,y = 9.95 m | Xy = 0.16    |
| Lamy = 203.34  | kzy = 0.57   |



en z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 9.95 m    | Lam_z = 3.80 |
| Lcr,z = 9.95 m | Xz = 0.06    |
| Lamz = 329.47  | kzz = 1.16   |

### FORMULES DE VERIFICATION:

#### Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.14 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

#### Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y,Ed} = 203.34 < \lambda_{y,max} = 330.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 329.47 < \lambda_{z,max} = 330.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.39 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil correct !!!**

## 5.4.2 - DEPLACEMENT

### CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 2 POTEAUX

**PIECE:** 60 Poteau-HEA140\_60

**POINT:**

**COORDONNEE:**



**PARAMETRES DE LA SECTION:** IPE 240

ht=240.0 mm

bf=120.0 mm

ea=6.2 mm

es=9.8 mm

Ay=23.52 cm<sup>2</sup>

Iy=3891.63 cm<sup>4</sup>

Wely=324.30 cm<sup>3</sup>

Az=14.88 cm<sup>2</sup>

Iz=283.63 cm<sup>4</sup>

Welz=47.27 cm<sup>3</sup>

Ax=39.12 cm<sup>2</sup>

Ix=11.60 cm<sup>4</sup>

#### DEPLACEMENTS LIMITES



**Flèches (REPERE LOCAL):** Non analysé



**Déplacements (REPERE GLOBAL):**

vx = 43.8 mm < vx max = L/100.00 = 55.0 mm Vérifié

**Cas de charge décisif:** 73 ELS: CAR/2=1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.60 (1+2)\*1.00+4\*0.60

vy = 16.6 mm < vy max = L/100.00 = 55.0 mm Vérifié

**Cas de charge décisif:** 77 ELS: CAR/6=1\*1.00 + 10\*1.00 + 4\*0.60 (1+10)\*1.00+4\*0.60

**Profil correct !!!**

### CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 5 SUPPORT PANNEAUX

**PIECE:** 1986 Poutre-1\_1986

**POINT:**

**COORDONNEE:**



**PARAMETRES DE LA SECTION:** TCAR 120x3.2

ht=120.0 mm

bf=120.0 mm

ea=3.2 mm

es=3.2 mm

Ay=7.43 cm<sup>2</sup>

Iy=338.10 cm<sup>4</sup>

Wely=56.35 cm<sup>3</sup>

Az=7.43 cm<sup>2</sup>

Iz=338.10 cm<sup>4</sup>

Welz=56.35 cm<sup>3</sup>

Ax=14.86 cm<sup>2</sup>

Ix=516.00 cm<sup>4</sup>

#### DEPLACEMENTS LIMITES



**Flèches (REPERE LOCAL):**

uy = 10.5 mm < uy max = L/200.00 = 49.8 mm Vérifié

**Cas de charge décisif:** 2 Wx+

uz = 40.8 mm < uz max = L/200.00 = 49.8 mm Vérifié

**Cas de charge décisif:** 3 Wx-



**Déplacements (REPERE GLOBAL):** Non analysé

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 6 TRAVERSE LONGI

**PIECE:** 2897 TRAVERSE longi\_2897

**POINT:** COORDONNEE:



### PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 120

ht=114.0 mm

bf=120.0 mm

ea=5.0 mm

es=8.0 mm

Ay=19.20 cm<sup>2</sup>

Iy=606.15 cm<sup>4</sup>

Wely=106.34 cm<sup>3</sup>

Az=5.70 cm<sup>2</sup>

Iz=230.90 cm<sup>4</sup>

Welz=38.48 cm<sup>3</sup>

Ax=25.34 cm<sup>2</sup>

Ix=5.63 cm<sup>4</sup>

### DEPLACEMENTS LIMITES



#### Flèches (REPERE LOCAL):

uy = 47.3 mm < uy max = L/200.00 = 49.7 mm Vérifié

**Cas de charge décisif:** 73 ELS: CAR/2=1\*1.00 + 2\*1.00 + 4\*0.60 (1+2)\*1.00+4\*0.60

uz = 5.0 mm < uz max = L/200.00 = 49.7 mm Vérifié

**Cas de charge décisif:** 2 Wx+



**Déplacements (REPERE GLOBAL):** Non analysé

**Profil correct !!!**

## 6 - CONCLUSION

La structure est correctement dimensionnée pour la reprise des charges climatiques réglementaires.

**BUREAU D'ETUDES**



485 rue des Entreprises  
**43200 YSSINGEAUX**  
Tél. : 04.71.56.39.66  
Email : [structures@seryss.fr](mailto:structures@seryss.fr)



Sun'Agri

4 quai des Etroits  
**69005 LYON**  
Tél. : 04.78.796.95.86

**N° AFFAIRE : SUN.171.25S**

**OBJET:**

**P1527 - Structure AGRIVOLTAÏQUE  
GRAVESON (13 – BOUCHE DU RHONE)**

**VERIFICATION SOUS CRUES**

|             |               |                     |
|-------------|---------------|---------------------|
|             |               |                     |
|             |               |                     |
|             |               |                     |
| 16/10/2025  | A             | PREMIERE EDITION    |
| <b>Date</b> | <b>Indice</b> | <b>Modification</b> |

## SOMMAIRE

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1 - HYPOTHESES :                                          | 2  |
| 1.1 - CHARGES.....                                        | 2  |
| 1.1.1 - PERMANENTES - G .....                             | 2  |
| 1.1.2 - CHARGES DE NEIGE.....                             | 2  |
| 1.1.3 - CHARGES DE VENT .....                             | 2  |
| 1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS ..... | 3  |
| 1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :                        | 4  |
| 1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :                           | 4  |
| 1.4 - REGLEMENTS :                                        | 4  |
| 2 - OBJET DE LA NOTE.....                                 | 5  |
| 3 - IMPLANTATION DE L'INSTALLATION.....                   | 6  |
| 4 - MODELISATION .....                                    | 7  |
| 4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE .....                         | 7  |
| 4.2 - CHARGEMENT DE CRUES .....                           | 8  |
| 4.3 - RESISTANCE SOUS CRUES DES MONTANTS .....            | 9  |
| 5 - CONCLUSION .....                                      | 12 |

# **1 - HYPOTHESES :**

La structure est considérée comme une serre de catégorie B15.

## **1.1 - CHARGES**

### **1.1.1 - PERMANENTES - G**

Panneaux Photovoltaïques 12.5 daN/m<sup>2</sup>  
Poids propre

### **1.1.2 - CHARGES DE NEIGE**

Charges de neige suivant Eurocode 1991-1-3 et annexe nationale (NF EN1991-1-3 et AN)

Localisation : GRAVESON (13 – BOUCHE DU RHONE)

Zone A2 Altitude : < 200m

Charge caractéristique :  $S_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$

Charge accidentelle :  $S_{ad} = 1.00 \text{ kN/m}^2$

Les charges de neige ne sont pas prises en compte sur les panneaux par suite de l'installation de capteurs qui basculent les panneaux en position verticale. Toutefois la neige est présente sur la structure non mobile.

### **1.1.3 - CHARGES DE VENT**

Charges suivant EUROCODES 1 – NF EN 1991-1-4 et Annexe Nationale

Les charges de vent sont prises conforme aux Eurocode jusqu'à une vitesse de 70 km/h, pour toute position. Au-delà de cette vitesse, une sécurité physique bascule automatiquement les panneaux en position horizontale.

#### **Position repos – Panneaux horizontaux**

Zone 3 .....  $V_{b,0} = 26 \text{ m/s}$

#### **Rugosité du terrain**

Catégorie du terrain ..... II

$z_0 = 0.05$

$z_{min} = 2\text{m}$

Facteur de terrain .....  $k_r = 0.190$

$C_{dir} = 1$

$C_{season} = 1$

#### **Orographie du terrain**

Coefficient .....  $C_o = 1$

$k_i = 0.995$

$I_v = k_i / \ln(z/z_0) \rightarrow 0.995 / \ln(5.2/0.05) = 0.214$

Masse volumique de l'air :  $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe :  $q_{p(5.2)} = (1+7 \cdot I_v) \times \frac{1}{2} \rho \times (0.882 \cdot 24)^2 = 80.4 \text{ daN/m}^2$

### **Position production – Panneaux jusqu'à 70°**

Vent Limité à 70km/h .....  $V_{b,0} = 19.44 \text{ m/s}$

Masse volumique de l'air :  $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$

Pression dynamique de pointe :  $q_{p(5.2)} = \frac{1}{2} \rho \times (19.44)^2 = 23 \text{ daN/m}^2$

### **1.1.4 - CHARGES ACCIDENTELLES LIEES AUX INONDATIONS**

Le projet se situant en zone inondable, avec un aléa Fort, caractérisé par une hauteur d'eau inférieure à 1m (Cf : PPRI de la Durance).

Nous considérerons donc le couple Hauteur/Vitesse suivant :

| Hauteur max. (m) | Vitesse max. (m/s) |
|------------------|--------------------|
| 1                | 1                  |

Les charges statiques équivalentes aux couples transmis seront de profil linéaire pour l'écoulement de l'eau et pour les embâcles et déterminées par les formules suivantes en considérant un poteau métallique de 18 cm ou sur la largeur des embâcles (4.5m par poteau pour être sur les mêmes hypothèses que les études précédentes) :

- Pression de l'eau sur le profilé :  

$$P1 = \frac{1}{2} \rho * v^2 * Cx * 0.18$$
pour  $h < 1\text{m} \rightarrow 108 \text{ daN/ml}$
- Pression liée aux embâcles :  
La pression liée aux embâcles correspond à l'obstruction totale de l'intervalle entre poteaux. Afin de rester sécuritaire, la pression est appliquée à l'intégralité des poteaux et pas seulement sur la 1<sup>ère</sup> rangée.

$$P2 = \frac{1}{2} \rho * v^2 * Cx * 4.5 \quad \text{Pour } h \leq 1\text{m} \rightarrow 2700 \text{ daN/ml}$$

Avec :

- Coefficient de trainée  $Cx = 1.2$
- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$
- $v = 1 \text{ m/s}$

- Charge de chocs :  
Afin de palier le risque de choc, nous considérons un corps flottant correspondant à un arbre déraciné en amont. Le corps flottant est pris à 300 daN. Nous appliquons un coefficient de 1.5 afin de prendre en compte l'effet dynamique.

## **1.2 - HYPOTHESES DE DEFORMATIONS :**

Flèche maxi des porteurs horizontaux :

$W_{\max} = 1/200$  de la portée sous G + Q

$W_{\max} = 1/300$  de la portée sous Q

Déplacements horizontaux des montants :  $1/80^{\text{ème}}$  de la hauteur

## **1.3 - HYPOTHESES DE MATERIAUX :**

Profils laminé type IPE, HEA et UPN

Profils en Cornières, tubes

Profils laminé type IPE, HEA et UPN

Profils en tubes

Boulons :

Acier S275 :  $\sigma_e = 275 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S235 :  $\sigma_e = 235 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 :  $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Acier S355 :  $\sigma_e = 355 \text{ MPa}$   $E = 210\,000 \text{ MPa}$

Classe 8.8  $\sigma_e = 640 \text{ MPa}$   $\sigma_{\text{red}} = 550 \text{ MPa}$

## **1.4 - REGLEMENTS :**

CHARGES

COMBINAISONS

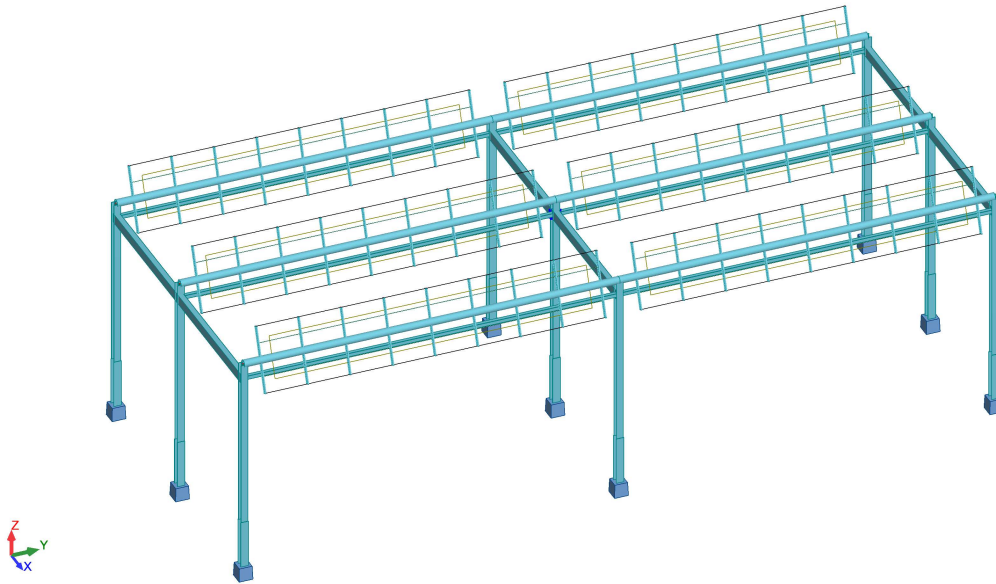
VERIFICATIONS

EUROCODES 1.3 et 1.4 + AN

EN 13031-1 : 2001

EUROCODES 3 + AN

## **2 - OBJET DE LA NOTE**



### **MODELISATION AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS** **SUN.171.25-S – GRAVESON + CRUE**

Le but de cette étude est de déterminer le comportement de la structure vis-à-vis d'une crue conforme au PPRI de la Durance.

Il est considéré dans cette note qu'en période de crue, les panneaux sont en position horizontale.

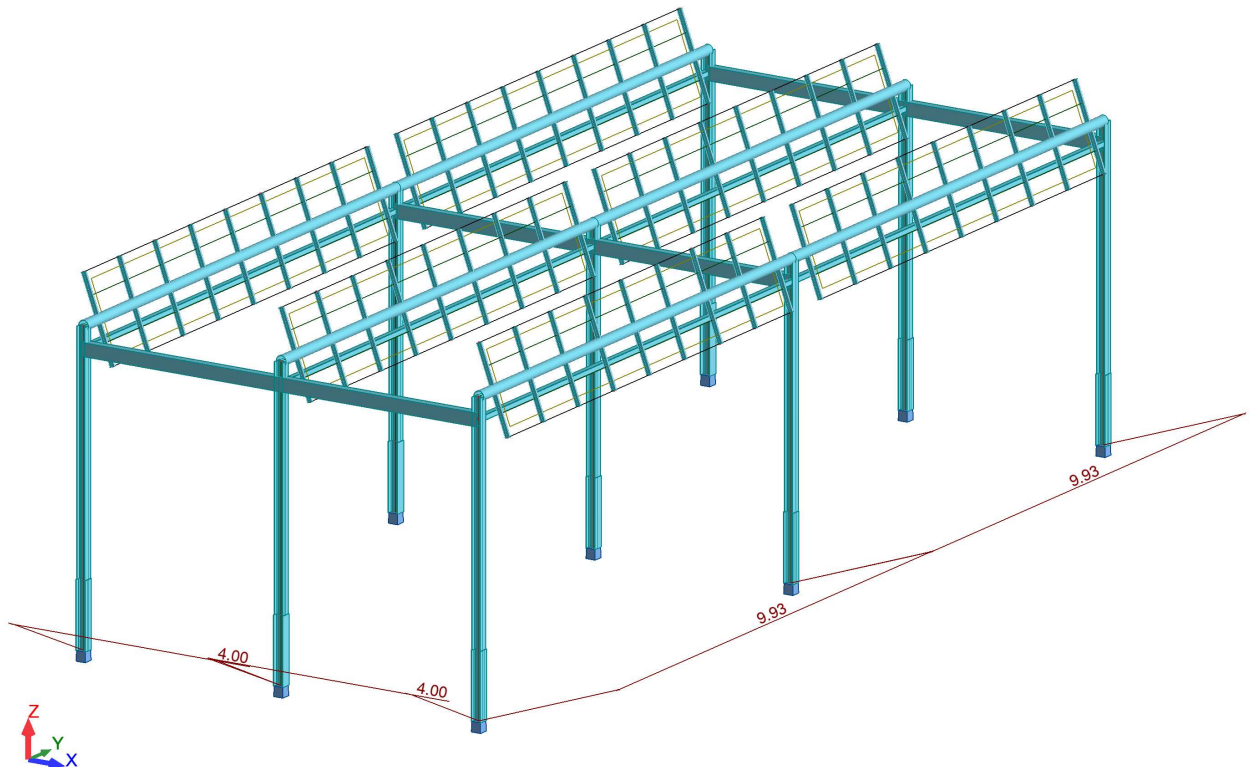
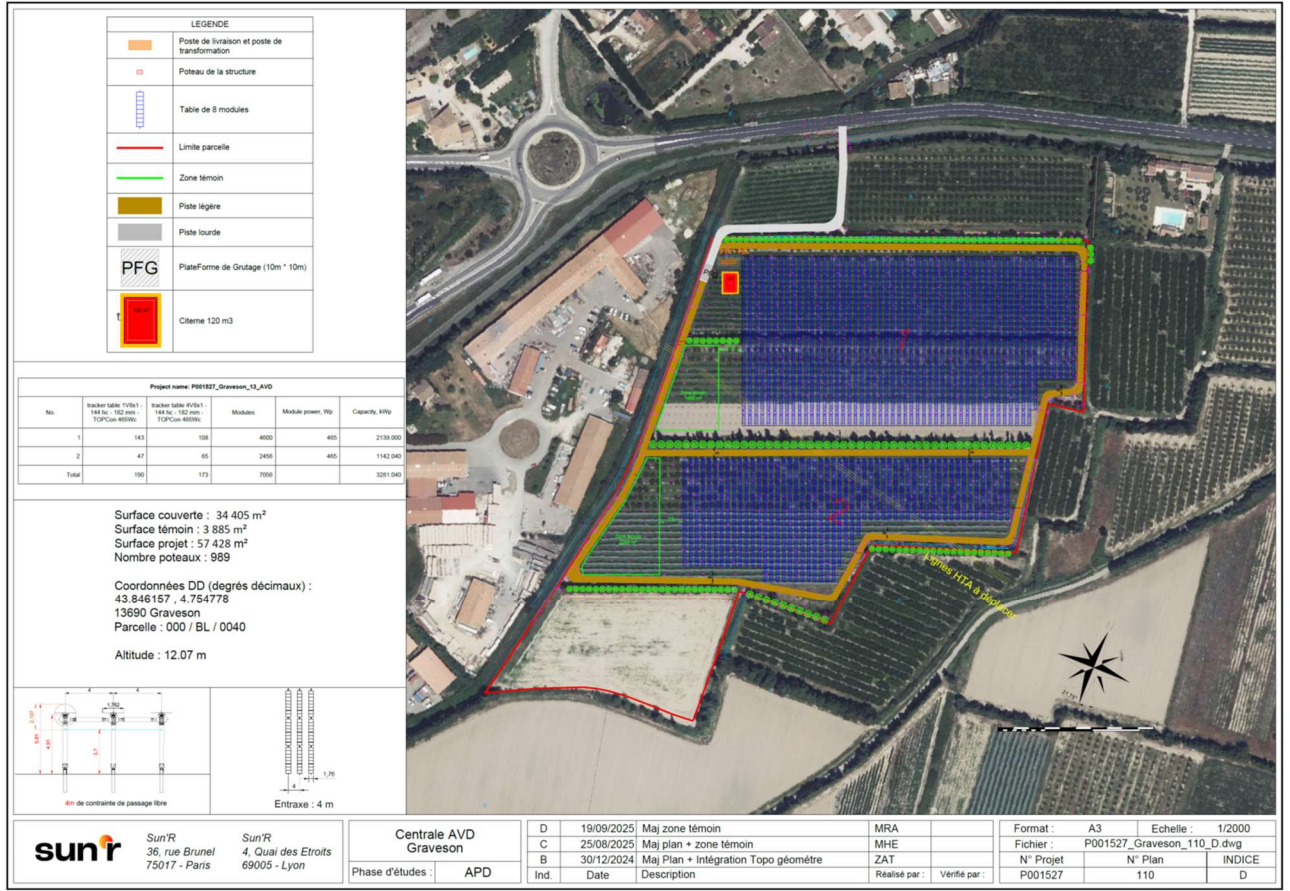
Le cas d'un choc sur la structure n'est pas pris en compte lors de la formation des embâcles, pour pallier ce phénomène, la structure est vérifiée en limitant le taux de travail des éléments porteurs (Poteaux, Traverses) à 50% de leur capacité en cas de crue.

Les déformations de la structure ne sont pas étudiées sous charge accidentelles et des dégâts ou dysfonctionnements des organes mécaniques (mise en mouvement, roulements, etc...) peuvent être engendrés par ce caractère imprévisible.

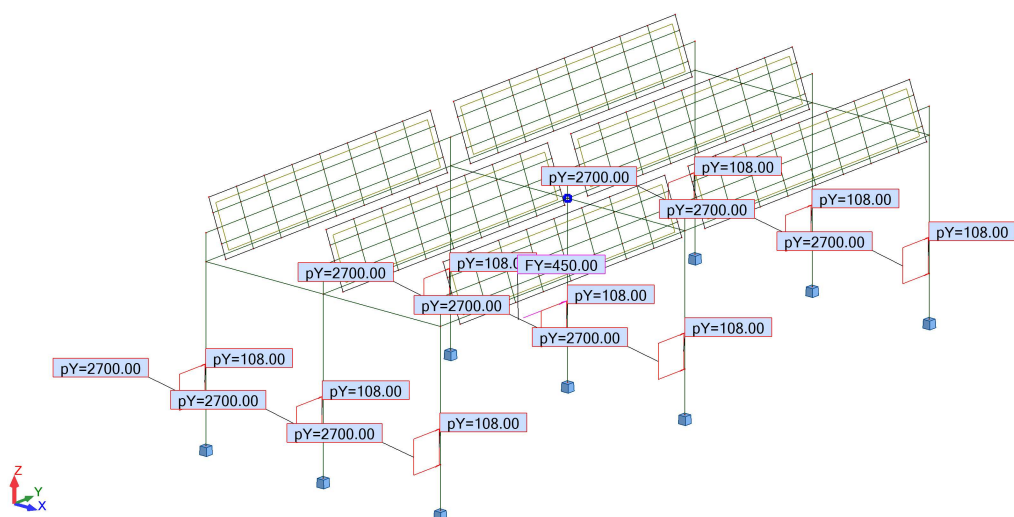
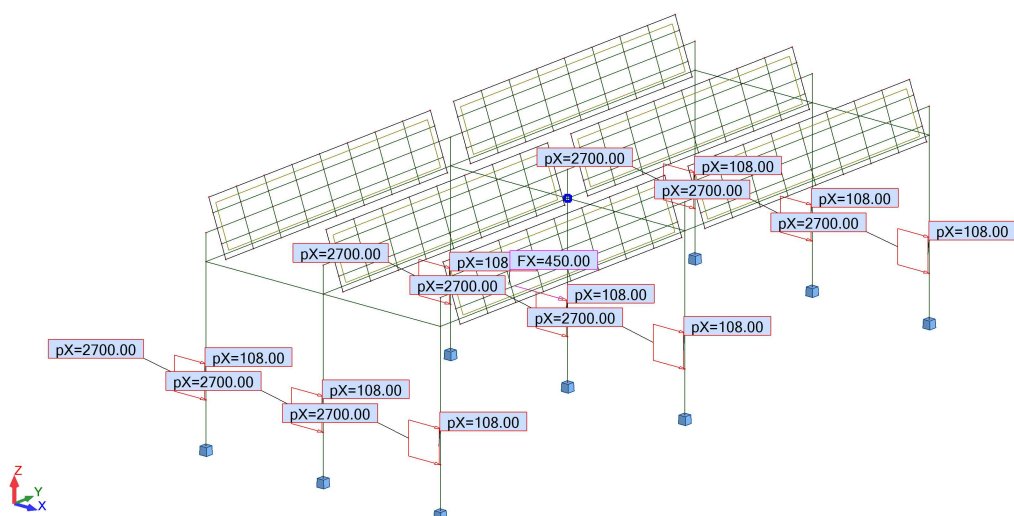


## 4 - MODELISATION

### 4.1 - PRINCIPE DE STRUCTURE



## 4.2 - CHARGEMENT DE CRUES



### 4.3 - RESISTANCE SOUS CRUES DES MONTANTS

## CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 2 POTEAUX

**PIECE:** 94 Poteau-HEA140\_94 **POINT:** 2

**COORDONNEE:** x = 0.83 L = 3.83 m

#### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 53 ACC1 - CRUE Y (1+7)\*1.00+10\*0.20

#### MATERIAU:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 35.50 \text{ daN/mm}^2$



#### PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 180

|            |                             |                             |                          |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| h=171.0 mm | gM0=1.00                    | gM1=1.00                    |                          |
| b=180.0 mm | Ay=37.93 cm <sup>2</sup>    | Az=14.47 cm <sup>2</sup>    | Ax=45.25 cm <sup>2</sup> |
| tw=6.0 mm  | Iy=2510.29 cm <sup>4</sup>  | Iz=924.61 cm <sup>4</sup>   | Ix=14.86 cm <sup>4</sup> |
| tf=9.5 mm  | Wply=324.85 cm <sup>3</sup> | Wplz=156.49 cm <sup>3</sup> |                          |

#### EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

|                                   |                                     |                                      |                                   |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| N <sub>Ed</sub> = 623.13 daN      | My <sub>Ed</sub> = 8.65 daN*m       | Mz <sub>Ed</sub> = 1987.09 daN*m     | Vy <sub>Ed</sub> = -149.45 daN    |
| N <sub>c,Rd</sub> = 160637.50 daN | My <sub>Ed,max</sub> = 8.65 daN*m   | Mz <sub>Ed,max</sub> = 1987.09 daN*m | Vy <sub>c,Rd</sub> = 77741.08 daN |
| Nb <sub>Rd</sub> = 92995.29 daN   | My <sub>c,Rd</sub> = 11532.18 daN*m | Mz <sub>c,Rd</sub> = 5555.40 daN*m   | Vz <sub>Ed</sub> = 2.26 daN       |
|                                   | MN <sub>y,Rd</sub> = 11532.18 daN*m | MN <sub>z,Rd</sub> = 5555.40 daN*m   | Vz <sub>c,Rd</sub> = 29657.62 daN |
|                                   |                                     |                                      | Classe de la section = 2          |



#### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

#### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Ly = 4.61 m    | Lam_y = 0.57 |
| Lcr,y = 3.23 m | Xy = 0.85    |
| Lamy = 43.33   | kzy = 0.54   |



en z:

|                |              |
|----------------|--------------|
| Lz = 4.61 m    | Lam_z = 0.93 |
| Lcr,z = 3.23 m | Xz = 0.58    |
| Lamz = 71.39   | kzz = 0.91   |

#### FORMULES DE VERIFICATION:

##### Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.36 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.36 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

##### Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y} = 43.33 < \lambda_{y,max} = 450.00 \quad \lambda_{z} = 71.39 < \lambda_{z,max} = 450.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.20 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.33 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 3 TRAVERSE

**PIECE:** 36 TRAVERSE longi\_36 **POINT:** 2

**COORDONNEE:** x = 1.00 L = 9.93 m

### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 53 ACC1 - CRUE Y (1+7)\*1.00+10\*0.20

### MATERIAU:

ACIER E36  $f_y = 35.50 \text{ daN/mm}^2$



### PARAMETRES DE LA SECTION: CARF 100x100x3

|            |                            |                            |                           |
|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| h=100.0 mm | gM0=1.00                   | gM1=1.00                   |                           |
| b=100.0 mm | Ay=5.70 cm <sup>2</sup>    | Az=5.70 cm <sup>2</sup>    | Ax=11.40 cm <sup>2</sup>  |
| tw=3.0 mm  | Iy=177.00 cm <sup>4</sup>  | Iz=177.00 cm <sup>4</sup>  | Ix=274.15 cm <sup>4</sup> |
| tf=3.0 mm  | Wply=41.20 cm <sup>3</sup> | Wplz=41.20 cm <sup>3</sup> |                           |

### EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

|                                 |                                    |                                     |                                   |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| N <sub>Ed</sub> = 48.64 daN     | My <sub>Ed</sub> = -0.30 daN*m     | Mz <sub>Ed</sub> = 333.10 daN*m     | Vy <sub>Ed</sub> = -93.37 daN     |
| Nc <sub>Rd</sub> = 40470.00 daN | My <sub>Ed,max</sub> = -0.30 daN*m | Mz <sub>Ed,max</sub> = 333.10 daN*m | Vy <sub>T,Rd</sub> = 11682.58 daN |
| Nb <sub>Rd</sub> = 3493.22 daN  | My <sub>c,Rd</sub> = 1462.60 daN*m | Mz <sub>c,Rd</sub> = 1462.60 daN*m  | Vz <sub>Ed</sub> = -0.06 daN      |
|                                 | MN <sub>y,Rd</sub> = 1462.60 daN*m | MN <sub>z,Rd</sub> = 1462.60 daN*m  | Vz <sub>T,Rd</sub> = 11682.58 daN |
|                                 |                                    |                                     | Tt <sub>Ed</sub> = -0.01 daN*m    |
|                                 |                                    |                                     | Classe de la section = 2          |



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Ly = 9.93 m               | Lam <sub>y</sub> = 3.30 |
| Lcr <sub>y</sub> = 9.93 m | Xy = 0.09               |
| Lamy = 251.96             | kzy = 0.55              |



en z:

|                           |                         |
|---------------------------|-------------------------|
| Lz = 9.93 m               | Lam <sub>z</sub> = 1.65 |
| Lcr <sub>z</sub> = 4.96 m | Xz = 0.32               |
| Lamz = 125.98             | kzz = 0.90              |

### FORMULES DE VERIFICATION:

#### Contrôle de la résistance de la section:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.23 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.09 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

#### Contrôle de la stabilité globale de la barre:

$$\lambda_{y,Ed} = 251.96 < \lambda_{y,max} = 450.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 125.98 < \lambda_{z,max} = 450.00 \quad \text{STABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.14 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.21 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil correct !!!**

## CALCUL DES STRUCTURES ACIER

**NORME:** NF EN 1993-1:2005/NA:2007/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYPE D'ANALYSE:** Vérification des familles

**FAMILLE:** 6 TRAVERSE LONGI

**PIECE:** 18

**POINT:** 1

**COORDONNEE:** x = 0.00 L = 0.00 m

### CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 45 ACC1 - CRUE X (1+6)\*1.00+2\*0.20

### MATERIAU:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 35.50 \text{ daN/mm}^2$



### PARAMETRES DE LA SECTION: TREC250X150X4

|            |                               |                               |                            |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| h=250.0 mm | gM0=1.00                      | gM1=1.00                      |                            |
| b=150.0 mm | Ay=11.36 cm <sup>2</sup>      | Az=19.36 cm <sup>2</sup>      | Ax=31.36 cm <sup>2</sup>   |
| tw=4.0 mm  | Iy=2760.47 cm <sup>4</sup>    | Iz=1256.95 cm <sup>4</sup>    | Ix=2634.24 cm <sup>4</sup> |
| tf=4.0 mm  | Wely=220.84 cm <sup>3</sup>   | Welz=167.59 cm <sup>3</sup>   |                            |
|            | Weff,y=213.16 cm <sup>3</sup> | Weff,z=167.59 cm <sup>3</sup> |                            |

### EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

|                       |                          |                          |                          |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| N,Ed = -12.33 daN     | My,Ed = -1923.97 daN*m   | Mz,Ed = -0.02 daN*m      | Vy,Ed = -0.02 daN        |
| Nt,Rd = 111328.00 daN | My,el,Rd = 7839.74 daN*m | Mz,el,Rd = 5949.58 daN*m | Vy,T,Rd = 23282.94 daN   |
|                       | My,c,Rd = 7839.74 daN*m  | Mz,c,Rd = 5949.58 daN*m  | Vz,Ed = 838.72 daN       |
|                       |                          |                          | Vz,T,Rd = 39679.38 daN   |
|                       |                          |                          | Tt,Ed = -0.11 daN*m      |
|                       |                          |                          | Classe de la section = 3 |



### PARAMETRES DE DEVERSEMENT:

### PARAMETRES DE FLAMBEMENT:



en y:



en z:

### FORMULES DE VERIFICATION:

**Contrôle de la résistance de la section:**

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} + M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,c,Rd} = 0.25 < 1.00 \quad (6.2.1(7))$$

$$\sqrt{(\sigma_{x,Ed})^2 + 3 \cdot (\tau_{y,Ed} + \tau_{ty,Ed})^2} / (f_y/g_{M0}) = 0.25 < 1.00 \quad (6.2.1.(5))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed} / (f_y / (\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed} / (f_y / (\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Profil correct !!!**

## **5 - CONCLUSION**

Les charges liées aux crues correspondent à environ 40% de la résistance de l'ensemble de l'installation. La structure est satisfaisante en résistance vis-à-vis des règles en vigueur.