

# DIAGNOSTIC STRUCTURE

L'école nationale du génie rural des eaux et des forêts  
Bâtiment AgroParistech ,19 Av. du Maine, 75015 Paris

AFFAIRE N°: 2022\_01\_264

Rédigé par :

Naji Mohaned  
Email : [naji.mohaned@hotmail.com](mailto:naji.mohaned@hotmail.com)  
Mobile : 07.60.56.90.98

Validé par:

Ziad LAAGUIST  
Email: [ziad.laaguiet@akila-ingenierie.com](mailto:ziad.laaguiet@akila-ingenierie.com)  
Mobile : 07.61.58.95.04  
Fixe : 01.34.16.79.20



.....  
35, avenue L. de Tassigny  
93800 – Epinay-sur-Seine  
Mobile : 07.64.51.27.92  
Fixe : 01.34.16.79.20



.....  
[contact@akila-ingenierie.com](mailto:contact@akila-ingenierie.com)



.....  
Rédigé le : 27/10/2022  
Indice : 0

# SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS</b>	<b>3</b>
<b>2. RÉFÉRENCES NORMATIVES</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE EXISTANTE</b>	<b>5</b>
<b>4. SONDAGES DESTRUCTIFS ET NON DESTRUCTIFS RÉALISÉS</b>	<b>6</b>
A. SONDAGES REALISES AU NIVEAU ENTRESOL :	6
B. SONDAGES REALISES AU NIVEAU RDC:	22
C. SONDAGES REALISES AU NIVEAU SOUS-SOL1:	27
<b>5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>33</b>
<b>I. ANNEXE</b>	<b>36</b>
A. HYPOTHESES DE CALCUL :	36
B. NOTE DE CALCUL :	37

# 01

## 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans le cadre de restructuration du bâtiment AgroParistech à Paris, le ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire représenté par sa cheffe de projet immobilier Mme Béatrice MATEOS, a confié au bureau d'études AKILA Ingénierie une mission de diagnostic structurel conformément aux exigences du CCTP.

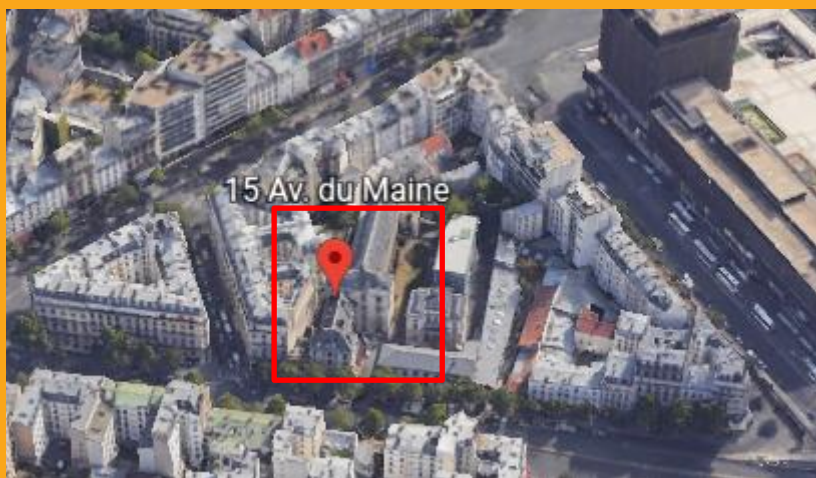
Notre mission consiste à réaliser une reconnaissance structurelle pour acquérir une bonne connaissance des zones concernées par nos sondages et calculer la capacité portante des différents éléments structuraux.

Le présent rapport est une synthèse du dossier d'ouvrage, Il porte principalement sur la vérification des capacités portantes des différents éléments structuraux, la résistance au feu des planchers et l'établissement des coupes pour chaque sondage.

### Pièces remises par le client :

- Plans PDF
- CCTP

### Vue aérienne du site



### OBJECTIFS DE LA MISSION

- Acquérir une bonne connaissance des zones concernées par les sondages.
- Relevé structurel et détermination des caractéristiques des éléments structuraux
- Calcul de la capacité portante des différents éléments structuraux
- Détermination de la résistance au feu des planchers

# 02

## 2. RÉFÉRENCES NORMATIVES

*Liste non exhaustive :*

- NF EN 1990 Eurocodes structuraux - Bases de calcul des structures / Eurocodes structuraux - Bases de calcul des structures (P06-100-1: 2003-03, NA:2004-06, NA:2011-12, A1:2006-07, A1/N1:2007-12)
- EN 1991-1-1 / Eurocode 1 - actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales — Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments (P 06-111-1:2003-03, NA:2004-06, A1:2009-03)

Règles de l'art.

# 03

## 3. DESCRIPTION DE LA STRUCTURE EXISTANTE

Les éléments concernés par nos sondages sont les éléments structuraux qui font partie du système porteur du bâtiment

Ces zones sont réparties sur trois niveaux d'élévation différents tel que:

- Niveau ENTRESOL (Plancher haut) :
  - Dalle : SD1, SD2, SD3
  - Poutre : SPO2, SPO3
  - Poteau: SP1, SP4
  - Voile : SV1
- Niveau RDC (Plancher haut) :
  - Poutre : SPO1
  - Poteau: SP2
  - Voile : SV2
- Niveau SOUS-SOL1 (Plancher haut) :
  - Dalle : SD4
  - Poutre : SPO4
  - POTEAU: SP3
  - VOILE : SV1, SV2

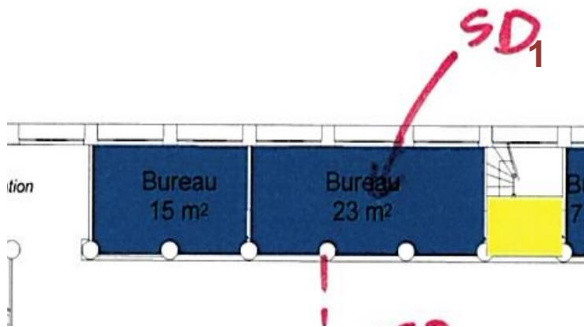

Toutes les zones concernées par nos sondages sont localisées sur les plans d'architecture des trois niveaux

## 04

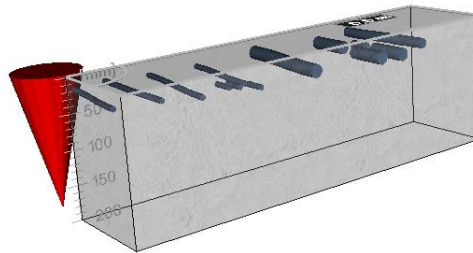
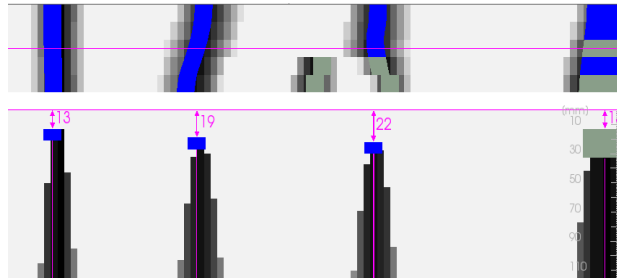
## 4. SONDAGES DESTRUCTIFS ET NON DESTRUCTIFS RÉALISÉS

## A. Sondages réalisés au niveau ENTRESOL :

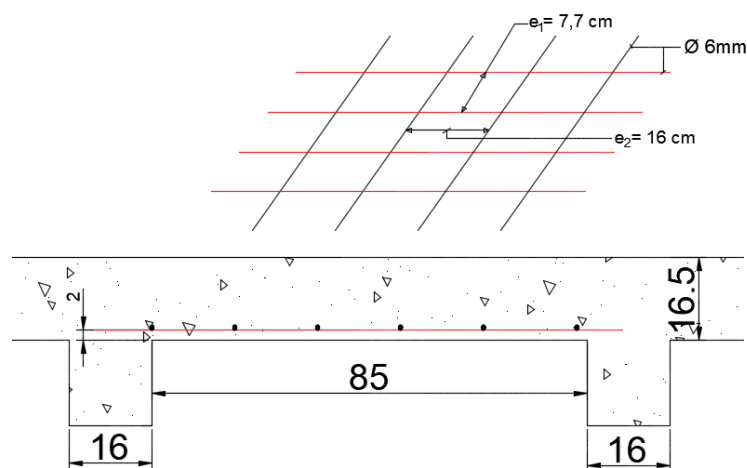
## ❖ Fiches des sondages :

Description du sondage SD1
<p>Un sondage destructif est réalisé sur la dalle du plancher haut de l'entresol. Cette dalle se situe au niveau des bureaux qui donnent sur le vide de l'ancien gymnase.</p> <p>Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une Dalle en béton armé d'épaisseur <math>e=16,5</math> cm</li> <li>- Un enrobage d'armatures <math>c=2</math> cm</li> <li>- Des armatures RL dans le sens porteur de <math>\phi 6</math> mm avec un espacement de 7,7 cm</li> <li>- Des armatures RL dans le sens transversal de <math>\phi 6</math> mm avec un espacement de 16 cm</li> </ul>
Emplacement du sondage

Illustration photographique du sondage destructif


## Illustration photographique du sondage non destructif



## Illustration graphique du sondage



DALLE DU SONDAGE SD1



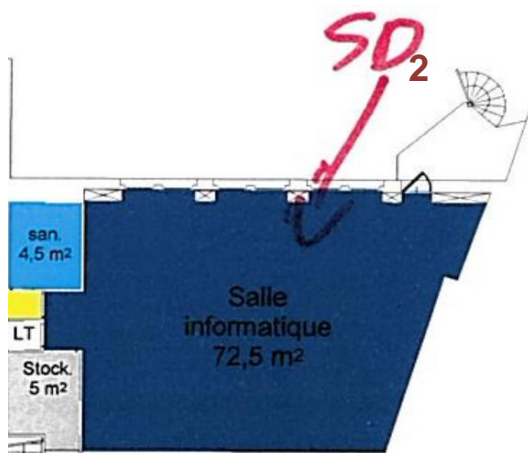
### Description du sondage SD2

Un sondage destructif est réalisé sur la dalle du plancher haut de l'entresol cette dalle se situe au niveau de la salle d'informatique à côté du local de stockage et le sanitaire.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Une Dalle en béton armé d'épaisseur  $e=16,5$  cm
- Un enrobage d'armatures  $c=2$  cm
- Des armatures RL dans le sens porteur de diamètre  $\phi 5$  mm avec un espacement de 9 cm
- Des armatures RL dans le sens transversal de  $\phi 5$  mm avec un espacement irrégulier de 27 cm et 11 cm

### Emplacement du sondage

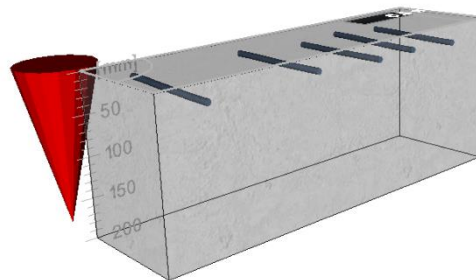
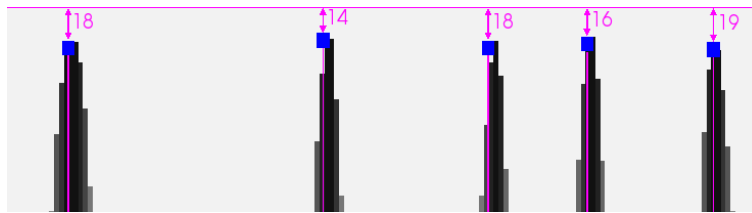


### Illustration photographique du sondage

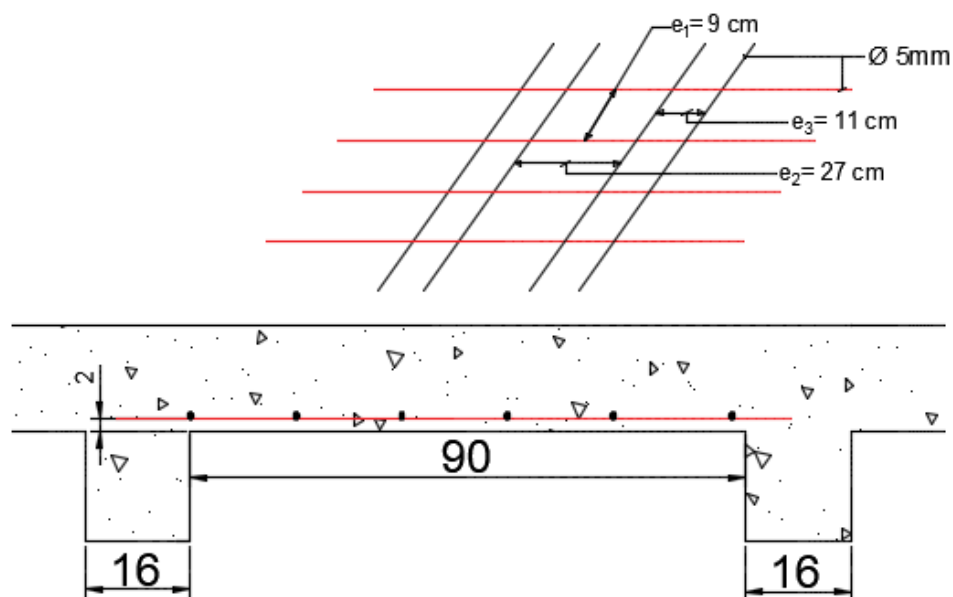




## Illustration photographique du sondage destructif



## Illustration graphique du sondage



DALLE DU SONDAGE SD2

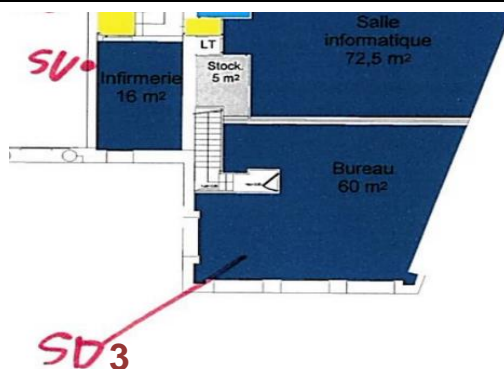
### Description du sondage SD3

Un sondage destructif est réalisé sur la dalle du plancher haut de l'entresol cette dalle se situe au niveau du bureau qui est à côté de la salle d'informatique.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Une Dalle en béton armé d'épaisseur  $e=16,5$  cm
- Un enrobage d'armatures  $c=3$  cm
- Des armatures RL dans le sens porteur de diamètre  $\phi 5,33$  mm avec un espacement de 8,5 cm
- Des armatures RL dans le sens transversal de diamètre  $\phi 5$  mm avec un espacement de 16,5 cm

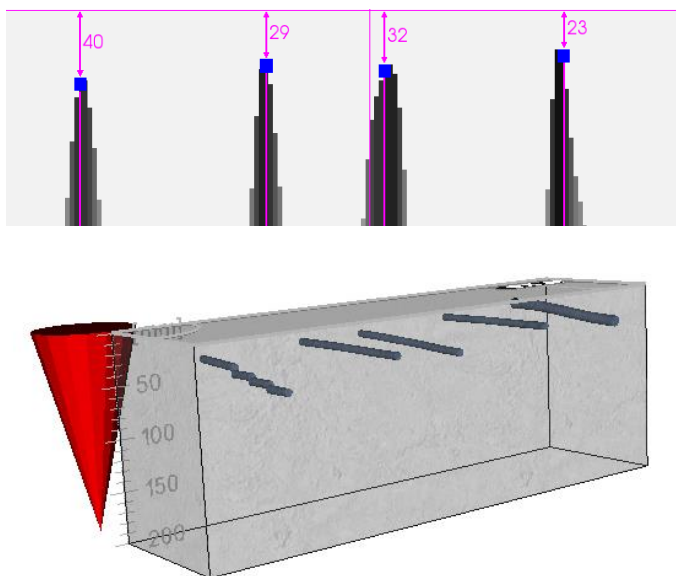
### Emplacement du sondage



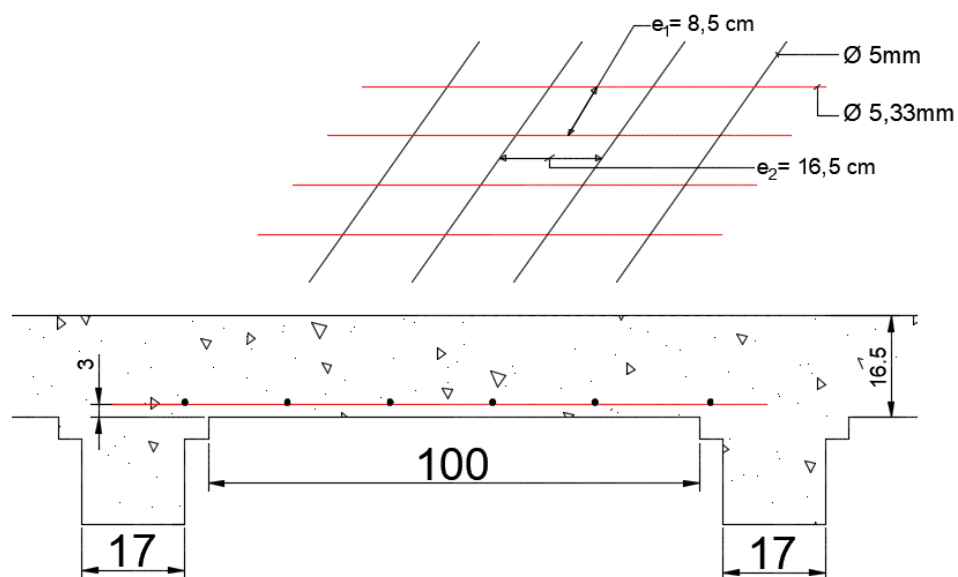
### Illustration photographique du sondage



## Illustration photographique du sondage destructif



## Illustration graphique du sondage



DALLE DU SONDAGE SD3

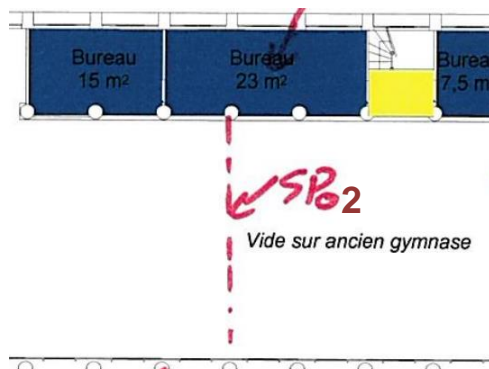
### Description du sondage SP02

Un sondage destructif est réalisé sur la poutre du plancher haut de l'entresol cette poutre se situe au niveau de l'ancien gymnase.

Ce sondage réalisé à mi- travée en sous-face nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- La retombée  $H = 35,5$  cm
- Une longueur de travée  $L = 8,75$  m
- Un enrobage d'armatures  $c = 3,5$  cm
- Une largeur  $b = 16$  cm
- Un premier lit d'armatures longitudinales RL de diamètres de  $\phi 26$  mm
- Un deuxième lit d'armatures longitudinales RL de diamètres de  $\phi 20$  mm du rond lisse
- Des cadres RL de diamètre  $\phi 8$  mm avec un espacement moyen  $e = 28,45$  cm.

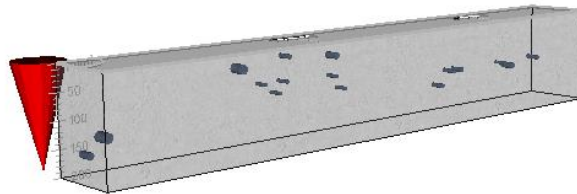
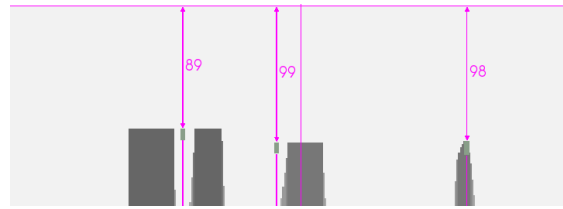
### Emplacement du sondage



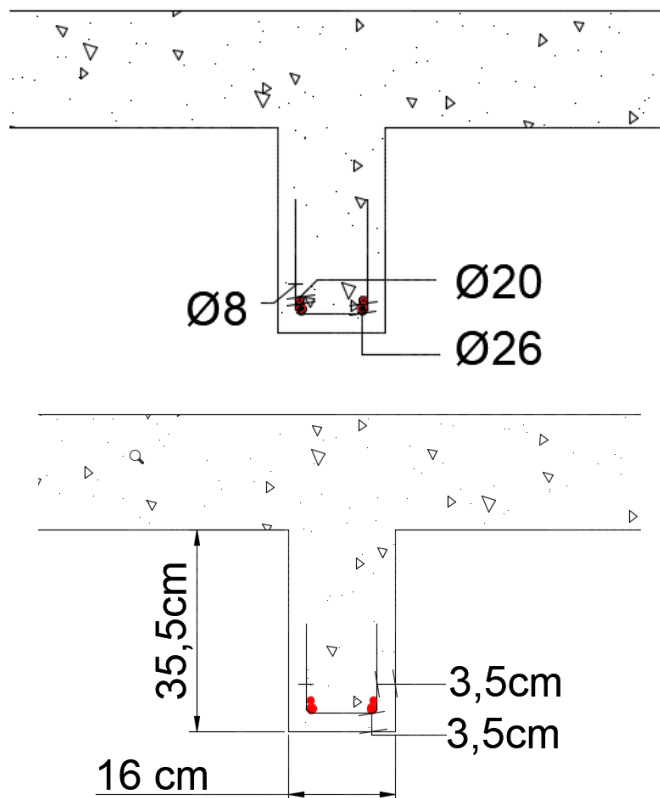
### Illustration photographique du sondage



## Illustration photographique du sondage destructif



## Illustration graphique du sondage



### Description du sondage SP03

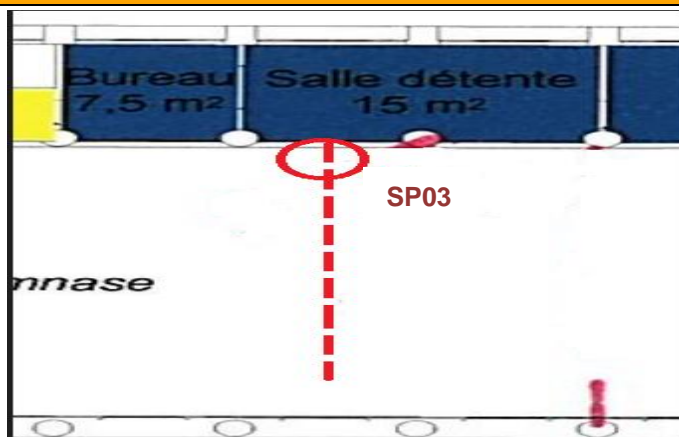
Un sondage destructif est réalisé sur la poutre du plancher haut de l'entresol cette poutre se situe au niveau de l'ancien gymnase.

L'accès à cette poutre est condamné par un mur, d'où on a décalé la position du sondage à une autre poutre adjacente à cette dernière

Ce sondage réalisé en surface sur appui nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Un enrobage d'armatures  $c=3\text{cm}$
- Une longueur de travée  $L=8,75$
- Un lit d'armatures longitudinales RL de diamètre  $\phi 16\text{mm}$
- Des cadres RL de diamètre  $\phi 8\text{mm}$  avec un espacement moyen  $e=12\text{cm}$

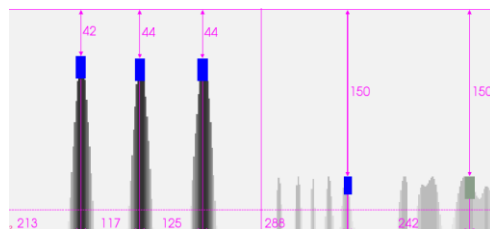
### Emplacement du sondage



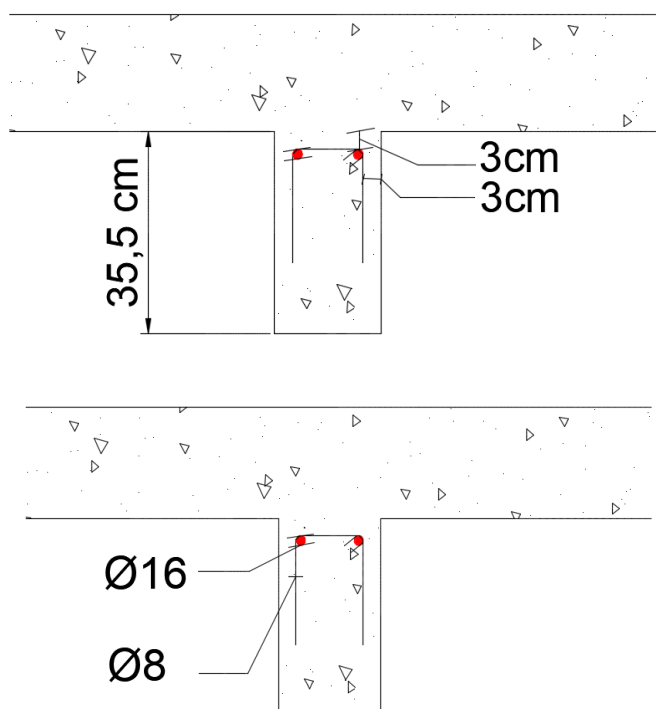
### Illustration photographique du sondage



## Illustration photographique du sondage non destructif



## Illustration graphique du sondage





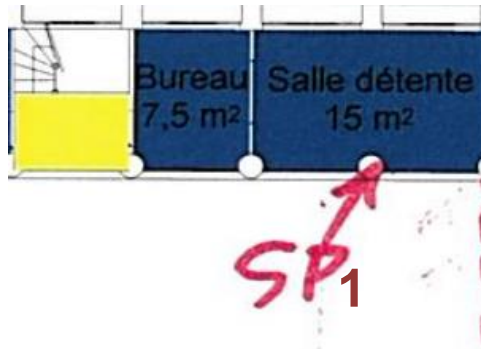
### Description du sondage SP1

Un sondage destructif est réalisé sur le poteau collé au mur intérieur de l'entresol ce poteau se trouve au niveau de la salle de détente à côté des bureaux.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Un Poteau circulaire de diamètre  $D=55\text{cm}$  et de hauteur sous plafond  $H_{SP}=2,10\text{m}$
- Un enrobage d'armatures  $c=4\text{cm}$
- Des armatures longitudinales RL de diamètre  $\phi 16\text{mm}$  avec un espacement de  $20\text{ cm}$
- Des cadres RL de diamètre  $\phi 8\text{mm}$  avec un espacement moyen  $e=13,5\text{ cm}$

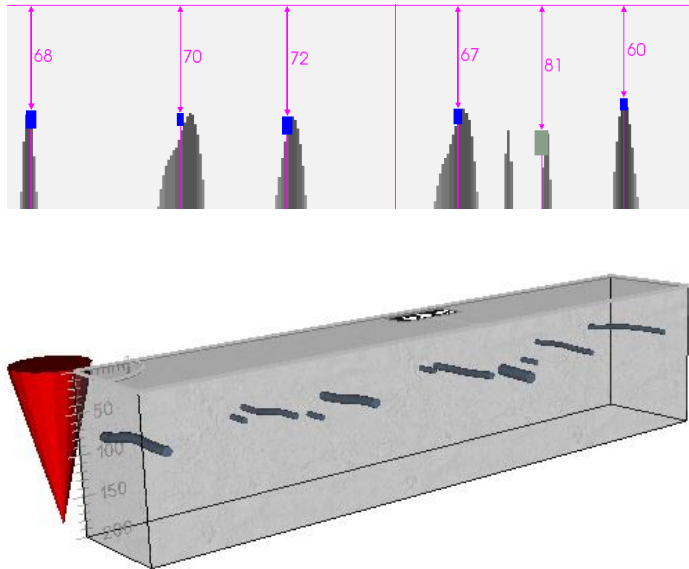
### Emplacement du sondage



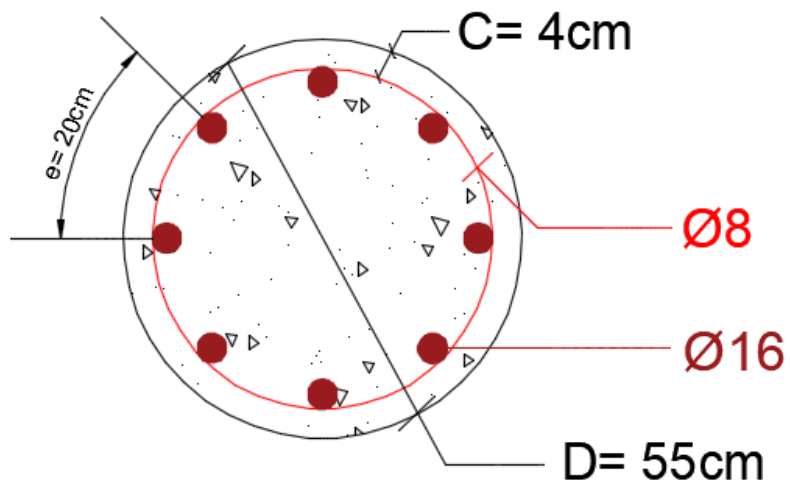
### Illustration photographique du sondage



### Illustration photographique du sondage non destructif



### Illustration graphique du sondage



POTEAU DU SONDAGE SP1

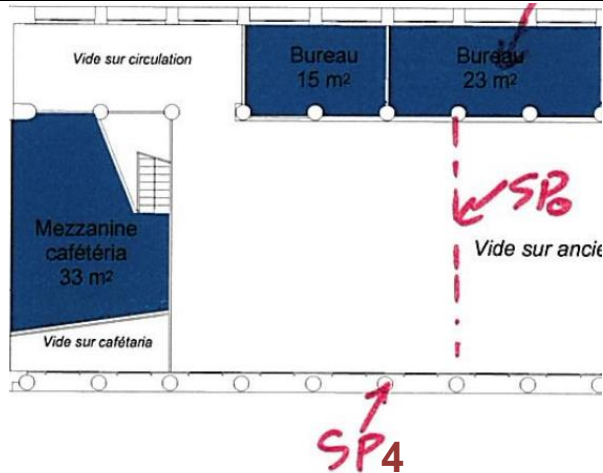
### Description du sondage SP4

Un sondage destructif est réalisé sur le poteau en partie extérieure du gymnase ce poteau se situe dans la zone adjacente à la cour anglaise.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Un Poteau circulaire de diamètre  $D=55\text{cm}$  de hauteur sous plafond  $H_{SP}=4,2\text{m}$
- Un enrobage d'armatures  $c=4\text{cm}$
- Des armatures longitudinales RL de diamètre  $\phi 16\text{mm}$  avec un espacement de  $16,5\text{ cm}$
- Des cadres RL de diamètre  $\phi 8\text{mm}$  avec un espacement moyen  $e=17,65\text{ cm}$

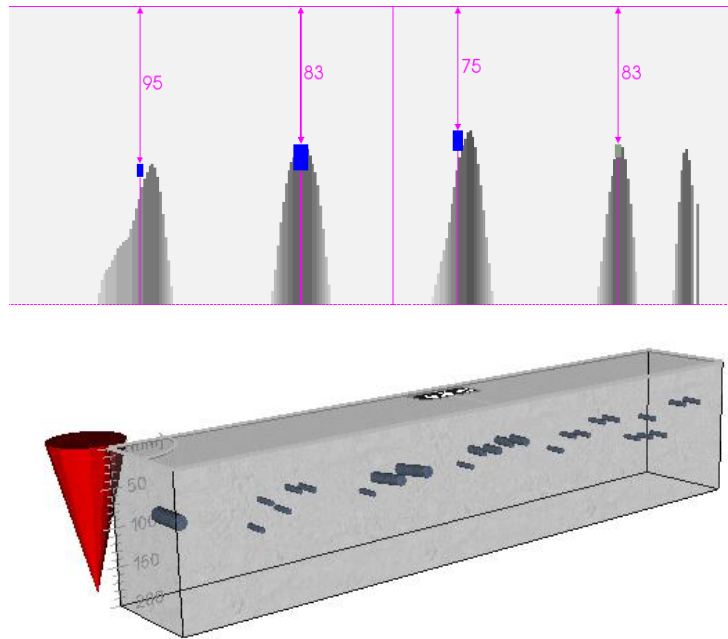
### Emplacement du sondage



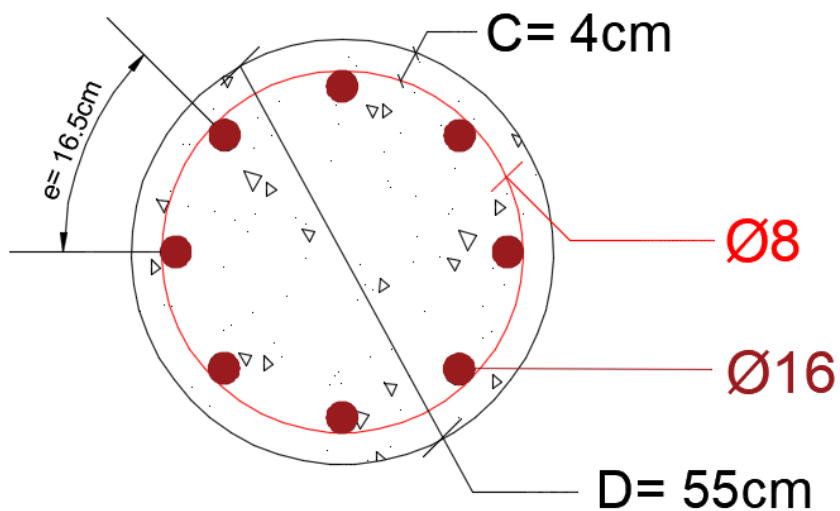
### Illustration photographique du sondage



### Illustration photographique du sondage non destructif



### Illustration graphique du sondage



POTEAU DU SONDAGE SP4

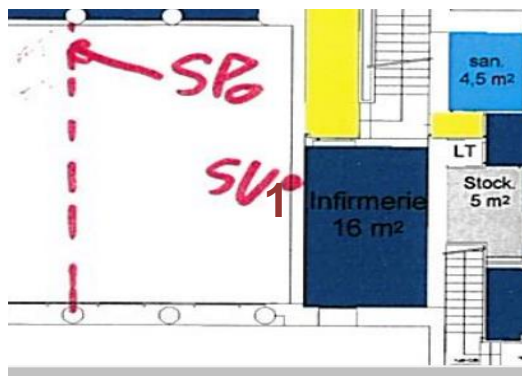
### Description du sondage SV1

Un sondage destructif est réalisé sur le mur qui sépare entre l'infirmérie et le gymnase ce dernier se situe au niveau de l'entresol.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

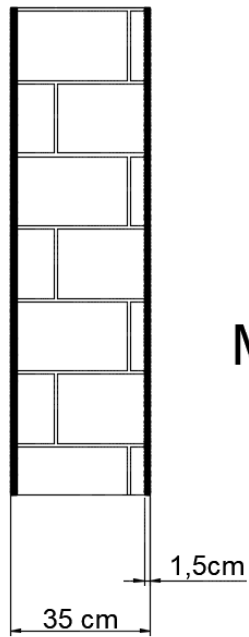
- Une hauteur sous plafond  $H_{SP}=2,10\text{m}$
- Une épaisseur du mur  $e=35\text{ cm}$
- Un enduit d'épaisseur  $e= 1.5\text{cm}$
- Absence d'armatures
- Le mur est en brique pleine.

### Emplacement du sondage



### Illustration photographique du sondage





MUR DU SONDAGE SV1

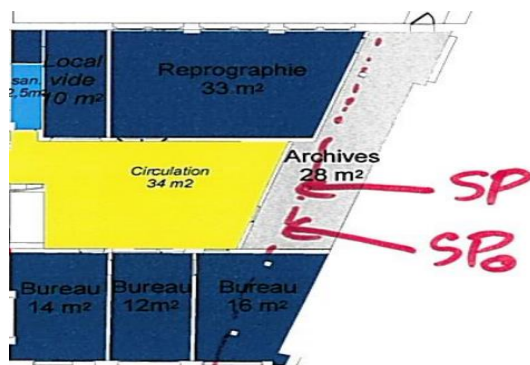
## B. Sondages réalisés au niveau RDC:

### Description du sondage SP0

Un sondage destructif est réalisé sur la dalle du plancher haut du RDC au niveau du local d'archives

La poutre mentionnée sur le plan est inexistante sur site, à la suite du sondage au droit du tracé de la poutre sur plan, nous étions en présence uniquement des armatures de la nappe inférieure de la dalle.

### Emplacement du sondage



### Illustration photographique du sondage





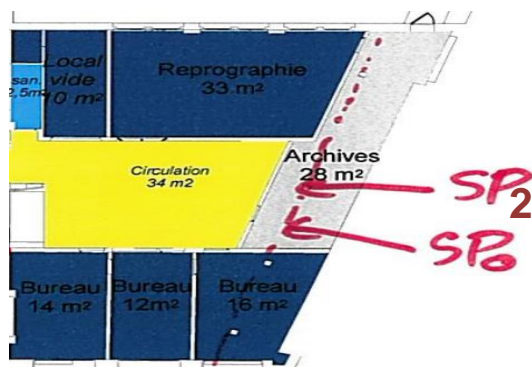
### Description du sondage SP2

Un sondage destructif est réalisé sur le poteau qui se situe dans le local d'archives.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Un Poteau carré (20,7x20,7) avec talent et de hauteur sous plafond  $H_{SP}=2,31\text{m}$
- Un enrobage d'armatures  $c=2\text{cm}$
- Un habillage d'épaisseur totale  $e=5\text{cm}$
- Des armatures longitudinales RL de diamètre  $\phi 20\text{mm}$
- Des armatures dans le sens transversal RL de diamètre  $\phi 6\text{mm}$  avec un espacement moyen  $e=10\text{ cm}$

### Emplacement du sondage



### Illustration photographique du sondage



### Illustration photographique du sondage non destructif

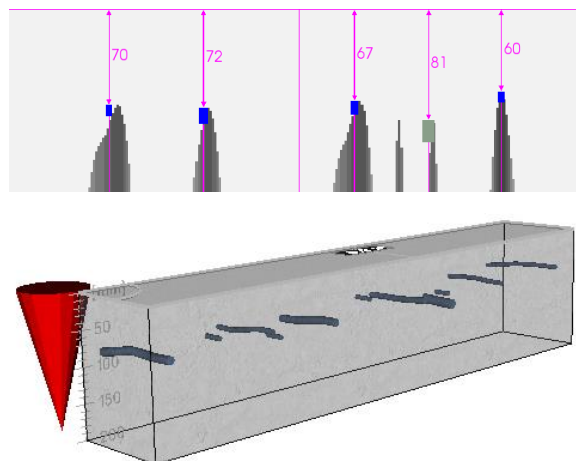
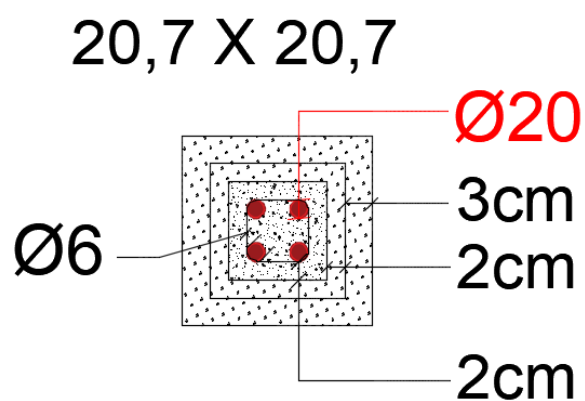


Illustration graphique du sondage



POTEAU DU SONDAGE SP2

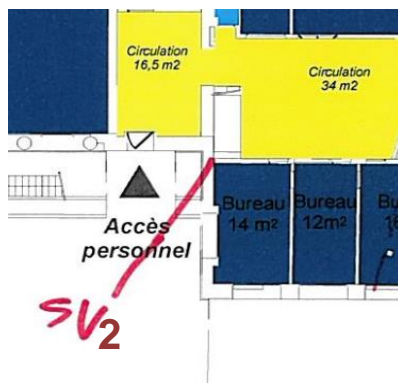
### Description du sondage SV2

Un sondage destructif est réalisé sur le mur des bureaux d'archives ce dernier se trouve au niveau du RDC.

Ce sondage nous a permis de déterminer les différentes caractéristiques suivantes :

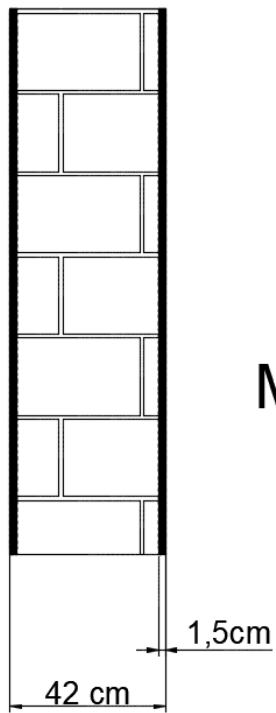
- Une hauteur sous plafond  $H_{SP}=2,31m$
- Une épaisseur du mur  $e=42\text{ cm}$
- Un enduit d'épaisseur  $e=1.5cm$
- Absence d'armatures
- Le mur est en brique pleine.

### Emplacement du sondage



### Illustration photographique du sondage





MUR DU SONDAGE SV2

### C. Sondages réalisés au niveau SOUS-SOL1:

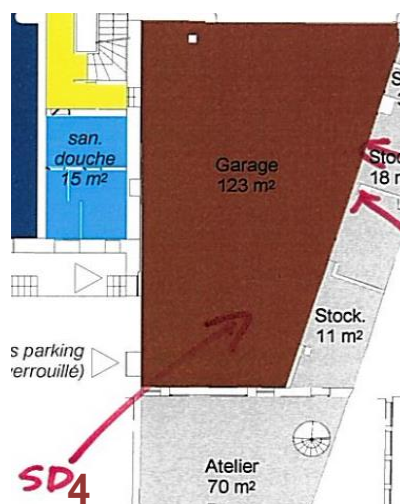
#### Description du sondage SD4

Un sondage destructif est réalisé sur la dalle du plancher haut du sous-sol cette dalle se situe au niveau du garage.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Une Dalle en béton armé d'épaisseur  $e=14,5$  cm
- Un enrobage d'armatures  $c=1$  cm
- Des armatures RL dans le sens porteur de diamètres  $\phi 5$  mm avec un espacement de 8 cm
- Des armatures RL dans le sens transversal de diamètre  $\phi 5$  mm avec un espacement de 14,5 cm

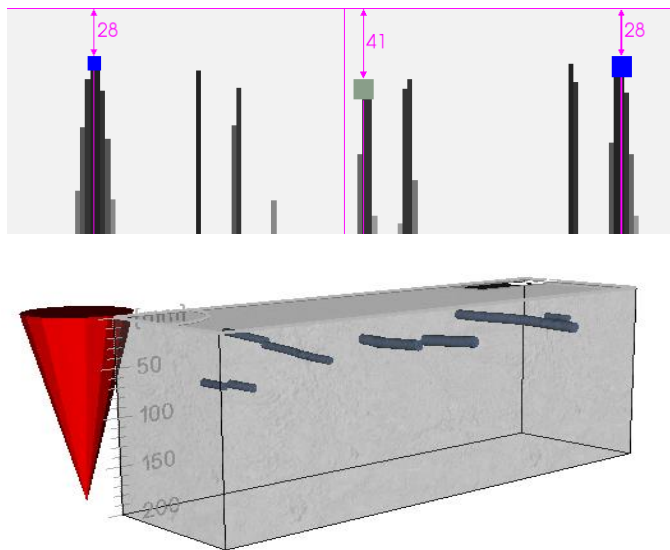
#### Emplacement du sondage



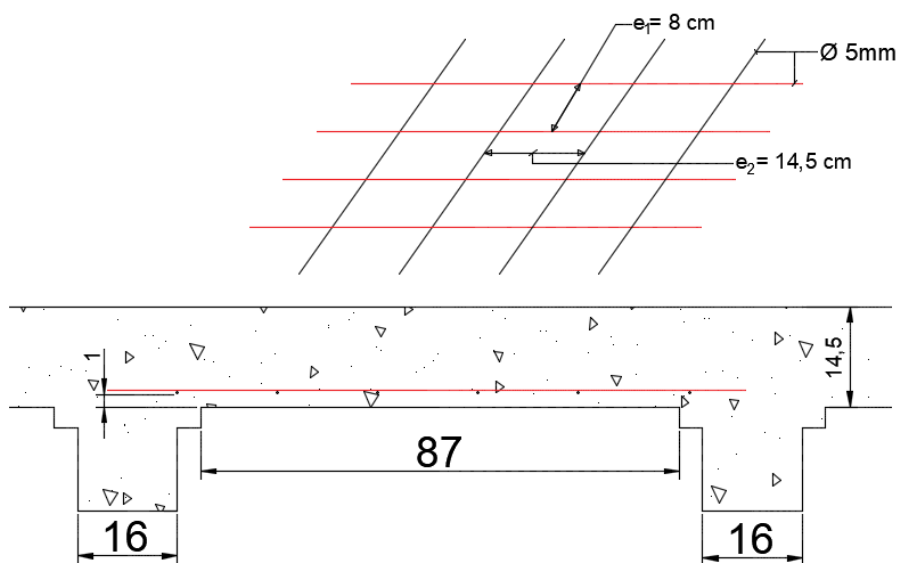
#### Illustration photographique du sondage



## Illustration photographique du sondage non destructif



## Illustration graphique du sondage



DALLE DU SONDAGE SD4

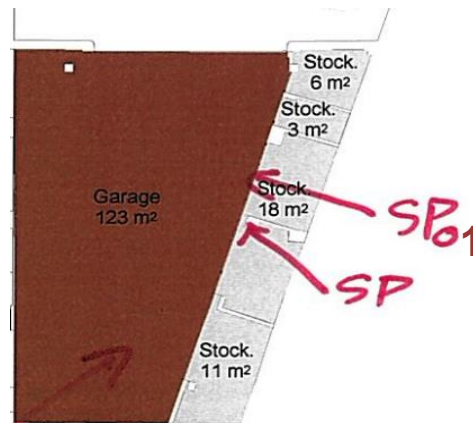
### Description du sondage SP01

Un sondage destructif est réalisé sur la poutre du plancher haut du sous-sol cette poutre se situe au niveau du garage.

Ce sondage réalisé en sous-face à mi travée nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Une poutre en T avec une Hauteur  $H=33\text{cm}$
- Une hauteur de table  $H_0= 13,5\text{ cm}$
- Un enrobage d'armatures  $c= 3\text{cm}$
- Une longueur de travée  $L= 5,9\text{m}$
- Un lit d'armatures longitudinales RL de diamètre  $\phi 16\text{mm}$
- Des cadres RL de diamètre  $\phi 6\text{mm}$  avec un espacement moyen  $e= 10\text{cm}$

### Emplacement du sondage

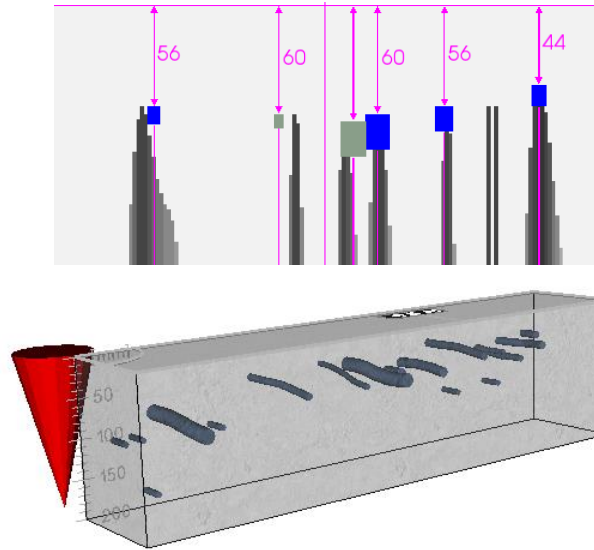


### Illustration photographique du sondage

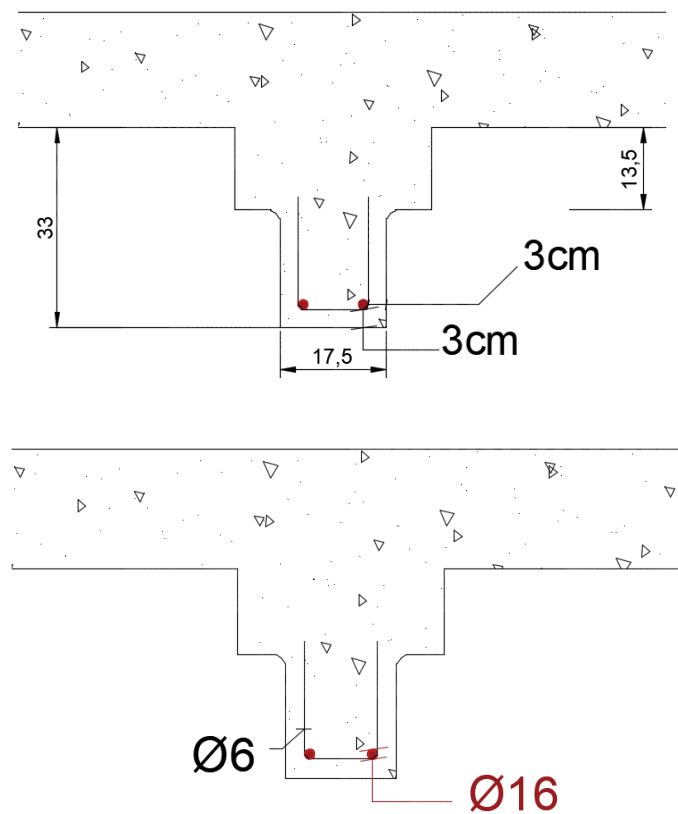




## Illustration photographique du sondage non destructif



## Illustration graphique du sondage



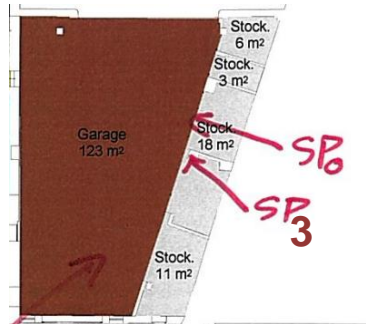
### Description du sondage SP3

Un sondage destructif est réalisé sur le poteau qui se situe dans le local de stockage il tient à la fois la dalle du garage à H=3,83m et la dalle du local de stockage à H=2,38m.

Ce sondage nous a permis de déterminer les caractéristiques suivantes :

- Un Poteau rectangulaire (48,3x48) et de hauteur sous plafond  $H_{SP1}=2,38\text{m}$  et  $H_{SP2}=3,83\text{m}$
- Un enrobage d'armatures  $c=2\text{cm}$
- Un habillage d'épaisseur  $e=4\text{cm}$
- Des armatures longitudinales RL de diamètre  $\phi 16\text{mm}$
- Des cadres RL de diamètre  $\phi 8\text{mm}$  avec un espacement moyen  $e=10\text{ cm}$

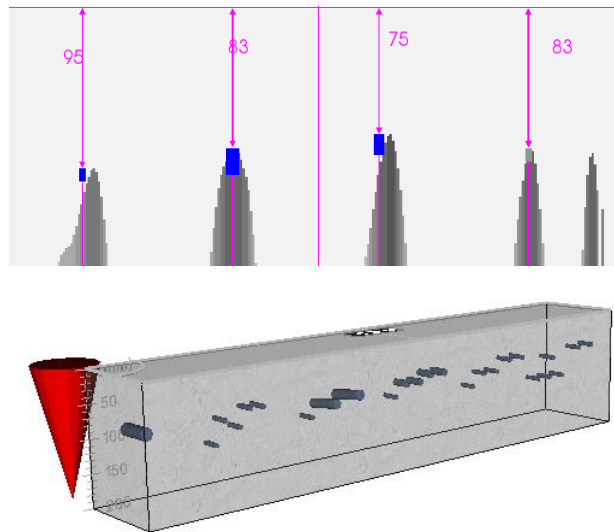
### Emplacement du sondage



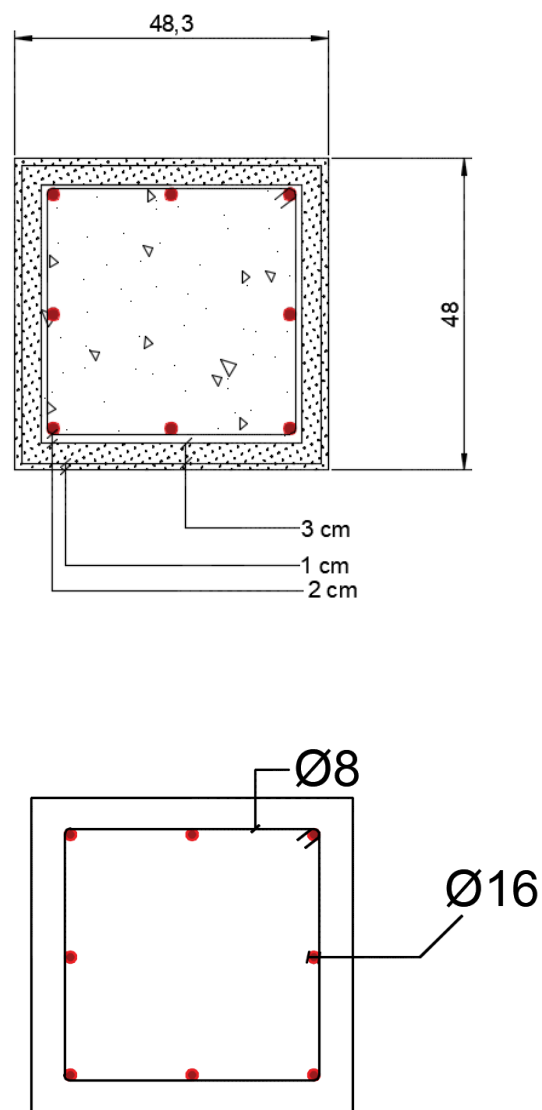
### Illustration photographique du sondage



## Illustration photographique du sondage non destructif



## Illustration graphique du sondage



## 5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Notre mission consiste à réaliser un diagnostic sur les différents éléments structuraux du bâtiment de l'école nationale du génie rural des eaux et des Forêts, afin de déterminer la capacité portante des dalles et des poutres, de vérifier leurs stabilités vis-à-vis une charge d'exploitation  $Q=2,5\text{KN/m}^2$  et déterminer leurs degrés CF et SF. Suite à nos relevés sur site et à nos vérifications calculatoires, nous pouvons confirmer les résultats suivants :

### La capacité portante :

Toutes les dalles sondées étaient des dalles nervurées

**NB : la capacité portante des dalles ne représente pas la capacité portante du plancher.**

Sondage	SD1	SD2	SD3	SD4
Capacité portante de dalle ( $\text{KN/m}^2$ )	60,73	35,36	25,07	50,5
$q_{adm} \geq 2,5 \text{ KN/m}^2$	vérifiée	vérifiée	vérifiée	vérifiée

Sondage	SP0	SP01	SP02
Capacité portante de poutre ( $\text{KN/m}^2$ )	Inexistante	4,2	6,83
$q_{adm} \geq 2,5 \text{ KN/m}^2$		vérifiée	vérifiée
Vérification de flèche ( $f \leq f_{adm}$ )		vérifiée	vérifiée

### La stabilité au feu

#### Dalle :

Repérage du sondage	SD1	SD2	SD3	SD4
Stabilité au feu	1h	1h	1h	1h

#### Poutre :

Repérage du sondage	SP0	SP01	SP02
Stabilité au feu	Inexistante	1h	1h

**NB :**

Tous les calculs de capacité portante et de stabilité au feu des dalles ont été réalisés avec une limite élastique des aciers

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

Tous les calculs de capacité portante et de stabilité au feu des poutres ont été réalisés avec une limite élastique des aciers

$$f_{yk} = 400 \text{ MPa}$$

Ces valeurs ne peuvent être confirmées qu'après la réalisation des essais en laboratoire  
Akila peut réaliser cette prestation

# ANNEXE N°1

## NOTES DE CALCUL

## I. ANNEXE

### A. Hypothèses de calcul :

#### Béton :

La résistance caractéristique à la compression à 28 jours :  $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

La résistance de calcul pour la compression :  $f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$

#### Acier :

##### Les aciers des dalles :

La limite élastique des aciers :  $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

Résistance de calcul pour l'acier:  $f_{yd} = 204,35 \text{ MPa}$

##### Les aciers des poteaux et poutres :

La limite élastique des aciers :  $f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

Résistance de calcul pour l'acier:  $f_{yd} = 347,82 \text{ MPa}$

#### **Chargement:**

##### Charges permanentes :

Poids propre de la Dalle :  $G_{pp} = 25 \times e \text{ (KN/m}^2\text{)}$

Charge de revêtement :  $G' = 0,2 \text{ KN/m}^2$

##### Charges d'exploitation :

Charges d'exploitation du bâtiment  $Q = 2,5 \text{ KN/m}^2$

#### **Combinaisons de charge :**

Etat limite Ultime :  $P_u = 1,35 G + 1,5 Q$

Etat limite de service :  $P_{ser} = G + Q$



## B. Note de calcul :

Dalle du sondage SD1				<div><math display="block">x = \frac{A_s \times f_{yd}}{0,8 \times b \times f_{cd}}</math><math display="block">z = d - 0,4 \times x</math><math display="block">M_{rd,ELU} = A_s \times f_{yd} \times z</math><math display="block">P_u = \frac{8 \times M_{rd,ELU}}{L^2}</math><math display="block">q = \frac{P_u - 1,35 \times g}{1,5}</math><math display="block">q_{adm} = \frac{q}{b}</math></div>
Données			Formules	
Portée	L	0,85	m	
Largeur de calcul	b	1	m	
Epaisseur	e	0,165	m	
Enrobage	c	0,02	m	
Ferraillage	11Ø6			
Nuance d'acier	fyk	235	MPa	
Résistance bet.	fck	25	MPa	
PV béton	PV	25	KN/m3	
Caractéristiques géométriques/mécaniques				
Résistance de calcul de l'acier	fyd	204,35	MPa	
Résistance de calcul du béton	fcd	16,67	MPa	
Section d'aciers	As	3,11	cm²/ml	
Hauteur utile	d	0,145	m	
Hauteur de béton comprimé	x	0,005	m	
Bras de levier	z	0,143	m	
Moment résistant	Mrd	9,09	KNm	
Combinaison ELU	Pu	100,69	KN/m	
Charges				
Poids propre	gpp	4,125	KN/m	
Revêtement	g'	0,2	KN/m	
Charges perm.	g	4,325	KN/m	
Charges d'expl.	q	2,500	KN/m	
Charges d'expl.	q	63,237	KN/m	
Capacité portante	qadm	60,737	KN/m²	

Dalle du sondage SD2				Formules
Données				
Portée	L	0,9	m	$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{0,8 \times b \times f_{cd}}$ $z = d - 0,4 \times x$ $M_{rd,ELU} = A_s \times f_{yd} \times z$ $P_u = \frac{8 \times M_{rd,ELU}}{L^2}$
Largeur de calcul	b	1	m	
Epaisseur	e	0,165	m	
Enrobage	c	0,02	m	
Ferraillage	11Ø5/ml			
Nuance d'acier	f <sub>yk</sub>	235	MPa	
Résistance bet.	f <sub>ck</sub>	25	MPa	
PV béton	PV	25	KN/m3	
Caractéristiques géométriques/mécaniques				
Résistance de calcul de l'acier	f <sub>yd</sub>	204,35	MPa	$q = \frac{P_u - 1,35 \times g}{1,5}$ $q_{adm} = \frac{q}{b}$
Résistance de calcul du béton	f <sub>cd</sub>	16,67	MPa	
Section d'aciers	A <sub>s</sub>	2,16	cm²/ml	
Hauteur utile	d	0,145	m	
Hauteur de béton comprimé	x	0,003	m	
Bras de levier	z	0,144	m	
Moment résistant	M <sub>rd</sub>	6,34	KNm	
Combinaison ELU	P <sub>u</sub>	62,63	KN/m	
Charges				
Poids propre	g <sub>pp</sub>	4,125	KN/m	
Revêtement	g'	0,2	KN/m	
Charges perm.	g	4,325	KN/m	
Charges d'expl.	q	2,500	KN/m	
Charges d'expl.	q	37,864	KN/m	
Capacité portante	q <sub>adm</sub>	35,364	KN/m²	

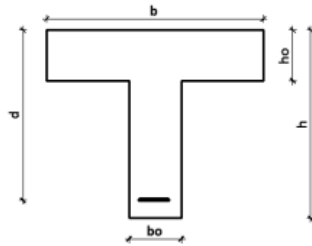
Dalle du sondage SD3			
Données			Formules
Portée	L	1 m	$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{0,8 \times b \times f_{cd}}$ $z = d - 0,4 \times x$ $M_{rd,ELU} = A_s \times f_{yd} \times z$ $P_u = \frac{8 \times M_{rd,ELU}}{L^2}$ $q = \frac{P_u - 1,35 \times g}{1,5}$ $q_{adm} = \frac{q}{b}$
Largeur de calcul	b	1 m	
Epaisseur	e	0,165 m	
Enrobage	c	0,03 m	
Ferraillage	11Ø5/ml		
Nuance d'acier	f <sub>yk</sub>	235 MPa	
Résistance bet.	f <sub>ck</sub>	25 MPa	
PV béton	PV	25 KN/m3	
Caractéristiques géométriques/mécaniques			
Résistance de calcul de l'acier	f <sub>yd</sub>	204,35 MPa	
Résistance de calcul du béton	f <sub>cd</sub>	16,67 MPa	
Section d'aciers	A <sub>s</sub>	2,16 cm²/ml	
Hauteur utile	d	0,135 m	
Hauteur de béton comprimé	x	0,003 m	
Bras de levier	z	0,134 m	
Moment résistant	M <sub>rd</sub>	5,90 KNm	
Combinaison ELU	P <sub>u</sub>	47,20 KN/m	
Charges			
Poids propre	g <sub>pp</sub>	4,125 KN/m	
Revêtement	g'	0,2 KN/m	
Charges perm.	g	4,325 KN/m	
Charges d'expl.	q	2,500 KN/m	
Charges d'expl.	q	27,576 KN/m	
Capacité portante	q <sub>adm</sub>	25,076 KN/m²	

DALLE du sondage SD4				Formules
Données				
Portée	L	0,9	m	$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{0,8 \times b \times f_{cd}}$ $z = d - 0,4 \times x$ $M_{rd,ELU} = A_s \times f_{yd} \times z$ $P_u = \frac{8 \times M_{rd,ELU}}{\alpha \times L^2}$
Largeur de calcul	b	1	m	
Epaisseur	e	0,14	m	
Enrobage	c	0,01	m	
Ferraillage	12Ø5/ml			
Nuance d'acier	fyk	235	MPa	
Résistance bet.	fck	25	MPa	
PV béton	PV	25	KN/m3	
Caractéristiques géométriques/mécaniques				
Résistance de calcul de l'acier	fyd	204,35	MPa	$q = \frac{P_u - 1,35 \times g}{1,5}$ $q_{adm} = \frac{q}{b}$
Résistance de calcul du béton	fcd	16,67	MPa	
Section d'aciers	As	2,35	cm²/ml	
Hauteur utile	d	0,13	m	
Hauteur de béton comprimé	x	0,004	m	
Bras de levier	z	0,129	m	
Moment résistant	Mrd	6,17	KNm	
Combinaison ELU	Pu	81,30	KN/m	
Charges				
Poids propre	gpp	3,5	KN/m	
Revêtement	g'	0,6	KN/m	
Charges perm.	g	4,1	KN/m	
Charges d'expl.	q	0,000	KN/m	
Charges d'expl.	q	50,509	KN/m	
Capacité portante	qadm	50,509	KN/m²	

## Détermination de la capacité portante des poutres :

Poutres du sondage SP01 :


Cette poutre est en forme de T afin de déterminer sa capacité portante, il est nécessaire de vérifier si le moment repris par la table suffit à reprendre le moment de flexion appliqué



- Moment repris par la table seule :  $M_{T,u} = \eta \cdot b \cdot h_0 \cdot f_{cd} \cdot (d - h_0/2)$ 
  - Si  $M_{Ed,u} \leq M_{T,u}$  Alors la table seule suffit à reprendre le moment. La poutre est équivalente à une section rectangulaire  $b \times h$ .
- Moment résistant de la table :  $M_{tu} = 150 \text{ KN.m}$
- Moment de flexion à l'ELU appliqué à cette poutre  $M_{ELU} = 26,36 \text{ KN.m}$

$M_{tu} > M_{ELU}$  d'où la table suffit à reprendre le moment de flexion .

La section de la poutre sera considérée comme étant une section rectangulaire de largeur b et hauteur H



POUTRE Spou1

Données				Formules	
Portée effective	L	5,9	m		
Largeur de reprise	a	0,9	m		
Largeur poutre	b	0,29	m		
Hauteur poutre	h	0,33	m		
Nuance d'acier	fyk	400	MPa		
Résistance bet.	fck	25	MPa		
Ferrailage présent					
Résistance de calcul de l'acier	fyd	347,83	MPa	$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{0,8 \times b \times f_{cd}}$	
Résistance de calcul du béton	fcd	16,67	MPa		
Section d'aciers inférieurs	As,inf	4,02	cm²	$z = d - 0,4 \times x$	
Enrobage	c	0,030	m		
Hauteur utile aciers inf.	d	0,300	m	$M_{rd,ELU} = A_s \times f_{yd} \times z$	
Hauteur de béton comprimé	x	0,036	m		
Bras de levier aciers inf.	z	0,286	m	$P_u = \frac{8 \times M_{rd,ELU}}{L^2}$	
Moment résistant sur travée	Mrd	39,93	KNm		
Charges admissibles					
Poids propre	gpp	2,39	KN/m	$q = \frac{P_u - 1,35 \times g}{1,5}$	
Surcharges permanentes	g'	0,20	KN/m		
Capacité portante linéique	qadm	3,78	KN/m	$q_{adm} = \frac{q}{b}$	
Capacité portante surfacique	Qadm	4,20	KN/m²		

# Vérification de la flèche:

Vérification des flèches à l'ELS QP							
Hauteur axe neutre (béton non fissuré)	$X_{non\ fiss}$	0,196	m				
Hauteur axe neutre (béton fissuré)	$X_{fiss}$	1,47E-01	m				
Inertie non fissurée	$I_{non\ fiss}$	1,35E-03	m <sup>4</sup>				
Inertie fissurée	$I_{fiss}$	8,61E-04	m <sup>4</sup>				
Module d'élasticité effectif du béton	$E_{c,eff}$	10491,935	MPa				
Flèche fissurée	$\delta_{fiss}$	0,016	m				
Flèche non fissurée	$\delta_{non\ fiss}$	0,011	m				
Moment critique	$M_{cr}$	15,187	kN.m				
Coefficient de distribution	$\zeta$	0,604		NF EN 1992-1-1:7.4.3 (7.19)			
Flèche totale EC2	$\delta_{EC2}$	1,409	cm	NF EN 1992-1-1:7.4.3 (7.18)	L/250	2,36	ok

## Poutres du sondage SP02

Poutre du sondage SPo2				
Données				Formules
Portée	L	8,75	m	
Largeur de reprise	a	1	m	
Largeur	b	0,16	m	
Hauteur	h	0,355	m	
Enrobage	c	0,035	m	
Ferraillage	2Ø26+2Ø20			
Nuance d'acier	f <sub>yk</sub>	400	MPa	
Résistance bet.	f <sub>ck</sub>	25	MPa	
PV béton	PV	25	KN/m3	
Caractéristiques géométriques/mécaniques				
Résistance de calcul de l'acier	f <sub>yd</sub>	347,83	MPa	$x = \frac{A_s \times f_{yd}}{0,8 \times b \times f_{cd}}$ $z = d - 0,4 \times x$ $M_{rd,ELU} = A_s \times f_{yd} \times z$ $P_u = \frac{8 \times M_{rd,ELU}}{L^2}$
Résistance de calcul du béton	f <sub>cd</sub>	16,67	MPa	
Section d'aciers	A <sub>s</sub>	15,75	cm²	
Hauteur utile	d	0,32	m	
Hauteur de béton comprimé	x	0,257	m	
Bras de levier	z	0,217	m	
Moment résistant	M <sub>rd</sub>	119,03	KNm	
Combinaison ELU	P <sub>u</sub>	12,44	KN/m	
Charges				
Poids propre	g <sub>pp</sub>	1,42	KN/m	$q = \frac{P_u - 1,35 \times g}{1,5}$ $q_{adm} = \frac{q}{b}$
Revêtement	g'	0,2	KN/m	
Charges perm.	g	1,62	KN/m	
Charges d'expl.	q	6,834	KN/m	
Capacité portante	q <sub>adm</sub>	6,834	KN/m²	

## Vérification de la flèche:

Vérification des flèches à l'ELS QP				
Hauteur axe neutre (béton non fissuré)	$X_{\text{non fiss}}$	0,206	m	
Hauteur axe neutre (béton fissuré)	$X_{\text{fiss}}$	1,74E-01	m	
Inertie non fissurée	$I_{\text{non fiss}}$	8,69E-04	m <sup>4</sup>	
Inertie fissurée	$I_{\text{fiss}}$	6,68E-04	m <sup>4</sup>	
Module d'élasticité effectif du béton	$E_{c, \text{eff}}$	10491,935	MPa	
Flèche fissurée	$\delta_{\text{fiss}}$	0,033	m	
Flèche non fissurée	$\delta_{\text{non fiss}}$	0,025	m	
Moment critique	$M_{cr}$	8,903	kN.m	
Coefficient de distribution	$\zeta$	0,759		NF EN 1992-1-1:7.4.3 (7.19)
Flèche totale EC2	$\delta_{\text{EC2}}$	3,120	cm	NF EN 1992-1-1:7.4.3 (7.18) L/250 3,4 ok

## le calcul du comportement au feu des dalles:

Les durées - exprimées en heures - des critères d'exigence (coupe-feu et stabilité au feu) sont réputées obtenues pour les dalles lorsque les dispositions minimales prévues dans le tableau ci-après sont observées.

Durée de résistance au feu F		1/2 h	1 h	1h1/2	2 h	3 h	4 h
Épaisseur minimale h + e (cm)		6	7	9	11	15	17,5
Sans aciers sur appuis	u (cm)	1	2	3	4	6	8
	$(I_{sw} + I_{se})/I$	0	0	0	0	0	0
Avec aciers sur appuis avec consoles	u (cm)	1	1,5	2	2,5	3,5	4,5
	$(I_{sw} + I_{se})/I$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6

Les notations utilisées sont :

- h épaisseur de la dalle en cm
- e épaisseur de la chape et de son revêtement en cm
- $M_0$ , moment isostatique sous les charges permanentes et les charges variables suivant les indications du chapitre 5
- $M_w$  et  $M_e$ , moments de flexion équilibrés par les aciers sur appuis de longueur libre à l'intérieur de la travée considérée  $I_{sw}$  et  $I_{se}$ . A défaut de prescriptions différentes dans les Documents Particuliers du Marché, ces moments sont plafonnés à la valeur du moment provoqué par les seules charges permanentes, dans le cas où il s'agit de moments de continuité isostatique (console).

## Dalle du sondage SD1

Durée de résistance au feu F		1/2 h	1 h	1h1/2	2 h	3 h	4 h
Épaisseur minimale h + e (cm)		6	7	9	11	15	17,5
Sans aciers sur appuis	u (cm)	1	2	3	4	6	8
	$(I_{sw} + I_{se})/I$	0	0	0	0	0	0
Avec aciers sur appuis avec consoles	u (cm)	1	1,5	2	2,5	3,5	4,5
	$(I_{sw} + I_{se})/I$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6

## Dalle du sondage SD2

Durée de résistance au feu F		1/2 h	1 h	1h1/2	2 h	3 h	4 h
Épaisseur minimale h + e (cm)		6	7	9	11	15	17,5
Sans aciers sur appuis	u (cm)	1	2	3	4	6	8
	$(I_{sw} + I_{se})/I$	0	0	0	0	0	0
Avec aciers sur appuis avec consoles	u (cm)	1	1,5	2	2,5	3,5	4,5
	$(I_{sw} + I_{se})/I$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6



### Dalle du sondage SD3

Durée de résistance au feu F		1/2 h	1 h	1h1/2	2 h	3 h	4 h
Epaisseur minimale h + e (cm)		6	7	9	11	15	17,5
Sans aciers sur appuis	u (cm)	1	2	3	4	6	8
	$(l_{sw} + l_{se})/l$	0	0	0	0	0	0
Avec aciers sur appuis avec consoles							
$M_{vw} + M_e/2M_0 \geq 0,50$	u (cm)	1	1,5	2	2,5	3,5	4,5
	$(l_{sw} + l_{se})/l$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6

### Dalle du sondage SD4

Durée de résistance au feu F		1/2 h	1 h	1h1/2	2 h	3 h	4 h
Epaisseur minimale h + e (cm)		6	7	9	11	15	17,5
Sans aciers sur appuis	u (cm)	1	2	3	4	6	8
	$(l_{sw} + l_{se})/l$	0	0	0	0	0	0
Avec aciers sur appuis avec consoles							
$M_{vw} + M_e/2M_0 \geq 0,50$	u (cm)	1	1,5	2	2,5	3,5	4,5
	$(l_{sw} + l_{se})/l$	0,25	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6

## le calcul du comportement au feu des Poutres:

Les degrés F - exprimés en heures - des critères d'exigence (coupe-feu et stabilité au feu) sont réputés obtenus pour les poutres et poutrelles, lorsque les dispositions minimales des tableaux ci-après sont observées.

F		1/2 h	1 h	1h1/2	2 h	3 h	4 h
Epaisseur minimale ( $h_2 + e$ ) cm	Entraxe des poutrelles au plus égal à 2,5 m	5	6	8	10	14	16,5
	Entraxe des poutrelles supérieur à 2,5 m	6	7	9	11	15	17,5
	Poutres croisées avec un espacement maximal de 2,5 m dans chaque sens	4	5	7	9	13	15,5

$M_{VW} + M_E/2M_O = 0$	Poutres rectangulaires	b minimal en cm	12	16	20	24	32	40
	Poutres à talon	b minimal en cm	16	20	24	32	40	50
		$b_O$ minimal en cm	8	10	12	14	16	18
		$h_O$ minimal en cm	5	8	12	20	32	50
	Lits inférieurs	Nombre minimal de lits	2	2	2	3	3	4
		b minimal	2,5	4	5,5	6,5	8,0	9,0
		Nombre minimal de barres par lit	2	2	2	3	4	5
	u (cm) avec b supérieur à la plus grande des 2 valeurs : 1 mètre ou $1,5 h_1$ et avec 10 barres par lit		1	2	3	4	5	6
	$l_{sw} + l_{se}/l$		0	0	0	0	0	0

$M_{VW} + M_E/2M_O \geq 0,5$	Poutres rectangulaires	b minimal en cm	8	11	14	17	23	29
	Poutres à talon	b minimal en cm	12	16	20	24	32	40
		$b_O$ minimal en cm	8	10	12	14	16	18
		$h_O$ minimal en cm	5	8	12	20	32	50
	Lits inférieurs	Nombre minimal de lits	2	2	2	3	3	4
		b minimal	2,5	2,5	3,3	4,0	5,2	6,0
		Nombre minimal de barres par lit	2	2	2	3	3	4
	u (cm) avec b supérieur à la plus grande des 2 valeurs : 1 mètre ou $1,5 h_1$ et avec 10 barres par lit		1	1,5	2	2	3	4,5
	$l_{sw} + l_{se}/l$		0,25	0,30	0,4	0,5	0,55	0,60

$u_1$ (cm)	$\tau \leq 0,03f_{cj}$ ou béton précontraint classes I et II	néant					
	$\tau \leq 0,03f_{cj}$ ou béton précontraint classes I et II si tout en cadres	1,5	2	2,5	3	3	3,5
	$0,03f_{cj} < \tau \leq 0,1f_{cj}$ si 40 % au moins en étriers ou épingles	néant					
	$0,1f_{cj} < \tau \leq 0,15f_{cj}$ Il faut au moins 40 % en étriers et épingles	1,5	2	2,5	3	3	3,5

### Poutre du sondage SP02

F			1/2 h	1 h	1h1/2	2 h	3 h	4 h
Epaisseur minimale ( $h_2 + e$ ) cm	Entraxe des poutrelles au plus égal à 2,5 m		5	6	8	10	14	16,5
	Entraxe des poutrelles supérieur à 2,5 m		6	7	9	11	15	17,5
	Poutres croisées avec un espacement maximal de 2,5 m dans chaque sens		4	5	7	9	13	15,5
$M_{wv} + M_e/2M_o = 0$	Poutres rectangulaires	b minimal en cm	12	16	20	24	32	40
	Poutres à talon	b minimal en cm	16	20	24	32	40	50
		$b_o$ minimal en cm	8	10	12	14	16	18
		$h_o$ minimal en cm	5	8	12	20	32	50
	Lits inférieurs	Nombre minimal de lits	2	2	2	3	3	4
		b minimal	2,5	4	5,5	6,5	8,0	9,0
		Nombre minimal de barres par lit	2	2	2	3	4	5
	u (cm) avec b supérieur à la plus grande des 2 valeurs : 1 mètre ou $1,5 h_1$ et avec 10 barres par lit		1	2	3	4	5	6
	$l_{sw} + l_{se}/l$		0	0	0	0	0	0

## Poutre du sondage SP01

### sections en travée (*béton comprimé côté face froide*)

- Effort de traction dans les aciers inférieurs :

$$N_{s\theta} = f_e \sum A_i \varphi_{si}$$

$\varphi_{si}$  correspondant à la température  $\theta_{si}$  de l'acier  $A_i$ .

- Effort de compression dans le béton (diagramme rectangulaire) :

$$N_{bc} = 0,8 b_0 y \frac{f_{cj}}{1,3} (\phi_b = 1)$$

y est tiré de la relation  $N_{bc} = N_{s\theta}$ , d'où  $z = d - 0,4y$  avec d hauteur utile.

Le moment résistant en travée est défini par :  $M_{t,\theta} = N_{s\theta} \cdot z$

$$N_{s\theta} = 0,136 \text{ MN}$$

$$N_{bc} = 2,61y$$

$$y = 0,052$$

$$Z = 0,31$$

$$M_r = 0,042 \text{ MN.m}$$



**AKILA**  
INGENIERIE

# AKILA INGENIERIE

MET SON EXPERTISE A VOTRE DISPOSITION.

Akila Ingénierie reste à votre disposition pour toute mission en :

**DIAGNOSTIC** structure, béton armé, maçonnerie, charpente bois, métallique, VRD, sanitaires et fluides

**CONCEPTION** pour les études de projet et d'exécution technique des ouvrages

**CONCEPTION** établissement de tous documents, pièces écrites et plans

**ETUDES TECHNIQUES** pour l'établissement de calculs et plans d'exécution des ouvrages et de leurs équipements

**DUE DILIGENCE**

**ASSISTANCE TECHNIQUE** à Maître d'ouvrage

**EXPERTISE ET DIAGNOSTIC SECURITE INCENDIE**

**OMAR LAMSOUBER**  
Directeur technique