

**Maître d'Ouvrage :** Mairie de Paris  
**Ouvrage :** Centre d'animation Mathis  
**Localisation :** 15 rue de Mathis, 75019 PARIS



## RAPPORT DE DIAGNOSTIC



**STRUCTURE ET REHABILITATION**

**VILLE DE PARIS**

Tour Gallieni 2  
 36 avenue du Général de Gaulle  
 93170 BAGNOLET

SLA 19  
 39, Quai de Seine 75019 PARIS

Tél. : 01.49.72.73.92  
 Fax : 01.49.72.87.30

**Centre d'animation Mathis – 75019 PARIS**  
**DIAGNOSTIC DANS LE CADRE DES TRAVAUX DE VEGETALISATION**  
**DE LA TOITURE TERRASSE DU BATIMENT**

	Date 19/02/2016	Indice 0	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
	N°Aff. : SSB-15- 01171		P. DI BELLO	A. TCHOULA	A. SALHI
	VISA				

**SOMMAIRE**

<b>1.</b>	<b>OBJET .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>PRESENTATION DE L'OUVRAGE .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>INTERVENTION SUR SITE .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>EXAMEN VISUEL.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3</b>	<b>RESULTATS DES SONDAGES DESTRUCTIFS – TOITURE TERRASSE.....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE DU PLANCHER .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	<b>HYPOTHESES DE CALCUL .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DE LA DALLE.....</b>	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE DES POUTRES .....</b>	<b>14</b>
<b>5.1</b>	<b>HYPOTHESES DE CALCUL .....</b>	<b>14</b>
<b>5.2</b>	<b>CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES POUTRES .....</b>	<b>14</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>16</b>

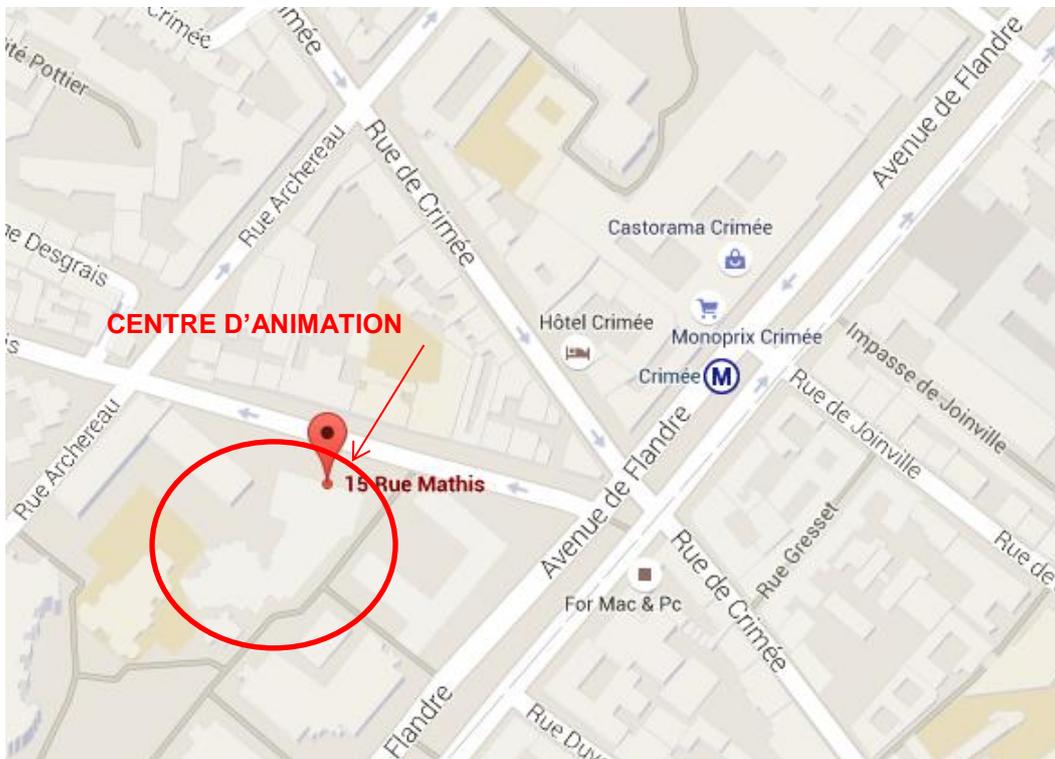
**1. OBJET**

A la demande de la Ville de Paris, la société Structure et Réhabilitation a effectué une mission de diagnostic de la structure de la dalle haute du niveau R+4 (toiture terrasse) du Centre d'Animation située au 15 rue de Mathis dans le 19<sup>ème</sup> arrondissement de la ville de Paris. Cette mission intervient dans le cadre des travaux de végétalisation de la toiture terrasse du bâtiment.

**2. PRESENTATION DE L'OUVRAGE**

Le Centre d'Animation est un ouvrage en béton armé qui comporte 4 niveaux sur RdC. La structure est de type voiles – poutres – dalles.

Les figures ci-dessous représentent l'emplacement de l'ouvrage ainsi qu'une vue aérienne de celui-ci :



Date : 19/02/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. n°SSB-15-01171	SSB-15- 01171	P. DI BELLO	A. TCHOULA	3/17



Figure 1 : Vue satellite de l'ouvrage

Notre mission intervient dans le cadre des travaux de végétalisation de la toiture terrasse. Elle concerne l'étude de la capacité portante de la toiture terrasse.

Dans la zone d'étude, notre mission consiste en :

- un examen visuel de la structure;
- un relevé de la géométrie de la structure;
- un relevé du ferrailage des dalles;
- un relevé du ferrailage des poutres ;
- un calcul de la capacité portante de la toiture terrasse.

Date : 19/02/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. n°SSB-15-01171	SSB-15- 01171	P. DI BELLO	A. TCHOULA	4/17

### 3. INTERVENTION SUR SITE

Notre intervention sur site a eu lieu lundi 25 Janvier 2016. Elle a consisté en un examen visuel de la structure, des sondages destructifs et non destructifs de reconnaissance du ferrailage des dalles et poutres. Les sondages ont été rebouchés à l'aide de mortier à prise rapide.

#### 3.1 EXAMEN VISUEL

L'examen visuel du plancher haut niveau R+4 ne fait apparaître aucun désordre.

#### 3.2 PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES

Un plan de localisation des sondages est disponible ci-dessous.

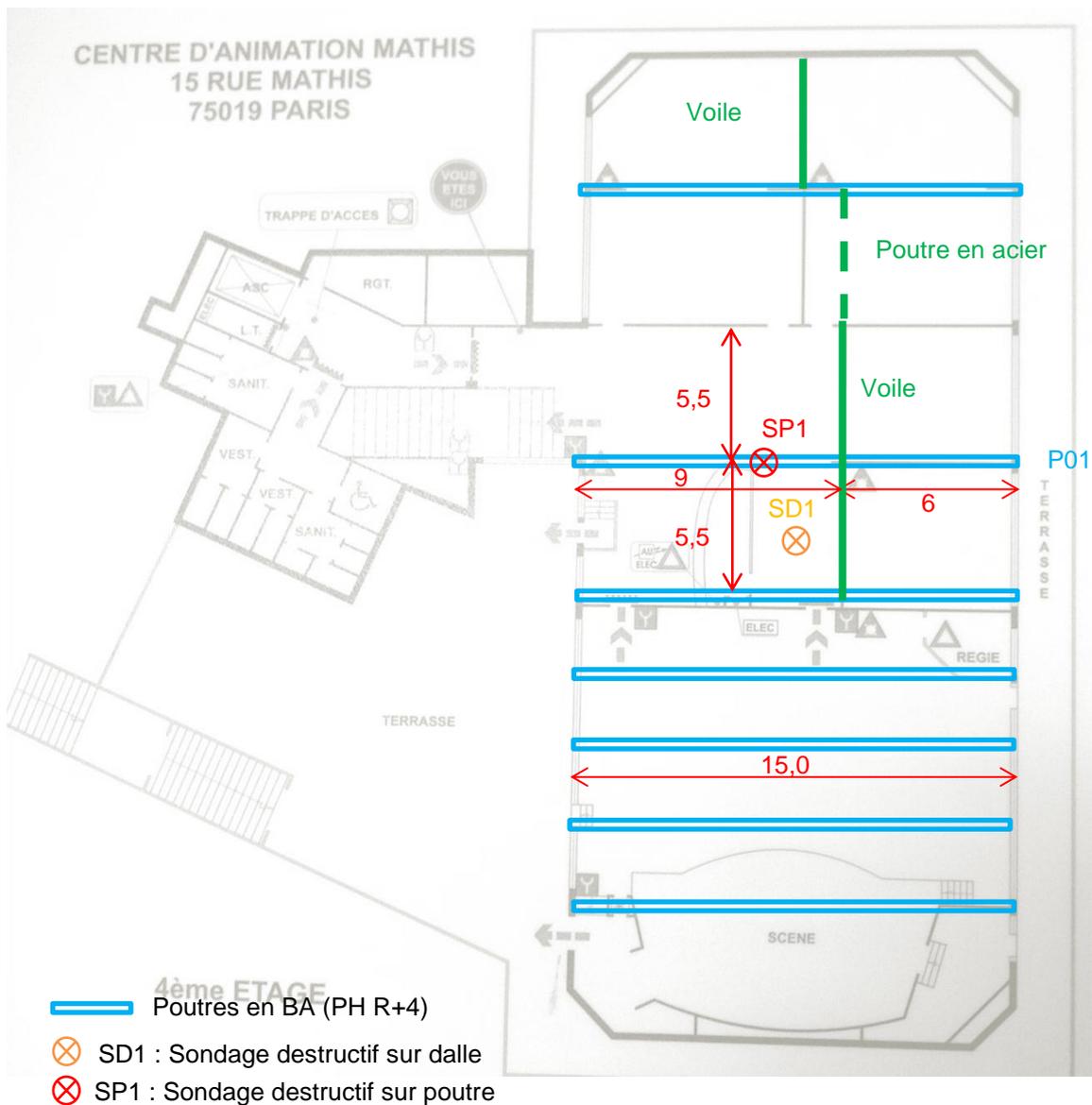


Figure 2 : Plan d'évacuation R+4 (localisation des sondages)

Les sondages ont été effectués en sous-face de la dalle de la toiture terrasse et sur la poutre P01.

Date : 19/02/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. n°SSB-15-01171	SSB-15- 01171	P. DI BELLO	A. TCHOULA	5/17

**3.3 RESULTATS DES SONDAGES DESTRUCTIFS – TOITURE TERRASSE**

Afin de mettre en évidence la structure du plancher haut R+4, deux sondages destructifs ont été réalisés. Les sondages destructifs ont consisté à mettre à nu les aciers constitutifs de la dalle et des poutres afin de connaître leur nature, diamètre, espacement et enrobage.

**3.3.1 Sondage SD1**

Les résultats du sondage sont fournis en annexe et présentés ci-dessous.

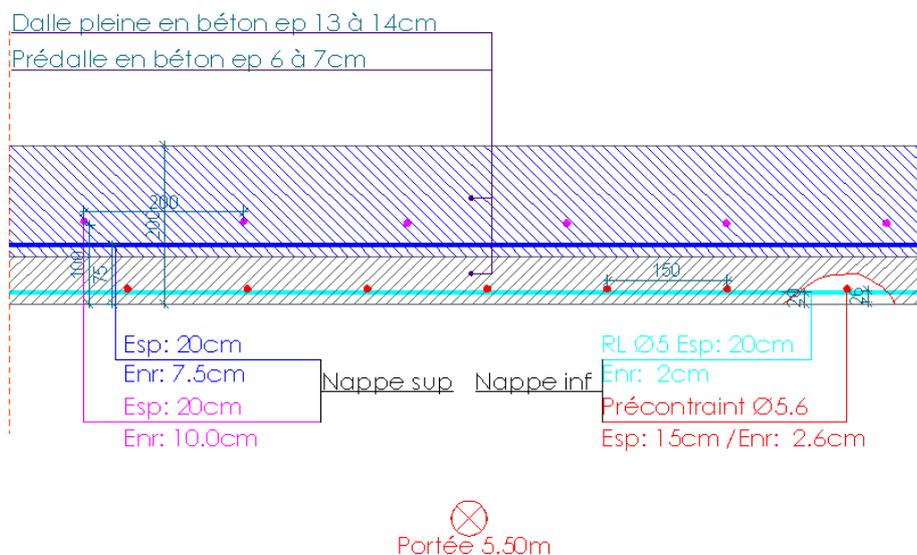


Figure 3 Sondage SD1 - Schéma de principe

Dalle en béton armé // Ep. = 20cm // portée B = 5,50m								
Lits	Aciers sens porteur				Aciers de répartition			
	Ø (mm)	Nombre Aciers/lit	Enrobage $c_n$ (cm)	Espacement (cm)	Ø (mm)	Nombre Aciers/lit	Enrobage $c_n$ (cm)	Espacement (cm)
<b>Lit 1 (Ronde précontrainte)</b>	<b>5,6</b>	<b>1</b>	<b>2,88</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2,25</b>	<b>20</b>

Les aciers constitutifs de la dalle sont des ronds lisses précontraints (dans le sens porteur). Les enrobages sont donnés à l'axe.

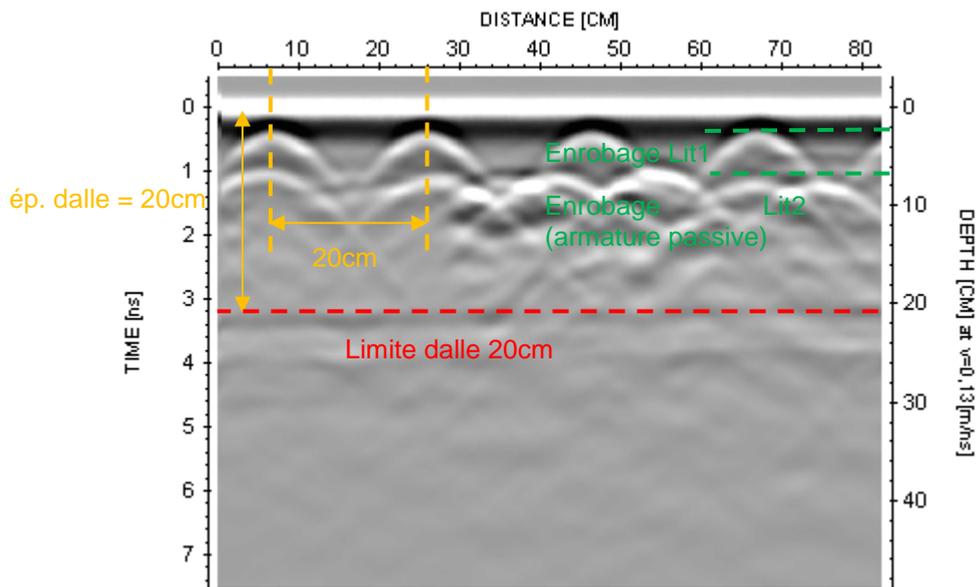


Figure 4: Enregistrement Easyscan - Espacement des aciers transversaux

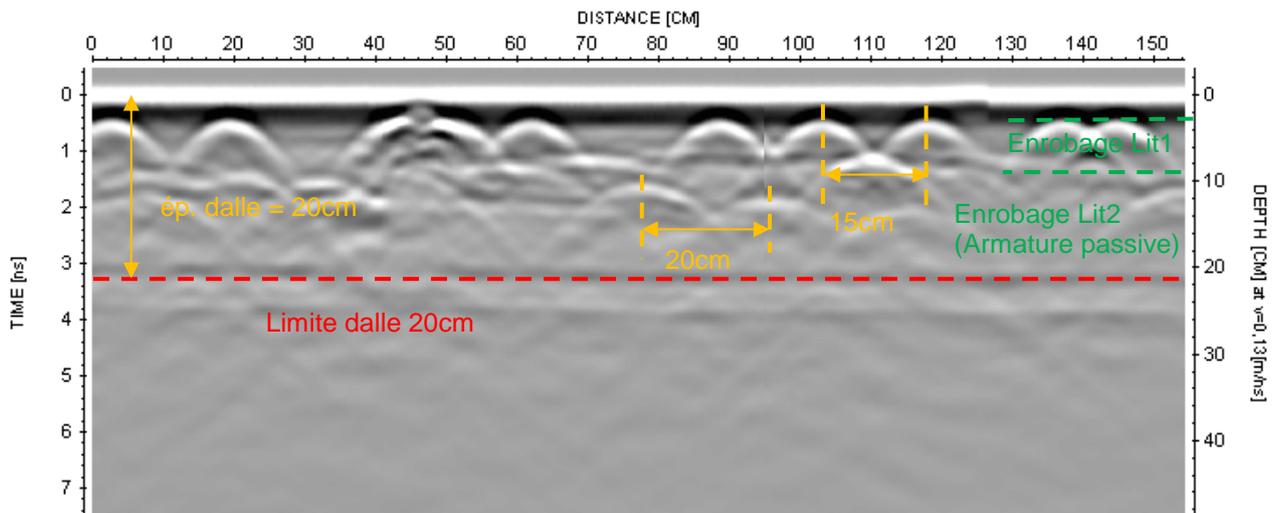


Figure 5 : Enregistrement Easyscan - Espacement des aciers longitudinaux

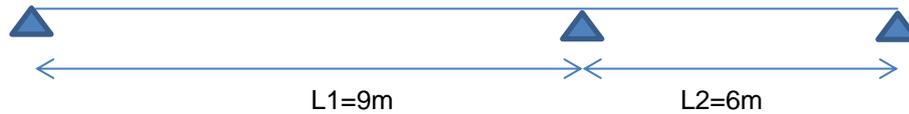


Figure 6 Photos sondage SD1

**3.3.1 Sondage SP1**

La poutre présente un schéma statique sur 3 appuis. Le sondage SP1 a été réalisé sur la demi-portée L1 (voir Figure 02). La poutre a une retombée de 100cm pour une largeur de 50cm. La portée totale de la poutre est de 15m et l'espacement est de 5,5m. L'espacement des cadres sur appuis est de l'ordre de 24cm et de 30 cm en mi-portée. Le schéma descriptif de la poutre est disponible ci-dessous.

**Schéma poutre**



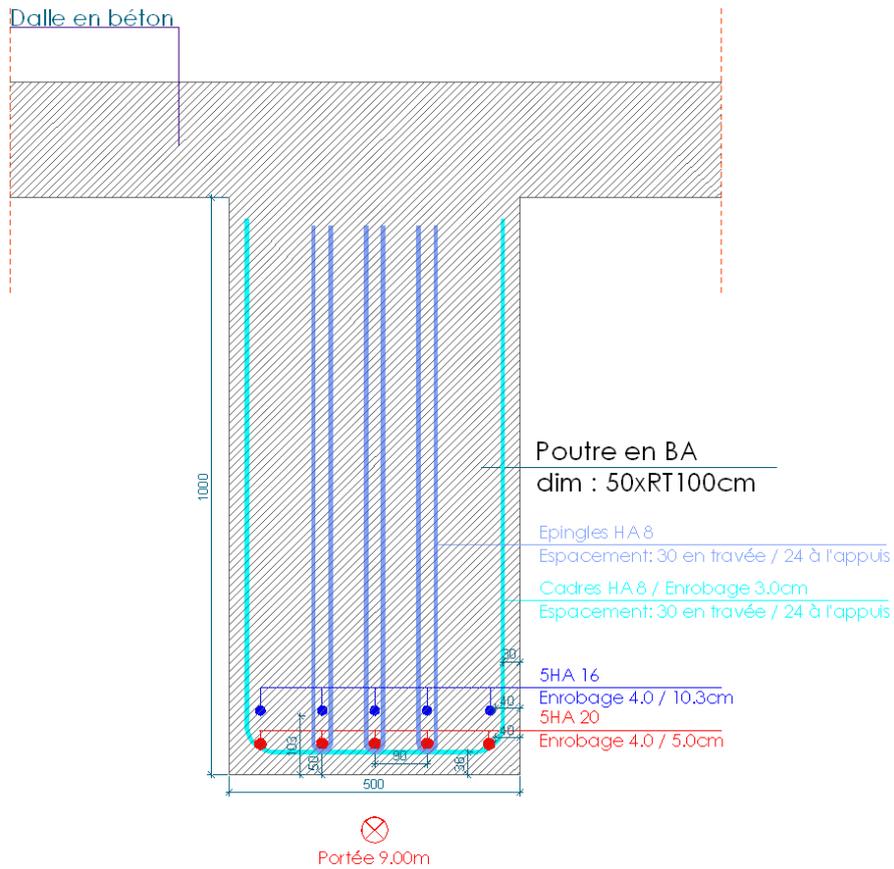


Figure 7 Sondage SP1 - Schéma de principe

Poutre en béton armé – Dimension : 50x120cm						
Lits	Ø (mm)	Nombre aciers/lit	Enrobage vertical $c_n$ (cm)	Enrobage horizontal $c_n$ (cm)	Type	
Lit 1	20	5	5,0	6,0	HA	
Lit 2	16	5	4,8	10,3	HA	
Cadres						
	Ø (mm)	Nombre de cadres/épingles	Enrobage vertical $c_n$ (cm)	Enrobage horizontal $c_n$ (cm)	Espacement (cm)	Type
Sur appui	8	4 cadres	2,6	4,6	8	HA

Les aciers constitutifs de la poutre sont des HA. Les enrobages sont donnés à l'axe.

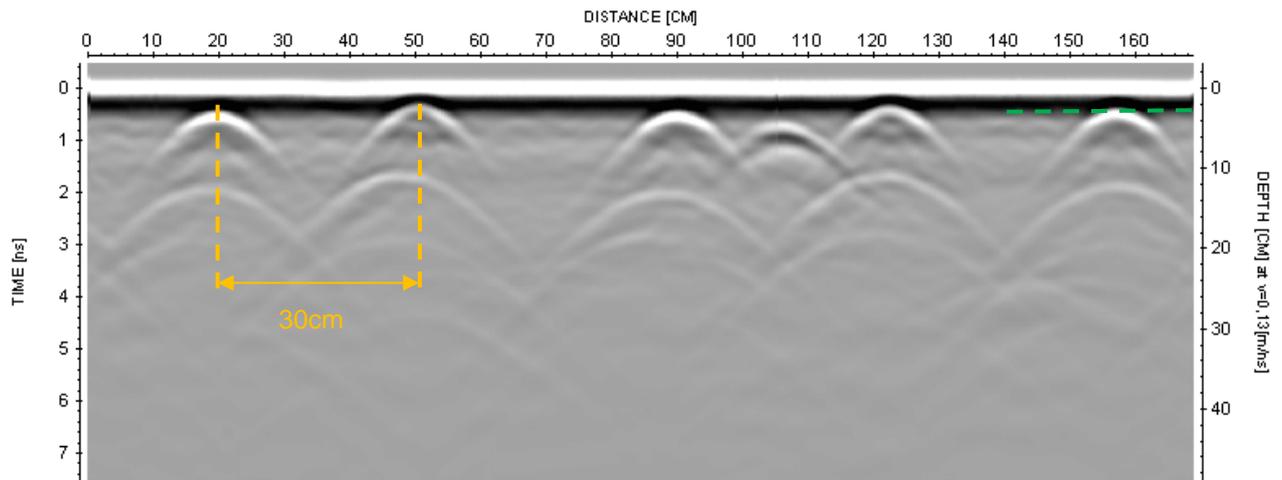


Figure 8 : Enregistrement Easyscan - Espacement des aciers transversaux (mi- portée)

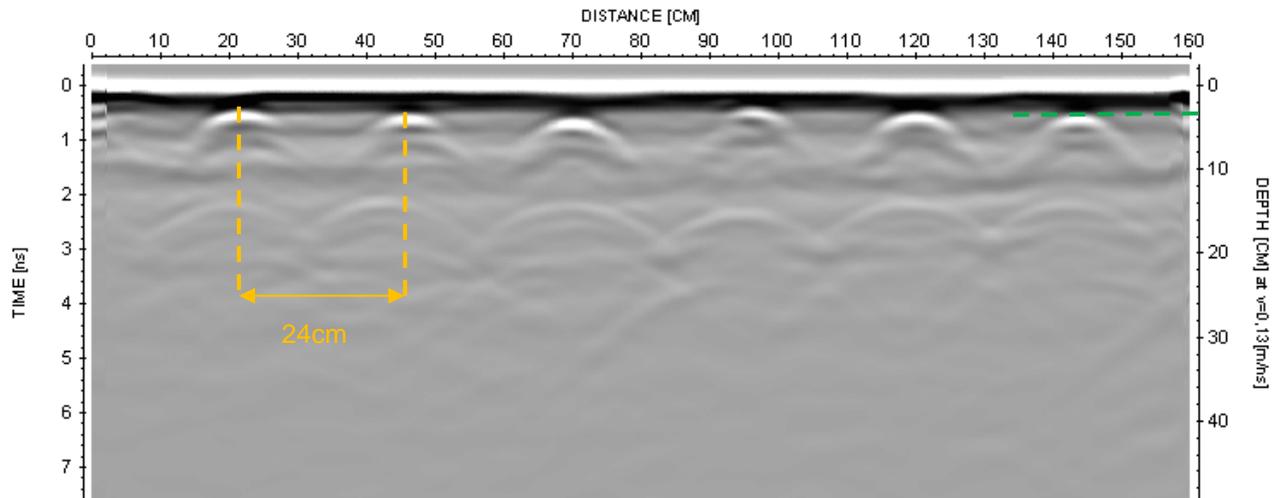


Figure 9 : Enregistrement Easyscan - Espacement des aciers transversaux (appuis)

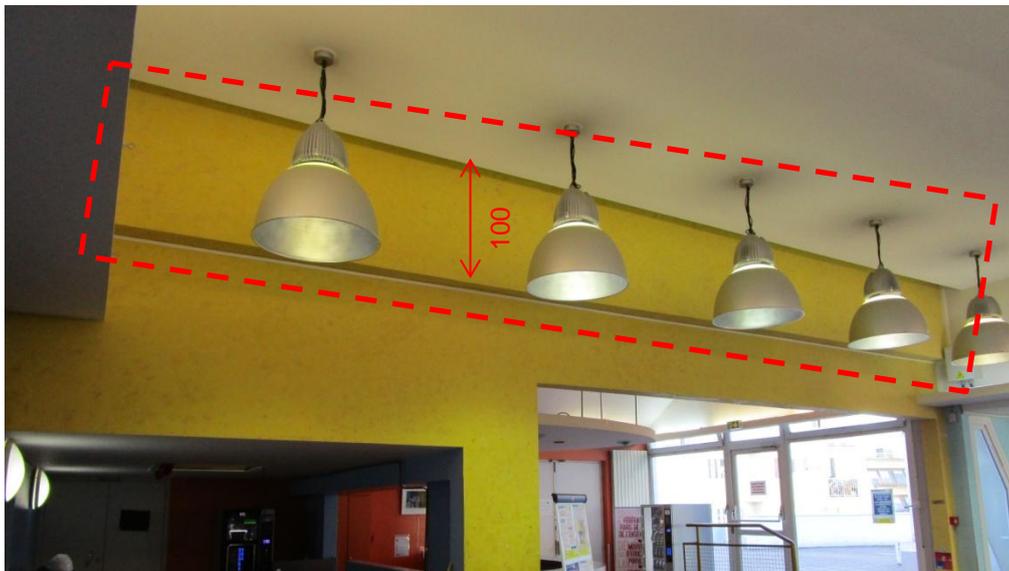


Figure 10 : Photo poutre sondée

Date : 19/02/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. n°SSB-15-01171	SSB-15- 01171	P. DI BELLO	A. TCHOULA	10/17

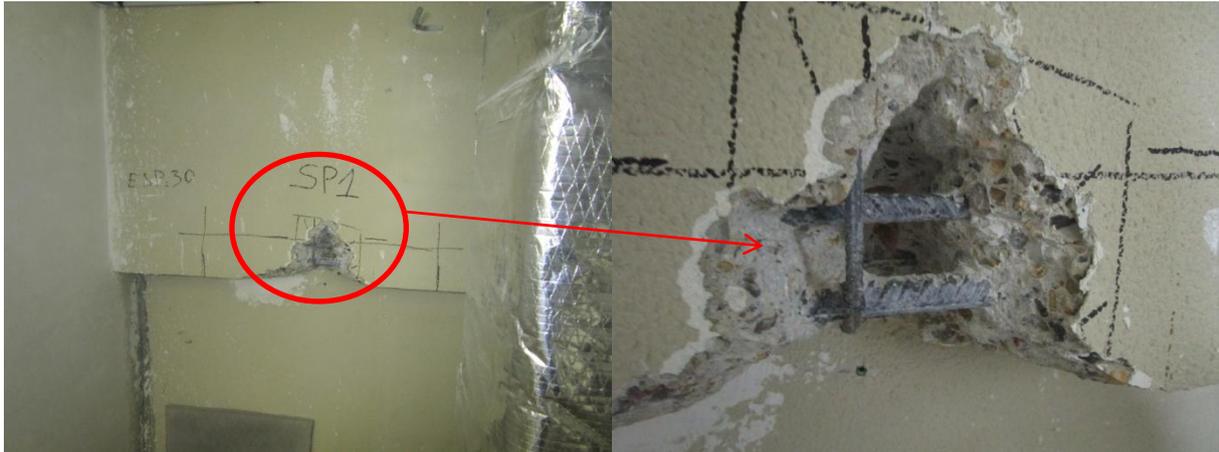
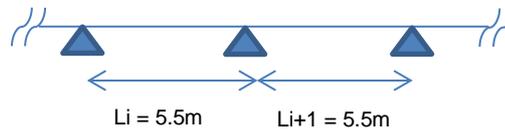


Figure 11 : Photos sondages SP1

Date : 19/02/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. n°SSB-15-01171	SSB-15- 01171	P. DI BELLO	A. TCHOULA	11/17

**4. DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE DU PLANCHER**

L'objectif de ce calcul est de déterminer la capacité portante du plancher haut R+4 (Toiture Terrasse). La dalle est considérée comme une poutre avec une largeur égale à 1,00 m et avec une charge uniformément réparties simultanément sur toutes les travées.



**4.1 HYPOTHESES DE CALCUL**

Les calculs ont été réalisés en en prenant en compte les masses volumiques suivantes :

- Masse volumique du béton armé : 25kN/m<sup>3</sup> ;

Les données concernant les matériaux sont les suivantes :

- Limite d'élasticité des ronds lisse précontrainte : 1500MPa ;
- Résistance caractéristique en compression du béton : 25MPa.

**4.2 CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DE LA DALLE**

L'objectif de ce rapport est de déterminer la capacité portante de la dalle toiture terrasse afin de pouvoir envisager la réalisation des travaux de végétalisation. Les calculs sont effectués sur une dalle avec une largeur égale à 1 m.

Caractéristiques géométriques	
b (m)	1,00
h (m)	0,20
L (m)	5,50

Lit 1	
<b>Aciers sens porteur</b>	
Ø1 (mm) - Diamètre des armatures tendues lit 1	5,6
Espacement (cm)	15
Nombre d'armatures tendues lit 1	6,67
Enrobage (cm)	2,88

Figure 12 Caractéristiques de la dalle

<b>Caractéristiques des matériaux</b>	
$\rho_{\text{béton}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	25
$f_{\text{ck}}$ (Mpa)	25
$\gamma_b$	1,5
$f_{\text{cd}}$ (Mpa)	16,67
$f_{\text{ctd}}$ (Mpa)	2,6
$E_{\text{cm}}$ (Mpa)	31000
$f_{\text{yk}}$ (Mpa)	1500
$\gamma_s$	1,15
$f_{\text{yd}}$ (Mpa)	1304,35
$E_s$ (Mpa)	200000

Figure 13 Caractéristiques des matériaux

<b>Calcul du moment résistant ELS</b>	
$M_{\text{Rd}}$ (kNm)	32,70
<b>Calcul du moment résistant ELU</b>	
$M_{\text{Rd}}$ (kNm)	34,85
<b>Calcul du moment sollicitant ELS</b>	
$M_{\text{G,Ed}}$ (kNm)	15,31
<b>Calcul du moment sollicitant ELU</b>	
$M_{\text{G,Ed}}$ (kNm)	11,34

Figure 14 Moments résistants et moments sollicitant

<b>Vérification de la capacité portante de la dalle</b>	
Poids propre de la dalle (kN/m)	5,0
Portée de la dalle (m)	5,50
Epaisseur de la dalle (m)	0,20
<b><math>M_{\text{Ed}}</math> ELU (kN.m)</b>	<b>15,31</b>
<b><math>M_{\text{Rd}}</math> ELU (kN.m)</b>	<b>34,85</b>
<b><math>Q</math> ELU (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>3,45</b>
<b><math>M_{\text{Ed}}</math> ELS (kN.m)</b>	<b>11,34</b>
<b><math>M_{\text{Rd}}</math> ELS (kN.m)</b>	<b>32,70</b>
<b><math>Q</math> ELS (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>5,65</b>

Figure 15 : Tableau récapitulative

La capacité portante du plancher toiture terrasse en travée est égale à **3,45kN/m<sup>2</sup> = 345kg/m<sup>2</sup>**. Elle est limitée par le calcul à l'état limite ultime (ELU).

Les calculs ne tiennent pas compte des surcharges  $G_1$  sur la dalle et donc du poids des gravillons, de l'étanchéité, de l'isolation, des faux plafonds et des installations.

## 5. DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE DES POUTRES

L'objectif de ce calcul est de déterminer la capacité portante des poutres en plancher haut R+4 (Toiture Terrasse).

A cause de la présence de l'étanchéité, il n'a pas été possible de réaliser des sondages destructifs en partie hauts des poutres.

Nous allons considérer la poutre sur trois appuis poutres avec des portées égal respectivement à:

- L1 = 9m
- L2 = 6m

Nous allons vérifier le moment dans la travée plus sollicitée (premier travée) et les efforts tranchant au niveau de l'appui intermédiaire.

### 5.1 HYPOTHESES DE CALCUL

Les calculs ont été réalisés en en prenant en compte les masses volumiques suivantes :

- Masse volumique du béton armé : 25kN/m<sup>3</sup> ;

Les données concernant les matériaux sont les suivantes :

- Limite d'élasticité des barres haute adhérence HA : 400MPa ;
- Résistance caractéristique en compression du béton : 25MPa.

### 5.2 CALCUL DE LA CAPACITE PORTANTE DES POUTRES

L'objectif de ce rapport est de déterminer la capacité portante des poutres en plancher haut R+4 afin de pouvoir envisager la réalisation des travaux de végétalisation de la toiture terrasse.

Caractéristiques géométriques des poutres	
b (m)	0,5
h (m)	1,20
L (m) (poutre sur 3 appuis)	9+6
<b>Aciers</b>	
<b>Lit 1</b>	
Ø <sub>1</sub> (mm)	20
Nombre Aciers	5
Enrobage (cm)	6,0
<b>Lit 2</b>	
Ø <sub>2</sub> (mm)	16
Nombre Aciers	5
Enrobage (cm)	9,8

Figure 16 Caractéristiques de la poutre

Caractéristiques des matériaux	
$\rho_{\text{béton}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	25
$f_{ck}$ (Mpa)	25
$\gamma_b$	1,5
$f_{cd}$ (Mpa)	16,67
$f_{ctd}$ (Mpa)	2,6
$E_{cm}$ (Mpa)	31000
$f_{yk}$ (Mpa)	400
$\gamma_s$	1,15
$f_{yd}$ (Mpa)	347,83
$E_s$ (Mpa)	200000

Figure 17 Caractéristiques des matériaux

La valeur du moment maximale à l'ELU du au poids propre de la poutre et de la dalle, dans les travées est égal à : 377 kNm.

Sondage SP1 – Flexion – Travée L1=9m		
	ELU	ELS
Moment résistant $M_{Rd}$ (kN.m)	956,28	901,09
Moment agissant $M_{G,Ed}$ (kN.m)	377	279
Capacité portante Q (kN/m <sup>2</sup> )	5,62	11,09

Figure 18 Moments résistants et moments sollicitant

La valeur de l'effort tranchante maximale à l'ELU du au poids propre de la poutre et de la dalle, sur l'appui intermédiaire est égal à : 377 kNm.

Sondage SP1 – Effort tranchant	
Effort tranchant résistant $V_{Rd}$ (kN)	507,13
Effort tranchant $V_{Ed}$ (kN)	308,39
Capacité portante Q (kN/m <sup>2</sup> )	5,35

Tableau récapitulatif de la capacité portante de la poutre	
Poids propre de la dalle (kN/m)	5,0
Portée de la dalle (m)	5,50
Epaisseur de la dalle (m)	0,20
<b><math>M_{Ed}</math> ELU (kN.m)</b>	<b>377,00</b>
<b><math>M_{Rd}</math> ELU (kN.m)</b>	<b>956,28</b>
<b>Q ELU (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>5,62</b>
<b><math>V_{Ed}</math> (kN)</b>	<b>308,39</b>
<b><math>V_{Rd}</math> (kN)</b>	<b>507,44</b>
<b>Q (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>5,35</b>

La capacité portante de la poutre est égale à **5,35kN/m<sup>2</sup> = 535kg/m<sup>2</sup>**. Elle est limitée par le calcul aux les efforts tranchants.

## 6. CONCLUSION

La société Structure et Réhabilitation a effectué une mission de diagnostic de la toiture terrasse du Centre d'Animation située au 15 rue de Mathis dans le 19<sup>ème</sup> arrondissement de la ville de Paris.

L'examen visuel de la dalle et des poutres ne fait pas apparaître de désordre particulier.

En l'état actuel, la capacité portante du plancher est de 345kg/m<sup>2</sup>.

Cette valeur ne tient pas compte des surcharges permanentes sur la dalle (gravillons, l'étanchéité, l'isolation ...).

Date : 19/02/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. n°SSB-15-01171	SSB-15- 01171	P. DI BELLO	A. TCHOULA	16/17

7. ANNEXES

Date : 19/02/2016	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Page
Aff. n°SSB-15-01171	SSB-15- 01171	P. DI BELLO	A. TCHOULA	17/17