

**NOTE DE CALCUL**

**SCENE COUVERTURE R&R**



**0. SOMMAIRE**

<b>0. SOMMAIRE</b> .....	2
<b>1. HYPOTHESES</b> .....	3
1.1. OBJECTIF .....	3
1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE .....	3
<b>2. DESCRIPTION DU SYSTEME</b> .....	4
2.1. TOITURE .....	4
2.2. STRUCTURE BRIO .....	5
2.3. STRUCTURE SCENE .....	6
2.4. MODELISATION DE LA STRUCTURE .....	9
<b>3. CALCUL</b> .....	10
3.1. CHARGES .....	10
3.1.1. POIDS PROPRE .....	10
3.1.2. CHARGE D'UTILISATION .....	13
3.1.2.1. Charge d'utilisation sur la scène .....	13
3.1.3. VENT SANS BACHES LATERALES 80 km/h .....	14
3.1.3.1. Vent sur les éléments composant l'échafaudage .....	14
3.1.3.2. Vent sur la scène ( sur les pieds de la scène ) .....	15
3.1.3.3. Vent sur la couverture .....	16
3.2. COMBINAISONS DE CHARGES ANALYSEES .....	18
<b>4. VERIFICATIONS POUR 80 km/h ( Cotés latérales de la scène ouvertes )</b> .....	19
4.1. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE : .....	19
4.1.1. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU SOULEVEMENT .....	21
4.1.2. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU RENVERSEMENT .....	21
4.1.3. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU CHEMINEMENT .....	22
4.2. VERIFICATION DE LA RESISTANCE DE LA STRUCTURE : .....	23
4.2.1. VERIFICATION DU GRILLAGE EN ALU DE LA TOITURE ( TRUSS ) .....	23
4.2.1.1. Vérification des Membrures à Flambement simple .....	23
4.2.1.2. Vérification des Entretoisements à Flambement simple .....	24
4.2.1.3. Vérification des liaisons à chapes .....	24
4.2.1.4. Analyse des résultats du calcul et Validation de la structure .....	25
4.2.2. VERIFICATION DE RESISTENCE DE L'ECHAFAUDAGE .....	27
4.2.3. VERIFICATION DE LA SCENE SOUS CHARGES D'UTILISATION .....	30
4.3. VERIFICATION DES DEFORMATIONS DANS LA STRUCTURE : .....	31
4.3.1. VERIFICATION DES TRUSS TOITURE .....	31
<b>5. CONCLUSIONS GENERALES DU CALCUL</b> .....	32
<b>6. ANNEXES</b> .....	33
6.1. ANNEXE 1 ( CONTROLE DE QUALITE DES ACIERS UTILISES ) : .....	33
6.2. ANNEXE 2 ( CARACTERISTIQUES MECANIQUES DES CONTREPLAQUES ) : .....	34
6.3. ANNEXE 3 ( DONNES INTRODUITES DANS LE LOGICIEL POWER FRAME ) : .....	37
6.4. ANNEXE 4 ( CERTIFICATION NF DE L'ECHAFAUDAGE MULTIDIRECTIONNEL "BRIO" ) : .....	43

**NOTE DE CALCUL**

DATE : 18/06/03  
 REALISEE PAR : EDURNE ZABALETA:  
 CHANTIER : Scène avec Toiture R&R 14x12

SIGNATURE

**1. HYPOTHESES****1.1. OBJECTIF**

Avec cette note de calcul on va justifier la stabilité d'une structure scène + couverture, dont les dimensions maximaux sont ( 14 m d'ouverture par 12m de profondeur ), contre l'action du vent selon norme NV-65. On calculera, le lest ou poids additionnel à rajouter sur la structure pour assurer sa stabilité au renversement au soulèvement et au cheminement.

On calculera, également, les parties les plus sollicitées de l'ossature, pour les différentes charges appliquées sur la structure.

Le modèle de couverture R&R est composée d'une toiture à un versant fabriqué en sa totalité par truss triangulaires en aluminium cette toiture est appuyée sur quatre points appartenant à une structure d'échafaudage BRIO dont la dimension de la base est 2x2 m et la hauteur totale est de 10 m. Une bâche en P.V.C. est placée sur l'ossature de la toiture.

On calculera la structure pour un vitesses de vent de 80 km/h.

On fera une vérification des éléments de la structure pour les charges suivantes :

- Les charges de lumières, ... pouvant être suspendues de la couverture : 2000 kg réparties sur toute la toiture
- Charge suspendue des deux tours ( base de 2x2 m ) situés dans la partie avant de la scène ; 1500 kg dans chaque tour.
- Le vitesse du vent pour le quelle le calcul a été fait est 80 km/h. Cette vitesse correspondent à une pressions de vent de 30,8 kg/m<sup>2</sup>, selon norme NV-65.

$$Q = \frac{v^2}{16,1} \quad \text{Unités} \quad v = \frac{m}{s} \quad Q = \frac{daN}{m^2}$$

- Charge d'utilisation sur la scène : 750 kg/m<sup>2</sup>

**1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE**

Les documents de référence utilisés sont : EUROCODE 3, EUROCODE 9, NV-65, "NOTE DE CALCUL SCENE BRIO" fait par ULMA.

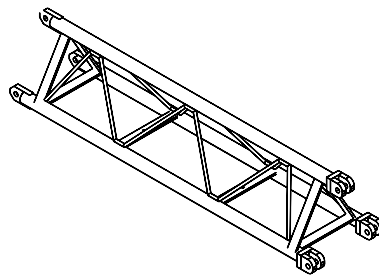
## 2. DESCRIPTION DU SYSTEME

### 2.1. TOITURE

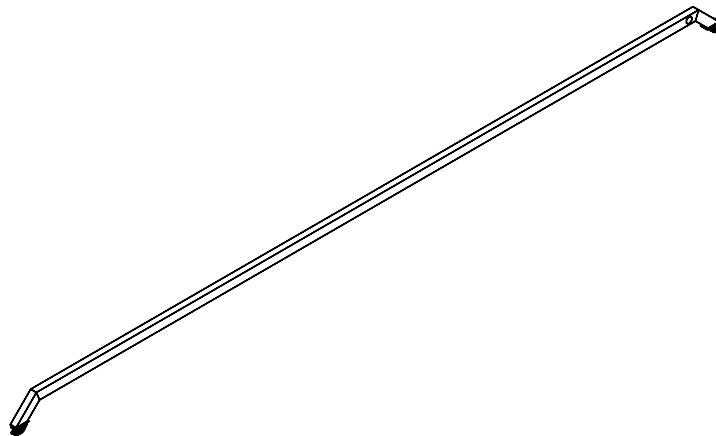
#### Truss

Structure tubulaire en Aluminium de 14 m d'ouverture par 12 m de profondeur

- Truss triangulaire, modules de 2,8 m et 1,4 m ( entre-axe 500 mm )
- Sections :
  - Tube rond section 50 x 5 pour les membrures
  - Tube rond section 30 x 3 pour les entretoisements obliques
  - Tube rond section 30 x 3 pour les liens de table horizontale
- Matériau : Alu 6060 à limite élastique  $180\text{Mpa} = 18 \text{ daN/mm}^2$
- Assemblage entre modules : Système de chapes en ALU ( 6061 ) et boulon conique en acier  $\varnothing 25 \text{ mm}$ .



#### Tubes d'appui de la bâche



- Sections :
  - Tube rectangulaire de section 70 x 50 x 2,5
- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à  $275\text{Mpa} = 27,5 \text{ daN/mm}^2$  assuré
- Assemblage avec la structure en ALU: deux colliers pour diamètre 48.

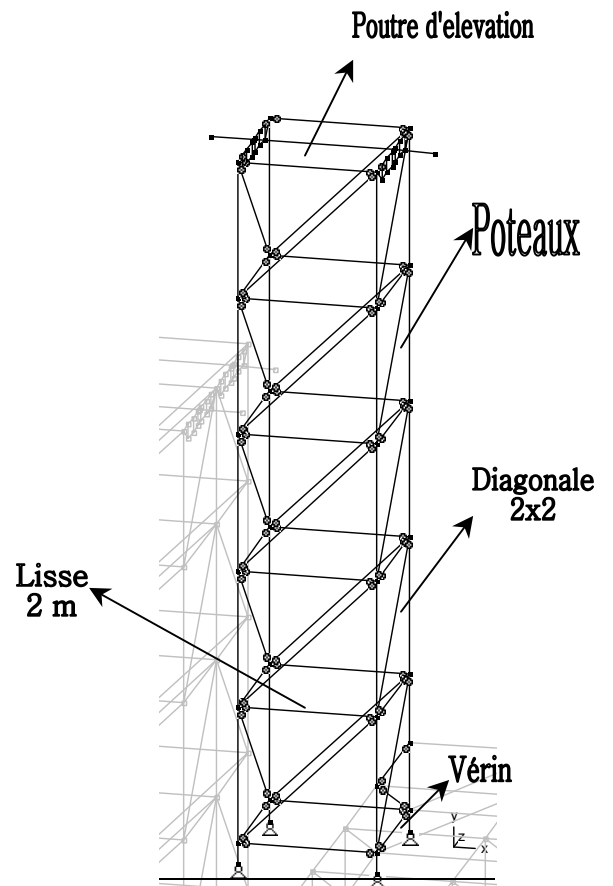
## 2.2. STRUCTURE BRIO

Structure tubulaire réalisé avec des éléments standards de l'échafaudage multidirectionnelle de ULMA C y E, SCOOP "BRIO".

Dans les quatre coins de la scène  
On a 4 tours de 2x2 m dont la hauteur est de 10 m. Dans la partie supérieure on place deux poutres de passage de 500 sur les quelles on appui deux poutres d'élévation. La couverture est suspendue de ces poutres d'élévation.

Les éléments composant ces t tours sont :

- \* Vérin
- \* Lisse BRIO de 2 m
- \* Poteau BRIO de 2
- \* Diagonale BRIO de 2x2



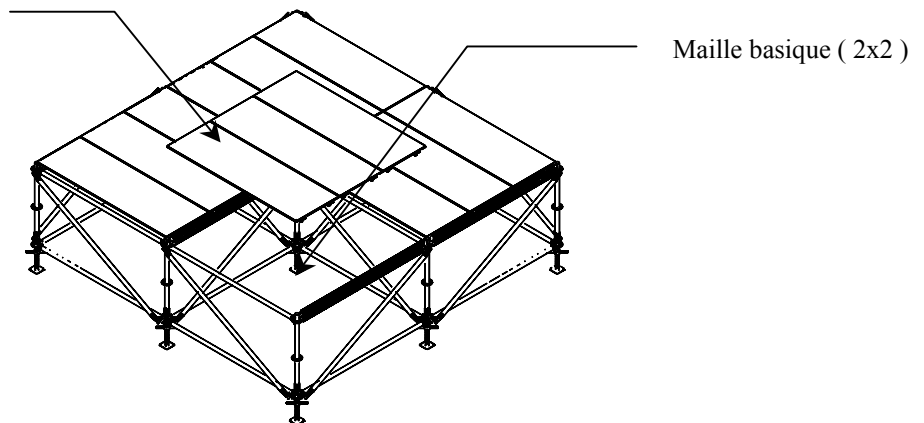
### 2.3. STRUCTURE SCENE

Structure tubulaire réalisée avec des éléments standards de l'échafaudage multidirectionnelle de ULMA C y E, SCOOP "BRIO". *Voir Note de calcul scène BRIO pour avoir plus de détail.*

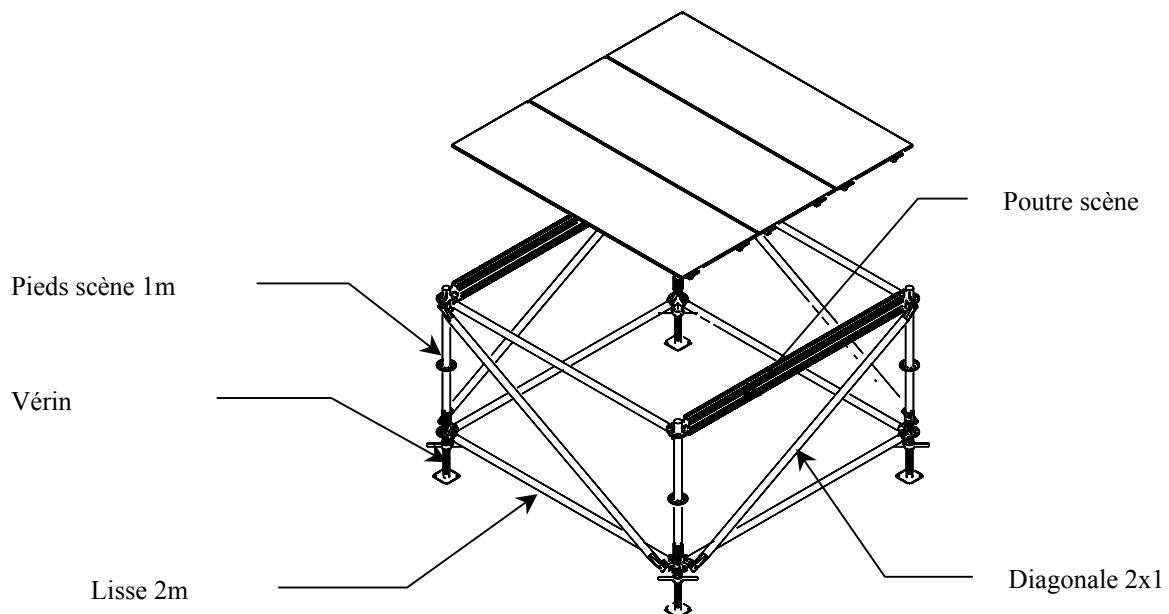
La scène ULMA est une scène modulaire composée des plusieurs mailles ou modules basiques de 2m par 2m.

La structure basique d'une maille est :

3 planches de scène par module 2x2



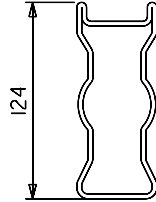
Module ou maille basique 2x2 Hauteur 1 m



Poutre scène :

Poutre en acier de 2m ( Poutre d'appui des planches de scène ), c'est l'élément qui prend directement la charge de la scène.

- Sections :



- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à 360Mpa = 36 daN/mm<sup>2</sup> assuré
- Assemblage avec la scène: deux supports "BRIO", éléments de liaison des lisses et autres éléments de l'échafaudage multidirectionnel "BRIO".

Lisse Brio de 2m :

Lisse de l'échafaudage multidirectionnel BRIO ( *NF* ) de 2m

- Sections :  
Tube rond section 48x3
- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à 360Mpa = 36 daN/mm<sup>2</sup> assuré
- Assemblage avec la scène: deux supports "BRIO", éléments de liaison des lisses et autres éléments de l'échafaudage multidirectionnel "BRIO".

Pieds de scène de 1m :

Poteau de l'échafaudage multidirectionnel BRIO ( *NF* ) de 1m

- Sections :  
Tube rond section 48x3
- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à 360Mpa = 36 daN/mm<sup>2</sup> assuré
- Assemblage avec la scène: deux rossas "BRIO", éléments de liaison des poteaux de l'échafaudage multidirectionnel "BRIO".

### Diagonale BRIO de 2x1

Diagonale de l'échafaudage multidirectionnel BRIO ( *NF* ) de 2m x 1m

- Sections :  
    Tube rond section 48x3
- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à 360Mpa = 36 daN/mm<sup>2</sup> assuré
- Assemblage avec la scène: deux supports "BRIO", éléments de liaison des lisses et autres éléments de l'échafaudage multidirectionnel "BRIO".

### Vérin

Vérin de l'échafaudage multidirectionnel BRIO ( *NF* ) de 300 mm de régulation

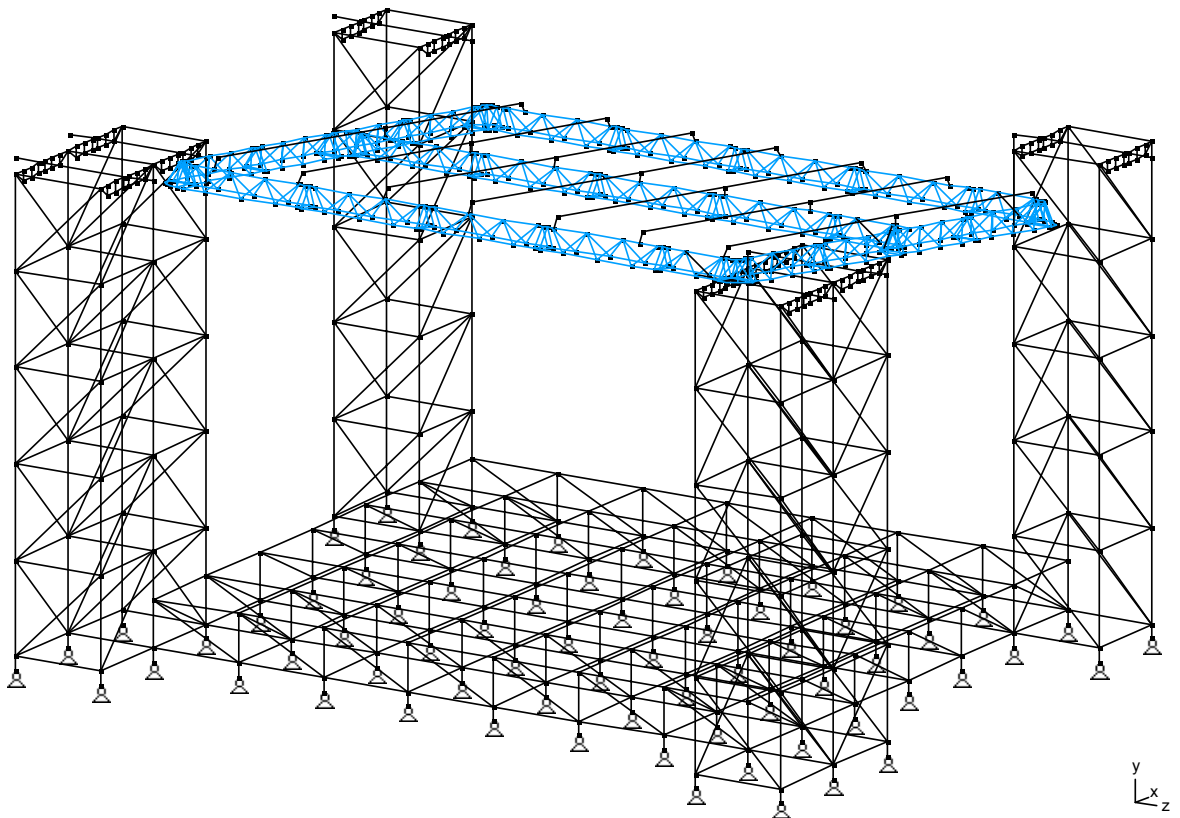
- Sections :  
    Barre rond section 38
- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à 275Mpa = 27.5 daN/mm<sup>2</sup> assuré



## 2.4. MODELISATION DE LA STRUCTURE

Appuis :

- a) APPUI GLOBALE DE LA SCENE : Les appuis sur les vérins, sont modélisés comme appuis simples qui travaillent seulement quand l'effort vertical est vers le bas, et ne travaillent pas dans l'autre sens ( la valeur dans ce cas étant zéro ).
- b) ASSEMBLAGE DES TRUSS : La liaison entre truss a été modélisée comme encastrement.
- c) ASSEMBLAGE DES ELEMENTS "BRIO" ( pieds, lisses, poutres, Poteaux de toiture ) : Modélisé comme un encastrement avec les valeurs de pourcentage d'encastrement de la liaison BRIO ( obtenues après essai )
- d) DIAGONALES BRIO : Avec deux rotules aux extrémités car la diagonale peut tourner librement sur les extrémités.



### 3. CALCUL

Le calcul a été réalisé par le logiciel "POWER FRAME" (calcul matriciel), ce logiciel fait le calcul et vérification\* des éléments selon la norme sélectionnée (EUROCODE 3 dans notre cas)

Le modèle utilisé pour réaliser le calcul prend en compte les valeurs de rigidité des supports "BRIO" qui font les liaisons entre lisses et poteaux de l'échafaudage. On introduit, également, les caractéristiques géométriques et matériaux pour chaque élément de la structure.

. Poids propre	:	4/3
. Vent s/NV 65	:	17/12
. Charges d'utilisation:	:	3/2

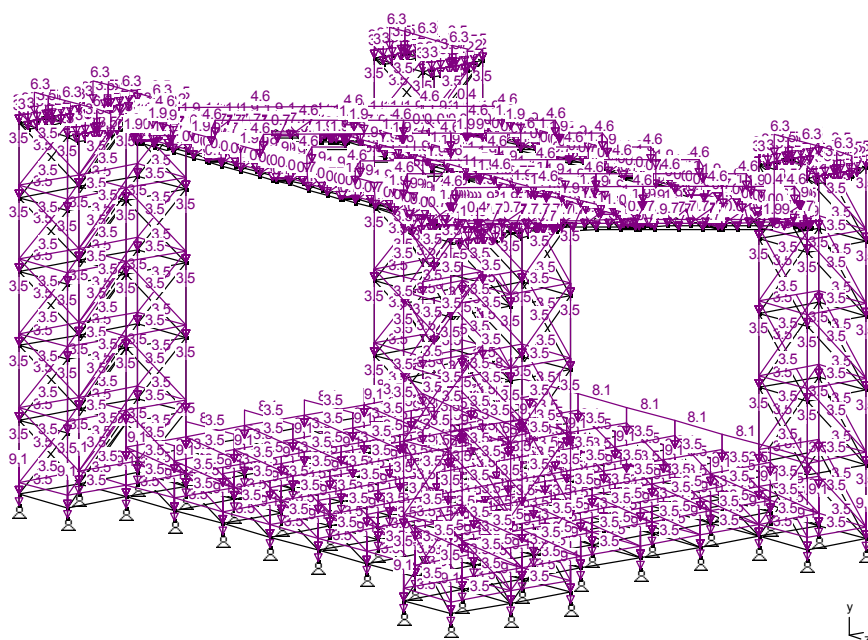
\* Actuellement le logiciel ne vérifie que les éléments en acier, pour d'autre matériel une vérification manuelle étant nécessaire.

#### **3.1. CHARGES**

##### *3.1.1. POIDS PROPRE*

Le logiciel "POWER FRAME", calcul et introduit automatiquement, le poids propre de tous les éléments conformant l'ossature (lisses, poteaux, vérins ...), utilisant les données de section, matériau, longueur ...

D'autre part on introduira à la main les poids propres des éléments non modélisés, dans notre cas les planchés et toile.



\* POIDS DES PLANCHES DE LA SCENE :

Les poids décrits ci-après sont introduits dans le logiciel comme forces extérieures sur des poteaux de la scène, il y a trois forces différentes en fonction de la position des poteaux ( aux extrêmes de la scène la descente de charge est inférieure au centre ).

**F1:** 3/4 planché scène x 30 kg  
( Poteaux dans les quatre coins supportant ¾ de planché ) **F1 : 22,5 kg**

**F2:** 3/2 planché scène x 30kg  
( Poteaux dans les latéraux supportant 3/2 de planché ) **F2 : 45 kg**

**F3:** 3 planché scène x 30kg  
( Poteaux intérieurs supportant 3 planchés ) **F3 : 90 kg**

\*POIDS DE LA TOILE (ESTIMATION ):

Pour faire la distribution du poids de la toile sur la structure, on considère ce poids reparti sur les truss triangulaires situés dans le périmètre de la couverture, pour simplifier le calcul.

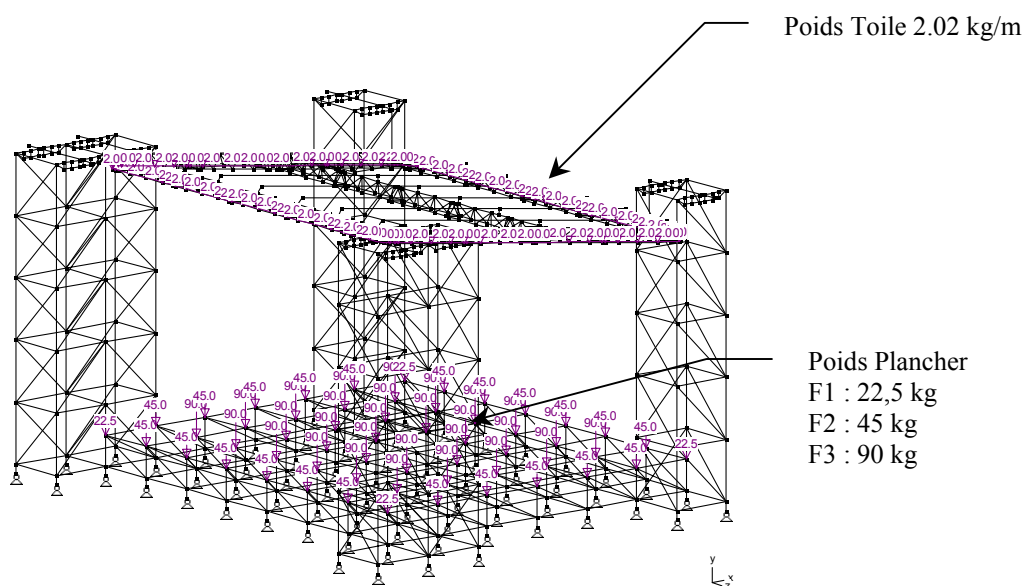
Poids propre de la toile :  $0,65 \text{ kg/m}^2$

Poids total :  $0,65^* \text{ kg/m}^2 \times 13,6\text{m} \times 11,5\text{m} = 101,66 \text{ kg}$

Périmètre de la couverture =  $( 13,6 + 13,6 + 11,5 + 11,5 ) = 50,2 \text{ m}$

Poids de la toile :  $101,66 \text{ kg} / 50,2 \text{ m} = \underline{\underline{2,02 \text{ kg / m}}}$

\*  $0,65 \text{ kg/m}^2$  poids du matériau utilisé dans la toile



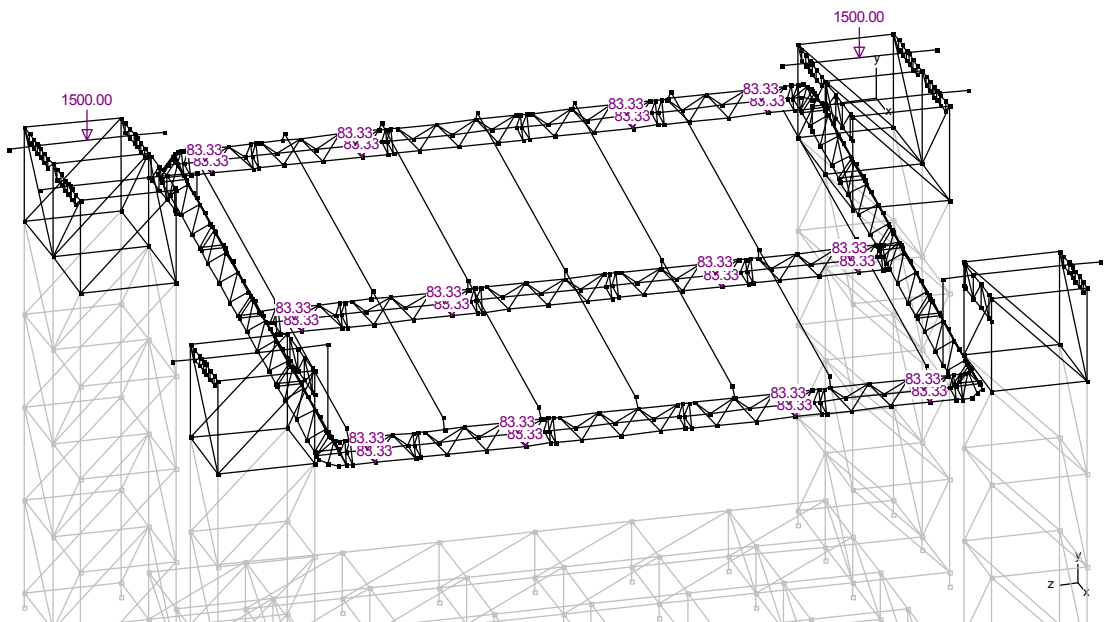
\*POIDS DES ELEMENTS SUSPENDUS DE LA COUVERTURE:

On considère le charge des lumières, ... suspendues de la couverture. Dans les hypothèses on considère 2000 kg répartie sur les trois rangées frontales de poutre triangulaire de la couverture.

- $2000\text{kg} / 3 = 666,67 \text{ kg} / \text{par poutre}$
- $666,67 \text{ kg} / 8 = \underline{\underline{83,33 \text{ kg}}}$

Il faut, également prendre en compte la charge d'utilisation des tours prévues pour suspendre le son :

- 1500 kg

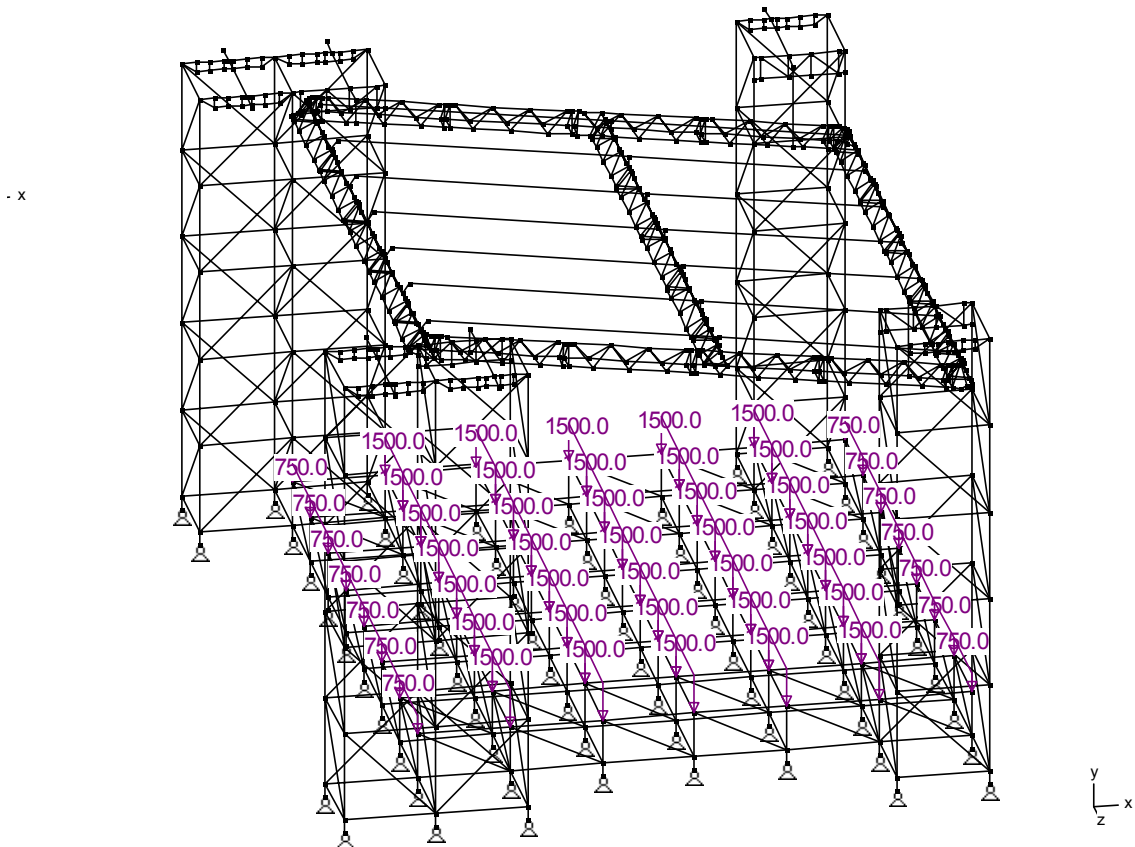


### 3.1.2. CHARGE D'UTILISATION

#### 3.1.2.1. Charge d'utilisation sur la scène

Sur la scène on applique le charge d'utilisation de  $750 \text{ kg/m}^2$

- *Charge verticale* : La charge verticale à comme valeur  $750 \text{ kg/m}^2$ 
  - Pour une poutre centrale ( charge correspondant à  $4 \text{ m}^2$  ) :  $750 \text{ kg/m}^2 \times 4 \text{ m}^2 = 3000 \text{ kg}$  / poutre =  $3000 \text{ kg} / 2 \text{ m} = \underline{1500 \text{ kg/m}}$  linéaire sur ces poutres
  - Pour une poutre aux extrémités ( charge correspondant à  $2 \text{ m}^2$  ) :  $750 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ m}^2 = 1500 \text{ kg}$  / poutre =  $1500 \text{ kg} / 2 \text{ m} = \underline{750 \text{ kg/m}}$  linéaire sur ces poutres



NOTA : Pour Etudier en détail le comportement de la scène sous les charges d'utilisation et décomposer plus ces efforts voir "NOTE DE CALCUL SCENE BRIO". Pour le calcul de la couverture on se limitera à introduire les efforts comme on indique ci-dessus.

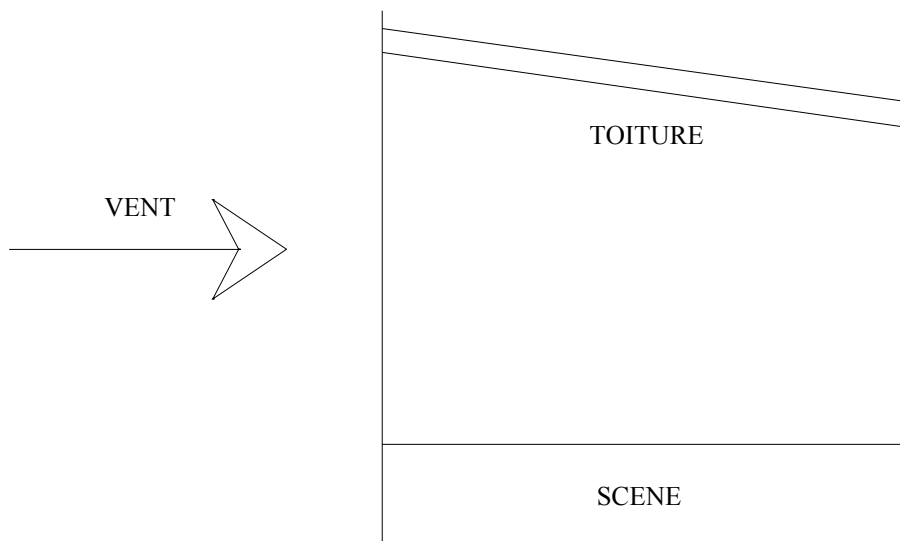
### 3.1.3. VENT SANS BACHES LATÉRALES 80 km/h

On considère dans les hypothèses une vitesse de vent de 80 km/h et les quatre cotés latéraux de la scène ouvertes.

Selon norme NV 65 ( On considère le montage dans une site exposé ) :

* Pression du vent correspondant à 80 km/h	: 30,86 kg/m <sup>2</sup>
* Coefficient éolien pour :	
Elément totalement vertical	: 1,3
Au vent	: 0,8
Sous le vent	: 0,5
Couvertures avec inclinaison inférieure à 10°	: ( 0,8+0 )/2
* Site exposé	: 1,3

NOTA: On n'étudiera que le cas de vent frontal et arrière, car c'est le cas le plus défavorable pour la stabilité et résistance de la structure.



#### 3.1.3.1. Vent sur les éléments composant l'échafaudage.

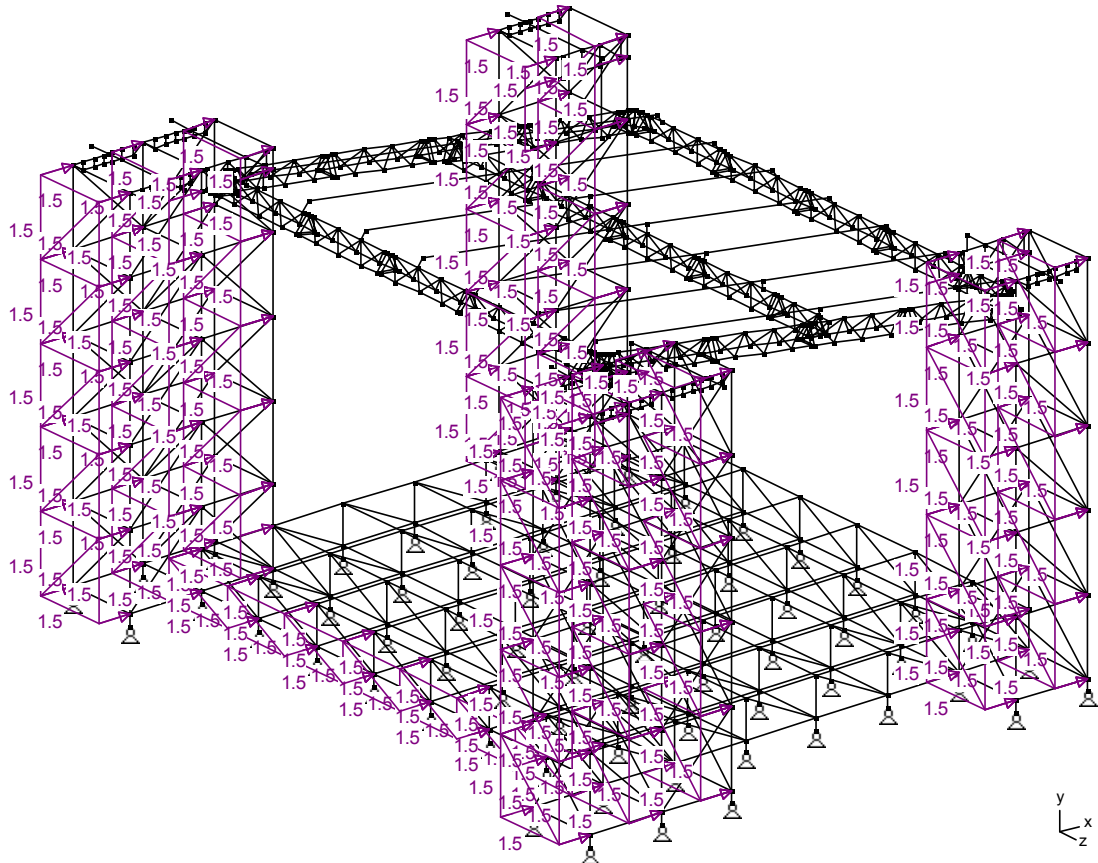
Le vent agit sur les poteaux

Surface du tube par mètre :  $( 48,3\text{mm} / 1000 ) \times 1 \text{ m} = 0,0483 \text{ m}^2$

Coefficient éolien :  $0,8 + 0,5 = 1,3$

Coefficient global de traînée  $C_{to} = 0,6$  (pour cylindres rugueux à base circulaire sans nervure)

- Pression :  $30,86 \text{ kg/m}^2 \times 1,3$  (site exposé)  $\times 1,3$  (coef. éolien)  $\times 0,6$  ( $C_{to}$ ) =  $31,3 \text{ kg/m}^2$
- Pression sur le poteau (kg/m) :  $(31,3 \text{ kg/m}^2 \times 0,0483 \text{ m}^2) / 1 \text{ m} = \underline{\underline{1,5 \text{ kg / m}}}$  sur chaque élément de la structure (lisse, poteau, diagonale)



### 3.1.3.2. Vent sur la scène (sur les pieds de la scène)

On considère la même pression de vent que pour le cas des éléments de la structure BRIO, **1,5 kg / m** sur la première rangée de poteaux de la scène.

### 3.1.3.3. Vent sur la couverture

Le vent exerce sa pression sur la toile et elle transmet l'effort vers les poutres conformant la couverture.

Surface de la toile :  $13,6 \text{ m} \times 11,5 \text{ m} = 156,4 \text{ m}^2$

Coefficient éolien, selon norme NV-65, pour des couvertures à un seul versant avec inclinaison inférieure à  $10^\circ$  :  $(0,8 + 0) / 2 = 0,4$  (répartition triangulaire).



- Pression :  $30,861 \text{ kg/m}^2 \times 1,3$  (site exposé)  $\times 0,4$  (coef. éolien) =  $16,04 \text{ kg/m}^2$
- Effort total sur la toile (kg) :  $(16,04 \text{ kg/m}^2 \times 156,4 \text{ m}^2) = 2509,78 \text{ kg}$  sur la toile.

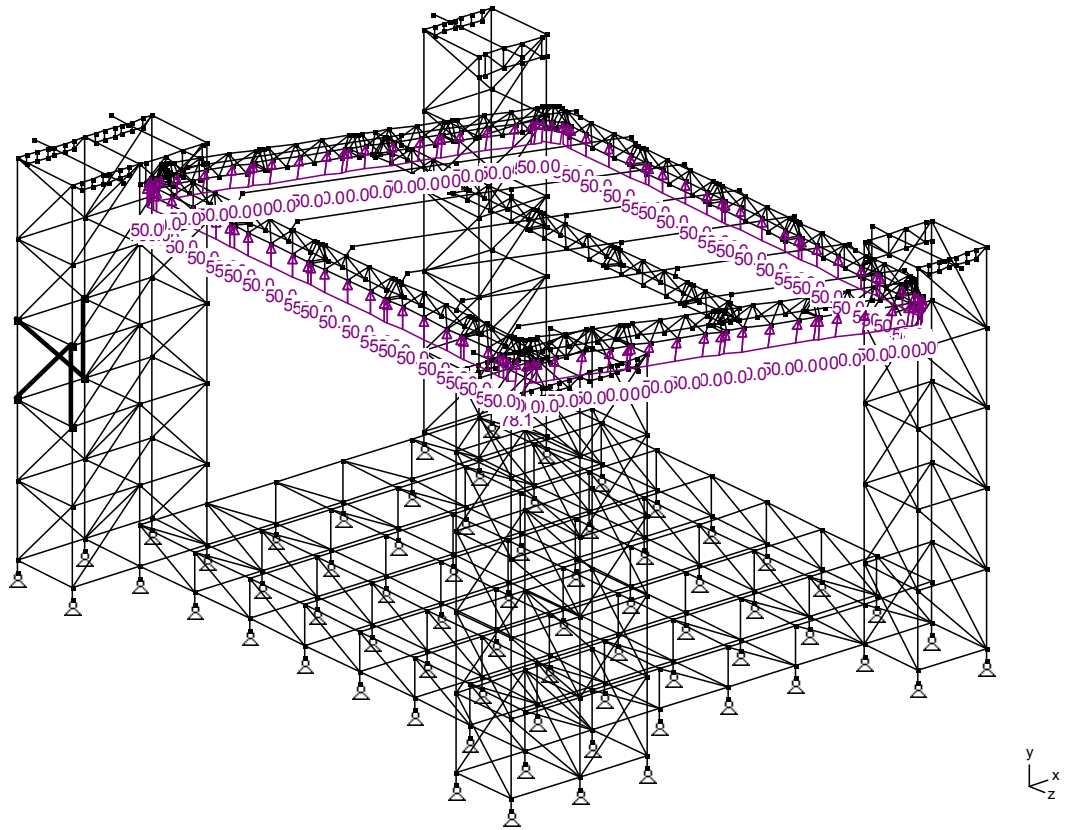
Pour la répartition de l'effort exercé par la bâche sur les poutres triangulaires ou truss, on considère une répartition de l'effort dans tout le périmètre.

Périmètre total ( $13,6 \text{ m} + 13,6 \text{ m} + 11,5 \text{ m} + 11,5 \text{ m} = 50,2 \text{ m}$ )

- Effort dans les poutres triangulaires ou truss ( $2509,78 \text{ kg} / 50,2 \text{ m}$ ) =  $49,99 \text{ kg}$

On va considérer une répartition homogène pour chaque poutre triangulaire.





### **3.2. COMBINAISONS DE CHARGES ANALYSEES**

Les cas de charges analysés dans le logiciel sont :

#### Poids propre:

Poids propre ossature ( "POWER FRAME" Automatiquement )  
Efforts extérieurs ( poids des planchés et toile )  
Charges verticales de la couverture

#### Charges d'utilisation:

Charges d'utilisation sur la scène

#### Vent frontal:

Vent sur les poteaux de la couverture  
Vent sur la structure d'échafaudage  
Vent sur la couverture

Pour ces cas de charges analysées on a étudié trois combinaisons de charge possibles :

a) Pour étudier la STABILITE de tout l'ensemble :

Combinaison de charge analysée ( STABILITE ) : Poids propre x 1 + vent frontal x 17/12 + charge d'utilisation x 0.

b) Pour étudier la RESISTANCE des éléments composant la scène couverte:

Combinaison de charge ( RESISTANCE ): Poids propre x 1,33 + vent arrière x 17/12 + charge d'utilisation x 17/12.

c) Pour étudier la DEFORMATION des éléments composant la scène couverte:

Combinaison de charge analysée : Poids propre x 1+ vent arrière x 1+ charge d'utilisation x 1.

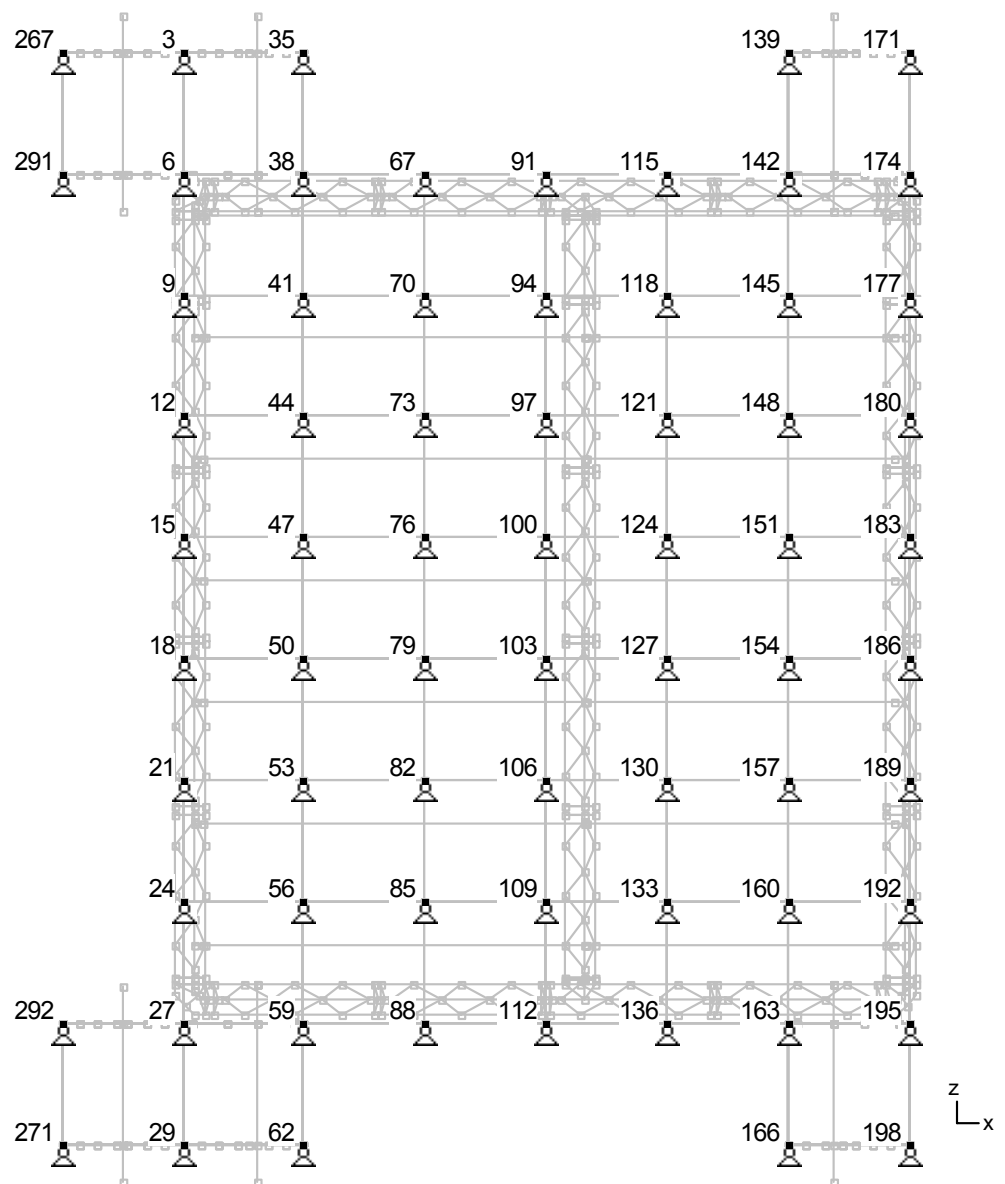
#### 4. VERIFICATIONS POUR 80 km/h ( Cotés latérales de la scène ouvertes )

##### 4.1. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE :

Pour étudier la stabilité de l'ensemble au renversement et au soulèvement on analyse la combinaison de charge la plus défavorable :

- Combinaison de charge analysée ( STABILITE ) : Poids propre x 1 + vent frontal x 17/12 + charge d'utilisation x 0.

Cette combinaison a été pondérée avec les coefficients réglementaires pour chaque cas.



*Tableau récapitulatif des réactions sur les appuis ( Résultats obtenus directement du logiciel "POWER FRAME")*

nd	Rx+ kg	Ry+ kg	Rz+ kg
3	-50.3	518.5	-1.1
6	-54.9	207.3	1.1
9	-3.9	88.3	0.5
12	1.1	88.1	0.3
15	0.8	88.1	0.15
18	0.7	87.7	0.03
21	0.96	87.0	-0.16
24	-3.72	95.1	-0.56
27	-54.1	200.4	-1.4
29	-50.3	519.7	1.15
35	-41.4	340.8	-2.32
38	-55.9	638.2	-1.03
41	-8.03	152.6	-0.4
44	-2.15	141.4	0.1
47	-2.66	140.9	0.16
50	-2.73	140.1	0.18
53	-2.3	138.2	0.07
56	-7.6	168.76	-0.03
59	-54.52	624.3	0.61
62	-41.3	341.7	2.6
67	-50.1	109.6	-1.6
70	-7.2	143.2	-0.12
73	-1.86	133.6	0.12
76	-2.4	133.6	0.1
79	-2.3	133.6	0.03
82	-1.6	133.6	-0.01
85	-7.1	143.1	0.14
88	-51.9	108.7	1.73
91	-48.99	69.7	-1.7
94	-7.23	141.6	-0.1
97	-1.8	133.6	0.07
100	-2.25	133.6	0.03
103	-2.2	133.6	-0.01
106	-1.5	133.6	-0.05
109	-7.1	141.6	0.12

nd	Rx+ kg	Ry+ kg	Rz+ kg
112	-50.7	71.7	1.7
115	-49.2	-0.0	-1.5
118	-7.1	139.7	-0.2
121	-1.7	133.6	0.03
124	-2.2	133.6	-0.0
127	-2.1	133.6	-0.03
130	-1.38	133.61	-0.08
133	-7.00	140.06	0.05
136	-51.05	-0.00	1.53
139	-40.37	-0.00	-6.44
142	-52.50	-0.00	-6.77
145	-8.04	58.66	-3.62
148	-1.76	163.37	-1.43
151	-2.26	153.42	-0.72
154	-2.32	153.89	-0.01
157	-1.88	165.19	1.40
160	-7.49	47.28	5.65
163	-51.38	-0.00	5.73
166	-40.33	-0.00	5.93
171	-43.94	318.64	-1.13
174	-42.41	413.02	0.93
177	-7.96	97.68	0.35
180	-2.25	88.56	0.62
183	-2.56	88.86	0.43
186	-2.62	87.84	0.20
189	-2.42	84.76	-0.24
192	-7.50	117.58	-0.68
195	-41.28	399.23	-1.42
198	-43.90	320.66	1.31
267	-37.22	172.33	-1.07
271	-37.25	172.22	0.97
291	-26.65	29.84	2.72
292	-27.85	28.97	-2.88
TOT	-1334.24	10781.43	-0.00

#### 4.1.1. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU SOULEVEMENT

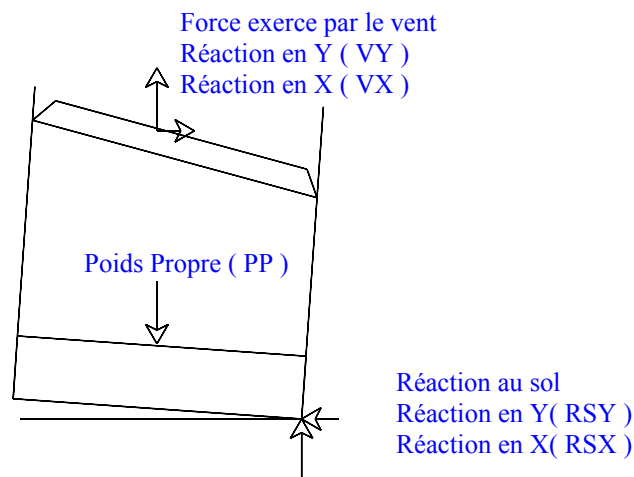
Comme on vérifie en annexes, sur les charges climatiques appliquées, la somme total des appuis verticaux est positif (  $R_y = 10781,4 \text{ kg}$  ), il n'y a pas, donc, de soulèvement, le poids de la scène fait fonction de lest, l'effort exercé par les montants à la scène, est transmise par les lisses et diagonales de la scène.

Dans les quatre coins de la scène, il y a un effet de soulèvement local, la valeur de ce déplacement ne dépasse jamais les 3mm.

Est nécessaire, néanmoins, la colocation de lest dans les quatre coins où les poteaux se trouvent, pour empêcher ce soulèvement local et avoir une sécurité de plus contre un coup de vent imprévisible.

#### 4.1.2. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU RENVERSEMENT

L'effort horizontal exercé par le vent provoque un moment de basculement, le poids de tout l'ensemble doit éviter le risque de basculement. Pour vérifier ce point on va modéliser la scène de la façon suivante :



Dans le moment précédent au renversement on trouve les équations suivantes :

$$RSY = PP - VY \text{ ( Somme des réactions vertical des appuis de la scène, voir table )}$$

$$RSX = VX \text{ ( Somme des réactions horizontales des appuis de la scène, voir table )}$$

Et pour éviter le renversement :

$$( PP - VY ) \times \text{Profondeur Scène} / 2 > VX \times \text{Hauteur Toiture}$$

D'où :

$$10781,4\text{kg} \times 6\text{m} = \underline{64688,6 \text{ kgm}} > 1334,2\text{kg} \times 9,1\text{m} = \underline{12136,3 \text{ kgm}}$$

Il n'y a pas donc risqué de renversement de la structure. Coefficient de sécurité supérieure à 5,33 en plus des coefficients réglementaires.

#### 4.1.3. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU CHEMINEMENT

Le frottement de la surface d'appui contre le sol doit résister l'effort horizontal exercé par le vent sur la structure. Pour cette vérification on multiplie la valeur de la somme des appuis verticaux sur le sol par le coefficient de frottement, cette valeur doit être supérieure à la somme des efforts horizontaux sur la structure.

- Somme des réactions verticaux sur les appuis : 10781,4 kg
- Coefficient de frottement estimé : 0,4\*
- Poussée horizontale exercé par le vent ( somme des réactions horizontales sur les appuis VX du chapitre précédent ) : 1334,2 kg
- On vérifie donc  $10781,4 \times 0,4 = \underline{4312,6 \text{ kg}} > \underline{1334,2 \text{ kg}}$

\* Valeur approximative en fonction des conditions du terrain.

Il n'y a pas donc risqué de cheminement de la structure, Coefficient de sécurité supérieure à 3,2 en plus des coefficients réglementaires .

## **4.2. VERIFICATION DE LA RESISTANCE DE LA STRUCTURE :**

Pour étudier la résistance des éléments de la structure on a analysé la combinaison de charge la plus défavorable, étant :

- Combinaison de charge analysée ( RESISTANCE ): Poids propre x 1,33 + vent arrière x 17/12 + charge d'utilisation x 17/12.

Cette combinaison a été pondérée avec les coefficients réglementaires pour chaque cas.

### *4.2.1. VERIFICATION DU GRILLAGE EN ALU DE LA TOITURE ( TRUSS )*

Dans le cas du grillage en aluminium de la toiture un calcul manuel est nécessaire pour la vérification, les éléments à vérifier sont :

#### *4.2.1.1. Vérification des Membrures à Flambement simple*

Pour les membrures on fera une vérification à flambement simple selon le EUROCODE 9.

- Section : Tube rond section 50 x 5
- Matériau : Alu 6060 à limite élastique 180Mpa = 18 daN/mm<sup>2</sup>
- Longueur maxi : 700 mm (  $\beta = 0,9$  ) Longueur utile : 630 mm

S : 706 mm <sup>2</sup>	$\lambda$ : 39.33
I <sub>xx</sub> : 181132 mm <sup>4</sup>	f <sub>0</sub> : 180 N/mm <sup>2</sup>
i : 16 mm	$\lambda_1$ : 61.95
$\alpha$ : 0.2	$\lambda_2$ : 0.63
$\lambda_0$ : 0.1	$\phi$ : 0.76
k <sub>1</sub> : 1	X : 0.86
k <sub>2</sub> : 0.65	f <sub>s</sub> : 100.54
$\eta$ : 1	$\gamma$ : 1.1

**N<sub>admissible</sub> : 6453 kg**

#### 4.2.1.2. Vérification des Entretoisements à Flambement simple

Pour les entretoisements on fera une vérification à flambement simple selon le EUROCODE 9.

- Section : Tube rond section 30 x 3
- Matériau : Alu 6060 à limite élastique 180Mpa = 18 daN/mm<sup>2</sup>
- Longueur maxi : 550 mm (  $\beta = 0,9$  ) Longueur utile : 495 mm

S : 254 mm <sup>2</sup>	$\lambda$ : 51.54
I <sub>xx</sub> : 23475 mm <sup>4</sup>	f <sub>0</sub> : 180 N/mm <sup>2</sup>
i : 9.6 mm	$\lambda_1$ : 61.95
$\alpha$ : 0.2	$\lambda$ : 0.83
$\lambda_0$ : 0.1	$\phi$ : 0.92
k <sub>1</sub> : 1	X : 0.76
k <sub>2</sub> : 0.65	f <sub>s</sub> : 89.29
$\eta$ : 1	$\gamma$ : 1.1

**N<sub>admissible</sub> : 2065 kg**

#### 4.2.1.3. Vérification des liaisons à chapes

- Assemblage entre modules : Système de chapes en ALU ( 6061 ) et boulon conique en acier Ø25 mm.

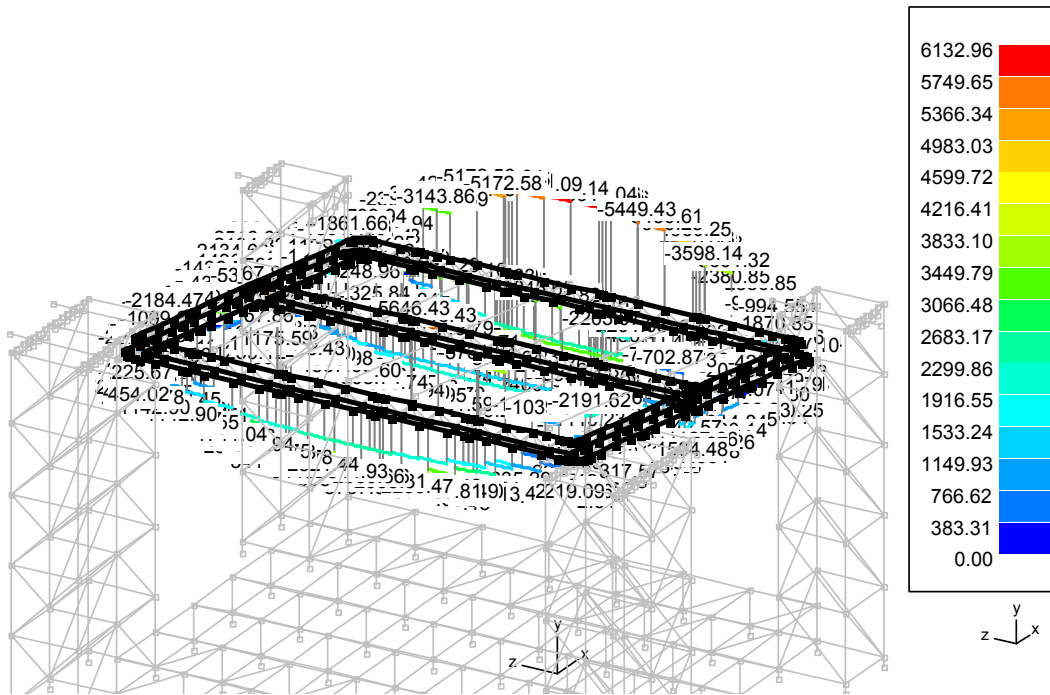
Les chapes usinées en qualité 6061 peuvent reprendre **N<sub>admissible</sub> : 6300 kg** au double cisaillement ( Valeur donnée par le fabricant des structures en Aluminium **SIDE-UP** )



4.2.1.4. Analyse des résultats du calcul et Validation de la structure

- Efforts Normaux dans les membrures

Diagrammes - Efforts normaux N (kg) - Resistencia



Effort Normal N Maxi

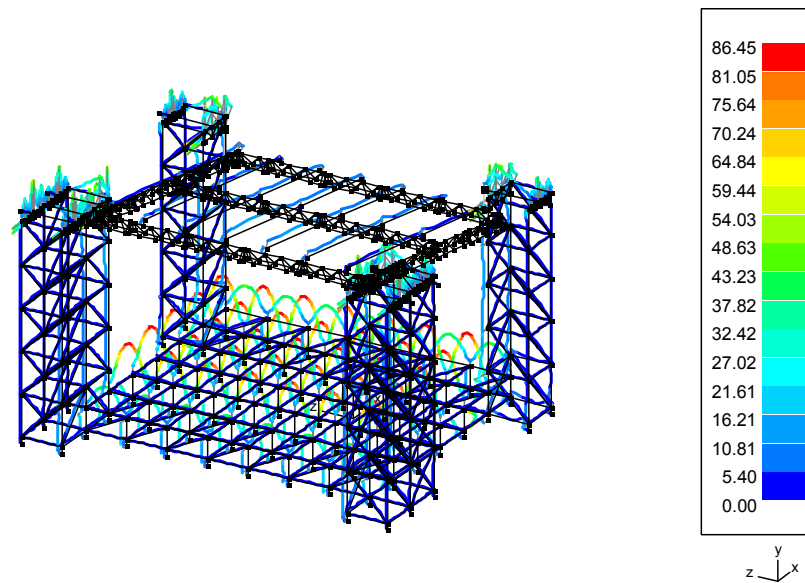
6132.9 kg



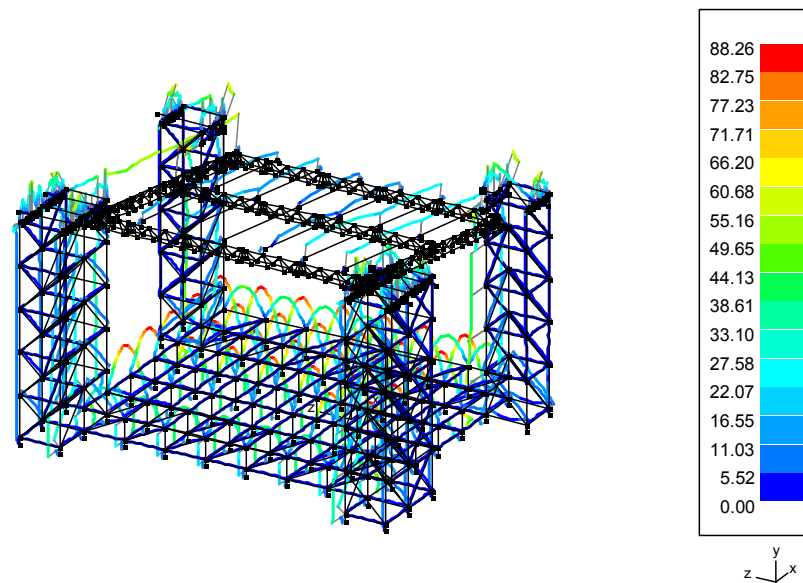
#### 4.2.2. VERIFICATION DE RESISTENCE DE L'ECHAFAUDAGE

Comme on peut apprécier, toutes les éléments composant l'échafaudage sont au-dessous de la valeur de 100%. Ces éléments travaillent, donc, avec une sécurité supérieure à 1 en plus des coefficients réglementaires.

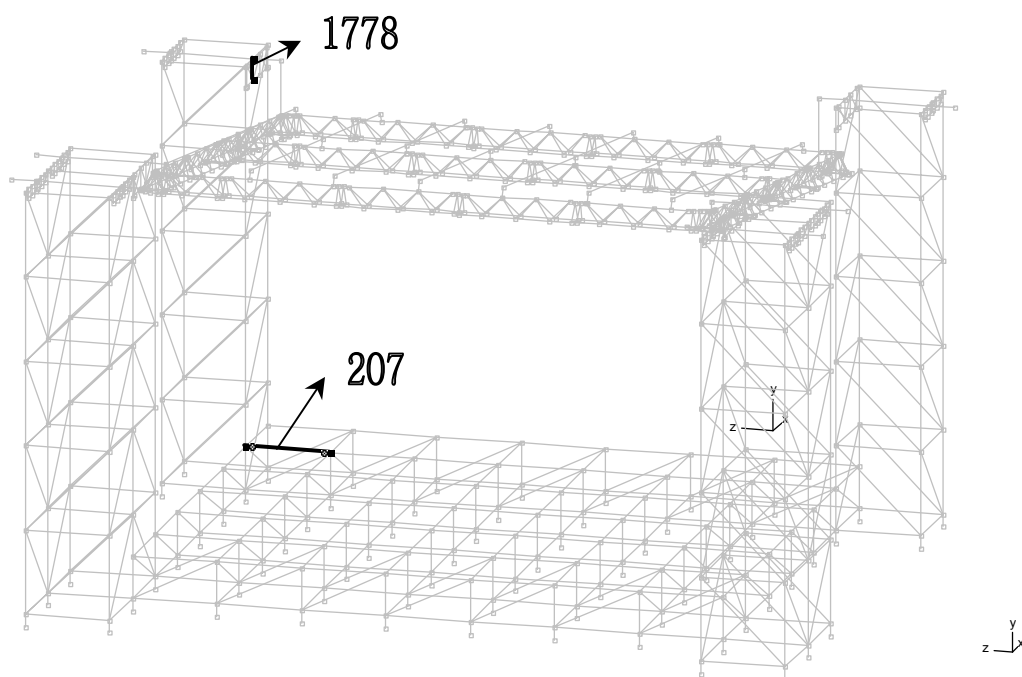
Diagrammes - Résistance des sections (%) - EC3 - EC5



Diagrammes - Risque de flambement (%) - EC3 - EC5



Dans la figure ci-jointe nous pouvons identifier les éléments plus chargés de la structure.



#### Résultats - Vérification EC3-EC5

barre	résistance %	flambement %
207	86.45	87.88
1778	77.17	88.26

#### Résultats - Vérification de résistance EC3 ( barre 207)

sección: Tubo VIGA

orientación: 0.00 °

$f_y$ : 36.20 kg/mm<sup>2</sup>

esfuerzo normal de tracción	0.00 %
esfuerzo normal de compresión	0.73 %
momento $M_{y'}$	85.31 %
momento $M_{z'}$	1.17 %
esfuerzo cortante $V_{z'}$	15.05 %
esfuerzo cortante $V_{y'}$	0.08 %
momento $M_{y'}$ + esfuerzo cortante $V_{z'}$	0.00 %
momento $M_{z'}$ + esfuerzo cortante $V_{y'}$	0.00 %
► momento $M_{y'}$ y $M_{z'}$ + esfuerzo normal	<b>86.45 %</b>
momento $M_{y'}$ y $M_{z'}$ + esfuerzo cortante $V_{z'}$ y $V_{y'}$ + esfuerzo normal	0.00 %

#### detalle verificación : momento $M_{y'}$ y $M_{z'}$ + esfuerzo normal

distancia del nudo 141 : 1000.00 mm

Para la combinación RESISTENCIA

$N = 224.73$  kg (compresión),  $M_y = 1006.66$  kgm,  $M_z = 1.57$  kgm,  $e_{Ny} = 0.00$  mm,  $e_{Nz} = 1.36$  mm

clase de sección Y: 1, clase de sección Z: 4

$A_{eff} = 931.12$  mm<sup>2</sup>,  $W_{ply} = 35857.50$  mm<sup>3</sup>,  $W_{effz} = 16163.04$  mm<sup>3</sup>

$N_{c.Rd} = 30642.20$  kg,  $M_{ply.Rd} = 1180.04$  kgm,  $M_{cz.Rd} = 531.91$  kgm

### Résultats - Vérification de flambement EC3 ( barre 1778 )

sección: BRIO-VIGA 25X25X2      longitud: 500.00 mm      orientación: -90.00 °      fy:  
36.20 kg/mm<sup>2</sup>  
longit. pandeo en el plano = 500.00 mm longit. pandeo fuera del plano = 500.00 mm  
refuerzos contra el pandeo 0 pcs.      (k = 1.00, kw = 1.00)

esfuerzo normal, pandeo en plano y'	52.05 %
esfuerzo normal, pandeo en plano z'	52.05 %
pandeo lateral	0.00 %
► <b>esfuerzo normal y momento, pandeo</b>	<b>88.26 %</b>
esfuerzo normal y momento, pandeo lateral	0.00 %

#### detalle verificación : esfuerzo normal y momento, pandeo

máximo en el nudo 852

Para la combinación RESISTENCIA

N = 2479.19 kg (compresión), My = 18.41 kgm, Mz = 0.56 kgm

clase de sección Y: 1, clase de sección Z: 1

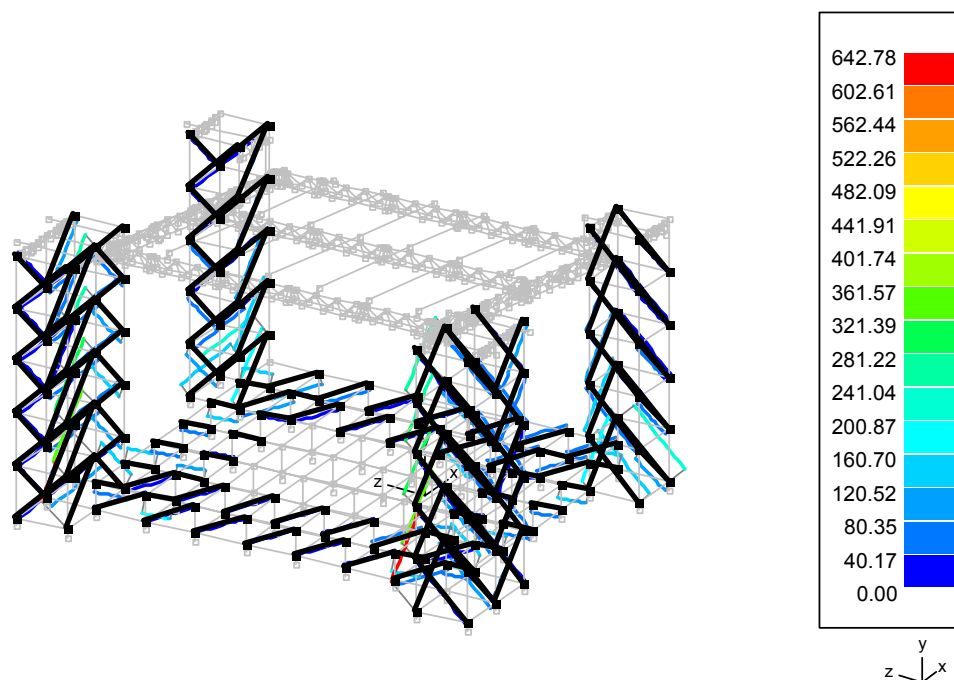
A = 184.00 mm<sup>2</sup>, Wply = 1591.00 mm<sup>3</sup>, Wplz = 1591.00 mm<sup>3</sup>

alfaY = 0.34, alfaZ = 0.34, lambdaSY = 0.69, lambdaSZ = 0.69, chiY = 0.79, chiZ = 0.79

muy = 0.14, ky = 1.00, muz = 0.70, kz = 1.00

Npl.Rd = 4764.73 kg, Mply.rd = 52.36 kgm, Mplz.rd = 52.36 kgm

### Diagrammes - Efforts normaux N (kg) – Resistencia (DIAGONALES)



Tension maxi dans les diagonales es 642,8 kg pour la combinaison de charge "RESISTENCE".

Tension maxi admissible : 1500 kg

Ces éléments travaillent, donc, avec une sécurité supérieure à 2,33 en plus des coefficients réglementaires.

#### *4.2.3. VERIFICATION DE LA SCENE SOUS CHARGES D'UTILISATION*

**Voir "NOTE DE CALCUL SCENE BRIO"**

### **4.3. VERIFICATION DES DEFORMATIONS DANS LA STRUCTURE :**

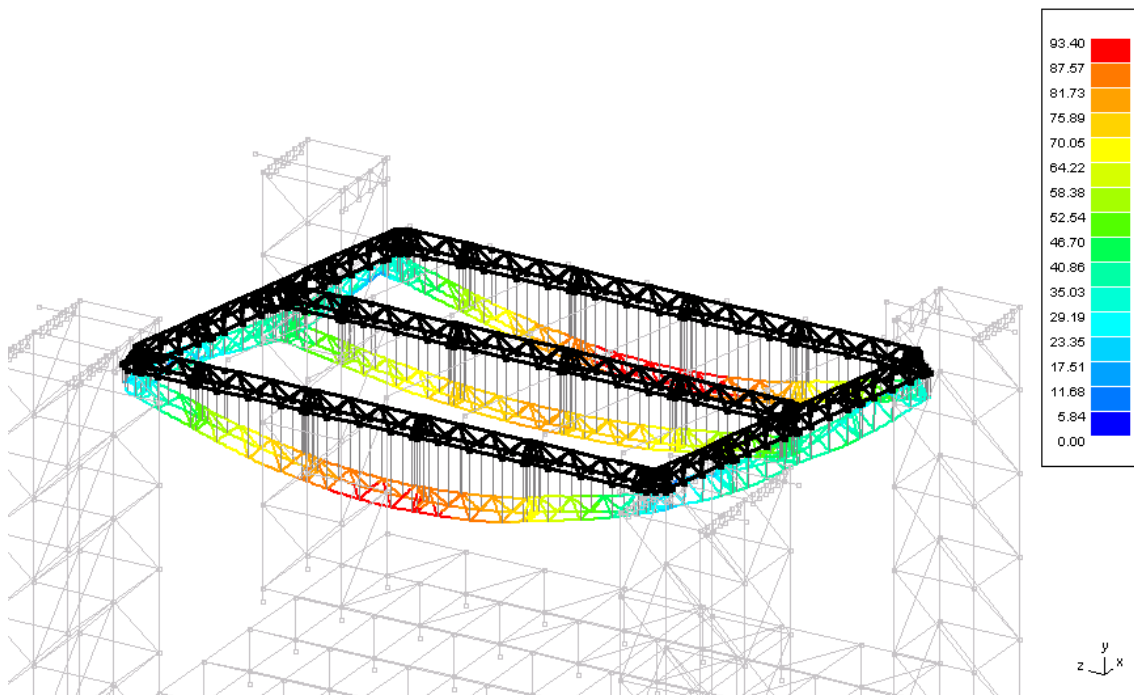
La combinaison de charge utilisée pour étudier la déformation de la structure est la plus défavorable ( les coefficients de pondération sont 1 dans ce cas )

- Combinaison de charge analysée ( DEFORMATION ) : Poids propre x 1 + vent arrière x 1 + charge d'utilisation x 1.

#### *4.3.1. VERIFICATION DES TRUSS TOITURE*

La déformation verticale maximale est de 93,4 mm = 1/150 ° de la portée ( 14.000 mm )

Diagrammes - Déformation dY (mm) - Deformacion



## 5. CONCLUSIONS GENERALES DU CALCUL

- Si la vitesse du vent est supérieure à 80 km/h la toiture doit être descendue à niveau des planchées le plus vite possible ( GRILLE SUPERIEUR DE LA TOITURE prochaine de sa limite de service ).
- Les bâches latérales ( pour fermer les trois cotés de latérales de la scène ) n'ont pas été prises en compte pour ce calcul.
- La charge d'utilisation de la toiture, son, lumières est de **2000 kg** réparties uniformément dans toute la toiture.
- La charge d'utilisation dans les ailes destinées au son est de **1500 kg par aile**.
- La base des planchés est fabrique en contre-plaqué de 15 mm d'épaisseur. La surface d'utilisation est antidérapante.
- Malgré tous ces calculs et due au caractère imprévu de la force du vent, est recommandé éliminer des risques inutiles lors du montage de l'ensemble scène + couverture. Il est recommandé de lever la toiture avant le spectacle et la descendre, une fois le spectacle est fini.
- ULMA C y E, SCOOP recommande l'achat d'un anémomètre pour contrôler la vitesse du vent.
- Il est nécessaire de prendre attention aux poches d'eau sur la toile, car on risque de surcharger la structure. Dans ce cas il faut absolument éliminer ces poches d'eau ou descendre la couverture au niveau des planchés.
- L'échafaudage utilisé comme base pour la structure de la scène est pourvu de la marque NF, lui accreditant d'accomplir la norme HD-1000.



6. ANNEXES

**6.1. ANNEXE 1 ( CONTROLE DE QUALITE DES ACIERS UTILISES ):**



LAMINACIÓN DE FLEJE  
FABRICACIÓN DE TUBERÍA



LAMINACIONES ARREGUI, S.L.  
Canal de Santo Tomás, s/n  
Telfs.: 945 12 11 00\*  
945 27 70 00\* (Tubos)  
945 28 92 23 - Fax  
Apdo. 208  
01013 VITORIA

PAG

**CERTIFICADO DE CALIDAD**  
S / EN 10.204: 3.1.B

Nº L001000212

Cliente: ULMA CONSTRUCCION		N.º Pedido: 526566P-520		Peso Albarán: 78.597								
Medida Nominal: 60X2,00		Cantidad: 13.580 Kg										
Fleje: Fabricado S/N UNE-EN 10.048, con acero del tipo: ST-44 DECAP.CORTADO												
RESULTADOS DE INSPECCIÓN												
ANÁLISIS QUÍMICO												
COLADA Nº	C %	Mn %	Si %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	V %	Cu %	Sn %	Al %
NP0818	0,060	0,460	0,170	0,014	0,011	0,090	0,110	0,010		0,420	0,022	0,004
NN7463	0,050	0,520	0,160	0,023	0,023	0,080	0,120	0,010		0,490	0,021	0,003
NN7602	0,060	0,500	0,150	0,015	0,007	0,070	0,100	0,020		0,410	0,018	0,004
PROBETAS DE TRACCIÓN S/EN 10.002												
ENSAYOS MECÁNICOS												
COLADA Nº	Lim. Elástico, ReH N/mm <sup>2</sup> - MPa		Resistencia, Rm N/mm <sup>2</sup> - MPa		Alargamiento % (Lo=80)		Alargamiento % (Lo=5,65 √So)					
NP0818	37,00		47,40		22,80		31,70					
NN7463	36,00		45,90		24,80		35,90					
NN7602	37,10		47,30		22,50		32,20					
Observaciones: AE-275-B S/PAUTA FA01 REV.3												
DPTO. CALIDAD-LABORATORIO												
Vitoria, de 16 OCTUBRE de 2000												

## 6.2. ANNEXE 2 ( CARACTERISTIQUES MECANQUES DES CONTREPLAQUES ):

Schauman Ibérica, S.A.

Customer Product Specification



Special Plywoods

<b>Creado por :</b> Olli Ahopelto	<b>Aprobado por :</b> Schauman Wood	<b>Versión :</b> 01/2002	<b>Fecha :</b> 27/02/02
--------------------------------------	--	-----------------------------	----------------------------

<b>Nombre del cliente :</b> Ulma Construcción .	<b>País :</b> España	<b>Aplicación :</b> Encofrados
<b>Producto :</b> WISA-Form Abedul 12 & 18 mm	<b>Segmento :</b>	

**Tablero base :**

WISA-Abedul de chapas de 1,4 mm

**Encolado :**

Encolado fenólico cumpliendo las siguientes normas:

EN 314, class3; DIN 68705, BFU 100; BS 6566; 1985 Type WBP

**Revestimiento :**Película fenólica de 220 g/m<sup>2</sup> de color marrón oscura en ambas caras con texto impreso ULMA

Taber Abraser: Aprox. 600 revoluciones

**Espesores y tolerancias :**

12,0 +/- 0,5 mm (contenido de humedad 10 %)

17,6 +/- 0,5 mm (contenido de humedad 10 %)

**Construcción del tablero base :****Construcción estándar WISA-Form Abedul 12 mm**

1	B1		B1		B1		B1		B1
2		B1		B1		B1		B1	

**Construcción estándar WISA-Form Abedul 18 mm**

	B1		B1		B1		B1		B1
2		B1		B1		B1		B1	

B1 = Chapa de abedul 1,4 mm

1 = Dirección de la veta paralela a la dirección de la veta de la cara

2 = Dirección de la veta perpendicular a la dirección de la veta de la cara

**Dimensiones y tolerancias :**

Tolerancias dimensionales +/- 1mm/tablero

Tolerancia de rectangularidad +/- 1mm/m

(Vea apendice I, Tolerancias normales de Schauman Wood)

**Mecanizado :**

De acuerdo con planos válidos

Orificios sellados con pintura acrílica ( orificios de diámetro &gt; 12 mm sin sellar)

**Sellado de los cantos :**

Cantos de los tableros sellados con resina acrílica de color marrón oscura

**Requisitos técnicos :**

**Otros :**

9

Schauman Ibérica, S.A.

Customer Product Specification



Special Plywoods

Tabla 3:  
**WISA-Form**  
**Abedul 100**  
 Humedad 10-12 %

Tipo	Sección-propiedades					Resistencia característica a la flexión		Módulo de elasticidad en flexión MOE	
	Espesor nominal mm	Nº de chapas	t medio mm	W mm <sup>3</sup> /mm	I mm <sup>4</sup> /mm	fm // N/mm <sup>2</sup>	fm -/ N/mm <sup>2</sup>	Em// N/mm <sup>2</sup>	Em-/ N/mm <sup>2</sup>
100	9	7	9,2	14,1	64,9	45,6	32,1	11395	6105
100	12	9	12,0	24,0	144,0	42,9	33,2	10719	6781
100	15	11	14,8	36,5	270,1	41,3	33,8	10316	7184
100	18	13	17,6	51,6	454,3	402	34,1	10048	7452
100	21	15	20,4	69,4	707,5	39,4	34,4	9858	7642

T = Espesor real

W = Módulo de resistencia de la sección

I = Momento de inercia del área

fm = Resistencia a la flexión

// = Paralelo a la veta de la cara

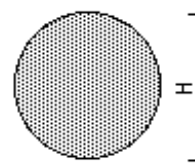
-/- = Perpendicular a la veta de la cara

em = Módulo de elasticidad en flexión del panel

### **6.3. ANNEXE 3 ( DONNES INTRODUITES DANS LE LOGICIEL POWER FRAME ):**

#### Données - Section Husillo (Verin)

H = 38 mm



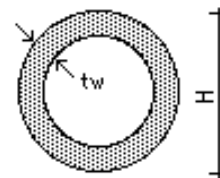
matériau : steel, à froid, Fe 430

caractéristiques de résistance :

surface =	1134.11	mm <sup>2</sup>	poids =	9.1	kg/m
axe fort y-y :			axe faible z-z :		
Iy =	102353.9	mm <sup>4</sup>	Iz =	102353.9	mm <sup>4</sup>
Wy =	5387.0	mm <sup>3</sup>	Wz =	5387.0	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	9145.3	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	9145.3	mm <sup>3</sup>
iy =	9.5	mm	iz =	9.5	mm
Avz =	1134.11	mm <sup>2</sup>	Avy =	1134.11	mm <sup>2</sup>
It =	204707.7	mm <sup>4</sup>	Iw =	0.0	mm <sup>6</sup>

#### Données - Section Tubo BRIO

H = 48 mm      tw = 3 mm



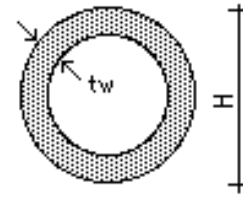
matériau : steel, à froid, Fe 510

caractéristiques de résistance :

surface =	459.97	mm <sup>2</sup>	poids =	3.7	kg/m
axe fort y-y :			axe faible z-z :		
Iy =	117295.7	mm <sup>4</sup>	Iz =	117295.7	mm <sup>4</sup>
Wy =	4857.0	mm <sup>3</sup>	Wz =	4857.0	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	6607.3	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	6607.3	mm <sup>3</sup>
iy =	16.0	mm	iz =	16.0	mm
Avz =	292.82	mm <sup>2</sup>	Avy =	292.82	mm <sup>2</sup>
It =	234591.4	mm <sup>4</sup>	Iw =	0.0	mm <sup>6</sup>

Données - Section Tubo 48x2 (SOP. PLAT)

H = 48 mm tw = 2 mm

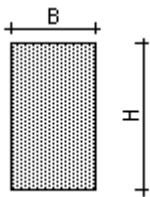


matériau : steel, à froid, Fe 510

caractéristiques de résistance :

surface =	289.03	mm <sup>2</sup>	pois =	2.3	kg/m
axe fort y-y :			axe faible z-z :		
Iy =	76592.0	mm <sup>4</sup>	Iz =	76592.0	mm <sup>4</sup>
Wy =	3191.3	mm <sup>3</sup>	Wz =	3191.3	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	4234.7	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	4234.7	mm <sup>3</sup>
iy =	16.3	mm	iz =	16.3	mm
Avz =	184.00	mm <sup>2</sup>	Avy =	184.00	mm <sup>2</sup>
It =	153184.1	mm <sup>4</sup>	Iw =	0.0	mm <sup>6</sup>

Datos - sección BRIO-SOP PLAT (50x8)



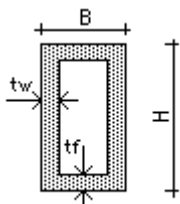
B = 50 mm H = 8 mm

material : acero, conformado en frío, Fe 510

características de resistencia :

superficie =	400.00	mm <sup>2</sup>	peso =	3.2	kg/m
eje fuerte y-y :			eje débil z-z :		
Iy =	2133.3	mm <sup>4</sup>	Iz =	83333.3	mm <sup>4</sup>
Wy =	533.3	mm <sup>3</sup>	Wz =	3333.3	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	800.0	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	5000.0	mm <sup>3</sup>
iy =	2.3	mm	iz =	14.4	mm
Avz =	400.00	mm <sup>2</sup>	Avy =	400.00	mm <sup>2</sup>
It =	7654.4	mm <sup>4</sup>	Iw =	0.0	mm <sup>6</sup>

## Datos - sección BRIO-25X25X2 (VIGA PASO PEATONES)



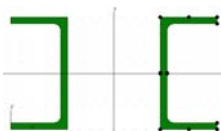
B =	25	mm	H =	25	mm
tw =	2	mm			
tf =	2	mm			

material : acero, conformado en frío, Fe 510

características de resistencia :

superficie =	184.00	mm <sup>2</sup>	peso =	1.5	kg/m
eje fuerte y-y :			eje débil z-z :		
ly =	16345.3	mm <sup>4</sup>	lz =	16345.3	mm <sup>4</sup>
Wy =	1307.6	mm <sup>3</sup>	Wz =	1307.6	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	1591.0	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	1591.0	mm <sup>3</sup>
iy =	9.4	mm	iz =	9.4	mm
Avz =	100.00	mm <sup>2</sup>	Avy =	100.00	mm <sup>2</sup>
It =	22387.3	mm <sup>4</sup>	Iw =	0.0	mm <sup>6</sup>

## Datos - sección COM-U doble (VIGA ELEVACION)

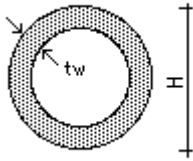


material : acero, conformado en frío, Fe 510

características de resistencia :

superficie =	2286.90	mm <sup>2</sup>	peso =	6.3	kg/m
eje fuerte y-y :			eje débil z-z :		
ly =	3392149.1	mm <sup>4</sup>	lz =	7596518.2	mm <sup>4</sup>
Wy =	67843.0	mm <sup>3</sup>	Wz =	83478.2	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	81420.9	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	127713.2	mm <sup>3</sup>
iy =	38.5	mm	iz =	57.6	mm
Avz =	1005.32	mm <sup>2</sup>	Avy =	2774.71	mm <sup>2</sup>
It =	29386.3	mm <sup>4</sup>	Iw =	71377542.1	mm <sup>6</sup>

Datos - sección Tubo50x5 (VIGA TRIANGULAR)



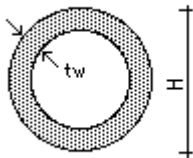
H = 50 mm tw = 5 mm

material : Al-6082 T6

características de resistencia :

superficie =	706.86	mm <sup>2</sup>	peso =	1.9	kg/m
eje fuerte y-y :			eje débil z-z :		
ly =	181132.5	mm <sup>4</sup>	lz =	181132.5	mm <sup>4</sup>
Wy =	7245.3	mm <sup>3</sup>	Wz =	7245.3	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	10166.7	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	10166.7	mm <sup>3</sup>
iy =	16.0	mm	iz =	16.0	mm
Avz =	450.00	mm <sup>2</sup>	Avy =	450.00	mm <sup>2</sup>
It =	362264.9	mm <sup>4</sup>	Iw =	0.0	mm <sup>6</sup>

Datos - sección tubo30x3\_(VIGA TRIANGULAR)



H = 30 mm tw = 3 mm

material : Al-6082 T6

características de resistencia :

superficie =	254.47	mm <sup>2</sup>	peso =	0.7	kg/m
eje fuerte y-y :			eje débil z-z :		
ly =	23474.8	mm <sup>4</sup>	lz =	23474.8	mm <sup>4</sup>
Wy =	1565.0	mm <sup>3</sup>	Wz =	1565.0	mm <sup>3</sup>
Wpl,y =	2196.0	mm <sup>3</sup>	Wpl,z =	2196.0	mm <sup>3</sup>
iy =	9.6	mm	iz =	9.6	mm
Avz =	162.00	mm <sup>2</sup>	Avy =	162.00	mm <sup>2</sup>
It =	46949.5	mm <sup>4</sup>	Iw =	0.0	mm <sup>6</sup>



## Données - Section Viga Escenario

B = 50 mm H = 125 mm  
 tw = 3 mm  
 tf = 3 mm



matériau : steel, à froid, Fe 510

caractéristiques de résistance :

surface =	1014.00	mm <sup>2</sup>	poids =	8.1	kg/m
axe fort y-y :			axe faible z-z :		
I <sub>y</sub> =	1878790.0	mm <sup>4</sup>	I <sub>z</sub> =	345739.0	mm <sup>4</sup>
W <sub>y</sub> =	29653.0	mm <sup>3</sup>	W <sub>z</sub> =	13829.0	mm <sup>3</sup>
W <sub>pl,y</sub> =	35857.5	mm <sup>3</sup>	W <sub>pl,z</sub> =	18711.0	mm <sup>3</sup>
i <sub>y</sub> =	41.9	mm	i <sub>z</sub> =	17.9	mm
Av <sub>z</sub> =	750.00	mm <sup>2</sup>	Av <sub>y</sub> =	300.00	mm <sup>2</sup>
I <sub>t</sub> =	1127271.6	mm <sup>4</sup>	I <sub>w</sub> =	0.0	mm <sup>6</sup>

## Données - Matériau Al-6082 T6

type : autre

caractéristiques :

module d'élasticité = 7138 kg/mm<sup>2</sup>

coefficient de Poisson = 0.27

poids spécifique = 2753.2 kg/m<sup>3</sup>

coeff. de dilatation therm. = 0.000024 /°C

## Données - Matériau steel

type : acier

caractéristiques :

module d'élasticité = 21414 kg/mm<sup>2</sup>

coefficient de Poisson = 0.30

poids spécifique = 8004.8 kg/m<sup>3</sup>

coeff. de dilatation therm. = 0.000012 /°C

## Données - composition des combinaisons de charges

Facteur de combinaison  $\gamma$  (Coefficient de charge défavorable ~ Coefficient de charge favorable)

\* = charge roulante

Estabilidad :

Type : ELU

1 peso propio	1,00 x 1,00	
2 Viento frontal 80km/h sobre cubierta		1,00 x 1,41
3 fuerzas exteriores	1,00 x 1,00	
4 Viento frontal 80km/h sobre estructura		1,00 x 1,41
5 Carga de uso	0.00	

Resistencia :

Type : ELU

1 peso propio	1,00 x 1,33	
2 Viento frontal 80km/h sobre cubierta		1,00 x -1,41
3 fuerzas exteriores	1,00 x 1,33	
4 Viento frontal 80km/h sobre estructura		1,00 x -1,41
5 Carga de uso	1,00 x 1,41	

Deformacion :

Type : ELU

1 peso propio	1,00 x 1,00	
2 Viento frontal 80km/h sobre cubierta		1,00 x -1,00
3 fuerzas exteriores	1,00 x 1,00	
4 Viento frontal 80 km/h sobre estructura		1,00 x -1,00
5 Carga de uso	1,00 x 1,00	

## Données - Paramètres acier

Norme appliquée : ENV 1993-1-1 (Avr. 1992) (Eurocode 3)

Qualités d'acier (kg/mm<sup>2</sup>) :

type d'acier	t ≤ 40		40 < t ≤ 100	
	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>	f <sub>y</sub>	f <sub>u</sub>
Fe 430	28.04	43.85	26.00	41.81
Fe 510	36.20	52.01	34.16	49.97

Coefficients de sécurité partielle :

sections classe 1, 2 et 3 :  $\gamma_{M0} = 1.10$ sections classe 4 et résistance au flambement :  $\gamma_{M1} = 1.10$ pour la résistance des sections nettes en proximité des trous :  $\gamma_{M2} = 1.25$

#### **6.4. ANNEXE 4 ( CERTIFICATION NF DE L'ÉCHAFAUDAGE MULTIDIRECTIONNEL "BRIO" ):**

**Organisme certificateur :**

**AFNOR CERTIFICATION**  
11, avenue Francis de Pressensé - 93571 SAINT-DENIS LA PLAINE CEDEX

**Secrétariat Technique**

**Laboratoire d'essais**

**Organisme d'inspection**

**CEBTP**  
CENTRE D'EXPERTISE DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS  
B.P. 37 - 78470 SAINT RÉMY LES CHEVREUSE.



**MARQUE -ÉCHAFAUDAGES**



**ATTESTATION DE DROIT D'USAGE  
RELEVANT DE L'APPLICATION  
-ÉCHAFAUDAGES**

**-096**

Titulaire : ULMA Obispo Otadui 3 APD 013 E-20560 OÑATI ESPAGNE	Usine : OÑATI
---	------------------

Le présent document comporte 1 attestation ; il se rapporte à l'ensemble des modèles du fabricant bénéficiant du droit d'usage de la marque  et relevant de l'application « Échafaudages » ; il contient notamment la nomenclature  des sous-ensembles pour les échafaudages fixes de service en éléments préfabriqués.

**ATTESTATION DE DROIT D'USAGE****MARQUE NF ÉCHAFAUDAGES**

Organisme certificateur :  
 AFNOR CERTIFICATION - 11, avenue Francis de Pressensé - 93571 SAINT-DENIS LA PLAINE CEDEX  
 Secrétariat Technique - Laboratoire d'essais et Organisme d'inspection :  
 CEBTP (CENTRE D'EXPERTISE DU BÂTIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS) - BP 37 - 78470 SAINT RÉMY LES CHEVREUSE

ADMISSION A LA MARQUE NF
N° 09.01 du 24/07/92
RECONDUCTION DE LA MARQUE NF
N° 09.11 du 30/11/01
Identification de l'usine N° 09

La société :

ULMA  
 Obispo Otadui 3 - APD013  
 20560 OÑATI  
 ESPAGNE

Pour son usine de :

OÑATI

**Correspondant AFNOR CERTIFICATION :**

Mme Ophélie BULOT Tél : 01.41.62.85.43.  
 Fax : 01.49.17.90.61

**Correspondant CEBTP :**

M. Michel ARVAULT Tél : 01.30.85.24.95.  
 Fax : 01.30.85.21.80.



est autorisée à apposer, sur les produits ci-dessous, la marque NF de conformité à la norme européenne HD 1000, reprise dans la collection des normes françaises en NF HD 1000, aux normes françaises NF P 93-501 et NF P 93-502, relatives aux échafaudages de service à éléments préfabriqués, aux spécifications complémentaires du Règlement NF-096 et dans les conditions fixées par celui-ci.

ÉCHAFAUDAGES DE SERVICE EN ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS				
Modèles (Date d'effet)	Structure porteuse	Trame maxi	Classe du modèle selon les planchers dont il est équipé	
			Planchers modulaires en acier l = 0,32 m	Plaqueaux mixtes l = 0,64 m
<b>DORPA</b>	Structure à cadre Acier peint ou galvanisé $\sigma_e \geq 360 \text{ N/mm}^2$			
DORPA 700 (24/07/92)	Largeur 0,70 m	3,00 m	4	4
DORPA 1000 (07/07/93)	Largeur 1,00 m	3,00 m 2,50 m	4 4	3 4
<b>BRIO</b> (10/03/94)	Structure multidirectionnelle multiniveau Acier peint ou galvanisé $\sigma_e \geq 360 \text{ N/mm}^2$			
BRIO 700	Largeur 0,70 m	3,00 m	4	4
BRIO 1000	Largeur 1,00 m	3,00 m 2,50 m	4 4	3 4

Un échafaudage ne peut être considéré comme certifié NF que si tous les sous-ensembles sont ceux figurant dans la nomenclature du modèle et sont marqués NF comme indiqué par cette nomenclature.

La nomenclature NF des modèles ci-dessus est donnée en page 3 du présent document.  
 Elle fait partie intégrante de l'attestation.

Cette décision annule et remplace toute décision antérieure.

Elle est prononcée au vu des résultats des contrôles internes à l'entreprise, ceux-ci ayant été confirmés par les essais réalisés lors des visites effectuées par l'organisme d'inspection et le cas échéant par les essais réalisés en laboratoire extérieur.

Le droit d'usage de la marque NF est accordé pour une durée d'un an à compter de la présente décision, sous réserve des contrôles effectués par AFNOR CERTIFICATION qui peut prendre toute sanction conformément aux Règles générales de la marque NF et au Règlement NF-096.

Le Directeur exécutif

Jacques BESLIN

NOMENCLATURES **DORPA 700 ET 1000**

Désignation du sous-ensemble	Références
Vérin de pied	2124902 / 2124907
Base	2125216
Cadre passage piéton	2125175
Cadres M70	2125210 / 2125211 / 2125212 / 2124945
Cadres M100	2125213 / 2125214 / 2125215 / 2124946
Portiques P70	2125204 / 2125205 / 2125206 / 2124938
Portiques P100	2125207 / 2125208 / 2125209 / 2124944
Garde-corps de montage et d'exploitation	2125424 / 2125423 / 2125422 / 2125421
GCME d'extrémité	2125444 / 2125443
Garde-corps	2124917 / 2124918 / 2124919 / 2124920
Garde-corps d'extrémité	2125097 / 2125098
Garde-corps de montage	2125187
Lisses	2124909 / 2124910 / 2124911 / 2124912
Diagonales	2125217 / 2124218 / 2125219 / 2124983 / 2125220 / 2125221 / 2125222 / 2124984 / 2125223 / 2125224 / 2125225 / 2124985 / 2125226 / 2125227 / 2125228 / 2124986 / 2125295 / 2125294 / 2125293 / 2125292
Poutres de franchissement	2125060 / 2125058 / 2125044
Consoles de déport	[2125037 / 2125242] / [2125039 / 2125243] / 2125363 / 2125304
Couvre-joints	2125164 / 2125165 / 2125166 / 2125167
Panneau indicateur des charges d'exploitation	2125502
<b>La classe d'un modèle dépend des planchers dont il est équipé. Se reporter à l'attestation ou aux étiquettes collées sur les planchers.</b>	
Plateaux mixtes aluminium - bois pour planchers :	
* à trappe et à échelle incorporée	
- largeur 0,64 m × longueur [3 m] [2,5 m] [2 m]	[2127712] [2127867] [2127868]
* simples	
- largeur 0,64 m × longueur [3 m] [2,5 m] [2 m] [1,5 m]	[2127869] [2127870] [2127871] [2127872]
Planchers modulaires en acier galvanisé :	
* larg. 0,32 m × long. [3 m] [2,5 m] [2 m] [1 m] [1,5 m] [0,7 m]	[2127713] [2127714] [2127715] [2127716] [2127717] [2127718]

**BRIO 700 ET 1000**

Désignation du sous-ensemble	Références
Vérin de pied	2124902 / 2124907
Base	2125216
Cadre passage piétons	2125175
Montants + Embase	2127500 / 2127501 / 2127502 / 2127510
Diagonales	2127540 / 2127541 / 2127617 / 2127542 / 2127618 / 2127543
Garde-corps de montage et d'exploitation	2127644 / 2127641 / 2127638 / 2127628
GCME d'extrémité	2127892 / 2127890
Lisses	2127522 / 2127523 / 2127524 / 2127525 / 2127526 / 2127527
Poutres de franchissement [4 m] [5 m] [6 m]	[2127706] [2127702] [2127693]
Consoles de déport	2127679 / 2127680 / 2127681
Échelle d'accès	2135352
Supports de planchers	2127733 / 2127728 / 2127724 / 2127719
Panneau indicateur des charges d'exploitation	2125502
<b>La classe d'un modèle dépend des planchers dont il est équipé. Se reporter à l'attestation ou aux étiquettes collées sur les planchers.</b>	
Plateaux mixtes aluminium - bois pour planchers :	
* à trappe et à échelle incorporée	
- largeur 0,64 m × longueur [3 m] [2,5 m] [2 m]	[2127712] [2127867] [2127868]
* simples	
- largeur 0,64 m × longueur [3 m] [2,5 m] [2 m] [1,5 m]	[2127869] [2127870] [2127871] [2127872]
Planchers modulaires en acier galvanisé :	
* larg. 0,32 m × long. [3 m] [2,5 m] [2 m] [1 m] [1,5 m] [0,7 m]	[2127713] [2127714] [2127715] [2127716] [2127717] [2127718]