



Janvier 2024

DOSSIER N° ING-OC-23-3046-D- B

RAPPORT

Diagnostic structurel d'un plancher pour la BSI des Douanes

Site CRS 60 à MONFAVET

Pour le compte de :



MINISTÈRE
DE L'ÉCONOMIE,
DES FINANCES
ET DE LA SOUVERAINETÉ
INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

AGENCE OCCITANIE

6 CHEMIN DE LA MONTAGNE,
81600 TECOU
04 93 80 64 97

ASTERBTP.COM

REFERENCES DE L'OPERATION

Référence devis	COM-OC-23-3073-D-A – COM-OC-23-3106-D-A
Nom de l'opération	Rénovation du 4 ^e étage pour la BSI des douanes sur le site CRS60
Localisation	1254 Rte de Bel air, 84140 Avignon
Client	Ministère de l'Économie et des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique – SIEP - BIMO
Interlocuteur	Mme NICOLAS Florence
Rapport	Diagnostic structurel d'un plancher pour la BSI des douanes

Si le CLIENT est amené à diffuser ou à publier le rapport de mission, il s'engage à le reproduire en intégralité, sauf avec l'accord exprès d'ASTER BTP. Les conclusions d'ASTER BTP sont valables exclusivement pour l'objet de l'étude et l'ouvrage précisés ci-dessus. Elles ne peuvent pas être généralisées et les résultats de l'étude ne peuvent pas être extrapolés.

Émetteur	Type	Réf	Phase	Ind.	Date	Nb pages	Rédigé	Approuvé
ASTER BTP	ING	OC-23-3046	R	A	21/11/23	48	AM	GG
ASTER BTP	ING	OC-23-3046	R	B	04/01/24	48	AM	GG



Sommaire

1. CONTEXTE	5
1.1 PRESENTATION DU SITE	5
1.2 FICHE D'IDENTITE DU SITE	7
1.1 HISTORIQUE DU BATIMENT	8
2. PROGRAMME DES INVESTIGATIONS ET DESCRIPTION	9
2.1 PROGRAMME DES INVESTIGATIONS	9
2.2 ESSAI EN LABORATOIRE	10
2.3 INGENIERIE :	11
3. DESCRIPTION DES METHODOLOGIES ET MOYENS MATERIELS D'INTERVENTION SUR SITE	12
3.1 ACCESSIBILITE, SECURITE ET BALISAGE	12
3.1.1 ACCESSIBILITE SECURISEE	12
3.1.2 HYGIENE ET SECURITE – MOYENS SPECIFIQUES	13
3.2 INSPECTION VISUELLE	14
3.2.1 RELEVÉ DIMENSIONNEL DE L'OUVRAGE	14
3.2.2 RELEVÉ DES DESORDRES	14
3.3 RECONNAISSANCE STRUCTURELLE	15
3.3.1 RADAR HAUTE FREQUENCE	15
3.3.1 STRUCTURE BETON :	17
3.3.2 STRUCTURE METALLIQUE :	19
3.1 ANALYSE EN LABORATOIRE	20
3.1.1 PRELEVEMENTS D'ECHANTILLONS D'ACIER POUR ANALYSES EN LABORATOIRE	20
3.1.2 CARACTERISATION D'UN ECHANTILLON METALLIQUE	20
4. INVESTIGATIONS SUR SITE – RECONNAISSANCE DE LA STRUCTURE	21
4.1 RECONNAISSANCE DE LA STRUCTURE METALLIQUE	21
4.2 RECONNAISSANCE SUR PLANCHER POUTRELLE HOURDIS	26
4.3 RECONNAISSANCE DES MURS DE L'ESCALIER	30
4.4 CARACTERISATION DE LA COUVERTURE	35
4.5 PRELEVEMENT D'ACIER POUR ESSAI EN LABORATOIRE	36
5. ESSAI EN LABORATOIRE	38
6. DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE DU PLANCHER	40
6.1 HYPOTHESES DES CALCULS	40
6.1.1 MATERIAUX	40



6.1.2	CHARGES CONSIDEREES	41
6.1.3	VERIFICATIONS-CAS DE CHARGES	43
6.1.4	MODELE	44
6.2	RESULTATS POUR LA STRUCTURE METALLIQUE	45
6.2.1	TAUX DE TRAVAIL DE RESISTANCE	45
6.2.2	TAUX DE TRAVAIL DE STABILITE	45
6.2.3	FLECHES	46
6.2.4	VERIFICATIONS D'ASSEMBLAGES	46
6.3	RESULTATS POUR LE PLANCHER POUTRELLES-HOURDIS	49
6.3.1	CALCUL A L'ELS	49
6.3.2	CALCUL A L'ELU	52
7.	SYNTHESE	56
8.	ANNEXE	58
	ANNEXE I	59
	ANNEXE 2	60



1. CONTEXTE

Dans le cadre du projet de rénovation du 4^e étage du bâtiment A de la CRS 60 à Montfavet qui permettra le relogement de la BSI d'Avignon, le ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique nous a mandaté pour réaliser un diagnostic structurel sur le 4^e étage d'un bâtiment du site CRS60.

Le diagnostic porte sur les planchers, poutres, poteaux et cage d'escalier situés au 4^e étage du bâtiment A de la CRS 60 à Montfavet.

1.1 Présentation du site

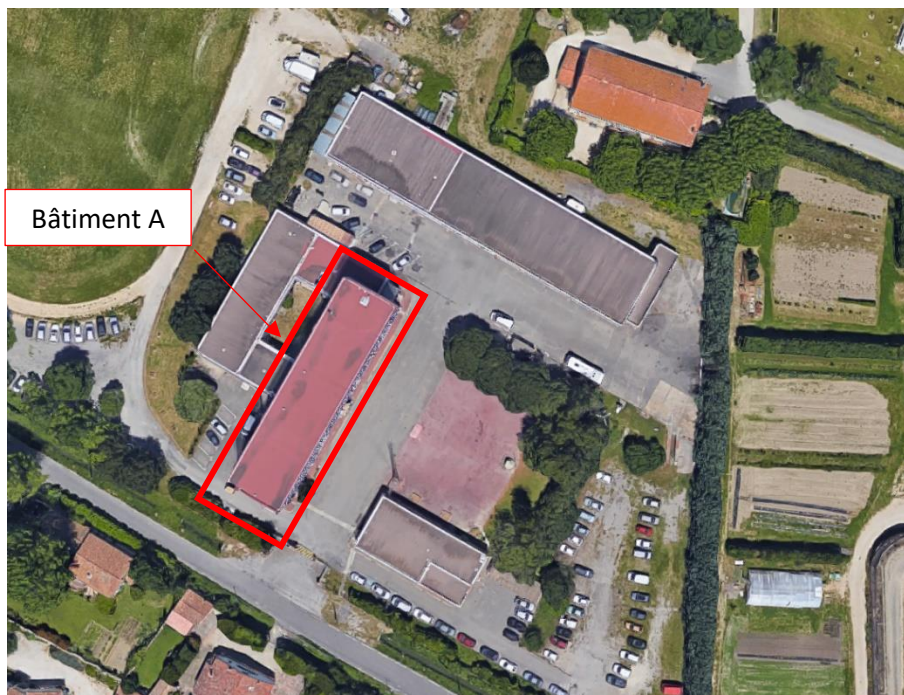
Le site objet de la consultation se situe au 1254 route de Bel air à Avignon.



Vue satellite du bâtiment – Source « Google maps »



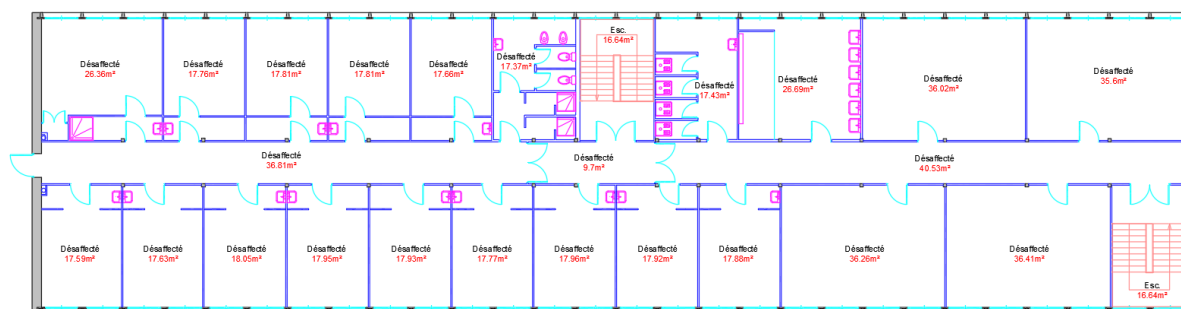
Le site actuel se présente comme suit :



L'ouvrage objet du diagnostic est le bâtiment A présenté ci-dessus.

Des plans de l'existant du bâtiment, sur la base d'un relevé architecte nous ont été fournis.

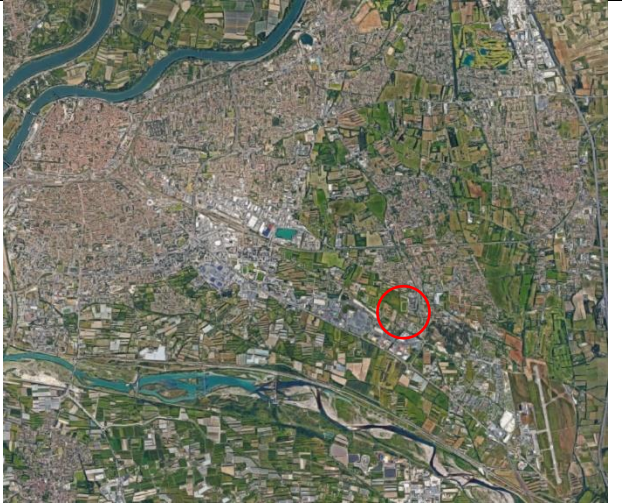
Un extrait des plans fournis par le client lors de la consultation est présenté ci-dessous :




Vue en plan du 4^e étage



1.2 Fiche d'identité du site

Carte d'identité		
Commune	84140 Avignon	
Adresse	1254 Rte de Bel air	
Année de construction	1964-1969	
Fonction	Caserne militaire	

Carte d'identité		
Nature de la construction	Structures métalliques modulaires de type Pailleron en R+4	
Niveau concerné	R+4	



1.1 Historique du bâtiment

Après une rapide recherche documentaire sur le bâtiment, nous constatons que le site CRS 60 a été construit entre 1964 et 1969. Des photographies aériennes de cette période montre l'apparition du site.



Photographie aérienne de 1964 – source « remonter le temps »



Photographie aérienne de 1969 - source « remonter le temps »

2. PROGRAMME DES INVESTIGATIONS ET DESCRIPTION

Cette campagne a pour objectif de définir plus précisément les caractéristiques des planchers poutrelles hourdis, l'ossature métallique de la structure existante du plancher du 4^{ème} étage et la structure porteuse des cages d'escaliers du bâtiment. Ceci afin de déterminer la nature, la qualité, la capacité portante des éléments structuraux.

Celle-ci doit fournir les éléments suivants :

- Nature et épaisseur des revêtements de plancher.
- Sens de portée des éléments de plancher, entraxe et portée.
- Nature des matériaux et dimensions des planchers, poutrelles, poutres métalliques et poteaux métalliques.
- Pour les ouvrages en béton armé, détermination du ferrailage (diamètre, espacement, enrobage).
- Calcul de la capacité portante des planchers poutrelles et des poutres principales du plancher du 4^{ème} étage. Le calcul de la capacité portante doit notamment spécifier la surcharge d'exploitation admissible sur le plancher du 4^{ème} étage.

Conformément à la demande de la SIEP – BIMO et aux contrats de référence COM-23-3073 et COM-23-3106, le programme de la mission et les moyens matériels sont les suivants :

2.1 Programme des investigations

Reconnaissance du plancher haut R+3 – Structure métallique

- Relevé géométrique exhaustif des éléments horizontaux (poutres treillis et solives) et verticaux (poteaux) de la structure métallique porteuse du plancher haut R+3 (section et épaisseur des profilés, assemblage et boulonnage, ...) ;
- Réalisation de lignes de détection en surface de plancher du 4^e étage afin de vérifier l'espacement des solives métalliques secondaires supportant le plancher poutrelle hourdis ;
- Réalisation de trois prélèvements d'acier en zone faiblement sollicitée sur une poutre treillis, un poteau et une solive pour réalisation d'essais en laboratoire ;
- Reconstitution de la section d'acier prélevée sur site par soudage d'une section d'acier équivalente ;
- Prélèvement de 4 boulons de type M12 sur la structure en poutre treillis afin de réaliser des essais en laboratoire ;
- Remplacement des éléments prélevés par des boulons de classe minimale 8.8) ;

Reconnaissance du plancher bas R+4 – Plancher poutrelle hourdis

- Radiographie en surface du plancher bas du 4^e étage afin de vérifier l'espacement des poutrelles, les épaisseurs de chape, dalle de compression et revêtement ;
- Réalisation de sondages en sous-face et à mi-portée des planchers reconnus pour déterminer les armatures de flexion composant les poutrelles du plancher (nombre, géométrie, et diamètre), la géométrie des entrevous et l'épaisseur précise de la dalle d-e compression ;
- Réalisation d'un sondage en surface de plancher proche appui (poutre secondaire métallique) pour déterminer les armatures de chapeau (nombre, nuance, et diamètre) dans le cas d'une continuité des planchers sur appui ;
- Réalisation d'un sondage au droit d'une poutrelle pour prélever une armature de flexion afin de réaliser des essais en laboratoire. **Le prélèvement d'une armature de flexion sur la poutrelle endommagera l'élément. Le renforcement de l'élément suite au prélèvement n'est pas prévu dans cette offre.**
- Rebouchage des investigations au mortier de réparation fibré à retrait compensé.

Reconnaissances des cages d'escalier :

- Réalisation d'un sondage destructif sur 1 voile de chaque cage d'escalier du 4^e étage afin de déterminer la nature des matériaux, les épaisseurs et la nature des enduits ;
- Radiographie des murs périphériques des cages d'escalier du 4^e étage pour vérifier l'homogénéité de la structure des murs ;
- Rebouchage des investigations au mortier de réparation fibré à retrait compensé.

Reconnaissance des charges en toiture – Capacité portante des poteaux

- Relevé des charges du plancher haut R+4 (structure métallique) dans le cadre de l'estimation de la descente de charge sur les poteaux du R+3 ;

2.2 Essai en laboratoire

- Reprofilage et préparation des échantillons d'acier prélevés sur site ;
- Réalisation de trois essais de traction sur les échantillons d'acier prélevés sur site pour déterminer la limite d'élasticité ($R_{p0.2}$) de l'acier.



- Réalisation de quatre essais de traction sur les boulons de la structure métallique prélevés sur site pour déterminer la classe de résistance de la boulonnerie mise en place.
- Réalisation d'un essai de traction sur les échantillons d'acier prélevés sur la poutrelle du plancher hourdis pour déterminer la limite d'élasticité ($R_{p0.2}$) de l'acier.

2.3 Ingénierie :

- Dépouillement et l'analyse des essais et investigations ;
- Présentation de l'ensemble des désordres observés et relevés lors de nos investigations accompagnés d'un reportage photographique et d'un avis sur l'état de conservation des éléments ;
- Retranscription sur plans de l'ensembles des investigations réalisées sur site, plan d'implantation des investigations, coupes des sondages, relevé géométrique des éléments, ...
- Analyse des essais en laboratoire pour détermination de la classe de résistance de la boulonnerie et des armatures de la poutrelle mis en place ;
- Détermination des capacités portantes en kg/m^2 de la structure métallique (poteaux, poutres treillis et solive) et des plancher poutrelles hourdis composant le plancher bas du 4^e étage (hors poutrelle de plancher précontrainte) selon les normes en vigueur NF EN 1990, NF EN 1991, NF EN 1992 et NF EN 1993 (EC0, 1, 2 et 3) ;
- Détermination du degré coupe-feu des murs composants les cages d'escalier du 4^e étage (uniquement sur les éléments en béton) selon les règles simples de la NF EN 1992-1-2.
- La synthèse générale.

3. DESCRIPTION DES METHODOLOGIES ET MOYENS MATERIELS D'INTERVENTION SUR SITE

Les principaux moyens matériels utilisés par ASTER BTP pour cette mission sont présentés ci-dessous :

3.1 **Accessibilité, Sécurité et Balisage**

Les interventions démarrent toujours par la mise en sécurité de l'intervention et de notre équipe. La priorité, au-delà de l'aspect technique, est d'avertir et de guider l'usager afin d'assurer sa sécurité ainsi que celle de nos collaborateurs.

Pour les interventions à l'intérieur du domaine privé, l'ensemble de nos investigations est réalisé sous balisage léger (plots, cônes de chantier, rubalise) avec panneaux et signalétique.

3.1.1 Accessibilité sécurisée

Pour les interventions limitées à 3.5 m de hauteur, le poste de travail est assuré à l'aide d'une P.I.R.L.E. Pour les hauteurs supérieures, l'échafaudage retenu par Aster Btp est un échafaudage roulant aluminium NF qui permet de travailler aisément jusqu'à des hauteurs de travail < 7m. Le choix de ce matériel a été dicté par les spécificités suivantes :

- Sa robustesse.
- Sa facilité de montage par une seule personne (ce qui permet à la deuxième personne sur site d'effectuer la vérification du montage avec neutralité).
- Sa facilité de transport.
- Un poste de travail limité à une personne. Ce critère permet de garantir l'absence de risques lié à la coactivité sur un même poste de travail et assure le rôle de surveillant pour la deuxième personne

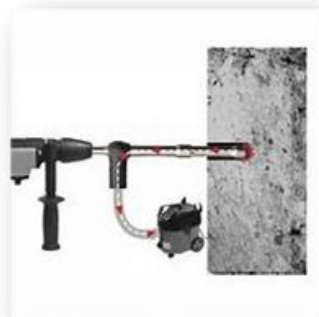




3.1.2 Hygiène et sécurité – Moyens spécifiques

L'hygiène et la sécurité ont été étudiées dans toutes les procédures d'ASTER Btp tel qu'expliqué précédemment sur le choix de notre échafaudage. Nous pouvons citer entre autres les exemples non exhaustifs suivants :

- Tous nos outils électroportatifs sont équipés de système anti-vibration.
 - Pour les zones d'intervention à accès difficiles, le matériel électroportatif fonctionne sur batterie.
 - La meuleuse à batterie est équipée d'un dispositif de freinage qui stoppe la rotation des disques dès que l'interrupteur est lâché.
 - Pour les percements et petits sondages Aster Btp vient de mettre en place une procédure avec les nouvelles générations de forêts creux à aspiration.
-
- Toutes les meuleuses sont équipées de flasques à poussières reliés à un aspirateur à poussière avec système anti-colmatage. L'opérateur est équipé d'un masque ventilé.
 - L'ensemble du personnel a été formé à l'utilisation du matériel.
 - Tous les intervenants sont formés et habilités au travail en hauteur, à la conduite de PEMP et au montage, vérification et utilisation d'échafaudage.



3.2 Inspection visuelle

Pour comprendre le fonctionnement des structures, identifier les éléments porteurs, localiser les anomalies visuelles et orienter les futures reconnaissances structurelles, la première étape réalisée sur site est l'inspection visuelle du bâtiment. Elle consiste dans un premier temps à réaliser un relevé géométrique et dimensionnel de la structure puis repérer les éventuels désordres ou anomalies pouvant affecter la structure.

3.2.1 Relevé dimensionnel de l'ouvrage

Le relevé géométrique des ouvrages et bâtiments sera réalisé à l'aide de matériel classique de mesures de géométrie

Matériel : mètre, disto, lasermètre, station autonome.

Procédure de réalisation : procédures internes Aster Btp

Sécurité : E.P.I

Étalonnage : Annuel chez le fabricant– Mensuel sur boîte d'essai



3.2.2 Relevé des désordres

Le relevé des désordres des ouvrages et bâtiments est la première phase des investigations d'une mission de diagnostic. Elle a pour but d'identifier rapidement la présence éventuelle de désordres graves d'un point de vue structurel ou pathologique. Ces investigations sont généralement réalisées à pied d'œuvre ou à l'aide de plateforme sécurisée (PIRL) pour l'inspection rapprochée des parties aériennes des bâtiments et à l'aide d'une nacelle pour les façades.

Matériel :

- Appareils photo numériques et télémétriques (macro et zoom 80x200mm)
- Matériel léger de « sondage » et de prélèvements
- Caméra thermique
- Fissuromètre
- Endoscope à fibre optique avec caméra numérique asservie
- Procédure de réalisation : S.E.T.R.A
- Sécurité : E.P.I / CACES nacelles/Habilitation échafaudages/PIRL
- Étalonnage : Sans Objet



3.3 Reconnaissance structurelle

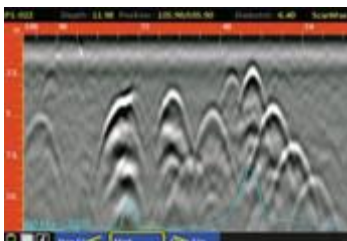
À la suite de l'identification de la structure lors de l'inspection visuelle réalisée initialement, une campagne de radiographie de la structure est réalisée afin d'affiner la compréhension de la structure et positionner au mieux les sondages destructifs complémentaires.

3.3.1 Radar Haute Fréquence

Les ondes électromagnétiques hautes fréquences se propagent dans les matériaux et se réfléchissent à l'interface entre deux milieux physiques distincts qui présentent des caractéristiques électromagnétiques différentes. La mesure des temps de réverbération des ondes est fonction de la constante diélectrique des matériaux qui varie en fonction de leur nature et de l'humidité. L'analyse des échos associés aux interfaces constitue les principes de base de la méthode.

La réflectométrie radar permet donc de détecter, de localiser et de préciser la géométrie des structures et des éventuelles anomalies qui les affectent (cavités, armatures métalliques, hétérogénéités singulières,), à partir de taille centimétrique. La section des aciers n'est pas mesurable.

Les enregistrements bruts (radargrammes) sont obtenus en temps réel. Ils fournissent les « coupes temps » situées au droit de chaque profil et permettent une première interprétation des résultats sur le site même.



Les mesures sont acquises en déplaçant un transducteur radar (antenne d'émission – réception) en continu selon de nombreux profils répartis sur les surfaces accessibles. Ces profils sont orientés selon des directions perpendiculaires, horizontales et verticales, afin d'assurer l'investigation des structures dans le plus grand volume possible.

Les mesures enregistrées sont traitées sous un logiciel spécifique pour améliorer la qualité des résultats.

Nota :

La détection s'effectue par rapport aux discontinuités des matériaux.

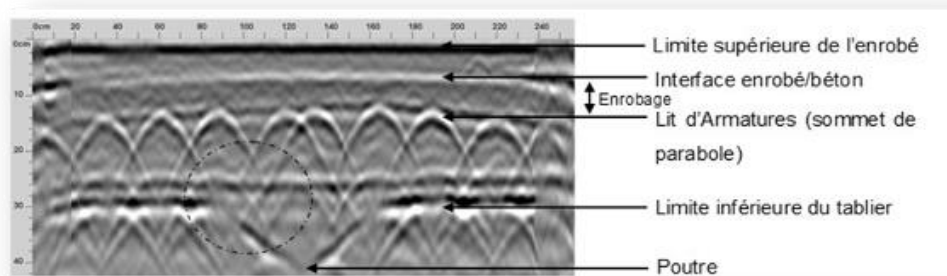
Les mesures sont limitées en profondeur et ne concernent en général que les 40 premiers centimètres pour une antenne Haute Fréquence.

Compte-tenu de ces limites, des prélèvements sont nécessaires pour permettre d'étalonner et vérifier les différentes auscultations.



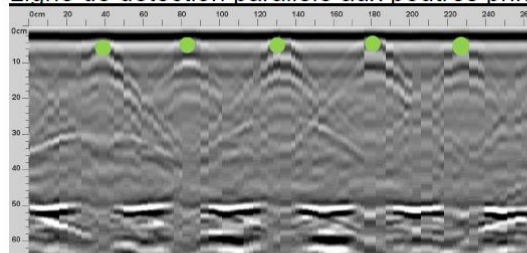
Tous les radargrammes seront exploités à l'aide d'un logiciel de traitement afin d'exporter les variations d'enrobage et d'espacement des armatures.

Ci-dessous un exemple de l'exploitation d'un radargramme réalisé en surface d'un tablier de VIPP (sur l'enrobé)



Le radar Haute Fréquence permet également de détecter le positionnement d'éléments structuraux en bois tels que les solives, les poutres etc... comme l'illustre le radargramme ci-dessous.

Ligne de détection parallèle aux poutres principales



● Solive



Comme l'illustre la photographie ci-dessus notre radar peut être monté sur une perche afin de réaliser des mesures jusqu'à des hauteurs de 4 mètres. Que cela soit sur des parois verticales ou horizontales.



3.3.1 Structure béton :

Les sondages destructifs sur les éléments en béton sont réalisés en règle générale au burineur et permet :

- De compléter la reconnaissance des armatures en les dégagant et permettant ainsi de caractériser le type d'armatures, leur diamètre, leur état ainsi que leur enrobage ;
- De réaliser une mesure du front de carbonatation au droit des armatures identifiées ;
- De connecter le voltmètre à l'armature pour effectuer les mesures de potentiel de corrosion.

Les aciers préalablement détectés sont détournés afin de relever leurs caractéristiques géométriques.

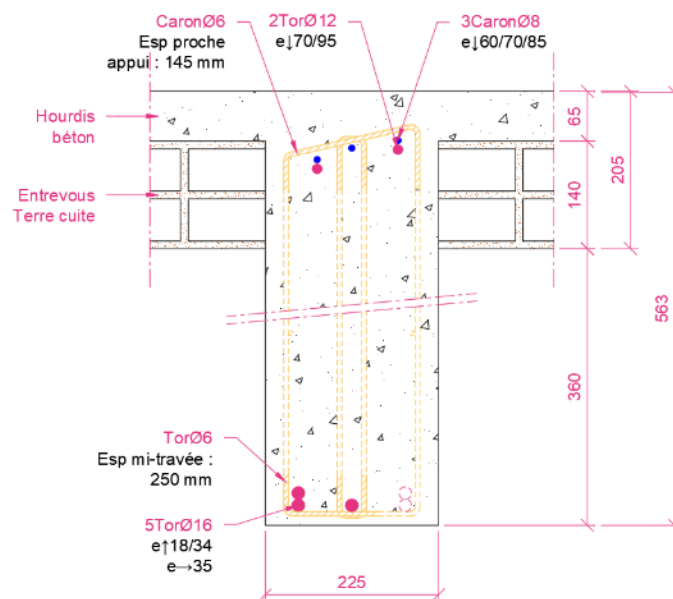


Sondage SP-4 – Surface plancher



Sondage SP-2 – Sous-face poutre

Grâce à l'ensemble des reconnaissances réalisées, il est dessiné la coupe du plan de ferrailage de l'élément :



Exemple d'un sondage d'une poutre béton

À la suite des sondages chaque « ouverture » sera refermée à l'aide d'un mortier de réparation à retrait compensé, fibré, de classe R4 selon la norme NF EN 1504-3 (Mapegrout T60F).



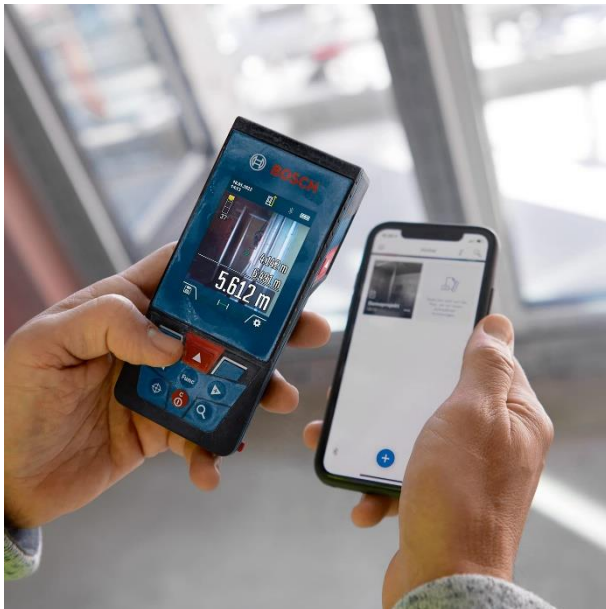
3.3.2 Structure métallique :

Les reconnaissances sur les structures métallique consistent à relever de façon la plus précise la géométrie des éléments composant la structure. Pour cela il est utilisé un ensemble d'outil de mesure de différente précision pour être adapté au mieux aux éléments à relever.

Les portées et entraxes des éléments sont mesurés à l'aide d'un télémètre laser doté d'une caméra numérique pour visualiser au mieux la distance mesurée.

La section des éléments est mesurée à l'aide de mètre ruban pour géométrie générale et au pied à coulisse et/ou mesureur d'épaisseur de métal pour les épaisseurs des profilés (âme, semelle, plat, ...)

Des photographies des appareils de mesure sont présentées ci-dessous :



Télémètre laser à caméra



Mesureur d'épaisseur de métal



3.1 Analyse en laboratoire

3.1.1 Prélèvements d'échantillons d'acier pour analyses en laboratoire

Les prélèvements d'armature sur les structures métalliques ou ferrailage d'éléments en béton armé sont réalisés dans le cas de vérifications calculatoires de structure pour déterminer la nuance d'acier utilisées sur les différents profilés ou armatures relevées.

Les prélèvements d'acier sont réalisés par disquage à l'aide d'appareil portatif sur des zones faiblement sollicitées sur la structure (âme de profilé, armatures transversales ...). Cela permet de réduire l'impact du prélèvement sur l'intégrité de la structure.

Après prélèvement de l'échantillon, une reconstitution de la section d'acier peut être réalisée sur les profilés métalliques. La pièce de remplacement est réalisée avec une qualité d'acier au minima équivalente puis soudée via un poste à arc électrique.



Photographie d'une zone de reconstitution d'acier

3.1.2 Caractérisation d'un échantillon métallique

Les prélèvements d'acier feront l'objet d'essai en laboratoire afin de déterminer la résistance à la traction

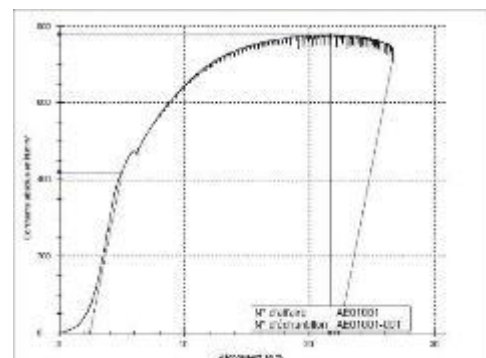
Matériel : machine de traction de capacité 400kN
de classe 0.5, Extensomètre de classe 1

Procédure de réalisation : NF EN ISO 6892
(épaisseur résiduelle, résistance à la traction,
limite élastique)

Sécurité : E.P.I, Accessibilité et station de travail

Étalonnage : étalonnage externe

Étalonnage : Sans Objet

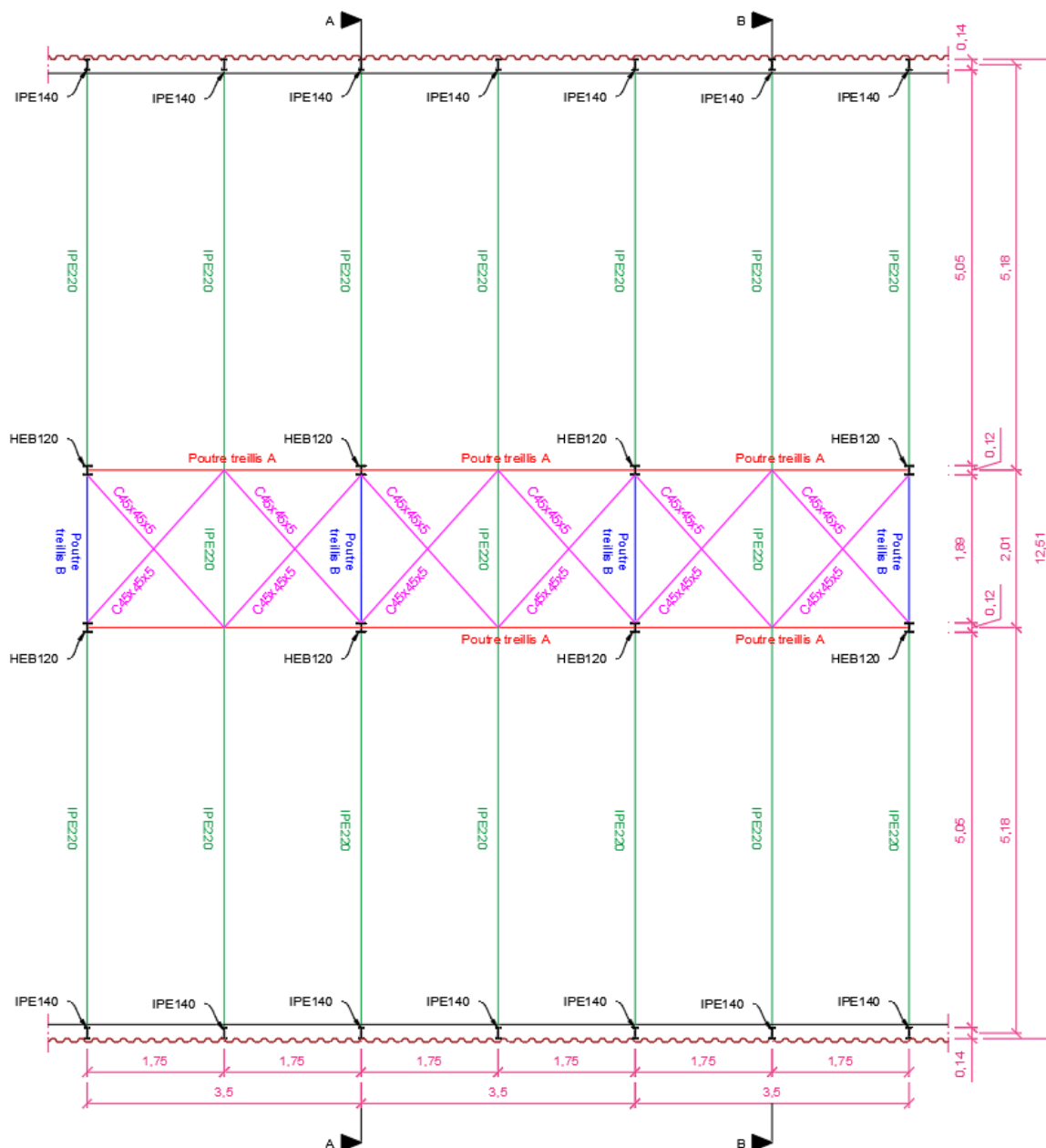




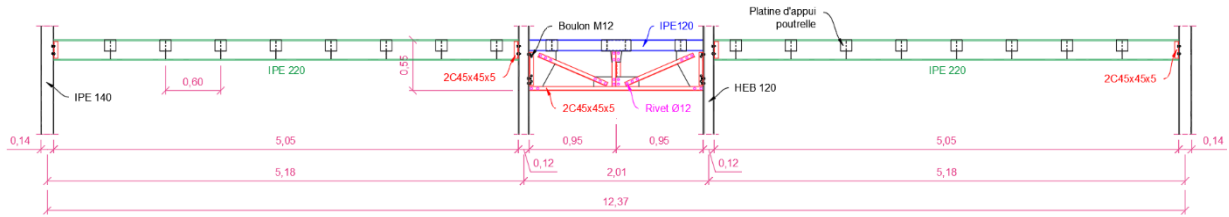
4. INVESTIGATIONS SUR SITE – RECONNAISSANCE DE LA STRUCTURE

4.1 Reconnaissance de la structure métallique

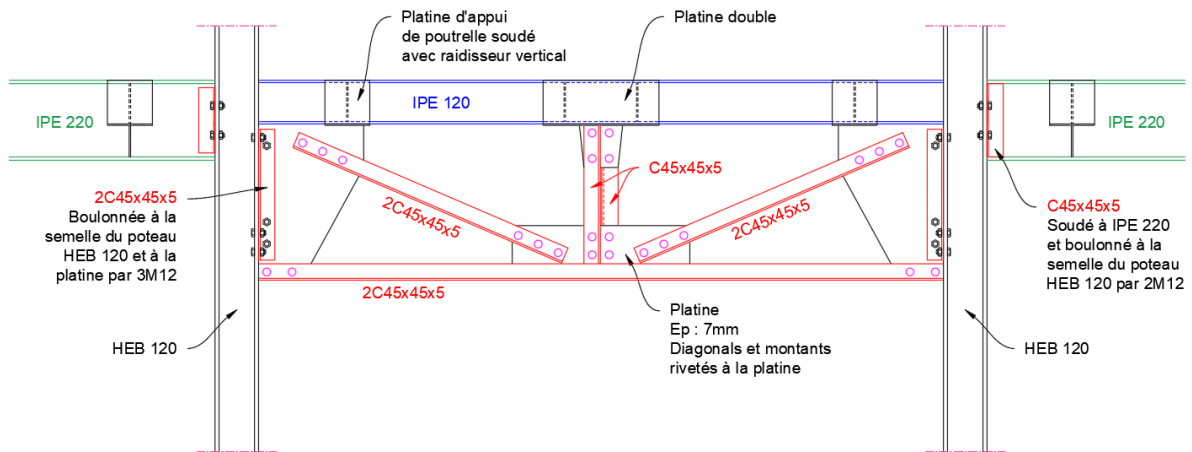
Les reconnaissances réalisées sur la structure du plancher bas du 4^e étage ont permis de mettre en évidence une structure métallique modulaire de type paillerons. Ce type de structure a été construit entre 1960 et 1975 ce qui correspond à la période de création du bâtiment déterminé. Une trame courante de la structure est présentée ci-dessous :



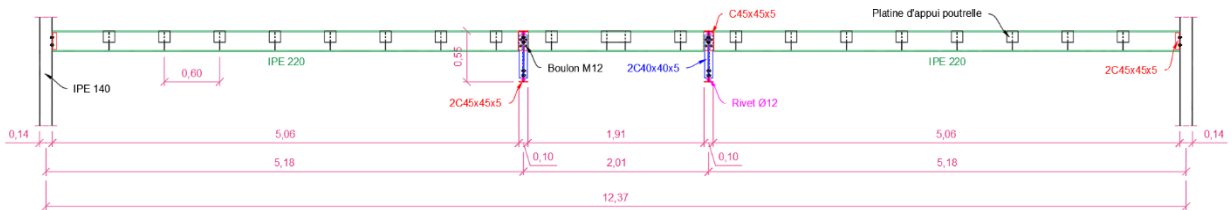
Vue en plan d'une trame courante de la structure



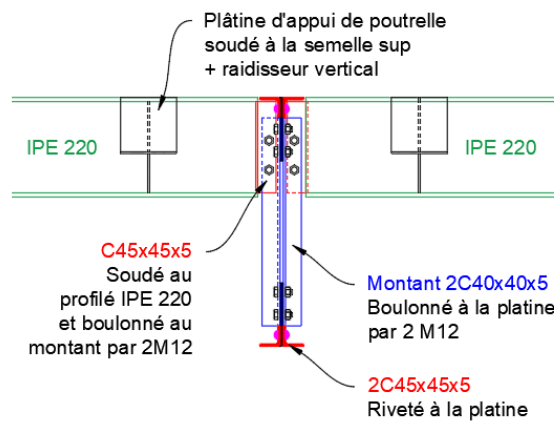
Coupe AA – Elévation de la structure



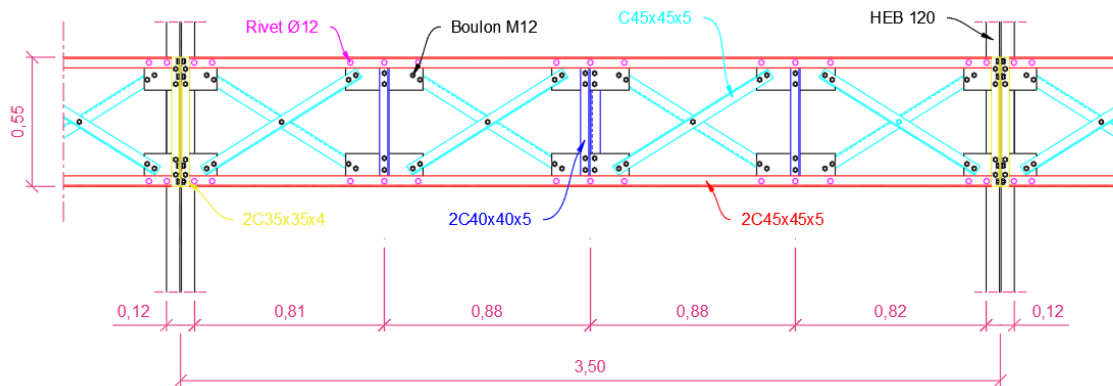
Détails des assemblages de la poutre treillis B



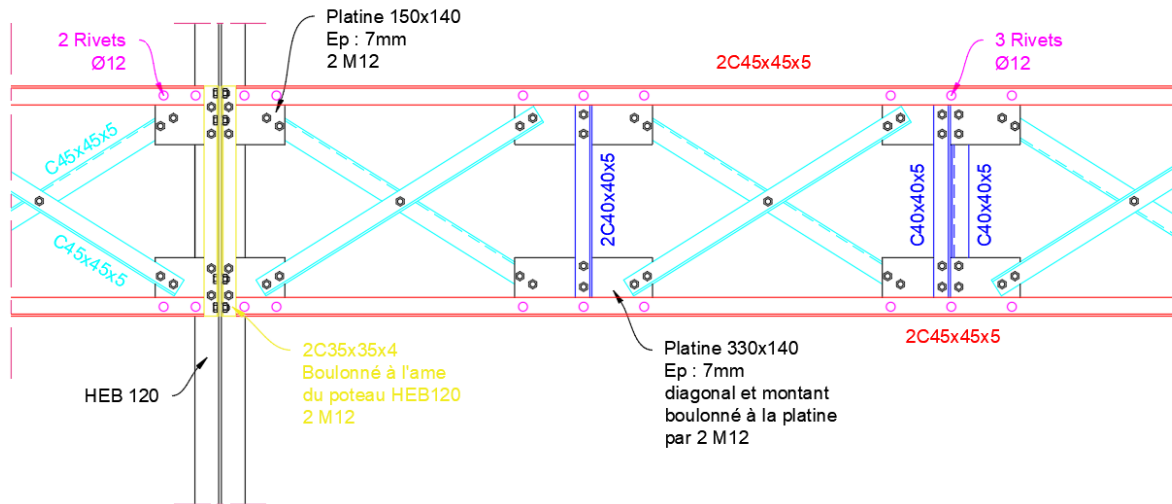
Coupe BB – Elévation de la structure



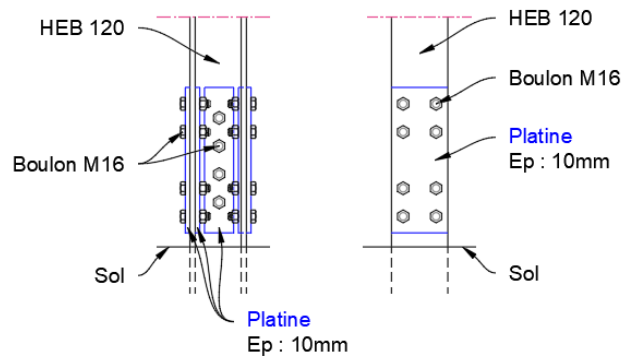
Détails des assemblages de la coupe BB



Détail de la poutre treillis longitudinale A



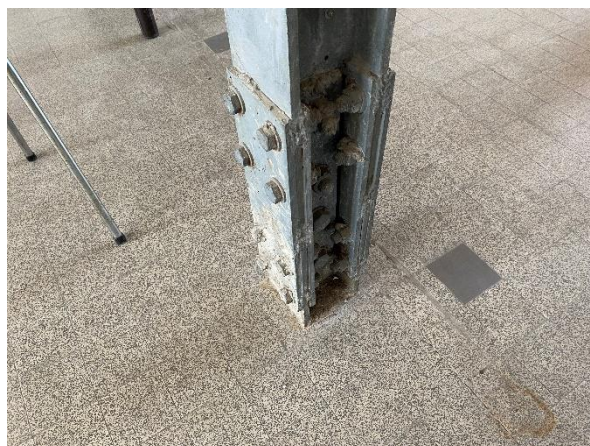
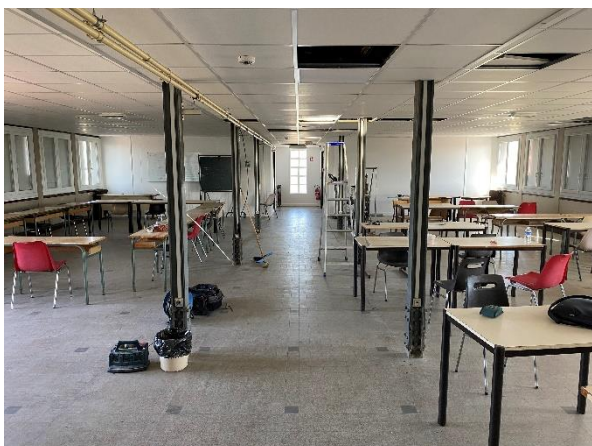
Détails des assemblages de la poutre longitudinale



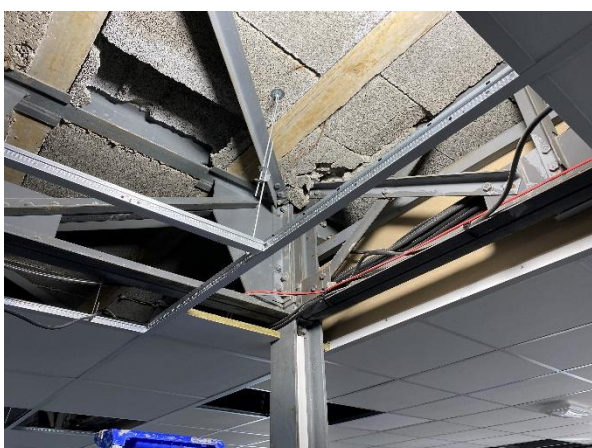
Détail de l'assemblage du poteau

L'ensemble des plans de la structure et des détails sont fournis en annexe.

Des photographies de la structure sont présentées ci-dessous :



Photographies des poteaux et de l'assemblage en pied



Photographie de la poutre treillis longitudinale AA



Photographie de la poutre treillis longitudinale AA



Photographies de la poutre treillis BB



Photographie des IPE 220 noyés dans le plancher hourdis

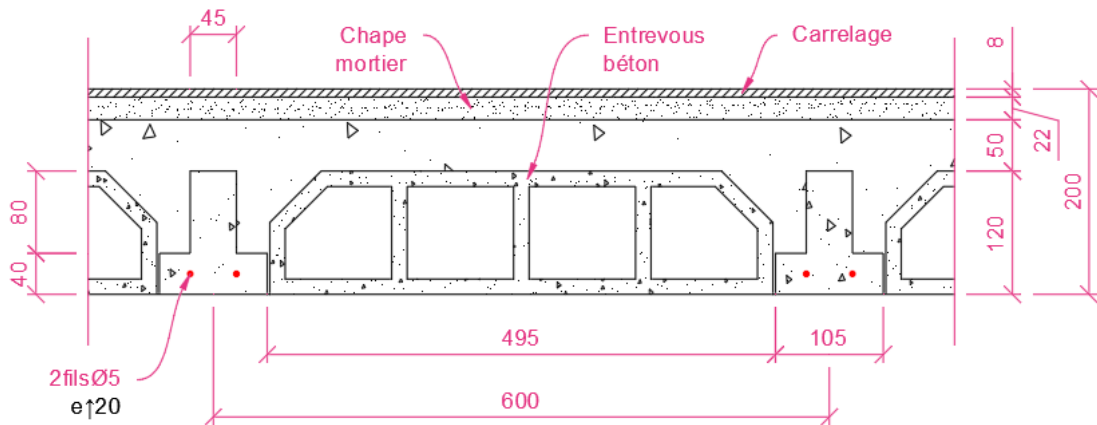


Photographie du poteau IPE140 et de la structure en façade



4.2 Reconnaissance sur plancher poutrelle hourdis

En complément du relevé de la structure métallique, des sondages destructifs sur le plancher poutrelle hourdis ont été réalisés. Trois sondages ont été effectués, dans le couloir et de chaque côté du bâtiment pour vérifier l'homogénéité de la structure. La coupe du sondage est présentée ci-dessous :



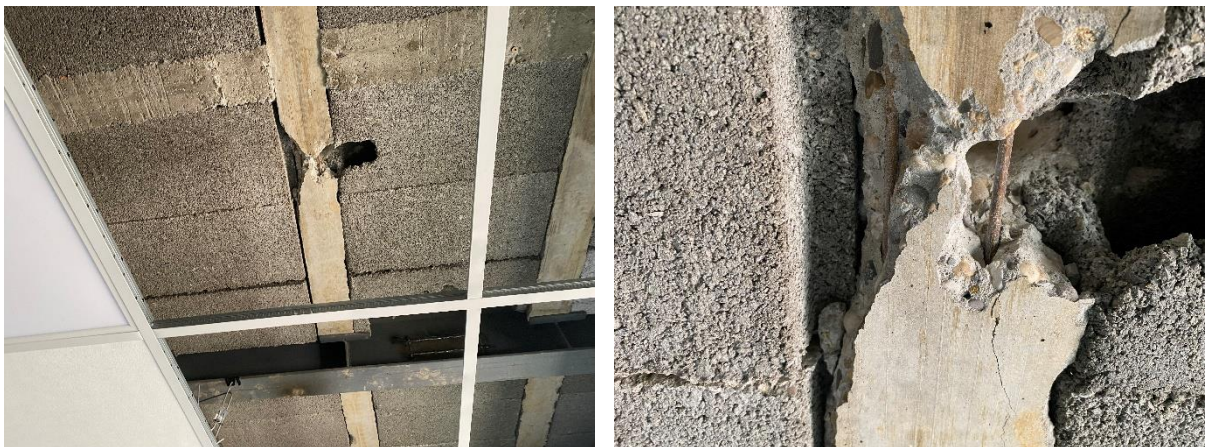
Coupe du plancher poutrelle hourdis

Portée des poutrelles : 1,65m

Cotation en mm
Coupe en annexe

Les 3 sondages réalisés sur le plancher poutrelle hourdis ont mis en évidence la même structure et le même ferrailage.

Des photographies des sondages sont présentées ci-dessous :



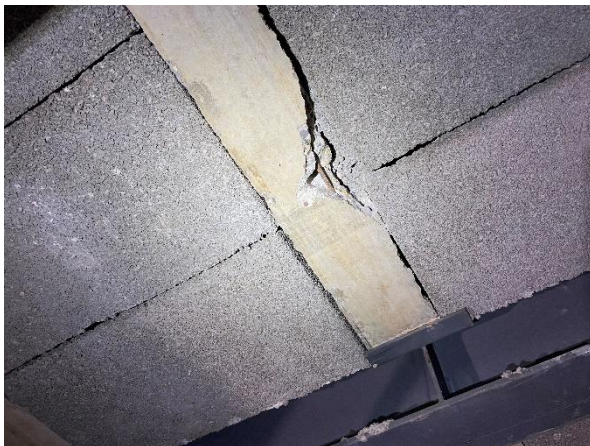
Photographie du sondage d'une poutrelle



Photographie de l'entrevous béton



Photographie du revêtement de surface



Photographie du sondage d'une poutrelle

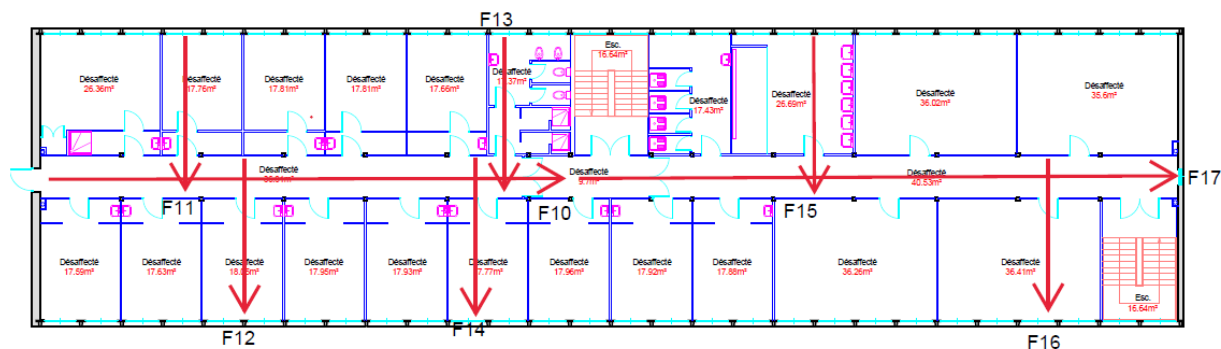


Photographie du sondage de la poutrelle dans le couloir



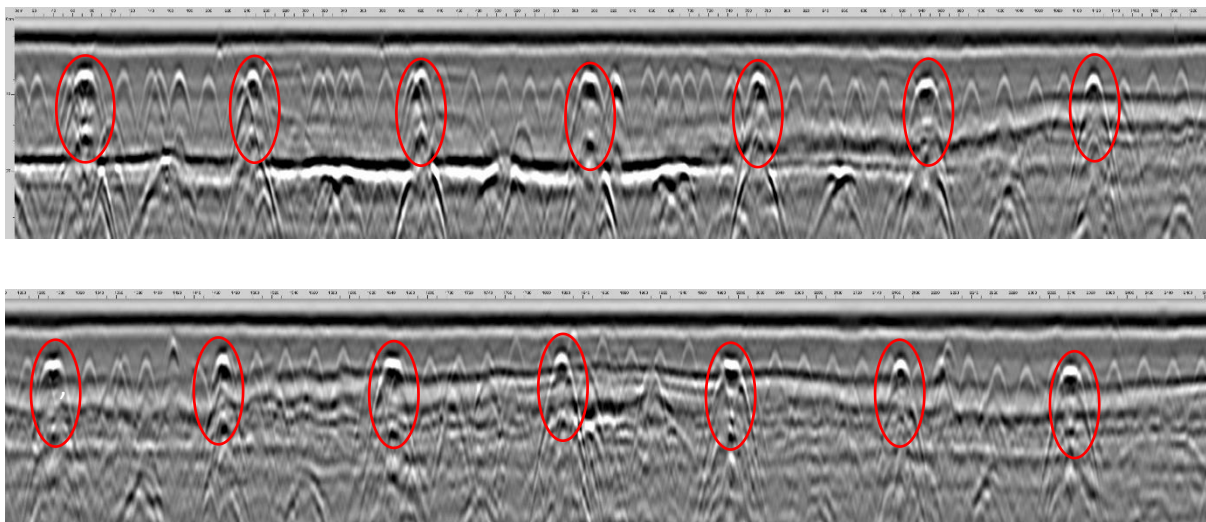


Afin de vérifier l'homogénéité de l'épaisseur de la dalle de compression et de l'espacement des poutrelles, des lignes de détection au radar haute fréquence ont été réalisées en surface de plancher (plancher bas 4^e étage).



Implantation des lignes de détection réalisées en surface de plancher

Ligne de détection F17 – Dans le couloir

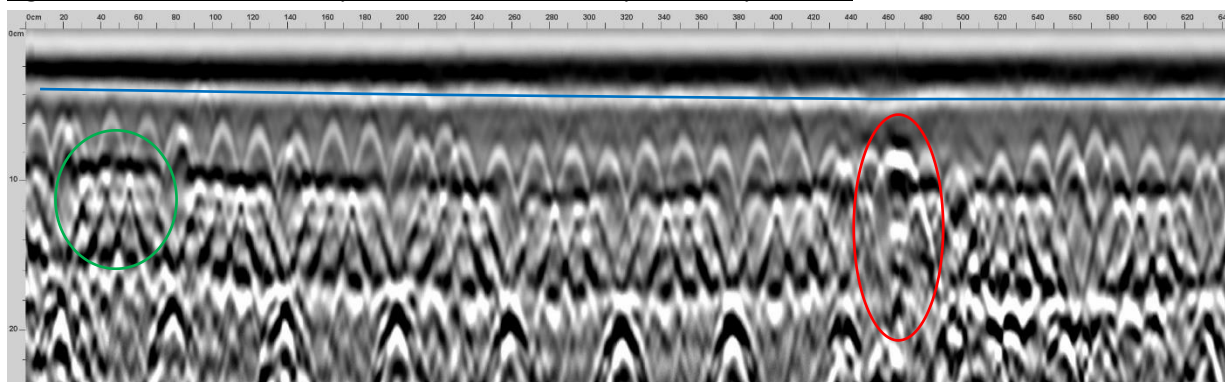


Poutre treillis ou IPE 220 du couloir

La ligne de détection réalisée dans le couloir met en évidence la présence d'ondes espacées de façon régulières en moyenne d'environ 1,75m correspondant au profilé métallique IPE 220 ou à la poutre treillis B.



Ligne de détection F11 – Perpendiculaire au sens de portée de poutrelle



Entrevous



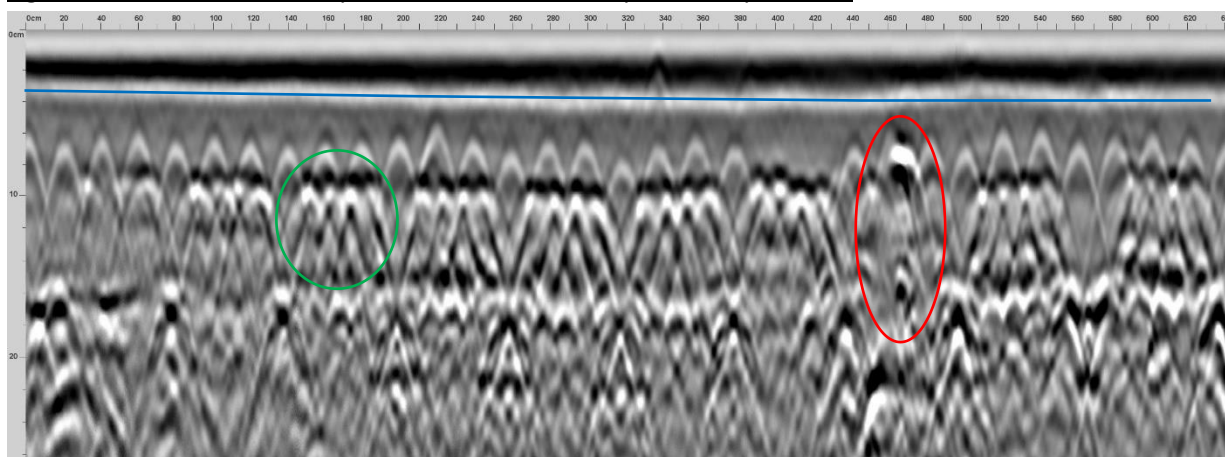
Poutre treillis



Interface chape/dalle béton

La ligne de détection réalisée en surface de plancher met en évidence la présence d'un plancher poutrelle hourdis au droit de la ligne de détection dont l'espacement des poutrelles est régulier et d'environ 60cm.

Ligne de détection F14 – Perpendiculaire au sens de portée de poutrelle



Entrevous



Poutre treillis



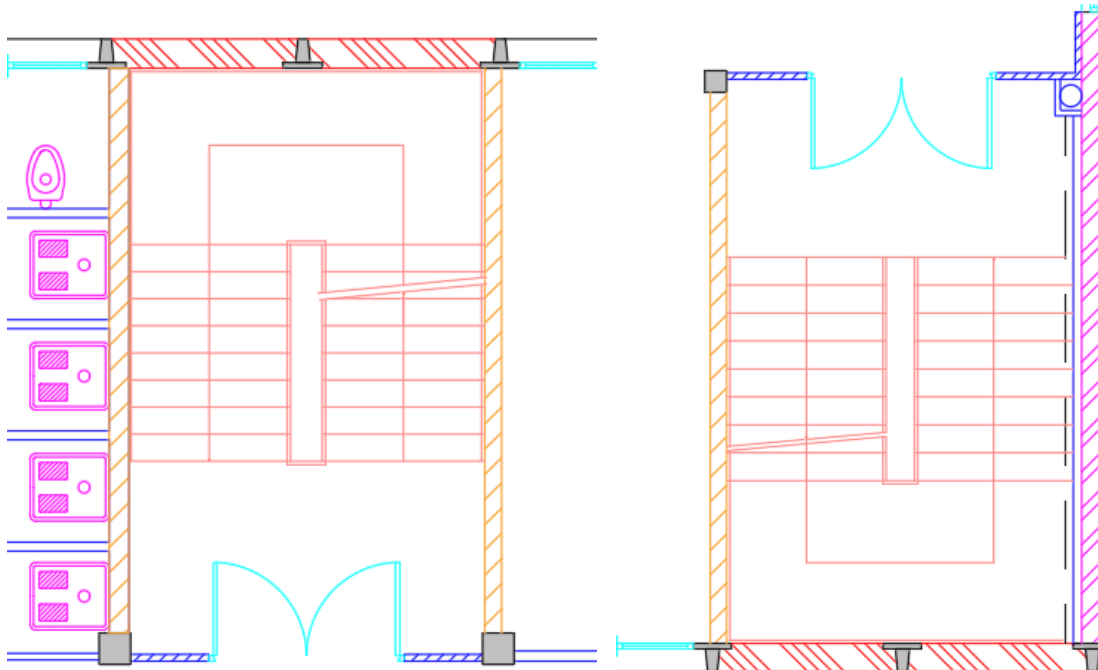
Interface chape/dalle béton

La ligne de détection réalisée en surface de plancher met en évidence la présence d'un plancher poutrelle hourdis au droit de la ligne de détection dont l'espacement des poutrelles est régulier et d'environ 60cm.



4.3 Reconnaissance des murs de l'escalier

Des sondages destructifs et lignes de détection ont été réalisés sur les murs pour déterminer leur nature. Ils ont permis d'établir les plans suivants :



Escalier central du bâtiment

Escalier en about de bâtiment

Légende :



Mur maçonné en bloc de béton creux



Cloison en aggloméré de bois creux



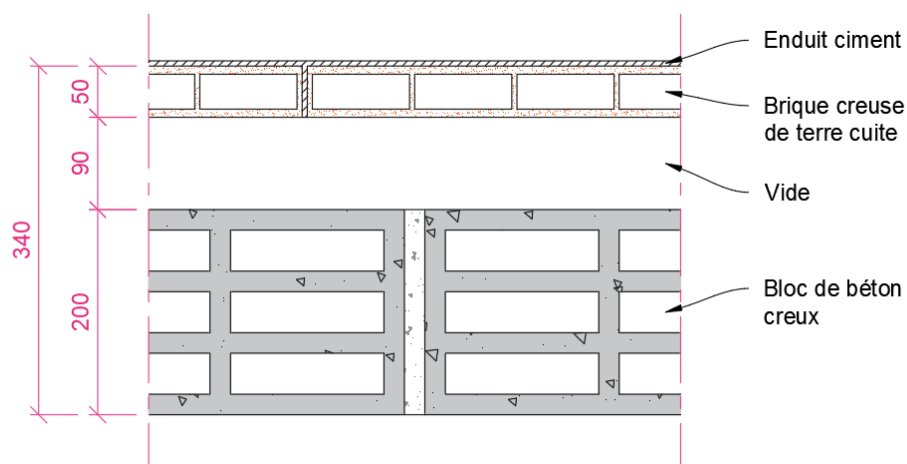
Bardage extérieur avec doublage en aggloméré et plâtre



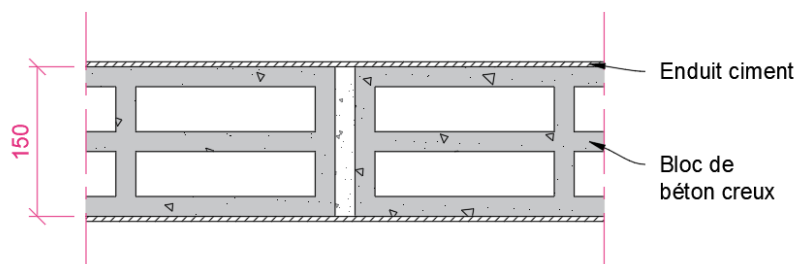
Mur pignon en en bloc de béton creux et doublé à la brique



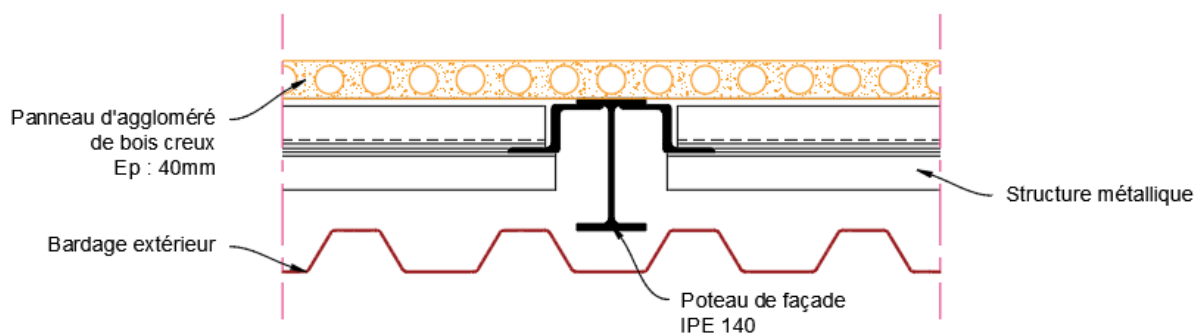
Les coupes de murs sont présentées ci-dessous :



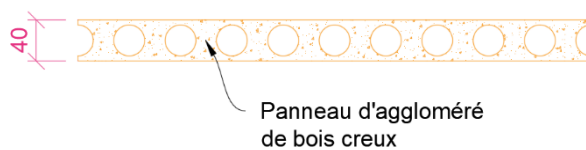
Coupe du sondage du mur pignon (violet)



Coupe des murs latéraux (orange)



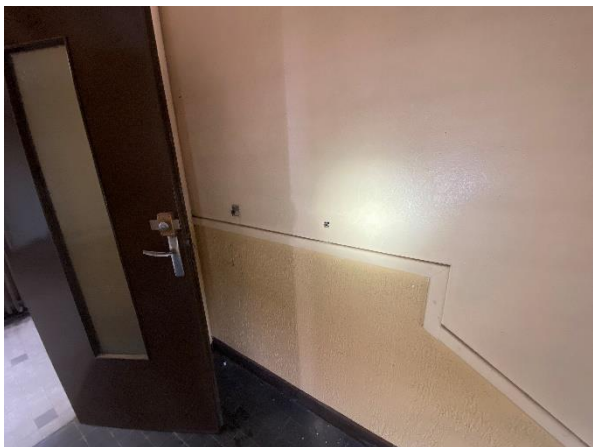
Coupe doublage sur la façade (rouge)



Coupe des cloisons (bleu)



Des photographies des sondages sont présentées ci-dessous :



Photographie du sondage sur le mur pignon (violet)



Photographie du sondage sur les murs latéraux de l'escalier (orange)

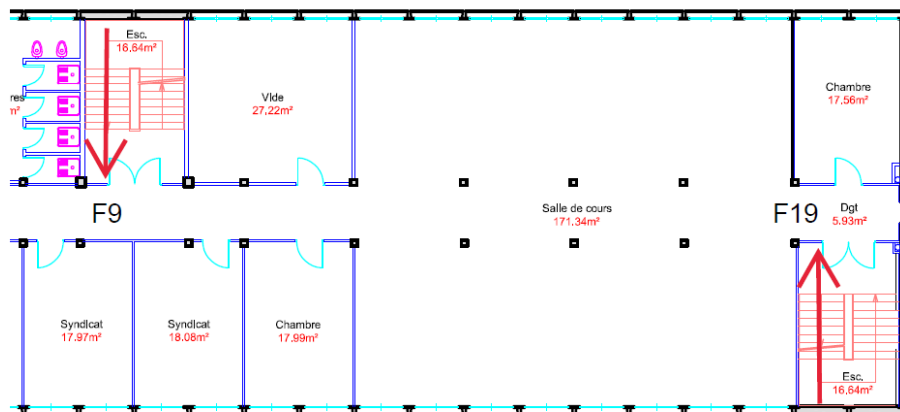


Photographie des cloisons intermédiaire (bleu)

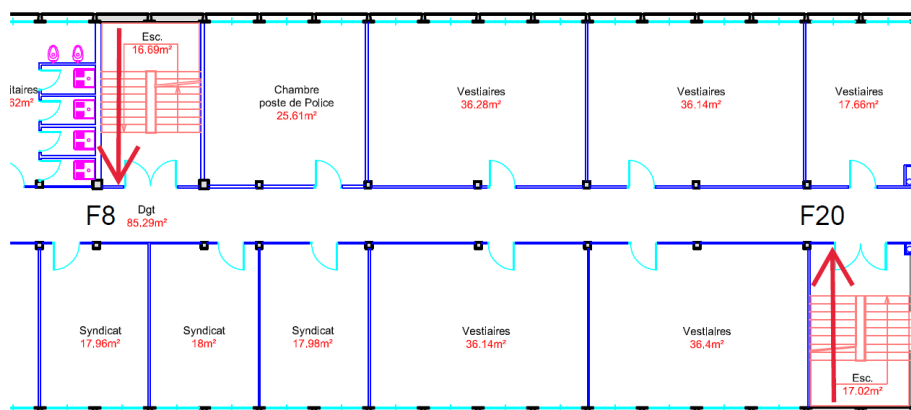


Photographie du doublage intérieur de la façade

De plus, des lignes de détection au radar haute fréquence ont été réalisées sur les voiles maçonnées de l'étage inférieur pour vérifier qu'il s'agisse des mêmes structures.



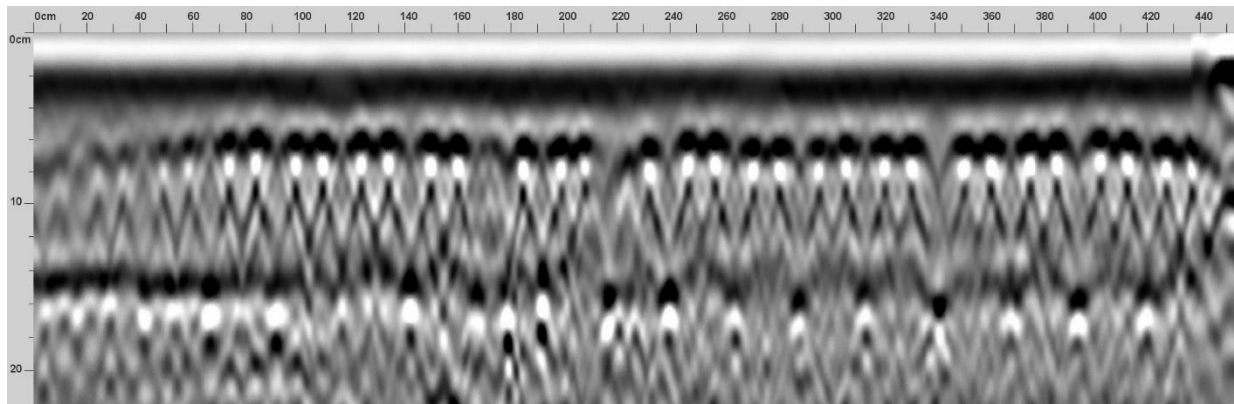
Plan d'implantation des lignes R+3



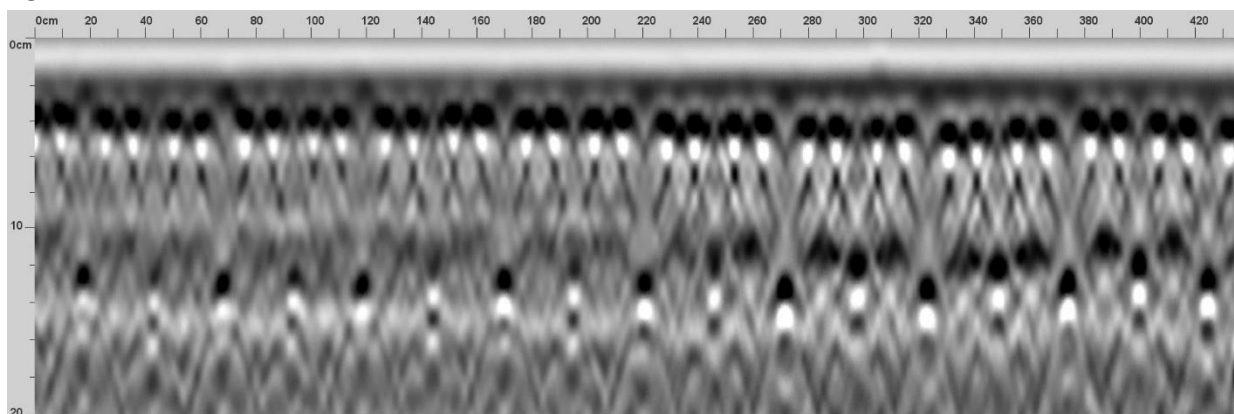
Plan d'implantation des lignes R+2



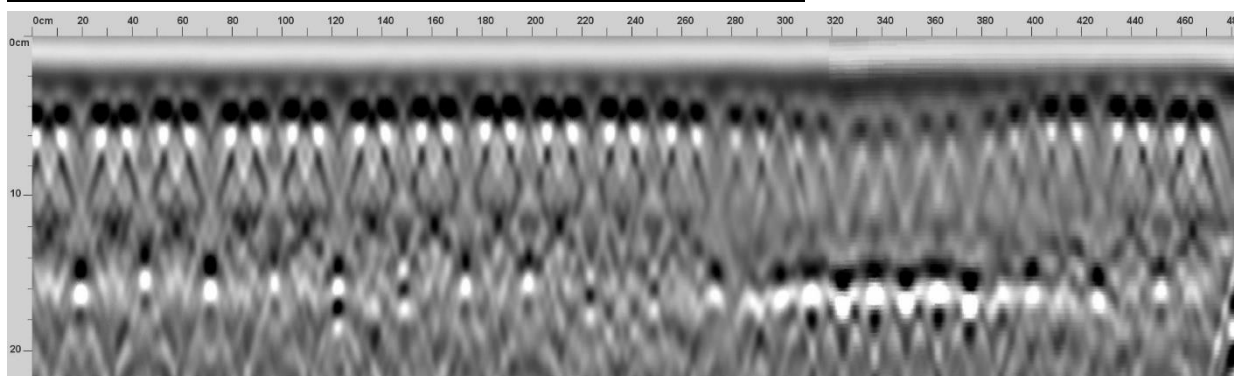
Ligne de détection sur les murs latéraux en bloc creux de 15cm – F9



Ligne de détection sur les murs latéraux en bloc creux de 15cm – F19

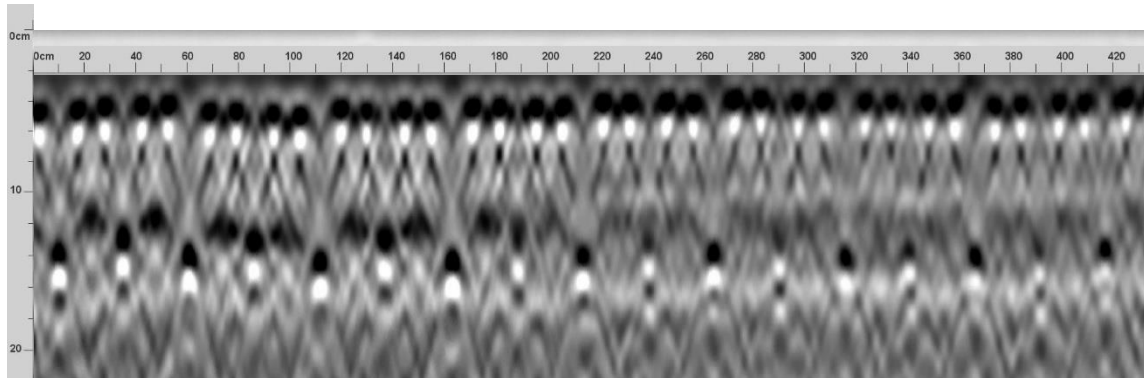


Ligne de détection sur les murs latéraux en bloc creux de 15cm – F8





Ligne de détection sur les murs latéraux en bloc creux de 15cm – F20



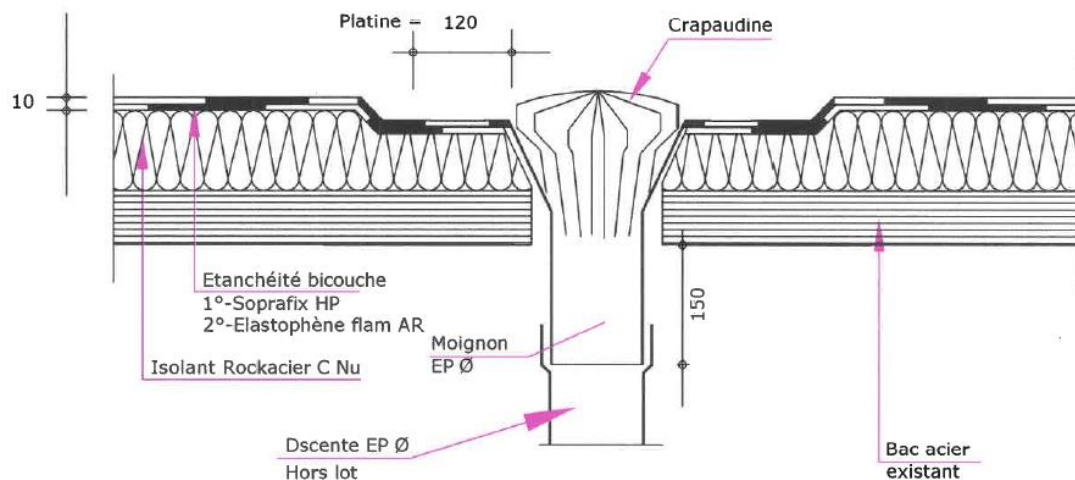
Les lignes de détections réalisées sur les murs inférieurs mettent en évidence la présence de murs en bloc creux d'épaisseur d'environ 15cm tout comme au droit des sondages reconnues.

La présence d'un doublage sur le mur pignon ne permet pas de vérifier l'homogénéité du mur sur les étages inférieurs.

Sur les murs de façade, on constate la présence d'un doublage supplémentaire en plaque de plâtre devant le doublage en aggloméré de bois creux. Au niveau des zones ayant été reprises récemment, il n'a pas été réalisé de sondages sur les doublages en plaque de plâtre pour déterminer l'épaisseur et la nature du doublage.

4.4 Caractérisation de la couverture

Le complexe de couverture du bâtiment a été fourni par le client, l'extrait de plan suivant reprend les épaisseurs et caractéristiques de l'étanchéité et de l'isolation qui seront pris en compte pour le calcul de la capacité portante de la toiture.



Extrait du plan fournis par le client – Complexe de la couverture.



4.5 Prélèvement d'aciers pour essai en laboratoire

Afin de définir les caractéristiques des matériaux utilisés pour la structure métallique, poutre treillis, poutre secondaire et poteaux, des prélèvements d'acier par disquage ont été effectués pour réaliser des essais en laboratoire. L'ensemble des prélèvements a été réalisé sur des zones faiblement sollicitées puis rebouché par soudage de plat d'acier.

Des photographies des prélèvements et des rebouchages sont présentées ci-dessous :



Photographie du prélèvement et du rebouchage d'acier sur la poutre secondaire

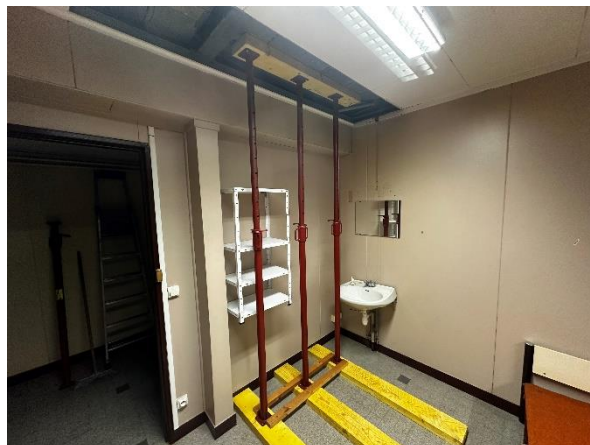


Photographie du prélèvement et du rebouchage d'acier sur la poutre treillis longitudinale

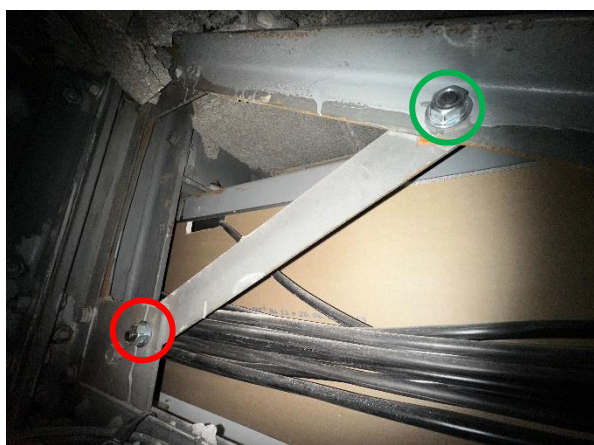


Photographie du prélèvement et du rebouchage d'acier sur le poteau

De plus, suite à un premier recalcul de la structure, des prélèvements complémentaires de matériaux ont été réalisés. Quatre boulons situés au droit des assemblages de la structure métallique et un acier d'une poutrelle ont été prélevés pour effectuer des essais en laboratoire. Des photographies des prélèvements sont présentées ci-dessous :



Photographies de la zone et du prélèvement d'acier sur le plancher poutrelle hourdis



Photographies de la zone de prélèvement après remplacement de la boulonnerie



Photographies de la boulonnerie B1 et B2



Photographies de la boulonnerie B3 et B4

5. ESSAI EN LABORATOIRE

Des prélèvements d'acier par disquage sur des zones faiblement sollicitées ont été réalisés pour réaliser des essais de traction en laboratoire afin de déterminer la limite d'élasticité des armatures.

Il a été réalisé quatre prélèvements d'acier et quatre prélèvements de boulonnerie :

- Prév.1 : Poutre HEB 120
- Prév.2 : Poutre secondaire IPE 220
- Prév.3 : Poutre treillis longitudinale
- Prév.4 : Armature de poutrelle
- Prév.5 : B1 - M12 filetage 30mm
- Prév.6 : B2 - M12 filetage 30mm
- Prév.7 : B3 - M12 filetage 25mm
- Prév.8 : B4 - M12 filetage 25mm

Les essais sur les prélèvements d'acier sont réalisés à température ambiante selon les exigences de la norme NF EN 6892-1 Méthode B (2019) et sur la boulonnerie selon la norme NF EN ISO 898-1 Edition 2013. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Echantillons	Section	Fn(kN)	Rm (N/mm ²)	Rp0,2% (N/mm ²)	Lo (mm)	A (%)	Z (%)	Observation	T (°C)
Prév.1	58,80	27,80	473	320	40	38,1	/	Rupture > 1/3 L0	21,9
Prév.2	53,81	24,45	454	337	40	32,1	/	Rupture > 1/3 L0	21,9
Prév.3	38,64	13,61	352	292	35	39,1	/	Rupture > 1/3 L0	21,9

Echantillons	Section	Fn(kN)	Rm (N/mm ²)	Rp0,2% (N/mm ²)	Observation	T (°C)
Prév.4	20,10	30,7	1526	1177	Allongement en dehors de la zone de striction : 0,84 mm	21,8

Echantillons	Section	Fn(kN)	Rm (N/mm ²)	Rp0,2% (N/mm ²)	Observation	T (°C)
Prév.5	84,30	39,3	466	398	-	23,2
Prév.6	84,30	39,0	463	397	-	23,1
Prév.7	84,30	44,6	529	468	-	22,8
Prév.8	84,30	47,0	557	519	-	22,7

Les rapports d'essai sont fournis en annexe 2.



Si on compare les résultats obtenus avec le tableau 6 de la norme NF EN 10025-2 décrivant les caractéristiques mécaniques des aciers de nuances d'acier S235 à S500 on constate deux types de qualité d'acier. Un extrait du tableau de la norme est présenté ci-dessous :

Tableau 6 — Caractéristiques mécaniques — Essai de traction à température ambiante pour les nuances d'acier S235 à S500

Designation		Limite d'élasticité minimale R_{eH}^a MPa Épaisseur nominale mm									Résistance à la traction R_m^a MPa Épaisseur nominale mm				
Désignation symbolique	Désignation numérique	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 ≤ 400	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 ≤ 400
S235JR	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	165	360 à 510	360 à 510	350 à 500	340 à 490	330 à 480
S235J0	1.0114														
S235J2	1.0117														
S275JR	1.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	195	430 à 580	410 à 560	400 à 540	380 à 540	380 à 540
S275J0	1.0143														
S275J2	1.0145														
S355JR	1.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510 à 680	470 à 630	450 à 600	450 à 600	450 à 600
S355J0	1.0553														
S355J2	1.0577														
S355K2	1.0596														
S460JR ^b	1.0507														
S460J0 ^b	1.0538	460	440	420	400	390	390	-	-	-	-	550 à 720	530 à 700	-	-
S460J2 ^b	1.0552														
S460K2 ^b	1.0581														
S500J0 ^b	1.0502	500	480	460	450	450	450	-	-	-	-	580 à 760	560 à 750	-	-

Au vu des résultats des essais de traction, nous pouvons considérer que les prélèvements réalisés sur les profilés métalliques (IPE 220 et HEB 120) sont constitués d'acier de nuance S275. Tandis qu'au vu du résultat de l'essai de traction sur l'échantillons 3, nous pouvons considérer que le prélèvement réalisé sur la poutre treillis longitudinale est constitué d'acier de nuance S235.

Si on compare les résultats obtenus avec le tableau 3 de la norme NF EN 898-1 décrivant les caractéristiques mécaniques des éléments de fixation en acier carbone et en acier allié, on constate la présence de deux classes de boulonnerie 4,6 et 5,8.

Tableau 3 — Caractéristiques mécaniques et physiques des vis et goujons

Paragraphe n°	Caractéristique mécanique et physique	Classe de qualité										
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 ^a		9.8 ^b	10.9	12.9
								$d \leq 16 \text{ mm}^c$	$d > 16 \text{ mm}^c$			
5.1	Résistance nominale à la traction, $R_{m, \text{nom}}$ N/mm ²	300	400		500		600	800	800	900	1 000	1 200
5.2	Résistance minimale à la traction, $R_{m, \text{min}}^{d, e}$ N/mm ²	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1 040	1 220

Les essais sur la boulonnerie prélevée sur les assemblages des diagonales sur la platine mettent en évidence une classe de boulonnerie 5,8.

Les essais sur la boulonnerie prélevée sur la liaison au centre des diagonales mettent en évidence une classe de boulonnerie 4,6.

6. DETERMINATION DE LA CAPACITE PORTANTE DU PLANCHER

L'objectif des calculs effectués ici consiste à vérifier l'aptitude d'un plancher à reprendre des charges d'exploitation en vue d'un réaménagement des locaux. Ce plancher est situé au R+3 du bâtiment et est constitué par un complexe poutrelle/hourdis/dalle reposant sur une structure métallique. Nous informons le maître d'ouvrage que nos calculs portent uniquement sur le plancher. Le niveau étudié étant situé au dernier niveau du bâtiment, il serait alors nécessaire d'étudier l'impact des charges appliquées sur l'ensemble des niveaux inférieurs ce qui sort du cadre de notre mission.

6.1 Hypothèses des calculs

6.1.1 Matériaux

6.1.1.1 Acier de charpente

Il a été réalisé des prélèvements d'aciers afin de déterminer les propriétés mécaniques de ces derniers. Trois prélèvements ont été réalisés, au niveau des poteaux, poutres en I ou H, et cornières. Les essais effectués permettent d'identifier deux classes de résistance, qui sont synthétisées dans le tableau suivant :

Echantillon	$R_{p\ 0.2\%}$ (MPa)	R_m (MPa)	Classe retenue
Cornières	292	352	S235
Poutres	337	454	S275
Poteaux	320	473	S275

6.1.1.2 Poutrelles – aciers précontraints

Un essai de résistance à la traction a été réalisé sur une armature des poutrelles du plancher poutrelle-hourdis. Cet essai a révélé une résistance à la traction élevée de l'acier, caractéristique des aciers de précontrainte.

Le béton des poutres précontraintes est considéré de classe C45/55. Cette classe correspondant usuellement à la classe minimale employée pour ce type d'élément. La classe de ciment supposée sera la N pour le calcul des déformations de retrait.

- Dalles

La classe de résistance retenue pour la dalle de compression est la C25/30, correspondant à la classe minimale usuelle des dalles de compression.

- **Acier de précontrainte**

Les aciers de précontrainte ont été identifiés comme étant des fils de 5 mm de diamètre. D'après l'essai de traction réalisé sur cet acier, les propriétés mécaniques retenues sont les suivantes :

- $f_{pk} = 1450 \text{ MPa}$
- $f_{p0.1,k} = 1118 \text{ MPa}$

Le module d'élasticité des fils est pris égal à 195 000 MPa d'après les recommandations de l'Eurocode 2. Les fils sont supposés être à basse relaxation, soit de classe 2 selon l'Eurocode 2 partie 3.2.2. La relaxation à 1000 h retenue pour cette classe est de 2.5 %.

6.1.2 Charges considérées

6.1.2.1 Poids propre

Les investigations ont permis de déterminer que les charges de poids propre appliquées au plancher sont les suivantes :

- Poids propre de l'acier : 78.5 kN/m³
- Faux plafond : 0.12 kN/m²
- Béton des poutrelles et dalles : 1.9 kN/m²
- Hourdis béton : 0.8 kN/m²
- Chape et carrelage : 0.6 kN/m²
- Cloisons très légères : 0.4 kN/m²

Le poids propre de la structure de la couverture a été considéré et appliqué sous forme de charges ponctuelles en tête des poteaux.

À la suite du relevé de la structure et au document transmis par le client, les charges ponctuelles rapportées par la toiture (structure poutre treillis + couverture + façade) sont les suivantes :

- Charge ponctuelle en tête des poteaux de façade : 4,6kN
- Charge ponctuelle en tête de poteaux intermédiaire : 8,00 kN

6.1.2.2 Charges d'exploitations

Les charges d'exploitation admissibles par le plancher sont déterminées par un calcul itératif et sont données dans la section « Résultats ».

L'ouvrage est situé en région de vent 2 et en région de neige B2. Il a été considéré des charges de neige et de vent sur la couverture, qui agissent directement en tête des poteaux.



Les charges sont les suivantes :

- Neige : 0.64 kN/m²
- Vent : 0.25 kN/m²

6.1.2.1 Précontrainte

En l'absence de la connaissance de l'agrément technique des fils utilisés, la tension de précontrainte à l'origine est calculée selon les règles du BPEL. Dans le cas de la prétension, la tension à l'origine maximale pour un procédé industrialisé est :

$$\begin{aligned} F_{prec} &= \min(0.8F_{pk} ; 0.9F_{p01,k}) \\ &= \min(0.8 \times 28.42 ; 0.9 \times 21.91) \\ &= 19.72 \text{ kN} \end{aligned}$$

Le calcul d'une structure précontrainte fait intervenir le calcul des déformations différées de fluage et de retrait du béton ainsi que les pertes de précontraintes par relaxation des câbles. Ces déformations différées dépendent de l'historique de construction et de chargement de l'ouvrage. Aucune information n'a été transmise à ce sujet par le maître d'ouvrage, il sera donc pris des hypothèses les plus réalistes possibles concernant les phases de la vie de l'ouvrage. L'année de construction des planchers retenue est 1964. Il est retenu une charge d'exploitation de 150 kg/m² entre la mise en service et nos jours.

Le calcul sera effectué suivant le phasage représenté sur la figure suivante. Cette figure montre l'évolution de deux grandeurs qu'il est nécessaire de prendre en compte dans le calcul des déformations de retrait et de fluage du béton ainsi que pour la relaxation des aciers.

En se basant sur des données issues de la préfabrication d'éléments en béton précontraint, il est supposé un étuvage des éléments préfabriqués à une température de 60° C pendant une durée de 12 h, ceci permettant d'accélérer la prise du béton. L'humidité relative est quant à elle considérée constante, et égale à 50% ce qui est une valeur usuelle à l'intérieur des bâtiments. Le calcul est effectué jusqu'à un temps infini correspondant à une durée de 500000 heures, valeur définie par l'Eurocode 2.

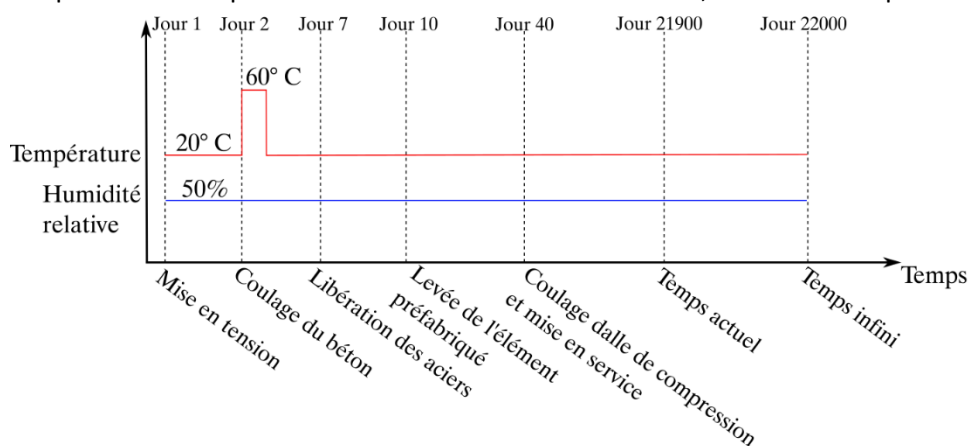


Figure 1 Historique de réalisation du plancher

Les propriétés mécaniques des bétons évoluent au cours du temps. Le calcul effectué tient compte de l'évolution du module d'élasticité des bétons depuis leur coulage. La relation utilisée est celle définie par l'Eurocode 2 :

$$E_{cm}(t) = \left(\frac{f_{cm}(t)}{f_{cm}} \right)^{0.3} E_{cm}$$

L'étuvage de la poutre durant la phase de préfabrication implique une variation des propriétés mécaniques du béton. Cette variation est représentée par le calcul d'un temps d'ajustement de l'âge du béton. L'expression suivante donne le temps t_t , qu'il est nécessaire d'ajouter à l'âge du béton. Le calcul de cette expression conduit à la valeur de 51 jours.

$$t_t = \sum_{i=1}^n e^{-(4\,000/[273 + T(\Delta t_i)] - 13,65)} \cdot \Delta t_i$$

L'étuvage impacte également la relaxation des aciers de précontraintes. La prise en compte de l'augmentation de la température est également faite en ajoutant un temps de relaxation équivalent durant la phase d'étuvage. La relation suivante donne l'expression de ce temps équivalent. Le calcul de cette expression conduit à la valeur de 2266 h, soit 94 jours.

$$t_{eq} = \frac{1,14^{(T_{max}-20)}}{T_{max}-20} \sum_{i=1}^n (T_{(\Delta t_i)} - 20) \Delta t_i$$

6.1.3 Vérifications-cas de charges

Les vérifications structurales sont faites conformément aux réglementations suivantes :

- Eurocode 0 : Base de calcul des structures
- Eurocode 1 : Actions sur les structures
- Eurocode 2 : Calcul des structures en béton armé ou précontraint
- Eurocode 3 : Calcul des structures en acier

Les combinaisons d'actions sont détaillées dans le tableau suivant, où G représente les charges permanentes, et Q les charges d'exploitations.

Description des combinaisons			
n°	Nom	Détails	Code
101	1.35x[1 G]	1.35*1	ECELUSTR
102	1.35x[1 G]+1.5x[2 Q]	1.35*1 + 1.50*2	ECELUSTR
103	1x[1 G]	1.00*1	ECELSCQ
104	1x[1 G]+1x[2 Q]	1.00*1 + 1.00*2	ECELSCQ
105	1x[1 G]	1.00*1	ECELSQP
106	1x[1 G]+0.3x[2 Q]	1.00*1 + 0.30*2	ECELSQP

6.1.4 Modèle

La structure métallique est modélisée à l'aide du logiciel éléments finis Advance Design. Les éléments de structure sont représentés par des éléments filaires de type poutres et barres. Les relaxations entre les éléments ont été déterminées par l'analyse visuelle des assemblages et continuités des éléments.

La figure suivante présente une vue générale du modèle. Les charges sont appliquées par l'intermédiaire de parois permettant de reporter les charges sur les éléments. Un seul sens porteur, orthogonal aux IPE 220, est défini.

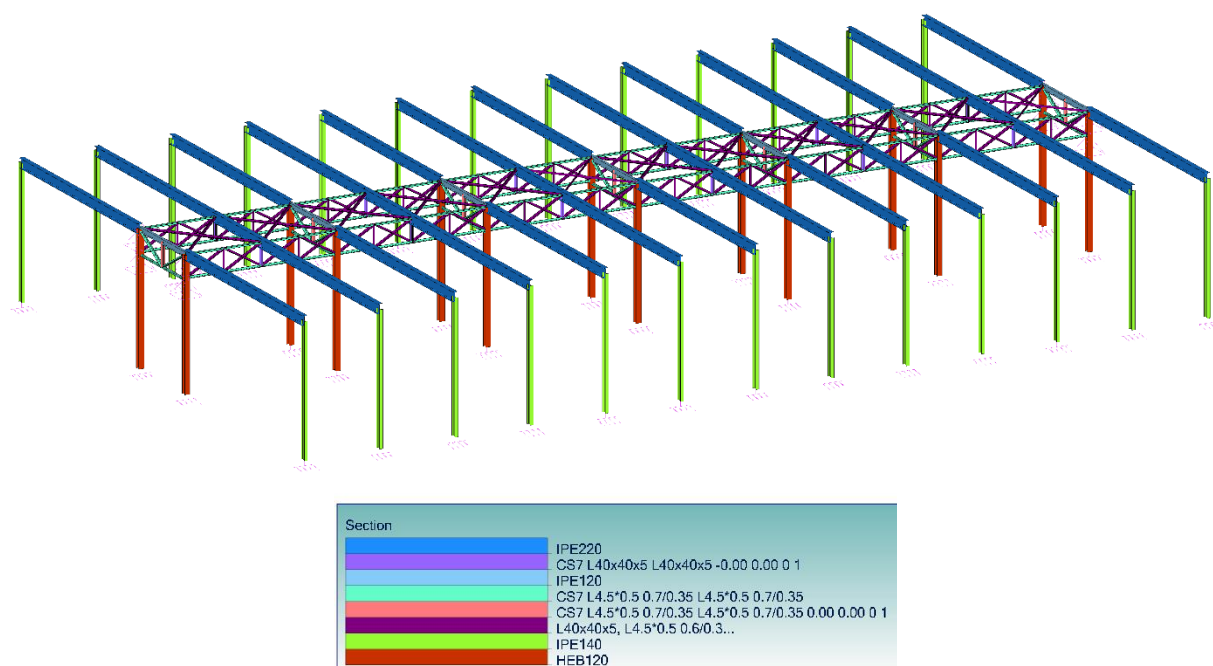
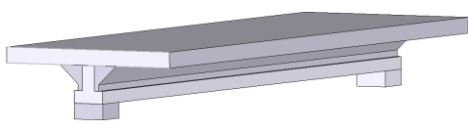
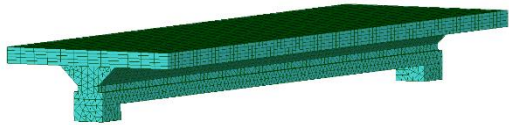


Figure 2 Vue générale du modèle

Les éléments en béton armé sont calculés comme des poutres en T à partir des efforts internes déterminés manuellement à partir des charges appliquées.

Le plancher précontraint est modélisé en 3D l'aide du logiciel Salome, et est calculée à l'aide du logiciel éléments finis Cast3m. Ce modèle permet la prise en compte des déformations différées du béton et des aciers de précontraintes. Le tableau suivant présente une vue du modèle réalisé, ainsi que son maillage éléments finis.

Type	Modèle	Maillage
Plancher		



6.2 Résultats pour la structure métallique

Les calculs itératifs effectués ont permis de déterminer qu'une **charge d'exploitation de 260 kg/m²** est admissible par la structure métallique.

6.2.1 Taux de travail de résistance

La figure suivante présente les taux de travail liés à la résistance de chaque élément de la structure. Le taux de travail maximal est observé au niveau des poutres IPE 220 avec une valeur maximale de 71 %. Le taux de travail est donc admissible.

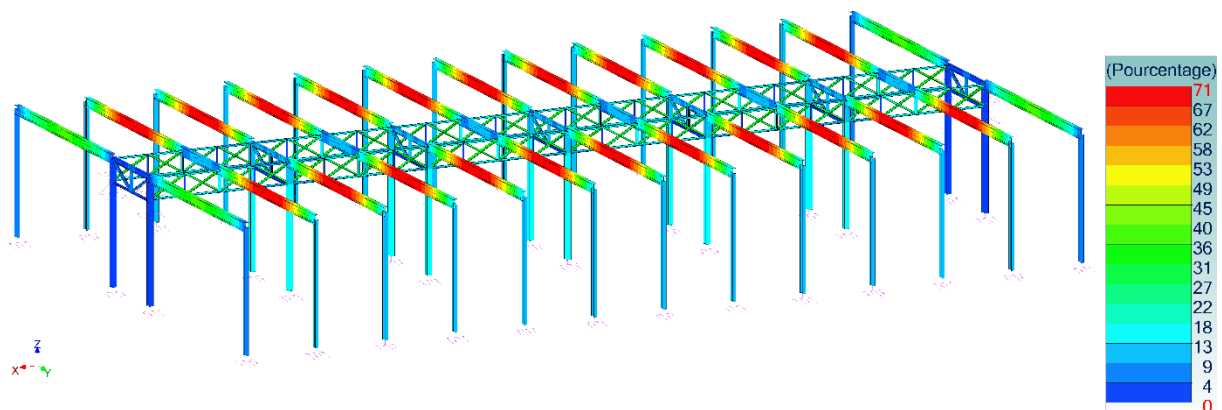


Figure 3 Taux de travail de résistance

6.2.2 Taux de travail de stabilité

La figure suivante représente les taux de travail liés aux phénomènes d'instabilités que sont le flambement et le déversement. Dans les calculs, il a été considéré que les membrures supérieures des poutres en « I » ainsi que les éléments en partie haute des poutres treillis, sont stabilisés vis-à-vis du déversement, à la fois par la présence de raidisseurs métalliques, mais également par la présence du plancher en béton qui enrobe la partie haute de ces éléments. Les taux de travail liés à la stabilité, qui sont généralement le facteur limitant des structures métalliques, sont donc ici relativement faibles, conférant ainsi à la structure, une capacité portante accrue. La valeur maximale observée est donc de 71 %. Ce taux de travail étant inférieur à 100 % est donc admissible.

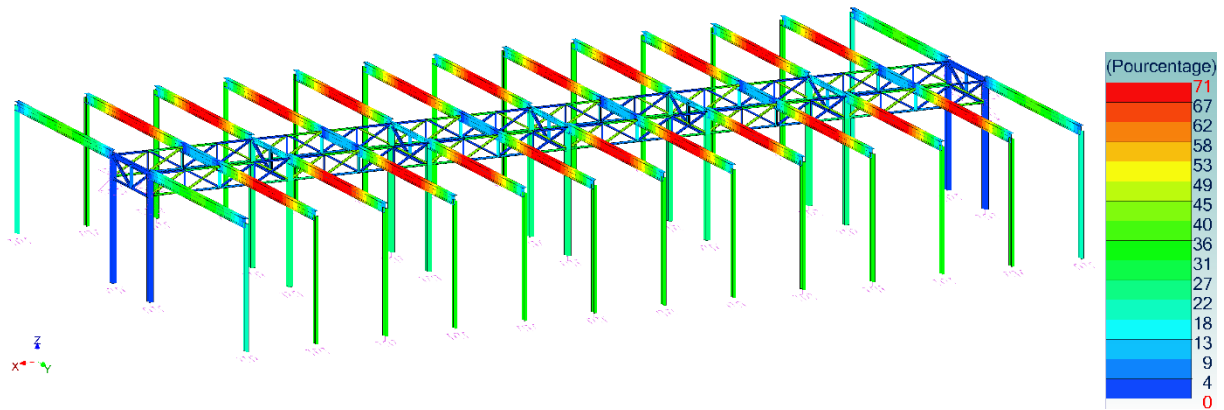


Figure 4 Taux de travail lié aux instabilités

6.2.3 Flèches

Les flèches des éléments de structure des planchers sont limitées au $1/200^{\text{ème}}$ de la portée d'après l'annexe nationale de l'Eurocode 3. La figure suivante présente le taux de travail lié à la limitation des flèches. Le taux de travail maximal est de 75 % sur les poutres IPE 220. Les flèches sont donc admissibles.

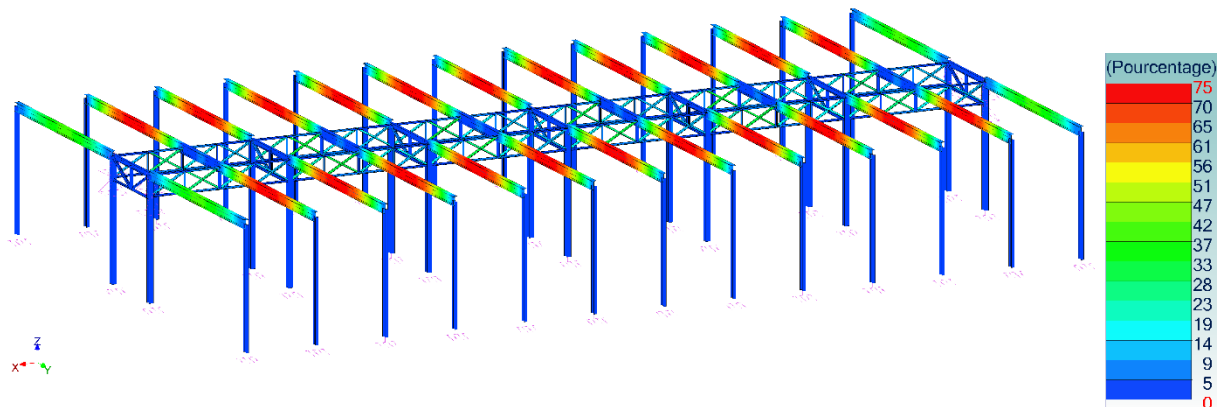


Figure 5 Flèches

6.2.4 Vérifications d'assemblages

Une vérification des assemblages fortement sollicités est réalisée. Les assemblages concernés sont situés sur la poutre treillis principale.

6.2.4.1 Boulons

Les relevés effectués n'ont pas permis de déterminer la classe de résistance des boulons utilisés. Il a par conséquent été réalisé des essais de résistance à la traction sur les boulons. Ces essais ont permis de déterminer que la classe de résistance des boulons est la 5.8 caractérisée par une résistance de 500 MPa.



6.2.4.2 Rivets

Les hypothèses prises pour la résistance et la section des rivets sont les suivantes :

Le diamètre extérieur (tête du rivet) mesuré des rivets est de 21 mm. Ce diamètre correspond alors à un diamètre résistant (tige) des rivets de 12 mm. Cette correspondance est visible sur la figure suivante.

Rivets à tête ronde

Symbole : R

NF E 27-153

d	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16
a	3,5	5,5	7	9	11	14	17	21	24	28
b	1,5	2,5	3	4	4,5	5,5	7	8	10	11
c	-	-	-	-	-	-	-	28	30	34

Longueur de la tige "l"

3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	25
30	32	35	38	40	45	50	55	60	65	70
75	80	85	90	100	110	120	130	140	-	-

Rivets à tête fraisée

Symbole : F/90

NF E 27-154

Rivets à tête cylindrique plate

Symbole : C

NF E 27-151

Concernant les résistances de calcul des rivets, une étude américaine de 1918 présente des résultats d'essais de traction directe sur des rivets. La résistance minimale obtenue pour la contrainte ultime est de 360 MPa, ce qui correspond à la résistance de l'acier de structure considérée dans cette étude pour les poutres treillis. Cette valeur sera donc retenue.

TABLE 1
PHYSICAL PROPERTIES OF RIVET STEEL
Each value represents the average of three tests

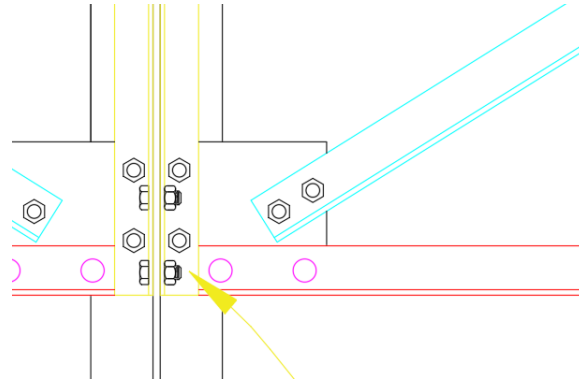
Specimen No.	Rivet Rod			
	Yield Point lb. per sq. in.	Ultimate Strength lb. per sq. in.	Reduction of Area per cent	Elongation in 2 in. per cent
BH1, BH2, BH3, BH7, BH8, BH9, and BH10...	38 066	57 330	66.9	46.3
IS1, IS7, IS8, IS9, IS10, IS22, and IS23.....	35 433	56 630	69.9	45.0
IS2, IS3, IS4, IS5, IS6, and IS25.....	36 100	52 060	71.4	44.7
IS11, IS12, and IS13.....	37 466	54 930	64.1	41.3
IS14, IS15, IS16, and IS17.....	37 800	52 466	70.6	47.2
IS18, IS19, IS20, IS21, and IS24.....	38 200	54 766	70.3	45.5
BH1X, BH2X, BH3X, BH7X, BH8X, BH9X, and BH10X.....	38 018	53 613	67.5	45.5
IS14X, IS15X, IS16X, and IS17X.....	35 951	55 990	63.7	43.7
IS18X, IS19X, IS20X, and IS21X.....	37 622	53 784	68.1	45.0
Average.....	37 184	54 618	68.1	44.9

Les résultats des calculs sont présentés ci-après.



6.2.4.3 Diagonale de la poutre treillis principale

L'assemblage étudié est représenté sur la figure suivante :



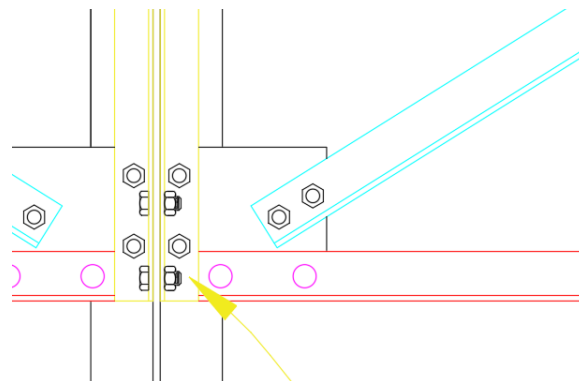
Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau suivant :

Cornière 45x45x5 sur gousset de 7 mm	
$N_{Ed} = 33.2 \text{ kN}$	
Type de vérification	Taux de travail
Cisaillement des boulons	99%
Pression diamétrale sur cornière	56%
Cisaillement de bloc sur cornière	34%

Le taux de travail en pression diamétrale sur cornière est de 99 %.

6.2.4.4 Appui de la membrure inférieure de la poutre treillis

L'assemblage étudié est représenté sur la figure suivante :





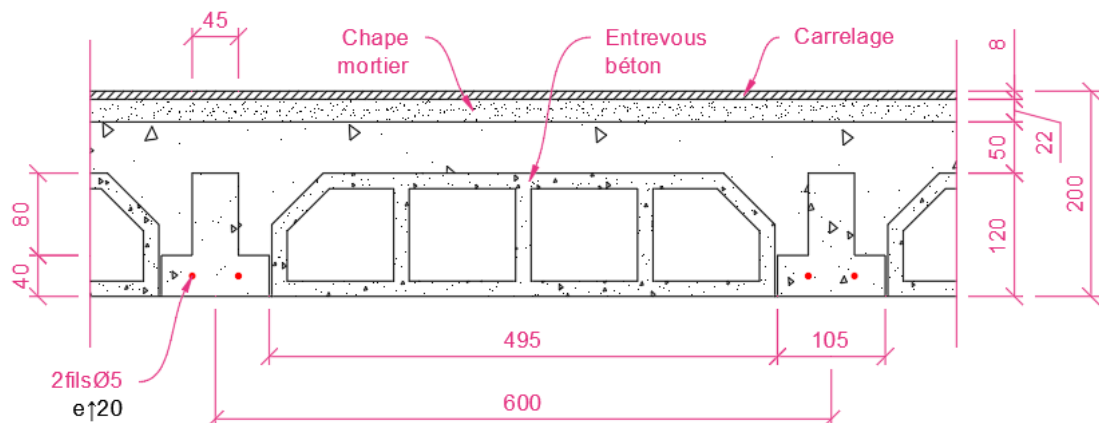
Les résultats des calculs sont présentés dans le tableau suivant :

Double cornière 45x45x5 sur gousset d'about de 7 mm	
$N_{Ed} = 30.7 \text{ kN}$	
Type de vérification	Taux de travail
Cisaillement des rivets	43%
Pression diamétrale sur gousset	57%
Cisaillement de bloc sur gousset	17%

Le taux de travail de l'assemblage riveté est de 57 %, l'assemblage est donc vérifié.

6.3 Résultats pour le plancher poutrelles-hourdis

Pour rappel, la coupe du plancher poutrelles hourdis calculé est représentée sur la figure suivante.



La surcharge permanente admissible pour ce plancher s'est révélée être de 1450 kg/m^2 , néanmoins, compte tenu de la valeur élevée de cette charge, il conviendrait de réaliser une vérification de la dalle dans le sens transversal ce qui nécessiterait des investigations complémentaires. Toutefois, la charge étant limitée par la capacité portante de la structure métallique à une valeur usuelle, il n'est pas nécessaire d'effectuer cette vérification.

6.3.1 Calcul à l'ELS

Les calculs effectués à l'état limite de service reposent sur les hypothèses suivantes :

- Les comportements des matériaux sont élastiques linéaires
- La résistance à la traction du béton est prise en compte

Les calculs sont effectués sous la combinaison de charges suivante :

- $G+Q+P$

Où G représente les charges permanentes, Q les charges d'exploitations, et P les forces de précontrainte.



- **ELS caractéristique**

La figure ci-dessous fait apparaître les contraintes en fibre inférieure le long de la poutre aux différents instants du calcul. On constate alors que la sous-face de la poutre atteint un faible état de traction lors de l'application des nouvelles charges, avec une contrainte de traction de 0.12 MPa. Ceci permet de vérifier l'exigence de l'Eurocode 2 concernant les contraintes de traction en sous-face qui doivent ici être limitées à $1.5f_{ctm} = 5.7 \text{ MPa}$. Concernant les contraintes de compression, on observe une contrainte maximale de 9.92 MPa. Les contraintes de compression doivent être limitées à $0.6f_{ck} = 27 \text{ MPa}$, cette exigence est donc vérifiée.

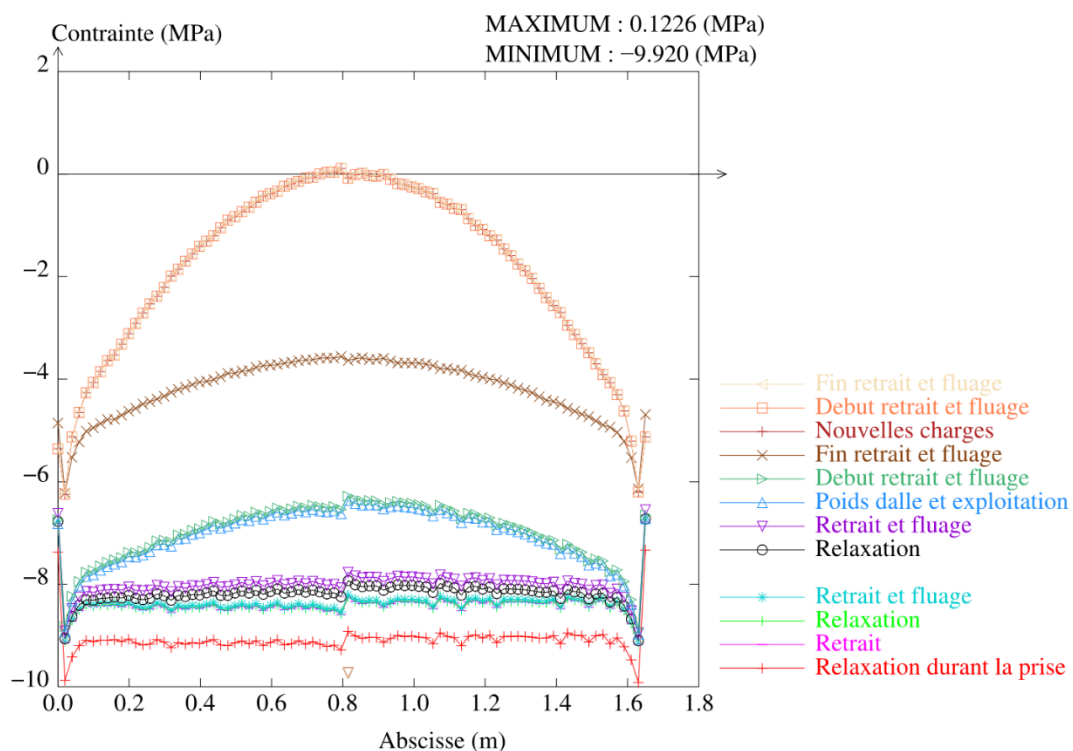


Figure 6 Profil de contraintes en sous-face de la poutre

La figure suivante représente le profil de contrainte en fibre supérieure de la dalle de compression au cours du calcul. La contrainte de compression maximale est alors ici de 2.8 MPa. La valeur maximale autorisée par l'Eurocode 2 est de $0.6f_{ck} = 15 \text{ MPa}$. La contrainte est donc admissible.

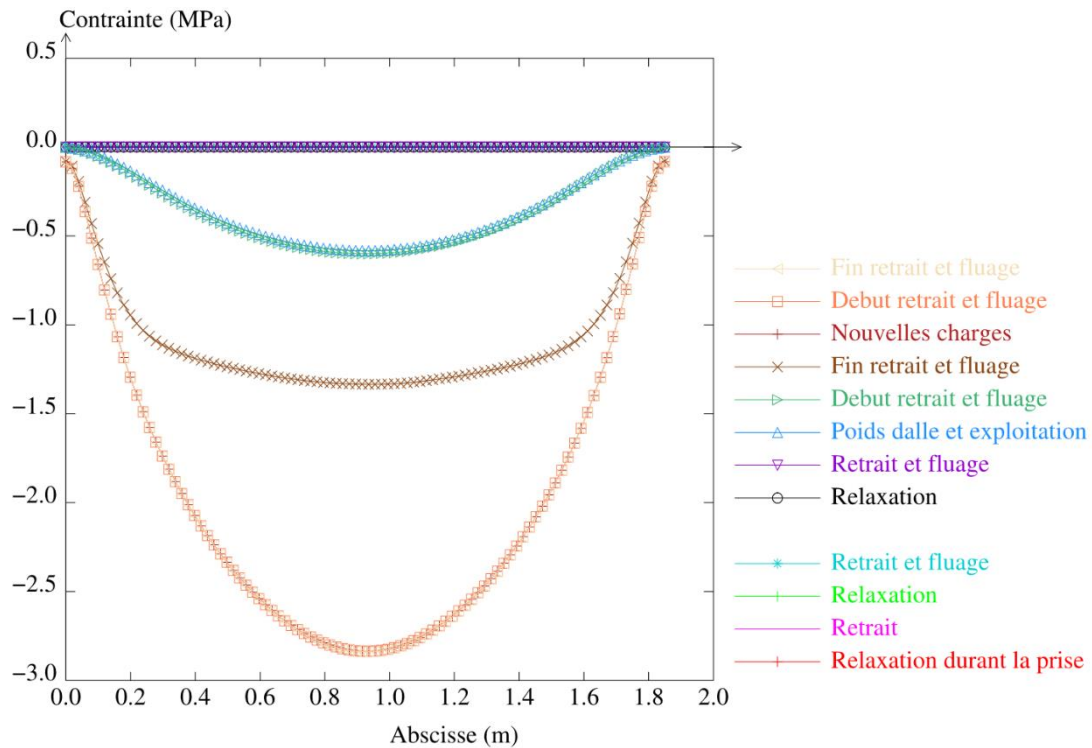


Figure 7 Contraintes en surface de la dalle

La figure ci-après représente la contrainte le long du fil le plus tendu aux différents temps de calculs. La contrainte lors de l'ajout des nouvelles charges est de 780 MPa. La contrainte limite autorisée par l'Eurocode 2 est de $0.8f_{pk} = 1160 \text{ MPa}$. Cette exigence est donc satisfaite.

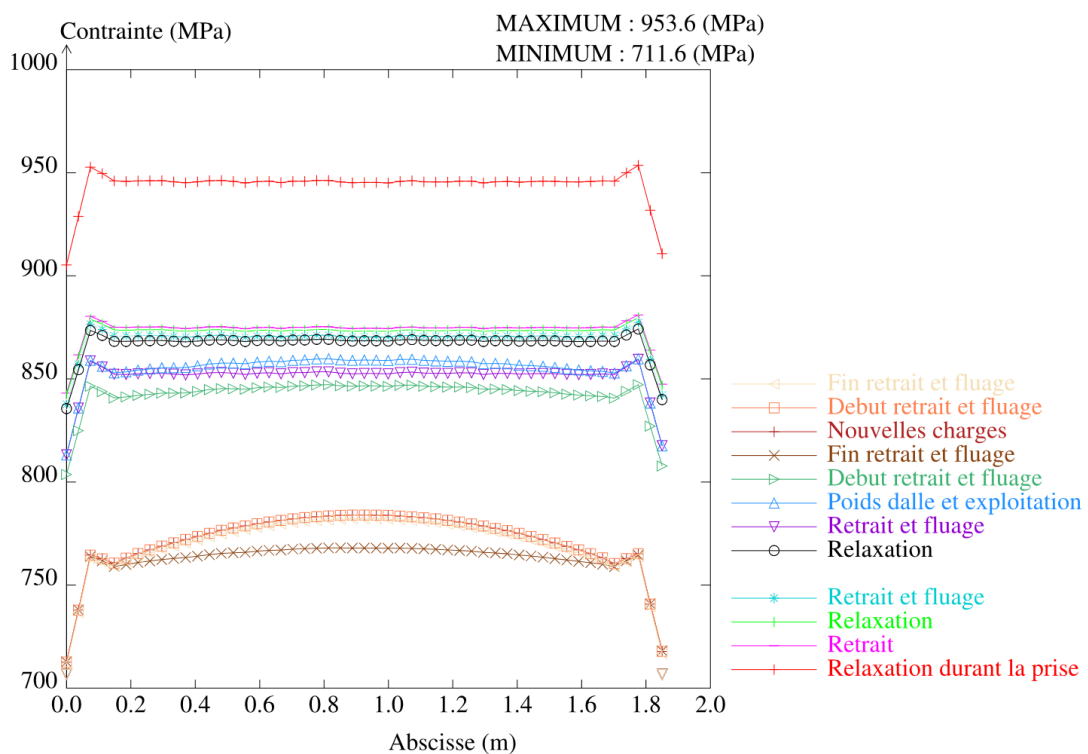


Figure 8 Profil de contraintes dans les fils

- **Flèche**

Il convient de limiter les flèches à l'état limite de service au 250^{ième} de la portée de la dalle. La limite de flèche correspond donc à 6.6 mm. Le calcul montre qu'à l'état limite de service caractéristique, la poutre présente une contreflèche de 0.8 mm. La flèche est donc vérifiée.

- **ELS quasi permanent**

Les vérifications à l'état limite de service quasi permanent consistent à vérifier que la contrainte de compression dans le béton n'excède pas 45% de sa résistance caractéristique afin d'éviter un fluage non linéaire. Néanmoins, la prise en compte du fluage non linéaire ayant été faite, il n'est pas nécessaire de vérifier ce point.

6.3.2 Calcul à l'ELU

Cette partie fait apparaître les résultats des calculs à l'état limite ultime. Il s'est avéré que ce sont ces calculs qui ont été dimensionnants pour la détermination des charges permanentes admissibles. Le calcul est effectué sous la combinaison de charges suivante :

- $1.35G+1.5Q+P$

Où G représente les charges permanentes, Q les charges d'exploitations, et P les forces de précontrainte. Le calcul est mené à l'aide du logiciel éléments finis Cast3m. Le béton est représenté par un modèle non linéaire de Drucker Prager parfait. L'Eurocode 2 autorise l'utilisation de type de modèle dans le cadre des calculs à l'état limite ultime. La loi de comportement en compression correspondante est représentée sur la figure suivante. Dans ces calculs la résistance à la traction du béton est négligée. La loi de comportement des fils est élastique linéaire.

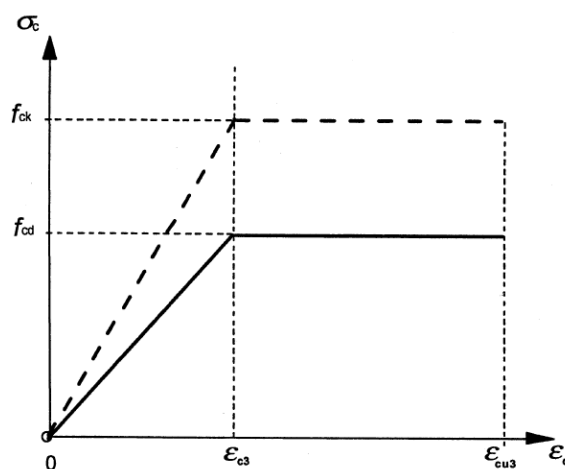


Figure 3.4 : Diagramme bilinéaire



- **Flexion**

L'analyse des résultats est effectuée sur le comportement en flexion. Les exigences de l'Eurocode 2 concernent la limitation des contraintes dans le béton comprimé et dans les aciers tendus. Ainsi, la contrainte de compression dans la partie supérieure de la dalle ne devra pas excéder la valeur de $\frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1.5} = 16.6 \text{ MPa}$. La limite de contrainte dans les fils est quant à elle fixée à $\frac{f_{p,0.1k}}{\gamma_s} = \frac{1118}{1.15} = 972 \text{ MPa}$.

La figure ci-dessous permet de visualiser la contrainte de compression appliquée en fibre supérieure de la dalle de compression pour les différents instants du calcul. La contrainte maximale de compression atteinte est donc de 8.3 MPa ce qui est inférieur à la valeur limite de 16.6 MPa, la contrainte de compression à l'état limite ultime est donc admissible.

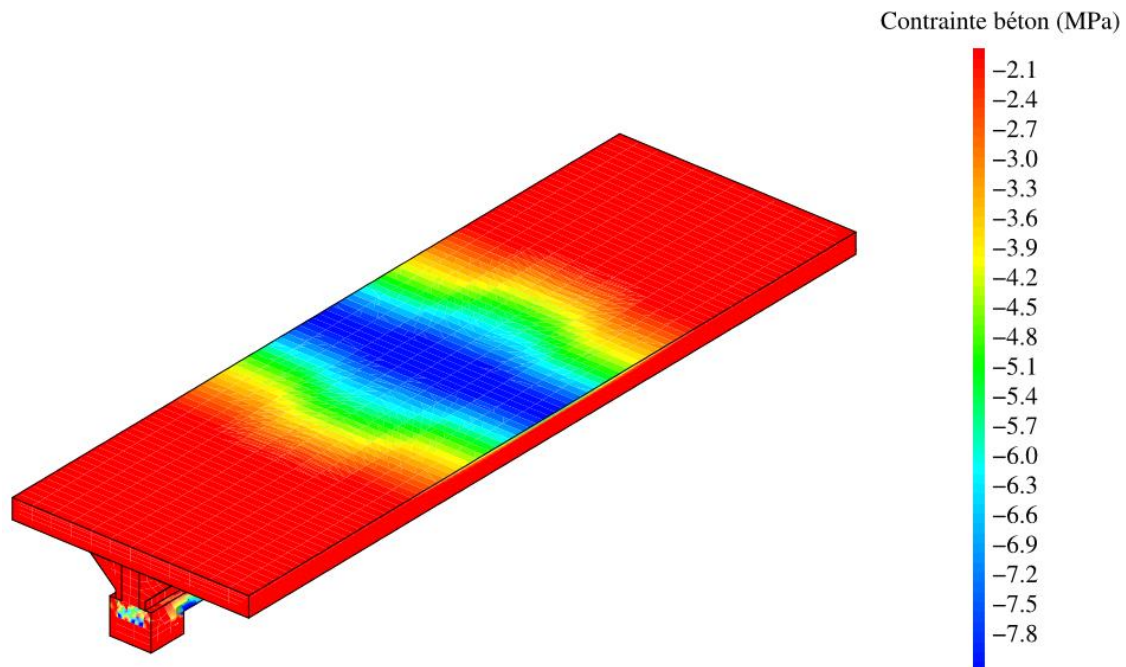


Figure 9 Profil de contraintes en surface de la dalle

La figure ci-après représente l'évolution de la contrainte de traction le long du fil le plus tendu au cours de la vie l'ouvrage. Le calcul à l'état limite ultime se distingue des autres résultats par sa forte non-linéarité sur le profil de contrainte dans les fils. Cette augmentation de la contrainte dans les fils à mi-travée et dû à la non prise en compte des contraintes de traction par le béton. On observe ainsi que la contrainte dans les fils de 946.5 MPa est inférieure à la contrainte limite de calcul des fils.

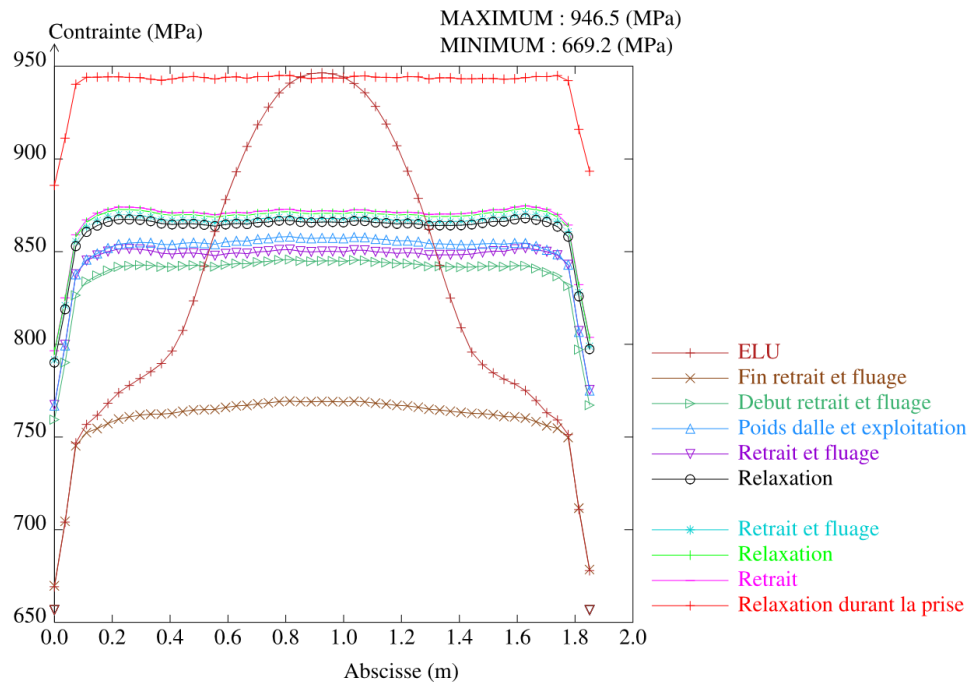


Figure 10 Profil de contraintes dans les fils

La figure suivante fait apparaitre à titre informatif le champ de contrainte dans les fils pour le calcul à l'état limite ultime.

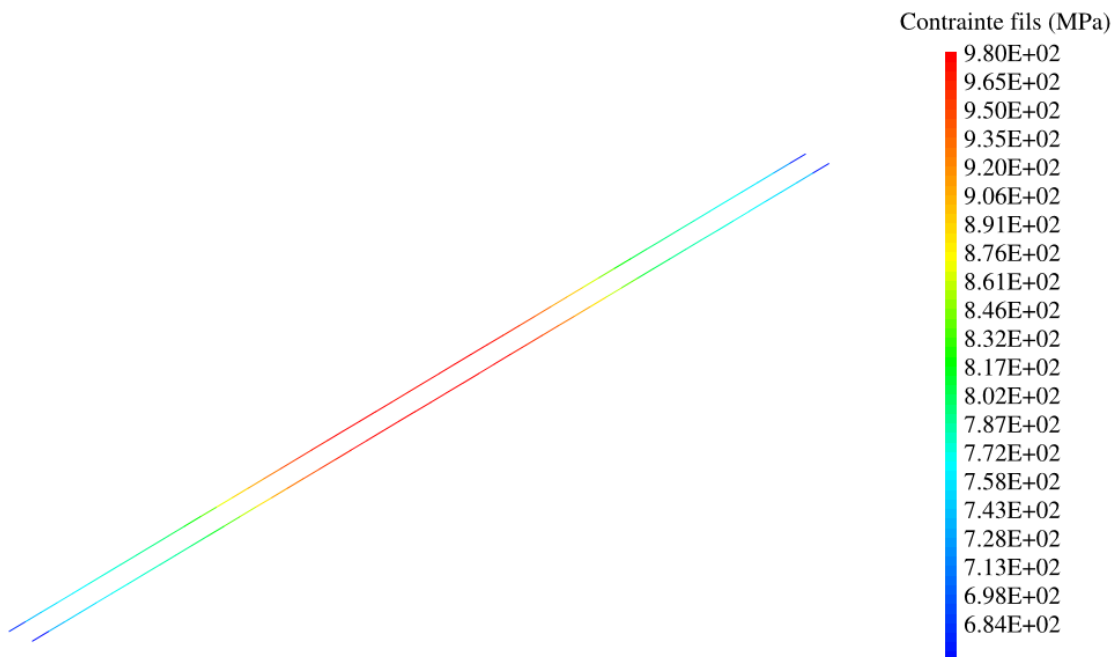


Figure 11 Champ de contrainte dans les fils



- **Effort tranchant**

Une vérification à l'effort tranchant est menée. A l'état limite ultime, l'effort tranchant maximal appliqué est de 16.3 kN. L'effort tranchant résistant en l'absence d'armature transversales est de 18 kN, la sollicitation est donc admissible.

7. SYNTHÈSE

Dans le cadre du projet de rénovation du 4^e étage du bâtiment A de la CRS 60 à Montfavet qui permettra le relogement de la BSI d'Avignon, le ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique nous a mandaté pour réaliser un diagnostic structurel sur le 4^e étage d'un bâtiment du site CRS60.

Le diagnostic porte sur les planchers, poutres, poteaux et cage d'escalier situés au 4^{ème} étage du bâtiment A de la CRS 60 à Montfavet.

Les reconnaissances sur le bâtiment ont mis en évidence la présence d'une structure métallique modulaire de type pailleron sur lequel repose un plancher poutrelle hourdis en béton.

Des calculs aux éléments finis ont été effectués afin d'évaluer l'aptitude du plancher (structure métallique et plancher poutrelle hourdis) à reprendre une charge d'exploitation. Les calculs réalisés permettent de conclure sur les points suivants :

- La structure métallique présente une capacité de 260 kg/m² de charge d'exploitation. Cette charge correspondrait alors à un usage de bureaux. Cette charge est limitée par le taux de travail de certains assemblages.
- Le plancher en poutrelle hourdis présente une capacité portante élevée, supérieure à 1t/m², et n'est pas limitant dans l'ajout de charges supplémentaires.

Nous rappelons au maître d'ouvrage que ce document constitue une pré-étude de la capacité portante du plancher étudié. Le changement de destination, ou la réalisation de travaux, conduisant à l'ajout de charges supplémentaires nécessiteraient la réalisation d'une étude globale du bâtiment, permettant ainsi de prendre en compte les effets du vent sur les parois verticales sur le comportement des poutres métalliques du plancher, ainsi que le comportement des poteaux situés aux niveaux inférieurs.

Les reconnaissances réalisées sur les voiles périphériques de la cage d'escalier du 4^e étage ont mis en évidence la présence de murs maçonnés en bloc de béton creux d'épaisseur variable de 150mm pour les murs latéraux intérieurs et de 200mm pour le mur pignon.

Selon l'AN 3 de l'annexe nationale NF EN 1996-1-2/NA,

Les tableaux de valeurs N.B.1.1 à N.B. 5.2 ne sont pas utilisables.

La durée de résistance au feu à utiliser pour un mur en maçonnerie de conception donnée est celle mentionnée dans un document conforme à l'arrêté du 22 mars 2004 du ministère de l'intérieur, dans le cadre de son domaine de validité.

NOTE Hormis pour les produits pleins ou équivalents pleins (groupe 1), la classification selon les groupes définis dans l'EC6 – partie 1.1, fondée sur une limitation des pourcentages de vides par simple cumul des épaisseurs de paroi type « vide pour plein » et une limitation des épaisseurs de paroi ne saurait conduire à encadrer de façon fiable un panel de valeurs tabulées pour le comportement à chaud des maçonneries.



En l'absence de fiche technique du produit du fabricant, il n'apparaît pas possible d'évaluer la classe de résistance au feu des maçonneries alvéolaires. Mais à titre d'information, d'après des fiches techniques de produit similaire d'aujourd'hui (extrait ci-dessous) :

TABLEAUX DES RÉSULTATS DES TENUES AU FEU SUR BLOCS EN BÉTON

Les essais répertoriés dans les tableaux ont été réalisés sur des **murs non enduits** montés à l'aide de blocs en béton conformes aux normes NF EN 771-3 et NF EN 771-3/CN – CE catégorie 1, c'est-à-dire blocs certifiés **NF** à résistance garantie.

Tableau A - Mise en œuvre, montage maçonnerie

Utilisation	Dimensions des blocs (L x ep x h) mm	Type de bloc	Groupe selon EC 6	Classe de résistance ⁽¹⁾	Performances		n° du PV d'essai	Hauteur maximale (m)	Longueur maximale (m) ⁽²⁾	Charge admissible (kN/ml) ⁽³⁾	Date de validité
Mur non porteur	500 x 100 x 200	Plein	1	B80	(EI) 60 min	(E) 120 min	CERIB 11 DRI 940	3	illimitée	–	05.05.2016
	500 x 200 x 200	Creux 2 rangées 6 alvéoles	3	B40	(EI) 120 min	(E) 240 min	CSTB RS 09-060	4	illimitée	–	30.06.2014
	500 x 200 x 200	Creux 2 rangées 8 alvéoles	3	B40	(EI) 120 min	(E) 120 min	CERIB 12 DPM 385	4	illimitée	–	23.05.2017
	500 x 200 x 200	Creux 3 rangées 9 alvéoles	3	B40	(EI) 240 min	(E) 240 min	CSTB RS 05-059	4	illimitée	–	20.05.2015
	500 x 150 x 200	Perforé	1	B80	(EI) 180 min	(E) 180 min	CERIB 12 DPM 387	4	illimitée	–	23.05.2017
	500 x 150 x 200	Creux 2 rangées 6 alvéoles	3	B40	(EI) 90 min	(E) 120 min	CSTB RS 09-059	4	illimitée	–	30.10.2014

La tenue au feu minimale d'un bloc perforé de 150mm d'épaisseur comportant 2 rangées de 6 alvéoles est **EI90**.

Le degré d'isolation et d'étanchéité (EI) des cloisons en bois aggloméré creux est considéré comme nul.

FIN DU DOCUMENT



AGENCE OCCITANIE
6 CHEMIN DE LA MONTAGNE,
81600 TECOU
04 93 80 64 97

Rédacteur

Arnaud MAURY

Relacteur

Guillaume GASQ



8. ANNEXE

- Annexe 1 : Plan de la structure et des sondages
- Annexe 2 : PV des essais laboratoire

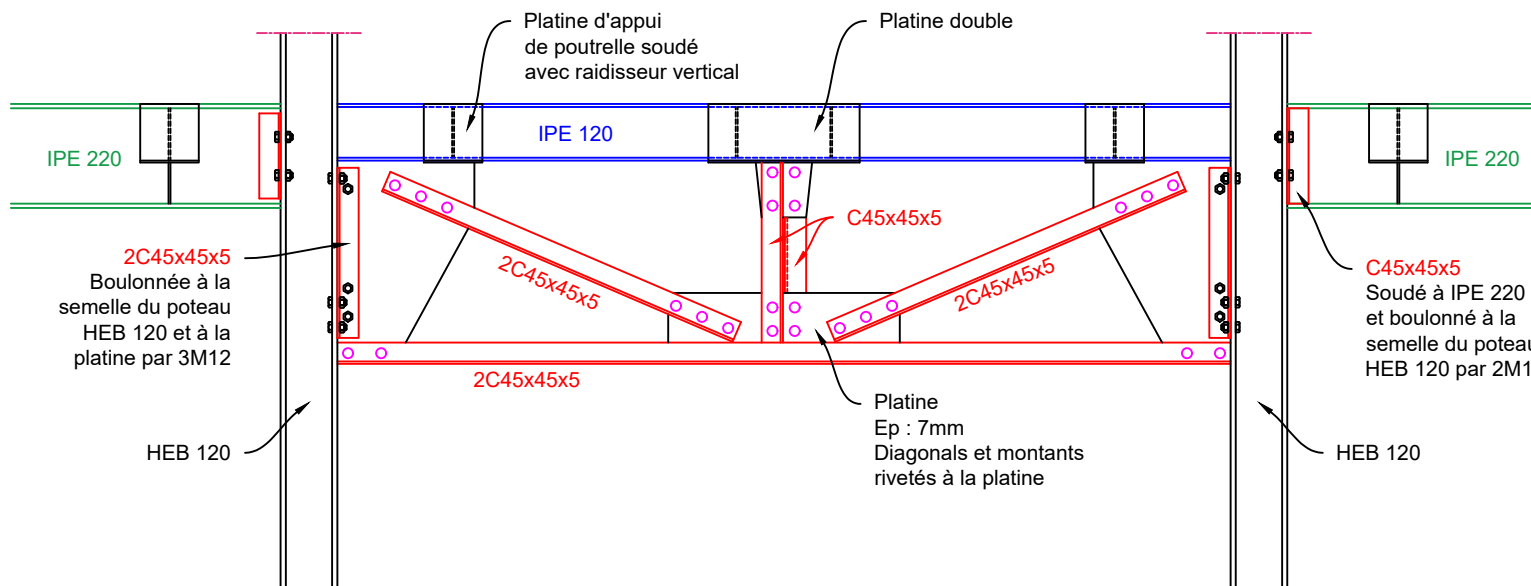


AsterBTP
EXPERTISE GAIN DURABLE
OCCITANIE

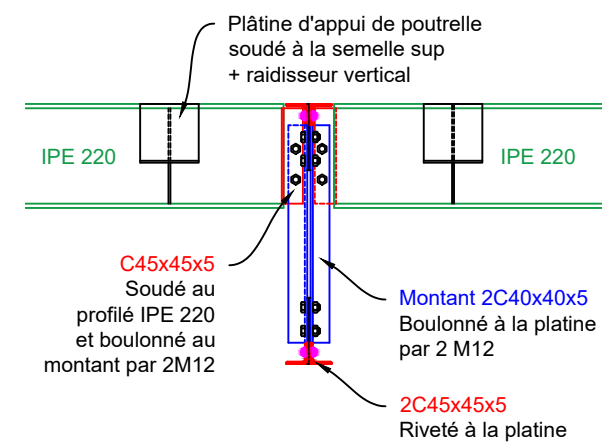
ANNEXE I

Plan de la structure et des sondages

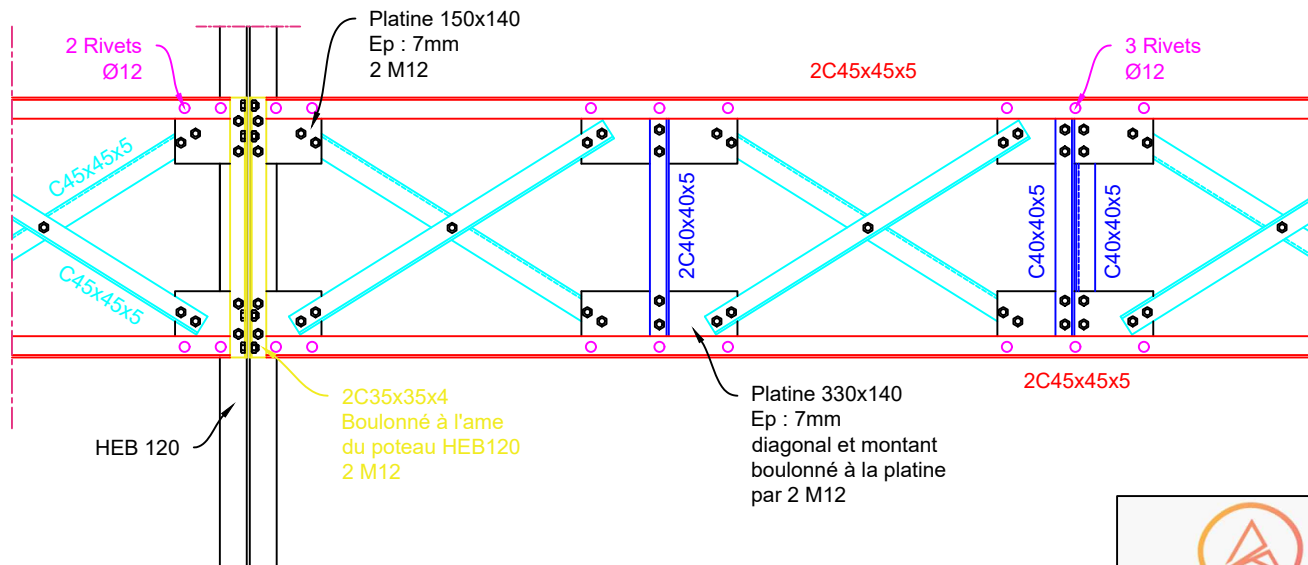
Détails des assemblages - Coupe AA



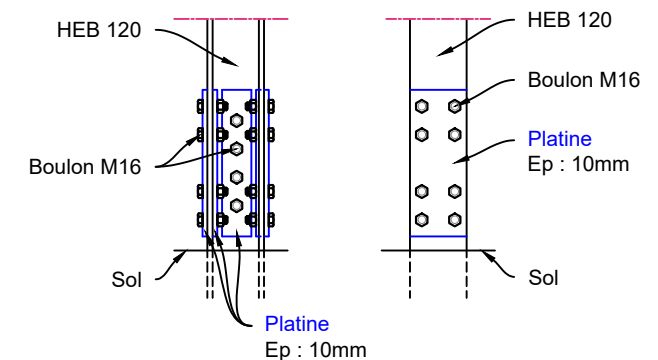
Détails des assemblages - Coupe BB



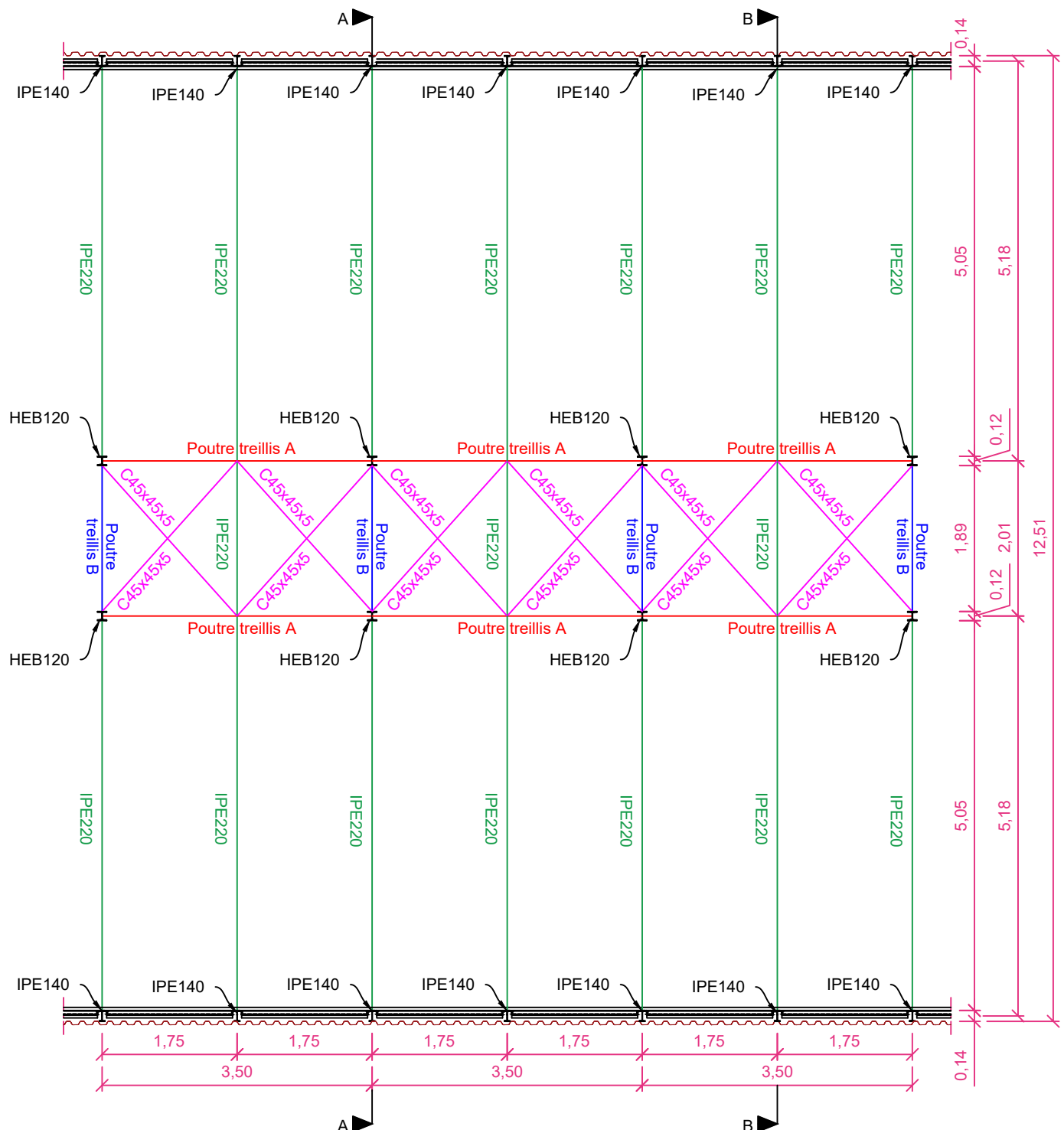
Détails des assemblages poutre longitudinales



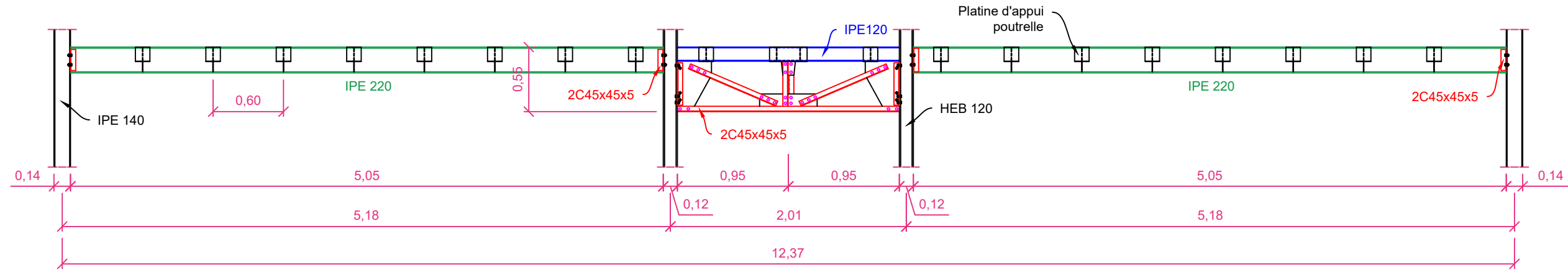
Détail de l'assemblages du poteau



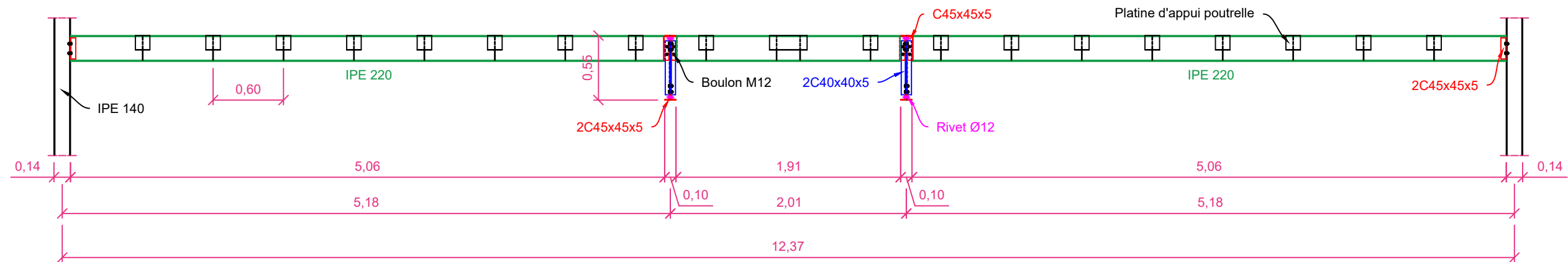
Vue en plan de la structure - Trame courante
Echelle : 1/75



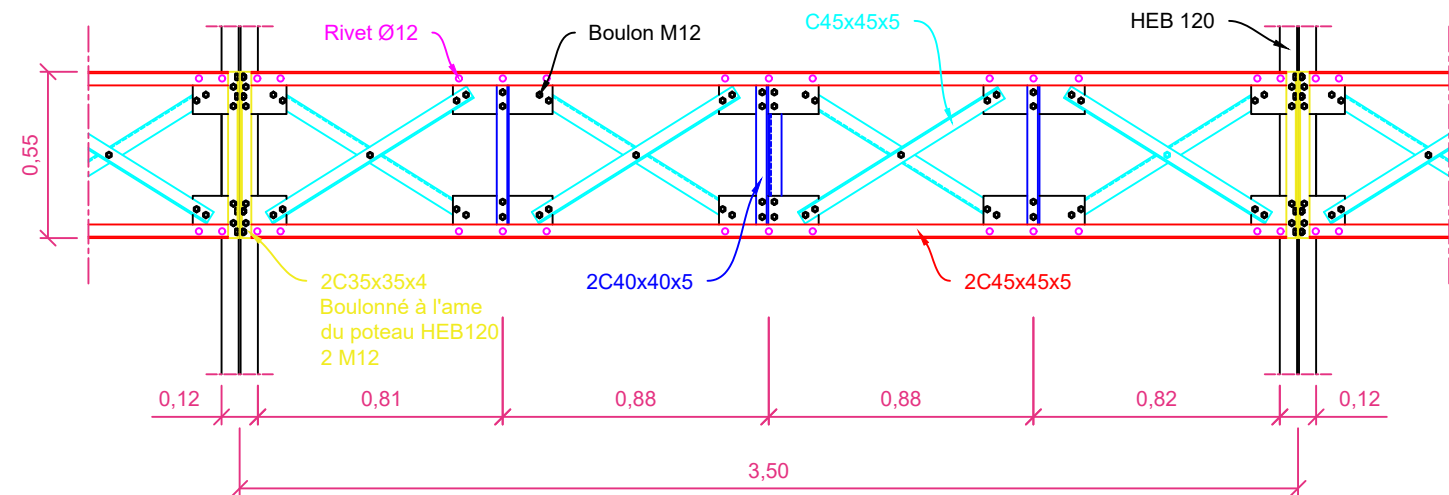
Coupe AA du bâtiment
Echelle : 1/40



Coupe BB du bâtiment
Echelle : 1/40



Détail de la poutre treillis longitudinale
Echelle : 1/40





AsterBTP
EXPERTISE GAIN DURABLE
OCCITANIE

ANNEXE 2

PV des essais laboratoire

RAPPORT D'ESSAI n° RP13095/0
TEST REPORT

délivré par le laboratoire POURQUERY de LYON
delivered by the testing laboratory from



Date d'émission **09/11/23**
Date of issue

Devis **AP11591/0**
Quotation

Période d'essai : du **07/11/23** au **07/11/23**
Test period

Nom et adresse du demandeur **ASTER BTP**
Name and address of the applicant
Agence Occitanie
6 chemin de la montagne
81600
TECOU

N° commande **ADM-OC-23-35-BC-A - PO**
Order number

Produit(s) * **Fer plat - Echantillon 1 - Poteaux**
*Product(s) **

Nuance * **/** Coulée * **/**
*Grade * Casting **

Prestation **Essai de traction selon NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)/ Tensile strength test**
Analysis according to NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)

Conclusion **/**
Conclusion

Nombre d'annexe(s) : **2**
Appendix(es)

Responsable Technique
du laboratoire d'essai des REVETEMENTS et MATERIAUX
Technical Manager of the COATINGS & MATERIALS testing laboratory
Sophie BAYARD

Les références et les données techniques du produit ont été fournies par le client. Le laboratoire décline toute responsabilité en cas de données erronées / *References and product technical data are given by the customer. Laboratory does not endorse any responsibility in case of wrong data.*

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale / *Reproduction of this test report is only authorized in its integral form*

Ces résultats ne s'appliquent qu'à l'échantillon soumis au laboratoire et tel qu'il est défini dans le présent document

These results only apply to the sample submitted to the laboratory and as defined in the present document

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires POURQUERY pour les seuls essais couverts par l'accréditation

The COFRAC accreditation attests laboratories POURQUERY are competent for the only tests covered by the program



POURQUERY LABORATOIRES
Siège Social
2 Espace Henry Valée - C967251
63354 LYON Cedex 07 - France
TEL +33(0)4 78 61 21 16
✉ labo@pourquery.fr
www.pourquery.fr



POURQUERY GROUPE
Lyon - Hong Kong - Paris

LABORATOIRE EXPERT PRES LA COURS D'APPEL DE LYON
SAS Capital 1 000 000 € - RCS Lyon 49320785000352 - APE 720B

ESSAI DE TRACTION / TENSILE STRENGTH TESTS

N° Affaire : AP11591 N° Enregistrement : AP11591-001
 Date d'essai : 07/11/23 Reçu le : 13/10/2023
 Fiche client : ASTER BTP Responsable de l'essai : JCUZ

DESCRIPTION ECHANTILLON / SAMPLE DESCRIPTION

Aspect / Description : Fer plat - Echantillon 1 - Poteaux Poinçon / Awl : Absent/absent
 Nuance / Grade : / Type d'éprouvette : Prismatique/prismatic
 Coulée / Casting : / Eprouvette : Proportionnelle/proportional

PREPARATION DES EPROUVETTES / PREPARATION OF SPECIMEN TEST

Eprouvettes usinées par le laboratoire : Oui Essai suivant NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)
Test specimens machined by the laboratory *Test according to*

Usinage Longitudinal (L) Par rapport au : Prélèvement /
Machining *Regarding* *Sampling*

RESULTATS / RESULTS

Section / Section (mm ²)	Fm (N)	Rm (N/mm ²)	Rp 0,2 % (N/mm ²)	Lo (mm)	A (%)	Z (%)	Observations / Observation	T (°C)
10.00 x 5.88 (58.80 mm ²)	27802	473	320	40	38,1	/	Rupture > 1/3 L0	21,9

VALEURS IMPOSEES PAR LE CLIENT / Values imposed by the customer

Section / Section (mm ²)	Fm (N)	Rm (N/mm ²)	Rp 0,2 % (N/mm ²)	Lo (mm)	A (%)	Z (%)	Observations / Observation	T (°C)
	/	/	/	/	/	/		/

CONCLUSION / CONCLUSION

	/	/	/	/	/	/		/
--	---	---	---	---	---	---	--	---

Les valeurs nominales ont été fournies par le client. Le laboratoire décline toute responsabilité en cas de données erronées.
The nominal values are provided by the customer. The laboratory does not endorse any responsibility in case of wrong values.

* Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.
** To declare, or not, the conformity of specification, uncertainty of result were not take into consideration.*

Définition :

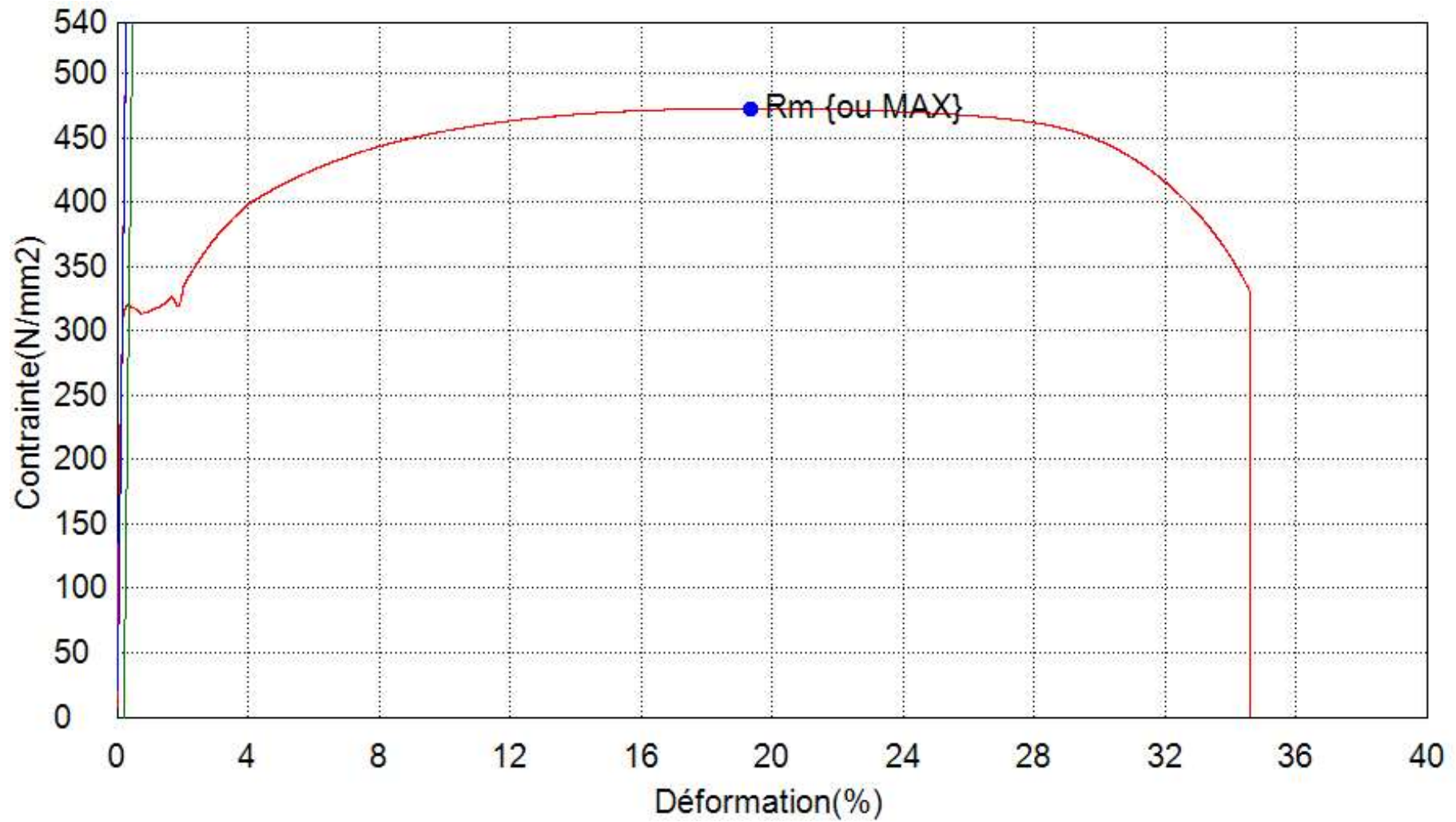
N.D Non demandé

S Satisfaisant

N.S Non satisfaisant

ESSAI DE TRACTION

Client	ASTER BTP	N° Affaire	AP11591
N° Echantillon	AP11591-001	Norme	NF EN ISO 6892-1 (2019)
Date d'essai	07/11/2023		



Historique des modifications
Changes review

Version	Date	N° de demande Request number	Modification(s)
0	09/11/2023	-	Création / Creation

RAPPORT D'ESSAI n° RP13096/0 TEST REPORT

délivré par le laboratoire POURQUERY de LYON
 delivered by the testing laboratory from



Date d'émission 09/11/23
 Date of issue

Devis AP11591/0
 Quotation

Période d'essai : du 07/11/23 au 07/11/23
 Test period

Nom et adresse du demandeur **ASTER BTP**
 Name and address of the applicant
 Agence Occitanie
 6 chemin de la montagne
 81600
 TECOU

N° commande **ADM-OC-23-35-BC-A - PO**
 Order number

Produit(s) * **Fer plat - Echantillon 2 - Poutre plancher hourdis**
 Product(s) *

Nuance * / Coulée * /
 Grade * Casting *

Prestation **Essai de traction selon NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)/ Tensile strength test**
 Analysis according to NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)

Conclusion /
 Conclusion

Responsable Technique
 du laboratoire d'essai des REVETEMENTS et MATERIAUX
 Technical Manager of the COATINGS & MATERIALS testing laboratory
Sophie BAYARD

Nombre d'annexe(s) : 2
 Appendix(es)

Les références et les données techniques du produit ont été fournies par le client. Le laboratoire décline toute responsabilité en cas de données erronées / References and product technical data are given by the customer. Laboratory does not endorse any responsibility in case of wrong data.

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale / Reproduction of this test report is only authorized in its integral form

Ces résultats ne s'appliquent qu'à l'échantillon soumis au laboratoire et tel qu'il est défini dans le présent document

These results only apply to the sample submitted to the laboratory and as defined in the present document

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires POURQUERY pour les seuls essais couverts par l'accréditation

The COFRAC accreditation attests laboratories POURQUERY are competent for the only tests covered by the program

ESSAI DE TRACTION / TENSILE STRENGTH TESTS

N° Affaire : AP11591 N° Enregistrement : AP11591-002
 Date d'essai : 07/11/23 Reçu le : 13/10/2023
 Fiche client : ASTER BTP Responsable de l'essai : JCUZ

DESCRIPTION ECHANTILLON / SAMPLE DESCRIPTION

Aspect / Description : Fer plat - Echantillon 2 - Poutre plancher hourdis Poinçon / Awl : Absent/absent
 Nuance / Grade : / Type d'éprouvette : Prismatique/prismatic
 Coulée / Casting : / Eprouvette : Proportionnelle/proportional

PREPARATION DES EPROUVETTES / PREPARATION OF SPECIMEN TEST

Eprouvettes usinées par le laboratoire : Oui Essai suivant NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)
Test specimens machined by the laboratory *Test according to*

Usinage Longitudinal (L) Par rapport au : Prélèvement /
Machining *Regarding* *Sampling*

RESULTATS / RESULTS

Section / Section (mm ²)	Fm (N)	Rm (N/mm ²)	Rp 0,2 % (N/mm ²)	Lo (mm)	A (%)	Z (%)	Observations / Observation	T (°C)
10.02 x 5.37 (53.81 mm ²)	24451	454	337	40	32,1	/	Rupture > 1/3 L0	21,9

VALEURS IMPOSEES PAR LE CLIENT / Values imposed by the customer

Section / Section (mm ²)	Fm (N)	Rm (N/mm ²)	Rp 0,2 % (N/mm ²)	Lo (mm)	A (%)	Z (%)	Observations / Observation	T (°C)
	/	/	/	/	/	/		/

CONCLUSION / CONCLUSION

	/	/	/	/	/	/		/
--	---	---	---	---	---	---	--	---

Les valeurs nominales ont été fournies par le client. Le laboratoire décline toute responsabilité en cas de données erronées.
The nominal values are provided by the customer. The laboratory does not endorse any responsibility in case of wrong values.

* Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.
** To declare, or not, the conformity of specification, uncertainty of result were not take into consideration.*

Définition :

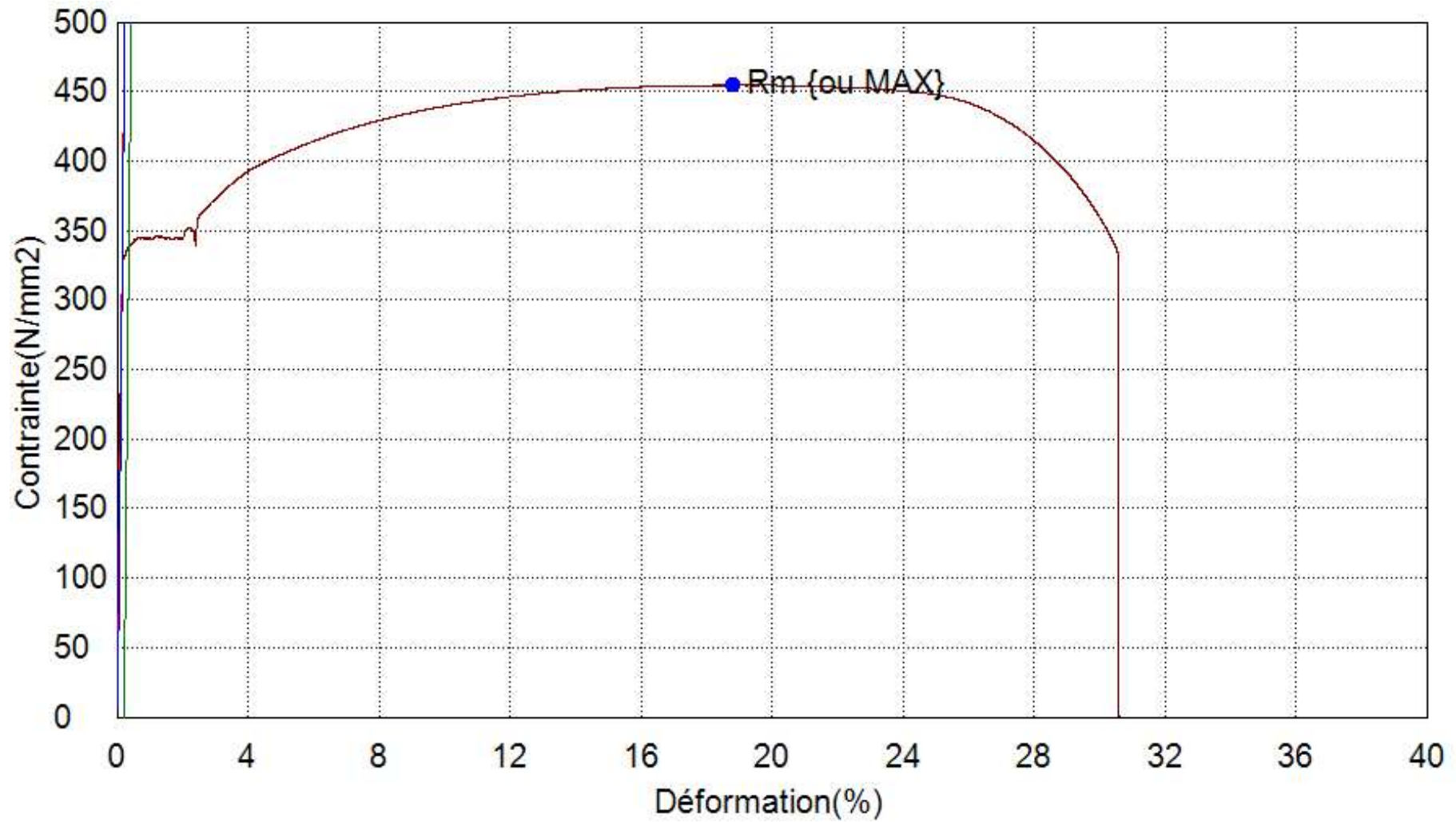
N.D Non demandé

S Satisfaisant

N.S Non satisfaisant

ESSAI DE TRACTION

Client	ASTER BTP	N° Affaire	AP11591
N° Echantillon	AP11591-002	Norme	NF EN ISO 6892-1 (2019)
Date d'essai	07/11/2023		



Historique des modifications
Changes review

Version	Date	N° de demande Request number	Modification(s)
0	09/11/2023	-	Création / Creation

RAPPORT D'ESSAI n° RP13097/0 TEST REPORT

délivré par le laboratoire POURQUERY de LYON
 delivered by the testing laboratory from



Date d'émission 09/11/23
 Date of issue

Devis AP11591/0
 Quotation

Période d'essai : du 07/11/23 au 07/11/23
 Test period

Nom et adresse du demandeur **ASTER BTP**
 Name and address of the applicant
 Agence Occitanie
 6 chemin de la montagne
 81600
 TECOU

N° commande **ADM-OC-23-35-BC-A - PO**
 Order number

Produit(s) * **Fer plat - Echantillon 3 - Poutre treillis**
 Product(s) *

Nuance * / Coulée * /
 Grade * Casting *

Prestation **Essai de traction selon NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)/ Tensile strength test**
 Analysis according to NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)

Conclusion /
 Conclusion

Nombre d'annexe(s) : 2
 Appendix(es)

Responsable Technique
 du laboratoire d'essai des REVETEMENTS et MATERIAUX
 Technical Manager of the COATINGS & MATERIALS testing laboratory
Sophie BAYARD

Les références et les données techniques du produit ont été fournies par le client. Le laboratoire décline toute responsabilité en cas de données erronées / References and product technical data are given by the customer. Laboratory does not endorse any responsibility in case of wrong data.

La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale / Reproduction of this test report is only authorized in its integral form

Ces résultats ne s'appliquent qu'à l'échantillon soumis au laboratoire et tel qu'il est défini dans le présent document

These results only apply to the sample submitted to the laboratory and as defined in the present document

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires POURQUERY pour les seuls essais couverts par l'accréditation

The COFRAC accreditation attests laboratories POURQUERY are competent for the only tests covered by the program



POURQUERY LABORATOIRES
 Siège Social
 2 Espace Henry Valée - C867251
 63354 LYON Cedex 07 - France
 TEL +33(0)4 78 61 21 16
 labo@pourquery.fr
 www.pourquery.fr



POURQUERY GROUPE
 Lyon - Hong Kong - Paris

LABORATOIRE EXPERT PRES LA COURS D'APPEL DE LYON
 SAS Capital 1 000 000 € - RCS Lyon 49320785000352 - APE 7203B

ESSAI DE TRACTION / TENSILE STRENGTH TESTS

N° Affaire : AP11591 N° Enregistrement : AP11591-003
 Date d'essai : 07/11/23 Reçu le : 13/10/2023
 Fiche client : ASTER BTP Responsable de l'essai : JCUZ

DESCRIPTION ECHANTILLON / SAMPLE DESCRIPTION

Aspect / Description : Fer plat - Echantillon 3 - Poutre treillis Poinçon / Awl : Absent/absent
 Nuance / Grade : / Type d'éprouvette : Prismatique/prismatic
 Coulée / Casting : / Eprouvette : Proportionnelle/proportional

PREPARATION DES EPROUVETTES / PREPARATION OF SPECIMEN TEST

Eprouvettes usinées par le laboratoire : Oui Essai suivant NF EN ISO 6892-1 Méthode B (2019)
Test specimens machined by the laboratory *Test according to*

Usinage Longitudinal (L) Par rapport au : Prélèvement /
Machining *Regarding* *Sampling*

RESULTATS / RESULTS

Section / Section (mm ²)	Fm (N)	Rm (N/mm ²)	Rp 0,2 % (N/mm ²)	Lo (mm)	A (%)	Z (%)	Observations / Observation	T (°C)
10.01 x 3.86 (38.64 mm ²)	13606	352	292	35	39,1	/	Rupture > 1/3 L0	21,9

VALEURS IMPOSEES PAR LE CLIENT / Values imposed by the customer

Section / Section (mm ²)	Fm (N)	Rm (N/mm ²)	Rp 0,2 % (N/mm ²)	Lo (mm)	A (%)	Z (%)	Observations / Observation	T (°C)
	/	/	/	/	/	/		/

CONCLUSION / CONCLUSION

	/	/	/	/	/	/		/
--	---	---	---	---	---	---	--	---

Les valeurs nominales ont été fournies par le client. Le laboratoire décline toute responsabilité en cas de données erronées.
The nominal values are provided by the customer. The laboratory does not endorse any responsibility in case of wrong values.

* Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.
** To declare, or not, the conformity of specification, uncertainty of result were not take into consideration.*

Définition :

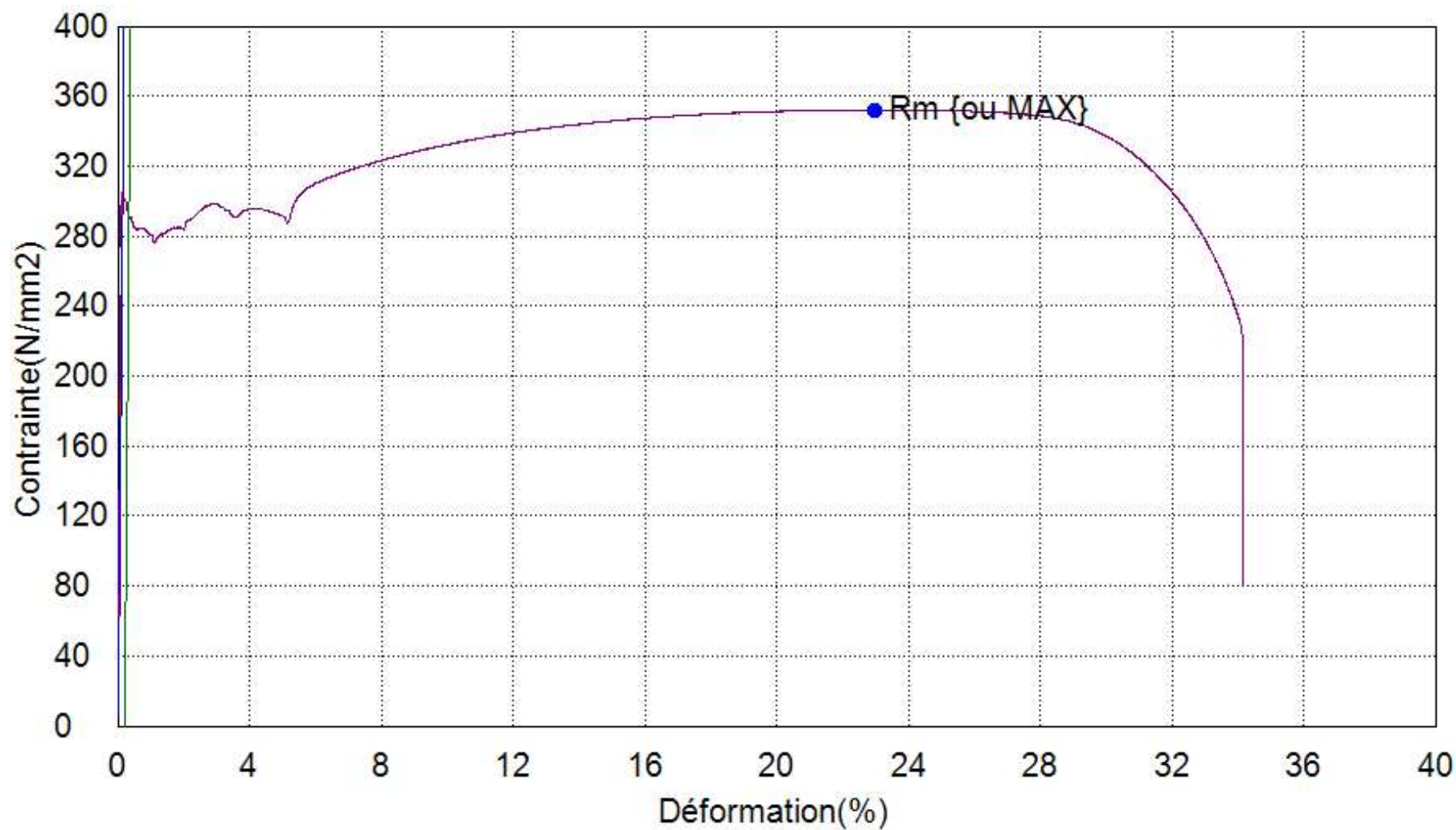
N.D Non demandé

S Satisfaisant

N.S Non satisfaisant

ESSAI DE TRACTION

Client	ASTER BTP	N° Affaire	AP11591
N° Echantillon	AP11591-003	Norme	NF EN ISO 6892-1 (2019)
Date d'essai	07/11/2023		



Historique des modifications
Changes review

Version	Date	N° de demande Request number	Modification(s)
0	09/11/2023	-	Création / Creation

EFFITECH

ACCREDITATION N°1-5965
 PORTEE DISPONIBLE SUR:
 SCOPE AVAILABLE ON:
WWW.COFRAC.FR

Aster BTP

A l'attention de Monsieur MAURY Arnaud
 6 chemin de la montagne
 81600 TECOU
 FRANCE

Résultats d'essai de traction N° 606705-835980-01 - rev. 0

Tensile test results N° 606705-835980-01 - rev. 0

Données Client / Customer data :

CLIENT : **Aster BTP** COULEE : -
 Customer: **Aster BTP** Cast n° : -
 N° COMMANDE : **En attente commande** NUANCE : -
 Order n° : **En attente commande** Grade : -
 REPERE CLIENT : **A1 - Acier de poutrelle**
 Customer mark : **A1 - Acier de poutrelle**
 SPECIFICATION, NORME : -
 Specification, standard : -
 DONNEE SUPPLEMENTAIRE:
 Additional data : -

Donnée EFFITECH / EFFITECH data :

AFFAIRE INTERNE : 606705		REPERE INTERNE : 835980-01	DATE DE L'ESSAI : 22.12.23	MO-RE-05_05
Internal contract : 606705		Internal reference : 835980-01	Test date : 22.12.23	N° POSTE : 30
			Item n° :	

TYPE D'ESSAI : **Traction ambiante sur élément entier** NORME DE REFERENCE : **NF EN ISO 898-1 Edition 2013**
 Test type : **Tensile test on full specimen** Standards reference :

MACHINE D'ESSAI Testing machine	CAPTEUR Sensor	LOGICIEL Software	PIED A COULISSE Caliper-gauge
RM 600 SP-6008 - EF039	U2B - EF062	DOLI TEST&MOTION version 4.3.07	EF061
DATE VALIDITE ETALONNAGE Valid Calibration date	10/05/2024		31/07/2024

IMPOSITION Required	min max	Section Section mm ²	Temp. Temperature (°C)	Af %	Rpf		Rm		Emplacement de la rupture Location of the break
					MPa	kN	MPa	kN	
			18-28°C	-	-	-	-	-	Dans la tige
OBTENUES Achieved		20,10	21,8	-	1177	23,7	1526	30,7	Dans la tige
INCERTITUDES Uncertainty					± 59	± 1,2	± 76	± 1,5	-

Incertitudes de mesures : selon FQ-RE-21 / Uncertainty of measurement : according to FQ-RE-21

OBSERVATIONS :

Comments :

INFORMATIONS :

Information : **Allongement en dehors de la zone de striction : 0,84 mm**

JUGEMENT de conformité* (si demandé à la commande) :

Compliance* (if ask on the order) :

ISSOUDUN, le/the

22/12/2023

*Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. / *To state or not the compliance, it was not taken into account the uncertainty associated to the result.

Ce rapport comporte

This report includes

1

page (s)

Technicien :

Technician :

A. PETERMIN



Visa

Responsable :

Manager

A. PETERMIN



Visa

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Dans le cas où le laboratoire n'a pas été chargé de l'étape d'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Ce rapport ne doit être reproduit qu'intégralement sauf après rapport écrit d'EFFITECH. Le jugement de conformité ne se rapporte qu'aux seuls essais disposant de spécifications. Dans le cas où une ou plusieurs valeurs sont hors de la portée COFRAC, celles-ci sont inscrites dans la case information et sont considérées "hors COFRAC". EFFITECH ne peut pas être tenu pour responsable des informations fournies par vos soins, qui pourraient avoir un impact sur la validité des résultats.
 The results refer only to the objects under test. In the case where the laboratory was not responsible for the sampling step, the results apply to the sample as received. This report shall not be reproduced in its entirety except after a written report from EFFITECH. The judgment of conformity refers only to tests with specifications. In the case where one or more values are outside the scope of COFRAC, these values are entered in the information box and are considered "outside COFRAC". EFFITECH cannot be held responsible for the information provided by you, which could have an impact on the validity of the results.

EFFITECH

ACCREDITATION N°1-5965

PORTEE DISPONIBLE SUR:

SCOPE AVAILABLE ON:

WWW.COFRAC.FR

Aster BTP

A l'attention de Monsieur MAURY Arnaud
6 chemin de la montagne
81600 TECOU
FRANCE

Résultats d'essai de traction N° 606705-835978-01 - rev. 0**Tensile test results N° 606705-835978-01 - rev. 0****Données Client / Customer data :**

CLIENT : Aster BTP **COULEE :** -
Customer: **Cast n° :** -
N° COMMANDE : En attente commande **NUANCE :** -
Order n° : **Grade :** -
REPERE CLIENT : B1 - M12 filetage 30mm
Customer mark :
SPECIFICATION, NORME : -
Specification, standard :
DONNEE SUPPLEMENTAIRE:
Additional data : -

Donnée EFFITECH / EFFITECH data :

MO-RE-05_05

AFFAIRE INTERNE : 606705 **REPERE INTERNE :** 835978-01 **DATE DE L'ESSAI :** 14.12.23 **N° POSTE :** 10
Internal contract : **Internal reference :** **Test date :** **Item n° :**

TYPE D'ESSAI : Traction ambiante sur élément entier **NORME DE REFERENCE :** NF EN ISO 898-1 Edition 2013
Test type : Tensile test on full specimen **Standards reference :**

<u>MACHINE D'ESSAI</u> <i>Testing machine</i>		<u>CAPTEUR</u> <i>Sensor</i>		<u>LOGICIEL</u> <i>Software</i>		<u>PIED A COULISSE</u> <i>Caliper-gauge</i>			
RM 600 SP - 6008 - EF039		U2B - EF062		DOLI TEST&MOTION version 4.3.07		EF061			
<u>DATE VALIDITE ETALONNAGE</u> <i>Valid Calibration date</i>		10/05/2024				31/07/2024			
		Section <i>Section</i>	Temp. <i>Temperature</i>	Af	Rpf		Rm		Emplacement de la rupture <i>Location of the break</i>
		mm²	(°C)	%	MPa	kN	MPa	kN	
<u>IMPOSITION</u> <i>Required</i>	min		18-28°C	-	-	-	-	-	Dans le filetage / In the thread
	max			-	-	-	-	-	
<u>OBTENUES</u> <i>Achieved</i>		84,30	23.2	-	398	33,6	466	39,3	Dans le filetage / In the thread
<u>INCERTITUDES</u> <i>Uncertainty</i>					± 20	± 1,7	± 23	± 2,0	-

Incertitudes de mesures : selon FQ-RE-21 / Uncertainty of measurement : according to FQ-RE-21

OBSERVATIONS :Comments :**INFORMATIONS :**Information :**JUGEMENT de conformité* (si demandé à la commande) :**Compliance* (if ask on the order) :

ISSOUDUN, le/the

21/12/2023

*Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. / *To state or not the compliance, it was not taken into account the uncertainty associated to the result.

Ce rapport comporte
This report includes

1

page (s)

Technicien :Technician :

R. BAGOU



Visa

Responsable :Manager

A-E.THIRY



Visa

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Dans le cas où le laboratoire n'a pas été chargé de l'étape d'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Ce rapport ne doit être reproduit qu'intégralement sauf après rapport écrit d'EFFITECH. Le jugement de conformité ne se rapporte qu'aux seuls essais disposant de spécifications. Dans le cas où une ou plusieurs valeurs sont hors de la portée COFRAC, celles-ci sont inscrites dans la case information et sont considérées "hors COFRAC". EFFITECH ne peut pas être tenu pour responsable des informations fournies par vos soins, qui pourraient avoir un impact sur la validité des résultats.

The results refer only to the objects under test. In the case where the laboratory was not responsible for the sampling step, the results apply to the sample as received. This report shall not be reproduced in its entirety except after a written report from EFFITECH. The judgment of conformity refers only to tests with specifications. In the case where one or more values are outside the scope of COFRAC, these values are entered in the information box and are considered "outside COFRAC". EFFITECH cannot be held responsible for the information provided by you, which could have an impact on the validity of the results.

EFFITECH

ACCREDITATION N°1-5965

PORTEE DISPONIBLE SUR:

SCOPE AVAILABLE ON:

WWW.COFRAC.FR

Aster BTP

A l'attention de Monsieur MAURY Arnaud
6 chemin de la montagne
81600 TECOU
FRANCE

Résultats d'essai de traction N° 606705-835978-02 - rev. 0**Tensile test results N° 606705-835978-02 - rev. 0****Données Client / Customer data :**

CLIENT : Aster BTP
Customer:
N° COMMANDE : En attente commande
Order n° :
REPERE CLIENT : B1 - M12 filetage 30mm
Customer mark :

COULEE : -
Cast n° :
NUANCE : -
Grade :

SPECIFICATION, NORME : -
Specification, standard :

DONNEE SUPPLEMENTAIRE:
Additional data : -

Donnée EFFITECH / EFFITECH data :

MO-RE-05_05

AFFAIRE INTERNE : 606705 Internal contract :	REPERE INTERNE : 835978-02 Internal reference :	DATE DE L'ESSAI : 14.12.23 Test date :	N° POSTE : 10 Item n° :
---	--	---	--

TYPE D'ESSAI : Traction ambiante sur élément entier Test type : Tensile test on full specimen	NORME DE REFERENCE : NF EN ISO 898-1 Edition 2013 Standards reference :
--	--

MACHINE D'ESSAI <i>Testing machine</i>	CAPTEUR <i>Sensor</i>	LOGICIEL <i>Software</i>	PIED A COULISSE <i>Caliper-gauge</i>
RM 600 SP - 6008 - EF039	U2B - EF062	DOLI TEST&MOTION version 4.3.07	EF061
DATE VALIDITE ETALONNAGE <i>Valid Calibration date</i>	10/05/2024		31/07/2024

	Section	Temp.	Af	Rpf		Rm		Emplacement de la rupture Location of the break
	mm ²	(°C)		MPa	kN	MPa	kN	
IMPOSITION <i>Required</i>	min	18-28°C	-	-	-	-	-	Dans le filetage / In the thread
	max		-	-	-	-	-	
OBTENUES <i>Achieved</i>	84,30	23.1	-	397	33,5	463	39,0	Dans le filetage / In the thread
INCERTITUDES <i>Uncertainty</i>				± 20	± 1,7	± 23	± 2,0	-

Incertitudes de mesures : selon FQ-RE-21 / Uncertainty of measurement : according to FQ-RE-21

OBSERVATIONS :
Comments :

INFORMATIONS :
Information :

JUGEMENT de conformité* (si demandé à la commande) :
Compliance* (if ask on the order) :

ISSOUDUN, le/the

21/12/2023

*Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. / *To state or not the compliance, it was not taken into account the uncertainty associated to the result.

Ce rapport comporte
This report includes

1

page (s)

Technicien : R. BAGOU
Technician :

Visa

Responsable : A-E. THIRY
Manager :

Visa

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Dans le cas où le laboratoire n'a pas été chargé de l'étape d'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Ce rapport ne doit être reproduit qu'intégralement sauf après rapport écrit d'EFFITECH. Le jugement de conformité ne se rapporte qu'aux seuls essais disposant de spécifications. Dans le cas où une ou plusieurs valeurs sont hors de la portée COFRAC, celles-ci sont inscrites dans la case information et sont considérées "hors COFRAC". EFFITECH ne peut pas être tenu pour responsable des informations fournies par vos soins, qui pourraient avoir un impact sur la validité des résultats.
The results refer only to the objects under test. In the case where the laboratory was not responsible for the sampling step, the results apply to the sample as received. This report shall not be reproduced in its entirety except after a written report from EFFITECH. The judgment of conformity refers only to tests with specifications. In the case where one or more values are outside the scope of COFRAC, these values are entered in the information box and are considered "outside COFRAC". EFFITECH cannot be held responsible for the information provided by you, which could have an impact on the validity of the results.

EFFITECH

ACCREDITATION N°1-5965

PORTEE DISPONIBLE SUR:

SCOPE AVAILABLE ON:

WWW.COFRAC.FR

Aster BTP

A l'attention de Monsieur MAURY Arnaud
6 chemin de la montagne
81600 TECOU
FRANCE

Résultats d'essai de traction N° 606705-835979-01 - rev. 0**Tensile test results N° 606705-835979-01 - rev. 0****Données Client / Customer data :**

CLIENT : Aster BTP
Customer:
N° COMMANDE : En attente commande
Order n° :
REPERE CLIENT : B2 - M12 filetage 25mm
Customer mark :
SPECIFICATION, NORME : -
Specification, standard :
DONNEE SUPPLEMENTAIRE:
Additional data : -

COULEE : -
Cast n° :
NUANCE : -
Grade :

Donnée EFFITECH / EFFITECH data :

MO-RE-05_05

AFFAIRE INTERNE : 606705 Internal contract :	REPERE INTERNE : 835979-01 Internal reference :	DATE DE L'ESSAI : 14.12.23 Test date :	N° POSTE : 20 Item n° :
---	--	---	--

TYPE D'ESSAI : Traction ambiante sur élément entier Test type : Tensile test on full specimen	NORME DE REFERENCE : NF EN ISO 898-1 Edition 2013 Standards reference :
--	--

<u>MACHINE D'ESSAI</u> <i>Testing machine</i>		<u>CAPTEUR</u> <i>Sensor</i>		<u>LOGICIEL</u> <i>Software</i>		<u>PIED A COULISSE</u> <i>Caliper-gauge</i>			
RM 600 SP - 6008 - EF039		U2B - EF062		DOLI TEST&MOTION version 4.3.07		EF061			
<u>DATE VALIDITE ETALONNAGE</u> <i>Valid Calibration date</i>		10/05/2024				31/07/2024			
		<u>Section</u> <i>Section</i>	<u>Temp.</u> <i>Temperature</i>	<u>Af</u>	<u>Rpf</u>		<u>Rm</u>		<u>Emplacement de la rupture</u> <i>Location of the break</i>
		<i>mm²</i>	<i>(°C)</i>	<i>%</i>	<i>MPa</i>	<i>kN</i>	<i>MPa</i>	<i>kN</i>	
<u>IMPOSITION</u> <i>Required</i>	<i>min</i>		18-28°C	-	-	-	-	-	Dans le filetage / In the thread
	<i>max</i>			-	-	-	-	-	
<u>OBTENUES</u> <i>Achieved</i>		84,30	22.8	-	468	39,5	529	44,6	Dans le filetage / In the thread
<u>INCERTITUDES</u> <i>Uncertainty</i>					± 23	± 2,0	± 26	± 2,2	-

Incertitudes de mesures : selon FQ-RE-21 / Uncertainty of measurement : according to FQ-RE-21

OBSERVATIONS :*Comments :***INFORMATIONS :***Information :***JUGEMENT de conformité* (si demandé à la commande) :***Compliance* (if ask on the order) :*

ISSOUDUN, le/the

21/12/2023

*Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. / *To state or not the compliance, it was not taken into account the uncertainty associated to the result.

Ce rapport comporte
This report includes

1

page (s)

Technicien :*Technician :*

R. BAGOU



Visa

Responsable :*Manager*

A-E. THIRY



Visa

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Dans le cas où le laboratoire n'a pas été chargé de l'étape d'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Ce rapport ne doit être reproduit qu'intégralement sauf après rapport écrit d'EFFITECH. Le jugement de conformité ne se rapporte qu'aux seuls essais disposant de spécifications. Dans le cas où une ou plusieurs valeurs sont hors de la portée COFRAC, celles-ci sont inscrites dans la case information et sont considérées "hors COFRAC". EFFITECH ne peut pas être tenu pour responsable des informations fournies par vos soins, qui pourraient avoir un impact sur la validité des résultats.

The results refer only to the objects under test. In the case where the laboratory was not responsible for the sampling step, the results apply to the sample as received. This report shall not be reproduced in its entirety except after a written report from EFFITECH. The judgment of conformity refers only to tests with specifications. In the case where one or more values are outside the scope of COFRAC, these values are entered in the information box and are considered "outside COFRAC". EFFITECH cannot be held responsible for the information provided by you, which could have an impact on the validity of the results.

EFFITECH

ACCREDITATION N°1-5965
 PORTEE DISPONIBLE SUR:
 SCOPE AVAILABLE ON:
WWW.COFRAC.FR

Aster BTP

A l'attention de Monsieur MAURY Arnaud
 6 chemin de la montagne
 81600 TECOU
 FRANCE

Résultats d'essai de traction N° 606705-835979-02 - rev. 0

Tensile test results N° 606705-835979-02 - rev. 0

Données Client / Customer data :

CLIENT : Aster BTP
 Customer: Aster BTP
 N° COMMANDE : En attente commande
 Order n° :
 REPERE CLIENT : B2 - M12 filetage 25mm
 Customer mark :
 SPECIFICATION, NORME : -
 Specification, standard :
 DONNEE SUPPLEMENTAIRE:
 Additional data : -

Donnée EFFITECH / EFFITECH data :

AFFAIRE INTERNE : 606705 Internal contract :		REPERE INTERNE : 835979-02 Internal reference :	DATE DE L'ESSAI : 14.12.23 Test date :	N° POSTE : 20 Item n° :
---	--	--	---	----------------------------

TYPE D'ESSAI : Traction ambiante sur élément entier
 Test type : Tensile test on full specimen
 NORME DE REFERENCE : NF EN ISO 898-1 Edition 2013
 Standards reference :

MACHINE D'ESSAI Testing machine	CAPTEUR Sensor	LOGICIEL Software	PIED A COULISSE Caliper-gauge
RM 600 SP - 6008 - EF039	U2B - EF062	DOLI TEST&MOTION version 4.3.07	EF061
DATE VALIDITE ETALONNAGE Valid Calibration date	10/05/2024		31/07/2024

IMPOSITION Required	min max	Section Section mm ²	Temp. Temperature (°C)	Af %	Rpf		Rm		Emplacement de la rupture Location of the break
					MPa	kN	MPa	kN	
			18-28°C	-	-	-	-	-	Dans le filetage / In the thread
OBTENUES Achieved		84,30	22.7	-	519	43,8	557	47,0	Dans le filetage / In the thread
INCERTITUDES Uncertainty					± 26	± 2,2	± 28	± 2,3	-

Incertitudes de mesures : selon FQ-RE-21 / Uncertainty of measurement : according to FQ-RE-21

OBSERVATIONS :
 Comments :

INFORMATIONS :
 Information :

JUGEMENT de conformité* (si demandé à la commande) :

Compliance* (if ask on the order) :

ISSOUDUN, le/the

21/12/2023

*Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat. / *To state or not the compliance, it was not taken into account the uncertainty associated to the result.

Ce rapport comporte
 This report includes

1

page (s)

Technicien :
 Technician :

R. BAGOU

Visa

Responsable :
 Manager

A-E. THIRY

Visa

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Dans le cas où le laboratoire n'a pas été chargé de l'étape d'échantillonnage, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Ce rapport ne doit être reproduit qu'intégralement sauf après rapport écrit d'EFFITECH. Le jugement de conformité ne se rapporte qu'aux seuls essais disposant de spécifications. Dans le cas où une ou plusieurs valeurs sont hors de la portée COFRAC, celles-ci sont inscrites dans la case information et sont considérées "hors COFRAC". EFFITECH ne peut pas être tenu pour responsable des informations fournies par vos soins, qui pourraient avoir un impact sur la validité des résultats.
 The results refer only to the objects under test. In the case where the laboratory was not responsible for the sampling step, the results apply to the sample as received. This report shall not be reproduced in its entirety except after a written report from EFFITECH. The judgment of conformity refers only to tests with specifications. In the case where one or more values are outside the scope of COFRAC, these values are entered in the information box and are considered "outside COFRAC". EFFITECH cannot be held responsible for the information provided by you, which could have an impact on the validity of the results.