

0. SOMMAIRE

0. SOMMAIRE	1
1. HYPOTHESES	2
1.1. OBJECTIF	2
1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE	2
2. DESCRIPTION DU SYSTEME	3
2.1. TOITURE	3
2.2. POTEAUX.....	3
2.3. BERCEAU R&R.....	3
2.4. CADRE DE PIVOTEMENT R&R 2X1	3
2.5. STRUCTURE SCENE	3
3. CALCUL	4
3.1. CHARGES.....	4
3.1.1. <i>POIDS PROPRE</i>	4
3.1.2. <i>CHARGE D'UTILISATION</i>	5
3.1.2.1 <i>Charge d'utilisation sur la couverture</i>	5
3.1.2.2. <i>Charge d'utilisation sur la scène</i>	5
3.1.3. <i>VENT</i>	5
3.1.3.1. <i>Vent sur les truss composant les poteaux de la couverture</i>	6
3.1.3.2. <i>Vent sur la scène (sur les pieds de la scène)</i>	6
3.1.3.3. <i>Vent sur la couverture</i>	7
3.2. COMBINAISONS DE CHARGES ANALYSEES	7
4. VERIFICATIONS	8
4.1. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE :.....	8
4.1.1. <i>VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU RENVERSEMENT</i>	8
4.1.2. <i>VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE A LA TRANSLATION</i>	8
4.2. VERIFICATION DE LA RESISTENCE DE LA STRUCTURE :	9
4.2.1. <i>VERIFICATION DES ELEMENTS EN ACIER DE L'OSSATURE:</i>	9
4.2.2. <i>VERIFICATION DES ELEMENTS DE LIAISON DES COMPOSANTS DE L'OSSATURE:</i>	9
4.2.2.1. <i>Berceau avec le cadre de pivotement</i>	9
4.2.2.2. <i>Cadre de pivotement et scène</i>	9
4.2.3. <i>VERIFICATION DE LA SCENE SOUS CHARGES D'UTILISATION</i>	10
4.4. VERIFICATION DES DEFORMATIONS DANS LA STRUCTURE :.....	10
5. CONCLUSIONS GENERALES DU CALCUL	11
6. ANNEXES	13

NOTE DE CALCUL

DATE : 29/04/02
REALISEE PAR : ANGEL ARAMBURU:
CHANTIER : Scène pour couverture 12x10

SIGNATURE

1. HYPOTHESES

1.1. OBJECTIF

Avec cette note de calcul on va justifier la stabilité d'une structure scène + couverture, contre l'action du vent selon norme NV-65

On calculera, aussi, 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 appartenant à ULMA C y E, SCOOP, pour les différentes charges appliquées sur la structure.

Pour réaliser ce calcul, on a modélisé une scène, avec une couverture incorporée, c'est une toiture à un versant, fabriqué en sa totalité par truss triangulaires en aluminium. Une toile en P.V.C. est placée sur l'ossature de la toiture. Il n'y a pas de toiles latérales sur l'ossature, **les quatre côtés latéraux sont ouvertes.**

Les charges de lumières, son ... pouvant être suspendues de la couverture seront données par le fabricant de la toiture (on estimera 2000 kg pour ce calcul)

La vitesse du vent pour la quelle le calcul a été fait est 75 km/h. Cette vitesse correspond à une pression de vent de 27,1 kg/m² selon norme NV-65.

$$Q = \frac{v^2}{16,1}$$

Unités

$$v = \frac{m}{s} \quad Q = \frac{daN}{m^2}$$

NB: Ce calcul est valable seulement dans le cas ou les éléments composant la toiture sont conformes aux hypothèses décrites dans cette note de calcul (toiture à un versant ,inclinaison, charges d'utilisation ...)

1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents de référence utilisés sont : EUROCODE 3, NV-65,

2. DESCRIPTION DU SYSTEME

2.1. TOITURE

- A définir par le client (on a considéré une toiture à un versant avec une inclination de 8°)

2.2. POTEAUX

- A définir par le client (Poteaux liés à la scène ULMA C y E, SCOOP au travers des berceaux) (Pour effectuer le calcul on a considéré des poteaux fabriqués en truss triangulaire de 500)

2.3. BERCEAU R&R

Structure tubulaire soudée qui fait la liaison entre les poteaux de la toiture et le "cadre de pivotement".

- Sections :
Tube carré de section 50 x 50 x 3 en sa totalité
- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à 360Mpa = 36 daN/mm² assuré
- Eléments de liaison avec le cadre de pivotement : Système de chapes en acier (S275) et boulon en acier Ø25 mm.

2.4. CADRE DE PIVOTEMENT R&R 2X1

Cadre tubulaire soudé qui fait la liaison de l'ensemble " berceau + poteau" à la scène.

- Sections :
Tube carré de section 70 x 70 x 3 pour les tubes horizontaux
Tube carré de section 50 x 50 x 3 pour les tubes verticaux
Tube carré de section 32 x 32 x 3 pour les entretoisements
- Matériau : Acier S275 JR à limite élastique à 360Mpa = 36 daN/mm² assuré
- Eléments de liaison avec les pieds de la scène : quatre têtes "BRIO", éléments de liaison des lises et autres éléments de l'échafaudage multidirectionnel "BRIO".

2.5. STRUCTURE SCENE

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

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 têtes "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.

Les coefficients de pondération utilisées dans le calcul, sont les exigées pour la norme NV-65.

. 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 3/4 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 : $0,65^* \text{ kg/m}^2 \times 12\text{m} \times 10\text{m} = 78 \text{ kg}$

Périmètre de la couverture = $(12 + 12 + 10 + 10) = 44 \text{ m}$
 Poids de la toile : $78 \text{ kg} / 44 \text{ m} = \underline{1,77 \text{ kg / m}}$

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

3.1.2. CHARGE D'UTILISATION

3.1.2.1 Charge d'utilisation sur la couverture

On considère comme charge d'utilisation, les lumières, son ... suspendues de la couverture. On a estimé 2000kg répartire sur toute la structure (Valeur à confirmer par le fabricant de la couverture)

- Périmètre total de la couverture(m):($12\text{m} + 12\text{m} + 12 \text{ m} + 10\text{m} + 10\text{m}$)= 56 m
- Force répartie dans le périmètre de la couverture (kg/m) : ($2000\text{kg} / 56 \text{ m}$) = $35,7 \text{ kg / m}$

3.1.2.2. Charge d'utilisation sur la scène

Sur la scène on applique deux charges d'utilisation

- Charge verticale : La charge verticale à comme valeur 600kg/m^2
- Charge horizontale : On considère une charge horizontale de valeur égale à 6% de la charge verticale total.

3.1.3. VENT

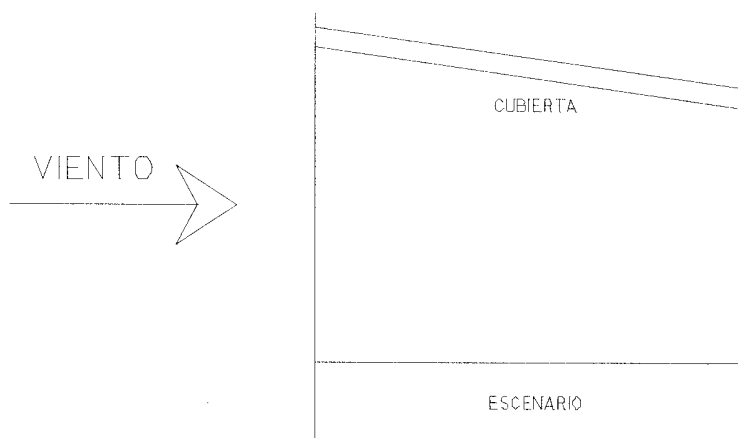
On a estimé une vitesse de vent de 75 km/h.

Selon norme NV 65 :

* Pression du vent correspondant à 75 km/h	: $27,1 \text{ kg/m}^2$
* 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 truss composant les poteaux de la couverture

Le vent agit sur les tubes des poteaux

Surface du tube : $(50\text{mm} / 1000) \times 1\text{ m} = 0,05\text{ m}^2$

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

- Pression : $27,1\text{ kg/m}^2 \times 1,3$ (site exposé) $\times 1,3$ (coef. éolien) = $45,8\text{ kg/m}^2$
- Pression sur le poteau (kg/m) : $(45,8\text{ kg/m}^2 \times 0,05\text{ m}^2) / 1\text{ m} = \underline{2,29\text{ kg / m}}$ sur deux membrures du truss conformant le poteau

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

On considère comme surface d'application de la pression du vent le 20% de la surface qui correspond à un module de 2m x 1m.

Surface "utile" d'un module : $2\text{ m} \times 1\text{ m} \times 0,2 = 0,4\text{ m}^2$

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

- Pression : $27,1\text{ kg/m}^2 \times 1,3$ (site exposé) $\times 1,3$ (coef. éolien) = $45,8\text{ kg/m}^2$
- Pression sur les poteaux de la scène (kg/m) : $(45,8\text{ kg/m}^2 \times 0,4\text{ m}^2) / 1\text{ m} = \underline{18,3\text{ kg / m}}$ 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 : $12 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 120 \text{ m}^2$

Coefficient éolien, selon norme NV-65, pour des couvertures à un seul versant avec inclinaison inférieure à 10° : $(0,8 + 0) / 2 = 0,4$ (répartition triangulaire). Pour le calcul on considère une répartition homogène sur tout le périmètre de la couverture.

- Pression : $27,1 \text{ kg/m}^2 \times 1,3$ (site exposé) $\times 0,4$ (coef. éolien) = $14,1 \text{ kg/m}^2$
- Effort total sur la toile (kg) : $(14,1 \text{ kg/m}^2 \times 120 \text{ m}^2) = 1692 \text{ kg}$ sur la toile.
- Périmètre total de la couverture (m) : $(12\text{m} + 12\text{m} + 10\text{m} + 10\text{m}) = 44\text{m}$
- Pression répartie sur le périmètre de la couverture (kg/m) : $(1692\text{kg} / 44\text{m}) = 38.45 \text{ kg / m}$

Pression dans le plan perpendiculaire : $38.45 \times \cos(8^\circ) = \underline{\underline{38 \text{ kg/m}}}$

Pression dans le plan horizontal : $38.45 \times \sin(8^\circ) = \underline{\underline{5.35 \text{ kg/m}}}$

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 d'utilisation:

Charges d'utilisation de la couverture
Charges d'utilisation sur la scène (vertical + horizontale)

Vent frontal:

Vent sur les poteaux de la couverture
Vent sur les poteaux de la scène
Vent sur la couverture

4. VERIFICATIONS

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 : 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.

4.1.1. VERIFICATION DE LA STABILITE DE LA STRUCTURE AU RENVERSEMENT

Comme on vérifie en annexes, sur les charges climatiques appliquées, la somme total des appuis verticaux est positif, il n'y a pas, donc, de soulèvement, le poids de la scène fait fonction de lest, l'effort exerce 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 5mm. Est nécessaire, 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 A A LA TRANSLATION

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 : 3329 kg
- Coefficient de frottement estimé : 0,3*
- Poussée horizontale exercé par le vent (somme des réactions horizontales sur les appuis) : 767 kg
- On vérifie donc $3329 \times 0,3 = 998 > 777$ kg

* Valeur approximative en fonction des conditions du terrain.

4.2. VERIFICATION DE LA RESISTENCE 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 : Poids propre x 1,33 + vent arrière x 17/12 + charge d'utilisation x 1,5.

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

4.2.1. VERIFICATION DES ELEMENTS EN ACIER DE L'OSSATURE:

Comme on peut voir en annexes, aucun élément est au-dessus de la valeur de 80% (coefficient de sécurité supérieur à 1 en plus des coefficients réglementaires) en la vérification selon le EUROCODE 3, c'est une vérification à résistance et flambement, ces éléments, ne présentent pas de problèmes sur les charges appliqués.

4.2.2. VERIFICATION DES ELEMENTS DE LIAISON DES COMPOSANTS DE L'OSSATURE:

4.2.2.1. Berceau avec le cadre de pivotement

Les éléments de liaison entre le berceau et le cadre de pivotement sont des boulons cylindriques de 25mm de diamètre. Ces boulons travaillent à cisaillement et les valeurs de travail ne sont jamais supérieures à 700 kg (maxi admissible 6233 kg au double cisaillement)

4.2.2.2. Cadre de pivotement et scène

Les éléments de liaison entre le cadre de pivotement et la scène sont quatre têtes BRIO, les valeurs de travail des éléments sont dans les valeurs permises pour ces éléments.

	Effort de travail maxi trouvé	Effort de travail maxi permis
Effort vertical	165 kg	1240kg
Traction – Compression	530 kg	1900 kg
Flexion	20 kgm	50 kgm

4.2.3. VERIFICATION DE LA SCENE SOUS CHARGES D'UTILISATION

La scène est certifiée par l'organisme de contrôle public SOCOTEC. La charge de travail est de 600kg/m^2 . La base des planchés est fabriquée en contre-plaqué de 15 mm d'épaisseur. La surface d'utilisation est antidérapante (c.f. rapport SOCOTEC en annexes)

Charge d'utilisation : 600 kg/m^2

4.4. 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 : Poids propre x 1+ vent arrière x 1+ charge d'utilisation x 1.

Les déformations de la structure ne dépassent pas de la limite élastique et sont considérées comme valeurs normales.

5. CONCLUSIONS GENERALES DU CALCUL

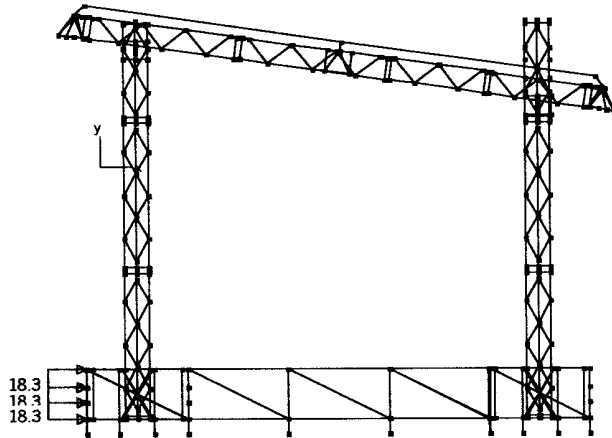
- Ce calcul a été fait pour une vitesse de vent de 75km/h, considérée comme une valeur de vent importante.
- On considère une inclinaison de la toiture ou couverture de 8°, si cette inclinaison est supérieure à cette valeur consulter avec le bureau d'étude de ULMA C y E, SCOOP.
- Les toiles de fond dans les trois latérales de la couverture n'ont pas été incluses dans le calcul. Si le montage de ces toiles est considéré nécessaire, faire la consultation à ULMA C y E, SCOOP car la vitesse de vent descend considérablement.
- Si la vitesse du vent est supérieure à 75 km/h la toiture doit être descendue à niveau des planchées le plus vite possible.
- La charge d'utilisation de la toiture, son, lumières... est donnée par le fabricant de la toiture (on a estimé 2000 kg)
- Les quatre coins de la scène, où les poteaux de la toiture sont placés, ont besoin du lest (**500 kg par poteau**). Le lest doit être placé sous le planché de la scène.
- La scène est certifiée par l'organisme de contrôle public SOCOTEC. La charge de travail est de 600kg/m². La base des planchés est fabriquée en contre-plaqué de 15 mm d'épaisseur. La surface d'utilisation est antidérapante (c.f. rapport SOCOTEC en annexes)
- 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 accéditant d'accomplir la norme HD-1000.

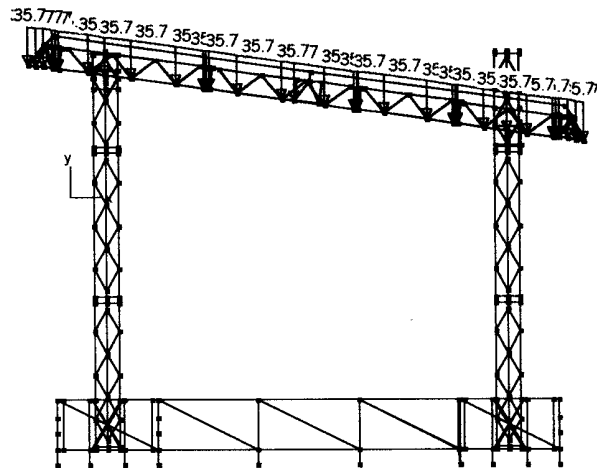
NOTE DE CALCUL-Scène pour couverture à un versant 12x10

Charges - V.frontal de 75km/h sobre escenario (kg, kgm, kg/m)



y
L_x

Charges - Carga de uso (kg, kgm, kg/m)



y
L_x

Données - composition des combinaisons de charges

Facteur de combinaison x (Coefficient de charge défavorable ~ Coefficient de charge favorable)

* = charge roulante

Estabilidad :

Type : ELU

1	peso propio	1,00 x 1,00	
2	V.frontal de 75km/h sobre cubierta		1,00 x 1,40
3	Fuerzas exteriores	1,00 x 1,00	
4	V.frontal de 75km/h sobre montantes		1,00 x 1,40
5	V.frontal de 75km/h sobre escenario		1,00 x 1,40
6	Carga de uso	0.00	

Resistencia :

Type : ELU

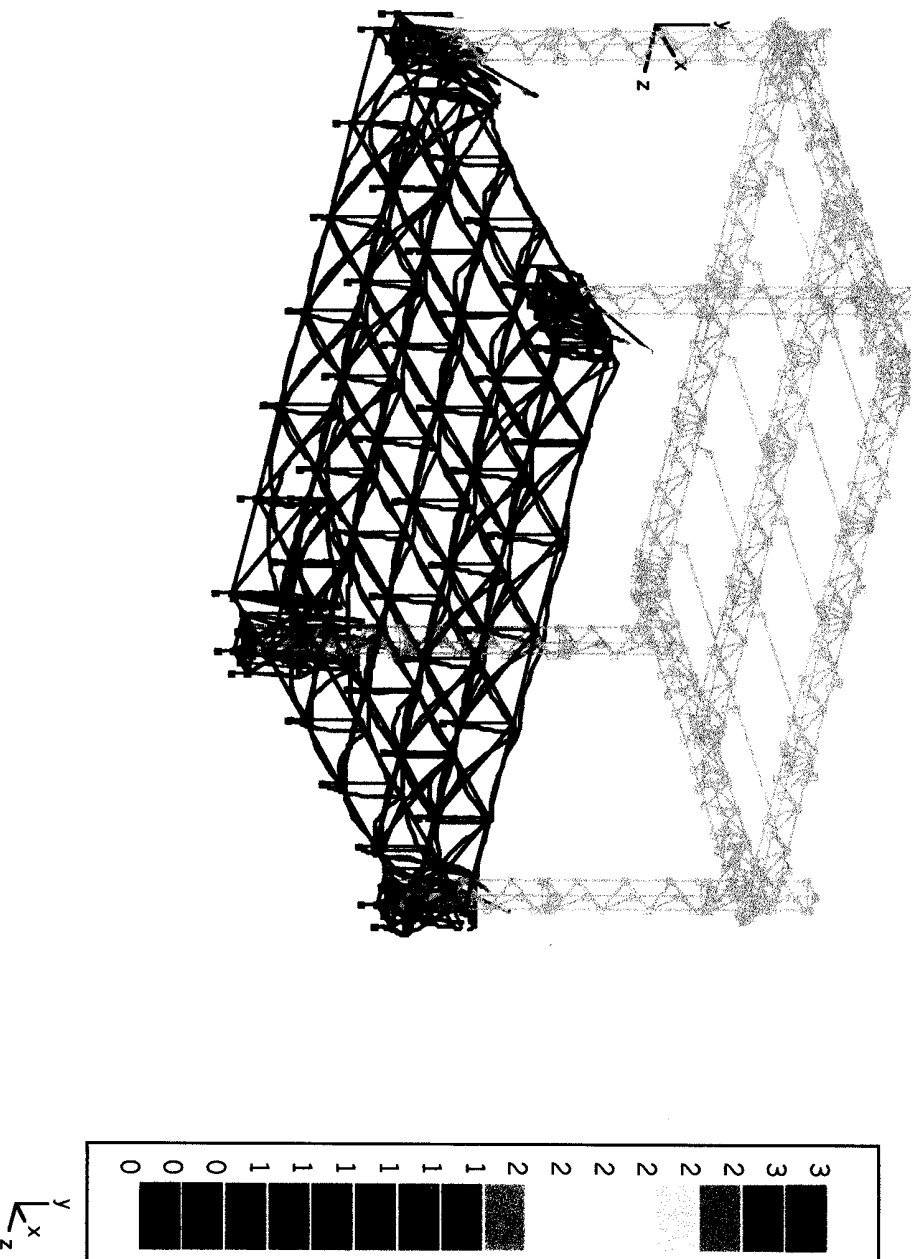
1	peso propio	1,33 x 1,00	
2	V.frontal de 75km/h sobre cubierta		-1,40 x 1,00
3	Fuerzas exteriores	1,33 x 1,00	
4	V.frontal de 75km/h sobre montantes		-1,40 x 1,00
5	V.frontal de 75km/h sobre escenario		-1,40 x 1,00
6	Carga de uso	1,00 x 1,50	

Deformacion :

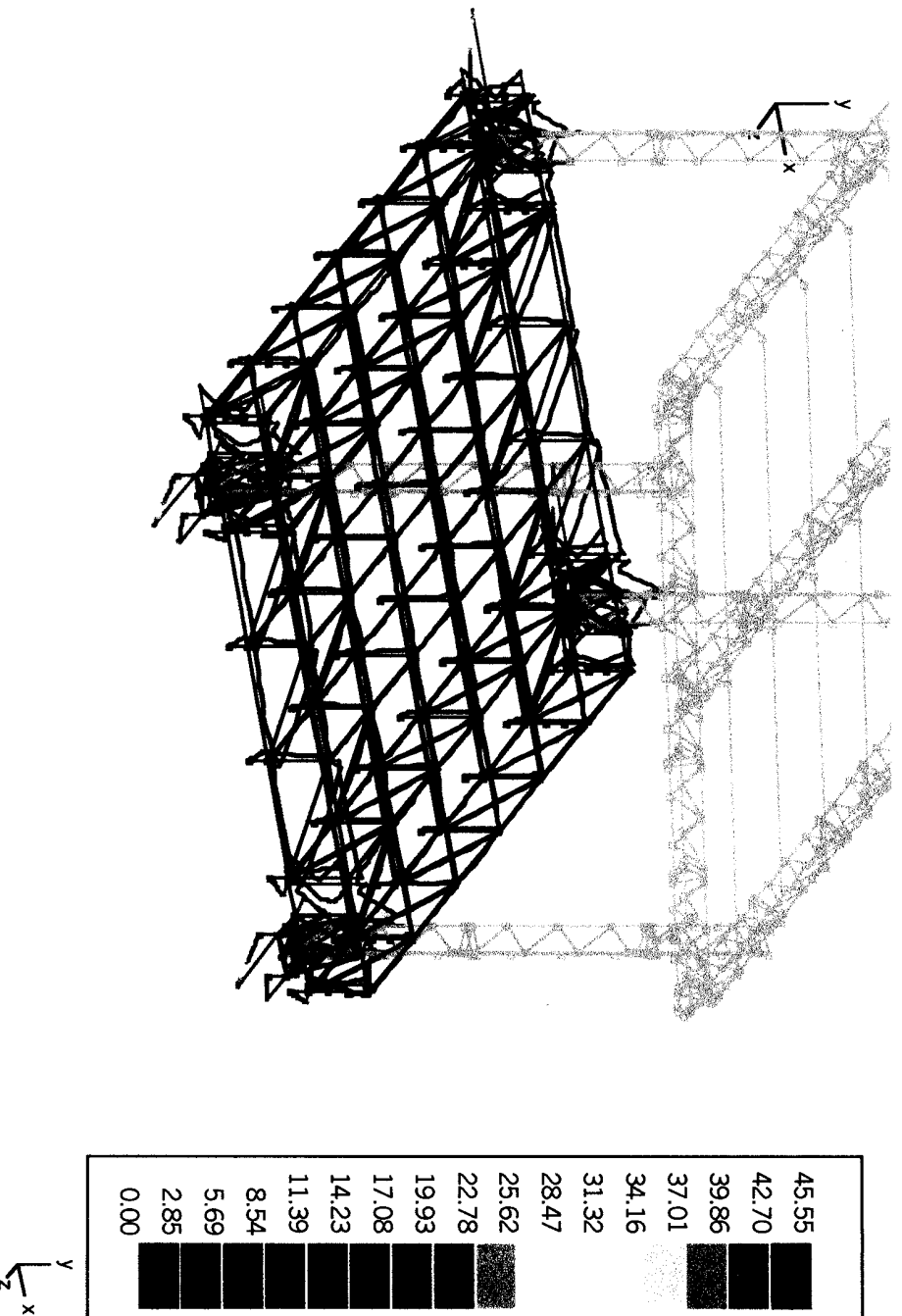
Type : ELU

1	peso propio	1,00 x 1,00	
2	V.frontal de 75km/h sobre cubierta		1,00 x -1,00
3	Fuerzas exteriores	1,00 x 1,00	
4	V.frontal de 75km/h sobre montantes		1,00 x -1,00
5	V.frontal de 75km/h sobre escenario		1,00 x -1,00
6	Carga de uso	1,00 x 1,00	

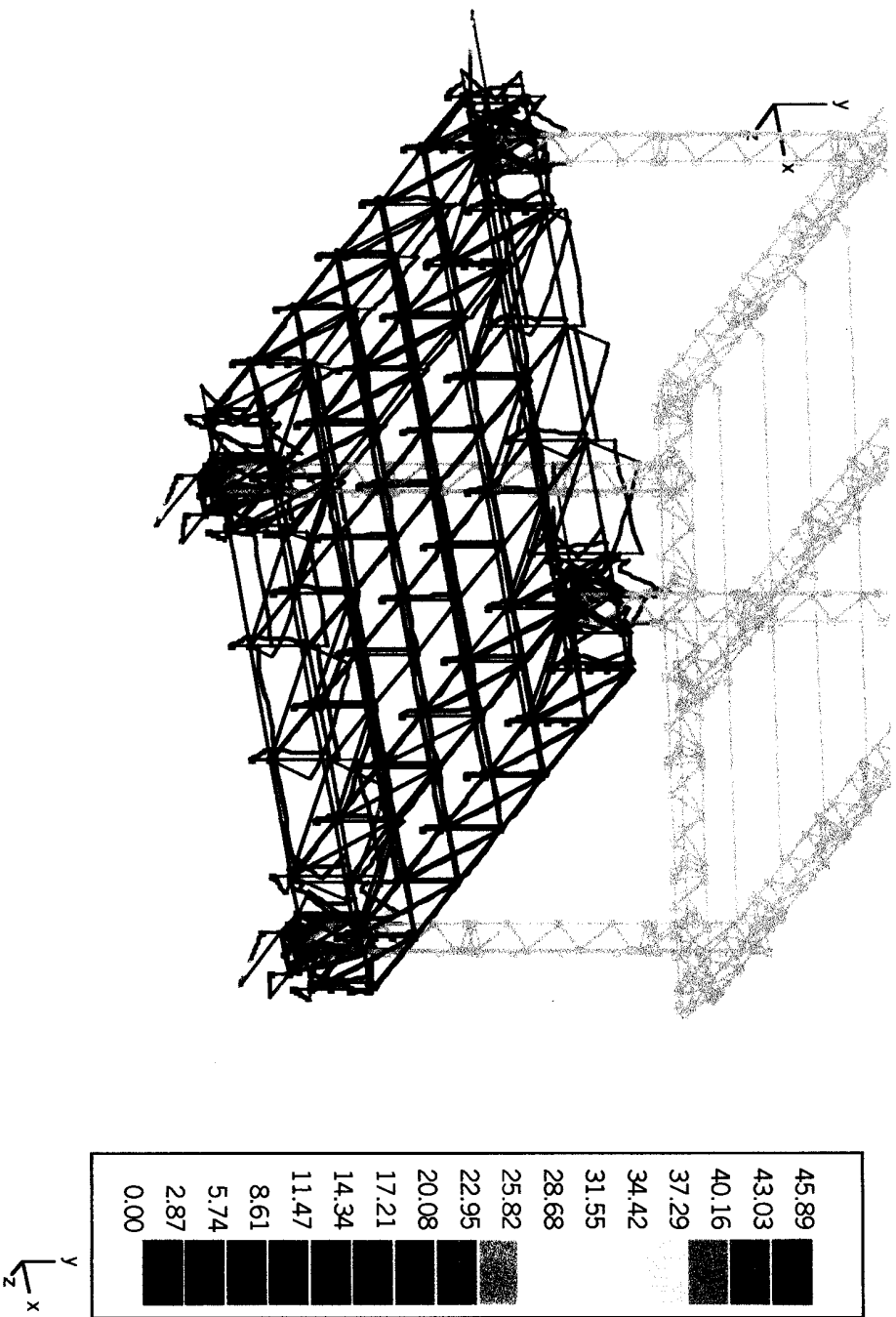
Diagrammes - Déformée totale (mm) - Estabilidad



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



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



Résultats - Réactions - Estabilité

nd	Rx- kg	Rx+ kg	Ry- kg	Ry+ kg	Rz- kg	Rz+ kg	Mx- kgm	Mx+ kgm	My- kgm	My+ kgm	Mz- kgm	Mz+ kgm
17	-11.2	-11.2	-0.0	-0.0	10.6	10.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
20	-6.2	-6.2	123.8	123.8	4.3	4.3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
21	-6.7	-6.7	167.5	167.5	1.7	1.7	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
26	-6.0	-6.0	118.6	118.6	-0.4	-0.4	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
27	-7.3	-7.3	-0.0	-0.0	-4.3	-4.3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
32	-5.2	-5.2	125.9	125.9	0.5	0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
33	-6.0	-6.0	125.9	125.9	0.5	0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
38	-5.3	-5.3	125.9	125.9	0.5	0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
41	-10.7	-10.7	108.4	108.4	0.7	0.7	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
42	-9.3	-9.3	100.4	100.4	0.3	0.3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
47	-4.9	-4.9	125.9	125.9	0.5	0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
48	-5.8	-5.8	125.9	125.9	0.5	0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
53	-5.1	-5.1	125.9	125.9	0.5	0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
56	-12.6	-12.6	144.8	144.8	0.4	0.4	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
57	-11.6	-11.6	146.8	146.8	0.6	0.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
62	-5.3	-5.3	135.4	135.4	0.1	0.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
63	-5.9	-5.9	134.0	134.0	0.2	0.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
68	-5.1	-5.1	134.7	134.7	0.5	0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
71	-14.3	-14.3	141.9	141.9	-0.1	-0.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
72	-13.1	-13.1	147.5	147.5	1.0	1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
75	-4.8	-4.8	79.6	79.6	-0.5	-0.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
76	-4.9	-4.9	80.6	80.6	-0.4	-0.4	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
81	-4.3	-4.3	80.0	80.0	-0.2	-0.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
82	-17.1	-17.1	98.3	98.3	-0.8	-0.8	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
83	-12.5	-12.5	94.6	94.6	-0.2	-0.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
92	-10.2	-10.2	-0.0	-0.0	6.6	6.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
95	-25.7	-25.7	-0.0	-0.0	1.2	1.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
98	-32.7	-32.7	34.0	34.0	1.9	1.9	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
101	-37.4	-37.4	17.1	17.1	24.5	24.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0

NOTE DE CALCUL-Scène pour couverture à un versant 12x10

nd	Rx- kg	Rx+ kg	Ry- kg	Ry+ kg	Rz- kg	Rz+ kg	Mx- kgm	Mx+ kgm	My- kgm	My+ kgm	Mz- kgm	Mz+ kgm
102	-22.1	-22.1	125.9	125.9	-10.9	-10.9	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
111	0.2	0.2	-0.0	-0.0	19.9	19.9	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
114	3.1	3.1	11.6	11.6	7.3	7.3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
115	2.8	2.8	169.9	169.9	-0.8	-0.8	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
120	3.2	3.2	2.5	2.5	-7.4	-7.4	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
121	1.7	1.7	-0.0	-0.0	-16.3	-16.3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
126	-5.5	-5.5	-0.0	-0.0	44.6	44.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
439	-16.0	-16.0	-0.0	-0.0	-4.2	-4.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
442	-30.3	-30.3	-0.0	-0.0	-0.6	-0.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
445	-36.9	-36.9	15.8	15.8	-1.3	-1.3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
446	-42.2	-42.2	26.0	26.0	-22.5	-22.5	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
447	-26.9	-26.9	134.8	134.8	10.6	10.6	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
452	-11.8	-11.8	-0.0	-0.0	-55.2	-55.2	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
991	-3.2	-3.2	-0.0	-0.0	-35.0	-35.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
992	-6.9	-6.9	-0.0	-0.0	-4.8	-4.8	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
993	-67.4	-67.4	-0.0	-0.0	-2.9	-2.9	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
994	-48.4	-48.4	-0.0	-0.0	-12.7	-12.7	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
995	-64.6	-64.6	-0.0	-0.0	7.3	7.3	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
996	-41.8	-41.8	-0.0	-0.0	14.1	14.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
997	-35.0	-35.0	-0.0	-0.0	19.7	19.7	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
998	-12.4	-12.4	-0.0	-0.0	17.1	17.1	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
TOTAL	-767.7	-767.7	3329.7	3329.7	16.6	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



NOTE DE CALCUL

Scène R.N.R 12X10 v2

