

**Restauration de la Verrière  
Passage Choiseul  
75002 PARIS**

**Note de calcul:  
passerelle sur ferme**

Architecte – maître d'œuvre :  
ID-WAD

Entreprise:  
SARL FUTURAWOOD, M. Vénislav Vasilev

Commande N° 11-028-02.  
Version I.

Ind.	Evolutions	Auteur	date
A	Création – Version I	M.Descamps	06/10/2012
B	Ajustement selon plans d'exécution	M. Descamps	18/01/2013
C	Modification du modèle : appuis	M Descamps	22/01/2013
D	Calculs assemblages	M Descamps	26/01/2013

## Note de calcul charpente métallique : passerelle

### a) Hypothèses retenues pour le chargement et les poids propres des matériaux :

Description des hypothèses retenues :

- passerelle sur verrières du passage Choiseul à Paris, en V inversé, épousant à distance la ferme des verrières,
- Poids d'une personne (pompier) + équipement = 200 daN

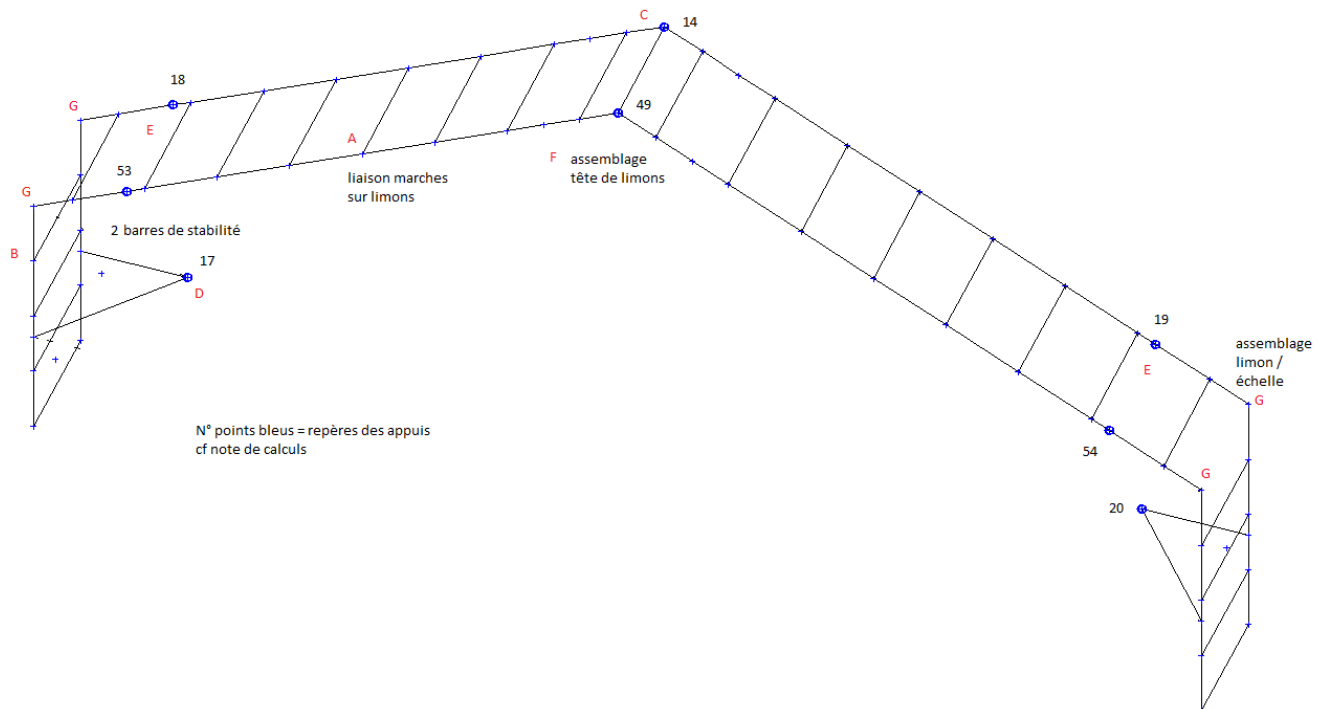
Norme de calcul: CM66

### b) Dimensionnement de la structure :

#### x Modélisation:

géométrie :

- selon plans d'exécution fournis par Futurawood.
- appuis : sans appuis "au sol" (simples cales de bois - pas de transmission de charges "au sol" car couverture zinc) / 2 appuis sur faitage (modélisation = rotules, pas d'encastrement) + appui des limons d'une part sur la ferme et d'autre part sur un chevron de verrière avec renfort d'appui dans le chevron + un appui fixe (boulonnage) sur pied de la ferme.



Notas : reprise des solutions proposées à l'édition B + solutions à retenir :

- matériaux de la structure : acier courant type E24 (SJ235)
- montants échelle verticale = cornières 70x70x7 (et non 65 65 5.5)
- 2 x 2 barres de stabilisation entre échelle verticale et appui sur pied de ferme = tube rond D42.4 x 2.6
- limons : UPN 100
- échelons (partie verticale) :  
tube (creux) D48.4 x 4 et non rond plein diam 20 mm
- marches (partie rampante) :  
tôle pliée ( U inversé) ép 5 mm - largeur marche extradados = 110 mm  
hauteur (pli) = 45 mm
  
- éléments de structure principale (tout sauf les marches) reliés par encastremements réalisés par soudures et/ou platines + boulons.

Chargement : 2 cas distincts proposés.

- poids propres des éléments, y compris garde-corps,
- une personne toutes les 2 marches,
- une fois sur l'ensemble de la passerelle (équilibre de la charge)
- une fois que d'un côté de la passerelle (déséquilibre de la charge)  
avec une charge dynamique horizontale de 100 daN du même côté (une marche sur deux).

Coefficient de sécurité :

- multiplication des charges de poids propres et d'exploitation par 1.5, selon CM66.

Nota : modélisation : les coef. sont intégrés dans les charges appliquées sur la structure 3D directement - les coef. des combinaisons restent à 1.

### x Résultats:

#### **Éléments de la structure :**

La structure est correctement dimensionnée.

cf. note de calculs jointe (une pour chaque cas).

Nota : les données que sont les giron de marche peuvent varier, mais ces variations influent peu sur le résultat global de la structure sécurisée.

## **Assemblages de la structure : détermination par le calculs (hors plans de détails d'exécution)**

**Base = boulons M16 en acier de classe 6.8** (boulons courants).

A : marches sur limon : liaison par cornière d'appui (mini L 60 60 6)

Ty admissible (M16) = 3 140 daN contre effort à reprendre 300 daN : ok

Concrètement : 1 boulon M10 suffit.

B : échelons sur montants verticaux en cornière L 70 70 76 :  
liaison par encastrement du barreau (échelon) = soudure  
ou par fixation boulonnée (taraudage)

dito : effort à reprendre 300 daN

Concrètement : 1 boulon M10 suffit.

C : limons sur faitage : liaison par tôle intermédiaire ép. 5 mm - 2 appuis

repères 14 et 49

Ty admissible (M16) = 3 140 daN  
contre effort à reprendre pour chaque appui 572 daN : ok  
(soit 2 appuis => 1 144 daN)

Concrètement : 2 boulons M10 suffisent.

D : barres de stabilité sur pied de ferme : liaison par boulonnage  
+ tôle et/ou cornières ép. mini 3 mm

repères 17 et 20

Ty admissible (M16) = 3 140 daN  
contre effort à reprendre pour chaque appui 300 daN : ok  
(soit un appui de chaque côté de la passerelle = 1 pied de ferme)

Concrètement : 1 boulon M10 suffit.

ceci est valable pour les autres liaisons des barres sur l'échelle verticale.

E : limons sur chevrons de verrière :  
liaison par une pièce d'appui à fixer sur la panne en UPN

repères 18 - 19 - 53 - 54

Ty admissible (M16) = 3 140 daN  
contre effort à reprendre pour chaque appui 900 daN : ok

Concrètement : 1 boulon M10 suffit à chaque appui (4 appuis au total).

justification d'un renfort de l'appui au droit du chevron :  
Effort à reprendre = 900 daN

contrainte =  $900 / (2 \times 0.3 \times 5) = 300$  bars < 900 bars si chevrons Alu.  
et < 2 400 bars si acier

=> dans les 2 cas : pas besoin de renfort dans le chevron.

**Mais prévoir un appui d'une longueur minimale de 50 mm.**

F : assemblage des limons entre eux (gauche et droit) :  
liaison type encastrement par un gousset en tôle acier + boulons  
en tête de limons (faitage) # au droit des appuis rep 14 & 49

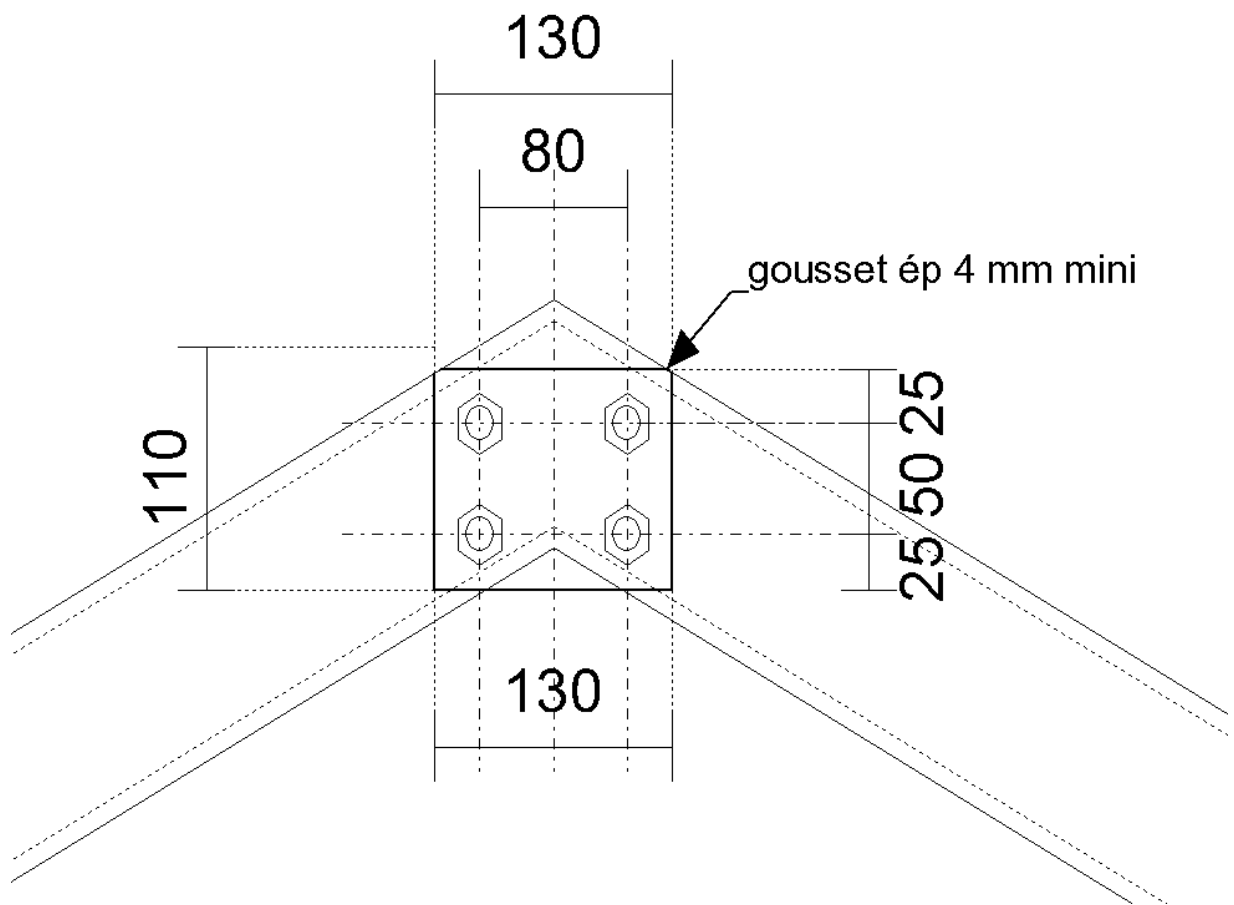
Ty admissible (M16) = 3 140 daN  
contre effort à reprendre pour chaque appui 3 072 daN : ok

détail effort :  
Moment encastrement + effort tranchant + effort normal = 3 072 daN

avec hypothèses :

- distance entre extrémité d'un limon et axe du premier boulon M16 = 40 mm minimum.

- distance entre axe boulons et bord du gousset = 25 mm minimum,  
gousset et tôle acier E24 épaisseur mini = 4 mm



Concrètement : 2 x 2 boulons M16 suffisent.

Ajuster le trous au diamètre du boulon pour sa partie lisse, sur les limons, ajuster les limons de sorte à ce qu'ils soient en appui l'un sur l'autre, lors du montage de la platine.

*G : assemblage des limons aux montants d'échelle verticale :  
liaison type encastrement par un gousset en tôle acier + boulons*

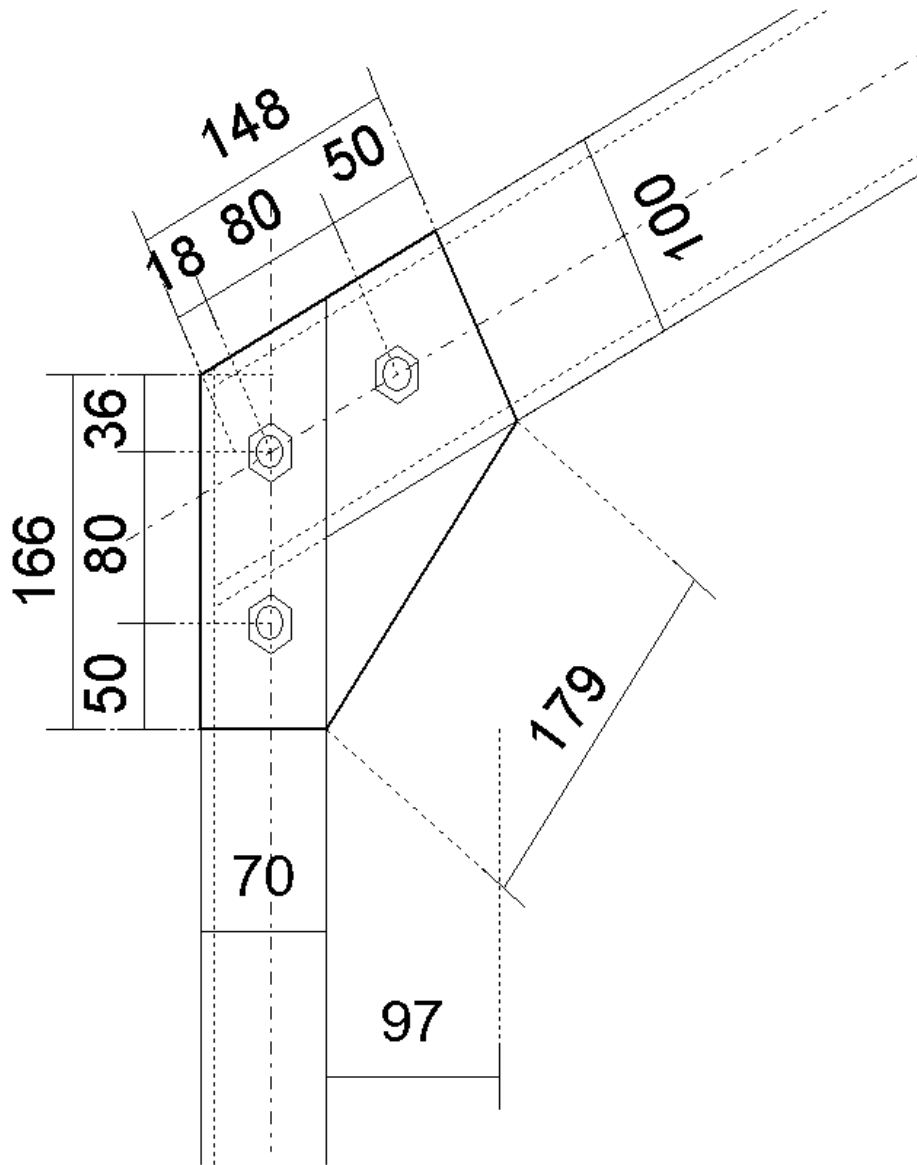
Ty admissible (M16) = 3 140 daN  
contre effort à reprendre pour chaque liaison :  
effort tranchant + normal = 490 daN maxi.  
+ moment d'encastrement : 195 m.daN

d'où distance minimale entre organes = 80 mm

avec hypothèses :

- distance entre extrémité d'un limon et axe du premier boulon M16 = 40 mm minimum.

- distance entre axe boulons et bord du gousset = 25 mm minimum,  
gousset et tôle acier E24 épaisseur mini = 4 mm



le limon UPN100 vient s'enquiller dans la cornière L 70x70x7

## Garde-corps (GC)

Fabrication sur plans : selon normes :

> norme NF EN ISO 14122-3 qui annule et remplace la norme NF E 85-101 d'octobre 1988 : garde-corps permanents pour accès technique, non accessible au public.



source : <http://www.fabricantdegardecorps.fr/methode-test.php>

Nota : les normes suivantes ne s'appliquent pas au projet étudié :

> NF P 01-012 : Règles de Sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier.

> NF P 01-013 : Essais des garde-corps / méthodes et critères (pour leur dimensionnement).

**chargement : vu les conditions d'exploitation, il est proposé et soumis au visa du maître d'œuvre, les charges suivantes, conditions supérieures à la norme en question :**

> effort horizontal =  $45 \text{ daN} \times 1.5$  (coef. sécurité) = 67.5 daN

> effort vertical =  $45 \text{ daN} \times 1.5$  (coef. sécurité) = 67.5 daN



sachant que les calculs sont réalisés selon les conditions statiques et non dynamiques.

### **mode de chargement**

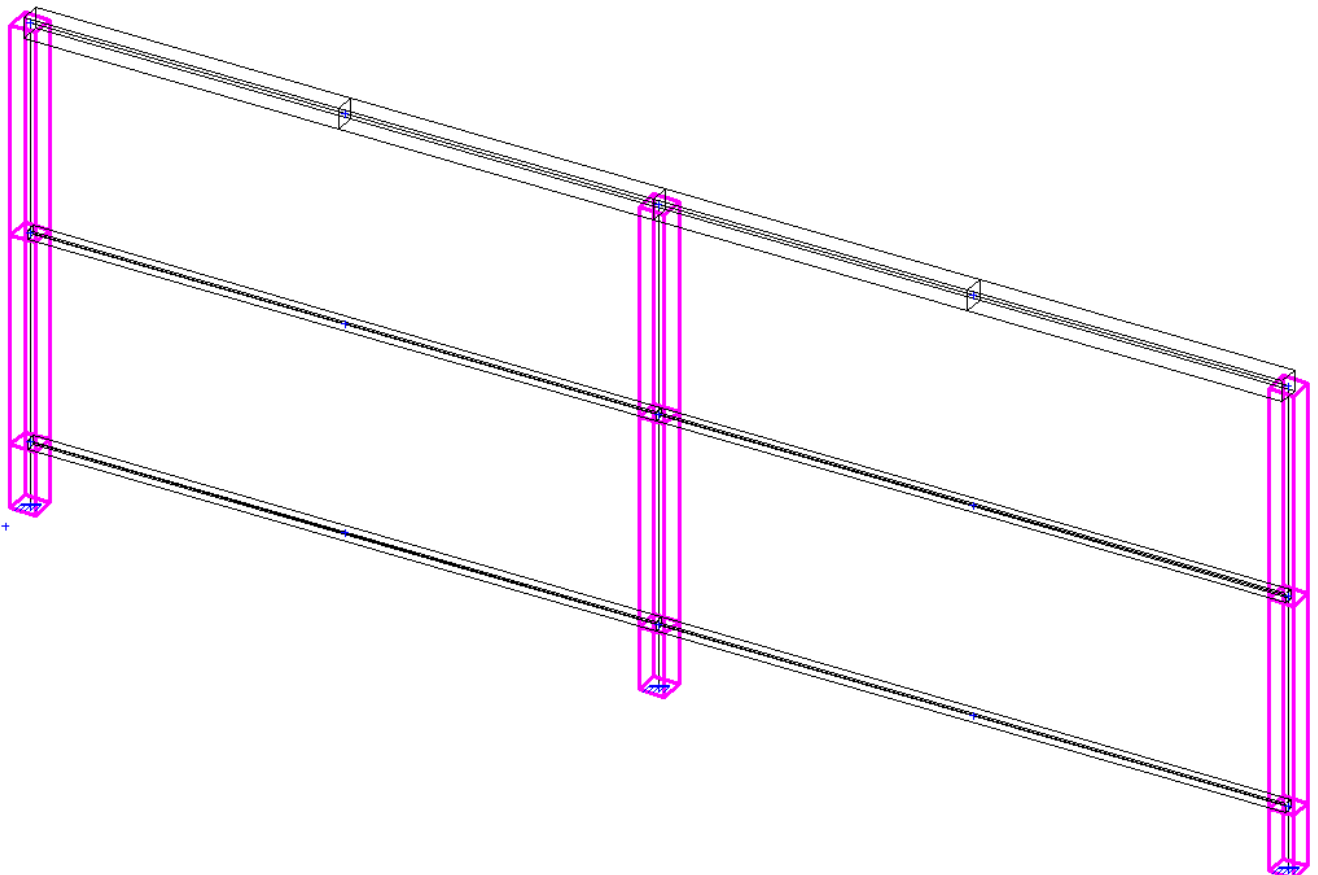
1/ charge horizontale sur tête du potelet central  
(correspond au cas de charge "charge d'exploitation" du modèle 3D)

2/ charge horizontale sur main courante, à mi-distance entre potelet central et potelet extérieur  
(correspond au cas de charge "ch exploit 2" du modèle 3D)

3/ charge verticale + horizontale au droit du potelet central pour détermination de l'assemblage en pied (encastrement)  
(correspond au cas de charge "Assem encastrement pied" du modèle 3D)

### **Descriptif succinct des garde-corps en vu de leur dimensionnement**

garde-corps composé de 3 potelets équidistants + main courante + 2 lisses inférieures : schéma :



Acier courant : SJ235 (# E24)

**potelets**

- > hauteur = 1 200 mm
- > espacement = 1 500 mm (selon la norme)
- > section potelets = tube rond D48.3 x 2.6

**main courante**

- > longueur 2 300 mm en une seule partie
- > section = tube rond D42.4x 2.6 ou fer plat 40x 20 mm(section à plat)

**lisses**

- > longueur 2 300 mm en deux parties
- > section = tube rond D21.3 x 2.3 (cette section joue peu dans la résistance globale de la structure, recherchée).

Ces sections sont issus des calculs dont voici les résultats ; ils sont optimum au regard du mode de chargement.

**Résultats**

Il est précisé que les calculs ne portent pas sur la flèche résiduelle comme demandée par la norme NF EN ISO 14122-3. Cette flèche ne pourra être déterminée que par un essai soit en laboratoire, soit in situ.

Déformation admissible = 200 mm en tête de potelet central

=> Déplacement calculé = 10 mm maxi.

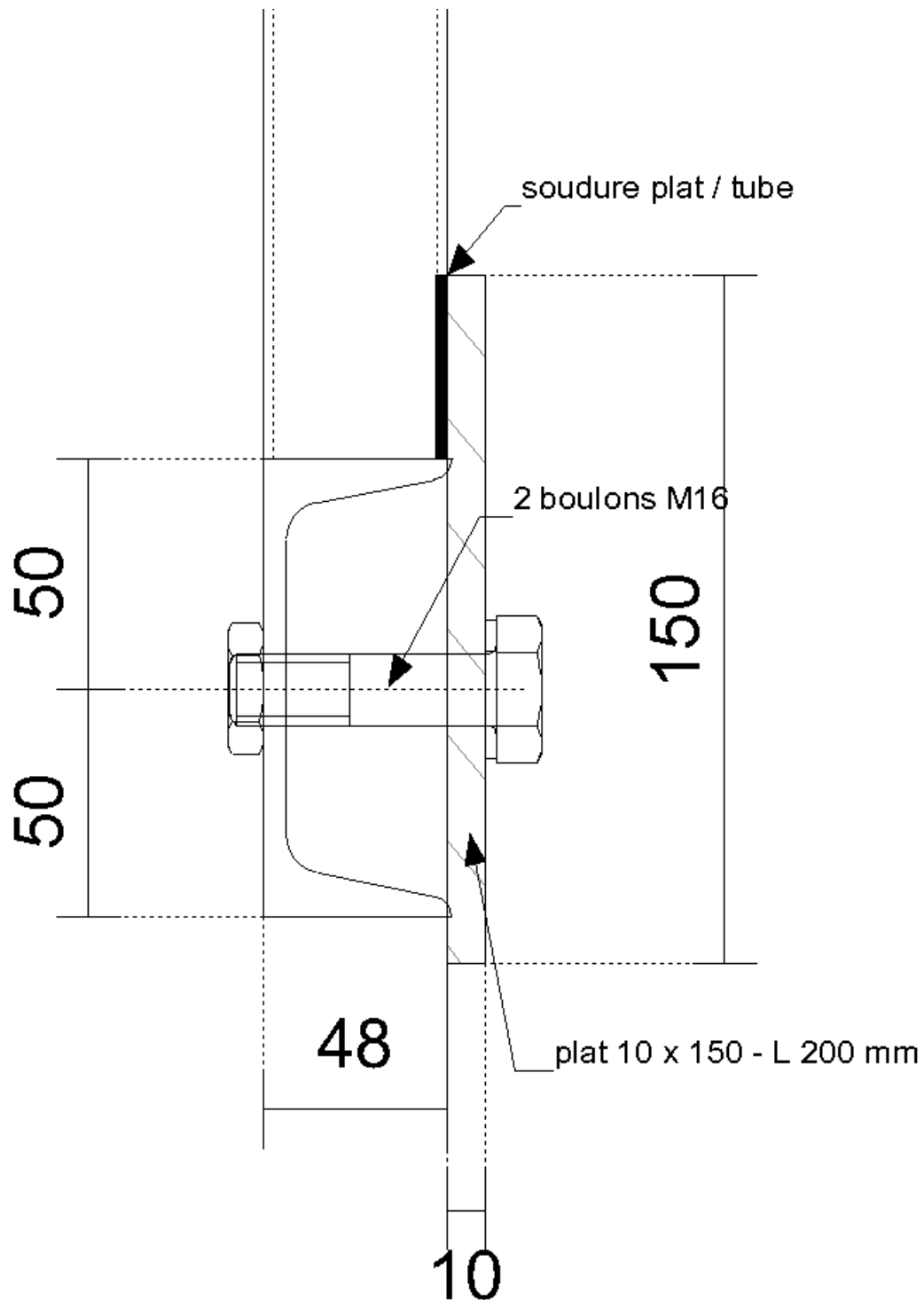
=> contrainte maximale = taux de 96% sachant que la distance entre les potelets sera inférieure aux calculs.

Cela passe selon les règles CM66.

cf. NdC " passerelle GC cas 1-2-3" (pdf) jointe.

### Ancrage pied de potelet sur limon de la passerelle

> mode de fixation : platine fixant le potelet par dessus le limon, et non le côté.  
dessin de principe, à partir des sections définies ci-avant + section du limon :



> efforts à reprendre : boulon en traction  $T = 1\,060$  daN dû au moment d'(encastrement + 67.5 daN dû à la poussée soit traction totale = 1 128 daN

Dimensionnement : selon schéma ci-avant :

- 2 boulons M16 distants de 100 mm entre eux, et de 50 mm / longueur du plat
- 10 x 150 soudé sur tube (2 côtes du tube)

Nota : prévoir toute sujétion évitant la stagnation d'eau (congé des pièces etc.)

### **Informations de base selon différentes sources :**

*<http://www.echelle-crinoline.fr/reglementation-echelle-crinoline.html> : fabricant d'échelle à crinoline*

Espacement entre échelons : l'espacement entre deux échelons successifs de l'échelle doit être constant est compris entre 225 mm et 300 mm (NF E 85 016 article 4.4.1)

La largeur de l'échelle entre deux montants doit être comprise entre 400 mm et 600 mm (NF E 85 016 article 4.5.1)

Fin du rapport : annexes + visa :

annexes jointes :

- 2 Notes de calculs (NdC) de la structure 3D :
  - > 2 cas de chargement / plans d'exé.
- 2 notes de descentes de charges estimées selon ce cahier des charges, pour les reprises aux appuis sur la ferme et sur ses pieds.

Visa du Maître d'Œuvre pour exécution des travaux :

ce visa vaut autant pour les résultats que pour le contenu du cahier des charges défini dans le présent document.

nom, prénom, statut et prérogatives du signataire au regard du marché passé avec le Maître d'Ouvrage :