

Évaluation structurelle – Système de montage BiTile

1. Introduction

Ce document présente l'évaluation structurelle du système BiTile, dans lequel des modules photovoltaïques sont montés sur des rails en aluminium faisant office d'éléments porteurs.

Les rails sont fixés sur des liteaux en bois au moyen de crochets de toiture, eux-mêmes ancrés dans la sous-structure à l'aide de vis.

L'évaluation est basée sur :

- **EN 1991-1-4** – Actions du vent
- **EN 1995-1-1** – Structures en bois
- Propriétés du matériau aluminium (EN AW 6063 T66)

2. Description du système

Le cheminement des charges est le suivant :

Module PV → rail → crochet de toiture → vis → liteau → structure de toiture

3. Géométrie

- Entraxe des rails : **800 mm**
- Entraxe des crochets de toiture : **800 mm**
- Portée du rail : **800 mm**

Surface d'influence par rail :

$$0,8 \times 0,8 = 0,64 \text{ m}^2$$

4. Propriétés des matériaux

Profil en aluminium :

- Alliage : EN AW 6063 T66
- Module d'élasticité :

$$E = 70\,000 \text{ N/mm}^2$$



- Contrainte admissible :

$$\sigma_{adm} = 195 \text{ N/mm}^2$$

Caractéristiques de section :

- Module de résistance :

$$W_x = 4508,5 \text{ mm}^3$$

- Moment d'inertie :

$$I_x = 95522,3 \text{ mm}^4$$

5. Charges

5.1 Charge permanente

$$q_g = 100 \text{ N/m}^2$$

5.2 Charge de vent (conservatif – zone de rive)

Selon EN 1991-1-4 :

- Région de vent : I (référence Pays-Bas)
- Terrain : ouvert
- Hauteur du bâtiment : 20 m

Pression dynamique de pointe :

$$q_p = 1,27 \text{ kN/m}^2$$

Coefficient de pression (zone de rive, cas défavorable) :

$$C_{pe} = -2,9$$

5.3 Charge résultante

$$q_w = 1,27 \cdot 2,9 = 3,68 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{tot} = 3,68 + 0,10 = 3,78 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{tot} = 3780 \text{ N/m}^2$$

6. Conversion en charge linéaire

Largeur d'influence = 0,8 m :

$$\begin{aligned} q_{lin} &= 3780 \cdot 0,8 = 3024 \text{ N/m} \\ &= 3,02 \text{ N/mm} \end{aligned}$$



7. Vérification du profil

7.1 Moment fléchissant

$$M_{max} = \frac{qL^2}{8}$$
$$M = \frac{3,02 \cdot 800^2}{8} = 241600 \text{ Nmm}$$

7.2 Vérification des contraintes

$$\sigma = \frac{M}{W}$$
$$\sigma = \frac{241600}{4508,5} \approx 53,6 \text{ N/mm}^2$$

Admissible :

$$195 \text{ N/mm}^2$$

Taux d'utilisation $\approx 27 \%$

7.3 Flèche

$$w_{max} = \frac{5qL^4}{384EI}$$
$$w \approx 0,25 \text{ mm}$$

Flèche admissible

$$\frac{L}{200} = 4 \text{ mm}$$

Taux d'utilisation $\approx 6 \%$

8. Effort dans la fixation

Réaction par appui :

$$R = \frac{qL}{2} = \frac{3,02 \cdot 800}{2} = 1208 \text{ N}$$

$\approx 1,2 \text{ kN}$ par crochet de toiture



9. Effort dans les vis

Par crochet :
2 vis

$$F_{vis} = 1208/2 = 604 \text{ N}$$

≈ 0,6 kN par vis

Comparaison avec la résistance

- Vis : filetage total 5×60 mm inox
- Classe de bois : conservatif C18

Densité caractéristique :

$$\rho_k = 320 \text{ kg/m}^3$$

Profondeur efficace d'ancrage :

$$l_{ef} = 25 \text{ mm}$$

Paramètre d'arrachement (Eurocode 5)

$$f_{ax,k} = 0,082 \cdot \rho_k = 0,082 \cdot 320 = 26,2 \text{ N/mm}^2$$

Résistance caractéristique à l'arrachement

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}$$
$$F_{ax,Rk} = 26,2 \cdot 5 \cdot 25 = 3275 \text{ N}$$

Valeur de calcul

$$F_{ax,d} = 3275/1,3 \approx 2520 \text{ N}$$

Valeur de calcul ≈ 2,5 kN par vis

Taux d'utilisation

$$\frac{0,6}{2,5} \approx 0,24$$

Taux d'utilisation ≈ 30 %



10. Résultats

Élément	Capacité	Charge	Taux d'utilisation
Profil (contrainte)	195 N/mm ²	54 N/mm ²	~27 %
Flèche	4 mm	0,25 mm	~6 %
Vis	2,5 kN	0,6 kN	~30 %

11. Conclusion

Le système BiTile satisfait largement aux exigences de résistance et de déformation, même sous des charges de vent conservatrices en zone de rive à une hauteur de bâtiment de 20 m.

- Le profil en aluminium présente une réserve de capacité importante
- Les fixations par vis sont correctement dimensionnées

Le système peut donc être considéré comme **structurellement robuste et fiable**.

12. Remarques

- Le calcul est basé sur une trame régulière de 800 × 800 mm
 - Les zones de rive sont considérées de manière conservatrice
 - Les charges réelles seront généralement inférieures en pratique
 -
-

13. Clause de non-responsabilité

Cette évaluation est basée sur les **conditions de vent néerlandaises (EN 1991-1-4, Annexe Nationale des Pays-Bas)**.

Pour les projets :

- en dehors des Pays-Bas
- dans d'autres zones de vent ou de neige
- ou avec des géométries différentes

la conception structurelle finale doit être vérifiée et approuvée par un **ingénieur structure local certifié**, conformément aux réglementations nationales.