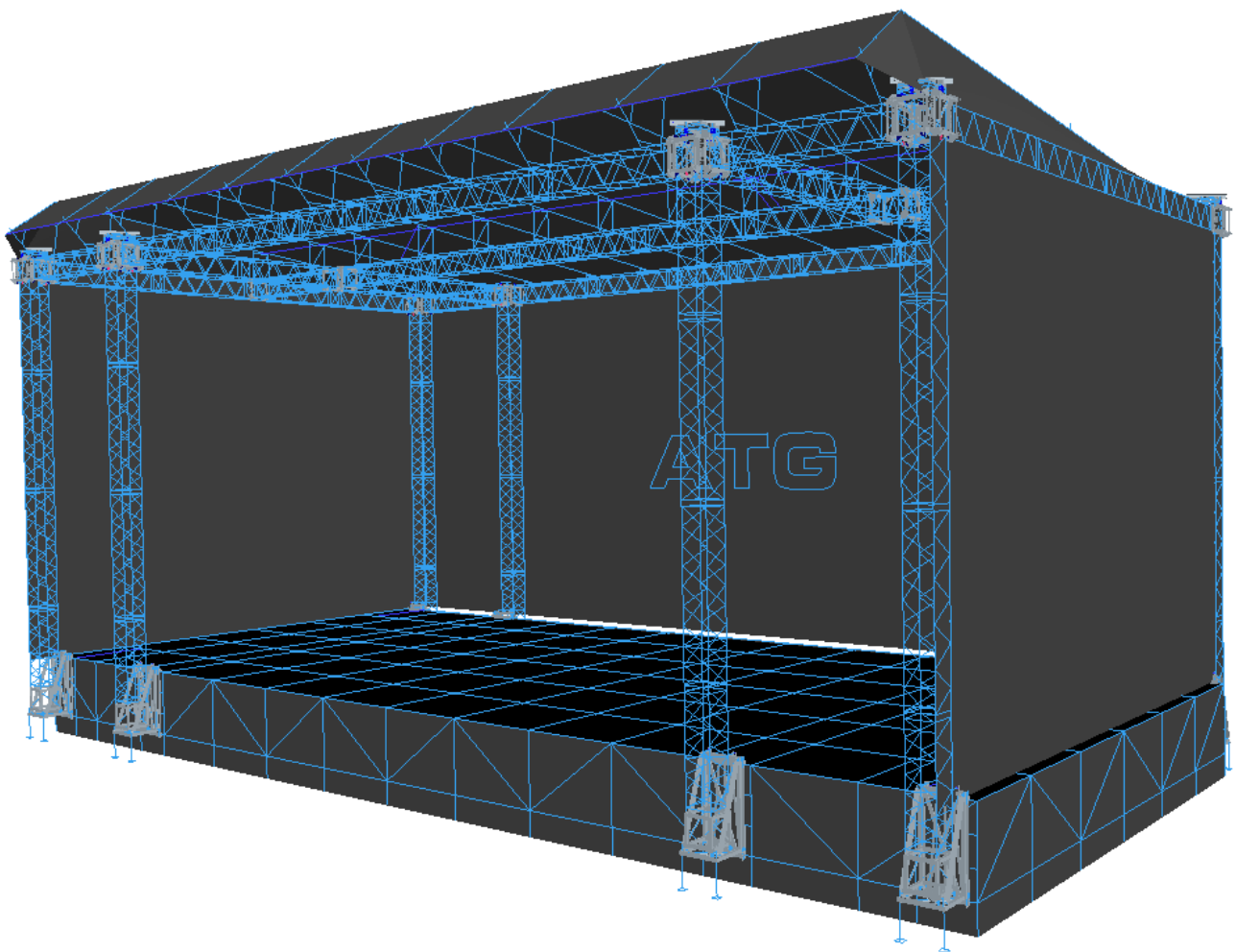




## NOTE DE CALCUL D'UNE STRUCTURE MOBILE ACIER ALUMINIUM 26m x 13m - H = 12m SUIVANT LES NORMES EUROCODE 1 ET 9



Etablissement du document	1	31/07/2011	O. Geoffroy
MODIFICATION	INDICE	DATE	AUTEUR



## INDEX

<b>I. MODELISATION.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Hypothèses de calcul .....</b>	<b>4</b>
1.1 Charges .....	4
1.2 Critères de ruine .....	4
1.3 Matériaux.....	4
1.4 Règlements et documents de référence.....	4
1.5 Dimensions extérieurs du modèle.....	5
1.6 Repérage du modèle .....	6
1.7 Surfaces bâchées en condition normale (60 Km/h) .....	6
1.8 Sections du modèle.....	7
1.9 Câblage du modèle .....	10
<b>2 Cas de chargement statique suivant EUROCODE 9 et NV65.....</b>	<b>12</b>
2.1 Charges permanentes (G) : .....	12
2.1.1 Poids de la structure .....	12
2.1.2 Charges additionnelles (lumière, son...).....	12
2.2 Charges d'exploitation (Q) : .....	14
2.3 Surcharges climatiques .....	14
2.3.1 Pression dynamique de base $P_n$ et pression dynamique extrême $P_e$ .....	14
2.3.2 Coefficient d'exposition du site .....	14
2.3.3 Coefficient de forme .....	14
2.3.4 Chargements structure condition normale de fonctionnement.....	15
2.3.5 Chargements structure en condition extrême de fonctionnement .....	20
2.3.6 Récapitulatif chargement Vent avant / arrière / côté 60 Km/h.....	24
2.3.7 Récapitulatif chargement Vent avant / arrière / côté 110 Km/h.....	25
2.4 Récapitulatif des chargements étudiés.....	26
2.4.1 Vérification de la stabilité de la structure.....	26
<b>3 Restrictions .....</b>	<b>27</b>
3.1 Restrictions .....	27
<b>II. RESULTATS.....</b>	<b>28</b>
<b>4 Résultats en vent normal .....</b>	<b>28</b>
4.1 Cas N1- Vent de face.....	28
4.1.1 Résultats en Déplacements (structure primaire).....	28
4.1.2 Résultats en contrainte .....	29
4.2 Cas N2 – Vent arrière .....	31
4.2.1 Résultats en Déplacements de la structure primaire.....	31
4.2.2 Résultats en contrainte .....	32
4.3 Cas N3 – Vent côté.....	34
4.3.1 Résultats en Déplacements de la structure primaire.....	34
4.3.2 Résultats en contrainte .....	35
<b>5 Résultats en vent extrême .....</b>	<b>38</b>
5.1 Cas E1 – Vent de face .....	38
5.1.1 Résultats en contrainte .....	38
5.2 Cas E2 – Vent arrière .....	39
5.2.1 Résultats en contrainte .....	39
5.3 Cas E3 – Vent de côté .....	40
5.3.1 Résultats en contrainte .....	40



<b>III. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE .....</b>	<b>41</b>
6 Vérification au basculement (soulèvement) .....	41
7 Vérification de la résistance au glissement ou translation .....	42
7.1.1.....	42
7.1.2 Bilan de la vérification de la stabilité de la structure .....	43
<b>IV. CONCLUSION .....</b>	<b>45</b>
<b>V. ANNEXE 1 - .....</b>	<b>46</b>
<b>VI. ANNEXE 2 - .....</b>	<b>53</b>
<b>8 Résultats en vent de face 65Km/h .....</b>	<b>53</b>
8.1 Cas M1 – Vent de face .....	53
8.1.1 Résultats en contrainte .....	53
8.1.2 Résultats en déplacement .....	54
8.2 Cas M2 – Vent arrière .....	55
8.2.1 Résultats en contrainte .....	55
8.2.2 Résultats en déplacement .....	56
8.3 Cas M3 – Vent de côté .....	57
8.3.1 Résultats en contrainte .....	57
8.3.2 Résultats en déplacement .....	58

## I. Modélisation

---

### 1 Hypothèses de calcul

#### 1.1 Charges

Les calculs de vérification doivent prendre en compte les charges, surcharges et effets suivants :

- Charges permanentes (poids propre de la structure, lumières, enceintes...).
- Surcharges climatiques : effets du vent.

#### 1.2 Critères de ruine

Le critère de ruine est atteint lorsque la contrainte caractéristique  $\sigma_c$  atteint la limite élastique  $\sigma_e$  du matériau. Le calcul de  $\sigma_c$  fait intervenir des coefficients de pondération appliqués aux charges définis plus loin dans le document.

#### 1.3 Matériaux

Les profilés de la structure étudiée sont en **acier S235**, dont les caractéristiques sont :

- ✓ Acier structure S235:      Module de Young **E**: 200 000 Mpa  
   Coefficient de poisson  $\nu$  : 0.27  
   Limite élastique  $\sigma_e$  : 235 Mpa  
   Limite à la rupture  $\sigma_r$  : 335 Mpa
- ✓ Aluminium 6060 T6 :      Module de Young **E**: 70 Gpa  
   Limite élastique  $\sigma_e$  : 215 Mpa  
   Limite à la rupture  $\sigma_r$  : 240 Mpa
- ✓ Visserie classe 8.8 :      Limite élastique  $\sigma_e$  : 640 Mpa  
   Limite à la rupture  $\sigma_r$  : 800 Mpa

*Les éléments de raccordement des différents tronçons ne seront pas pris en compte dans la modélisation globale.*

*Les liaisons seront considérées comme parfaites pour la simulation globale.*

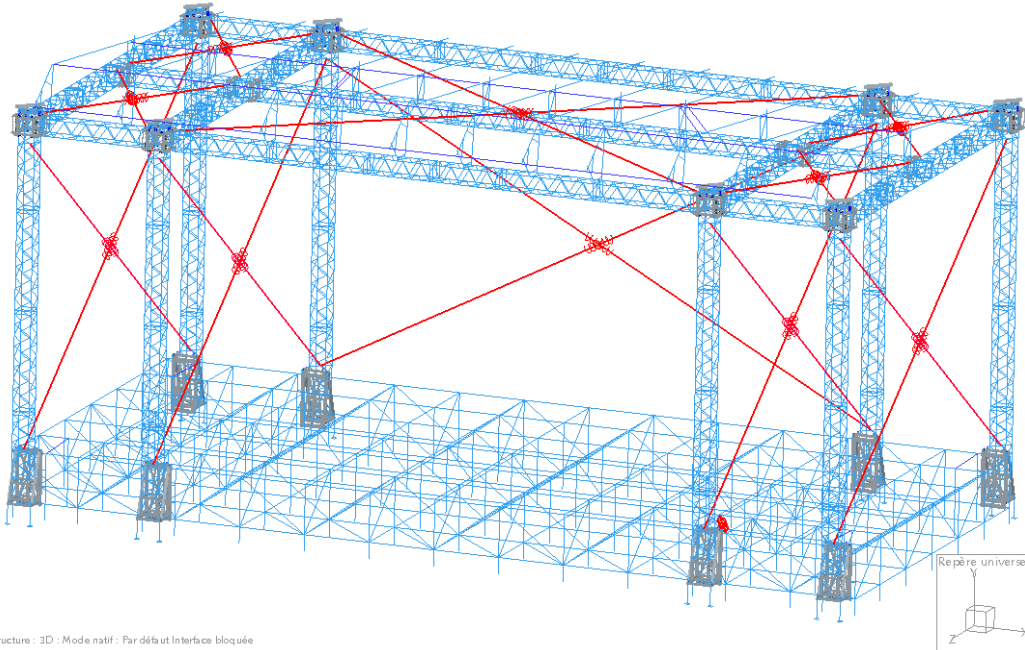
#### 1.4 Règlements et documents de référence

*Règles de calcul Neige et vent NV65 (avril 2000)*

*Règles de calcul des constructions en Aluminium EUROCODE 9*



## 1.6 Repérage du modèle

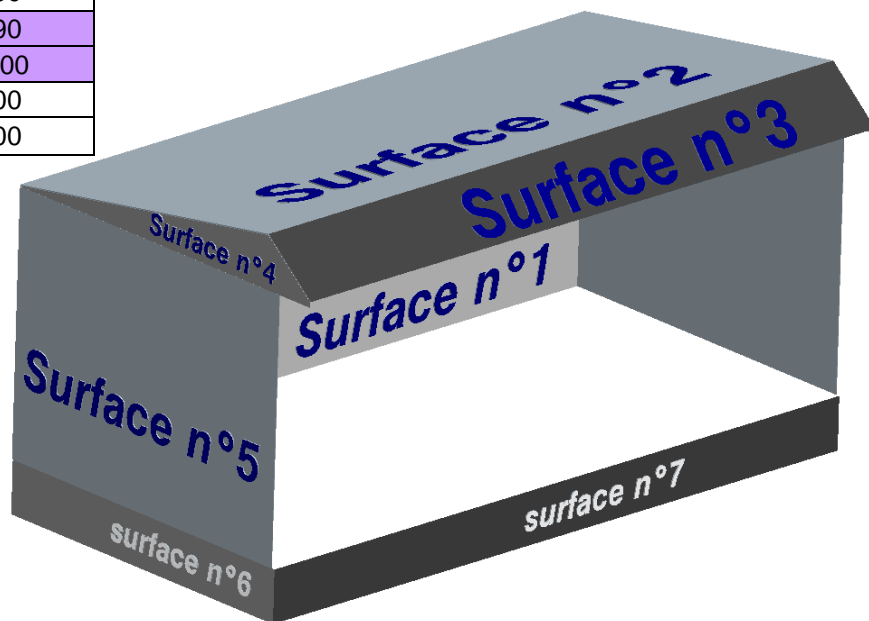


structure : 3D - Mode natif : Par défaut Interface bloquée

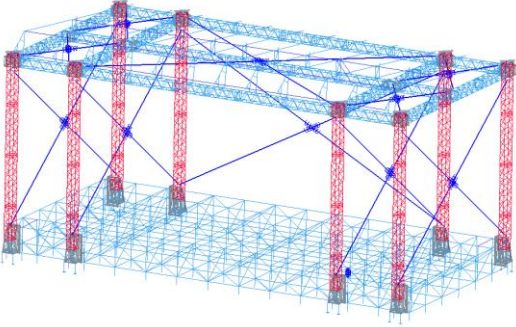
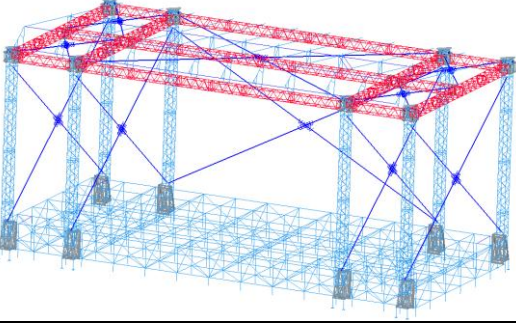
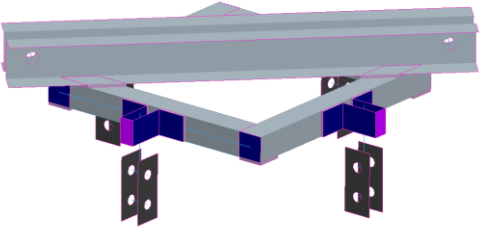
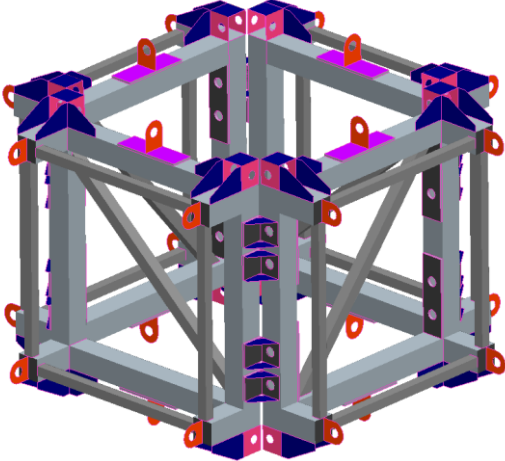

X : transversal au grill  
Y : vertical de bas en haut  
Z : de l'arrière vers l'avant

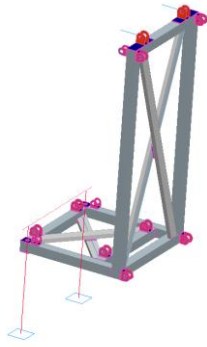
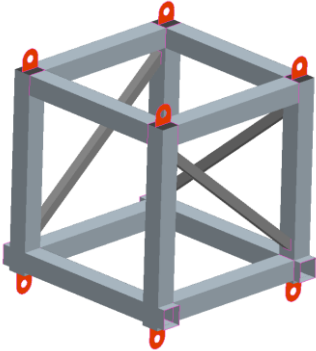
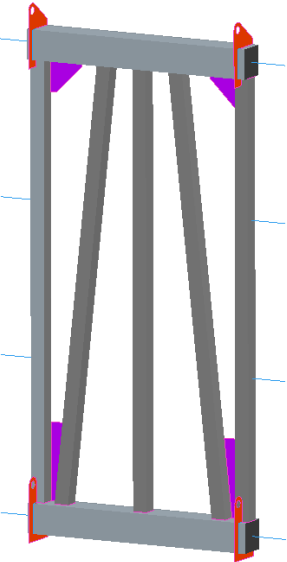
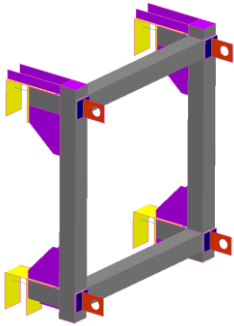
## 1.7 Surfaces bâchées en condition normale (60 Km/h)

Surface	Surface en m <sup>2</sup> réel
S1	260,00
S2	320,00
S3	40,00
S4	10,90
S5	140,00
jupe scène face	52,00
jupe scène côté	24,00



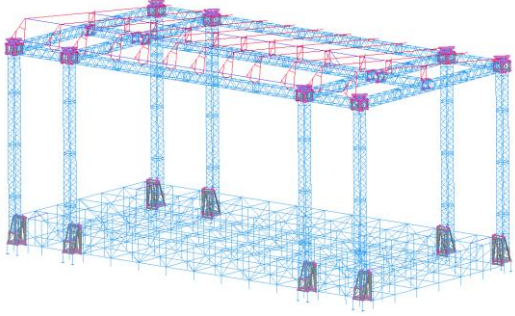
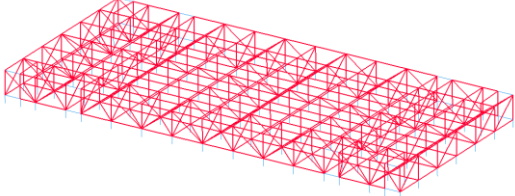
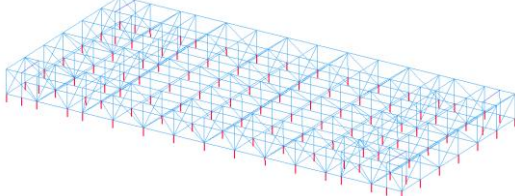
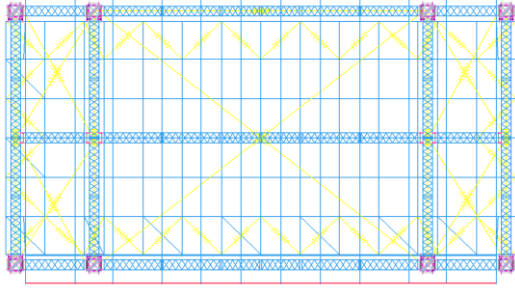
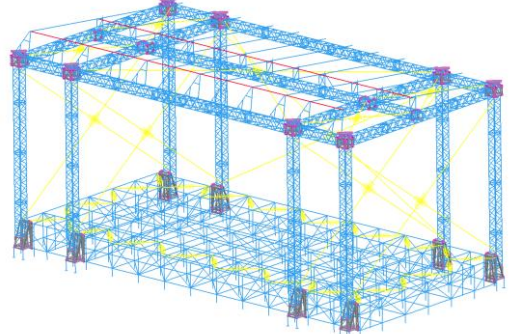
## 1.8 Sections du modèle

Sections du modèle	Désignation	Tubes principaux	Remplissage	Plan
	<b>MAT 500</b>	rond 60 x 5	<i>Remp tri. :</i> Rond 30 x 3 <i>Cadre</i> Carré 50 x 3	
	<b>POUTRE 500</b>	rond 50 x 5	<i>Remp tri. :</i> Rond 30 x 3 <i>Cadre</i> Carré 30 x 3	
	<b>Tête tour</b>	Carré 60 x 4		Annexe 1
	<b>CHARIOT</b>	Carré 60 x 4	<i>Diago :</i> Carré 30 x 3 <i>cadre</i> Carré 25 x 3	Annexe 1
	<b>BRACON</b>	Carré 70 x 3		Annexe 1

Sections du modèle	Désignation	Tubes principaux	Remplissage	Plan
	<b>EMBASE CADRE1</b>	Carré 70 x 3	<i>Diago :</i> Rectangle 70x30x2	Annexe 1
	<b>EMBASE CADRE2</b>	Carré 60 x 4	<i>Diago :</i> Carré 30 x 3	Annexe 1
	<b>CADRE SCENE</b>	Carré 100 x 4	<i>Diago :</i> Carré 50 x 3	Annexe 1
	<b>CARRE MAGIQUE</b>	Carré 50 x 3		Annexe 1

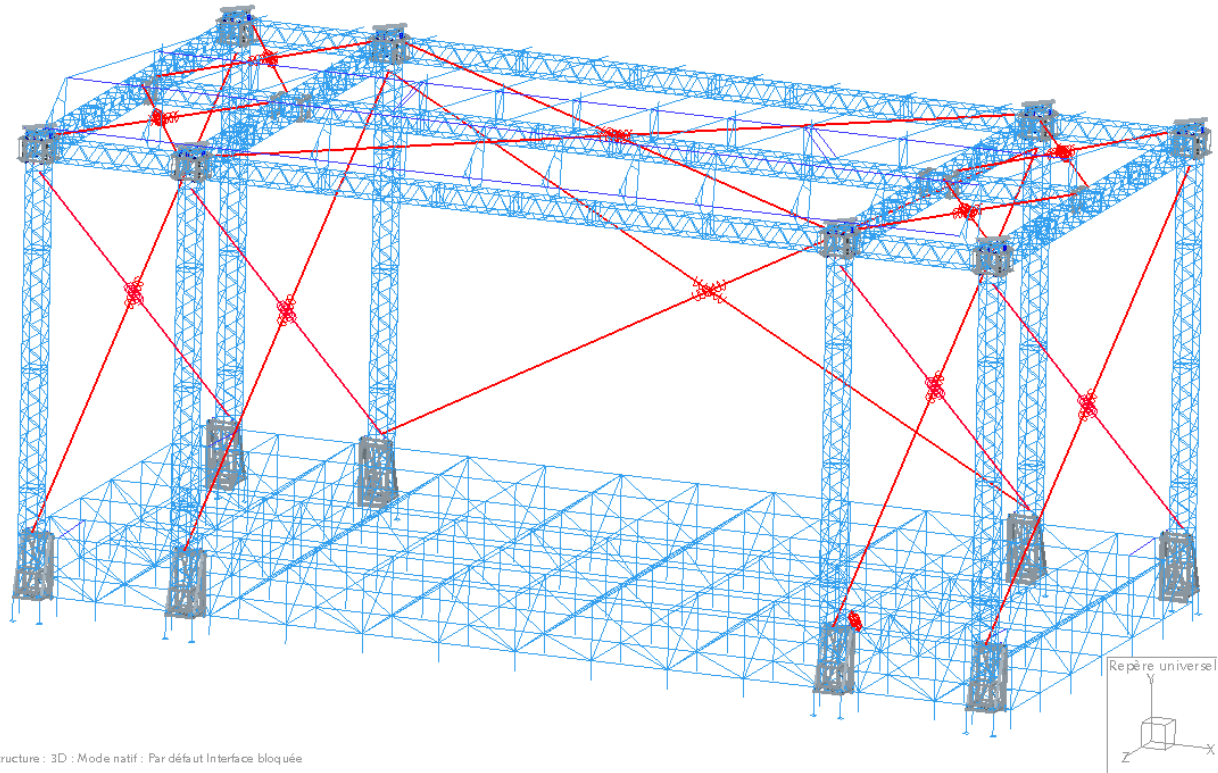




	<b>Couverture</b>			Annexe 1
	<b>Scène</b>	Tube rond 48 x 3 Acier		
	<b>Pieds Scène</b>	Rond plein Ø36 Acier		
	<b>Liaison avant couverture</b>	Tube rond 48 x 3 Alu		
	<b>Liaison sup et centre couverture</b>	Rectangle 40x20x2		

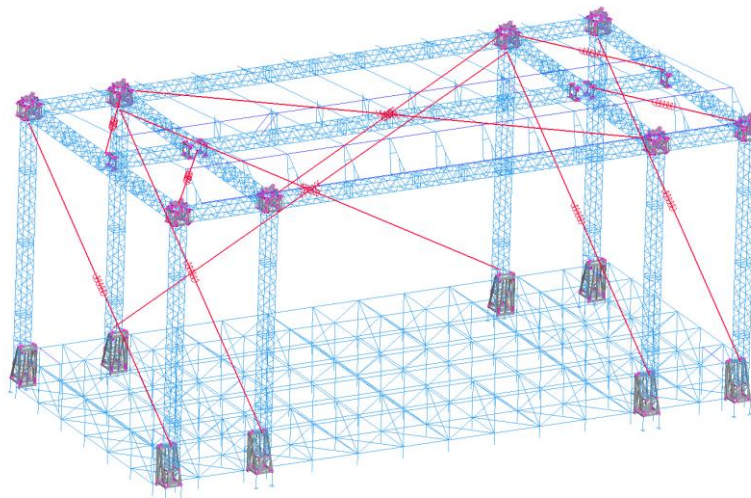
## 1.9 Câblage du modèle

Seront considérés dans notre calcul des paires de câbles croisés, de raideur 5000 N/m dans la toiture, les côtés et dans le fond. Au total : 20 câbles.

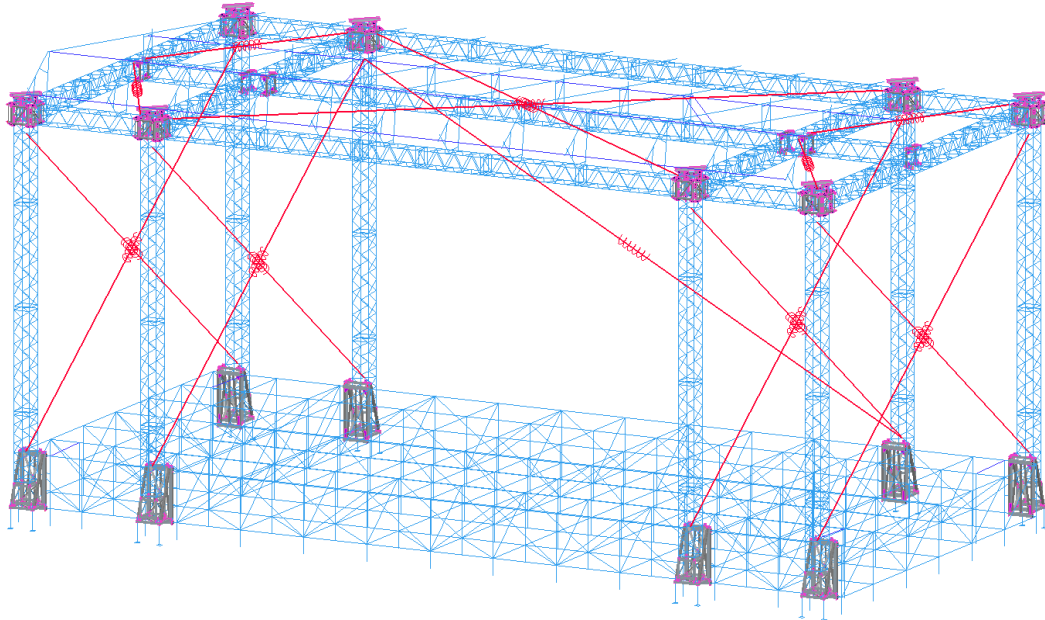


En fonction des cas de chargement étudiés (vent avant, arrière et côté) nous activerons et désactiverons certains ressorts, car ces derniers encaissent des efforts de compressions que ne peuvent encaisser les câbles dans la réalité.

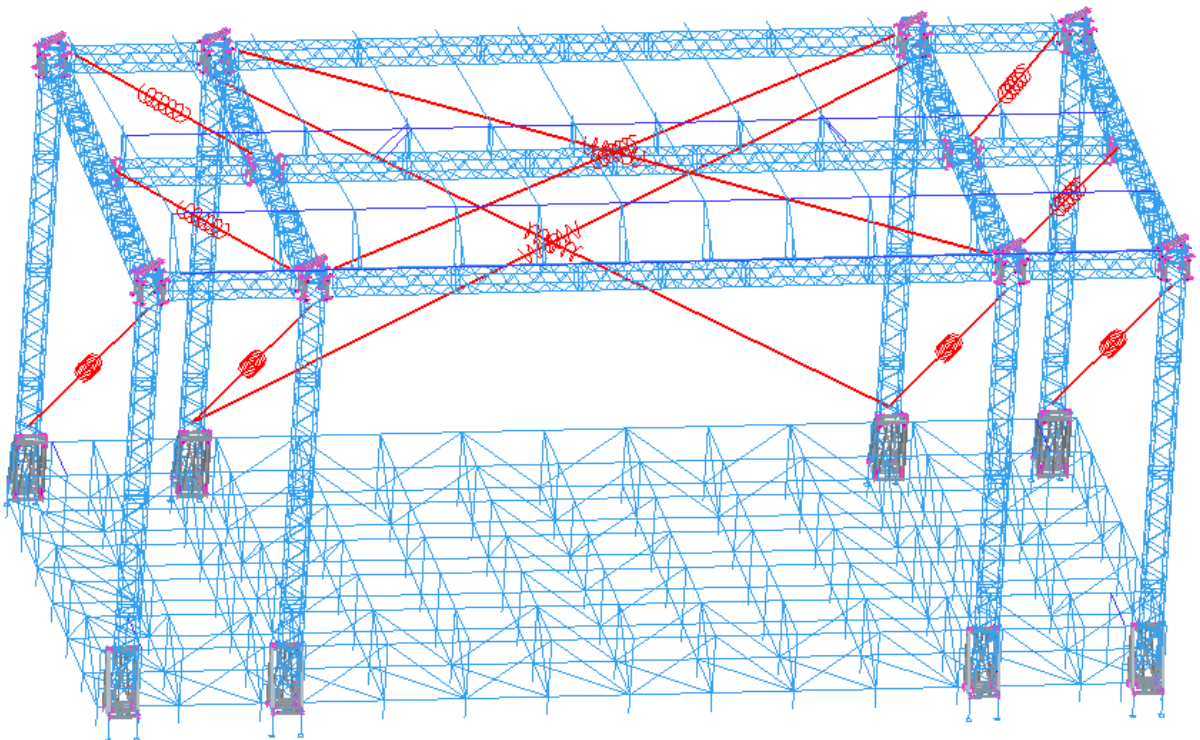
➤ Configuration du modèle en vent de face :



➤ Configuration du modèle en vent de côté :



➤ Configuration du modèle en vent arrière :



## 2 Cas de chargement statique suivant EUROCODE 9 et NV65

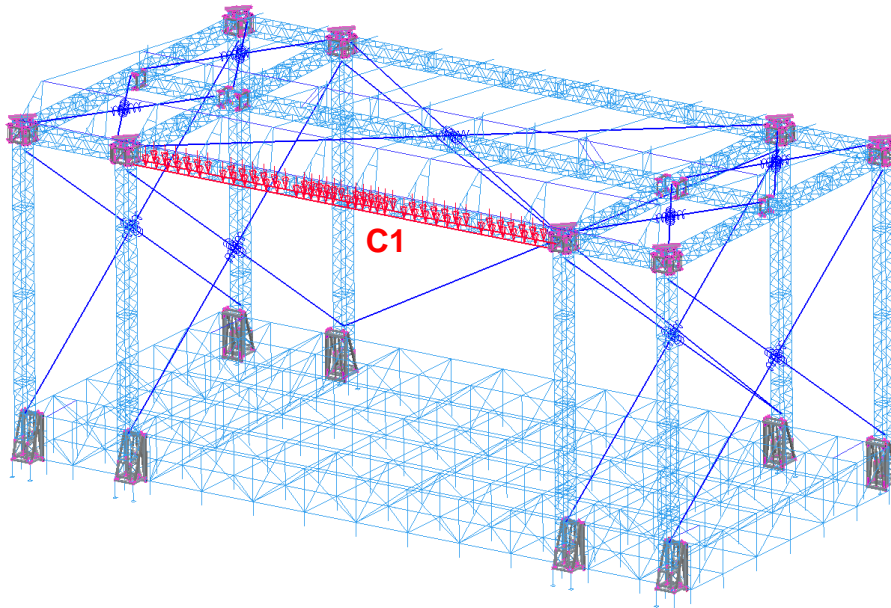
### 2.1 Charges permanentes (G) :

#### 2.1.1 Poids de la structure

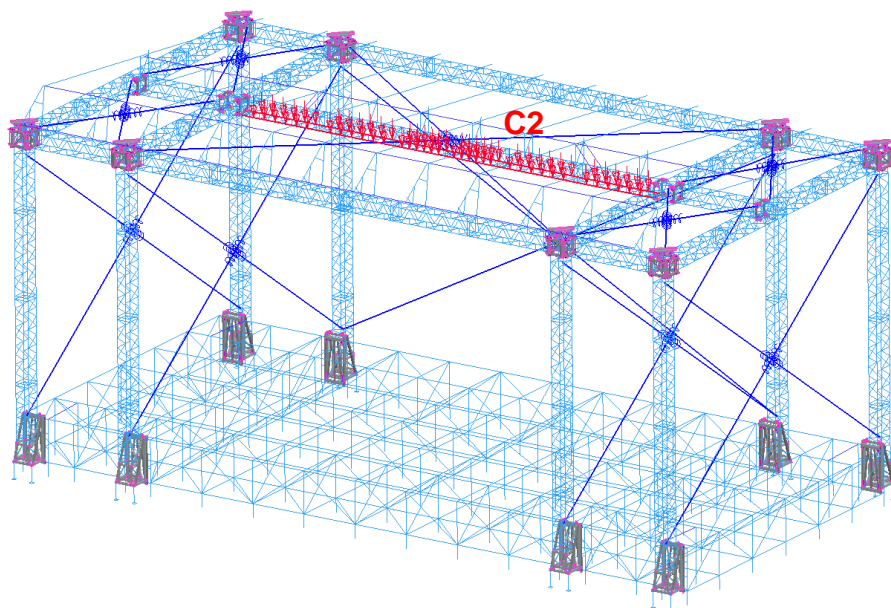
- Nous retiendrons un poids propre de :  $P = 19\ 500\ \text{daN}$   
Cela comprend l'ensemble du grill ainsi que la scène Ulma

#### 2.1.2 Charges additionnelles (lumière, son...)

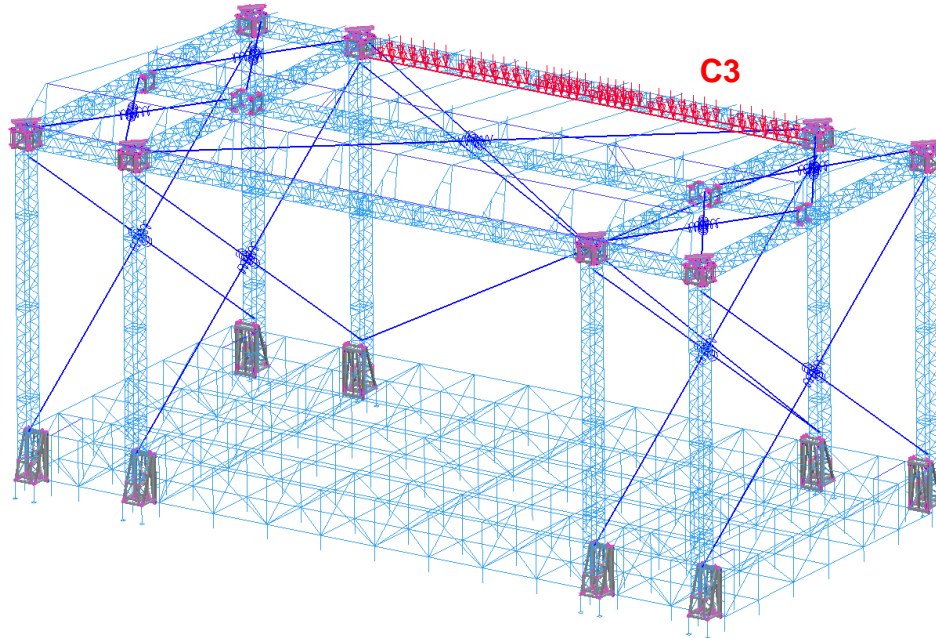
- Une charge répartie de  $C1 = 1\ 500\ \text{Kg}$  sur la traverse avant



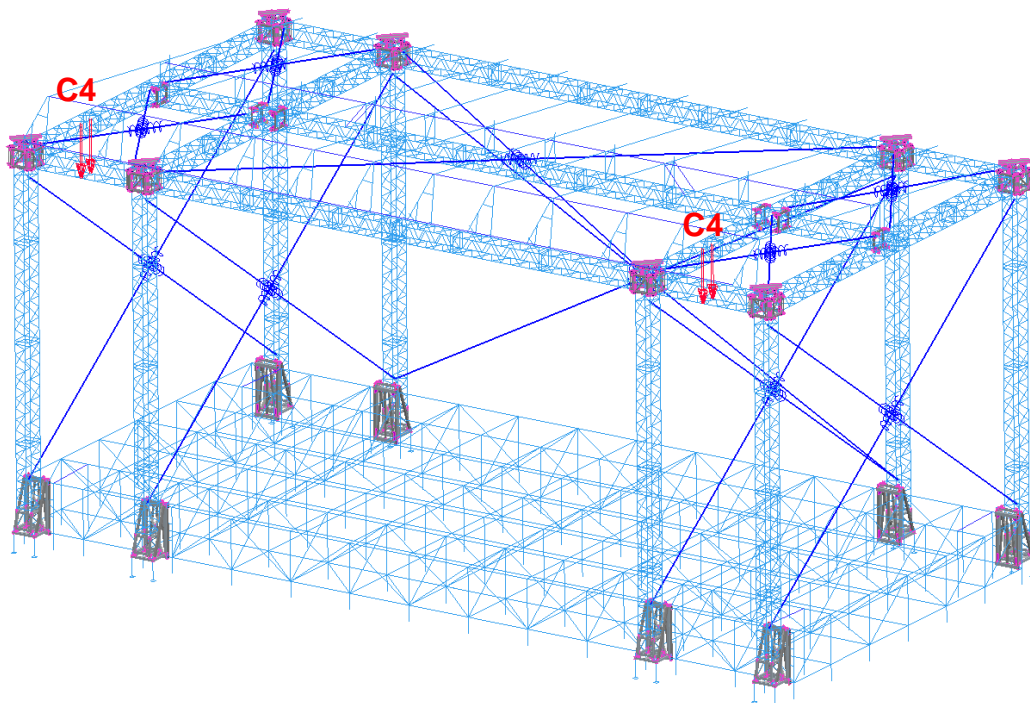
- Une charge répartie de  $C2 = 1\ 500\ \text{Kg}$  sur la traverse intermédiaire



- Une charge répartie de **C3 = 1 500 Kg** sur la traverse arrière



- deux charges ponctuelles **C4 = 2 x 2 000 Kg** sur les déports



## 2.2 Charges d'exploitation (Q) :

Aucune surcharge d'exploitation ne sera prise en compte.

## 2.3 Surcharges climatiques

Le chargement total du au vent est issu des pressions dynamiques (dépendantes de la vitesse du vent), combinées à différents coefficients de pondération.

La structure étudiée est itinérante. Nous allons réaliser le calcul pour 2 vitesses de vent : **60 km/h** et **110 km/h**, sachant que la structure n'est bâchée sur ses 3 côtés que jusqu'à **60 km/h**, et au delà, la structure doit être débâchée latéralement, ainsi que le fond de scène principal.

### 2.3.1 Pression dynamique de base $P_n$ et pression dynamique extrême $P_e$

$$P(\text{daN/m}^2) = \frac{V^2(\text{m/s})}{16.3}$$

- Nous prendrons en vent normal une valeur de 60 Km/h :  $P_n = 17.04 \text{ daN/m}^2$ .
- Nous prendrons pour le vent extrême une valeur de 110 Km/h :  $P_e = 57,3 \text{ daN/m}^2$ .

### 2.3.2 Coefficient d'exposition du site

$$C_{\text{exp}} = 1$$

### 2.3.3 Coefficient de forme

$C_f = 1.3$  pour les parois verticales

Pour la toiture en vent normal arrière :

	Surface réelle	Angle / horiz	ce		ci		C	
			Au vent	Sous le vent	Au vent	Sous le vent	Au vent	Sous le vent
<b>S3 casquette</b>	40,00	36,40	-0,17	-0,48	0,80	-0,50	-0,97	0,02
<b>S2 toiture</b>	320,00	6,30	-0,63	-0,41	-0,50	0,80	-0,13	-1,21

## 2.3.4 Chargements structure condition normale de fonctionnement

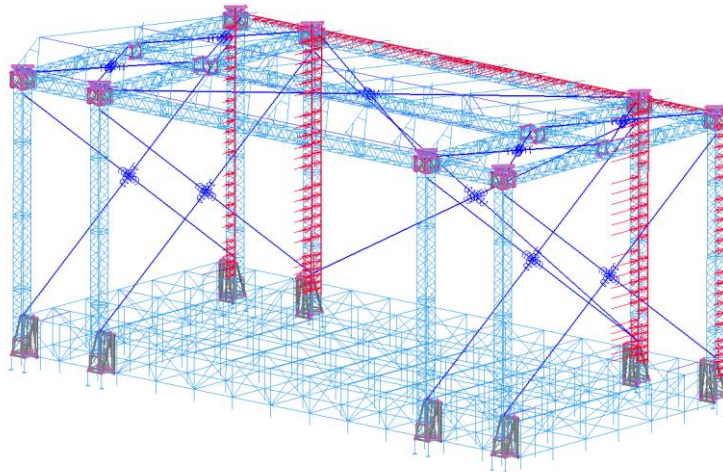
### a Vent de face :

La structure est entièrement bâchée, à l'exception de la face avant

60 Km/h		Coef C	Valeur en daN	Coef EUROCODE 9	Valeur en daN
<b>Vent de face</b>	S1 fond scène	1.3	<b>5760</b>	1,70	<b>9 792</b>
	S2 toiture	1.3	<b>7089</b>	1,70	<b>12 052</b>
	S3 casquette	1.3	<b>886</b>	1,70	<b>1 506</b>
	S4 côté toiture	1.3	<b>241</b>	1,70	<b>411</b>
	S5 côté prisme base	1.3	<b>3102</b>	1,70	<b>5 273</b>
	S7 jupe scène face	1.3	<b>1152</b>	1,70	<b>1 958</b>

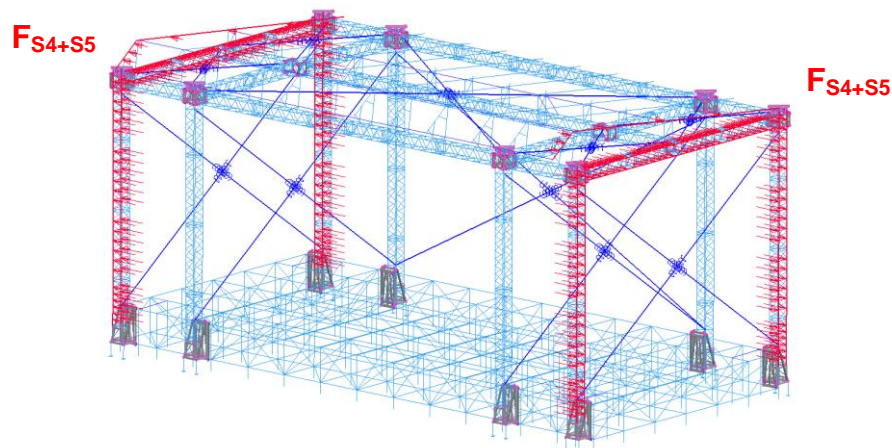
➤ Effort du au vent sur le fond de scène (S1) :

$$F_{S1} = 5\ 760\ \text{daN}$$



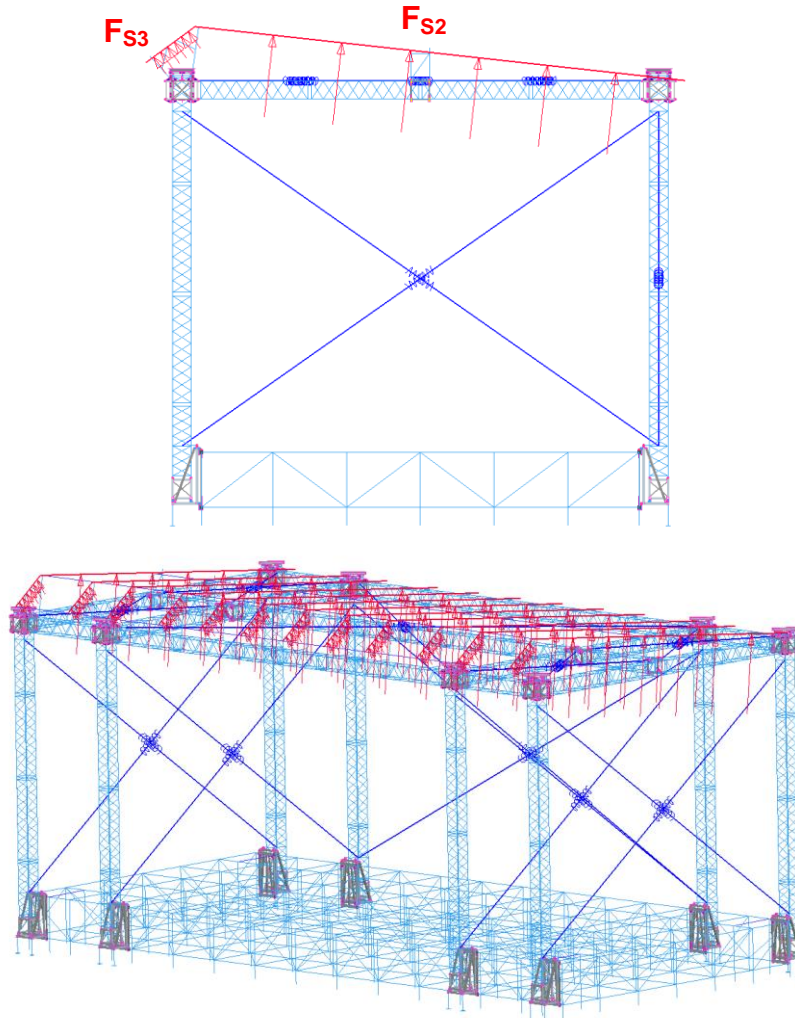
➤ Effort du au vent sur les faces latérales (S4+S5) :

$$\diamond F_{S4+S5} = 3\ 343\ \text{daN}$$



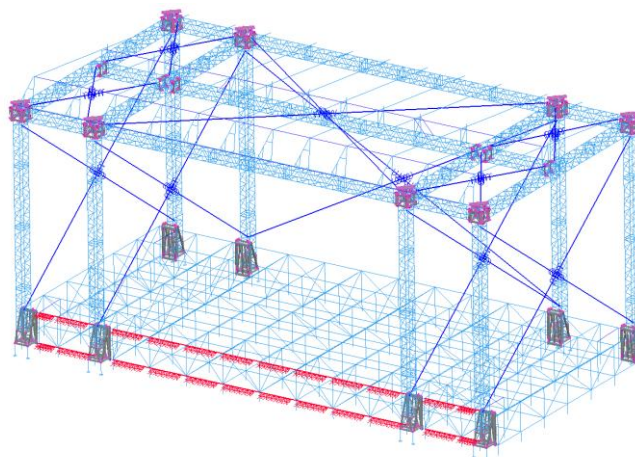
- Effort du au vent sur la toiture (S2 et S3) :

**$F_{S2} = 7\ 089\ \text{daN}$  /  $F_{S3} = 886\ \text{daN}$**



- Effort du au vent sur la jupe de scène (S7) :

**$F_{S7} = 1\ 152\ \text{daN}$**





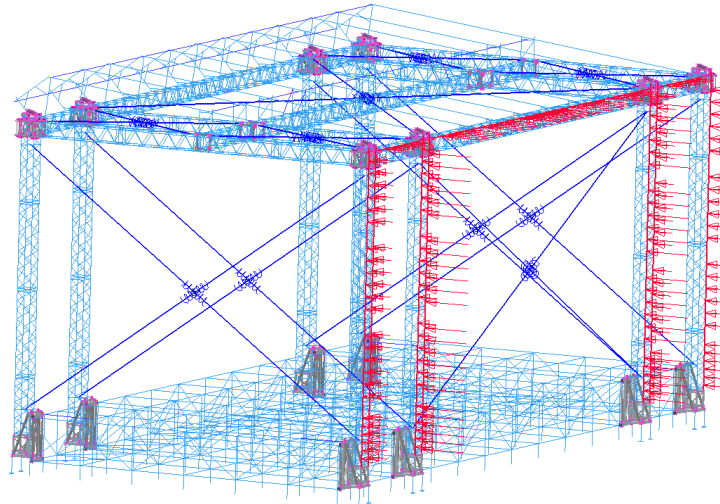
**b Vent arrière :**

La structure est entièrement bâchée, à l'exception de la face avant.

60Km/h		Coef C	Valeur en daN	Coef EUROCODE 9	Valeur en daN
<b>Vent arrière</b>	S1 fond scène	1.3	<b>5760</b>	1,70	<b>9 792</b>
	S2 toiture	-0.13	<b>-687</b>	1,70	<b>-1 168</b>
	S3 casquette	0.02	<b>12</b>	1,70	<b>21</b>
	S7 jupe scène ar	1.3	<b>1152</b>	1,70	<b>1 958</b>

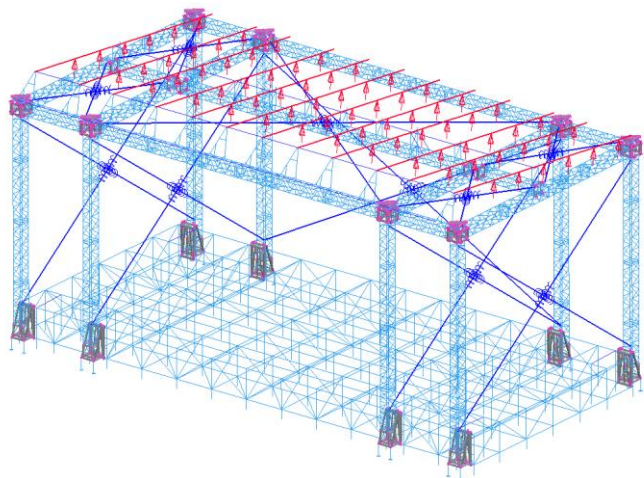
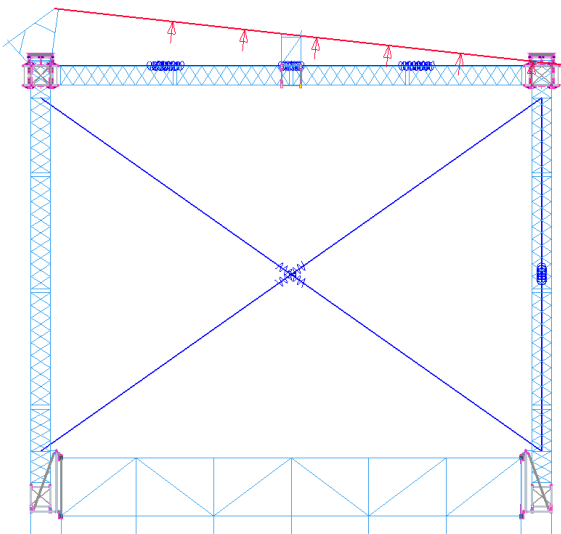
➤ Effort du au vent sur le fond de scène (S1) :

**$F_{S1} = 5\,760$  daN**



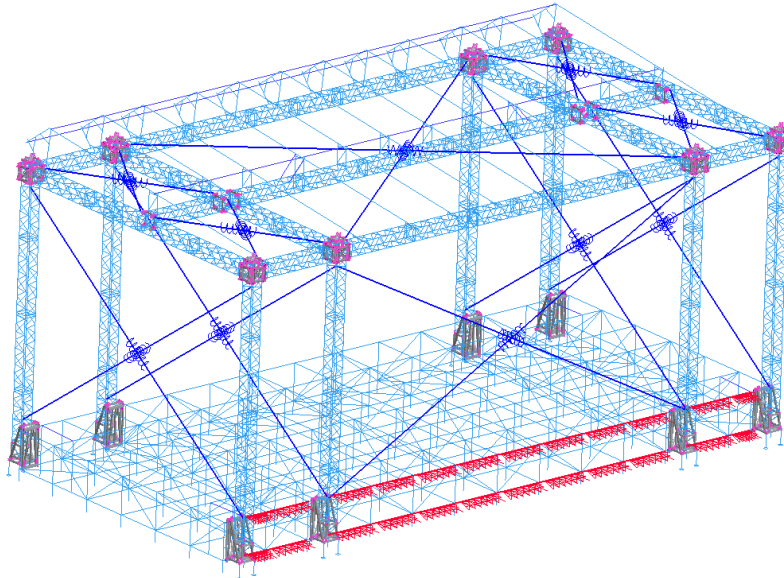
➤ Effort du au vent sur la toiture (S2 et S3)

**$F_{S2} = 687$  daN /  $F_{S3} = 0$  daN**



➤ Effort du au vent sur la jupe de scène (S7)

**$F_{S7} = 1\ 152\ \text{daN}$**



*c* Vent de côté :

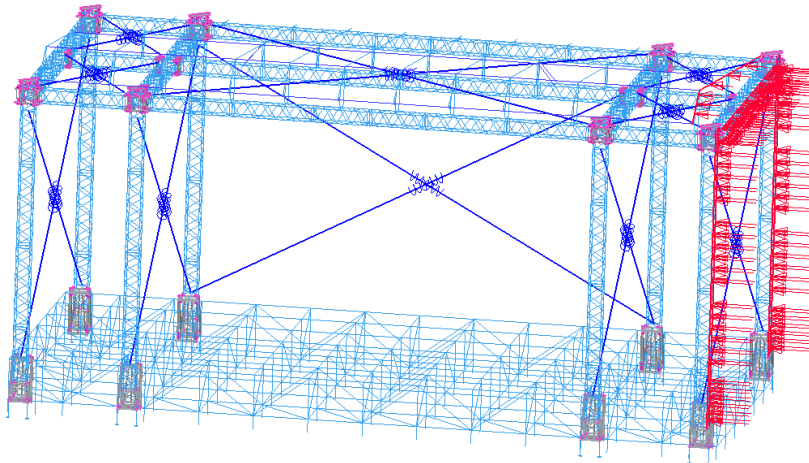
La structure est entièrement bâchée, à l'exception de la face avant.

➤ Effort du au vent sur les faces latérales (S4+S5):

60Km/h	Surfaces	Coef C	Valeur en daN	coef EUROCODE 9	Valeur en daN
<b>Vent côté</b>	(S4 + S5) côté	1,3	3343	1,70	<b>5 683</b>
	S6 jupe scène côté	1,3	532	1,70	<b>904</b>

➤ Effort du au vent sur la toiture (S4 et S5)

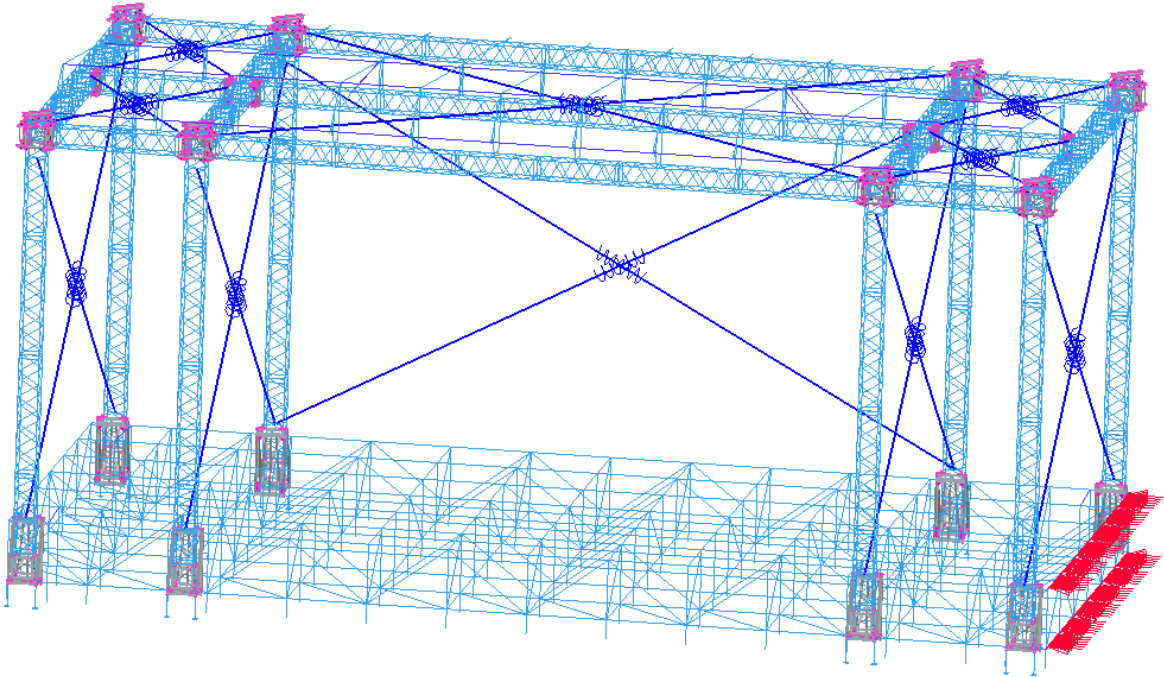
**$F_{S4+S5} = 3\ 343\ \text{daN}$**





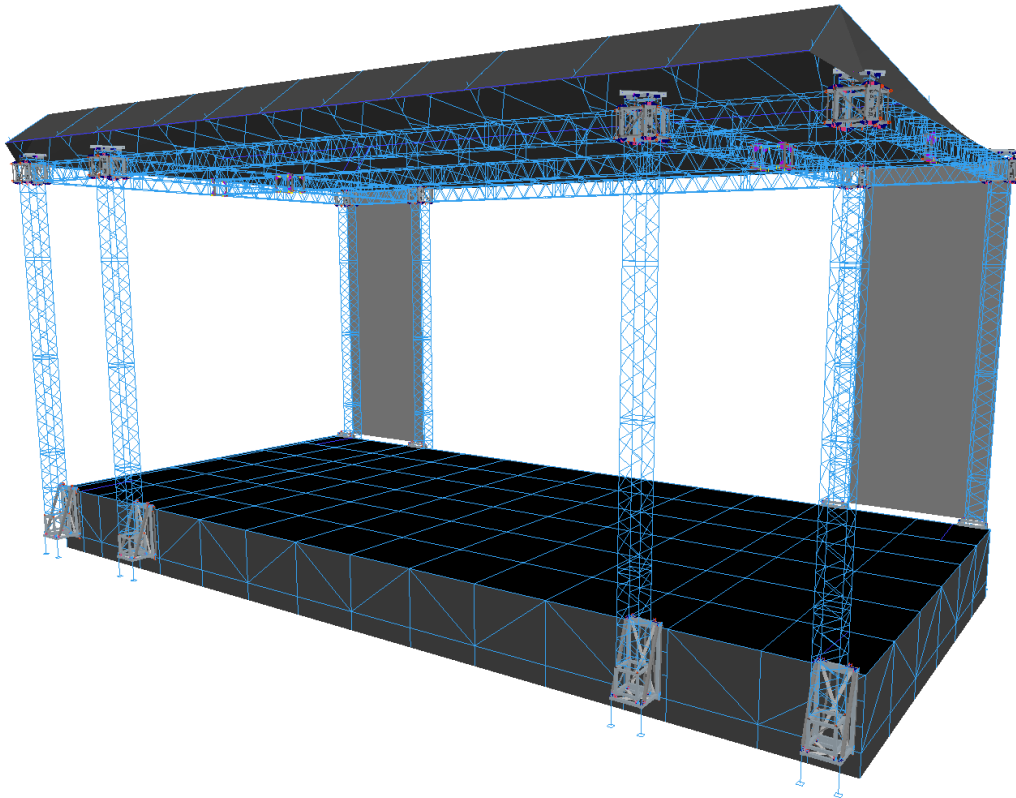
- Effort du au vent sur la jupe de scène S6.

**$F_{S6} = 532 \text{ daN}$**



### 2.3.5 Chargements structure en condition extrême de fonctionnement

La structure est entièrement débâchée, à l'exception de la toiture et les extensions de fond de scène, comme le montre la figure ci-dessous. La vitesse retenue en vent extrême est de 110 Km/h



Surface	Surface en m <sup>2</sup>
<b>S1</b>	80,00
<b>S2</b>	320,00
<b>S3</b>	40,00
<b>S4</b>	10,90
<b>S5</b>	0,00
jupe scène face	52,00
jupe scène côté	24,00

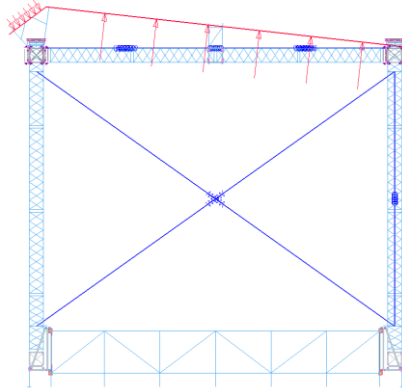
Coef C Pour la toiture en vent de face et arrière extrême :

	<b>C</b>	
	Au vent	Sous le vent
<b>S3 casquette</b>	0.80	-0.50
<b>S2 toiture</b>	0.35	-0.35

a Vent de face :

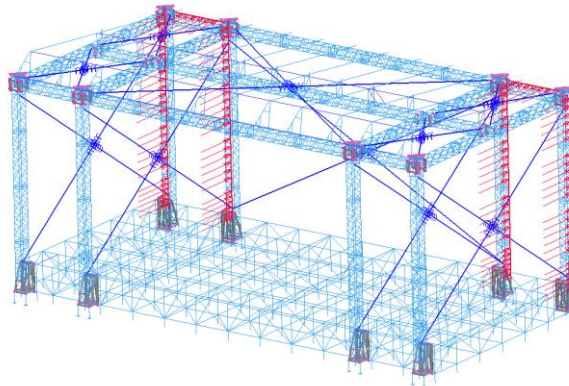
		Valeur	
<b>Vent avant</b>	S2 toiture	<b>-6 619.69</b>	daN
	S3 casquette	<b>1 832.92</b>	daN
	S7 jupe de scène	<b>3 872.04</b>	daN
	S1bis fond scène exter	<b>5 956.98</b>	daN

➤ Effort du au vent sur la toiture (S2 et S3) :



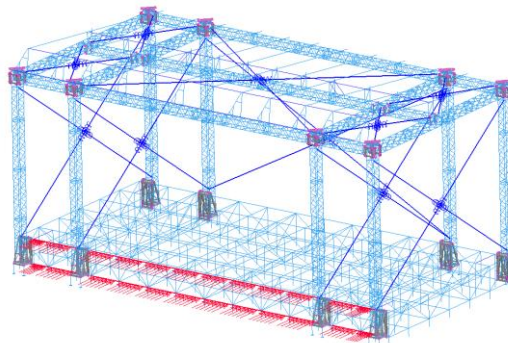
**$F_{S2} = 6\,619\text{ daN}$  /  $F_{S3} = 1\,832\text{ daN}$**

➤ Effort du au vent sur le fond de scène :



**$F_{S1\text{ bis}} = 5\,956\text{ daN}$**

➤ Effort du au vent sur la jupe de scène :

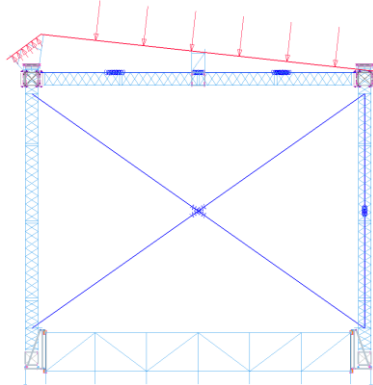


**$F_{S7} = 3\,872\text{ daN}$**

**b Vent arrière :**

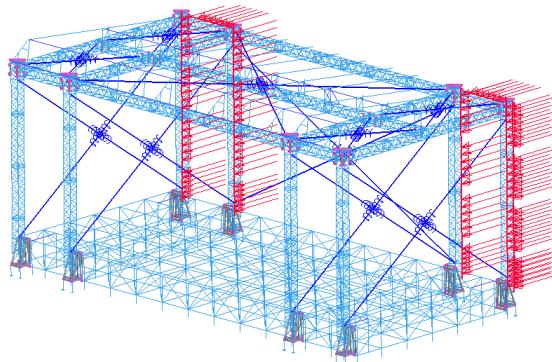
		Valeur	
<b>Vent arrière</b>	S1bis fond scène exter	<b>5 956.98</b>	daN
	S2 toiture	<b>6 619.69</b>	daN
	S3 casquette	<b>-1 145.57</b>	daN
	S7 jupe de scène	<b>3 872.04</b>	daN

➤ **Effort du au vent sur la toiture (S2 et S3) :**



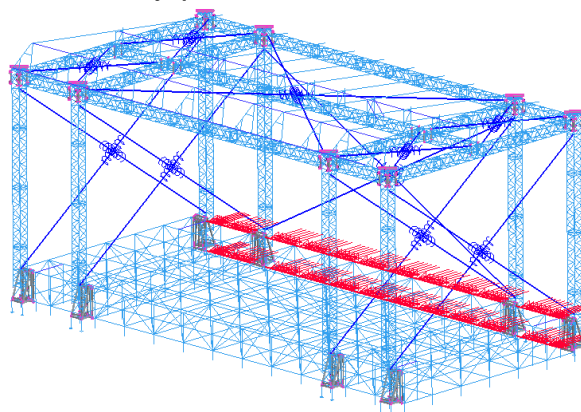
**$F_{S2} = 6\,619\text{ daN} / F_{S3} = 1\,145\text{ daN}$**

➤ **Effort du au vent sur le fond de scène :**



**$F_{S1\text{ bis}} = 5\,956\text{ daN}$**

➤ **Effort du au vent sur la jupe de scène :**

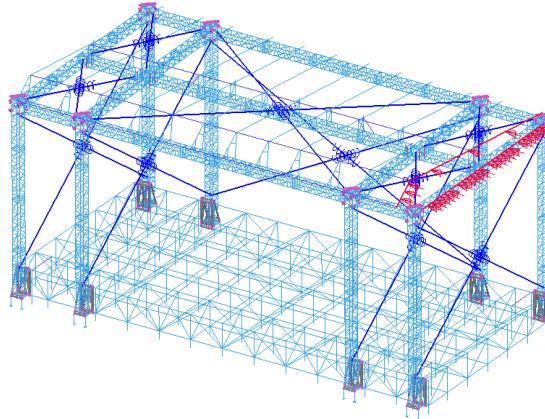


**$F_{S7} = 3\,872\text{ daN}$**

*c* Vent de côté :

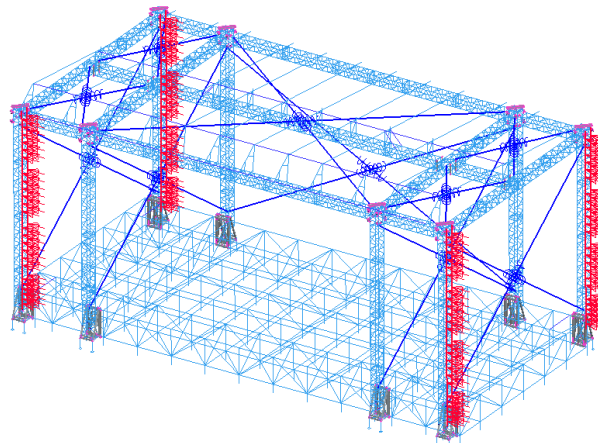
		Valeur	
<b>Vent côté</b>	Mât	<b>186.16</b>	daN
	S4 toiture	<b>811.64</b>	daN
	S6 jupe de scène	<b>1 787.09</b>	daN

➤ Effort du au vent sur la face latérale (S4):



$$F_{S4} = 811 \text{ daN}$$

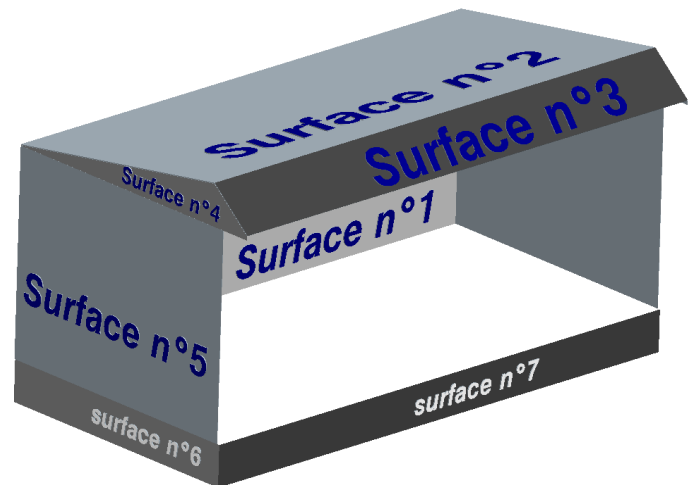
➤ Effort du au vent sur les mâts de 500 et 800 :



$$F_{MAT 500} = 4 \times 186 \text{ daN}$$

## 2.3.6 Récapitulatif chargement Vent avant / arrière / côté 60 Km/h

vent <i>normal</i>		
vit. du vent	60	km/h
vit. du vent (m/s)	16.66666667	m/s
Press. Dynamique q	17.04	Kg/m <sup>2</sup>
coef. de site	1	
coef. de forme (ce-ci)	1.3	
Pression dynamique pondérée	22.1540559	Kg/m <sup>2</sup>
Pression dynamique pondérée	0.000221541	MPa



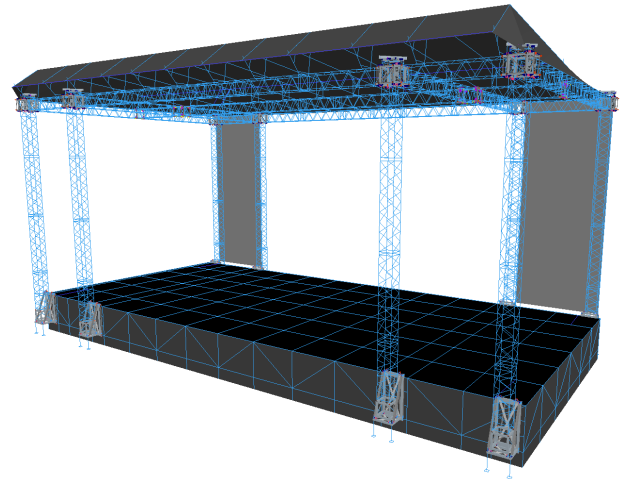
Surface	Surface en m <sup>2</sup>
<b>S1</b>	260,00
<b>S2</b>	320,00
<b>S3</b>	40,00
<b>S4</b>	10,90
<b>S5</b>	140,00
jupe scène face	52,00
jupe scène côté	24,00

		Valeur en daN	Coef EUROCODE 9	Valeur en daN
<b>Vent de face</b>	S1 fond scène	<b>5760</b>	1.70	<b>9 792</b>
	S2 toiture	<b>7089</b>	1.70	<b>12 052</b>
	S3 casquette	<b>886</b>	1.70	<b>1 506</b>
	S4 côté toiture	<b>241</b>	1.70	<b>411</b>
	S5 côté prisme base	<b>3102</b>	1.70	<b>5 273</b>
	jupe scène face	<b>1152</b>	1.70	<b>1 958</b>
<b>Vent arrière</b>	S1 fond scène	<b>5760</b>	1.70	<b>9 792</b>
	S2 toiture	<b>-687</b>	1.70	<b>-1 168</b>
	S3 casquette	<b>12</b>	1.70	<b>21</b>
	S7 jupe scène ar	<b>1152</b>	1.70	<b>1 958</b>
<b>Vent côté</b>	(S4 + S5) côté	3343	1.70	<b>5 683</b>
	S6 jupe scène côté	532	1.70	<b>904</b>



## 2.3.7 Récapitulatif chargement Vent avant / arrière / côté 110 Km/h

vent <i>extreme</i>		
vit. du vent	110	km/h
vit. du vent (m/s)	30.55555556	m/s
Press. Dynamique q	57.28	Kg/m <sup>2</sup>
coef. de site	1	
coef. de forme (ce-ci)	1.3	
Pression dynamique pondérée	74.46224343	Kg/m <sup>2</sup>
Pression dynamique pondérée	0.000744622	MPa



Surface	Surface en m <sup>2</sup>
<b>S1</b>	<b>80,00</b>
<b>S2</b>	320,00
<b>S3</b>	40,00
<b>S4</b>	10,90
<b>S5</b>	<b>0,00</b>
jupe scène face	52,00
jupe scène côté	24,00

		Valeur	
<b>Vent avant</b>	S2 toiture	<b>-6 619.69</b>	daN
	S3 casquette	<b>1 832.92</b>	daN
	S7 jupe de scène	<b>3 872.04</b>	daN
	S1bis fond scène exter	<b>5 956.98</b>	daN
<b>Vent arrière</b>	S1bis fond scène exter	<b>5 956.98</b>	daN
	S2 toiture	<b>6 619.69</b>	daN
	S3 casquette	<b>-1 145.57</b>	daN
	S7 jupe de scène	<b>3 872.04</b>	daN
<b>Vent côté</b>	Mât	<b>186.16</b>	daN
	S4 toiture	<b>811.64</b>	daN
	S6 jupe de scène	<b>1 787.09</b>	daN

## 2.4 Récapitulatif des chargements étudiés

	Gravité	Charge Lumière	Vent face Normal	Vent arrière Normal	Vent côté Normal	Vent face Extrême	Vent arrière Extrême	Vent côté Extrême
<b>Cas 1</b>	X [1.5/1]	X[1.5/1]	X[1.7/1]					
<b>Cas 2</b>	X [1.5/1]	X [1.5/1]		X [1.7/1]				
<b>Cas 3</b>	X [1.5/1]	X [1.5/1]			X [1.7/1]			
<b>Cas E1</b>	X [1/1]	X [1/1]				X [1/1]		
<b>Cas E2</b>	X [1/1]	X[1/1]					X [1/1]	
<b>Cas E3</b>	X[1/1]	X [1/1]						X [1/1]

Sont indiqués entre crochets les coefficients de post-traitement utilisés [Vérification en contrainte / Vérification aux déplacements].

### 2.4.1 Vérification de la stabilité de la structure

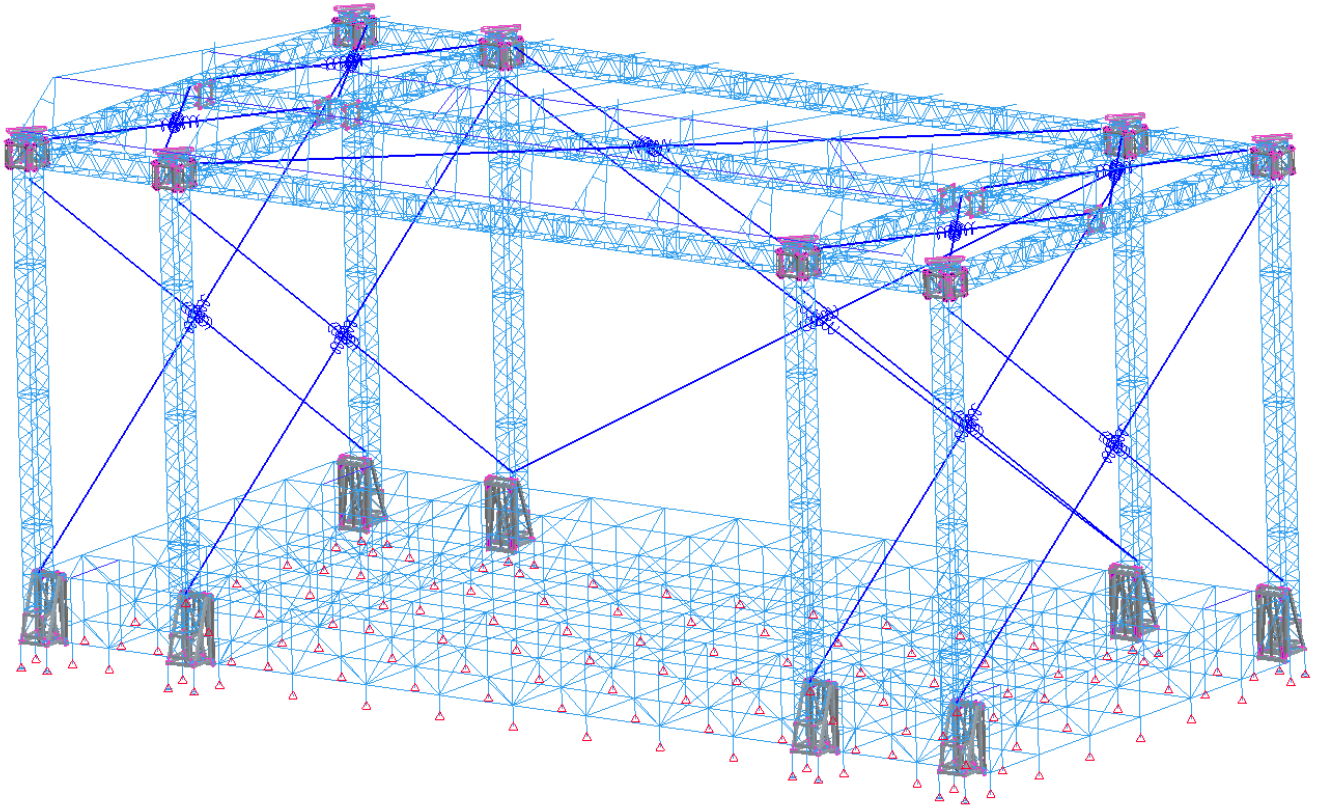
Lors de la vérification de la stabilité de la structure, nous considérons que la structure ne porte aucune surcharge suspendue (lumières, enceintes...).

$$(Poids propre) + 1.3x(Vent)$$

Les résultats seront présentés avec ces combinaisons.

## 3 Restrictions

### 3.1 Restrictions



Le grill et la scène seront posés au sol, considérés encastrés aux extrémités de chaque pieds.

Localisation	Translations bloquées	Rotations bloquées	Remarques
A	X, Y, Z	-	

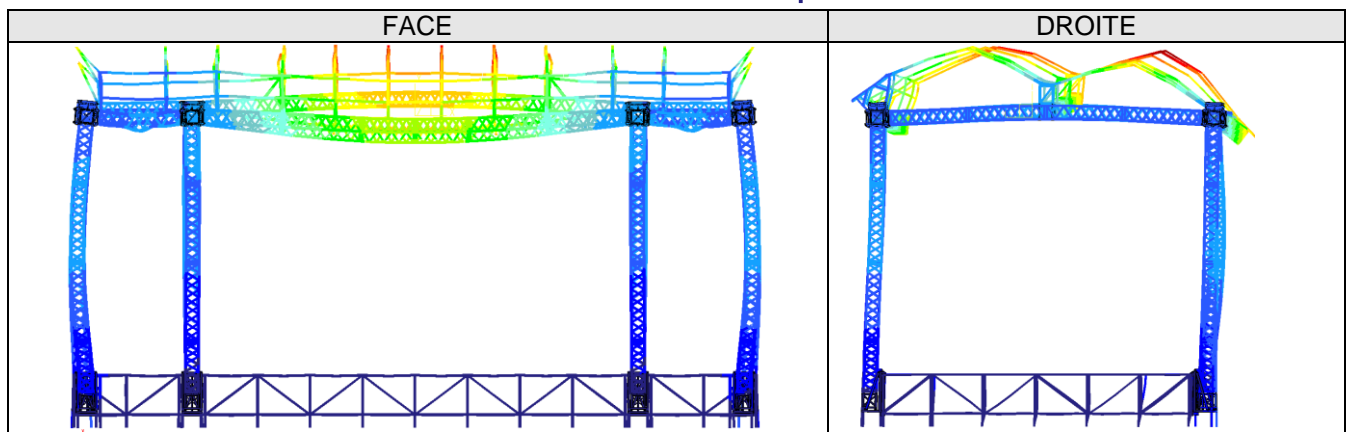
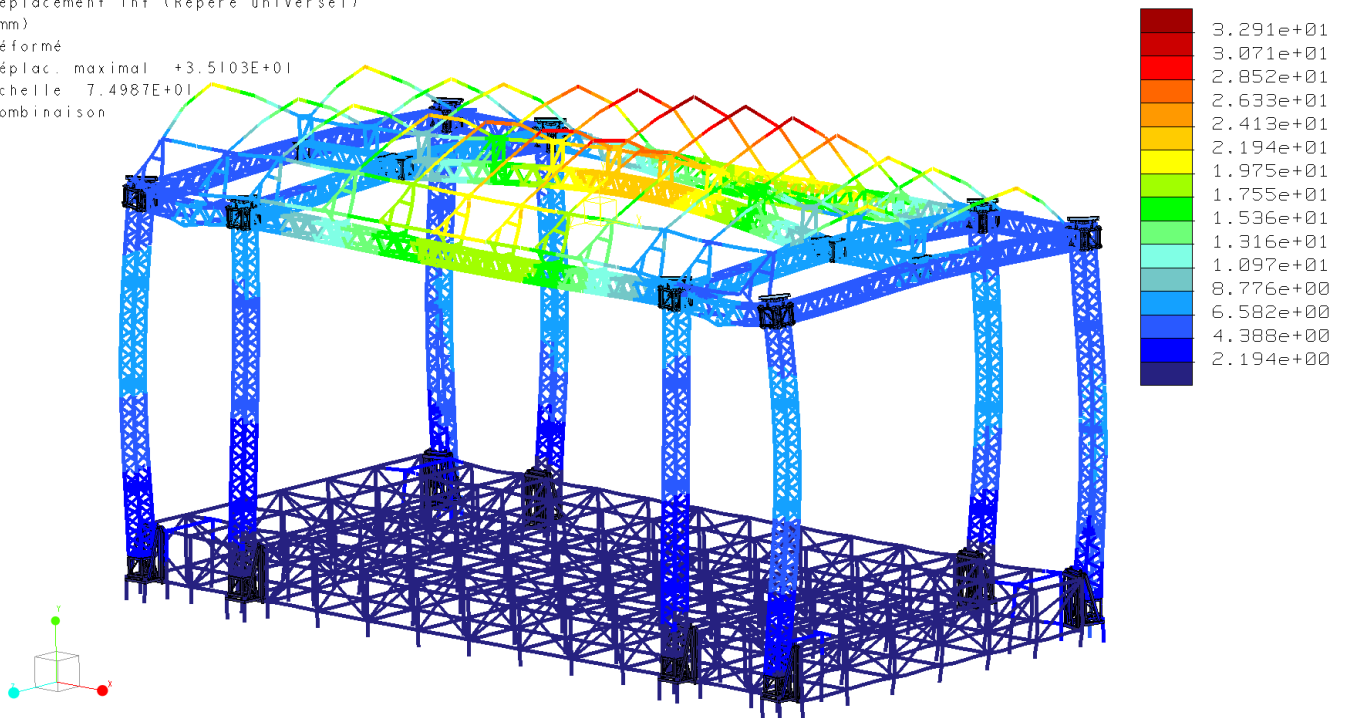
## II. Résultats

### 4 Résultats en vent normal

#### 4.1 Cas N1- Vent de face

##### 4.1.1 Résultats en Déplacements (structure primaire)

Déplacement Int (Repère universel)  
(mm)  
Déformé  
Déplac. maximal +3.5103E+01  
Echelle 7.4987E+01  
Combinaison



**Déplacement absolu maximum de la structure primaire = 23mm**

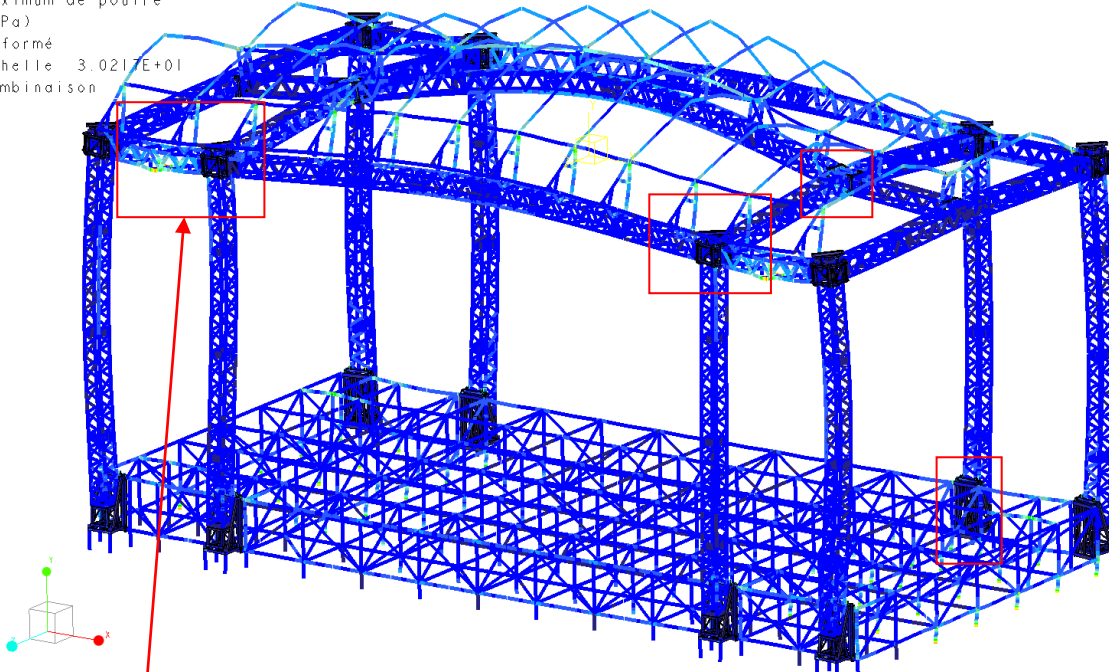
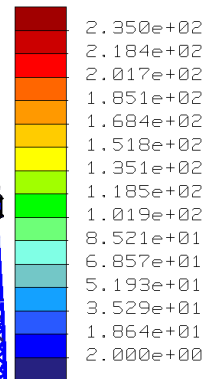
En tant qu'élément de toiture, la flèche admissible est 1/200 de sa portée.

$23 < 16\ 000/200 \rightarrow 23 < 80$

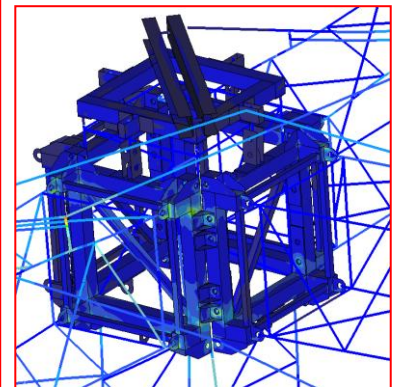
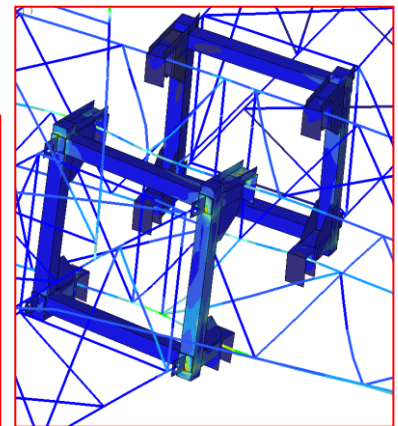
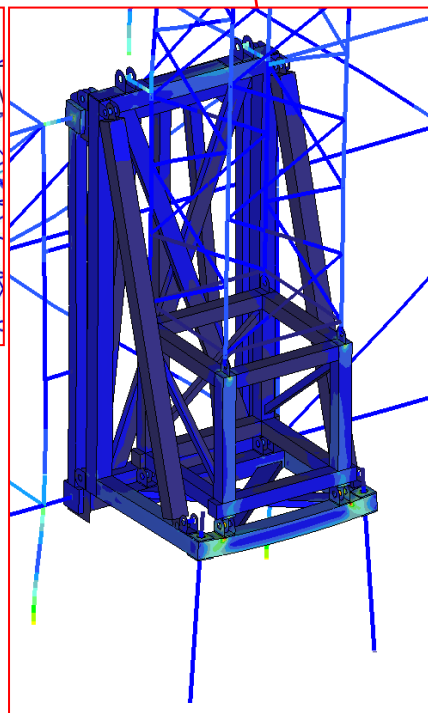
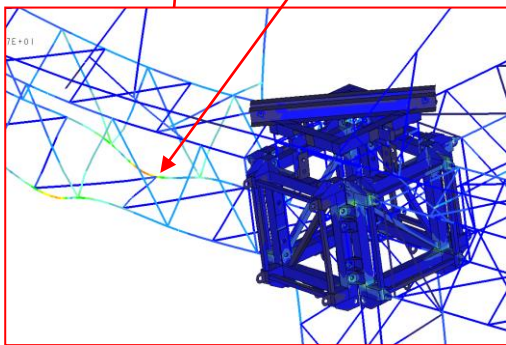
**Le critère de flèche est vérifié.**

## 4.1.2 Résultats en contrainte

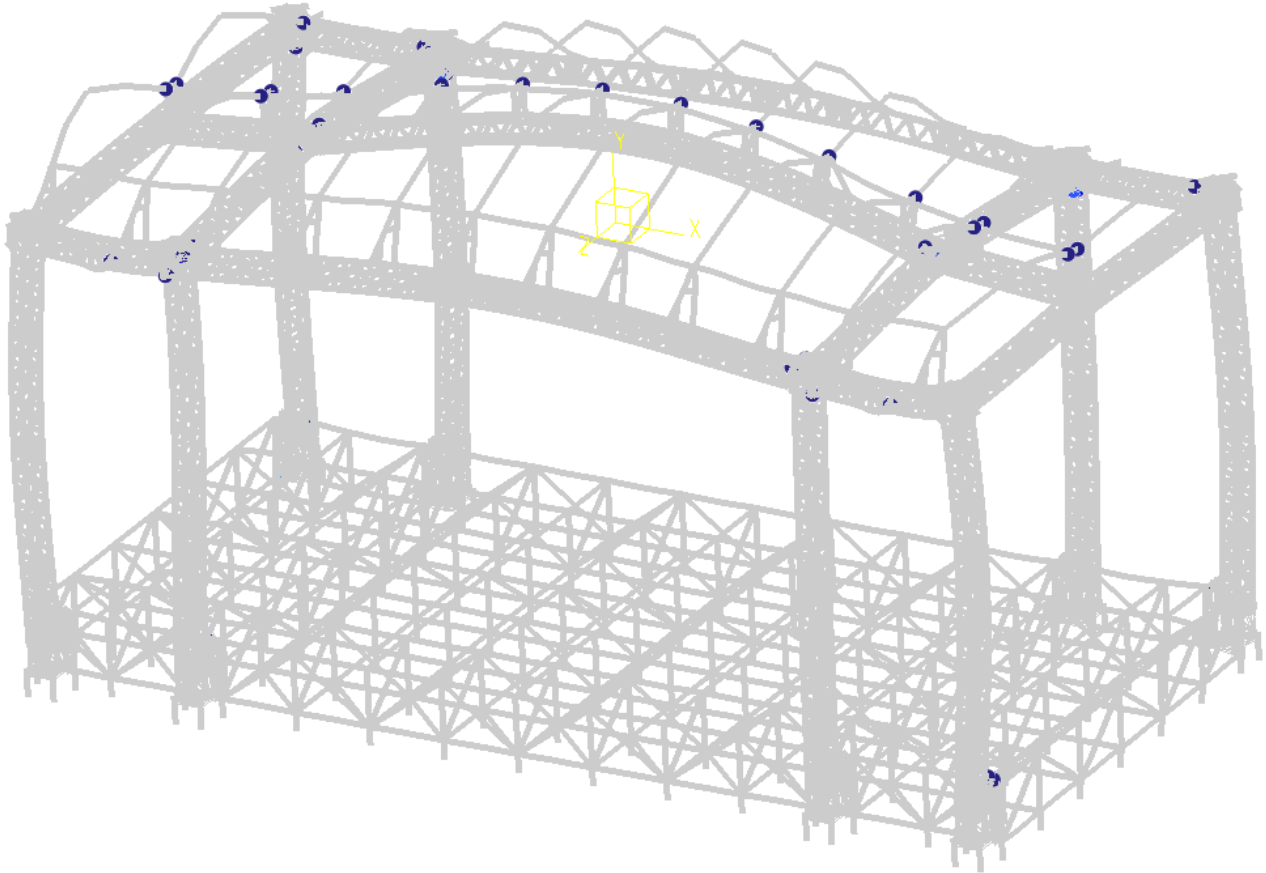
Contrainte von Mises (Repère universel)  
Maximum de la coque haut/bas  
Maximum de poutre  
(MPa)  
Déformé  
Echelle 3.0217E+01  
Combinaison



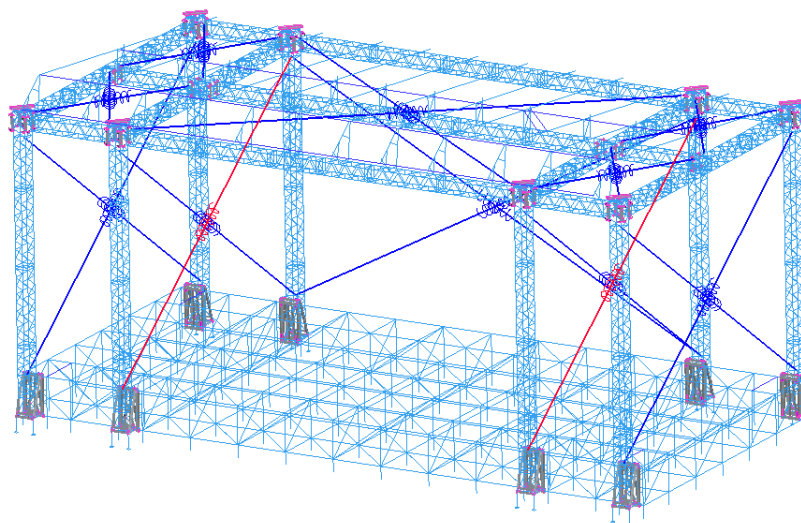
**Contrainte Von Mises Max = 180 MPa  
au niveau de la poutre support son**



- Localisation des zones les plus contraintes en vent de face 60 Km/h:



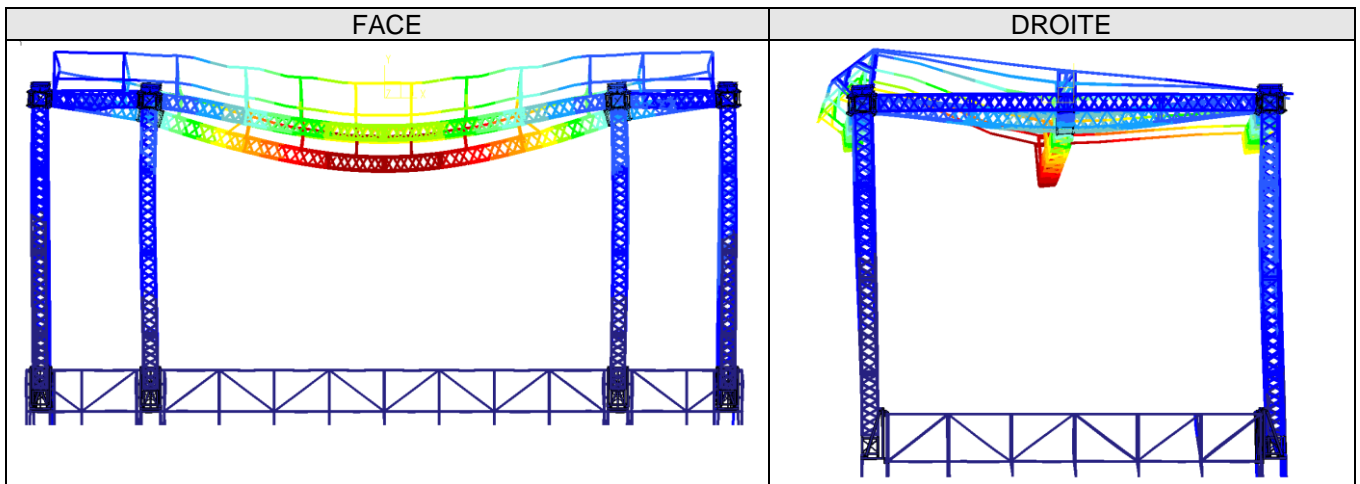
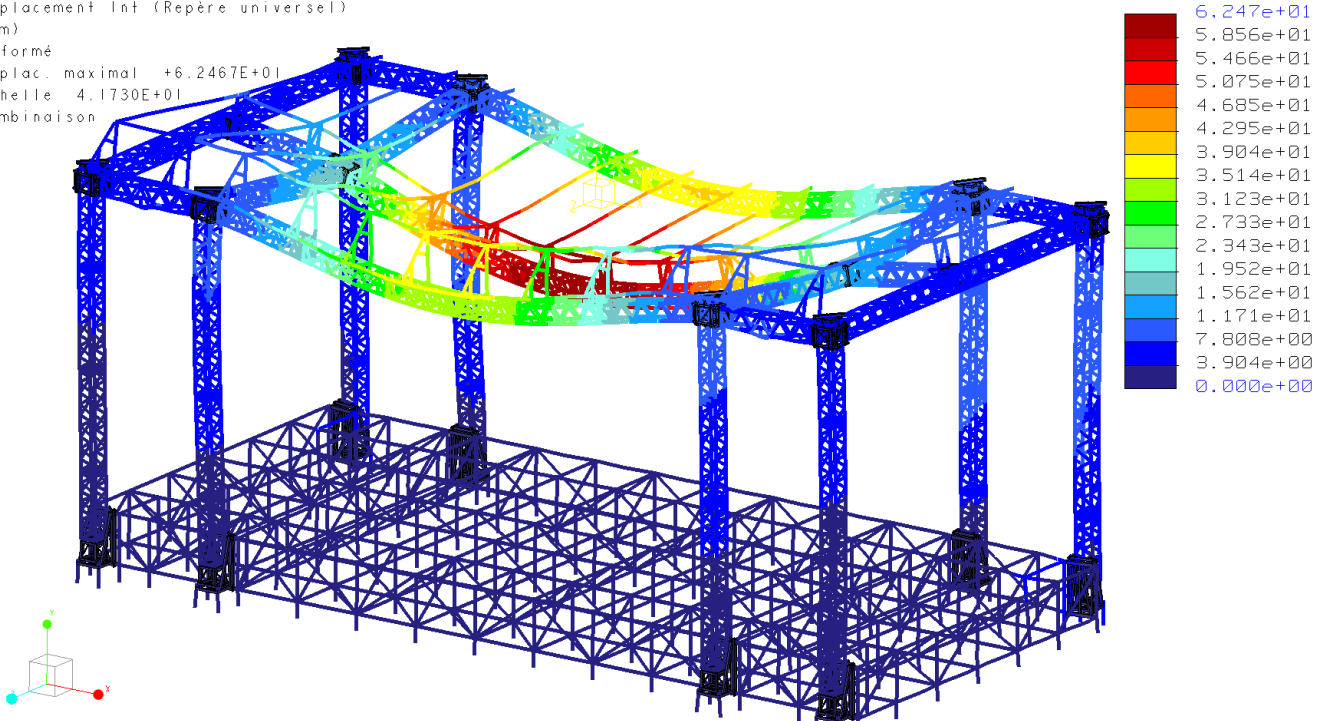
Contrainte max dans les câbles 1.6T



## 4.2 Cas N2 – Vent arrière

### 4.2.1 Résultats en Déplacements de la structure primaire

Déplacement Int (Repère universel)  
(mm)  
Déformé  
Déplac. maximal +6.2467E+01  
Echelle 4.1730E+01  
Combinaison



**Déplacement absolu maximum de la structure primaire = 62.5mm**

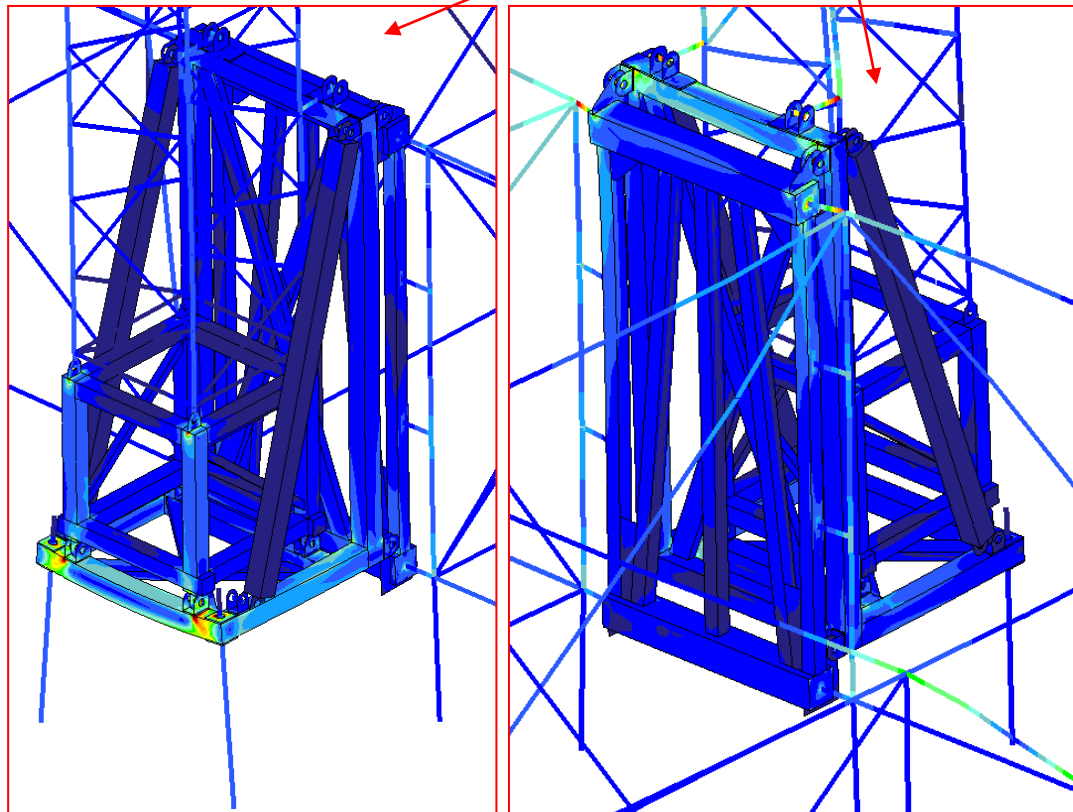
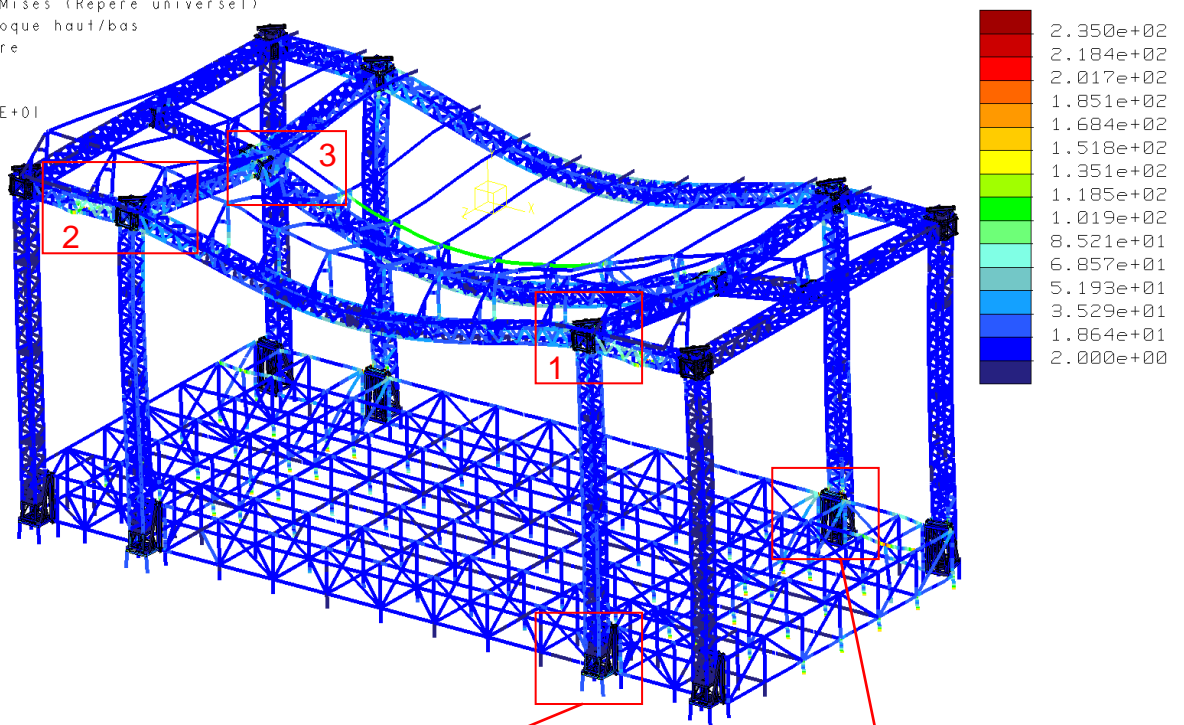
En tant qu'élément de toiture, la flèche admissible est 1/200 de sa portée.

$$62.5 < 16\ 000/200 \rightarrow 62.5 < 80$$

**Le critère de flèche est vérifié.**

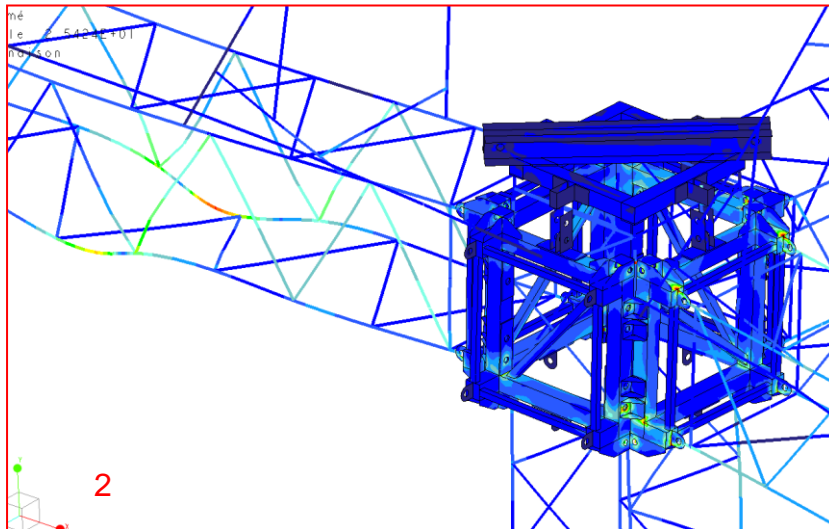
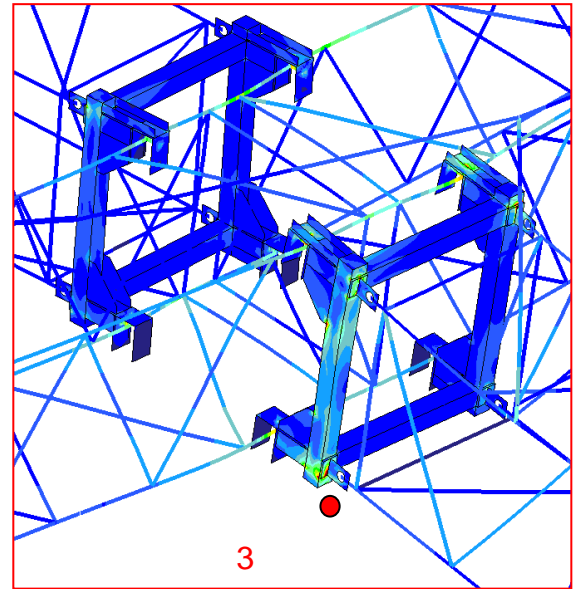
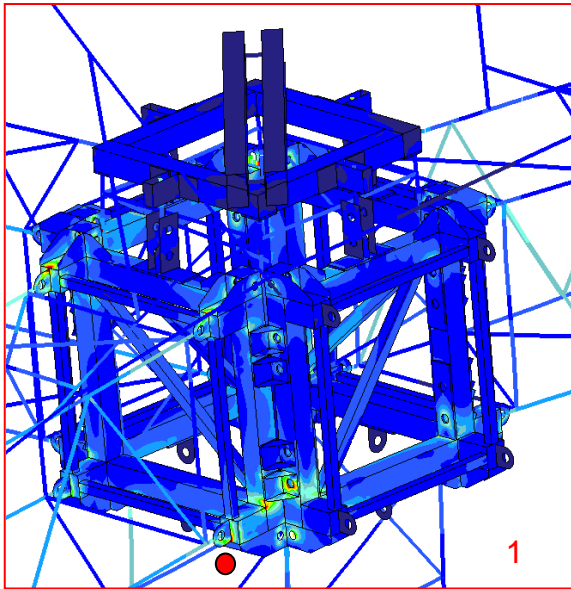
## 4.2.2 Résultats en contrainte

Contrainte von Mises (Repère universel)  
Maximum de la coque haut/bas  
Maximum de poutre  
(MPa)  
Déformé  
Echelle 2.5424E+01  
Combinaison

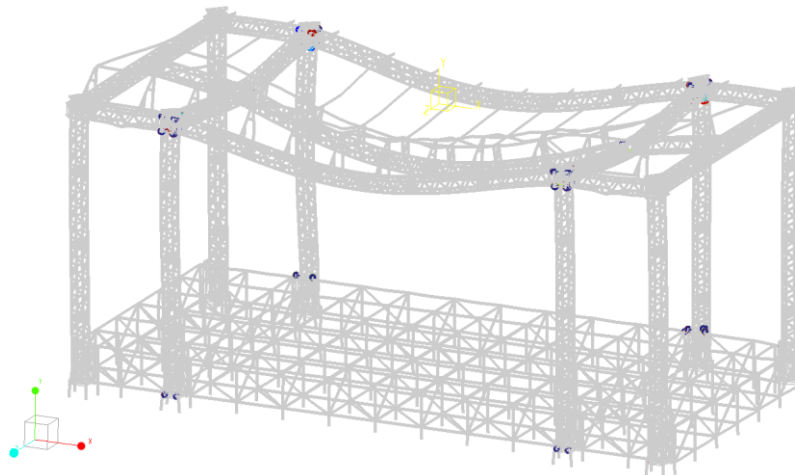


**Contrainte Von Mises Max = 235 MPa très localement à de multiples endroits ●**  
**Ces contraintes sont principalement des concentrations dues à la modélisation**





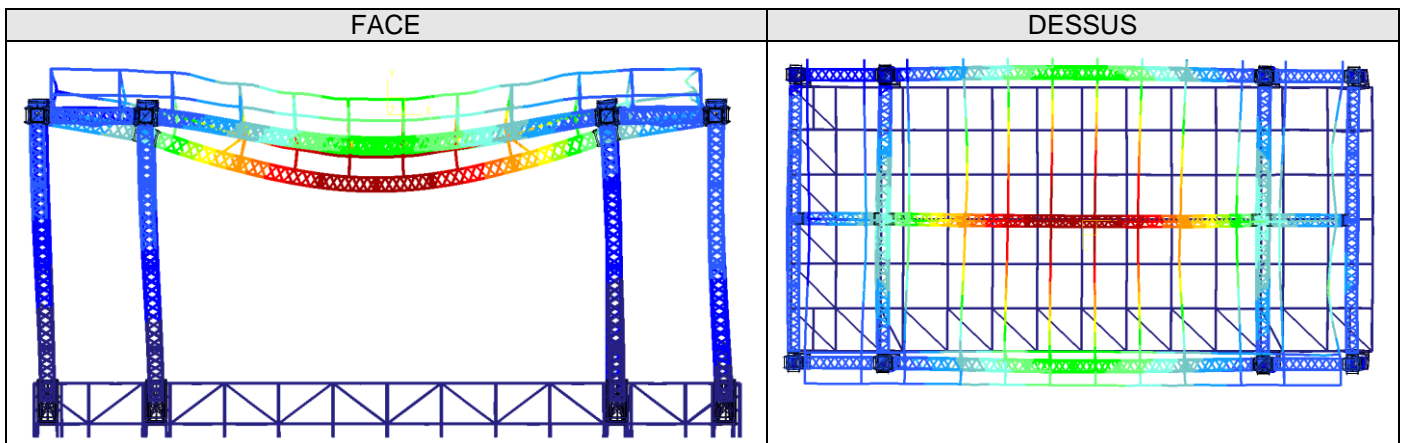
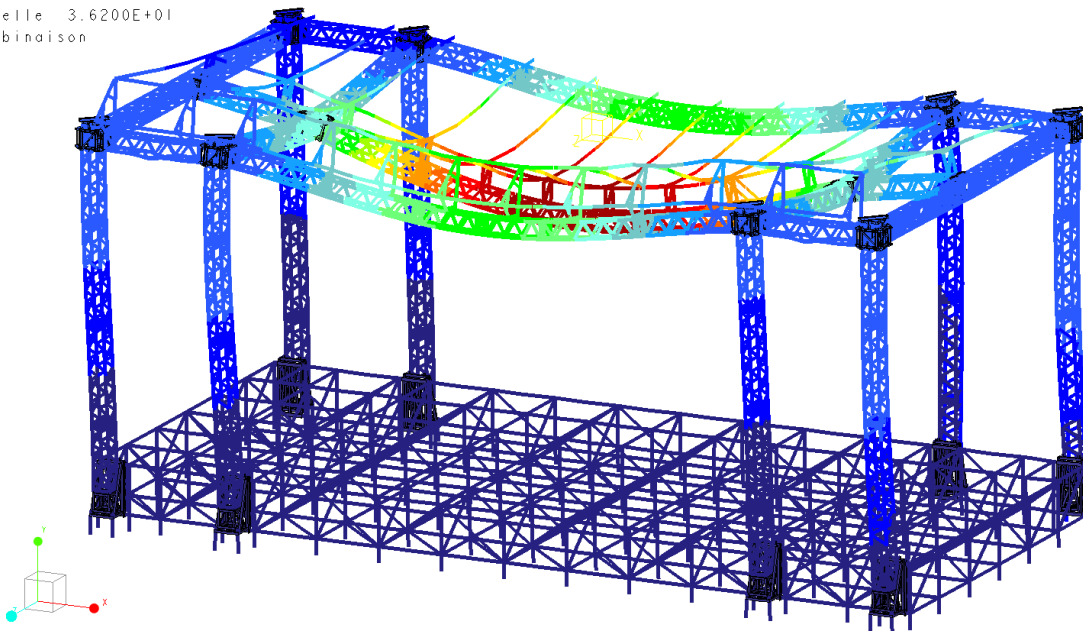
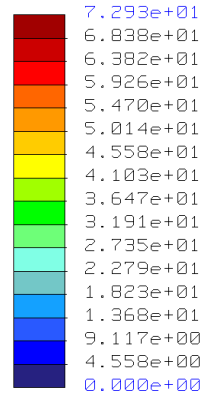
➤ Localisation des zones les plus contraintes en vent arrière 60 Km/h:



## 4.3 Cas N3 – Vent côté

### 4.3.1 Résultats en Déplacements de la structure primaire

Déplacement Int (Repère universel)  
(mm)  
Déformé  
Déplac. maximal +7.2933E+01  
Echelle 3.6200E+01  
Combinaison



**Déplacement absolu maximum de la structure primaire = 72.9mm**

En tant qu'élément de toiture, la flèche admissible est 1/200 de sa portée.

$72.9 < 16\ 000/200 \rightarrow 72.9 < 80$

**Le critère de flèche est vérifié.**

## 4.3.2 Résultats en contrainte

Contrainte von Mises (Représentation universelle)

Maximum de la coque haute

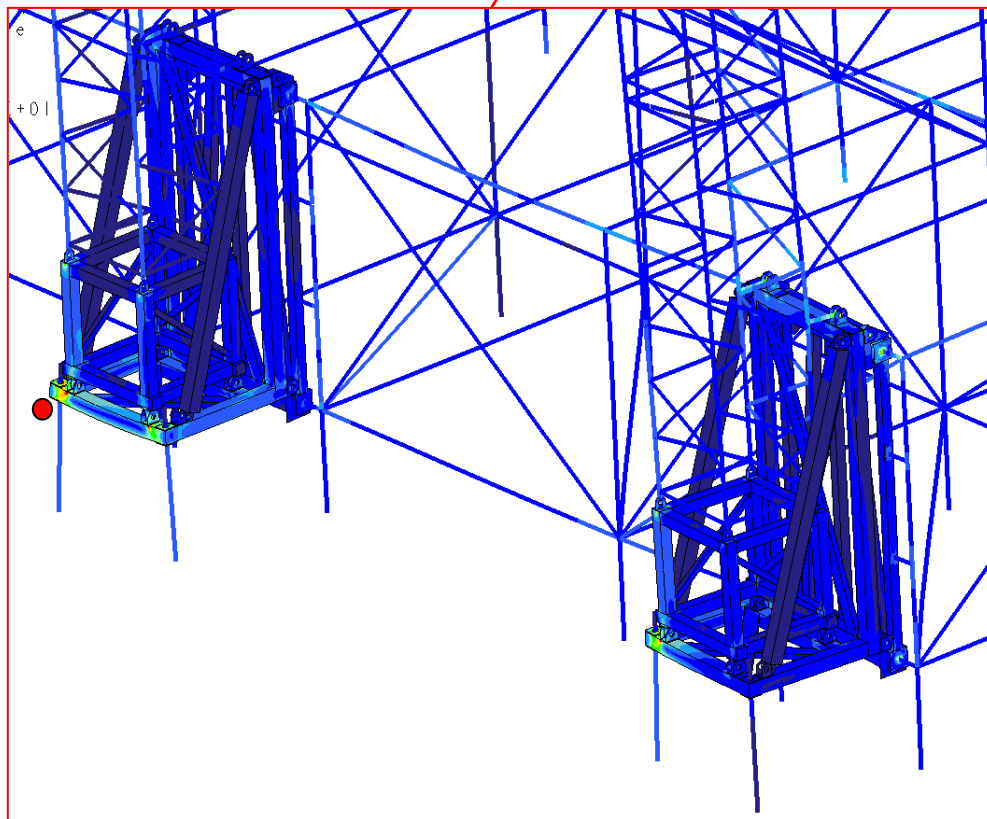
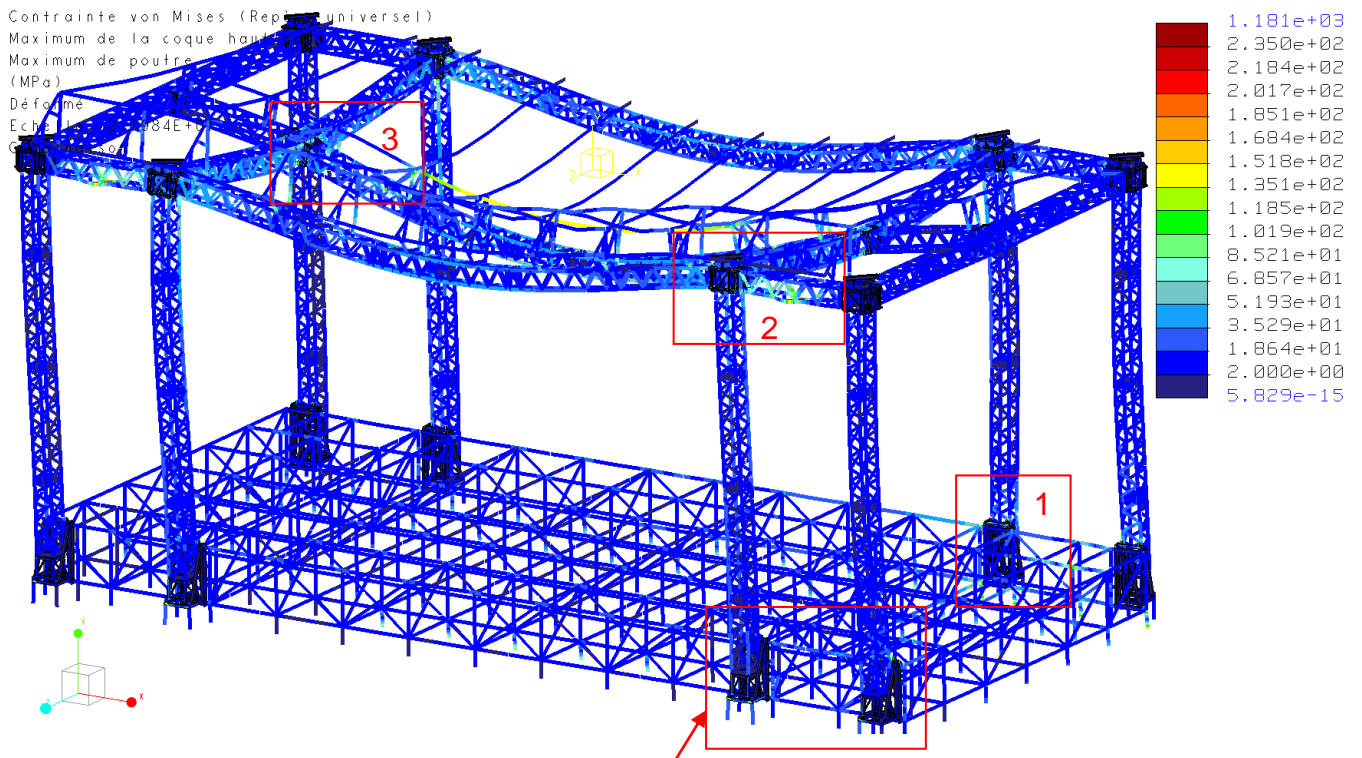
Maximum de poutre

(MPa)

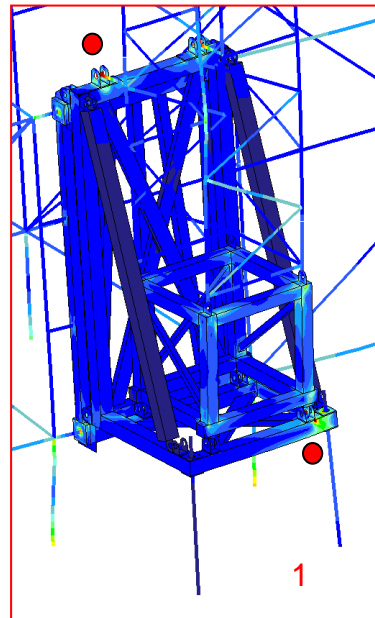
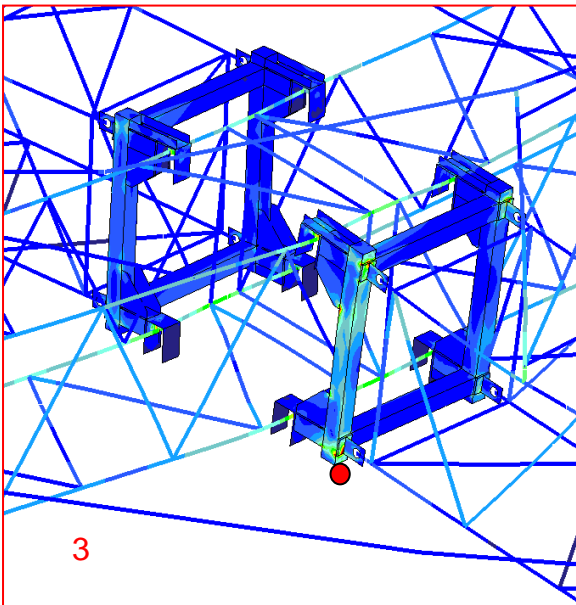
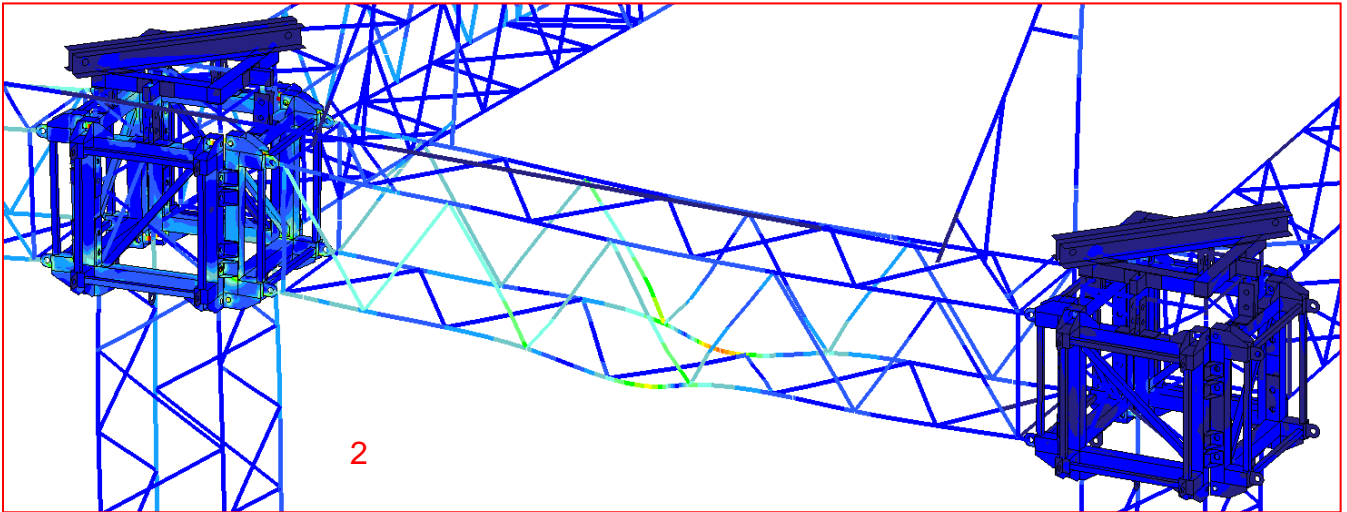
Déformée

Echelle : 1,0000E+00

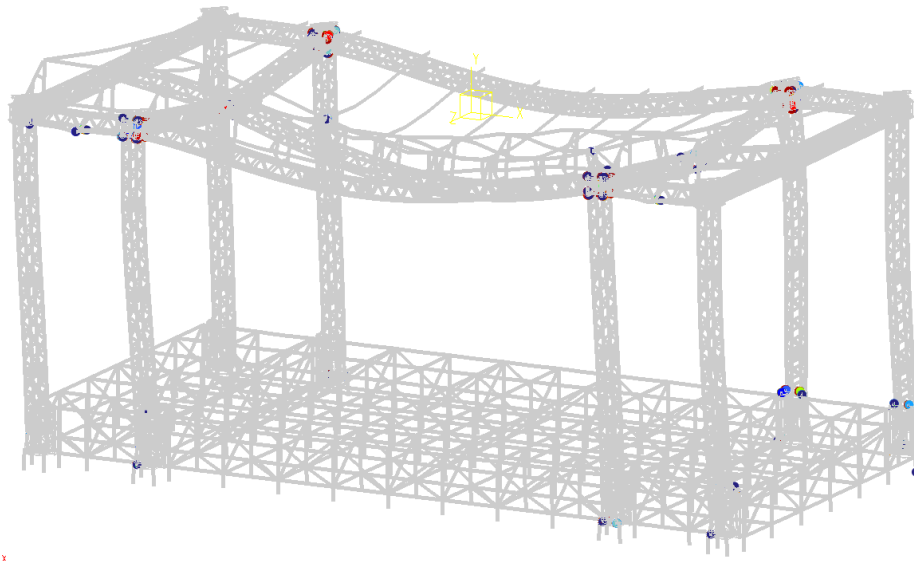
Color



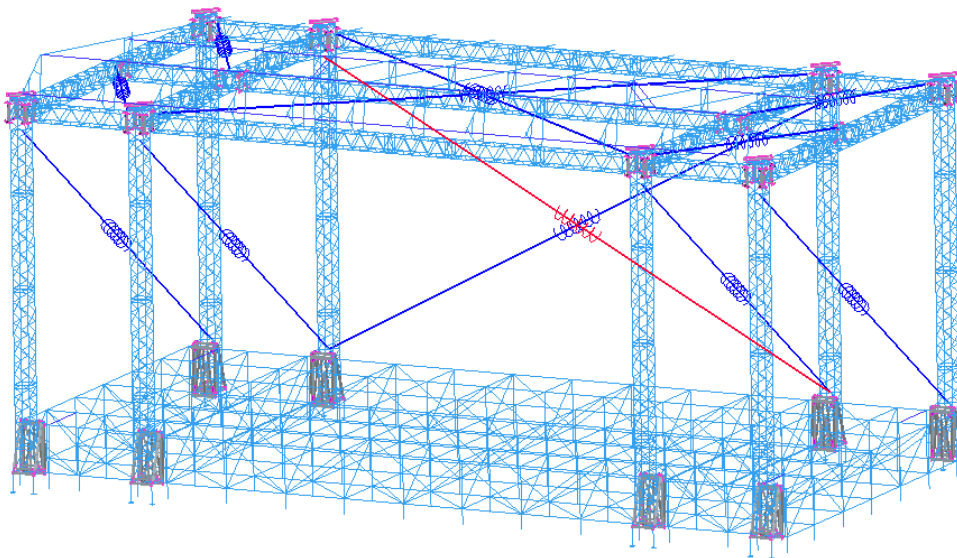
**Contrainte Von Mises Max = 235 MPa très localement à de multiples endroits ●**  
**Ces contraintes sont principalement des concentrations dues à la modélisation**



- Localisation des zones les plus contraintes en vent de côté 60 Km/h:



Contrainte max dans les câbles 2T

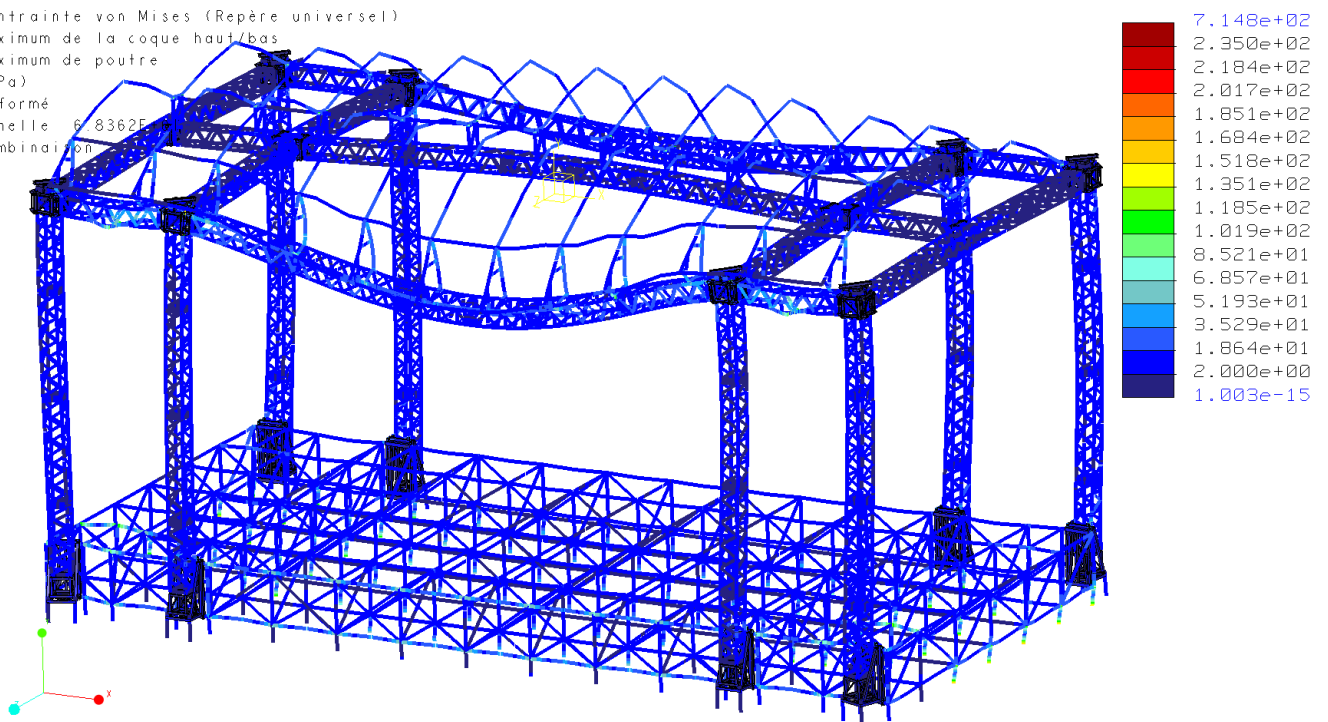


## 5 Résultats en vent extrême

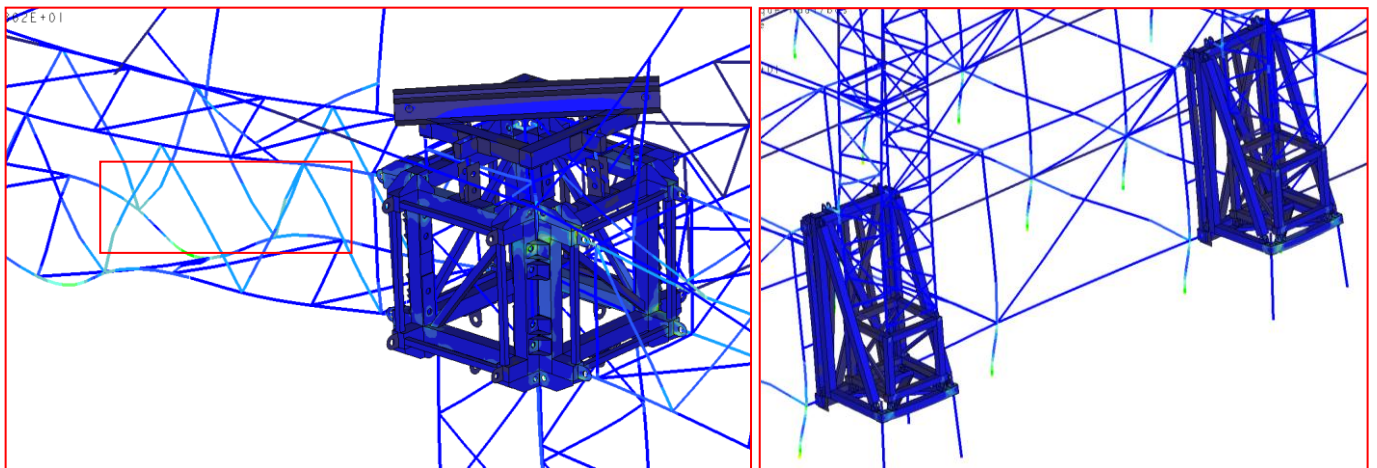
### 5.1 Cas E1 – Vent de face

#### 5.1.1 Résultats en contrainte

Contrainte von Mises (Repère universel)  
Maximum de la coque haut/bas  
Maximum de poutre  
(MPa)  
Déformé  
Echelle : 6,8362E-01  
Combinaison



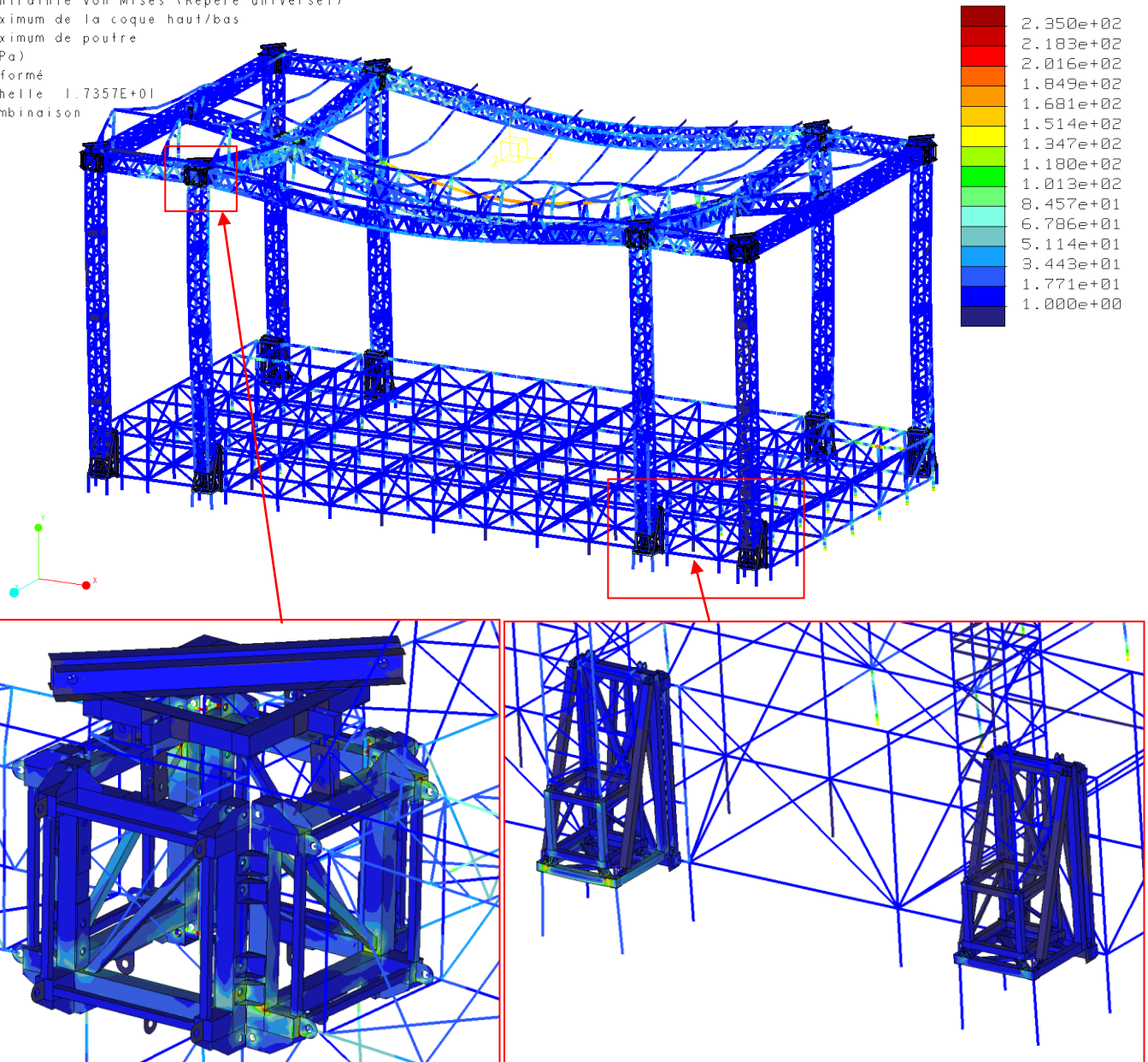
**Contrainte Von Mises Max = 170 MPa au niveau des chariots très localement**



## 5.2 Cas E2 – Vent arrière

### 5.2.1 Résultats en contrainte

Contrainte von Mises (Repère universel)  
Maximum de la coque haut/bas  
Maximum de poutre  
(MPa)  
Déformé  
Echelle 1.7357E+01  
Combinaison

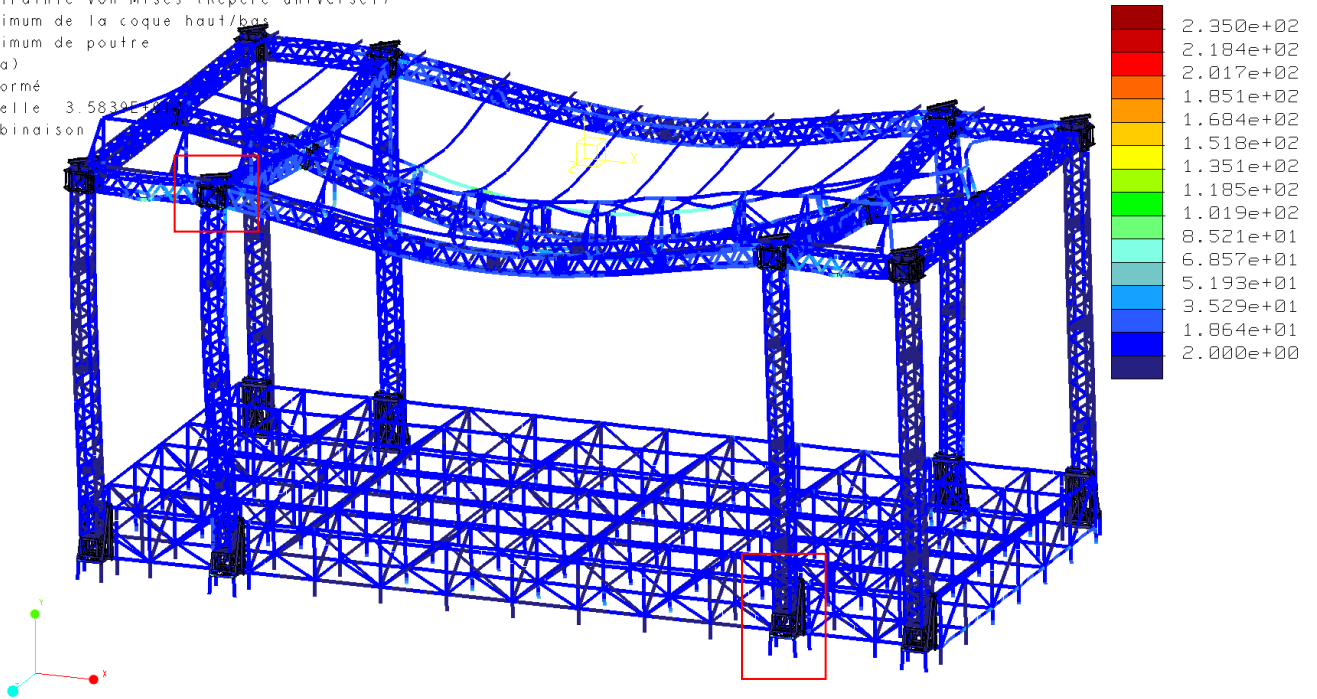


**Contrainte Von Mises Max = 235 MPa** au niveau des chariots et des berceaux très localement

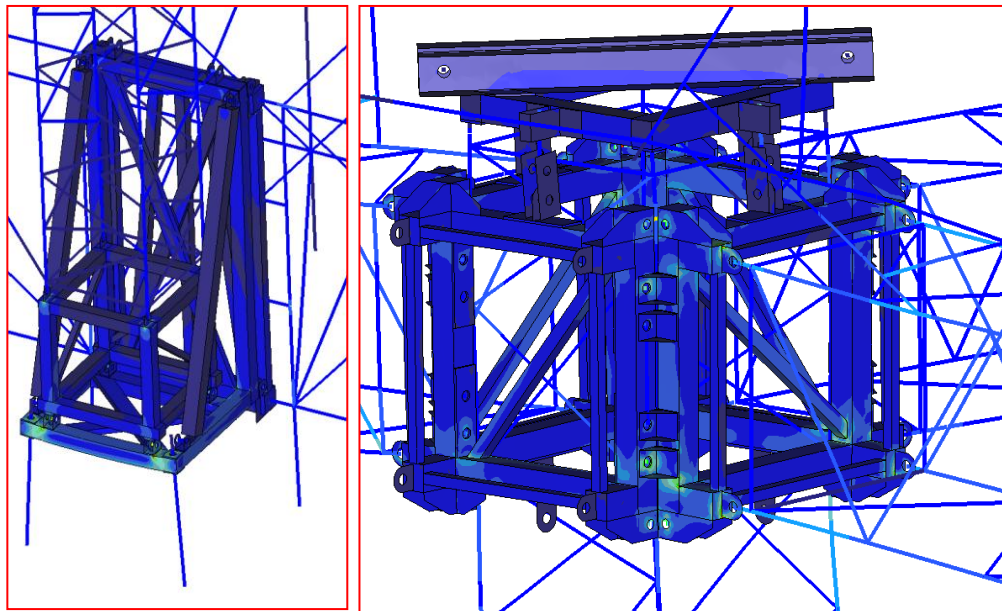
## 5.3 Cas E3 – Vent de côté

### 5.3.1 Résultats en contrainte

Contrainte von Mises (Repère universel)  
Maximum de la coque haut/bas  
Maximum de poutre  
(MPa)  
Déformé  
Echelle 3.5830E+01  
Combinaison



**Contrainte Von Mises Max = 150 MPa**  
au niveau des berceaux et des chariots très localement





## III. Vérification de la stabilité de la structure

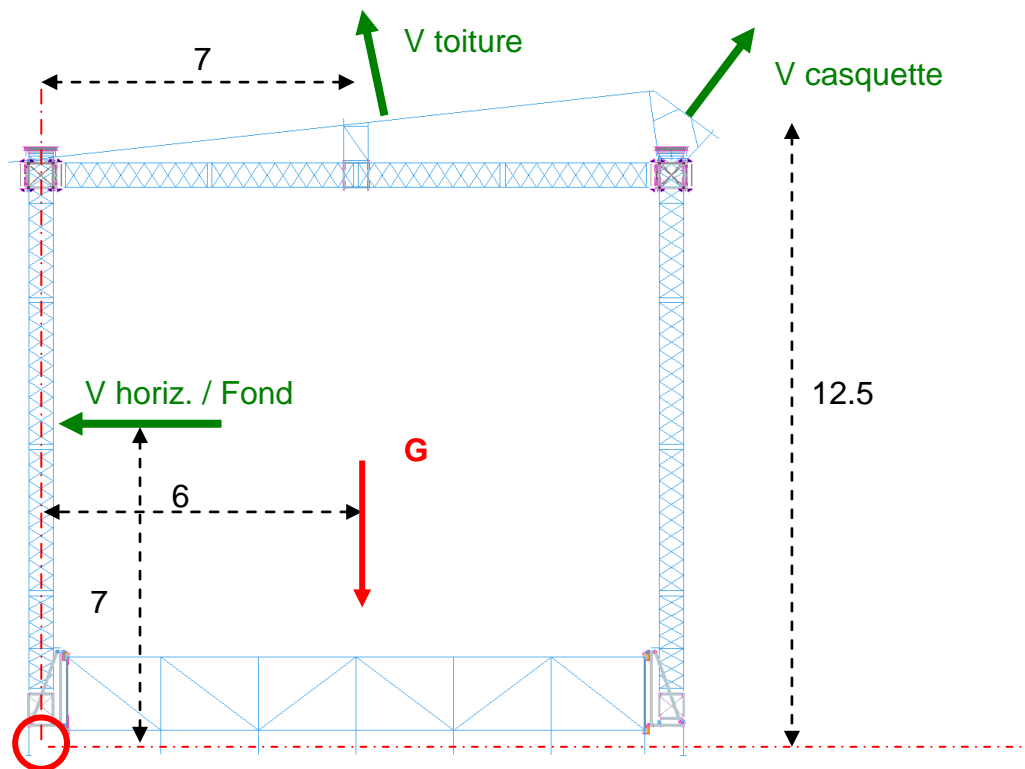
Nous vérifierons la stabilité de la structure en vent avant  
En vent arrière il n'y a pas de risque de basculement.

### 6 Vérification au basculement (soulèvement)

Remarque : Les charges sur le toit (enceintes, lumières.....) ne sont pas prises en compte pour ce calcul, de manière à se trouver dans le cas le plus défavorable.

Bilan des efforts :

Basculement		distance	couple	avec coef sécu	1.50
S2 force vent vertical toiture	-7 046.49	7.00	-49 325.40	-73 988.10	
S2 force vent hrz toiture	-777.94	13.00	-10 113.21	-15 169.81	
S1 force fond de scène	-5 760.05	7.00	-40 320.38	-60 480.57	
S3 force verticale casquette	-525.87	14.00	-7 362.12	-11 043.17	
S7 jupe de scène	-1 152.01	1.00	-1 152.01	-1 728.02	
S3 force hrz casquette	0.00	12.50	0.00	0.00	
poids	19 500.00	6.00	117 000.00	117 000.00	
lest av	4 000.00	12.00	48 000.00	48 000.00	
TOTAL Mx			56 726.88	<b>2 590.33</b>	



Le couple résultant autour de l'axe x est positif donc la structure ne risque pas de basculer, sous réserve de lester les 4 mâts avant respectivement de **1T** chacun.



## 7 Vérification de la résistance au glissement ou translation

La nature du sol sur lequel est installée la structure est inconnue. Nous prendrons comme coefficient de frottement la valeur minimale prescrite :  $C_f=0.35$

glissement	force	total	coef secu	coef frot
S2 force vent hrz toiture	777.94	6 537.99	1.20	0.35
S1 force fond de scène	5 760.05			
S3 force hrz casquette	0.00			
poids	19 500.00	15 927.65		
lest av	4 000.00			
lest centre	0.00			
lest ar	0.00			
force vent vertical toiture	-7 046.49			
force verticale casquette	-525.87			
force de glissement	7 845.59			
force de frottement résistante	5 574.68			
<b>lest</b>	<b>7 569.72</b>			

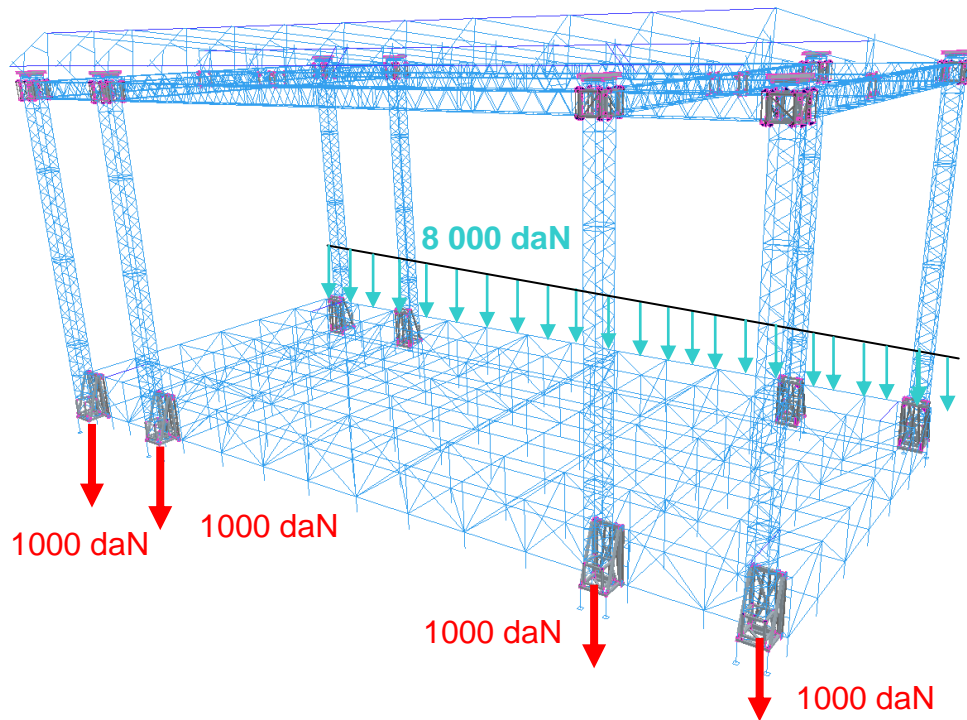
### 7.1.1

## 7.1.2 Bilan de la vérification de la stabilité de la structure

Si la translation n'est pas bloquée par des éléments mécaniques (pieux, coffret béton...), il faut envisager un lest total de **12 000 daN**.

Il est possible de disposer ce lest en fonction des besoins. Cependant, chaque mât avant devra au minimum être lesté du minimum spécifié plus haut, soit 1 000 daN par mât.

**Par exemple**, la figure suivante présente un lestage admissible :

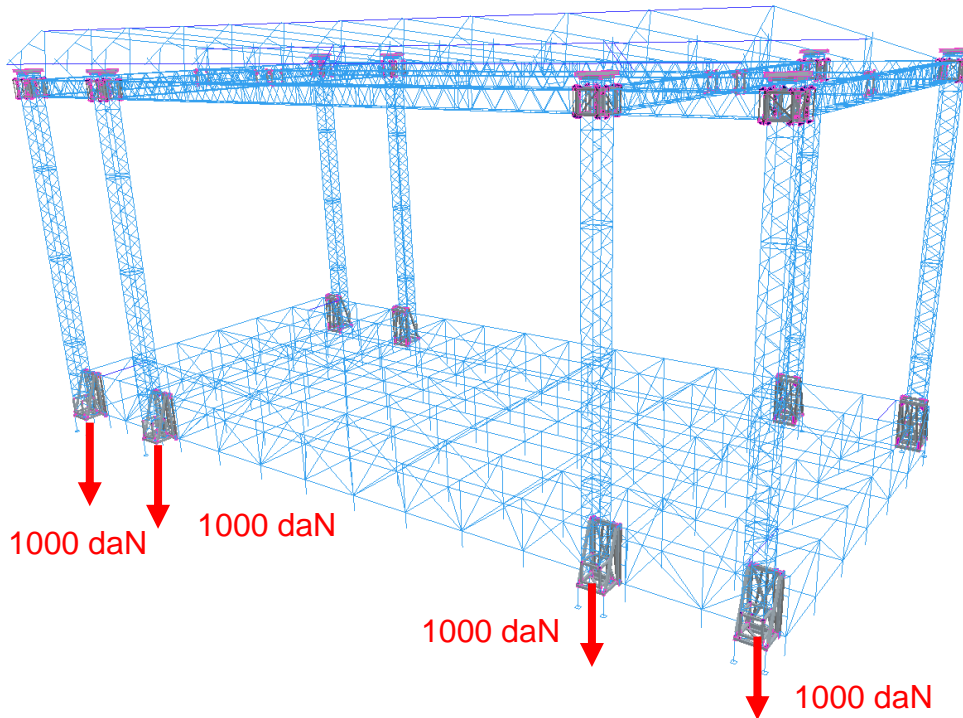


Les lests en **rouge** sont à respecter impérativement.

Le **reste** (à savoir  $12\ 000 - 4\ 000 = 8\ 000$  daN) pourra être réparti en fonction des besoins. Il faudra cependant veiller à respecter au maximum une certaine homogénéité dans la répartition du lest.

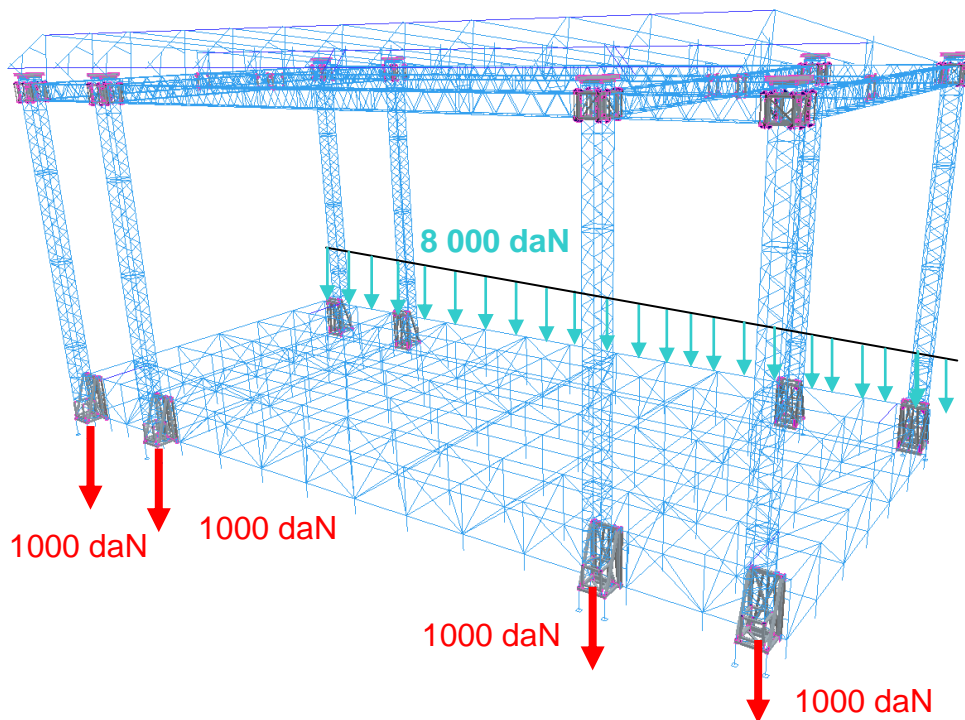
## Basculement

*Si la translation des embases est bloquée*



## Translation & Basculement

*Si la translation de la scène n'est pas bloquée*





## IV. Conclusion

---

La structure répond aux normes EUROCODE 9 et NV65 en terme de contrainte et de déplacement.

Les vitesses de vent retenues sont :

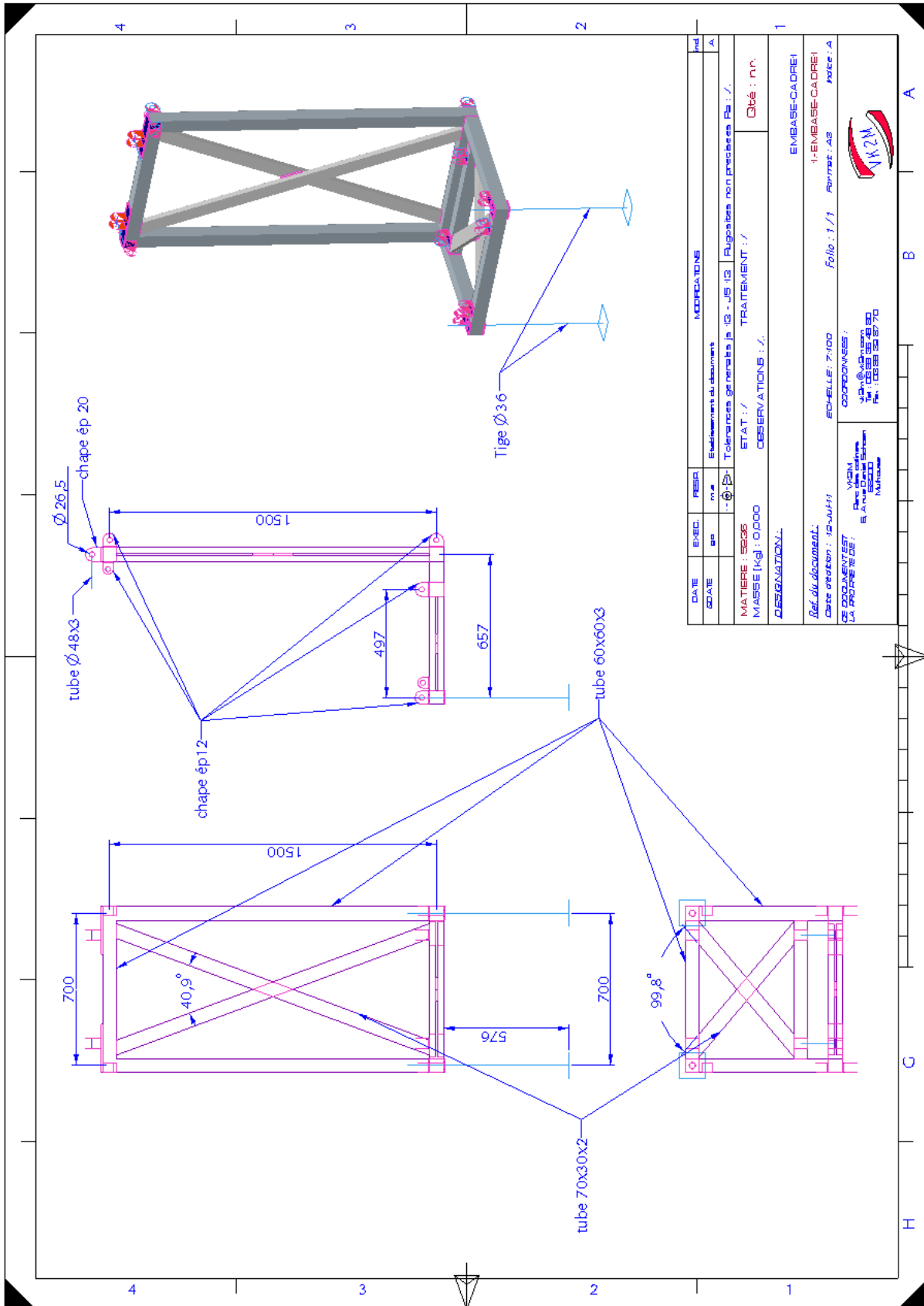
- Vent normal de 60 Km/h structure entièrement bâchée
- Vent extrême 110 Km/h structure débâchée à l'exception de la toiture et d'une partie de fond de scène.

Le lest total devra être de **4 000 daN** si sa **translation est bloquée**.

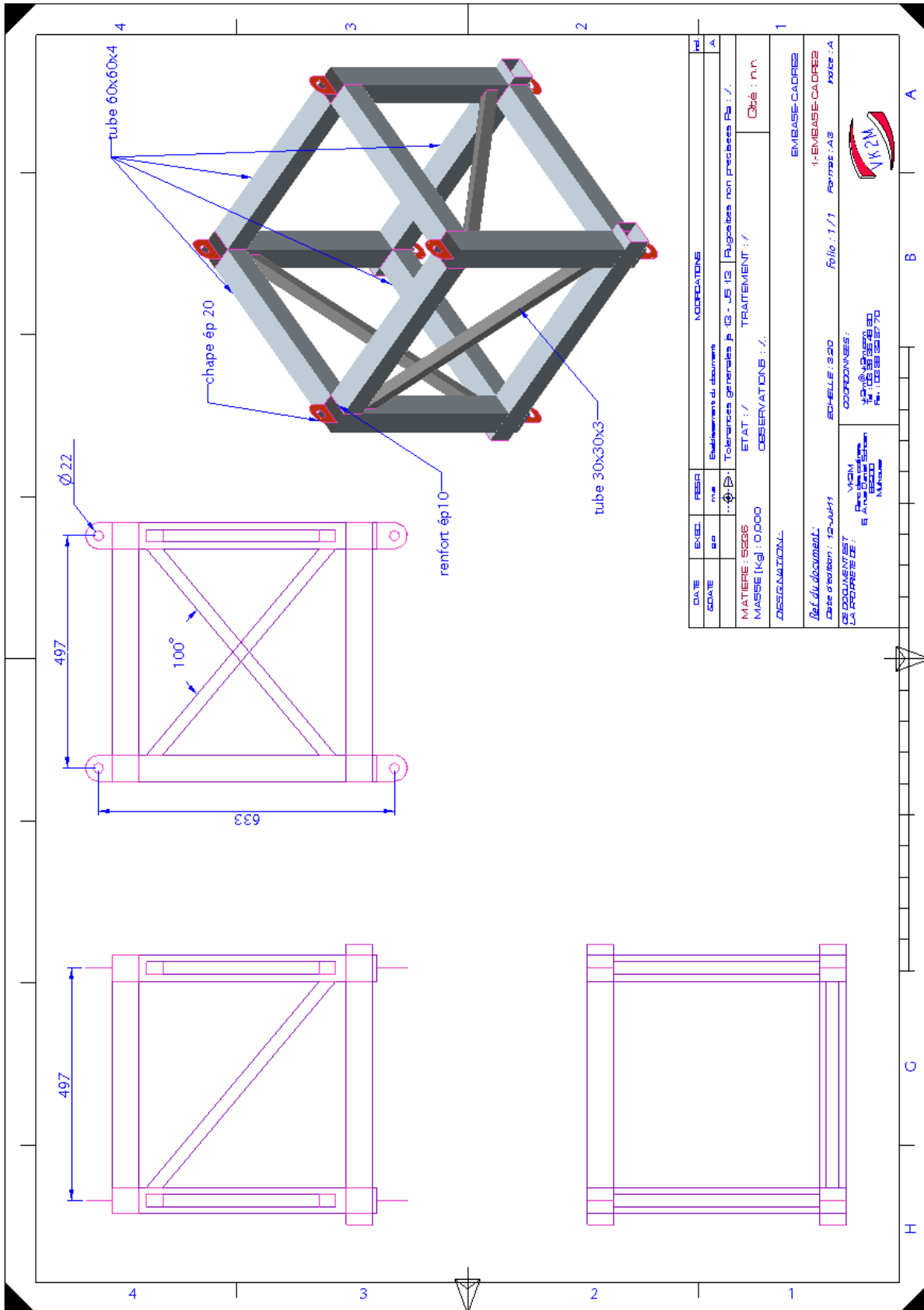
Le lest total devra être de **12 000 daN** si la **translation n'est pas bloquée**.

Pour le câblage de la structure envisager des câbles 2 T pour les deux du fond de scène et des câbles de 1.5 T pour les 18 autres.

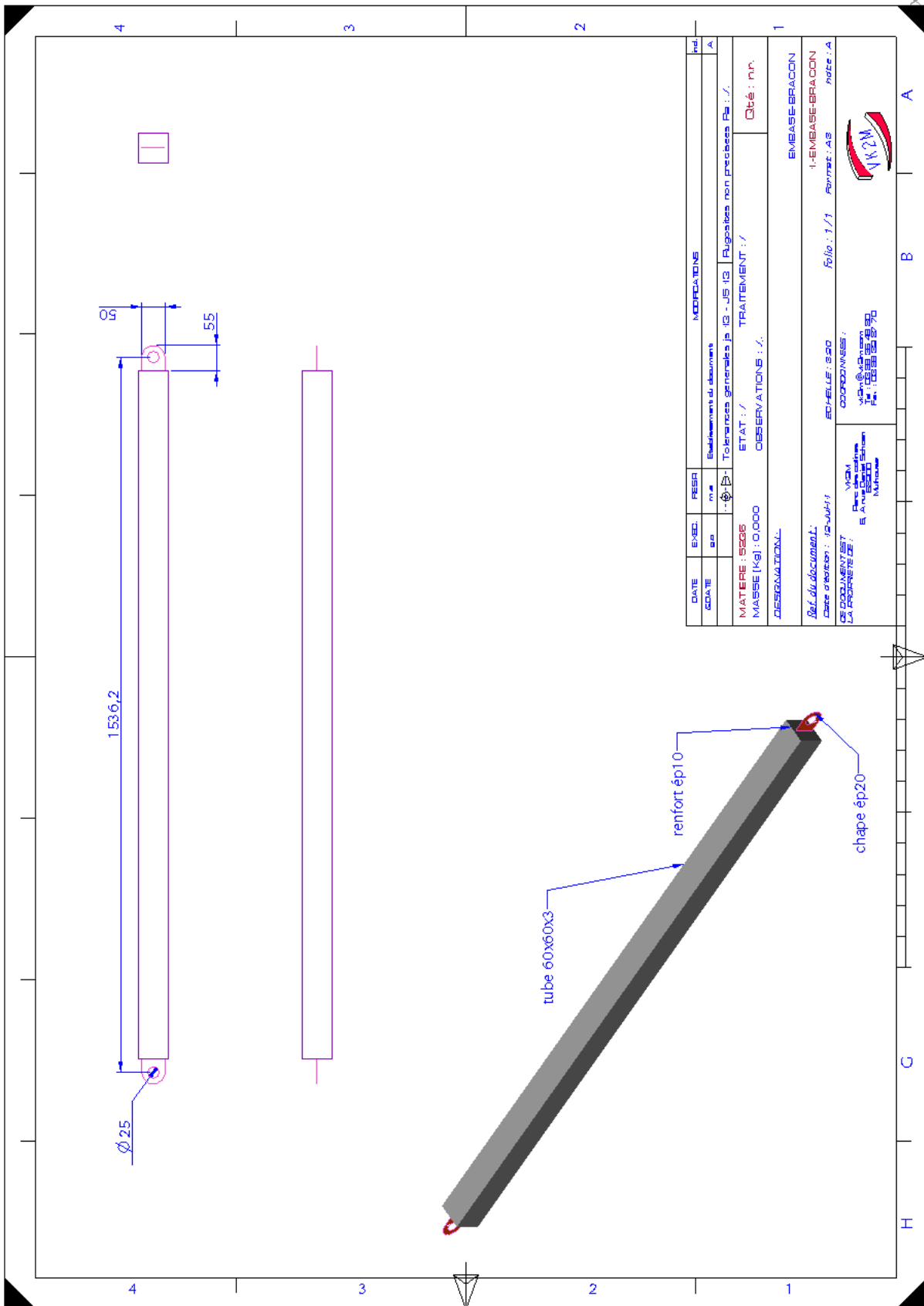


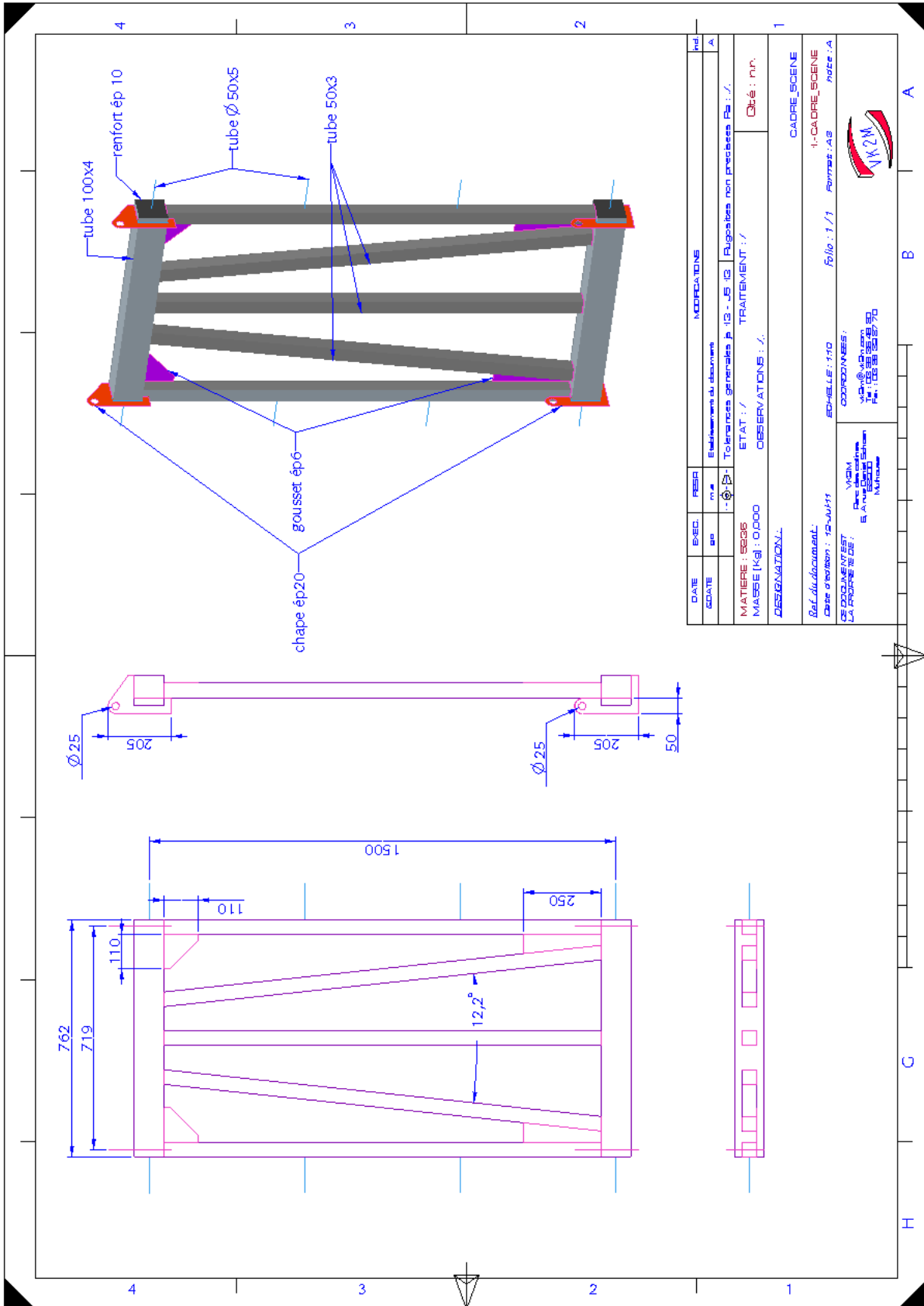


DATE	EXEC.	REPR.	IND.	MODIFICATIONS
	sp	m	A	
Etablissement du document				
Tolérances générales JS 13 - JS 13 Rigides non précises Pa : /				
STAT : /				
TRAITEMENT : /				
OBSERVATIONS : /				
Cité : n/n				
OBSERVATIONS :				
Ref. du document :				
Date création : 12/01/11				
EPHELLE : 7/100				
Folio : 1 / 1				
Permis : AS				
EMBASE-CADRE1				
1-EMBASE-CADRE1				
COORDONNÉES :				
V2M				
Rue des carreaux				
6 Avenue de la				
SUD				
68100 MULHOUSE				
Tel : 03 83 52 49 80				
Fax : 03 83 52 49 80				
Per : 03 83 52 49 70				

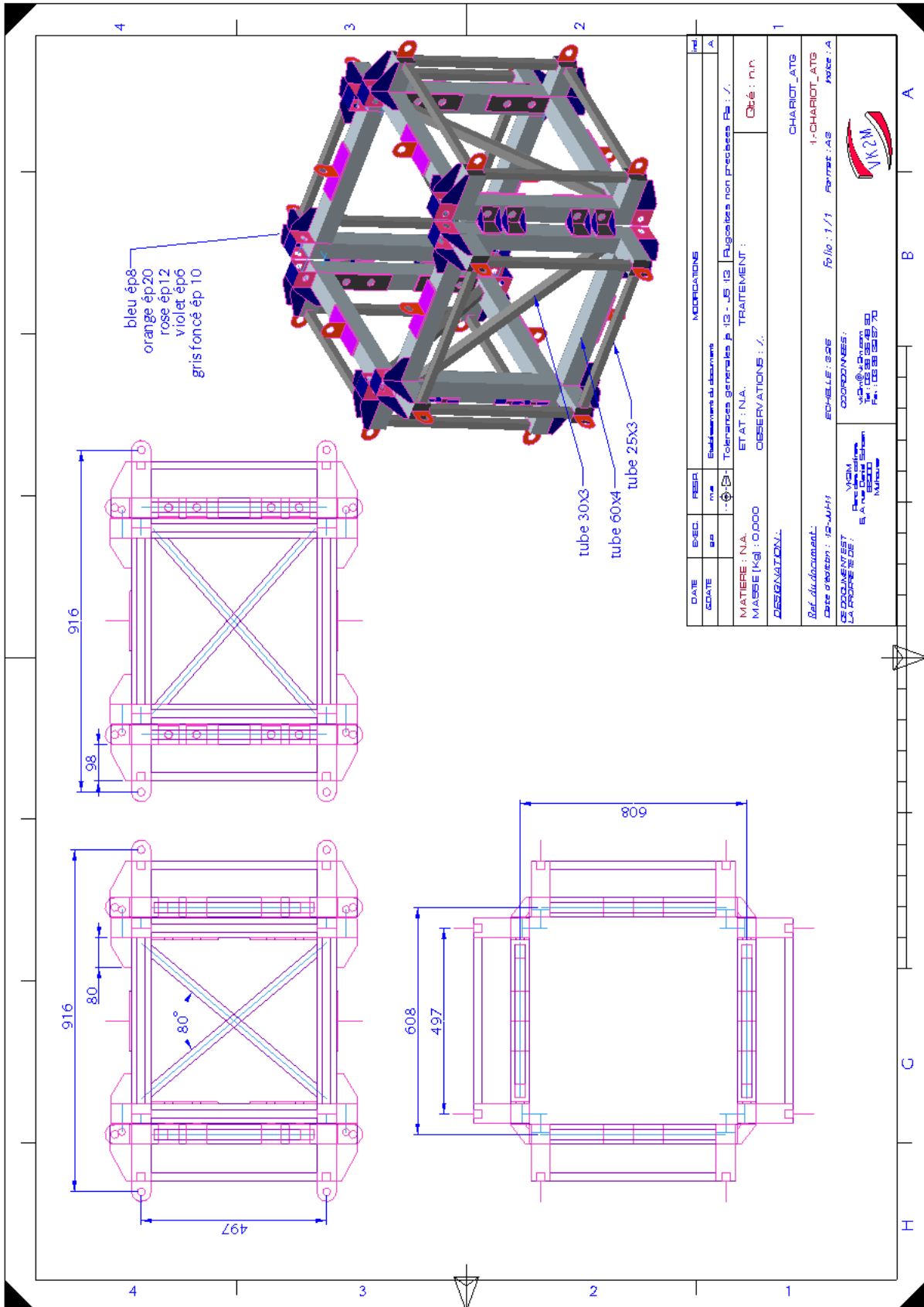


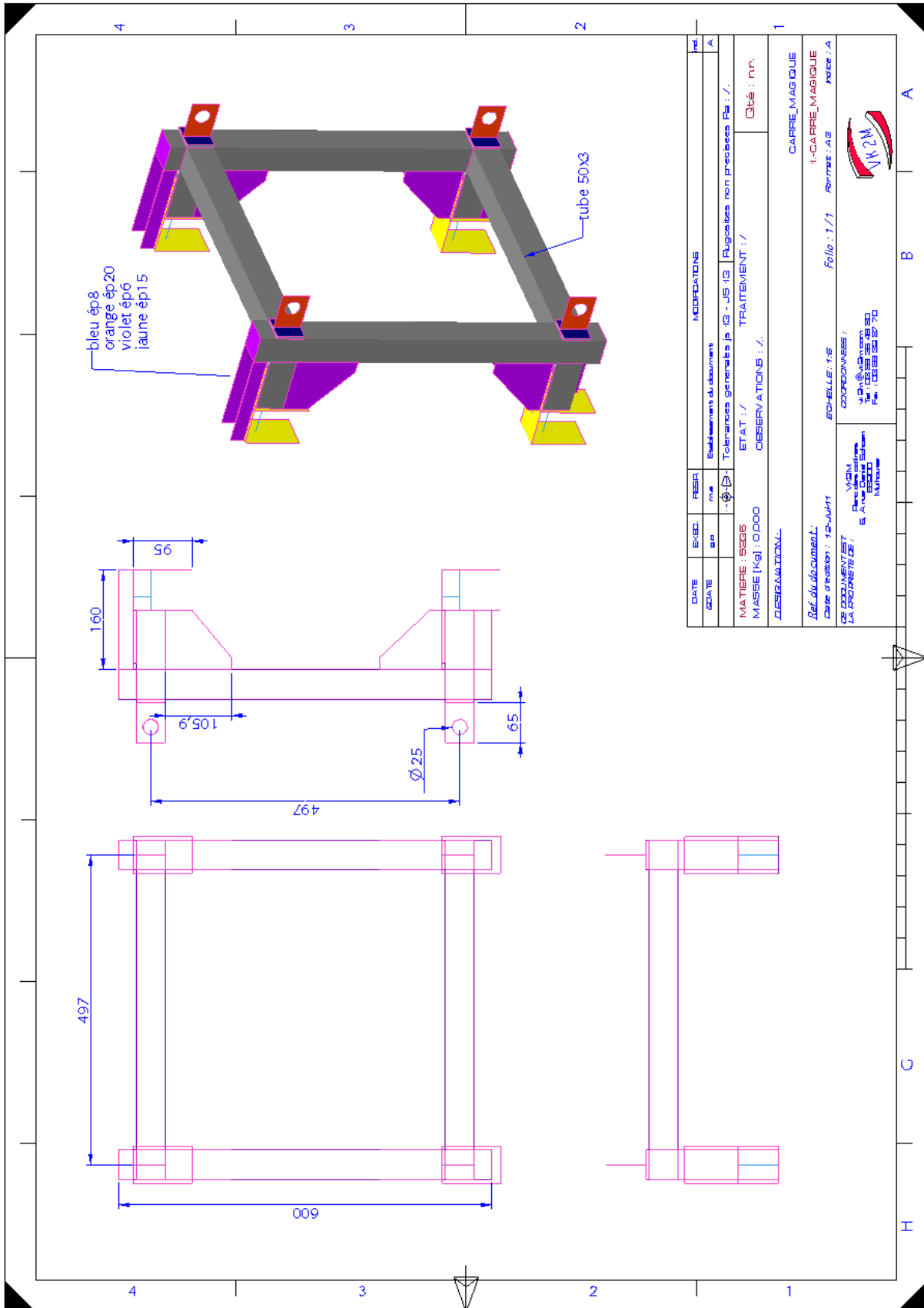






DATE	DESIGN	REVISION	MODIFICATIONS
	ep	m	Eléments du document
			Tolérances générales p. 13 - 15 13. Ruggles non prescrites Pa : /.
MATERIE : S235B			ETAT : /
MASSE [kg] : 10000			OBSERVATIONS : /.
OBSERVATIONS :			
Ref. du document : Date d'envoi : 12/04/11 US DOCUMENT : LA PROJET : E. ANTONI INCHON			
Ref. de l'élément : Date d'envoi : 12/04/11 US DOCUMENT : LA PROJET : E. ANTONI INCHON			
Ref. de l'élément : Date d'envoi : 12/04/11 US DOCUMENT : LA PROJET : E. ANTONI INCHON			
Ref. de l'élément : Date d'envoi : 12/04/11 US DOCUMENT : LA PROJET : E. ANTONI INCHON			
Ref. de l'élément : Date d'envoi : 12/04/11 US DOCUMENT : LA PROJET : E. ANTONI INCHON			





## VI. Annexe 2 -

Vitesse de vent maximum admissible durant la phase de montage de la structure, pas de croix de saint André sur les cotés ni dans le fond de scène.

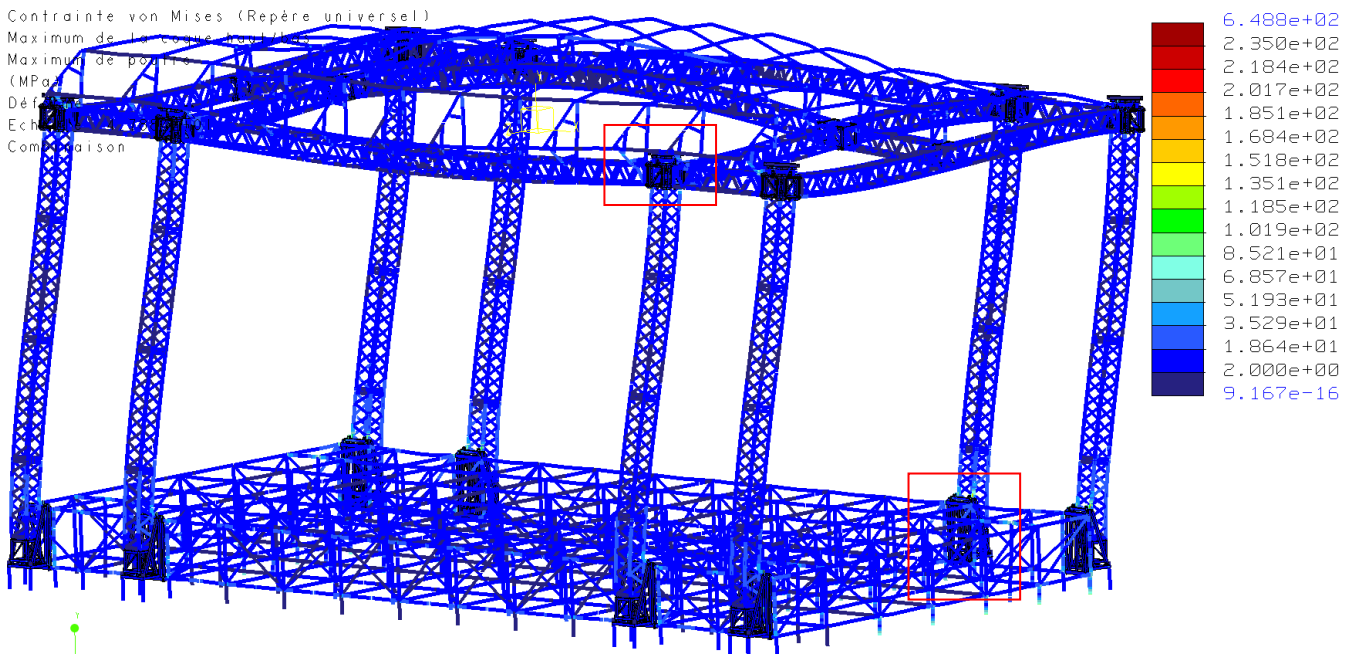
La structure ne comporte aucune surcharge de son et de lumière.

La vitesse de vent admissible au moment du montage de la structure est **65 Km/h**

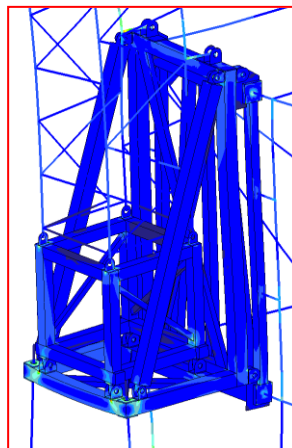
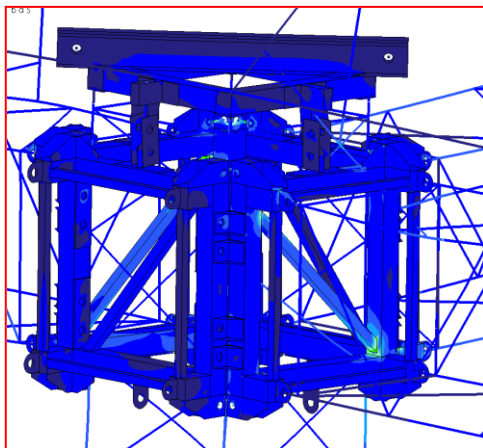
### 8 Résultats en vent de face 65Km/h

#### 8.1 Cas M1 – Vent de face

##### 8.1.1 Résultats en contrainte

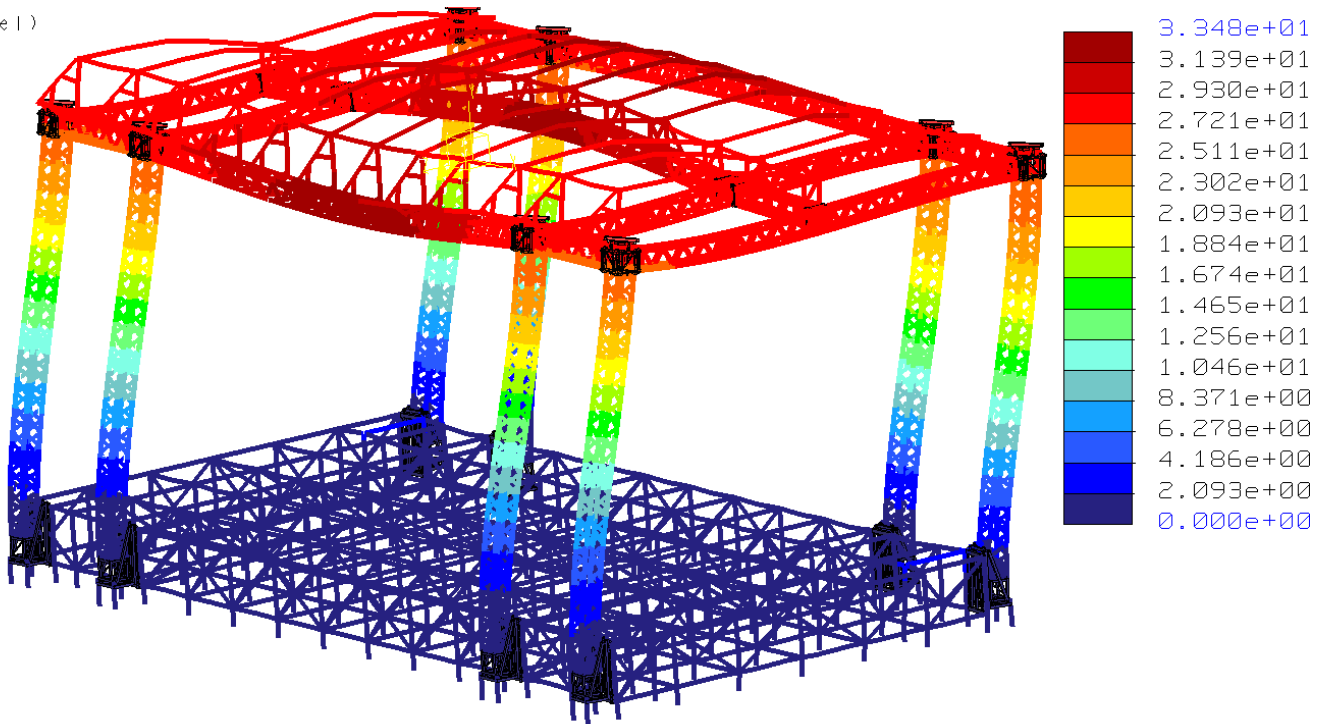


**Contrainte Von Mises Max = 155MPa au niveau des chariots berceaux tres localement.**



## 8.1.2 Résultats en déplacement

r sel)

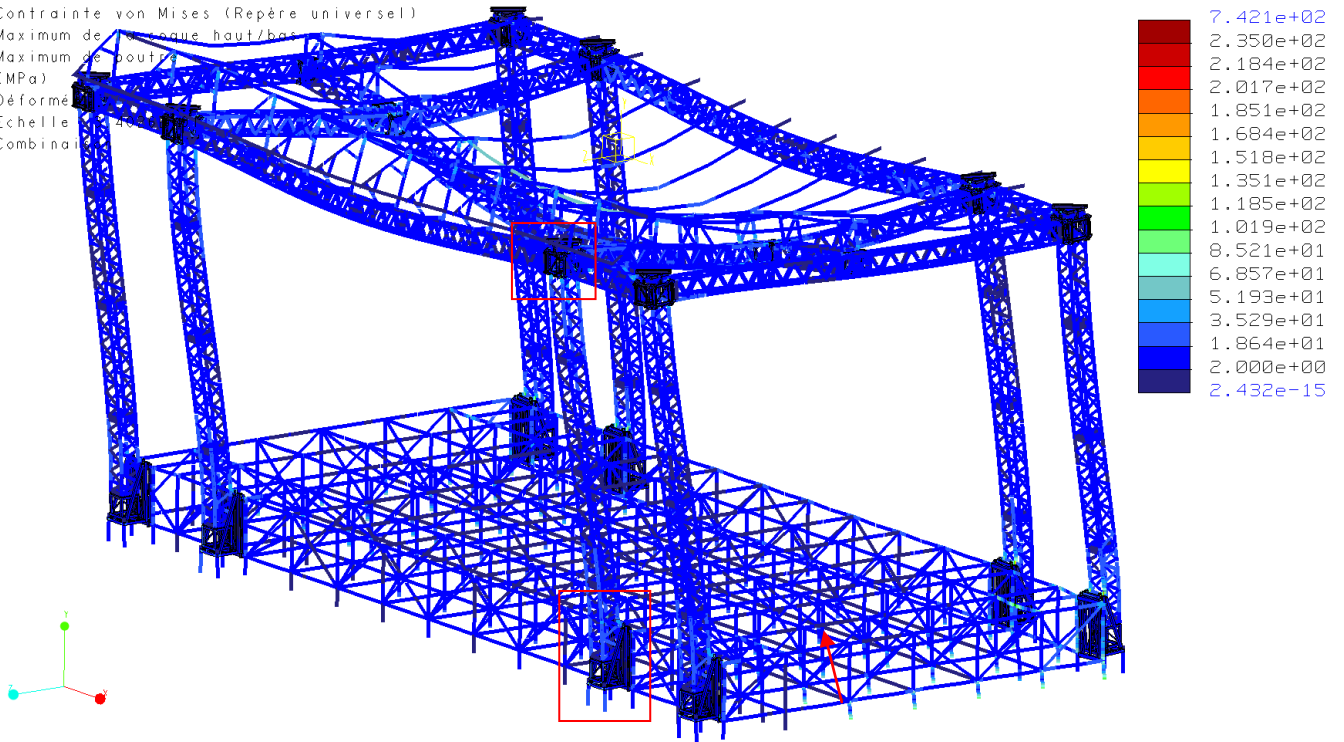


Déplacement max 33.5mm

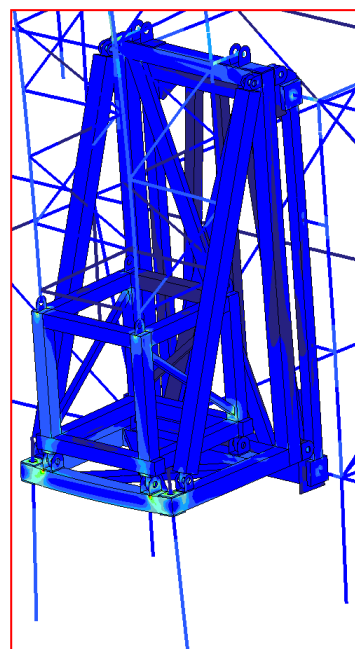
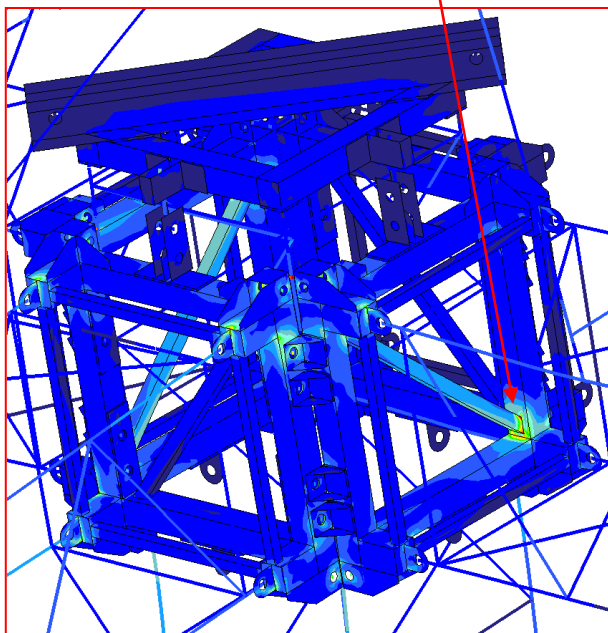
## 8.2 Cas M2 – Vent arrière

### 8.2.1 Résultats en contrainte

Contrainte von Mises (Repère universel)  
Maximum de la poutre haut/bas  
Maximum de la poutre  
(MPa)  
Déformée  
Echelle  
Combinaison

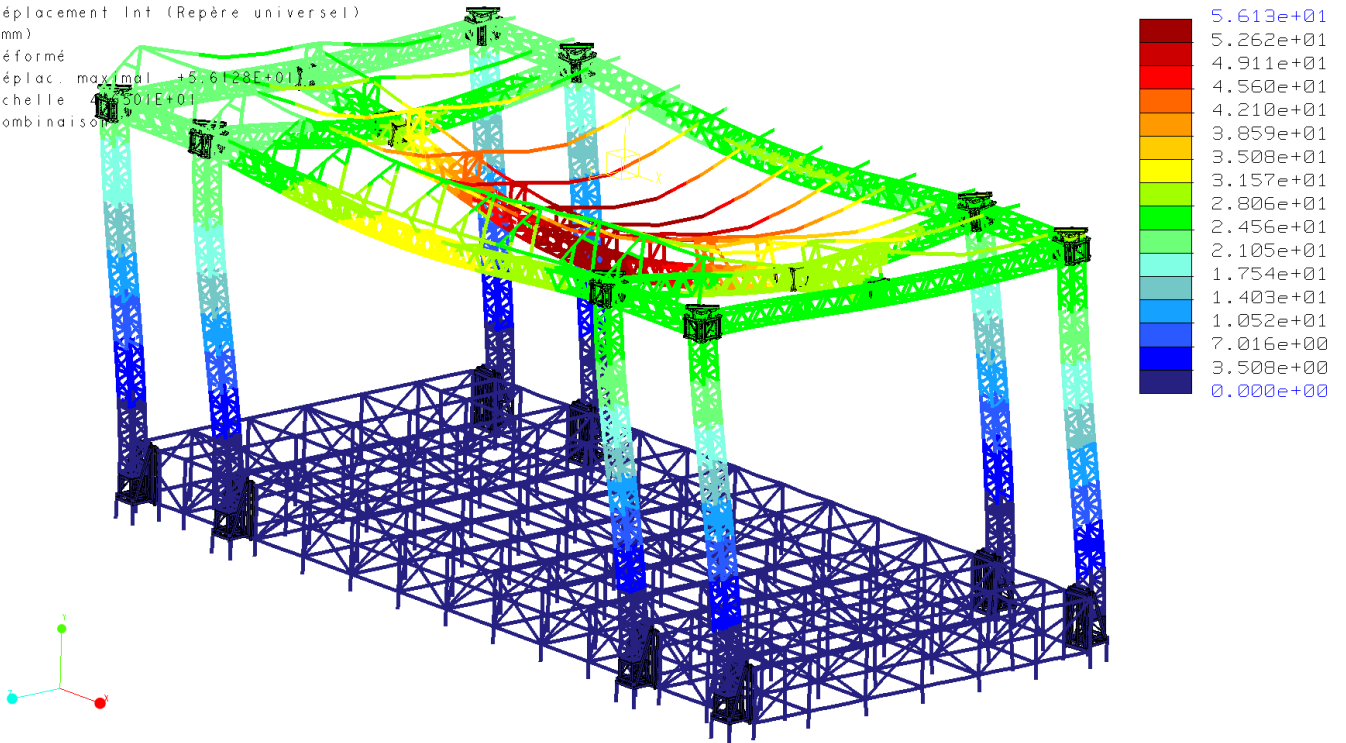


**Contrainte Von Mises Max = 235 MPa** au niveau des chariots et des berceaux très localement



## 8.2.2 Résultats en déplacement

Déplacement Int (Repère universel)  
(mm)  
Déformé  
Déplac. maximal : +5.6123E+01  
Echelle : 1.501E+01  
Combinaison

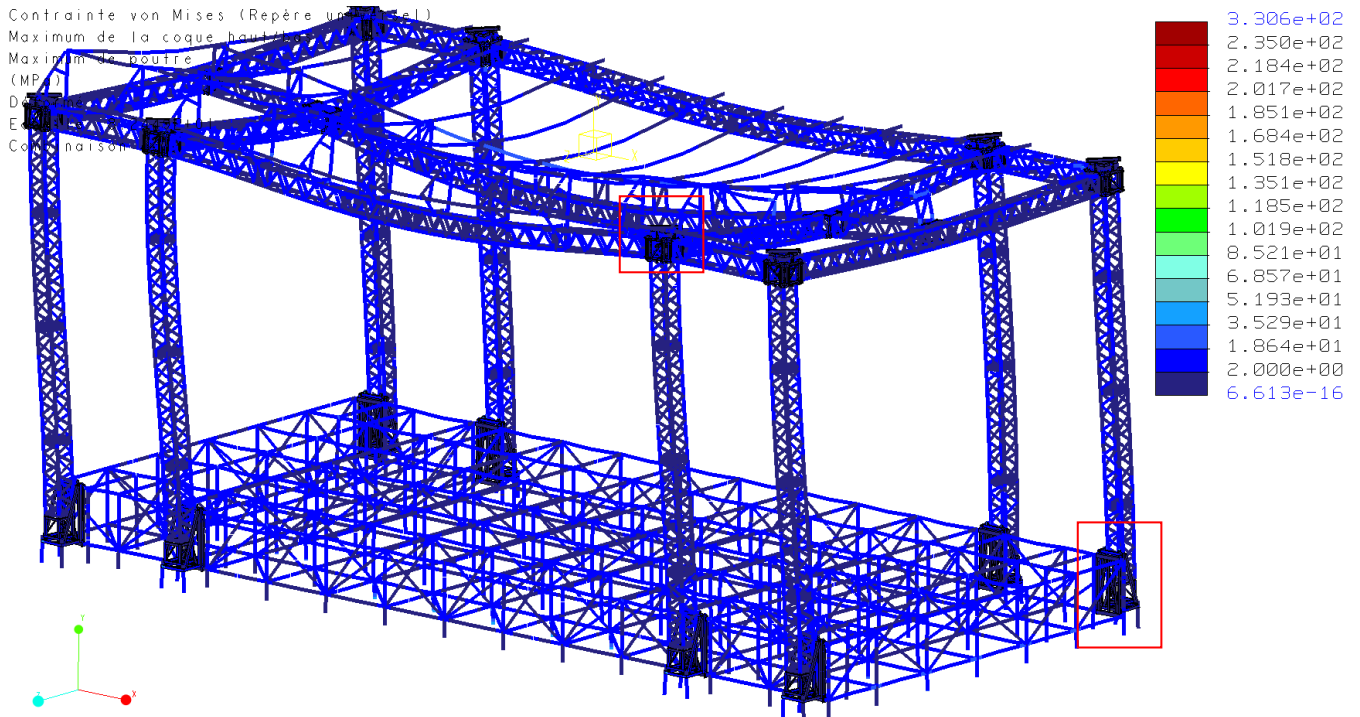


**Déplacement max 56.1mm**

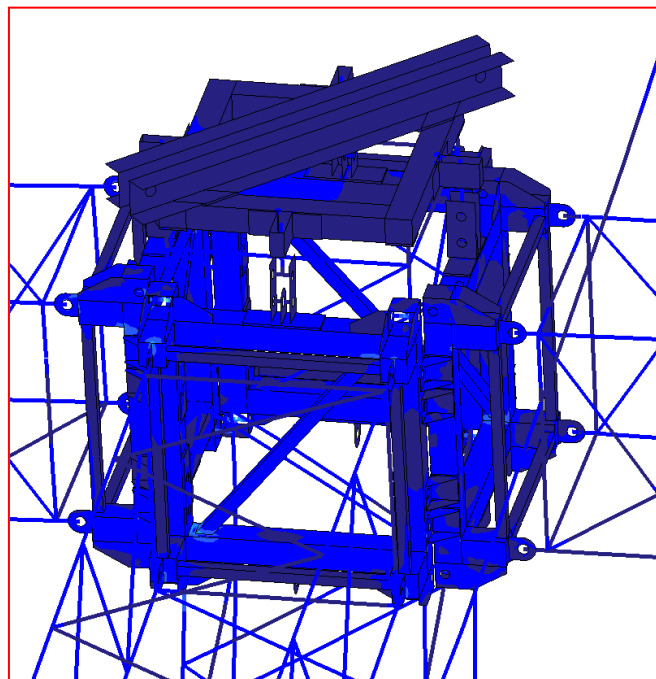
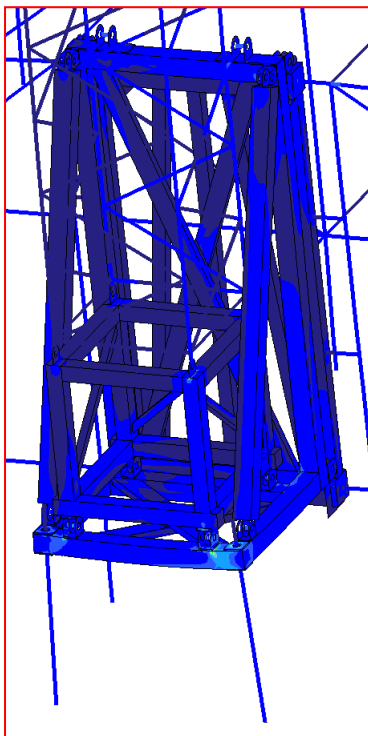


## 8.3 Cas M3 – Vent de côté

### 8.3.1 Résultats en contrainte

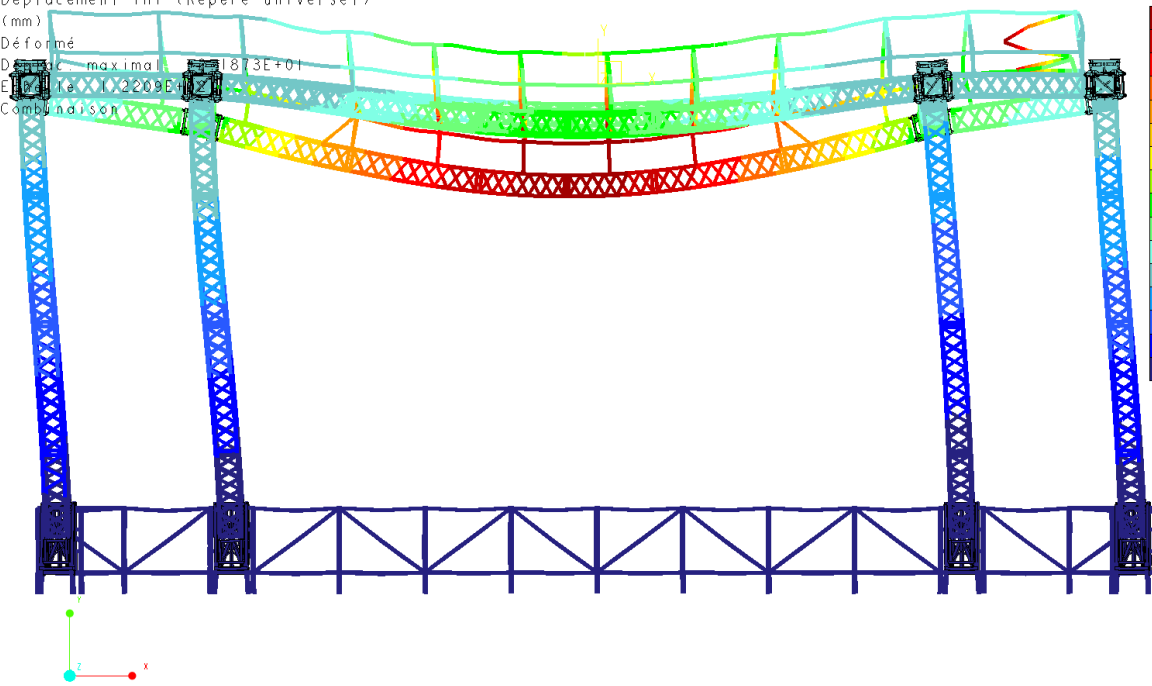
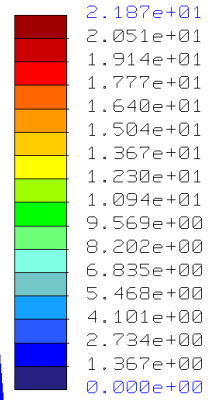


**Contrainte Von Mises Max = 80 MPa**  
au niveau des berceaux très localement



## 8.3.2 Résultats en déplacement

Déplacement Int (Repère universel)  
(mm)  
Déformé  
Déplacement maximal : 2.1873E+01  
Echelle : 1.2208E+00  
Combinaison



Déplacement max 21.8mm