

LE 18/11/2025 – IND A

Voir aussi Rapport de diagnostic réf SERBA 23.1226 DIAG01_BÂTIMENTS 1 & 10 CAMPUS LOMBARDERIE_NANTES en date du 16 novembre 2023.

Objet : mise à jour NDC bâtiment 1, toiture terrasse avec SAS de circulation

Préambule

Pour rappel, l'objectif de la mission diagnostic datant de 2023 était d'étudier l'aptitude du plancher à recevoir un chargement supplémentaire, type panneaux photovoltaïques ou végétalisation.

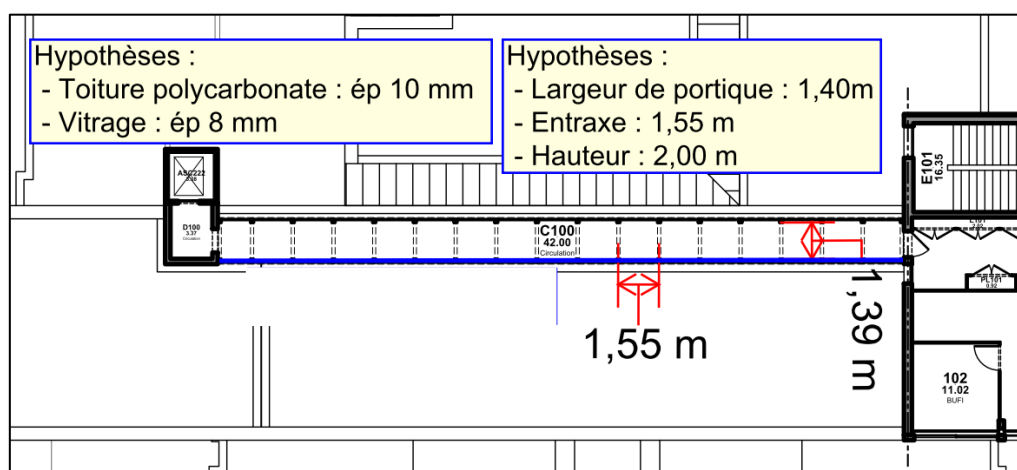
Une partie de la toiture-terrasse présente un sas de circulation de type galerie technique. Selon nos recherches, la galerie technique résulte de travaux de réhabilitation menés au début des années 1990. En l'absence de données précises sur cet ouvrage (*géométrie, nature, localisation des porteurs, ...*), il n'est pas possible de re-calculer la capacité portante du plancher avec précision.

Toutefois, sur la base des hypothèses ci-dessous, la présente NOTE propose une approche calculatoire de type étude de sensibilité visant à confirmer ou non la faisabilité de mettre en œuvre une végétalisation légère sur la toiture.



Figure 1 : Localisation de la galerie technique

Hypothèse sur la géométrie du SAS (*aucun relevé effectué sur site*) :



Hypothèses de calcul

- Géométrie
 - Plancher de type poutrelles-hourdis céramique, d'épaisseur 20 + 8 cm
 - Hauteur de poutrelle $h = 28$ cm
 - Entraxe des poutrelles $e = 35$ cm
 - Enrobage des armatures $c = 25$ mm
 - Longueur de la poutrelle $L = 6,90$ m
- Ferraillage
 - Longitudinal : 1 HA14 + 1 HA10
- Matériaux
 - Béton $f_{ck} = 25$ MPa
 - Acier $f_{yk} = 420$ MPa ($\varphi < 20mm$)
 - $\gamma_s = 1,15$
- Chargement
 - Charges permanentes
 - ❖ Poids propre de la structure : $2,5 \text{ kN/m}^2$ (complexe poutrelle-hourdis céramique) $\rightarrow 2,5 * 0,35 = \mathbf{0,88 \text{ kN/ml sur la poutrelle}}$
 - ❖ Complexe de végétalisation : $1,14 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 1,14 * 0,35 = \mathbf{0,40 \text{ kN/ml sur la poutrelle à partir de 1,50m}}$
 - ❖ Réseaux + faux-plafond : $0,20 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 0,20 * 0,35 = \mathbf{0,07 \text{ kN/ml sur la poutrelle}}$
 - ❖ SAS de circulation (hypothèses, aucunes données sur la structure existante et aucun relevé n'a été effectué)
 - Dalle en béton armé ép 20 cm : $5 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 5 * 0,35 = \mathbf{1,75 \text{ kN/ml sur la poutrelle}}$
 - Nouveau complexe en toiture : $13,3 \text{ daN/m}^2 \rightarrow 0,133 * 1,55 / 2 = \mathbf{0,10 \text{ kN à 1,50 m de l'appui}}$
 - Vitrage 4/16/4 (hauteur 2,00 m / ép 8 mm) : $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3 \rightarrow 2 * 0,008 * 25 = \mathbf{0,40 \text{ kN/ml à 1,50m de l'appui}}$
 - Charpente métallique : on considère un poteau ($h=2,00m$) et une panne ($L=1,40m$) HEA 100 entraxe 1,55 m : $(2 * 16,7 + 1,40 * 16,7 / 2) / 1,55 = \mathbf{0,30 \text{ kN/ml à 1,50m de l'appui}}$
 - Charges d'exploitation
 - ❖ Charge d'entretien $Q = 0,8 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 0,8 * 0,35 = \mathbf{0,28 \text{ kN/ml sur la poutrelle}}$
 - ❖ Charge de circulation $Q = 2,5 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 2,5 * 0,35 = \mathbf{0,88 \text{ kN/ml sur la poutrelle}}$
- Combinaison
 - ELU : $1,35G + 1,5Q$

Calcul du moment résistant

$$M_{Rd} = z * A_{s,th} * \frac{f_{yk}}{1,15}$$

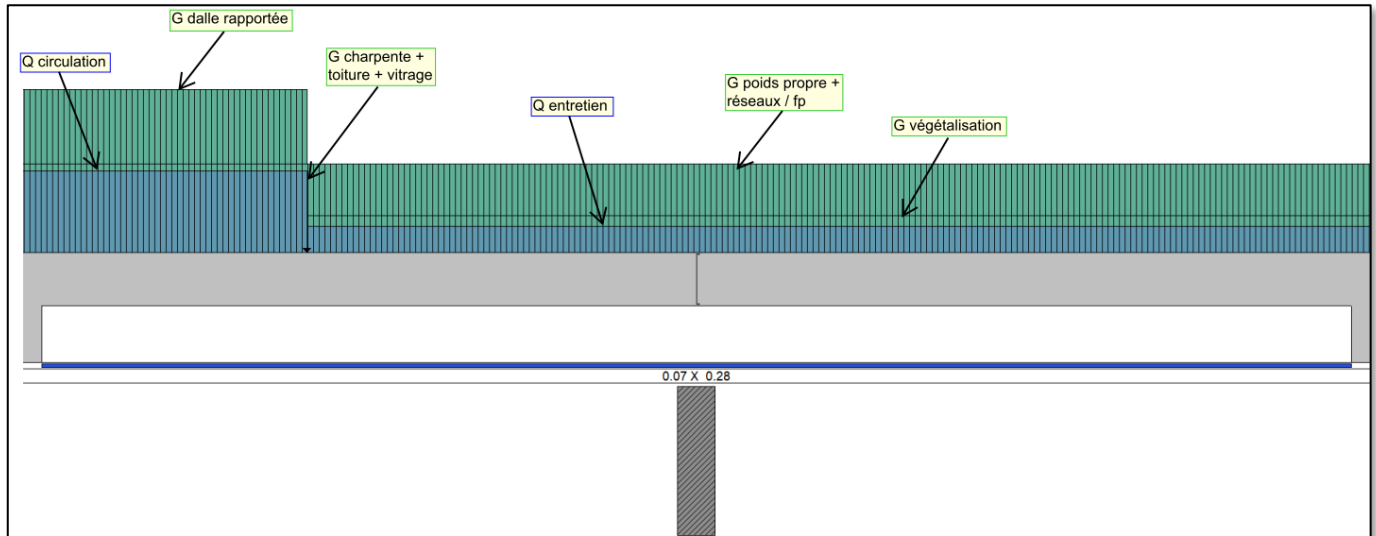
Avec :

- $z = 0,9d$
 - $d = h - c = 28 - 2,5 = 25,5$ cm
- $A_{s,th} = 2,33 \text{ cm}^2/\text{ml}$
- $f_{yk} = 420$ MPa

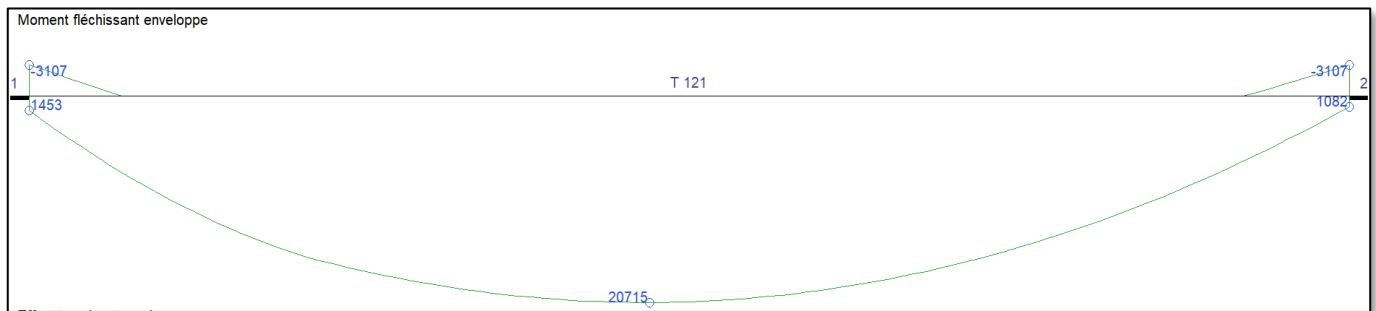
$$M_{Rd} = 0,90 * 0,255 * 2,33 * 10^{-4} * \frac{420 * 10^3}{1,15} = \mathbf{19,53 \text{ kN.m/ml}}$$

Calcul du moment agissant

Sollicitations



Résultats



$$M_{Ed} = 20,71 \text{ kN.m/ml}$$

Calcul du taux de travail

$$\sigma = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{20,71}{19,53} = 106 \%$$

Sur la base des hypothèses considérées (*aucun relevé de la galerie technique*), le taux de travail de la poutrelle est de 106%.

Tableau 3a – Description des systèmes SOPRANATURE TOUNDRA – Semis plantation TOUNDRA												
Végétation	Pente (%)	Type de support	Zone géographique Française cf figure 6	Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)	Couche filtrante	Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)	Épaisseur rouleaux (cm)	C.M.E. totale indicative du complexe (l/m²)	EIM (2) totale indicative du complexe (mm)	Poids maximum du complexe à C.M.E (kn/m²)	Poids total du complexe avec charge forfaitaire (kg/m²)	Poids minimum du complexe à sec (kg/m²)
TOUNDRA par semis (1) et semis Hydro	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 4		23	80	99	114	54*
	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 4		23	80	99	114	54*
	3 à 20	TAN et BPD (5)	toutes zones	SL Z 4	(6)	SF X 4		23	80	99	114 (3)	54*
TOUNDRA	3 à 20	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones		(6)	SF M 8		23	80	105	120 (3)	56*

A titre d'exemple, en considérant une végétation type TOUNDRA par rouleaux pré cultivé (*poids complexe total estimé à 97 kg/m², voir ci-dessous*), le taux de travail estimé est de 103,4%.

Végétation	Pente (%)	Type de support	Zone géographique Française cf figure 6	Nature du drainage et épaisseur nominale (cm)	Couche filtrante	Nature du substrat et épaisseur nominale (cm)	Épaisseur rouleaux (cm)	C.M.E. totale indicative du complexe (l/m ²)	EIM (2) totale indicative du complexe (mm)	Poids maximum du complexe à C.M.E (kn/m ²)	Poids total du complexe avec charge forfaitaire (kg/m ²)	Poids minimum du complexe à sec (kg/m ²)
TOUNDRA par rouleaux précultivés	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SL Z 4		SF X 3	2	25	90	98	113	64
	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SL Z 4		SF X 3	2	25	90	98	113	64
	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SL Z 4		SF X 3	2	25	90	98	113 (3)	64
	0 à 3	maçonnerie	toutes zones (1)	SL Z 6			2	17	80	90	105	57*
	1 à 3	béton cellulaire	toutes zones (1)	SL Z 6			2	17	80	90	105	57*
	3 à 20	maçonnerie, TAN, BPD et béton cellulaire	toutes zones			SF M 6	2	27	80	96	111 (3)	57*
	0 à 20	maçonnerie (4)	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	35	95	82	97	48*
	1 à 20	béton cellulaire	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	35	95	82	97	48*
	3 à 20	TAN et BPD	toutes zones	SPD 25	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	35	95	82	97 (3)	48*
	0	maçonnerie (5)	toutes zones (5)	SPD	SOPRAFILTRE	SF X 5	2	28	106	82	97	48*