



SGAMI

DIAGNOSTIC STRUCTUREL – DETECTION PLANCHER CHAUFFANT CIAT

50 Boulevard Alsace Lorraine, MONTAUBAN (82)

STL3.P.0075 – ind 1

vendredi 27 février 2026



Agence Toulouse • 7 avenue Mercure 31130 QUINT-FONSEGRIVES

Tél. 33 (0) 5 62 71 80 00 • Fax 33 (0) 5 62 71 80 05 • cebt.p.toulouse@groupeginger.com



<u>A la demande et pour le compte de :</u>	<u>Affaire suivie par :</u>
Djiloul HADJI	Tiphaine ROGNE
SGAMI Sud	GINGER CEBTP
4 chemin de Bordeblanque 31 770 COLOMIERS	7 avenue Mercure 31 130 QUINT-FONSEGRIVES
☎ 05 34 55 49 06 ☎ 06 75 28 29 81	☎ 05 62 71 80 00 ☎ 06 99 81 38 34
djiloul.hadji@interieur.gouv.fr	t.rogne@groupeginger.com

SGAMI 50 BOULEVARD ALSACE LORRAINE, MONTAUBAN (82) DIAGNOSTIC STRUCTUREL – DETECTION PLANCHER CHAUFFANT CIAT						
Affaire : STL3.P.0075 – ind 1 *				Proposition : STL3.P.0188		
Indices	Date	Chargé d'affaires	VISA	Vérifié par	VISA	Contenu
0 *	21/11/25	T.ROGNE		J.CATTEAU		42 pages + 2 annexes
1 *	27/02/26	R.LADEVEZE		J.CATTEAU		42 pages + 2 annexes
Modifications :		Modification des parties 4.1.5. et 6.1				

* Indice 1 : Annule et remplace le précédent indice.

Sauf autorisation préalable, ce rapport n'est utilisable, à des fins commerciales ou publicitaires, qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne sont pas généralisables sans justification de la représentativité des échantillons et des essais. Sauf demande expresse, les éventuels échantillons ne seront pas conservés après l'envoi du rapport.

1.	Introduction.....	5
1.1	Contexte de la mission	5
1.2	Objectifs	7
2.	Méthodologie et matériels	8
2.1	Sondage destructif.....	8
2.2	Radar haute fréquence	9
2.3	Caméra thermique.....	11
3.	Résultats des investigations in-situ.....	12
3.1	Implantation des sondages	13
3.2	Investigations dans la zone 1.....	14
3.2.1	Sondage destructif – Prédalle.....	14
3.2.2	Dépouillement ligne radar haute fréquence.....	17
3.2.3	Sondage destructif – Poutre	19
3.2.4	Dépouillement ligne radar haute fréquence.....	21
3.2.5	Reconnaissance de plancher bas du RDC – Salle de repos	23
3.3	Investigations dans la zone 2.....	25
3.3.1	Sondage destructif – Prédalle.....	25
3.3.2	Dépouillement des lignes radar haute fréquence	28
3.4	Investigations par caméra thermique	30
3.4.1	Implantation de la vue des images thermiques.....	30
3.4.2	Présentation des images thermiques	31
4.	Vérifications calculatoires	36
4.1	Hypothèses – données générale.....	36
4.1.1	Hypothèses générales.....	36
4.1.2	Matériaux.....	36
4.1.3	Charges permanentes	36
4.1.4	Liaisons structurelles	37
4.1.5	Charges considérées.....	37
4.2	Note de calcul béton précontraint – Calcul à froid	38
5.	Vérification de la stabilité et de l'isolement au feu des éléments étudiés	39
5.1	Règlementation	39
5.2	Résultat.....	39
6.	Synthèse.....	40
6.1	Eléments en béton structurel.....	40
6.2	Détection par caméra thermique.....	42

Annexe 1 : Classification des missions sur ouvrages d'arts existants de l'IMGC.

Annexe 2 : Note de calculs sur les éléments précontraints.

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE DE LA MISSION

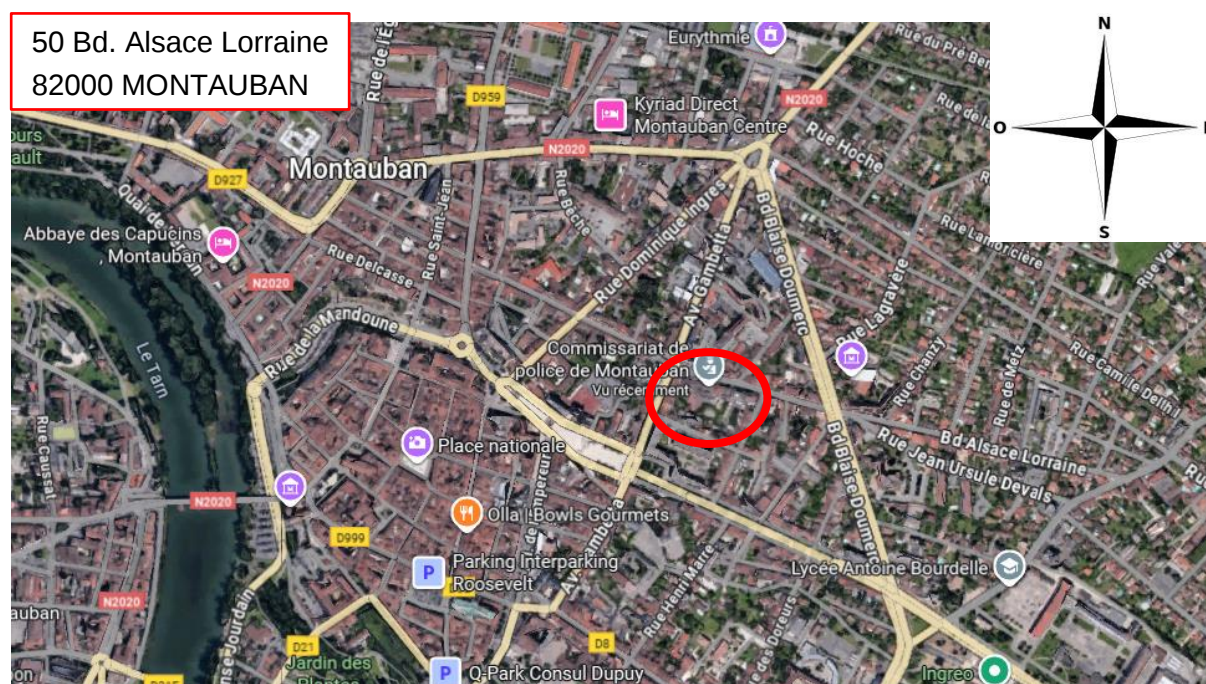
Le Secrétariat Général par l'Administration du Ministère de l'Intérieur a contacté Ginger CEBTP – Agence de Toulouse, afin de réaliser des investigations dans l'hôtel de police de Montauban, permettant de confirmer la présence de plancher chauffant, ainsi que la localisation des serpentins dans deux zones du plancher bas du RDC. Ces zones ont préalablement été définies par le bureau d'étude Bétem, dans un cahier des charges.

D'autre part, il nous est demandé de caractériser les planchers bas du RDC dans les zones identifiées, de manière à définir leur capacité portante et leur composition.

Ces investigations sont menées en amont des travaux de réaménagement et de remise aux normes des locaux de sureté de l'hôtel de police.

Nos investigations ont été réalisées le 30 Septembre de l'année 2025.

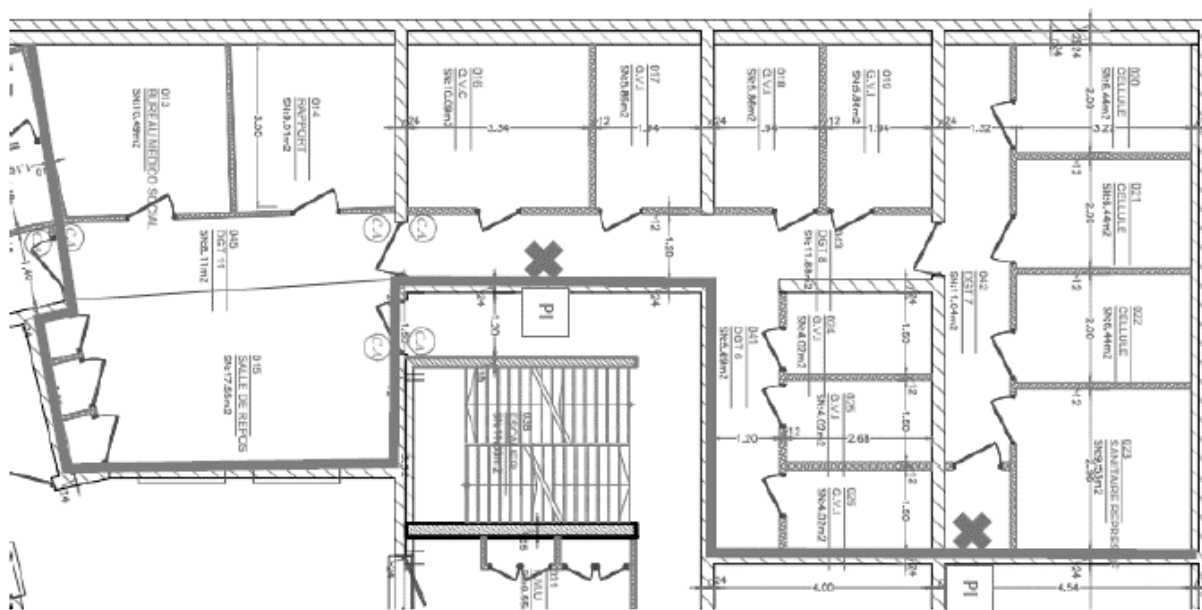
La mission, objet du présent rapport est de niveau M50, selon la Classification des missions d'Ingénierie sur Ouvrage Existant. Celle-ci se trouve en annexe 1.





Localisation et vue de l'hôtel de police de Montauban (source : Google Maps)

La zone d'étude est le plancher bas de la zone suivante :



Vue en plan transmis par le Client – Vue du niveau RDC

1.2 OBJECTIFS

Conformément à la demande du client et au contrat référencé STL3.P.0188, notre mission consiste, en la réalisation :

In-situ :

- De sondages destructifs d'un sous-face de prédalle à mi-travée, dans chacune des zones définies, afin de définir la nature et les enrobages des armatures ;
- De sondages destructifs à mi-travée de la poutre située dans la zone 1, afin de définir la nature et les enrobages des armatures ;
- De percements traversants depuis la surface du plancher, de manière à caractériser les différentes épaisseurs qui constituent le plancher objet des deux zones ;
- De détection du plancher à l'aide d'une caméra thermique, pour nous permettre de positionner les serpentins du plancher chauffant entre la zone projet et les zones conservées ;
- De relevés géométriques des éléments sondés ;
- De rebouchage au mortier de réparation de type R4, des sondages réalisés.

Ingénierie :

- D'un reportage photographique commenté ;
- De vues en coupe pour illustrer le résultat de nos sondages ;
- Du positionnement du plancher chauffant entre les zones destinées à être modifiées et les zones conservées intactes ;
- De calculs de capacité portante des éléments structurels objets ;
- De calculs de tenue au feu des prédalles concernées par l'étude.

2. METHODOLOGIE ET MATERIELS

2.1 SONDAGE DESTRUCTIF

Des sondages sont effectués sur les éléments structuraux pour déterminer les caractéristiques dimensionnelles et structurelles des différents constituants des planchers, poutres, poteaux et voiles.

Les sondages sont réalisés à l'aide d'un burineur et d'une carotteuse HILTI. Les zones de sondage sont rebouchées à l'aide d'un mortier de réparation type R4.



2.2 RADAR HAUTE FREQUENCE

Les reconnaissances non destructives sont menées à l'aide d'un radar haute fréquence afin d'avoir une vision plus globale des différents éléments de structure. Les détections permettent de connaître la position d'armatures ou de vides dans le béton.

Une impulsion sous la forme d'une onde électromagnétique de très courte durée (quelques nanosecondes) est envoyée dans le milieu considéré où elle se propage.

Théoriquement à chaque interface, c'est-à-dire à chaque plan de séparation entre deux milieux de caractéristiques électriques différentes (constante diélectrique), cette onde va subir une réflexion vers la surface où elle sera captée par l'antenne émettrice réceptrice.

Le document ainsi obtenu est une coupe temps comportant en abscisse des distances et en ordonnée des temps, ces temps exprimés en nanosecondes correspondent aux trajets allers et retours de l'impulsion.

Objectifs :

Localisation d'armatures, de câbles ou de conduits

Mesure des épaisseurs des couches structurales

Détection de vides

Caractéristiques :

**Limite de détection d'au moins 400 mm de
profondeur**

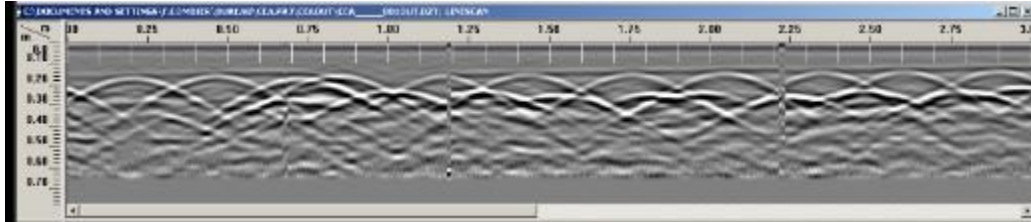
Antenne 2,6 GHz



Un radar Haute fréquence permet la localisation et la mesure de l'enrobage des armatures situées à une profondeur ne dépassant pas 40 cm, de manière totalement non destructive. Cet appareillage permet également de vérifier l'espacement des armatures.

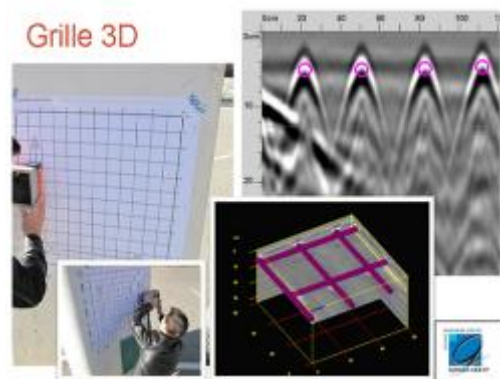
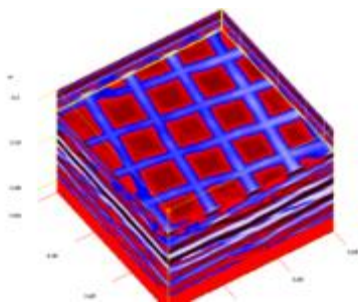
Il peut être utilisé pour déterminer les épaisseurs des dallages, chapes et autres revêtements afin de limiter le nombre de sondages.

A titre indicatif, deux images radar définissant les armatures et une image définissant les entrevous sont données ci-dessous :



Au niveau de l'image, les abscisses définissent l'espacement des armatures détectées et les ordonnées définissent la profondeur des aciers (enrobage).

Grâce à cet appareil, il peut également être réalisé des feuilles 3D qui permettent de définir avec précision le positionnement des armatures dans l'espace comme le montre les schémas ci-dessous :

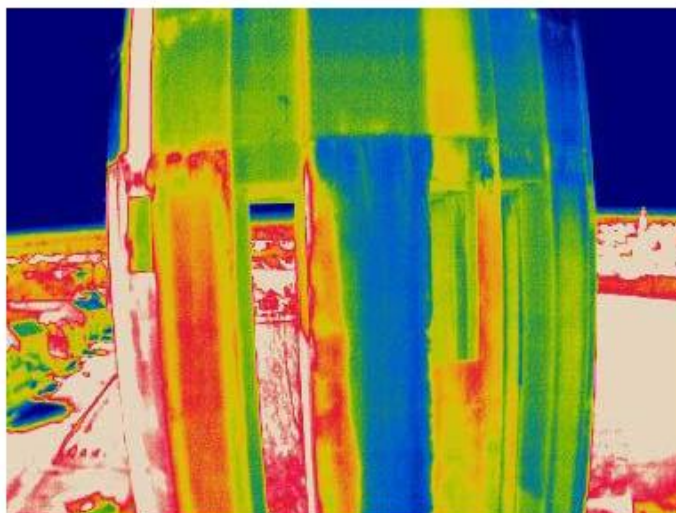


2.3 CAMERA THERMIQUE

Le système de caméra thermique permet, de manière non destructive, de détecter les variations de température à la surface des matériaux.

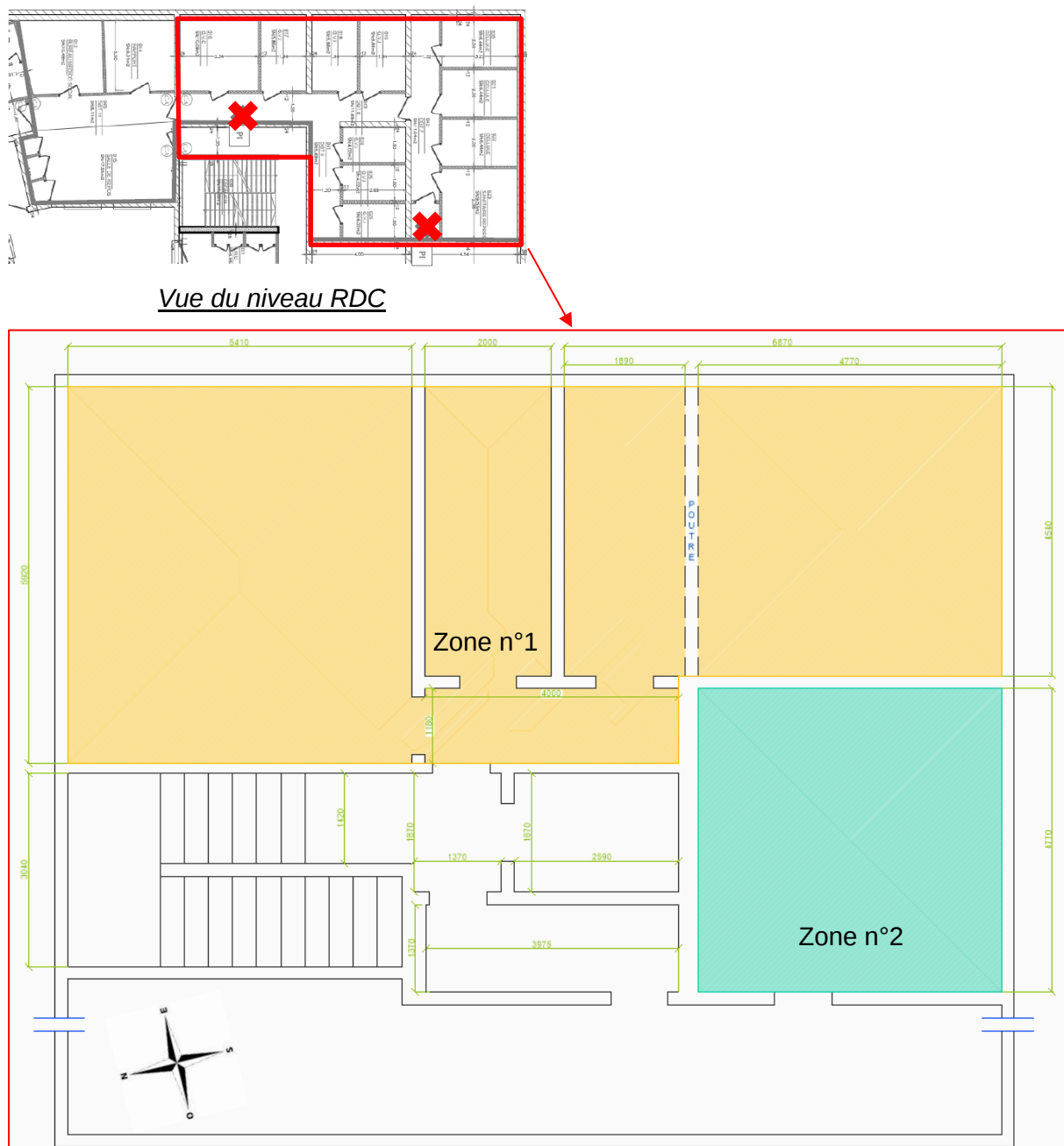
Les mesures sont réalisées sur une zone définie et permettent de repérer les anomalies thermiques telles que les ponts thermiques, les infiltrations d'air, les défauts d'isolation, les réseaux de chaleur ou la présence d'humidité. Le résultat est présenté sous forme d'image thermographique où chaque couleur correspond à une plage de température.

Les mesures peuvent également être effectuées sur plusieurs zones ou à différents moments, permettant ainsi de comparer les évolutions thermiques dans le temps et d'obtenir une analyse complète du comportement thermique de la structure.



3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN-SITU

Au sein de la zone de projet dans les locaux de l'hôtel de police de Montauban, deux zones ont été préalablement déterminées sur le plancher bas du RDC, par le bureau d'étude Bétem Ingénierie, pour la réalisation des différents sondages :

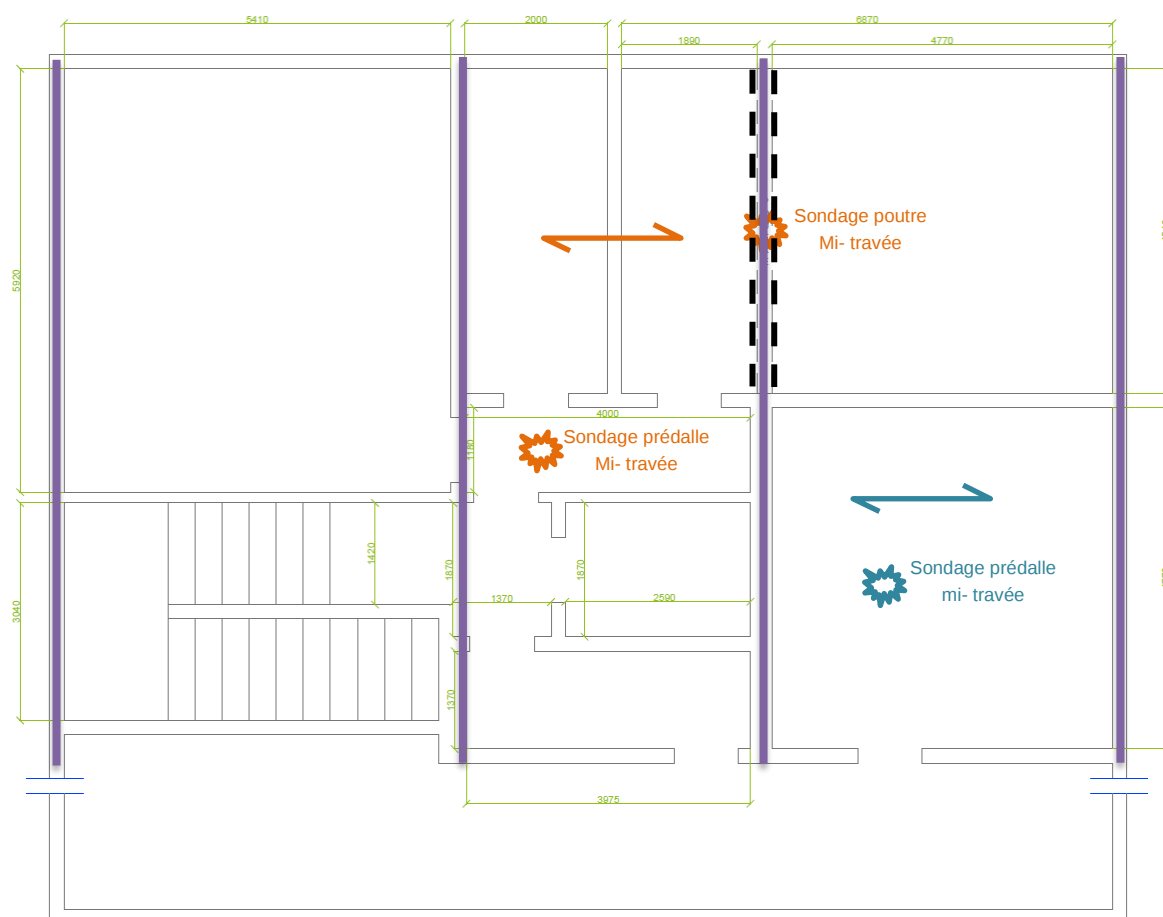


[Cotations en mm]

Zonage et cotation des pièces objets du sous-sol

3.1 IMPLANTATION DES SONDAGES

L'implantation des sondages réalisés en sous face du plancher bas du RDC, dans les zones 1 et 2 est représentée sur le plan ci-dessous :



[Cotations en mm]

Implantations des sondages dans les zones 1 et 2 du plancher haut du sous-sol

Légende :

-  Sondages réalisés dans la zone 1, en sous face du plancher bas du RDC
-  Sondage réalisé dans la zone 2, en sous face du plancher bas du RDC
-  Sens de portée du plancher – Zone 1
-  Sens de portée du plancher – Zone 2
-  Élément porteur
-  Poutre

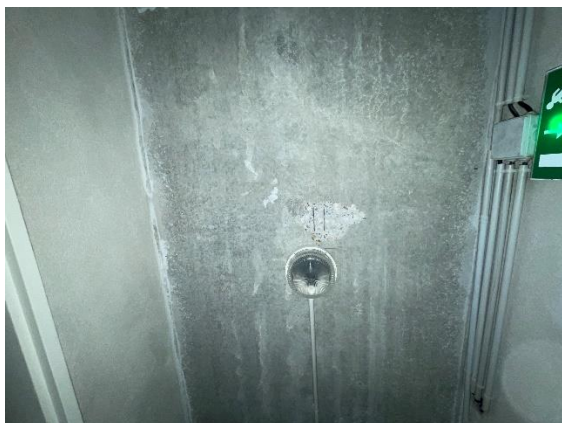
3.2 INVESTIGATIONS DANS LA ZONE 1

3.2.1 *Sondage destructif – Prédalle*

Deux sondages ont été réalisés dans la zone 1, une premier en sous face du plancher haut du sous-sol, afin de reconnaître le type d'armature présents dans la prédalle. Une seconde investigation a été réalisée depuis le dessus, cette fois ci par percement traversant, afin de connaître l'épaisseur du complexe de plancher ainsi que sa composition.

3.2.1.1 **Sondage destructif – sous-face plancher haut sous-sol**

Des photographies du sondage en sous face du plancher haut du sous-sol sont données ci-dessous :



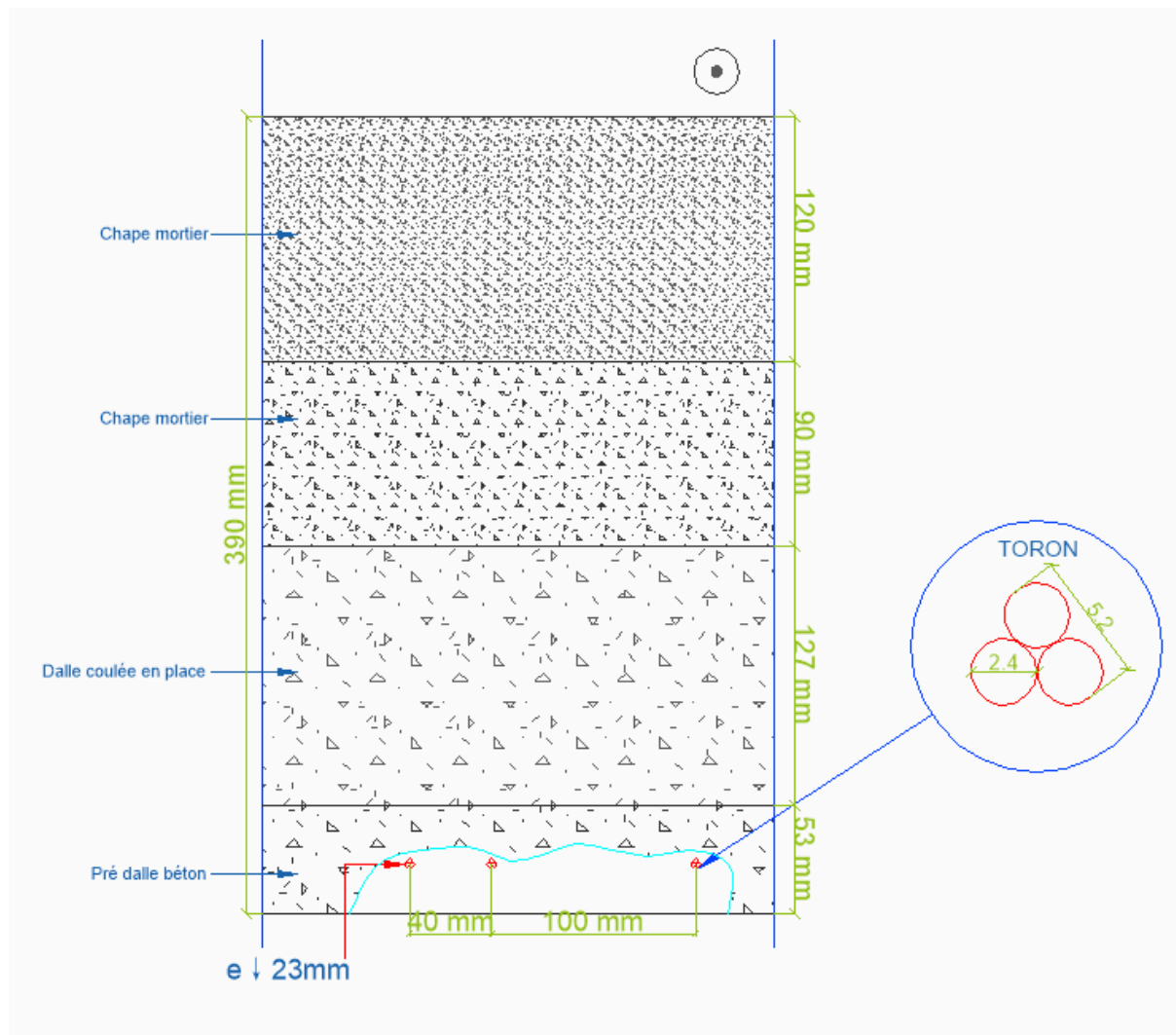
3.2.1.2 Percement traversant – plancher bas RDC

Des photographies du percement traversant en surface du plancher bas du RDC sont données ci-dessous :



3.2.13 Coupes du plancher - Zone 1

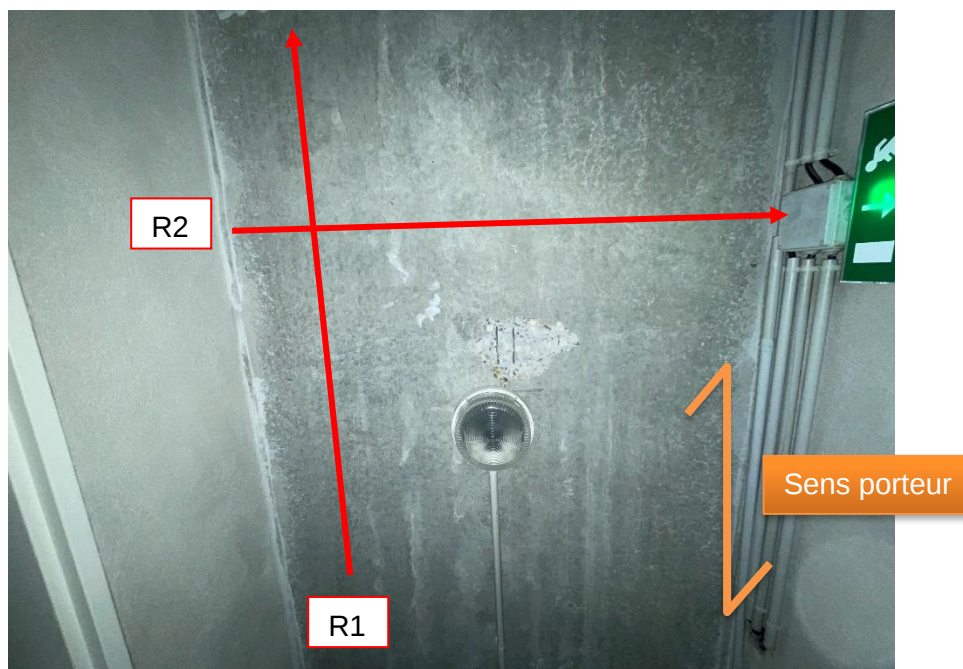
Le sondage a permis d'établir la coupe suivante :



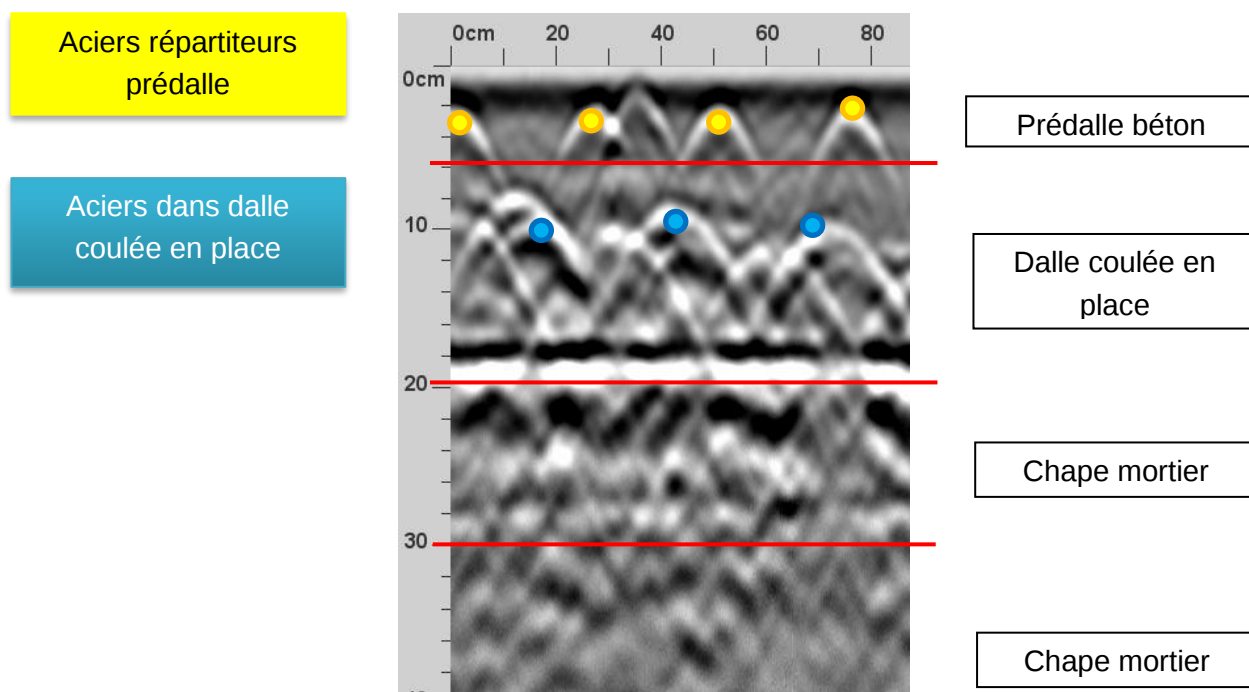
[Cotations en mm]

3.2.2 Dépouillement ligne radar haute fréquence

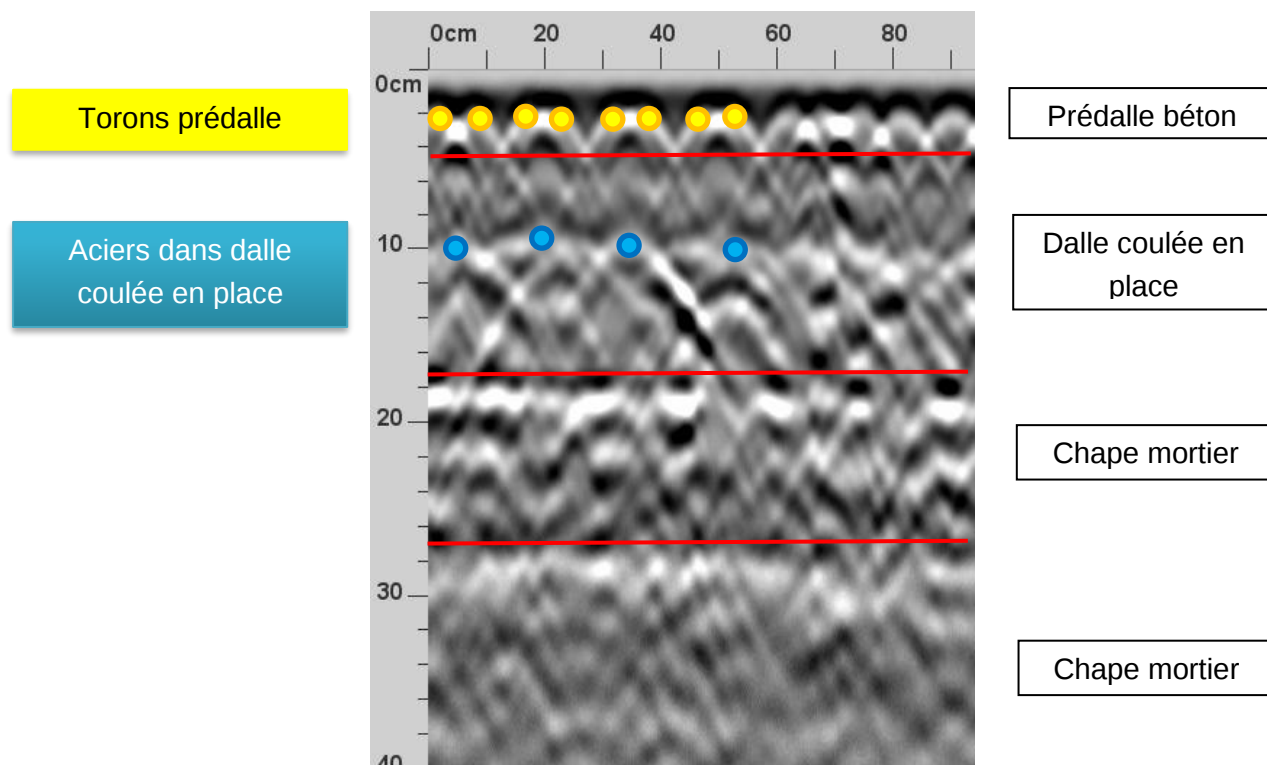
Des lignes de détection ont été réalisées en sous-face du plancher haut du sous-sol, afin de connaître les espacements et les enrobages des aciers de la prédalle. L'implantation et les lignes sont présentées ci-dessous :



Implantation des lignes radar R1 & R2



Visualisation de la ligne R1



Visualisation de la ligne R2

Commentaires après dépouillement des lignes réalisées en sous-face du plancher haut du sous-sol :

- **Prédalle**

L'espacement moyen des aciers répartiteurs présents dans la prédalle est de 25cm,
Les espacements des torons sont les suivant : 4 cm / 10 cm / 4 cm / 10 cm / ... / 4 cm / 10 cm,
L'enrobage moyen des torons est de 23mm.

- **Dalle coulée en place**

L'enrobage moyen des aciers dans le sens porteur est de 10cm et leur espacement moyen est de 15cm.

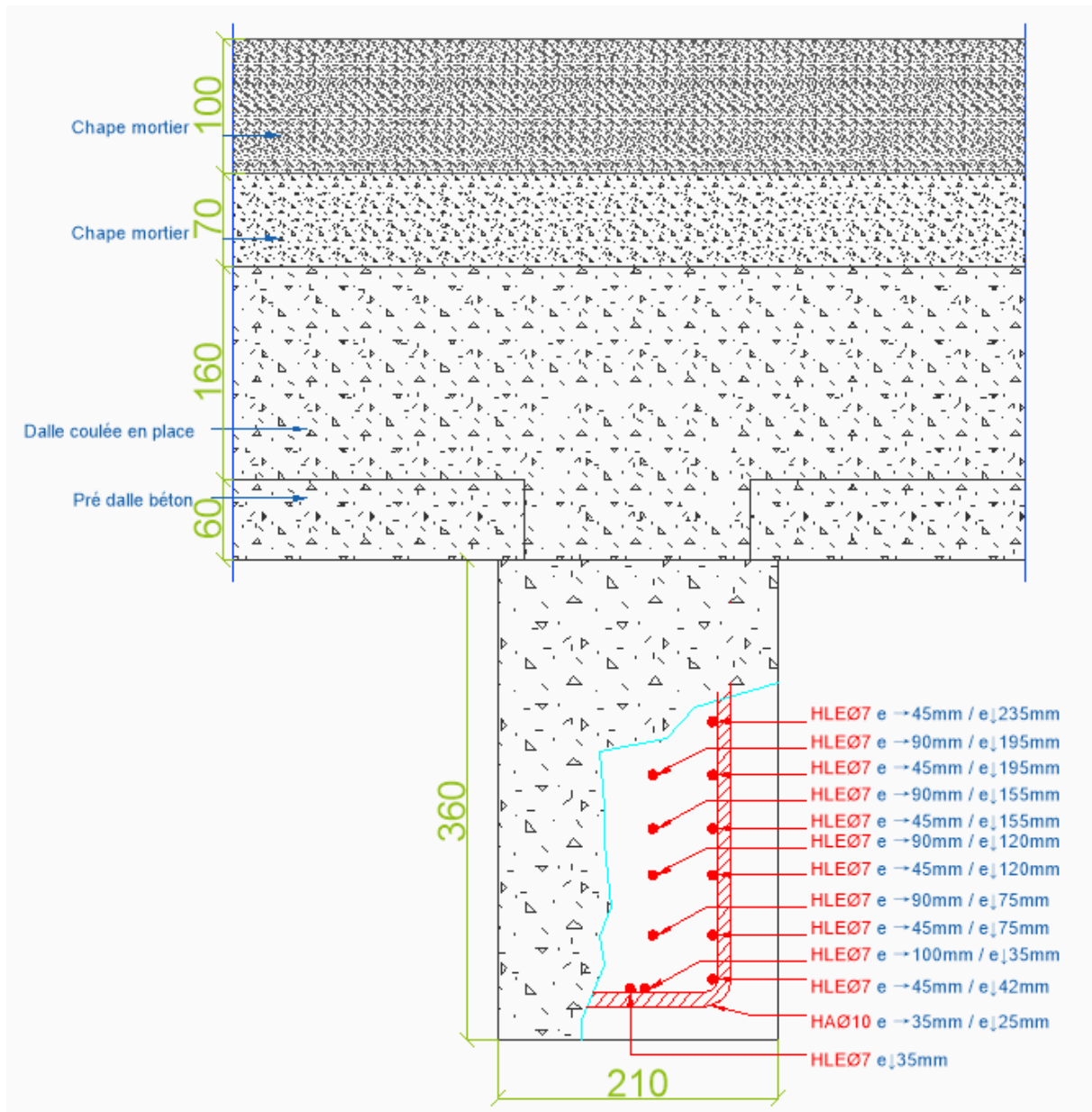
L'enrobage moyen des aciers perpendiculaires au sens porteur est de 12cm et leur espacement moyen de 25cm.

3.2.3 Sondage destructif – Poutre

Des photographies du sondage sont données ci-dessous :



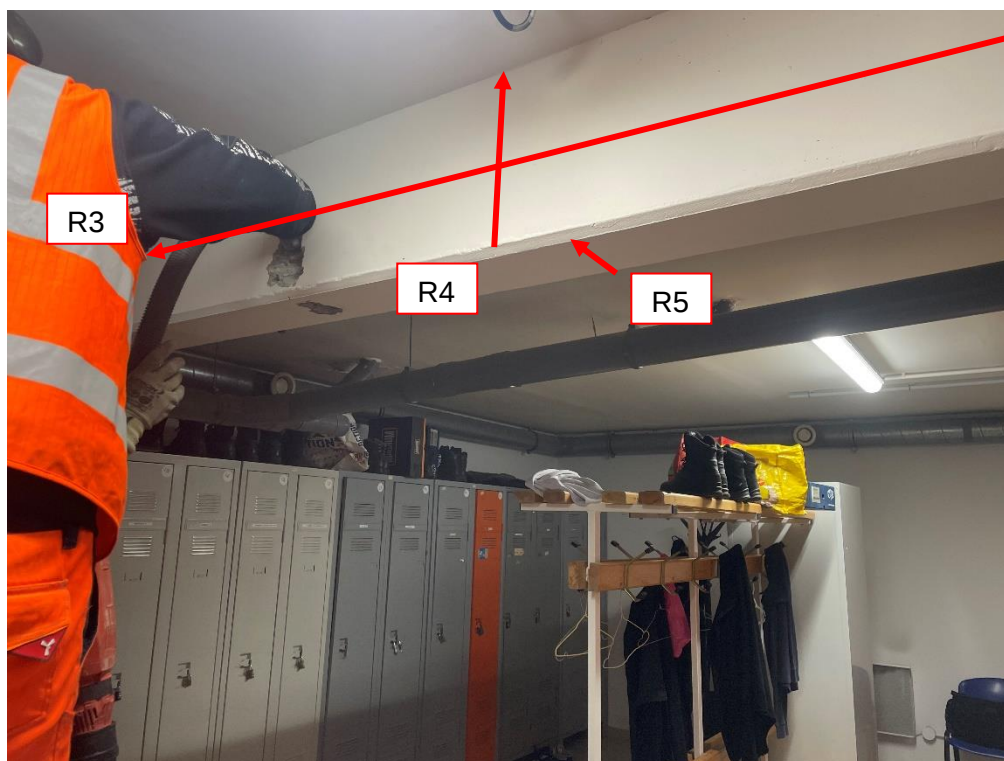
Le sondage a permis d'établir la coupe suivante :



[Cotations en mm]

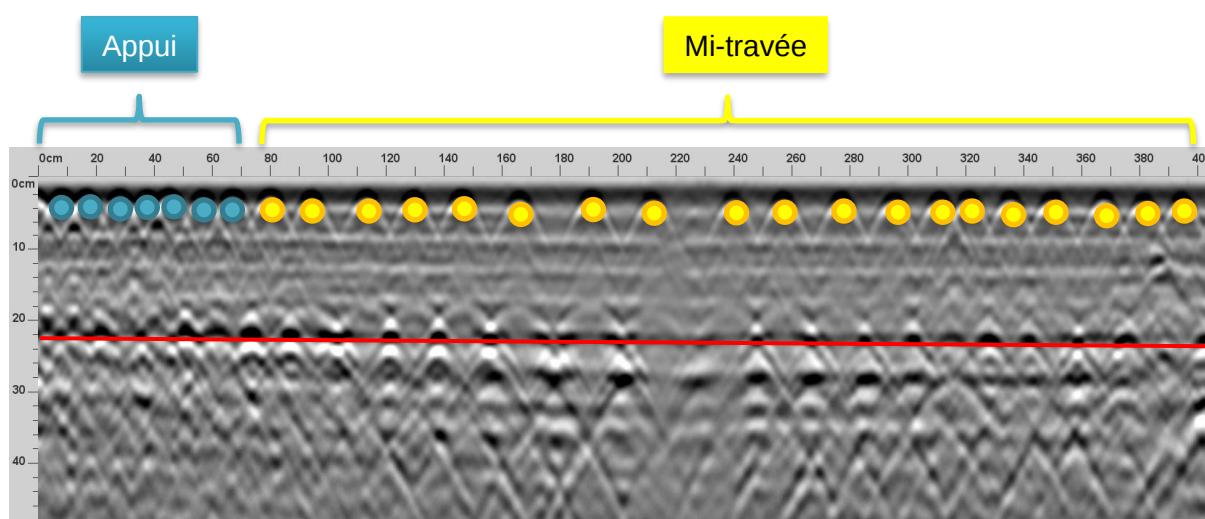
3.2.4 Dépouillement ligne radar haute fréquence

L'implantation des différentes lignes sont présentées ci-dessous :



Implantation des lignes radar

Une ligne de détection a été effectuée horizontalement en joue de la poutre afin de connaître l'espacement des cadres. Le dépouillement de la ligne est présenté ci-dessous :



Visualisation des cadres en joue de poutre – R3

Commentaires après dépouillement de la ligne radar, réalisée horizontalement en joue de la poutre :

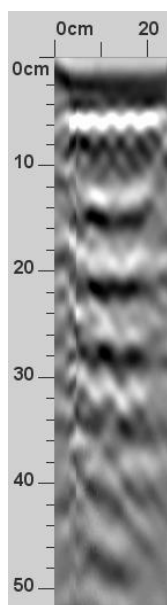
Les espacements moyens des cadres sont :

- A mi-travée → 18cm,
- A l'appui → 8cm.

L'épaisseur de la poutre est de 21cm.

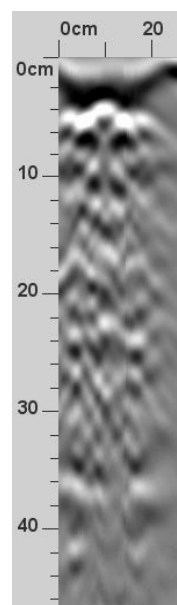
Des lignes de détection ont été effectuées verticalement à la joue, et en sous face de la semelle, afin de visualiser les espacements et l'enrobage des différents filants.

Ces lignes sont présentées ci-dessous :



Aciers filants HLE
Joue de poutre

Visualisation de la ligne R4



Aciers filants HLE
Semelle

Visualisation de la ligne R5

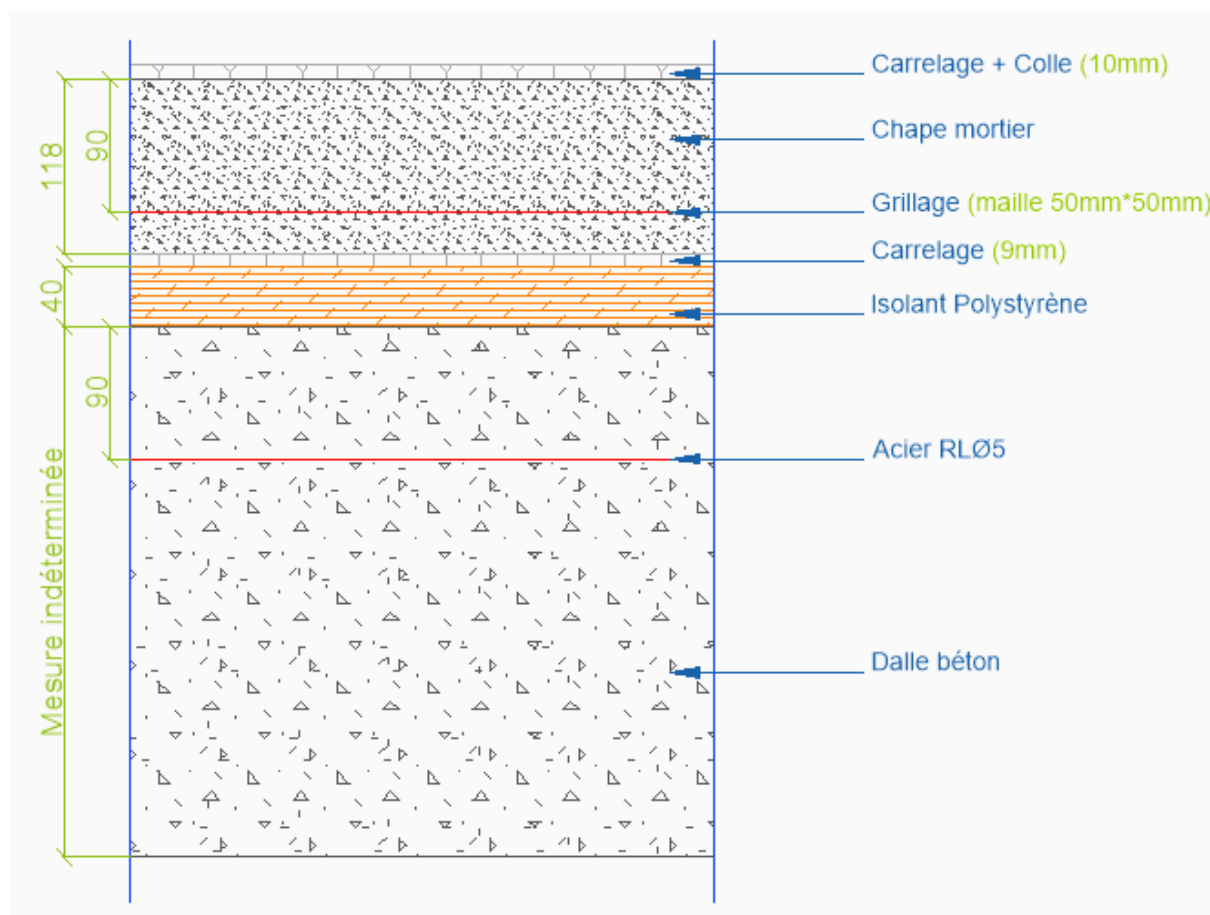
3.2.5 Reconnaissance de plancher bas du RDC – Salle de repos

Des photographies du sondage sont données ci-dessous :



Lors de notre intervention, nous avons pu remarquer que le sol dans la salle de repos, était différent de celui des cellules. Nous avons réalisé une reconnaissance de plancher, afin de connaître les différentes épaisseurs qui le composent.

Une coupe du sondage réalisé est présentée ci-dessous :



[Cotations en mm]

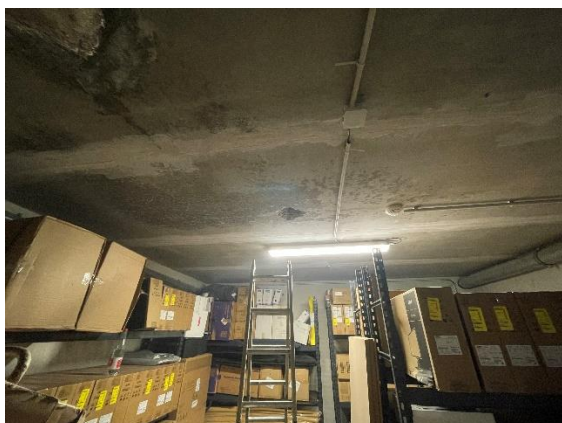
3.3 INVESTIGATIONS DANS LA ZONE 2

3.3.1 *Sondage destructif – Prédalle*

Deux sondages ont été réalisés dans la zone 2, une premier en sous face du plancher haut du sous-sol, afin de reconnaître le type d'armature présents dans la prédalle. Une seconde investigation a été réalisée depuis le dessus, cette fois ci par percement traversant, afin de connaître l'épaisseur du complexe de plancher ainsi que sa composition.

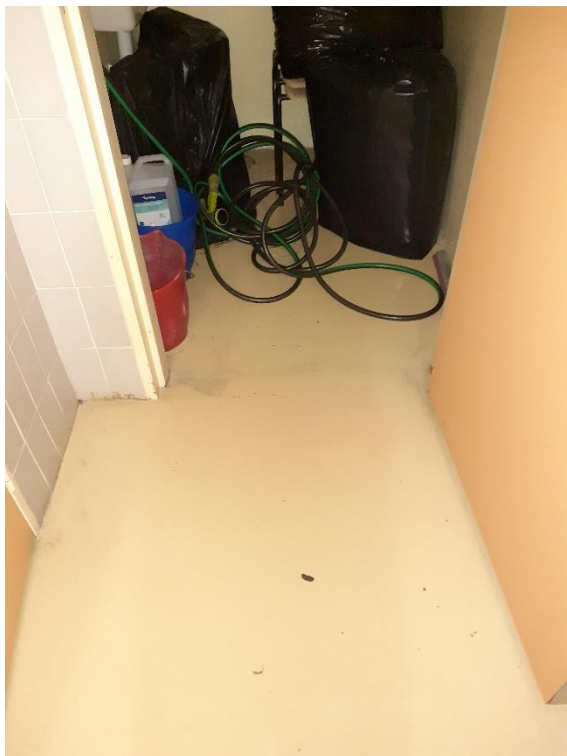
3.3.1.1 **Sondage destructif – sous-face plancher haut sous-sol**

Des photographies du sondage en sous face du plancher haut du sous-sol sont données ci-dessous :



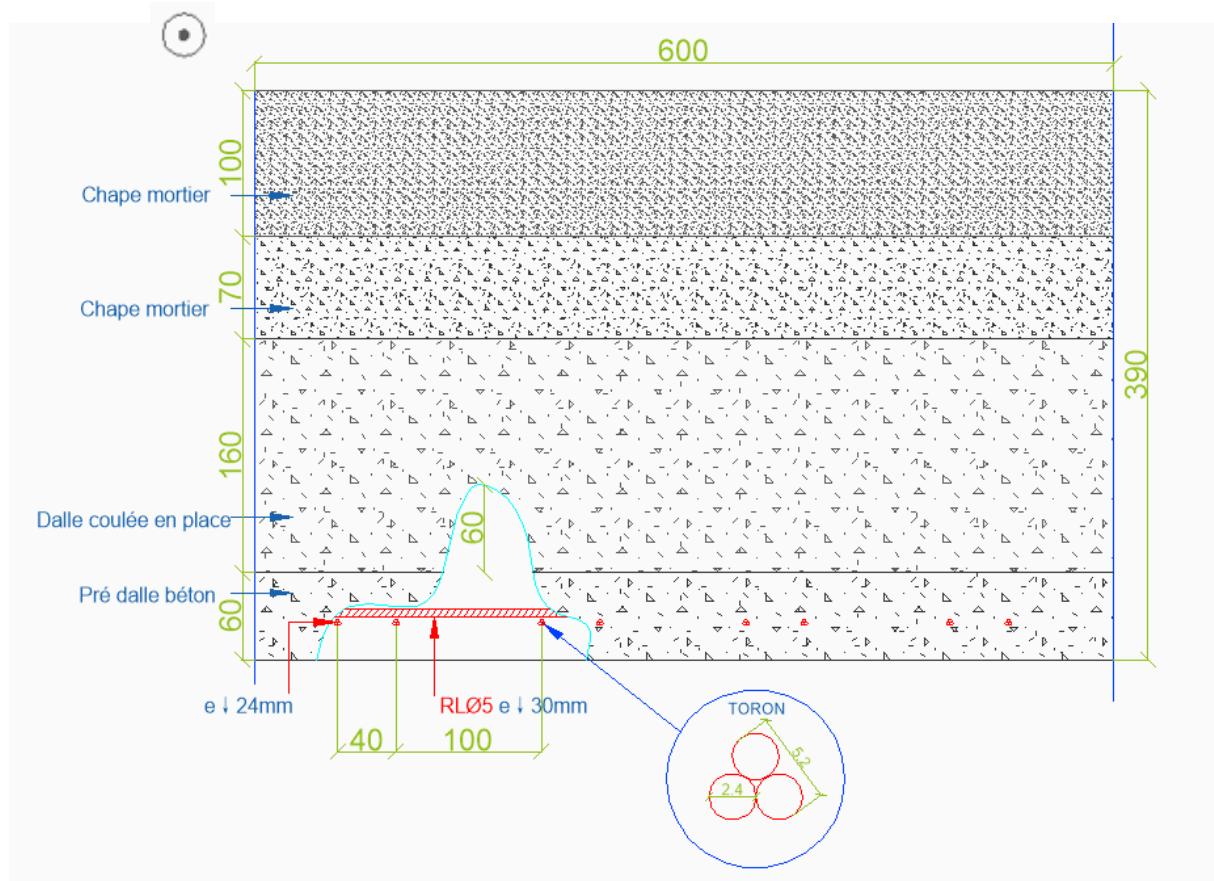
3.3.1.2 Percement traversant – plancher bas RDC

Des photographies du percement traversant en surface du plancher bas du RDC sont données ci-dessous :



3.3.13 Coupes du plancher - Zone 2

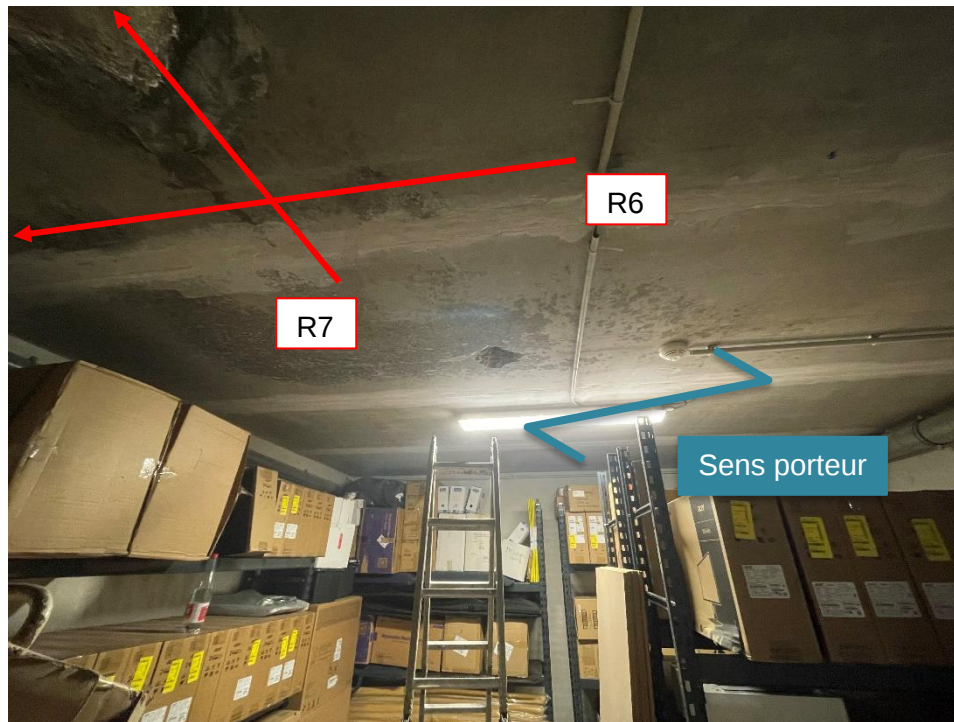
Le sondage a permis d'établir la coupe suivante :



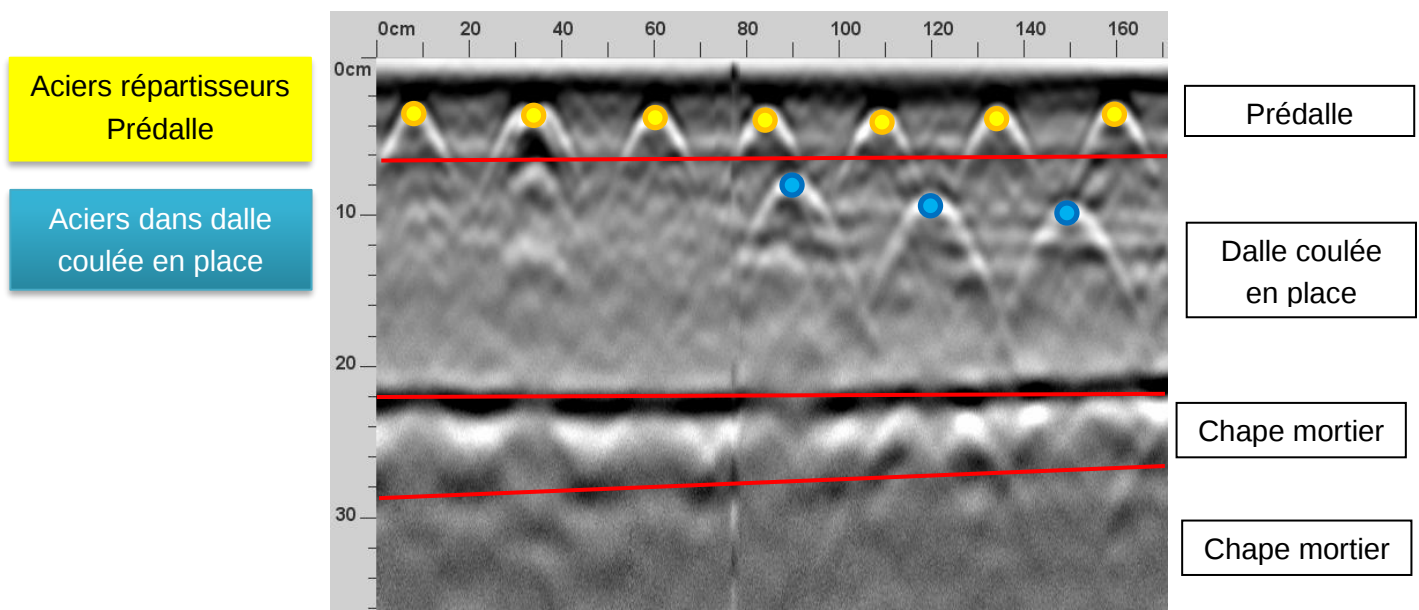
[Cotations en mm]

3.3.2 Dépouillement des lignes radar haute fréquence

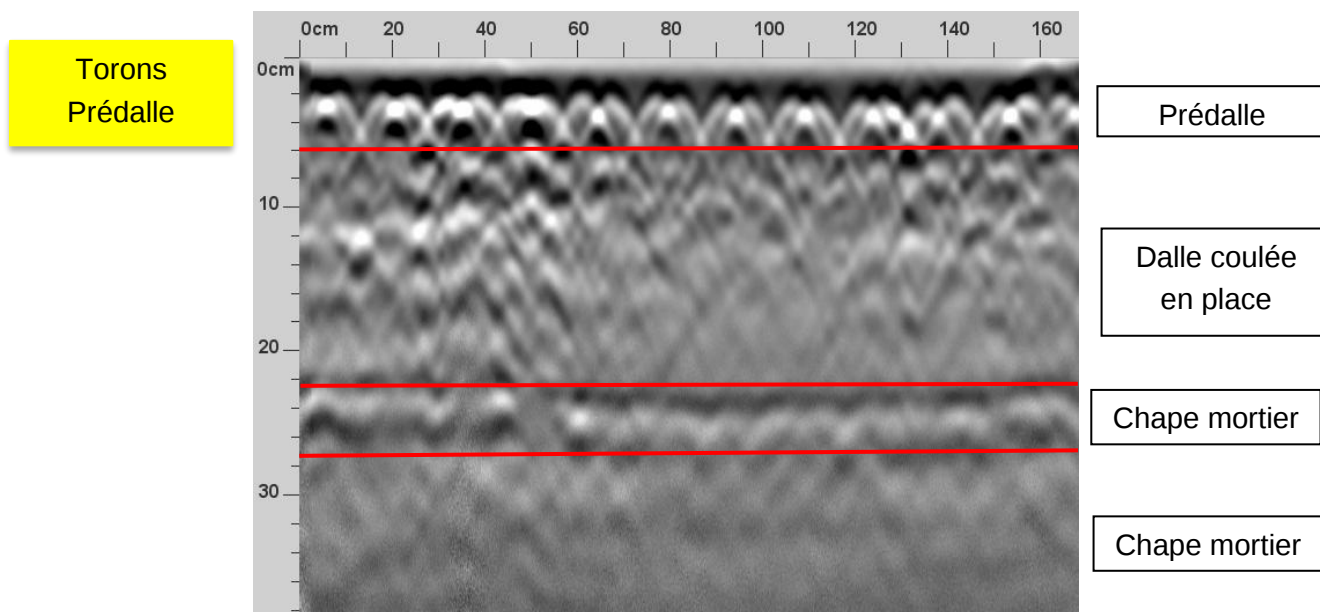
Des lignes de détection ont été réalisées afin de connaître les espacements et les enrobages des aciers de la prédalle. Les lignes et leurs implantations sont présentées ci-dessous :



Implantation des lignes radar



Visualisation de la ligne R6



Visualisation de la ligne R7

Commentaires après dépouillement des lignes réalisées en sous-face du plancher haut du sous-sol :

- **Prédalle**

L'espacement moyen des aciers répartiteurs présents dans la prédalle est de 25cm,

L'espacement des torons sont les suivant : 4 cm / 10 cm / 4 cm / 10 cm / ... / 4 cm / 10 cm,

L'enrobage moyen des torons est de 23mm.

- **Dalle coulée en place**

L'enrobage moyen des aciers perpendiculaires au sens porteur est de 12cm et leur espacement moyen de 25cm.

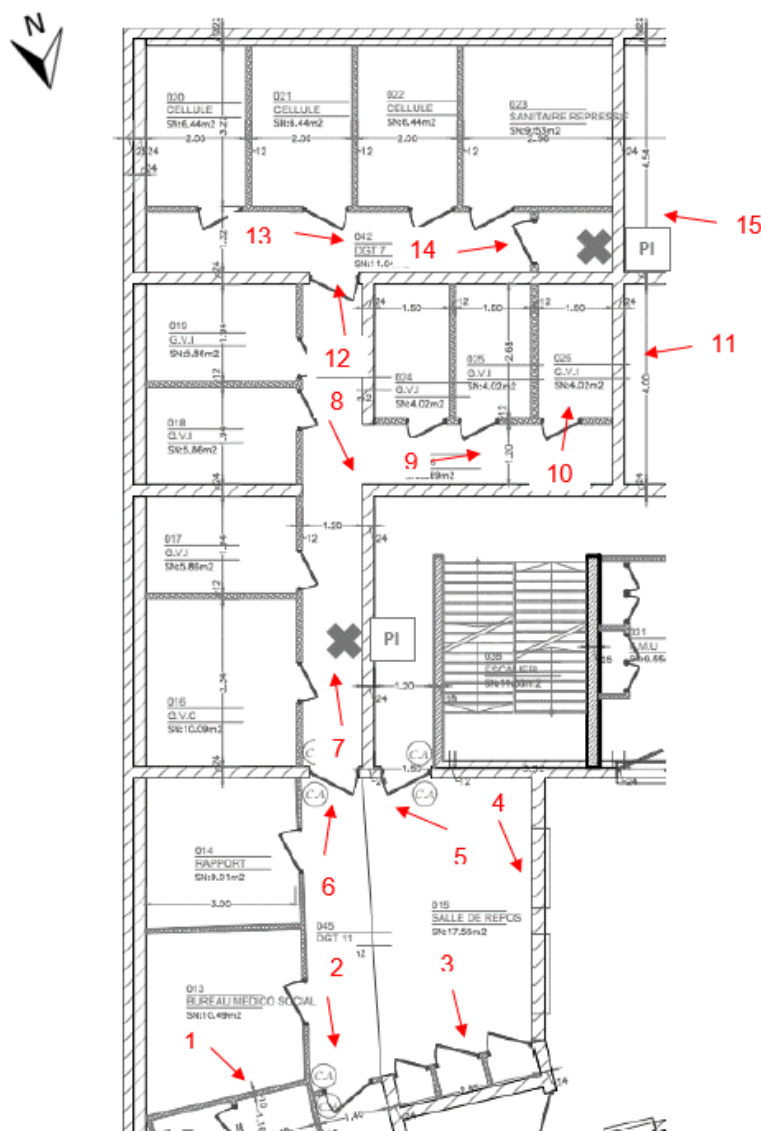
3.4 INVESTIGATIONS PAR CAMERA THERMIQUE

A l'aide d'une caméra thermique, il a été réalisé au niveau du plancher bas du RDC un ensemble de cliché permettant de mesurer des contrastes de température sur l'ensemble de la zone étudiée afin de déterminer le passage des réseaux du plancher chauffant.

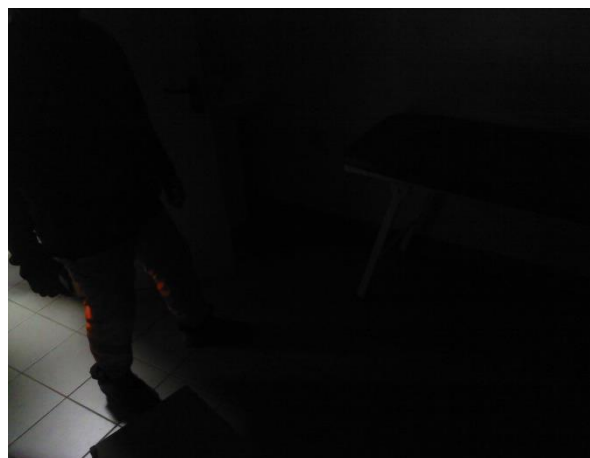
Il a ainsi été possible de vérifier si le circuit du plancher chauffant passe de la zone étudiée aux zones adjacentes.

3.4.1 Implantation de la vue des images thermiques

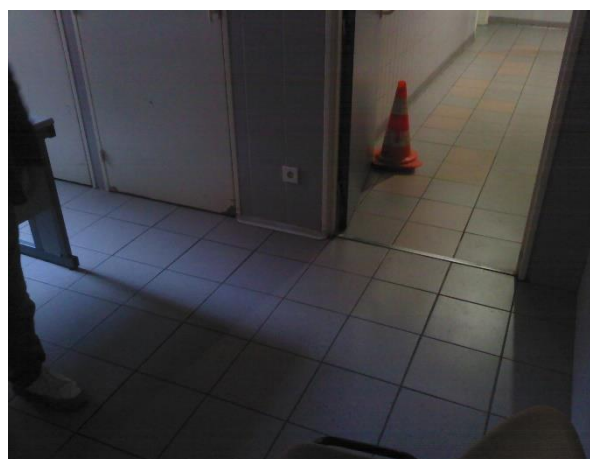
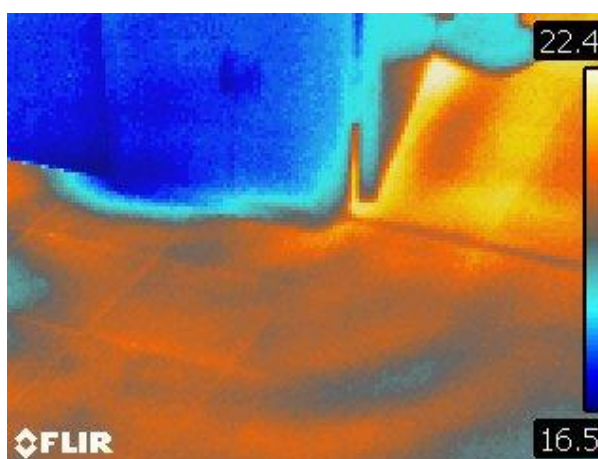
Un plan présentant l'implantation et les orientations des clichés enregistrés par la caméra thermique sont présentés ci-dessous :



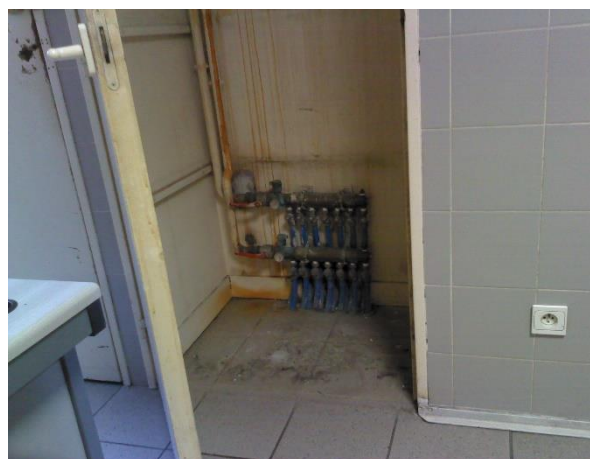
3.4.2 Présentation des images thermiques



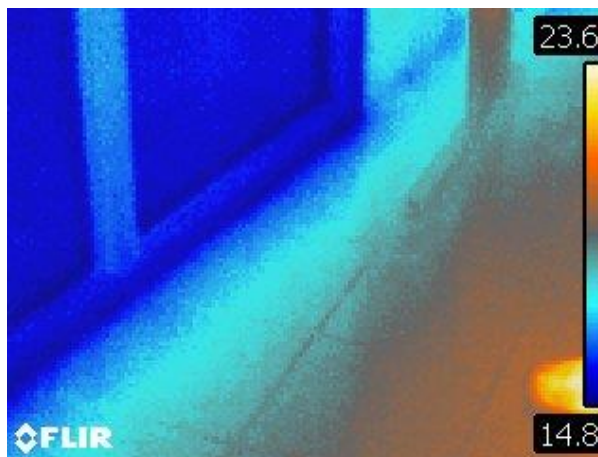
1 : Bureau Médico-Social



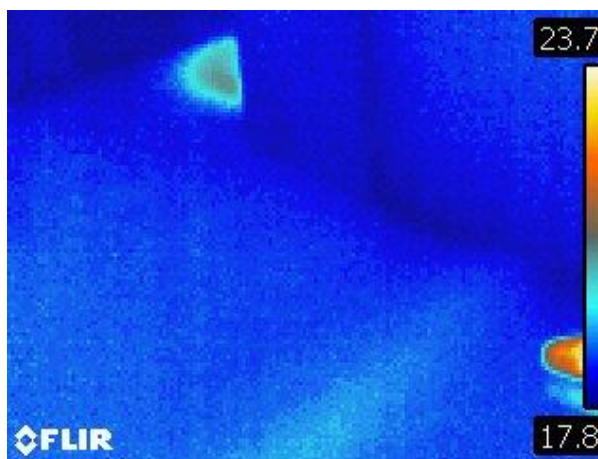
2 : Salle de repos



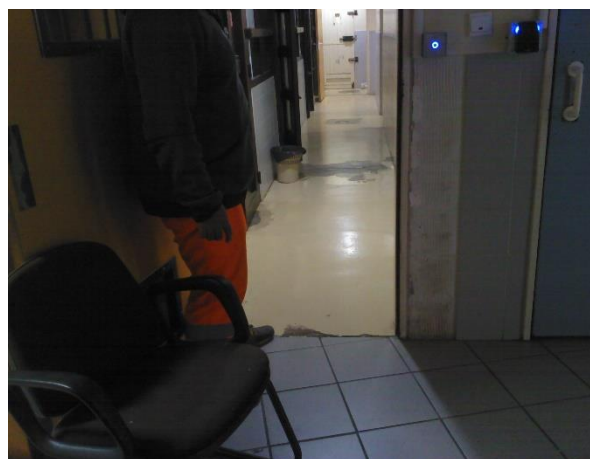
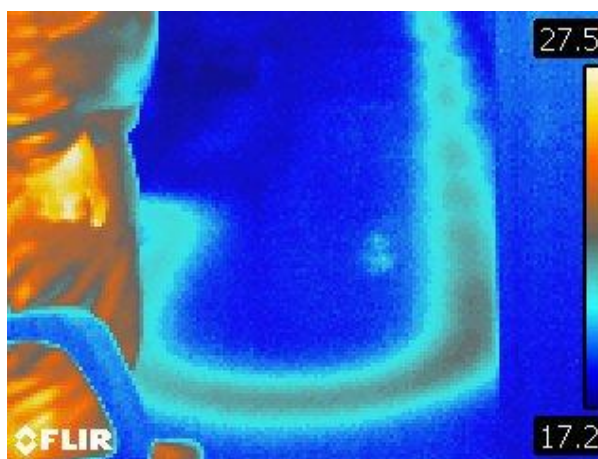
3 : Salle de repos



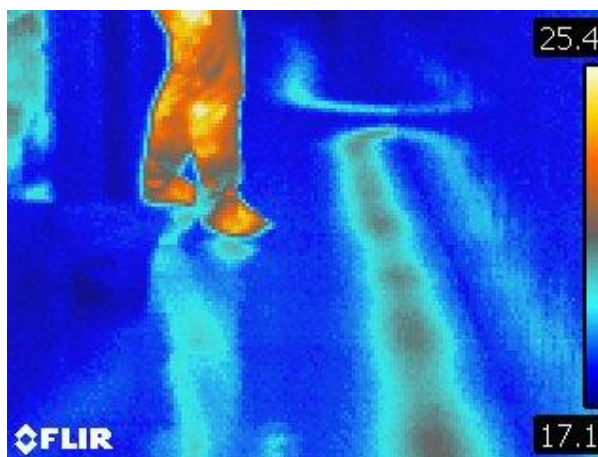
4 : Salle de repos



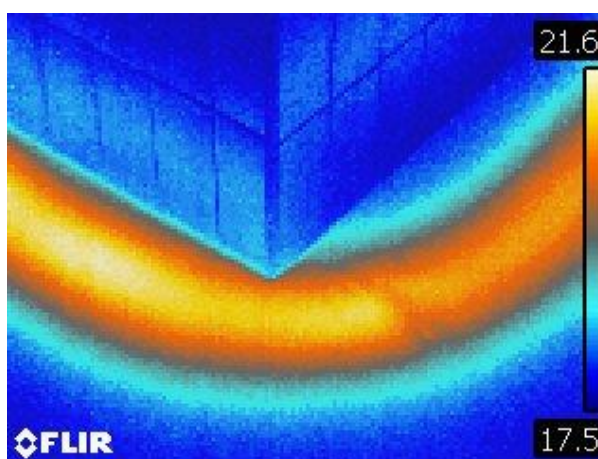
5 : Salle de repos



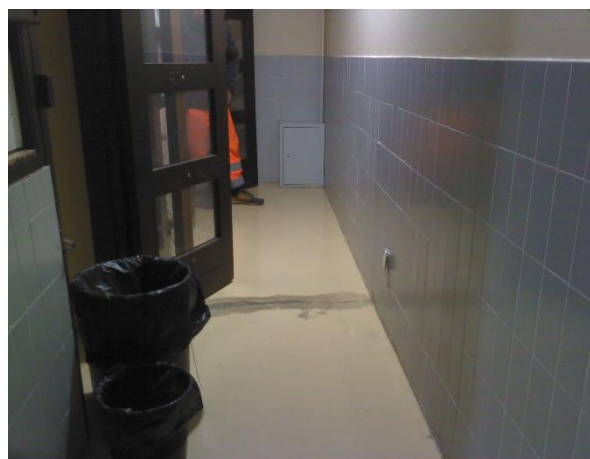
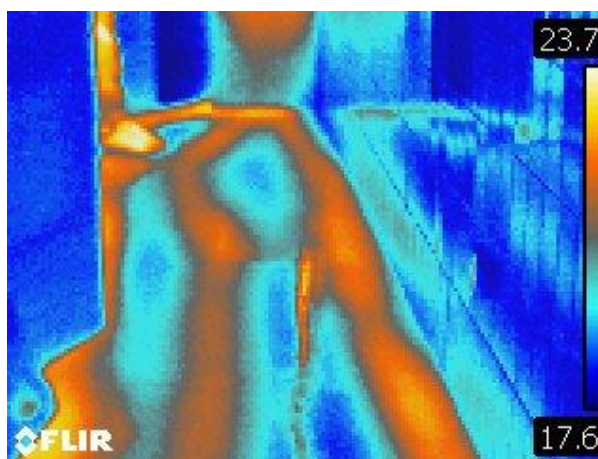
6 : Salle de repos



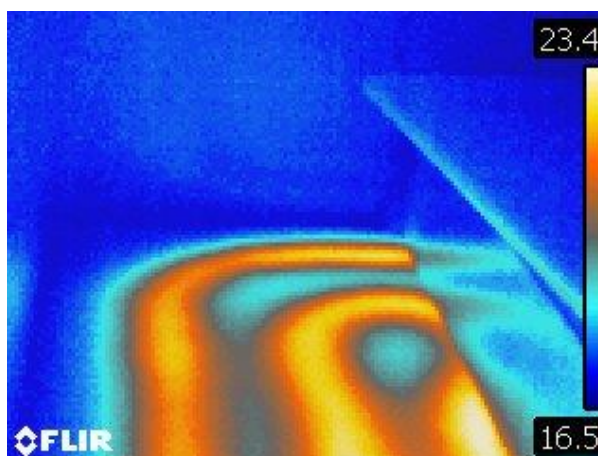
7 : Couloir devant GVC 016



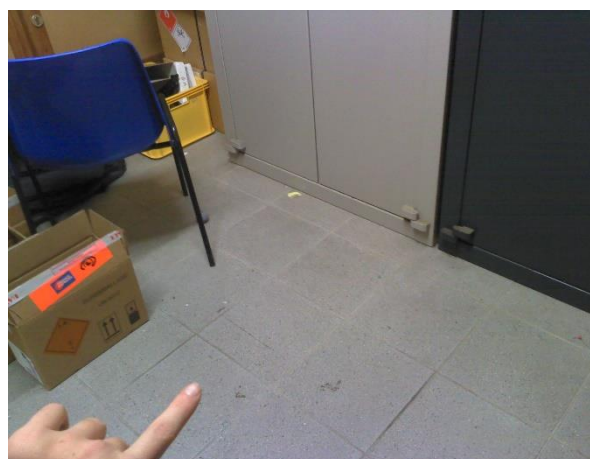
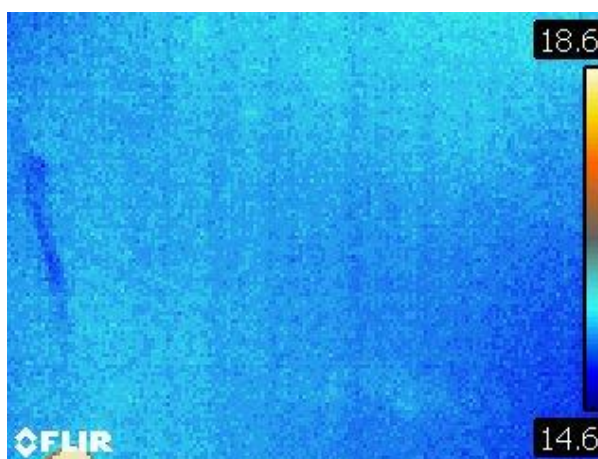
8 : Couloir devant GVI 024



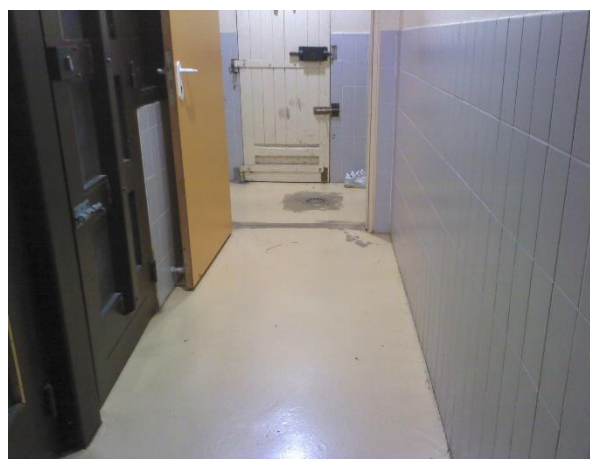
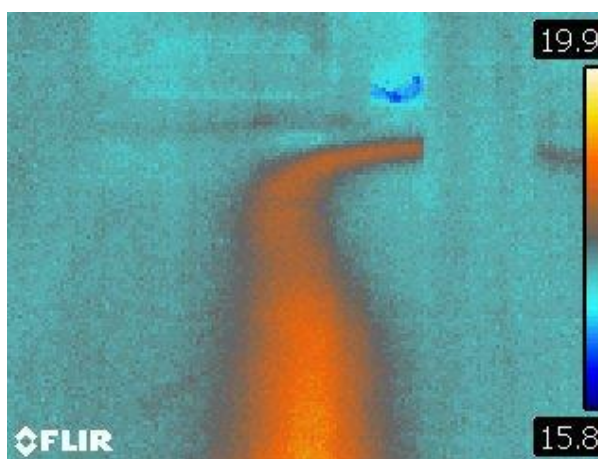
9 : Couloir devant GVI 025 et GVI 026



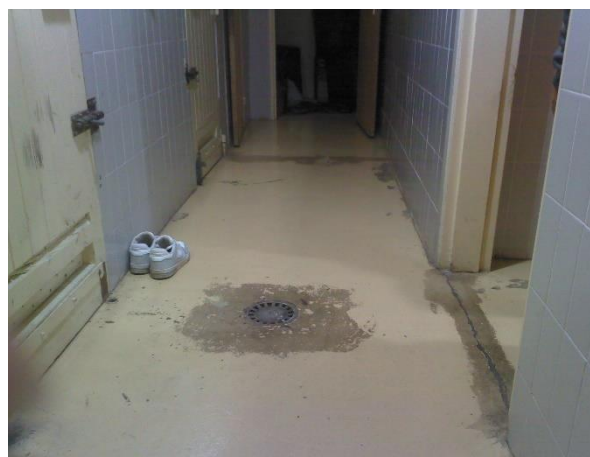
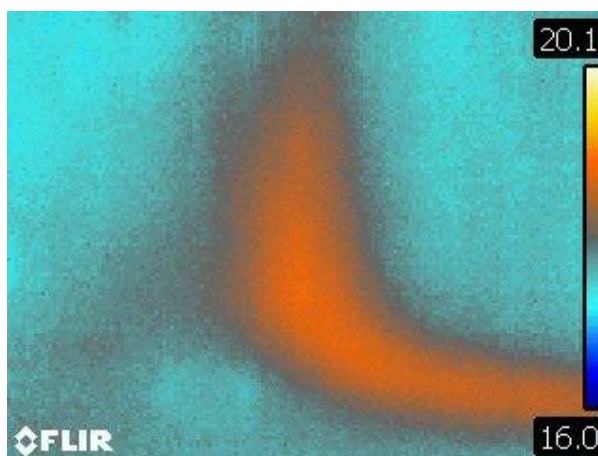
10 : GVI 026



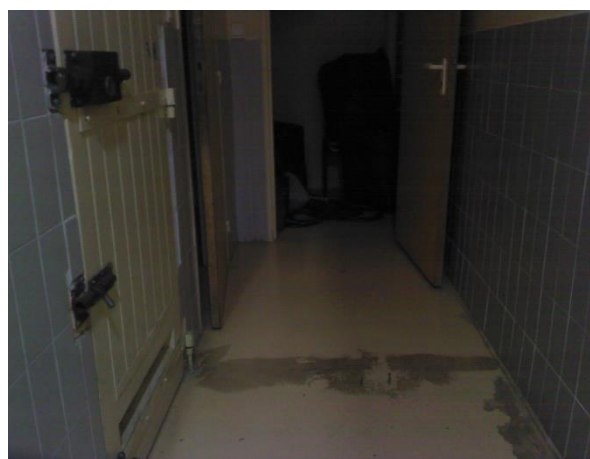
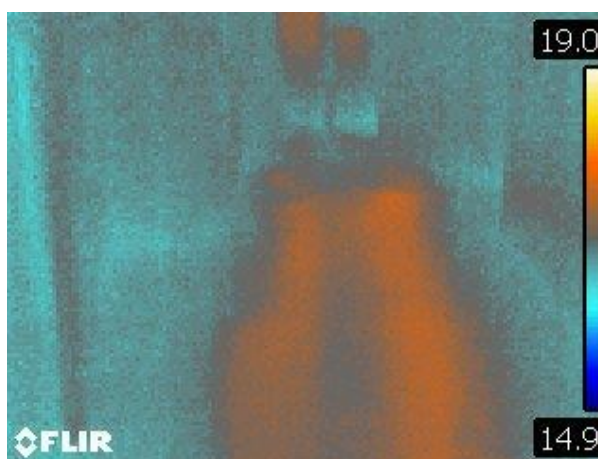
11 : Armurerie



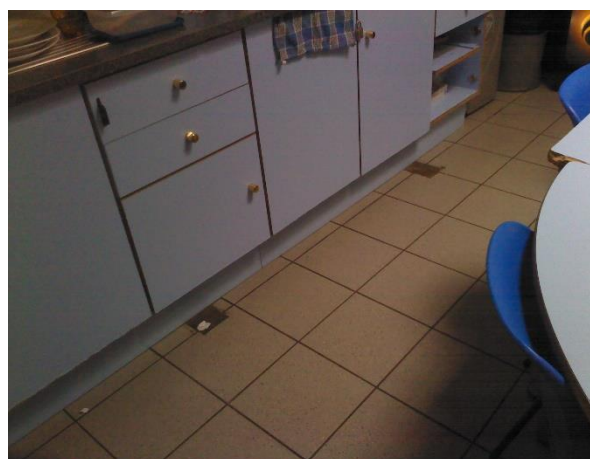
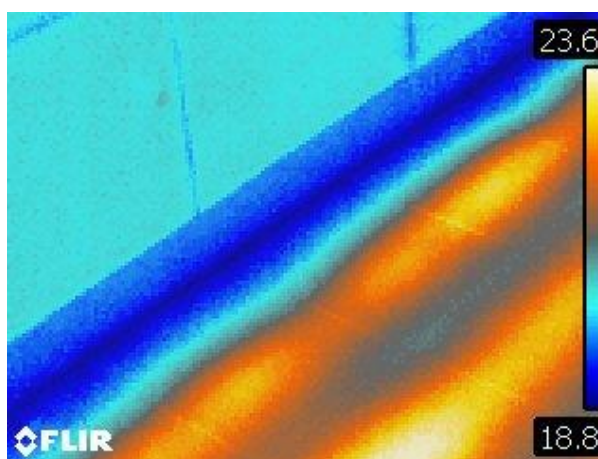
12 : Couloir devant GVI 010



13 : Couloir devant cellule 021



14 : Couloir devant cellule 022



15 : Réfectoire

4. VERIFICATIONS CALCULATOIRES

4.1 HYPOTHESES – DONNEES GENERALE

4.1.1 Hypothèses générales

Les différents calculs menés consistent à évaluer, aux Eurocodes, à l'ELU, à l'ELS (vérification des flèches et des contraintes dans les matériaux et en flexion simple, le comportement de l'élément sous une charge surfacique.

4.1.2 Matériaux

Les hypothèses considérées pour la réalisation des calculs sont données ci-dessous :

Matériau	Type	Résistance
Armature passive	RL Ø5	240 Mpa
Armatures de précontrainte	1960 TBR	1960 Mpa
Béton préfabriqué	C35/45	35 Mpa
Béton de chantier	C25/30	25 Mpa

4.1.3 Charges permanentes

Les charges permanentes appliquées sur la structure, déterminées par sondages, sont données ci-dessous :

Matériau	Charge apportée
Béton armé (Prédalle < 8cm)	2400 daN / m ³
Dalle 16cm	2400 daN / m ³
Chape mortier 10cm	2200 daN / m ³
Chape mortier 7cm	2200 daN / m ³

4.1.4 Liaisons structurelles

Les capacités portantes sont données en admettant des liaisons saines et en bon état entre les différents éléments de structure. On retiendra des travées isostatiques.

4.1.5 Charges considérées

Les calculs ont été réalisés sur la base des caractéristiques géométriques relevé pour une prédalle précontrainte. Les notes de calculs des éléments sont données en **Annexe 2**.

L'objectif est de vérifier le bon comportement de la prédalle vis-à-vis de la charge d'exploitation associée.

Notre mission consiste en la détermination de la capacité portante du plancher en kN/m² dans le cadre de son réaménagement.

Nous n'avons pas la connaissance exacte du projet et de l'évolution du cloisonnement de ce dernier, ainsi nous déterminons une charge surfacique maximale d'exploitation.

Pour mémoire, selon l'Eurocode 1 :

- La charge d'exploitation pour un local de catégorie B (bureau...) est de 250daN/m²,
- La charge d'exploitation pour un local de catégorie A (logement, chambre...) est de 150daN/m².

Les calculs ont été menés pour le cas le plus défavorable.

Le tableau ci-dessous, reprend toutes les charges appliquées pour la réalisation des calculs :

Elément	Chargement appliqué
<u>Prédalle</u>	<u>Charges permanentes</u>
Epaisseur : 0.22 m	Poids propre (22 cm): 528 daN/ m ²
Portée, nu à nu entre voile porteurs : 4.77 m	Chape béton (10cm): 220 daN/ m ²
Largeur : 1 m	Chape béton (7cm): 154 daN/m ²
	<u>Charge d'exploitation ciblée</u>
	Déterminée : 890 daN/m ²

4.2 NOTE DE CALCUL BETON PRECONTRAIT – CALCUL A FROID

Les notes de calculs des éléments étudiés, réalisé par le bureau d'étude spécialisé en structure précontrainte OTEP, sont fournies en **Annexe 2**. Les résultats obtenus, compte tenu des hypothèses posées, sont rassemblés ci-dessous.

Le tableau présente le comportement des éléments préfabriqués sous les charges permanentes émis lors de nos hypothèses :

Prédalle → Charge d'exploitation maxi : 890 daN/m²

- **Limite :**

Contraintes : (Pose avec 1 étai) : Traction : 6.3 bars MPa < 6.4 MPa vérifié

- **Flexion :**

- Rupture : MEd = 7260 daNm < 7405 daNm vérifié
- Dans les prédalles $A_{\text{mini}} = 0.88 \text{ cm}^2 \text{ FeE500/m} > 0.784 \text{ cm}^2/\text{m}$ (HA5 e=25 cm) non vérifié manque 12%
- Sur joint : $A_{\text{mini}} = 0.88 \text{ cm}^2 \text{ FeE500/m}$ à vérifié

- **Cisaillement**

Cisaillement au niveau de la reprise : 3.29 bars < 4.79 bars vérifié

- **Déformation**

Flèche active en stockage court. Cloisons et revêtements non fragiles. $f_a = 0.47 \text{ cm} < 1.18 \text{ cm}$ vérifié

5. VERIFICATION DE LA STABILITE ET DE L'ISOLEMENT AU FEU DES ELEMENTS ETUDIES

5.1 REGLEMENTATION

La stabilité au feu d'un élément de type plancher-dalle dépend de 2 paramètres : • La distance « a » représente la distance de l'axe de l'armature du lit inférieur à la sousface. • La hauteur de l'élément (« h_s » dans le tableau).

Résistance au feu normalisé	Dimensions minimales (mm)	
	Épaisseur de la dalle h_s	Distance a de l'axe des armatures à la sous-face
1	2	3
REI 30	150	10*
REI 60	180	15*
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50
* L'enrobage exigé par l'EN 1992-1-1 est normalement déterminant		

EN 1995-5-2 :

Pour les armatures de précontrainte, la température critique est supposée être de 400 °C pour les barres et de 350 °C pour les fils et les torons. Cette hypothèse correspond approximativement à $E_{d,fi} = 0,7E_d$, $f_{p0,1k}/f_{pk} = 0,9$ et $\gamma_s = 1,15$ (niveau de contrainte $\sigma_{s,fi}/f_{p0,1k} = 0,55$). Sauf vérification particulière réalisée conformément à la règle (7), il convient d'augmenter la distance exigée de l'axe au parement, a, dans les éléments tendus, les poutres ou les dalles précontraints, de :

- 10 mm pour les barres de précontrainte, ce qui correspond à $\theta_{cr} = 400$ °C ;
- 15 mm pour les fils et les torons précontraints, ce qui correspond à $\theta_{cr} = 350$ °C.

5.2 RESULTAT

La stabilité au feu des différents éléments est présentée dans le tableau ci-dessous :

Référence	Élément	Revêtement	Stabilité au feu de l'élément
Prédalle	Prédalle béton précontraint $h_s = 220$ mm $a = 26$ mm	Aucun	REI30

6. SYNTHÈSE

Le Secrétariat Général par l'Administration du Ministère de l'Intérieur a contacté Ginger CEBTP – Agence de Toulouse, afin de réaliser des investigations dans l'hôtel de police de Montauban, permettant de confirmer la présence de plancher chauffant, ainsi que la localisation des serpentins dans deux zones du plancher bas du RDC. Ces zones ont préalablement été définies par le bureau d'étude Bétem, dans un cahier des charges.

D'autre part, il nous est demandé de caractériser les planchers bas du RDC dans les zones identifiées, de manière à définir leur capacité portante et leur composition.

Ces investigations sont menées en amont des travaux de réaménagement et de remise aux normes des locaux de sureté de l'hôtel de police.

6.1 ELEMENTS EN BETON STRUCTUREL

Un schéma de la structure, en plancher haut sous-sol, est présenté ci-dessous :



Les investigations appellent les commentaires suivants :

➤ Prédalle précontrainte

- Le complexe du plancher est composé : d'une prédalle de 6cm, d'une dalle coulée en place de 16cm, d'une première chape en mortier de 10cm et d'une seconde chape de 7cm d'épaisseur.
- La prédalle précontrainte, avec une portée de 4.77m, d'une largeur d'1.20m et une épaisseur de 0.06m, est composée d'aciers longitudinaux de torons 3 brins Ø2.4 mm espacés tous les 40/100/.../40/100mm. Par ailleurs, il y a des aciers répartiteurs RLØ5 espacés tous les 25cm.
- L'objectif de la mission est de déterminer les surcharges permanentes admissibles. Les calculs menés, selon les hypothèses posées, ont permis de déterminer : un taux de travail de **98%** avec des charges d'exploitation de 890 daN/m², vis-à-vis des sollicitations et des contraintes dans le béton.

Notons que les cloisons n'ont pas été prises en compte. A titre indicatif et de façon empirique, nous pouvons évaluer la charge liée aux cloisons de la façon suivante :

- Géométrie des parois séparatives :
 - Voile béton d'épaisseur (donnés transmit par le client) : 0.15 m
 - Masse volumique béton non armé (donnés transmit par le client) : 22 kN/m³
 - Hauteur (donnés transmit par le client) : 2.70 m
 - ➔ Soit une charge linéaire de paroi : $0.15 * 2.7 * 22 = 8.9 \text{ kN/ml}$
- En considérant :
 - Une bande de 1.00 m de plancher,
 - Une charge d'exploitation de 1.5 kN/m² (catégorie A) (donnés transmit par le client).

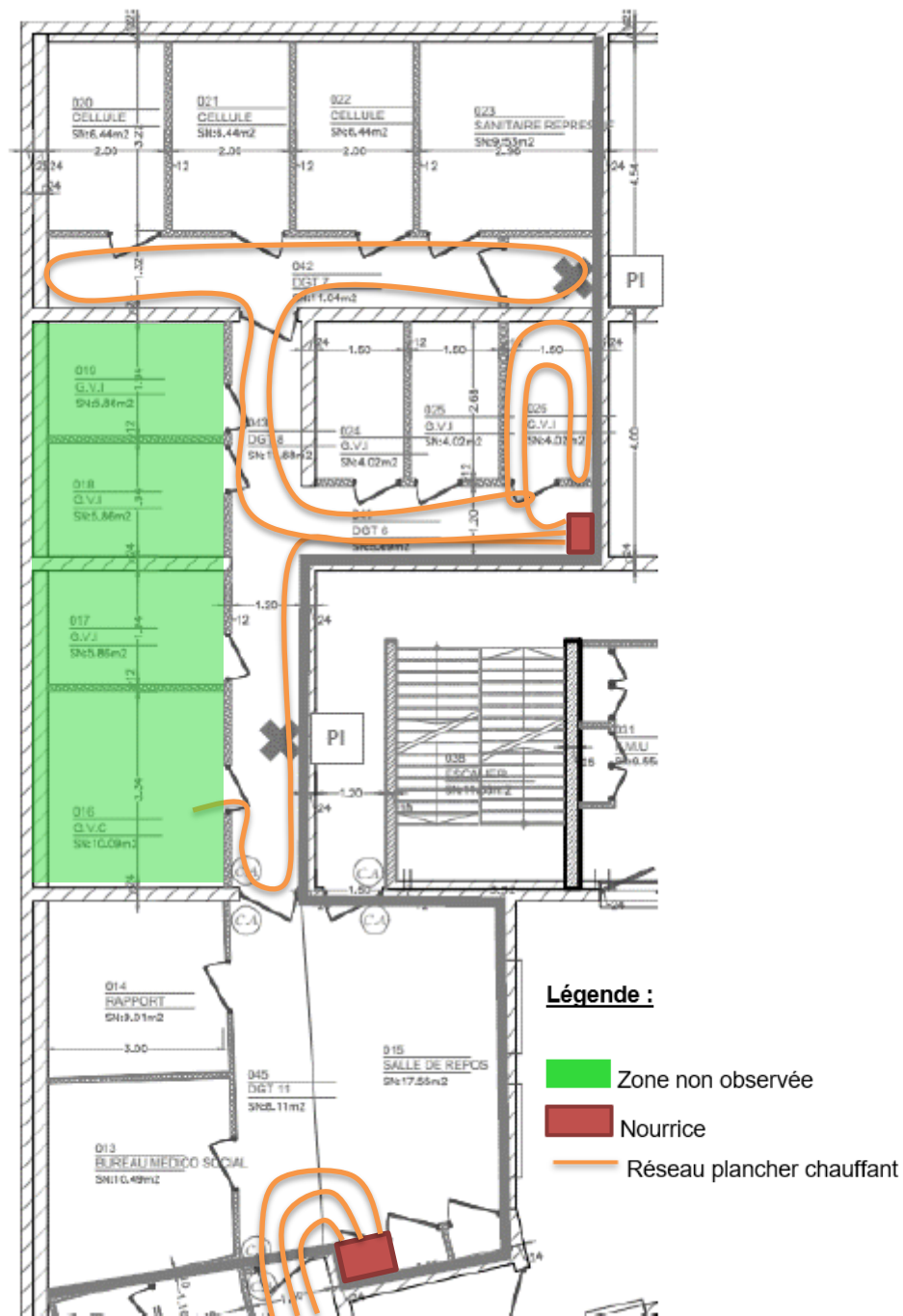
Nous avons alors :

- Charge surfacique majorée : $1.35 * g + 1.5 * q = 1.35 * 8.9 + 1.5 * 1.5 = 14.3 \text{ kN/m}^2$
 - Charge surfacique maximale admissible majorée : $8.9 * 1.5 = 13.4 \text{ kN/m}^2$
- ➔ Soit un taux de sollicitation de l'ordre de 106%.

Nota : En règle générale, en phase de diagnostic, ce taux de sollicitation pour une structure en béton armé est satisfaisant bien que supérieur à 100 %.

6.2 DETECTION PAR CAMERA THERMIQUE

Les clichés présentés permettent de mettre en évidence les réseaux présentés ci-dessous :

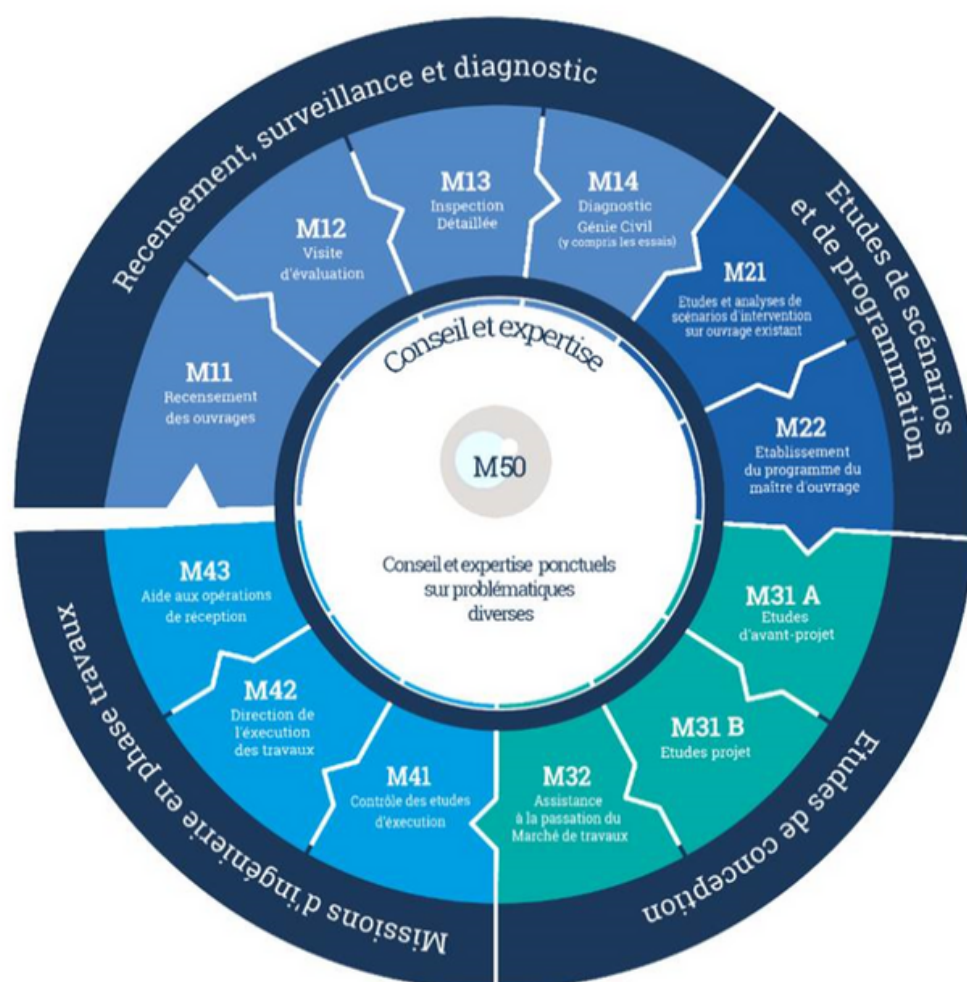


Les images par caméra thermique ont permis de repérer les réseaux en fonctionnement du plancher chauffant. Ceci-dit si des réseaux étaient bouchés pour quelconques raisons, ils n'ont pas pu être détectés à l'aide de la caméra thermique.

ANNEXES

Annexe 1 : Classification des missions d'Ingénierie sur Ouvrage Existant de Ginger CEBTP.

Résultant d'un travail réalisé par l'association d'Ingénierie de Maintenance du Génie Civil (IMGC) dont Ginger CEBTP est membre, la profession a décidé d'établir une classification de missions à destination des maîtres d'ouvrage. Cet enchaînement de missions vise à clarifier la nature des prestations attendues et à éviter toute incompréhension dans le contenu des missions.



Nota: Nous nommerons M0 les missions d'essais et de reconnaissances sans ingénierie

Recensement, surveillance et diagnostic		
Code	Intitulé	Objectif
1	M11 Recensement des ouvrages	Rechercher, localiser, identifier et caractériser succinctement toutes les structures se trouvant sur un itinéraire ou dans un périmètre donné.
	M12 Visite d'évaluation	Sur la base d'une visite réalisée sans moyen d'accès particulier, donner un avis sur l'état d'un ouvrage et lui attribuer une note ou une cotation.
	M13 Inspection Détaillée	Donner un avis argumenté sur l'état d'un ouvrage et des préconisations pour le maintien de son niveau de service et de sécurité à partir d'une analyse technique complète comprenant a minima une analyse documentaire, un relevé visuel exhaustif et des mesures simples.
	M14 Diagnostic Génie Civil (y compris les essais)	Établir, sur la base de l'analyse des résultats d'un programme d'investigations défini et réalisé dans le cadre de la mission, les performances d'une structure et / ou les causes, la gravité et les conséquences de défauts existants, en vue d'une étude de réparation, de réhabilitation, de changement de destination ou de prolongation de durée de vie. Le programme d'investigations peut comporter tout ou partie des éléments suivants : mesures, auscultation, topométrie, prélèvements et analyses de matériaux, essais de chargement, modélisation et étude de conformité. Cette fiche décrit globalement la mission de diagnostic. Le cas échéant, le chef de projet assure le pilotage et la coordination technique entre les prestataires chargés de réaliser des investigations spécialisées.

Etudes de scénarios et de programmation		
Code	Intitulé	Objectif
2	M21 Etudes et analyse de scénarios d'intervention sur ouvrage existant	Sur la base des résultats du diagnostic, réaliser des études de scénarios permettant d'aboutir au choix d'une ou de plusieurs solutions qui seront soumises à la validation du Maître d'ouvrage. Les scénarios permettent de tester diverses options d'intervention, sans exclusion a priori, ni analyse préférentielle, telles que : réparation, réhabilitation, changement de destination, prolongation de durée de vie... Les scénarios tiennent compte des objectifs du Maître d'ouvrage, de ses contraintes et de ses obligations. Ces scénarios doivent être réalistes et doivent permettre d'évaluer les risques, les délais d'intervention et les coûts associés. La mise au point de scénarios peut nécessiter la réalisation d'études complémentaires ou d'investigations spécifiques, non décrites en détail dans cette fiche. À l'issue de cette étude, le Maître d'ouvrage est en mesure d'effectuer un choix de scénario(s) à partir de critères qu'il aura défini.
	M22 Etablissement du programme du maître d'ouvrage	Sur la base des études de scénarios, de l'analyse et du choix effectué à l'étape précédente, établir le programme d'intervention sur un ouvrage existant. Sur la base du scénario choisi, l'objectif est d'établir un programme général d'intervention qui porte sur tous les aspects de celle-ci (organisationnels, délais, financiers, techniques...).

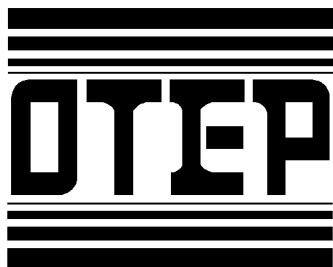
Etudes de conception		
Code	Intitulé	Objectif
3	M31 A Etudes d'avant-projet	Sur la base du programme des études et analyse de scénarios d'intervention sur ouvrage existant (M21) et du programme du Maître d'ouvrage (M22), l'étude d'Avant-Projet définit les solutions techniques de réparation, de réhabilitation ou de reconstruction et délimite le cadre du projet (étapes, budget prévisionnel, acteurs, échéances).
	M31 B Etudes projet	Description détaillée de la solution retenue. Établissement de toutes données permettant de constituer les Dossiers de Consultation des Entreprises.
	M32 Assistance à la passation du Marché de travaux	La fiche M32 a pour objectif d'établir le Dossier de Consultation des Entreprises sur la base du projet validé par le maître d'ouvrage, d'analyser les offres remises et de proposer un candidat à retenir auprès de la maîtrise d'ouvrage.

Missions d'ingénierie en phase travaux		
Code	Intitulé	Objectif
4	M41 Contrôle des études d'exécution	Assurer le contrôle de la totalité des études d'exécution réalisées par le Titulaire
	M42 Direction de l'exécution des travaux	Vérification de la bonne réalisation du contrat de travaux passé entre la maîtrise d'ouvrage et le titulaire
	M43 Aide aux opérations de réception	Assistance au maître d'ouvrage lors des opérations de réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement (1 an à compter de la réception des travaux).

Mission hors enchainement		
Code	Intitulé	Objectif
M50	Conseil et expertise ponctuels sur problématiques diverses	Cette mission apporte un conseil ponctuel ou une expertise à la maîtrise d'ouvrage ou à un tiers (maître d'œuvre, entreprise...) sur une problématique donnée. Il s'agit par exemple d'une mission déclenchée à la suite de sinistres (incendies, accidents, chocs, inondation, pollution...) ou au constat d'anomalies a priori préoccupantes vis à vis de la sécurité, de la solidité de la structure, de la continuité de l'exploitation, de la conformité réglementaire et / ou contractuelle. Cette mission est, par nature, de courte durée ; elle se situe hors enchainement des missions détaillées au sein du présent guide qui sont adaptées à une opération déjà identifiée. Cette mission permet, par exemple, à un maître d'ouvrage de comprendre le problème posé et de cadrer ses besoins en termes de conseils et d'interventions pour le traiter (nature de l'opération, enchainement des missions, etc.). Le cas échéant, cette mission peut constituer un élément de dossier sur demande d'un expert judiciaire assermenté dans le cadre d'un référé préventif ou d'une expertise judiciaire.

Missions complémentaires aux missions d'enchaînement		
Code	Intitulé	Objectif
RBD	Renseignement de la base de données du gestionnaire	Renseignement / mise à jour de la base de données du gestionnaire.
EVA	Evaluation de l'ouvrage selon l'échelle de cotation du gestionnaire	Cotation de l'ouvrage selon le référentiel du gestionnaire.
CMF	Estimation financière des actions proposées, à l'exclusion des réparations impliquant des études spécifiques et la rédaction d'un projet de réparation ou de réhabilitation	Proposer une enveloppe budgétaire au gestionnaire (hors actions nécessitant des études spécifiques).
REC	Reconstitution des caractéristiques géométriques de l'ouvrage	En cas d'absence de données ou d'informations incomplètes dans le dossier d'ouvrage.
ARC	Étude architecturale	Prise en compte d'exigences architecturales spécifiques et instruction administrative éventuelle.
CC	Contre-Calcul	Vérification des notes de calcul fournies par l'entreprise au moyen d'un contre calcul spécifique visant à vérifier les éléments structurels principaux ou singuliers.
ENV	Étude environnementale	Prise en compte de contraintes spécifiques environnementales en phase Études.
HYD	Étude hydraulique	Prise en compte de contraintes spécifiques hydrauliques en phase Études.
IDS	Inspection détaillée spécifique de partie d'ouvrage	Ouvrages comportant des fondations et / ou des éléments de structure immergés. Inspection spécifique de certains éléments de structure.
GES	Assistance au maître d'ouvrage pour l'établissement d'une politique de gestion adaptée à son patrimoine	Maintenance préventive organisée. Optimisation des budgets de maintenance. Définition d'indicateurs techniques pertinents et adaptés pour le suivi de l'ensemble du patrimoine (indicateurs fonctionnels, stratégiques, risques, sécurité, exploitation...).
ATAV	Analyse Technique de Variante	Vérification de la compatibilité de la solution variante avec les besoins et contraintes du maître d'ouvrage. Fourniture d'un avis technique sur la faisabilité de la solution proposée. Analyse des conséquences et risques contractuels.
SCO	Suivi de comportement des ouvrages	Définition des impacts sur les conditions de circulation en fonction des différentes phases de chantier.
DESC	Dossier Exploitation Sous Chantier	Conception, installation et exploitation d'un dispositif destiné à évaluer le comportement d'un ouvrage pathologique ou non, en complément aux actions de surveillance visuelle. Le dispositif doit notamment délivrer, en continu ou périodiquement, les valeurs de paramètres identifiés comme des indicateurs de bon fonctionnement de l'ouvrage.
COPCET	Contractualisation du programme de contrôle extérieur des travaux	Définition de la consultation et choix du ou des prestataire (s) en charge du contrôle extérieur en phase travaux.
PILCET	Pilotage du contrôle extérieur des travaux	Suivi du contrôle extérieur en phase travaux.
VNCR	Visa de niveau contrôle renforcé	Contrôle détaillé (pas à pas) des notes de calcul. Contrôle exhaustif des plans avec notamment la vérification par pointage des éléments de ferrailage, de précontrainte ou de renforts spécifiques.
PMT	Pièces administratives du marché de travaux (AAPC, RC, AE, CCAP)	Établissement des pièces administratives du marché travaux (Avis d'Appel à la Concurrence, Règlement de Consultation, Acte d'Engagement).

Annexe 2 : Note de calcul sur les éléments précontraints



ZI BORDEBASSE

310800 ST- GAUDENS

tél. 05 62 00 86 00

fax 05 61 95 03 92

CIAT MONTAUBAN

Par Albert Seczek

Date : 5.11.2025

Réf. OTEP :15586

NOTE DE CALCUL

<u>CHANTIER :</u>	CIAT MONTAUBAN	<u>RESPONSABLE :</u>	ALBERT SECZEK
<u>BATIMENT :</u>		<u>DATE :</u>	5/11/25
<u>NIVEAU :</u>		<u>NUMERO NOTE :</u>	
<u>OBJET :</u>	CAPACITE PORTANTE DU PLANCHER PREDALLES	<u>PHASE :</u>	☐ AVANT-PROJET ☒ EXECUTION

MODIFICATIONS

VERSION	DATE	REALISATION	CONTROLE	LIBELLE

Table des matières

1.0	OBJET	2
2.0	HYPOTHESES	2
2.1	GEOMETRIE DU PLANCHER	2
2.2	ARMATURES PRECONTRAINTES	2
2.2.1	ARMATURES PRECONTRAINTES	2
2.2.2	ARMATURES BETON ARME	2
2.3	BETONS.....	2
2.4	CHARGES	3
3.0	CALCULS.....	3
4.0	CONCLUSION	3
4.1	Limite.....	3
4.2	FLEXION	3
4.2.1	RUPTURE	3
4.2.2	ARMATURES DE REPARTITION	3
4.2.3	ARMATURES DE CHAPEAUX	3
4.3	CISAILLEMENT	3
4.4	DEFORMATION	3
5.0	ANNEXE.....	4

1.0 OBJET

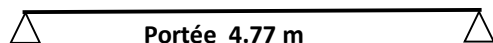
L'objet du présent document est la note de calcul de détermination de la capacité portante du plancher à prédalles. Nous déterminons les charges d'exploitation maxi, uniformément réparties, qui pourront être supportées par le plancher en plus de charges permanentes.

2.0 HYPOTHESES

2.1 GEOMETRIE DU PLANCHER

Plancher prédalles

- 1 travée



- Epaisseur du plancher 22 cm
- Prédalle ép. 6 cm

2.2 ARMATURES PRECONTRAINTES

2.2.1 ARMATURES PRECONTRAINTES

Torons T5.2 1960 TBR

Feg = 2370 daN/toron

Fprg = 2670 daN/toron

Tension initiale = 2252 daN / toron

Tension finale = 1756 daN/toron

2.2.1.1 Nombre et position des armatures BP

Espacement 4 / 10 / 4 / 10 / 4 / 10 / 4 / 10 / 4 / 10 / 4 cm
14 18 28 32 42 46 56 60 70 74 84 88 98 102

Nombre par m : 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

soit 14 T5.2 1960 TBR/m enrobage 24 mm

2.2.2 ARMATURES BETON ARME

- Nuance FeE500
- Armatures de répartition dans la prédalle Ø5 enrobage e = 25 cm Enrobage 30 mm
 $A = 0.196 \cdot 100 / 25 = 0.784 \text{ cm}^2/\text{m FeE500}$
- Enrobage de Chapeaux 25 mm

2.3 BETONS

- Béton préfabriqué C35/45
- Béton chantier C25/30

2.4 CHARGES

- Poids propre du plancher
- Charges permanentes (hors poids propre du plancher)

Chape béton 10 cm $10 \times 22 = 220 \text{ daN/m}^2$

Chape béton 7 cm $7 \times 22 = 154 \text{ daN/m}^2$

TOTAL CP = 374 daN/m²

- Charges d'exploitation CE max en daN/m² à déterminer

3.0 CALCULS

Voir ANNEXE

4.0 CONCLUSION

Charges d'exploitation maxi 890 daN/m²

4.1 LIMITE

Contraintes : (Pose avec 1 étai) : Traction : 6.3 bars MPa < 6.4 MPa vérifié

4.2 FLEXION

4.2.1 RUPTURE

$M_{Ed} = 7260 \text{ daNm} < 7405 \text{ daNm}$ vérifié

4.2.2 ARMATURES DE REPARTITION

4.2.2.1 Dans les prédalles

$A_{mini} = 0.88 \text{ cm}^2 \text{ FeE500/m} > 0.784 \text{ cm}^2/\text{m}$ (HA5 e=25 cm) **non vérifié manque 12%**

4.2.2.2 Sur joint

$A_{mini} = 0.88 \text{ cm}^2 \text{ FeE500/m}$ à vérifié

4.2.3 ARMATURES DE CHAPEAUX

Chapeaux de rive $1.34 \text{ cm}^2/\text{m}$ FeE500 mini

4.3 CISAILLEMENT

Cisaillement au niveau de la reprise : 3.29 bars < 4.79 bars vérifié

4.4 DEFORMATION

Flèche active en stockage court. Cloisons et revêtements non fragiles.

$f_a = 0.47 \text{ cm} < 1.18 \text{ cm}$ vérifié



BET
REF : 15586

DEMANDEUR : GINGER CEBTP
CHANTIER : CIAT MONTAUBAN

Page 4 sur 4
05/11/25

5.0 ANNEXE

Fichier : U:\Etudes\DOSSIERS_ARCHIVES_2025\15586-CIAT Montauban\ prédalle CIAT Montauban.CA5
METHODE DE CALCULS
TRAVÉE ISOSTATIQUE
1- HYPOTHESES DE CALCULS
BETONS

Densité	2400 daN/m ³
Béton Préfa	C35/45
fc dét. mini (cube 10 cm)	
Prédalles (hp<=8)	25 MPa
Prédalles (hp>8)	35 MPa
Ev	130000 bars
Béton chantier	C25/30

ARMATURES

TORONS T5.2 1960 TBR	
Tension initiale	2252 daN
Nombre maxi	14
Nombre mini	14
Torons+chutes maxi	
Flexion/Ancrage	36/27 barres

Longueur mini des coutures	10 cm
Coutures et dépassement dissymétriques	
Charge de chantier	150 daN/m ²
Ancrage complémentaire	HA6 Fe500
Tolérance de pose à déduire de l'ancrage	1.0 cm
Type de stockage	Court
Zone sismique : 1 (très faible) Cat. d'importance I	
Classe structurale S4 Durée d'utilisation: 50 ans	

travée	CHARGES										FEU				mur [cm]	altitude [cm]	
	L	Ht hp	C. Expo sous-face	Etage max	Appui G type	Appui D type	Clois	Rev	SF	SL	Ψ ₁ Ψ ₂	C. Expo surface	CF [h]	Tolérances 1 / 2 / 3 (*)			
n°	[m]	[cm]	c nom [mm]		a + d	a + d	<---- [daN /m²] ---->					c nom [mm]	c nom [mm]	[%]			
1	4.77	226	XC1 USINE 24	3 états	type 1 2.5+10	type 1 2.5+10		374 N. F.			890	0.5 0.3	XC1 25	1 sp.C	0 / 0 / 0	30	0
																30	

TYPE d'APPUI ('a+d' - appui et dépassement [cm])	
	Joint de dilatation:
1 - appui avec retombée	4 - appui néoprène
2 - appui sans retombée	5 - appui avec goujons
3;[7]-appui avec suspentes ou de type 'CRET'	
barres relevées de rive [cont.]	6 - appui glissant
8 - appui avec suspentes LPPVE	

ETAYAGE	
ETAI CENTRAL "C"	TOUR CENTRALE "C"
ETAI DE RIVE "R"	TOUR DE RIVE "R"
coeff.=1.0	coeff.=1.00
Réaction maxi. 2000 daN/m	G1 : Non
sur filière	

(*) Tolérances de calculs:

- (1) En phase provisoire
- (2) En phase finale
- (3) Pour la flèche

2-RESULTATS DE CALCULS

a) A froid : σ - voir tableau de contraintes

E.L.U.

travée	Torons	Etais	M Ed	σ ₂	σ ₁	σ ₁ *	Fl. a	MT	Rép.	Pont.	M appuis	Chpx	M>0
n°	Nt + Np	Tours	Mr	σ _{MIN}	σ _{MIN}	σ _{MAC}	Fl. lim		cm ² /m	cm ² /m	daN.m	cm ² /m	HA500
1	14 + 4	1 E	7260 7405	---	-6.3 -6.4	---	0.47 1.18	0	0.88	0.88	1089	1.34	
											1089	1.34	

travée	Tranchant		Cisaillement		C, Surface rugueuse selon NF 396						Ancrage		Appuis	
	daN		daN/cm ²		Ø 5 pas de 8 1444z						daN			
n°	W	E	W	E	type	L	e	type	L	e	W	E	W	E
1	6088	-6088	3.29	3.29	Néant			Néant			6088	6088		

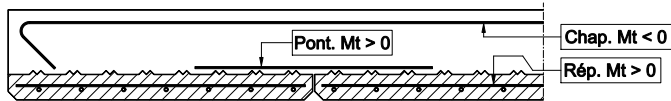
b) A chaud :

- Nota : (Les valeurs sont données par m de largeur.)

travée	Mor	Moments Résistants			Renf.	
n°	daN.m	Mw	Mul	Me	HA500	cm
1	4842	1227	4973	1227	0.00	L=0

[S] : section des suspentes et des barres relevées en cm²/ml.[A] : ancrage complémentaire mis en place sur chantier en cm²/ml.

[F] : effort (daN/ml) à reprendre par des goujons de type 'CRET'.



travée	x (m)	Moments			Moments ELU		Section Chpx ELU	Moments ELS		Section Chpx ELS	Tranchants					Tranchants réduits					Tau bars	Flèche cm
		fixe	libre maxi	libre mini	maxi	mini		maxi	mini		fixe	libre maxi	libre mini	ELU maxi	ELU mini	fixe	libre maxi	libre mini	ELU maxi	ELU mini		
1	0.00	0	0		0	0	1.34	0	0		2151	2123	0	6088	2904	2151	2123	0	6088	2904	3.29	0.000
1	0.16	331	326		936	446		657	331		2008	1983	-2	5686	2707	2008	1983	-2	5686	2707	3.08	0.049
1	0.32	638	630		1807	862		1268	638		1864	1849	-9	5291	2503	1864	1849	-9	5291	2503	2.86	0.098
1	0.48	924	911		2614	1247		1835	924		1721	1719	-21	4902	2292	1721	1719	-21	4902	2292	2.65	0.146
1	0.64	1186	1170		3356	1601		2356	1186		1578	1594	-38	4521	2073	1578	1594	-38	4521	2073	2.45	0.192
1	0.80	1425	1406		4033	1924		2831	1425		1434	1474	-59	4147	1848	1434	1474	-59	4147	1848	2.24	0.236
1	0.95	1642	1620		4647	2216		3262	1642		1291	1358	-85	3780	1615	1291	1358	-85	3780	1615	2.04	0.278
1	1.11	1836	1811		5195	2478		3647	1836		1147	1248	-116	3420	1376	1147	1248	-116	3420	1376	1.85	0.316
1	1.27	2007	1980		5679	2709		3987	2007		1004	1142	-151	3068	1129	1004	1142	-151	3068	1129	1.66	0.350
1	1.43	2155	2126		6099	2909		4281	2155		861	1040	-191	2722	875	861	1040	-191	2722	875	1.47	0.381
1	1.59	2280	2250		6453	3078		4530	2280		717	943	-236	2383	614	717	943	-236	2383	614	1.29	0.408
1	1.75	2383	2351		6744	3217		4734	2383		574	851	-285	2052	346	574	851	-285	2052	346	1.11	0.430
1	1.91	2463	2430		6970	3325		4893	2463		430	764	-340	1727	71	430	764	-340	1727	71	0.93	0.447
1	2.07	2520	2486		7131	3402		5006	2520		287	682	-399	1410	-211	287	682	-399	1410	-211	0.76	0.460
1	2.23	2554	2520		7228	3448		5074	2554		143	604	-462	1099	-500	143	604	-462	1099	-500	0.59	0.467
1	2.39	2565	2531		7260	3463		5097	2565		0	531	-531	796	-796	0	531	-531	796	-796	0.43	0.470
1	2.54	2554	2520		7228	3448		5074	2554		-143	462	-604	500	-1099	-143	462	-604	500	-1099	0.59	0.467
1	2.70	2520	2486		7131	3402		5006	2520		-287	399	-682	211	-1410	-287	399	-682	211	-1410	0.76	0.460
1	2.86	2463	2430		6970	3325		4893	2463		-430	340	-764	-71	-1727	-430	340	-764	-71	-1727	0.93	0.447
1	3.02	2383	2351		6744	3217		4734	2383		-574	285	-851	-346	-2052	-574	285	-851	-346	-2052	1.11	0.430
1	3.18	2280	2250		6453	3078		4530	2280		-717	236	-943	-614	-2383	-717	236	-943	-614	-2383	1.29	0.408
1	3.34	2155	2126		6099	2909		4281	2155		-861	191	-1040	-875	-2722	-861	191	-1040	-875	-2722	1.47	0.381
1	3.50	2007	1980		5679	2709		3987	2007		-1004	151	-1142	-1129	-3068	-1004	151	-1142	-1129	-3068	1.66	0.350
1	3.66	1836	1811		5195	2478		3647	1836		-1147	116	-1248	-1376	-3420	-1147	116	-1248	-1376	-3420	1.85	0.316
1	3.82	1642	1620		4647	2216		3262	1642		-1291	85	-1358	-1615	-3780	-1291	85	-1358	-1615	-3780	2.04	0.278
1	3.98	1425	1406		4033	1924		2831	1425		-1434	59	-1474	-1848	-4147	-1434	59	-1474	-1848	-4147	2.24	0.236
1	4.13	1186	1170		3356	1601		2356	1186		-1578	38	-1594	-2073	-4521	-1578	38	-1594	-2073	-4521	2.45	0.192
1	4.29	924	911		2614	1247		1835	924		-1721	21	-1719	-2292	-4902	-1721	21	-1719	-2292	-4902	2.65	0.146
1	4.45	638	630		1807	862		1268	638		-1864	9	-1849	-2503	-5291	-1864	9	-1849	-2503	-5291	2.86	0.098
1	4.61	331	326		936	446		657	331		-2008	2	-1983	-2707	-5686	-2008	2	-1983	-2707	-5686	3.08	0.049
1	4.77	0	0		0	0	1.34	0	0		-2151	0	-2123	-2904	-6088	-2151	0	-2123	-2904	-6088	3.29	0.000

Unités : Moments en daN.m, Tranchants en daN et Section des Chapeaux cm²/ml.



www.groupe-cebtp.com

CONTACT

Agence de Toulouse

7 Avenue Mercure - 31130 QUINT FONSEGRIVES

Tel. : +33 (0) 5 62 71 80 00

www.ginger-cebtp.com