

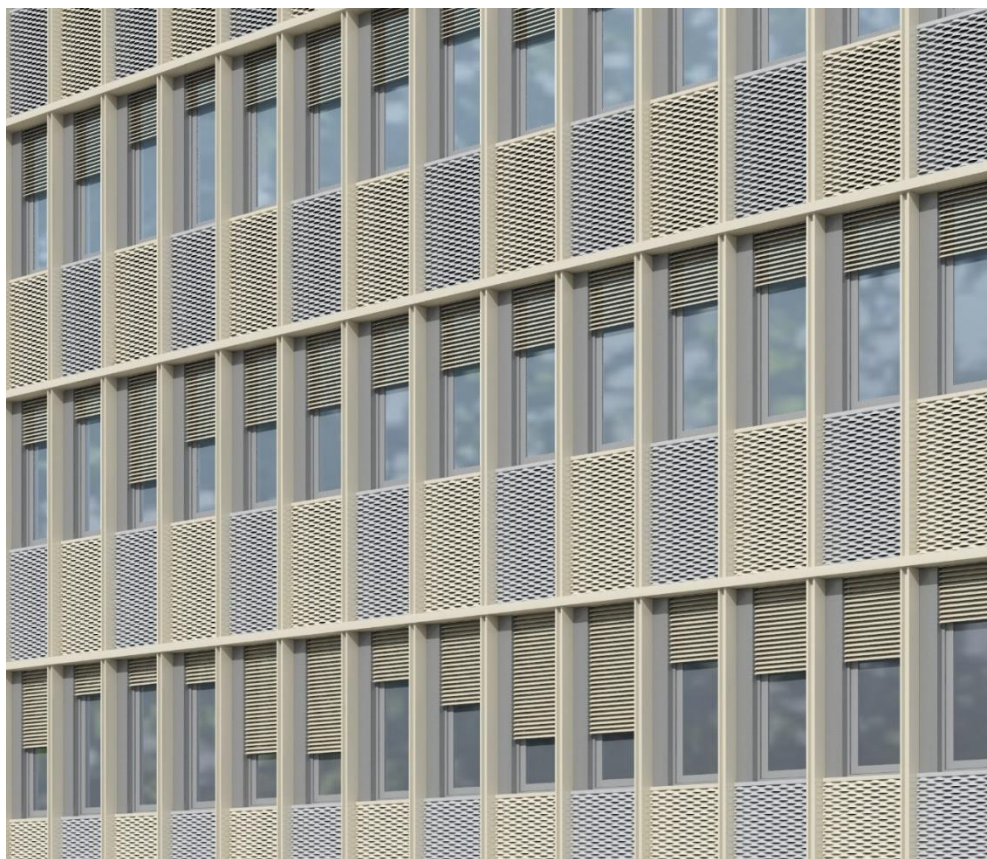


Représenté par : La Présidente de Sorbonne Université
Siège social : 21 Rue de l'Ecole de Médecine
75006 PARIS

**Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2**

**DCE
Notice STRUCTURE**

V2 - juin 2025



Maitrise d'Œuvre
IDELSON architecture / ALTEREA Ingénierie



MAITRISE D'OUVRAGE :



SORBONNE UNIVERSITE
Service Maitrise d'Ouvrage
Direction Logistique et Patrimoine
Ilot Champollion - bureau 207
18 rue de la Sorbone
75 005 PARIS
+ 33 1 44 27 42 42

MELANIE MALAURENT-HEDIDAR
Conductrice d'opérations
melanie.malaurent-hedidar@sorbonne-universite.fr
06 22 70 31 70

ARCHITECTE - MANDATAIRE :



IDELSON ARCHITECTURE
35 rue Jean de la Fontaine
75 016 PARIS
Idelson-architecture.com

FRANCESCO IACCARINO IDELSON
Architecte urbaniste
06 76 16 93 86

MAITRISE D'ŒUVRE - CO-TRAITANT :



ALTEREA AGENCE SUD-EST
26 bd Vincent Gâche CS 17502
44275 Nantes Cedex 2
T 02 40 74 24 81

LOUIS MARHIC
Chef de projets
07 57 48 63 41

SUIVI DU DOCUMENT :

Indice	Date	Modifications	Rédaction	Vérification	Validation
1	10/01/2025	Version initiale	FELE	LOMA	LOMA
2	Juin 2025	DCE	FELE	LOMA	LOMA

contact@alterea.fr - www.alterea.fr

Agence Ouest (siège)
26 bd Vincent Gâche CS 17502
44275 Nantes Cedex 2
T 02 40 74 24 81
F 02 51 84 16 33

Agence Sud - Est
19 rue de la Villette
69003 Lyon
T 04 87 24 90 74
F 02 51 84 16 33

Agence de Paris
23 Avenue d'Italie
75013 Paris
T 01 46 28 31 89
F 02 51 84 16 33

Agence Est
20 Place des Halles
67000 Strasbourg
T 03 88 52 26 01
F 02 51 84 16 33

Agence Nord
21 rue Pierre Mauroy
59000 Lille
T 03 59 54 21 08
F 02 51 84 16 33

Agence Sud
113 rue de la République
13002 Marseille
T 04 13 35 01 67
F 02 51 84 16 33

Agence Sud-Ouest
2 rue du Jardin de l'Ars
33800 Bordeaux
T 05 54 52 92 23
F 02 51 84 16 33

Agence Occitanie
78 allée Jean Jaurès
31000 Toulouse
T 02 40 74 24 81
F 02 51 84 16 33

1. TABLE DES MATIERES

1.	Table des matières	2
1	Préambule	3
1.1	Objet.....	3
1.2	Présentation du site	3
1.3	Vues aériennes	4
1.4	Projet.....	5
1.5	Documents de références.....	7
2	Synthèse structurelle et réserves	8
2.1	Fondations	8
2.2	Structure	8
2.3	Façade	11
2.4	Toiture	12
3	Hypothèses.....	14
3.1	Hypothèses générales de structure	14
3.1.1	Règlementations.....	14
3.1.2	Classement incendie.....	14
3.1.3	Chargements existants / projets.....	14
3.1.4	Matériaux.....	15
3.1.5	Sismique	16
3.2	Combinaisons et cas de charges	17
3.2.1	ELU Fondamentaux.....	17
3.2.2	ELS Caractéristique	17
3.2.3	ELS Quasi Permanent.....	17
3.2.4	Critères de dimensionnement et de justification	18
4	Description des travaux	20
4.1	Réfection toiture	20
4.1.1	Principe	20
4.1.2	Etude des surcharges	20
4.2	Façades préfabriquées.....	20
4.2.1	Principes	20
4.2.2	Etude des surcharges	20
4.2.3	Méthode travaux.....	24
4.3	Structure métallique pour passage des gaines de ventilation	28

1 PREAMBULE

1.1 Objet

Le projet consiste en la réalisation de nouvelles façades sur le bâtiment 105. Les travaux énergétiques étant séparés en 2 tranches :

- Tranche 1 : Travaux intérieurs et lots techniques ; non concerné par cette note.
- Tranche 2 : Travaux d'enveloppe ; concernés par cette note.

Cette note concernera donc l'analyse des surcharges en façade dans un premier temps, et l'étude et description d'une méthode de montage dans un second temps.

1.2 Présentation du site

Il s'agit d'un bâtiment en structure béton armé construit en 1966, en R+6 sur deux niveaux de sous-sol, situé au sein de la Salpêtrière à Paris : 105 boulevard de l'Hôpital, 75013 PARIS. Le bâtiment comprend une surface SHON de 12 582m².

Les niveaux sont occupés de la manière suivante :

- SS2 : Locaux techniques, sous-station, galerie de liaison entre les bâtiments 105 et 91.
- SS1 : Animalerie et parc de stationnement.
- RDC : Niveau d'entrée du bâtiment ; hall, cafétéria, salles de réunion, espaces d'enseignement.
- R+1 : Etage occupé par les locaux d'enseignement.
- R+2 / R+3 : Laboratoires de recherche (Myologie et ICAN au 2ème et Myologie au 3ème).
- R+4 : Etage occupé par des laboratoires Myologie et les locaux d'enseignement.
- R+5 : Etage mixte : laboratoires CIMI, salles d'enseignement et locaux de formation médicale continue.
- R+6 : Etage occupé par des logements de fonctions et des salles de réunion.

Certains laboratoires sont aménagés avec des salles étanches, constituées d'une boîte dans la boîte.

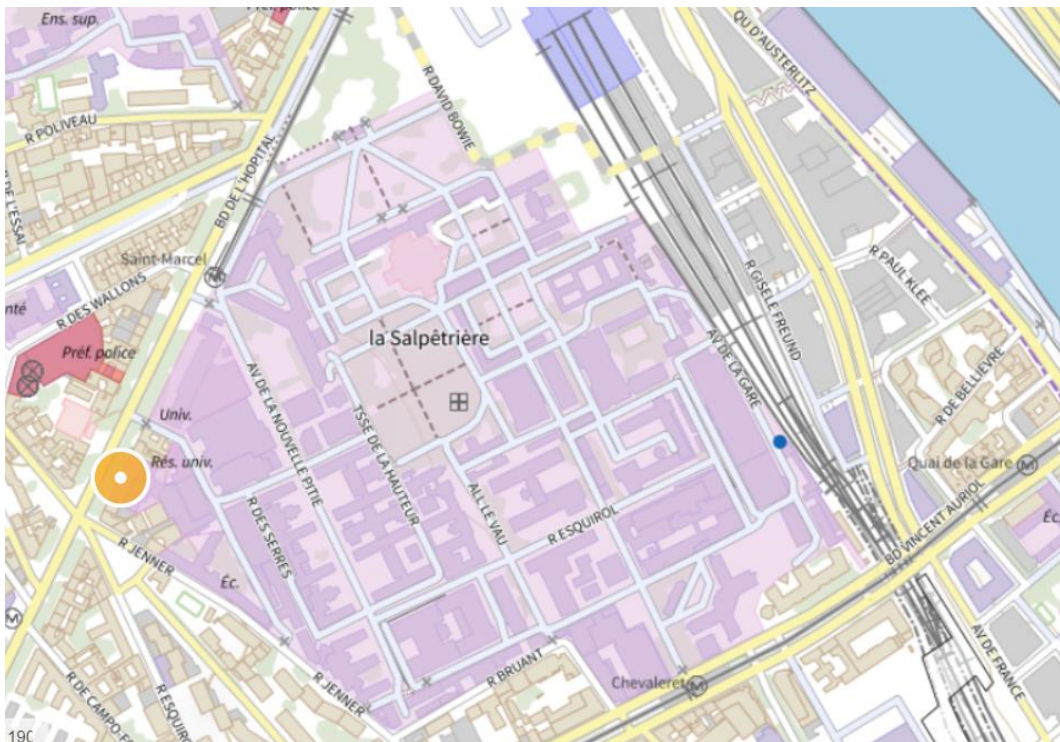
Il s'agit d'un ERP de type R enseignement, avec des activités de types W, L, N et PS de 1ère catégorie.

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2

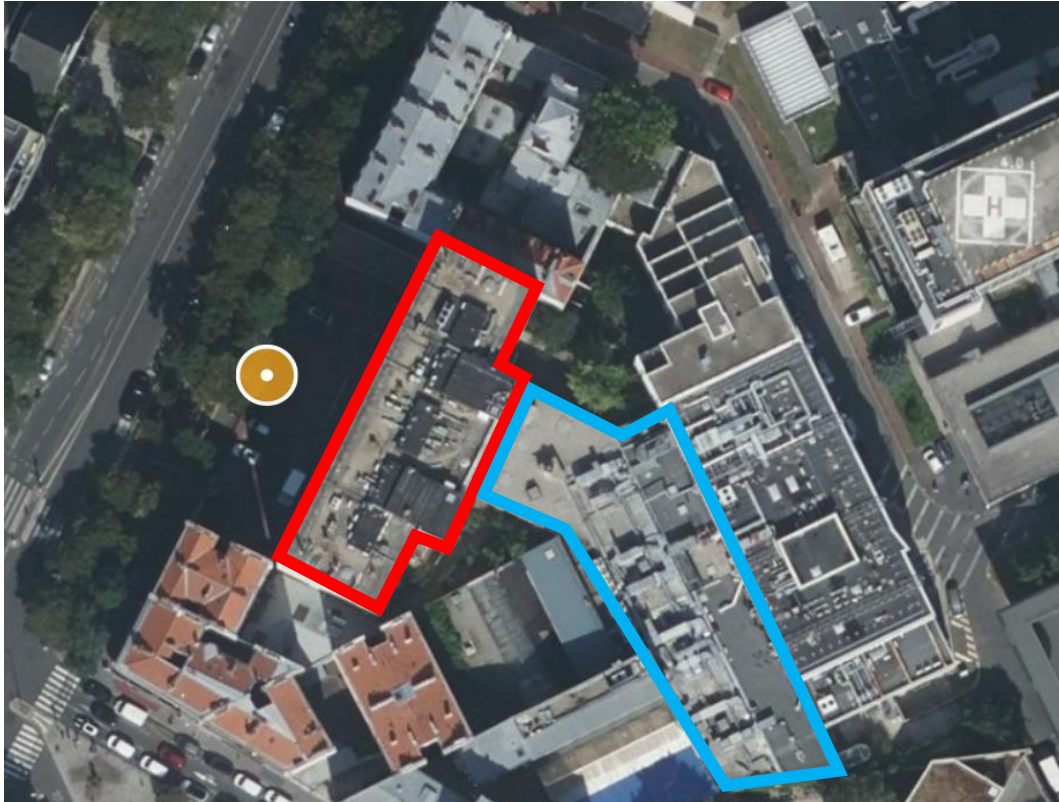


Façade avant

1.3 Vues aériennes



Localisation IGN – site SALPETRIERE



Localisation du bâtiment 105 en rouge – bâtiment annexe en bleu

1.4 Projet

La façade existante sera entièrement déposée.

La nouvelle façade comprendra :

- Une ITE - 20cm de fibre de bois
- Un bardage ou parement métallique
- Des menuiseries

Il est envisagé de réaliser une façade préfabriquée, avec des panneaux à ossature bois préfabriqués comprenant l'isolation, la finition, et les menuiseries.

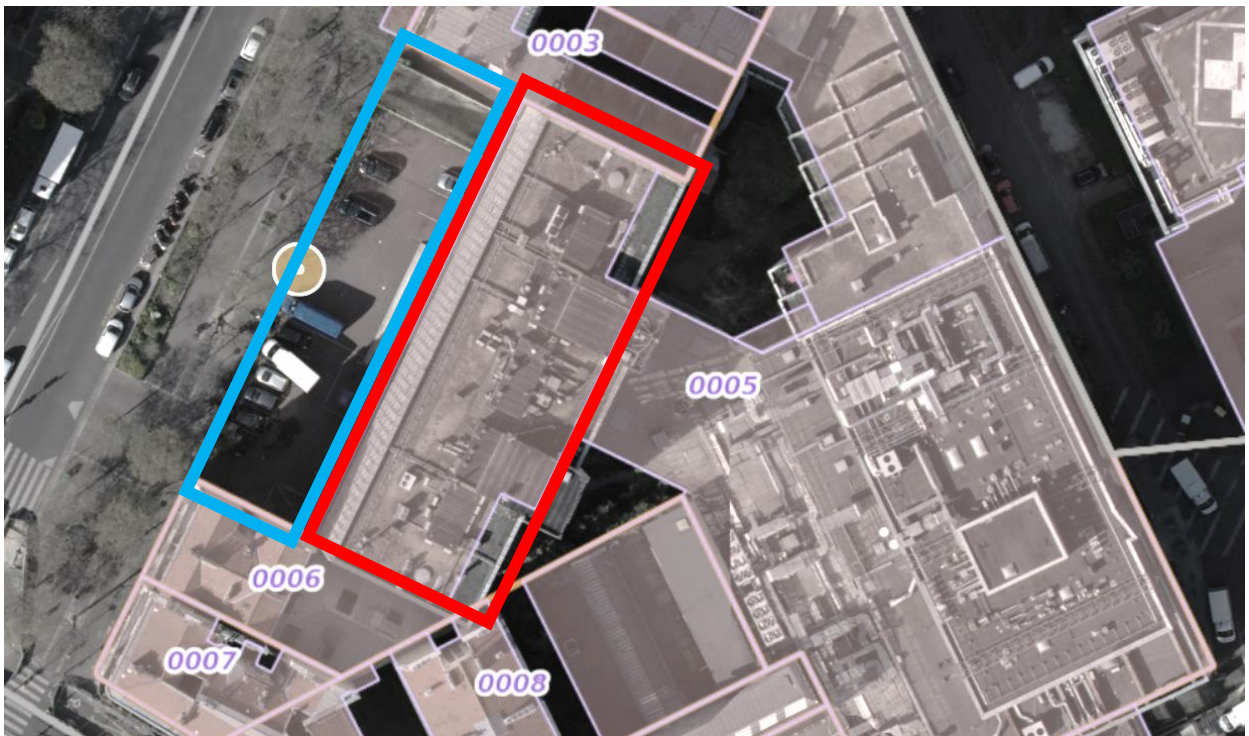
Les travaux d'enveloppe concernent également :

- L'isolation du PH R-1
- La réfection de l'étanchéité de toiture
- L'aménagement du parvis
- Des reprises intérieures si nécessaire

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2



Entrée principale et parvis



Extrait parcellaire – bâtiment 105 en rouge + parvis en bleu, parcelle 0005

1.5 Documents de références

- Marché de maîtrise d'œuvre pour les travaux de rénovation énergétique (façades, toiture) du bâtiment 105 de la Faculté de médecine - Site Pitié Salpêtrière - Tranche 2
- Diagnostic structurel UBIBAT- Calcul de la capacité portante - bat105
- Diagnostic structurel UBIBAT - Calcul de la capacité portante du parvis et des poutres façades
- Diagnostic Sorbonne Université - Phase Diag lots techniques plomberie GO - bat105
- DCE CCTP Tranche 1 Gros Œuvre étendu
- Rapport de diagnostic structurel INFRANEO - Diagnostic structure dans le cadre de la réhabilitation de bâtiment - bat91
- Audit énergétique H3C

2 SYNTHÈSE STRUCTURELLE ET RESERVES

Il s'agit de la synthèse structure réalisée à partir des documents de références communiqués par le Maître d'Ouvrage et par d'éventuels diagnostics complémentaires.

2.1 Fondations

Les fondations existantes de la structure ne sont pas connues.

2.2 Structure

Le bâtiment est composé d'une ossature porteuse poteaux-poutres béton armé et diverses compositions de planchers. D'après les plans existants, les planchers porteraient de façade à circulation $L=4,5$ à $7.5m$.

Les cages escaliers sont des noyaux béton armé.

Deux joints structuraux se situent en correspondance des cages escaliers situées en façade Est. La structure verticale est doublée au droit des JD.



Localisation des JD sur un plan de niveau

Les planchers repérés par les différents audits et sondages sont résumés comme suit :

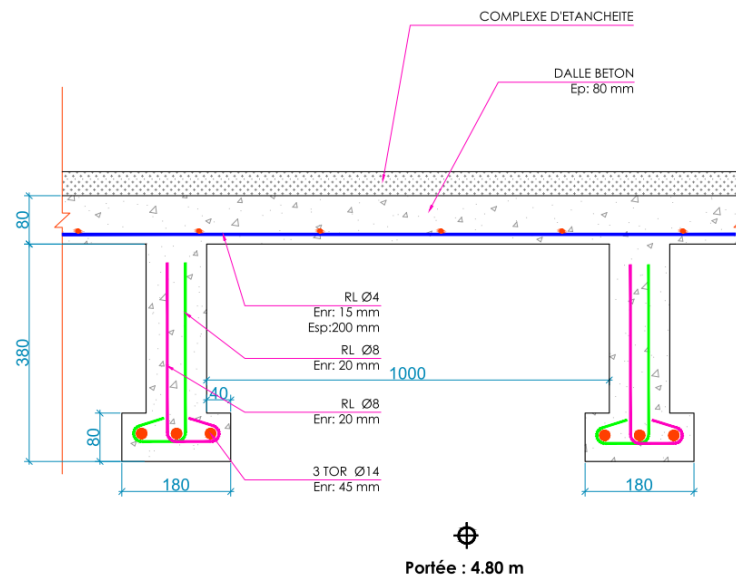
- Planchers sous-sol / VS et revêtements mis en évidence pendant les audits :

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2

Plancher bas	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Sur vide sanitaire non ventilé :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Revêtement de sol dalles vinyle ○ Dalle béton banchée 20cm sur poutre • <u>Sur terre-pleins</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Revêtement de sol dalles vinyle ○ Dalle béton banchée 13cm
---------------------	---

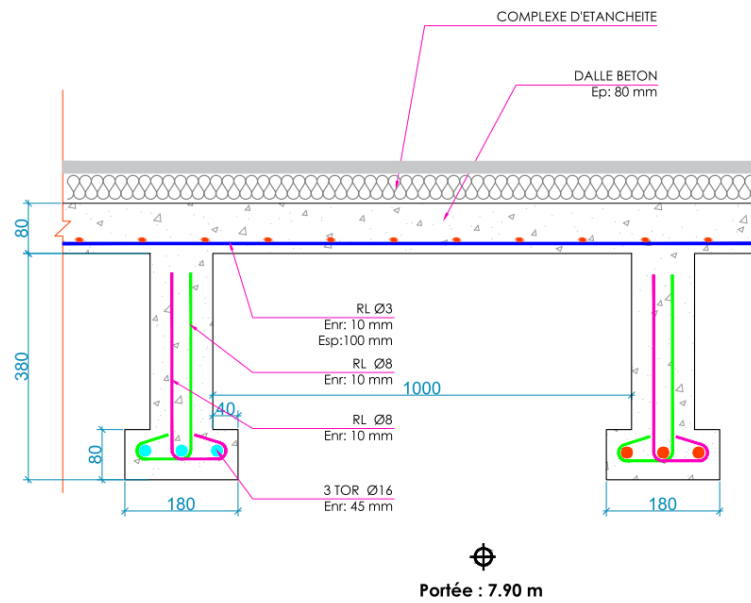
Extrait du tableau récapitulatif de l'audit énergétique des bâtiments 105 - H3C

- Planchers nervurés en niveaux courants : plancher béton armé de faible épaisseur (10-12cm selon le diagnostic Sorbonne Université ; 8cm selon les premières investigations destructives UBIBAT), porté sur des nervures béton armé 38x10cm (retombée) entraxe 1.10m, reprises par des poutres principales. D'après le diagnostic UBIBAT - sondage SD2/3 et 4/5.



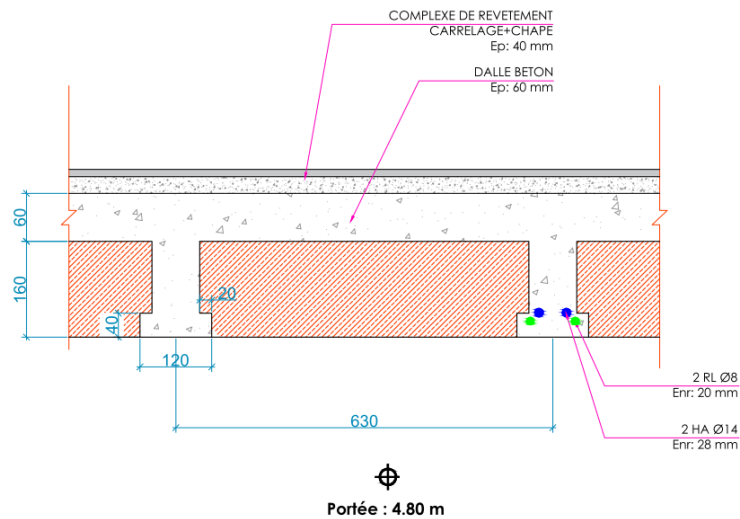
Sondage SD 2/3

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2



Sondage SD 4/5

- Planchers poutrelles-hourdis en PH SS-2 (sous amphithéâtre) : poutrelles préfabriquées entraxe 63cm, entrevous béton 16ht cm, et dalle de compression 6cm. Revêtement de 4cm chape + carrelage. D'après le diagnostic UBIBAT - sondage SD1.



Sondage SD1

Les premières études de capacités portantes, réalisées par UBIBAT sur le bâtiment 105, mettent en évidence les capacités portantes suivantes :

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

Avec les hypothèses matériaux :

Acier : Fe500 ;

Béton : C25/30.

Nota : Les résultats semblent correspondre au diagnostic effectué par INFRANEO sur le bâtiment 91. Mais INFRANEO a mis en évidence des aciers TOR fe420 dans les poutres, et RL fe235 dans les planchers, qui n'ont pas été repérés ni pris en compte dans le diagnostic UBIBAT sur le bâtiment 105.

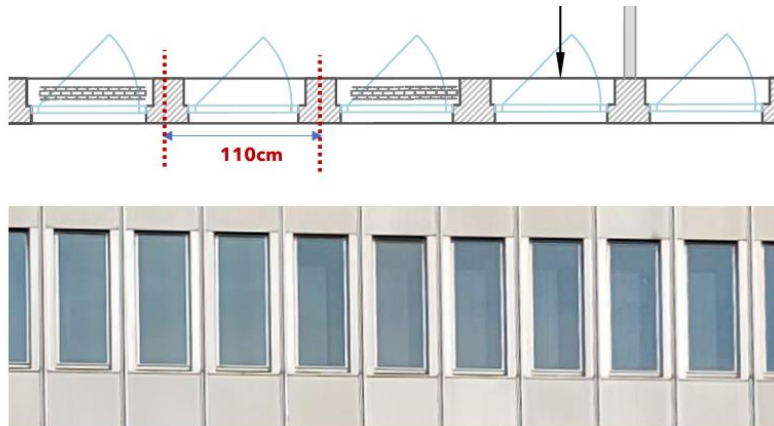
De plus, le sondage SD1 réalisé par UBIBAT est localisé au PH SS-2 sous amphithéâtre ; il ne peut pas être exploité pour la réflexion structure autour du sous-sol sous parvis.

2.3 Façade

Le parement de façade est constitué d'un mur rideau aluminium composé d'épines béton, de panneaux aluminiums formant allège, et de menuiseries extérieures aluminium légèrement en retrait par rapport à la façade. Une allège maçonnerie est présente derrière les panneaux aluminiums.

Entre chaque fenêtre se situe une ossature porteuse de poteaux d'environ 20cmx25cm qui se dispose sur une trame d'environ 1.1m. Le diagnostic d'INFRANEO sur le bâtiment 91 a mis en évidence une poutre béton armé de rive 28x37ht ; et le parement de façade s'appuie sur l'ossature en béton du bâtiment.

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2



Schématisation du principe de façade – extrait du document Marché de Maitrise d'oeuvre

ELEMENTS	ETAT ACTUEL
Murs extérieurs	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Façades au rez-de-chaussée :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Plaques minérales collées aux plots de mortier (6,5 cm) ou mosaïques collées aux poteaux béton, ○ Béton plein armé (28,5 cm), ○ Enduit intérieur. • <u>Pignons et cages d'escaliers :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Plaques minérales collées aux plots de mortier (6,5 cm), ○ Murs support en béton banché (28,5 cm), ○ Enduit intérieur. • <u>Façades principales étage :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Cassettes en métal, ○ lame d'air (5,5 cm), ○ Briques plâtrières (7 cm), ○ Enduit intérieur.

Extrait du tableau récapitulatif de l'audit énergétique des bâtiments 105 - H3C

Réserve : La composition de parement en brique creuse 20cm est repéré par les sondages d'INFRANEO sur le bâtiment 91. Néanmoins, l'investigation en façade réalisée par ISORE le 14/11/2023 mentionne une allège en béton de 5cm sur le bâtiment 105.

2.4 Toiture

Une protection lourde gravillonnée est présente sur l'ensemble de la toiture. D'après les relevés des premiers audits, la composition peut être décrite comme suit :

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2

Toitures	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Gravillons ou dalles ciment (pour la circulation)</u> • <u>Etanchéité</u> • <u>Laine de roche (Hypothèse 5cm)</u> • <u>Pare-vapeur</u> • <u>Dalle béton banchée posée sur poutres béton (20cm)</u> • <u>Plénum</u> • <u>Faux-plafonds chauffants, cassettes métalliques</u>
----------	--

Extrait du tableau récapitulatif de l'audit énergétique des bâtiments 105 - H3C

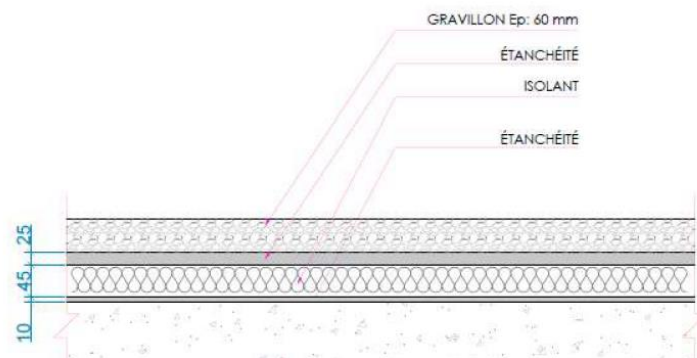


Schéma extrait du sondage structure UBIBAT bâtiment 105

L'état de l'étanchéité est dégradé : végétations en toitures, reprises diverses d'étanchéités, etc.

3 HYPOTHESES

3.1 Hypothèses générales de structure

Ces hypothèses sont issues de la synthèse structurale des différents diagnostics réalisés.

3.1.1 Règlementations

Les travaux, fournitures et équipements devront satisfaire aux règles imposées par les textes réglementaires et techniques en vigueur. En raison de leur nombre et de leur volume, la liste détaillée ci-dessous n'est pas exhaustive. Toutefois, parmi ceux-ci, il y a lieu de citer :

- Le code de la construction et de l'habitation.
- Les Documents Techniques Unifiés (DTU) : cahier des charges, cahiers des clauses techniques, mémentos, règles et méthodes de calcul.
- Les Avis Techniques du C.S.T.B.
- Les normes AFNOR.
- Règles pour le calcul et l'exécution des constructions en béton, règles EUROCODES

3.1.2 Classement incendie

Le bâtiment est un ERP de type principal R de 1^{ère} catégorie.

3.1.3 Chargements existants / projets

Poids propre des structures porteuses :

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| • Béton armé : | 2500 daN/m ³ |
| • Maçonneries porteuses : | 2100 daN/m ² |
| • Maçonnerie non porteuse : | 1900 daN/m ² |

Surcharges permanentes complémentaires :

- | | |
|---|----------------------------|
| • Niveaux courants et RDC : | |
| ○ Chape 4cm et carrelage (RDC) : | 110 daN/m ² |
| ○ Sols souples (niveaux) : | 10 daN/m ² |
| ○ Divers (cloisonnements, etc) : | 50 daN/m ² |
| • Façades existantes pour 1m : | 45 daN/m ² |
| ○ Ossature aluminium : 20 daN/m ² | |
| ○ Brique plâtrière 7cm : 30 daN/m ² | |
| ○ (Menuiserie : 25 daN) | |
| ○ Poids existants à confirmer. | |
| • Façades projets pour 1m : | 50 à 80 daN/m ² |
| ○ Ossature : 40 daN/m ² | |
| ○ ITE - 20cm de fibre de bois : 20 daN/m ² | |

- Bardage ou parement métallique : 10 daN/m²
- (Menuiseries : 30 daN)
- Poids selon produits de façades préfabriqués. Exemple : panobloc techniwood 80 daN/m².
- Toitures terrasses existantes : 200 daN/m²
 - Gravillon 6cm : 120 daN/m²
 - Isolation laine de roche 5cm : 3 daN/m²
 - Etanchéité 2.5cm : 25 daN/m²
 - Faux plafonds chauffants, plenum : 50 daN/m²
- Toitures terrasses projet : 80 daN/m²
 - Isolation 14cm : 10 daN/m²
 - Etanchéité autoprotégée : 20 daN/m²
 - Faux plafonds chauffants, plenum : 50 daN/m²

Charges d'exploitations :

- Catégorie d'usage "C1 espaces équipés de tables etc" : 250 daN/m²
- Catégorie d'usage "C3 espaces sans obstacles" : 400 daN/m²
- Catégorie d'usage "Faire de circulations et stationnements" : 250 daN/m²
- Catégorie d'usage "H toiture non accessible" (=maintenance) : 80 daN/m²

Neige :

- Zone : A1
- Sk=45 daN/m²
- u = 0.8
-

Vent :

- Zone : 2
- Qb =35 daN/m²
- Vb = 0.24 m/s
- Altitude du bâtiment : 52m
- Hauteur du bâtiment : 29m
- IV : zone fortement urbanisée

3.1.4 Matériaux





- Béton C25/30 : fck = 25 MPa
 - Armatures existantes :
 - TOR : fyk = 420 MPa
 - RL : fyk = 235 MPa
 - HA : fyk = 500 MPa
 - Armatures projet éventuelles :





- HA : $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Aciers :
 - Nuances (NF EN 1993-1-1) :
 - Profilés tubulaires : S235
 - Platinas : S235

3.1.5 Sismique

Pour les bâtiments à « risque normal » dont le permis de construire a été déposé après le 1^{er} mai 2011, le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) est applicable.

Le site étudié est classé en zone de sismicité 1.

Catégorie d'importance	Description
I	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, $h \leq 28 \text{ m}$, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III	 <ul style="list-style-type: none"> ■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, $h > 28 \text{ m}$. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_g=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3	PS-MI ¹			Eurocode 8 ³ $a_g=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4	PS-MI ¹			Eurocode 8 ³ $a_g=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5	CP-MI ²			Eurocode 8 ³ $a_g=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
³ Application obligatoire des règles Eurocode 8

Sont également concernés par les réglementations sismiques, les bâtiments réhabilités rentrant dans les critères suivants :

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la Faculté de Santé - Tranche 2

Les règles parasismiques applicables à l'ensemble du bâtiment modifié dépendent de la zone sismique, de la catégorie du bâtiment, ainsi que du niveau de modification envisagé sur la structure.

	Cat.	Travaux	Règles de construction
Zone 2	IV	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_g=0,42 \text{ m/s}^2$
Zone 3	II	> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau Conditions PS-MI respectées	PS-MI¹ Zone 2
		> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$
	III	> 30% de SHON créée	Eurocode 8³
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_g=0,66 \text{ m/s}^2$
Zone 4	II	> 30% de SHON créée Conditions PS-MI respectées	PS-MI¹ Zone 3
		> 30% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau	Eurocode 8³ $a_g=0,96 \text{ m/s}^2$
	III	> 20% de SHON créée	Eurocode 8³ $a_g=0,96 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	
Zone 5	II	> 30% de SHON créée Conditions CP-MI respectées	CP-MI²
		> 20% de SHON créée > 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés	Eurocode 8³ $a_g=1,8 \text{ m/s}^2$
	III	> 20% de SHON créée	Eurocode 8³ $a_g=1,8 \text{ m/s}^2$
	IV	> 30% de plancher supprimé à un niveau > 20% des contreventements supprimés Ajout équipement lourd en toiture	

Les caractéristiques du bâtiment sont les suivantes :

- ERP de 1^e catégorie.
- Bâtiment de caractéristique d'importance III.
- Zone 1.
- Réhabilitation des façades.
- Démolition de plancher <30%
- Démolition de refends <30%
- Le bâtiment n'est pas soumis aux réglementations sismiques.

3.2 Combinaisons et cas de charges

3.2.1 ELU Fondamentaux

Combinaison fondamentale la plus courante :

$$1.35G_{kjsup} + G_{kjinf} + \gamma_{Q1}Q_1 + \sum 1.5\psi_{0i}Q_i$$

$\gamma_{Q1} = 1.5$ si défavorable et $\gamma_{Q1} = 0$ si favorable.

3.2.2 ELS Caractéristique

$$\sum G_j + Q_1 + \sum \psi_{0i}Q_i$$

3.2.3 ELS Quasi Permanent

$$\sum G_j + \sum \psi_{2i}Q_i$$

3.2.4 Critères de dimensionnement et de justification

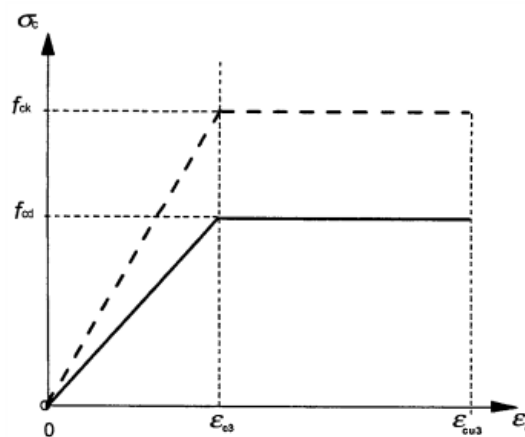
3.2.4.1 États limites ultimes

Les coefficients partiels de sécurité appliqués aux matériaux béton et acier sont conformes à ceux définis pour les états-limites ultimes. Suivent le tableau 2.1N §2.4.2.1 NF 1992-1-1, leurs valeurs sont les suivantes :

Situation	γ_c (béton)	γ_s (aciers)	γ_m (LC)	γ_m (BM)
Fondamentale (Durable et transitoire)	1.5	1.15	1.25	1.3

Le dimensionnement à l'ELU du béton se fait en utilisant la loi rectangle, comme définie figure 3.4 dans l'EC2 avec les caractéristiques suivantes :

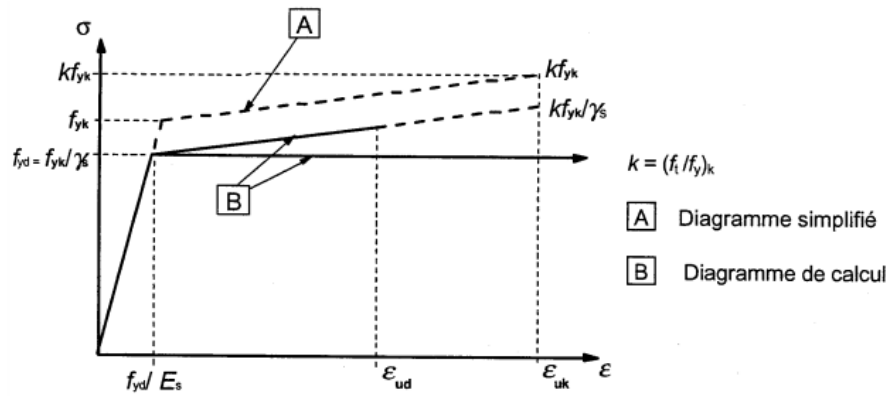
$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \text{avec } \alpha_{cc} = 1 \text{ et } \gamma_c = 1.5$$



Loi de comportement de béton

Le dimensionnement de l'acier se fait en utilisant uniquement la loi rectangle dont la branche supérieure est horizontale (figure 3.8 de l'EC2), avec les caractéristiques suivantes :

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \text{ MPa}$$



Loi de comportement de l'acier

3.2.4.2 États limites de service

Les vérifications réalisées à l'ELS sont en particulier les suivantes :

- Limitation à $0.8 f_{yk}$ (= 400 MPa) des contraintes ELS caractéristiques dans les aciers ;
- Limitation à $0.6 f_{ck}$ (= 18 MPa) des contraintes ELS caractéristiques dans le béton ;
- Limitation à $0.45 f_{ck}$ (= 13.5 MPa) des contraintes ELS Quasi-permanentes dans le béton ;

Pour les éléments en béton armé, la limitation de flèche est défini suivant NF 1992-1-1, §7.4 :

- La flèche calculée d'une poutre, d'une dalle ou d'une console soumise à des charges quasi-permanentes est inférieure à $l/250$ où l représente la portée.
- La flèche nuisible maximale est celle autorisée par les Recommandations Professionnelles de la Fédération Française du Bâtiment pour l'application de la norme NF EN 1992-1-1 et de son Annexe nationale :
 Si $L < 7m$, $L/500$ ou $L/250$ selon éléments fragiles
 Si $L > 7m$, $= L/1000 + 0,7cm$
- Le déplacement différentiel entre deux étages est limité à $h/500$ où h est la hauteur d'un étage.

4 DESCRIPTION DES TRAVAUX

4.1 Réfection toiture

4.1.1 Principe

La tranche 2 de travaux prévoit le remplacement du complexe d'étanchéité et isolation de toiture terrasse. Le remplacement des équipements techniques, et les justifications éventuelles de surcharges sont à la charge de la tranche 1.

Le projet prévoit :

- Isolation 14cm
- Etanchéité autoprotégée
- Finition blanche réfléchissante

4.1.2 Etude des surcharges

La surcharge du complexe d'étanchéité existante est estimée à 200 daN/m².

La surcharge du complexe projet est estimé à 80 daN/m².

Les charges d'exploitation sont identiques, et les surcharges d'équipements sont supposées identiques.

Le projet de réfection d'étanchéité est donc non impactant pour la structure.

4.2 Façades préfabriquées

4.2.1 Principes

Pour rappel, les façades existantes sont à priori composées de :

- Cassettes métalliques aluminium
- lame d'air 5cm
- Briques creuses 7cm
- Enduit intérieur
- Menuiserie

La façade préfabriquée envisagée est de type panneaux blocs bois, composée de :

- ITE - 20cm de fibre de bois
- Bardage ou parement bois
- Menuiseries

4.2.2 Etude des surcharges

Le poids des façades existantes est donc estimé à 45 daN/m².

Le poids des façades projets est estimé à 80 daN/m² menuiseries comprises avec, pour référence, les panoblocs technowood.

D'après le diagnostic structure établi par UBIBAT en janvier 2024, les capacités portantes des deux poutres concernées par la rénovation de façades sont les suivantes :

Zone de calcul	Elément	MS / Mr (kN.m)
SD12	Poutre en béton armé supportant la façade du RDC et R+1	348,22 / 728,43
SD14	Poutre en béton armé supportant la façade principale (R+2-R+6)	1085,49 / 1533,39

On reprend les hypothèses et les calculs du diagnostic pour comparer les charges existantes et les charges projets.

SD12 :

La poutre SD12 fait partie de la structure du plancher haut du parking. D'après l'inspection visuelle, cet élément supporte :

- Le plancher haut SS ;
- L'ossature béton de la façade des niveau RDC et R+1 du bâtiment ;
- Le plancher haut RDC.

Calcul de descente de charge g

- Charge de l'ossature porteuse (poteau 25x25 / poutre 25x r = 40) de la façade du RDC et R+1 :
 $((0,25 \times 0,25 \times 3,7) + (0,25 \times 0,52 \times 1)) \times 2500 = 903 \times 2 = 1806 \text{ daN/ml}$;
- Charge du plancher haut RDC = $408 \times 5,1/2 = 1041 \text{ daN/ml}$;
- Charge du plancher haut SS = $0,18 \times 2500 \times 1,4 + 408 \times 5,1/2 = 1671 \text{ daN/ml}$;
- Poids propre de la poutre = $0,25 \times 1,13 \times 2500 = 706,25 \text{ daN/ml}$.

Calcul de la descente de charge g'

- Divers = $50 \times (1,4 + (5,1/2) + (5,1/2)) = 325 \text{ daN/ml}$.

Calcul de la descente de charge Q

- Charge d'exploitation du PB RDC = $250 \times 1,4 + 400 \times (5,1/2) = 1370 \text{ daN/ml}$;
- Charge d'exploitation du PB R+1 = $250 \times (5,1/2) = 638 \text{ daN/ml}$.

Extrait de la reconnaissance structurelle « Calcul de la capacité portante du parvis et des poutres de façades » - janvier 2024
- UBIBAT

$$Ms(ex) = [1.35 * (g + g') + 1.5 * Q] * \frac{5.15^2}{8}$$

$$= 348.22 \text{ kN.m}$$

$$Ms(pr) = [1.35 * (g + g' + 35 * 3.7 * 2) + 1.5 * Q] * \frac{5.15^2}{8}$$

$$= 360 \text{ kN.m}$$

On observe une différence du moment sollicitant de 11.78 kN.m soit une surcharge de 3.4% (< 10%). Cette surcharge est donc **admissible** sur la poutre « SD12 » supportant le plancher haut du SS, l'ossature béton de la façade RdC et R+1 et le plancher haut du RdC.

SD14 :

La poutre SD14 fait partie de la structure du plancher haut R+1. D'après l'inspection visuelle, cet élément supporte :

- Le plancher bas du R+2, R+3, R+4, R+5, R+6 et la toiture terrasse ;
- L'ossature béton de la façade des niveau intermédiaires.

Calcul de descente de charge g

- Charge de l'ossature porteuse (poteau 25x25 / poutre 25x r = 40) de la façade :
 $((0,25 \times 0,25 \times 3,7) + (0,25 \times 0,52 \times 1)) \times 2500 = 903 \times 5 = 4515 \text{ daN/ml}$;
- Charge des planchers intermédiaires = $5 \times 408 \times 7,9/2 = 8058 \text{ daN/ml}$;
- Charge de la toiture terrasse (y compris le complexe d'étanchéité) :
 $(408 + 132) \times 7,9/2 = 2133 \text{ daN/ml}$;
- Poids propre de la poutre : $0,25 \times 1,6 \times 2500 = 1000 \text{ daN/m}$.

Calcul de la descente de charge g'

- Divers = $6 \times 50 \times (7,9/2) = 1185 \text{ daN/ml}$.

Calcul de la descente de charge Q

- Charge d'exploitation = $(5 \times 250 \times (7,9/2)) + (80 \times (7,9/2)) = 5253,5 \text{ daN/ml}$;

Extrait de la reconnaissance structurelle « Calcul de la capacité portante du parvis et des poutres de façades » - janvier 2024
- UBIBAT

$$Ms(ex) = [1.35 * (g + g') + 1.5 * Q] * \frac{7.2^2}{14.6}$$

$$= 1085.49 \text{ kN.m}$$

$$Ms(pr) = [1.35 * (g + g' + 35 * 3.7 * 5) + 1.5 * Q] * \frac{7.2^2}{14.6}$$

$$= 1120.5 \text{ kN.m}$$

On observe une différence du moment sollicitant de 35.01 kN.m soit une surcharge de 3.2% (< 10%). Cette surcharge est donc **admissible** sur la poutre « SD14 » supportant le plancher bas des niveaux courants et de la toiture terrasse ainsi que l'ossature béton de la façade des niveaux courants.

Au regard des surcharges rapportées par les façades projets, aucuns renforts ne sont à prévoir sur les poutres reprenant les façades du bâtiment. Nous préconisons une

fixation des façades projets sur chaque niveau afin de mieux répartir les charges de chacune d'entre-elles.

Le tableau suivant récapitule les surcharges sur fondations pour des reprises de plancher de 50cm ; dans l'attente de la confirmation des sens de portées réelles des plancher. Cette longueur de plancher permet une analyse au plus défavorable.

PM : Il ne prend pas en compte le poids propre de fondations.

Nombre de planchers SS :	2
Nombre de plancher courants :	7
Nombre de niveau façade :	7
Nombre de niveau SS :	2
Longueur de plancher prise en compte :	0,5

Charges sur façades daN/ml		
Chargements	Existant	Projet
Poides propres :		
Voiles BA sous-sol	1350	1350
Ossature BA façade	225	225
Planchers nervurés	286	286
Planchers hourdis 16+6	290	290
<u>Surcharges G :</u>		
Chape 4cm + carrelage (R-1 + RDC)	110	110
Sols souples (Niveaux)	10	10
Divers (niveaux)	50	50
Etanchéité(TT)	200	80
Façades	112,5	200
TOTAL G	6715	7267
<u>Surcharges Q :</u>		
Exploitations salles	250	250
Exploitations RDC	400	400
Exploitations TT	80	80
Exploitations sous-sols	250	250
TOTAL Q	1240	1240
G+Q	7955	8507
1,35G + 1,5Q	10925	11671

1,069

1,068

Le taux de surcharges sur fondations dans le cas le plus défavorable est inférieur à 10%, il peut donc être admis sur des fondations.

4.2.3 Méthode travaux

A noter que la réalisation du projet nécessite la mise en place d'un moyen de levage.

3 solutions sont envisagées à ce jour :

- Le montage des panneaux par treuils.
- La mise en place d'une grue sur la rue ou le parvis.
- La mise en place d'une nacelle en toiture

4.2.3.1 Mise en place d'une grue sur le parvis

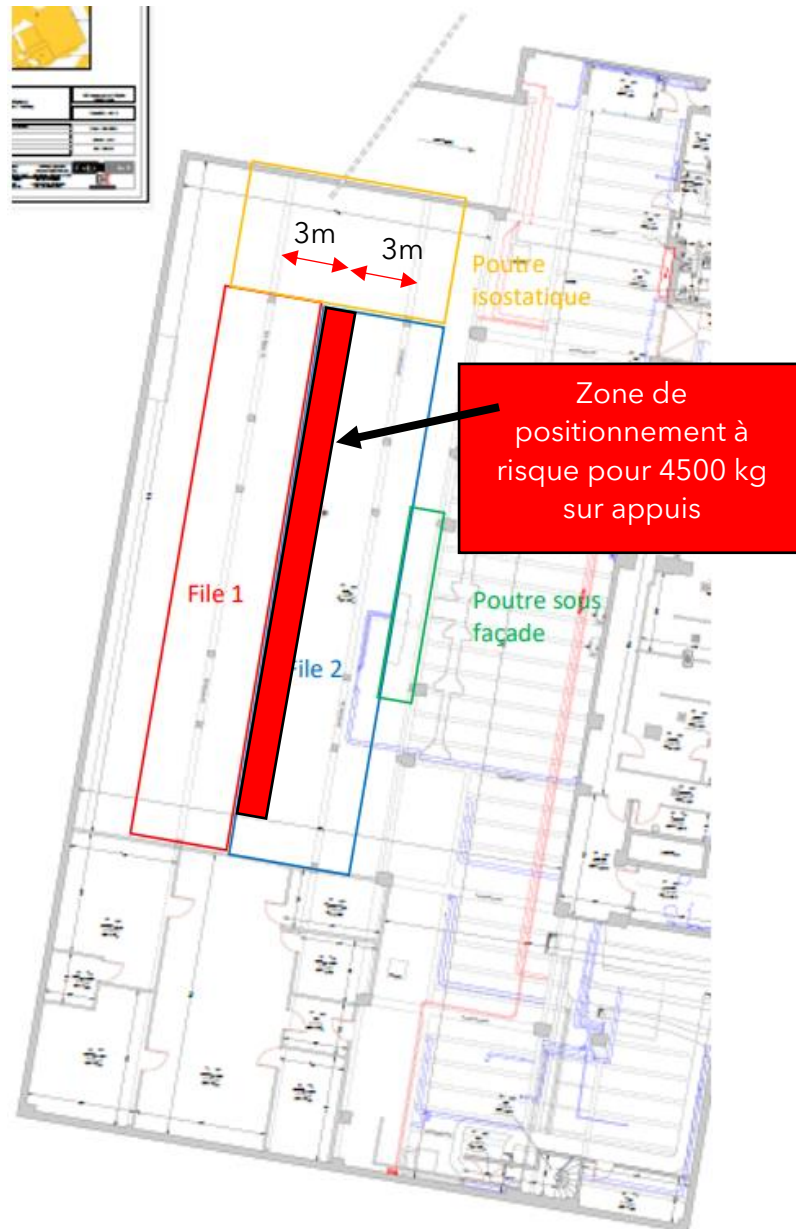
Dans le cadre d'une installation de la grue sur le parvis du bâtiment, le diagnostic structure UBIBAT de janvier 2024 nous donne les capacités portantes de la dalle et des poutres du parvis :

Zone de calcul	Elément	Capacité portante Q (kg/m ²)
File 1	Poutres en béton armé	550
File 2	Poutres en béton armé	920
SD2	Dalle en béton armé	1298
SD3	Dalle en béton armé	2282
SD5	Poutre isostatique	487
SD8	Poteau en béton armé	3184
SD10	Poutre en béton armé	1216

Après étude interne de plusieurs cas concernant les appuis potentiels de grue sur la poutre et la dalle centrale du parvis, nous préconisons au maximum des appuis de grue de 3800kg (poids pied de grue + poids de levage) par appuis positionnable sur l'ensemble du parvis.

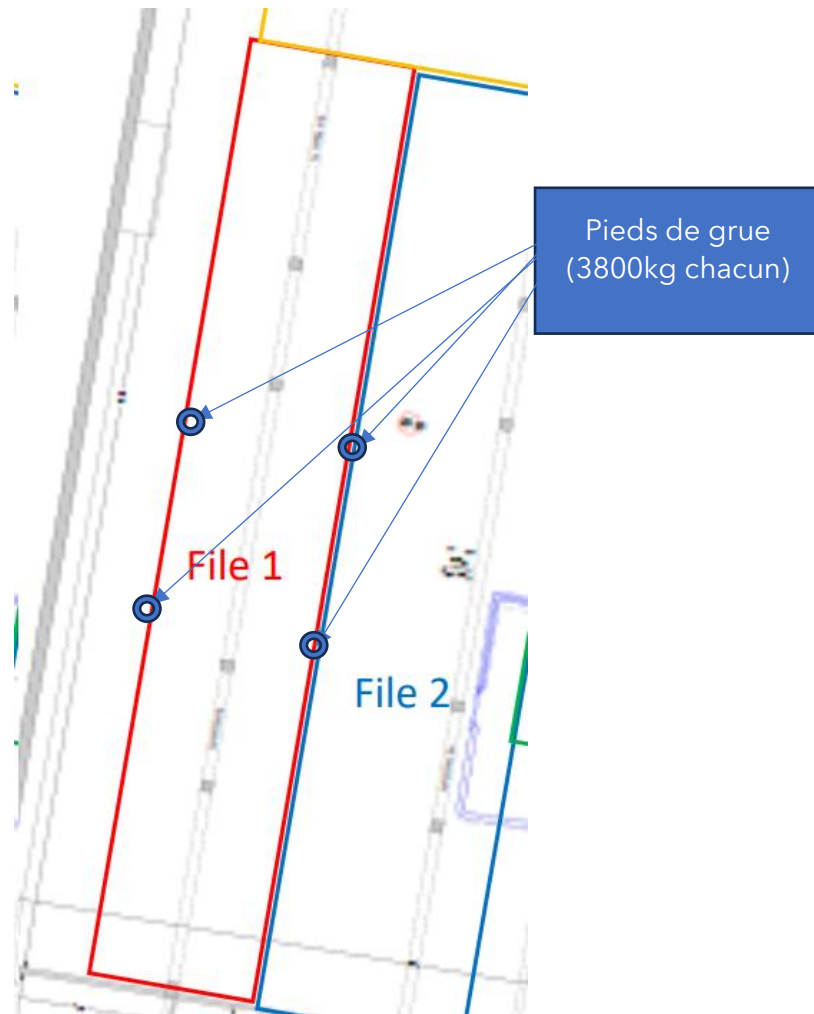
Un poids sur appuis est possible à 4500kg UNIQUEMENT si ces appuis ne se situent pas sur la travée centrale de la dalle (voir ci-dessous).

Travaux de réhabilitation du bâtiment 105 de la
Faculté de Santé - Tranche 2



À titre de comparaison, une grue de type URW-1006 de chez TRACKTOR peut être envisagée dans le cadre de levage d'éléments avec un poids de 600kg maximum sur l'ensemble du parvis ou 2000kg hors milieu de travée de la dalle centrale (en rouge ci-dessus).

Exemple du positionnement de la grue URW-1006 avec un élément levé de 600kg :

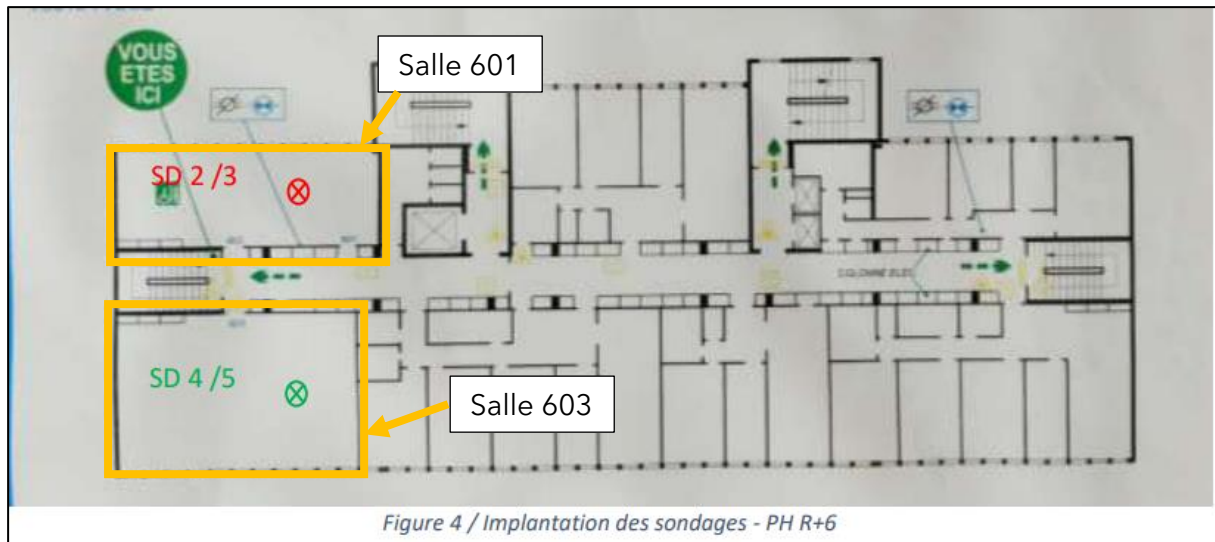


Ces préconisations de charge prévalent également pour un levage de panneaux préfabriqués par nacelles monomât ou bi-mât reposant sur le parvis.

NOTA : pour un poids et une distance de levage supérieurs il est nécessaire de renforcer le système poteaux-poutres ainsi que la dalle du parvis qui se situe entre les deux travées intermédiaires de la file 1. Pour études complémentaires de la capacité de levage, se référer à la fiche technique de l'engin de levage.

4.2.3.2 Mise en place de nacelle en toiture

D'après le diagnostic structurel d'UBIBAT portant sur la capacité portante du bâtiment 105 comprenant l'étude de la capacité portante du PH R+6.



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

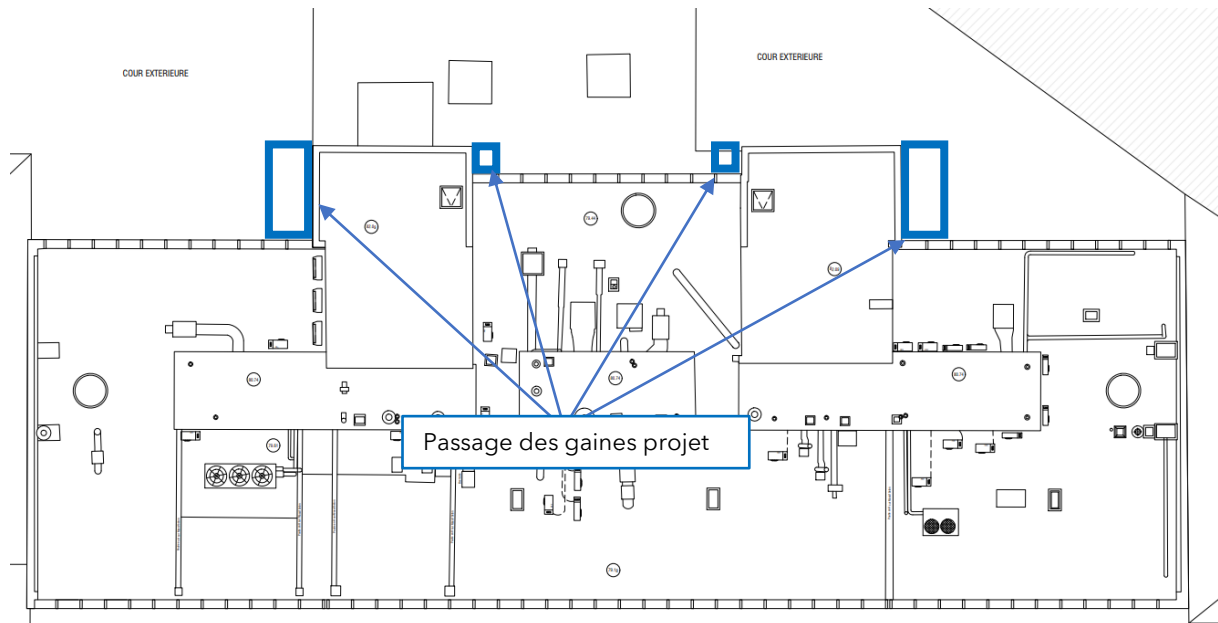
D'après les résultats le charge maximale admissible est de 600 kg/m² sur la dalle au-dessus de la salle 601 et 800 kg/m² sur la dalle au-dessus de la salle 603.

Le diagnostic ne précise pas les localisations des poutres mais, sous réserve de leurs emplacements, la charge admissible sur les poutres du PH de la salle 601 et 603 est respectivement de 1620 kg/m² et 550 kg/m².

Ces capacités portantes sont à mettre en cohérence avec des fiches techniques des nacelles prévues.

4.3 Structure métallique pour passage des gaines de ventilation

Des gaines de ventilation viendront s'ajouter en façade du bâtiment, côté extérieur. Une structure métallique sera créée pour supporter ces gaines.



La structure est composée de tubes métalliques 50x50x5mm ancrés directement dans les dalles de chaque niveau. Les tubes seront soudés entre eux. Des platines seront soudées sur les poteaux pour recevoir la structure secondaire (bardage).

Dans le cas où les gaines doivent être coupe-feu, on prendra le soin d'appliquer un flocage intérieur ou un habillage coupe-feu.

Voir également *Plan de principe de gaine métallique.*