

**Maître d'Ouvrage :**

MAIRIE DE PARIS

**Ouvrage :**

TOITURES - TERRASSES

**Localisation :**

GYMNASÉ COUR DES LIONS, 7 RUE ALPHONSE BAUDIN,  
PARIS 75011

**STRUCTURE  
RÉHABILITATION**  
— bureau d'études techniques —  
laboratoire d'essais et de contrôle

## RAPPORT DE DIAGNOSTIC



**STRUCTURE  
RÉHABILITATION**  
— bureau d'études techniques —  
laboratoire d'essais et de contrôle

**MAIRIE DE PARIS**

**STRUCTURE ET REHABILITATION**

Tour Gallieni 2  
36 avenue du Général de Gaulle  
93170 BAGNOLET

Tél. : 01.49.72.73.92  
Fax : 01.49.72.87.30

**VILLE DE PARIS**  
**DIRECTION DU PATRIMOINE ET DE L'ARCHITECTURE**

SERP - Service des Equipements Recevant du  
Public  
98 quai de la Râpée – 75012 PARIS

Tel : 01 40 28 70 14

**Gymnase Cour des Lions – 7 Rue Alphonse Baudin, 75011 Paris**  
**DIAGNOSTICS STRUCTURELS DES TERRASSES DANS LE CADRE D'UN APPEL A PROJET POUR**  
**LA VEGETALISATION DES TOITURES- PROJET 100HA**

	Date 02/06/2016	Indice 0	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
	N°Aff. : SSB-16-00178		P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI
	VISA				

## SOMMAIRE

1.	OBJET .....	3
2.	PRESENTATION DE L'OUVRAGE .....	4
2.1	SITUATION DU BATIMENT .....	4
2.2	DESCRIPTION DU BATIMENT EXISTANT .....	4
2.3	TERRASSES C ET D .....	5
3.	FICHE DE VISITE TERRASSE A .....	7
3.1	REPORTAGE PHOTO TOITURE A .....	8
4.	LOCALISATION DES SONDAGES .....	11
4.1	SONDAGE TERRASSE A .....	11
5.	RESULTATS DES SONDAGES .....	12
5.1	EXAMEN VISUEL ET GEOMETRIE DE LA STRUCTURE .....	12
5.2	SONDAGES NON DESTRUCTIFS .....	12
5.3	SONDAGE DESTRUCTIFS .....	13
6.	RESULTATS DES CALCULS .....	14
6.1	HYPOTHESES DE CALCUL .....	14
6.2	MATERIAUX .....	14
6.3	CALCUL DE CAPACITE PORTANTE DES PLANCHERS .....	14
7.	CONCLUSION .....	15
8.	ANNEXES .....	16

## 1. OBJET

Dans le cadre du projet de préservation de l'environnement, la Mairie de Paris veut créer, sur plusieurs terrasses d'établissements publics, des toitures végétalisées. Le rapport qui suit est relatif au Gymnase Cour de Lions, situé au 9 rue de Alphonse Baudin à Paris 10<sup>ème</sup> arrondissement.

Ce rapport a pour but de:

1. Classer les toitures suivant les trois différentes catégories de végétalisation possibles (*extensive, semi-intensive et intensive*) ;
2. Indiquer l'encombrement existant sur la toiture ;
3. Indiquer les conditions d'accès actuelles et la possibilité de les améliorer en fonction de la catégorie de végétalisation possible ;
4. Donner des indications au niveau de la sécurité (protection collective types garde-corps, accès...) ;
5. Qualifier l'état de l'étanchéité actuelle ;
6. Indiquer la protection à mettre en œuvre dans le cas d'une végétalisation ;
7. Traiter de l'écoulement des eaux sur la toiture (présence de flaches importantes, état des DEP).

Pour rappel, voici la répartition des trois typologies végétales :

- *Toiture de type extensif* : Végétation rase à très basse, charge induite 100-150 kg/m<sup>2</sup>. Généralement non accessible au public.
- *Toiture de type semi-intensif* : Végétation herbacée, charge induite 150-350 kg/m<sup>2</sup>. Accessibilité au public possible sous conditions de surcharge admissible et de sécurité.
- *Toiture de type intensif* : Végétation arbustive, charge induite >350 kg/m<sup>2</sup>. Accessibilité au public conseillée sous conditions de surcharge admissible et de sécurité.

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	3/16

## 2. PRESENTATION DE L'OUVRAGE

### 2.1 SITUATION DU BATIMENT

Le Gymnase Cour des Lions se situe au 9 rue Alphonse Baudin, à Paris 11<sup>ème</sup>.  
Une vue satellite de la localisation du gymnase est présentée ci-dessous:

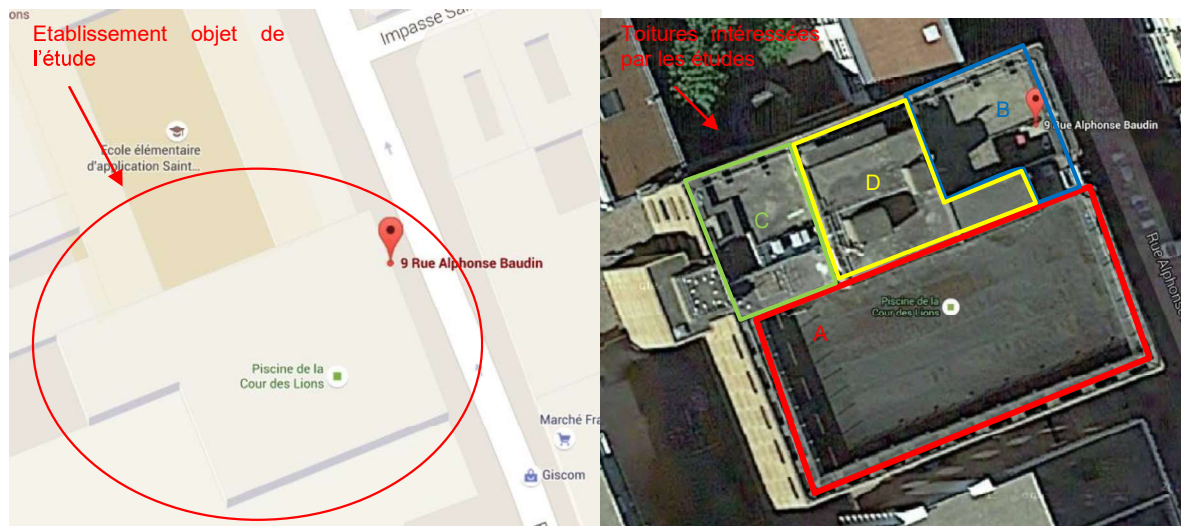


Figure 1

### 2.2 DESCRIPTION DU BATIMENT EXISTANT

Le bâtiment existant est composé de deux zones: une première zone de 20x40m qui accueille la piscine et le gymnase ; une deuxième zone de 15x40m où sont localisés les vestiaires, la circulation, etc.

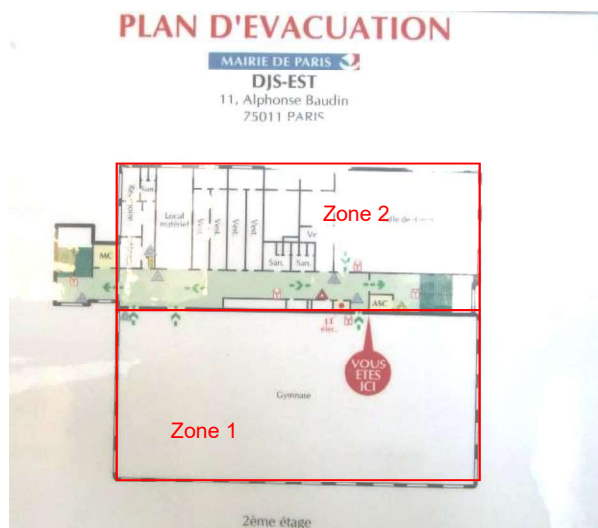


Figure 2

Nous pouvons distinguer 4 terrasses différentes, qui correspondent à 3 niveaux différents :

- La terrasse A, qui constitue le niveau le plus bas est localisée sur le gymnase;
- La terrasse B, au niveau intermédiaire, est localisée sur la salle de danse;

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	4/16

- c. La terrasse technique C, au même niveau que la terrasse B, est localisée sur les locaux vestiaires ;
- d. La terrasse technique D, constitue le niveau plus haut et est localisée sur le local technique.

### 2.3 TERRASSES C ET D

Les terrasses C et D accueillent les installations techniques. Les surfaces sont très encombrées et ne présentent donc aucun intérêt pour les finalités prévues dans cette étude.



Figure 3 – Terrasse C



Figure 4 – Terrasse D

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	5/16





Figure 5 : Terrasse C



Figure 6 : Terrasse C

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	6/16

## 3. FICHE DE VISITE TERRASSE A

Gymnase Cour de Lions - 9 rue Alphonse Baudin 75011 Paris						
Surface toiture	Encombrement sur toiture	Lanterneaux	Emergences	Plans disponibles	Commentaires: Toiture conçue pour être un terrain de tennis. (Voir photo n°1)	
800 m <sup>2</sup>	Aucun	Non présents	Non présents	NON		
STRUCTURE						
<b>Typologie des planchers :</b> Plancher en béton Précontraint. Portée des poutres 20m Entraxe : 4,50m (Voir Photos n°2-3)  <b>Schéma statique :</b> Poutres en 'I' précontraintes et déboulées, bi-appuyées.	<b>Pondération des charges</b>		<b>Classification de la toiture :</b> 100-150kg/m <sup>2</sup> Toiture dite de type "extensif"			
	<b>Charges Existantes</b>		<b>Charges Projet</b>		<b>Commentaires:</b> Suivant les hypothèses de charge prises en compte, la toiture pourra reprendre une charge maximale de 520 kg/m <sup>2</sup> .	
	G <sub>1</sub> (dalle) G <sub>2</sub> (Complexe étanchéité isolant) Q (NF P 06-001) = 250 kg/m <sup>2</sup>		G <sub>1</sub> (dalle) G <sub>2</sub> (Complexe étanchéité isolant) G <sub>3</sub> (Poids forfaitaire de sécurité) <sup>1</sup> = 15 kg/m <sup>2</sup> Q (Surcharge d'entretien) <sup>2</sup> = 100 kg/m <sup>2</sup>			
DISPOSITIFS D'EVACUATION DES EAUX PLUVIALES						
Bon état (fonction parfaitement remplie)			X	<b>Commentaires:</b> Des grilles sont positionnées le long des deux côtés longitudinaux. (Voir Photos n°4-5)		
Etat moyen (quelques défauts, fonction parfaitement remplie)						
Etat médiocre (dégradation partielle et/ou fonction mal remplie)						
Etat mauvais (dégradation générale et/ou fonction non remplie)						
ETANCHEITE						
Etat de la surface :			Protection étanchéité :			
Bon état (fonction parfaitement remplie)			X	Etanchéité asphalte auto protégé		
Etat moyen (quelques défauts, fonction parfaitement remplie)				Année de réalisation: 1981		
Etat médiocre (dégradation partielle et/ou fonction mal remplie)				Nature de l'étanchéité: Etanchéité asphalte. L'étanchéité est en bon état général. Voir photos n°1		
Etat mauvais (dégradation générale et/ou fonction non remplie)						
ACCESSIBILITE						
Indépendant	<b>Commentaires:</b> L'accès à la toiture est possible par l'escalier qui dessert le gymnase. Voir photo n°6 <i>Il existe un ascenseur, qui donne un accès direct de l'accueil du RDC vers un niveau, situé à moins de 2m du niveau de la terrasse. Dans une deuxième phase, après avoir réalisé des études complémentaires pour établir la réelle charge que la terrasse pourra reprendre, il faudra étudier la possibilité de créer un élévateur PMR (si les résultats des études classent la terrasse comme accessible au public)</i>					
Dépendant						X
Inaccessible						
SECURITE						
Présence de garde-corps :		<b>Commentaires:</b>				
Garde-corps en maçonnerie + grillage		La façade du bâtiment est prolongée jusqu'au niveau de la terrasse. Les ouvertures présentes sont protégées par un grillage métallique. Compte tenu de la conception initiale de la terrasse (terrain de tennis) les grillages sont prolongés sur la façade maçonnée le long du périmètre. Des projecteurs sont présents. (Voir photos n°1-4).				
ASPECT TECHNIQUE						
Arrivée d'eau - Nombre de points d'eau			2 (Voir photo n°7)			
Arrivée électrique - Présence d'une armoire électrique			OUI			

<sup>1</sup> Valeur fournie par le Règles professionnelles (CSFE-UNEP) pour l'aménagement des toitures-terrasses-jardins, édition n°2 novembre 2007

<sup>2</sup> Au sens de la norme NF P 06-001

### 3.1 REPORTAGE PHOTO TOITURE A



Photo 1 – Terrasse A

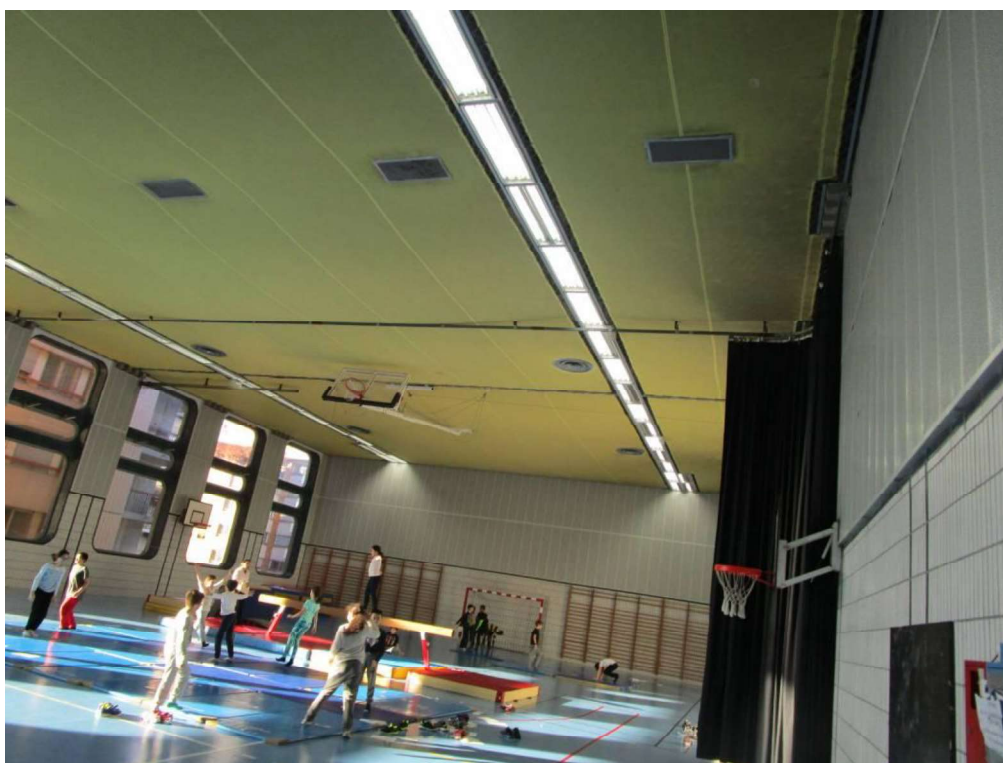


Photo 2– Terrasse A, Plancher Haut Gymnase

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	8/16





Photo 3 – Détail connexion poteaux - poutre



Photo 4 - Terrasse A, grille EP

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	9/16

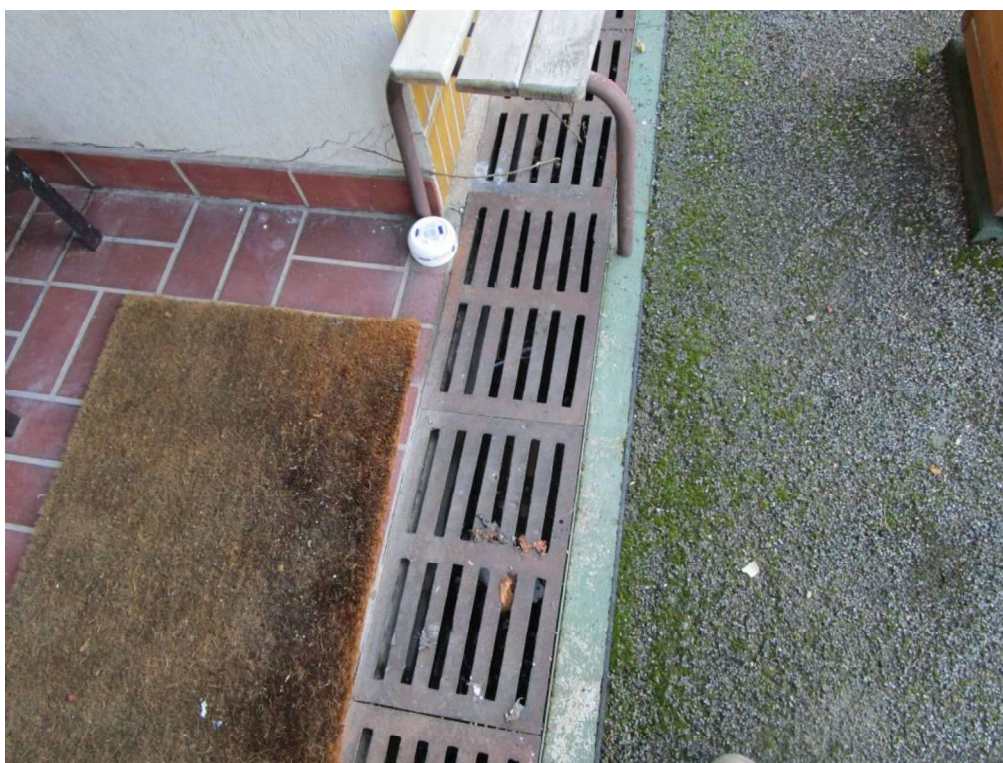


Photo 5 – Terrasse A, grille EP

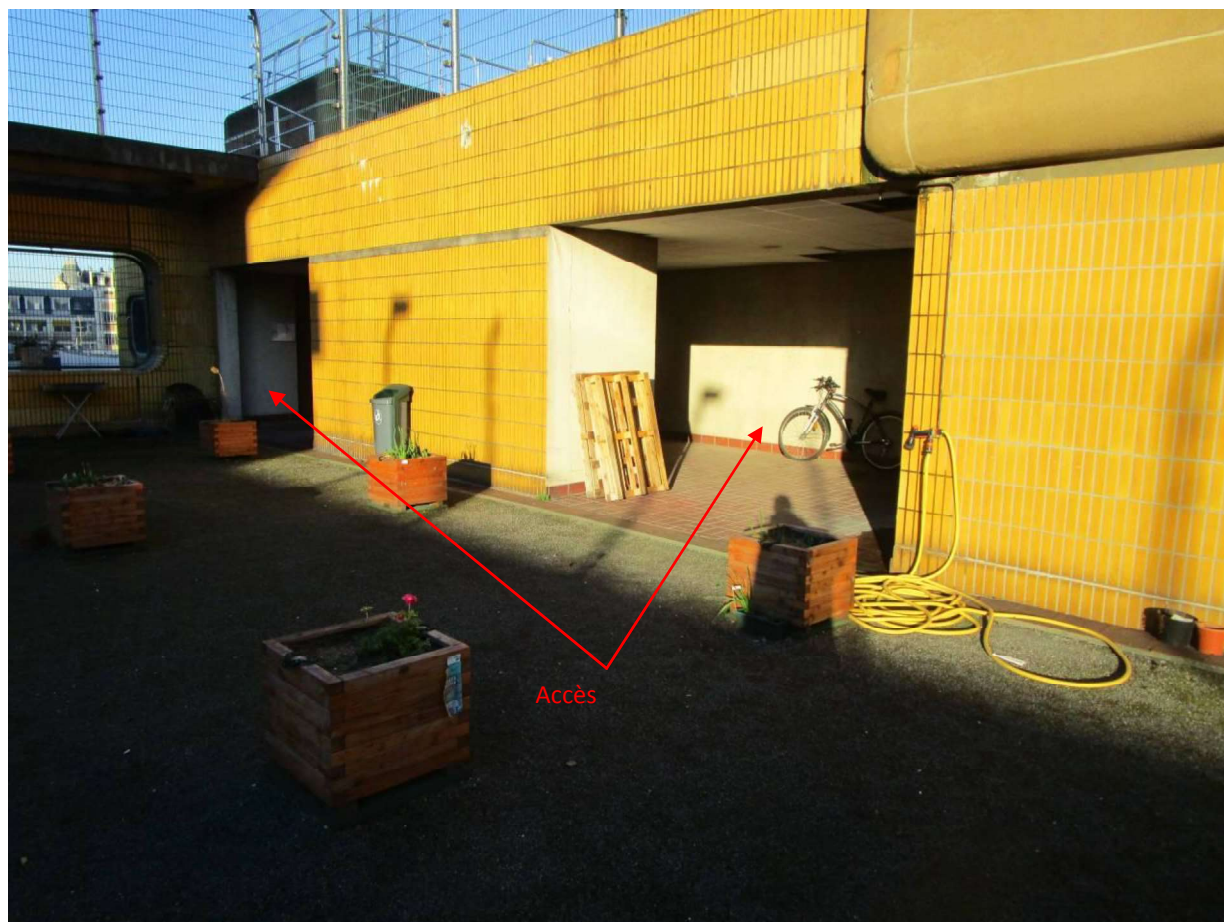


Photo 6 - Terrasse A, Accès

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	10/16





Figure 7 - Point d'eau

#### 4. LOCALISATION DES SONDAGES

##### 4.1 SONDAGE TERRASSE A

La toiture terrasse A est composée de dalles pleines en béton appuyées sur des poutres en 'i' précontraintes de 20 m de portée entre les façades.

La portée des dalles est de 3.50 m.

Le sondage a été réalisé en sous face d'une poutre en 'i', à mi-portée « SD1 ».

Ci-dessous l'implantation du sondage:

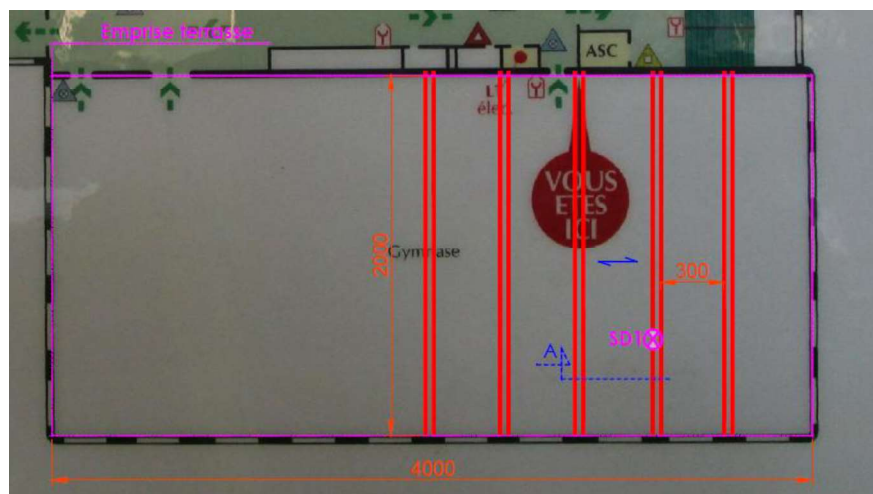


Figure 8 : Repérage des sondages sur la vue en plan du R+1 (Terrasse A)

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	11/16

## 5. RESULTATS DES SONDAGES

Les sondages destructifs sont systématiquement précédés de sondages non destructifs de type Structure Scan Mini, de manière à optimiser la réalisation de ces derniers.

### 5.1 EXAMEN VISUEL ET GEOMETRIE DE LA STRUCTURE

L'examen visuel de la poutre et de la dalle ne fait apparaître aucun désordre. Les portées mesurées sur site sont données sur le schéma ci-dessous.

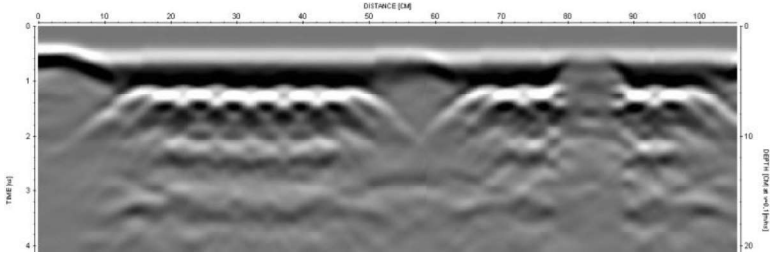
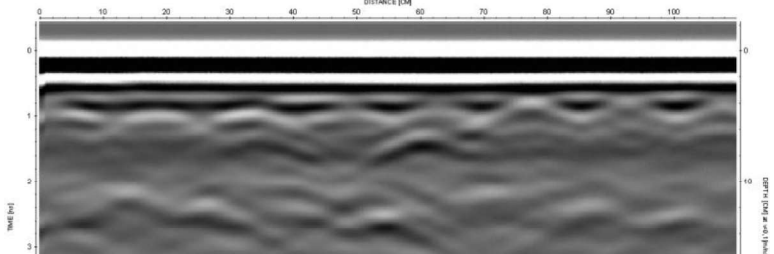
L'épaisseur de la dalle est comprise entre 10 et 18 cm (mesurée par Easy Scan). Le détail du ferrailage n'a pas pu être observé à cause de l'importante hauteur sous plafond.

Les dimensions de la poutre sont :

- Hauteur totale : 95cm
- Epaisseur de l'âme : 14 cm.
- Hauteur de l'âme : 55 cm ;
- Epaisseur du talon : 13 cm ;
- Largeur du talon : 50 cm.

### 5.2 SONDAGES NON DESTRUCTIFS

Les résultats des sondages non destructifs sont présentés ci-dessous.

SONDAGES	ENREGISTREMENT	Résultats
SND1-1 (en sous face de la poutre – Espacement des aciers longitudinaux)		Enrobage moyen 3.5 cm 7 monotorons
SND2-1 (en sous face de la dalle – Espacement des aciers longitudinaux)		Isolant 5 cm Epaisseur de la dalle Entre 10 et 18 cm 2 nappes minimum en lit inférieur 1 nappe minimum en lit supérieur



### 5.3 SONDAGE DESTRUCTIFS

#### 5.3.1 Sondage SD1

L'élément sondé en SD1 est une poutre en 'i' en béton précontraint et préfabriquée. La portée de la poutre sondée est de 20 m.

La portée de dalle reprise est de 3.50 m.

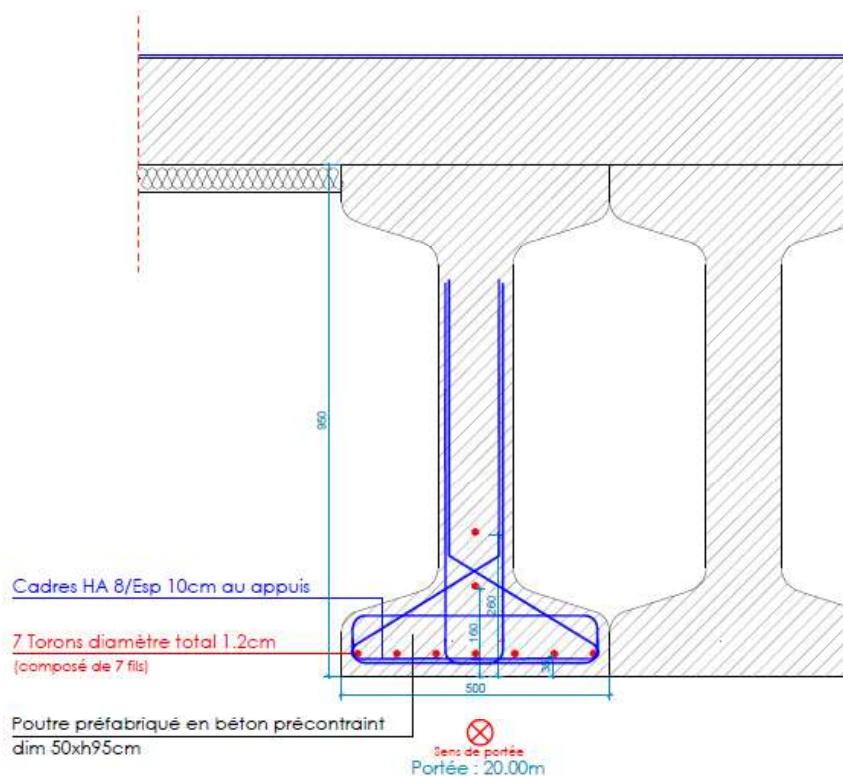
Le ferrailage de la poutre est composé de monotorons de diamètre 12 mm.

La position des torons est repérée ci-après.

#### Poutre en béton précontraint – Dimension : talon 50x13ht, âme 14x55ht, hauteur totale 95 cm

Lits	Ø (mm)	Nombre aciers/lit	Enrobage vertical $c_n$ (cm)	Enrobage horizontal $c_n$ (cm)	Type
Lit 1	12	7	3.5	x	acier de précontrainte
Lit 2	12	1	16.0	x	acier de précontrainte
Lit 2	12	1	26.0	x	acier de précontrainte
Cadres					
	Ø (mm)	Nombre de cadres/épingles	Enrobage vertical $c_n$ (cm)	Espacement sur appuis (cm)	Type
Sur appui	8	1 cadre	2.7	10	HA

Les caractéristiques dimensionnelles de la poutre sont détaillées ci-dessous.



Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	13/16

Ci-dessous les photos du sondage de la poutre.



Photo 7: Sondage SD3 – Poutre en travée

## 6. RESULTATS DES CALCULS

### 6.1 HYPOTHESES DE CALCUL

Textes normatifs applicables

**NFP 06-001** – Base de calcul des constructions – Charges d'exploitation des bâtiments

**NFP 06-004** – Base de calcul des constructions – Charges permanentes

**NF EN 1992-1-1** - Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments

### 6.2 MATERIAUX

#### - Béton

Béton de classe C25/30.

Module d'élasticité  $E = 34000 \text{ MPa}$

#### - Acier de type HA

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$\gamma_s = 1.15$

#### - Acier de précontrainte

Contrainte dans un câble :  $1100 \text{ MPa}$ .

### 6.3 CALCUL DE CAPACITE PORTANTE DES PLANCHERS

Les notes de calcul complètes se trouvent en Annexe au présent rapport.

La capacité portante obtenue est la suivante :

- La toiture terrasse indiquée avec la lettre A du Gymnase cours de Lions est apte à reprendre une charge équivalente de  $520 \text{ kg/m}^2$ .

Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	14/16

## 7. CONCLUSION

Dans le cadre du projet de préservation de l'environnement, qui comporte la création de plusieurs toitures végétales sur des terrasses d'établissements publics, la Mairie de Paris a mandaté la société Structure & Réhabilitation pour réaliser un diagnostic structure afin de classer les différentes typologies de végétalisation possible sur les terrasses du Gymnase Cour de Lions.

À la suite de notre campagne de sondages, nous pouvons synthétiser :


DENOMINATION	CAPACITE PORTANTE	SURFACE DISPONIBLE	POSSIBILITE DE VEGETALISER
Terrasse A	520 kg/m <sup>2</sup>	800m <sup>2</sup>	OUI

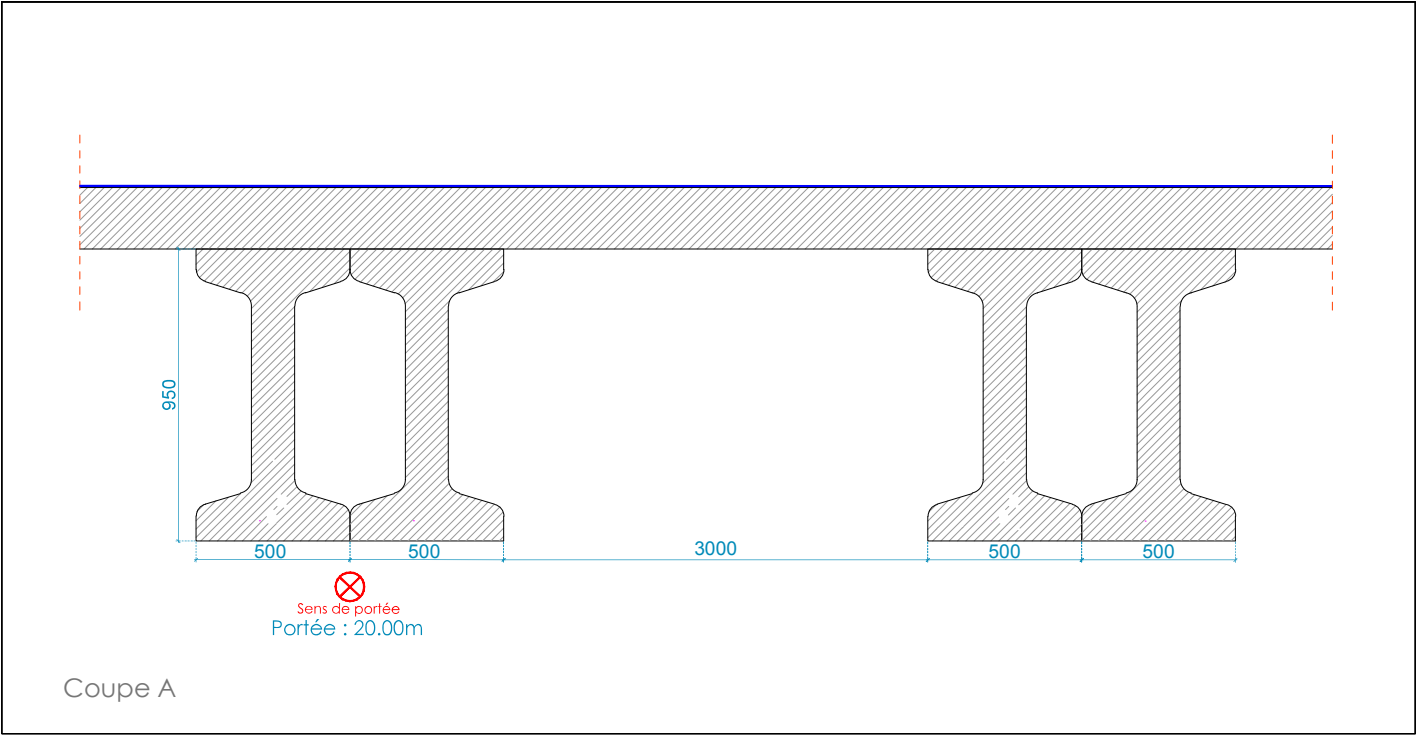
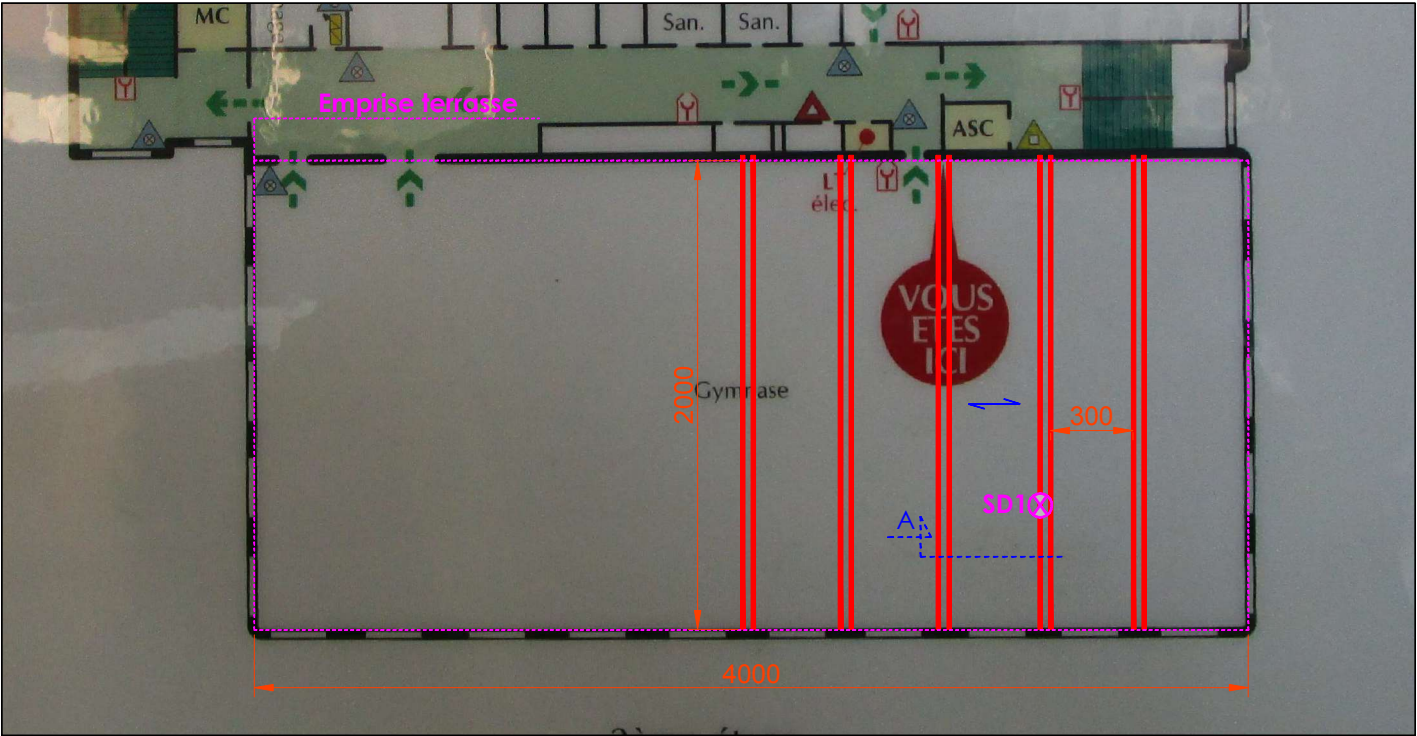
La valeur de la charge donnée correspond à la capacité portante du plancher hors poids propre (dalle, poutres, étanchéité, faux plafond...). Cette charge résiduelle comprend le poids de la végétalisation et la charge d'exploitation retenue par le maître d'ouvrage.

## **8. ANNEXES**



Date : 02/06/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. : SSB-16-00178	P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI	16/16

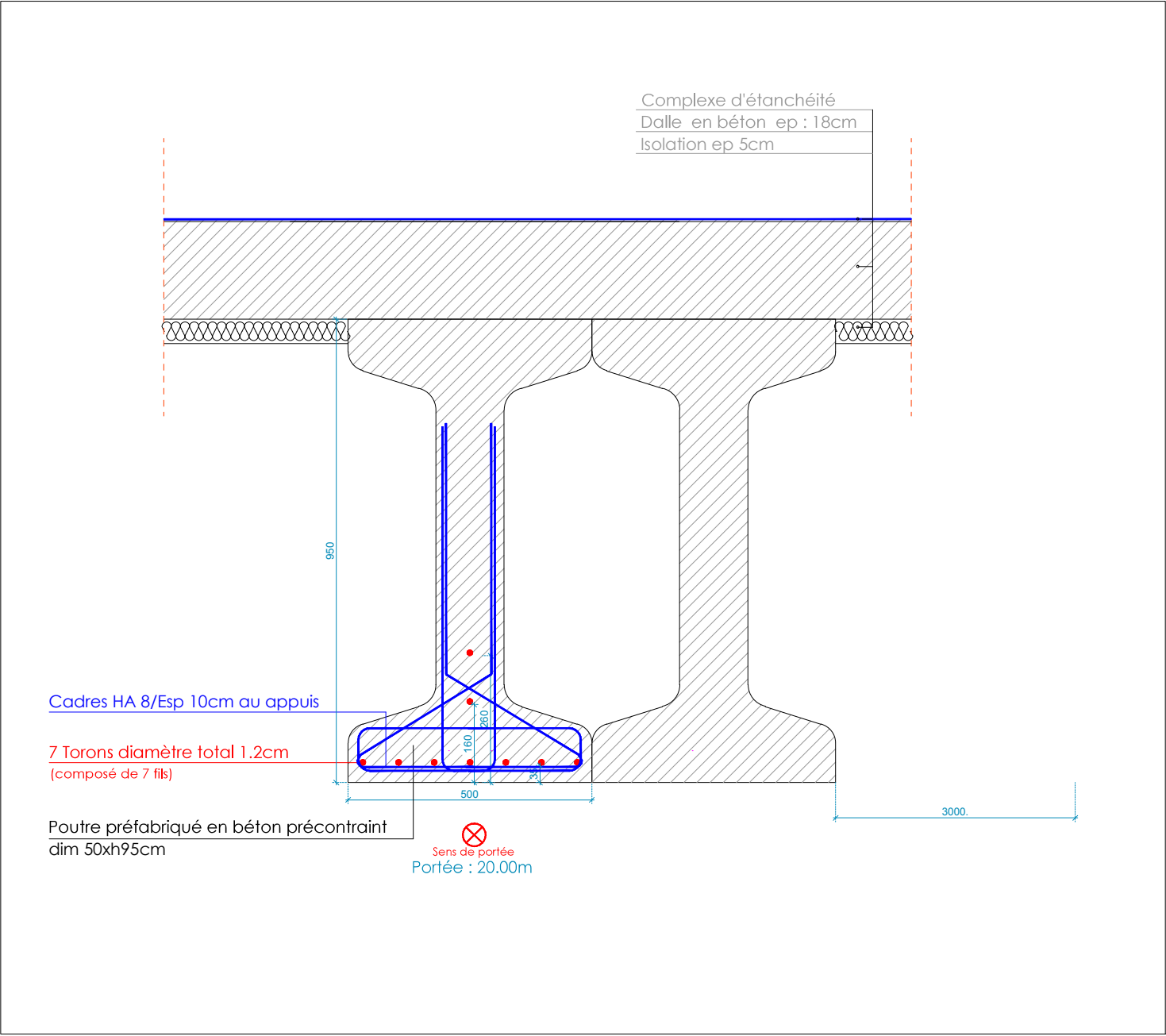


<div><div>MAIRIE DE PARIS</div></div>		<div>Gymnase Cour des Lions, 7 Rue Alphonse Baudin, Paris 75011</div> <div>Diagnostic structurel des terrasses dans le cadre d'un appel à projet pour la végétalisation -PROJET 100HA-</div> <div>Plan de localisation des sondages-Annexe1-</div>			<div><div>STRUCTURE RÉHABILITATION</div><div><div>bureau d'études techniques</div><div>laboratoire d'essais et de contrôle</div></div></div>
<div>N° AFFAIRE</div> <div>SSB-16-00456</div>	<div>INDICE</div> <div>0</div>	<div>DATE</div> <div>Mai 2016</div>	<div>PROJETEUR</div> <div>N.MESSAOUDI</div>	<div>VERIFICATEUR</div> <div>P.DI BELLO</div>	<div>APPROBATEUR</div> <div>A. SALHI</div>



- Elément porteur(Voile ou poteau)
- Poutre principale
- Poutre secondaire
- Sens de portée des planchers
- ⊗ Sondage destructif

<div><div>MAIRIE DE PARIS</div></div>	<div>Gymnase Cour des Lions, 7 Rue Alphonse Baudin, Paris 75011</div> <div>Diagnostic structurel des terrasses dans le cadre d'un appel à projet pour la végétalisation -PROJET 100HA-</div> <div>Sondage SD1-Annexe 2-</div>				<div>STRUCTURE RÉHABILITATION</div> <div>bureau d'études techniques</div> <div>laboratoire d'essais et de contrôle</div>
	<div>N° AFFAIRE</div> <div>SSB-16-00456</div>	<div>INDICE</div> <div>0</div>	<div>DATE</div> <div>Mai 2016</div>	<div>PROJETEUR</div> <div>N.MESSAOUDI</div>	<div>VERIFICATEUR</div> <div>P.DI BELLO</div>



## Caractéristiques géométriques de la section

b	50,00 mm	Largeur de la poutre
h	0,95 m	Epaisseur de la poutre
L	20 m	Portée de la dalle d'appui à appui
<b>Ms</b>	2189 kNm	Moment résistant ELU

## Calcul du moment sollicitant

g poutre	7 kN/m
g dalle	5 kN/m <sup>2</sup>
g étanchéité+chape	1,3278 kN/m <sup>2</sup>
g charges suspendues	1 kN/m <sup>2</sup>
entraxe poutre	1,5 m
G <sub>tot</sub>	17,9917 kN/m
M <sub>g</sub>	1214,43975 kNm

<b>M<sub>q</sub></b>	<b>649,71 kN.m</b>
Q	12,99 kN/ml

On en déduit la capacité portante Q de la poutre vis-à-vis du moment de flexion :

q	8,7 kN/m <sup>2</sup>
q	866 kg/m <sup>2</sup>

## VERIFICATION EFFORT TRANCHANT

Effort tranchant résistant

n	2
Ø (mm)	8
Asw (cm <sup>2</sup> )	1,01
s (cm)	10
z (m)	0,82
θ	45
f <sub>ywd</sub> (Mpa)	435
<b>V<sub>rd</sub> (MN)</b>	<b>0,35994</b>
<b>V<sub>rd</sub> (kN)</b>	<b>359,94</b>

Effort tranchant agissant

L'effort tranchant à une abscisse x de la poutre vaut :  
Cet effort est maximum aux appuis

$$V_{Ed}(x) = (1,35g + 1,5q) \times \left(\frac{L}{2} - x\right)$$

<b>V<sub>ed</sub> (kN)</b>	243	Poids propre uniquement
----------------------------	-----	-------------------------

Sous combinaison ELU on doit vérifier :

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

On en déduit :

<b>V<sub>q</sub> (kN)</b>	78,04
q (kN/m)	7,80

On en déduit la capacité portante de la poutre vis-à-vis de l'effort tranchant :

<b>Q' (kN/m<sup>2</sup>)</b>	5
<b>Q' (kg/m<sup>2</sup>)</b>	520

La capacité portante est donc de :

<b>Q (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>520</b>
-----------------------------	------------