

Maîtrise d'ouvrage

APHP -Hopital COCHIN

Affaire N°

2026.05.1317

Intitulé du projet

Bâtiment ACHARD
Scanner Radiologie

Intitulé du document

Vérification de la capacité portante du plancher

Ind 0 : 10/06/2026

Sommaire

1 OBJET.....	3
2 HYPOTHÈSES DE CHARGE.....	4
2.1 CHARGES SCANNER.....	4
2.2 IMPLANTATION DES CHARGES.....	5
2.2.1 Gantry.....	5
2.2.2 Table patient.....	6
2.2.3 Implantation des appuis scanner.....	6
3 PLANCHER EXISTANT.....	7
3.1 CONSTITUTION DU PLANCHER.....	7
3.1.1 Plancher portée 4,67m.....	7
3.1.2 Plancher portée 2,90m.....	8
3.1.3 Poutre portée 5,90m.....	8
3.2 CALCUL DU MOMENT RÉSISTANT ELU DU PLANCHER :.....	9
3.2.1 Plancher type 1 : portée 4,67m.....	10
3.2.2 plancher type 2 : portée 2,90m.....	10
3.2.3 Poutre BA.....	11
4 VÉRIFICATION DES POUTRELLES.....	12
4.1 CALCUL DES SURCHARGES ADMISSIBLES.....	12
4.2 VÉRIFICATION AVEC LES CHARGES DU SCANNER.....	13
4.3 AUTRES CHARGES D'ÉQUIPEMENT.....	18
4.4 CONCLUSION.....	18
5 VÉRIFICATION DE LA POUTRE BA.....	18
5.1 CALCUL DU MOMENT RÉSISTANT.....	18
5.2 CALCUL DES SURCHARGES ADMISSIBLES.....	19
5.2.1 Charges.....	19
5.2.2 Surcharges admissibles.....	19
6 PRISE EN COMPTE DU DOE DE 2013.....	20
7 CONCLUSION.....	20

2 HYPOTHÈSES DE CHARGE

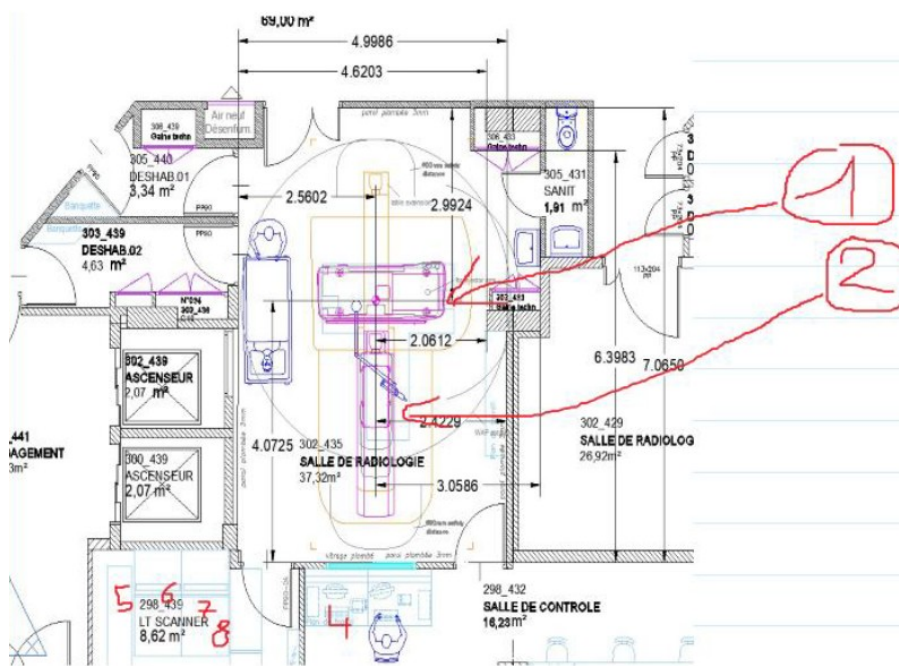
2.1 CHARGES SCANNER

Le scanner est constitué de deux éléments, le Gantry et la table patient, et l'installation comporte un certain nombre d'éléments techniques additionnels. Tous ces éléments, ainsi que leur poids sont résumés dans le tableau ci-dessous :

N° item	Item	Masse	Répartition des charges sur les pieds	Dimensions
1	Gantry	2900kg	N°1 : 6,5 kN N°2 : 8 kN N°3 : 8 kN N°4 : 6,5 kN	Dimensions du Gantry (point d'appui sur le sol) 1,9m X 0,76m (L X l) Dimension des patins du Gantry 4 patins 63,5mm de diamètre 31 cm² de surface de contact avec le sol
2	Table patient	1105 kg (cas le plus défavorable selon constructeur)	NC	Dimensions de la table 2,917m X 0,609m (L X l) Dimension des patins de la table 6 patins 63,5mm de diamètre 31 cm² de surface de contact avec le sol
3	MDP (Main disconnect pannel)	Négligeable		0,368m X 0,2m (L X l) (Fixation sur mur)
4	Ordinateur du scanner	57 kg		
5	PDU (Power Distribution Unit)	487 kg		0,7 X 0,551 (L X l)
6	Armoire du système	324 kg		1,315m X 0,675m (L X l)
7	UPS	281 kg		0,812 X 0,304 (L X l)
8	Armoire de stockage	41 kg		0,914 m X 0,61m (L X l)
Total		5195 kg		

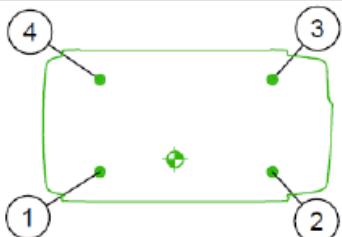
2.2 IMPLANTATION DES CHARGES

L'implantation des équipements prévus est indiquée ci-dessous :



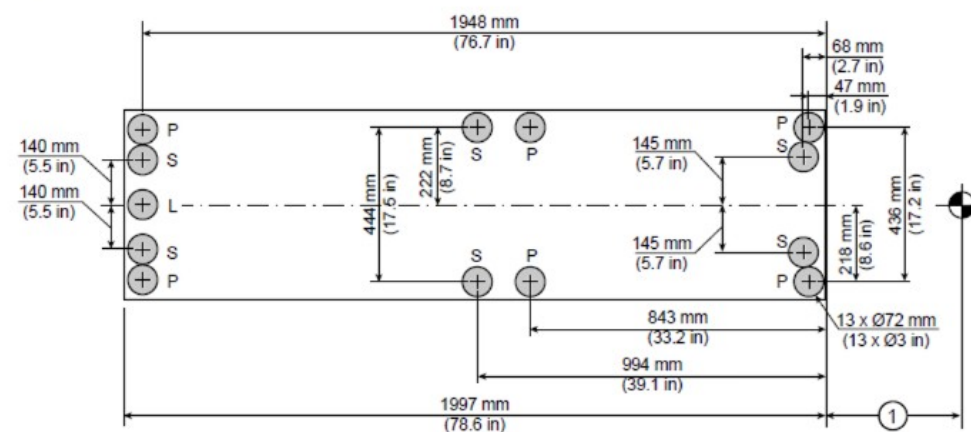
Les appuis du Gantry et de la table patient se réalise au moyen d'appuis ponctuels deinsis ci-dessous :

2.2.1 Gantry

Statics					not to scale
 The floor construction has to be performed solid and free of vibration, e.g. concrete flooring C20/25 to C50/60 corresponding to DIN EN 206-1, according to the maximum values as specified in the textblock "Floor and building vibrations". It is recommended to test the weight capacity of the concrete or composite flooring by a stress analyst. Fastening the gantry on the floor is possible but only necessary in countries prone to earthquakes or according to local regulations. Securing the patient table to the floor is mandatory.					
Total weight of Gantry: 2850 kg		Total static load (center of gravity): $F_{stat\ total} = 28,5\ kN$			
Partial load on gantry foot number			①	②	③
Nominal static load after levelling $F_{stat\ nom}\ [kN]$			6.5	8	8
Maximum dynamic load (amplitude) during gantry rotation $F_{dyn\ max}\ [kN]$			± 0.5	± 0.5	± 0.5
Outer diameter gantry foot [mm]			80	80	80
Floor contact area gantry foot [cm²]			50.27	50.27	50.27
During gantry installation and leveling, the maximum possible load on one gantry foot can be 16 kN (the gantry is standing on two diagonal feet). Design access floors for a weight capacity of min. 400 kg per slab/plate. During gantry transport, the load may be higher at certain individual points (3-point load, e.g. due to uneven flooring).					

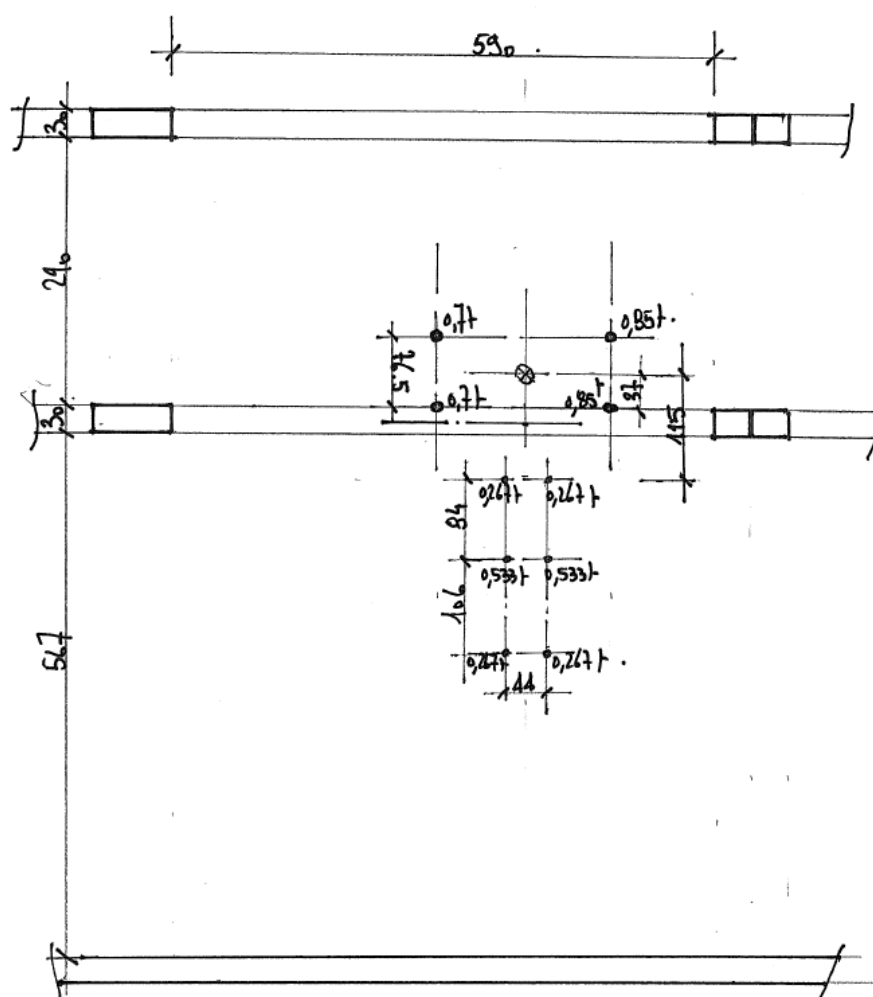
2.2.2 Table patient

Figure 3-7 NG-2000 patient table Center of Gravity



Item	Description	Dimensions
1	Capacity table 227 kg (500 lb)	171 mm (6.7 in)
	Capacity table 306.7 kg (675 lb)	341 mm (13.4 in)

2.2.3 Implantation des appuis scanner



3 PLANCHER EXISTANT

3.1 CONSTITUTION DU PLANCHER

Le plancher existant est un plancher à poutrelles précontraintes et hourdis avec quatre travées. La portée de la travée concernée est de 5,67m. Ce plancher est repris par des files de poutres en béton armé limitant les travées et appuyées sur des poteaux en béton armé.

Une reconnaissance structurelle du plancher a été effectuée en 2024 par la société GEOTEC dans la cadre de l'aménagement d'un plateau technique interventionnel, dans une zone du bâtiment située à proximité

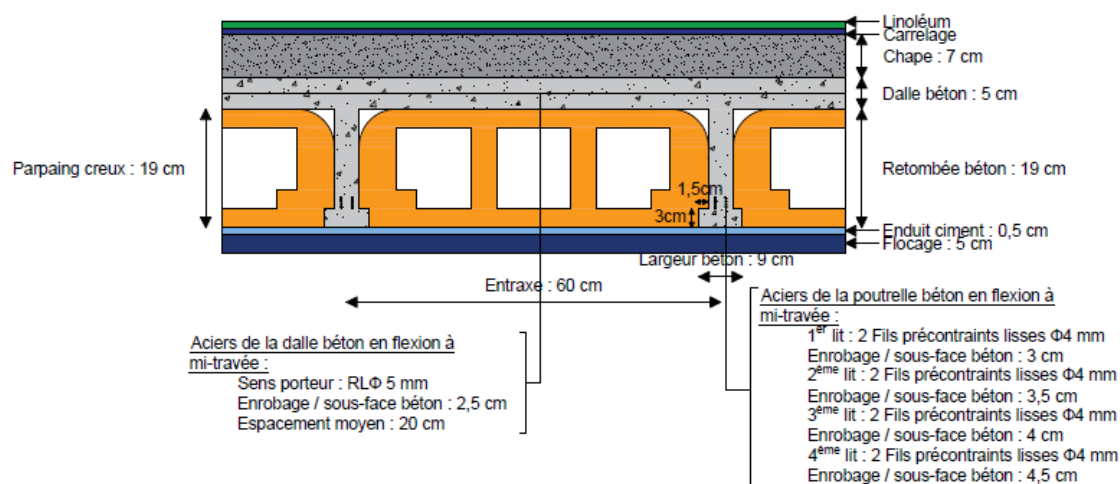
Les relevés des sondages sur les éléments structurels sont données ci-dessous :

3.1.1 Plancher portée 4,67m

Sondage PHSS2-4

Sondage PHSS2-4 : Plancher haut du Sous - Sol 2

La coupe du sondage PHSS2-4 est présentée ci-dessous :

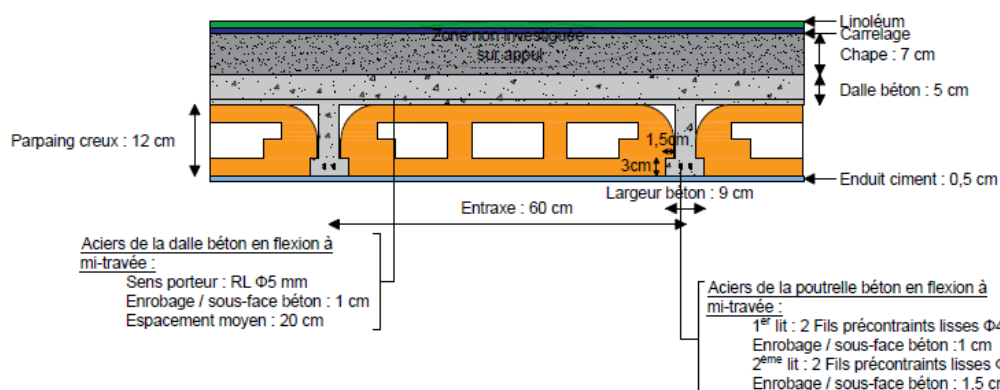


3.1.2 Plancher portée 2,90m

Sondage PHSS2-2

Sondage PHSS2-2 : Plancher haut du Sous - Sol 2

La coupe du sondage PHSS2-2 est présentée ci-dessous :

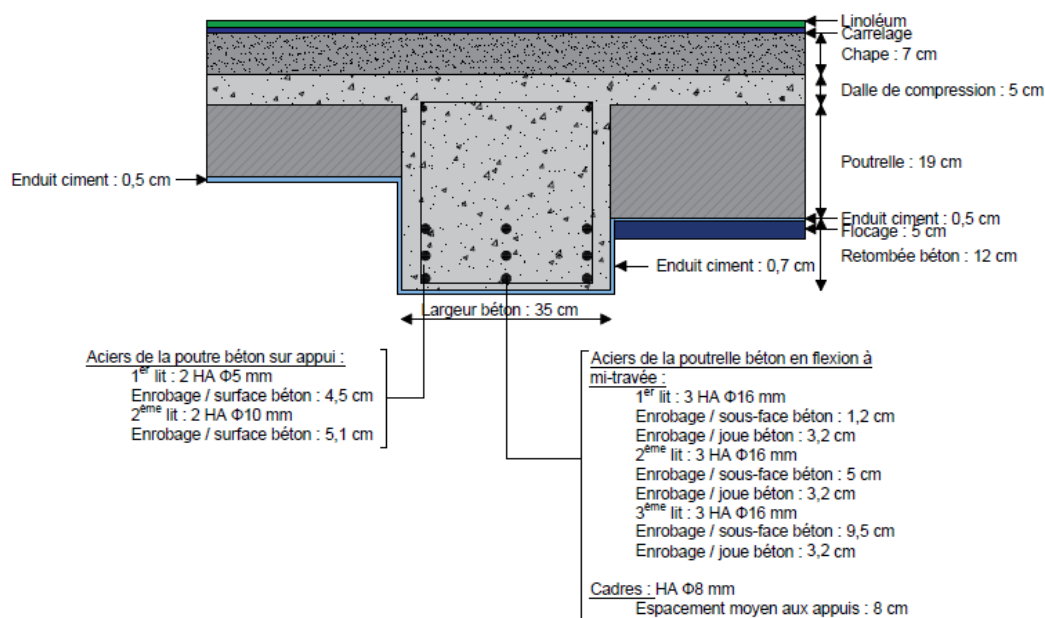


3.1.3 Poutre portée 5,90m

Sondage PoSS2-2

Sondage PoSS2-2 : Poutre du plancher haut du Sous - Sol 2

La coupe du sondage PoSS2-2 est présentée ci-dessous :



3.2 CALCUL DU MOMENT RÉSISTANT ELU DU PLANCHER :

Suivant le CPT Planchers nervurés Art 307,32

307,32 Moment résistant ultime du montage

$$M_{rdu}$$

Pour les montages à table de compression complète coulée en œuvre ou à table composite, la valeur de calcul du moment de flexion à l'ELU M_{rdu} peut être déterminée à l'aide de l'équation suivante :

$$M_{rdu} = \frac{1}{\gamma_R} F_A * \left(d - \frac{1}{2} \frac{F_A}{b_{eff} * f_{cd}} \right) \text{ avec } F_A = (n_p F_{pk} + F_{rk})$$

γ_R est le coefficient de sécurité global pour le moment ultime ($\gamma_R = 1,10$) ;

d est la distance entre le centre de gravité de la force F_A et la membrure comprimée supérieure, en mm ;

b_{eff} est la largeur participante de la membrure comprimée de la section résistante définie à l'article I.A. 105,3 ;

f_{cd} est la valeur de calcul de la résistance en compression du matériau le plus faible dans la membrure comprimée de la section composite pour l'ELU, en MPa ;

n_p est le nombre d'armatures de précontrainte actives dans la poutrelle ;

F_{pk} est la force de rupture garantie pour chaque armature de précontrainte, en N ;

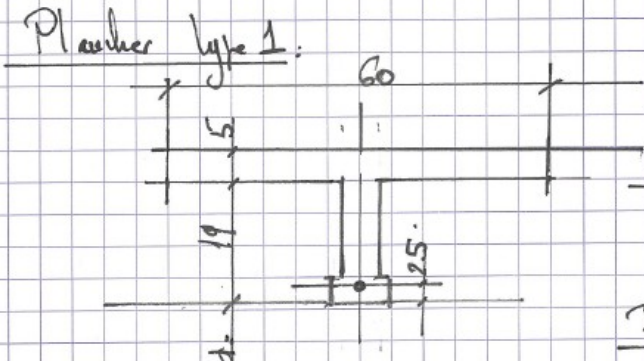
$F_{rk} = A_s * F_{yk}$ pour les armatures pour béton armé, A_s étant l'aire totale de la section d'armatures, en N ;

$F_{np} = n'_p * A_p * F_{p0,1k}$ pour les armatures de précontrainte, n'_p étant le nombre d'armatures utilisées comme armatures passives, en N.

La formule donne la capacité à la rupture. Pour tenir compte de la force de précontrainte effective à la mise en tension ($0,8f_{prg}$) et des pertes de précontrainte évaluées à 20 %, on appliquera un coefficient de réduction de : $0,8/1,2 = 0,66$ à la valeur du moment calculé

3.2.1 Plancher type 1 : portée 4,67m

Plancher type 1:



Armatures: 8 Pile $\varnothing 4$.

$A = 1,0053 \text{ cm}^2$

$f_{py} = 177 \text{ MPa}$

Béton: $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

Calcul du moment résistant:

$$M_{u,r} = \frac{1}{\gamma_r} F_{py} \times \left(d - \frac{1}{2} \frac{F_{py}}{b \sigma_{bc}} \right); \quad \gamma_r = 1,1. \text{ (CPT Art. 307.32)}$$

$$F_{py} = 1,0053 \times 17700 = 17793 \text{ daN.}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{25}{1,5} = 16,7 \text{ MPa.}$$

$$b = 60 \text{ cm.}$$

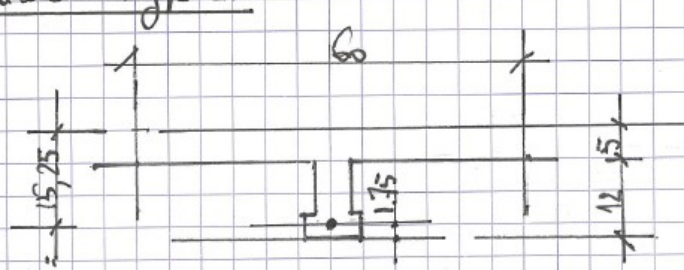
$$d = 19 - 5 - 2,5 = 11,5 \text{ cm.}$$

$$\rightarrow M_{u,r} = \frac{1}{1,1} \times 17793 \times \left(11,5 - \frac{17793}{4 \times 60 \times 16,7} \right) \times 10^{-2} = 3334 \text{ daN.m.}$$

Soit avec le coefficient de 0,66 : $M_{ru} = 0,66 \times 3334 = 2200 \text{ daN.m}$

3.2.2 plancher type 2 : portée 2,90m

Plancher Type 2:



Armatures: 1 Pile $\varnothing 4$.

$f_{py} = 177 \text{ MPa}$

$A = 0,5027 \text{ cm}^2$

Béton: $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

Calcul du moment résistant:

$$F_{p,9} = 0,5027 \times 17700 = 8997,8 \text{ daN}$$

$$b = 60 \text{ cm}$$

$$d = 17 \cdot 1,25 = 21,25 \text{ cm}$$

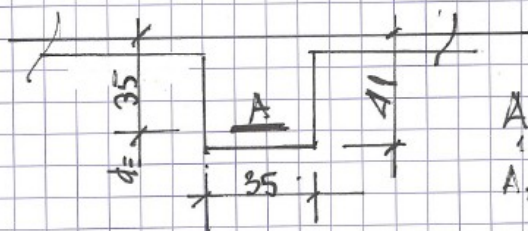
$$\sigma_{bc} = \frac{25}{1,5} = 16,7 \text{ MPa}$$

$$M_{lk} = \frac{1}{1,1} \times 8997,8 \times \left(21,25 - \frac{8997,8}{2 \times 60 \times 16,7} \right) \times 10^{-2} = 1197,6 \text{ daN.m}$$

Soit avec le coefficient de 0,66 : $M_{ru} = 0,66 \times 1197,6 = 790 \text{ daN.m}$.

3.2.3 Poutre BA

Calcul du moment résistant:



$$A_1: 9 \text{ HA } 16: 18,09 \text{ cm}^2$$

$$A_2: 6 \text{ HA } 16: 12,06 \text{ cm}^2$$

$$b = 35 + 2 \times 59 = 153 \text{ cm}$$

$$M_{u1} = \left[18,09 \times 35 \times 3180 - \frac{18,09^2 \times 3180^2}{2 \times 153 \times 142} \right] \cdot 10^{-5} = 21,12 \text{ m}$$

4 VÉRIFICATION DES POUTRELLES

4.1 CALCUL DES SURCHARGES ADMISSIBLES

On calcule les surcharges réparties admissibles sur les planchers en fonction de la valeur des moments résistants calculés ci-dessus. Le calcul est effectué en tenant compte des continuités. Les moments de continuité sont évalués en utilisant la méthode de Caquot.

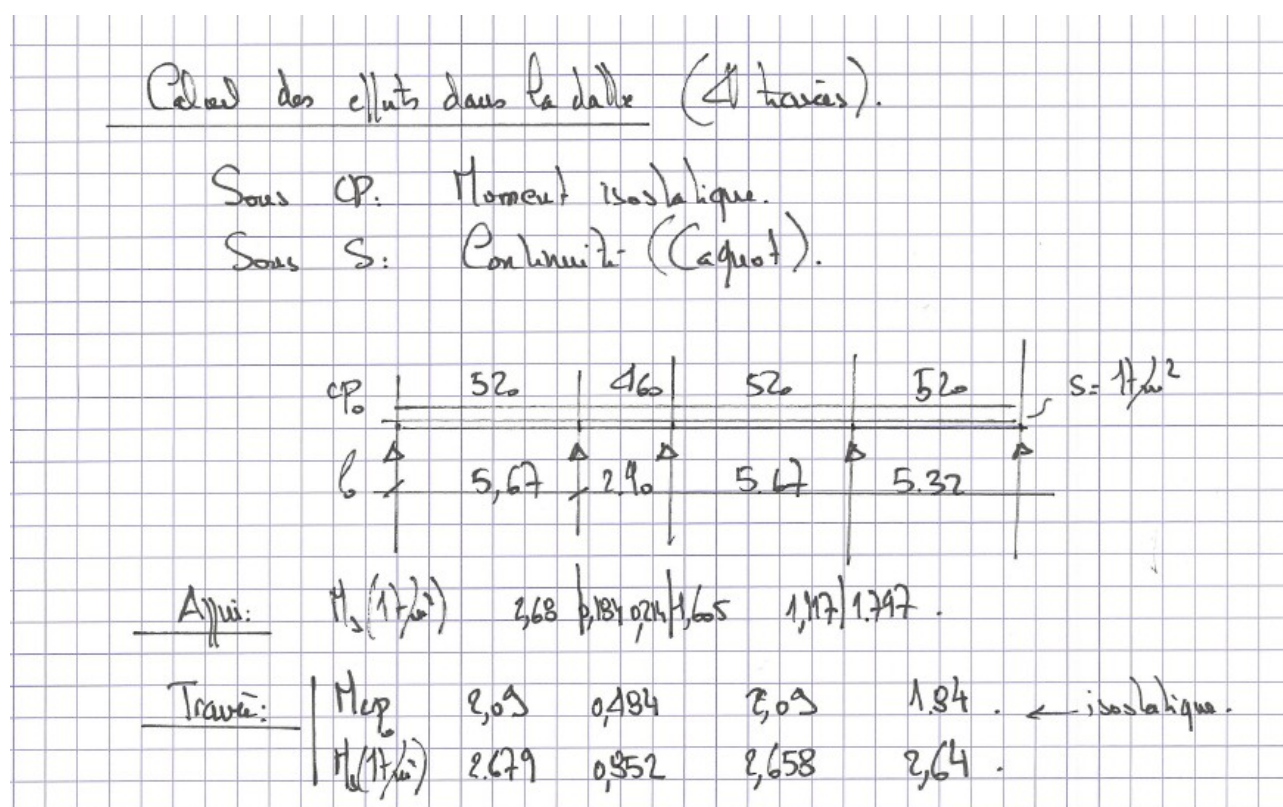
Les hypothèses retenues pour la charge des planchers sont celles détaillées dans le rapport GEOTEC et rappelées ci-dessous :

Calcul des charges permanentes G

Poids propre plancher PHSS2-4 (DaN/m ²)	323
Poids propre plancher PHSS2-2 (DaN/m ²)	272
Chape (DaN/m ²)	140
Enduit ciment (DaN/m ²)	18
Carrelage (DaN/m ²)	20
Linoléum (DaN/m ²)	8
Flocage (DaN/m ²)	8
Enduit ciment sur poutre (DaN/ml)	8
Total charges permanentes G1 (DaN/m²)	517
Total charges permanentes G2 (DaN/m²)	458

Soit : pour la travée de 4,67m : $cp = 520 \text{ daN/m}^2$
pour la travée de 2,90m : $cp = 420 \text{ daN/m}^2$

Dans le calcul des moments de continuité, les efforts dus aux charges permanentes ne sont pas pris en compte, ceux-ci étant calculés sans continuité. Cette hypothèse un peu défavorable car une partie des charges permanentes est en réalité appliquée après l'établissement de la continuité des planchers.



Calcul des surcharges admissibles

Travée 1 :

Moment résistant: $M_{Rd} = 3.334 \text{ t.m.}$

espacement des: $0,6 \text{ m.}$

$$\rightarrow M_{Rd} = 0,6 \times (1,35 \times 2,09 + 1,5 \times 2,09 \times s) \leq 2,2$$

$$\rightarrow 1,6925 + 2,411 s \leq 2,2$$

$$\rightarrow s \leq \frac{2,2 - 1,6925}{2,411} = 0,2103 \text{ t/m.}$$

$$\text{Soit } s \leq \frac{0,2103}{0,6} = \underline{0,35 \text{ t/m}^2}.$$

Travée 2 :

Moment résistant: $M_{Rd} = 790 \text{ daN.m.}$

espacement des: $e = 0,6 \text{ m.}$

$$\rightarrow M_{Rd} = 0,6 \times (1,35 \times 0,484 + 1,5 \times 0,852 s) \leq 0,79$$

$$\rightarrow 0,392 + 0,7668 s \leq 0,79$$

$$\rightarrow s \leq \frac{0,79 - 0,392}{0,7668} = 0,519 \text{ t/m.}$$

$$\text{Soit } s \leq \frac{0,519}{0,6} = \underline{0,865 \text{ t/m}^2}.$$

Soit : Travée1 : $L = 5,67 \text{ m}$ $Sa = 350 \text{ daN/m}^2$
Travée2 : $L = 2,90 \text{ m}$ $Sa = 865 \text{ daN/m}^2$

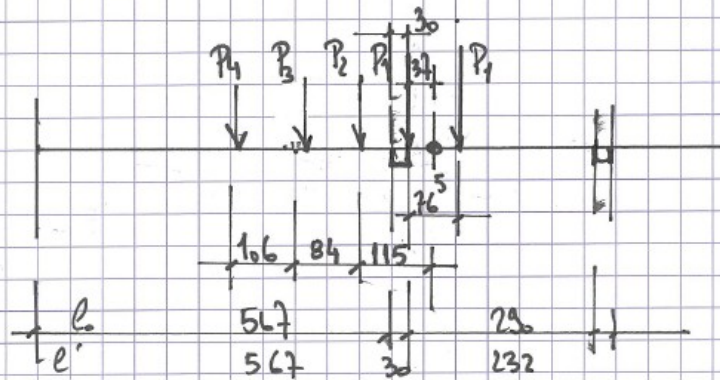
4.2 VÉRIFICATION AVEC LES CHARGES DU SCANNER

Pour la vérification sous l'effet des charges dues au scanner et à la table patient, on suppose les charges ponctuelles réparties transversalement suivant l'article 3.1 du CPT planchers nervurés :

Nombre de poutrelles	N° des poutrelles						
	1	2	3	4	5	6	7
5	26	22	15	0			
7	24	19	13	6	0		
9	22	17	12	7	3	0	
11	21	17	12	7	3	0,5	0
> 11	21	17	12	7	3	0,5	0

Pourcentage de charge repris par poutrelles

Calcul des effets dus au sanner:



$$\begin{aligned} P_1 &: 1.55 \text{ t. } k = 9.1737 \\ P_2 &: 0.276 \text{ t. } k = 0.0698 \\ P_3 &: 0.553 \text{ t. } k = 0.1485 \\ P_4 &: 0.276 \text{ t. } k = 0.1811 \end{aligned}$$

Moment de calculité:

$$P_1: M_A = 1.55 \times 9.1737 \times \frac{2.32^2}{2.32 + 5.67} = 0.1814 \text{ t.m.} \quad M_B = 0.1755 \text{ t.m.}$$

$$P_2: M = 0.276 \times 0.0698 \times \frac{5.67^2}{2.32 + 5.67} = 0.0775 \text{ t.m.}$$

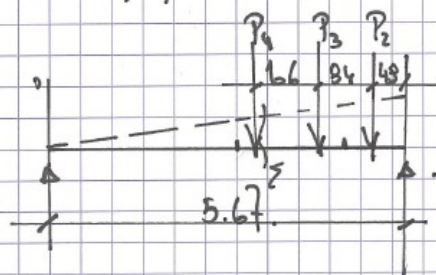
$$P_3: M = 0.553 \times 0.1485 \times \frac{5.67^2}{2.32 + 5.67} = 0.3185 \text{ t.m.}$$

$$P_4: M = 0.276 \times 0.1811 \times \frac{5.67^2}{2.32 + 5.67} = 0.2011 \text{ t.m.}$$

$$\rightarrow M_A = 0.7785 \text{ t.m.}$$

Calcul des moments en travée:

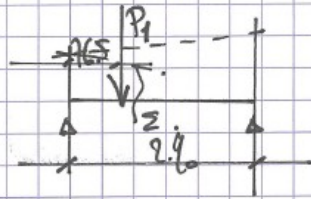
Travée 1: Paire 5,67m.



$$\text{Moment positif: } M = 0.954 \text{ t.m.}$$

$$\rightarrow \text{Moment en travée: } M_{\text{travée}} = 0.954 - 0.7785 \times \frac{3.21}{5.67} = 0.4023 \text{ t.m.}$$

Travée 2: $P_{aki}: 2,5 \text{ m}$



$$\text{module } M_2 = 1.55 \times \frac{0.765 \times 2.135}{2.9} = 0.873 \text{ m.}$$

$$\rightarrow \text{moment en travée: } M_f = 0.873 - \frac{0.1814 + 0.1755}{2} = 0.695 \text{ m.}$$

Vérification du plancher:

Travée 1:

Prendre en compte de la répartition transversale: répartition mini: 5 jachelles

$$\rightarrow \alpha = 0.26,$$

$$M_{max} = 0.26 \times 0.4623 = 0.121 \text{ m.} \quad \sim 0.065 \text{ m}^2$$

calcul des surcharges admissibles:

$$M_u = 1.35 \times 0.6 \times 2.09 + 1.5 \times 0.121 + 1.5 \times 0.6 \times 2.6795 < 2.2 \text{ m.}$$

$$\rightarrow 1.901 + 2.4115 < 2.2$$

$$\rightarrow s < 0.123 \text{ m/m.}$$

$$\text{Soit } s < 0.205 \text{ m}^2$$

Travée 2:

Prendre en compte de la répartition transversale: $n = 5$ jachelles.

$$\alpha = 0.26.$$

$$M_{max} = 0.26 \times 0.695 = 0.1807 \text{ m.} \quad \sim 0.212 \text{ m}^2$$

calcul des surcharges admissibles:

$$M_u = 1.35 \times 0.6 \times 0.484 + 1.5 \times 0.1807 + 0.6 \times 1.5 \times 0.8525 < 0.79 \text{ m}$$

$$0.6631 + 0.7668 < 0.79$$

$$\rightarrow s < \frac{0.79 - 0.6631}{0.7668} = 0.165 \text{ m/m.}$$

$$\text{Soit } s < 0.215 \text{ m}^2.$$

4.3 AUTRES CHARGES D'ÉQUIPEMENT

Le scanner et la table patient représentent le cas le plus défavorable vis-à-vis du plancher. Les autres charges sont localisées et de moindre importance. D'autre part, en fonction du plan d'installation elles n'intéressent pas les mêmes zones de plancher, et ne sont donc pas concomitantes avec les charges dues au scanner et de la table patient.

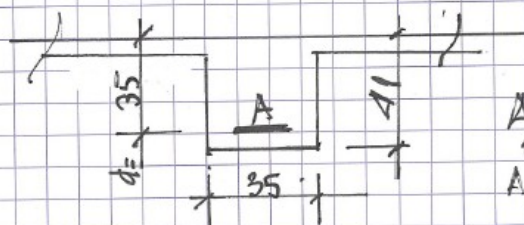
4.4 CONCLUSION

Les calculs précédents montrent que les planchers supportent les charges liées à l'installation du scanner projetée

5 VÉRIFICATION DE LA POUTRE BA

5.1 CALCUL DU MOMENT RÉSISTANT

Calcul du moment résistant:



$A_1: 3HA16: 1809 \text{ cm}^2$
 $A_2: 6HA16: 1206 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2600 \text{ cm}^2$

$b = 35 + 2 \times 59 = 153 \text{ cm}$

$M_{R1} = \left[1809 \times 35 \times 3480 - \frac{1809^2 \times 3480^2}{2 \times 153 \times 142} \right] \cdot 10^{-5} = 21,12 \text{ tm}$

5.2 CALCUL DES SURCHARGES ADMISSIBLES

Le calcul est effectué en tenant compte de la charge du scanner et de la table patient. Ces charges sont supposées concentrées en un point, ce qui a priori conduit à un calcul défavorable

5.2.1 Charges

Charges sur la poutre:

Plancher: - travée 1: $l_{tr1}: 5,67 \text{ m}$

$q_p = 0,52 \times \frac{5,67}{2} + \frac{0,987}{5,67} = 1,648 \text{ t/m}$

travée 2: $l_{tr2}: 2,9 \text{ m}$

$q_p = 0,46 \times \frac{2,9}{2} + \frac{0,987}{2,9} = 1,007 \text{ t/m}$

poide propre: $35 \times 41 \text{ kg}$

$q_p = 0,359 \text{ t/m}$

$q_p = 3,015 \text{ t/m}$

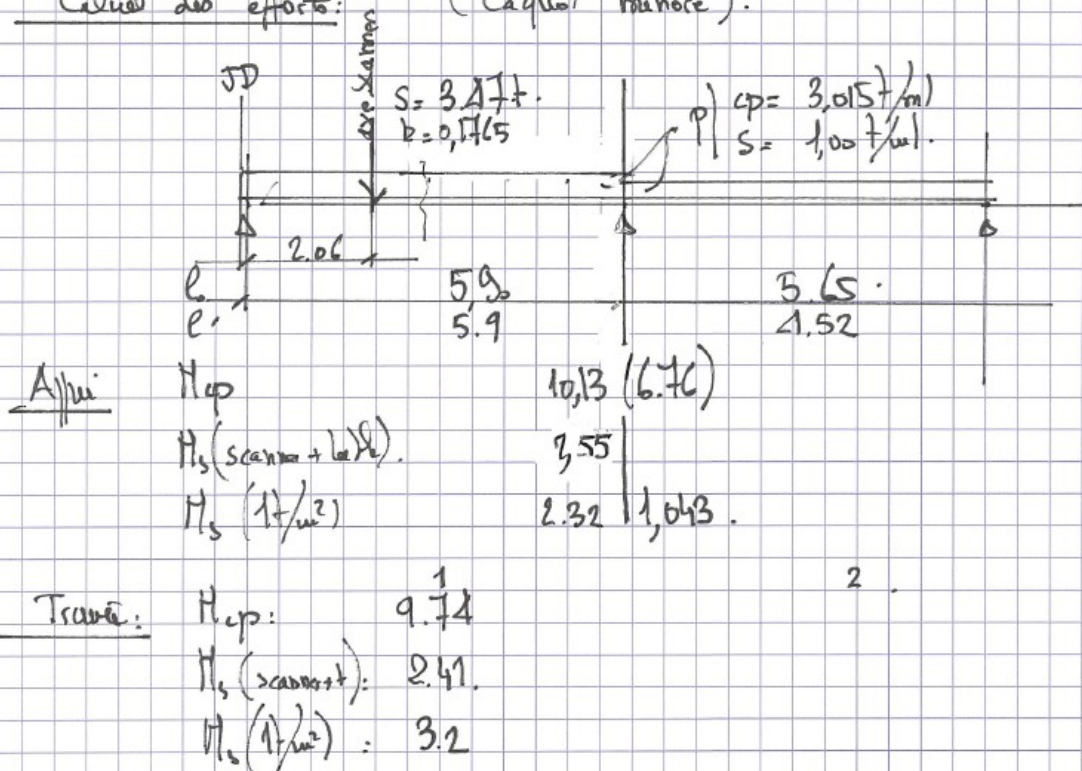
Scanner + table (calcul):

Scanner: $P = 2900 \text{ daN} \rightarrow \frac{2.900}{2} \left(1 + \frac{2.15}{2.90} \right) = 2.52 \text{ t}$
 Table: $P = 1030 \text{ daN} \rightarrow 1030 \times \frac{5.22}{5.67} = 0.948 \text{ t}$
 $P = 3930 \text{ daN}$

5.2.2 Surcharges admissibles

Ces surcharges sont calculées en tenant compte de la charge du scanner.

Calcul des efforts: (Cajet ramené).



Calcul des surcharges admissibles:

$$N_k = 1.35 \times 9.74 + 1.5 \times 2.41 + 1.5 \times 3.2 \leq 21.12 \text{ t/m}$$

$$\rightarrow 14.705 + 4.8 \leq 21.12 \text{ t/m}$$

$$\rightarrow s \leq \frac{21.12 - 14.705}{4.8} = 1.336 \text{ t/m}$$

$$BdC = 4.585 \text{ m} \rightarrow s \leq 0.29 \text{ t/m}^2$$

Soit une surcharges résiduelle de **290 daN/m²**

6 PRISE EN COMPTE DU DOE DE 2013

En 2013, lors de l'installation du scanner actuellement en place des travaux de renforcement ont été effectués. Ces travaux ont consisté en l'ajout d'un poteau métallique HEA 160 sous la poutre en béton armé au droit du scanner, pour soulager cette poutre. Le poteau est appuyé sur un voile de la galerie existante, d'une épaisseur de 40 cm.

De ce fait, la charge du scanner est reprise directement par le poteau avec une faible sollicitation de la poutre.

7 CONCLUSION

Les planchers du PH SS2 existant reprend les charges dues à l'installation d'un nouveau scanner au niveau u service de radiologie.