



**UNIVERSITÉ
RENNES 2**

UNIVERSITE DE RENNES 2
Direction des Ressources Immobilières
Place du recteur Henri Moal - CS 24307
35043 RENNES CEDEX

MISSION COMPLEMENTAIRE RECONNAISSANCE DE STRUCTURES

BATIMENT A – CAMPUS DE VILLEJEAN
PLACE DU RECTEUR HENRI MOAL – CS 24307
35043 RENNES CEDEX

Rapport ORE3.N.0020

Novembre 2023





Agence De RENNES – **Service diagnostic des structures et Pathologie des matériaux**

Z.A. Beauséjour 35520 LA MEZIERE

Tél. + 33 (0) 2 99 27 51 10 • cebtprennes@groupeginger.com

MISSION COMPLEMENTAIRE RECONNAISSANCE DE STRUCTURES

**BATIMENT A – CAMPUS DE VILLEJEAN
PLACE DU RECTEUR HENRI MOAL – CS 24307
35043 RENNES CEDEX**

UNIVERSITE DE RENNES 2 Direction des Ressources Immobilières Place du recteur Henri Moal – CS 24307 35043 RENNES CEDEX		
A la demande et pour le compte de :		
Réf. devis : ORE3.N.0069	Réf. rapport : ORE3.N.0020	
Rédigé par le Chargé d'Affaires : Antony LETERRIER Tél : 02.99.27.51.10		
Relu par le Référent Métier : Lucas BOUREAU Tél : 02.40.92.18.71		
Ce dossier comprend 36 pages de texte et 1 Annexe		
Version	Date	Modifications
Provisoire	20/10/2023	Première édition
A	23/11/2023	Mise à jour du rapport suite à une nouvelle vacation sur site

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral du prix de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement.

A compter du paiement intégral du prix, le Client devient libre d'utiliser le Rapport et de le diffuser, à conditions de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui figurent au rapport, et notamment les conditions de validité.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
2. OBJECTIFS DE LA MISSION.....	4
3. DOCUMENTS REMIS POUR LA MISSION.....	4
4. CONTEXTE ACTUEL	5
5. DESCRIPTIF DE LA MISSION	7
5.1 INVESTIGATIONS DE RECONNAISSANCE DE STRUCTURES ET ESSAIS EN LABORATOIRE.....	7
5.2 INGENIERIE.....	8
6. RESULTATS DES INVESTIGATIONS REALISEES SUR SITE.....	9
6.1 LOCALISATION DES INVESTIGATIONS.....	9
6.2 DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS DE RECONNAISSANCE DE STRUCTURES	9
6.2.1 Investigation N°1 – Plancher bas – Salle A021 – Rez de Jardin	9
6.2.2 Investigation N°2 – Voile – Pignon Nord – Cage d’escalier – R+3.....	11
6.2.3 Investigation N°3 – Poutre de la file centrale a proximité de l’appui – plancher haut – Salle A021 – Rez de Jardin.....	12
6.2.4 Investigation N°4 – Poutrelle a mi-travée – plancher haut – Salle A021 – RDJ.....	16
6.2.5 Investigation N°5 – Poutre de la file centrale a proximité de l’appui – plancher haut– Salle A023 – RDJ.....	18
6.2.6 Investigation N°6 – Sanitaires – Plancher bas – RDC.....	22
6.2.7 Investigation N°7 – Plancher haut – R+3.....	24
6.3 DESORDRES OBSERVES AU NIVEAU DES FAÇADES	26
8. RESULTATS DES INVESTIGATIONS REALISEES EN LABORATOIRE	27
8.1 DESCRIPTION DES CAROTTES PRELEVEES SUR SITE AU NIVEAU DU VOILE – PIGNON NORD – CAGE D’ESCALIER – R+3	27
8.2 RESULTATS DES ESSAIS MECANQUES DE RESISTANCE A LA COMPRESSION SIMPLE SUR CAROTTES D’UN VOILE EN BETON ARME – PIGNON NORD – CAGE D’ESCALIER – R+3	32
8.3 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ESSAIS MECANQUES DE RESISTANCE A LA COMPRESSION SIMPLE SUR CAROTTES D’UN VOILE EN BETON ARME – PIGNON NORD – CAGE D’ESCALIER – R+3..	33
9. SYNTHESE DE LA MISSION COMPLEMENTAIRE DE RECONNAISSANCES DE STRUCTURES.....	35
ANNEXE 1 : IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS.....	37

1. INTRODUCTION

A la demande et pour le compte de :

UNIVERSITE DE RENNES 2
Direction des Ressources Immobilières
Place du recteur Henri Moal – CS 24307
35043 RENNES CEDEX

Dans le cadre d'un projet de réhabilitation et de surélévation du bâtiment A du Campus de Villejean situé Place du recteur Henri Moal à RENNES (35), l'UNIVERSITE RENNES 2, représentée par Madame PELLISSIER a demandé à Ginger CEBTP – Agence de RENNES – de réaliser une mission complémentaire de Reconnaissance de Structures, conformément à notre Proposition Technique et Financière référencée ORE3.N.0069 en date du 20 Juillet 2023 et acceptée par l'envoi d'un Bon de Commande en date du 28 Août 2023.

Le projet consiste à effectuer une Reconnaissance de Structures selon le cahier des charges transmis par le client, UNIVERSITE RENNES 2, qui a été établi par le bureau d'étude BATISERF.

Cette mission est une mission complémentaire de Reconnaissance de Structure, faisant suite à une mission initiale réalisée par Ginger CEBTP dont le rapport est référencé ORE3.M.0042 en date du 3 Janvier 2023.

2. OBJECTIFS DE LA MISSION

L'objectif de la mission est le suivant :

- Déterminer la composition et l'épaisseur du plancher haut du R+3,
- Déterminer la composition et l'épaisseur du Plancher Bas du RDC,
- Déterminer la composition et l'épaisseur du Plancher Bas du RDJ,
- Reconnaître le ferrailage de la poutre de la file centrale située au niveau du Plancher Haut du RDJ,
- Reconnaître le ferrailage d'une poutrelle située au niveau du Plancher Haut du RDJ,
- Reconnaître la ferrailage d'un voile du pignon Nord, ainsi que déterminer la résistance caractéristique à la compression du béton qui le compose.

3. DOCUMENTS REMIS POUR LA MISSION

Les documents suivants nous ont été communiqués dans le cadre de cette affaire :

Désignation	Auteur	Date
PM-réseaux_A0	Université Rennes 2	Janvier 2018
Plan Bâtiment A Niveau 000 à 300	Université Rennes 2	31 Mars 2022
Cahier des charges	BATISERF	18 Juillet 2023
RAAT_Bâtiment_A__MA2206080596__Campus_de_Villejean_35000_RENNES	ADX Groupe	Juillet 2022

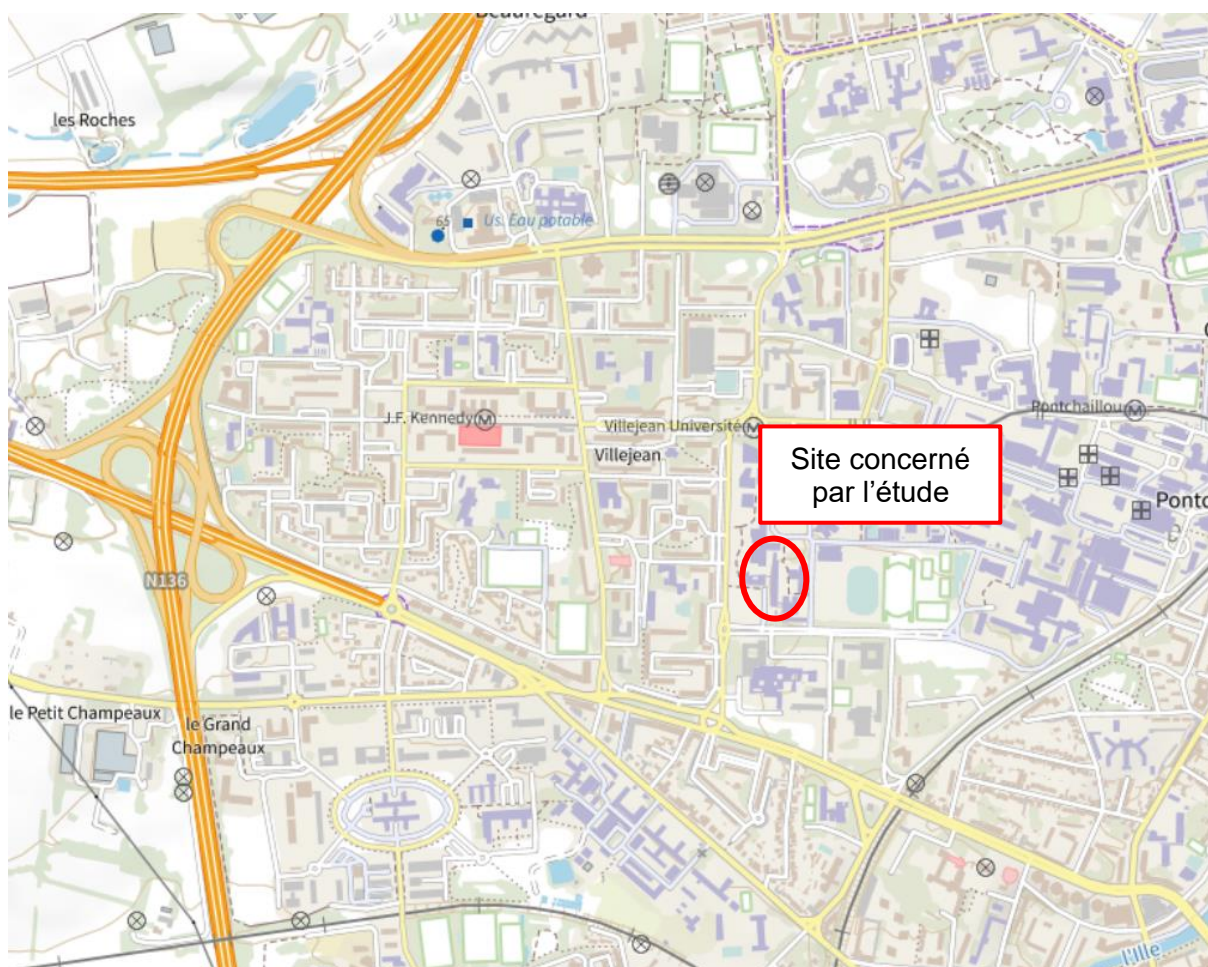
4. CONTEXTE ACTUEL

Notre mission intervient pour le compte de l'UNIVERSITE DE RENNES 2 dans le cadre d'une mission complémentaire de Reconnaissance de Structures du bâtiment A du Campus de Villejean situé à RENNES (35).

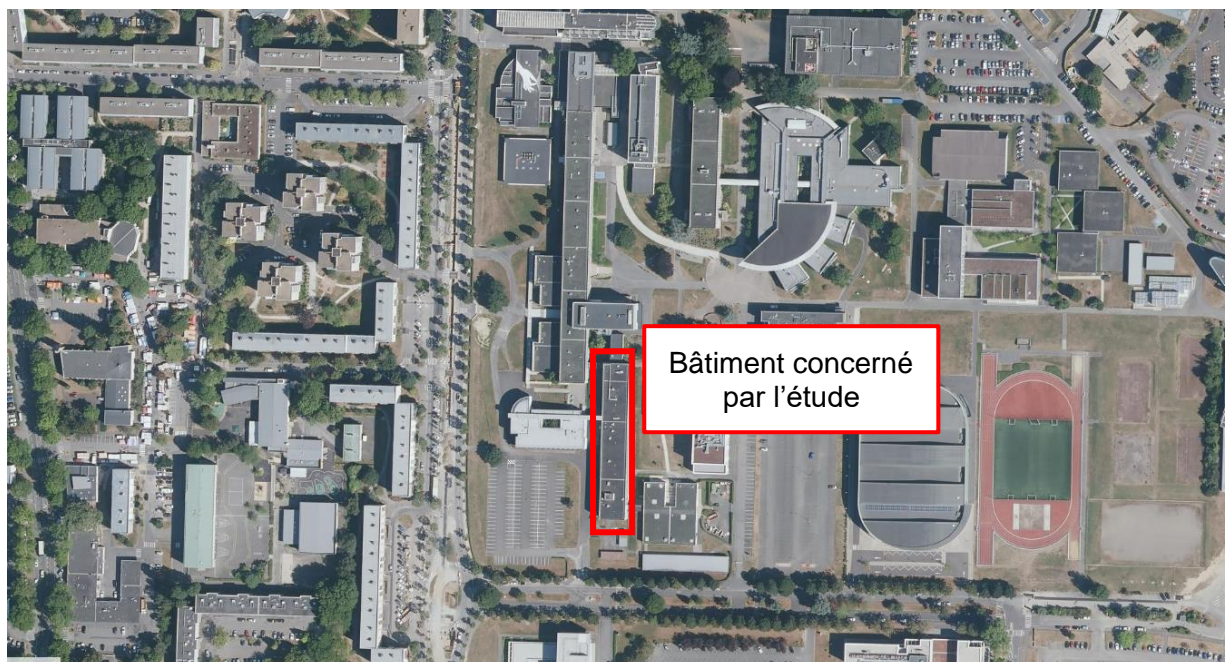
La construction du bâtiment A date des années 1960 (source : Cahier des charges réalisé par le bureau d'études BATISERF).

Le bâtiment est constitué d'un RDC semi-enterré surplombé de trois étages. La structure porteuse de l'ensemble du bâtiment est constituée d'une ossature poteaux-poutres en béton armé avec une file de poutre sur chaque façade et une file centrale le long de la circulation intérieure.

Les planchers sont constitués de poutrelles béton perpendiculaires aux façades, et d'une dalle de faible épaisseur.



Localisation du site concerné par l'étude (source : <https://www.geoportail.gouv.fr/>)



Vue satellite du bâtiment concerné par l'étude (source : <https://www.geoportail.gouv.fr/>)

5. DESCRIPTIF DE LA MISSION

La première intervention sur site s'est déroulée du 29 au 31 Août 2023.

La seconde intervention sur site, s'est déroulée les 30 et 31 Octobre 2023.

Le programme de la mission a été réalisé par Ginger CEBTP, en accord avec l'UNIVERSITE DE RENNES 2 et selon le cahier des charges établi par le bureau d'études BATISERF, est présenté ci-dessous :

5.1 INVESTIGATIONS DE RECONNAISSANCE DE STRUCTURES ET ESSAIS EN LABORATOIRE

- **Réalisation de mesures de détection des armatures** de type « radar » : Cette méthode non destructive permet de déterminer le positionnement et l'enrobage du ferrailage. Ces mesures sont réalisées avec un appareil de type radar de structure qui est basé sur la réflectométrie des ondes électromagnétiques.
 - *Il a été réalisé des mesures radar dans les directions possibles (X et/ou Y et/ou Z) en fonction de la configuration sur site, au niveau des différents sondages destructifs réalisés.*
- **Réalisation de relevés géométriques** : Ces derniers ont pour objectifs de relever les caractéristiques dimensionnelles des poutres et des poutrelles du bâtiment A concernées par la présente mission (dimensions uniquement).
- **Réalisation de sondages destructifs** : La mission de piquage (ou burinage) du béton vise à dégager les armatures présentes dans le béton au niveau du premier lit. Des percements complémentaires permettant de déterminer l'épaisseur des complexes investigués ont également été réalisés.

La mise à nu d'une armature nous renseigne sur sa nature (Haute Adhérence HA, Rond Lisse RL, ...), son enrobage réel, le diamètre de l'acier et son état de dégradation vis-à-vis de la corrosion.

- *Il a été réalisé 6 sondages destructifs tels que décrit dans le schéma d'implantation fourni dans le cahier des charges réalisé par le bureau d'études BATISERF.*
- **Réalisation de carottages** : Les carottages sous eau avec des carottiers, en couronne diamant adaptée, permettent de réaliser, en laboratoire, des essais mécaniques de résistance à la compression simple du béton.
 - *Il a été réalisé 10 carottages sous eau répartis sur le parement intérieur du pignon Nord du bâtiment A, tel que décrit dans le schéma d'implantation fourni dans le cahier des charges réalisé par le bureau d'études BATISERF.*
- **Résistance à la compression** : Les essais mécaniques de résistance à la compression simple du béton se font en laboratoire, sur les carottes de béton prélevées sur site, après rectification au lapidaire et surfacage à l'aide d'un mélange soufre/sable.

L'exploitation des valeurs de résistance a été faite selon les prescriptions de la norme européenne NF EN 13791/CN d'Octobre 2021 « Évaluation de la résistance à la compression sur site des structures et des éléments préfabriqués en béton ».

 - *Il a été réalisé 10 essais mécaniques de résistance à la compression simple du béton en laboratoire.*

5.2 INGENIERIE

- **Fourniture d'un rapport de mission contenant notamment :**
 - Un rappel des objectifs de la mission,
 - Une synthèse et un dépouillement des investigations effectuées sur site,
 - Les résultats des essais réalisés en laboratoire,
 - Une conclusion de la mission répondant à l'objectif de la mission.

6. RESULTATS DES INVESTIGATIONS REALISEES SUR SITE

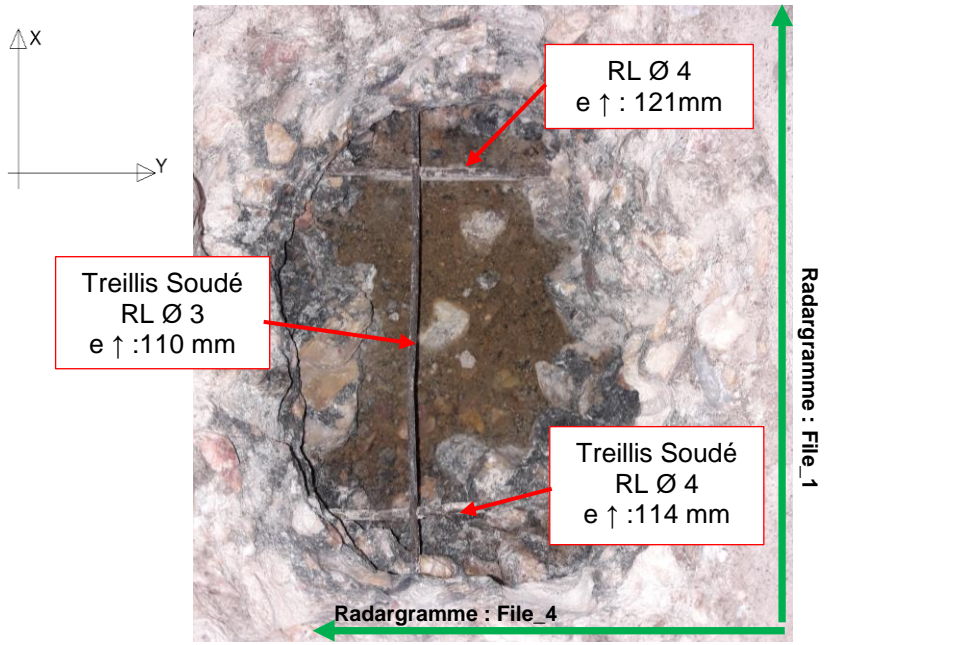
6.1 LOCALISATION DES INVESTIGATIONS

La localisation des investigations réalisées sur le bâtiment A du Campus de Villejean situé à RENNES (35) est à retrouver en **Annexe 1**.

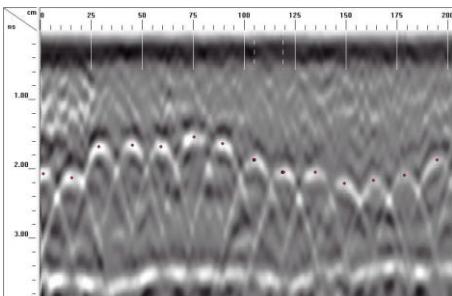
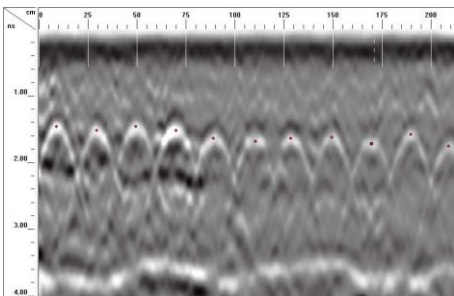
6.2 DESCRIPTION DES INVESTIGATIONS DE RECONNAISSANCE DE STRUCTURES

6.2.1 INVESTIGATION N°1 – PLANCHER BAS – SALLE A021 – REZ DE JARDIN

• DESCRIPTION DU SONDAGE DESTRUCTIF SD1

<p>SD1 Photographie du sondage destructif</p>	
<p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Légère oxydation généralisée des armatures pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton • Enrobage donné par rapport à la surface du plancher bas • Présence d'une couche de forme sous-jacente au dallage • Absence de polyane à l'interface dallage/couche de forme

• DESCRIPTION DES RADARGRAMMES OPERES AU NIVEAU DU SONDAGE DESTRUCTIF SD1 :

Radargramme : File_N°1 Suivant l'axe X	Radargramme : File_N°4 Suivant l'axe Y
	

Commentaires

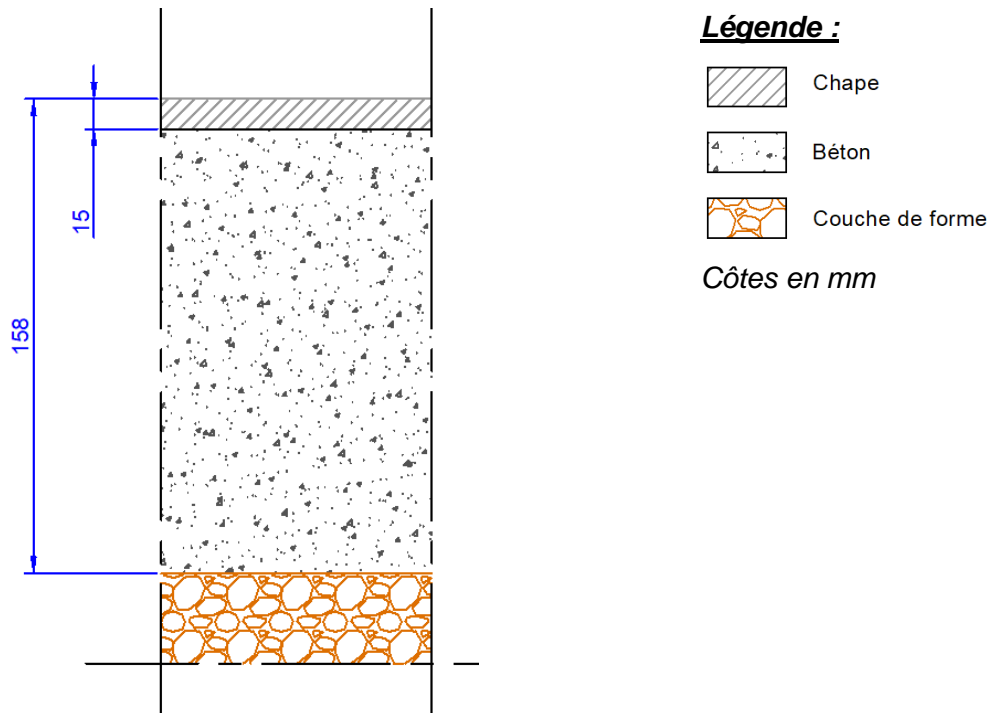
- Le radargramme N°1 opéré suivant l'axe X (parallèlement aux façades) indique la présence d'armatures présentant un enrobage moyen de 109 mm espacées tous les 15 cm,
- Le radargramme N°4 opéré suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades) indique la présence d'armatures présentant un enrobage moyen de 102 mm espacées tous les 20 cm.

Nota important :

Les armatures relevées sont des RL Ø 3 suivant l'axe X (parallèlement aux façades) et des RL Ø 4 suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades). Ces dernières sont espacées de 15 cm en moyenne suivant l'axe X (parallèlement aux façades) et de 20 cm en moyenne suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades). Ce type de treillis est référencé au sein des gammes ADETS notamment suivant la dénomination « N°4 » datant de 1967.

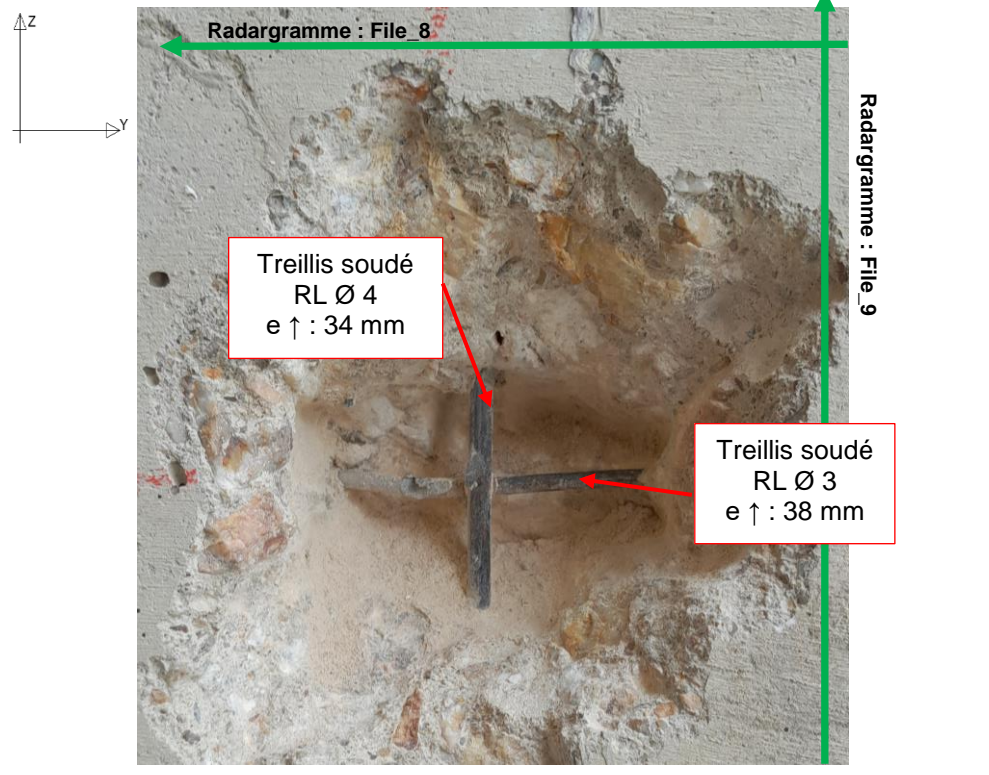
- **COUPE DE PRINCIPE DU PLANCHER BAS RENCONTRE AU NIVEAU DU SONDAGE DESTRUCTIF SD1 :**

Une coupe du principe constructif rencontré au niveau du sondage destructif est présentée ci-dessous :

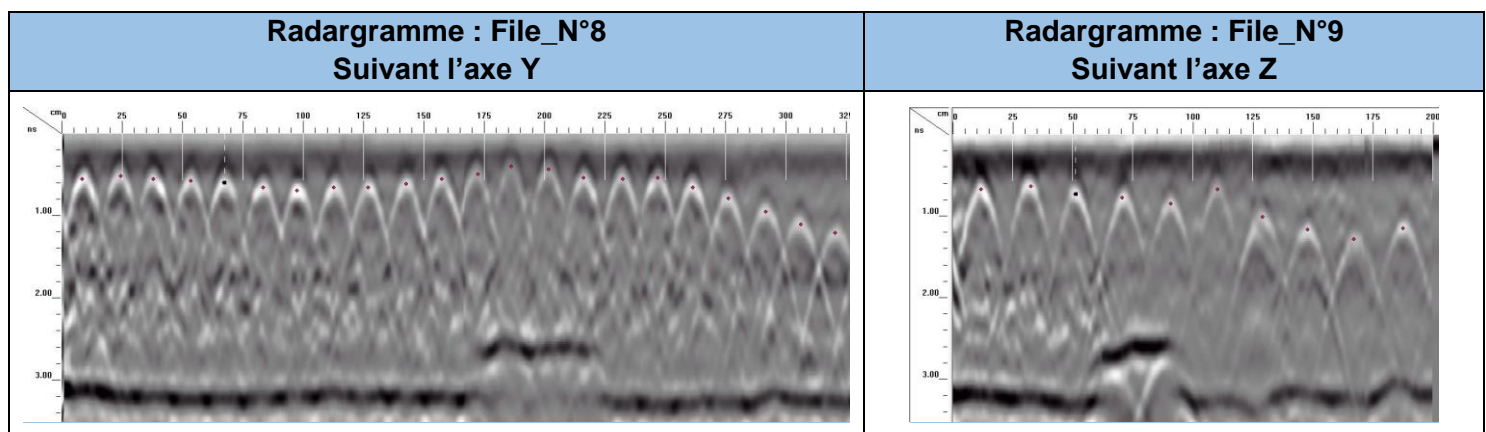


6.2.2 INVESTIGATION N°2 – VOILE – PIGNON NORD – CAGE D'ESCALIER – R+3

• DESCRIPTION DU SONDAGE DESTRUCTIF SD2

<p>SD2</p> <p>Photographie du sondage destructif</p>	
<p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Légère oxydation généralisée des armatures pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton • Enrobage donné par rapport au nu du béton

• DESCRIPTION DES RADARGRAMMES OPERES AU NIVEAU DU SONDAGE DESTRUCTIF SD2 :



Commentaires

- Le radargramme N°8 opéré suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades) indique la présence d'armatures verticales présentant un enrobage moyen de 49 mm espacées tous les 15 cm,
- Le radargramme N°9 opéré suivant l'axe Z (hauteur du voile) indique la présence d'armatures horizontales présentant un enrobage moyen de 47 mm espacées tous les 20 cm.

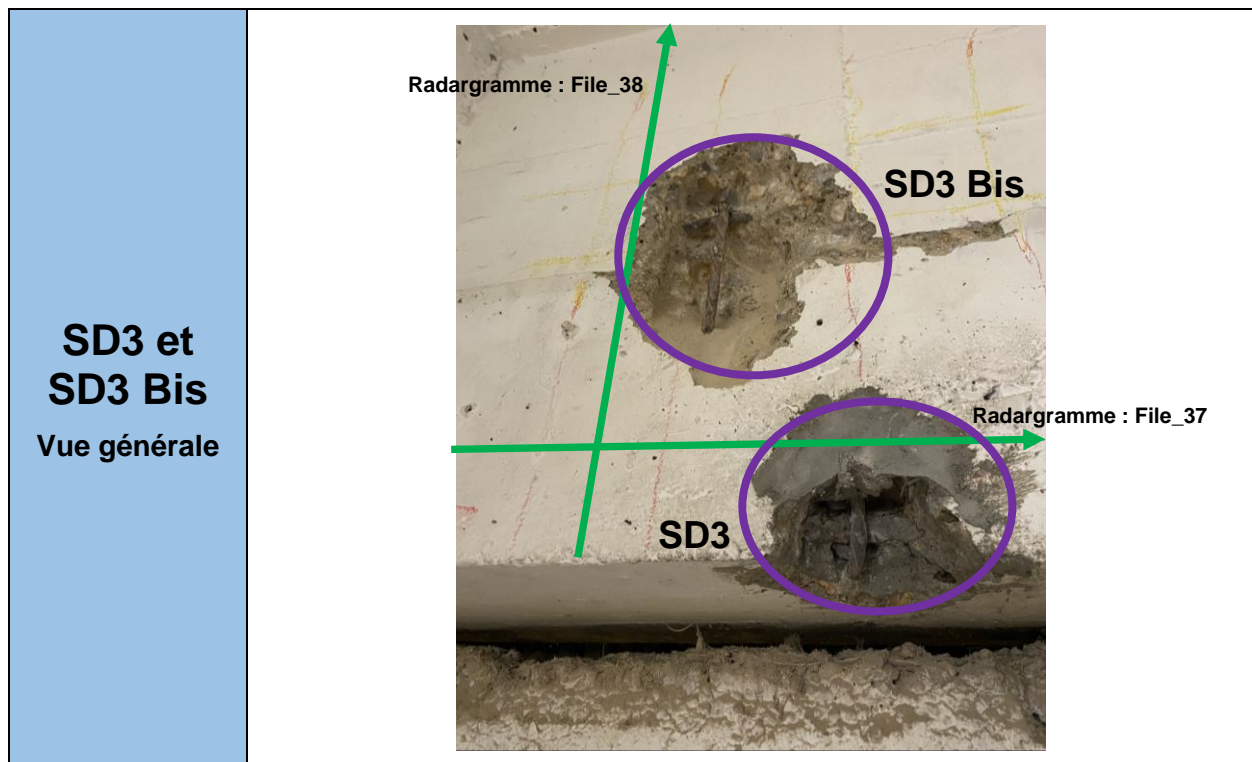
Notons que l'épaisseur totale du voile a été estimée à environ 20 cm. Un percement a été réalisé et confirme cette épaisseur.

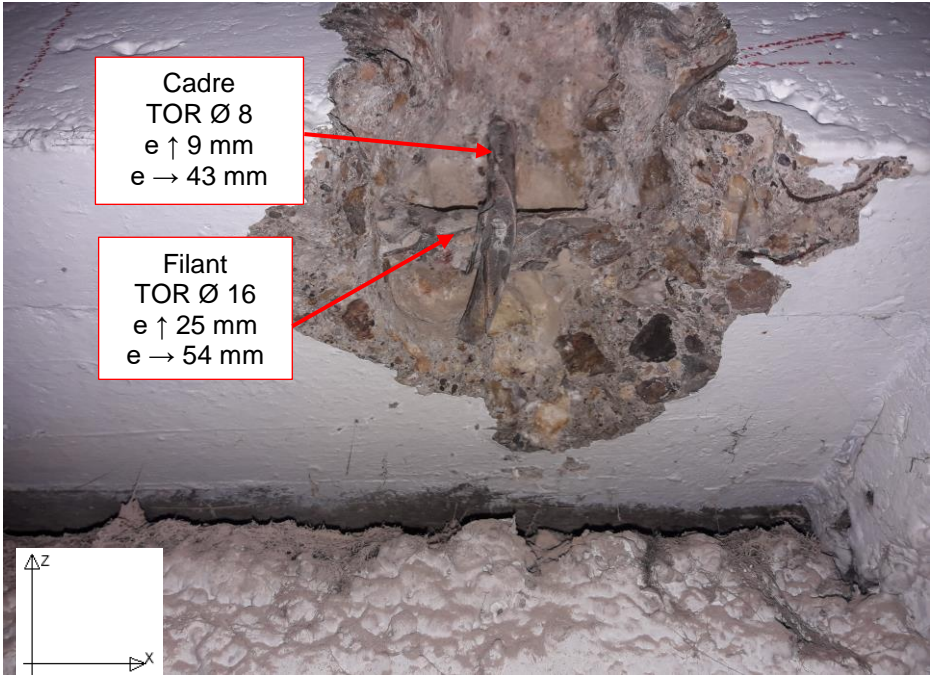
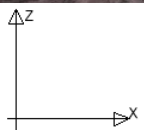
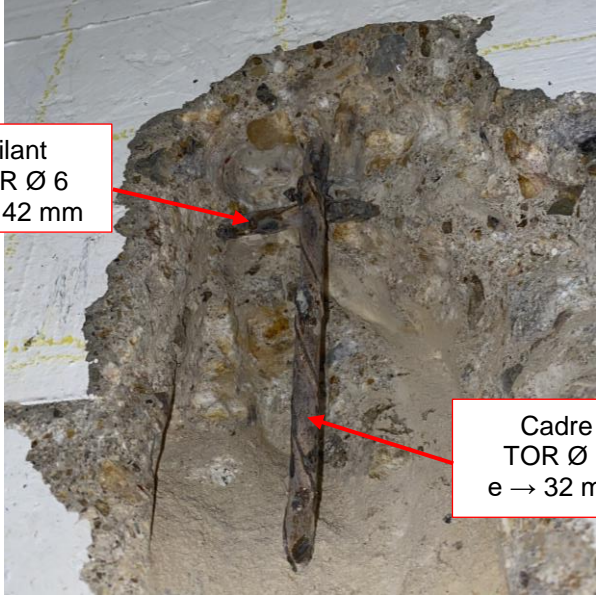
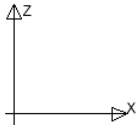
Nota important :

Les armatures relevées sont des RL Ø 3 suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades) et des RL Ø 4 suivant l'axe Z (hauteur du voile). Ces dernières sont espacées de 15 cm en moyenne suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades) et de 20 cm en moyenne suivant l'axe Z (hauteur du voile). Ce type de treillis est référencé au sein des gammes ADETS notamment suivant la dénomination « N°4 » datant de 1967.

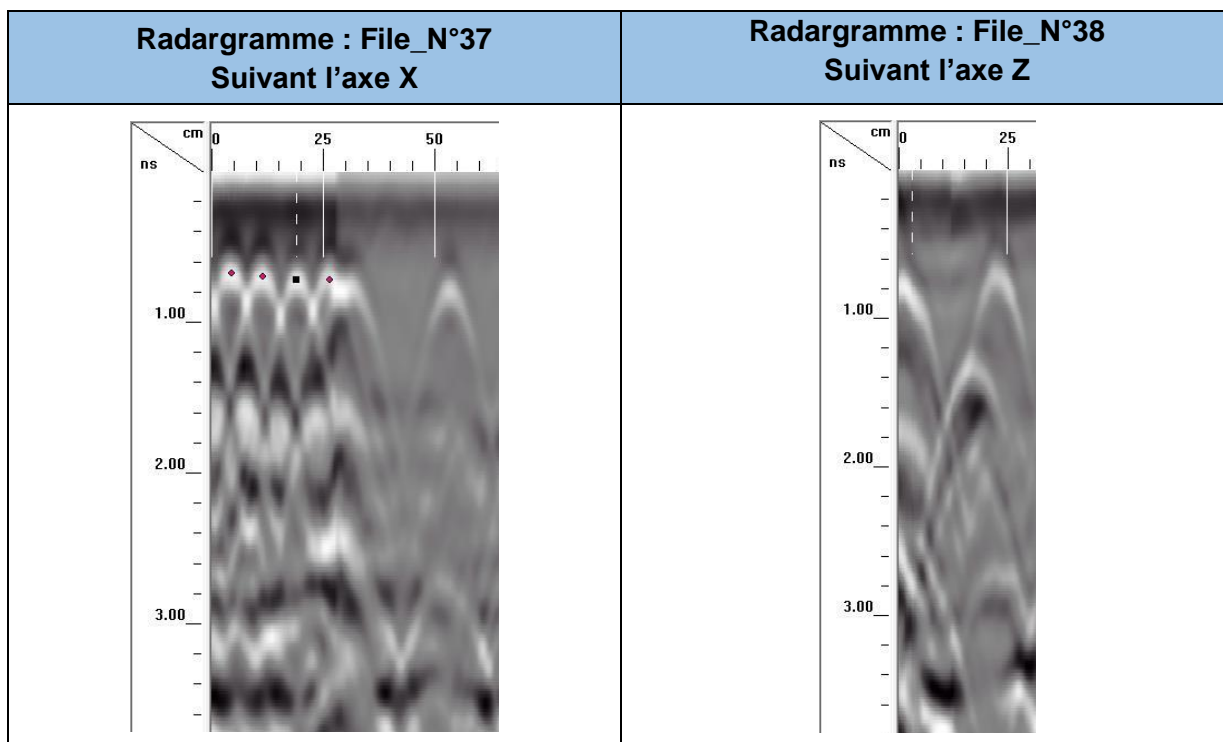
6.2.3 INVESTIGATION N°3 – POUTRE DE LA FILE CENTRALE A PROXIMITE DE L'APPUI – PLANCHER HAUT – SALLE A021 – REZ DE JARDIN

• **DESCRIPTION DU SONDAGE DESTRUCTIF SD3 :**



<p>SD3</p> <p>Photographie du sondage destructif</p>	 <div data-bbox="544 215 751 360"> <p>Cadre TOR Ø 8 e ↑ 9 mm e → 43 mm</p> </div> <div data-bbox="544 394 740 539"> <p>Filant TOR Ø 16 e ↑ 25 mm e → 54 mm</p> </div> <div data-bbox="464 703 608 831">  </div>
<p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Légère oxydation généralisée des armatures pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton • Enrobage donné par rapport à la surface de la poutre (peinture comprise) • Sondage destructif réalisé à environ 10 cm de l'appui • Portée : Non déterminable • Largeur : 22 cm • Epaisseur du cloisonnement : 10 cm
<p>SD3 Bis</p> <p>Photographie du sondage destructif</p>	 <div data-bbox="533 1290 727 1402"> <p>Filant TOR Ø 6 e → 42 mm</p> </div> <div data-bbox="1067 1565 1278 1682"> <p>Cadre TOR Ø 8 e → 32 mm</p> </div> <div data-bbox="448 1632 584 1760">  </div>
<p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Légère oxydation généralisée des armatures pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton • Enrobage donné par rapport à la surface de la poutre (peinture comprise) • Sondage destructif réalisé à environ 10 cm de l'appui • Portée : Non déterminable • Largeur : 22 cm

- **DESCRIPTION DES RADARGRAMMES OPERES AU NIVEAU DES SONDAGES DESTRUCTIFS SD3 ET SD3 Bis :**

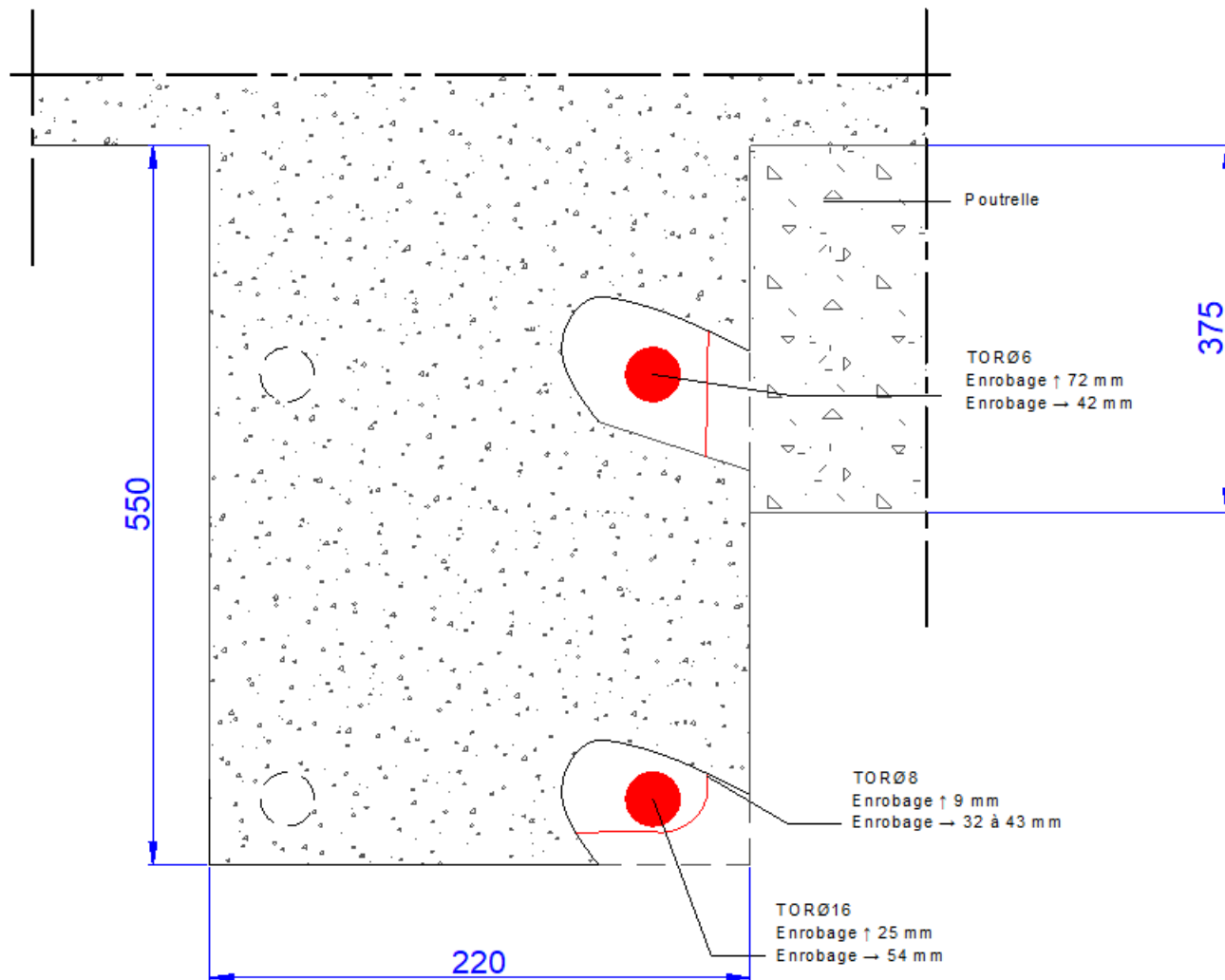


Commentaires




- *Le radargramme N°37 opéré suivant l'axe X (parallèlement aux façades) indique la présence d'armatures verticales s'apparentant aux cadres de la poutre à proximité de l'appui (au droit du champs) et présentant un enrobage moyen de 40 mm espacées tous les 7 cm,*
- *Le radargramme N°38 opéré suivant l'axe Z (suivant la hauteur du champ de la poutre) indique la présence d'armatures horizontales s'apparentant aux filants de la poutre, dont les caractéristiques sont à retrouver au niveau de la description et de la coupe des sondages destructifs SD3 et SD3 Bis.*

- **COUPE DE PRINCIPE DE LA POUTRE DE LA FILE CENTRALE A PROXIMITE DE L'APPUI RENCONTRE AU NIVEAU DES SONDAGES DESTRUCTIFS SD3 ET SD3 Bis :**

Une coupe du principe constructif rencontré au niveau des sondages destructifs SD3 et SD3 Bis est présentée ci-dessous :



Légende :

-  Béton
-  Aciers visibles
-  Aciers non-visibility

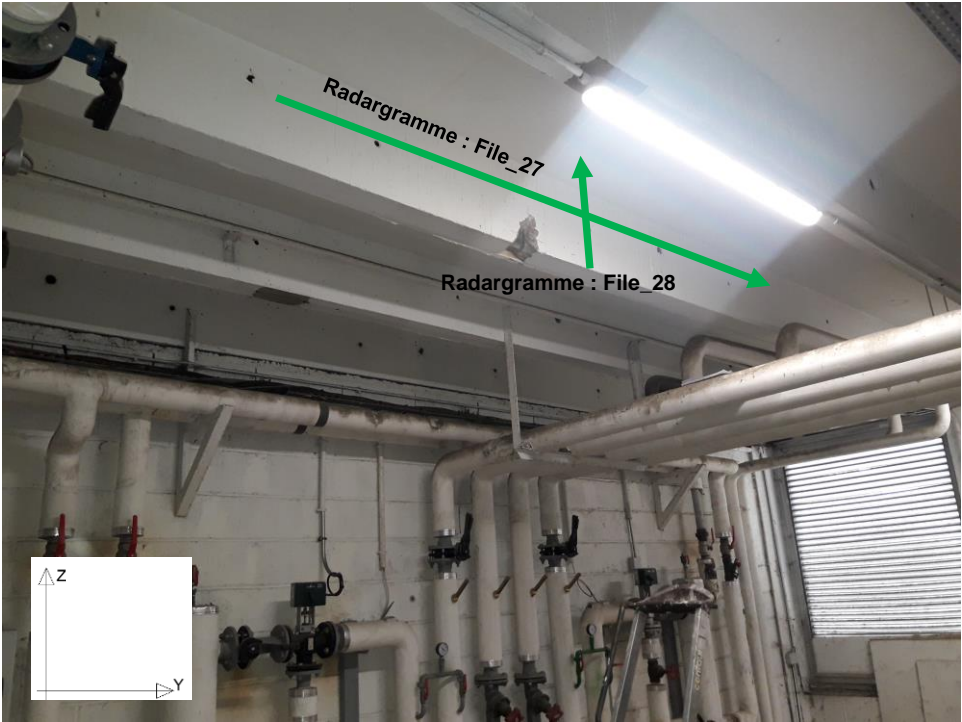
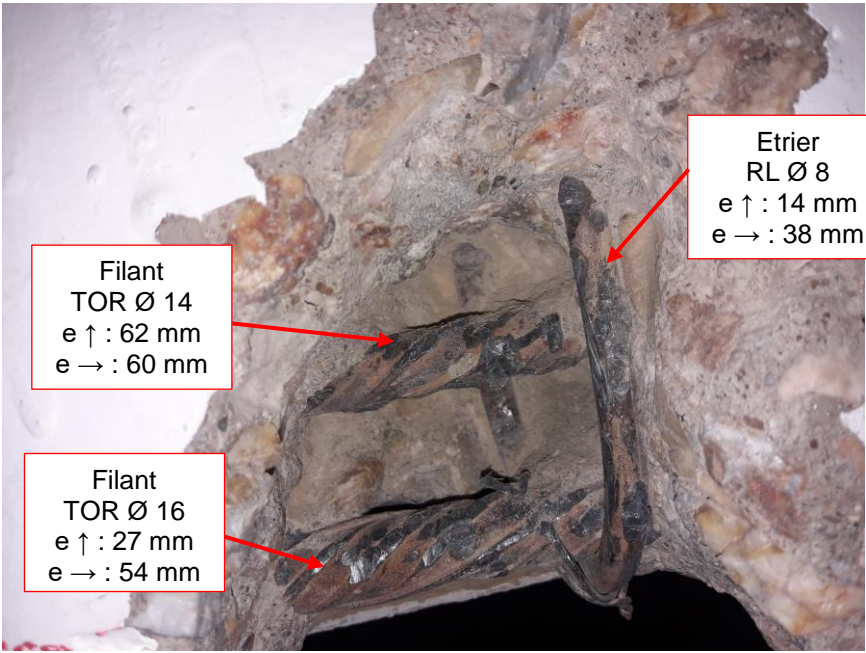
Côtes en mm

Nota important :

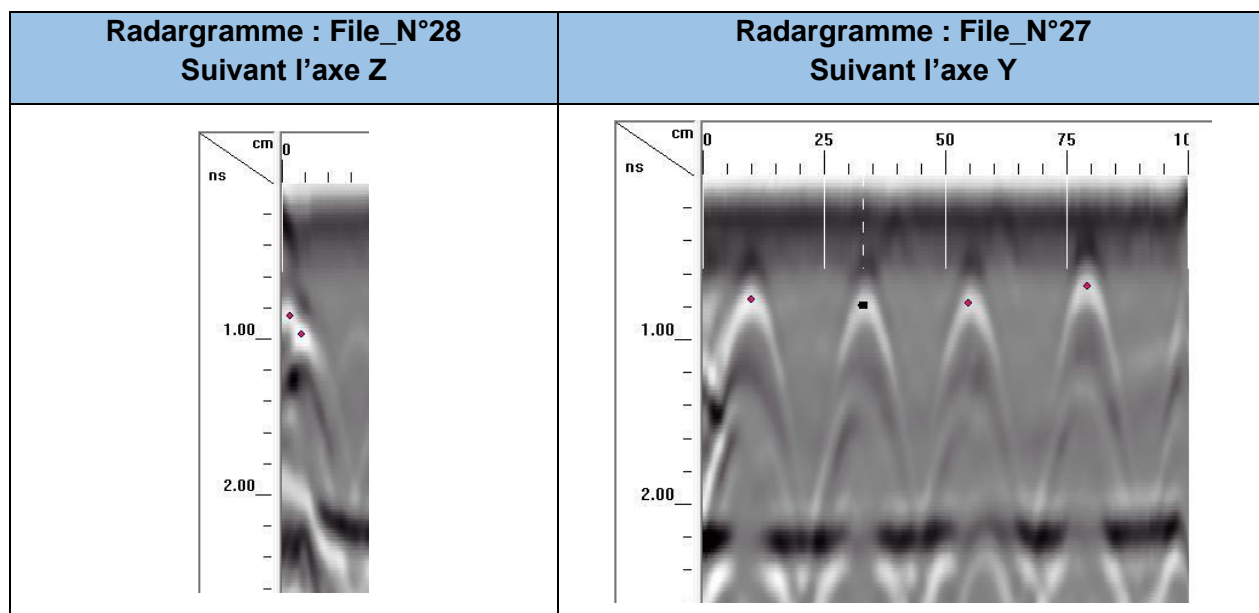
Etant donné la géométrie de l'élément investigué ainsi que de la présence d'un cloisonnement sous la poutre concernée par nos investigations, il n'a pas pu être déterminé le ferrailage via la réalisation de mesure de détection des armatures. Le ferrailage présenté sur la coupe de principe résulte d'une symétrie vis-à-vis de la géométrie de la poutre, et des enrobages relevés au niveau des sondages destructifs SD3 et SD3 Bis.

6.2.4 INVESTIGATION N°4 – POUTRELLE A MI-TRAVEE – PLANCHER HAUT – SALLE A021 – RDJ

• DESCRIPTION DU SONDAGE DESTRUCTIF SD4 :

<p>SD4 Vue générale</p>	
<p>SD4 Photographie du sondage destructif</p>	
<p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Légère oxydation généralisée des armatures pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton • Enrobage donné par rapport à la surface du béton (peinture comprise) • Portée de la poutrelle estimée à environ 7.40 m • Retombée de la poutrelle estimée à environ 0.35 m • Entraxe des poutrelles estimé à environ 0.87 m • Présence d'un tasseau en bois

• **DESCRIPTION DES RADARGRAMMES OPERES AU NIVEAU DU SONDAGE DESTRUCTIF SD4 :**

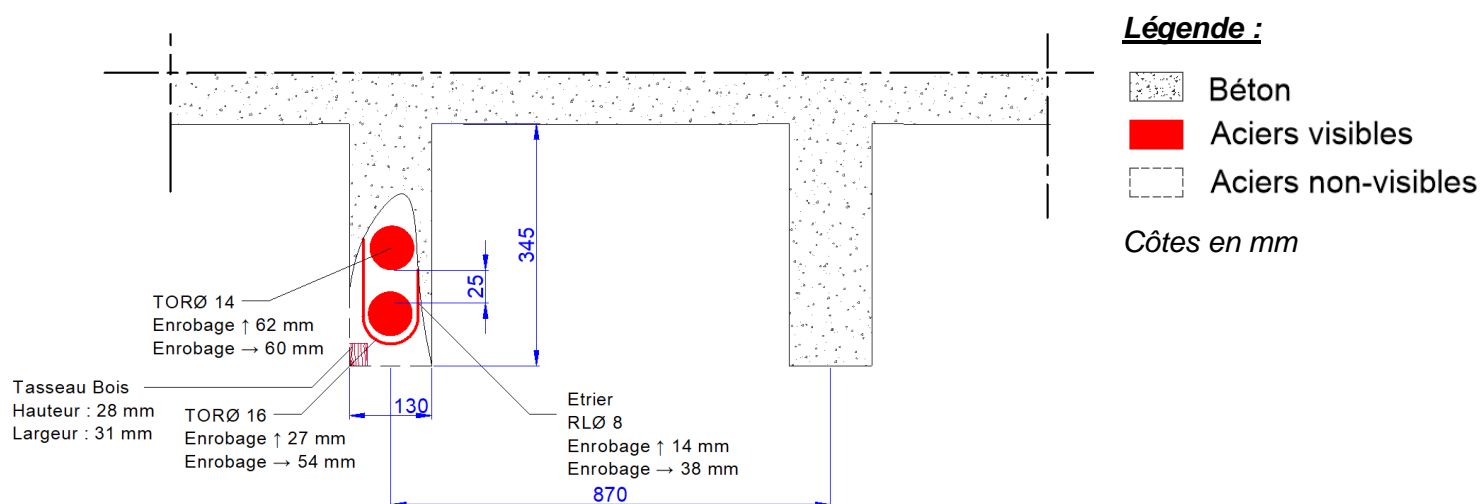


Commentaires

- Le radargramme N°28 opéré suivant l'axe Z (suivant la hauteur du champ de la poutrelle) indique la présence de plusieurs armatures horizontales, s'apparentant aux filants de la poutrelle et dont les caractéristiques sont à retrouver au niveau de la description et de la coupe du sondage destructif SD4,
- Le radargramme N°27 opéré suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades) indique la présence d'armatures verticales s'apparentant aux étriers de la poutrelle, ayant un enrobage moyen de 35 mm espacées tous les 23 cm.

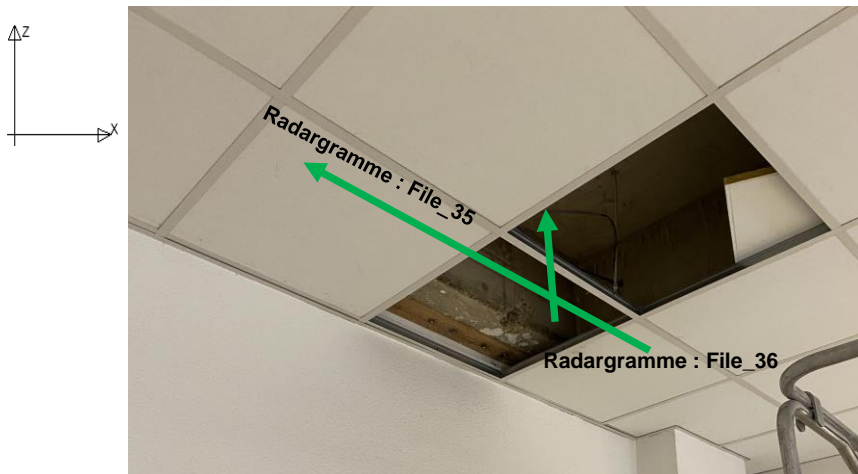
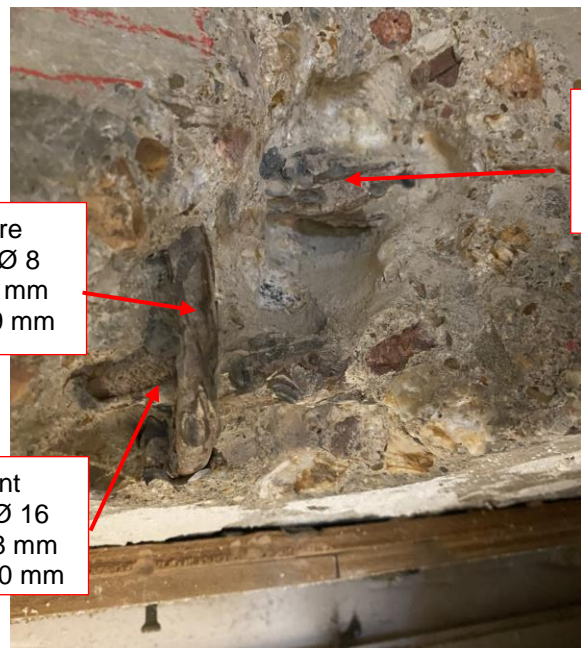
• **COUPE DE PRINCIPE DE LA POUTRELLE A MI-TRAVEE RENCONTRE AU NIVEAU DU SONDAGE DESTRUCTIF SD4 :**


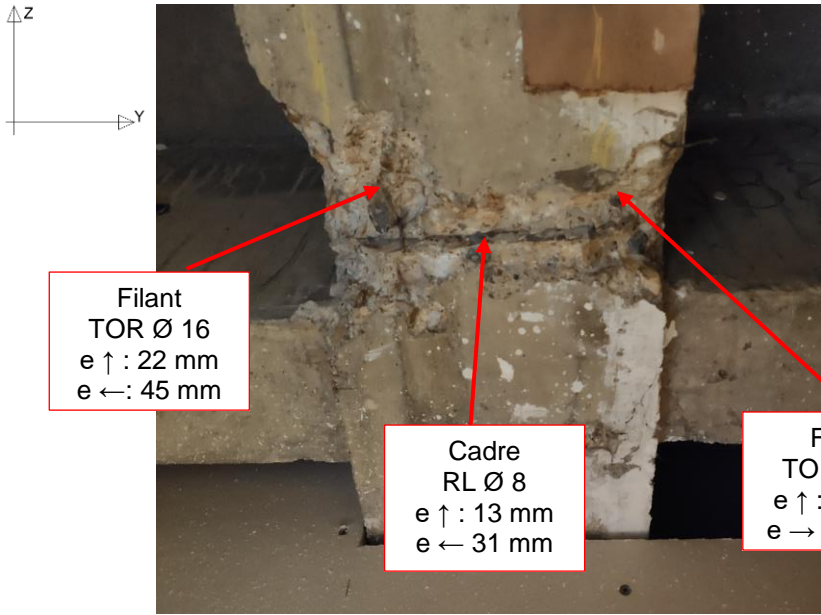
Une coupe du principe constructif rencontré au niveau du sondage destructif SD4 est présentée ci-dessous :



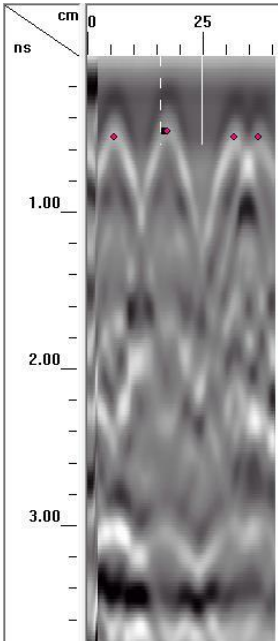
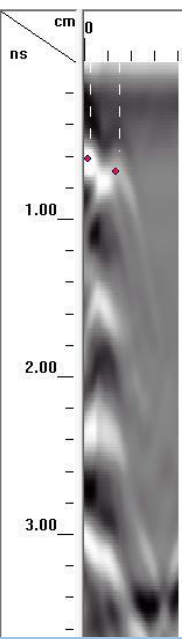
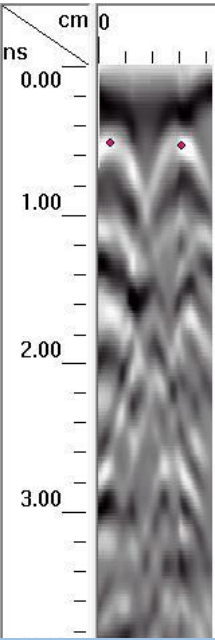
6.2.5 INVESTIGATION N°5 – POUTRE DE LA FILE CENTRALE A PROXIMITE DE L'APPUI – PLANCHER HAUT– SALLE A023 – RDJ

• DESCRIPTION DU SONDAGE DESTRUCTIF SD5 :

<p>SD5 Vue générale</p>	
<p>SD5 Photographie du sondage destructif</p>	 <div data-bbox="497 1019 699 1169" style="border: 1px solid red; padding: 2px; width: fit-content;"> <p>Cadre TOR Ø 8 e ↑ : 5 mm e → : 19 mm</p> </div> <div data-bbox="497 1272 699 1411" style="border: 1px solid red; padding: 2px; width: fit-content;"> <p>Filant TOR Ø 16 e ↑ : 18 mm e → : 30 mm</p> </div> <div data-bbox="1184 902 1385 1048" style="border: 1px solid red; padding: 2px; width: fit-content;"> <p>Filant TOR Ø 18 e ↑ : 72 mm e → : 32 mm</p> </div>
<p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Légère oxydation des armatures pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton • Enrobage donné par rapport à la surface du béton (peinture comprise) • Portée de la poutre estimée à environ 2.90 m • Retombée de la poutre estimée à environ 0.36 m

<p>SD5 Bis Vue générale</p>	 <p>Radargramme : File_5 Bis</p>
<p>SD5 Bis Photographie du sondage destructif</p>	 <p>Filant TOR Ø 16 e ↑ : 22 mm e ← : 45 mm</p> <p>Cadre RL Ø 8 e ↑ : 13 mm e ← : 31 mm</p> <p>Filant TOR Ø 16 e ↑ : 24 mm e → : 30 mm</p>
<p>Remarques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Légère oxydation des armatures pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton • Enrobage donné par rapport à la surface du béton • Portée de la poutre estimée à environ 2.90 m • Retombée de la poutre estimée à environ 0.36 m

- **DESCRIPTION DES RADARGRAMMES OPERES AU NIVEAU DES SONDAGES DESTRUCTIFS SD5 ET SD5 Bis:**

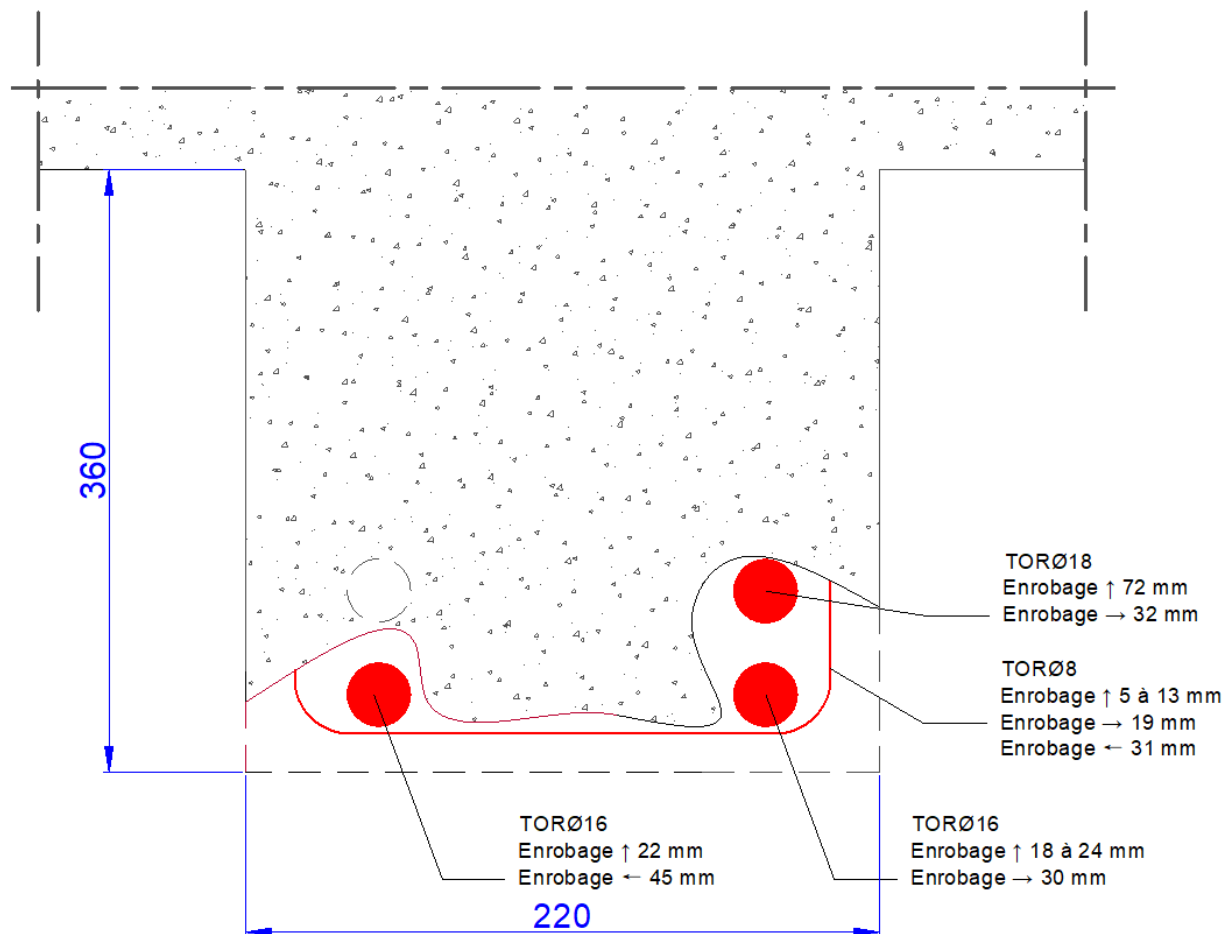
Radargramme : File_N°35 Suivant l'axe X	Radargramme : File_N°36 Suivant l'axe Z	Radargramme : File_N°5 Bis Suivant l'axe Y
		

Commentaires




- *Le radargramme N°36 opéré suivant l'axe Z (suivant la hauteur du champ de la poutre) indique la présence de plusieurs armatures horizontales, s'apparentant aux filants de la poutre et dont les caractéristiques sont à retrouver au niveau de la description et de la coupe des sondages destructifs SD5 et SD5 Bis,*
- *Le radargramme N°35 opéré suivant l'axe X (parallèlement aux façades) indique la présence d'armatures verticales s'apparentant aux cadres de la poutre, ayant un enrobage moyen de 21 mm espacées tous les 10 cm,*
- *Le radargramme N°5 Bis opéré suivant l'axe Y (perpendiculairement aux façades) indique la présence de plusieurs armatures horizontales, s'apparentant aux filants de la poutre et dont les caractéristiques sont à retrouver au niveau de la description et de la coupe des sondages destructifs SD5 et SD5 Bis.*

- **COUPE DE PRINCIPE DE LA POUTRE DE LA FILE CENTRALE A PROXIMITE DE L'APPUI RENCONTRE AU NIVEAU DES SONDAGES DESTRUCTIFS SD5 ET SD5 Bis :**

Une coupe du principe constructif rencontré au niveau des sondages destructifs SD5 et SD5 Bis est présentée ci-dessous :



Légende :


-  Béton
-  Aciers visibles
-  Aciers non-visibles

Côtes en mm

6.2.6 INVESTIGATION N°6 – SANITAIRES – PLANCHER BAS – RDC

Les investigations depuis la surface du plancher bas des sanitaires du RDC ont pour objectifs de déterminer la composition et les épaisseurs des éléments mis en œuvre.

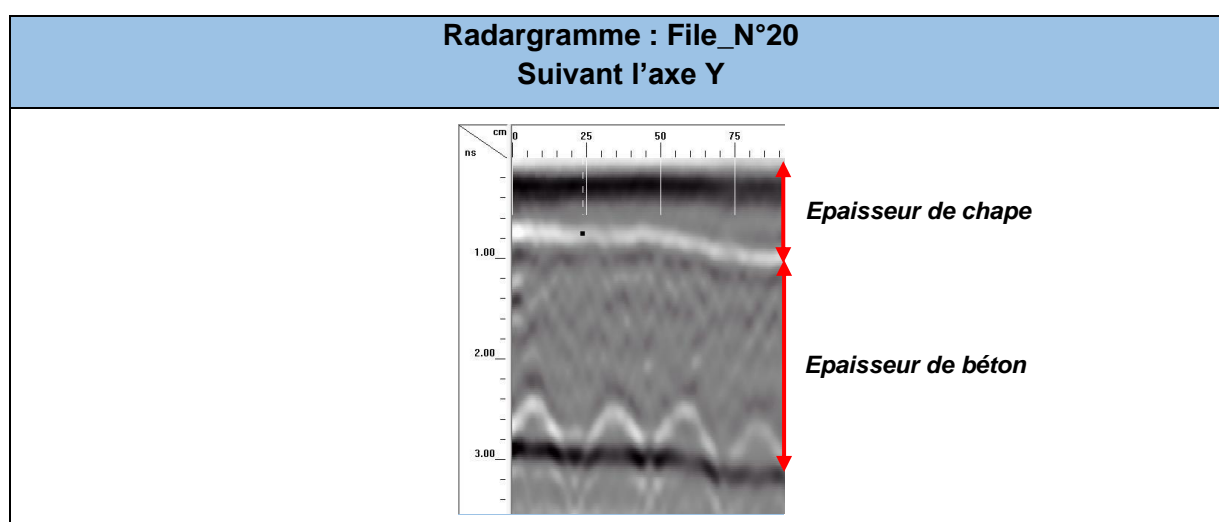
- DESCRIPTION DE LA CAROTTE :**

	C11
Diamètre [mm]	63
Longueur [mm]	Carrelage et colle : 8 Chape : 52
Remarques	Carottage non traversant
Cliché de la carotte	

Commentaires :

La réalisation d'un carottage non traversant à la surface du plancher bas des sanitaires du RDC a permis d'identifier la présence d'un complexe de revêtement carrelé (carrelage et colle) et d'une chape ayant une épaisseur totale de 6 cm. Un percement complémentaire a permis d'identifier l'épaisseur totale du complexe du plancher bas du RDC.

- DESCRIPTION DES RADARGRAMMES OPERES AU NIVEAU DU CAROTTAGE :**

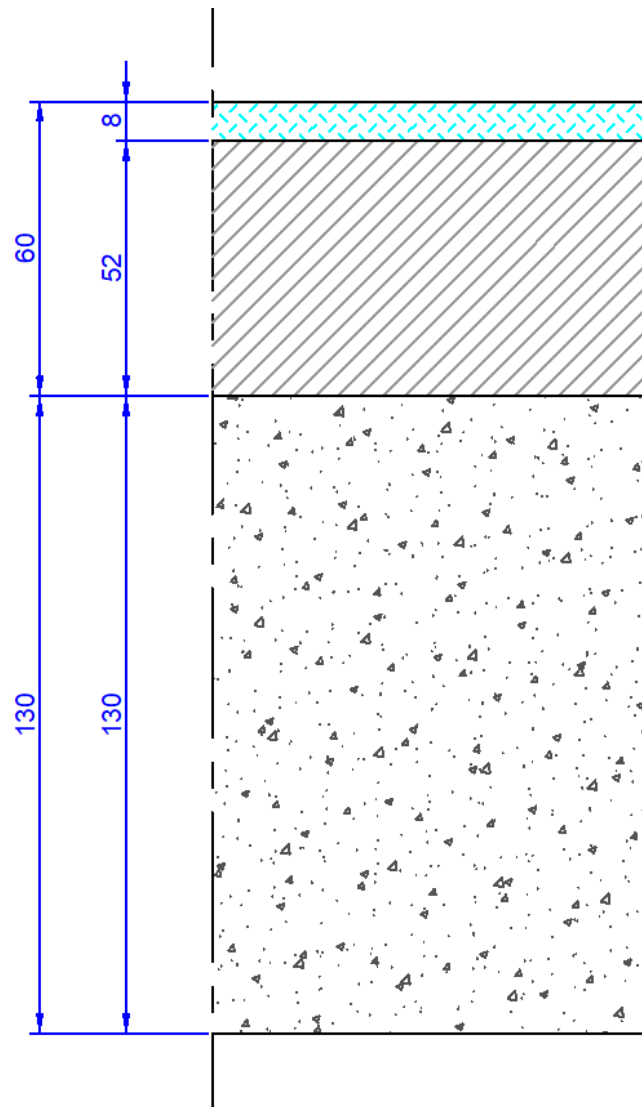


Commentaires



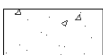
- Le radargramme N°20 opéré suivant l'axe Y indique la présence d'une première épaisseur (assimilable à un complexe de revêtement carrelé et d'une chape tel que décrit ci-dessus) ayant une épaisseur de 6 cm, puis d'une épaisseur de béton évaluée, grâce à l'exploitation du radargramme ci-dessus à 13 cm. Un percement a été réalisé et confirme ces épaisseurs,

- Notons que les épaisseurs observées au niveau du radargramme N°20 sont variables,
- A noter que les investigations réalisées au niveau du plancher bas des sanitaires du RDC semblent être un point singulier par rapport au reste du plancher bas du RDC. Compte tenu de la présence d'amiante à la surface du plancher bas du RDC (hors sanitaires), il n'a pas pu être réalisé d'investigations complémentaires. Des investigations complémentaires en sous-face du plancher haut du RDJ pourront être réalisées.

• **COUPE DE PRINCIPE DU PLANCHER BAS DU RDC AU NIVEAU DU CAROTTAGE C11 :**



Légende :

-  Carrelage
-  Chape
-  Béton

Côtes en mm

6.2.7 INVESTIGATION N°7 – PLANCHER HAUT – R+3

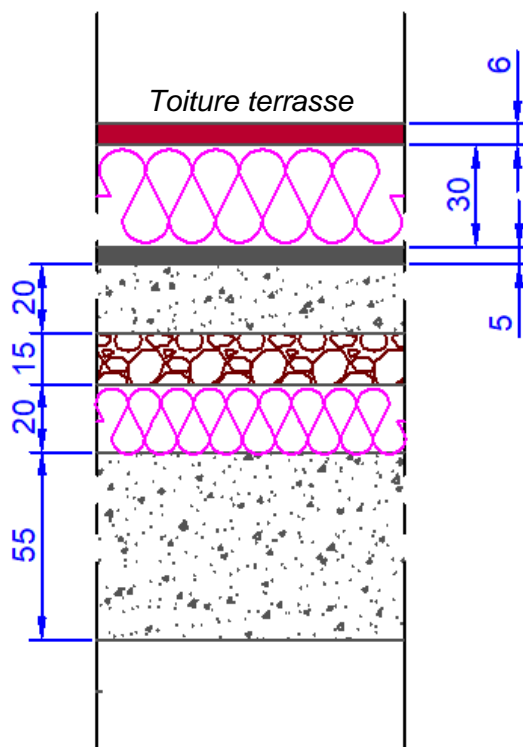
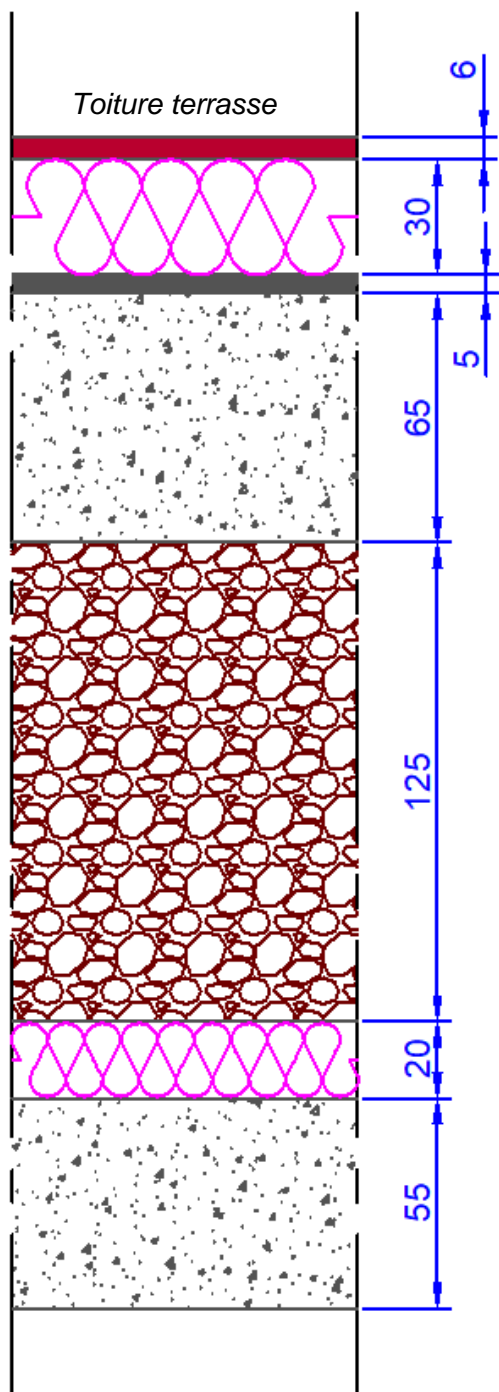
Les investigations depuis la surface du plancher du R+3 ont pour objectifs de déterminer la composition et les épaisseurs des éléments mis en œuvre. Une photographie des investigations réalisées depuis la surface est présente ci-après :







- COUPE DE L'ELEMENT CONSTRUCTIF RENCONTRE AU NIVEAU DES INVESTIGATIONS REALISEES EN SURFACE DU PLANCHER HAUT DU R+3 :

Investigation « point haut »

Investigation « point bas »



Légende :

	Revêtement bitumineux		Revêtement d'étanchéité multicouche
	Béton		Isolant
	Béton maigre		

Côtes en mm

La distance entre ces investigations est évaluée à environ 7.2 m

6.3 DESORDRES OBSERVES AU NIVEAU DES FAÇADES

Notons que lors de notre intervention sur site, nous avons pu observer la présence d'éclats de béton en formation, **pouvant mettre en péril les usagers du campus de Villejean si ces derniers venaient à tomber**. Ainsi, Ginger CEBTP recommande vivement la purge des éclats de béton en formation par une entreprise spécialisée.



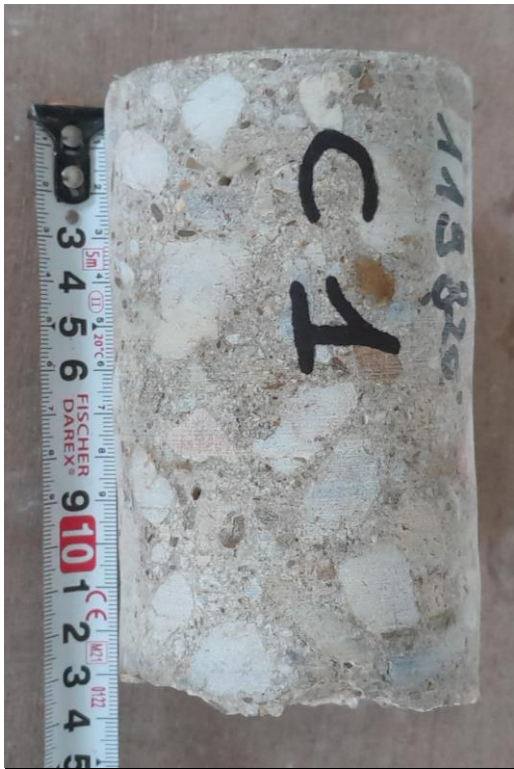

Aussi, il a également pu être observé la présence d'éclats de béton laissant apparaître des armatures apparentes corrodées aux droit des façades du bâtiment A du campus de Villejean. Compte tenu du projet de réhabilitation et de surélévation du bâtiment A, Ginger CEBTP recommande la réalisation d'un Diagnostic pathologique orienté « Corrosion des armatures » du béton armé des façades du bâtiment A du Campus de Villejean afin de permettre : *

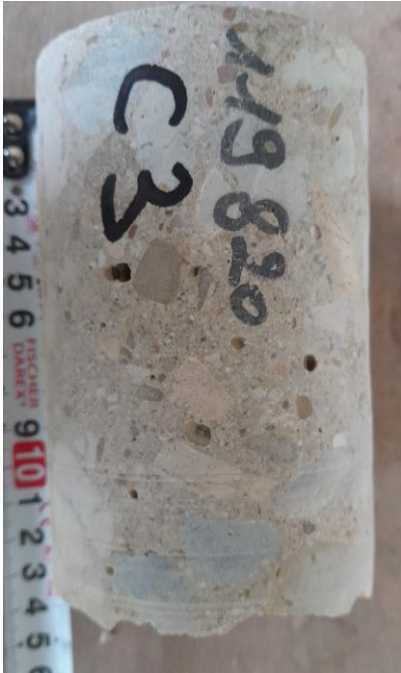
- D'évaluer de façon qualitative l'état électrochimique (corrosion passive, corrosion latente, corrosion active) des armatures présentes dans le béton,
- De localiser les zones symptomatiques d'une activité de corrosion,
- De déterminer l'étendue du phénomène de corrosion (corrosion généralisée, corrosion limitée à la périphérie des désordres, corrosion localisée),
- D'identifier l'origine probable ayant pu initier le phénomène de corrosion observé,
- D'émettre des préconisations de travaux de réparation / réhabilitation / régénération du béton armé des façades en phase « DIAGNOSTIC ».

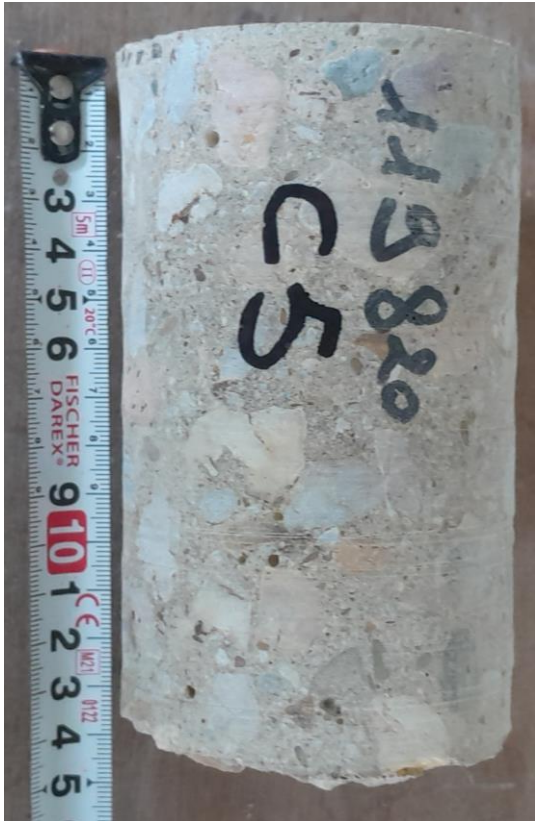
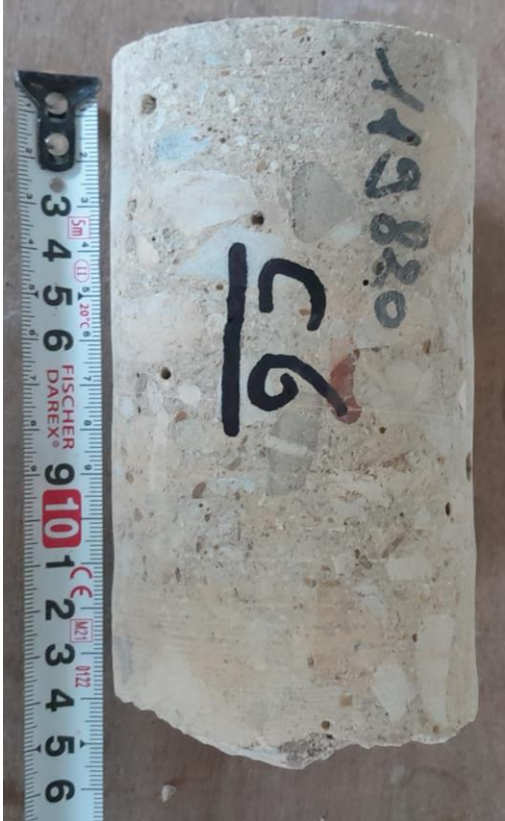
8. RESULTATS DES INVESTIGATIONS REALISEES EN LABORATOIRE



8.1 DESCRIPTION DES CAROTTES PRELEVEES SUR SITE AU NIVEAU DU VOILE – PIGNON NORD – CAGE D'ESCALIER – R+3

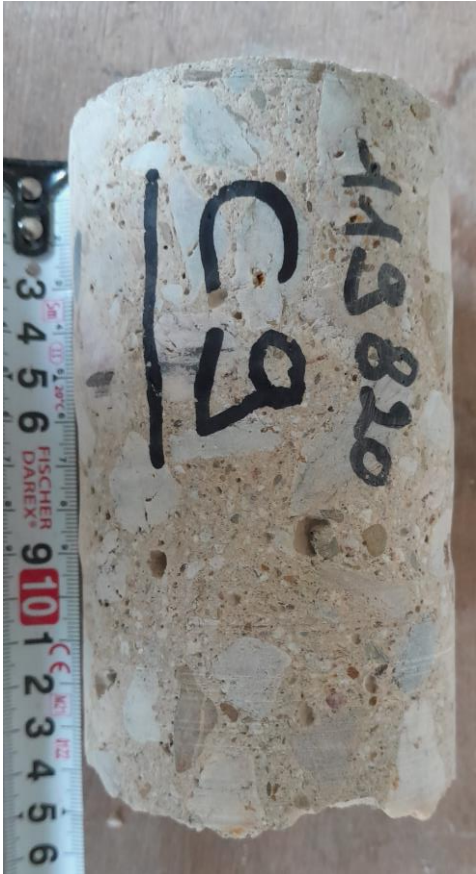
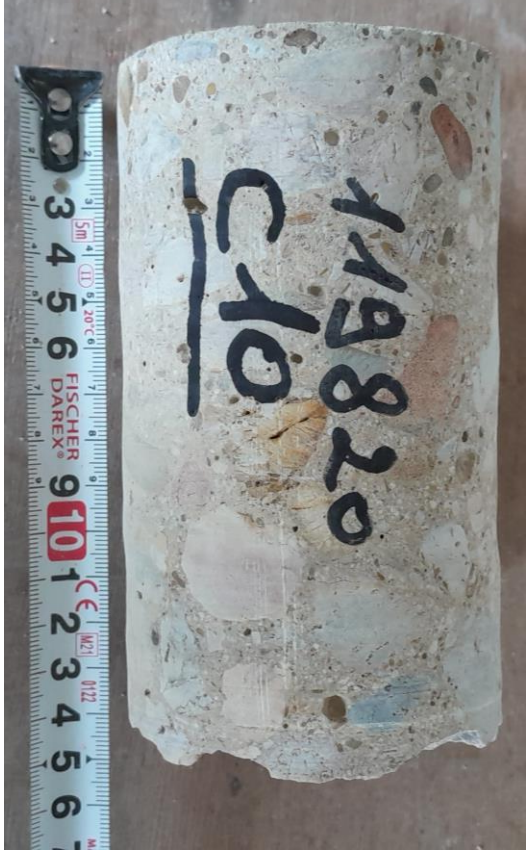
Les descriptions des carottes prélevées *in-situ* sont à retrouver dans les tableaux ci-dessous :

	C1	C2
Diamètre [mm]	79	79
Longueur [mm]	Béton : 125	Béton : 113
Remarques	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 21 mm Carottage non traversant	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 22 mm Carottage non traversant
Cliché de la carotte		

	C3	C4
Diamètre [mm]	79	79
Longueur [mm]	Béton : 123	Béton : 132
Remarques	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 21 mm Carottage non traversant	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 21 mm Carottage non traversant
Cliché de la carotte		Non réalisé

	C5	C6
Diamètre [mm]	79	79
Longueur [mm]	Béton : 135	Béton : 135
Remarques	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 20 mm Carottage non traversant	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 22 mm Carottage non traversant
Cliché de la carotte		

	C7	C8
Diamètre [mm]	79	79
Longueur [mm]	Béton : 135	Béton : 113
Remarques	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 24 mm Carottage non traversant	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 22 mm Carottage non traversant
Cliché de la carotte		

	C9	C10
Diamètre [mm]	79	79
Longueur [mm]	Béton : 128	Béton : 135
Remarques	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 20 mm Carottage non traversant	Quelques gros bullages D_{max} du béton : 21 mm Carottage non traversant
Cliché de la carotte		

8.2 RESULTATS DES ESSAIS MECANQUES DE RESISTANCE A LA COMPRESSION SIMPLE SUR CAROTTES D'UN VOILE EN BETON ARME – PIGNON NORD – CAGE D'ESCALIER – R+3

Des essais mécaniques de résistance à la compression simple du béton ont été effectués en laboratoire sur les carottes en béton prélevées *in-situ* (cf. tableaux précédents), conformément aux normes NF EN 12504-1. Après tronçonnage, séchage et surfaçage des bases à l'aide d'une solution soufre/sable, les carottes ont fait l'objet d'un essai de résistance en compression à l'aide d'une presse à béton étalonnée.

Résultats des essais de compression :

	Hauteur [mm]	Diamètre [mm]	Élancement	Poids [g]	Masse volumique apparente [kg/m ³]	Effort [kN]	Contrainte de rupture [MPa]	$f_{c,ls} =$ $K1^* \times K2^{**}$ $\times f_{c,h:\varnothing,carotte}$ [MPa]
C1	79	79	1.00	0.920	2.376	350.0	71.4	64.3
C2	79	79	1.00	0.931	2.404	330.0	67.3	60.7
C3	79	79	1.00	0.916	2.366	340.0	69.4	62.5
C4	79	79	1.00	0.916	2.366	321.0	65.5	59.0
C5	79	79	1.00	0.917	2.368	295.0	60.2	54.3
C6	79	79	1.00	0.910	2.350	311.0	63.4	57.1
C7	79	79	1.00	0.914	2.360	277.0	56.5	50.9
C8	79	79	1.00	0.912	2.355	146.0	29.8	27.6
C9	79	79	1.00	0.910	2.350	191.0	39.0	36.1
C10	79	79	1.00	0.911	2.353	204.0	41.6	37.5

Nota :

- $K1^*$: Coefficient de correction permettant de convertir la résistance d'une carotte de diamètre \varnothing pour se ramener à une carotte de base de 150 mm de diamètre,
- $K2^{**}$: Coefficient de correction permettant de convertir la résistance d'une carotte d'élancement E pour se ramener à une carotte d'élancement 2.

8.3 INTERPRETATION DES RESULTATS DES ESSAIS MECANQUES DE RESISTANCE A LA COMPRESSION SIMPLE SUR CAROTTES D'UN VOILE EN BETON ARME – PIGNON NORD – CAGE D'ESCALIER – R+3

L'interprétation des essais mécaniques de résistance en compression simple du béton a été opérée selon l'approche du paragraphe 8.1 de la norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021 relatif à « *Evaluation de la résistance à la compression sur site des structures et éléments préfabriqués en béton* », basé uniquement sur les essais sur carottes.

Les éléments suivants ont été retenus :

- La zone d'essai comprend un seul élément pour un volume de béton supérieur à 10 m³, et peut ainsi être qualifiée de « *zone d'essai non petite* »,
- Les carottages ont tous été réalisés en diamètre Ø tel que : Ø > 75 mm.

Selon la norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021, il convient d'effectuer un « *un test statistique permettant de comparer les moyennes de deux groupes d'échantillons. Il permet de savoir si les moyennes des deux groupes sont significativement différentes du point de vue statistique* ». Pour ce faire, la norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021 préconise l'application du test de Student :

- Dans notre cas les valeurs obtenues ne sont pas différentes d'un point de vue statistique. L'ensemble des données peut être considéré comme étant associé à une seule zone d'essai.

De plus, la norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021 préconise de déterminer parmi les résultats obtenus, « *s'il s'agit de valeurs aberrantes d'un point de vue statistique* ».

Le test de Grubbs peut être utilisé pour déterminer les valeurs aberrantes d'un point de vue statistique à condition que les données présentent une distribution normale. Il convient que la valeur de test la plus élevée parmi n valeurs de test consécutives soit considérée comme une valeur aberrante lorsque :

$$\frac{f_{c, is, la plus élevée} - f_{c, m(n)is}}{s} > G_p$$

Avec :

- $f_{c, is, la plus élevée}$: Valeur la plus élevée à la compression sur site dans un ensemble de « n » aires d'essais en MPa,
- $f_{c, m(n)is}$: Résistance moyenne à la compression sur site d'un ensemble de « n » aires d'essais en MPa,
- s : Estimation de l'écart type global de la résistance à la compression sur site,
- G_p : Valeur critique selon le test de Grubbs.

Les paramètres constants (définis au paragraphe 7.2 de la norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021 et valable dans le cadre de notre étude) pour la réalisation du test de Grubbs sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

	N [-]	G _p [-]
Paramètres constants pour la réalisation du test de Grubbs	10	2.482

Les paramètres variables (définis au paragraphe 7.2 de la norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021 et valable dans le cadre de notre étude) pour la réalisation du test de Grubbs sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

	$f_{c, is, la plus élevée}$ [MPa]	$f_{c, is, la plus faible}$ [MPa]	$f_{c, m(n) is}$ [MPa]	s [MPa]
<i>Paramètres variables pour la réalisation du test de Grubbs</i>	64.3	27.6	51.0	12.8

Dans le cas présent, l'analyse statistique réalisé via l'application du test de Grubbs n'indique pas de valeur aberrante parmi les résultats d'essais obtenus. L'ensemble des valeurs de résistance à la compression simple du béton sont donc admissibles à l'interprétation.

Notons cependant que l'écart type des valeurs obtenues est supérieur à 6. Il convient d'avoir un regard critique sur la démarche d'interprétation qui suit (puisque la résistance caractéristique calculée peut apparaitre comme faible).

La résistance caractéristique à la compression sur site est estimée à partir de la plus faible des valeurs suivantes :

$$f_{ck, is} = f_{c, m(n) is} - k_n \times s \quad \text{Où} \quad f_{ck, is} = f_{c, is la plus faible} + M$$

Avec :

- $f_{ck, is}$: Résistance caractéristique à la compression sur site en MPa,
- $f_{c, m(n) is}$: Résistance moyenne à la compression sur site d'un ensemble de « n » aires d'essais en MPa,
- $f_{c, is, la plus faible}$: Valeur la plus faible à la compression sur site dans un ensemble de « n » aires d'essais en MPa,
- k_n : Facteur de fractile caractéristique,
- M : Valeur de la marge en MPa.

	M [MPa]	K_n [-]	$f_{ck, is}$ [MPa]
<i>Estimation de la résistance caractéristique</i>	4	1.92	26.4

La norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021 permet d'évaluer la résistance caractéristique du béton pour la calcul de la manière suivante :

$$f_{ck} = f_{ck, is} / 0.85$$

La résistance caractéristique du béton pour le calcul figure dans le tableau suivant :

	Resistance caractéristique estimée f_{ck}
<i>Voile – Pignon Nord</i>	31.1 MPa

Nota :

Malgré l'absence de valeur aberrantes via la réalisation du test de Grubbs, les résultats des essais mécaniques de résistance à la compression simple du béton font état de 3 valeurs relativement faibles comparées aux autres valeurs de rupture. Notons cependant que l'ensemble des valeurs a été considéré dans l'interprétation et l'exploitation des résultats selon la norme NF EN 13791/CN d'Octobre 2021.

9. SYNTHÈSE DE LA MISSION COMPLÉMENTAIRE DE RECONNAISSANCES DE STRUCTURES

Les résultats de la mission complémentaire de Reconnaissance de Structures d'une partie des structures porteuses du R+3 du bâtiment A du Campus de Villejean de l'UNIVERSITE DE RENNES 2 situé à RENNES (35) sont synthétisés ci-dessous :

Élément investigué	Sondage destructif associé	Dimensions géométriques	Axes de l'acier	Type d'armatures	Diamètre des armatures	Enrobage [mm]	Espacement [cm]	Quantité d'aciers déduite par symétrie de construction
Plancher bas – Salle A021 – Rez-de-Jardin	SD1	Epaisseur : Cf coupe de principe	X	Treillis Soudé « Répartition »	RL Ø 3 mm	e moyen : 102	20	Non concerné
			Y	Treillis Soudé « Porteur »	RL Ø 4 mm	e moyen : 109	15	
Voile – Pignon Nord – Cage d'escalier – R+3	SD2	Epaisseur : ≈ 20 cm	Y	Treillis Soudé « Répartition »	RL Ø 3 mm	e moyen : 47	20	Non concerné
			Z	Treillis Soudé « Porteur »	RL Ø 4 mm	e moyen : 49	15	
Poutre de la file centrale à proximité de l'appui – Plancher haut – Salle A021 – Rez de Jardin	SD3 et SD3 Bis	Portée : Non déterminable Largeur retombée : 22 cm Hauteur retombée : 55 cm	X	Filants	TOR Ø 16	e ↑ 25 mm e → 54 mm	Non concerné	4 filants présents dans la retombée de la poutre (2 filants dégagés)
					TOR Ø 6	e → 42 mm	Non concerné	
Poutrelle à mi-travée – Plancher haut – Salle A021 – Rez de Jardin	SD4	Portée : 7.40 m Largeur retombée : 13 cm Hauteur retombée : ≈ 35 cm	Y	Cadres	TOR Ø 8	e ↑ 9 mm e → 32 à 43 mm	7	2 filants présents dans la retombée de la poutre (2 filants dégagés)
			Y		TOR Ø 14	e ↑ : 18 mm e → : 30 mm	Non concerné	
			Y	Filants	TOR Ø 14	e ↑ : 72 mm e → : 32 mm	Non concerné	
			X	Etriers	RL Ø 8	e ↑ : 5 mm e → 19 mm	23	

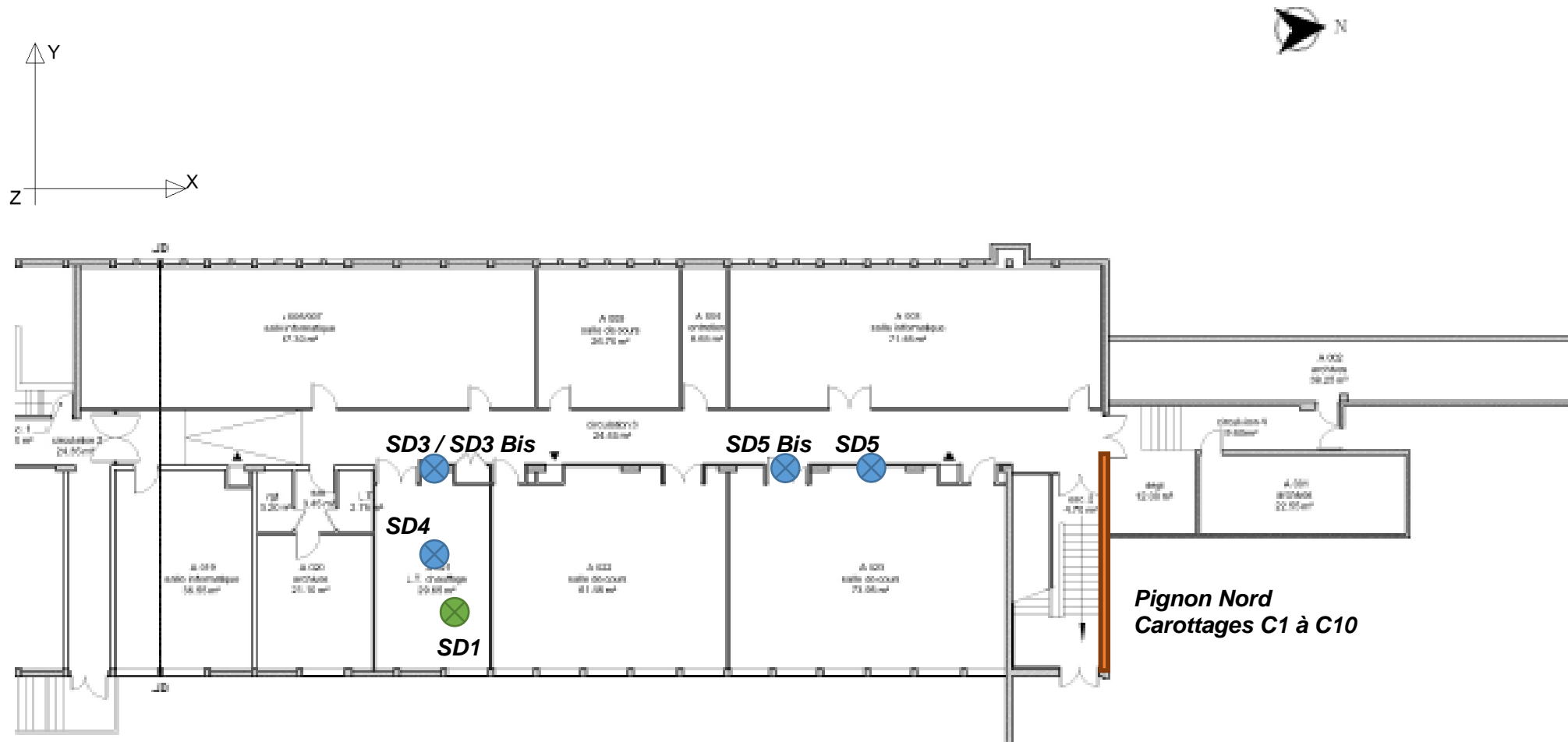
Élément investigué	Sondage destructif associé	Dimensions géométriques	Axes de l'acier	Type d'armatures	Diamètre des armatures	Enrobage moyen [mm]	Espacement [cm]	Quantité d'aciers déduite par symétrie de construction
Poutre de la file centrale à proximité de l'appui – Plancher haut – Salle A023 – Rez de Jardin	SD5 et SD5 Bis	Portée : Non déterminable Largeur retombée : 22 cm Hauteur retombée : 36 cm	X	Filants	TOR Ø 16	e ↑ : 24 mm e → : 30 mm	Non concerné	4 filants présents dans la retombée de la poutre (3 filants dégagés)
			X		TOR Ø 16	e ↑ : 22 mm e ← : 45 mm	Non concerné	
			X		TOR Ø 18	e ↑ : 72 mm e → : 32 mm	Non concerné	
			Y	Cadres	TOR Ø 8	e ↑ : 5 à 13 mm e ← 19 mm e → : 30 mm	10	

Commentaires :

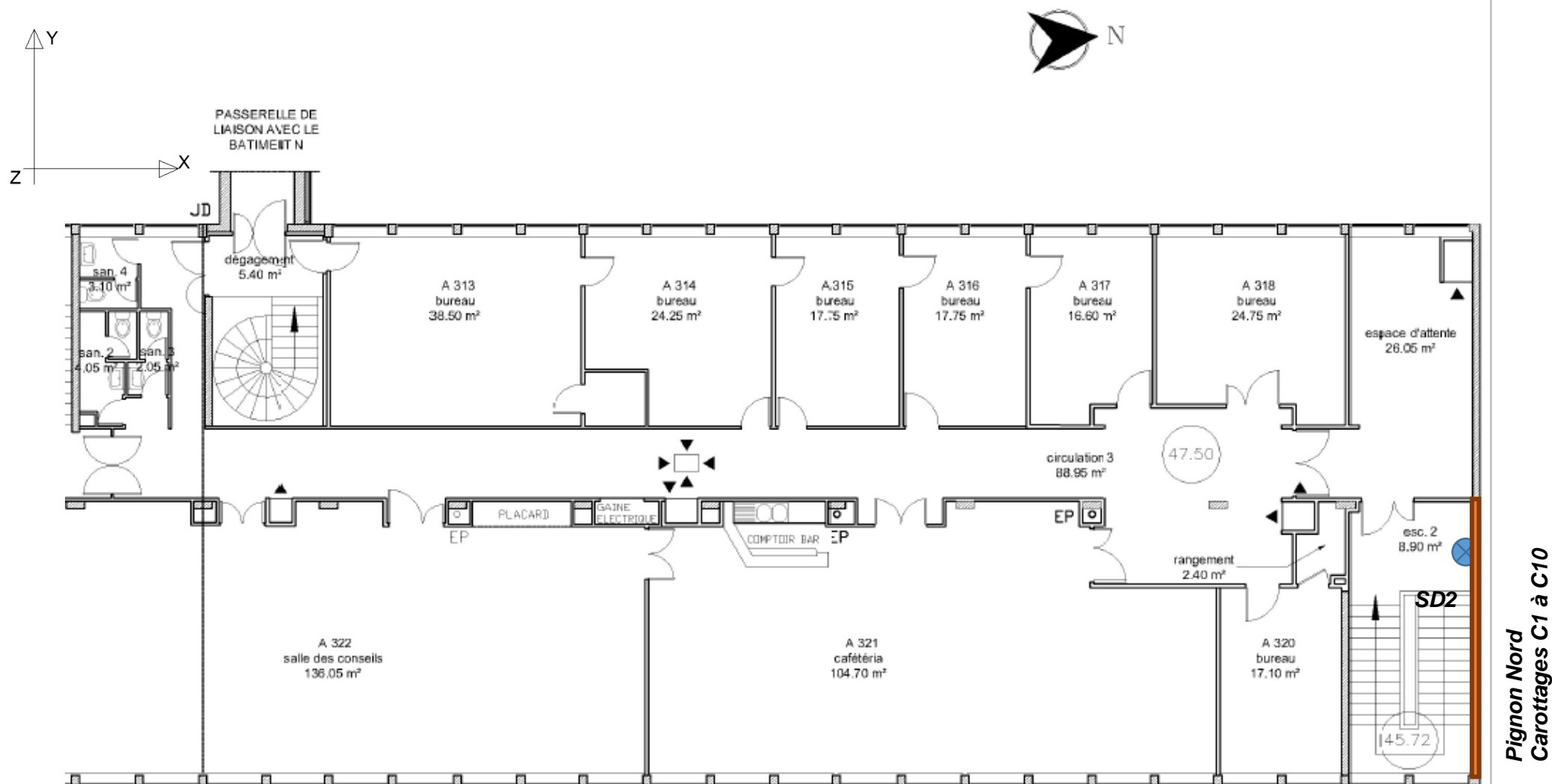
- Les aciers présentent une légère oxydation généralisée pouvant être due à l'état de corrosion initial des armatures avant coulage du béton,
- Des coupes de principes sont disponibles dans le corps du rapport,
- Notons que lors de notre intervention sur site, nous avons **pu observer la présence d'éclats de béton en formation, pouvant mettre en péril les usagers du Campus de Villejean si ces derniers venaient à tomber. Ainsi, Ginger CEBTP recommande vivement la purge des éclats de béton en formation par une entreprise spécialisée,**
- Aussi, il a également pu être observé la présence d'éclats de béton laissant apparaître des armatures apparentes corrodées aux droit des façades du bâtiment A du Campus de Villejean. Compte tenu du projet de réhabilitation et de surélévation du bâtiment A, Ginger CEBTP recommande la réalisation d'un Diagnostic pathologique orienté « Corrosion des armatures » du béton armé des façades du bâtiment A du Campus de Villejean,
- Les essais mécaniques de résistance à la compression simple sur carotte béton ont permis d'estimer la résistance caractéristique f_{ck} du voile en béton armé du Pignon Nord à 31.1 MPa,

Malgré l'absence de valeur aberrantes via la réalisation du test de Grubbs, les résultats des essais mécaniques de résistance à la compression simple du béton font état de 3 valeurs relativement faible comparées aux autres valeurs de rupture. Notons cependant que l'ensemble des valeurs ont été considérées dans l'interprétation et l'exploitation de la norme européenne NF EN 13791/CN d'Octobre 2021.

ANNEXE 1 : IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS



Implantation schématique des investigations au Rez de Jardin



Implantation schématique des investigations au R+3

Localisation des investigations au niveau du plancher haut du R+3



