

M. METZGER Nicolas

Ingénieur Maîtrise d'Ouvrage - Architecte D.P.L.G.

Service de l'Immobilier et de l'Environnement Professionnel (SIEP)

Sous-direction de l'Immobilier

Bureau Immobilier et Maîtrise d'Ouvrage (BIMO)

Secrétariat Général des Ministères Économiques et Financiers

14 rue du Maréchal Juin

67000 Strasbourg

Antony, le 29 novembre 2025

N/REF : STO-25-0539-RAPP-SGMEF-Diagnostic structurel DRDDI - 11 avenue de la Liberté 67000 Strasbourg

Affaire suivie par :

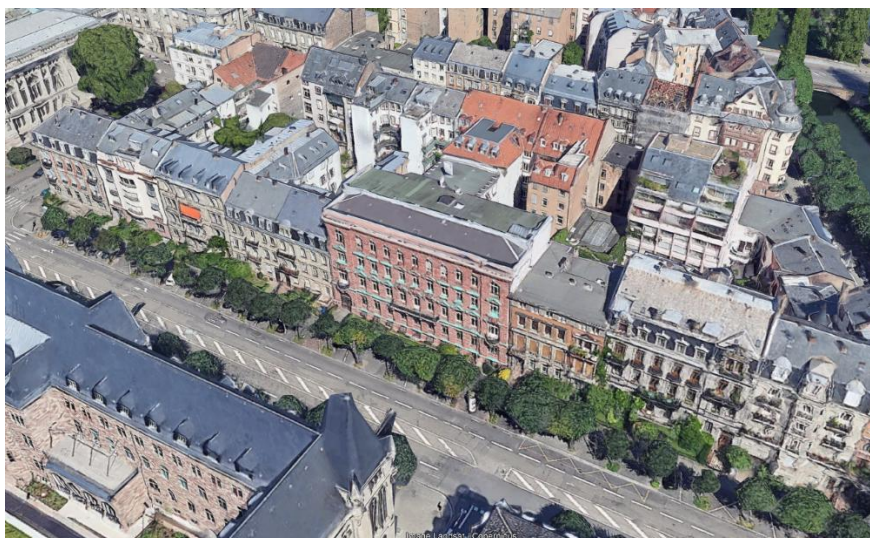
Raphaël PETIT

raphael.petit@structureo.fr

Tel : 06 74 12 78 23

Diagnostic structurel et étude de stabilité au feu
Direction Régional des Douanes et Droits Indirects+
11 avenue de la Liberté - 67000 Strasbourg

Edifice :	Direction Régionale des Douanes et Droits Indirects (DRDDI) 11 avenue de la Liberté 67000 STRASBOURG
A la demande de :	M. METZGER Nicolas Ingénieur Maîtrise d'Ouvrage - Architecte D.P.L.G. Secrétariat Général des Ministères Économiques et Financiers 14 rue du Maréchal Juin 67000 Strasbourg
Pour le compte de :	Direction Interrégionale des Douanes et Droits Indirects du Grand-Est 25 avenue Foch - BP 61074 57036 METZ



Sommaire

1.	AVANT-PROPOS	3
2.	MISSION DE STRUCTUREO	4
2.1	INTERVENTION <i>IN SITU</i>	4
2.2	ESTIMATION PAR LE CALCUL OU L'APPROCHE NORMALISEE DE LA DUREE DE STABILITE AU FEU	4
3.	DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE	5
3.1	LOCALISATION	5
3.2	HISTORIQUE	6
3.3	DESCRIPTION DES STRUCTURES DE L'OUVRAGE ETUDIE	7
4.	RECONNAISSANCES STRUCTURELLES	10
4.1	INSPECTIONS VISUELLES	10
4.1.1	<i>Classification des désordres</i>	10
4.1.2	<i>Localisation des désordres – problématiques de stabilité au feu</i>	11
4.1.3	<i>Description des désordres observés – problématiques de stabilité au feu</i>	14
4.2	RÉSULTATS DES SONDAGES NON-DESTRUCTIFS, DESTRUCTIFS ET RELEVÉS	19
4.2.1	<i>Méthodologie</i>	19
4.2.2	<i>Position des sondages et relevés</i>	20
4.2.3	<i>Résultats des sondages non-destructifs, destructifs et relevés</i>	26
5.	ESTIMATION DE LA DURÉE DE STABILITÉ AU FEU	61
5.1	HYPOTHESES DE CALCUL – ELEMENTS DE STRUCTURE EN BOIS ET POTEAU BETON ARME	62
5.1.1	<i>Références</i>	62
5.1.2	<i>Matériaux</i>	62
5.1.3	<i>Coefficient de sécurité</i>	62
5.2	CHARGEMENTS ET GEOMETRIES DE CALCUL – ELEMENTS DE STRUCTURE EN BOIS ET POTEAU BETON ARME	63
5.2.1	<i>Panne courante</i>	63
5.2.2	<i>Chevron courant</i>	63
5.2.3	<i>Solive courante du PH R+4</i>	64
5.2.4	<i>Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC</i>	64
5.2.5	<i>Solive courante du PH R+3 (aile nord)</i>	64
5.2.6	<i>Poteau BA courant</i>	65
5.3	ESTIMATIONS DE DUREES DE STABILITE AU FEU	66
5.3.1	<i>Panne courante – NF EN 1995-1-2</i>	66
5.3.2	<i>Chevron courant – NF EN 1995-1-2</i>	68
5.3.3	<i>Solive courante du PH R+4 – sans bacula – NF EN 1995-1-2</i>	70
5.3.4	<i>Solive courante du PH R+4 – avec bacula – NF EN 1995-1-2</i>	72
5.3.5	<i>Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC – sans bacula – NF EN 1995-1-2</i> 74	
5.3.6	<i>Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC – avec bacula 10mm – NF EN 1995-1-2</i>	76
5.3.7	<i>Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC – avec bacula 20mm – NF EN 1995-1-2</i>	78
5.3.8	<i>Solive courante du PH R+3 – sans bacula – NF EN 1995-1-2</i>	80
5.3.9	<i>Solive courante du PH R+3 – avec bacula – NF EN 1995-1-2</i>	82
5.3.10	<i>Poteau BA courant (SD3) – valeurs tabulées NF EN 1992-1-2 (méthode A)</i>	84
5.3.11	<i>Poutre BA courante (SD5) – valeurs tabulées NF EN 1992-1-2</i>	84
5.3.12	<i>Poutrelles béton armé coffré en terre-cuite (SD8 et SD9)</i>	84
5.3.13	<i>Dalles BA (SD15 et SD16) – valeurs tabulées NF EN 1992-1-2</i>	84
5.4	SYNTHESE DES RESULTATS	85

6.	CONCLUSION GÉNÉRALE	87
6.1	HISTORIQUE	87
6.2	INSPECTIONS VISUELLES	87
6.3	SONDAGES NON-DESTRUCTIFS, DESTRUCTIFS ET RELEVÉS	88
6.4	ESTIMATION DE DURÉES DE STABILITÉ AU FEU	88

1. AVANT-PROPOS

L'immeuble siège de la Direction Régionale des Douanes et Droits Indirects (DRDDI) de Strasbourg a fait l'objet, en janvier 2023, d'un audit de sécurité incendie. À ce titre, il a notamment été émis un avis défavorable relativement à la stabilité au feu des structures en présence :

« *Structure en maçonnerie / Planchers bois avec faux-plafond en dalle laine de roche :
Le degré CF1h n'est pas atteint, sauf si une projection CF a été réalisé directement sous les planchers bois. Notre examen visuel, ne nous permet pas de valider cette protection feu sous les planchers existants.* »

Il convient de noter que la durée de stabilité au feu visée est de 1 heure.

Dans ce cadre, le Secrétariat Général des Ministères Économiques et Financiers, par la voix de M. METZGER Nicolas, architecte D.P.L.G., a sollicité les équipes de STRUCTUREO afin qu'elles réalisent un diagnostic structurel de l'immeuble assorti d'une étude de stabilité au feu des éléments de structure en présence.

Le présent rapport de synthèse fait ainsi état :

- Des résultats de l'inspection visuelle des ouvrages dans les locaux accessibles et visibles, orienté sur l'identification de problématiques associées à la stabilité au feu des ouvrages ;
- Des résultats d'une campagne de sondages non-destructifs et destructifs réalisés à tous les niveaux de l'immeuble ;
- Des résultats de l'estimation par le calcul ou par approches normalisées de la durée de stabilité au feu des ouvrages reconnus au droit des sondages destructifs ;

2. MISSION DE STRUCTUREO

Une équipe du BET STRUCTUREO composée d'un ingénieur structure accompagné d'un technicien est intervenue sur site durant les journées du mardi 04 novembre et du mercredi 05 novembre 2025. Une inspection visuelle, des sondages non destructifs et destructifs ainsi que des relevés géométriques d'éléments de structure ont été réalisés.

2.1 Intervention *in situ*

L'ensemble des ouvrages concernés a fait l'objet d'une inspection visuelle pour les éléments de structure accessibles et visibles. Il convient, sur ce point, de noter que plusieurs bureaux occupés n'ont pu être visités à l'occasion du diagnostic, tandis que la plupart des planchers hauts étaient masqués, dans les locaux visités, par des faux-plafonds. Il a néanmoins été observé

Les éléments d'ouvrage étudiés durant l'intervention *in situ* sont, notamment :

- Les charpentes, lorsqu'elles étaient accessibles et visibles ;
- Les planchers hauts des étages courants, lorsqu'ils étaient accessibles et visibles ;
- Les parois et planchers hauts du sous-sol, lorsqu'ils étaient accessibles et visibles ;

L'ensemble des éléments susmentionnés est désigné et figuré/imaginé dans la partie suivante, consacrée à la description de l'ouvrage.

En particulier, il a été réalisé :

- Des sondages non-destructifs, au moyen d'un radar *StructureScan*, au droit de planchers bas et planchers hauts ;
- Des sondages destructifs au droit de planchers hauts, dans tous les niveaux de l'immeuble ;
- Des relevés géométriques des ouvrages en présence, notamment au droit des sondages destructifs susmentionnés ;

2.2 Estimation par le calcul ou l'approche normalisée de la durée de stabilité au feu

Suite au relevé *in situ* des éléments d'ouvrage, notamment au droit des sondages destructifs, il a été estimé par le calcul (ouvrages en bois) ou par une approche normalisée (ouvrages en béton armé) la durée de stabilité au feu.

3. DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'OUVRAGE

3.1 Localisation

L'immeuble objet du présent devis est sis au 11 avenue de la Liberté, à Strasbourg (67000). Il se situe ainsi sur l'un des axes monumentaux de la Neustadt strasbourgeoise, entre le Palais du Rhin et le Palais Universitaire.

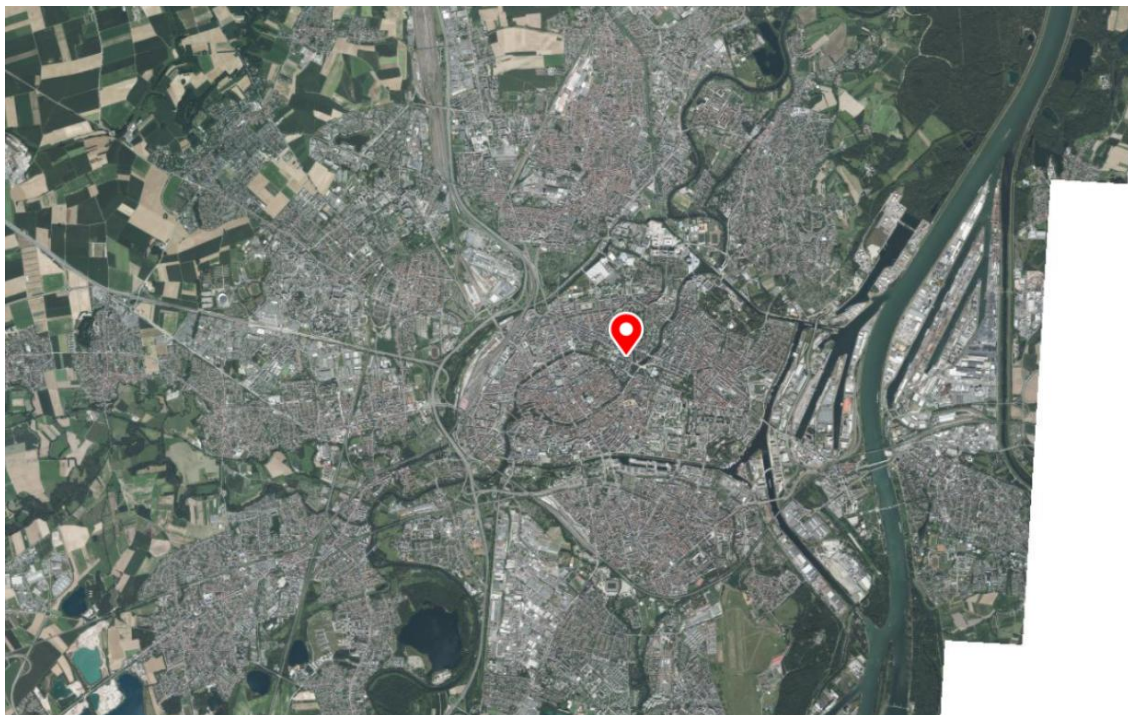


Figure 1 : En rouge : Localisation de l'immeuble à l'échelle de la ville de Strasbourg.

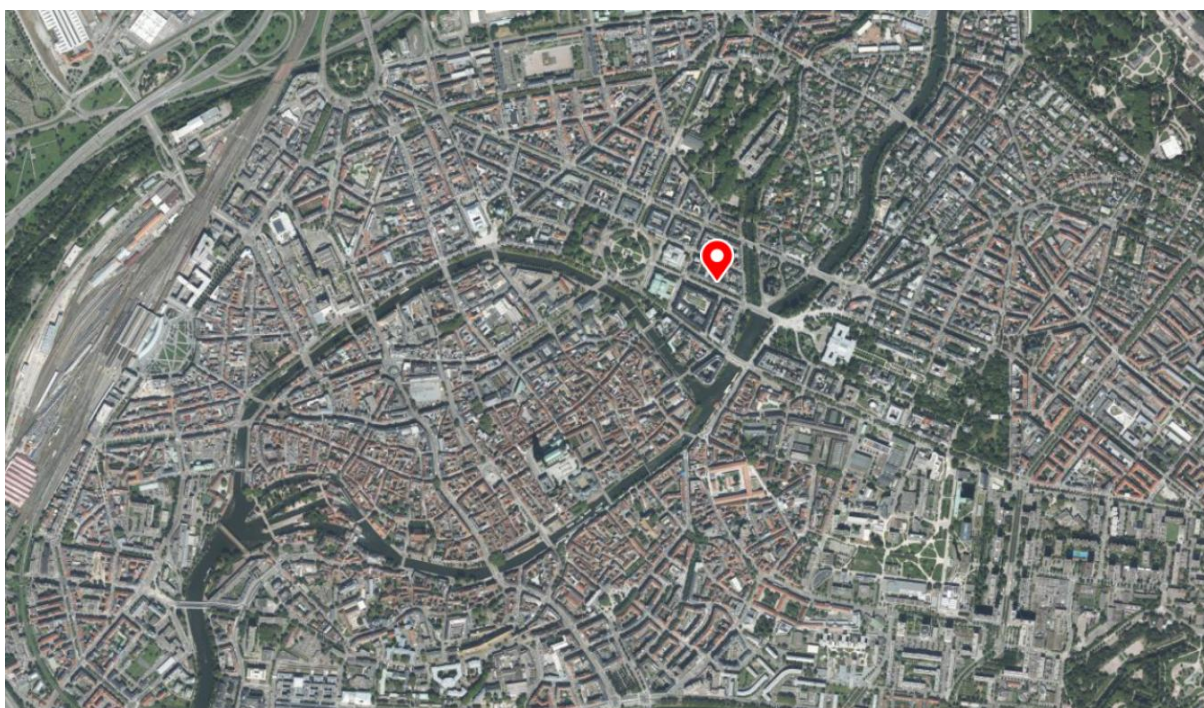


Figure 2 : Localisation de l'immeuble à l'échelle du centre de Strasbourg.

3.2 Historique

La date de construction de l'immeuble objet du présent rapport figure au droit de son entrée principale sur l'avenue de la Liberté. Sa construction est ainsi attribuable à 1892-1893.



Figure 3 : Signature de l'architecte datant la construction de l'immeuble objet du présent rapport.

Des pièces graphiques figurant le projet initial, datées de 1892 et identifiées durant l'intervention de diagnostic sur site, précisent l'état initialement projeté de l'immeuble. Il apparaît ainsi qu'il était notamment prévu, à l'origine, une entrée centrale en complément de l'entrée latérale existante ; la construction de cette entrée centrale ayant vraisemblablement été abandonnée. La circulation centrale, distribuant les deux ailes du bâtiment (nord et sud) présentait également une configuration différente de sa configuration actuelle, en ceci qu'elle n'intégrait notamment pas d'ascenseur.

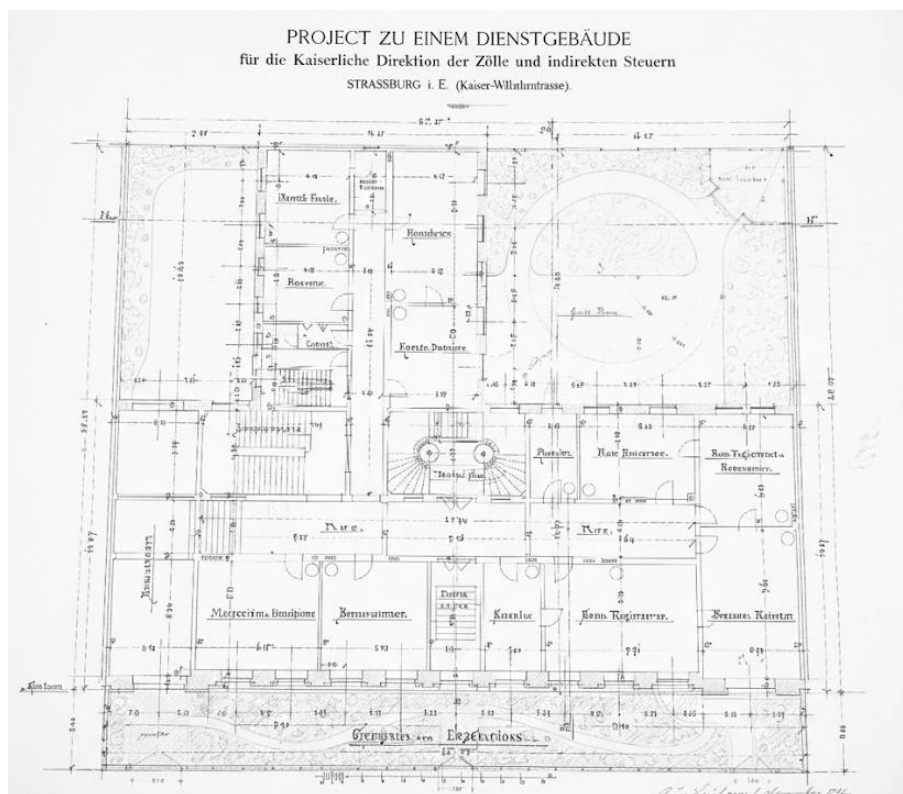


Figure 4 : Plan d'archive daté de 1892 figurant le RDC à l'état projeté. Il apparaît notamment la cage d'escalier originelle ponctuant la circulation centrale ainsi que l'entrée centrale sur l'actuelle Avenue de la Liberté, non-réalisée.

Une comparaison des pièces graphiques d'archive et des ouvrages en présence permet d'identifier une restructuration de la circulation centrale sur toute la hauteur de l'immeuble, au titre de laquelle une cage d'ascenseur a notamment été introduite.

Considérant l'observation d'aciers ronds lisses dans les ouvrages en béton armé participant de la circulation centrale actuelle il est possible d'attribuer cette restructuration à une période antérieure aux années 1960.

3.3 Description des structures de l'ouvrage étudié

L'immeuble sis au 11 avenue de la Liberté, à Strasbourg, présente un plan en « T » dégageant deux ailes dites ci-après « aile sud » et « aile nord ». L'aile sud, principale, est installée sur l'avenue tandis que l'aile nord, secondaire, s'inscrit au centre de la parcelle et sépare deux cours intérieures dans l'îlot. Une circulation centrale, intégrant un vaste palier, une cage d'escalier et une cage d'ascenseur distribue à son tour les deux ailes susmentionnées.

Le sous-sol est occupé par des locaux de stockage, une chaufferie et l'ancien logement du gardien. Les niveaux courants sont occupés par des bureaux attribués aux différents services de la DRDDI tandis que le dernier niveau (R+4), partiellement sous combles, est principalement occupé par des archives.

S'agissant de la structure de l'immeuble, il convient de noter que :

- La charpente est traditionnelle, en bois ;
- Les planchers bas des ailes sont en bois, à simple solivage reprenant un parquet massif ultérieurement, et localement, recouvert d'un linoléum en surface. Les sous-faces présentent quant à elles un bacula (lattis bois et plâtre) et des remplissages en terre-paille ont été identifiés entre les solives. Il convient de noter que, sur la base des coupes d'archives disponibles, il a été identifié des hauteurs de solives $h \approx 0,2m$ dans les étages courants ;
- Il a été observé, au droit d'un local de l'aile nord, en plancher haut du RDC, des poutrelles métalliques reprenant des hourdis de mâchefer - l'ensemble étant attribuable à une restructuration réalisée durant le XX^{ème} siècle ;
- Les hauteurs sous plafonds, dans les étages courants, sont remarquables ($>4,0m$) ;
- Les voiles périphériques, en façade et en intérieur, sont en maçonnerie épaisse appareillée ;
- La circulation centrale présente, suite à sa restructuration, une structure constituée de poutrelles-hourdis en terre-cuite (les poutrelles en terre-cuite formant coffrage d'un béton armé coulé en place ou un ensemble préfabriqué) reprenant les paliers, appuyées sur une poutre principale orientées suivant l'axe est-ouest et elle-même appuyée en tête de poteaux en béton armé ponctuant ladite circulation ;
- Le plancher haut du sous-sol est constitué, au droit de ladite circulation centrale, de dalles en béton armé d'aciers ronds lisses tandis que le reste des planchers hauts sont constitués de poutrelles métalliques reprenant des voûtains de mâchefer. Ces poutrelles sont, localement, sises dans les voiles ou reprises par une poutre moisée en bois appuyées sur des poteaux en brique.

Des photographies, illustrant ces éléments de description de l'immeuble, sont données ci-après.



Figure 5 : Vue d'ensemble de l'immeuble (aile sud) depuis l'avenue de la Liberté.



Figure 6 : Archives sous combles (R+4), ponctées des fermes de charpente.



Figure 7 : Sous-face de la toiture et plancher haut du R+4, au droit de la circulation centrale.



Figure 8 : Local d'archives au R+4.



Figure 9 : Vue de la couverture depuis un vélux, au R+4.



Figure 10 : Toiture et partie supérieure de l'aile nord.

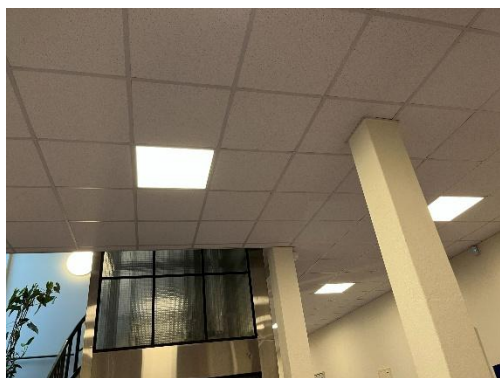


Figure 11 : Poteaux en béton armé et cage d'ascenseur ponctuant la circulation centrale.

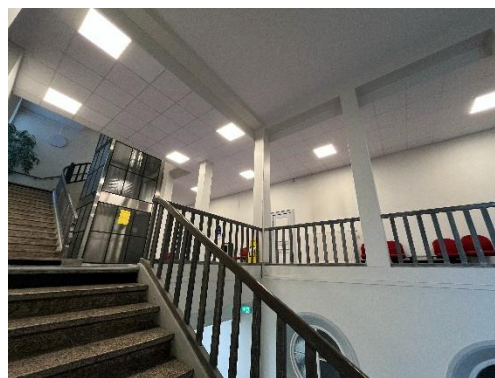


Figure 12 : Arrivée au R+1 depuis l'escalier attribué à la construction d'origine, sur la circulation centrale restructurée.



Figure 13 : Intérieur d'un plancher d'étage courant, présentant une solive, le voligeage en surface et le bacula en sous-face.



Figure 14 : Intérieur d'un plancher d'étage courant, présentant une solive, le remplissage terre-paille en surface et le bacula en sous-face.

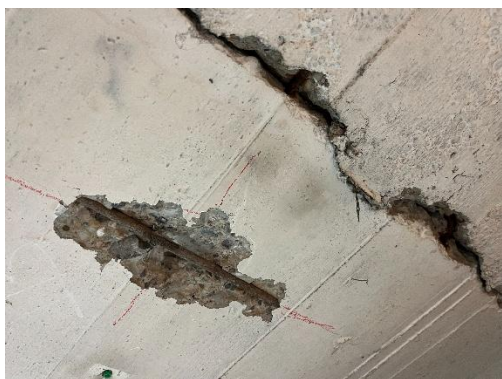


Figure 15 : Dalle en béton armé d'aciers ronds lisses en plancher haut du sous-sol.



Figure 16 : Poutrelles et voûtains appuyés sur une poutre en bois moisée et poteaux en brique, au sous-sol.s



Figure 17 : Poutrelles et voûtains habillés en plancher haut du sous-sol, dans l'ancien logement du gardien.



Figure 18 : Chaufferie, au sous-sol.

4. RECONNAISSANCES STRUCTURELLES

4.1 INSPECTIONS VISUELLES

Il a été réalisé une inspection visuelle de l'ouvrage et des éléments d'ouvrages accessibles/visibles durant l'intervention *in situ*. Il convient, sur ce point, de noter que plusieurs bureaux/locaux n'ont pu être visités en raison de leur occupation.

Un inventaire des désordres concernés, précisant leur localisation assortie de photographies ainsi que d'une proposition succincte d'explication de leur origine est donné ci-après.

4.1.1 Classification des désordres

Les désordres/pathologies structurels visibles/accessibles et jugés pertinents dans la zone d'étude ont été relevés et classés par ordre de gravité suivant les principes du référentiel IQOA (Imagerie Qualité Ouvrage d'art). Ils sont caractérisés par cinq (5) classes, 1, 2, 2E, 3 et 3U, dont les définitions sont rassemblées ci-dessous :

- Classe 1 : partie d'ouvrage en bon état apparent relevant de l'entretien courant.
- Classe 2 : partie d'ouvrage dont la structure est en bon état apparent, mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts, ou dont la structure présente des défauts mineurs, et qui nécessite un entretien spécialisé sans caractère d'urgence.
- Classe 2E : partie d'ouvrage dont la structure est en bon état apparent, mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts, ou dont la structure présente des défauts mineurs, et qui nécessite un entretien spécialisé URGENT, pour prévenir le développement rapide de désordres dans la structure et son classement ultérieur en 3.
- Classe 3 : partie d'ouvrage dont la structure est altérée et qui nécessite des travaux de réparation, mais sans caractère d'urgence.
- Classe 3U : partie d'ouvrage dont la structure est gravement altérée, et qui nécessite des travaux de réparation URGENTS liés à l'insuffisance de capacité portante de l'ouvrage ou à la rapidité d'évolution des désordres pouvant y conduire à brève échéance.

Les travaux d'entretien spécialisé des classes 2 et 2E portent :

- Sur les équipements et les éléments de protection de la structure (peinture, étanchéité).
- Et sur les altérations très localisées et superficielles de la structure dues à son vieillissement (défauts mineurs).

Ce classement des désordres, renforcé par l'expertise et l'expérience des intervenants, sert à établir un avis relatif à l'état général de l'ensemble de la structure (sécurité du personnel, tenue dans le temps...).

L'état de corrosion des éléments métalliques (poteaux, poutres, aciers...) est quant à lui caractérisé et classé par indice de gravité tel que :

Indice	Correspondance
I0	Métal gris. Dégradation nulle, armature intacte
I1	Métal teinté légèrement (rouille). Oxydation superficielle. Pas de formation d'oxyde épais.
I2	Métal rouillé. Présence d'oxyde de fer épais. Perte d'épaisseur peu appréciable du métal.
I3	Métal rouillé. Présence d'oxydes non adhérents et foisonnants. Perte d'épaisseur appréciable du métal.

4.1.2 Localisation des désordres - problématiques de stabilité au feu

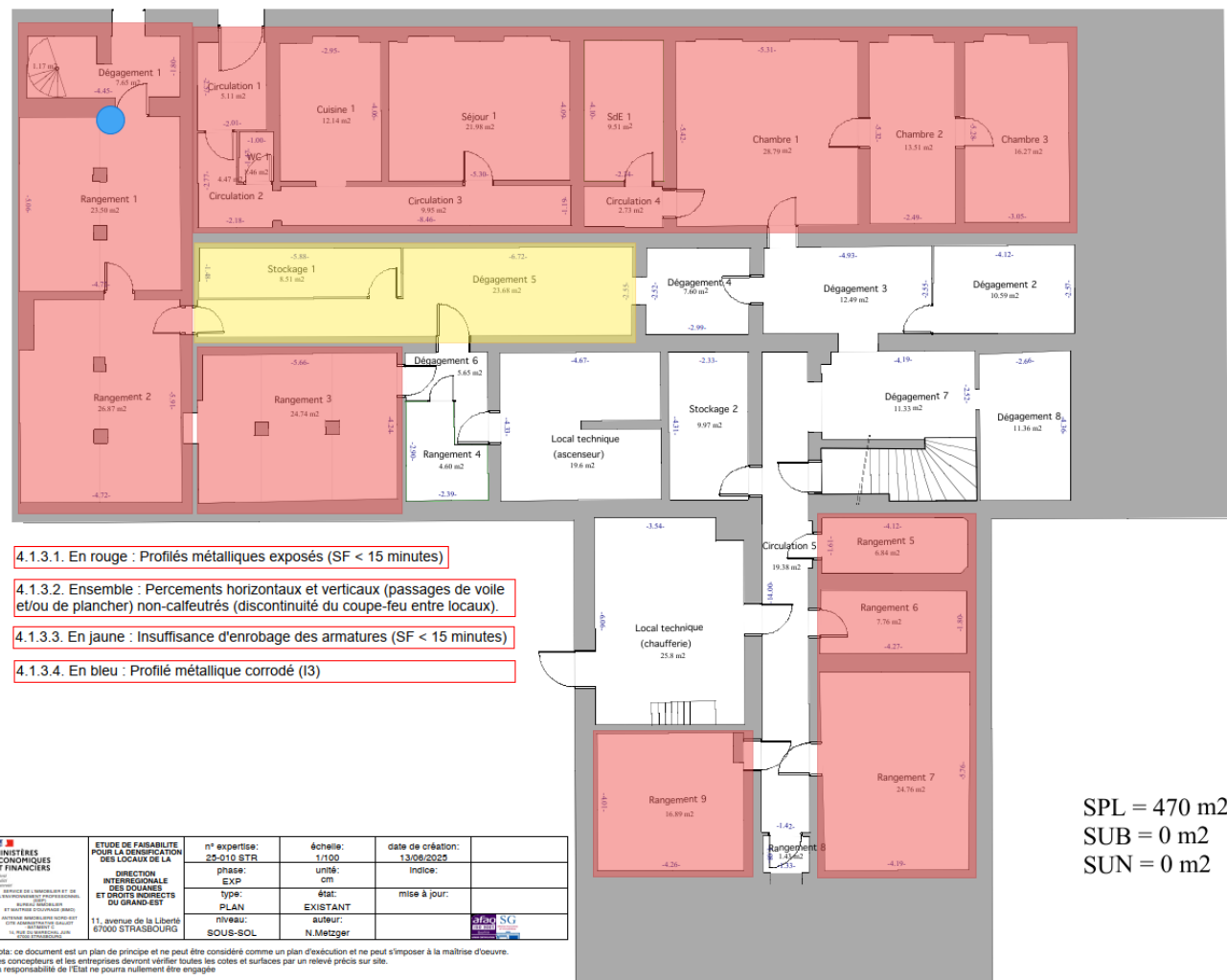


Figure 19 : Localisation des désordres et/ou problématiques de stabilité au feu observés au SS1.



Figure 20 : Localisation des désordres et/ou problématiques de stabilité au feu observés au R+3.



4.1.3 Description des désordres observés - problématiques de stabilité au feu

Description	Photographie	Commentaire
4.1.3.1 SS1 et R+4 Profils métalliques exposés, sans protection au feu (SF < 15 min.)	 Figure 22 : Poutrelles métalliques exposées, en plancher haut du SS1.  Figure 23 : Poutrelle métallique exposée, au R+4.	Il a été observé, dans la majorité des locaux du sous-sol, des poutrelles métalliques constitutives du plancher haut ne présentant pas de protection au feu. Dans ce cadre, leur durée de stabilité au feu est réputée inférieure à 15 minutes. Il a été observé, dans les locaux d'archive sous combles, des poutrelles métalliques formant reprises de charpente et/ou linteaux ne présentant pas de protection au feu. Dans ce cadre, leur durée de stabilité au feu est réputée inférieure à 15 minutes. La problématique observée ne constitue pas un désordre structurel à proprement parler mais justifie la réalisation de travaux de traitement à court terme au sens des exigences de stabilité au feu.

Description	Photographie	Commentaire
4.1.3.2 SS1/RDC et R+4 Percements horizontaux et verticaux non-calfeutrés.	 Figure 24 : Percement horizontal entre locaux, au R+4.  Figure 25 : Percements horizontaux entre locaux, en plancher haut du SS1.	Il a été observé, entre locaux adjacents du sous-sol et du R+4 ou entre locaux superposés du sous-sol et du RDC, des percements horizontaux ou verticaux non-calfeutrés. L'absence de calfeutrement desdits percements crée une discontinuité dans le coupe-feu entre locaux et/ou niveaux. La problématique observée ne constitue pas un désordre structurel à proprement parler mais justifie la réalisation de travaux de traitement à court terme au sens des exigences de stabilité au feu.

Description	Photographie	Commentaire
4.1.3.3 SS1 Enrobages d'armatures insuffisants en plancher haut (SF < 15 min.)	 Figure 26 : Armatures apparentes au droit d'une fissure et très faiblement enrobée au droit d'un sondage destructif.	Il a été observé, en plancher haut du dégagement central au SS1, l'insuffisance d'enrobage des armatures constitutives de la dalle en béton armé. Certains aciers sont à nu au droit de fissures. Il est rappelé que la durée de stabilité au feu des ouvrages en béton armé repose essentiellement sur l'épaisseur de l'enrobage des armatures dans le béton. La problématique observée ne constitue pas un désordre structurel à proprement parler mais justifie la réalisation de travaux de traitement à court terme au sens des exigences de stabilité au feu.

Description	Photographie	Commentaire
4.1.3.4 SS1 Poutrelle métallique corrodée au droit d'un percement	 Figure 27 : Poutrelle métallique corrodée au droit d'un percement vertical.	Il a été observé, en plancher haut du SS1 dans le local de « Rangement 1 », une poutrelle corrodée au droit d'un percement vertical. La corrosion de la poutrelle est attribuable, en première approche, à une fuite du réseau circulant dans le percement concerné. <u>Classe de désordre : 3</u> La structure est altérée et nécessite des travaux de réparation, mais sans caractère d'urgence. <u>Classe de corrosion : I3</u>

Description	Photographie	Commentaire
4.1.3.5 R+3 Fissure verticale au droit d'un voile	 Figure 28 : Fissure vertical au droit d'un voile, au R+3.	Il a été observé, au droit d'un voile sur la circulation centrale, au R+3, une fissure verticale parallèle au jambage de la porte. Classe de désordre : 3 La structure est altérée et nécessite des travaux de réparation, mais sans caractère d'urgence.

4.2 RÉSULTATS DES SONDAGES NON-DESTRUCTIFS, DESTRUCTIFS ET RELEVÉS

4.2.1 Méthodologie

Dans le cadre de l'intervention *in situ*, il a été réalisé une campagne de sondages non-destructifs au moyen de passages linéaires au RADAR *StructureScan*.

Seize sondages destructifs ont été réalisés. Les ouvrages concernés sont :

- Le plancher bas du R+4, à raison de 1 sondage ;
- Le plancher haut du R+3, à raison de 3 sondages ;
- Le plancher haut du R+2, à raison de 5 sondages ;
- Le plancher haut du R+1, à raison de 2 sondages ;
- Le plancher haut du RDC, à raison de 2 sondages ;
- Le plancher haut du SS1, à raison de 3 sondages ;

L'objectif des sondages réalisés sur l'ouvrage et présentés ci-après est de mesurer/relever :

- La présence d'éventuels vides ou d'éventuelles anomalies ;
- L'épaisseur des éléments sondés d'ouvrages et leur composition ;
- Les dimensions et la nature des éléments rencontrés (selon zone) ;
- Pour le béton armé, le diamètre des armatures, leur enrobage, leur état de corrosion et leur espacement ;

Les investigations (visuelles et destructives) réalisées dans le but de la reconnaissance structurelle de la zone concernée sont répertoriées et présentées dans les tableaux ci-après.

Les radargrammes présentés dans l'ensemble des tableaux suivants constituent des relevés radar brut, c'est-à-dire sans traitement particuliers *a posteriori* (constante diélectrique, migration, bruit de fond, ...). Les radargrammes sont présentés lorsqu'ils sont exploitables. Sous ce rapport, la majorité des planchers étudiés présentaient des complexes (lattis, tasseaux perpendiculaires, remplissage d'épaisseur variable...) qui ont brouillé les signaux radar.

Des relevés géométriques d'éléments d'ouvrage apparents ont également été réalisés, en particulier au droit de la charpente. Ces relevés sont répertoriés et présentés dans les tableaux ci-après.

4.2.2 Position des sondages et relevés

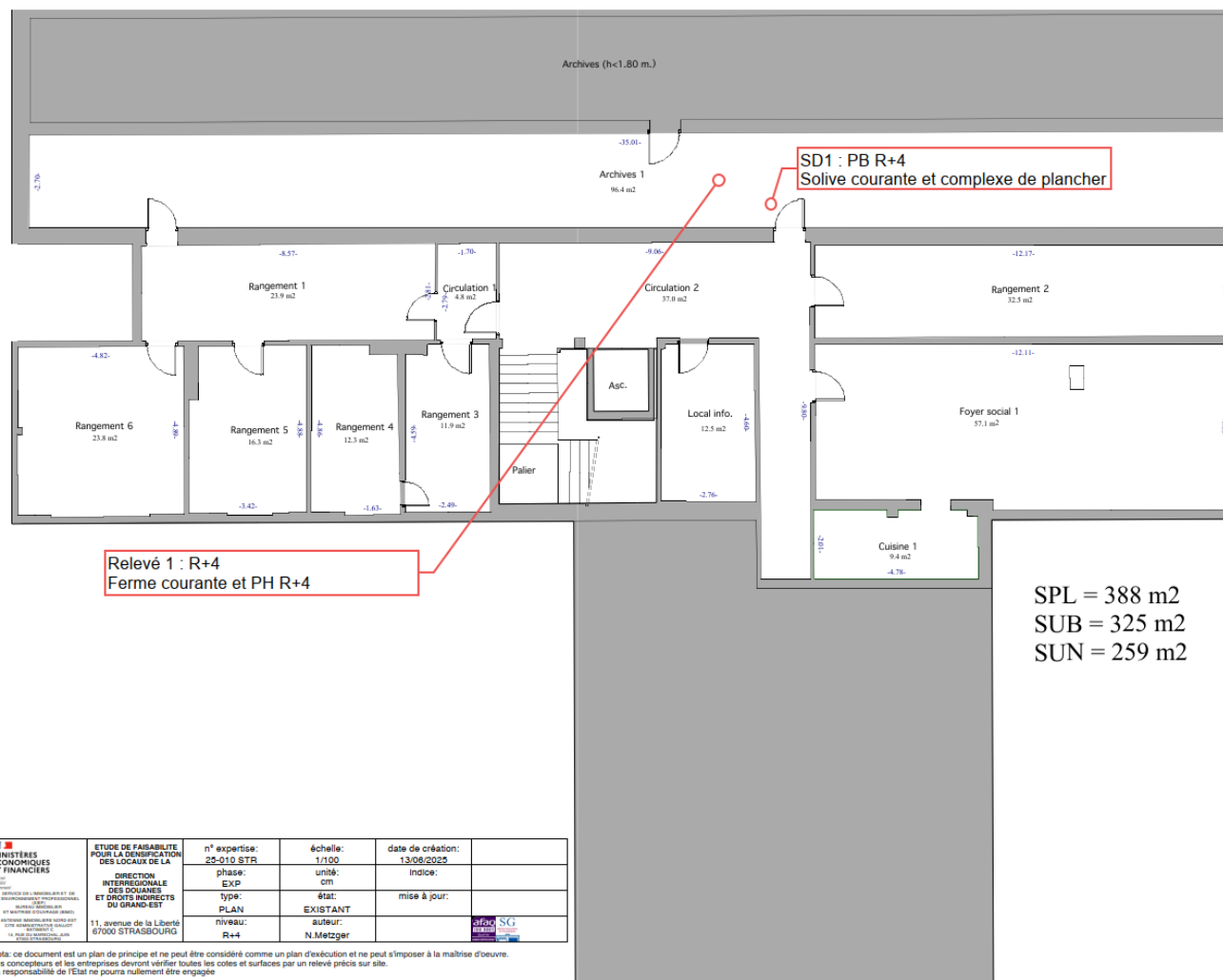


Figure 29 : Position des relevés et sondages destructifs réalisés au R+4.

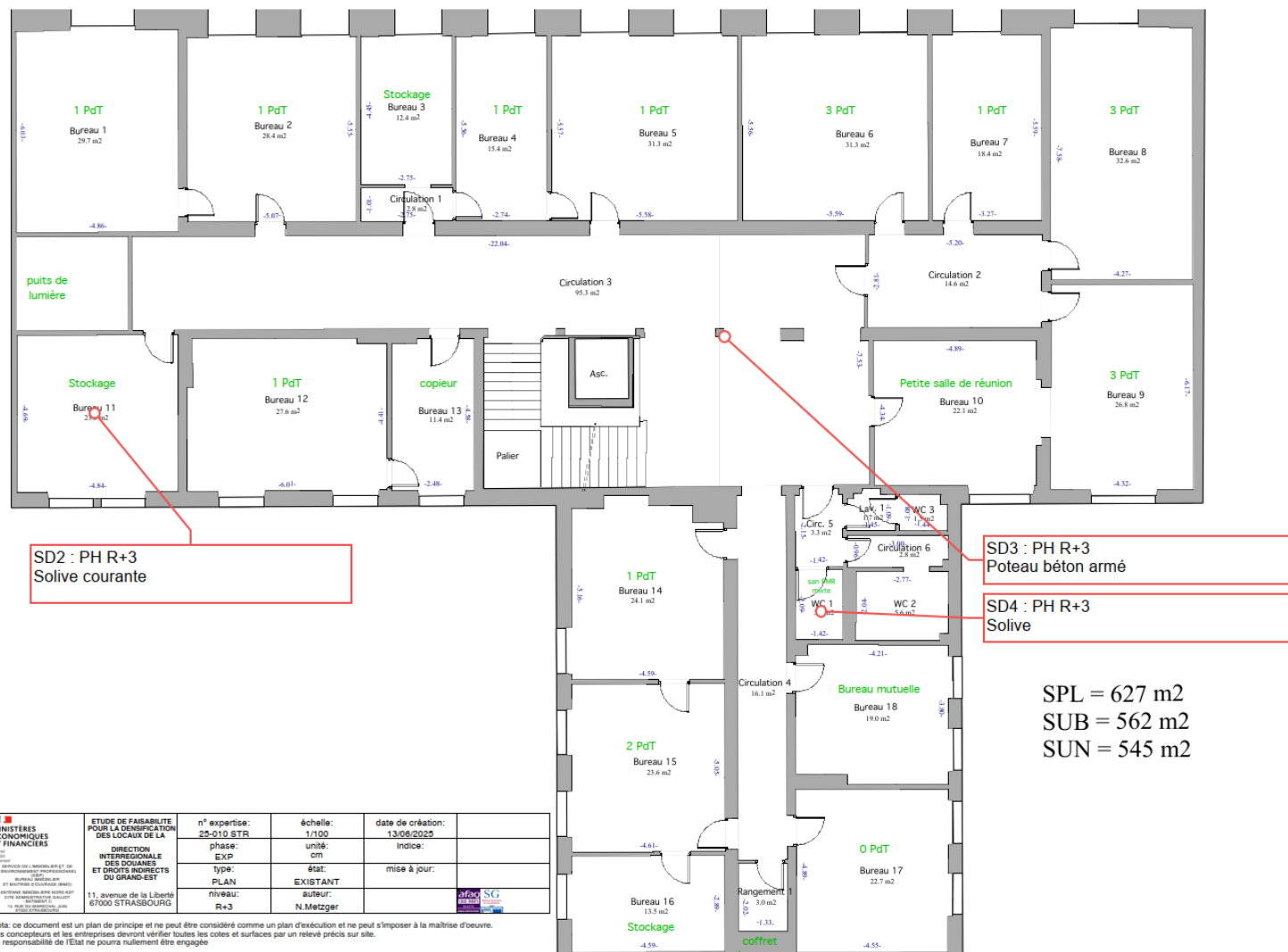


Figure 30 : Position des sondages destructifs réalisés au R+3.

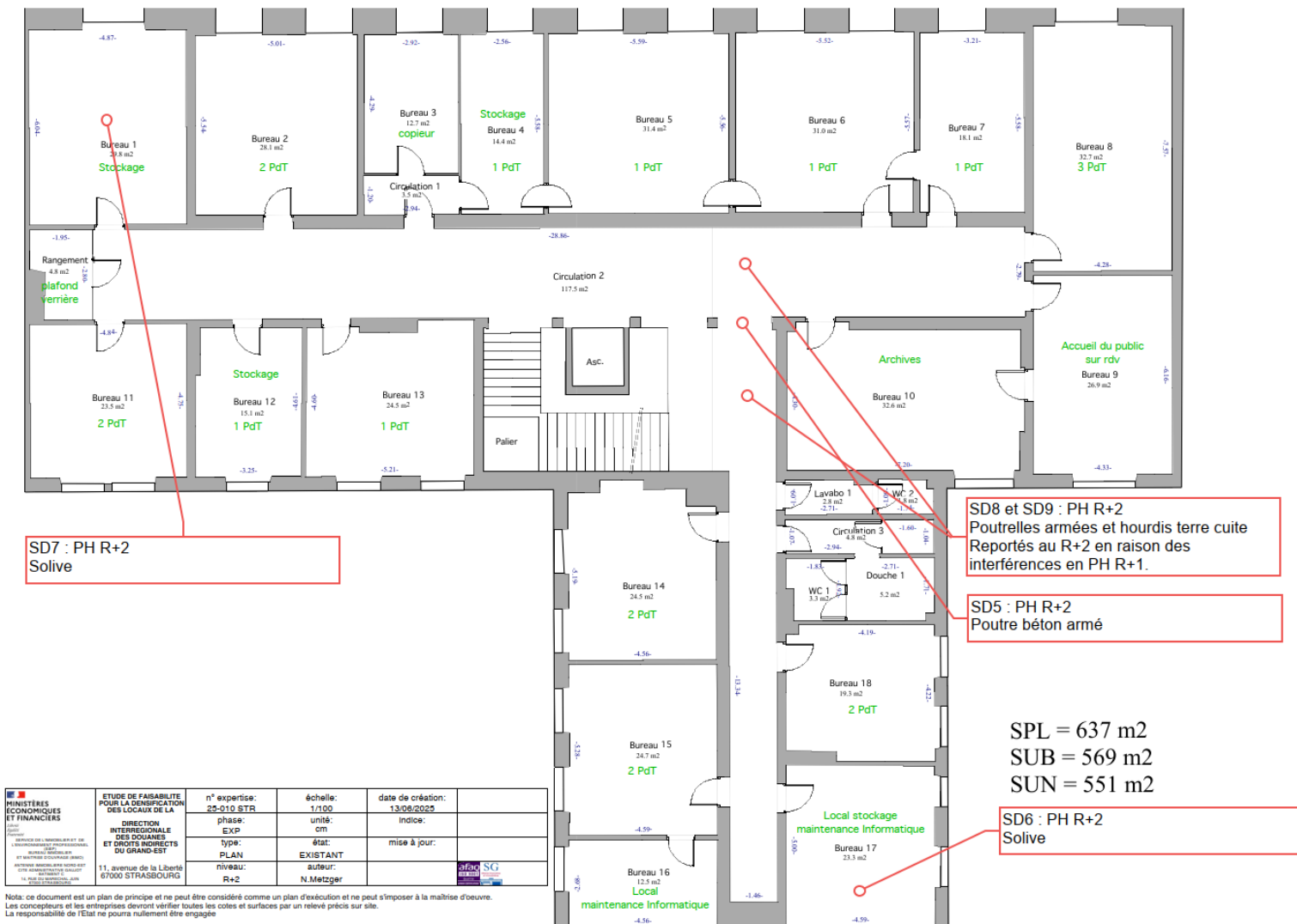


Figure 31 : Position des sondages destructifs réalisés au R+2.

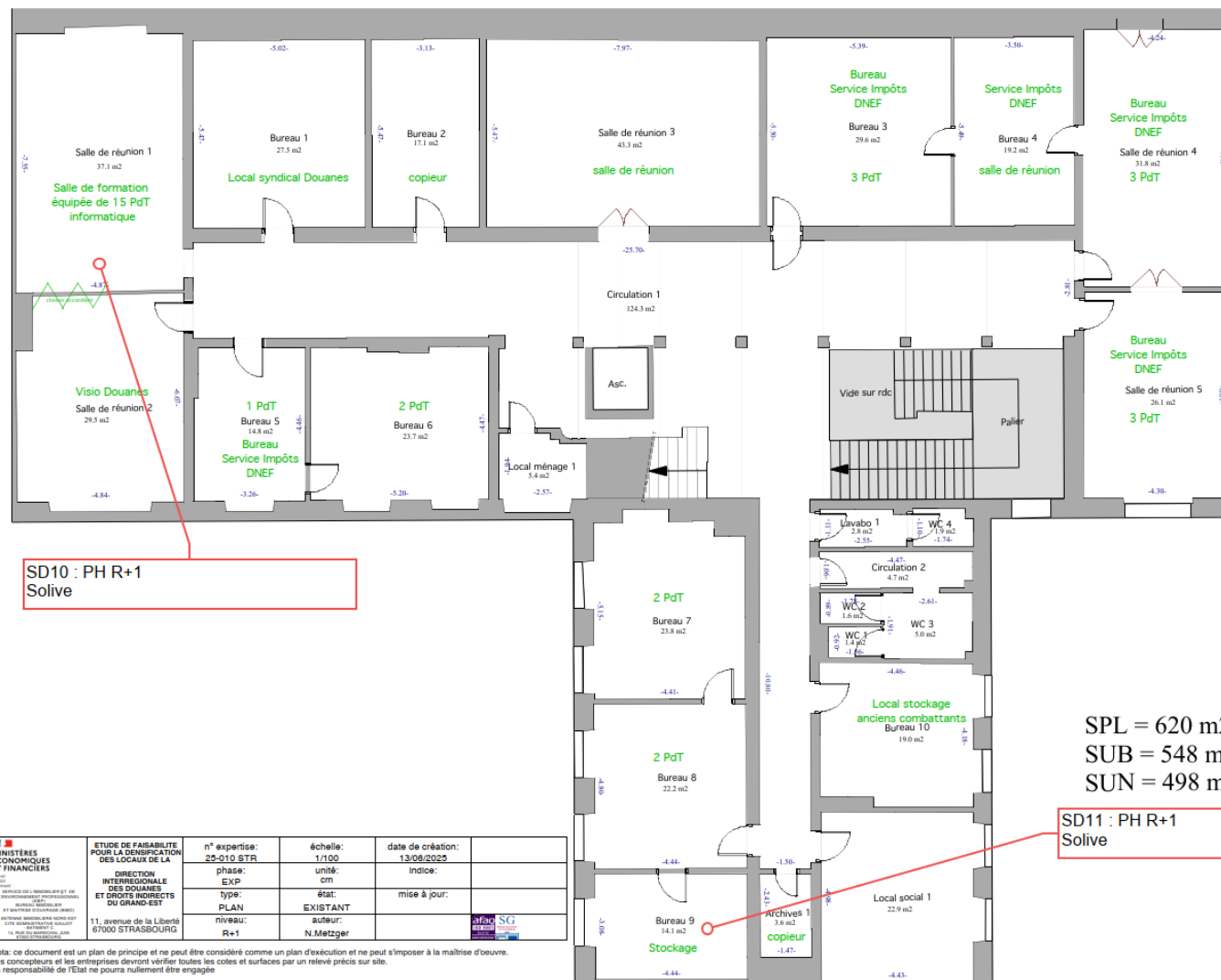


Figure 32 : Position des sondages destructifs réalisés au R+1.

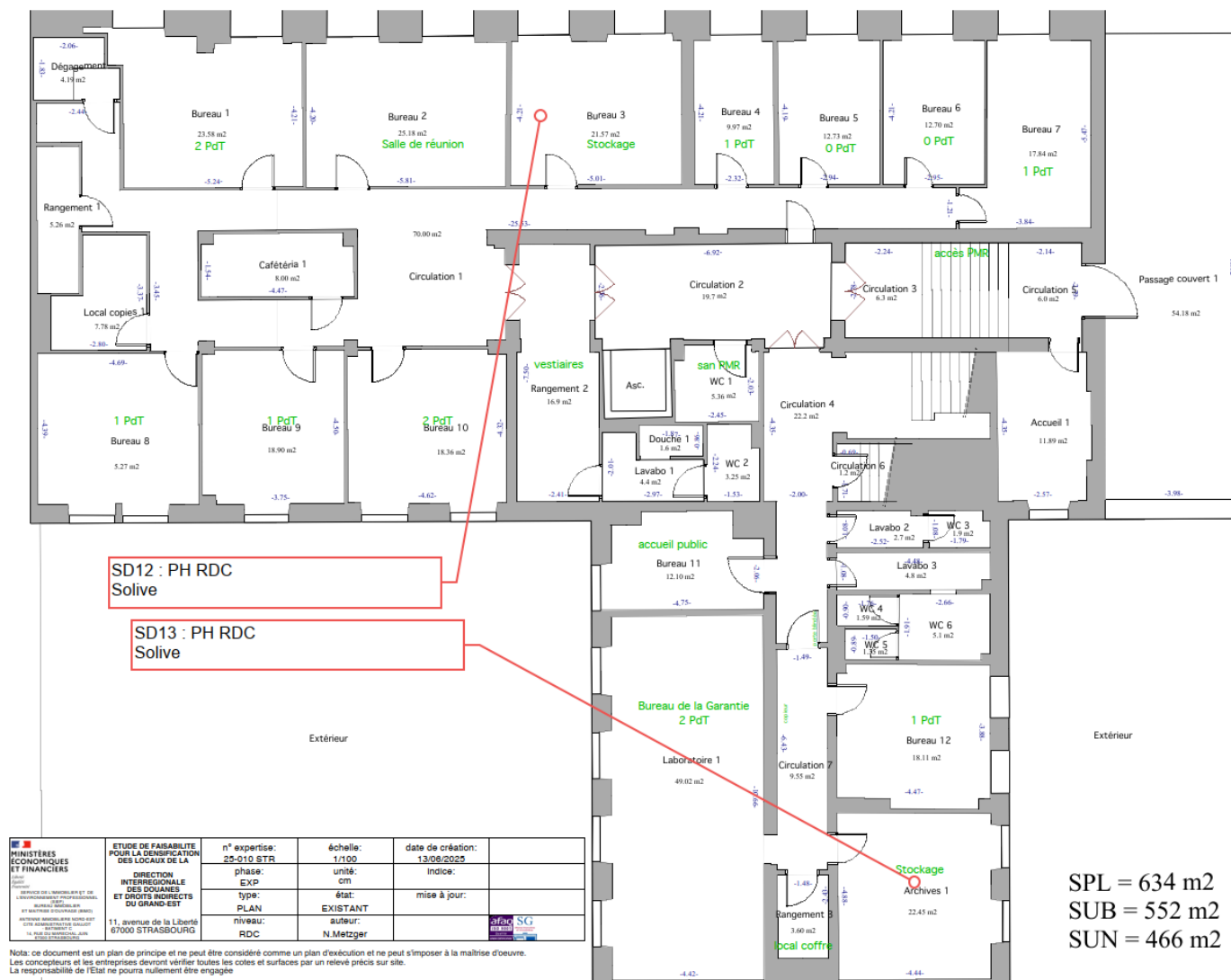


Figure 33 : Position des sondages destructifs réalisés au RDC.

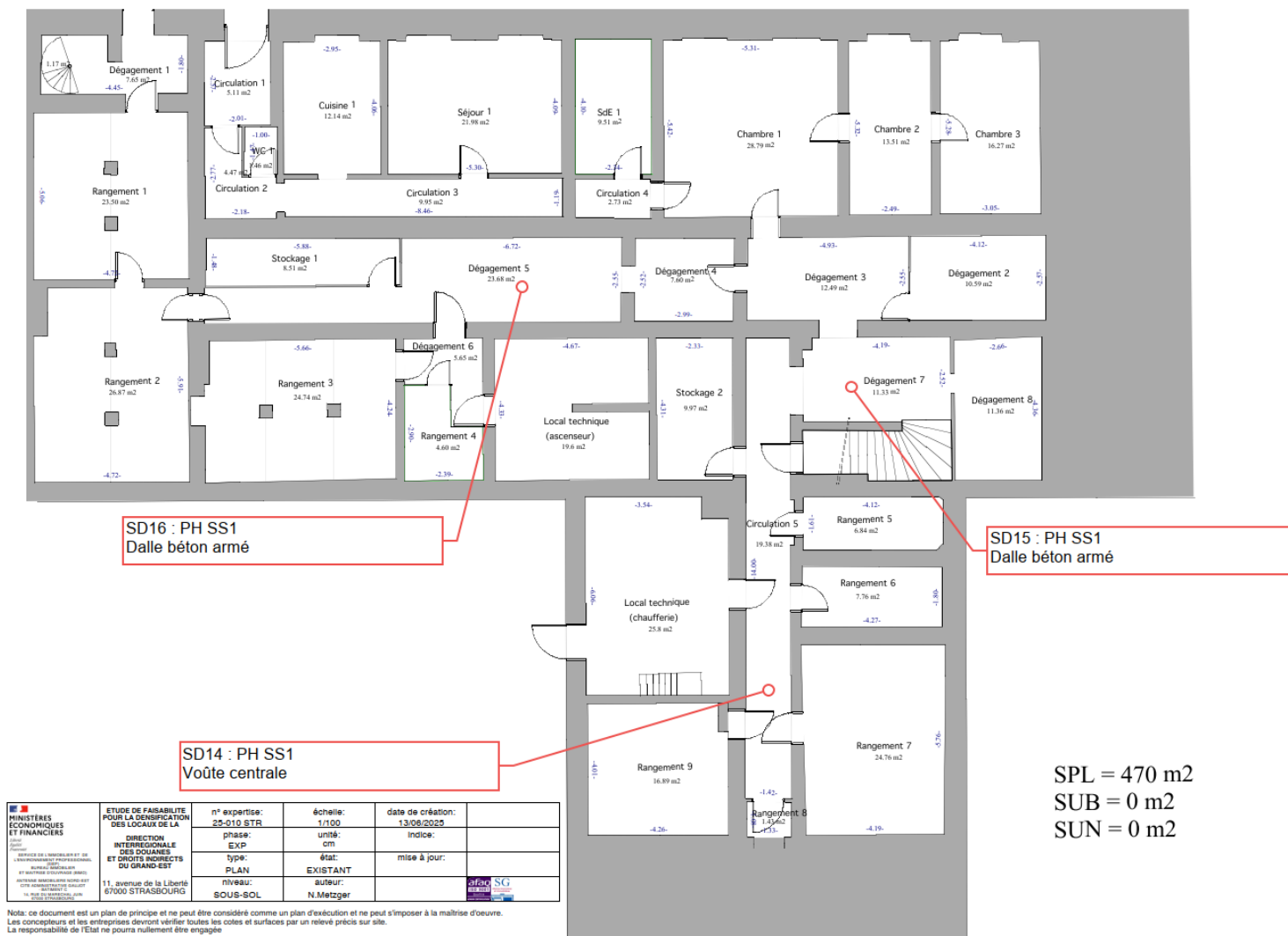


Figure 34 : Position des sondages destructifs réalisés au SS1

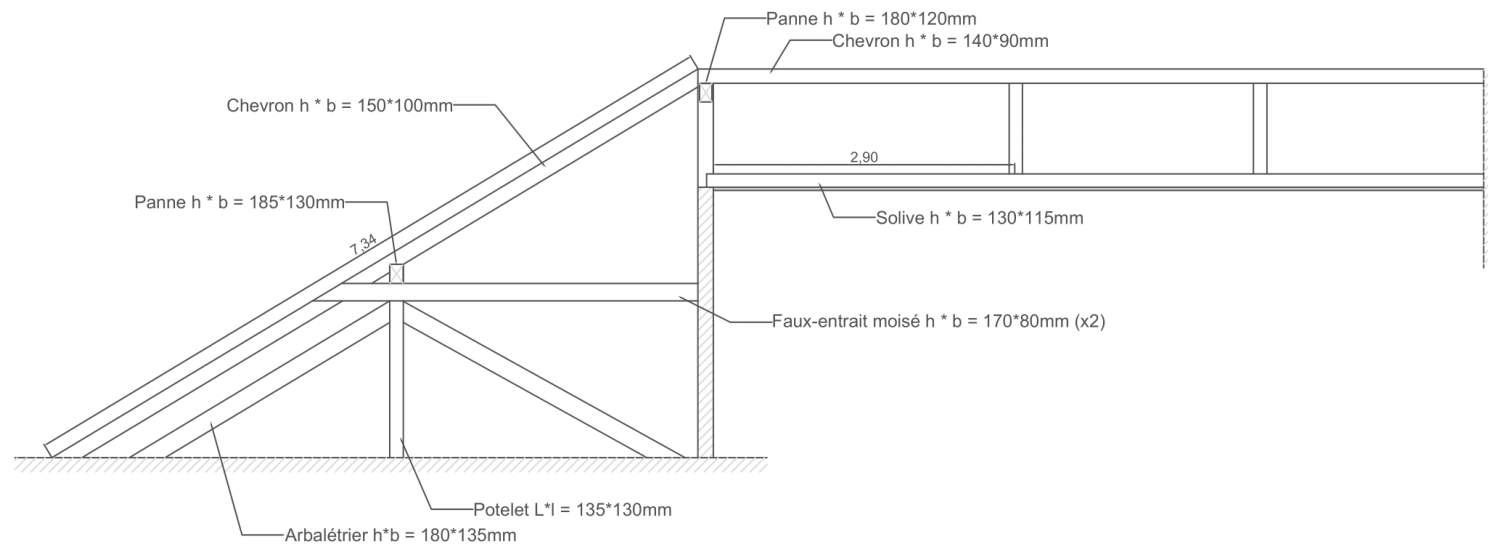
4.2.3 Résultats des sondages non-destructifs, destructifs et relevés

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
Relevé 1 Locaux sous combles au R+4 Ferme courante de charpente et plancher haut du R+4 sur le dégagement central	 Figure 35 : Local d'archives sous combles, au R+4.  Figure 36 : Plancher haut du R+4 et sous-face du voligeage support de couverture.	Il a été observé : - Des chevrons courants, constitutifs du versant biais sud, de section $h * b = 150 * 100mm$ environ et d'entraxe $e = 820mm$ environ ; - Une panne courante de section $h * n = 185 * 130mm$ environ ; - Un potelet, reprenant ladite panne courante, de section $L * l = 135 * 130mm$ environ ; - Un arbalétrier et une contrefiche de section $h * b = 180 * 135mm$; - Un faux-entrait moisé de section $h * b = 170 * 80mm (* 2)$ environ ; - À l'intersection du versant biais sud et de la partie droite de toiture, une panne de section $h * b = 180 * 120mm$ environ ; - En partie droite de toiture, des chevrons courants de section $h * b = 140 * 90mm$; - En plancher haut du R+4, des solives de section $h * b = 130 * 115mm$ environ et d'entraxe $560mm$ environ ;

Coupe de synthèse - côtes en [mm]

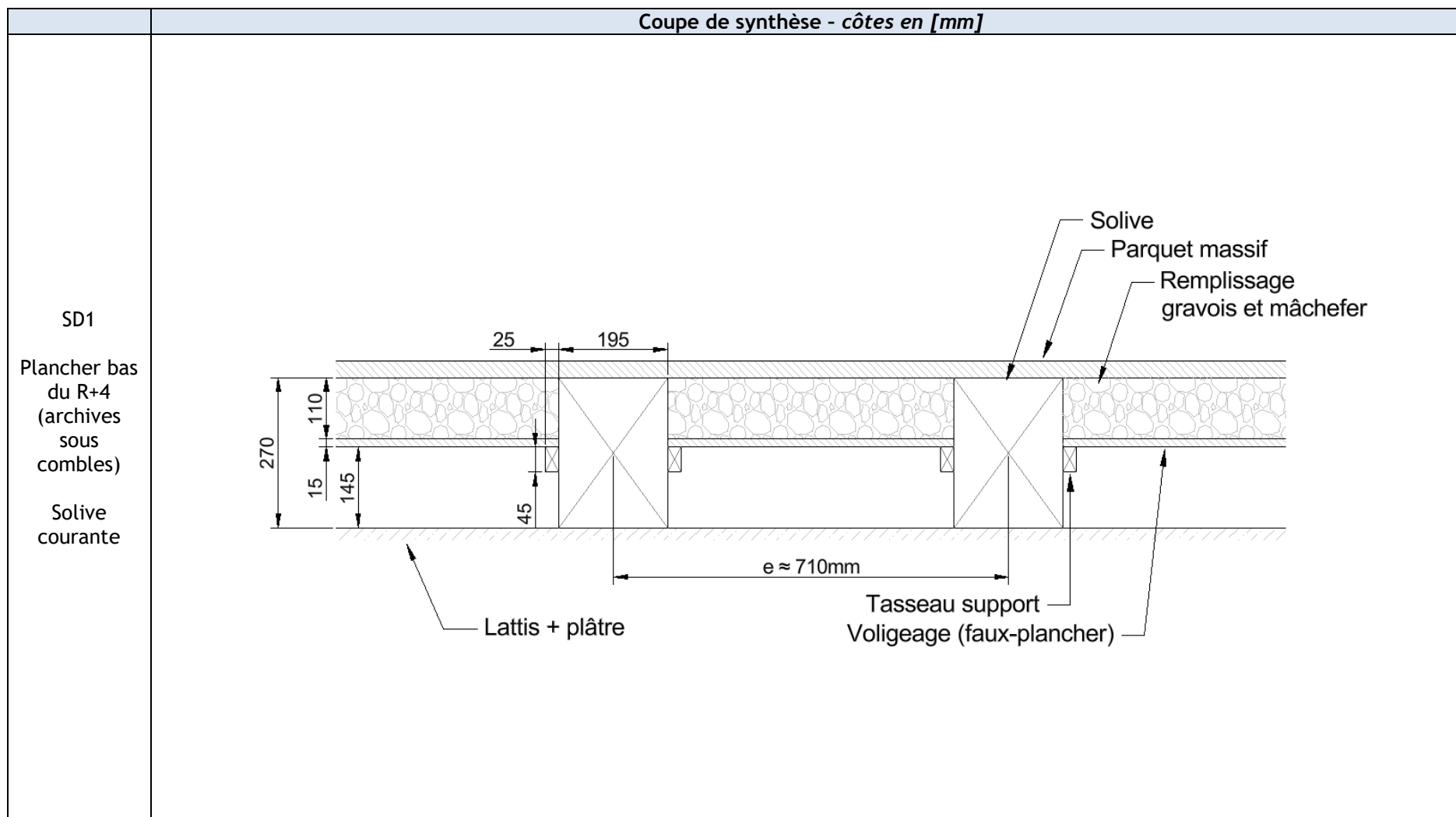
Relevé 1
Locaux sous
combles au
R+4

Ferme
courante de
charpente et
plancher
haut du R+4
sur le
dégagement
central)

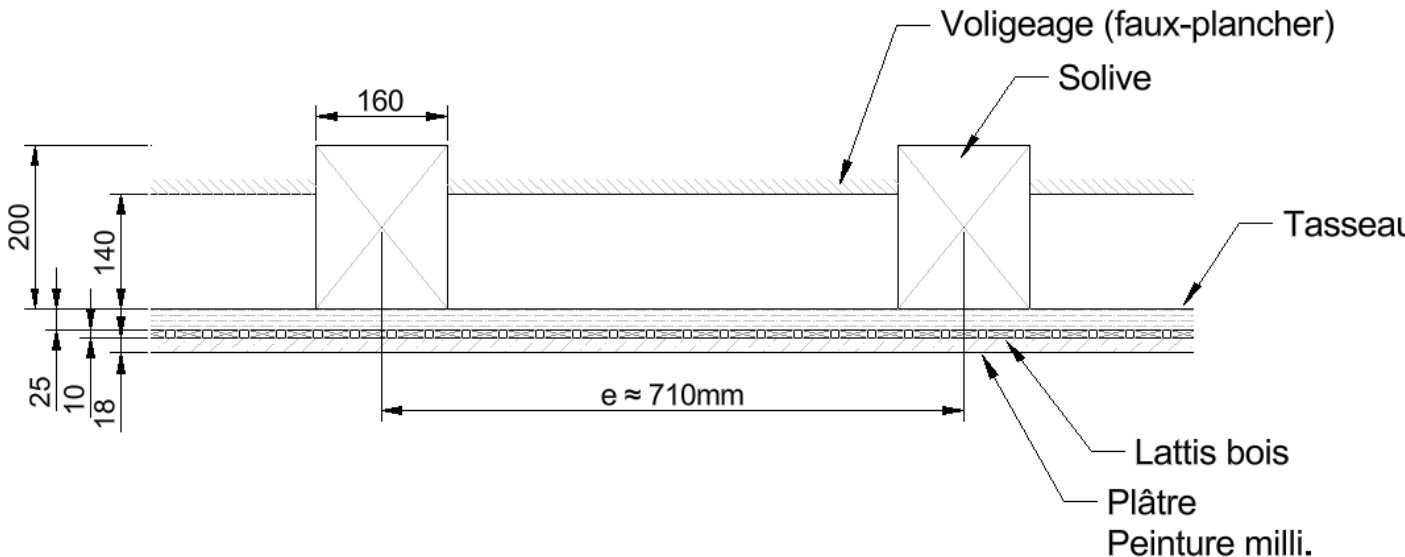


N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD1 Plancher bas du R+4 (archives sous combles) Solive courante		Il a été observé : - Un parquet massif d'épaisseur $e = 30mm$; - Des solives de section $h * b = 195 * 270mm$ environ et d'entraxe $e = 710mm$ environ ; - Un horizon de remplissage constitué de gravats et de mâchefer, entre les solives, d'épaisseur $e = 110mm$ environ ; - En sous-face du remplissage, un voligeage d'épaisseur $e = 15mm$ environ, repris sur des tasseaux fixés au droit des solives, de section $h * b = 45 * 25mm$ environ ; - En sous-face des solives, un lattes bois et du plâtre ;

Coupe de synthèse - côtes en [mm]



N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD2 Plancher haut du R+3 (aile sud) Solive courante		Il a été observé : - Un horizon de plâtre d'épaisseur $e = 18mm$ environ repris sur un lattes bois constitué de lattes de section $h * b = 10 * 35mm$; - Un tasseau supportant le lattes, de section $h * b = 25 * 45mm$ environ et repris en sous-face des solives ; - Des solives de section $h * b = 200 * 160mm$ environ et d'entraxe $e = 710mm$ environ ; - À la hauteur de 140mm au droit des solives, un voligeage constitutif d'un faux-plancher ;

Coupe de synthèse - côtes en [mm]	
SD2 Plancher haut du R+3 (aile sud) Solive courante	

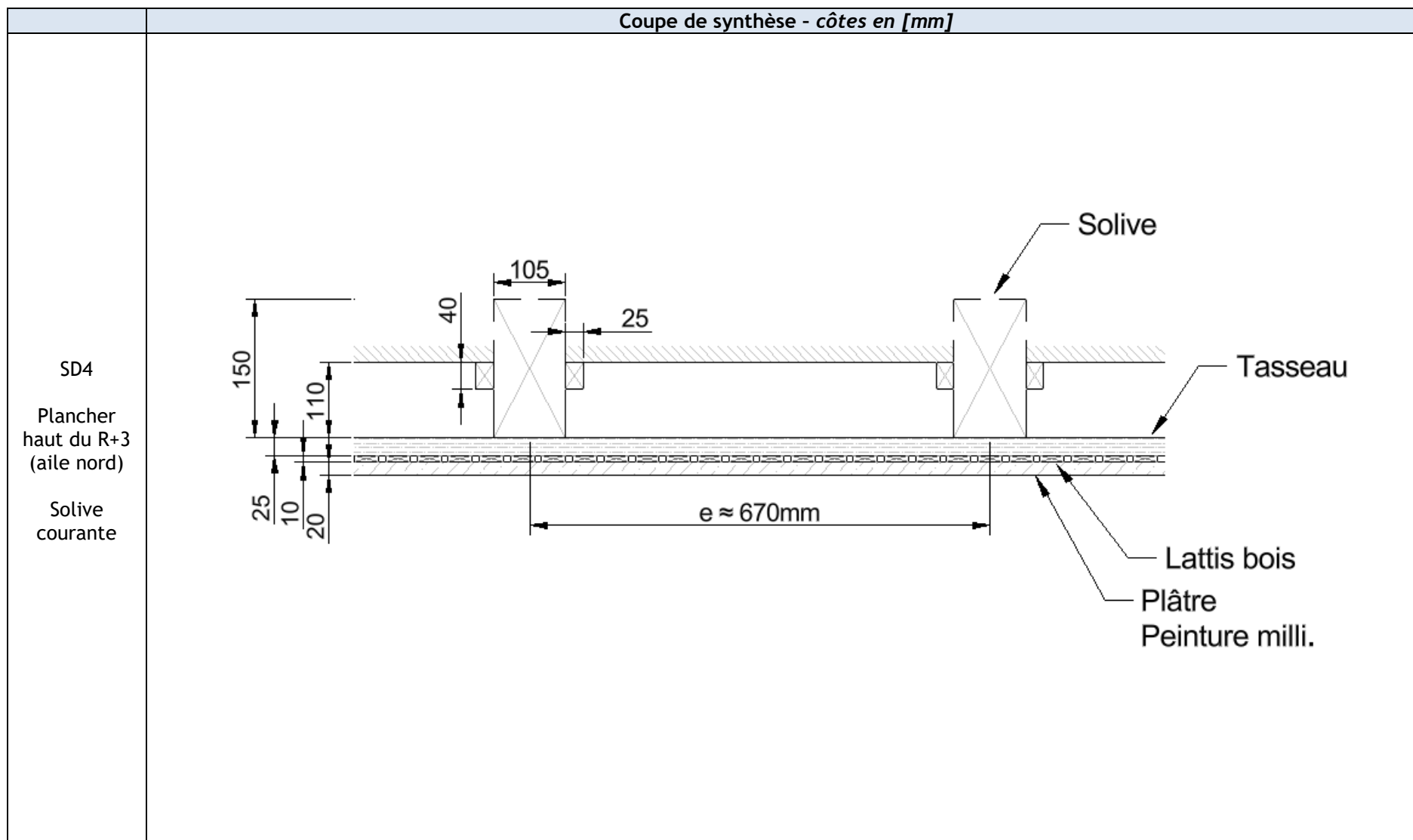
N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD3 Plancher haut du R+3 (circulation centrale) Poteau BA courant		Il a été observé : - Une peinture blanche d'épaisseur millimétrique ; - Un enduit de ciment gris d'épaisseur $e = 5mm$ environ ; - Un poteau en béton armé de section carrée $L * l = 250 * 250mm$ environ ; - Dans le poteau, des cadres en acier rond lisse RL6 ; - Dans le poteau, un acier vertical rond lisse RL12, présentant sur un côté un enrobage $c = 35mm$ environ et sur un autre côté un enrobage $c = 55mm$ environ ; <u>Indice de corrosion des aciers : I1</u>

Plan de synthèse - côtes en [mm]

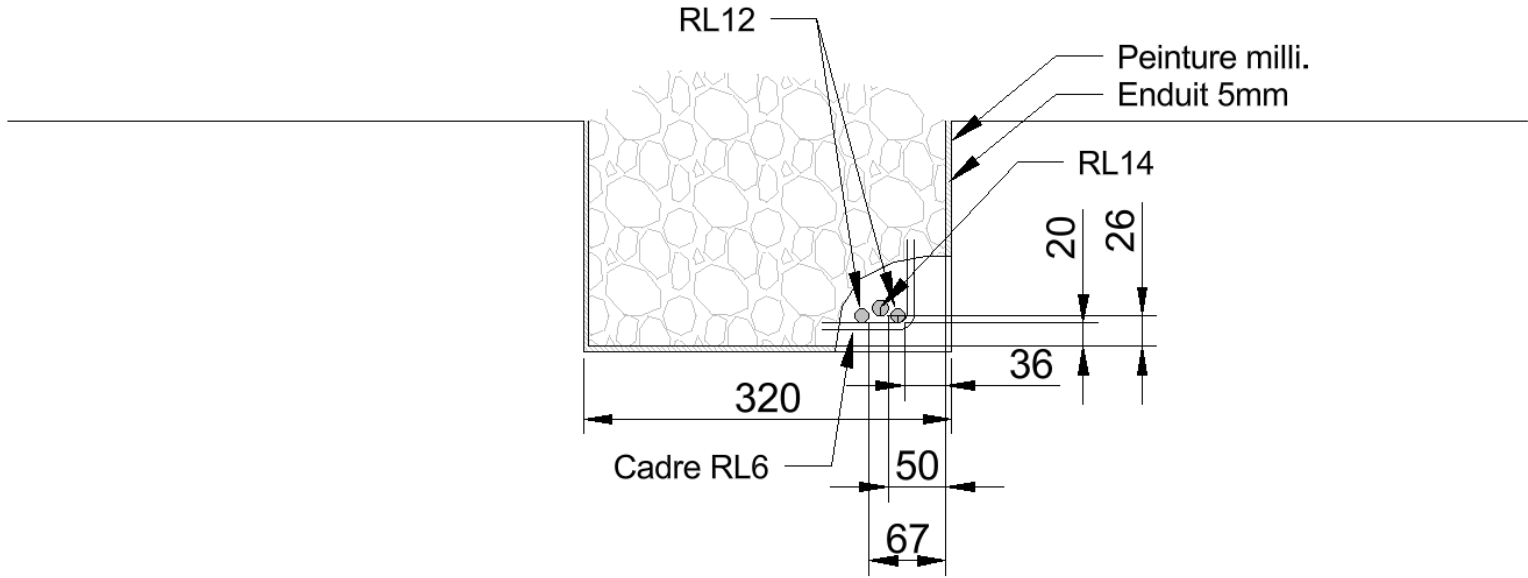
SD3 Plancher haut du R+3 (circulation centrale) Poteau BA courant	
--	--

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD4 Plancher haut du R+3 (aile nord) Solive courante		Il a été observé : - Un horizon de plâtre d'épaisseur $e = 20mm$ environ repris sur un lattes bois constitué de lattes de section $h * b = 10 * 35mm$; - Un tasseau supportant le lattes, de section $h * b = 25 * 45mm$ environ et repris en sous-face des solives ; - Des solives de section $h * b = 150 * 105mm$ environ et d'entraxe $e = 670mm$ environ ; - À la hauteur de 110mm au droit des solives, un voligeage constitutif d'un faux-plancher repris sur des tasseaux de section $h * b = 40 * 25mm$ environ ;

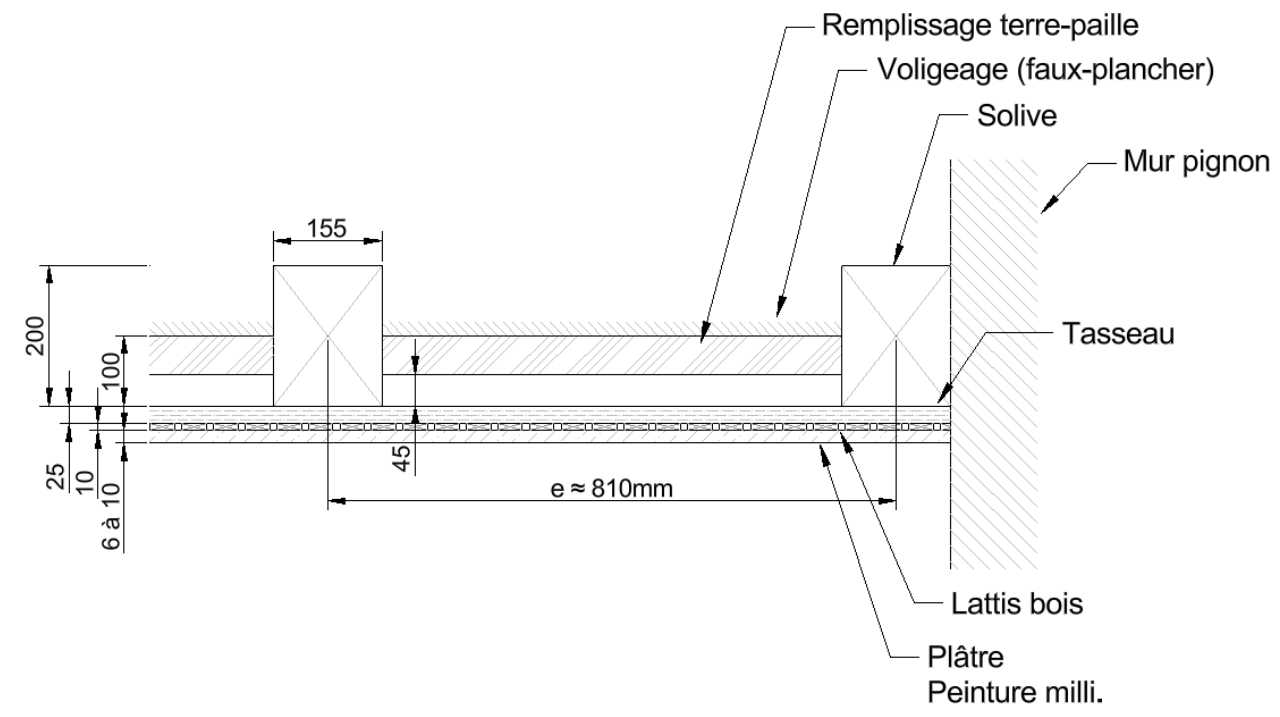
Coupe de synthèse - côtes en [mm]



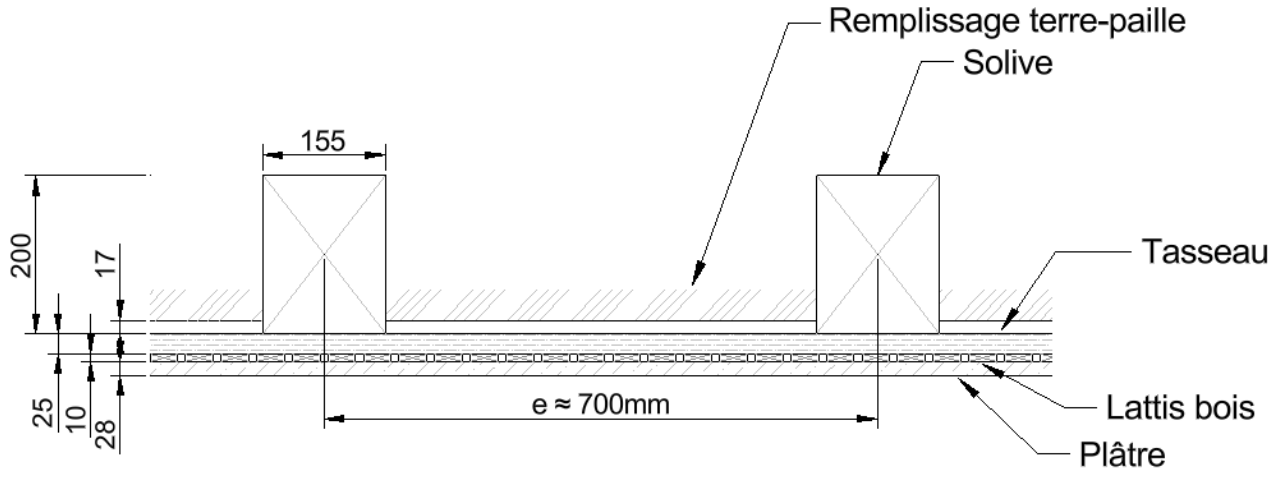
N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD5 Plancher haut du R+2 (circulation centrale) Poutre BA		Il a été observé : - Une peinture blanche d'épaisseur millimétrique ; - Un enduit de ciment gris d'épaisseur $e = 5mm$ environ ; - Une poutre en béton armé de section $h * b = 195 * 310mm$ environ ; - Dans la poutre, un cadre en acier rond lisse RL6 ; - Dans la poutre, un premier acier longitudinal RL12 d'enrobage horizontal $c = 36mm$ et d'enrobage vertical $20mm$; - Dans la poutre, un deuxième acier longitudinal RL14 d'enrobage horizontal $c = 50mm$ et d'enrobage vertical $26mm$; - Dans la poutre, un troisième acier longitudinal RL12 d'enrobage horizontal $c = 67mm$ et d'enrobage vertical $20mm$; <u>Indice de corrosion des aciers : I1</u>

	Coupe de synthèse - côtes en [mm]
SD5 Plancher haut du R+2 (circulation centrale) Poutre BA	 The diagram illustrates a cross-section of a floor slab (SD5) supported by a concrete beam (Poutre BA). The slab is shown with a textured pattern representing aggregate. Key dimensions and components are labeled: RL12: Reinforcement bar at the top of the slab. Peinture milli.: Millimeter paint. Enduit 5mm: 5mm thick plaster. RL14: Reinforcement bar at the bottom of the slab. 20: Vertical dimension from the top of the slab to the center of RL14. 26: Vertical dimension from the bottom of the slab to the center of RL14. 36: Vertical dimension from the top of the slab to the center of RL12. 320: Horizontal dimension from the left edge of the slab to the center of RL12. Cadre RL6: Reinforcement bar at the bottom of the slab. 50: Horizontal dimension from the center of RL12 to the center of RL6. 67: Horizontal dimension from the center of RL12 to the right edge of the slab.

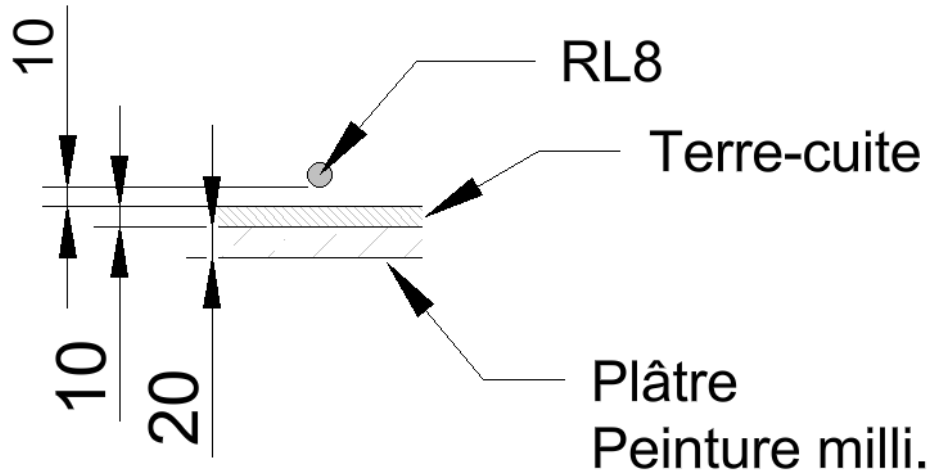
N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD6 Plancher haut du R+2 (aile nord) Solive courante		Il a été observé : - Un horizon de plâtre d'épaisseur $6 \leq e \leq 10mm$ environ repris sur un lattes bois constitué de lattes de section $h * b = 10 * 35mm$; - Un tasseau supportant le lattes, de section $h * b = 25 * 45mm$ environ et repris en sous-face des solives ; - Des solives de section $h * b = 200 * 155mm$ environ et d'entraxe $e = 810mm$ environ ; - À la hauteur de 100mm au droit des solives, un voligeage constitutif d'un faux-plancher ; - En sous-face dudit voligeage, un horizon de remplissage entre solives de terre-paille ;

Coupe de synthèse - côtes en [mm]	
SD6 Plancher haut du R+2 (aile nord) Solive courante	

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD7 Plancher haut du R+2 (aile sud) Solive courante		Il a été observé : - Un horizon de plâtre d'épaisseur $e = 28mm$ environ repris sur un lattis bois constitué de lattes de section $h * b = 10 * 35mm$; - Un tasseau supportant le lattis, de section $h * b = 25 * 45mm$ environ et repris en sous-face des solives ; - Des solives de section $h * b = 200 * 155mm$ environ et d'entraxe $e = 700mm$ environ ; - Un horizon de remplissage entre solives de terre-paille ;

	Coupe de synthèse - côtes en [mm]
SD7 Plancher haut du R+2 (aile sud) Solive courante	 Remplissage terre-paille Solive Tasseau Lattis bois Plâtre Peinture milli. 155 200 17 25 10 28 $e \approx 700\text{mm}$

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD8 et SD9 Plancher haut du R+2 (circulation centrale) Poutrelle BA coffrée en terre-cuite		Il a été observé : - Une peinture blanche millimétrique ; - Un horizon de plâtre d'épaisseur $e = 20mm$ environ ; - Une poutrelle creuse en terre-cuite formant coffrage et reprenant des hourdis creux en terre-cuite. L'épaisseur de terre-cuite à l'intrados est $e = 10mm$ environ ; - Dans la poutrelle, un acier rond lisse RL8 à la profondeur $p = 10mm$ environ ; Il a été observé des défauts de répartition du béton normalement coulé dans la poutrelle, de sorte que les aciers observés présentaient, localement, un enrobage nul. <u>Indice de corrosion des aciers : I2</u>

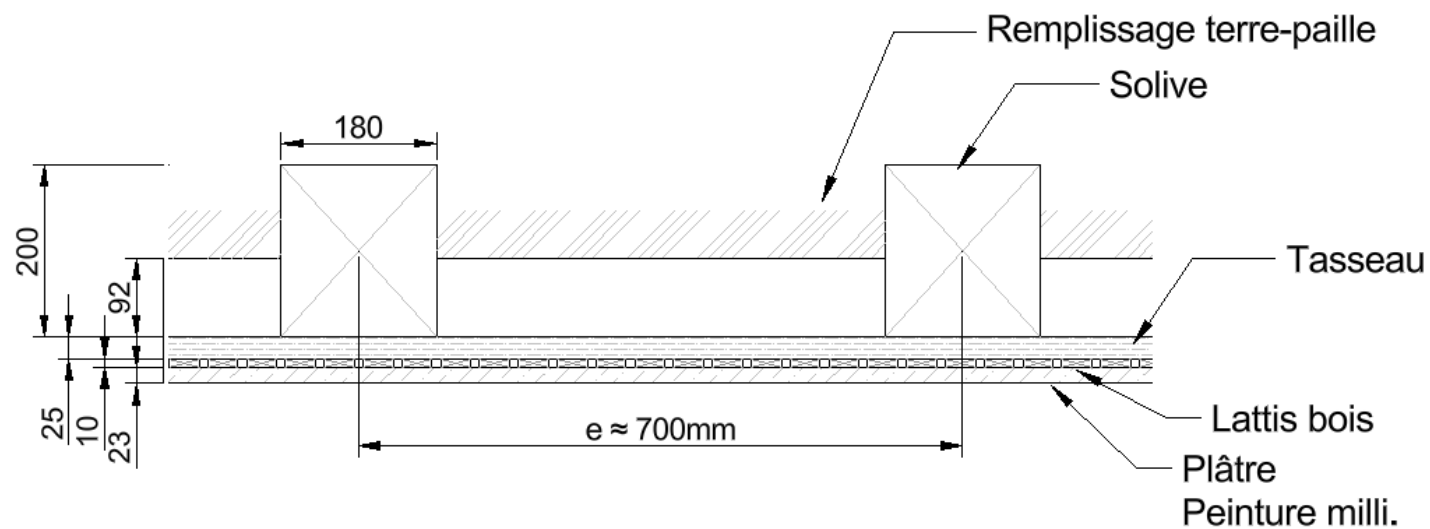
	Coupe de synthèse - côtes en [mm]
SD8 et SD9 Plancher haut du R+2 (circulation centrale) Poutrelle BA coffrée en terre-cuite	

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD10 Plancher haut du R+1 (aile sud) Solive courante		Il a été observé : - Un horizon de plâtre d'épaisseur $e = 23mm$ environ repris sur un lattes bois constitué de lattes de section $h * b = 10 * 35mm$; - Un tasseau supportant le lattes, de section $h * b = 25 * 45mm$ environ et repris en sous-face des solives ; - Des solives de section $h * b = 200 * 180mm$ environ et d'entraxe $e = 700mm$ environ ; - Un horizon de remplissage entre solives de terre-paille, à la hauteur de 92mm au droit des solives ;

Coupe de synthèse - côtes en [mm]

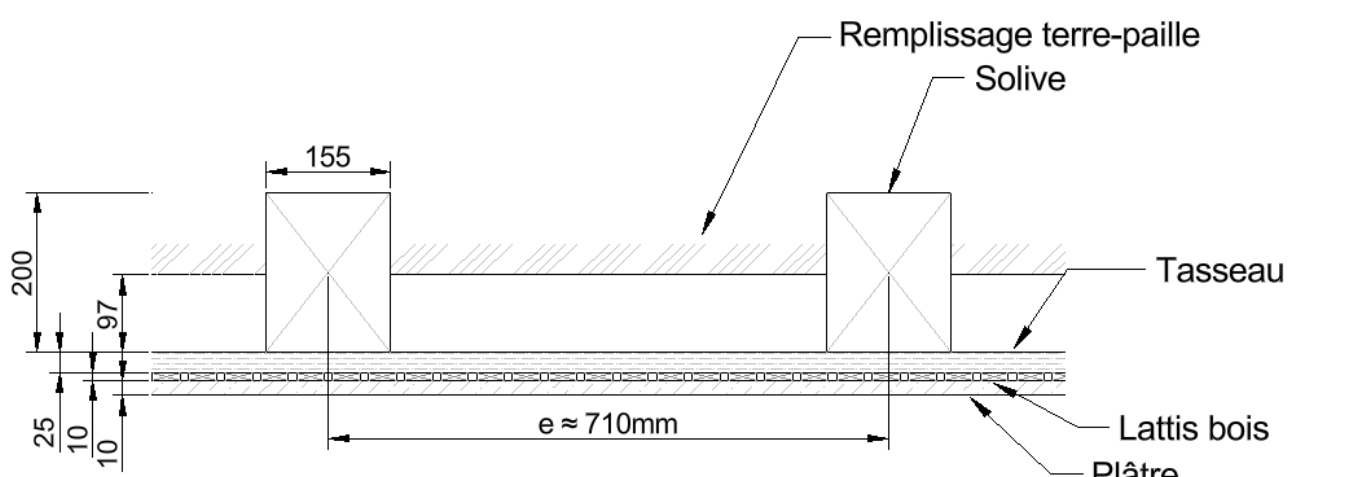
SD10
Plancher
haut du R+1
(aile sud)

Solive
courante



N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD11 Plancher haut du R+1 (aile nord) Solive courante		Il a été observé : - Un horizon de plâtre d'épaisseur $e = 10mm$ environ repris sur un lattes bois constitué de lattes de section $h * b = 10 * 35mm$; - Un tasseau supportant le lattes, de section $h * b = 25 * 45mm$ environ et repris en sous-face des solives ; - Des solives de section $h * b = 200 * 155mm$ environ et d'entraxe $e = 710mm$ environ ; - Un horizon de remplissage entre solives de terre-paille, à la hauteur de 97mm au droit des solives ;

Coupe de synthèse - côtes en [mm]

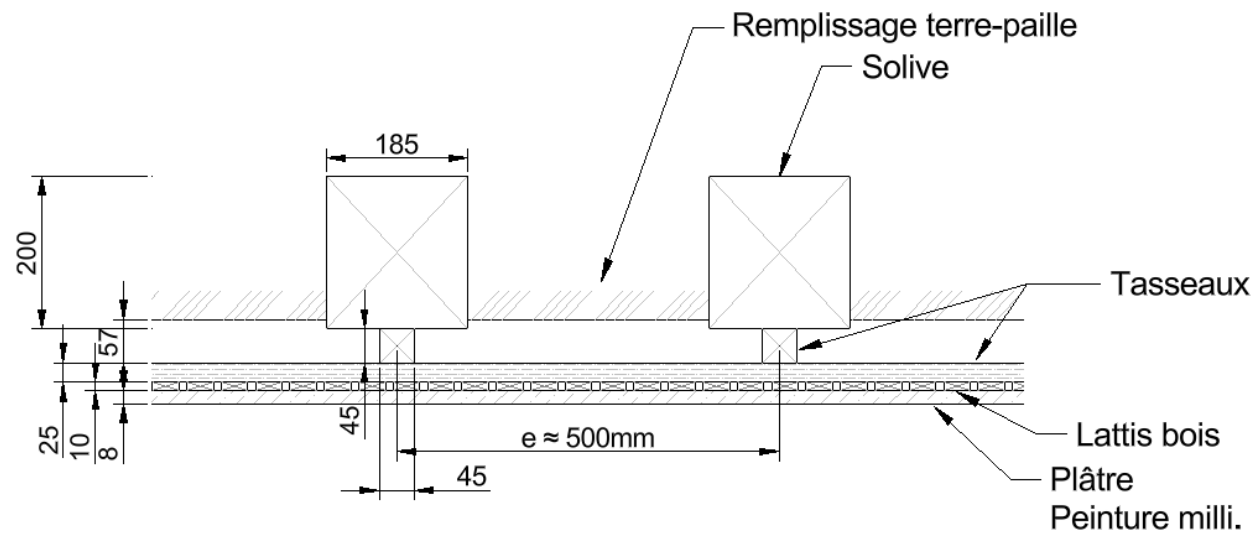
SD11 Plancher haut du R+1 (aile nord) Solive courante	
--	---

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD12 Plancher haut du RDC (aile sud) Solive courante		Il a été observé : - Un horizon de plâtre d'épaisseur $e = 8mm$ environ repris sur un lattis bois constitué de lattes de section $h * b = 10 * 35mm$; - Un tasseau supportant le lattis, de section $h * b = 25 * 45mm$ environ et repris en sous-face des solives ; - Un second tasseau, parallèle aux solives, de section $h * b = 45 * 45mm$ environ ; - Des solives de section $h * b = 200 * 185mm$ environ et d'entraxe $e = 500mm$ environ ; - Un horizon de remplissage entre solives de terre-paille, à la hauteur de 60mm au droit des solives ;

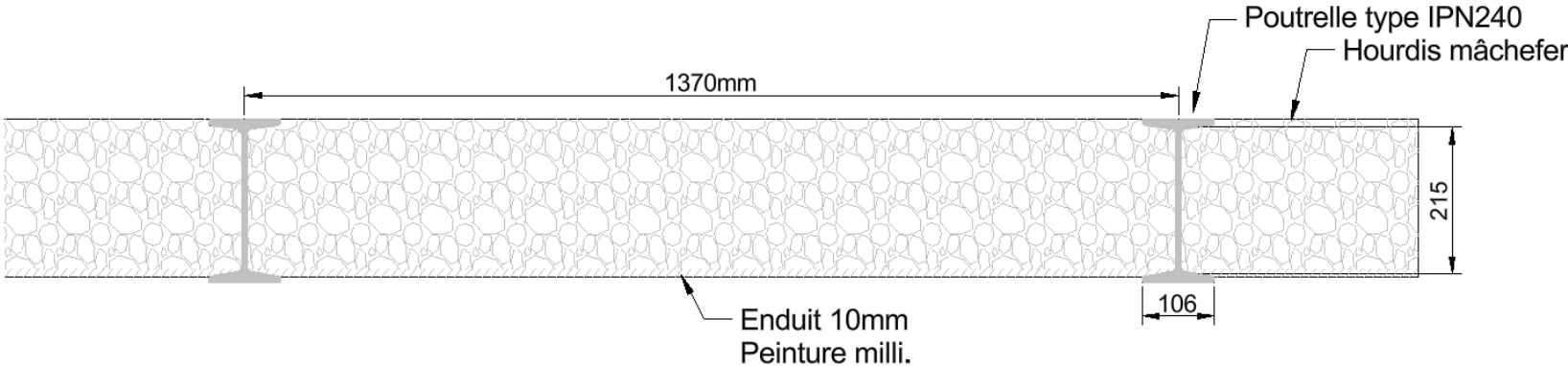
Coupe de synthèse - côtes en [mm]

SD12
Plancher
haut du RDC
(aile sud)

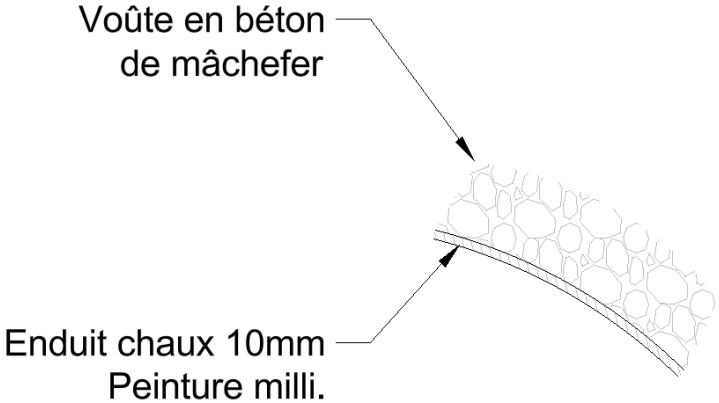
Solive
courante



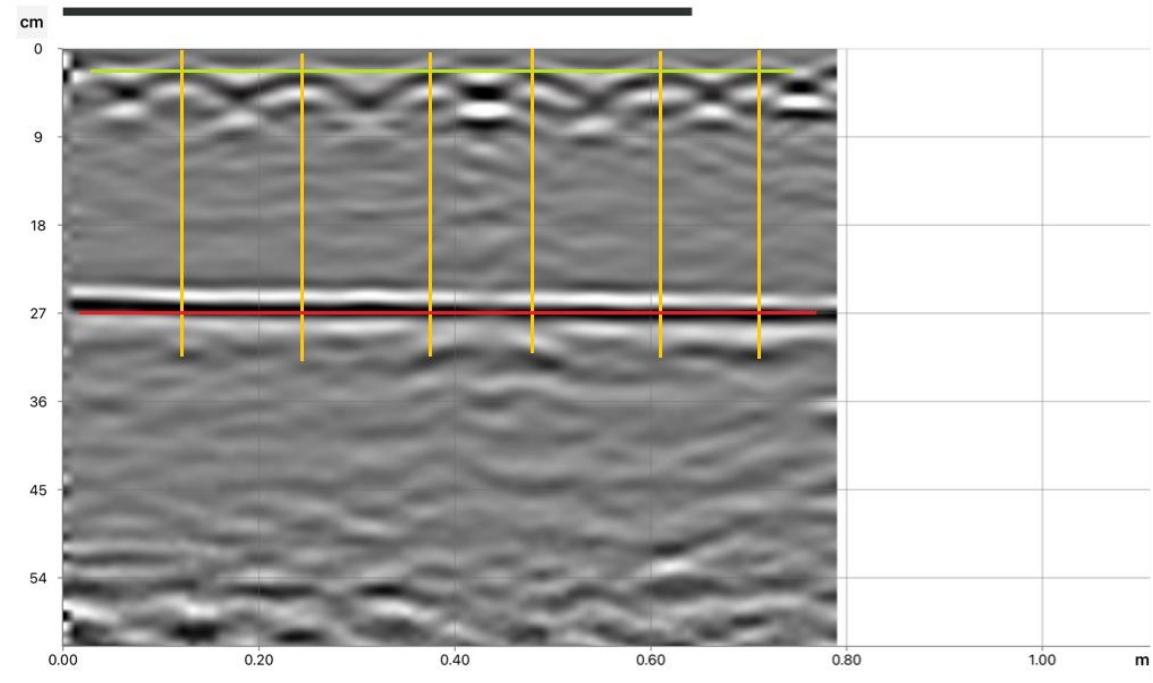
N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD13 Plancher haut du RDC (aile nord) Poutrelle courante		Il a été observé : - Une peinture blanche d'épaisseur millimétrique ; - Un enduit de ciment gris d'épaisseur $e = 10mm$; - Des poutrelles métalliques de type IPN240 ($h = 240mm, b = 106mm$), d'entraxe $e = 1370mm$ environ ; - Entre les poutrelles, des hourdis en béton de mâchefer ;

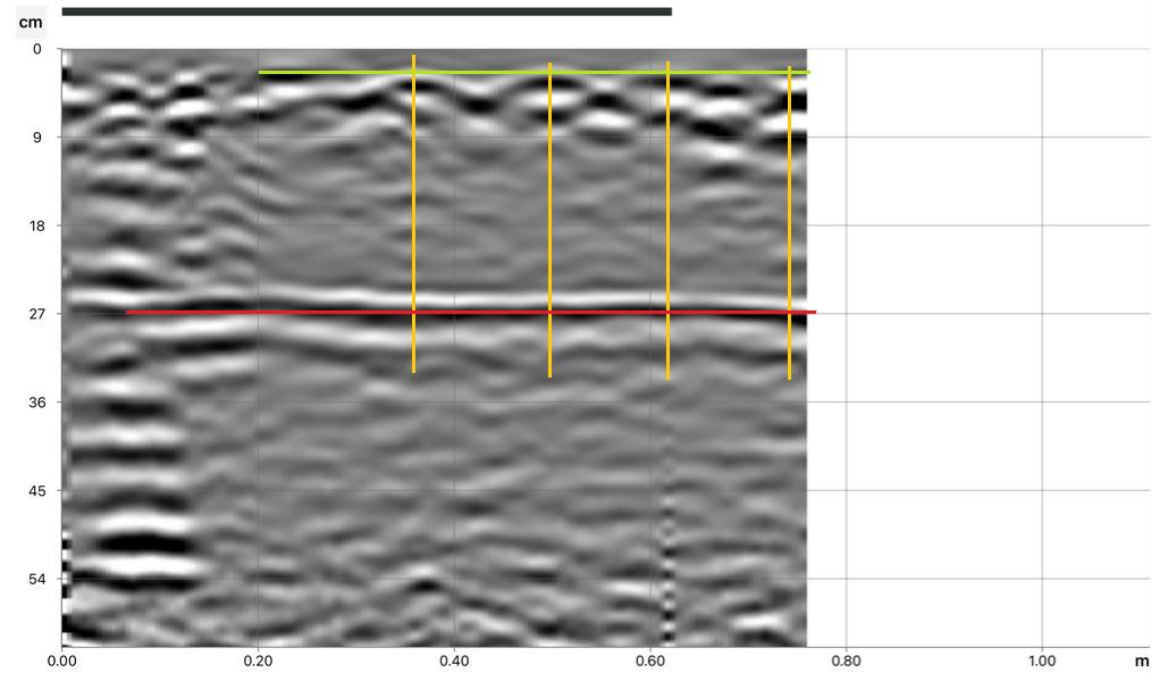
	Coupe de synthèse - côtes en [mm]
SD13 Plancher haut du RDC (aile nord) Poutrelle courante	 1370mm Poutrelle type IPN240 Hourdis mâchefer 215 106 Enduit 10mm Peinture milli.

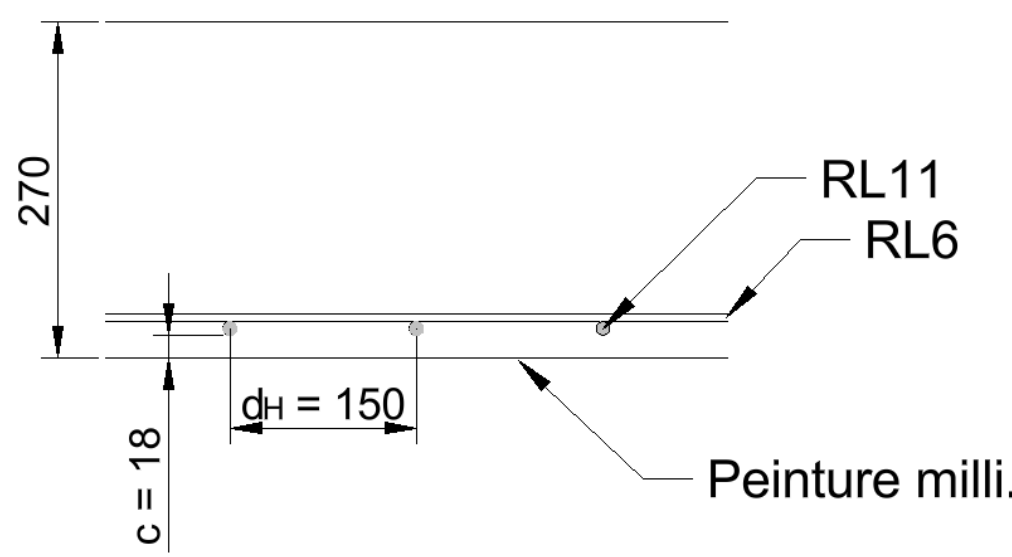
N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD14 Plancher haut du SS1 (dégagement de l'aile nord) Voûte centrale		Il a été observé : - Une peinture blanche d'épaisseur millimétrique ; - Un enduit à la chaux-sable d'épaisseur $e = 10mm$ environ ; - Une voûte en béton de mâchefer ;

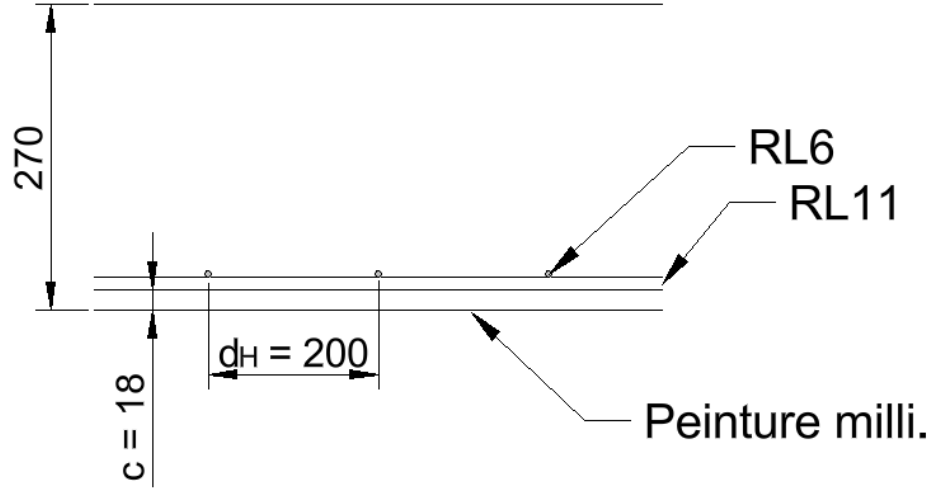
	Coupe de synthèse - côtes en [mm]
SD14 Plancher haut du SS1 (dégagement de l'aile nord) Voûte centrale	 Voûte en béton de mâchefer Enduit chaux 10mm Peinture milli.

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD15 Plancher haut du SS1 (dégagement au droit de la circulation centrale) Dalle béton armé		Il a été observé : - Une peinture blanche d'épaisseur millimétrique ; - Une dalle en béton armé coulée en place ; - Dans la dalle, des aciers horizontaux, suivant la direction nord-sud, ronds lisses RL11 présentant un enrobage $c = 18mm$ et un espacement horizontal $d_H = 150mm$ environ ; - Dans la dalle, des aciers horizontaux, suivant la direction est-ouest, ronds lisses RL16 présentant un enrobage $c = 29mm$ et un espacement horizontal $d_H = 150mm$ environ ;

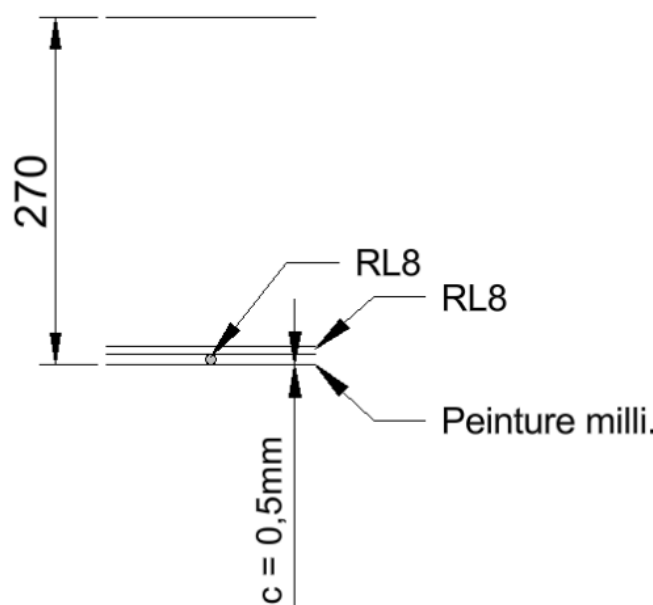
N° Localisation	Radargramme n° 1 - est-ouest	Commentaire/Descriptif
SD15 Plancher haut du SS1 (dégagement au droit de la circulation centrale) Dalle béton armé		Il a été relevé des aciers horizontaux à la profondeur de 2cm environ (droite verte), espacés de 15cm environ (droites oranges). Il a été relevé l'extrados de la dalle à la profondeur de 27cm environ. <i>Les armatures sont signalées par la présence de paraboles dont elles occupent le sommet.</i>

N° Localisation	Radargramme n° 2 - nord-sud	Commentaire/Descriptif
SD15 Plancher haut du SS1 (dégagement au droit de la circulation centrale) Dalle béton armé		Il a été relevé des aciers horizontaux à la profondeur de 2cm environ (droite verte), espacés de 20cm environ (droites oranges). Il a été relevé l'extrados de la dalle à la profondeur de 27cm environ. <i>Les armatures sont signalées par la présence de paraboles dont elles occupent le sommet.</i>

Coupe de synthèse - côtes en [mm] - suivant l'axe est-ouest	
SD15 Plancher haut du SS1 (dégagement au droit de la circulation centrale) Dalle béton armé	 The diagram illustrates a cross-section of a reinforced concrete slab (SD15) with a total thickness of 270 mm. The effective depth is indicated as $d_H = 150$ mm. The concrete cover is specified as $c = 18$ mm. Reinforcement bars are shown with labels RL11 and RL6. A note 'Peinture milli.' points to the bottom surface of the slab.

	Coupe de synthèse - côtes en [mm] - suivant l'axe nord-sud
SD15 Plancher haut du SS1 (dégagement au droit de la circulation centrale) Dalle béton armé	 The diagram illustrates a cross-section of a reinforced concrete slab (SD15) with a total thickness of 270 mm. It shows a central void (dégagement) with a width of 200 mm (d_H = 200). The slab is composed of a top layer (RL6) and a bottom layer (RL11), both with a thickness of 18 mm (c = 18). The bottom layer is labeled 'Peinture milli.' (milli-paint). The diagram also indicates the presence of reinforcement bars (stirrups) within the slab.

N° Localisation	Photographie	Commentaire/Descriptif
SD16 Plancher haut du SS1 (dégagement de l'aile sud) Dalle béton armé		Il a été observé : - Une peinture blanche d'épaisseur millimétrique ; - Une dalle en béton armé coulée en place ; - Dans la dalle, des aciers horizontaux, suivant la direction nord-sud, ronds lisses RL8 d'enrobage $c = 0,5mm$ environ ; - Dans la dalle, des aciers horizontaux, suivant la direction est-ouest, ronds lisses RL8 d'enrobage $c = 8,5mm$ environ ; Certains aciers observés sont à nu au droit de fissures.

	Coupe de synthèse - côtes en [mm]
SD16 Plancher haut du SS1 (dégagement de l'aile sud) Dalle béton armé	

5. ESTIMATION DE LA DURÉE DE STABILITÉ AU FEU

Il a été estimé la durée de stabilité au feu des éléments de structure relevés au droit des sondages destructifs. La durée de stabilité au feu des éléments en béton armé est estimée sur la base des valeurs tabulées de la NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale. La durée de stabilité au feu des éléments en bois est estimée sur la base de l'estimation de l'épaisseur brûlée suivant la NF EN 1995-1-2 et son annexe nationale.

Il convient de noter que, suivant l'analogie constatée de plusieurs solives courantes constitutives des planchers hauts du R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC, il a été estimé la durée de stabilité au feu d'une solive représentative reprenant les caractéristiques desdites poutrelles analogues. Les caractéristiques géométriques de la solive représentative sont établies sur la base d'une approche sécuritaire au titre de laquelle sont retenues les caractéristiques les plus défavorables de section et de portée observées au droit des sondages :

- SD1 ;
- SD2 ;
- SD6 ;
- SD7 ;
- SD10 ;
- SD11 ;
- SD12 ;

Cette approche sécuritaire permettant d'intégrer les éventuelles variations dimensionnelles des solives à l'échelle de l'ouvrage. Le plancher haut du R+3 de l'aile nord est exclu ici car ses solives sont situées immédiatement sous la charpente et ainsi soumises à un chargement différent.

Il convient de noter d'emblée que la durée de stabilité au feu des éléments de structures métalliques exposés est réputée inférieure à 15 minutes. Ces éléments doivent faire l'objet de travaux de mise en conformité suivant la durée de stabilité au feu visée (flocage, encoffrement, peinture intumescente...).

Il convient de noter d'emblée SD8 et SD9

Ainsi, il a été estimé la durée de stabilité au feu :

- D'une panne courante de charpente ;
- D'un chevron courant de charpente ;
- D'une solive courante du plancher haut du R+4 :
 - o Incluant la présence du bacula en sous-face ;
 - o Négligeant la présence du bacula en sous-face ;
- D'une solive courante représentative des planchers hauts du R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC :
 - o Incluant la présence du bacula en sous-face ;
 - o Négligeant la présence du bacula en sous-face ;
- D'une solive courante du plancher haut de l'aile nord du R+3 :
 - o Incluant la présence du bacula en sous-face ;
 - o Négligeant la présence du bacula en sous-face ;
- D'un poteau courant en béton armé de la circulation centrale ;
- D'une poutre courante en béton armé, de la circulation centrale ;
- D'une poutrelle courante en béton armé, coffré en terre-cuite, de la circulation centrale ;
- D'une dalle en béton armé, en plancher haut du sous-sol ;

5.1 Hypothèses de calcul - éléments de structure en bois et poteau béton armé

5.1.1 *Références*

- Relevés communiqués aux équipes de STRUCTUREO en amont de l'intervention ;
- NF EN-1995-0 / Eurocode 0
- NF EN-1991-1 / Eurocode 1
- NF EN-1992-1 / Eurocode 2
- NF EN-1995-1-1 et NF EN-1995-1-2 / Eurocode 5

5.1.2 *Matériaux*

❖ Bois

Les solives sont supposées, sur la base de leur aspect visuel, en bois de résineux (type sapin). Ce bois est supposé de classe mécanique C24 sur la base d'une hypothèse. Il est ainsi retenu :

$$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$$

Il sera retenu un poids volumique du bois, suivant la classe mécanique susmentionnée, tel que :

$$\rho_{\text{bois}} = 420 \text{ kg/m}^3$$

❖ Béton

Le béton est supposé de classe C16/20, sur la base d'une hypothèse défavorable. Il est ainsi retenu :

$$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$$

❖ Armature

Les aciers sont des aciers RONDS LISSES. La limite d'élasticité des armatures, utilisées entre 1900 et 1958 environ, est retenue telle que :

$$f_y = 240 \text{ MPa}.$$

5.1.3 *Coefficient de sécurité*

Il sera retenu, ci-après :

Bois : $\gamma_m = 1,3$

Sur la base de la norme NF EN-1995-1

Acier : $\gamma_s = 1,15$

Béton : $\gamma_c = 1,5$

Sur la base de la norme NF EN-1992-1

5.2 Chargements et géométries de calcul - éléments de structure en bois et poteau béton armé

5.2.1 Panne courante

La panne courante étudiée est réputée présenter une section telle que :

$$h * b = 185 * 130\text{mm}$$

Elle présente une portée retenue telle que :

$$L = 3,0\text{m}$$

La largeur de sa bande de chargement est retenue telle que :

$$e = 3,65\text{m}$$

La panne courante étudiée est réputée reprendre :

- Son poids propre, suivant la masse volumique susmentionnée $\rho_{\text{bois}} = 420 \text{ kg/m}^3$;
- Une charge permanente additionnelle de couverture incluant chevrons, voliges, liteaux et ardoises $g' = 100 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge climatique forfaitaire de neige $S = 36 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge climatique forfaitaire de vent descendant $W = 64 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge d'exploitation correspondant à la possibilité d'entretenir la toiture $Q = 80 \text{ kg/m}^2$;

5.2.2 Chevron courant

Le chevron courant étudié est réputé présenter une section telle que :

$$h * b = 150 * 100\text{mm}$$

Il présente une portée retenue telle que :

$$L = 3,65\text{m}$$

La largeur de sa bande de chargement est retenue telle que :

$$e = 0,82\text{m}$$

Le chevron courant étudié est réputé reprendre :

- Son poids propre, suivant la masse volumique susmentionnée $\rho_{\text{bois}} = 420 \text{ kg/m}^3$;
- Une charge permanente additionnelle de couverture incluant voliges, liteaux et ardoises $g' = 75 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge climatique forfaitaire de neige, $S = 36 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge climatique forfaitaire de vent descendant $W = 64 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge d'exploitation correspondant à la possibilité d'entretenir la toiture $Q = 80 \text{ kg/m}^2$;

Il convient de noter que les chevrons sont étudiés, ci-après, suivant une approche simplificatrice au titre de laquelle ils sont sollicités en flexion simple et non en flexion composée. La contribution de la compression issue de la géométrie de la toiture est ici négligée devant la flexion.

5.2.3 Solive courante du PH R+4

La solive courante étudiée est réputée présenter une section telle que :

$$h * b = 130 * 115$$

Elle présente une portée retenue telle que :

$$L = 2,90m$$

La largeur de sa bande de chargement est retenue telle que :

$$e = 0,56$$

La panne courante étudiée est réputée reprendre :

- Son poids propre, suivant la masse volumique susmentionnée $\rho_{bois} = 420 \text{ kg/m}^3$;
- Une charge permanente additionnelle de bacula $g' = 40 \text{ kg/m}^2$;
- La charge d'exploitation est réputée nulle en ceci que le plancher concerné est inaccessible ;

5.2.4 Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC

La solive courante étudiée est réputée présenter une section telle que :

$$h * b = 200 * 155mm$$

Elle présente une portée retenue telle que :

$$L = 5,0m$$

La largeur de sa bande de chargement est retenue telle que :

$$e = 0,71m$$

La panne courante étudiée est réputée reprendre :

- Son poids propre, suivant la masse volumique susmentionnée $\rho_{bois} = 420 \text{ kg/m}^3$;
- Une charge permanente additionnelle de bacula $g' = 40 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge permanente additionnelle de faux-plafond et divers suspendus $g' = 50 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge permanente additionnelle de remplissage terre-paille et parquet $g' = 150 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge d'exploitation de bureau $Q = 250 \text{ kg/m}^2$;

5.2.5 Solive courante du PH R+3 (aile nord)

La solive courante étudiée est réputée présenter une section telle que :

$$h * b = 150 * 105$$

Elle présente une portée retenue telle que :

$$L = 5,00m$$

La largeur de sa bande de chargement est retenue telle que :

$$e = 0,67$$

La panne courante étudiée est réputée reprendre :

- Son poids propre, suivant la masse volumique susmentionnée $\rho_{bois} = 420 \text{ kg/m}^3$;
- Une charge permanente additionnelle de bacula $g' = 40 \text{ kg/m}^2$;
- La charge d'exploitation est réputée nulle en ceci que le plancher concerné est inaccessible ;

5.2.6 Poteau BA courant

Le poteau étudié présente une section de béton armé :

$$L * l = 250 * 250mm$$

Il présente une hauteur nette retenue telle que :

$$h = 4,30m$$

Sa surface d'influence est estimée telle que :

$$S_{inf} = 5,06m^2$$

Le poteau étudié est réputé reprendre :

- Son poids propre, suivant la masse volumique du béton armé $\rho_{BA} = 2500 \text{ kg/m}^3$;
- Une charge permanente additionnelle issue du plancher haut repris $g' = 400 \text{ kg/m}^2$;
- Une charge d'exploitation de bureaux $Q = 250 \text{ kg/m}^2$;

La résistance de calcul du poteau à température normale est estimée telle que :

$$N_{Rd} = 295 \text{ kN}$$

Sur la base des données issues du sondages destructif SD3.

La charge axiale de calcul en situation incendie est évaluée, suivant la descente de charges susmentionnée, telle que :

$$N_{Ed,fi} = 133,1 \text{ kN}$$

Le facteur de réduction μ_{fi} tel que donné par la NF EN 1992-1-2 est ainsi :

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}} = 0,45$$

Ceci pour un poteau courant du R+1.

La charge axiale de calcul en situation incendie est évaluée, suivant la descente de charges susmentionnée, telle que :

$$N_{Ed,fi} = 99,8 \text{ kN}$$

Le facteur de réduction μ_{fi} tel que donné par la NF EN 1992-1-2 est ainsi :

$$\mu_{fi} = \frac{N_{Ed,fi}}{N_{Rd}} = 0,34$$

Ceci pour un poteau courant du R+2.

Les valeurs tabulées de la NF EN 1992-1-2 sont valables pour des valeurs de μ_{fi} fixées à 0,2 , 0,5 ou 0,7.

Il sera ainsi retenu $\mu_{fi} = 0,5$ au titre de l'estimation de durée de stabilité au feu pour les poteaux de tous les niveaux.

5.3 Estimations de durées de stabilité au feu

5.3.1 Panne courante - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE PANNE BOIS MASSIF EN FLEXION SIMPLE OU DEVIEE SELON EN-1995 1-1 - Chargement linéairement repartie

1. DONNEES D'ENTREE

Géométrie

Largeur : 130 mm
 Hauteur : 185 mm
 Portée : 3,00 m
 Entraxe horiz. : 3,65 m
 Pente toiture : 0 °
 Longueur de deversement : 3,00 m
 Retrait : NC

Matériau :

Classe de résistance : C24
 Classe de service : classe 1

$f_{m,k} = 24$ Mpa
 $f_{t,k} = 4$ Mpa
 $\gamma_m = 1,3$
 $\rho_{mean} = 420$ kg/m³
 $k_{adj} = 0,6$
 $E_{m,0} = 11000$ Mpa
 $E_{m,ed} = 6875$ Mpa

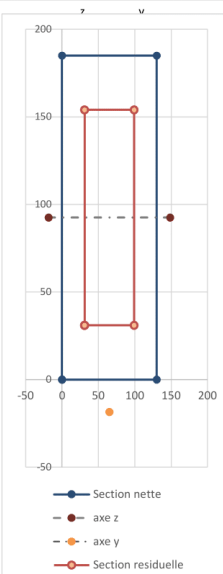
Revetement de sol

Rien (calcul pour support toiture)

Feu :

Durée : 30 mm

	Contact	Protection
Face supérieure	OUI	Rien
Face inférieure	OUI	Rien
Face de droite	OUI	Rien
Face de gauche	OUI	Rien



Etat : iso
 Taux de travail : 96%

ELS

$W_{el,0}$: L/125
 $W_{el,fin}$: L/200
 $W_{el(t)}$: L/300
 second œuvre $W_{fin} - W_{mt,G}$: 0
 Contreflèche W_c : 0 mm

(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995- 1.1 - Section 2.3.1.3)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995- 1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

2. CAS DE CHARGE

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
Valeur (kN/m ²)	1,00	0,36	0,80	0,64	0,00
Entraxe (m)	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65
k_{mod}	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1

poids propre 0,10101 kN/ml

	1	0,5	0	0,6	0,6
ψ_0	1	0,5	0	0,6	0,6
ψ_1	1	0,2	0	0,2	0,2
ψ_2	1	0	0	0	0

3. VERIFICATION ELU

Combinaison la plus défavorable :

$1,35G + 1,5Q + 1,5\psi_0S = 10,43$ kN/m
 k_{mod} retenu = 0,9

(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
 (EN NF 1995- 1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)

Coefficient de hauteur

Si $h < 150$: selon y : $k_{ty} = 1,00$

(EN NF 1995- 1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)

Réactions repère global:

Appui gauche : 15,6 kN
 Appui droit : 15,6 kN

Vérification à la flexion :

$M_y = 11,7$ kN.m
 $\sigma_{my,ed} = 15,8$ Mpa
 $f_{my,ed} = 16,6$ Mpa

Taux de travail selon y : 95% < 1

(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.1.6)

Déversement ELU :

$L_{ef} = 3033,0$ mm
 $E_{0,05} = 7400,0$ Mpa
 $\sigma_{my,crit} = 173,8$ Mpa
 $\lambda_{rel,m} = 0,4$
 $k_{crit} = 1,0$
 $k_{crit} \sigma_{my,ed} = 16,6$ Mpa

(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.3.3 - Tableau 6.1)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995- 1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32)
 (EN NF 1995- 1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.30)
 (EN NF 1995- 1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34)
 (EN NF 1995- 1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33)

Taux de travail selon y : 95% < 1

3. VERIFICATION ELU

3. VERIFICATION ELU : 95%
 INSTABILITE : Pas de r
 4. VERIFICATION ELS : 96%
 5. STABILITE FEU : 92%

Pas de risque de déversement			
Vérification au cisaillement :			
$K_{cy} =$	0,67		(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	15,6	kN	
$\tau_d =$	1,46	Mpa	
$f_{vd} =$	2,8	Mpa	
Taux :	53% < 1		(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
ELU			Iso 95%

4. VERIFICATION ELS			
Choix de la combinaison :			
G + Q + $\psi 0 W +$	6,7 kN/m		(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	68592604,2 mm ⁴		
Wel	7,42E+05 mm ³		
Flèche finale admissible W_{fin} :	L/125		(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200		(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300		(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	0 = 0		
Contreflèche :	0 mm		(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
		limite	Taux
Uinst,G	5,24	mm	
Ucreep,G	3,15	mm	
Uinst,S	0,00	mm < 0,0 mm	0%
Ucreep,S	0,00	mm	
Uinst,q	4,08	mm < 10,0 mm	41%
Ucreep,q	0,00	mm	
Uinst,W+	1,96	mm < 0,0 mm	0%
Uinst,W-	0,00	mm < 0,0 mm	0%
U inst Q	6,04	10,0	60%
Ufin	14,43	mm < 24,0 mm	60%
Ufin - Uinst,G	9,19	mm < 0,0 mm	0%
Unet,fin	14,43	mm < 15,0 mm	96%
ELS			Iso 96%

5. STABILITE FEU				
G + Ψ1W+ =	4,2 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)		
βn =	0,80 mm/min	(EN NF 1995- Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)		
γ _{m,fi} =	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)		
k _{fi} =	1,25	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))		
k _{mod,fi} =	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)		
Ep. brûlée				
	Sup	Inf	Droite	Gauche
t _{ch} (min)	0	0,00	0,00	0,00
(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.1.3.3 -Equation 3.12)				
d _{char} (mm)	24	24,00	24	24
(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.4 -Equation 3.2)				
d _o (mm)	7	7	7	7
(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 -Equation 4.1)				
	d _{ef} Σ	31	31	31
mm				
d _{ef} largeur.gauche =	31,0	mm		
d _{ef} largeur.droite =	31,0	mm		
d _{ef} supérieur =	31,0	mm		
d _{ef} inférieur =	31,0	mm		
Section résiduelle				
b' =	68,0	mm		
h' =	123,0	mm		
Vérification à la flexion :				
	Isostatique			
M _y =	4,75	kN.m		
σ _{myd} =	27,68	MPa		
f _{myd,fi} =	30,00	MPa		
Taux :	92%	< 1		
Vérification au cisaillement :				
V =	6,33	kN		
τ _d =	1,13	MPa		
f _{vd,fi} =	5,00	MPa		
Taux :	23%	< 1		
STABILITE AU FEU		VERIFIE		Iso 92%

5.3.2 Chevron courant - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UN CHEVRON EN FLEXION SIMPLE SELON LA NF EN 1995-1

Géométrie

Largeur : 100 mm
Hauteur : 150 mm
Portée : 3,65 m
Entraxe horiz. : 0,82 m
Pente toiture : 0 °
Longueur de déversement : 3,65 m
Retrait : NC

Matériau :

Classe de résistance : C24
Classe de service : classe 1

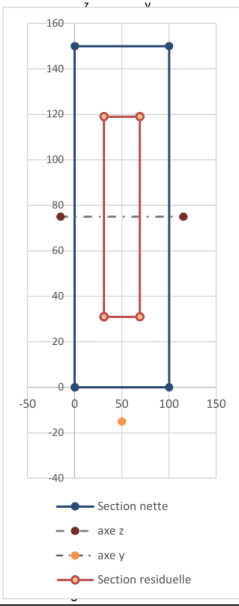
$f_{m,k} = 24$ Mpa
 $f_{v,k} = 4$ Mpa
 $\gamma_m = 1,3$
 $\rho_{mean} = 420$ kg/m³
 $k_{def} = 0,6$
 $E_{m,0} = 11000$ Mpa
 $E_{m,ed} = 6875$ Mpa

Revetement de sol
Rien (calcul pour support toiture)

Feu :
Durée : 30 mm

	Contact	Protection
Face supérieure	OUI	Rien
Face inférieure	OUI	Rien
Face de droite	OUI	Rien
Face de gauche	OUI	Rien

1. DONNEES D'ENTREE



Etat : iso
Taux de travail : 89%

ELS
 $W_{tot} = L/125$
 $W_{tot,fin} = L/200$
 $W_{int(G)} = L/300$
second œuvre $W_{fin} - W_{int,G} = 0$
Contreflèche $W_c = 0$ mm

(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

VERIFICATION

3. VERIFICATION ELU 57%
INSTABILITE Pas de r
4. VERIFICATION ELS 84%
5. STABILITE FEU 89%

2. CAS DE CHARGE

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
	q_0	q_s	q_0	q_{w+}	q_{w-}
Valeur (kN/m ²)	0,75	0,36	0,80	0,64	0,00
Entraxe (m)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
$k_{mod} =$	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1
poids propre 0,063 kN/ml					

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
	1	0,5	0
	1	0,2	0
	1	0	0

3. VERIFICATION ELU

Combinaison la plus défavorable :
 $1,35G + 1,5Q + 1,5\psi_0S = 2,12$ kN/m
 $k_{mod} retenu = 0,9$
(NF EN 1990 - Annexe nationale - Tableau 2.4)
(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)

Coefficient de hauteur
Si $h < 150$: selon γ : $k_{ty} = 1,00$
(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)

Réactions repère global:

Appui gauche 3,9 kN
Appui droit 3,9 kN

Vérification à la flexion :

$M_y = 3,5$ kN.m
 $\sigma_{myd} = 9,4$ Mpa
 $f_{myd} = 16,6$ Mpa

Taux de travail selon γ : 57% < 1
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)

Déversement ELU :

$L_{ef} = 3555,0$ mm
 $E_{0,05} = 7400,0$ Mpa
 $\sigma_{my,cr} = 108,2$ Mpa
 $\lambda_{rel,m} = 0,5$
 $k_{cr} = 1,0$
 $k_{crit} f_{myd,y} = 16,6$ Mpa
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Tableau 6.1)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.30)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33)

Taux de travail selon γ : 57% < 1

Pas de risque de déversement

Vérification au cisaillement :

$K_{cy} =$	1,00	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	3,9	kN
$\tau_d =$	0,39	Mpa
$f_{vyd} =$	2,8	Mpa
Taux :	14% < 1	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
		Iso
ELU		57%

4. VERIFICATION ELS

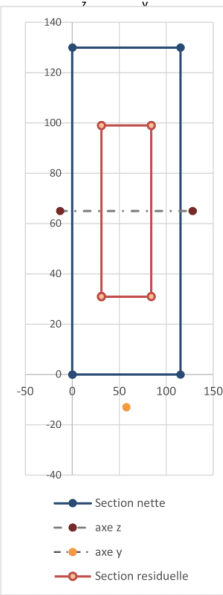
Choix de la combinaison :

G + Q + $\psi_0 W +$	1,3 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	28125000 mm ⁴	
Wel	3,75E+05 mm ³	
Flèche finale admissible W_{fin} :	L/125	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst,Q}$:	L/300	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	0 = 0	
Contreflèche :	0 mm	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
		limite Taux
Uinst,G	5,06	mm
Ucreep,G	3,04	mm
Uinst,S	0,00	mm < 0,0 mm
Ucreep,S	0,00	mm
Uinst,q	4,90	mm < 12,2 mm
Ucreep,q	0,00	mm
Uinst,W+	2,35	mm < 0,0 mm
Uinst,W-	0,00	mm < 0,0 mm
U inst Q	7,25	mm < 12,2 mm
Ufin	15,36	mm < 29,2 mm
Ufin - Uinst,G	10,29	mm < 0,0 mm
Unet,fin	15,36	mm < 18,3 mm
		Iso
ELS		84%

5. STABILITE FEU

G + Ψ 1W+ =	0,8 kN/m				(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
β_n =	0,80	mm/min			(EN NF 1995- Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
$\gamma_{m,fi}$ =	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)			
k_{fi} =	1,25	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))			
$k_{mod,fi}$ =	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)			
<u>Ep. brûlée</u>					
	Sup	Inf	Droite	Gauche	
t_{ch} (min)	0	0,00	0,00	0,00	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.1.3.3 -Equation 3.12)
d_{char} (mm)	24	24,00	24	24	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.4 -Equation 3.2)
d_0 (mm)	7	7	7	7	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 -Equation 4.1)
$d_{ef} \Sigma$	31	31	31	31	mm
$d_{ef\ largeur,gauche}$ =	31,0	mm			
$d_{ef\ largeur,droite}$ =	31,0	mm			
$d_{ef\ supérieur}$ =	31,0	mm			
$d_{ef\ inférieur}$ =	31,0	mm			
<u>Section résiduelle</u>					
b' =	38,0	mm			
h' =	88,0	mm			
<u>Vérification à la flexion :</u>					
Isostatique					
M_y =	1,30			kN.m	
σ_{myd} =	26,59			MPa	
$f_{myd,fi}$ =	30,00			MPa	
Taux :	89%	< 1			
<u>Vérification au cisaillement :</u>					
V =	1,43			kN	
τ_d =	0,64			MPa	
$f_{vd,fi}$ =	5,00			MPa	
Taux :	13%	< 1			
STABILE AU FEU				VERIFIE	Iso
				89%	

5.3.3 Solive courante du PH R+4 - sans bacula - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE PANNE BOIS MASSIF EN FLEXION SIMPLE OU DEVIEE SELON EN-1995 1-1 - Chargement linéairement repartie					
1. DONNEES D'ENTREE					
Géométrie		Largeur : 115 mm Hauteur : 130 mm Portée : 2,90 m Entraxe horiz. : 0,56 m Pente toiture : 0 ° Longueur de déversement : 2,90 m Retrait : NC		Etat : iso Taux de travail : 25% ELS W_{fin} : L/125 $W_{inst,fin}$: L/200 $W_{inst(G)}$: L/300 second œuvre $W_{fin} - W_{inst,G}$: 0 Contreflèche W_c : 0 mm	
Matériau		Classe de résistance : C24 Classe de service : classe 1 $f_{m,k}$: 24 Mpa $f_{t,k}$: 4 Mpa γ_m : 1,3 ρ_{mean} : 420 kg/m³ k_{def} : 0,6 $E_{m,0}$: 11000 Mpa $E_{m,90}$: 6875 Mpa		(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3) (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (EN NF 1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3) (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)	
Revetement de sol		Rien (calcul pour support toiture)			
Feu		Durée : 30 mm			
		Contact	Protection		
Face supérieure	OUI	Rien			
Face inférieure	OUI	Rien			
Face de droite	OUI	Rien			
Face de gauche	OUI	Rien			
				VERIFICATION 3. VERIFICATION ELU : 11% INSTABILITE : Pas de ri 4. VERIFICATION ELS : 13% 5. STABILITE FEU : 25%	
2. CAS DE CHARGE					
	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
Valeur (kN/m²)	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Entraxe (m)	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
k_{mod}	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1
poids propre 0,06279 kN/ml					
ψ_0	1	0,5	0	0,6	0,6
ψ_1	1	0,2	0	0,2	0,2
ψ_2	1	0	0	0	0
3. VERIFICATION ELU					
Combinaison la plus défavorable :					
1,35G =	0,39 kN/m		(EN NF 1990 - Annexe nationale - Tableau 2.4)		
k_{mod} retenu =	0,6		(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)		
Coefficient de hauteur					
Si $h < 150$:	selon γ : $k_{90} = 1,03$		(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)		
Réactions repère global :					
Appui gauche	0,6		kN		
Appui droit	0,6		kN		
Vérification à la flexion :					
M_y =	0,4		kN.m		
σ_{myd} =	1,3		Mpa		
f_{myd} =	11,4		Mpa		
Taux de travail selon γ :	11% < 1		(EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)		
Déversement ELU :					
L_{ef} =	2844,0		mm		
$E_{0,95}$ =	7400,0		Mpa		
$\sigma_{my,cr}$ =	206,5		Mpa		
$\lambda_{rel,m}$ =	0,3		(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32)		
k_{crit} =	1,0		(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34)		
$k_{crit} \cdot f_{myd,y}$ =	11,4		Mpa		
Taux de travail selon γ :	11% < 1		(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33)		

Pas de risque de déversement

Vérification au cisaillement :

$k_{xy} =$	1,00	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	0,6	kN
$\tau_{qd} =$	0,06	Mpa
$f_{yd} =$	1,8	Mpa
Taux :	3% < 1	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)

ELU	Iso	11%
-----	-----	-----

4. VERIFICATION ELS

Choix de la combinaison :

G	0,3 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	21054583,3 mm ⁴	
Wel	3,24E+05 mm ³	

Flèche finale admissible W_{lim} :	L/125	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	0 = 0	
Contreflèche :	0 mm	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)

				limite	Taux
Uinst,G	1,14	mm			
Ucreep,G	0,68	mm			
Uinst,S	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,S	0,00	mm			
Uinst,q	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,q	0,00	mm			
Uinst,W+	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Uinst,W-	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
U inst Q	0,00			9,7	0%
Ufin	1,82	mm	<	23,2 mm	8%
Ufin - Uinst,G	0,68	mm	<	0,0 mm	0%
Unet,fin	1,82	mm	<	14,5 mm	13%

ELS	Iso	13%
-----	-----	-----

5. STABILITE FEU

G =	0,3 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
$\beta_n =$	0,80 mm/min	(EN NF 1995- Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
$\gamma_{m,fi} =$	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)
$k_{fi} =$	1,25	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))
$k_{mod,fi} =$	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)

Ep. brûlée

	Sup	Inf	Droite	Gauche
$t_{eq} \text{ (min)}$	0	0,00	0,00	0,00
$d_{har} \text{ (mm)}$	24	24,00	24	24
$d_{ef} \text{ (mm)}$	7	7	7	7
$d_{ef} \Sigma$	31	31	31	31

(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.1.3.3 -Equation 3.12)

(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.4 -Equation 3.2)

(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 -Equation 4.1)

$d_{ef \text{ largeur,gauche}} =$	31,0	mm
$d_{ef \text{ largeur,droite}} =$	31,0	mm
$d_{ef \text{ supérieur}} =$	31,0	mm
$d_{ef \text{ inférieur}} =$	31,0	mm

Section résiduelle

$b' =$	53,0	mm
$h' =$	68,0	mm

Vérification à la flexion :

	Isostatique	
$M_y =$	0,30	kN.m
$\sigma_{myd} =$	7,38	MPa
$f_{myd,fi} =$	30,00	MPa
Taux :	25% < 1	

Vérification au cisaillement :

$V =$	0,42	kN
$\tau_{qd} =$	0,17	MPa
$f_{yd,fi} =$	5,00	MPa
Taux :	3% < 1	

STABILITE AU FEU	VERIFIE	Iso	25%
------------------	---------	-----	-----

5.3.4 Solive courante du PH R+4 - avec bacula - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE SOLIVE EN FLEXION SIMPLE SUIVANT LA NF EN 1995-1

Géométrie

Largeur : 115 mm
 Hauteur : 130 mm
 Portée : 2,90 m
 Entraxe horiz. : 0,56 m
 Pente toiture : 0 °
 Longueur de déversement : 2,90 m
 Retrait : nc

Matériau

Classe de résistance : C24
 Classe de service : classe 1

$f_{m,k} = 24$ Mpa
 $f_{t,k} = 4$ Mpa
 $\gamma_m = 1,3$
 $\rho_{mean} = 420$ kg/m³
 $k_{def} = 0,6$
 $E_{m,0} = 11000$ Mpa
 $E_{m,ed} = 6875$ Mpa

Revetement de sol

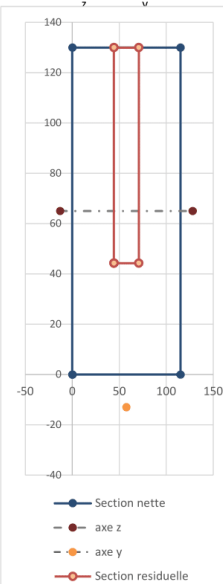
Rien (calcul pour support toiture)

Feu

Durée : 60 mm

	Contact	Protection
Face supérieure	NON	Rien
Face inférieure	OUI	BA13
Face de droite	OUI	BA13
Face de gauche	OUI	BA13

1. DONNEES D'ENTREE



Etat : iso
 Taux de travail : 31%

ELS

$W_{fin} : L/125$
 $W_{act,fin} : L/200$
 $W_{act(G)} : L/300$
 second œuvre $W_{fin} - W_{inst,G} : 0$
 Contreflèche $W_c : 0$ mm

(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

VERIFICATION

3. VERIFICATION ELU 11%
 INSTABILITE Pas de ri
 4. VERIFICATION ELS 13%
 5. STABILITE FEU 31%

2. CAS DE CHARGE

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
Valeur (kN/m²)	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Entraxe (m)	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
k_{mod}	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1

poids propre 0,06279 kN/ml

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
ψ_0	1	0,5	0	0,6	0,6
ψ_1	1	0,2	0	0,2	0,2
ψ_2	1	0	0	0	0

3. VERIFICATION ELU

Combinaison la plus défavorable :
 $1,35G = 0,39$ kN/m (EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
 k_{mod} retenu = 0,6 (EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)

Coefficient de hauteur
 Si $h < 150$: selon γ : $k_{hy} = 1,03$ (EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)

Réactions repère global:

Appui gauche 0,6 kN
 Appui droit 0,6 kN

Vérification à la flexion :

$M_y = 0,4$ kN.m
 $\sigma_{myd} = 1,3$ Mpa
 $f_{myd} = 11,4$ Mpa

Taux de travail selon γ : 11% < 1 (EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)

Déversement ELU :

$L_{ef} = 2844,0$ mm (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Tableau 6.1)
 $E_{0,95} = 7400,0$ Mpa (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 $\sigma_{my,cr} = 206,5$ Mpa (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32)
 $\lambda_{rel,m} = 0,3$ (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.30)
 $k_{crit} = 1,0$ (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34)
 $k_{crit} \cdot f_{myd,y} = 11,4$ Mpa (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33)

Taux de travail selon γ : 11% < 1

Pas de risque de déversement

Vérification au cisaillement :

$k_{cr} =$	1,00	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	0,6	kN
$\tau_d =$	0,06	Mpa
$f_{vd} =$	1,8	Mpa
Taux :	3% < 1	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
Iso		
ELU		11%

4. VERIFICATION ELS

Choix de la combinaison :

G	0,3 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	21054583,3 mm ⁴	
Wel	3,24E+05 mm ³	
Flèche finale admissible W_{fin} :	L/125	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	0 = 0	
Contreflèche :	0 mm	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)

				limite	Taux
Uinst,G	1,14	mm			
Ucreep,G	0,68	mm			
Uinst,S	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,S	0,00	mm			
Uinst,q	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,q	0,00	mm			
Uinst,W+	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Uinst,W-	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Uinst Q	0,00			9,7	0%
Ufin	1,82	mm	<	23,2 mm	8%
Ufin - Uinst,G	0,68	mm	<	0,0 mm	0%
Unet,fin	1,82	mm	<	14,5 mm	13%
Iso					
ELS					13%

5. STABILITE FEU

G =	0,3 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
$\beta_n =$	0,80 mm/min	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
$\gamma_{m,fi} =$	1	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)
$k_{fi} =$	1,25	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))
$k_{mod,fi} =$	1	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)

Ep. brûlée

	Sup	Inf	Droite	Gauche
$t_{a,fi}$ (min)	0	13,40	13,40	13,40
$d_{char,fi}$ (mm)	0	37,28	37,28	37,28
$d_{a,fi}$ (mm)	0	7	7	7
$d_{ef,fi}$	0	44	44	44

$d_{ef,largeur,gauche} =$	44,3	mm
$d_{ef,largeur,droite} =$	44,3	mm
$d_{ef,supérieur} =$	0,0	mm
$d_{ef,inférieur} =$	44,3	mm

Section résiduelle

$b' =$	26,4	mm
$h' =$	85,7	mm

Vérification à la flexion :

Isostatique	
$M_y =$	0,30 kN.m
$\sigma_{myd} =$	9,31 MPa
$f_{myd,fi} =$	30,00 MPa
Taux :	31% < 1

Vérification au cisaillement :

$V =$	0,42	kN
$\tau_d =$	0,28	MPa
$f_{vd,fi} =$	5,00	MPa
Taux :	6% < 1	

Iso		
STABILITE AU FEU		VERIFIE
		31%

5.3.5 Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC - sans bacula - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE SOLIVE EN FLEXION SIMPLE SUIVANT LA NF EN 1995-1

Géométrie

Largeur : 155 mm
 Hauteur : 200 mm
 Portée : 5,00 m
 Entraxe horiz. : 0,71 m
 Pente toiture : 0 °
 Longueur de déversement : 5,00 m
 Retrait : NC

Matériau :

Classe de résistance : C24
 Classe de service : classe 1

$f_{m,k} = 24$ Mpa
 $f_{t,k} = 4$ Mpa
 $\gamma_m = 1,3$
 $\rho_{mean} = 420$ kg/m³
 $k_{def} = 0,6$
 $E_{m,0} = 11000$ Mpa
 $E_{m,90} = 6875$ Mpa

Revetement de sol

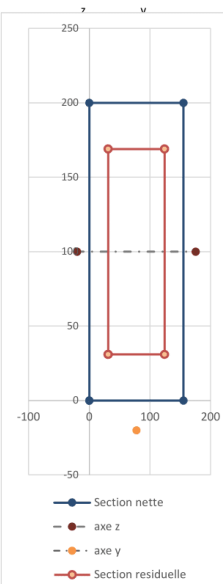
Souple

Feu :

Durée : 30 mm

	Contact	Protection
Face supérieure	OUI	Rien
Face inférieure	OUI	Rien
Face de droite	OUI	Rien
Face de gauche	OUI	Rien

1. DONNEES D'ENTREE



Etat : iso
 Taux de travail : 196%

ELS

$W_{top} = L/125$
 $W_{net,fin} = L/200$
 $W_{inst(0)} = L/300$
 second œuvre $W_{top} - W_{inst,6} = 5+L/700$
 Contreflèche $W_c = 0$ mm

(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

VERIFICATION

3. VERIFICATION ELU	94%
INSTABILITE	Pas de r
4. VERIFICATION ELS	196%
5. STABILITE FEU	96%

2. CAS DE CHARGE

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
Valeur (kN/m ²)	2,40	0,00	2,50	0,00	0,00
Entraxe (m)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
k_{mod}	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1

pois propre 0,1302 kN/ml

	1	0,5	0,7	0,6	0,6
ψ_0	1	0,5	0,7	0,6	0,6
ψ_1	1	0,2	0,5	0,2	0,2
ψ_2	1	0	0,3	0	0

3. VERIFICATION ELU

Combinaison la plus défavorable :

$1,35G + 1,5Q = 5,14$ kN/m (EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
 k_{mod} retenu = 0,9 (EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)

Coefficient de hauteur

Si $h < 150$: selon γ : $k_{ty} = 1,00$ (EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)

Réactions repère global:

Appui gauche	12,8	kN
Appui droit	12,8	kN

Vérification à la flexion :

$M_y =$	16,1	kN.m
$\sigma_{myd} =$	15,5	Mpa
$f_{myd} =$	16,6	Mpa

Taux de travail selon γ : 94% < 1 (EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)

Déversement ELU :

$l_{ed} =$	4860,0	mm
$E_{0,05} =$	7400,0	Mpa
$\sigma_{my,ort} =$	142,7	Mpa
$\lambda_{rel,m} =$	0,4	
$k_{crit} =$	1,0	
$k_{crit} \cdot f_{myd,y} =$	16,6	Mpa

Taux de travail selon γ : 94% < 1 (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Tableau 6.1)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.30)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33)

Pas de risque de déversement

Vérification au cisaillement :

$k_{cr} =$	0,67	(EN NF 1995-1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	12,8	kN
$\tau_{qd} =$	0,93	Mpa
$f_{vld} =$	2,8	Mpa
Taux :	34% < 1	(EN NF 1995-1.1 - Section 6.13a)
ELU		Iso 94%

4. VERIFICATION ELS

Choix de la combinaison :

G + Q	3,6 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	103333333 mm ⁴	
Wel	1,03E+06 mm ³	
Flèche finale admissible W_{fin} :	L/125	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	5+L/700 = L/411	
Contreflèche :	0 mm	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

				limite	Taux
Uinst,G	13,13	mm			
Ucreep,G	7,88	mm			
Uinst,S	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,S	0,00	mm			
Uinst,q	12,71	mm	<	16,7 mm	76%
Ucreep,q	3,27	mm			
Uinst,W+	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Uinst,W-	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
U inst Q	12,71	mm		16,7	76%
Ufin	36,99	mm	<	40,0 mm	92%
Ufin - Uinst,G	23,86	mm	<	12,2 mm	196%
Unet,fin	36,99	mm	<	25,0 mm	148%
ELS					Iso 196%

5. STABILITE FEU

G + Ψ1Q =	2,7 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
βn =	0,80 mm/min	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
γm,fi =	1	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)
kfi =	1,25	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))
kmod,fi =	1	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)

Ep. brûlée

	Sup	Inf	Droite	Gauche
t _{br} (min)	0	0,00	0,00	0,00
d _{char} (mm)	24	24,00	24	24
d ₀ (mm)	7	7	7	7
d _{ef} Σ	31	31	31	31

(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3.1.3.3 -Equation 3.12)

(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3.4 -Equation 3.2)

(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 4.2.2 -Equation 4.1)

d _{ef} largeur,gauche =	31,0	mm
d _{ef} largeur,droite =	31,0	mm
d _{ef} supérieur =	31,0	mm
d _{ef} inférieur =	31,0	mm

Section résiduelle

b' =	93,0	mm
h' =	138,0	mm

Vérification à la flexion :

	Isostatique	
M _y =	8,51	kN.m
σ _{myd} =	28,81	MPa
f _{myd,fi} =	30,00	MPa
Taux :	96% < 1	

Vérification au cisaillement :

V =	6,80	kN
τ _d =	0,80	MPa
f _{vld,fi} =	5,00	MPa
Taux :	16% < 1	

STABILITE AU FEU		VERIFIE	Iso 96%
------------------	--	---------	---------

5.3.6 Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC - avec bacula 10mm - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE SOLIVE EN FLEXION SIMPLE SUIVANT LA NF EN 1995-1

1. DONNEES D'ENTREE																																									
Géométrie Largeur : 155 mm Hauteur : 200 mm Portée : 5,00 m Entraxe horiz. : 0,71 m Pente toiture : 0 ° Longueur de déversement : 5,00 m Retrait : NC																																									
Matériau : Classe de résistance : C24 Classe de service : classe 1 $f_{m,k} = 24$ Mpa $f_{t,k} = 4$ Mpa $\gamma_m = 1,3$ $\rho_{mean} = 420$ kg/m ³ $k_{def} = 0,6$ $E_{m,0} = 11000$ Mpa $E_{m,ed} = 6875$ Mpa																																									
Revetement de sol : Souple																																									
Feu : Durée : 30 mm Contact : NON Protection : Rien Face supérieure : OUI BA13 Face inférieure : OUI BA13 Face de droite : OUI BA13 Face de gauche : OUI BA13																																									
Etat : iso Taux de travail : 196% ELS : $W_{int} = L/125$ $W_{net,fin} = L/200$ $W_{net(Q)} = L/300$ second œuvre $W_{int} - W_{net,G} = 5+L/700$ Contreflèche $W_c = 0$ mm																																									
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3) (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (EN NF 1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3) (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) (EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)																																									
VERIFICATION 3. VERIFICATION ELU 94% INSTABILITE Pas de r 4. VERIFICATION ELS 196% 5. STABILITE FEU 46%																																									
2. CAS DE CHARGE <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Permanent</th> <th>Neige</th> <th>Exploitation</th> <th>vent ascendant</th> <th>vent descendant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Valeur (kN/m²)</td> <td>2,40</td> <td>0,00</td> <td>2,50</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Entraxe (m)</td> <td>0,71</td> <td>0,71</td> <td>0,71</td> <td>0,71</td> <td>0,71</td> </tr> <tr> <td>$k_{mod} =$</td> <td>0,6</td> <td>0,9</td> <td>0,9</td> <td>1,1</td> <td>1,1</td> </tr> </tbody> </table> poids propre 0,1302 kN/ml <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ψ_0</th> <th>ψ_1</th> <th>ψ_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ψ_0</td> <td>1</td> <td>0,5</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>ψ_1</td> <td>1</td> <td>0,2</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>ψ_2</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0,3</td> </tr> </tbody> </table>			Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	vent descendant	Valeur (kN/m ²)	2,40	0,00	2,50	0,00	0,00	Entraxe (m)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	$k_{mod} =$	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1		ψ_0	ψ_1	ψ_2	ψ_0	1	0,5	0,7	ψ_1	1	0,2	0,5	ψ_2	1	0	0,3
	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	vent descendant																																				
Valeur (kN/m ²)	2,40	0,00	2,50	0,00	0,00																																				
Entraxe (m)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71																																				
$k_{mod} =$	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1																																				
	ψ_0	ψ_1	ψ_2																																						
ψ_0	1	0,5	0,7																																						
ψ_1	1	0,2	0,5																																						
ψ_2	1	0	0,3																																						
3. VERIFICATION ELU Combinaison la plus défavorable : $1,35G + 1,5Q = 5,14$ kN/m (EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4) k_{mod} retenu = 0,9 (EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)																																									
Coefficient de hauteur Si $h < 150$: selon γ : $k_{ty} = 1,00$ (EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)																																									
Réactions repère global: Appui gauche 12,8 kN Appui droit 12,8 kN																																									
Vérification à la flexion : $M_y = 16,1$ kN.m $\sigma_{myd} = 15,5$ Mpa $f_{myd} = 16,6$ Mpa Taux de travail selon γ : 94% < 1 (EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)																																									
Déversement ELU : $l_{ed} = 4860,0$ mm (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Tableau 6.1) $E_{0,05} = 7400,0$ Mpa (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC) $\sigma_{my,ed} = 142,7$ Mpa (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32) $\lambda_{rel,m} = 0,4$ (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.30) $k_{crit} = 1,0$ (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34) $k_{crit} \cdot f_{myd,ed} = 16,6$ Mpa (EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33) Taux de travail selon γ : 94% < 1																																									

Pas de risque de déversement

Vérification au cisaillement :

K_{α} =	0,67	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
V_y =	12,8	kN
τ_d =	0,93	Mpa
f_{vd} =	2,8	Mpa
Taux :	34% < 1	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
ELU		Iso 94%

4. VERIFICATION ELS

Choix de la combinaison :

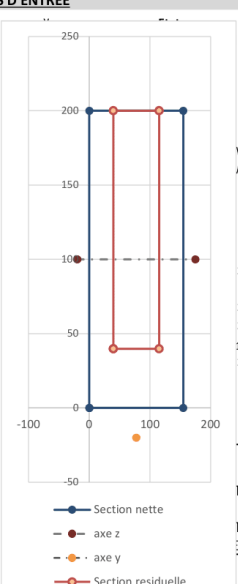
G + Q	3,6 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	103333333 mm ⁴	
Wel	1,03E+06 mm ³	
Flèche finale admissible W_{fin} :	L/125	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	5+L/700 = L/411	
Contreflèche :	0 mm	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
		limite Taux
Uinst,G	13,13	mm
Ucreep,G	7,88	mm
Uinst,S	0,00	mm < 0,0 mm 0%
Ucreep,S	0,00	mm
Uinst,q	12,71	mm < 16,7 mm 76%
Ucreep,q	3,27	mm
Uinst,W+	0,00	mm < 0,0 mm 0%
Uinst,W-	0,00	mm < 0,0 mm 0%
U inst Q	12,71	mm < 16,7 mm 76%
Ufin	36,99	mm < 40,0 mm 92%
Ufin - Uinst,G	23,86	mm < 12,2 mm 196%
Unet,fin	36,99	mm < 25,0 mm 148%
ELS		Iso 196%

5. STABILITE FEU

G + Ψ 1Q =	2,7 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
β_n =	0,80 mm/min	(EN NF 1995- Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
$\gamma_{m,fi}$ =	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)
k_{fi} =	1,25	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))
$k_{mod,fi}$ =	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)
Ep. brûlée		
	Sup Inf Droite Gauche	
t_{ch} (min)	0 13,40 13,40 13,40	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.1.3.3 -Equation 3.12)
d_{sup} (mm)	0 13,28 13,28 13,28	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.4 -Equation 3.2)
d_o (mm)	0 7 7 7	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 -Equation 4.1)
$d_{ef} \Sigma$	0 20 20 20	mm
d_{ef} largeur,gauche =	20,3 mm	
d_{ef} largeur,droite =	20,3 mm	
d_{ef} supérieur =	0,0 mm	
d_{ef} inférieur =	20,3 mm	
Section résiduelle		
b' =	114,4 mm	
h' =	179,7 mm	
Vérification à la flexion :		
Isostatique		
M_y =	8,51	kN.m
σ_{myd} =	13,81	MPa
$f_{myd,fi}$ =	30,00	MPa
Taux :	46% < 1	
Vérification au cisaillement :		
V =	6,80	kN
τ_d =	0,50	MPa
$f_{vd,fi}$ =	5,00	MPa
Taux :	10% < 1	
STABILITE AU FEU		Iso 46%

5.3.7 Solive courante représentative des R+3 (hors aile nord), R+2, R+1 et RDC - avec bacula 20mm - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE SOLIVE EN FLEXION SIMPLE SUIVANT LA NF EN 1995-1

1. DONNEES D'ENTREE					
Géométrie					
Largeur :	155 mm	1		iso	
Hauteur :	200 mm	2		196%	
Portée :	5,00 m	3		L/125	
Entraxe horiz. :	0,71 m	4		L/200	
Pente toiture :	0 °	5		L/300	
Longueur de deversement	5,00 m			5+L/700	
Retrait :	NC			/c :	0 mm
Matériau :					
Classe de résistance :	C24				
Classe de service :	classe 1				
$f_{m,k}$ =	24 Mpa				338 Bois massif et NF EN 14 080 LC
$f_{t,k}$ =	4 Mpa				(EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3)
γ_m =	1,3				338 Bois massif et NF EN 14 080 LC
ρ_{mean} =	420 kg/m ³				338 Bois massif et NF EN 14 080 LC
k_{def} =	0,6				1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3
$E_{m,0}$ =	11000 Mpa				338 Bois massif et NF EN 14 080 LC
$E_{m,90}$ =	6875 Mpa				(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)
Revetement de sol					
Souple					
Feu :					
Durée :	60 mm				
	Contact	Protection			
Face supérieure	NON	Rien	0		
Face inférieure	OUI	20mm plâtre	20		
Face de droite	OUI	20mm plâtre	20		
Face de gauche	OUI	20mm plâtre	20		
2. CAS DE CHARGE					
	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
	q_s	q_s	q_0	q_{w+}	q_{w-}
Valeur (kN/m ²)	2,40	0,00	2,50	0,00	0,00
Entraxe (m)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
k_{mod} =	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1
poids propre 0,1302 kN/ml					
ψ_0	1	0,5	0,7	0,6	0,6
ψ_1	1	0,2	0,5	0,2	0,2
ψ_2	1	0	0,3	0	0
3. VERIFICATION ELU					
Combinaison la plus défavorable :					
1,35G + 1,5Q =	5,14 kN/m				(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
k_{mod} retenu =	0,9				(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)
Coefficient de hauteur					
Si h<150 :	selon y :	k_{hy} = 1,00			(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)
Réactions repère global:					
Appui gauche		12,8	kN		
Appui droit		12,8	kN		
Vérification à la flexion :					
M_y =	16,1	kN.m			
σ_{myd} =	15,5	Mpa			
f_{myd} =	16,6	Mpa			
Taux de travail selon y :	94%	< 1			(EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)
Déversement ELU :					
l_{cr} =	4860,0	mm			(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Tableau 6.1)
$E_{0,05}$ =	7400,0	Mpa			(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
$\sigma_{my,cr05}$ =	142,7	Mpa			(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32)
$\lambda_{rel,y}$ =	0,4				(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.30)
$k_{cr,y}$ =	1,0				(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34)
$k_{cr,y} \cdot f_{my,cr05}$ =	16,6	Mpa			(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33)
Taux de travail selon y :	94%	< 1			

Pas de risque de déversement

Vérification au cisaillement :

$k_{cr} =$	0,67	(EN NF 1995-1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	12,8	kN
$\tau_{qd} =$	0,93	Mpa
$f_{vd} =$	2,8	Mpa
Taux :	34% < 1	(EN NF 1995-1.1 - Section 6.13a)
ELU		Iso 94%

4. VERIFICATION ELS

Choix de la combinaison :

G + Q	3,6 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	103333333 mm ⁴	
Wel	1,03E+06 mm ³	
Flèche finale admissible W_{fin} :	L/125	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	5+L/700 = L/411	
Contreflèche :	0 mm	(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

				limite	Taux
Uinst,G	13,13	mm			
Ucreep,G	7,88	mm			
Uinst,S	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,S	0,00	mm			
Uinst,q	12,71	mm	<	16,7 mm	76%
Ucreep,q	3,27	mm			
Uinst,W+	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Uinst,W-	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
U inst Q	12,71	mm		16,7	76%
Ufin	36,99	mm	<	40,0 mm	92%
Ufin - Uinst,G	23,86	mm	<	12,2 mm	196%
Unet,fin	36,99	mm	<	25,0 mm	148%
ELS					Iso 196%

5. STABILITE FEU

G + Ψ1Q =	2,7 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
βn =	0,80 mm/min	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
γm,fi =	1	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)
kfi =	1,25	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))
kmod,fi =	1	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)

Ep. brûlée

	Sup	Inf	Droite	Gauche
t _{ch} (min)	0	19,00	19,00	19,00
d _{char} (mm)	0	32,80	32,8	32,8
d ₀ (mm)	0	7	7	7
d _{ef} Σ	0	40	40	40

(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3.1.3.3 -Equation 3.12)

(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3.4 -Equation 3.2)

(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 4.2.2 -Equation 4.1)

d _{ef} largeur, gauche =	39,8	mm
d _{ef} largeur, droite =	39,8	mm
d _{ef} supérieur =	0,0	mm
d _{ef} inférieur =	39,8	mm

Section résiduelle

b' =	75,4	mm
h' =	160,2	mm

Vérification à la flexion :

	Isostatique	
M _y =	8,51	kN.m
σ _{myd} =	26,37	MPa
f _{myd,fi} =	30,00	MPa
Taux :	88% < 1	

Vérification au cisaillement :

V =	6,80	kN
τ _d =	0,84	MPa
f _{vd,fi} =	5,00	MPa
Taux :	17% < 1	

STABILITE AU FEU		VERIFIE	Iso 88%
------------------	--	---------	---------

5.3.8 Solive courante du PH R+3 - sans bacula - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE SOLIVE EN FLEXION SIMPLE SUIVANT LA NF-EN-1995-1

1. DONNEES D'ENTREE

Géométrie

Largeur : 105 mm
 Hauteur : 150 mm
 Portée : 5,00 m
 Entraxe horiz. : 0,67 m
 Pente toiture : 0 °
 Longueur de déversement : 5,00 m
 Retrait : NC

Matériau

Classe de résistance : C24
 Classe de service : classe 1

$f_{m,k} = 24$ Mpa
 $f_{t,k} = 4$ Mpa
 $\gamma_m = 1,3$
 $\rho_{mean} = 420$ kg/m³
 $k_{def} = 0,6$
 $E_{m,0} = 11000$ Mpa
 $E_{m,ed} = 6875$ Mpa

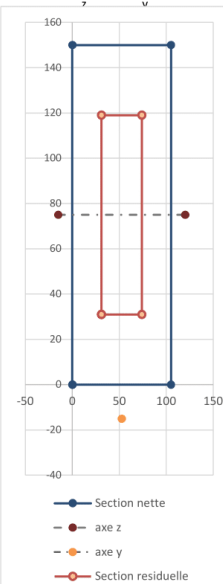
Revetement de sol

Rien (calcul pour support toiture)

Feu

Durée : 30 mm

	Contact	Protection
Face supérieure	OUI	Rien
Face inférieure	OUI	Rien
Face de droite	OUI	Rien
Face de gauche	OUI	Rien



Etat : iso

Taux de travail : 63%

ELS

$W_{fin} = L/125$
 $W_{int,fin} = L/200$
 $W_{int(G)} = L/300$
 second œuvre $W_{fin} - W_{int,G} = 0$
 Contreflèche $W_c = 0$ mm

(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

VERIFICATION

3. VERIFICATION ELU	32%
INSTABILITE	Pas de r
4. VERIFICATION ELS	54%
5. STABILITE FEU	63%

2. CAS DE CHARGE

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
Valeur (kN/m²)	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Entraxe (m)	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
$k_{mod} =$	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1

poids propre 0,06615 kN/ml

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
ψ_0	1	0,5	0	0,6	0,6
ψ_1	1	0,2	0	0,2	0,2
ψ_2	1	0	0	0	0

3. VERIFICATION ELU

Combinaison la plus défavorable :

$1,35G = 0,45$ kN/m
 k_{mod} retenu = 0,6

(EN NF 1990 - Annexe nationale - Tableau 2.4)
(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)

Coefficient de hauteur

Si $h < 150$: selon γ : $k_{hy} = 1,00$

(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)

Réactions repère global:

	Appui gauche	Appui droit
1,1	1,1	1,1
kN	kN	kN

Vérification à la flexion :

$M_y = 1,4$ kN.m
 $\sigma_{m,ed} = 3,6$ Mpa
 $f_{m,ed} = 11,1$ Mpa

Taux de travail selon γ : 32% < 1

(EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)

Déversement ELU :

	Appui gauche	Appui droit
$L_{ef} = 4770,0$ mm	$L_{ef} = 4770,0$ mm	$L_{ef} = 4770,0$ mm
$E_{0,95} = 7400,0$ Mpa	$E_{0,95} = 7400,0$ Mpa	$E_{0,95} = 7400,0$ Mpa
$\sigma_{m,ed} = 88,9$ Mpa	$\sigma_{m,ed} = 88,9$ Mpa	$\sigma_{m,ed} = 88,9$ Mpa
$\lambda_{rel,m} = 0,5$	$\lambda_{rel,m} = 0,5$	$\lambda_{rel,m} = 0,5$
$k_{crit} = 1,0$	$k_{crit} = 1,0$	$k_{crit} = 1,0$
$k_{crit} \cdot f_{m,ed} = 11,1$ Mpa	$k_{crit} \cdot f_{m,ed} = 11,1$ Mpa	$k_{crit} \cdot f_{m,ed} = 11,1$ Mpa

Taux de travail selon γ : 32% < 1

Pas de risque de déversement			
Vérification au cisaillement :			
$k_{cr} =$	1,00		(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	1,1	kN	
$\tau_d =$	0,11	Mpa	
$f_{vd} =$	1,8	Mpa	
Taux :	6% < 1		(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
			Iso
ELU			32%

4. VERIFICATION ELS			
Choix de la combinaison :			
G	0,3 kN/m		(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	29531250	mm ⁴	
Wel	3,94E+05	mm ³	
Flèche finale admissible W_{fin} :	L/125		(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200		(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300		(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	0 = 0		
Contreflèche :	0	mm	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
			limite
U _{inst,G}	8,37	mm	Taux
U _{creep,G}	5,02	mm	
U _{inst,S}	0,00	mm	< 0,0 mm 0%
U _{creep,S}	0,00	mm	
U _{inst,q}	0,00	mm	< 0,0 mm 0%
U _{creep,q}	0,00	mm	
U _{inst,W+}	0,00	mm	< 0,0 mm 0%
U _{inst,W-}	0,00	mm	< 0,0 mm 0%
U _{inst,Q}	0,00	mm	16,7 0%
U _{fin}	13,39	mm	< 40,0 mm 33%
U _{fin} - U _{inst,G}	5,02	mm	< 0,0 mm 0%
U _{net,fin}	13,39	mm	< 25,0 mm 54%
			Iso
ELS			54%

5. STABILITE FEU			
G =	0,3 kN/m		(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
$\beta_n =$	0,80	mm/min	(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
$\gamma_{m,fi} =$	1		(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)
$k_{fi} =$	1,25		(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))
$k_{mod,fi} =$	1		(EN NF 1995 - Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)
Ep. brûlée			
	Sup	Inf	Droite Gauche
$t_{a,fi}$ (min)	0	0,00	0,00 0,00
d_{char} (mm)	24	24,00	24 24
d_b (mm)	7	7	7 7
d_{ef}	31	31	31 31
$d_{ef,largeur,gauche} =$	31,0	mm	
$d_{ef,largeur,droite} =$	31,0	mm	
$d_{ef,supérieur} =$	31,0	mm	
$d_{ef,inférieur} =$	31,0	mm	
Section résiduelle			
$b' =$	43,0	mm	
$h' =$	88,0	mm	
Vérification à la flexion :			
Isostatique			
$M_y =$	1,04	kN.m	
$\sigma_{myd} =$	18,82	MPa	
$f_{myd,fi} =$	30,00	MPa	
Taux :	63% < 1		
Vérification au cisaillement :			
$V =$	0,84	kN	
$\tau_d =$	0,33	MPa	
$f_{vd,fi} =$	5,00	MPa	
Taux :	7% < 1		
			Iso
STABILITE AU FEU			VERIFIE
			63%

5.3.9 Solive courante du PH R+3 - avec bacula - NF EN 1995-1-2

VERIFICATION D'UNE SOLIVE EN FLEXION SIMPLE SUIVANT LA NF-EN-1995-1

1. DONNEES D'ENTREE

Géométrie

Largeur : 105 mm
 Hauteur : 150 mm
 Portée : 5,00 m
 Entraxe horiz. : 0,67 m
 Pente toiture : 0 °
 Longueur de déversement : 5,00 m
 Retrait : NC

Matériau :

Classe de résistance : C24
 Classe de service : classe 1

$f_{m,k} = 24$ Mpa
 $f_{t,k} = 4$ Mpa
 $\gamma_m = 1,3$
 $\rho_{mean} = 420$ kg/m³
 $k_{def} = 0,6$
 $E_{m,0} = 11000$ Mpa
 $E_{m,ed} = 6875$ Mpa

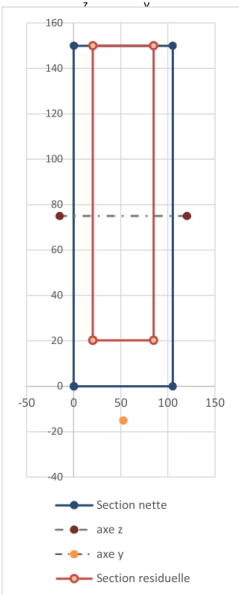
Revetement de sol

Rien (calcul pour support toiture)

Feu :

Durée : 30 mm

	Contact	Protection
Face supérieure	NON	Rien
Face inférieure	OUI	BA13
Face de droite	OUI	BA13
Face de gauche	OUI	BA13



Etat : iso
 Taux de travail : 54%

ELS

$W_{tot} = L/125$
 $W_{tot,fin} = L/200$
 $W_{tot(L)} = L/300$
 second œuvre $W_{fin} - W_{tot,L,G} = 0$
 Contreflexe $W_c = 0$ mm

(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995-1.1 - Section 2.3.1.3)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995-1.1 - Section 2.4 - Tableau 2.3)
 (NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
 (EN NF 1995-1.1 - Section 7.2)

VERIFICATION

3. VERIFICATION ELU	32%
INSTABILITE	Pas de ri
4. VERIFICATION ELS	54%
5. STABILITE FEU	19%

2. CAS DE CHARGE

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
Valeur (kN/m²)	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Entraxe (m)	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
$k_{mod} =$	0,6	0,9	0,9	1,1	1,1

poids propre 0,06615 kN/ml

	Permanent	Neige	Exploitation	vent ascendant	Vent descendant
ψ_0	1	0,5	0	0,6	0,6
ψ_1	1	0,2	0	0,2	0,2
ψ_2	1	0	0	0	0

3. VERIFICATION ELU

Combinaison la plus défavorable :

$1,35G = 0,45$ kN/m
 k_{mod} retenu = 0,6

(EN NF 1990 - Annexe nationale - Tableau 2.4)
(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Tableau 3.1)

Coefficient de hauteur

Si $h < 150$: selon γ : $k_{hy} = 1,00$

(EN NF 1995-1.1 - Section 3 - Equation 3.1 ou 3.2)

Réactions repère global:

	Appui gauche	Appui droit
	1,1	1,1

Unité : kN

Vérification à la flexion :

	Valeur	Unité
$M_{y,d}$	1,4	kN.m
$\sigma_{m,y,d}$	3,6	Mpa
$f_{m,y,d}$	11,1	Mpa

Taux de travail selon γ : 32% < 1

(EN NF 1995-1.1 - Section 6.1.6)

Déversement ELU :

	Valeur	Unité
L_{ed}	4770,0	mm
$E_{0,95}$	7400,0	Mpa
$\sigma_{m,y,crd}$	88,9	Mpa
$\lambda_{rel,m}$	0,5	
k_{crd}	1,0	
$k_{crit,m,y,d}$	11,1	Mpa

Taux de travail selon γ : 32% < 1

(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Tableau 6.1)
(NF EN 338 Bois massif et NF EN 14 080 LC)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.32)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.30)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.34)
(EN NF 1995-1.1 - Section 6.3.3 - Equation 6.33)

Pas de risque de déversement

Vérification au cisaillement :

$k_{xy} =$	1,00	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
$V_y =$	1,1	kN
$\tau_d =$	0,11	Mpa
$f_{vd} =$	1,8	Mpa
Taux :	6% < 1	(EN NF 1995- 1.1 - Section 6.13a)
ELU		Iso 32%

4. VERIFICATION ELS

Choix de la combinaison :

G	0,3 kN/m	(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.4)
Inertie :	29531250 mm ⁴	
Wel	3,94E+05 mm ³	
Flèche finale admissible W_{lim} :	L/125	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche nette finale admissible $W_{net,fin}$:	L/200	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche instantanée admissible $W_{inst(Q)}$:	L/300	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)
Flèche de second œuvre ($W_{fin} - W_{inst,G}$)	0 = 0	
Contreflèche :	0 mm	(EN NF 1995- 1.1 - Section 7.2)

				limite	Taux
Uinst,G	8,37	mm			
Ucreep,G	5,02	mm			
Uinst,S	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,S	0,00	mm			
Uinst,q	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Ucreep,q	0,00	mm			
Uinst,W+	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
Uinst,W-	0,00	mm	<	0,0 mm	0%
U inst Q	0,00			16,7	0%
Ufin	13,39	mm	<	40,0 mm	33%
Ufin - Uinst,G	5,02	mm	<	0,0 mm	0%
Unet,fin	13,39	mm	<	25,0 mm	54%
ELS					Iso 54%

5. STABILITE FEU

G =	0,3 kN/m				(EN NF 1990 - Annexe national - Tableau 2.1)
$\beta_n =$	0,80	mm/min			(EN NF 1995- Partie 1.2 - Section 3 - Tableau 3.1)
$\gamma_{m,fi} =$	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - equation 2.2 - Note 2)			
$k_{fi} =$	1,25	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 - Commentaire (5))			
$k_{mod,fi} =$	1	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 2.3 - Tableau 2.1)			
Ep. brûlée					
	Sup	Inf	Droite	Gauche	
t_{eq} (min)	0	13,40	13,40	13,40	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.1.3.3 -Equation 3.12)
d_{char} (mm)	0	13,28	13,28	13,28	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 3.4 -Equation 3.2)
d_0 (mm)	0	7	7	7	(EN NF 1995 -Partie 1.2 - Section 4.2.2 -Equation 4.1)
$d_{ef} \Sigma$	0	20	20	20	mm
$d_{ef\ largeur,gauche} =$	20,3	mm			
$d_{ef\ largeur,droite} =$	20,3	mm			
$d_{ef\ supérieur} =$	0,0	mm			
$d_{ef\ inférieur} =$	20,3	mm			
Section résiduelle					
$b' =$	64,4	mm			
$h' =$	129,7	mm			

Vérification à la flexion :

	Isostatique	
$M_y =$	1,04	kN.m
$\sigma_{myd} =$	5,78	MPa
$f_{myd,fi} =$	30,00	MPa
Taux :	19% < 1	

Vérification au cisaillement :

$V =$	0,84	kN
$\tau_d =$	0,15	MPa
$f_{vd,fi} =$	5,00	MPa
Taux :	3% < 1	

STABILITE AU FEU		VERIFIE	Iso 19%
------------------	--	---------	---------

5.3.10 Poteau BA courant (SD3) - valeurs tabulées NF EN 1992-1-2 (méthode A)

Poteaux béton								
Type acier			BA	0				
Eléments	μ_{fi}	largeur min (mm)	largeur inf (mm)	enrobage (mm)	Diamètre armature (mm)	a (mm)	a inf (mm)	tenue au feu (min)
Poteau courant	0,5	250	250	35	12	41	40	60

5.3.11 Poutre BA courante (SD5) - valeurs tabulées NF EN 1992-1-2

Poutre BA							
Elements	Largeur (mm)	Largeur Inf	Enrobage (mm)	Diamètre armature (mm)	a (mm)	Enrobage inf (mm)	Tenue au feu
Poutre BA	310	300	20	12	26	25	60

5.3.12 Poutrelles béton armé coffré en terre-cuite (SD8 et SD9)

Il a été observé, au droit des sondages destructifs SD8 et SD9 (cf. 4.2.3. Résultats des sondages non-destructifs, destructifs et relevés) des aciers de béton armé insérés dans des poutrelles en terre-cuite formant coffrage, lesquelles doivent, en principe, recevoir un béton coulé.

Il a été observé des défauts de répartition dudit béton coulé, de sorte que les aciers observés présentaient, localement, un enrobage nul. Sous ce rapport et sur la base des valeurs tabulées de la NF EN 1992-1-2 il est considéré que les éléments d'ouvrages concernés présentent une durée de stabilité au feu inférieure à 15 minutes.

5.3.13 Dalles BA (SD15 et SD16) - valeurs tabulées NF EN 1992-1-2

Dalle BA un seul sens porteur							
Element	hauteur (mm)	hauteur inf (mm)	Enrobage (mm)	Diamètre armature (mm)	Distance à l'axe (mm)	Distance Inf (mm)	Tenue au feu (min)
SD15	270	175	18	11	23,5	20	60
SD16	270	175	0,5	8	4,5	#N/A	0

5.4 Synthèse des résultats

Il est donné ci-après un tableau récapitulatif des durées de stabilité au feu estimées pour les éléments de structure observés au droit des sondages destructifs et relevés effectués dans l'immeuble.

N°	Niveau	Élément	Durée de stabilité au feu estimée
R1	R+4 (charpente)	Panne courante (aile sud)	SF30
R1	R+4 (charpente)	Chevron courant (aile sud)	SF30
R1	R+4 (charpente)	Solive courante du PH (circulation centrale)	SF30 - sans bacula SF60 - avec bacula*
SD1	PB R+4	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD2	PH R+3	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD3	PH R+3	Poteau BA courant (circulation centrale)	SF60
SD4	PH R+3	Solive courante (aile nord)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula*
SD5	PH R+2	Poutre BA (circulation centrale)	SF60
SD6	PH R+2	Solive courante (aile nord)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD7	PH R+2	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD8	PH R+2	Poutrelle courante (circulation centrale)	SF < 15 min. Enrobage insuffisant
SD9	PH R+2	Poutrelle courante (circulation centrale)	SF < 15 min. Enrobage insuffisant
SD10	PH R+1	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD11	PH R+1	Solive courante (aile nord)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD12	PH RDC	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD13	PH RDC	Poutrelle courante (aile nord)	SF < 15 min. Métal exposé
SD14	SS1	Voûte mâchefer	SF60
SD15	SS1	Dalle BA (circulation centrale)	SF60
SD16	SS1	Dalle BA (circulation centrale)	SF < 15 min. Enrobage insuffisant

* Attention : Il a été relevé des épaisseurs de plâtre constitutif des baculas hétérogènes (6 à 28mm).

Dans ce cadre les estimations du durée de stabilité au feu menées en incluant la présence du bacula reposent sur deux hypothèses :

- Le bacula est continu sur l'ensemble de la surface du local concerné et ne présente pas de défauts de suspente qui pourraient engager un décrochement ;
- Le plâtre constitutif du bacula présente une épaisseur minimale de 13mm sur l'ensemble du local concerné (créant une équivalence avec un

panneau de BA13). Néanmoins, il a été estimé que des zones nécessitent une épaisseur de 20mm pour atteindre localement la SF60.

Dans ce cadre, l'approche qui consisterait à justifier la durée de stabilité au feu en incluant la présence du bacula existant doit impérativement, d'une part, être validée par un bureau de contrôle agréé et, d'autre part, s'appuyer sur un contrôle effectif, dans l'ensemble des locaux concernés, de la validité des deux hypothèses susmentionnées suivant notamment l'épaisseur de plâtre nécessaire pour atteindre la durée de stabilité au feu recherchée.

Il convient de noter que certains éléments étudiés ci-dessus présentent des taux de travail à l'état limite de service (ELS) supérieurs à 100%. L'identification de ces taux est attribuable, en première approche, à l'antériorité des éléments de structure étudiés devant la NF-EN-1995 et en particulier devant ses critères de flèches admissibles réputés plus exigeant que ceux retenus lors de la construction de l'immeuble objet du présent rapport. Ces résultats ne remettent pas en cause l'étude de durée de stabilité au feu.

Il est rappelé que la norme NF EN 1996 n'intègre pas de dispositions relatives à la tenue au feu des voiles maçonnés. Il est également rappelé que le développement, dans l'épaisseur d'un voile maçonné et à l'occasion d'un incendie, d'un gradient thermique peut cependant engendrer des déformations issues de la dégradation progressive des matériaux.

Dans ce cadre, considérant l'épaisseur des principaux voiles porteurs maçonnés de l'ordre de 30cm à 50cm observés dans l'ouvrage, en l'absence d'anomalies relevées par des moyens non-destructifs ou destructifs, il peut être considéré que la tenue au feu des voiles maçonnés, notamment au sous-sol, est de l'ordre de 90 minutes.

6. CONCLUSION GÉNÉRALE

Une équipe du BET STRUCTUREO composée d'un ingénieur structure accompagné d'un technicien est intervenue sur site durant les journées du mardi 04 novembre et du mercredi 05 novembre 2025. Une inspection visuelle, des sondages non destructifs et destructifs ainsi que des relevés géométriques d'éléments de structure ont été réalisés.

6.1 Historique

La date de construction de l'immeuble objet du présent rapport figure au droit de son entrée principale sur l'avenue de la Liberté. Sa construction est ainsi attribuable à 1892-1893.

Des pièces graphiques figurant le projet initial, datées de 1892 et identifiées durant l'intervention de diagnostic sur site, précisent l'état initialement projeté de l'immeuble. La circulation centrale, distribuant les deux ailes du bâtiment (nord et sud) présentait également une configuration différente de sa configuration actuelle, en ceci qu'elle n'intégrait notamment pas d'ascenseur.

Une comparaison des pièces graphiques d'archive et des ouvrages en présence permet d'identifier une restructuration de la circulation centrale sur toute la hauteur de l'immeuble, au titre de laquelle une cage d'ascenseur a notamment été introduite.

Considérant l'observation d'aciers ronds lisses dans les ouvrages en béton armé participant de la circulation centrale actuelle il est possible d'attribuer cette restructuration à une période antérieure aux années 1960.

6.2 Inspections visuelles

Il a été réalisé une inspection visuelle de l'ouvrage et des éléments d'ouvrages accessibles/visibles durant l'intervention *in situ*. Il convient, sur ce point, de noter que plusieurs bureaux/locaux n'ont pu être visités en raison de leur occupation.

Un inventaire des désordres concernés, précisant leur localisation assortie de photographies ainsi que d'une proposition succincte d'explication de leur origine a été donné.

Il a ainsi été observé, au titre de l'inspection visuelle :

- Dans la majorité des locaux du sous-sol, des poutrelles métalliques constitutives du plancher haut ne présentant pas de protection au feu. Dans ce cadre, leur durée de stabilité au feu est réputée inférieure à 15 minutes.
- Dans les locaux d'archive sous combles, des poutrelles métalliques formant reprises de charpente et/ou linteaux ne présentant pas de protection au feu. Dans ce cadre, leur durée de stabilité au feu est réputée inférieure à 15 minutes.
- Entre locaux adjacents du sous-sol et du R+4 ou entre locaux superposés du sous-sol et du RDC, des percements horizontaux ou verticaux non-calfeutrés.
- En plancher haut du dégagement central au SS1, l'insuffisance d'enrobage des armatures constitutives de la dalle en béton armé. Certains aciers sont à nu au droit de fissures.
- En plancher haut du SS1 dans le local de « Rangement 1 », une poutrelle corrodée au droit d'un percement vertical.
- Au droit d'un voile sur la circulation centrale, au R+3, une fissure verticale parallèle au jambage de la porte.

6.3 Sondages non-destructifs, destructifs et relevés

Dans le cadre de l'intervention *in situ*, il a été réalisé une campagne de sondages non-destructifs au moyen de passages linéaires au RADAR *StructureScan*.

Seize sondages destructifs ont été réalisés. Les ouvrages concernés sont :

- Le plancher bas du R+4, à raison de 1 sondage ;
- Le plancher haut du R+3, à raison de 3 sondages ;
- Le plancher haut du R+2, à raison de 5 sondages ;
- Le plancher haut du R+1, à raison de 2 sondages ;
- Le plancher haut du RDC, à raison de 2 sondages ;
- Le plancher haut du SS1, à raison de 3 sondages ;

Les investigations (visuelles et destructives) réalisées dans le but de la reconnaissance structurelle de la zone concernée ont été répertoriées et présentées dans des tableaux.

Des relevés géométriques d'éléments d'ouvrage apparents ont également été réalisés, en particulier au droit de la charpente. Ces relevés sont répertoriés et présentés dans les tableaux susmentionnés.

6.4 Estimation de durées de stabilité au feu

Il a été estimé la durée de stabilité au feu des éléments de structure relevés au droit des sondages destructifs. La durée de stabilité au feu des éléments en béton armé est estimée sur la base des valeurs tabulées de la NF EN 1992-1-2 et son annexe nationale. La durée de stabilité au feu des éléments en bois est estimée sur la base de l'estimation de l'épaisseur brûlée suivant la NF EN 1995-1-2 et son annexe nationale.

Il est donné ci-après un tableau récapitulatif des durées de stabilité au feu estimées pour les éléments de structure observés au droit des sondages destructifs et relevés effectués dans l'immeuble.

N°	Niveau	Élément	Durée de stabilité au feu estimée
R1	R+4 (charpente)	Panne courante (aile sud)	SF30
R1	R+4 (charpente)	Chevron courant (aile sud)	SF30
R1	R+4 (charpente)	Solive courante du PH (circulation centrale)	SF30 - sans bacula SF60 - avec bacula*
SD1	PB R+4	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD2	PH R+3	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD3	PH R+3	Poteau BA courant (circulation centrale)	SF60
SD4	PH R+3	Solive courante (aile nord)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula*
SD5	PH R+2	Poutre BA (circulation centrale)	SF60
SD6	PH R+2	Solive courante (aile nord)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD7	PH R+2	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD8	PH R+2	Poutrelle courante (circulation centrale)	SF < 15 min. Enrobage insuffisant

SD9	PH R+2	Poutrelle courante (circulation centrale)	SF < 15 min. Enrobage insuffisant
SD10	PH R+1	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD11	PH R+1	Solive courante (aile nord)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD12	PH RDC	Solive courante (aile sud)	SF30 - sans bacula SF30 - avec bacula 13mm* SF60 - avec bacula 20mm*
SD13	PH RDC	Poutrelle courante (aile nord)	SF < 15 min. Métal exposé
SD14	SS1	Voûte mâchefer	SF60
SD15	SS1	Dalle BA (circulation centrale)	SF60
SD16	SS1	Dalle BA (circulation centrale)	SF < 15 min. Enrobage insuffisant

*** Attention : Il a été relevé des épaisseurs de plâtre constitutif des baculas hétérogènes (6 à 28mm).**

Dans ce cadre les estimations du durée de stabilité au feu menées en incluant la présence du bacula reposent sur deux hypothèses :

- **Le bacula est continu sur l'ensemble de la surface du local concerné et ne présente pas de défauts de suspension qui pourraient engager un décrochement ;**
- **Le plâtre constitutif du bacula présente une épaisseur minimale de 13mm sur l'ensemble du local concerné (créant une équivalence avec un panneau de BA13). Néanmoins, il a été estimé que des zones nécessitent une épaisseur de 20mm pour atteindre localement la SF60.**

Dans ce cadre, l'approche qui consisterait à justifier la durée de stabilité au feu en incluant la présence du bacula existant doit impérativement, d'une part, être validée par un bureau de contrôle agréé et, d'autre part, s'appuyer sur un contrôle effectif, dans l'ensemble des locaux concernés, de la validité des deux hypothèses susmentionnées suivant notamment l'épaisseur de plâtre nécessaire pour atteindre la durée de stabilité au feu recherchée.

Considérant l'épaisseur des principaux voiles porteurs maçonnés de l'ordre de 30cm à 50cm observés dans l'ouvrage, en l'absence d'anomalies relevées par des moyens non-destructifs ou destructifs, il peut être considéré que la tenue au feu des voiles maçonnés, notamment au sous-sol, est de l'ordre de 90 minutes.