

105, boulevard l'hôpital 75013 PARIS – Faculté de médecine



Diagnostic structurel – Calcul de la capacité portante




Aout 2023	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
AFFAIRE N° UB - 23- 026	A. KCHAOU 	A. AMMAR 	A. AMMAR 
VERSION 0			

Table des matières

1	Objet	3
2	Objectif.....	3
3	Plan de localisation	3
4	Investigations réalisées	3
5	Résultats des investigations.....	5
5.1	Reconnaissance structurelle du PH SS - SD1.....	5
5.2	Reconnaissance structurelle du PH R+6 – SD2/SD3.....	6
5.3	Reconnaissance structurelle du PH R+6 – SD4/SD5.....	7
5.4	Reconnaissance du CE de la toiture terrasse	8
6	Calcul de la capacité portante.....	9
6.1.1	Textes normatifs applicables	9
6.1.2	Hypothèses sur les matériaux.....	9
6.1.3	Hypothèses sur les charges.....	9
6.1.4	Résultats de calcul des capacités portantes	9
7	Conclusion.....	10
8	Annexe : Note de calcul	11
8.1	NDC / SD1.....	11
8.2	NDC / SD2 – SD3.....	13
8.3	NDC / SD4 – SD5.....	16

1 Objet

A la demande du service maitrise d'ouvrage de la direction logistique et patrimoine de l'université de SORBONNE, la société UBIBAT a réalisé une mission de diagnostic structurel dans le cadre d'un projet de rénovation du bâtiment de la faculté de médecine.

2 Objectif

Les objectifs du présent rapport sont :

- Reconnaissance des structures du plancher haut sous-sol et du plancher haut R+6 ;
- Reconnaissance du complexe d'étanchéité ;
- Calcul de la capacité portante des structures.

3 Plan de localisation

L'ouvrage situé 105 boulevard de l'hôpital, 75013 Paris.

Une vue en plan ainsi qu'une vue satellite de l'ouvrage sont présentées ci-dessous.



Figure 1 : Localisation du bâtiment



Figure 2 : Vue satellite du bâtiment

4 Investigations réalisées

Au regard des objectifs envisagés, une campagne de diagnostic structurel a été réalisée.

Un tableau récapitulatif ainsi qu'un plan d'implantation des sondages réalisés sont présentés ci-dessous.

Implantation des sondages - Légende		
Désignation	Description	Localisation
SD 1	Sondage destructif	PH S-S
SD 2 / SD3 SD4 / SD5	Sondages destructifs	PH R+6
CE	Sondage complexe d'étanchéité	Toiture terrasse

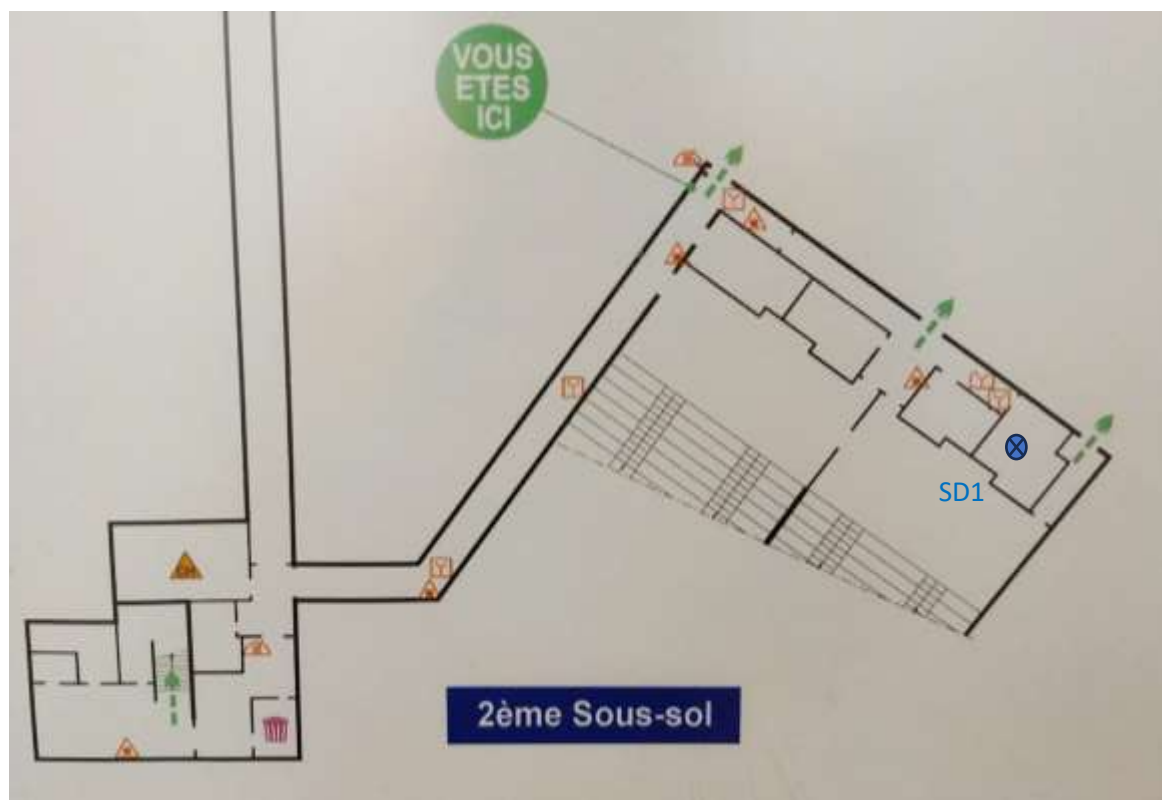


Figure 3 : Implantation des sondages - PH SS

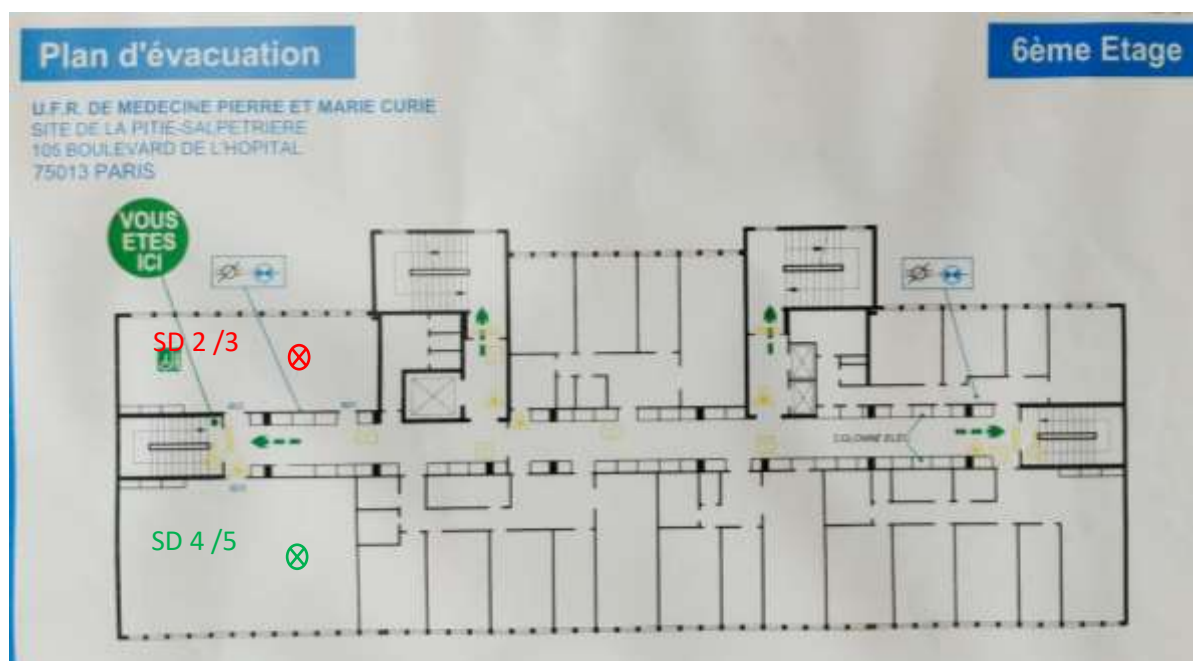


Figure 4 / Implantation des sondages - PH R+6

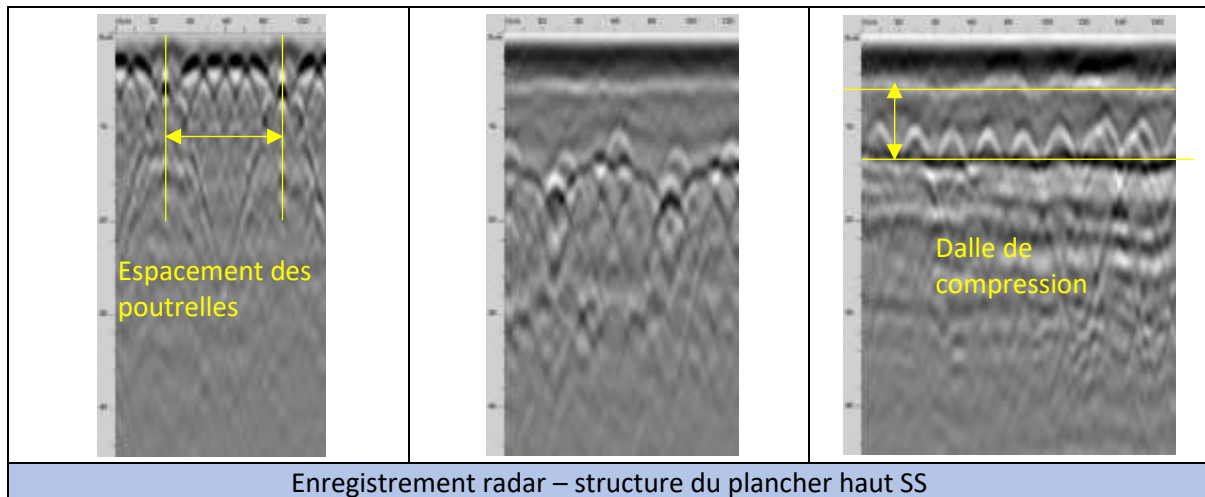
5 Résultats des investigations

5.1 Reconnaissance structurelle du PH SS - SD1

Les résultats du sondage ont mis en évidence un plancher nervuré composé comme suit :

- Des poutrelles préfabriquées en béton armé espacées de 63 cm avec une portée de 4,80m ;
- Des entrevous (16*25*53) en béton ;
- Une dalle de compression en béton armé d'épaisseur 6 cm ;
- Un complexe de revêtement (chape (4cm) + carrelage).

Des enregistrements radar ainsi qu'un reportage photographique sont présentés ci-dessous.



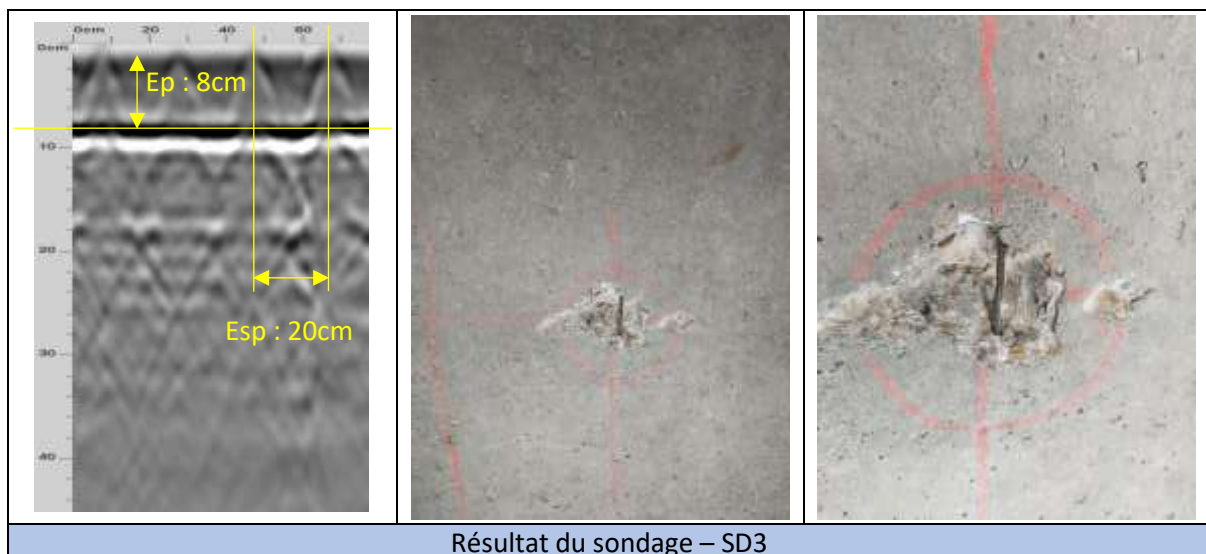
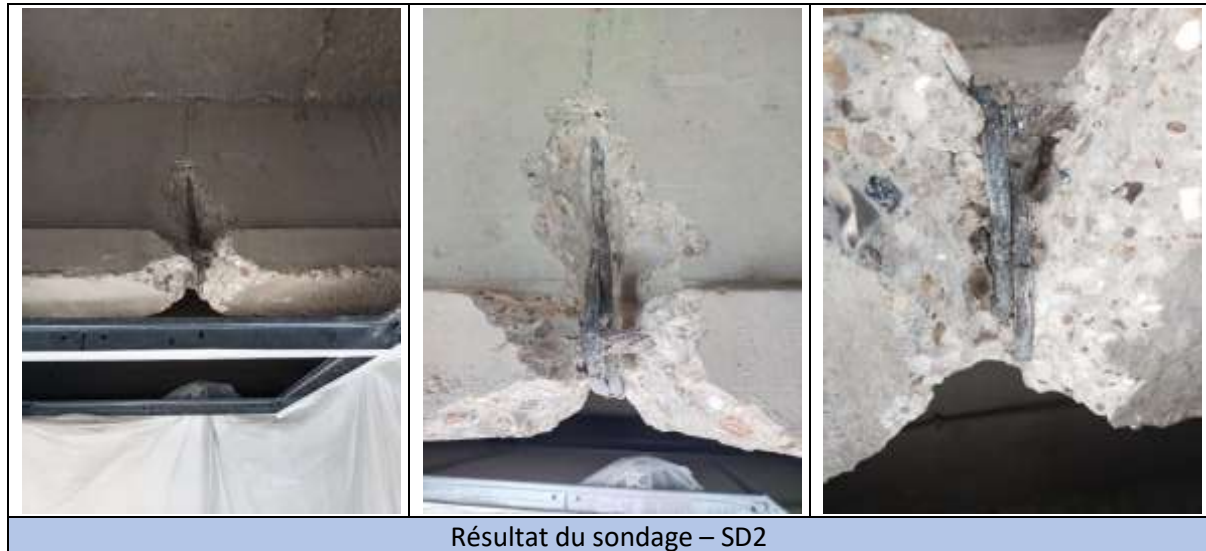
Une coupe explicative de la structure est disponible en annexe 2.

5.2 Reconnaissance structurelle du PH R+6 – SD2/SD3

L'inspection visuelle de la structure révèle un plancher composé par :

- Des poutres en béton armé espacées de 1m avec **une portée de 4,80m** (SD2) ;
- Une dalle en béton armé d'épaisseur 8cm (SD3).

Des enregistrements radar ainsi qu'un reportage photographique sont présentés ci-dessous.



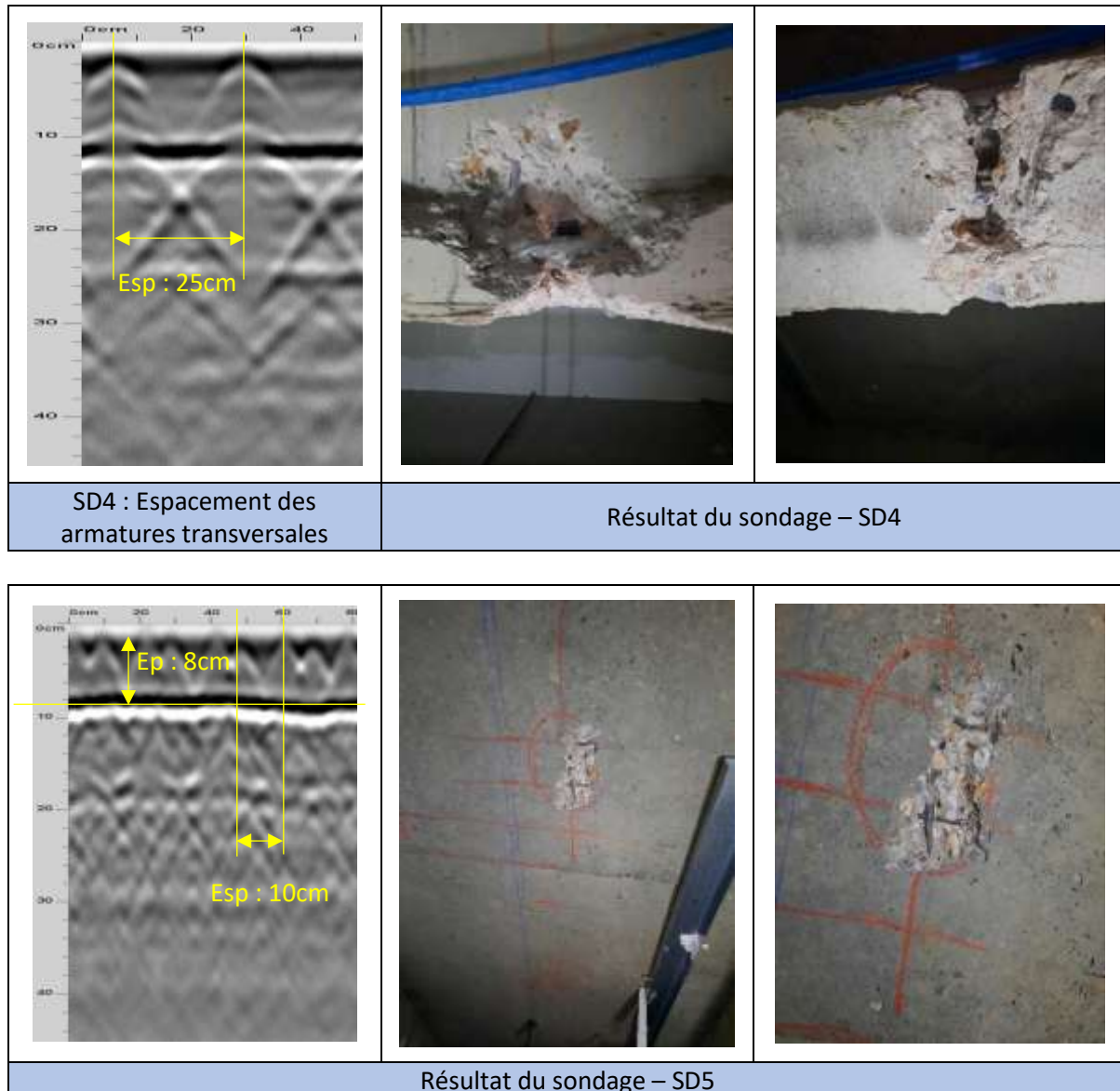
Une coupe explicative de la structure est disponible en annexe 2.

5.3 Reconnaissance structurelle du PH R+6 – SD4/SD5

L'inspection visuelle de la structure révèle un plancher composé par :

- Des poutres en béton armé espacées de 1m avec **une portée de 7,90m** (SD4) ;
- Une dalle en béton armé d'épaisseur 8cm (SD5).

Des enregistrements radar ainsi qu'un reportage photographique sont présentés ci-dessous.



Une coupe explicative de la structure est disponible en annexe 2.

5.4 Reconnaissance du CE de la toiture terrasse

En vu de reconnaître la composition de l'étanchéité de la toiture terrasse, un sondage destructif a été réalisé.

Un reportage photographique ainsi qu'une coupe explicative sont disponibles ci-dessous.

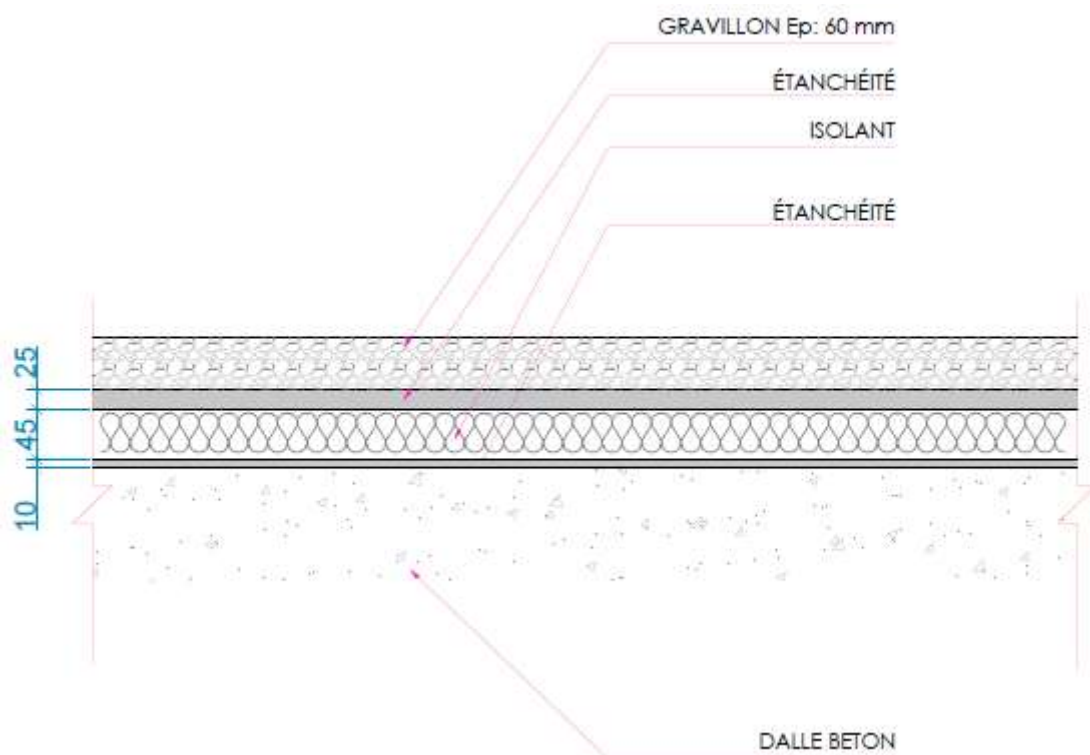
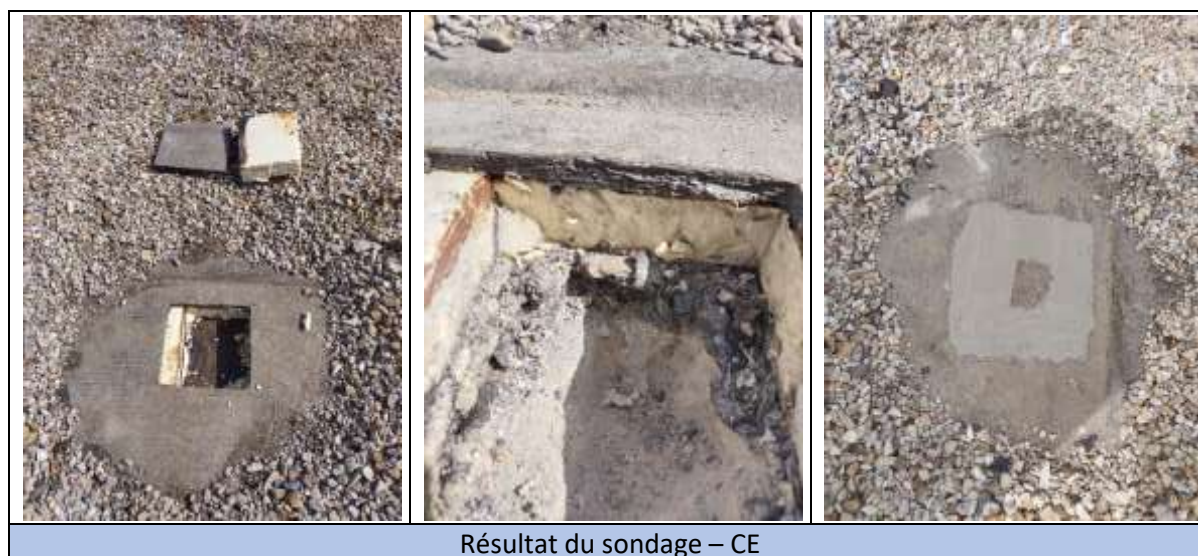


Figure 5 : Résultat du sondage

6 Calcul de la capacité portante

6.1.1 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.

Eurocode 2 – Calcul des structures en béton armé.

6.1.2 Hypothèses sur les matériaux

- Acier : Fe500 ;
- Béton : C25/30.

6.1.3 Hypothèses sur les charges

Les calculs ont été réalisés en prenant compte des masses volumiques et surfaciques suivantes :

- Poids volumique du béton armé : 2500 daN/m³ ;
- Poids volumique du gravillon : 1500 daN/m³ ;
- Poids volumique de l'étanchéité : 1050 daN/m³ ;
- Charge de l'isolant : 5 daN/m² ;
- Charge du faux plafond : 20 daN/m².

6.1.4 Résultats de calcul des capacités portantes

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Les notes de calcul sont disponibles en annexe.

Sondage	Niveau	Elément	Capacité portante (kg/m ²)	
			Au-dessus du CE	Au-dessus de la dalle
SD1	SS / depuis de VS	Plancher haut	-	879
SD2	R+6 / Depuis la salle 601	Poutre	1620	1739
SD3		Dalle	607	726
SD4	R+6 / Depuis la salle 603	Poutre	558	676
SD5		Dalle	809	928

Tableau 1: Caractéristique de la structure de reprise

7 Conclusion

A la demande du service maîtrise d'ouvrage de la direction logistique et patrimoine de l'université de SORBONNE, la société UBIBAT a réalisé une mission de diagnostic structurel dans le cadre d'un projet de rénovation du bâtiment de la faculté de médecine.

Les objectifs du présent rapport sont :

- Reconnaissance des structures du plancher haut sous-sol et du plancher haut R+6 ;
- Reconnaissance du complexe d'étanchéité ;
- Calcul de la capacité portante des structures.

Au regard des objectifs envisagés, une campagne de diagnostic structurel a été réalisée.

Un tableau récapitulatif des sondages réalisés est présenté ci-dessous.

Implantation des sondages - Légende		
Désignation	Description	Localisation
SD 1	Sondage destructif	PH S-S
SD 2 / SD3 SD4 / SD5	Sondages destructifs	PH R+6
CE	Sondage complexe d'étanchéité	Toiture terrasse

Tableau 2 : Localisation des sondages

Les résultats des investigations sont présentés dans le §5.

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Sondage	Niveau	Elément	Capacité portante (kg/m²)	
			Au-dessus du CE	Au-dessus de la dalle
SD1	SS / depuis de VS	Plancher haut	-	879
SD2	R+6 / Depuis la salle 601	Poutre	1620	1739
SD3		Dalle	607	726
SD4	R+6 / Depuis la salle 603	Poutre	558	676
SD5		Dalle	809	928

Tableau 3: Résultats de calcul

Les notes de calcul sont disponibles en annexe 1.

Des détails explicatifs sont présentés en annexe 2.

8 Annexe : Note de calcul

8.1 NDC / SD1

L_{eff}	4,8	m	portée utile				
b	0,63	m	largeur table				
h	0,22	m	hauteur totale				
b_w	0,08	m	largeur âme				
h_f	0,06	m	hauteur table				
d	0,194	m	hauteur utile <i>a priori</i> des armatures inférieures				
d'	0,025	m	hauteur utile <i>a priori</i> des armatures supérieures				
f_{ck}	25	MPa	résistance béton				
γ_c	1,5		coeff. béton ELU				
f_{yk}	500	MPa	limite élastique acier				
γ_s	1,15		coeff. acier ELU				
classe acier	B		A=peu ductile, B=moyenn. duct., C=très duct., D=à palier				
σ_{cd}	0	MPa	contrainte limite béton ELS, sinon 0 $\rightarrow 0,6f_{ck}$				
σ_{sd}	0	MPa	contrainte limite acier ELS, sinon 0 $\rightarrow 0,8f_{yk}$				
α_e	15		coeff. d'équiv. en comb. caract. si = 0 $\rightarrow \alpha_e = E_s/E_c$				
appl. N	1		0=N _{Ed} à mi-hauteur, =1= N _{Ed} au cdg				
AC	0		armatures comprimées acceptées ou non				

f_{ctd}	16,67	MPa
f_{ctm}	2,6	MPa
$f_{ctm,f}$	3,588	MPa
E_{cm}	31	MPa

$=1 : f_{ctm,f} ; =0=f_{ctm}$ 0

à titre indicatif


$721,04$ en comb. car.

$27,47$ en comb. q.p.

Pour la détermination des armatures à mi-travée

	Moment MNm	Eff.Norm. MN	$A_{s,inf}$ cm ²	$A_{s,sup}$ cm ²	x m	$\sigma_{s,inf}$ MPa	$\sigma_{s,sup}$ MPa	$\sigma_{c,sup}$ MPa	$\sigma_{c,inf}$ MPa	section
ELU	0,0342	0	4,08	0,00	0,0220	-453,1	-453,1	16,7		PT
ELS car.	0,001	0	0,13	0,00	0,0107	-400,0	0,00	1,56	0,00	PT

Figure 6 : Moment résistant M_{rd} - SD1



Caractéristiques géométriques SD1			
Poutre			
Hauteur de la poutre	h=	0,22	m
Largeur de la poutre	b=	0,08	m
Portée de la poutre	L=	4,8	m
Entraxe	E=	0,63	m
Béton			
Résistance caractéristique en compression du béton	fck=	25	MPa
Coefficient partiel de sécurité du béton	γc=	1,5	
Masse volumique du béton	ρ=	25	kN/m ³
Diagramme de calcul		Parabole-rectangle	
Résistance de calcul à la compression	fcd=	16,7	MPa
Acier			
Limite d'élasticité caractéristique de l'acier	fyk=	500	MPa
Coefficient partiel de sécurité de l'acier	γs=	1,15	
Module d'élasticité de l'acier	Es=	200000	MPa
Diagramme de calcul		Palier Horizontal	
Limite d'élasticité de calcul de l'acier	fyd=	434,8	MPa
Armatures longitudinales en place			
	Nb	φ barres (mm)	Enrobage (cm)
1er lit	2	8	2
2ème lit	2	14	2,8
3ème lit			0,00
4ème lit			0,00
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Section totale d'aciers en place Distance entre cdg des armatures et fsup de la dalle Position de l'axe neutre / fsup de la dalle Bras de levier </div> <div style="text-align: right;"> Ast= 4,08 cm² d= 18,77 cm x= 16,65 cm z= 12,11 cm </div> </div>			
Moment résistant de la poutre			
	Mrd=	34,20	kNm
Charges			
<u>Charges permanentes non pondérées</u>			
G1	-	kN/m ²	
G2	2,65	kN/ml	
Moment sous poids propre sans pondération			
	Mg=	7,62	kNm
Moment fléchissant			
<u>Charges d'exploitation admissibles à l'ELU</u>			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Moment admissible sans pondération Charge admissible </div> <div style="text-align: right;"> Mq= 15,94 kNm Q ≤ 8,79 kN/m² </div> </div>			

Figure 7 : Capacité portante du plancher haut SS - SD1

8.2 NDC / SD2 – SD3


L_d	4,8	m	portée utile			
b	1	m	largeur table			
h	0,46	m	hauteur totale			
b_w	0,1	m	largeur âme			
h_f	0,08	m	hauteur table			
d	0,415	m	hauteur utile <i>a priori</i> des armatures inférieures			
d'	0,025	m	hauteur utile <i>a priori</i> des armatures supérieures			
f_{ck}	25	MPa	résistance béton			
γ_c	1,5		coeff. béton ELU	$=1 : f_{cdm,8} ; 0=f_{cdm}$		0
f_{yk}	500	MPa	limite élastique acier			
γ_s	1,15		coeff. acier ELU			
classe acier	B		A=peu ductile, B=moyenn. duct., C=très duct., D=à palier			
σ_{cd}	0	MPa	contrainte limite béton ELS, sinon 0 $\rightarrow 0,6f_{ck}$			
σ_{sd}	0	MPa	contrainte limite acier ELS, sinon 0 $\rightarrow 0,8 f_{yk}$			
α_e	15		coeff. d'équiv. en comb. caract. si $\alpha_e = 0 \rightarrow 0,8 f_{yk}$			
appl. N	1		0= N_{Ed} à mi-hauteur, =1= N_{Ed} au cdg			
AC	0		armatures comprimées acceptées ou non			

f_{cd}	16,67	MPa
f_{cdm}	2,6	MPa
$f_{cdm,8}$	2,964	MPa
E_{cm}	31	MPa

Pour la détermination des armatures à mi-travée

	Moment MNm	Eff.Norm. MN	$A_{s,inf}$ cm ²	$A_{s,sup}$ cm ²	x m	$\sigma_{s,inf}$ MPa	$\sigma_{s,sup}$ MPa	$\sigma_{c,sup}$ MPa	$\sigma_{c,inf}$ MPa	section
ELU	0,088	0	4,62	0,00	0,0162	-465,9	-465,9	16,7		PT
ELS car.	0,001	0	0,06	0,00	0,0086	-400,0	0,00	0,56	0,00	PT

Figure 8 : Moment résistant M_{rd} - SD2



Caractéristiques géométriques SD2

Poutre

Hauteur de la poutre	h=	0,46	m
Largeur de la poutre	b=	0,1	m
Portée de la poutre	L=	4,8	m
Entraxe	E=	1	m

Béton

Résistance caractéristique en compression du béton	fck=	25	MPa
Coefficient partiel de sécurité du béton	γc=	1,5	
Masse volumique du béton	ρ=	25	kN/m ³
Diagramme de calcul		Parabole-rectangle	
Résistance de calcul à la compression	fcd=	16,7	MPa

Acier

Limite d'élasticité caractéristique de l'acier	fyk=	500	MPa
Coefficient partiel de sécurité de l'acier	γs=	1,15	
Module d'élasticité de l'acier	Es=	200000	MPa
Diagramme de calcul		Palier Horizontal	
Limite d'élasticité de calcul de l'acier	fyd=	434,8	MPa

Armatures longitudinales en place

	Nb	φ barres (mm)	Enrobage (cm)	As (cm ²)
1er lit	3	14	4,5	4,62
2ème lit	0	0	0	0,00
3ème lit				0,00
4ème lit				0,00

Section totale d'aciers en place	Ast=	4,62	cm ²
Distance entre cdg des armatures et fsup de la dalle	d=	40,80	cm
Position de l'axe neutre / fsup de la dalle	x=	15,06	cm
Bras de levier	z=	34,78	cm

Moment résistant de la poutre

Mrd=	88,00	kNm
------	-------	-----

Charges

Charges permanentes non pondérées

Poids propre de la poutre		3,11	kN/m
Complexe d'étanchéité		1,32	kN/m
Faux plafond		0,2	kN/m
G		4,63	kN/ml

Moment sous poids propre sans pondération


Mg=	13,33	kNm
-----	-------	-----

Moment fléchissant

Charges d'exploitation admissibles à l'ELU

Moment admissible sans pondération	Mq=	46,67	kNm
Charge admissible	Q ≤	16,20	kN/m ²

Figure 9 : Capacité portante de la poutre - SD2



Caractéristiques géométriques SD3

Poutre

Hauteur de la poutre	h=	0,08	m
Largeur de la poutre	b=	1	m
Portée de la poutre	L=	1	m
Entraxe	E=	1	m

Béton

Résistance caractéristique en compression du béton	fck=	25	MPa
Coefficient partiel de sécurité du béton	γc=	1,5	
Masse volumique du béton	ρ=	25	kN/m ³
Diagramme de calcul		Parabole-rectangle	
Résistance de calcul à la compression	fcd=	16,7	MPa

Acier

Limite d'élasticité caractéristique de l'acier	fyk=	500	MPa
Coefficient partiel de sécurité de l'acier	γs=	1,15	
Module d'élasticité de l'acier	Es=	200000	MPa
Diagramme de calcul		Palier Horizontal	
Limite d'élasticité de calcul de l'acier	fyd=	434,8	MPa

Armatures longitudinales en place

	Nb	φ barres (mm)	Enrobage (cm)	As (cm ²)
1er lit	5	4	1,5	0,63
2ème lit	0	0	0	0,00
3ème lit				0,00
4ème lit				0,00

Section totale d'aciers en place	Ast=	0,63	cm ²
Distance entre cdg des armatures et fsup de la dalle	d=	6,30	cm
Position de l'axe neutre / fsup de la dalle	x=	0,20	cm
Bras de levier	z=	6,22	cm

Moment résistant de la poutre
Mrd= 1,70 kNm

Charges

Charges permanentes non pondérées

Poids propre de la poutre		2	kN/m
Complexe d'étanchéité		1,32	kN/m
G		3,32	kN/ml

Moment sous poids propre sans pondération
Mg= 0,42 kNm

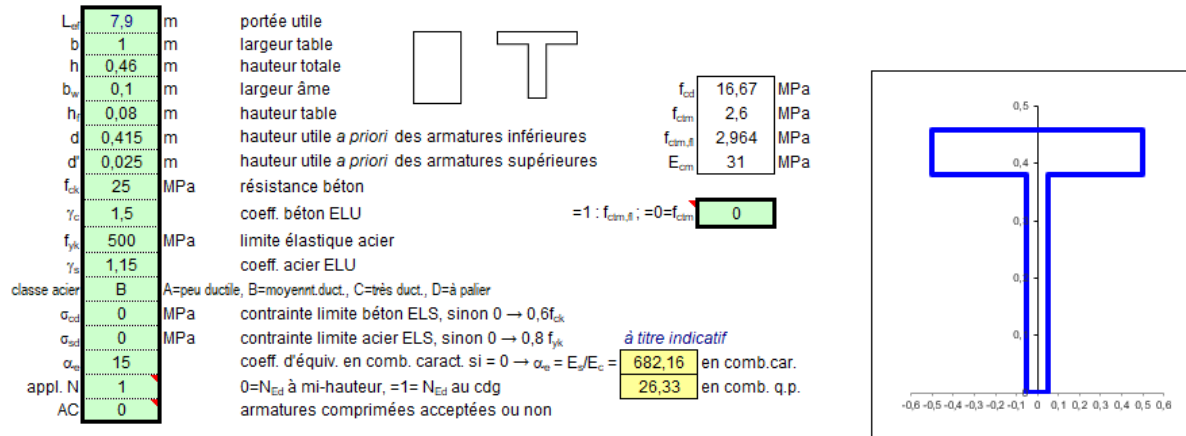
Moment fléchissant

Charges d'exploitation admissibles à l'ELU

Moment admissible sans pondération	Mq=	0,76	kNm
Charge admissible	Q ≤	6,07	kN/m ²

Figure 10 : Capacité portante de la dalle - SD3

8.3 NDC / SD4 – SD5




Pour la détermination des armatures à mi-travée

	Moment	Eff.Norm.	$A_{s,inf}$	$A_{s,sup}$	x	$\sigma_{s,inf}$	$\sigma_{s,sup}$	$\sigma_{c,sup}$	$\sigma_{c,inf}$	section
	MNm	MN	cm ²	cm ²	m	MPa	MPa	MPa	MPa	
ELU	0,114	0	6,02	0,00	0,0210	-465,9	-465,9	16,7		PT
ELS car.	0,001	0	0,06	0,00	0,0086	-400,0	0,00	0,56	0,00	PT

axe neutre dans la table
axe neutre dans la table

Figure 11 - Moment résistant M_{rd} - SD4



Caractéristiques géométriques SD4

Poutre

Hauteur de la poutre	h=	0,46	m
Largeur de la poutre	b=	0,1	m
Portée de la poutre	L=	7,9	m
Entraxe	E=	1	m

Béton

Résistance caractéristique en compression du béton	fck=	25	MPa
Coefficient partiel de sécurité du béton	γc=	1,5	
Masse volumique du béton	ρ=	25	kN/m ³
Diagramme de calcul		Parabole-rectangle	
Résistance de calcul à la compression	fcd=	16,7	MPa

Acier

Limite d'élasticité caractéristique de l'acier	fyk=	500	MPa
Coefficient partiel de sécurité de l'acier	γs=	1,15	
Module d'élasticité de l'acier	Es=	200000	MPa
Diagramme de calcul		Palier Horizontal	
Limite d'élasticité de calcul de l'acier	fyd=	434,8	MPa

Armatures longitudinales en place

	Nb	φ barres (mm)	Enrobage (cm)	As (cm ²)
1er lit	3	16	4,5	6,03
2ème lit	0	0	0	0,00
3ème lit				0,00
4ème lit				0,00

Section totale d'aciers en place	Ast=	6,03	cm ²
Distance entre cdg des armatures et fsup de la dalle	d=	40,70	cm
Position de l'axe neutre / fsup de la dalle	x=	19,67	cm
Bras de levier	z=	32,83	cm

Moment résistant de la poutre
Mrd= 114,00 kNm

Charges

Charges permanentes non pondérées

Poids propre de la poutre		3,11	kN/m
Complexe d'étanchéité		1,32	kN/m
Faux plafond		0,2	kN/m
G		4,63	kN/ml


Moment sous poids propre sans pondération
Mg= 36,12 kNm

Moment fléchissant

Charges d'exploitation admissibles à l'ELU

Moment admissible sans pondération	Mq=	43,49	kNm
Charge admissible	Q ≤	5,58	kN/m ²

Figure 12 : Capacité portante de la poutre - SD4



Caractéristiques géométriques SD5

Poutre

Hauteur de la poutre	h=	0,08	m
Largeur de la poutre	b=	1	m
Portée de la poutre	L=	1	m
Entraxe	E=	1	m

Béton

Résistance caractéristique en compression du béton	fck=	25	MPa
Coefficient partiel de sécurité du béton	γc=	1,5	
Masse volumique du béton	ρ=	25	kN/m ³
Diagramme de calcul		Parabole-rectangle	
Résistance de calcul à la compression	fcd=	16,7	MPa

Acier

Limite d'élasticité caractéristique de l'acier	fyk=	500	MPa
Coefficient partiel de sécurité de l'acier	γs=	1,15	
Module d'élasticité de l'acier	Es=	200000	MPa
Diagramme de calcul		Palier Horizontal	
Limite d'élasticité de calcul de l'acier	fyd=	434,8	MPa

Armatures longitudinales en place

	Nb	φ barres (mm)	Enrobage (cm)	As (cm ²)
1er lit	10	3	1	0,71
2ème lit	0	0	0	0,00
3ème lit				0,00
4ème lit				0,00

Section totale d'aciers en place	Ast=	0,71	cm ²
Distance entre cdg des armatures et fsup de la dalle	d=	6,85	cm
Position de l'axe neutre / fsup de la dalle	x=	0,23	cm
Bras de levier	z=	6,76	cm

Moment résistant de la poutre
Mrd= 2,08 kNm

Charges

Charges permanentes non pondérées

Poids propre de la poutre		2	kN/m
Complexe d'étanchéité		1,32	kN/m
G		3,32	kN/ml

Moment sous poids propre sans pondération
Mg= 0,42 kNm

Moment fléchissant

Charges d'exploitation admissibles à l'ELU

Moment admissible sans pondération	Mq=	1,01	kNm
Charge admissible	Q ≤	8,09	kN/m ²

Figure 13 : Capacité portante de la dalle - SD5

105 boulevard de l'hôpital Paris

MAITRE D'OUVRAGE



BUREAU DE CONTROLE

MAITRISE D'OEUVRE

COUPE- SONDAGES

ENTREPRISE G.O

0	18-01-2023		A.A	A.B	
Ind.	Date	Modifications			



PHASE

-

DATE

28/08/2023

ECHELLE(S)

1/--

FORMAT
D'IMPRESSION

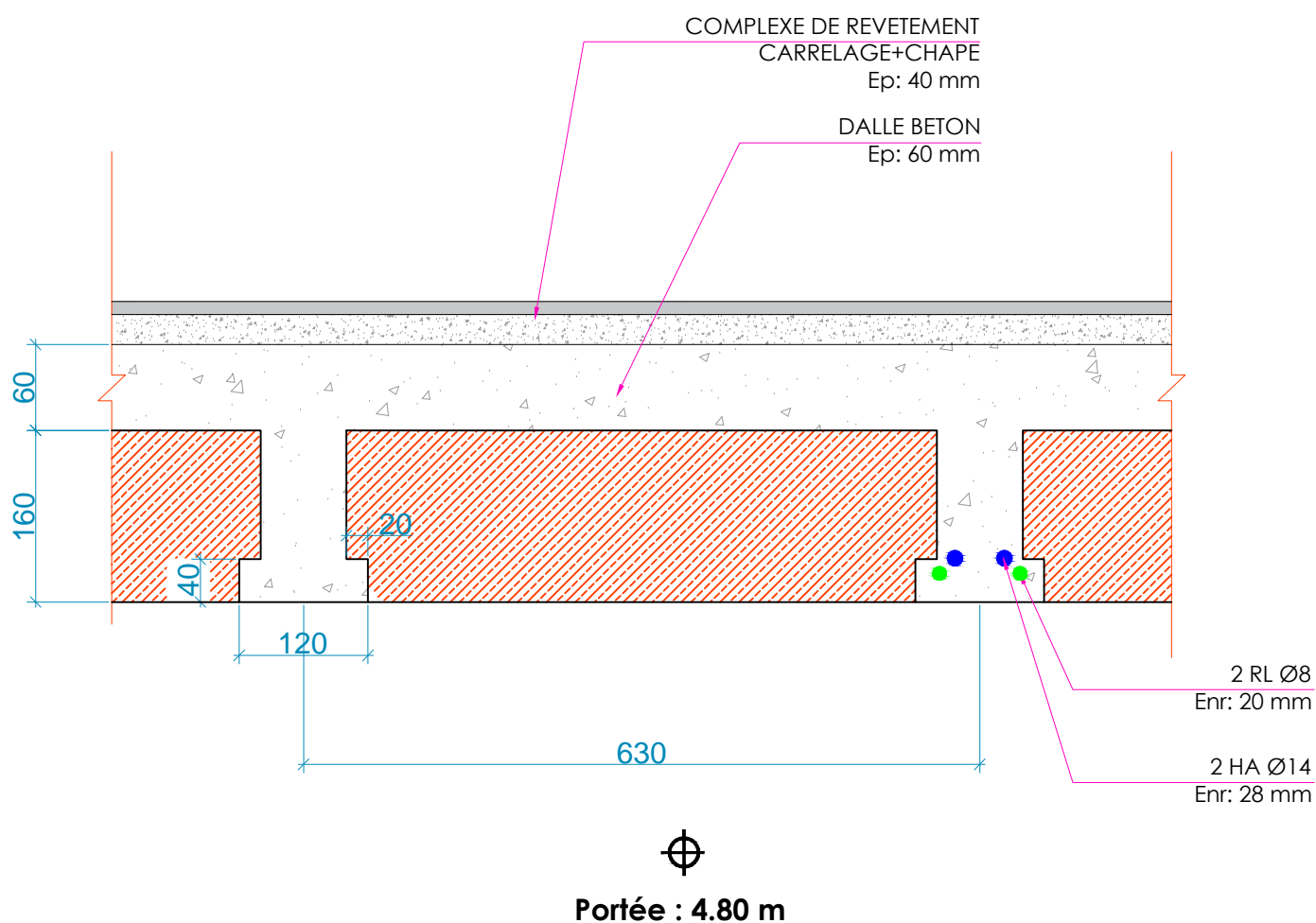
A4

N° PLAN

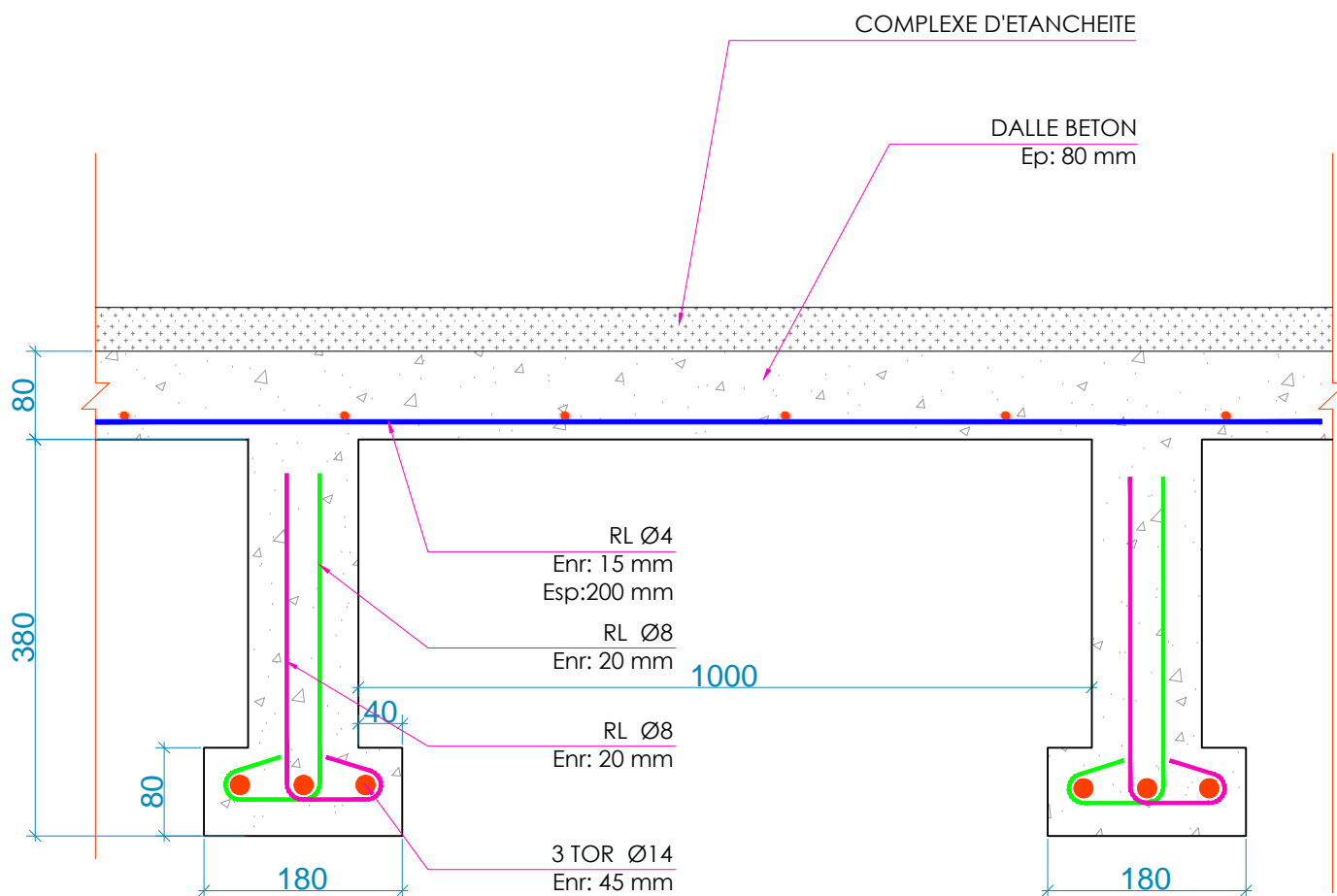
C.01

Indice
0

SONDAGE SD1 PH SS - PLANCHER NERVURE

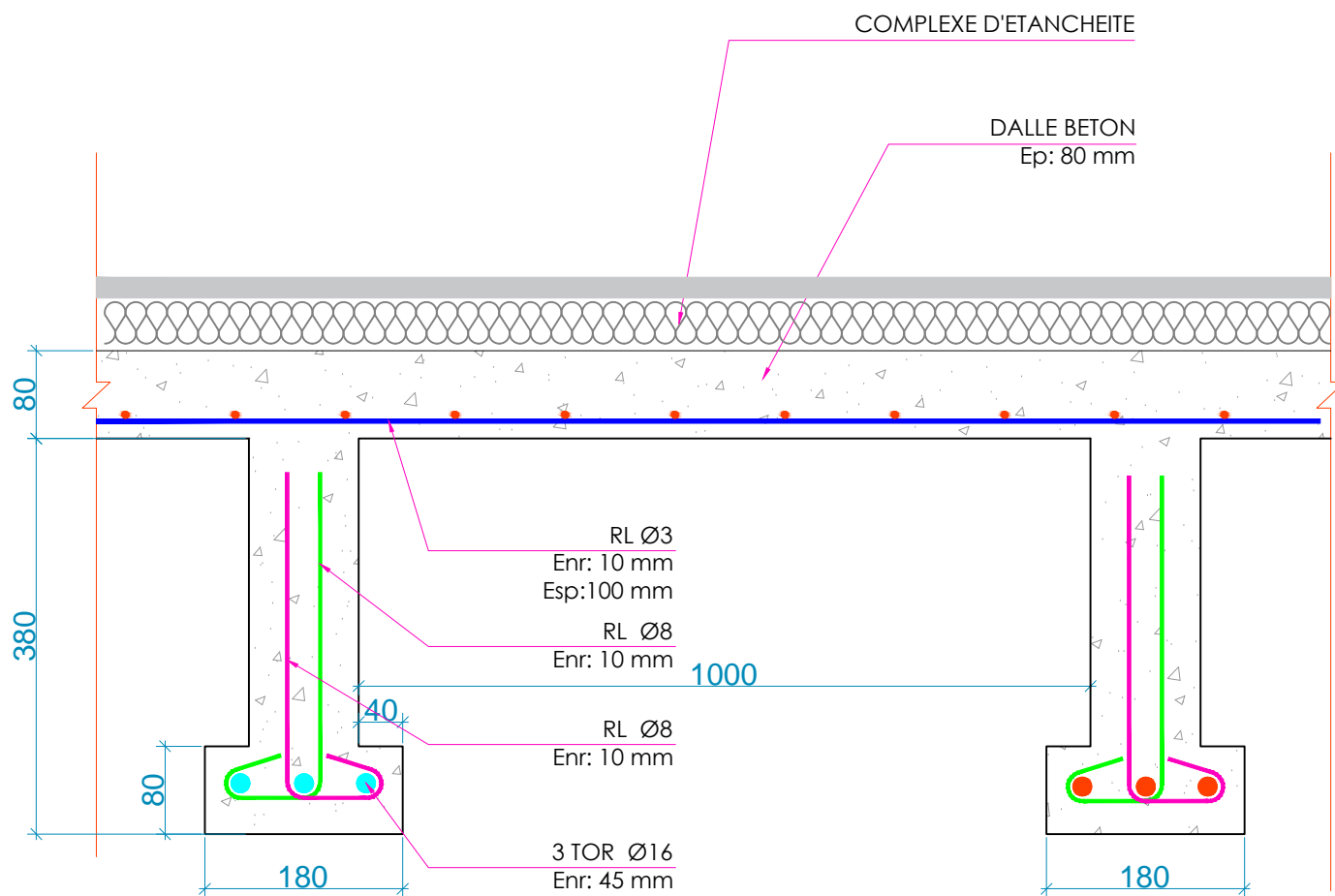


SONDAGE SD2 -SD3
PH R+6



Portée : 4.80 m

SONDAGE SD4 -SD5 PH R+6



Portée : 7.90 m

SONDAGE CE COMPLEXE D'ÉTANCHEITÉ

