



CEntre TEchnique de l'apave normande
Société anonyme au capital de 11 000 000 Francs - R.C. 68 B 15 - Siren 680 500 154 - NAF 743 B - N° Identification intracommunautaire FR 62680500154
2, rue des Mouettes - B.P. 98 - 76132 Mont-Saint-Aignan CEDEX - Tél. 02 35 52 60 60
Télécopieur 02 35 52 61 61 - C.C.P. Rouen 2244 53 Z

FRANCE ELEVATEURS

B.P. 63

61700 DOMFRONT

A l'attention de M. LAUTOUR

V/Réf : 54441/05144800

N/Réf : Activité G - 125 - 8G8055-CC/EB

SERVICE LEVAGE MANUTENTION MECANIQUE

VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR

**DIRECTION GÉNÉRALE
ET FINANCIÈRE**
9, rue du Tronquet
B.P. 98
76132 MONT-SAINT-AIGNAN
Cédex
Tél. 02 35 52 60 60

**DIRECTION
NORMANDIE NORD**

ROUEN
76132 MONT-SAINT-AIGNAN
Cédex
2, rue des Mouettes - B.P. 98
Tél. 02 35 52 60 60
Fax 02 35 52 61 61

Dieppe
5370 NEUVILLE-LES-DIEPPE
Site Eurochannel - B.P. 506
Tél. 02 35 06 97 50
Fax 02 35 06 98 98

Évreux
27000
Zone Industrielle n° 1
Rue de Cocherel
Tél. 02 32 38 85 30
Fax 02 32 38 85 39

**DIRECTION
NORMANDIE SUD**

CAEN
14760 BRETTEVILLE S/ODON
Z.A. 14 av. de la Voie au Coq
Tél. 02 31 29 30 40
Fax 02 31 75 32 11

Argentan
61205 Cédex
8 place Vinal du Bouchet - B.P. 167
Tél. 02 33 39 83 00
Fax 02 33 39 83 04

Cherbourg
50120
EQUEUDREVILLE-HAINNEVILLE
A. La Belle Jardinière - B.P. 59
Tél. 02 33 01 64 00
Fax 02 33 03 23 71

**Saint-Lô
Avranches
Alençon**

LE HAVRE
76290 MONTIVILLIERS
16, rue des Quatre Saisons
Tél. 02 32 79 56 46
Fax 02 35 30 82 25

| E | | | |
|-----|----------|-------------|-------------|
| D | 01/09/99 | C. COLLETTE | D. COURTENS |
| C | 21/05/99 | C. COLLETTE | D. COURTENS |
| B | 01/03/99 | C. COLLETTE | D. COURTENS |
| A | 01/02/99 | C. COLLETTE | D. COURTENS |
| Rév | Date | Nom | Visa |
| | | Rédigé | Vérifié |

| <i>Repères Pages</i> | <i>Index de Révision</i> | | | | <i>Repères Pages</i> | <i>Index de Révision</i> | | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------|--------------------------|---|---|--|--|
| 0 | A | B | C | D | | A N N E X E S | | | | |
| 1 | A | B | C | D | | A1-1 | A | A | | |
| 2 | A | A | B | C | | A1-2 | A | B | | |
| 3 | A | A | A | A | | A1-3 | A | A | | |
| 4 | A | B | C | C | | A1-4 | A | A | | |
| 5 | A | A | B | B | | A1-5 | A | A | | |
| 6 | A | B | C | C | | A1-6 | A | A | | |
| 7 | A | B | C | C | | A1-7 | A | A | | |
| 8 | A | B | C | C | | A1-8 | A | A | | |
| 9 | A | B | C | C | | A1-9 | A | B | | |
| 10 | A | B | C | C | | A1-10 | A | A | | |
| 11 | A | B | B | B | | | | | | |
| 12 | A | A | B | B | | A2-1 | A | A | | |
| 13 | A | B | C | C | | A2-2 | A | A | | |
| 14 | A | A | A | A | | A2-3 | A | A | | |
| 15 | A | B | B | B | | | | | | |
| 16 | A | B | B | B | | | | | | |
| 17 | A | A | A | A | | | | | | |
| 18 | A | A | B | B | | | | | | |
| 19 | | | | A | | | | | | |
| 20 | | | | A | | | | | | |
| 21 | | | | A | | | | | | |
| 22 | | | | A | | | | | | |
| 23 | | | | A | | | | | | |
| 24 | | | | A | | | | | | |

| | | |
|---|---|------------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 1er Septembre 1999 |
| | | Page : 2 Rév. A B C |

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1 - OBJET | 3 |
| 2 - REFERENCES | 3 |
| 2.1 - Plans et spécifications..... | 3 |
| 2.2 - Codes de référence | 3 |
| 2.3 - Programme de calcul | 3 |
| 3 - CONDITIONS DE CALCUL | 4 |
| 3.1 - Données de calculs..... | 4 |
| 3.2 - Méthodologie | 5 |
| 3.3 - Caractéristiques des matériaux..... | 5 |
| 3.4 - Critères admissibles - analyse des contraintes | 5 |
| 3.5 - Cas de chargement | 6 |
| 4 - CALCULS DE STRUCTURE | 7 |
| 4.1 - Calcul de charpente métallique et rails aluminium..... | 7 |
| 4.2 - Partie plateforme..... | 11 |
| 4.3 - Porte palière..... | 18 |
| 5 - CONCLUSION | 18 |
| VERIFICATION DU VERIN | 19 |
| ANNEXE A1 - Documents utilisés | |
| ANNEXE A2 - Descriptifs et caractéristiques des profilés | |

| | | |
|---|---|--|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 1er Février 1999 |
| | Page : 3 | Rév. A |

1 - OBJET

L'objet de cette note de calcul est de vérifier la solidité des éléments d'un type d'élévateur vertical conforme à la norme NF P 82-222.

2 - REFERENCES

2.1 - Plans et spécifications

- Spécifications :

[1] Sans

- Plans :

[P1] N° 5012
 [P2] N° E 5000
 [P3] N° E 6500

2.2 - Codes de référence

- FEM Section I - 1987
- Règles AL
- Norme NF P 82-222
- Norme NF P 01-013

2.3 - Programme de calcul

Les calculs sont réalisés suivant règles classiques de la RDM et moyens informatiques, logiciel COSMOS de calcul aux éléments-finis.



FRANCE ELEVATEURS

VERIFICATION DE LA SOLIDITE

D'UN ELEVATEUR

V / Référence : 54441/05144800

N / Référence : 8G8055-CC/EB

Date : 21 Mai 1999

Page : 4

R

1

1

8

6

3 - CONDITIONS DE CALCUL

3.1 - Données de calculs

- . Charge nominale de l'élévateur = **250 kg**
- . Masse plateforme monobloc mécano-soudée incluant garde-corps et éléments de guidage :

| | |
|---|---------|
| Tôle pliée : 1226x817x3x7800e-9 | ≈ 23 kg |
| Profilés : (3x40x30x950+2x80x10x2003+2x80x9x3000)x7800e-9 | ≈ 85 kg |
| Gardes-corps avec menuiserie : | ≈ 30 kg |
| Paroi de quaine : | ≈ 30 kg |

TOTAL **≈ 168 kg**

. Vérifications imposées par la norme NF P 82-222 (élévateurs) et la norme NF P 01-013 (Gardes-corps)

- *Garde-corps*
=> Pour locaux privés, longueur n'excédant pas 3,25m, charge = 1,3 kN/m sur un garde-corps d'un mètre de haut
- *Parois de gaine* :
 - 1) Effort de 1000 N, perpendiculaire, en n'importe quel endroit, sur une surface 5 cm^2 sans déformation permanente.
 - 2) Effort de 300 N, sans déformation élastique $> 10 \text{ mm}$.
- *Portes palier* :
 - 1) Effort de 300 N sur une surface de 5 cm^2 , sans déf. élastique $> 15 \text{ mm}$.
 - 2) Effort pour empêcher la fermeture $< 150 \text{ N}$.
- *Verrouillage portes* :
 - 1) 1000 N dans le cas de portes coulissantes
 - 2) 3000 N sur le pêne dans le cas de portes battantes.

Nota : l'analyse de contraintes ne sera pas faite suivant Norme NFP 82-222 mais suivant règles FEM.

| | | |
|---|---|-------------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 5 Rév. A B C D |

3.2 - Méthodologie

Les éléments constitutifs de l'élévateur sont calculés et vérifiés selon règles de la FEM et selon critères de la norme NF P 82-222 par les méthodes classiques de la RDM.

Les calculs sont réalisés pour la plate-forme: 1226 x 817 mm soient des côtes A=1000, B=1300 sur le plan n°5012.

3.3 - Caractéristiques des matériaux

| | |
|-------------------------------|---------------|
| ➤ Nuance acier | : E24 |
| Coefficient de poisson | : 0,3 |
| Module de Young | : 201 000 MPa |
| Limite élastique $R_{p0,2\%}$ | : 240 MPa |
| Limite de rupture R_m | : 360 MPa |
| ➤ Nuance aluminium | : 6060 AGS T5 |
| Coefficient de poisson | : 0,33 |
| Module de Young | : 71 000 MPa |
| Limite élastique $R_{p0,2\%}$ | : 150 MPa |
| Limite de rupture R_m | : 200 MPa |

3.4 - Critères admissibles - analyse des contraintes

Cas de service I :

$$\text{Valeurs admissibles : } \sigma_{a_{acier}} = \text{Min}\left(\frac{R_{p0,2\%}}{1,5}\right) = 160 \text{ MPa}$$

$$\tau_{a_{acier}} = \text{Min}\left(\frac{R_{p0,2\%}}{1,5 \times \sqrt{3}}\right) = 92,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{a_{acier}} = \text{Min}\left(\frac{R_{p0,2\%}}{1,5 \times \sqrt{2}}\right) = 113 \text{ MPa}$$

(pour les cordons de soudure)

$$\sigma_{a_{alu}} = \text{Min}\left(\frac{R_{p0,2\%}}{1,5}\right) = 100 \text{ MPa}$$

$$\tau_{a_{alu}} = \text{Min}\left(\frac{R_{p0,2\%}}{1,5 \times \sqrt{3}}\right) = 86 \text{ MPa}$$

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 6 Rév. A B C |

Analyse :

Traction $\sigma < \sigma_a$

Cisaillement $\tau < \tau_a$

Contrainte combinée $\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < \sigma_a$

Contrainte combinée $\sigma_{cp} = \sqrt{\sigma^2 + 2\tau^2} < \sigma_a$ (cordons de soudure)

+ Critères de déformation sous chargements non pondérés de la norme NF P 82-222 (cf. § 3.1)

Nota: Les règles FEM seront appliquées pour l'aluminium sachant que les critères employés dans le DTU « Règles AL » sont similaires.

3.5 - Cas de chargement

Coefficients pondérateurs de charge : $\psi = 1,6$
 $\gamma_c = 1,2$

P1 : charge maximale de calcul (parties mobiles) :

$$P1 = 1,2 (1\ 680 + 2\ 450 \times 1,6) = 6\ 720 \text{ N.}$$

P2 : charge plateforme + personnes :

$$P2 = 1,2 \times [(23 + 2 \times 40 \times 30 \times 950 \times 7\ 800 \cdot 10^{-9} + 30) \times 9,81 + 2\ 450 \times 1,6]$$

$$P2 = 5\ 537 \text{ N.}$$

En outre, il convient de rajouter les charges non pondérées imposées par la norme NF P 82-222 pour la vérification des déformations sur les éléments annexes (gardes-corps, ...), décrits en §3.1.

| | | |
|---|---|---|
| CETE  apave normande | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 7 Rév. A B C |

4 - CALCULS DE STRUCTURE

Les résultats sont exprimés dans les unités suivantes :

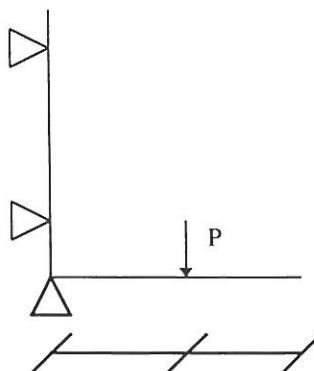
- Les efforts en N,
- Les moments en N.mm,
- Les contraintes en MPa,
- Les déplacements en mm.

Le plan de référence pour la désignation des pièces est le E 5000.

4.1 - Calcul de charpente métallique et rails aluminium

4.1.1 - Calcul des pièces 13, 11 et 14,10.

On suppose que la charge P , définie au § 3.5, est placée au milieu du plateau.

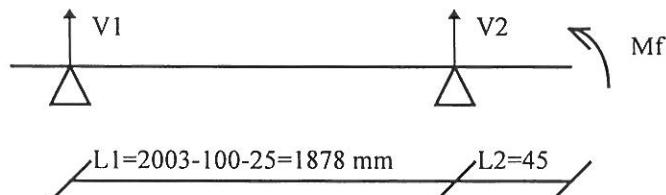


Compte-tenu de la géométrie de l'ensemble, les fers sur lesquels sont montés les galets reprennent les moments due à l'excentration de la charge par rapport au mur, le fer sur lequel est fixé le vérin, l'effort vertical.

Calcul des traverses supports galets :

Soit un moment fléchissant maximum, $M_f = P_2/2 \times (A-149+40)/2 = 1\ 233\ 367 \text{ N.mm}$.
 Nous avons la configuration suivante (représentée à l'horizontale)

| | | |
|---|---|---|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 N / Référence : 8G8055-CC/EB Date : 21 Mai 1999 Page : 8 Rév. A B C |
| | | |
| | | |
| | | |



$$V1 = Mf / L1 = 657 \text{ N}$$

$$V2 = -657 \text{ N}$$

(Fers plats 80x10) : **Sigma** = $Mf / I/v = 1233367 / (10 \times 80^2 / 6) = 116 \text{ MPa} < \sigma_{\text{acier}}$
Tau = $3 / 2 \times 657 / (80 \times 10) = 1,2 \text{ MPa} < \tau_{\text{acier}}$
VM = $116 \text{ MPa} < \sigma_{\text{acier}}$

(Fers plats 40x30) : **Sigma** = $Mf / I/v = 1233367 / (30 \times 40^2 / 6) = 154 \text{ MPa} < \sigma_{\text{acier}}$
Tau = $3 / 2 \times 657 / (40 \times 30) = 1 \text{ MPa} < \tau_{\text{acier}}$
VM = $154 \text{ MPa} < \sigma_{\text{acier}}$

Les fers sur lesquels sont ancrés les galets et le plateau convienient.

Calcul de l'ensemble sur lequel s'appuie le vérin :

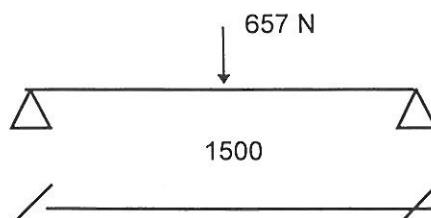
Les poutres 10 et 14 supportent uniquement le poids propre de la structure, le moment induit par l'excentration de la charge par rapport au mur est lui repris par les traverses et les galets dans les rails respectifs (cf. calcul précédent)

Boulons M8, $S_r = 36,6 \text{ mm}^2$, Classe 8-8, $R_p^{0,2\%} = 627 \text{ MPa} \Rightarrow \sigma_{\text{boulon}} = 0,7 \times R_e = 439 \text{ MPa}$

Traction dans le Té 80x80x9 : **Sigma** = $6720 / (80 \times 9 + 71 \times 9 - 9 \times 9) = 5,3 \text{ MPa} < \sigma_{\text{acier}}$

Vérification des boulons au cisaillement : **Tau** = $4/3 \times 6720 / 36,6 = 245 \text{ MPa} < 0,6 \times \sigma_{\text{boulon}}$

4.1.2 - Calcul des rails de guidage des galets (pièces 11)



| | | |
|---|---|--|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 N / Référence : 8G8055-CC/EB Date : 21 Mai 1999 Page : 9 Rév. A B C |
| | | |
| | | |
| | | |

cf. caractéristiques du profilé aluminium en annexe.

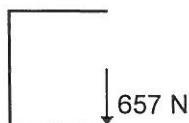
$$M_f_{max} = 657 / 2 \times 1500 / 2 = 246\,375 \text{ N.mm}$$

$$\text{Sigma} = 246\,375 / 17,5e3 = 14 \text{ MPa} < \sigma_a_{alu}$$

$$\text{Tau} = 657 / (4 \times 72) = 2 \text{ MPa} < \tau_a_{alu}$$

$$VM = 14,4 \text{ MPa} < \sigma_a_{alu}$$

Vérification de l'aile des profilés :



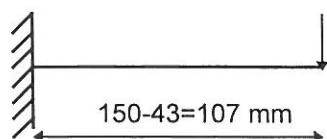
$$\text{Sigma} = 6 \times 657 / (P1 \times 4^2) = 78 \text{ MPa} < \sigma_a_{alu}$$

Les rails de guidage des galets conviennent.

4.1.3 - Calcul des traverses supportant les rails (repère 2)

Fer plat 50x10, longueur 1115 mm

Le calcul est réalisé pour la partie extrémité du fer, le calcul étant dimensionnant pour l'autre portion sollicitée comprise entre 2 appuis.



$$M_f_{max} = 657 \times 107 = 70\,299 \text{ N.mm}$$

$$\text{Sigma} = 70\,299 / (50 \times 10^2 / 6) = 84 \text{ MPa} < \sigma_a_{acier}$$

4.1.4 - Calcul de la pièce en extrémité du fer Té accrochée au vérin.

cf. plan détaillé en annexe A (Solution 2)

$$\text{acier A48} \Rightarrow \sigma_a_{A48} = 285 / 1,5 = 190 \text{ MPa}$$

| | | |
|---|---|----------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 10 Rév. A B C |

Effort sur le trou $\phi 14 = 6720 \text{ N}$

$$M_f \text{ (partie } 35 \text{ mm de largeur)} = 6720 \times 33 = 221760 \text{ N.mm}$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{221760}{35 \times 15^2}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{6720}{15 \times 35} \times \frac{3}{2}\right)^2} = 172 \text{ MPa} < \sigma_{a_{A48}}$$

$$\sigma \text{ flexion partie } 60 \text{ mm} = \frac{(115 - 82) \times 6720}{60 \times 15^2} = 98 \text{ MPa}$$

$$\tau \text{ torsion partie } 60 \text{ mm} = \frac{6720 \times 46}{0,282 \times 60 \times 15^2} = 81 \text{ MPa}$$

$$\Rightarrow \sigma_{cp} = 179 \text{ MPa}$$

\Rightarrow L'attelage convient.

4.1.5 - Vérification des assemblages

- Boulons de liaison galets/traverse M8x40 (repère VII):

$$\text{Tau} = 4/3 \times 657 / 36,6 = 24 \text{ MPa} < 0,6 \times \sigma_{a_{boulon}}$$

- Chevilles : **Effort axial = 657 N** \Rightarrow A vérifier par rapport au type de cheville employé

- Boulons de liaison traverse 2 / rail 1:

$$\text{Sigma} = 1,25 \times 657 / 36,6 = 22,4 \text{ MPa} < \sigma_{a_{boulon}}$$

- Liaison soudée des fers 11/13:

Effort équivalent repris par la soudure du au moment de flexion :

$$F = 1233367 / 80 = 15417 \text{ N auquel on rajoute les masses suspendues soit : } 6720 - 5537 = 1183, \text{ soit au total : } 16600 \text{ N.}$$

Calcul des contraintes dans la soudure en supposant l'effort repris sur 1/3 de la longueur de la soudure, soit $80/3 = 26,7 \text{ mm.}$, et une **apothème de 12 mm.**

$$\text{Sigma} = 16600 / (26,7 \times 10) = 62 \text{ MPa} < \tau_{a_{acier}}(\text{cordons})$$

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 11 |

4.2 - Partie plateforme

4.2.1 - Calcul du plateau

Le plateau, en acier d'épaisseur 3 mm, est supposé appuyé aux 4 extrémités et soumis à une charge constante équivalente au poids propre du plateau et à la charge nominale.

$$\text{Soit } P = 1,2 \times (225 + 1,6 \times 2450) = 4974 \text{ N.}$$

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 12 Rév. A B |

Calcul plaque rectangulaire de 0.8m*0.8m

Calcul suivant ROARK - calcul enveloppe

VERIFICATION TOLE EN APPUI SIMPLE SUR QUATRE COTES ET CHARGE UNIFORME SUR TOUTE LA SURFACE DE LA PLAQUE

a = 800 mm
b = 800 mm Selon Roark : b = plus petit côté possible de tôle
épr. = t = 3 mm

P = 0.0777188 Bar ou P = 0 mm d'eau

Contrainte admissible = $\sigma_a =$ 160 Mpa

Pression = 7771.875 N/m²
Charge totale = q = 7772 N/m²

Calcul de la contrainte maximum dans la plaque

a/b = plus grand ratio d'élancement de tôle
a/b = 1.000 $\beta = f(a/b) = 0.28740$

Formule ROARK table 26, case 1a : 'Rectangular plate with all edges simply supported'

$$\sigma_{MAX} = \frac{\beta \cdot q \cdot b^2}{t^2} \leq \sigma_a$$

sigma max = 158.8 Mpa < 160 Mpa

La tôle convient en 3 mm.

| | | |
|---|---|----------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 13 Rév. A B C |

4.2.2 - Vérification du cadre du garde-corps

Calcul des traverses supérieures et de la traverse d'extrémité non soutenue et arrimée dans le plancher d'ascenseur. La contrainte max. relevée en pied de poteau est de 61 MPa < $\sigma_{a_{acier}}$ admissible. Le garde-corps convient.

Nota : La vérification des panneaux « bois » des gardes corps et des parois n'est pas réalisée, les essais pratiqués étant suffisant pour assurer la conformité vis à vis de la norme de référence.



FRANCE ELEVATEURS

VERIFICATION DE LA SOLIDITE

D'UN ELEVATEUR

V / Référence : 54441/05144800

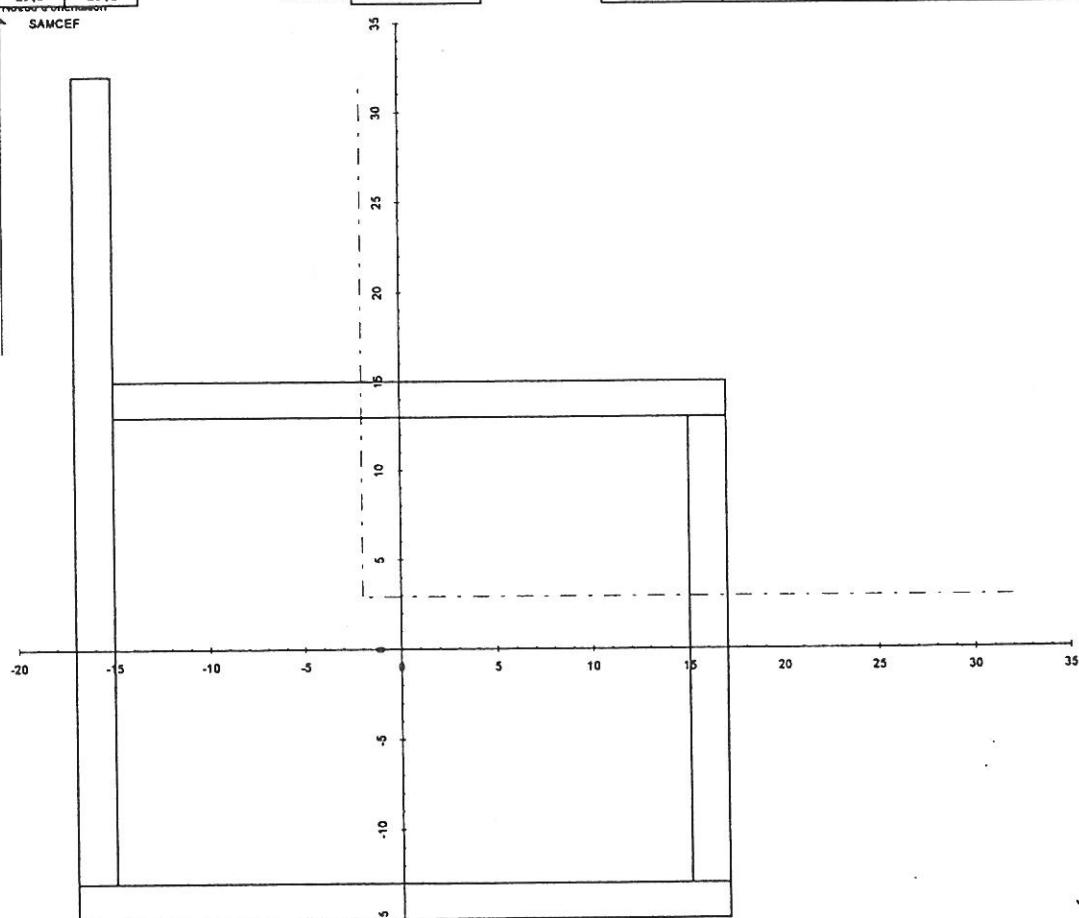
N / Référence : 8G8055-CC/EB

Date : 1er Février 1999

Page : 14

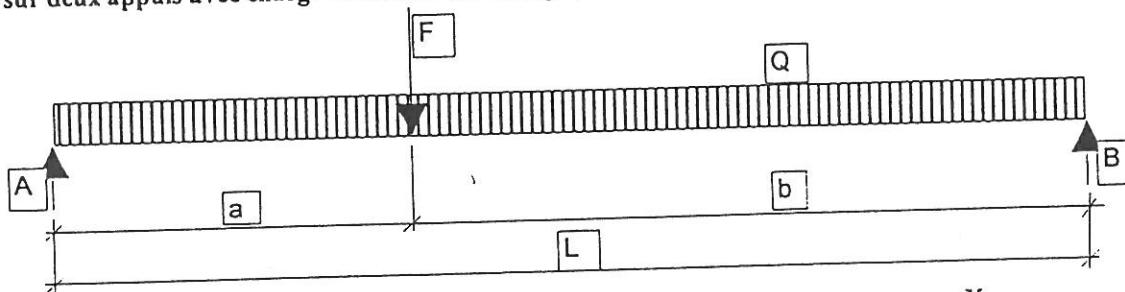
| position du centre de gravité | |
|---------------------------------|------|
| ryG | rzG |
| mm | mm |
| -1,99 | 2,92 |
| écart maximal à la fibre neutre | |
| Vy | Vz |
| mm | mm |
| 19,0 | 29,1 |

| section | | sections réduites | | modules d'inertie | | |
|---------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|
| SAM50 | s | sy | sz | ix/e | iy/vy | iz/vz |
| | m^2 | m^2 | m^2 | m^3 | m^3 | m^3 |
| | 2,740E-04 | 1,320E-04 | 1,420E-04 | 1,827E-07 | 1,713E-06 | 2,496E-06 |
| | poids linéique | section | moments d'inertie | | | |
| SAMCEF | P | | s | ix | iy | iz |
| | N | | m^2 | m^4 | m^4 | m^4 |
| | 2,124E+01 | | 2,740E-04 | 3,653E-10 | 4,983E-08 | 4,740E-08 |



GARDE CORPS, TRAVERSE SUPERIEURE, L=1210 mm

Poutre sur deux appuis avec charge uniforme et 1 charge ponctuelle.



Contrainte admissible à température = 100,00 MPa

Module de Young à température = E = 201000 MPa

X

a = 605 mm

Coefficient de pondération du chargement = c = 1

b = 605 mm

Longueur entre appuis = L = 1210 mm

poids propre poutre = Q = 1 573 N

Caractéristiques du profil

Q=1,3 kN/m

Effort ponctuel

F= 0 N

I/v = 2,496E+03 mm³

I = 4,740E+04 mm⁴

Sc = 1,320E+02 mm²

Vérification des contraintes

$$\text{sig} = c \left(\frac{Q \cdot L}{8 \cdot I/v} + \frac{F \cdot a}{L \cdot I/v} \right) = 95,32 \text{ MPa}$$

$$\tau = 1,54 \cdot c \cdot \left(\frac{Q}{2 \cdot Sc} + \frac{F}{Sc} \right) = 9,18 \text{ MPa}$$

$$\text{sigma VM} = (\text{sig}^2 + 3 \cdot \tau^2)^{0,5} = 95,88 \text{ MPa} < 100 \text{ MPa}$$

$$\text{Vérification de la flèche sous charge non pondérée}$$

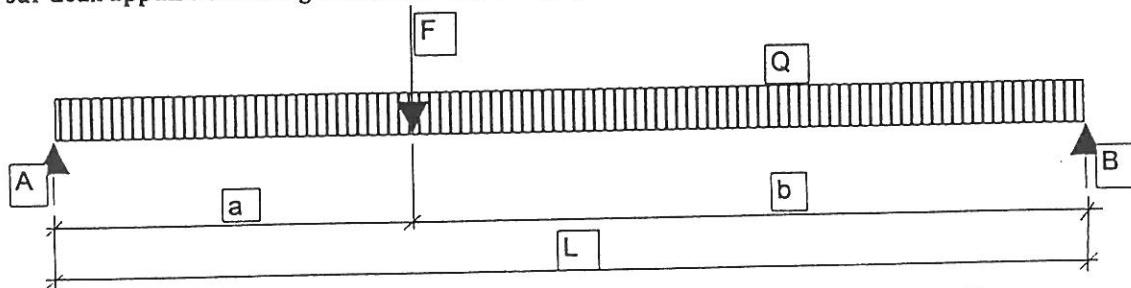
$$f = \left(\frac{5 \cdot Q \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I} + \left(\frac{F \cdot a}{27 \cdot E \cdot I \cdot L} \right) \cdot \left(3 \cdot (L^2 - a^2)^{0,5} \right) \right) = 3,808 \text{ mm}$$

soit 1/ 318 e

Le profil convient

GARDE CORPS, TRAVERSE SUPERIEURE, L=851 mm

Poutre sur deux appuis avec charge uniforme et 1 charge ponctuelle.



Contrainte admissible à température = 100,00 MPa

Module de Young à température = E = 201000 MPa

X

a = 425,5 mm

Coefficient de pondération du chargement = c = 1

b = 425,5 mm

Longueur entre appuis = L = 851 mm

Caractéristiques du profil

poids propre poutre = Q = 1 106 N

Q=1,3 kN/m

I/v = 2,496E+03 mm³

Effort ponctuel

I = 4,740E+04 mm⁴

F= 0 N

Sc = 1,320E+02 mm²

Vérification des contraintes

$$\text{sig} = c \left((Q \cdot L / 8 \cdot I/v) + (F \cdot a \cdot b / L \cdot I/v) \right) = 47,14 \text{ MPa}$$

$$\tau = 1,54 \cdot c \cdot \left((Q / 2 \cdot Sc) + (F / Sc) \right) = 6,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{VM} = (\text{sig}^2 + 3 \cdot \tau^2)^{0.5} = 47,69 \text{ MPa} < 100 \text{ MPa}$$

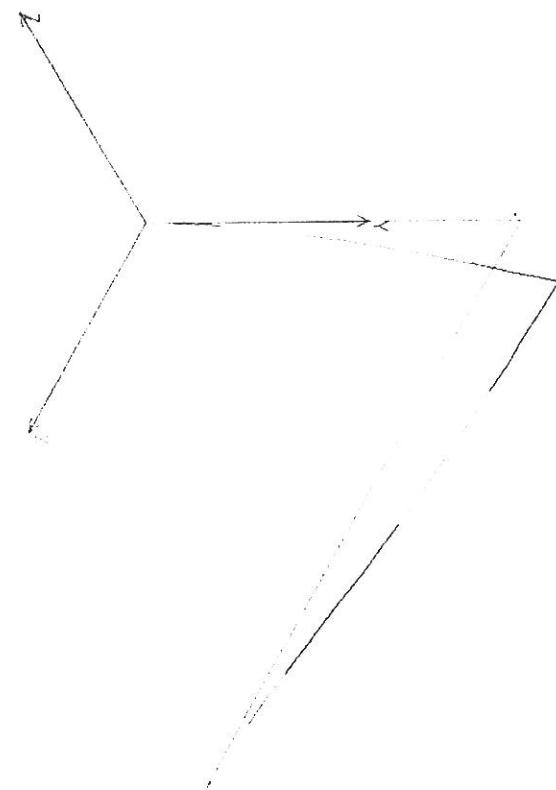
Vérification de la flèche sous charge non pondérée

$$f = \left(\left(5 \cdot Q \cdot L^3 \right) / \left(384 \cdot E \cdot I \right) + \left(\left(F \cdot a \right) / \left(27 \cdot E \cdot I \cdot L \right) \right) \cdot \left(3 \cdot \left(L^2 - a^2 \right)^{3/2} \right)^{0.5} \right) = 0,932 \text{ mm}$$

soit 1/ 914 e

Le profil convient

L'IN STRESS LC=1



| VON MISES | |
|-----------|--|
| 7.11E+007 | |
| 6.47E+007 | |
| 5.76E+007 | |
| 5.09E+007 | |
| 4.49E+007 | |
| 3.73E+007 | |
| 3.05E+007 | |
| 2.39E+007 | |
| 1.70E+007 | |
| 1.03E+007 | |
| 3.50E+006 | |

| | | |
|---|---|---|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 21 Mai 1999 |
| | | Page : 18 Rév. A B |

4.3 - Porte palière

=> Vérification du pêne en bronze diamètre 20 :

$$\text{Tau} = 4/3 \times 3000 / (\text{Pix} 20^2 / 4) = 12,7 \text{ MPa}$$

Pour un bronze de caractéristique minimum $\text{Rp}^{0,2\%} = 100 \text{ MPa}$, le coefficient de sécurité minimum de 5 de la norme est respecté.

5 - CONCLUSION

L'élévateur convient suivant hypothèses définies en § 2 et 3 de cette présente note.

VERIFICATION DU VERIN

Hyp. : $P_{MAX} = 80$ bar
 $P_{SERVICE} = 60$ bar

CALCUL VIROLE :

$$\sigma = \frac{P \cdot R}{e} = \frac{8 \times 55}{5} = 88 \text{ MPa}$$

acier ST 52-3BK $\Rightarrow \sigma_e = 360 \text{ MPa}$

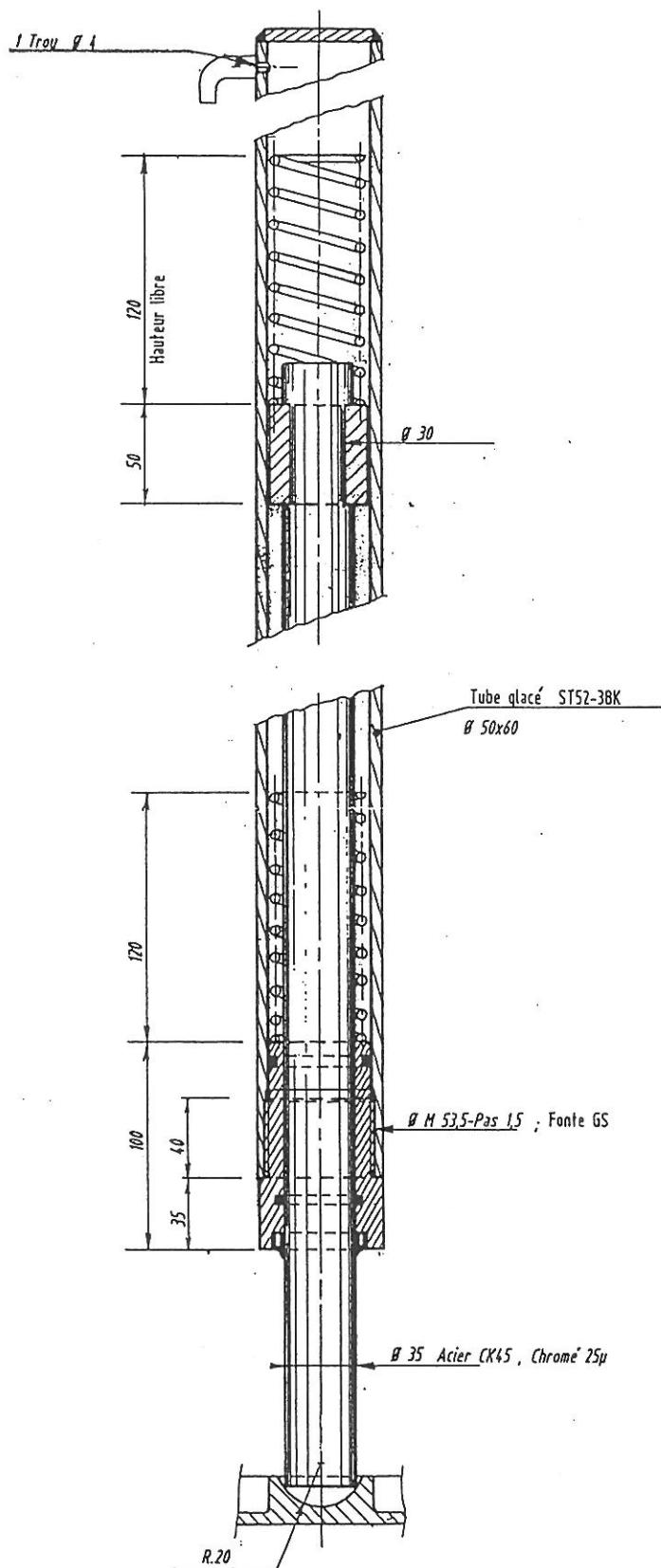
$$\sigma_a = \frac{\sigma_e}{1,7} \neq 212 \text{ MPa}$$

\Rightarrow La virole convient.

CALCUL SOUDURE FERMETURE VERIN :

$$\tau = \frac{8 \times \pi \times 50^2 / 4}{\pi \times 55 \times 0,7 \times 5} = 26 \text{ MPa} < \frac{\sigma_e}{\sqrt{3}}$$

\Rightarrow La soudure d'apothème a = 0,7 x 5 mm convient.



CALCUL PLAQUE CIRCULAIRE 0.03m*0.0003m

Calcul suivant TI

Repère : Plaque circulaire fermeture vérin

1. VERIFICATION TOLE EN APPUI SIMPLE ET CHARGE UNIFORME SUR TOUTE LA SURFACE

rayon = a = 30 mm
 coef. de poisson = 0.3
 ép. = e = 5 mm

P = 8 Bar ou P = 0 mm d'eau

Contrainte admissible = $\sigma_a = 212$ Mpa

| | |
|---------------------|----------------------------|
| Charge de personnel | 0 N/m ² |
| Surcharge | 0.0 N/m ² |
| Poids propre | 0.0 N/m ² |
| Pression | 800 000.0 N/m ² |
| Charge totale = q = | 800000.0 N/m ² |

Calcul de la contrainte maximum dans la plaque

surface de la plaque = S = 0.002827 m²

charge totale sur la plaque = Q = 2262 N

Formule TI tableau XVII,1 article A 338-12 Moment maximum au centre de la plaque

$$\sigma_{\max} = \frac{6 \times q \times a^2}{16 \times e^2} \times (3 + \nu)$$

sigma max = 35.64 Mpa < 212 Mpa

La tôle convient en 5 mm.

| | | |
|---|---|--|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 01 Septembre 1999 |
| | | Page : 22 Rév. A |

REINFORCEMENT D'UNE OUVERTURE ISOLEE

Repère : Trou Dia 4mm sur vérin

VIROLE CYLINDRIQUE

| | |
|----------------|-----------------|
| Pc = 8.000 MPa | fc = 212.00 MPa |
| Pe = 8.000 MPa | fe = 212.00 MPa |
| De = 60.0 mm | c = 0.00 mm |
| en = 5.00 mm | t = 0.00 mm |
| | e = 5.00 mm |

TUBULURE

| | |
|-----------------|-----------------|
| de = 4 mm | e tn = 0 mm |
| di = 4 mm | et = 0.00 mm |
| fc = 212.00 MPa | fe = 212.00 MPa |

Renfort

| | |
|-----------------|-----------------|
| Larg = 0.00 mm | epr = 0.00 mm |
| fc = 212.00 MPa | fe = 212.00 MPa |

Valeurs caractéristiques :

| | | |
|-----------------------|--------------|-----------|
| (Dm.e)^0.5 = 16.58 mm | delta = 0.24 | ko = 1.00 |
| L = 16.58 mm | I = 0.00 mm | |

Vérification suivant § C5.1.4

calcul

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| Somme des S(f-0.5P) = 17 246 N | S = 83 mm ² |
| P.G = 3 797 N | St = 0 mm ² |
| | Sr = 0 mm ² |

épreuve

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Somme des S(f-0.5P) = 17 246 N | S = 83 mm ² |
| P.G = 3 797 N | G = 475 mm ² |

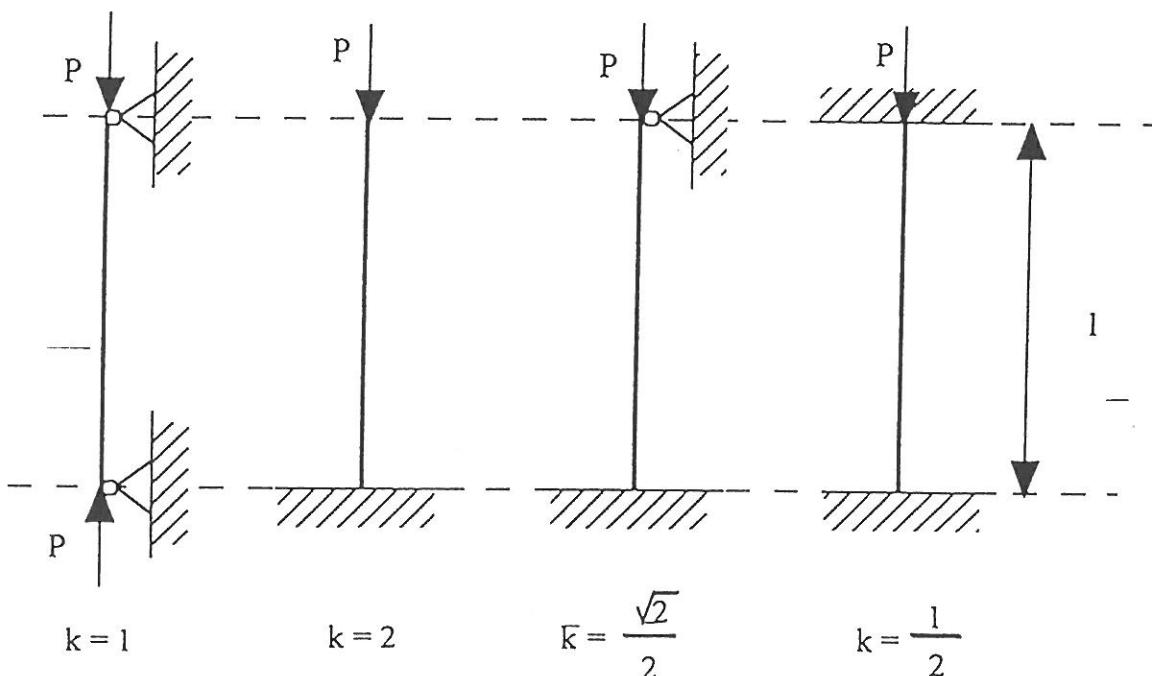
Somme des S(f-0.5P) > P.G

Le renforcement d'ouverture convient.

VERIFICATION TIGE (Acier CK45, longueur 5 000 mm maxi)

$$P_f = \frac{\pi^2 EI_{min}}{l_f^2} \quad (10.9)$$

Dans cette expression $I_{min} = \min \{I_y, I_z\}$ et $l_f = kl$, k étant une constante dont la valeur est fonction des conditions aux limites.



La valeur des contraintes normales au moment du flambage est

$$\sigma_f = \frac{P_f}{A} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{Al_f^2} \quad (10.10)$$

$$\Rightarrow P_f = \frac{\pi^2 \times 210\,000 \times \frac{\pi \times 354}{64}}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2} \times 5\,000\right)^2} = 12\,214 \text{ N}$$

Affaire:
Modèle:
Date vérif:

DOSSIER TECNIQUE

Vérificateur:
Type (P1,S1...):

Examen CE de type
Version 1

DOCUMENTATION TECHNIQUE - DOSSIER CE

| DOCUMENTS POUR EXAMEN CE DE TYPE | Présent | ss' objet | référence |
|--|-----------------|-----------|-----------|
| Généralités | | | |
| Demande d'examen CE de type | | | |
| Nom du fabricant | | | |
| Adresse complète | | | |
| Lieu de fabrication | | | |
| Description technique générale de l'appareil | | | |
| Type de l'appareil: (posé: P1-P2-P3) - (suspendu: S1-S2) - (autre à préciser) | | | |
| Caractéristiques techniques | | | |
| - charge(s) nominale(s) | | | |
| - nombre de personnes | | | |
| - hauteur(s) de levage maximale(s) | | | |
| - portée(s) maximale(s) | | | |
| - vitesses et rampes franchissables | | | |
| - énergie(s) - puissance(s) | | | |
| - poids | | | |
| - dimensions | | | |
| - dévers maximal en service et rampes franchissables en translation | | | |
| Plan(s) d'ensemble de construction | | | |
| Photographies ou notice publicitaire | | | |
| Liste des normes considérées lors de la construction | | | |
| Détails techniques | | | |
| Plans détaillés de construction charpente et mécanismes | | | |
| Note(s) de calcul de la charpente | | | |
| Note de calcul des mécanismes de levage | | | |
| Note de calcul des mécanismes d'orientation | | | |
| Note de calcul des mécanismes de translation | | | |
| Note de calcul des vérins ou certificats d'essais de laboratoire | | | |
| Note de calcul de la stabilité - résultat des essais du constructeur | | | |
| Schémas électriques puissance et commande - nomenclature composants | | | |
| Schémas hydrauliques puissance et commande - nomenclature composants | | | |
| Schémas pneumatique puissance et commande - nomenclature composants | | | |
| Caractéristiques des: | | | |
| - moteurs et réducteurs | Pompe et moteur | | |
| - câbles et chaînes | | | |
| - tuyauterie rigides et flexibles | | | |
| - dispositifs de sécurité | | | |
| Certificats de composition et de résistance des câbles et des chaînes | | | |
| Valeurs de réglage des dispositifs de sécurité | | | |
| Certificats matière des charpentes | | | |
| Certificats matière: axes, galets, boulons couronne, éléments d'assemblages... | | | |
| Certificats d'essais des composants par laboratoires indépendant) | | | |
| Certificats d'essais des assemblages soudés (par laboratoires indépendant) | | | |
| Déclaration CE compatibilité électromagnétique, mesure de bruit, vibrations | | | |
| Documentation | | | |
| Liste des risques pris en compte lors de la conception et solutions adoptées | | | |
| Notice d'instructions pour l'utilisation (en français) | | | |
| Mode de certification des assemblages soudés | | | |
| Mode opératoire de montage et d'installation | | | |
| Notice de maintenance | | | |
| Nomenclature des pièces détachées | | | |
| Organisation Qualité référence (EN 29.001 /29.002 /29.003) - Certificat | | | |

| | | |
|---|---|--------------------------------|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 01 Septembre 1999 |
| | | Page : 24 |

$$\sigma_f = \frac{12\ 214}{\pi \times 35^2} = 12,7 \text{ MPa} < \frac{\sigma_e}{2,5} = \frac{350}{2,5} = 140 \text{ MPa}$$

4

Coefficient sécurité au flambage (selon NFP 82-222)

$$v = \frac{12\ 2145}{1\ 680 + 2\ 450} = 2,96 > 2,5$$



FRANCE ELEVATEURS
VERIFICATION DE LA SOLIDITE
D'UN ELEVATEUR

V / Référence : 54441/05144800

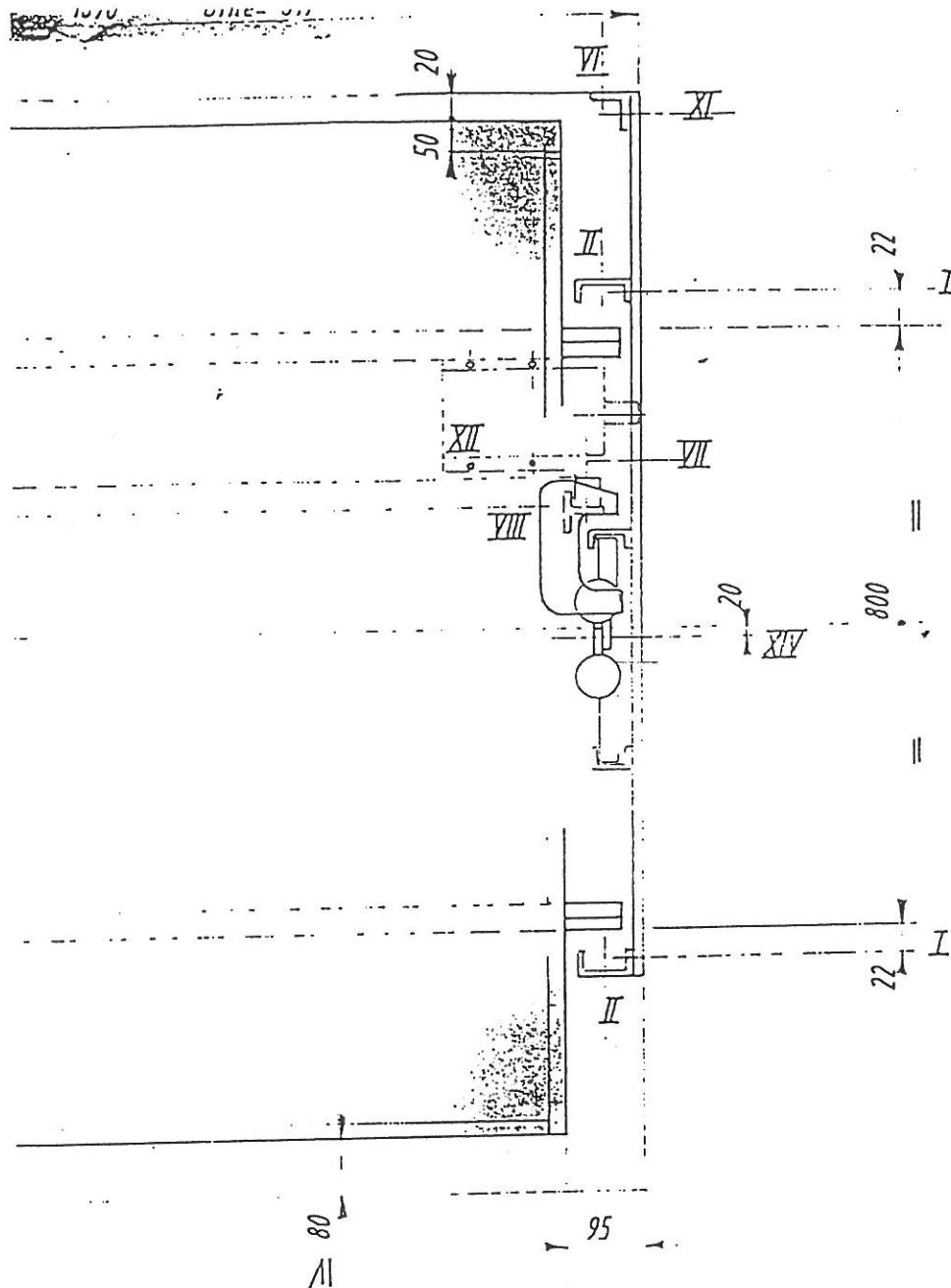
N / Référence : 8G8055-CC/EB

Date : 1er Février 1999

Page : A1-1 Rév. A

ANNEXE A

DOCUMENTS UTILISES



à AJOUTER à l'ensemble des documents de base

Indice MODIFICATION Date

MATIERE : Traitement

PIECE : ENSEMBLE

APPAREIL : PLATEFORME 3 NIVEAUX



Date
05-98

Visé

Ech.



A0 N° E 5000

CETE

apave
normande

FRANCE ELEVATEURS
VERIFICATION DE LA SOLIDITE
D'UN ELEVATEUR
ANNEXES

V/Référence : 54441/05144800
N/Référence : 8G8055-125-CC/EB
Date : 1er Février 1999
Page : A1-3 Rév. A

| | | | | | | | |
|---------------------|-----|---|--|---|--------------------|------------|------|
| BARKH PLATEFORME | 19 | 4 | - | - | 120 | | |
| | 29 | 3 | Fer plat 50x10 | | M = | 1115 | |
| | 35 | 1 | Toile 3mm Y= (A-149).....xparX=(B-40)..... | | | | |
| | 31 | 2 | Fer plat 80x10 | | | 2003 | |
| | 26 | 1 | " " 50x4 | | (B-170) = | 800 | |
| | 18 | 2 | " " 40x30 | | (A-50) = | 950 | |
| | 17 | 1 | " " " " | | (A-80) = | 920 | |
| | 16 | 3 | " " 30x10 | | | 45 | |
| | 14 | 1 | Coulisse symétrique 50x50x50x4 | | | 2003 | |
| | | | | | | | |
| CADRE S | 15 | 1 | Fer plat 30x10 | | | 50 | |
| | 11 | 1 | Profil ailes symétriques a 90° 60x60x4 | | | 677 | |
| | 10 | 1 | Tube carré rejoint 30x30x2 | | | 210 | |
| | 7 | 2 | Tube a ailette Profil L30x34x15x2 | | (A-149) = | 767 | |
| | 6 | 1 | " " " " | | (A-149) = | 851 | |
| | 5 | 1 | " " " " | | (B-90) = | 1210 | |
| | 4 | 1 | " " " " | | (B-90) = | 1210 | |
| | 3 | 1 | " " " " | | (B-90) = | 1210 | |
| | 2 | 2 | " " " " | | (B-90) = | 2003 | |
| | 1 | 2 | " " " " | | | | |
| Rep. | Qte | | Designation ou Matière. | | STANDARD a la Dem. | | Fait |
| | | | | | | L'ongueur. | |

CLIENT: N° Semaine:

A = 1000 ou B = 1300 ou Course C+D =

C = D = E = F =

Cuvette = 200 ou Fosse:

Montage extérieur Metallisation

Montage intérieur

Nomenclatures N° 14 620(2) 14 730(2) 14 670(2)
ou ou ou
15 120(2) 15 230(2) 15 170(2)

| | |
|------------------|--|
| fait le: MMai 93 | ZI 61700 DOMFRONT ☎ 33 30 08 87 |
| par: WY | FRANCE |
| éch: | ELEVATEURS |
| mat: | PORTE A DROITE DE 80 PLATEFORME EN GAINÉE |
| | PRIVE |
| | N° 5012 |



B.P. 63 - Z.I. - 61700 DOMFRONT

Tél. 33.30.08.87 - Fax 33.30.12.12

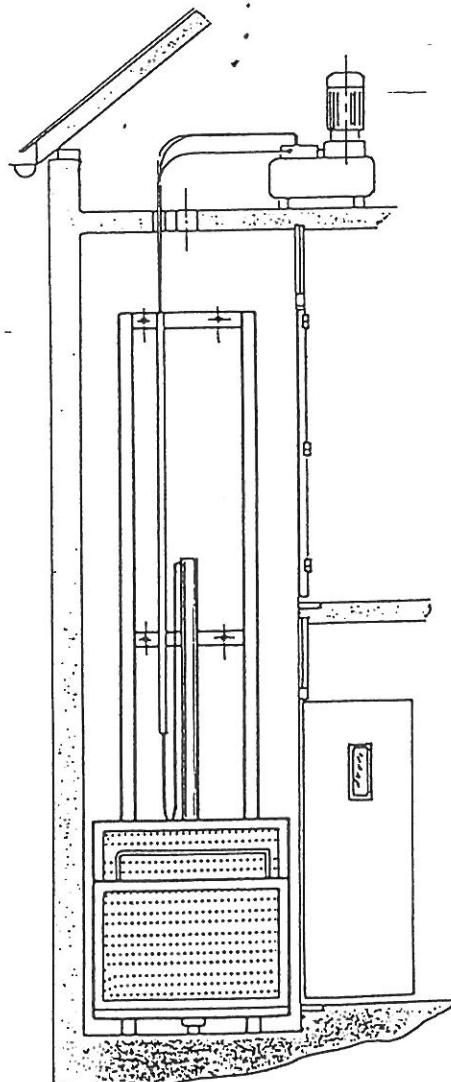
L'élévateur d'appartement à la Norme NFP 82-222

CLIENT :

Adresse :
.....
.....

Tél.

Nombre de niveaux :



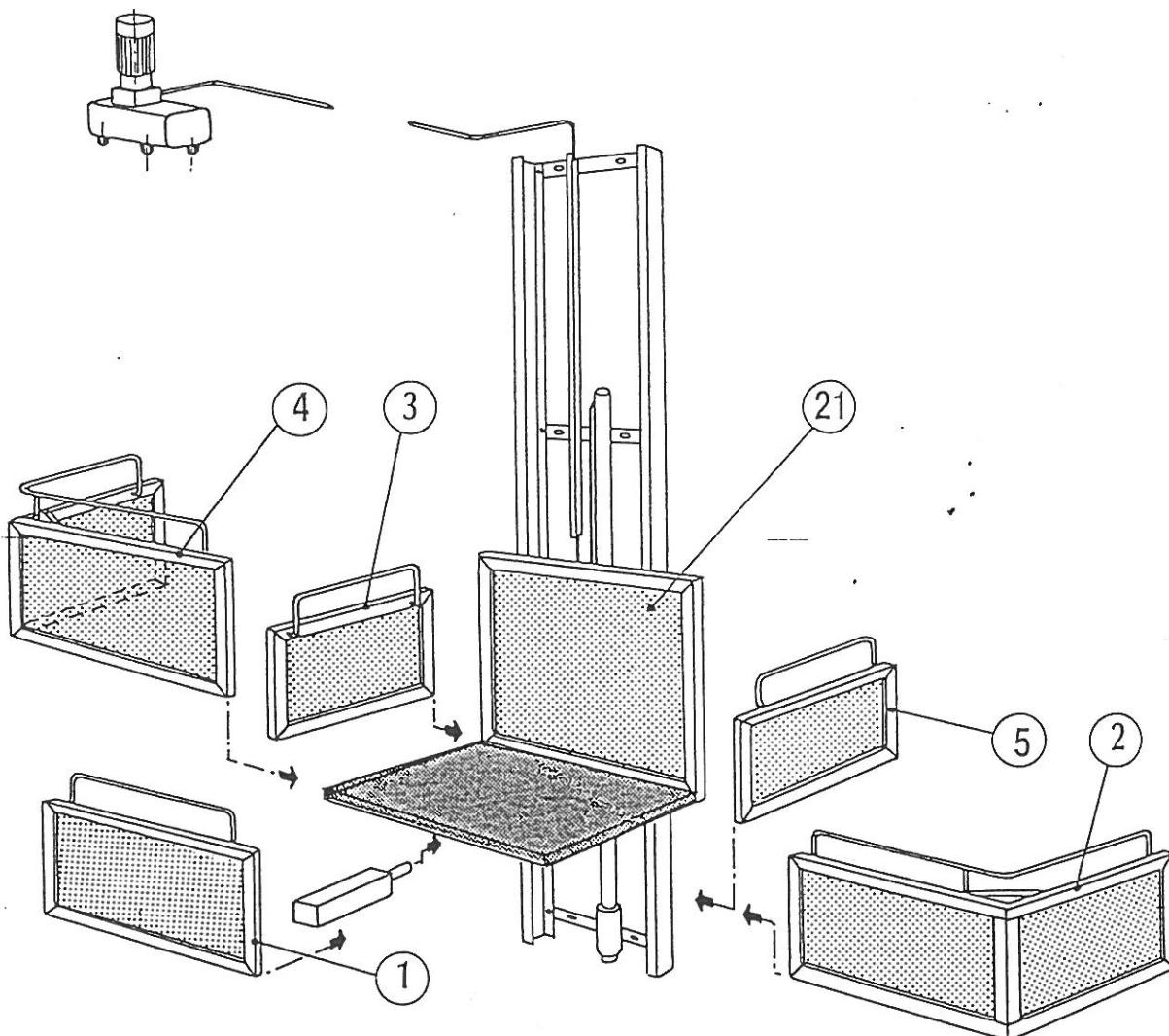


Zone Industrielle
Boîte Postale 63
61700 DOMFRONT
Tél. 02 33 30 08 87
Fax : 02 33 30 12 12



NOTICE D'UTILISATION
ET
D'ENTRETIEN
POUR
ÉLÉVATEUR VERTICAL

plate-forme simple



| | porte de | Plate-forme | Trémie | Pré-peint | Métallisé |
|-------------------|----------|-------------|-----------------------------------|-----------|-----------|
| 80 Cm | | | Service simple 1 534 x 1 143 | 20 790 | 21 290 |
| | | 1 400 x 900 | Services opposés 1 440 x 1 143 | 23 420 | 23 920 |
| | | 1 326 x 817 | 1 410 x 1 010 | 15 620 | 16 120 |
| | | 1 226 x 817 | 1 310 x 1 010 | 14 620 | 15 120 |
| 65 Cm | | 1 226 x 667 | 1 310 x 860 | 14 730 | 15 230 |
| | | 1 326 x 667 | 1 410 x 860 | 15 730 | 16 230 |
| 55 Cm | | 826 x 576 | 910 x 760 | 14 670 | 15 170 |
| 70 Cm manuelle | | 1 226 x 717 | 1 310 x 910 | 14 610 | 15 110 |

Autres dimensions, en profondeur, sur demande



— — — — — **Aluminium - Bimetal - Chivre - Laiton - Inox - Plastique technique - Parachèvement**

ESTAS SA

| NOS RÉFÉRENCES À RAPPELER | | N° CLÉNT | N° CH |
|---------------------------|---------|----------|---------|
| 9815128 | 9816901 | | 0036918 |
| N°. RP : | | | |

NOTE: L2/10/98

FRANCE ELEVATEURS

VERIFICATION DE LA SOLIDITE
D'UN ELEVATEUR
A N N E X E S

V/Référence : 54441/05144800
N/Référence : 8G8055-125-CC/EB
Date : 1er Février 1999
Page : A1-7 | Rév. | A | | |

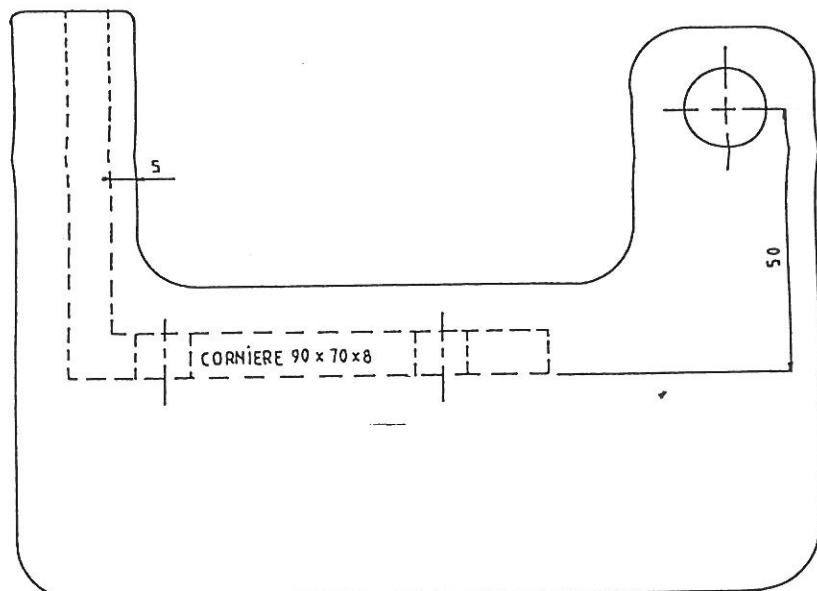
| C.D. | QTE DEMANDÉE | DÉSIGNATION | QTE À FACTURER | CODE UNITE | PRIX UNITÉ | MONTANT H.T. |
|------|--------------|--|----------------|------------|----------------------|--------------|
| | | | | | | |
| | | Aluminium 6061 (A65) coulisse TS N° DE LOT : 090118 | 529,000 | K6 | 14/10/g ⁶ | |

77 à 81, Avenue du Maréchal Foch - 94015 CRETEIL Cedex - FRANCE - TEL. 01 48 98 80 89 - Fax 01 42 07 0404 - AGENCE NANTES TEL. 02 28 03 00 90 - FAX 02 20 04 10 56

TABLEAU 5 P — ALLIAGES DE CORROYAGE — ALLIAGES ALUMINIUM SILICIUM MAGNÉSIUM

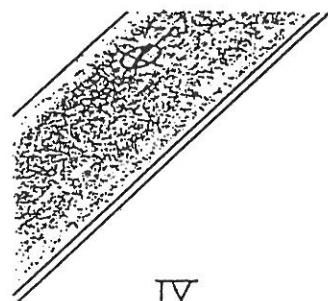
| Alliage | Nature | Définition produits et dimensions | | Caractéristiques mécaniques | | | | Caractéristiques Indicateurs | | | | Datas ibilité |
|----------------------|---------|-----------------------------------|-------|-----------------------------|----------------|---------------------------------|--|--|-------------------------|--|--|------------------|
| | | État (°) | Coûts | R. min nihil bar | Δ % initial | Il 0,2 moyen nihil bar | Limité élastique moyenne nihil bar | Méthode d'élasti- cité nihil bar | Direct Birell III | Méthode d'élasti- cité nihil bar | Coef- ficient de dilata- tion x 10 ⁻⁴ | |
| 6101 (A-SC) | tôle | c ≤ 12 | O | 14 | — | 26 | 5 | 7 | 7 100 | 30 | 2,7 | 23 |
| | | c ≤ 12 | T4 | 21 | 18 | 14 | 15 | 15 | 7 100 | 65 | 2,7 | 23 |
| | | c ≤ 12 | T61 | 25 | 15 | 10 | 22 | 7 100 | 65 | 2,7 | 23 | 23 |
| | profilé | c ≤ 12 | T6 | 28 | 24 | 9 | 29 | 20 | 7 100 | 95 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 8 000 | T4 | 20 | 15 | 13 | 15 | 15 | 7 100 | 65 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 8 000 | T6 | 27,5 | 20 | 6 | 24 | 20 | 7 100 | 95 | 2,7 | 23 |
| 6082 (A-SC M 0,7) | profilé | S ≤ 8 000 | T4 | 20 | 12 | 15 | 15 | 15 | 7 100 | 65 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 8 000 | T6 | 28 | 24 | 8 | 29,5 | 20 | 7 100 | 95 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 8 000 | T66 | 31 | 27 | 8 | 31 | 26 | 7 100 | 95 | 2,7 | 23 |
| 6005 A (A-SC 0,5) | profilé | S ≤ 8 000 et c ≤ 4 | T5 | 26,5 | 8 | 26 | 26 | 26 | 7 100 | 90 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 8 000 et c > 4 | T6 | 26,5 | 8 | 26 | 26 | 26 | 7 100 | 90 | 2,7 | 23 |
| 6060 (A-CS) | profilé | S ≤ 2 000 et c ≤ 4 | T4 | 14 | 8 | 16 | 11 | 9 | 7 100 | 60 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 8 000 et c ≤ 6 | T4 | 13 | 8 | 15 | 11 | 9 | 7 100 | 60 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 2 000 et c ≤ 4 | T5 | 20 | 15 | 12 | 18 | 17 | 7 100 | 65 | 2,7 | 23 |
| | | S ≤ 8 000 et c ≤ 6 | T5 | 18 | 13 | 10 | 18 | 17 | 7 100 | 65 | 2,7 | 23 |

1. L'État peut être suivi d'un par la lettre R précédant la valeur de la résistance minimale.



SOLUTION N°2

ASSEMBLAGE PIECES PAR SOUDURE EN CONTINU

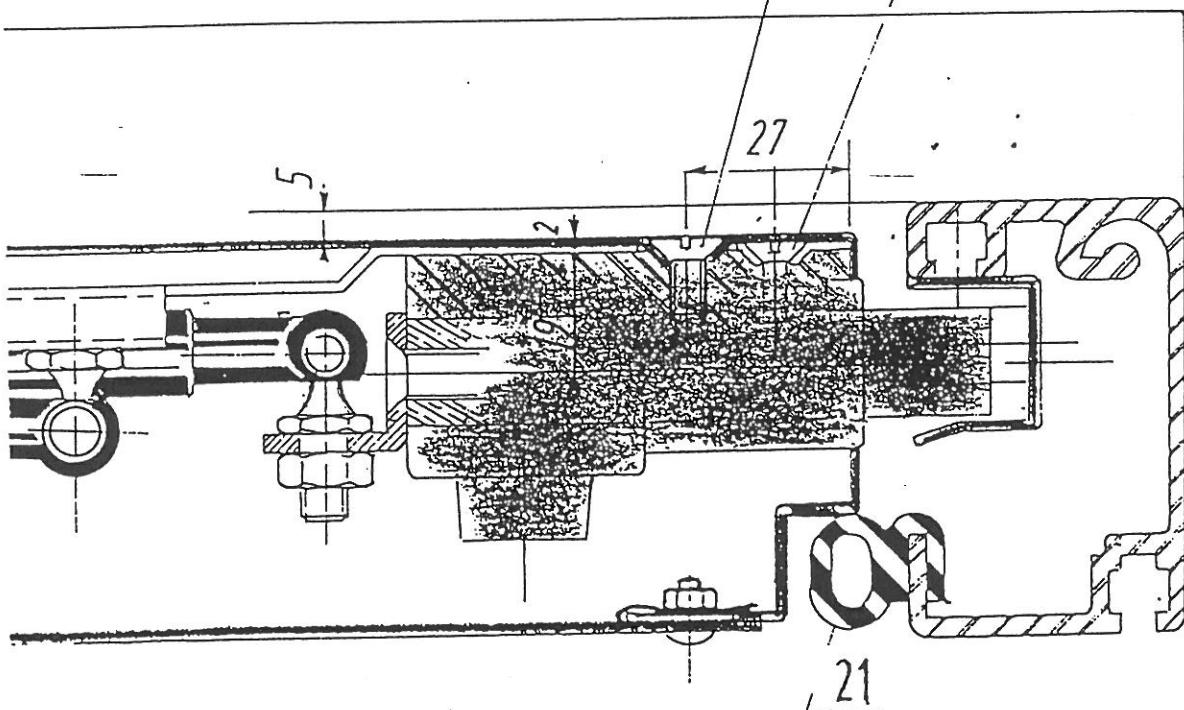


VIII

2 Vis F90.-HC M4x12

2 Vis F90 - HC M6x16

V



| | | | |
|------------|-------------------------------|------|--|
| Indice | MODIFICATION | Date |  |
| MATIERE : | Traitement | Vlsé | |
| PIECE : | ENSEMBLE | Ech. | |
| APPAREIL : | PORTES AUTOMATIQUES DE 80 Cms | A 0. | N° E 6500 |



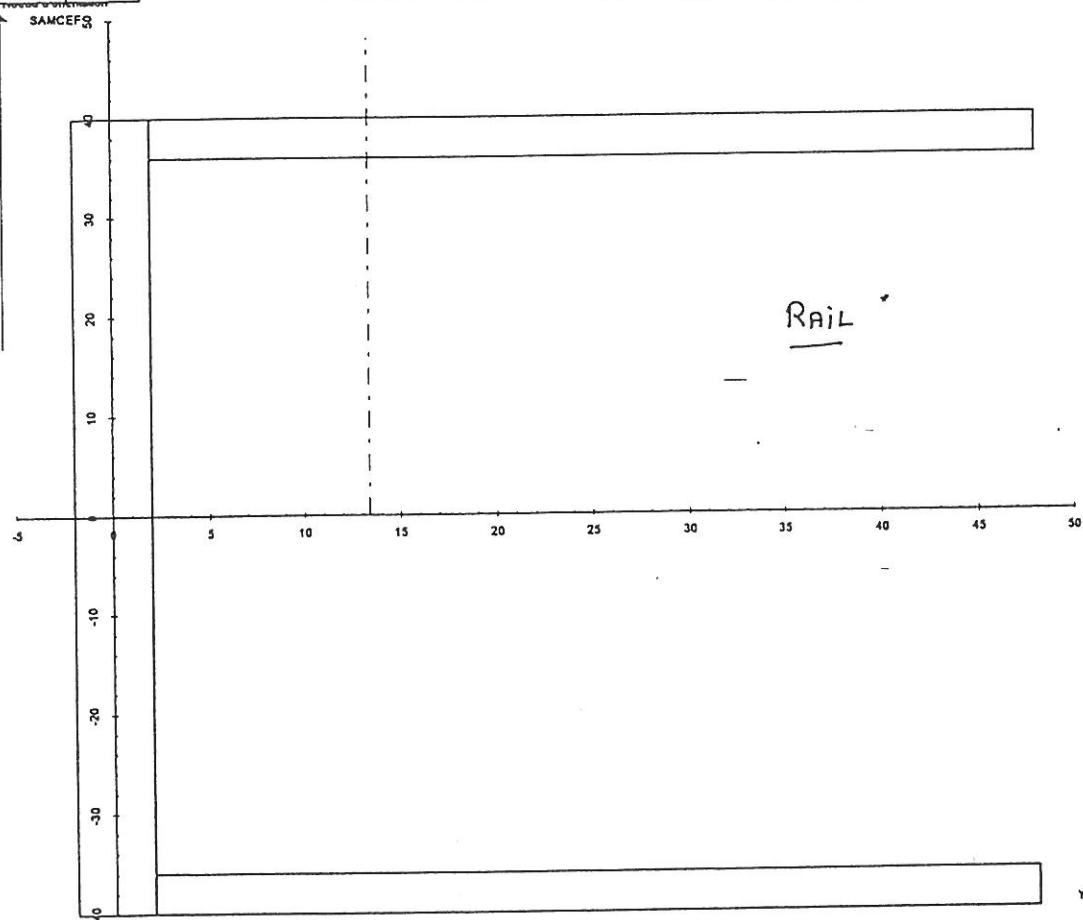
| | | |
|---|---|---|
|  | FRANCE ELEVATEURS VERIFICATION DE LA SOLIDITE D'UN ELEVATEUR | V / Référence : 54441/05144800 |
| | | N / Référence : 8G8055-CC/EB |
| | | Date : 1er Février 1999 |
| | | Page : A2-1 Rév. A |

ANNEXE B

DESCRIPTIFS ET CARACTERISTIQUES DES PROFILES

| | |
|---------------------------------|------|
| position du centre de gravité | |
| ryG | rzG |
| mm | mm |
| 13,37 | |
| écart maximal à la fibre neutre | |
| Vy | Vz |
| mm | mm |
| 34,6 | 40,0 |

| section | | sections réduites | | modules d'inertie | | |
|----------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|
| s | sy | sz | | ix/e | iy/vy | iz/vz |
| m^2 | m^2 | m^2 | | m^3 | m^3 | m^3 |
| 6,880E-04 | 3,680E-04 | 3,200E-04 | | 9,173E-07 | 1,756E-05 | 4,976E-06 |
| poids linéique | | section | moments d'inertie | | | |
| | | s | ix | iy | iz | |
| | | m^2 | m^4 | m^4 | m^4 | |
| | | 6,880E-04 | 3,669E-09 | 7,025E-07 | 1,723E-07 | |
| | | | | | | |
| SAMCEF | | 5,332E+01 | | | | |



| | |
|---------------------------------|--------|
| position du centre de gravité | |
| ryG | rzG |
| mm | mm |
| | -18,31 |
| écart maximal à la fibre neutre | |
| Vy | Vz |
| mm | mm |
| +0,0 | 56,7 |

| section | | sections réduites | | modules d'inertie | | |
|---------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-----------|
| s | sy | sz | ix/e | iy/vy | iz/vz | |
| SAM50 | m^2 | m^2 | m^3 | m^3 | m^3 | |
| | 1,359E-03 | 7,200E-04 | 6,390E-04 | 4,077E-06 | 1,438E-05 | 9,708E-06 |
| | poids linéique | section | moments d'inertie | | | |
| | p | | s | ix | iy | iz |
| SAMCEF | N | | m^2 | m^4 | m^4 | m^4 |
| | 1,053E+02 | | 1,359E-03 | 3,669E-08 | 8,150E-07 | 3,883E-07 |

