

PALAIS DU LUXEMBOURG

RESTAURATION DES COUVERTURES ET CHARPENTES DES PAVILLONS SUD-OUEST

PARIS (75)

DIAGNOSTIC STRUCTURE COMPLEMENTAIRE DES CHARPENTES DU PAVILLON A



OCTOBRE 2025 – Indice 0

Maîtrise d'Ouvrage :

**DIRECTION DE L'ARCHITECTURE, DU PATRIMOINE ET
DES JARDINS DU SENAT**

15, rue de Vaugirard
75006 PARIS

Architecte :

SUNMETRON

11, cité Falguière
75015 PARIS

SOMMAIRE

1	PRESENTATION DE L'ETUDE.....	4
1.1	Objet de l'étude.....	4
1.2	Documents de référence.....	5
1.3	Visites.....	6
2	DESCRIPTION DE L'EDIFICE	7
2.1	Présentation générale.....	7
2.2	Rappels historiques structurels	12
2.3	Synthèse de conclusions de la précédente étude.....	14
2.4	Description des structures.....	15
2.4.1	Principes généraux	15
2.4.2	Murs de refend.....	16
2.4.3	Fermes principales et noyau central.....	18
2.4.4	Chevrans formant ferme courants	23
2.4.5	Dispositions en pied	24
2.5	Remaniements	26
2.5.1	Structure de reprise des souches de cheminées bois et plafond du R+3	26
2.5.2	Renforts métalliques et modifications des aménagements dans les années 60 ..	32
2.6	Etat sanitaire structurel	44
3	HYPOTHESES DE CALCUL.....	56
3.1	Cadre réglementaire / Normes et règles de calcul	56
3.2	Matériaux.....	56
3.2.1	Acier	56
3.2.2	Bois	56
3.3	Actions	57
3.3.1	Masses volumiques	57
3.3.2	Surcharges d'exploitation	58

3.3.3	Charges de neige	58
3.3.4	Charges de vent.....	59
3.3.5	Charges permanentes	64
3.4	Critères de service.....	65
3.4.1	Métal.....	65
3.4.2	Bois	66
4	MODELISATION ET VERIFICATION DE LA CHARPENTE.....	68
4.1	Parti pris de modélisation	68
4.1.1	Principes généraux	68
4.1.2	Appuis en pied de charpente.....	69
4.1.3	Effet des chevrons-formant-fermes courants	72
4.1.4	Renforts métalliques	75
4.1.5	Plafond du R+3 et dispositions d'enchevêtrement des cheminées	79
4.2	Analyse.....	80
4.2.1	Déformations.....	80
4.2.2	Sollicitations	85
4.2.3	Vérification des pièces en bois	87
4.2.4	Vérification des pièces métalliques.....	101
5	CONCLUSIONS.....	103
5.1	Conclusion sur l'état de la charpente	103
5.2	Préconisations.....	104
5.2.1	Préconisations de renforcement en phase définitive.....	104
5.2.2	Préconisations d'urgences en phase provisoire.....	105
6	ANNEXE	106

1 PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1 Objet de l'étude

Cette étude de diagnostic structure concerne la charpente du pavillon A, au Nord de l'aile Ouest du palais du Luxembourg, situé au 15 rue de Vaugirard, dans le VI^{ème} arrondissement de Paris (75). Elle s'inscrit dans la continuité de l'étude de diagnostic pour la restauration des façades, des couvertures et charpentes de l'ensemble des pavillons de l'aile Sud-Ouest, conduite par l'agence d'architecture Sunmetron, et pour le compte de la Direction de l'Architecture, du Patrimoine et des Jardins (DAPJ) du Sénat, la Maîtrise d'Ouvrage sur cette opération.

Le 9 avril 2024, le plafond du R+3 du pavillon Nord de l'aile Ouest du palais du Luxembourg s'est en partie effondré. En réaction, la DAPJ a commandé une première mission de diagnostic sur ce pavillon, réalisé en urgence par le bureau d'études structure Ergon en octobre 2024. Par la suite, une étude élargissant ce diagnostic à l'ensemble des pavillons Sud-Ouest a été réalisée en 2025, par l'agence d'architecture Sunmetron et notre bureau d'études. Ce diagnostic – dont le rapport a été remis à la DAPJ en septembre 2025 – avait pour objectifs d'identifier avec précision les principes structurels de l'ensemble des charpentes du périmètre d'étude tant dans leur état initial qu'actuel (remanié et renforcé), de vérifier leur stabilité et l'état sanitaire global des charpentes, afin de déterminer les causes probables des désordres observés. Nos conclusions identifiaient un état sanitaire préoccupant pour la charpente du pavillon A et plus particulièrement des dispositions de renforcements précaires et instables de cette charpente dans la zone Ouest du pavillon. Quelques points de vigilance (gerces et amorce de cassure au droit d'un assemblage d'entrait de charpente) dans le pavillon B avaient également été relevées. Compte tenu de ces constats, la dépose des plafonds des halls des pavillons A et B a été entreprise pour permettre l'accès et la visibilité de la totalité du plénum entre le plafond du R+3 et la plancher bas du R+4 (combles) où une grande partie des charpentes était encore invisible. Nous apportons aujourd'hui un complément d'étude pour le pavillon A, pour lequel nous avons pu étudier plus en détail les points de fragilité structurelle, d'un caractère plus alarmant que pour les autres pavillons.

La présente note vise donc à :

- Etablir une brève synthèse de la précédente étude ;

- Identifier les principes structurels de la charpente du pavillon A Nord, à partir des observations et relevés sur place, des documents d'archives et de la campagne de sondages ;
- Vérifier la stabilité de cette charpente dans son état actuel à l'aide d'un modèle numérique 3D ;
- Déterminer les causes probables des désordres observés ;
- Etablir des préconisations de renforcement.

Cette note est complétée d'un jeu de plans en annexes, à consulter en parallèle pour une meilleure compréhension de la structure :

- Plan de structure du plancher haut (ou plafond) du R+3 du pavillon A (éch. 1/100) ;
- Plan structure du plancher haut du plénum (ou plancher bas des combles R+4) du pavillon A (éch. 1/100) ;
- Coupes 1, 2, 3 et 4 localisées dans le plan du plancher haut du plénum du pavillon A, qui correspondent aux détails des deux renforts d'entrants visibles dans le comble ainsi que les structures dans le périmètre de la souche de cheminée à l'Ouest (éch. 1/20).
- Plan de principe pour étaieement de charpente du pavillon A.
- Plan de principe pour étaieement d'un entrant de ferme dans le pavillon B, au droit de la cassure identifiée.

1.2 Documents de référence

La présente étude s'appuie entre autres sur la base documentaire suivante :

- Plans des existants réalisés par l'agence Sunmetron ;
- Historique du bâtiment basé sur les documents d'archives, réalisé par Sunmetron ;
- Relevé géomètre de l'ensemble du Palais du Luxembourg réalisé par Techniques Topo en mars 2010 ;
- Relevé géomètre des charpentes du pavillon A réalisé par GEOFIT en date de juin 2025 sous la référence BAT-NA124244 ;
- Nuage de points issu du relevé scan 3D de la charpente du pavillon A réalisé par GEOFIT en date de mai 2025 ;

- Rapport de présentation du diagnostic préalable à l'intervention d'urgence suite à l'effondrement du plafond de l'espace A380 (pavillon A), réalisé par l'atelier Ergon en date d'octobre 2024 ;
- Pièces graphiques du diagnostic préalable à l'intervention d'urgence suite à l'effondrement du plafond de l'espace A380 (pavillon A), réalisé par l'atelier Ergon en date d'octobre 2024 ;
- Note de repérage d'apparitions de nouvelles fissures le 23 juin 2025 dans le pavillon A, réalisée par la Maîtrise d'Ouvrage en date de juin 2025 ;
- Diagnostic structure des charpentes des pavillons Sud-Ouest réalisé par Sunmetron et Structure et Patrimoine en date de septembre 2025.

1.3 Visites

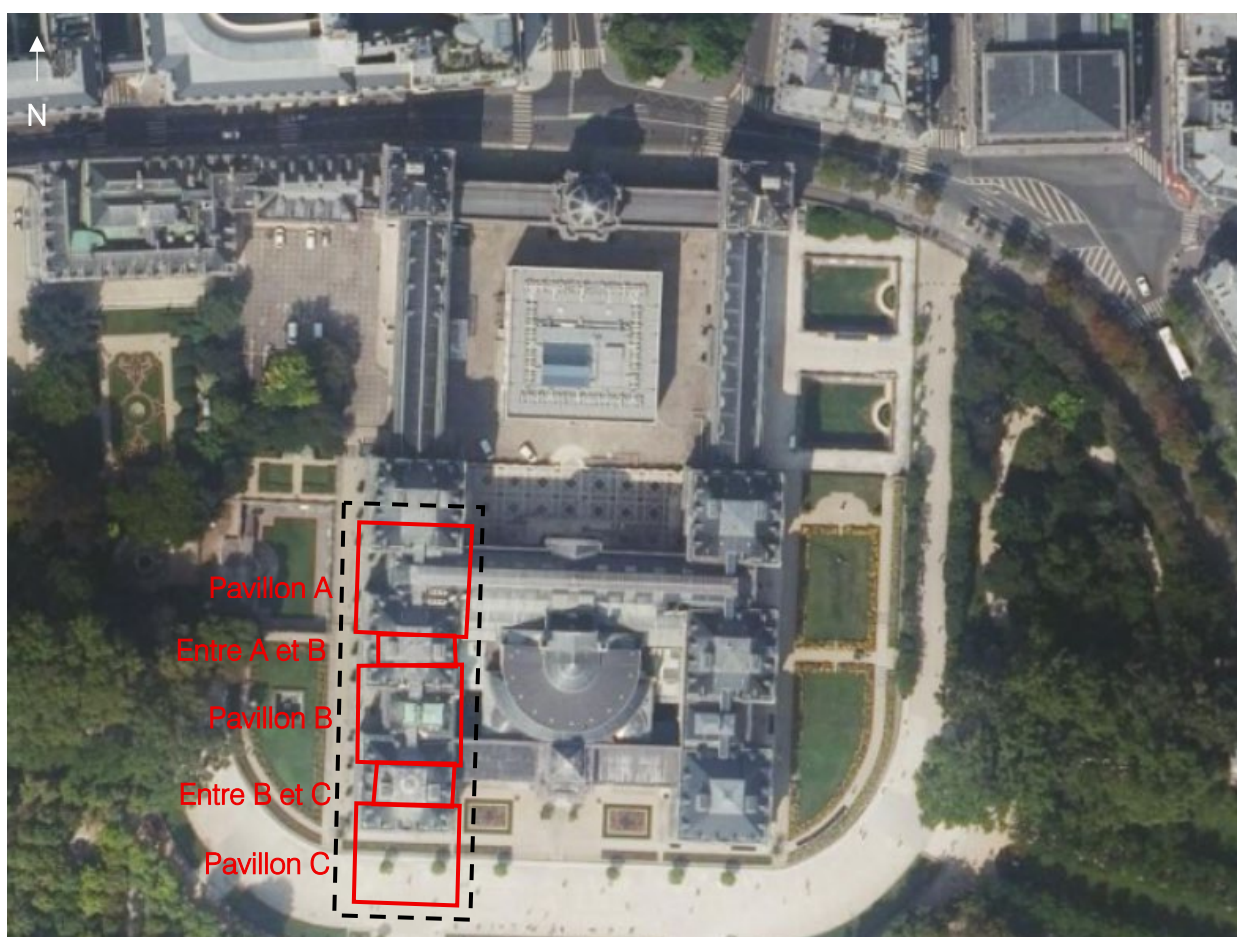
Dans le cadre de cette étude, 5 visites ont été effectuées sur place :

- 6 août 2025 : visite des bureaux en R+3 des pavillons A et B pour localisation des trappes d'accès dans les plénums, en vue des interventions d'urgence.
- 7 août 2025 : état sanitaire des entrants des fermes de charpente du Pavillon A, dans les plénums jusqu'alors inaccessibles, après dépose en urgence de la toile tendue formant plafond provisoire du hall du pavillon A ;
- 5 septembre 2025 : constats pendant la dépose du plafond du bureau A0366 au R+3 du pavillon A et définition sur place d'un étalement du système d'enchevêtrement de la souche de cheminée Ouest, mis en place le jour-même et complété le lendemain.
- 11 septembre 2025 : constats pendant la dépose du plafond hall du pavillon B et premiers relevés complémentaires sur ce pavillon.
- 15 septembre 2025 : relevés complémentaires des charpentes en partie basse des pavillons A et B en présence de l'agence Sunmetron, suite à la dépose de la toile tendue formant le plafond provisoire du hall du pavillon A et le plafond du hall du pavillon B.

2 DESCRIPTION DE L'EDIFICE

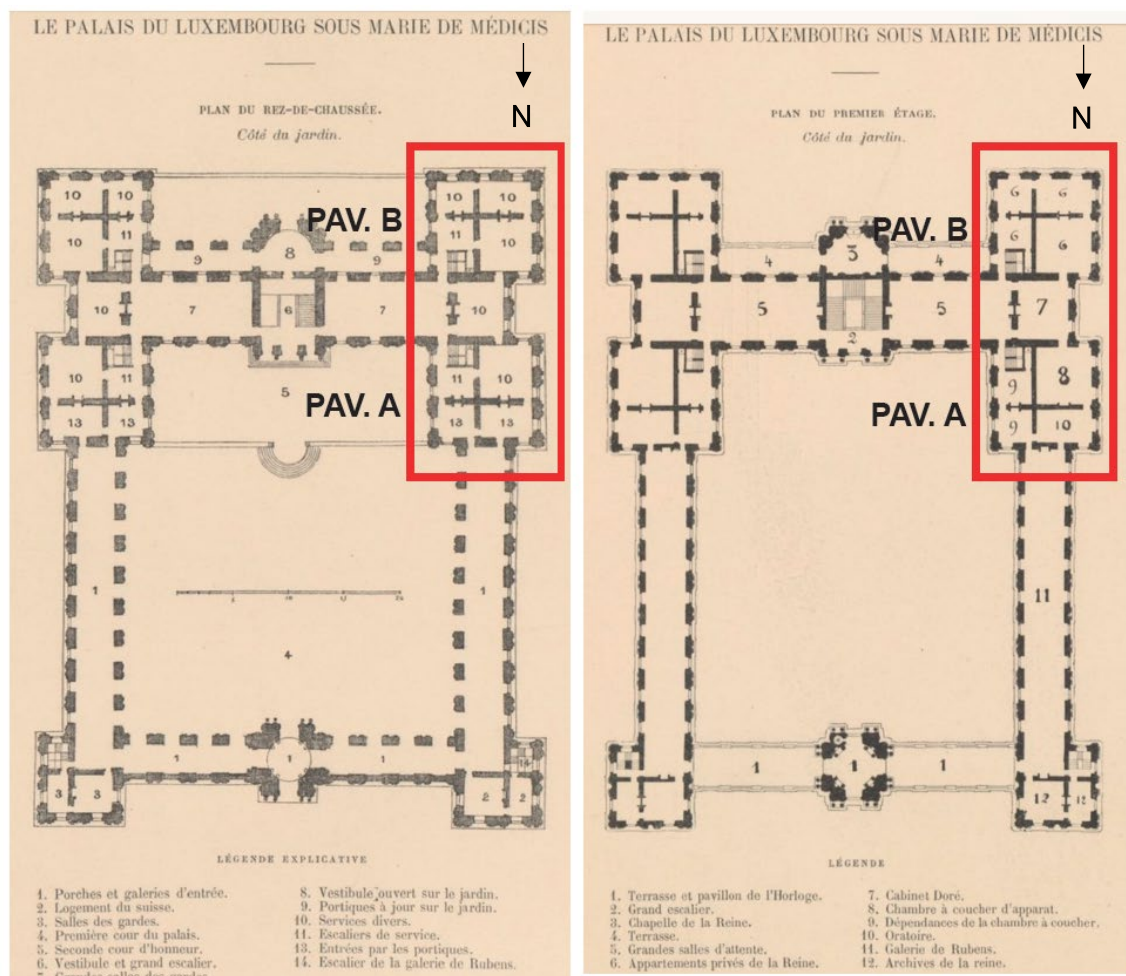
2.1 Présentation générale

Le palais du Luxembourg est un bâtiment situé dans le 6^{ème} arrondissement de Paris et accueillant de manière discontinue le Sénat depuis la Révolution française. Il est aujourd'hui organisé autour d'une cour d'honneur à plan carré flanquée de deux ailes à l'Est et à l'Ouest. Au Nord, une galerie avec un pavillon surmonté d'une coupole en son centre, ferme la cour sur la rue de Vaugirard et forme l'entrée du palais. Au Sud, un vestibule ouvre sur l'hémicycle, lui-même isolé du jardin du Luxembourg par une galerie. Chaque aile est ensuite composée d'un pavillon au Nord donnant sur la rue, d'une galerie longeant la cour d'honneur, et de trois pavillons au Sud. Notre étude initiale s'intéressait aux charpentes des pavillons Sud de l'aile Ouest, nommés A, B et C du Nord au Sud, ainsi que des pavillons intermédiaires (voir figure ci-dessous).



*Vue satellite du Palais du Luxembourg d'après Géoportail avec emprise de l'étude en pointillés noirs et dénomination de chaque pavillon en **rouge***

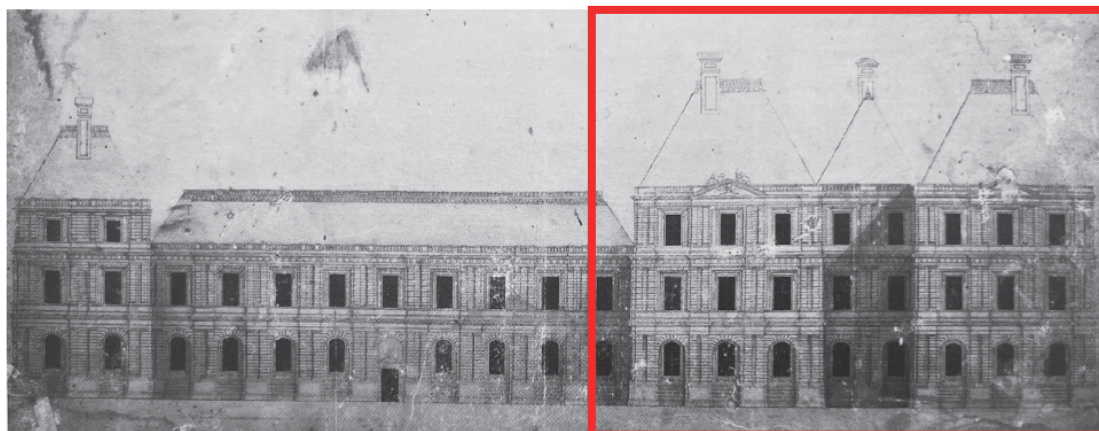
Depuis sa construction entre 1615 et 1631, le palais du Luxembourg a été remanié à de nombreuses reprises et son affectation a varié, au grès des régimes politiques en place, comme le décrit plus précisément l'historique de Sunmetron. A l'origine, sa construction avait été commanditée par la Reine Marie de Médicis pour en faire sa résidence. La conception et les travaux sont alors conduits par l'architecte Salomon De Brosse avec pour consigne de s'inspirer du Palazzo Pitti où la Reine a passé son enfance, à Florence. Initialement, chaque aile disposait de deux pavillons au Sud et non trois comme aujourd'hui (les pavillons A et B). Le bâtiment fermant la cour d'honneur par rapport au jardin était également plus élémentaire puisqu'il n'y avait pas de double bâtiment de part et d'autre d'un hémicycle (voir figure ci-dessous).



Plans du palais vers 1615-1630 sous Marie de Médicis réalisés par Hastin en 1929 (d'après l'historique de Sunmetron)

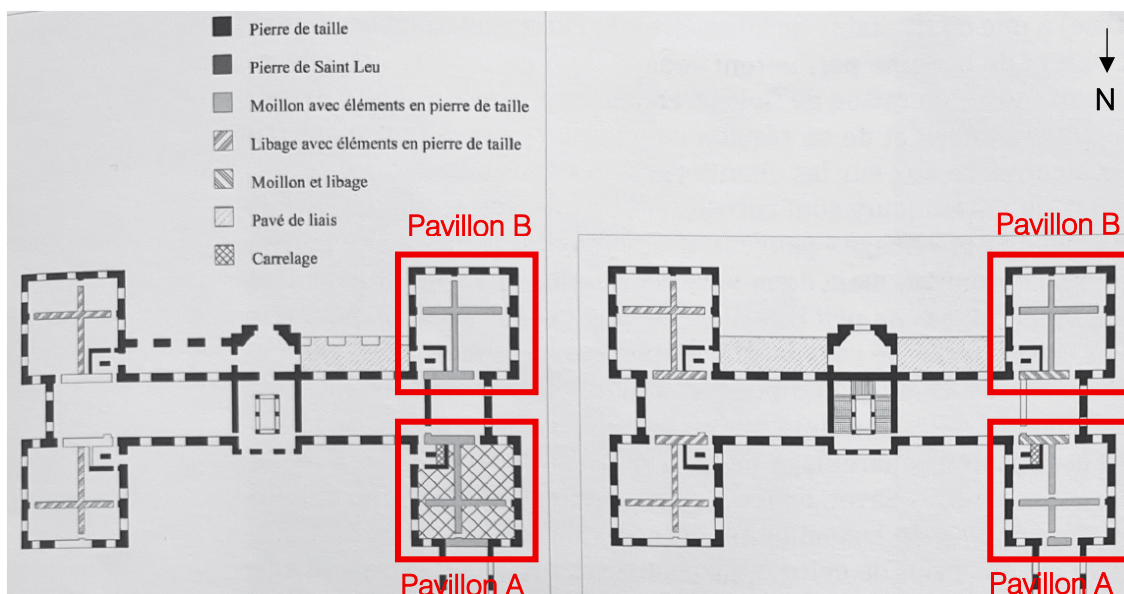
A la construction, les pavillons A et B s'échelonnaient en élévation sur un rez-de-chaussée, un premier, puis un deuxième étage chapeauté d'une toiture à la Mansart à comble élevé

et couverture en ardoise. A l'origine, ces combles ne sont pas habitables comme en témoigne l'absence d'ouvertures dans la toiture (voir figure ci-dessous). A cette époque, il n'y avait donc pas, à proprement parler, de troisième étage.



Vue en élévation anonyme de la façade ouest du palais du Luxembourg, collection William Worsley reproduit par Galletti 2012 (d'après l'historique de Sunmetron)

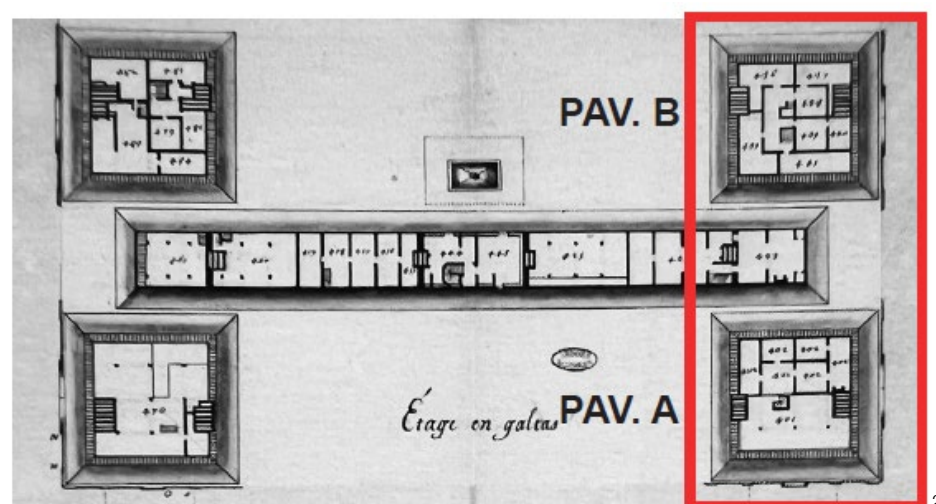
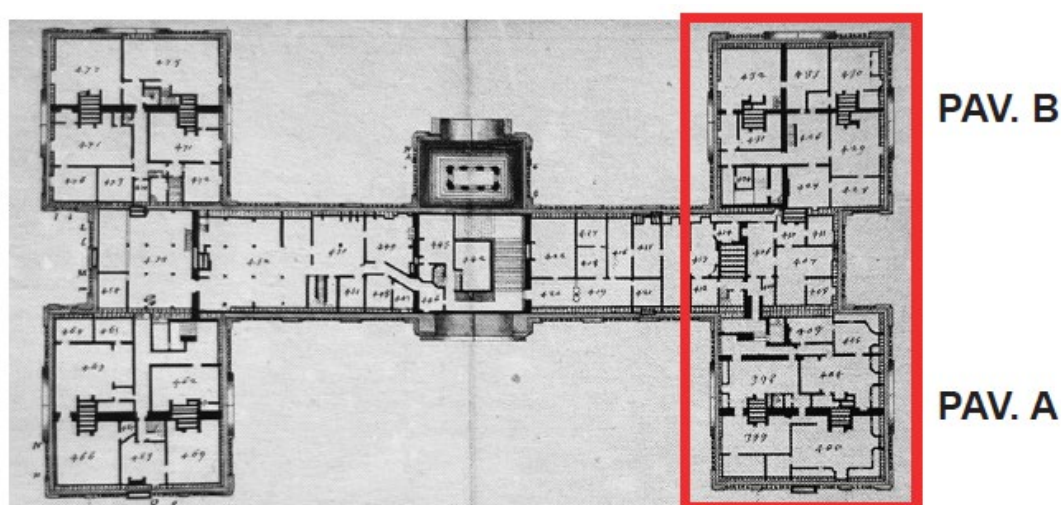
Les élévations des pavillons sont construites en pierre de taille et chaque pavillon reçoit deux murs de refend orthogonaux (Nord-Sud et Est-Ouest) en moellons avec éléments en pierre de taille (voir figure ci-dessous).



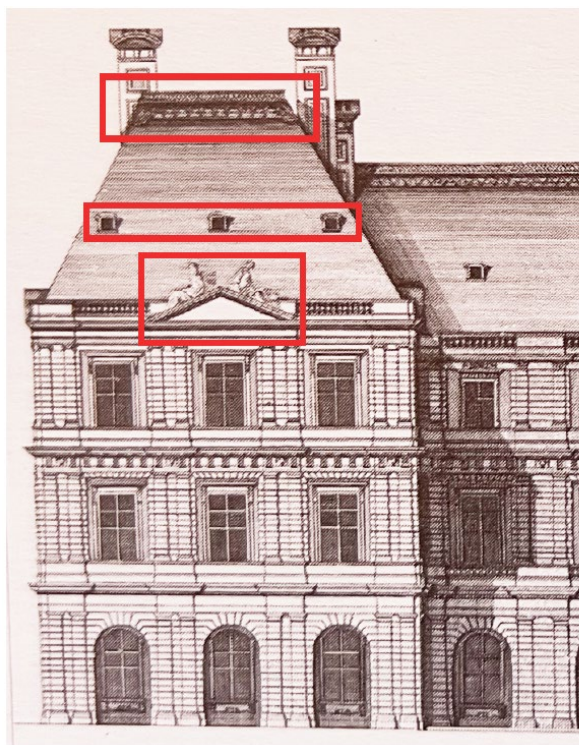
Matériaux de construction employés sur le chantier du Palais du Luxembourg d'après Galletti 2012 (issu de l'historique de Sunmetron)

Pour les fondations, notons que la nature du sol a nécessité le remplissage de 69 puits à l'aide de pierre.

Les premiers aménagements des combles datent de la seconde moitié du XVII^{ème} siècle comme en témoignent les plans d'Antoine Desgodets de 1696 ainsi que l'apparition de petites lucarnes dans l'élévation de Jean Marot datant de 1661, ci-dessous. C'est à partir de ces aménagements qu'on peut noter l'irruption d'un troisième étage dans chaque pavillon. A cette même période, les refends sont remaniés. Le refend Nord-Sud du pavillon A disparaît alors complètement au-delà du 3^{ème} étage.



Plan du troisième étage (haut) et du comble (bas) en 1696 d'après Antoine Desgodets (issu de l'historique de Sunmetron)



Vue en élévation de la façade sur jardin du pavillon B en 1661 et apparition de petites lucarnes en toiture, d'après Jean Marot (issu de l'historique de Sunmetron)

Au cours des XVII^{ème} et XVIII^{ème} siècles, le palais du Luxembourg fait office de résidence princière avec plusieurs périodes d'abandon, après le départ de Marie de Médicis pour l'exil et avant même l'achèvement des travaux de construction. A la fin du XVIII^{ème}, le bâtiment change d'affectation suite à sa nationalisation induite par la Révolution. D'abord une prison de 1793 à 1795, il est affecté au Directoire avant de devenir le Sénat en 1799. Ce changement majeur d'usage va impliquer d'importantes campagnes de réaménagement durant le XIX^{ème} siècle en commençant par la création d'un hémicycle dans le bâtiment fermant la cour au sud et donnant sur le jardin. Entre 1800 et 1815, les combles sont aménagés en salles d'archives et de nouvelles lucarnes sont créées. Plus tard entre 1836 et 1841, l'hémicycle est agrandi et le palais est donc allongé de plusieurs dizaines de mètres vers le sud. C'est à ce moment qu'un troisième pavillon est ajouté au sud de chaque aile, dont le pavillon C qui date donc de cette époque, avec l'entre-pavillon B et C.

Au cours du XX^{ème} siècle enfin, d'autres changements majeurs vont avoir lieu à commencer par la mise en place de châssis dans les toitures fin XIX^{ème} puis d'une tour de guet sur la toiture du Pavillon B en 1939. Avec la seconde guerre mondiale, le Sénat est déménagé à

Vichy en 1940 et la Luftwaffe commence à occuper le bâtiment. Les archives sont alors déménagées des combles en raison du risque d'incendie, des travaux de cloisonnement sont assurés et un abris est construit en 1943 sous l'aile Est. En 1944, un couloir reliant les combles des pavillons de l'aile Est est créé.

Après la libération, le palais du Luxembourg redevient le Sénat. Entre 1961 et 1963, une grande campagne de travaux est lancée dans l'aile Ouest. C'est à cette date que des halls sont créés dans le troisième étage des pavillons A, B, et C, connectés par un couloir traversant, à l'instar de l'aménagement conçu par les Allemands dans l'aile Est. Les murs de refends sont alors ouverts voire supprimés. Des parkings souterrains sont ensuite construits en 1968 puis 1982. La création des ascenseurs du pavillon B n'est pas datée précisément. Quant au pavillon A, son ascenseur est construit en 1994.

2.2 Rappels historiques structurels

On résume ci-dessous les éléments historiques qui peuvent intéresser la compréhension de la structure de l'édifice, sur la base de l'historique réalisé par l'agence Sunmetron :

- 1615 – 1631 : construction du Palais du Luxembourg par l'architecte et entrepreneur Salomon De Brosse, sous la commande de la Reine Marie de Médicis pour en faire sa résidence.
- Deuxième moitié du XVII^{ème} siècle : aménagement des combles pour les rendre habitables (application de surcharges d'exploitation sur les entrails de charpente de type logement modeste $\leq 150 \text{ kg/m}^2$) avec création d'escaliers de service, mise en œuvre de petites lucarnes dans la toiture, ouverture de certains murs de refend sur une largeur de passage et nouveaux cloisonnements. Ces modifications ne sont pas datées précisément mais les plans de Desgodets de 1696 permettent d'estimer qu'ils ont été réalisés entre 1661 et 1696. En note la disparition totale du mur de refend Nord-Sud dans le pavillon A, au-delà du 3^{ème} étage. On peut supposer que celui-ci existait bien à l'origine étant donné la configuration du pavillon B où les deux refends orthogonaux remontent jusqu'au troisième étage, toujours d'après les plans d'Antoine Desgodets.
- Début XVIII^{ème} : réaménagement du 2^{ème} étage avec nouveaux cloisonnements.
- 1796 – 1799 : travaux de réparation menés par Jean-François-Thérèse Chalgrin alors architecte du Palais.

- 1799 : aménagement d'un premier hémicycle par Chalgrin, une fois le palais devenu Sénat à l'issue de la Révolution.
- 1803 – 1836 : campagne d'aménagements intérieurs menée par Chalgrin puis ses successeurs, Thomas Pierre Baraguey et Provost. On note la suppression du mur de refend Nord-Sud au 1^{er} étage du pavillon A, remplacé par deux colonnes. Ce remaniement aurait a priori induit des tassements ayant nécessité des reprises postérieures. Enfin, les combles sont aménagés en salles d'archives et des lucarnes sont introduites à cette occasion dans la toiture, au 3^{ème} étage, entre 1800 et 1815 (augmentation des surcharges d'exploitation sur les entrails de charpente, probablement supérieures à 400 kg/m², mais relativement variables suivant le type d'archives et l'encombrement réel du volume).
- 1836 – 1841 : une nouvelle campagne de remaniements est menée par l'architecte Henri-Alphonse Guy de Gisors qui a succédé à Provost. La façade du palais donnant sur le jardin est avancée de 31 m vers le sud et l'hémicycle est agrandi. C'est lors de cette opération qu'un troisième pavillon est ajouté au sud de chaque aile, avec une façade sur jardin identique à celle de l'époque de la Reine Médicis. Le pavillon C et l'entre-pavillon B et C datent donc de cette époque.
- 1848 : première protection MH du palais.
- 1862 : classement MH du palais.
- Fin XIX^{ème} : apparition d'un deuxième niveau de châssis dans les toitures.
- 1939 : création d'abris sous les sous-sols du palais et aménagement d'une tour de guet sur la toiture du pavillon B.
- 1940 – 1944 : des travaux sont lancés par les Allemands lors de l'occupation du palais, assurés par l'architecte Marcel Macary. En 1943, un abri souterrain est construit sous l'aile Est du palais puis en 1944, un couloir connectant les combles des pavillons de l'aile Est est créé. L'aménagement symétrique aile Ouest n'existe alors pas encore.
- 1955 : un projet de création de lucarnes sur l'aile ouest débouche sur la mise en œuvre de petites verrières dans le plan de la toiture
- 1961-1963 : une grande campagne de travaux est lancée dans l'aile Ouest avec restauration des façades et recomposition des distributions du 3^{ème} étage. A ce titre, des halls d'accueil sont créés dans chaque pavillon ainsi qu'un couloir connectant les trois pavillons entre eux de manière analogue à l'aménagement conçu par les Allemands dans l'aile Est durant la seconde guerre mondiale.

Plusieurs murs de refend sont ouverts ou supprimés et repris en sous-œuvre par des renforts métalliques.

- 1968 : réalisation d'un parking souterrain (deux niveaux de sous-sol) entre les deux pavillons Sud donnant sur le jardin.
- 1986 : aménagement d'un ensemble administratif au pied de la façade ouest et extension du parking souterrain. Reprise en sous œuvre sous la galerie Nord-Ouest, le pavillon A et entre les pavillons A et B.
- 1994 : création d'un ascenseur dans le pavillon A, à la jonction avec le corps central du palais impliquant la reconstruction de l'escalier au centre duquel est placé l'ascenseur. Un PV d'huissier indique que les maçonneries du premier escalier présentaient de nombreuses fissures.
- 2022-2024 : restauration de la façade est du Palais.
- 9 avril 2024 : effondrement du plafond du hall du pavillon A, en PHR+3.

2.3 Synthèse de conclusions de la précédente étude

Notre précédent diagnostic remis à la DAPJ en septembre 2025, portait sur la totalité des charpentes de l'aile Sud-Ouest du Palais. Les modélisations de la charpente du pavillon B dans un état supposé d'origine et dans une configuration actuelle prenant en compte les renforcement et remaniement des appuis nous avaient permise, pour le pavillon A, de réaliser une étude projective du comportement de sa charpente, par analogie avec le pavillon B.

Ce diagnostic a révélé un état actuel préoccupant pour les charpentes des pavillons B et A. La charpente du pavillon B était initialement correctement dimensionnée, bien que sa conception (portées importantes et dissymétrie des appuis) soit la source première des déformations observées aujourd'hui. Celles-ci se sont généralement stabilisées dans les années 1960 avec la mise en œuvre de nombreux renforts dans le cadre du réaménagement du troisième étage. On rappellera toutefois que les modifications des dispositions d'appuis dans la charpente ont produit par endroit des points durs et une modification des sollicitations de certaines pièces, notamment par création d'appuis sous des entrails de fermes initialement considérés comme secondaires. L'état sanitaire de cette charpente est apparu comme globalement moyen voire mauvais compte tenu d'assemblages ouverts tant au niveau d'éléments secondaires (contreventements des parties hautes), que primaires (gerces importantes dans les entrails des fermes

principales, qui ont conduit à une amorce de cassure à l'extrémité d'un entrain de ferme secondaire).

Par analogie, l'état de la charpente du pavillon A s'est révélé plus inquiétant que celui du pavillon B. Effectivement, les renforts mis en œuvre dans les années 60 dans la partie sud-ouest semblent moins efficaces (pas de création d'appuis directs par poteaux comme cela a été fait dans le pavillon B) et des dispositions d'appuis précaires voire parasites ont été identifiées (calages et/ou suspentes entre différents éléments de renforcement, de structure d'origine et de structure en plafond du R+3). Par ailleurs, l'état sanitaire de la structure est ici beaucoup plus préoccupant avec de nombreux assemblages ouverts au niveau des entrains, des gerces plus prononcées, plusieurs amorces de cassures et des déformations globalement plus importantes (jusqu'à 2 fois plus élevées que dans le pavillon B).

Pour toutes ces raisons, une étude plus détaillée de la charpente du pavillon A, comprenant modélisation 3D des structures de renfort et des dispositions d'enchevêtrement en plafond du R+3 a été enclenchée.

2.4 Description des structures

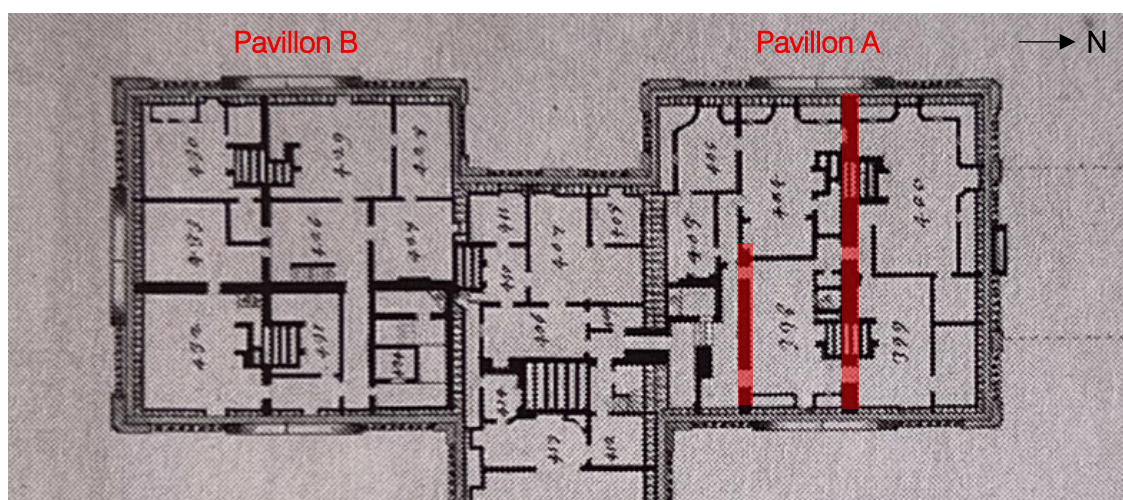
2.4.1 Principes généraux

La toiture du pavillon A est une toiture à la Mansart à quatre pans selon un plan carré presque parfait d'environ 18 m de côté. Initialement comble élevé avec presque 8,70 m d'envergure, cette charpente s'étend sur deux niveaux, du PBR+3 au plancher haut du comble (PHR+4). Il s'agit d'une charpente en bois de chêne reprenant le principe des chevrons formant ferme : une même pièce de bois joue le rôle d'arbalétrier (élément structurel) et de chevron (support de couverture). La couverture est quant à elle en ardoise au crochet au niveau des brisis et en zinc au niveau du terrasson.

Cette charpente à chevrons formant ferme dispose de fermes principales, qui se distinguent des chevrons courants par les sections plus importantes qui les composent ainsi que l'ajout d'éléments supplémentaires les rigidifiant dans leur plan. L'intersection de ces fermes principales forme un noyau central qui organise l'ensemble.

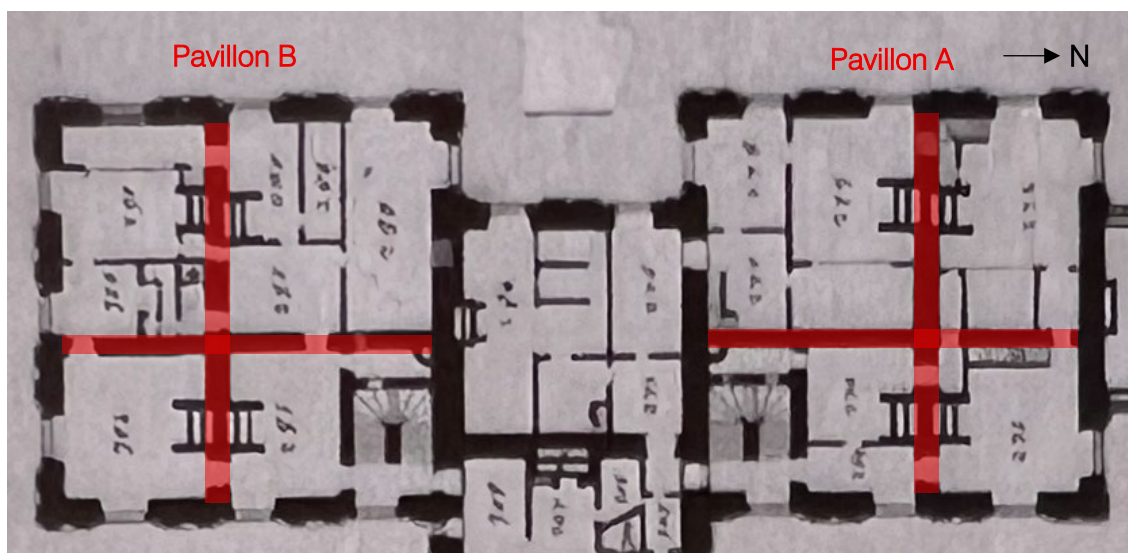
2.4.2 Murs de refend

Des murs de refend structurent le plan et offrent des appuis à la charpente. Si on se réfère aux plans les plus anciens du troisième étage et du comble à notre disposition – les plans d'Antoine Desgodets qui datent de 1696 (voir figure ci-dessous) – on peut relever deux lignes de refend parallèles dans la direction Est-Ouest : une dans la partie Nord, de façade à façade, et l'autre dans la partie Sud mais qui semble s'interrompre au milieu du bâtiment.



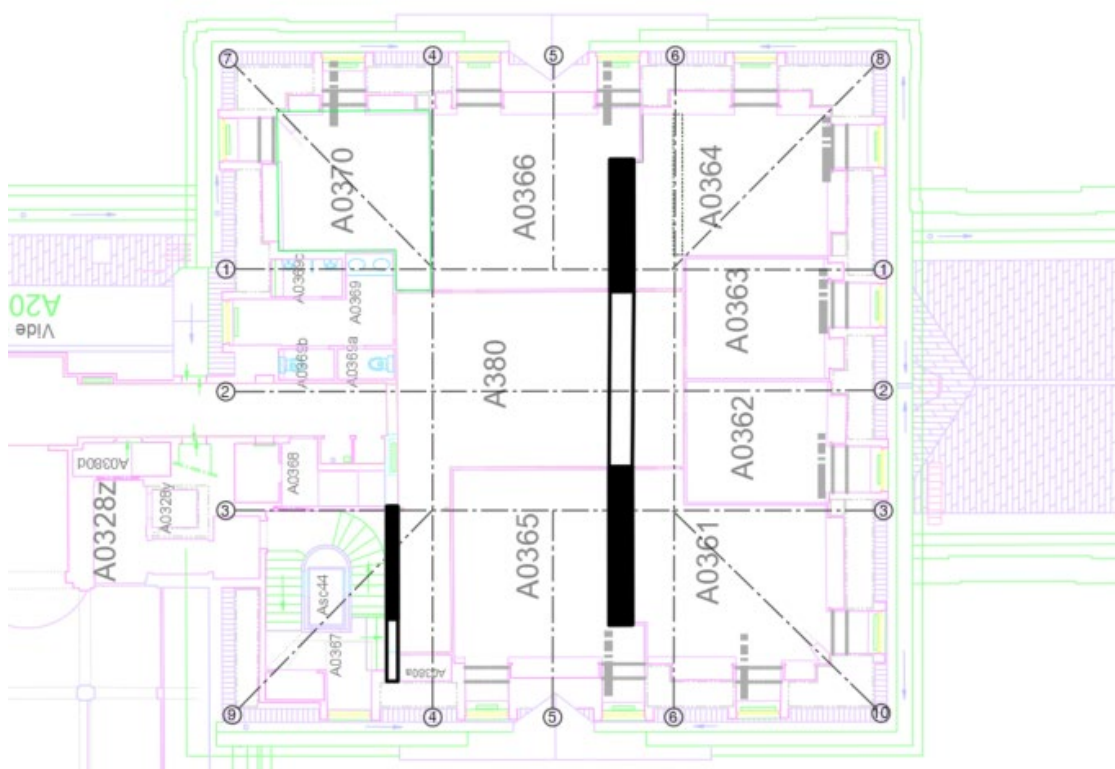
*Plan du troisième étage des pavillons A et B (nord à droite) en 1696 d'après Antoine Desgodets
(issu de l'historique de Sunmetron)*

On ignore si ces dispositions sont d'origine, ou le résultat de remaniements au cours du XVII^{ème} siècle. En effet, dans les étages inférieurs, outre le mur de refend traversant dans la direction Ouest-Est, il existe un mur de refend orthogonal dans la direction Nord-Sud. Or dans le pavillon B (dont les principes devraient a priori être analogues à ceux du pavillon A), ce mur remontait à l'origine jusqu'au troisième étage (voir figure ci-dessous).



*Plan du deuxième étage des pavillons A et B (nord à droite) en 1696 d'après Antoine Desgodets
(issu de l'histoire de Sunmetron)*

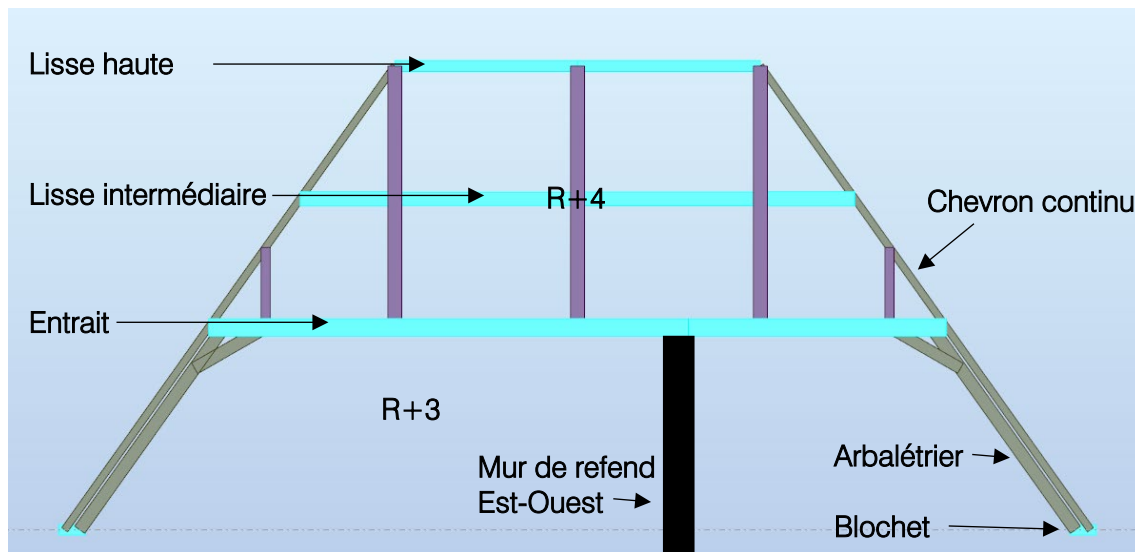
Aujourd'hui, la disposition des murs refend formant appui pour la charpente semble proche de la configuration des plans de Desgodets (impliquant *de facto* une certaine souplesse de la structure dans la partie Nord-Ouest).



*Repérage des murs de refends sur le plan du troisième étage du pavillon A (nord à droite) dans la
configuration actuelle et numérotation des files des fermes de charpente*

2.4.3 Fermes principales et noyau central

Les fermes principales sont toutes organisées de façon analogue dans leur plan. Elles disposent de trois niveaux de structures horizontales : un entrain en PBR+4, une lisse haute en PHR+4, et une lisse intermédiaire (voir schéma ci-dessous). Des potelets continus dans la hauteur du R+4 connectent ces trois niveaux de structures horizontales. En pied, les fermes sont assemblées sur un blochet, lui-même posé sur les sablières en arase des façades en maçonnerie du pavillon.



Vue schématique des fermes principales dans leur plan

Un chevron continu file du blochet à la lisse haute de la ferme avec assemblage à l'entrain par enfourchement de l'entrain, moisant le chevron et 2 chevilles. Une jambette verticale maintient le chevron sur l'entrain, en plancher bas du R+4. Sur la hauteur du R+3 et du plénum, deux arbalétriers (associés à un aisselier chacun) sous les chevrons continus, constituent les appuis de l'entrain à ses extrémités. L'ensemble forme un portique inférieur. Les arbalétriers et les chevrons sont assemblés en pied sur un blochet. Des croix de contreventement (non représentées sur le schéma précédent) prennent place entre la lisse haute et la lisse intermédiaire et entre l'entrain et la lisse intermédiaire.

Les fermes principales sont au nombre de six. On distingue ensuite les fermes principales primaires des fermes principales secondaires. Les premières (files numérotées 1, 2 et 3 de l'Ouest à l'Est) sont orientées dans la direction Nord-Sud. Elles se spécifient par la continuité théorique de leurs entrains, seulement interrompus au niveau du mur de refend Ouest-Est en deux pièces de bois distinctes assemblées entre elles par un assemblage en

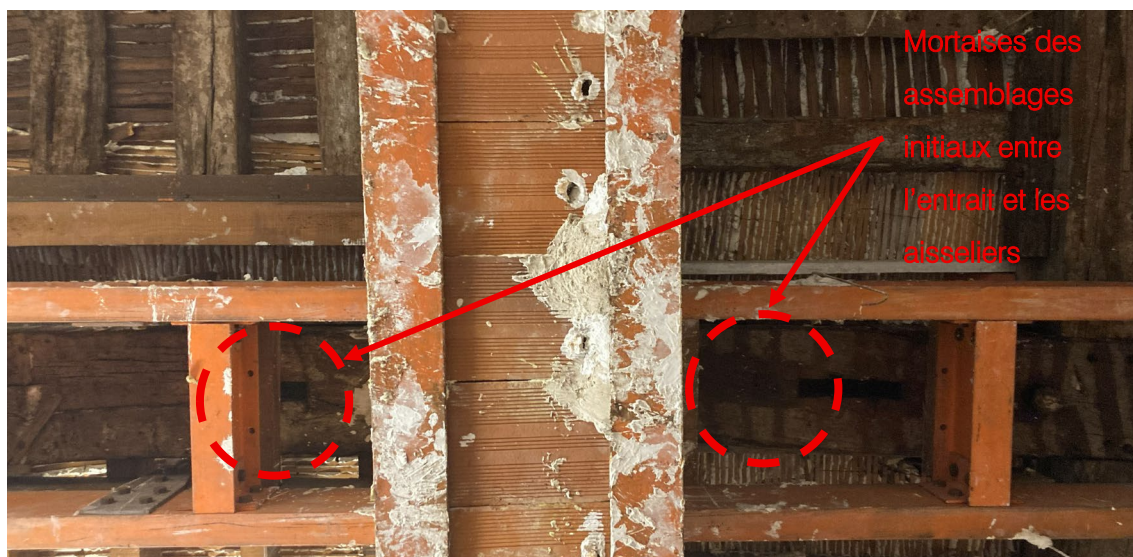
queue d'aronde (entrait de longueur totale environ 13,70 m, composé d'une pièce d'environ 8,90 m de portée au Sud du mur de refend et d'une pièce d'environ 4,80 m de portée au Nord du mur de refend).

Ces fermes possédaient à l'origine des aisseliers reprenant leur entrait de part et d'autre du mur de refend Ouest-Est. Aujourd'hui, seule la ferme file 3 dispose encore de l'un de ses deux aisseliers (voir photo ci-dessous), les 5 autres aisseliers ont été supprimés.



Aisselier encore en place sous l'entrait de la ferme file 3

L'existence originelle de ces aisseliers au niveau des autres fermes est corroborée par la mortaise toujours présente en sous face des entrails, qui devait recevoir le tenon des aisseliers d'origine (voir photos ci-dessous).

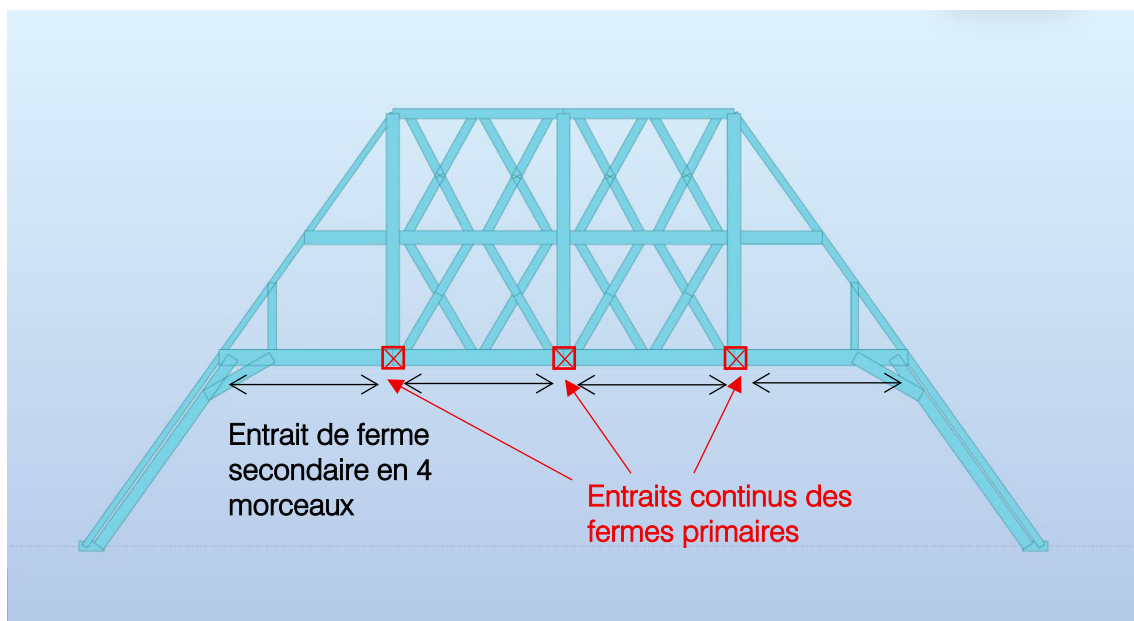


Anciennes mortaises recevant les tenons des aisseliers entre l'entrait et le mur de refend Ouest-Est, à l'origine, au niveau de la ferme file 3



Ancienne mortaise recevant le tenon de l'aisselier entre l'entrait et le mur de refend Ouest-Est à l'origine, au niveau de la ferme file 1 (partie Sud)

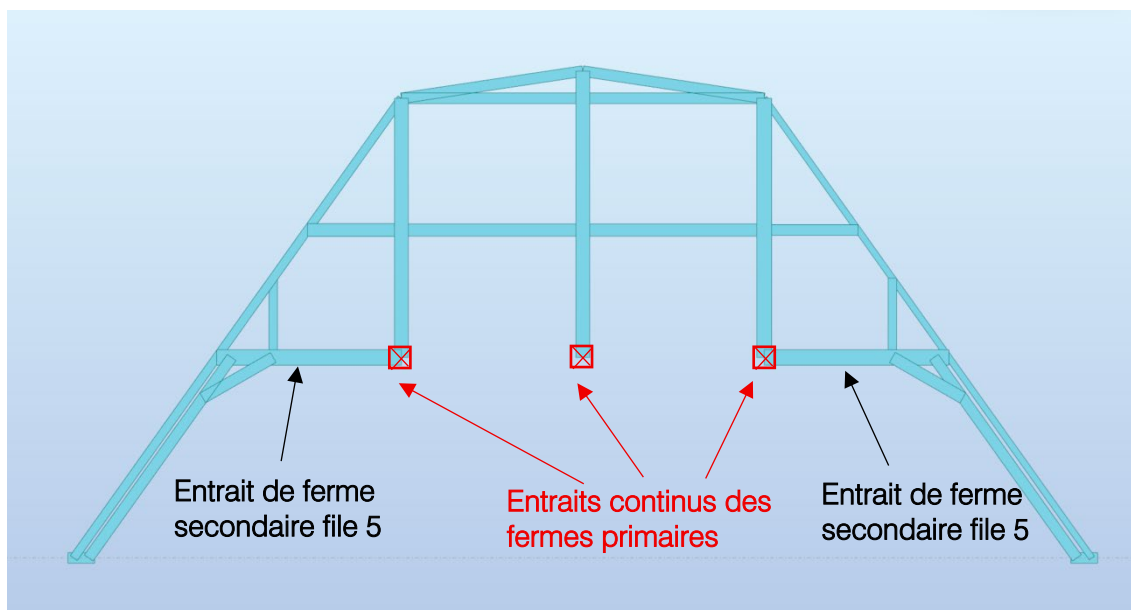
Les fermes secondaires (files numérotées 4, 5 et 6), sont quant à elles orientées dans la direction Est-Ouest. Leurs entrails sont segmentés en plusieurs parties, à l'intersection des entrails des fermes primaires.



Vue schématique des fermes secondaires file 4 et 6 dans leur plan

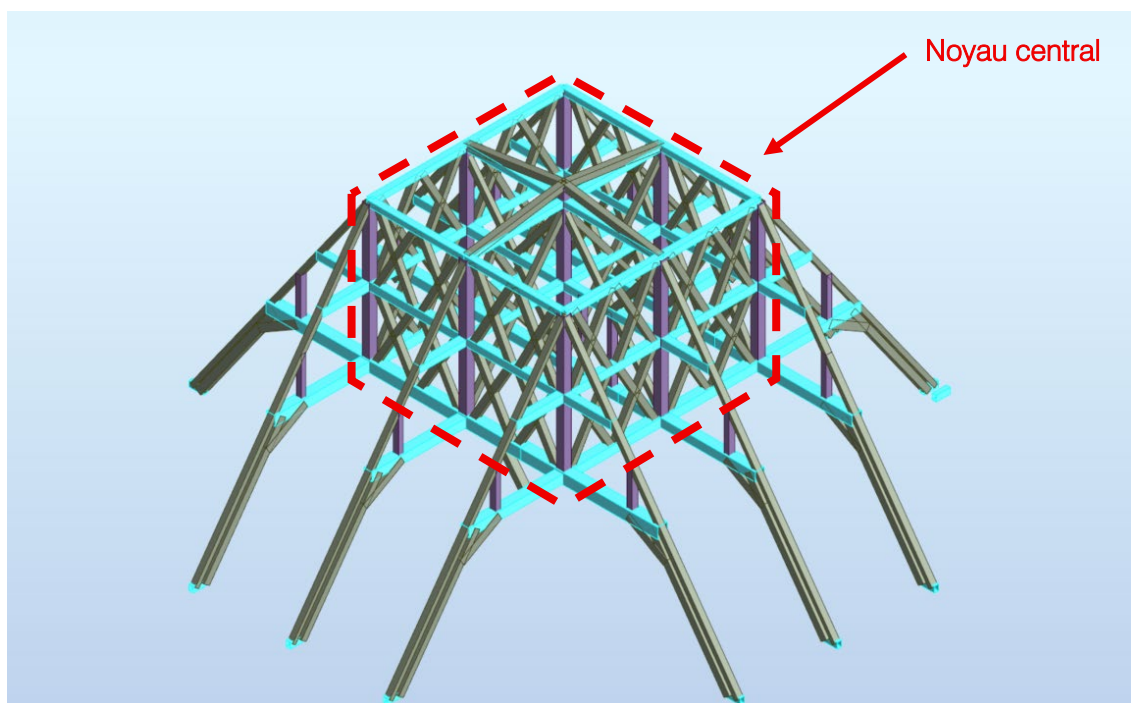


Vue des entrails des fermes primaire file 2 et secondaire file 4



Vue schématique de la ferme secondaire file 5 dans son plan

L'intersection des fermes principales (primaires et secondaires), forme un noyau central à plan carré d'environ 6,80 m de côté d'axe à axe, et qui comporte différents dispositifs de contreventement (voir schéma ci-dessous). Un terrasson à enrayure chapeaute ce noyau central.

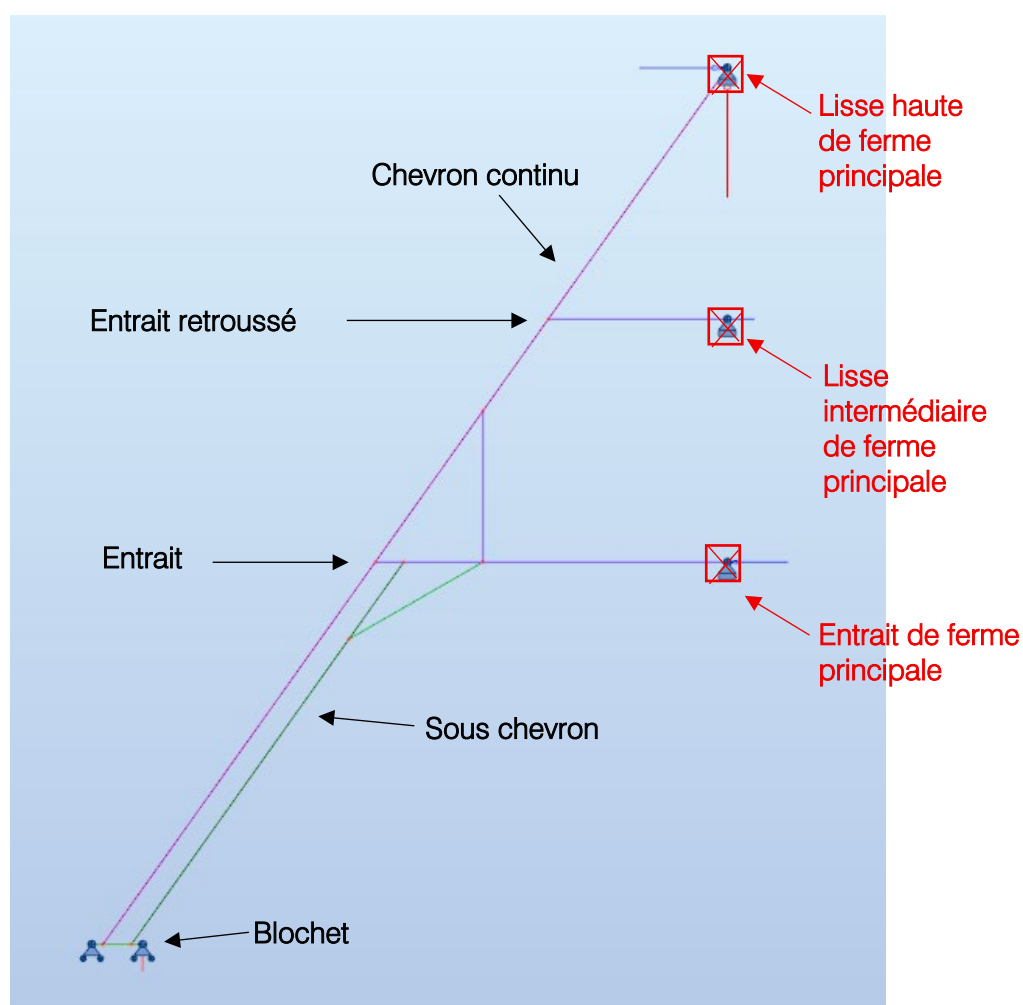


Vue axonométrique de l'intersection des fermes primaires et secondaires et formation du noyau central (pointillés rouges)

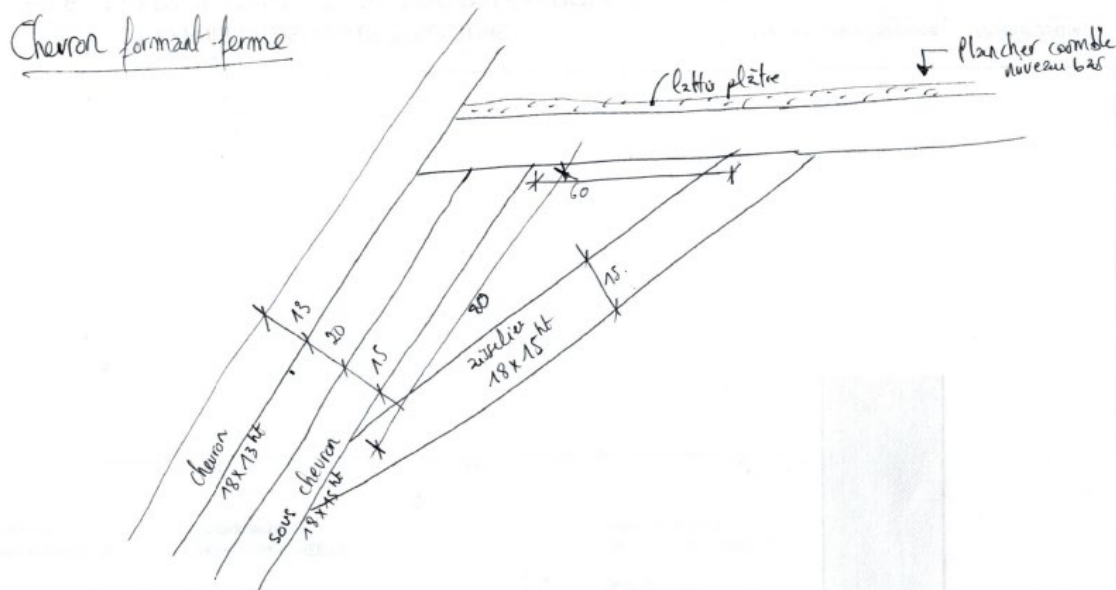
Des arêtiers s'appuient en outre aux quatre angles du noyau. Leurs éléments constitutifs se structurent de manière analogue à celle des fermes.

2.4.4 Chevrons formant ferme courants

Les chevrons formant ferme courants s'assemblent directement au noyau central, en s'appuyant aux lisses hautes des fermes. Ils disposent également d'un entrain dans le plan de ceux des fermes principales, en PBR+4, et d'un entrain retroussé (au niveau de la lisse intermédiaire des fermes principales), qui s'appuie aussi sur les structures du noyau central (voir schéma ci-dessous). Les entrains des chevrons formant ferme assurent le solivage du plancher bas du R+4 (plancher de combles). Ils sont généralement assemblés sur les entrains des fermes primaires par tenon-mortaise. Les éléments qui composent les chevrons courants sont de sections plus faibles que celles des fermes principales.



Vue schématique d'un chevron formant ferme courant



Assemblage des chevrons formant fermes courants sur l'entrait
(potelet au-dessus de l'entrait non représenté)

La disposition des chevrons est la même que pour les fermes principales : un chevron longe la couverture du pied à la ligne de brisis et un sous chevron vient s'assembler à l'entrait, en partie basse. Enfin, ces chevrons courants sont régulièrement espacés, de 40 cm à peu près.

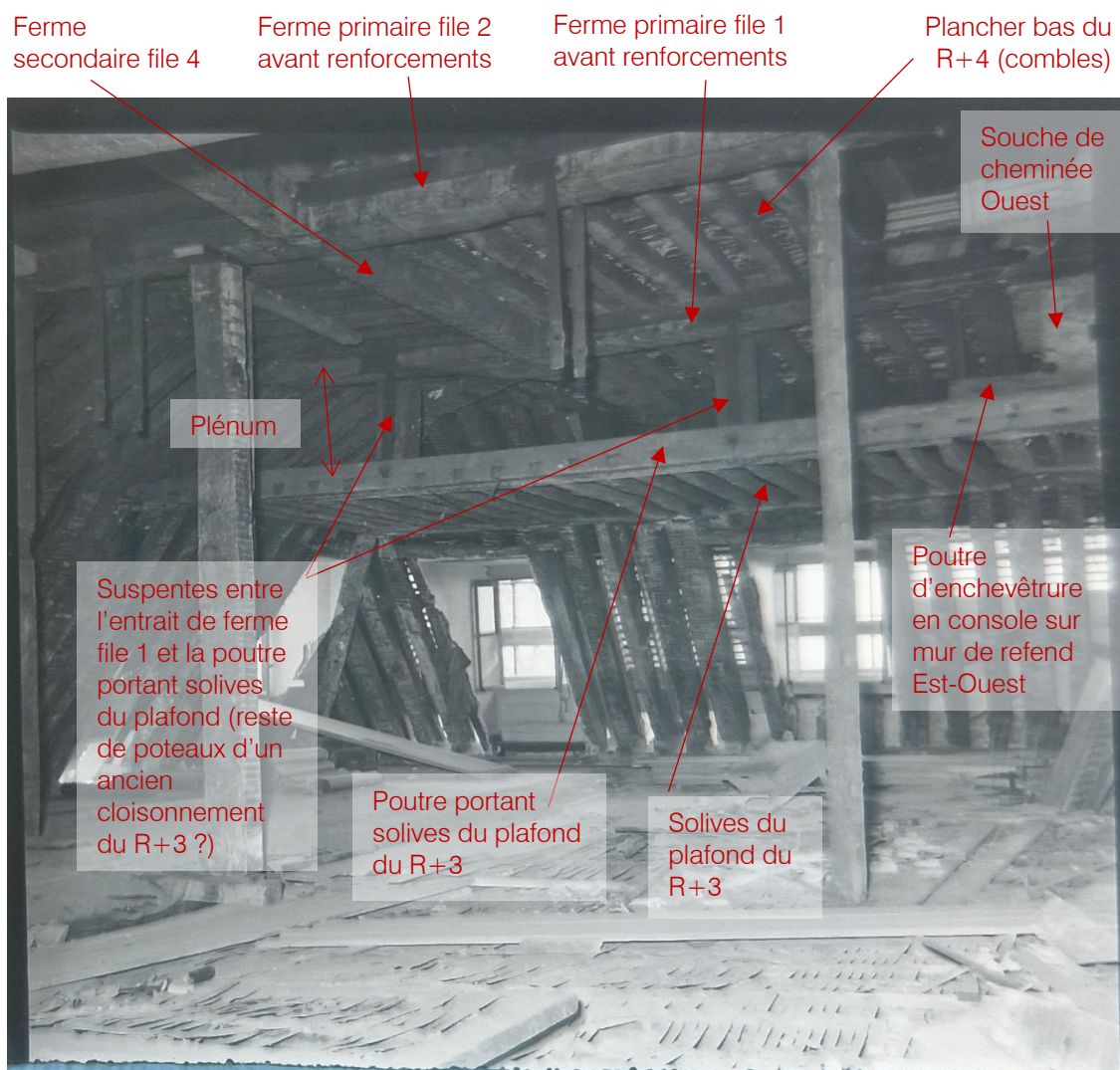
2.4.5 Dispositions en pied

La campagne de sondages réalisée lors de la première étude de diagnostic, a permis de préciser les dispositions d'appui au pied des charpentes, qui n'étaient pas visibles autrement (masqué derrière les doublages en fond des placards des bureaux du troisième étage). De manière générale, et autant pour les fermes, les arêtiers et les chevrons, les structures reposent en pied sur des blochets. Côté intérieur, une sablière a été systématiquement localisée sous le blochet. A l'extérieur, cet élément structurel a pu être repéré mais de manière plus ponctuelle. Les sablières s'appuient ensuite directement sur les maçonneries des façades (voir schéma et photo ci-après).

2.5 Remaniements

2.5.1 Structure de reprise des souches de cheminées bois et plafond du R+3

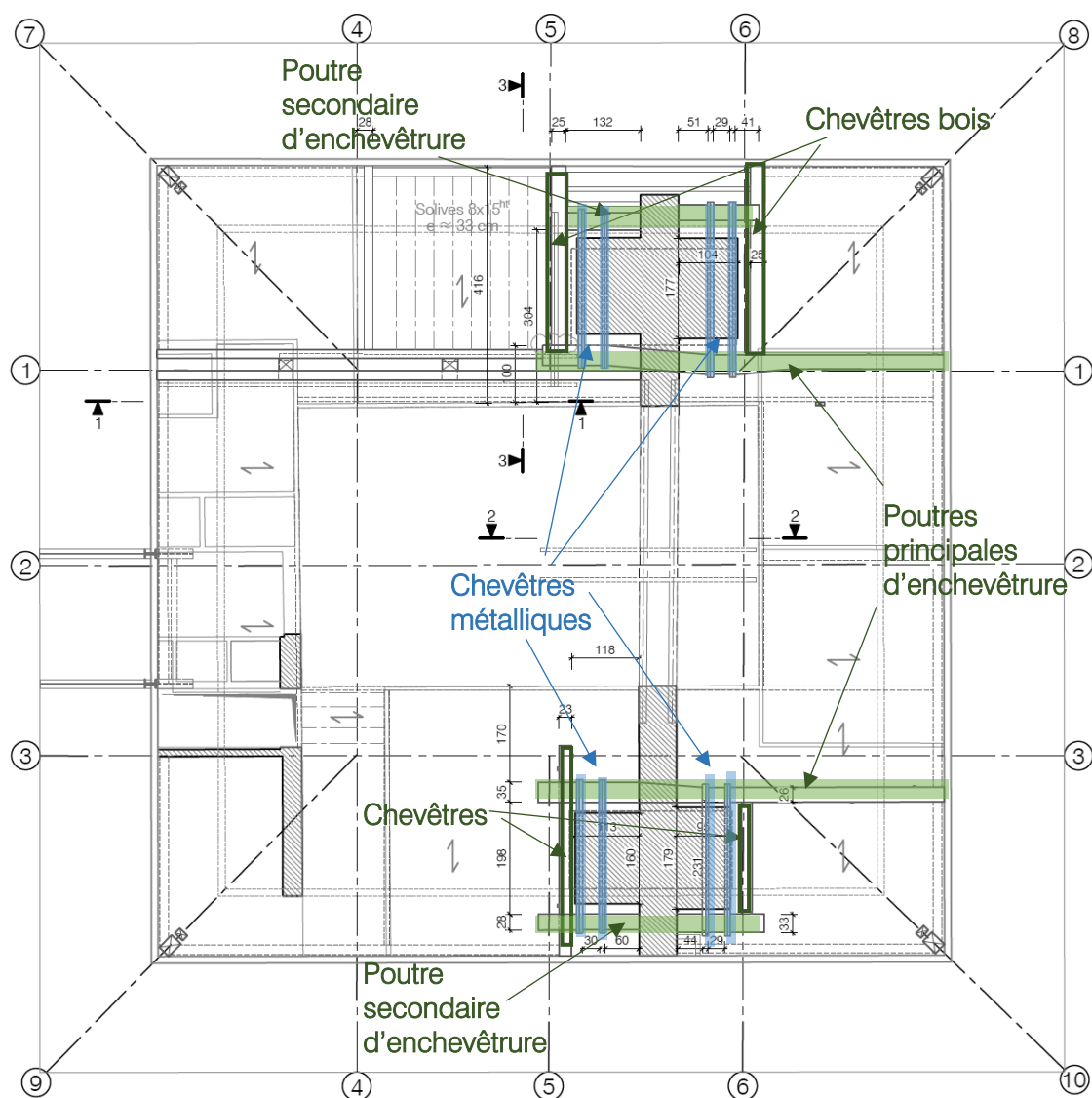
Contrairement à la configuration du pavillon B, les conduits de cheminée sous les souches conservées en toiture, n'existent plus au R+3 du pavillon A. Les conduits et les souches des 2 cheminées adossé au mur de refend Est-Ouest sont donc repris par un système d'enchevêtrement dans le plan du plafond du R+3 (en plancher bas du plénum). On ignore de quand date cette modification exactement, mais cette disposition semble antérieure aux travaux effectués dans les années 1960, comme on peut le voir sur la photographie ci-dessous, où l'entrait de la ferme file 1 n'est pas encore renforcé par la poutre treillis métallique, mais où on aperçoit la souche de cheminée au-dessus de l'actuel bureau A0366 et les dispositions d'enchevêtrement en plafond du R+3.



Photographies en cours de chantier dans le pavillon A (1961 ? - Fonds CHEVOJON)

Les dispositions d'enchevêtre supportant les paillasses des souches de cheminées sont localisées sur le plan de structure du plafond du R+3 ci-dessous et sur les photos ci-après. Elles se composent, pour chaque souche de cheminée :

- D'une **poutre principale d'enchevêtre** dans la direction Nord-Sud, appuyée sur le mur de refend Est-Ouest et respectivement assemblée à l'entrait de la ferme 1 pour la souche Ouest et à l'entrait d'un chevron formant ferme courant pour la souche Est, par des suspentes métalliques. L'extrémité Sud de ces poutres d'enchevêtre est en console, au-delà du mur de refend.



Dispositions d'enchevêtre des souches de cheminée sur plan de principe des structures du plafond du R+3

- D'une poutre bois formant **chevêtre**. Côté Ouest, le chevêtre est assemblé sur la poutre d'enchevêtrement à une extrémité et assemblé sur les aisseliers de ferme principale ou de chevron formant ferme, à l'autre extrémité. Côté Est, le chevêtre au Sud du refend est assemblé par des suspentes métalliques aux entrants des fermes file 5 et file 3 et le chevêtre Nord est assemblé à la poutre principale d'enchevêtrement et à l'entrant de la ferme file 6 par une suspente métallique.
- Une **poutre secondaire d'enchevêtrement** en console sur le mur de refend et généralement assemblé sur la poutre formant chevêtre.
- Des **chevêtres** par double profilés **métalliques** carrés métalliques plein portant les souches de cheminée. Ces profilés sont appuyés à leur extrémité sur les poutres d'enchevêtrement principale et secondaire.



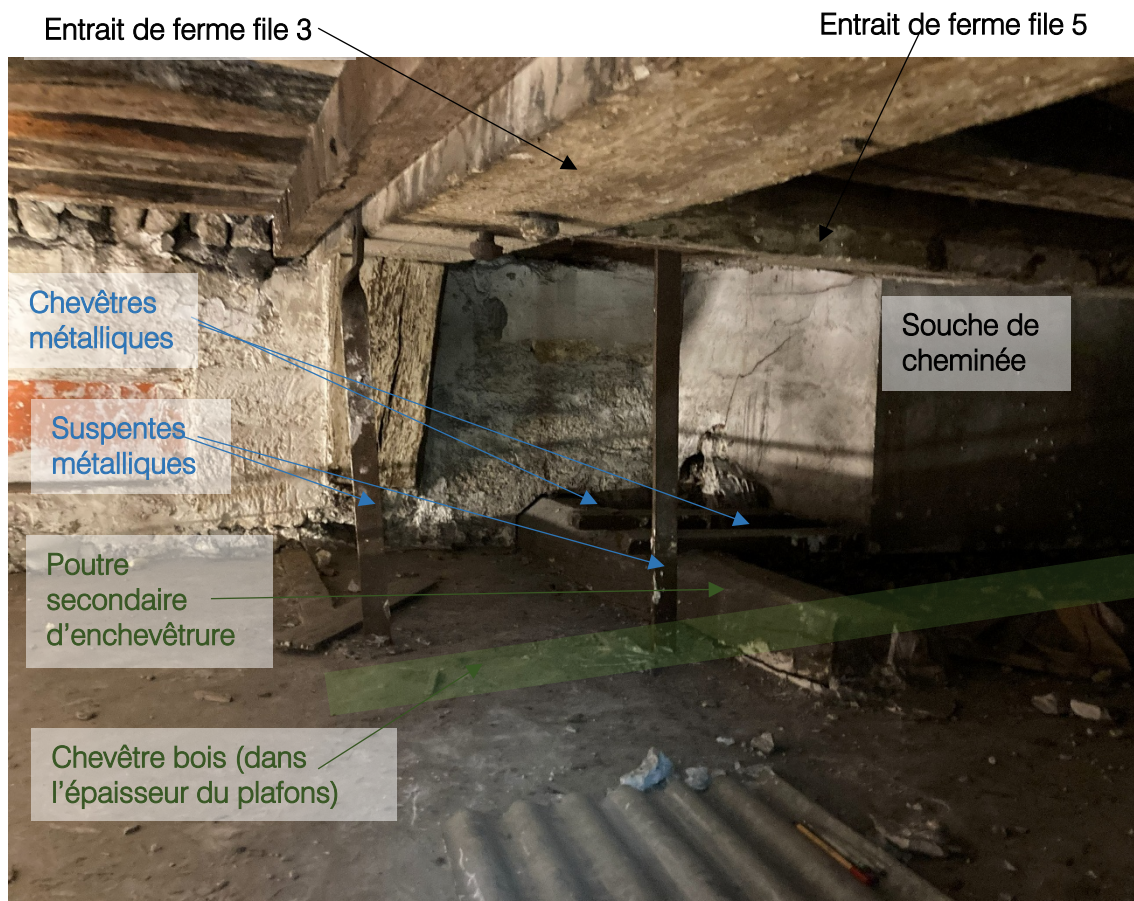
Poutre secondaire d'enchevêtrement, chevêtres métalliques et suspente pour la souche de cheminée Ouest, côté Nord du mur de refend



Vue en plafond du bureau A0366 après dépose du bacula - Extrémité Ouest de la poutre formant chevêtre assemblée par étriers métalliques sur aisselier de ferme et aisselier de chevron formant ferme pour la souche de cheminée Ouest, côté Sud du mur de refend



Vue en plafond du bureau A0366 après dépose du bacula – dispositions d'enchevêtreure pour la souche de cheminée Ouest, côté Sud du mur de refend



*Poutre secondaire d'enchevêtre, chevêtres métalliques, et suspente pour la souche de cheminée
Est, côté Sud du mur de refend*

Le plafond du bureau A0366 au R+3 est constitué de solives 80x150^{ht} mm espacées d'une trentaine de cm et assemblée sur des poutres principale de section carrée ou rectangulaire plus importante (160x150^{ht} à 165x200^{ht} mm). Ces poutres principales sont assemblées aux fermes de charpente, soit par suspentes métalliques ou suspentes bois connectées aux entrants de fermes, soit par étriers métalliques assemblés sur les aisseliers des chevrons formant ferme, pour les poutres périphériques.

Les solives ont reçu des fourrures latérales en sapin dans les années 60 pour mise en œuvre du bacula formant la finition des plafonds du bureau.



Poutre en plafond du bureau A0366 suspendue à l'entrait de ferme file 1

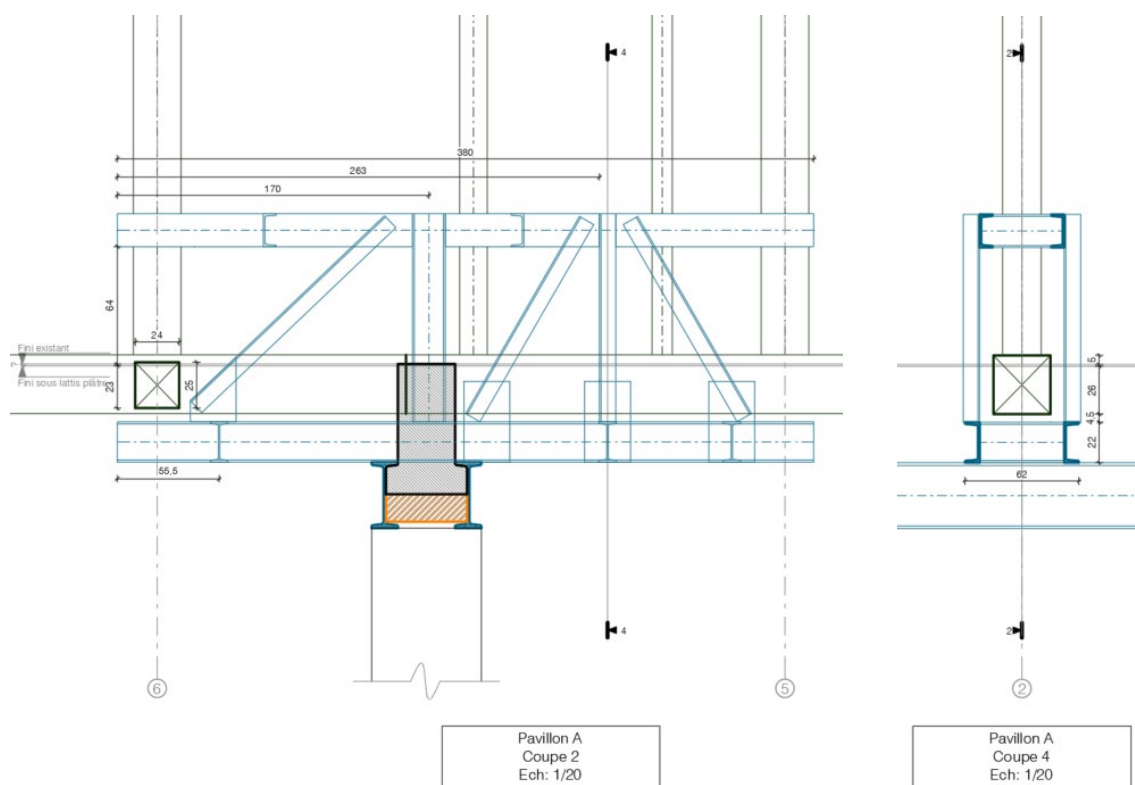
2.5.2 Renforts métalliques et modifications des aménagements dans les années 60

La campagne de travaux qui a eu lieu entre 1961 et 1963 consistant en une reconfiguration totale des circulations du R+3, a complètement recomposé l'organisation structurelle de la charpente du pavillon A. La création du hall d'accueil a imposé l'ouverture du mur de refend Ouest-Est sur une longueur importante et la création du couloir a provoqué la dépose des parties basses de plusieurs chevrons courants et fermes principales dans la partie Sud de la charpente. La plupart des renforts métalliques visibles dans le plénum du pavillon A situé entre le R+3 et le R+4 ont été mis en œuvre suite à ces transformations. Quelques renforts ponctuels en bois ou métal sont récents, ils ont été installés après l'effondrement du plafond du hall en 2024.

2.5.2.1.1 Renforts suite à l'ouverture du mur de refend Ouest-Est

L'ouverture du mur de refend Ouest-Est a induit la mise en œuvre d'une poutre métallique en double IPN 360 recréant des appuis sous l'entrait file 2 (voir photos ci-après). Cette suppression du mur de refend a induit la dépose des aisseliers formant initialement une rigidification de l'appui de l'entrait de la file 2 sur le mur de refend (entrait formé de deux pièces de bois qui sont assemblées par queue d'aronde à proximité du mur de refend). L'entrait de la ferme en file 2 a donc été renforcé par une double poutre treillis au niveau de l'appui de l'entrait sur l'ancien mur de refend. On considère que ce renfort a pour fonction d'assoir l'entrait formé de deux pièces de bois, de restituer une continuité à l'entrait et de rigidifier, autant que faire se peut, l'appui intermédiaire de cet entrait sur la poutre métallique remplaçant le mur de refend, après la suppression des aisseliers d'origine.

Ce renforcement n'agit pas comme un moisage de l'entrait, puisqu'il n'est pas directement boulonné à celui-ci, mais plutôt comme un appui linéaire sous cette zone de fragilité de l'entrait, puisque les deux pièces de bois le constituant seraient articulées entre elles après la suppression des aisseliers. Ce renfort dispose d'un unique appui ponctuel, au niveau de la poutre métallique de reprise en double IPN 360. Il forme une poutre treillis composée de lisses haute et basse en UPN180, et de montants en cornières 90 x 90 x 9 mm (voir figure ci-dessous).



Coupes sur le renfort métallique de la file 2



Double IPN 360 pour ouverture du refend Ouest-Est et renfort poutre treillis sous entrait file 2
(photographie de la DAPJ suite à l'effondrement du plafond en avril 2024)



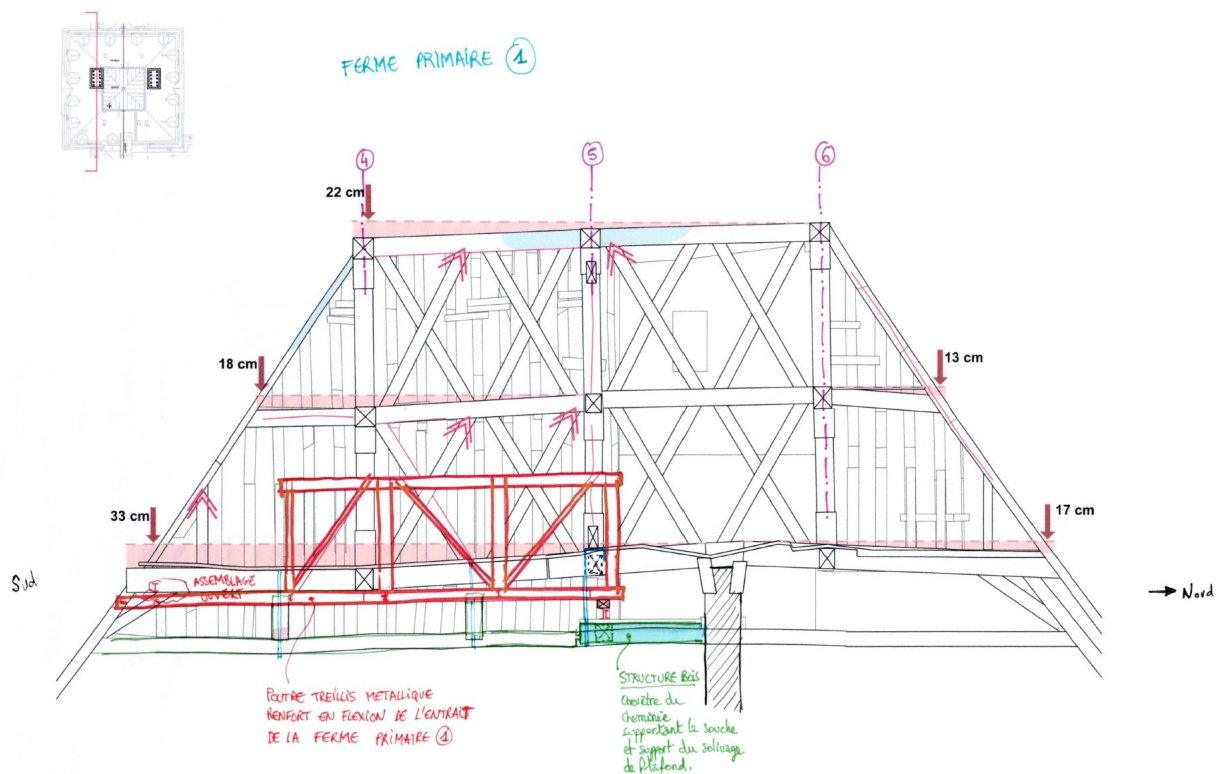
Vue du renfort poutre treillis sous entrait file 2 depuis le comble du pavillon A, encadré en *rouge* (photographie lors du relevé sur site du 27 mars 2025)



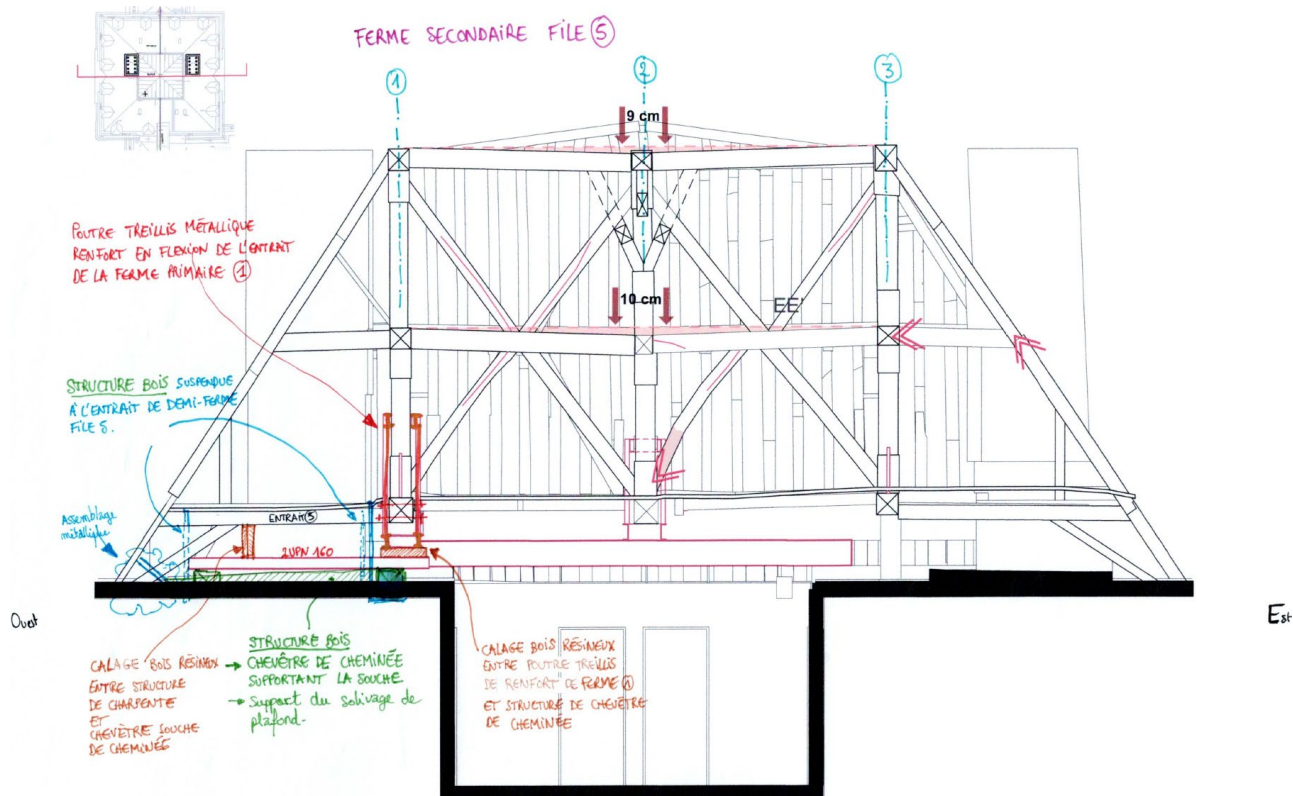
Vue de l'assemblage des deux pièces de bois constituant l'entrait de la file 2 (prise de vue dans le comble du pavillon A lors de la visite du 6 août 2025)

2.5.2.1.2 Renfort de l'entrait de la ferme file 1

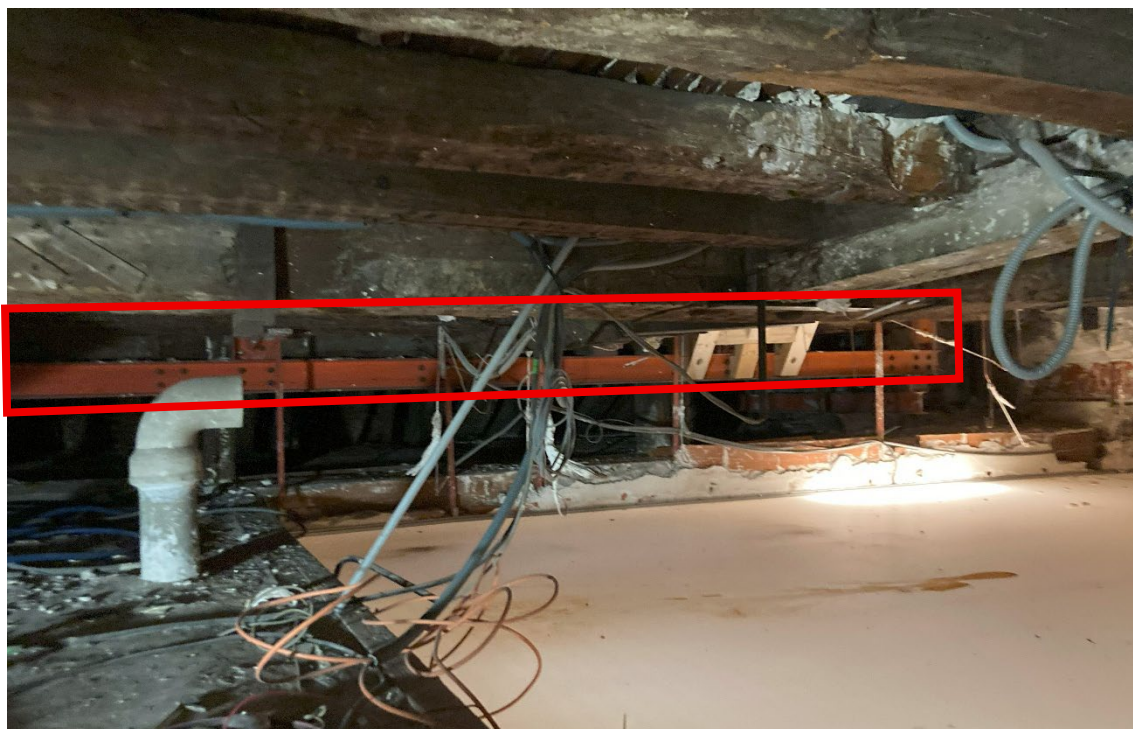
Un autre renfort en double poutre treillis a été mis en œuvre au niveau de l'entrait de la ferme file 1 (voir schémas sur les élévations des fermes file 1 et file 5, puis photos ci-après). Ce renforcement semble avoir été mis en œuvre en tant que renfort d'inertie de l'entrait de la file 1, fortement fléchi et déformé sur sa portée Sud. Son comportement et son efficacité sont discutables. Effectivement, il ne dispose d'aucun appui stable sur maçonnerie ou sur poteau, il est uniquement assemblé sur l'arbalétrier et l'aisselier de la ferme file 1, côté Sud, par quelques boulons traversants et quelques tirefonds. Sur son extrémité Nord, il n'est pas prolongé jusqu'au mur de refend, mais calé de façon quelque peu « précaire » sur le dispositif d'enchevêtrement de la souche de cheminée. Le renforcement métallique ne constitue pas un moisage pour l'entrait file 1 puisqu'il n'est pas assemblé régulièrement par organes métalliques à celui-ci. Les UPN ne sont d'ailleurs pas en pression, ni même en contact, avec les faces latérales de l'entrait. Ils sont assemblés entre eux par des entretoises IPN sur lesquelles l'entrait s'appuie sur son arase inférieure, généralement par l'intermédiaire de cales en bois.



Représentation de la poutre treillis métallique sur l'élévation de la ferme file 1



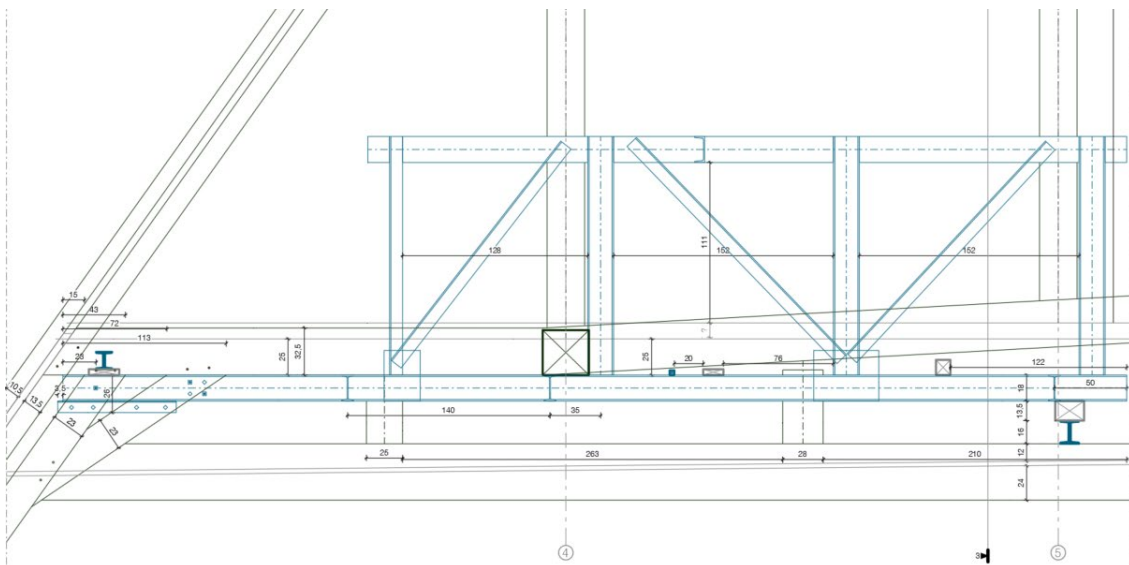
Représentation de la poutre treillis métallique de la ferme file 1 et de la structure d'enchevêtrement de la souche de cheminée sur l'élévation de la ferme file 5



Vue de la lisse basse du renfort poutre treillis sous entrait file 1 depuis le plénum du pavillon A, encadré en **rouge** (photographie lors du relevé sur site du 1^{er} juillet 2025)



Vue de l'appui Sud du renfort poutre treillis sous entrain file 1 depuis le plénum du pavillon A



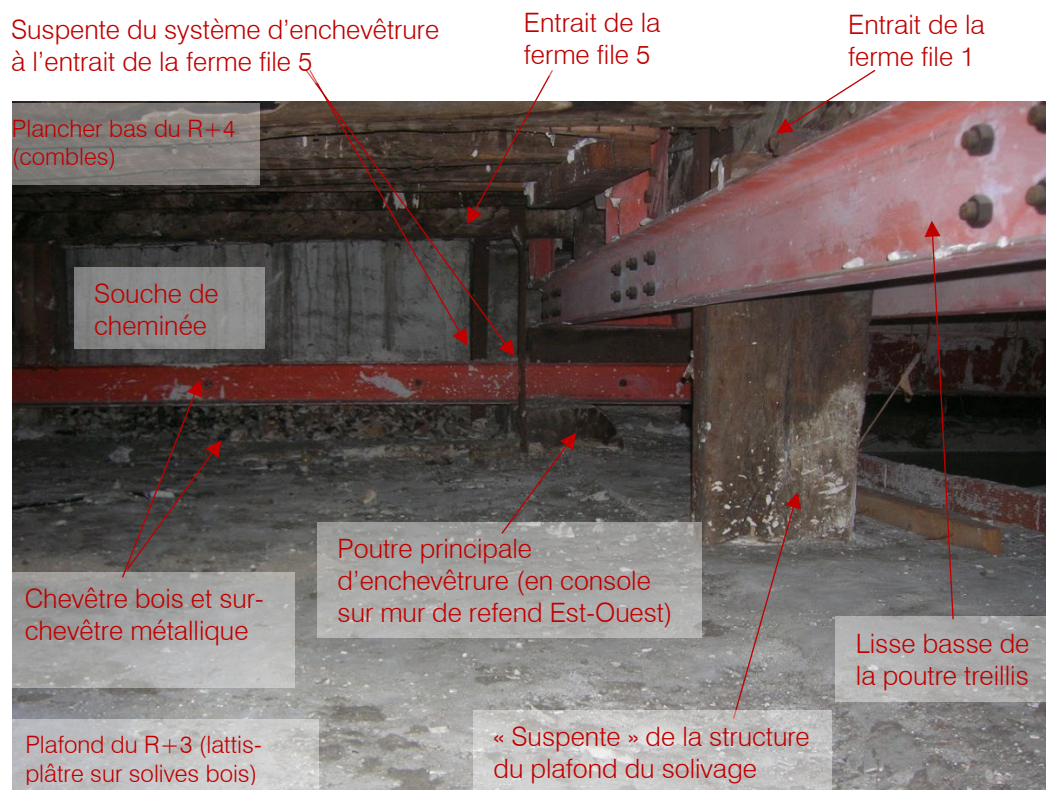
Extrait de coupe de détail de la poutre treillis métallique assemblée sur la ferme file 1 à son extrémité Sud



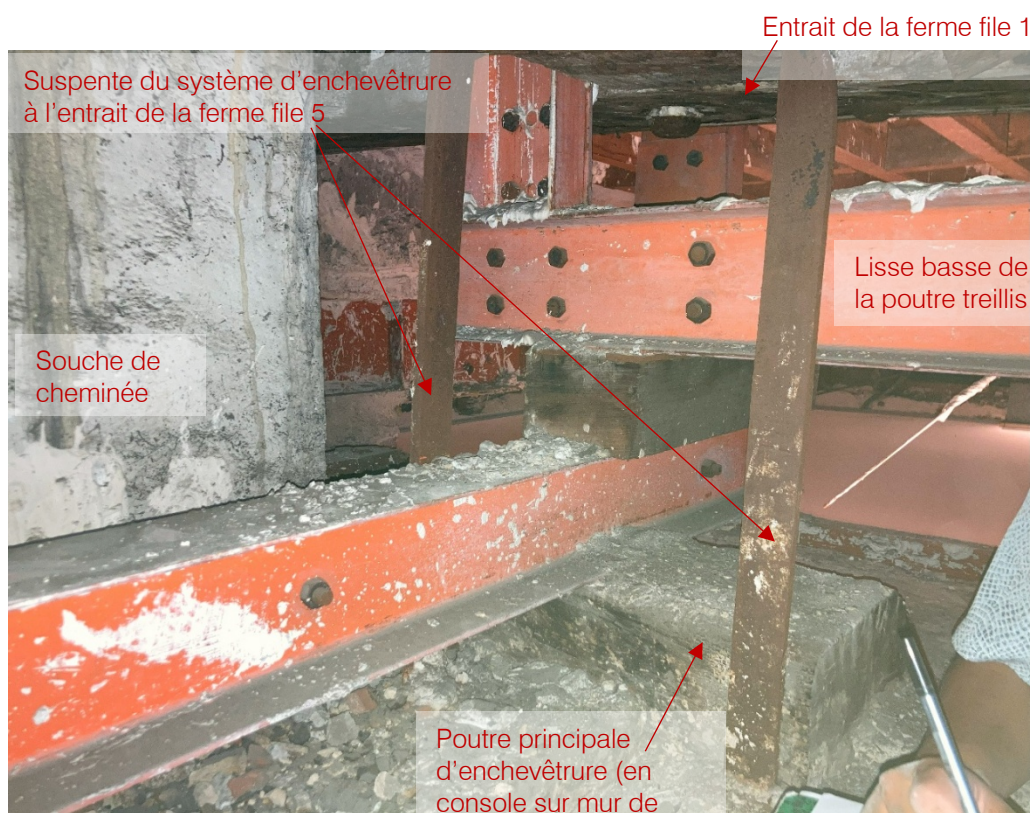
Vue du renfort poutre treillis de la ferme file 1 depuis les combles du pavillon A



Disposition de calage sur poutres d'enchevêtre de la souche de cheminée, à l'extrémité Nord du renfort poutre treillis sous entrain file 1 – vue depuis le hall du pavillon A



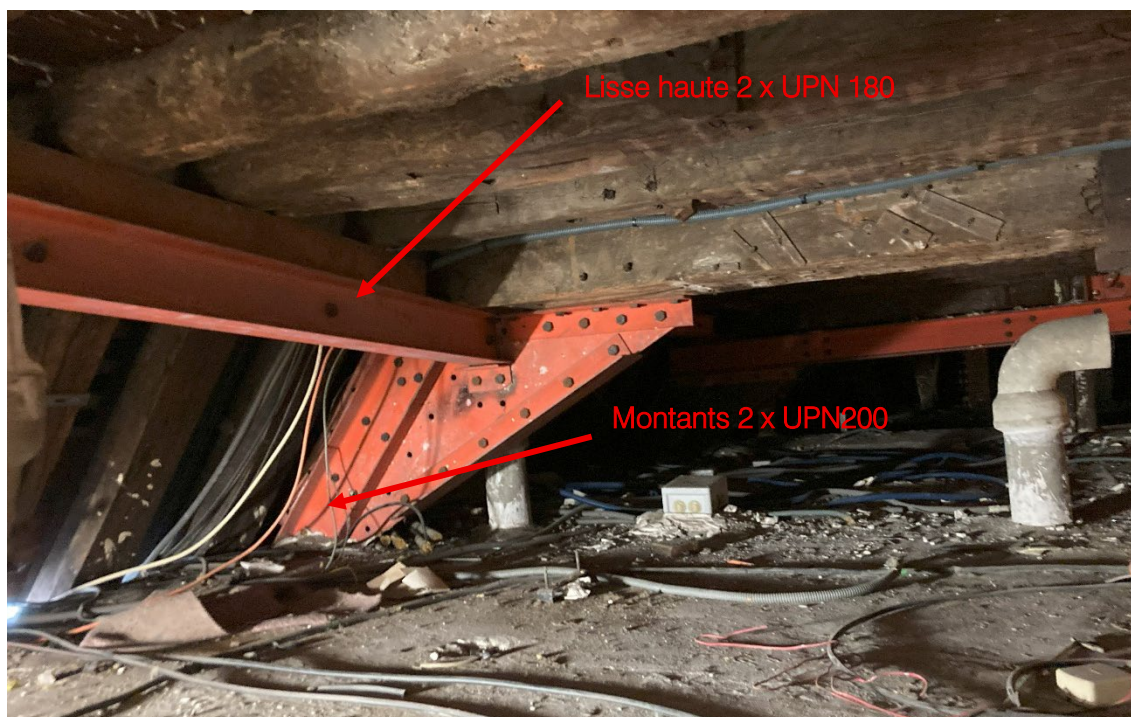
Vue du renfort poutre treillis de la ferme file 1 et des dispositions de calage sur la structure d'enchevêtrure de la souche de cheminée, depuis le plénum du pavillon A



Vue du renfort et des dispositions de calage de la poutre treillis de la ferme file 1 sur la structure d'enchevêtrure de la souche de cheminée, depuis le plénum du pavillon A

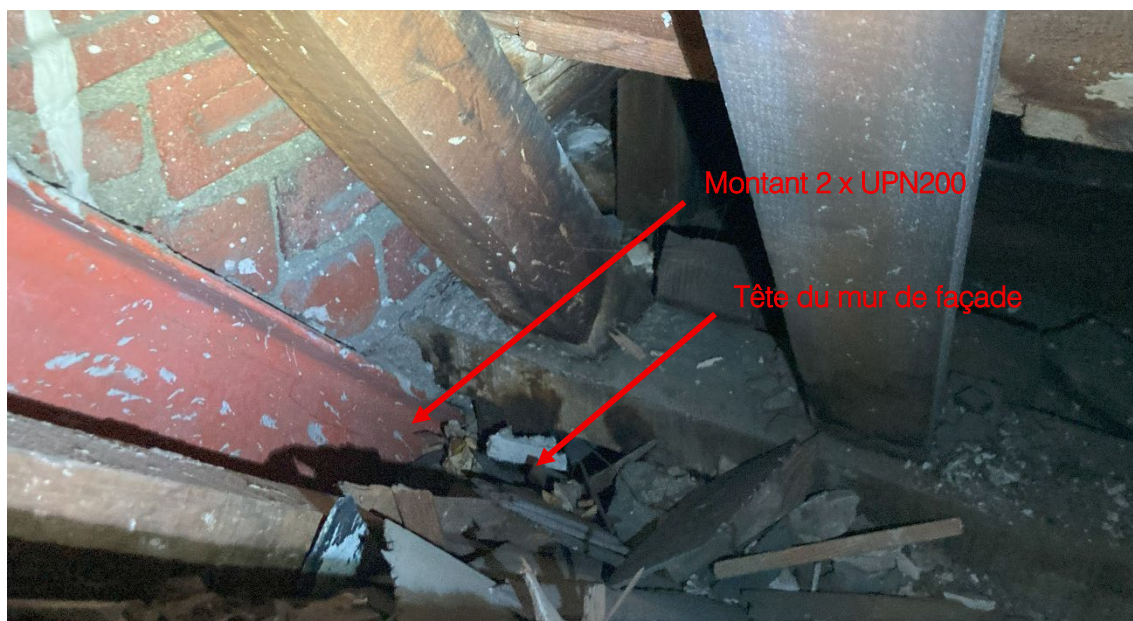
2.5.2.1.3 Portique métallique pour le passage du couloir

Pour le passage du couloir au Sud du pavillon, un portique similaire à celui mis en œuvre au Sud du pavillon B a été réalisé, pour offrir de nouveaux appuis aux chevrons et à l'entrait de la ferme file 2 dont les arbalétriers ont été sectionnés. Ce portique est composé de deux jambes de force 2 x UPN 200 pour les montants, et de 2 x UPN 140 pour la lisse haute (voir figure et photo ci-dessous).



Vue du portique métallique pour création du couloir au R+3 (prise de vue dans le plénum du pavillon A)

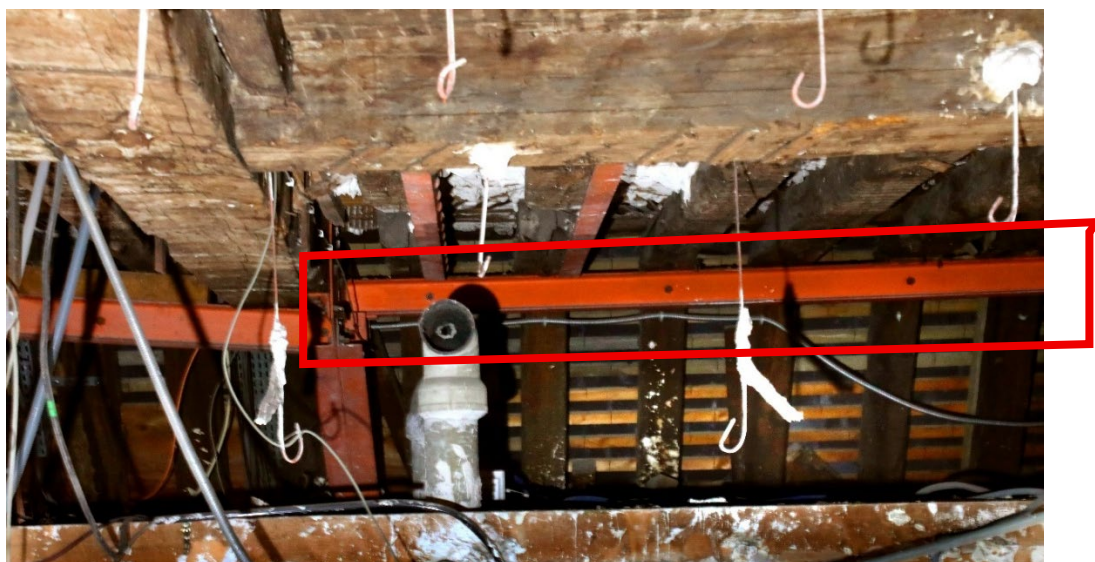
En pied, les jambes de force s'empochent directement dans les maçonneries (voir photo ci-dessous).



Vue de la disposition du portique métallique pour passage du couloir en pied dans le pavillon A (sondage S03, en date du 1^{er} juillet 2025).

2.5.2.1.4 Renforts des chevrons amputés de leurs aisseliers

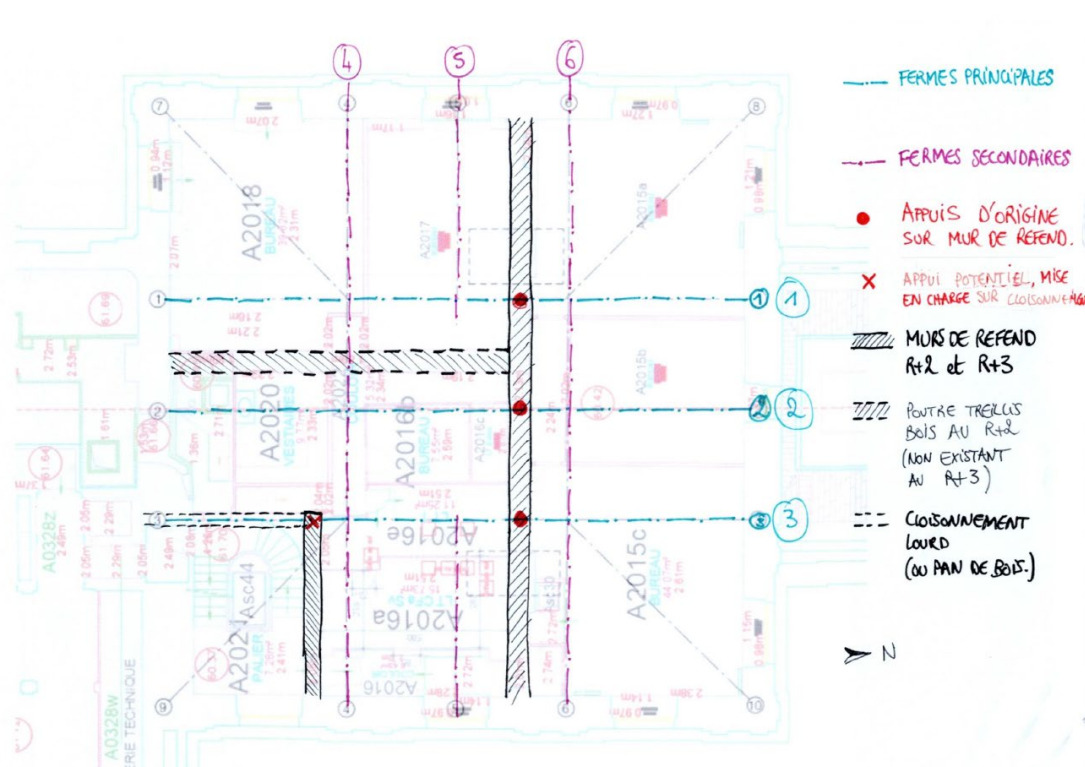
Les 7 chevrons situés entre les files 1 et 2 ont été amputés de leurs aisseliers. Un renfort en double UPN 120 a été installés sous ces chevrons (voir photo ci-dessous).



*Chevrons amputés de leurs aisseliers entre les files 1 et 2 au Sud du pavillon A et renfort métallique double UPN 120 encadré en **rouge** (photographie de la DAPJ suite à l'effondrement du plafond en avril 2024).*

L'ensemble des modifications de la charpente

Compte tenu des déformations identifiées sur places et des fissures existantes dans les murs de la cage d'escalier du pavillon, nous supposons la charpente prend aujourd'hui sur ces murs (en maçonnerie pour le mur Est-Ouest) au niveau de l'extrémité Sud de l'entrait de ferme file 3, bien que la disposition ne soit pas forcément d'origine, (mais déjà existant en 1696 d'après les plans d'Antoine Desgodets



Vue schématique en plan des différents types de fermes et de leurs appuis dans l'état actuel, pavillon A

2.6 Etat sanitaire structurel

L'état sanitaire structurel de la charpente du pavillon A est très mauvais. Nous avons repéré les principaux désordres listés ci-dessous, et illustrés par quelques photos ci-après. On se rapportera au plan d'état sanitaires établis par l'agence SUNMETRON pour plus de précisions ;

- Déformations et affaissement notable et généralisée de la charpente vers l'Ouest et le Sud ;
- Déformations et affaissement vers le Nord pour la travée Nord, à l'extérieur de la file 6 ;
- Ouverture récurrente des assemblages des croix de contreventement et pièces manquantes ;
- Pourriture cubique sur certaines pièces de charpente ;
- Ouvertures récurrentes des assemblages entre les aisseliers et les entrails ;
- Aisseliers manquants sous les entrails en rive ;
- Aisseliers manquants sous les entrails au niveau des appuis intermédiaires sur les murs de refend ;
- Appuis précaires du renfort de l'entrait de la file 1 et chargement parasite sur structure de plafond du R+3 ;
- Fissure dans les murs de la cage d'escalier ;
- Mauvais état sanitaire des pièces en pied de charpente (blochets, sablières, pieds d'arbalétriers...) ;
- Gerce horizontale continue sur l'entrait de la ferme primaire file 1 depuis la ferme secondaire file 4 jusqu'au mur de refend ;
- Gerce horizontale continue sur l'entrait de la ferme primaire file 3 depuis la ferme secondaire file 5 jusqu'à l'appui sur le mur de la cage d'escalier (au-delà de la file 4) ;
- Gerce horizontale continue sur l'entrait de la ferme secondaire 4 entre les fermes principales 1 et 2 et entre les fermes principales 2 et 3 ;
- Gerce horizontale continue sur les trois quarts de l'entrait de la ferme secondaire 6 entre les fermes principales 1 et 2 et entre les trois quarts de l'entrait entre les fermes principales 2 et 3 (pas de gerce autour du renfort de la file 2) ;
- Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0366, dans la hauteur du plénum et dans les combles ;

- Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0364, dans la hauteur du plénum et dans les combles ;
- Ouverture de l'assemblage avec amorce de cassure de l'entrait (gerce dans la continuité du tenon) de ferme secondaire 6 avec la ferme primaire 1, et gerce de la ferme primaire 1 au niveau de l'assemblage ;
- Ouverture de l'assemblage avec amorce de cassure de l'entrait (gerce dans la continuité du tenon) de ferme secondaire 4 avec la ferme primaire 3, et gerce de la ferme primaire 3 au niveau de l'assemblage ;
- Gerces diagonales dans la continuité du tenon de l'entrait de la ferme file 5 au niveau de l'assemblage avec la file 3 ;
- Gerces diagonales dans l'entrait de la ferme file 4 ;
- Gerce horizontale de l'entrait de la ferme d'arêtier Nord-Ouest ;
- Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0361, dans la hauteur du plénum et dans les combles ;
- Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0366, dans la hauteur du plénum, et dans les combles ;
- Pourriture cubique (superficielle) sur l'entrait de ferme primaire 2 au niveau de l'assemblage avec la ferme secondaire 6 ;
- Pourriture du lindier l'entrait de ferme secondaire 6 entre les files 2 et 3
- Greffes anciens sur 4 entrants de chevrons formant-ferme par entures et boulons en travée Nord.
- Assemblage ouvert entre le chevêtre bois et la poutre principale d'enchevêtrement, pour la souche de cheminée Ouest ;
- Torsion de la poutre principale d'enchevêtrement de la souche de cheminée Ouest.



Gerce horizontale continue sur l'entrait de la ferme secondaire 4



Amorce de cassure de l'entrait de la ferme file 4 au niveau de l'assemblage avec la ferme file 3



Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0366



Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0364



Amorce de cassure de l'entrail (gerce dans la continuité du tenon) de l'entrail de ferme secondaire 6 avec la ferme primaire 1



Gerce et perte de section de l'entrail de la ferme file 1 au niveau de l'assemblage avec l'entrail de ferme file 6.



Continuité et prolongement en diagonale des gerces horizontales de l'entrait file 6



Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0361



Fissures diagonales de la souche de cheminée au-dessus du bureau A0365



Pourriture cubique (superficielle) sur l'entrait de ferme primaire 2



Gerce diagonale dans le prolongement du tenon de l'entrait de ferme file 5 assemblé sur la ferme file 3



Calage précaire en extrémité Nord du renfort métallique de la ferme file 6 sur poutre principale du plafond du R+3



Gerces diagonales sur l'entrait de la ferme file 4



Greffes anciennes sur entrants de chevrons formant-ferme par entures et boulons – Déformations et ouverture de l'assemblage



Greffes anciennes sur entrails de chevrons formant-ferme par entures et boulons – Déformations et ouverture de l'assemblage



Ouvertures récurrentes de l'assemblage entre l'aiselier et l'entrait des fermes principales et des chevrons formant ferme courants.



Gerce horizontale de l'entrait de la ferme d'arêtier Nord-Ouest



Ouverture de l'assemblage entre l'aisseilier et l'entrait de la ferme file 1, malgré le renforcement métallique



Torsion de la poutre d'enchevêtrement principale de la souche de cheminée Ouest



Ouverture de l'assemblage entre la poutre d'enchevêtrement principale et le chevêtre de la souche de cheminée Ouest

3.1 Cadre réglementaire / Normes et règles de calcul

Les calculs de dimensionnement seront réalisés aux Eurocodes :

- NF EN 1990 : Eurocode 0 – Base de calcul des structures ;
- NF EN 1991 : Eurocode 1 – Actions sur les structures ;
- NF EN 1993 : Eurocode 3 – Calcul des structures en acier ;
- NF EN 1995 : Eurocode 5 – Conception et calcul des structures en bois.

3.2 Matériaux

3.2.1 Acier

Les caractéristiques mécaniques retenues pour les éléments métalliques en acier sont les suivantes :

- Masse volumique : $\rho = 7\,800 \text{ kg/m}^3$
- Limite d'élasticité : $R_e = 235 \text{ MPa}$
- Résistance en traction : $R_m = 360 \text{ MPa}$
- Module d'élasticité : $E = 210\,000 \text{ MPa}$

3.2.2 Bois

Compte tenu de l'état général des pièces de charpente et en l'absence de datation précise des différents ouvrages ou d'essais de résistance sur les pièces, on considère les bois de charpentes comme étant de classe D24 lorsqu'il s'agit de bois feuillus (chêne) et de classe C24 lorsqu'il s'agit de bois résineux (selon la classification NF EN 338 - décembre 2009).

Les caractéristiques mécaniques sont présentées dans les tableaux ci-après.

Symbole	Désignation	Unité	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm ²	18	24	30	35	40	50	60	70
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm ²	11	14	18	21	24	30	36	42
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction transversale	N/mm ²	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm ²	18	21	23	25	26	29	32	34
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression transversale	N/mm ²	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
$f_{v,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm ²	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
$E_{0,mean}$	Module moyen d'élasticité axiale	kN/mm ²	9,5	10	11	12	13	14	17	20
$E_{0,05}$	Module élasticité axial 5 ^{ème} percentile	kN/mm ²	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
$E_{90,mean}$	Module moyen d'élasticité transversale	kN/mm ²	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
G_{mean}	Module moyen de cisaillement	kN/mm ²	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m ³	475	485	530	540	550	620	700	900
ρ_{mean}	Masse volumique moyenne	kg/m ³	570	580	640	650	660	750	840	1080

Symbole	Désignation	Unité	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm ²	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm ²	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction transversale	N/mm ²	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm ²	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression transversale	N/mm ²	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
$f_{v,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm ²	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$E_{0,mean}$	Module moyen d'élasticité axiale	kN/mm ²	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
$E_{0,05}$	Module élasticité axial au 5 ^{ème} percentile	kN/mm ²	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
$E_{90,mean}$	Module moyen d'élasticité transversale	kN/mm ²	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
G_{mean}	Module moyen de cisaillement	kN/mm ²	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m ³	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
ρ_{mean}	Masse volumique moyenne	kg/m ³	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

On retient la **classe de service 1** (structure intérieure en milieu sec), définie suivant l'Eurocode 5.

Les classes de durée de chargement sont définies selon l'Eurocode 5 pour chacune des actions :

Classe de durée de chargement	Exemples de chargement
Permanent	Poids propre
Long terme	Stockage Équipements fixes
Moyen terme	Charge d'exploitation Neige $H \geq 1\ 000\ m$
Court terme	Neige $H < 1\ 000\ m$ Charge d'entretien
Instantanée	Situations ou actions accidentelles Neige exceptionnelle Vent

NOTA : la modélisation et les calculs sont réalisés sur la base de bois sains et d'assemblages en bon état.

3.3 Actions

3.3.1 Masses volumiques

Pour le calcul des charges permanentes, les masses volumiques et surfaciques suivantes sont considérées :

- Béton non armé : 2200 kg/m³ ;
- Béton armé : 2500 kg/m³ ;
- Bois feuillu : 800 kg/m³ ;
- Tomettes, carrelage : 2000 kg/m³ ;
- Paille en vrac : 100 kg/m³ ;
- Briques creuses : 900 kg/m³ ;

- Bois résineux : 600 kg/m³ ;
- Panneaux bois : 550 kg/m³ ;
- Maçonnerie : 2000 kg/m³ ;
- Chape ciment : 2000 kg/m³ ;
- Plâtre : 1000 kg/m³ ;
- Cuivre : 8900 kg/m³
- Briques pleines : 1800 kg/m³ ;
- Parpaings creux : 1350 kg/m³ ;
- Couverture tuiles + voligeage : 55 kg/m² ;
- Chevronnage : 10 kg/m² ;
- Charpente traditionnelle : 100 kg/m².

3.3.2 Surcharges d'exploitation

Les surcharges d'exploitation sont évaluées selon NF-06-001 l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-1) et son Annexe Nationale, ainsi que la norme française NF P06-001 :

- Comble (NF P06-001) : **150 kg/m²**
- Toiture inaccessible (catégorie H) de pente inférieure à 15 % : **80 kg/m²**
- Toiture inaccessible (catégorie H) de pente supérieure à 15 % :

$Q_k = 150 \text{ daN}$ (charge ponctuelle appliquée aux points les plus défavorables)

3.3.3 Charges de neige

Les charges de neige sont calculées selon l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-3) :

- Région : A1 (95)
- Altitude : 90 m
- Valeur caractéristique de la charge de neige : **$s_k = 45 \text{ kg/m}^2$**
- Coefficient de forme pour le brisis : $\mu_i = 0,05$ ($\alpha = 58^\circ$)
- Coefficient de forme pour le terrasson et les parties horizontales : $\mu_i = 0,8$
- Coefficient d'exposition : $C_e = 1$
- Coefficient thermique : $C_t = 1$

On en déduit une valeur de charge de neige qui sera uniquement appliquée sur le terrasson et les parties horizontales de la toiture :

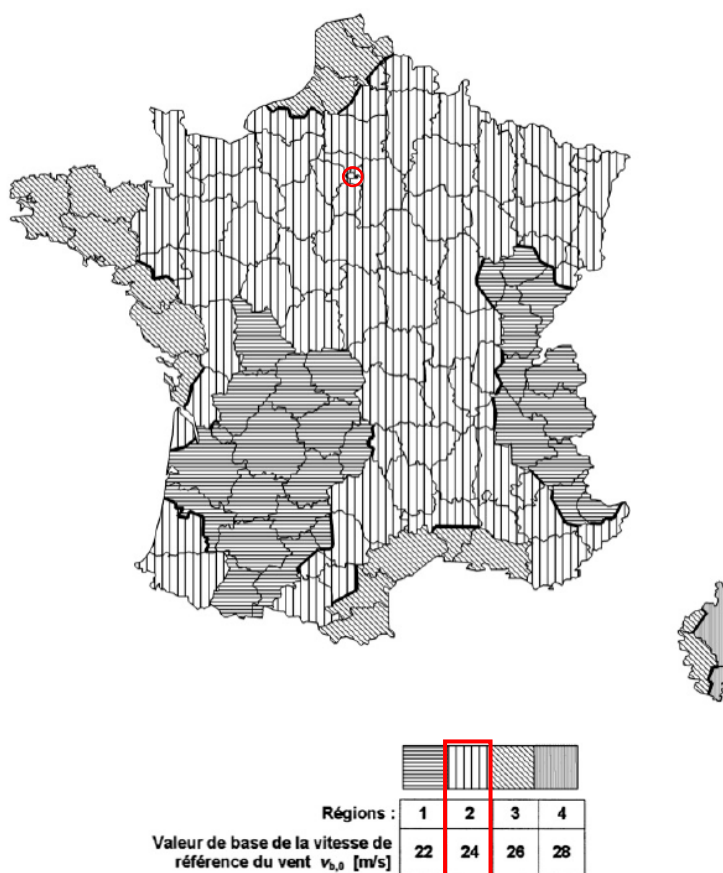
- Charge normale sur les toitures : **$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 36 \text{ kg/m}^2$**

3.3.4 Charges de vent

3.3.4.1 Vitesse de référence du vent

La vitesse de base de la vitesse de référence du vent est déterminée comme suit :

- Région : 2 (cf. carte ci-dessous) ;
- Valeur de base de la vitesse de référence du vent : $v_{b,0} = 24$ m/s ;



Carte de la valeur de base de la vitesse de référence du vent en France suivant l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA de novembre 2005)

La vitesse de référence du vent est donnée par :

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} v_{b,0} = v_{b,0} = 24 \text{ m/s}$$

Avec :

- $c_{dir} = 1$: le coefficient de direction (valeur recommandée) ;
- $c_{season} = 1$: le coefficient de saison (valeur recommandée).

3.3.4.2 Vitesse moyenne du vent

La vitesse moyenne du vent à l'altitude $z = z_e$ est fonction de la rugosité et de l'orographie du terrain :

$$v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b$$

Les caractéristiques de la rugosité du terrain sont détaillées ci-après :

- Catégorie de terrain : IV (cf. tableau ci-dessous) ;
- Longueur de rugosité en catégorie IV : $z_0 = 1,0$ m (cf. tableau ci-dessous) ;
- Hauteur minimale en zone IV : $z_{min} = 10$ m (cf. tableau ci-dessous) ;
- Hauteur de référence de la construction pour chaque pavillon
 - Pavillon B : $z_e = 35$ m ;
 - Entre pavillon B et C : $z_e = 28$ m ;
 - Pavillon C : $z_e = 35$ m.

Catégorie de terrain	z_0 [m]	z_{min} [m]
0 Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer	0,003	1
I Lacs ou zone plate et horizontale à végétation négligeable et libre de tous obstacles	0,01	1
II Zone à végétation basse telle que de l'herbe, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments) séparés les uns des autres d'au moins 20 fois leur hauteur	0,05	2
III Zone avec une couverture végétale régulière ou des bâtiments, ou avec des obstacles isolés séparés d'au plus 20 fois leur hauteur (par exemple des villages, des zones suburbaines, des forêts permanentes)	0,3	5
IV Zone dont au moins 15 % de la surface sont recouverts de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m	1,0	10
NOTE Les catégories de terrain sont illustrées en A.1.		

Catégories et paramètres de terrain suivant l'Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA de novembre 2005)

Ainsi, on détermine le **coefficient de rugosité** l'altitude $z = z_e$ à du terrain :

$$c_r(z_e) = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} \cdot \ln \left(\frac{z_e}{z_0} \right) = 0,64$$

Les caractéristiques de l'orographie du terrain sont détaillées ci-après :

- Altitude du lieu de construction : $A_c = 64$ m ;
- Altitude des quatre points situés à 500 m du site de construction dans les quatre directions cardinales i : $A_{N,500} = 56$ m ; $A_{E,500} = 67$ m ; $A_{S,500} = 61$ m ; $A_{O,500} = 48$ m ;
- Altitude des quatre points situés à 1000 m du site de construction dans les quatre directions cardinales i : $A_{N,1000} = 43$ m ; $A_{E,1000} = 80$ m ; $A_{S,1000} = 50$ m ; $A_{O,1000} = 48$ m ;
- Altitude moyenne : $A_m = \frac{2A_c + \sum_i A_{i,500} + A_{i,1000}}{10} = 58,1$ m

Pour chaque partie de toiture considérée, on détermine le coefficient d'orographie à l'altitude $z = z_e$ du terrain par la formule :

$$c_o(z_e > 10 \text{ m}) = 1 + 0,004(A_c - A_m)e^{-0,014(z_e - 10)}$$

Ainsi, pour chaque cas, la vitesse moyenne du vent est :

- Pavillon B : $v_m(z_e) = 20,2$ m/s ;
- Entre pavillon B et C : $v_m(z_e) = 18,5$ m/s ;
- Pavillon C : $v_m(z_e) = 20,2$ m/s.

Etant donné ces valeurs, nous considérerons une même vitesse de vent pour les pavillons B et C et donc une même valeur de la pression dynamique de pointe.

3.3.4.3 Intensité de la turbulence

L'intensité de la turbulence à l'altitude $z = z_e$ du terrain est donnée par :

$$I_v(z_e) = \frac{k_l(z_e)}{c_o(z_e) \ln \frac{z_e}{z_0}}$$

Avec :

- $k_l = c_o(z_e) \cdot [1 - 2 \cdot 10^{-4}(\log_{10}(z_0) + 3)^6]$: le coefficient de turbulence.

Pour chaque cas, l'intensité de la turbulence est donc :

- Pavillons B et C : $I_v(z_e) = 0,24$;
- Pavillon entre B et C : $I_v(z_e) = 0,27$.

3.3.4.4 Pression dynamique de pointe

La pression dynamique de pointe à l'altitude $z = z_e$ du terrain est donnée par :

$$q_p(z_e) = [1 + 7I_v(z_e)] \cdot \rho \cdot \frac{v_m^2(z_e)}{2}$$

Avec :

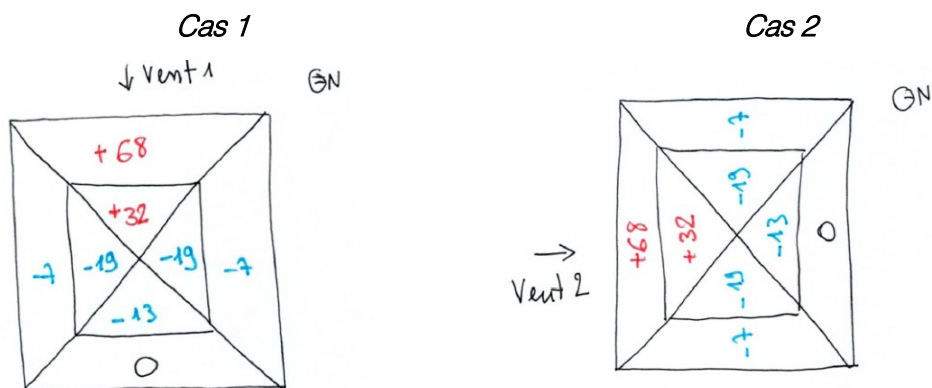
- $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$: la masse volumique de l'air.

Pour chaque cas, la pression dynamique de pointe qui sera prise en compte est donc :

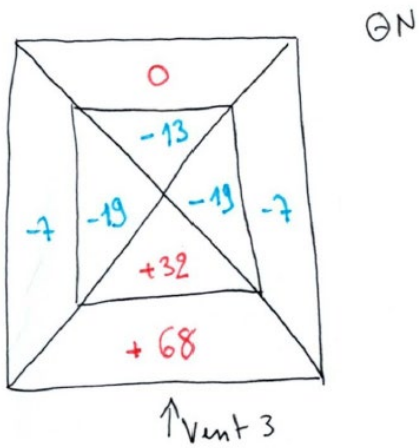
- Pavillons B et C : $q_p(z_e) = 68 \text{ kg/m}^2$;
- Pavillon entre B et C : $q_p(z_e) = 60 \text{ kg/m}^2$.

3.3.4.5 Cas de vent considérés

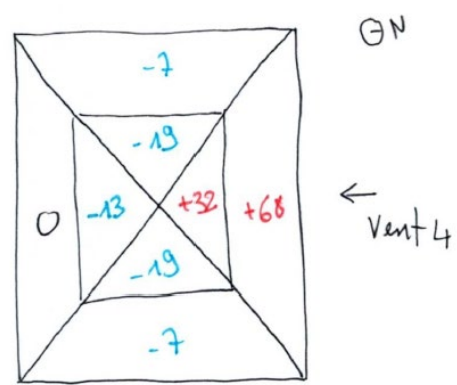
Les différents cas de charge considérés sont retranscrits dans les figures ci-dessous.



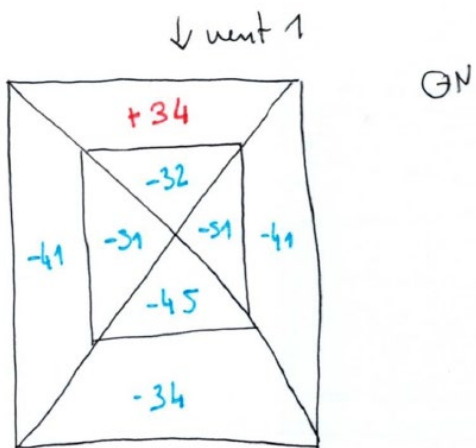
Cas 3



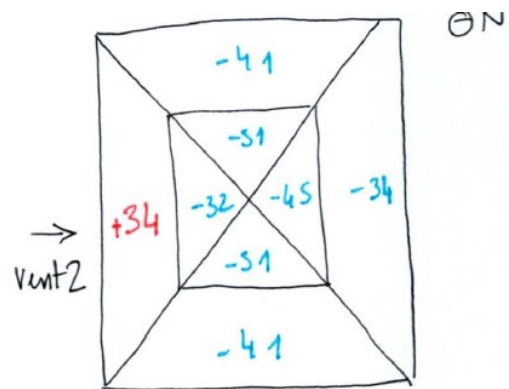
Cas 4



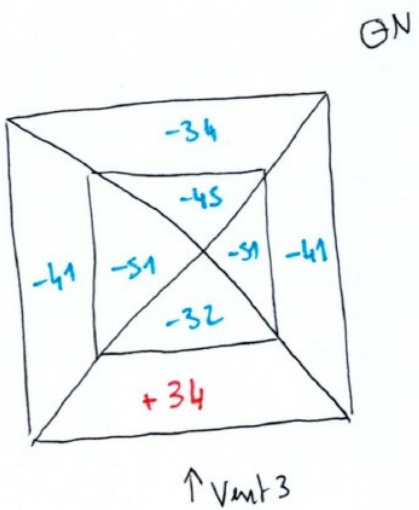
Cas 5



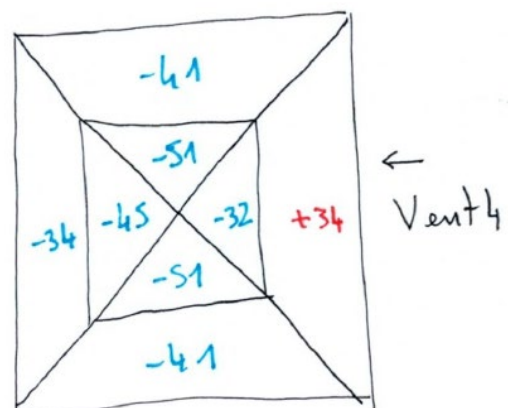
Cas 6



Cas 7



Cas 8



3.3.5 Charges permanentes

Couverture du brisis (ardoise) :

- Couverture en ardoise compris voligeage et liteaux : 25 kg/m²

TOTAL CP : 25 kg/m²

Couverture du terrasson (zinc) :

- Couverture zinc compris voligeage et tasseaux : 25 kg/m²
- Solives chêne 20 x 20^{ht} cm (e = 40 cm) : 80 kg/m²

TOTAL CP : 105 kg/m²

Poids propre du plancher bas du terrasson :

- Solives chêne 20 x 20^{ht} cm (e = 40 cm) : 80 kg/m²

TOTAL CP : 80 kg/m²

Plancher bas du comble (sur chevrons courants) :

- Tôle ondulée : 6 kg/m²
- Divers plâtras (sable, remplissage sous tôle) 3 cm : 30 kg/m²
- Lattis plâtre 5 cm : 50 kg/m²

TOTAL CP : 86 kg/m²

Plancher bas du comble (partie centrale compris solivage) :

- Tôle ondulée : 6 kg/m²
- Lattis plâtre 5 cm : 50 kg/m²
- Divers plâtras (sable, remplissage sous tôle) 3 cm : 30 kg/m²
- Solives chêne 20 x 20^{ht} cm (e = 40 cm) : 80 kg/m²

TOTAL CP : 166 kg/m²

Plafond du troisième étage :

- Lattis plâtre 50 mm : 50 kg/m²
- Solives bois chêne 80x150^{ht} mm e = 33 cm : 30 kg/m²
- Plâtre 25 mm : 25 kg/m²

TOTAL CP : 105 kg/m²

3.4 Critères de service

3.4.1 Métal

Les calculs de dimensionnement sont réalisés selon les règles de l'Eurocode 3 de dimensionnement des structures en métal (NF EN 1993-1-1) et son Annexe Nationale.

3.4.1.1 Flèches verticales

On retient les limites de flèches verticales suivantes :

- Flèche finale : $w_{\max} \leq L/250$
- Flèche due aux charges variables : $w_3 \leq L/300$

Tableau 1 — Valeurs limites maximales recommandées pour les flèches verticales

Conditions	Limites (voir Figure 1)	
	$w_{\max}$	w_3
Toitures en général ^{a)}	$L / 200$	$L / 250$
Toitures supportant fréquemment du personnel autre que le personnel d'entretien	$L / 200$	$L / 300$
Planchers en général ^{b)}	$L / 200$	$L / 300$
Planchers et toitures supportant des cloisons en plâtre ou en autres matériaux fragiles ou rigides	$L / 250$	$L / 350$
Planchers supportant des poteaux (à moins que la flèche ait été incluse dans l'analyse globale de l'état limite ultime) ^{c)}	$L / 400$	$L / 500$
Cas où $w_{\max}$ peut nuire à l'aspect du bâtiment	$L / 250$	
Notes : a) On entend par toitures en général, les toitures non accessibles aux usagers. Ces toitures supportent, uniquement, le passage des personnes chargées de l'entretien. b) Pour les toitures à faible pente, il convient de considérer également l'alinéa ci-après relatif à l'accumulation d'eau de pluie. c) Les conditions d'utilisation de certaines machines peuvent nécessiter des flèches admissibles plus faibles que celles fixées par les règles générales ; ces limites sont alors à préciser dans les spécifications du marché. d) Cette limitation n'est à considérer que si la flèche de ces planchers a une influence sur le comportement de la structure supportée par ces poteaux. Dans le cas contraire, on se reportera aux limitations des deux cas précédents.		

3.4.1.2 Flèches horizontales

On retient les limites de flèches horizontales suivantes :

- Déplacement entre chaque étage : $\leq H/150$
- Déplacement d'ensemble : $\leq H/150$

Tableau 2 — Valeurs limites maximales recommandées pour les flèches horizontales

Conditions	Limites (voir Figure 2)
Bâtiments industriels à niveau unique sans pont roulant, avec parois non fragiles ^{a)} :	
— déplacement en tête de poteaux	$H / 150$
— déplacement différentiel en tête entre 2 portiques consécutifs	$H / 150$
Éléments supports de bardage métallique (hors encadrements de baies) :	
— lisses	$L_i / 150$
— montants (flèche propre)	$H_i / 150$
Autres bâtiments à niveau unique, sans pont roulant ^{b) c)} :	
— déplacement en tête de poteaux	$H_i / 250$
— déplacement différentiel en tête entre 2 portiques consécutifs	$L_i / 200$
Bâtiments industriels à plusieurs niveaux, sans pont roulant, avec parois non fragiles :	
— entre chaque étage	$H_i / 200$
— pour la structure dans son ensemble	si $H \leq 30$ m $H / 200$ si $H > 30$ m $H / 300$
Autres bâtiments à plusieurs niveaux, sans ponts roulants ^{d)} :	
— entre chaque étage	$H_i / 300$
— pour la structure dans son ensemble :	si $H \leq 10$ m $H_i / 300$ si $10 \text{ m} < H \leq 30 \text{ m}$ $\frac{H}{200 + 10H}$ si $H > 30$ m $H / 500$
Où :	
H_i est la hauteur du poteau ou de l'étage ou du montant de bardage ;	
H est la hauteur totale de la structure ;	
L_i est la distance entre deux portiques consécutifs ou la longueur d'une lisse.	
Notes :	
a) Bâtiments sans pont roulant : cas des bâtiments avec portiques simples ou à travées multiples, à un niveau, sans exigence particulièrement restrictive en matière de déformation.	
b) Autres bâtiments à niveau unique : ce sont des bâtiments ayant des exigences particulières en matière de déformations (ex. : fragilité des parois, aspect, confort, utilisation). Ils peuvent être simples ou à travées multiples.	
c) Dans le cas de parois fragiles, la valeur limite de flèche horizontale peut être supérieure lorsque des dispositions constructives adoptées pour les liaisons des parois à l'ossature le permettent.	

3.4.2 Bois

Les calculs de dimensionnement sont réalisés selon les règles de l'Eurocode 5 de dimensionnement des structures en bois (NF EN 1995-1-1) et son Annexe Nationale.

3.4.2.1 Flèches verticales

On retient les limites de flèches verticales suivantes :

- Flèche instantanée : $w_{\text{inst}} \leq L/300$
- Flèche finale : $w_{\text{net,fin}} \leq L/200$

Tableau 7.2 : Valeurs limites pour les flèches

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites w_{fin}	Valeurs limites $w_{inst}(Q)$	Valeurs limites $w_{net,fin}$	Valeurs limites w_{fin}
Chevrans	—	$\ell / 150$	$\ell / 125$	—	$\ell / 150$	$\ell / 100$
Éléments structuraux	$\ell / 300$	$\ell / 200$	$\ell / 125$	$\ell / 200$	$\ell / 150$	$\ell / 100$

3.4.2.2 Flèches horizontales

Les limites de flèches horizontales sont identiques aux valeurs limites verticales des éléments structuraux, soit :

- Flèche instantanée : $w_{inst} \leq L/300$
- Flèche finale : $w_{net,fin} \leq L/200$

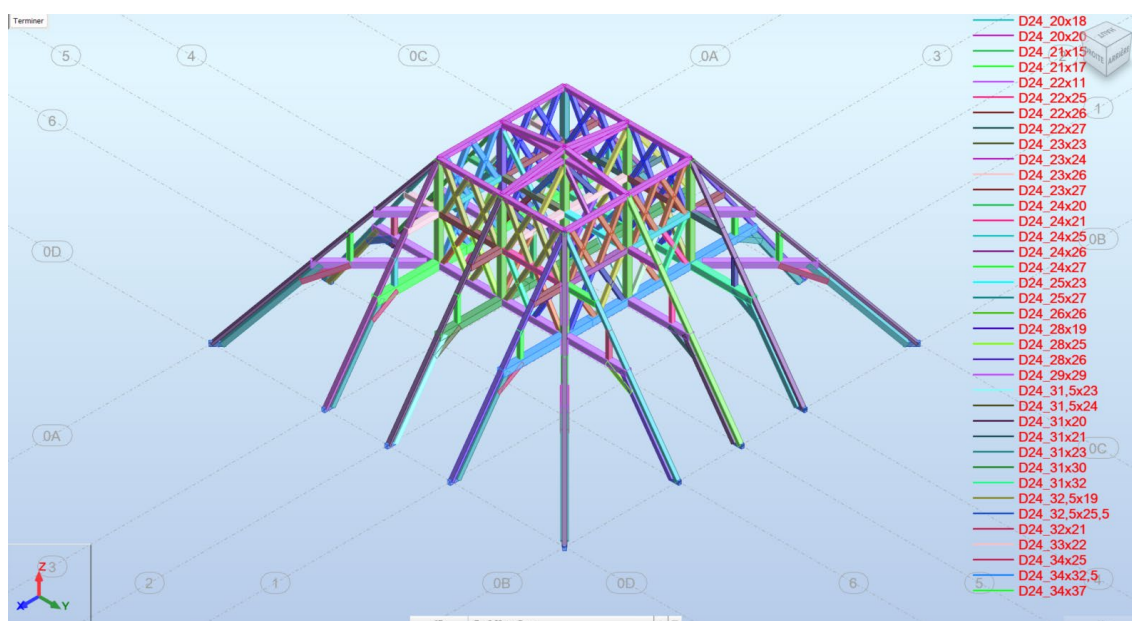
4 MODELISATION ET VERIFICATION DE LA CHARPENTE

4.1 Parti pris de modélisation

4.1.1 Principes généraux

Afin de vérifier la stabilité actuelle de la charpente du pavillon A, nous l'avons modélisée en 3D à partir de nos relevés sur place, des plans géomètre et des multiples nuages de points à notre disposition. Ce modèle est établi sur le logiciel de calcul aux éléments finis Robot Structural Analysis. Il permet de d'analyser le comportement global de la charpente afin de comprendre l'analyse visuelle des désordres, et étudier le comportement des différentes pièces ainsi que des renforcements postérieurs à la construction.

Une vue du modèle 3D de la charpente du pavillon A dans son état actuel est donnée ci-dessous. Ce modèle comprend les fermes principales, les éléments composant le noyau central et les arêtiers (voir figure ci-dessous). De manière générale, des relâchements sont appliqués entre les pièces suivant les dispositions d'assemblage repérées sur place afin d'empêcher la transmission de moments parasites. Cela signifie que ces assemblages sont de type articulations. Les assemblages en queue d'aronde repérés au niveau des entrants des fermes principales sont modélisés par des relâchements.



Modèle 3D de la charpente du pavillon A vu en axonomie des fermes (numéros de files en pointillés) et arêtiers (autres pièces masquées) depuis l'angle Nord-Ouest (Nord dans la direction X)

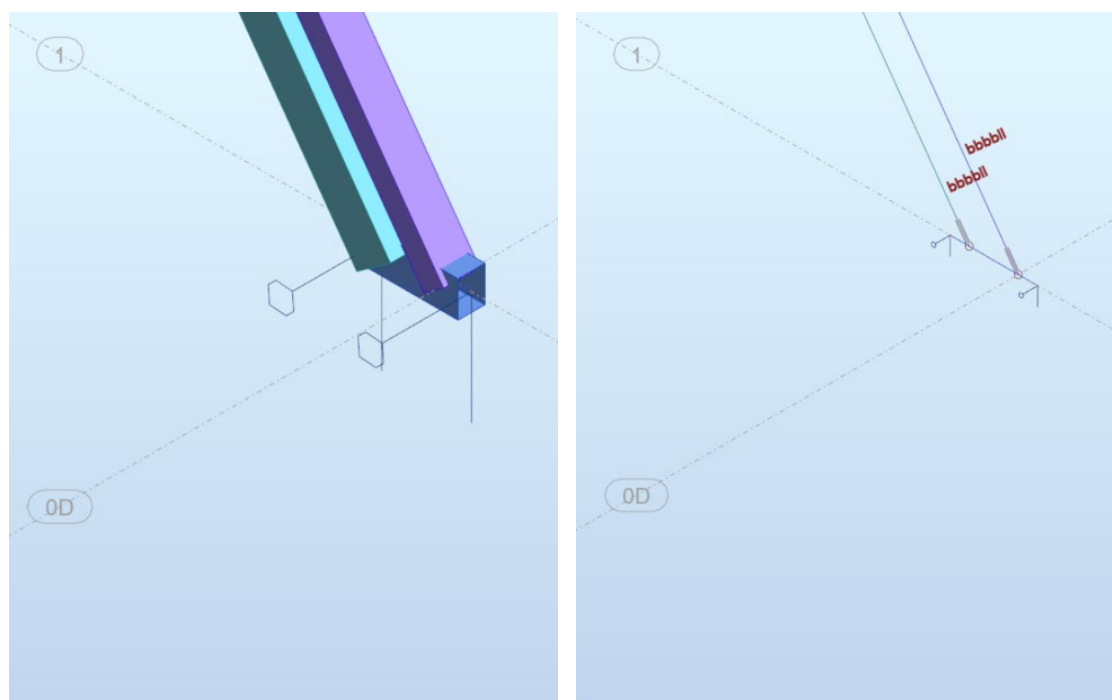
Les appuis dans les maçonneries des façades sont modélisés par des appuis glissants dans la direction perpendiculaire aux murs d'appui, pour ne pas renvoyer d'efforts horizontaux poussant la tête des murs. Dans le cas d'appuis à l'intersection de murs de refend orthogonaux, des rotules ont pu être appliquées.

Les sections appliquées aux différentes barres correspondent à celles que nous avons pu mesurer sur place.

Les modélisations ne peuvent pas prendre en compte les éventuelles pertes de résistance des matériaux et des assemblages. Les résultats des modèles prennent donc pour hypothèse des bois sains et assemblages intacts.

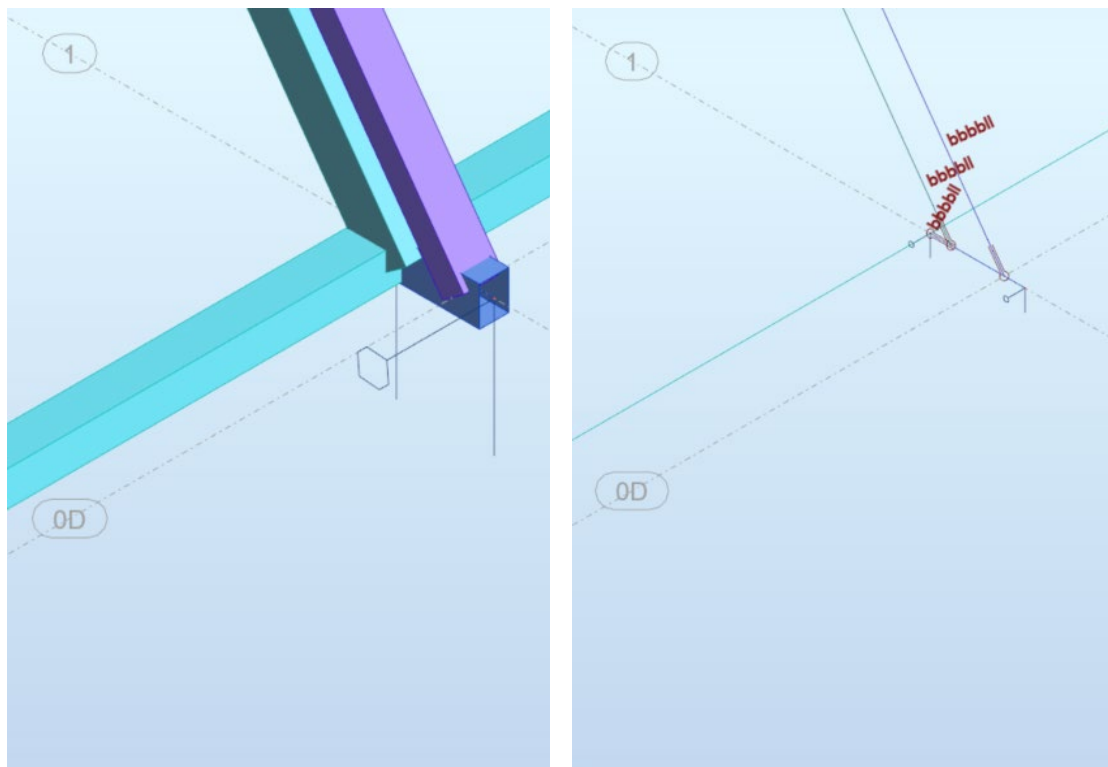
4.1.2 Appuis en pied de charpente

Pour chaque ferme, notre modélisation comprend les chevrons et les arbalétriers inférieurs. En pied, ces deux barres sont assemblées à un blochet appuyé à chaque extrémité sur un appui glissant dans la direction perpendiculaire au mur (voir figures ci-dessous). Le chevron et le sur chevron sont relâchés sur le blochet.



Vues de la modélisation 3D de l'appui Nord de la ferme 1 avec sections pleines (gauche) et en représentation filaire (droite)

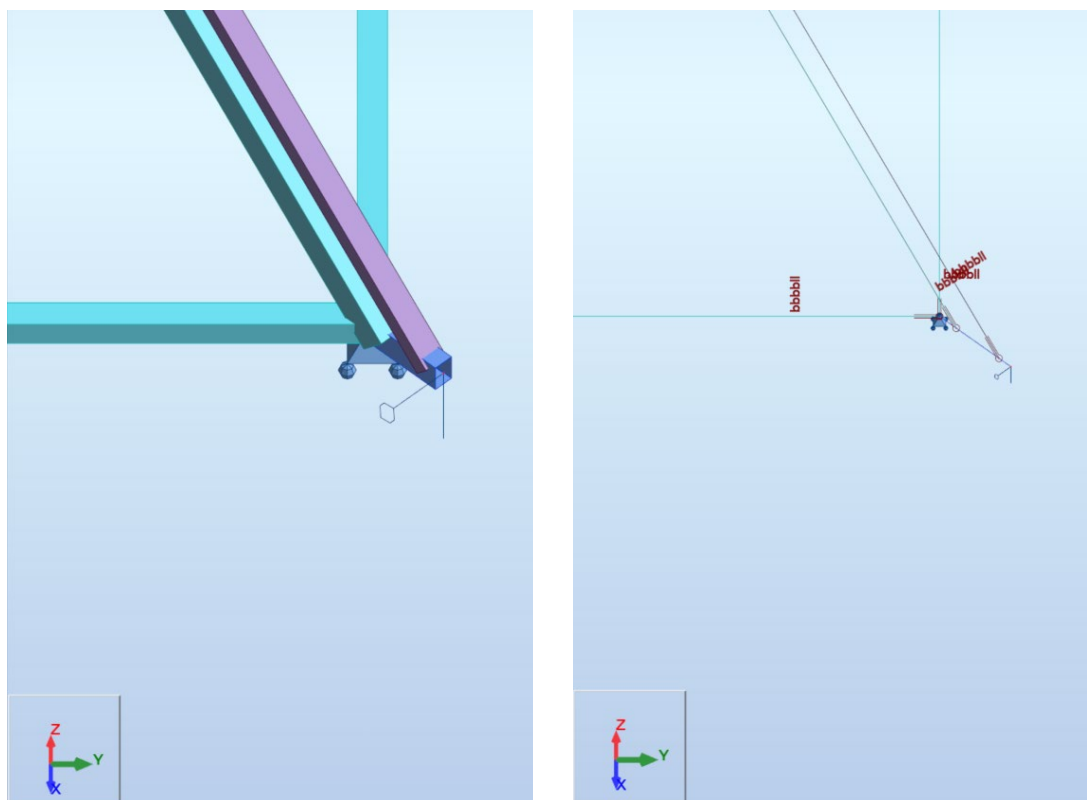
Pour contenir le glissement des chevrons dans la direction perpendiculaire aux murs, nous avons intégré les pannes sablières intérieures (les pannes sablières extérieures étant dans un état plus incertain). Celles-ci sont modélisées par des barres recevant les blochets (voir figures ci-dessous).



Vues de la modélisation 3D de l'appui Nord de la ferme 1 sur la panne sablière intérieure, avec sections pleines (gauche) et en représentation filaire (droite)

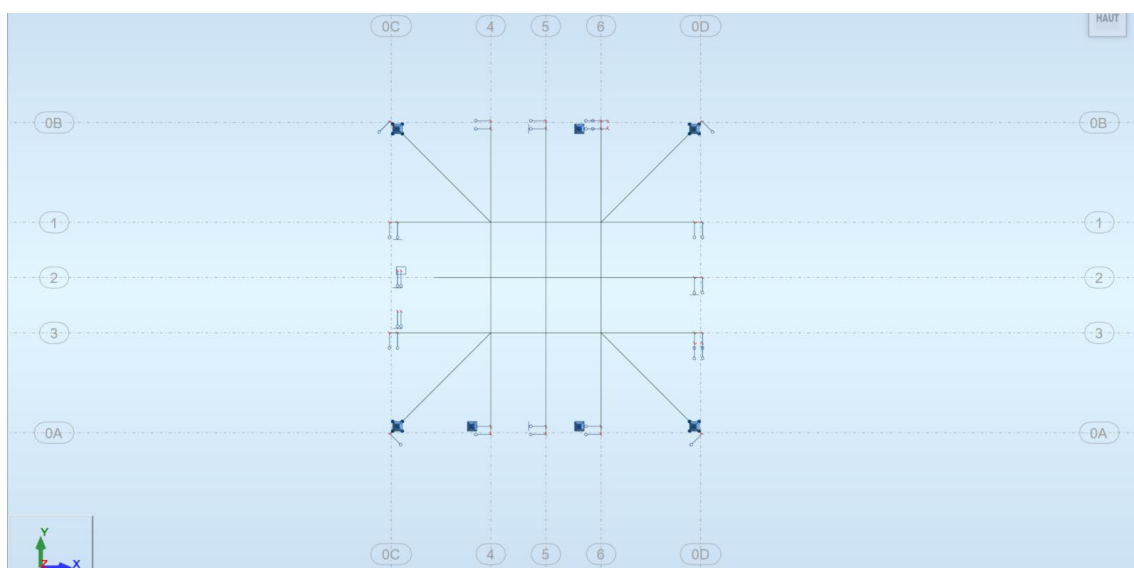
Aux extrémités, les sablières sont appuyées sur des appuis simples, également bloqués dans la direction parallèle au mur. A certains endroits, la rencontre de deux murs orthogonaux autorise l'introduction de rotules.

Au niveau des arêtiers, l'appui intérieur du blochet est modélisé par un appui simple. A l'extérieur, le glissement de l'arêtier est permis dans son plan uniquement, pour éviter des instabilités dans le modèle (voir figures ci-dessous).



Vues de la modélisation 3D de l'appui de l'arête Nord-Ouest (Nord dans la direction X) sur la panne sablière intérieure, avec sections pleines (gauche) et en représentation filaire (droite)

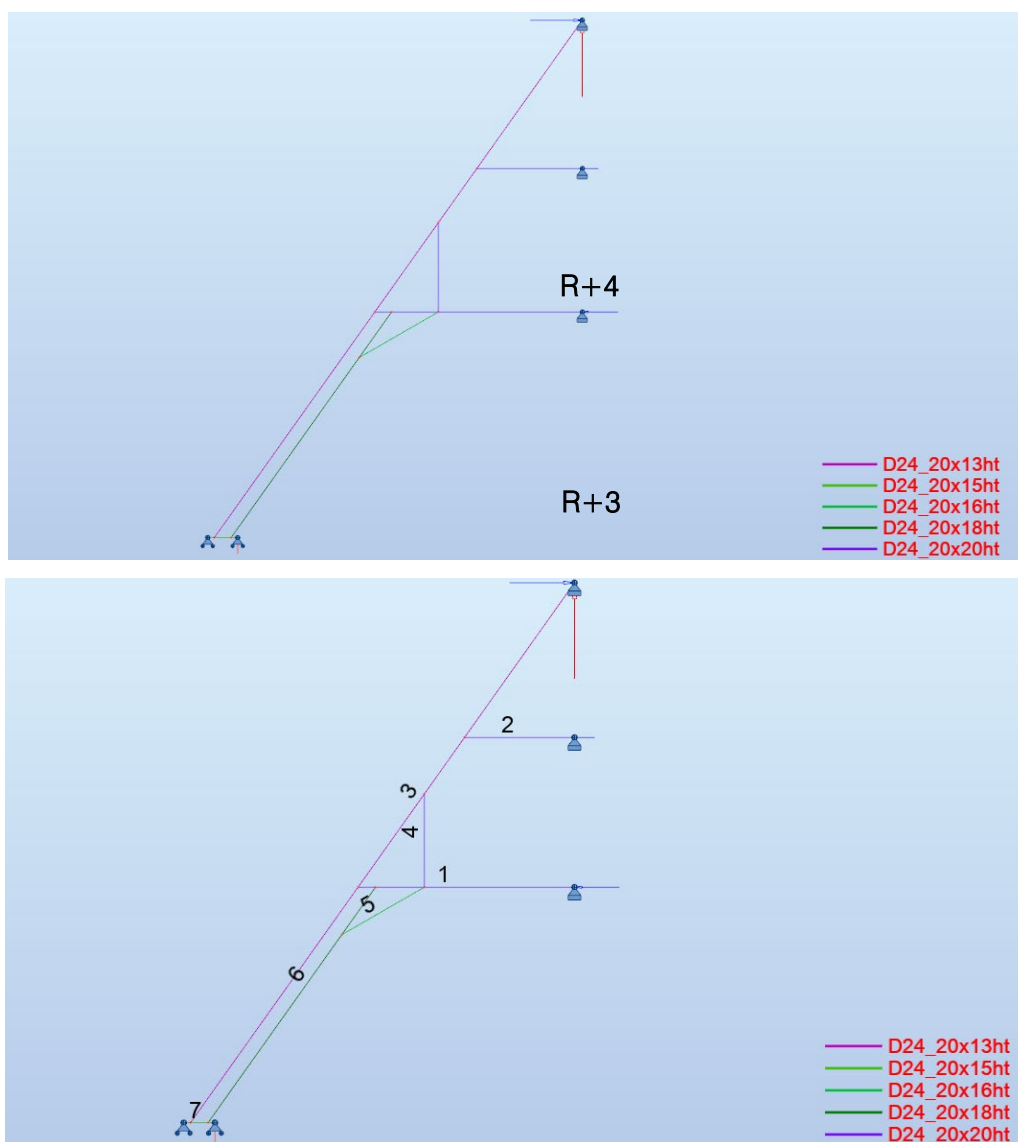
Seuls des appuis simples au pied des fermes et arêtiers sont considérés dans notre modèle, sauf au niveau des deux murs de refend dans la direction Ouest-Est (voir [partie 2.4.2](#)), où nous avons appliqué des rotules. Ainsi, il existe trois appuis types rotules en pied de charpente dans la modélisation, localisées ci-dessous.



Vue du dessus de la modélisation 3D du pavillon A et ses appuis en pied (Nord dans la direction X et files des fermes numérotées selon nomenclature) en représentation filaire

4.1.3 Effet des chevrons-formant-fermes courants

Par soucis de simplicité et pour rendre la modèle plus maniable (temps de calculs, lisibilité graphique, etc.) les chevrons-formant-fermes courants ne sont pas intégrés dans la modélisation. Toutefois, l'effet des chevrons ne doit pas être négligé dans une charpente à chevrons formant ferme. Cela se traduit par la prise en compte du travail en traction-compression des chevrons, et donc par l'application de chargements dans le plan horizontal sur les fermes principales. Pour déterminer ces efforts, nous avons réalisé le modèle 2D d'un chevron courant sur lequel les surcharges permanentes, climatiques et d'exploitation ont été appliquées. Dans ce modèle (voir figures ci-dessous), les chevrons sont appuyés sur des appuis simples en pied, et sur des rotules au niveau des liaisons avec les fermes (lisse haute, lisse intermédiaire et entrain).



Vues de la modélisation 2D d'un chevron courant

A partir des hypothèses développées précédemment et sachant que les chevrons ont un entraxe moyen de 42 cm, nous avons appliqué les chargements linéaires suivants sur les différentes pièces du modèle :

- Surcharge permanente en plancher bas du comble :
 $CP_{PBR04} = 86 \text{ kg/m}^2 \times 0,42 \text{ cm} = 36 \text{ daN/m}$, appliqué sur la **pièce 1**
- Surcharge permanente induite par la couverture du brisis :
 $CP_{brisis} = 25 \text{ kg/m}^2 \times 0,42 \text{ cm} = 11 \text{ daN/m}$, appliqué sur la **pièce 3**
- Surcharge d'exploitation en plancher bas du comble :
 $SE_{PBR04} = 150 \text{ kg/m}^2 \times 0,42 \text{ cm} = 63 \text{ daN/m}$, appliqué sur la **pièce 1**
- Charges de neige sur le sur-chevron :
 $S = 36 \text{ kg/m}^2 \times 0,42 \text{ cm} = 15 \text{ daN/m}$, appliqué sur la **pièce 3**

Pour les charges de vent, les valeurs suivantes sont appliquées sur la **pièce 3** pour les différents cas développés dans la partie 3.3.4.

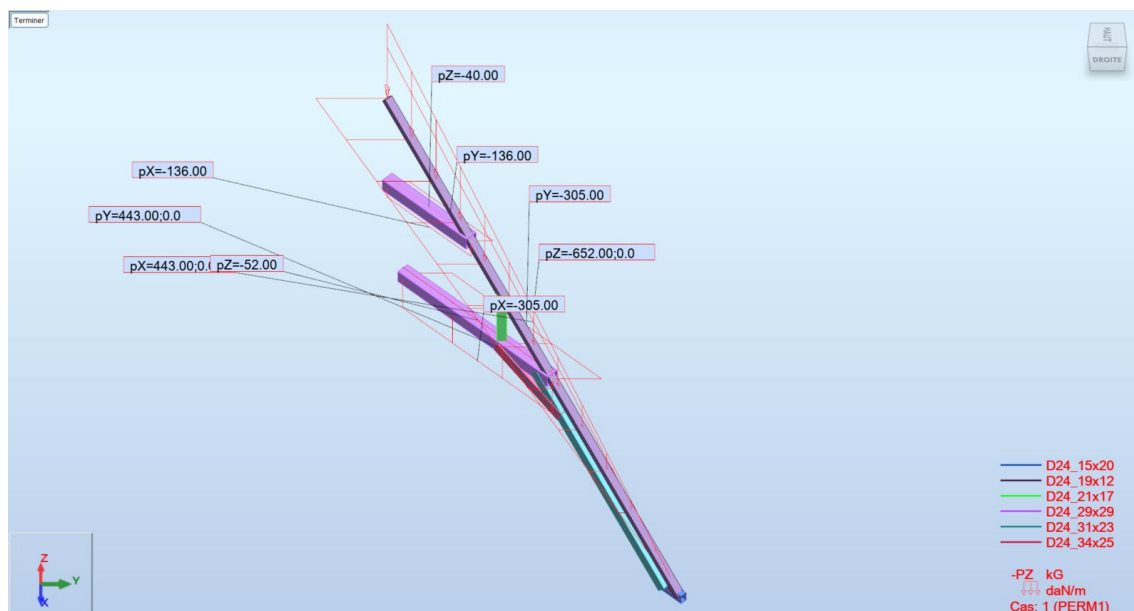
	Chevron N (kg/m)	Chevron S (kg/m)	Chevron O (kg/m)	Chevron E (kg/m)
Vent 1	-3	-3	29	0
Vent 2	0	29	-3	-3
Vent 3	-3	-3	0	29
Vent 4	29	0	-3	-3
Vent 5	-17	-17	14	-14
Vent 6	-14	14	-17	-17
Vent 7	-17	-17	-14	14
Vent 8	14	-14	-17	-17

NOTA : Ces chargements sont également appliqués sur les chevrons des fermes principales, dans la modélisation 3D générale de la charpente.

Pour chaque cas de charge, nous avons ensuite extrait les réactions que nous avons divisées par l'entraxe des chevrons, afin d'obtenir les chargements linéaires à appliquer sur les lisses hautes, intermédiaires et entrails des fermes ainsi que sur les pannes sablières de notre modélisation 3D principale. Les valeurs de ces charges linéaires sont regroupées dans le tableau ci-dessous, en daN/m.

	Lisse haute		Lisse intermédiaire		Lisse basse		Pied
	FX (horizontal)	FZ (vertical)	FX	FX	FZ	FX	FZ
PP	443	652	-136	40	-305	52	131
CP _{PBR04} + CP _{brisis}	290	433	-114	0	-176	100	40
SE _{PBR04}	264	357	-93	0	-171	179	-17
S	190	312	-83	0	-105	-26	69
Vent 1 – Chevron N	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 1 – Chevron S	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 1 – Chevron O	40	207	-271	0	-367	-14	229
Vent 1 – Chevron E	0	0	0	0	0	0	0
Vent 2 – Chevron N	0	0	0	0	0	0	0
Vent 2 – Chevron S	40	207	-271	0	-367	-14	229
Vent 2 – Chevron O	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 2 – Chevron E	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 3 – Chevron N	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 3 – Chevron S	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 3 – Chevron O	0	0	0	0	0	0	0
Vent 3 – Chevron E	40	207	-271	0	-367	-14	229
Vent 4 – Chevron N	40	207	-271	0	-367	-14	229
Vent 4 – Chevron S	0	0	0	0	0	0	0
Vent 4 – Chevron O	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 4 – Chevron E	-5	-21	29	0	38	2	-24
Vent 5 – Chevron N	19	100	-131	0	-176	-7	110
Vent 5 – Chevron S	-24	-121	160	0	214	7	-133
Vent 5 – Chevron O	-24	-121	160	0	214	7	-133
Vent 5 – Chevron E	-19	-100	131	0	176	7	-110
Vent 6 – Chevron N	-19	-100	131	0	176	7	-110
Vent 6 – Chevron S	19	100	-131	0	-176	-7	110
Vent 6 – Chevron O	-24	-121	160	0	214	7	-133
Vent 6 – Chevron E	-24	-121	160	0	214	7	-133
Vent 7 – Chevron N	-24	-121	160	0	214	7	-133
Vent 7 – Chevron S	-24	-121	160	0	214	7	-133
Vent 7 – Chevron O	-19	-100	131	0	176	7	-110
Vent 7 – Chevron E	19	100	-131	0	-176	-7	110
Vent 8 – Chevron N	19	100	-131	0	-176	-7	110
Vent 8 – Chevron S	-19	-100	131	0	176	7	-110
Vent 8 – Chevron O	-24	-121	160	0	214	7	-133
Vent 8 – Chevron E	-24	-121	160	0	214	7	-133

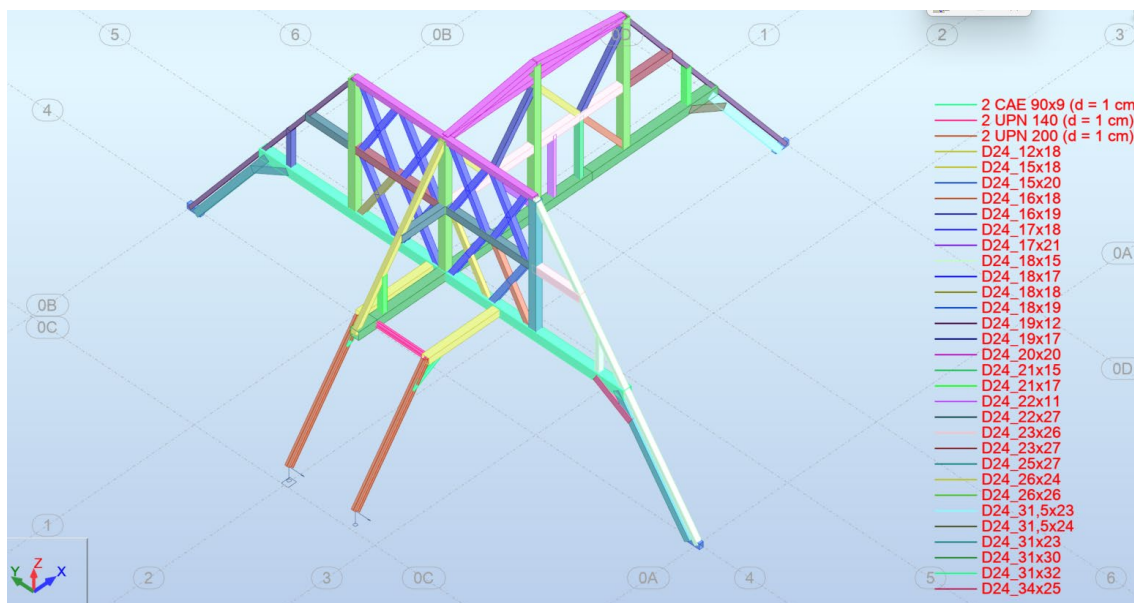
Pour le chargement des arêtiers dans la modélisation 3D principale, nous avons appliqué des charges trapézoïdales du pied à la tête de l'élément dans les directions Z (vertical), X et Y (horizontales) avec un minimum nul en pied et un maximum en tête correspondant aux valeurs rapportées par les chevrons s'appuyant sur les lisses supérieures adjacentes (voir figure ci-dessous dans le cas du poids propre). De même, la lisse intermédiaire et l'entrait des arêtiers ont été chargés, puisqu'ils reçoivent aussi les lisses et entrails des chevrons adjacents.



Application du poids propre ramené par les chevrons sur l'arêtier Nord-Ouest (Nord dans la direction X) dans la modélisation 3D principale

4.1.4 Renforts métalliques

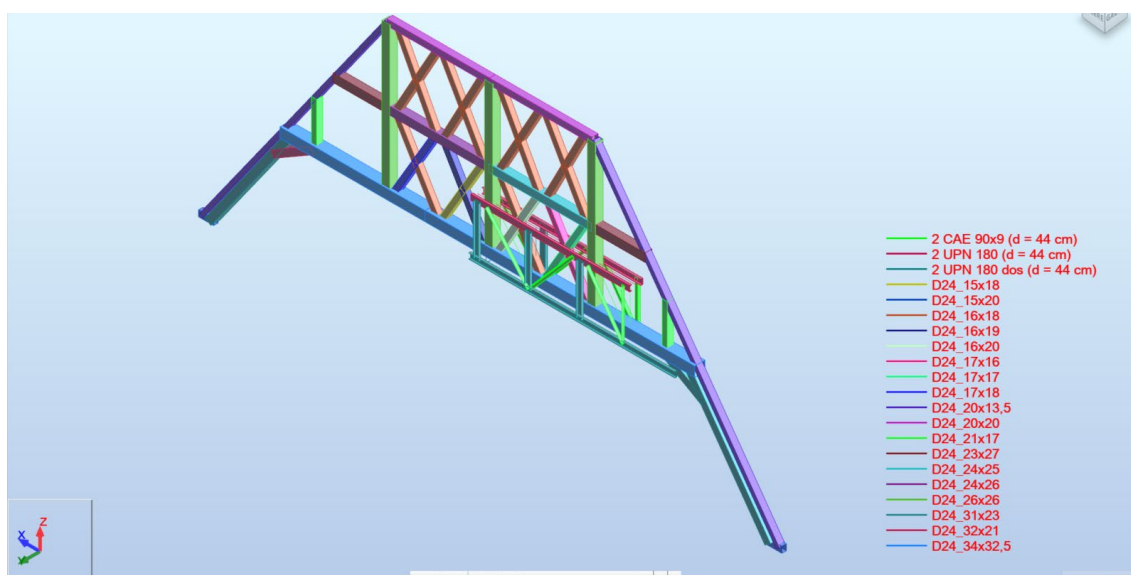
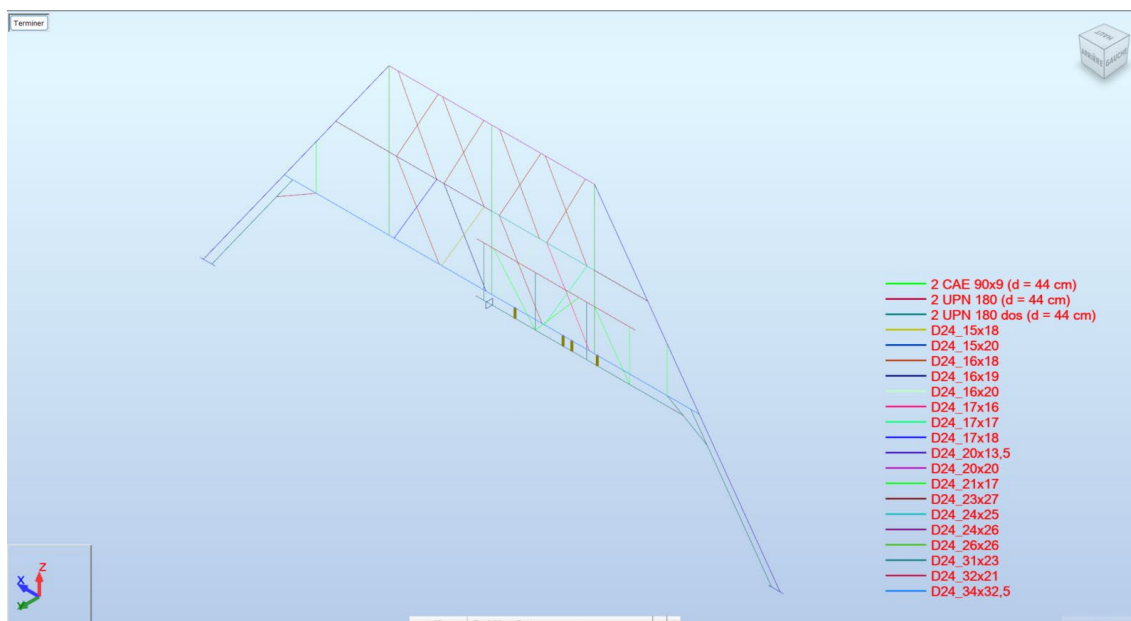
La poutre métallique en double IPN 360 mise en œuvre suite à l'ouverture du mur de refend Ouest-Est ainsi que le portique de reprise des chevrons interrompus suite à la création du couloir ont été intégrés au modèle. Pour le portique, les montants sont relâchés sur les chevrons eux-mêmes assemblés à l'entrait de la ferme file 4. L'assemblage métallique existant (gousset), est approximé par l'ajout de la double cornière métallique relevée sur place, afin de rigidifier l'ensemble. L'appui entre l'entrait et la lisse haute du portique est modélisée par une liaison compatible (voir figure ci-dessous).



Extrait du modèle 3D (Nord dans la direction X) comprenant le portique métallique pour la création du couloir vers le pavillon B associé à la ferme primaire file 2 et à la ferme secondaire file 4

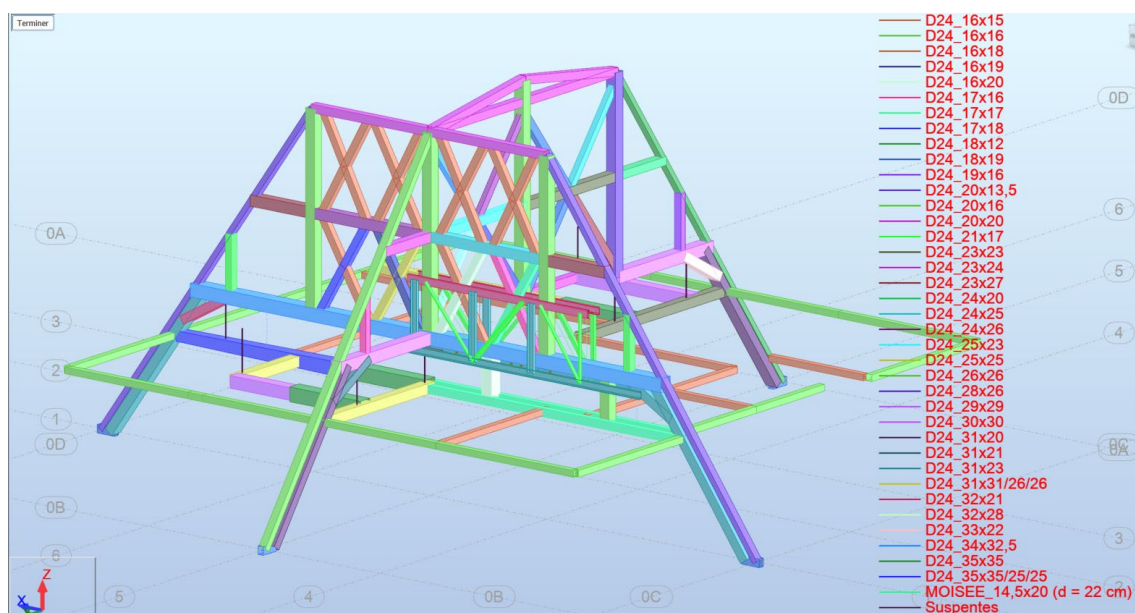
Les renforts des files 1 et 2 suivent les mêmes principes de modélisation. Ils sont tous les deux tracés dans le même plan que la ferme qu'ils soutiennent (le doublage de part et d'autre de la ferme est modélisé par des sections moisées) mais la lisse basse du renfort est placée sous l'entrait suivant une distance arbitraire de l'ordre de 30 cm pour la ferme 1 et 1 m pour la ferme 2, afin que la lisse basse se situe dans le même plan que la poutre de renfort mise en œuvre suite à l'ouverture du mur de refend. La connexion entre l'entrait et la lisse basse est ensuite établie à chaque jonction, par des liaisons rigides bloquées uniquement suivant l'axe Z et l'axe Y (perpendiculaire à la ferme), ce qui signifie que les efforts entre l'entrait et le renfort sont transmis dans ces deux directions (voir figures ci-dessous). En effet, on peut considérer que les entrails sont à la fois posés (direction Z) sur ces éléments métalliques (traverses ou cales avérées) et maintenus latéralement (direction Y) par les montants.

Pour le renfort de la file 1, celui est fixé et relâché en extrémité Sud sur l'aisseleur de la ferme (voir figure ci-dessous).



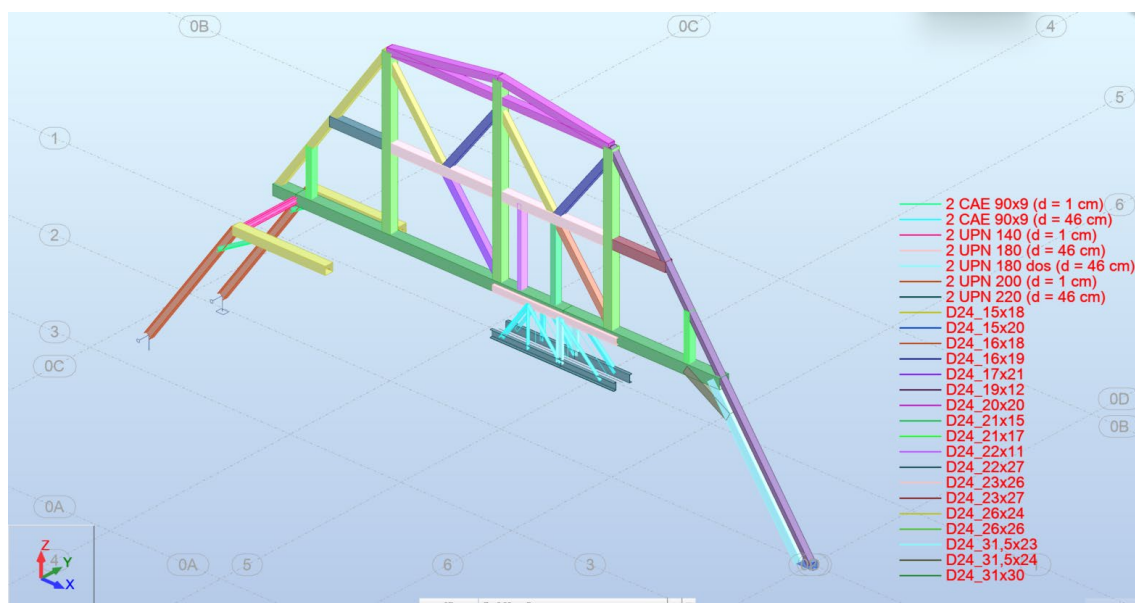
Vue la modélisation de la poutre treillis de renfort de l'entrait de la ferme file 1 (liaisons rigides), Nord dans la direction X, avec sections pleines (bas) et en représentation filaire (haut)

L'autre extrémité est appuyée sur la structure d'enchevêtrement de la souche de cheminée via la cale bois repérée sur site. Cette cale bois est intégrée au modèle afin de vérifier son comportement et son influence sur la stabilité de la ferme et des poutres d'enchevêtrement de la cheminée. Elle est directement connectée à la lisse basse du renfort et son comportement en traction-compression est imposé dans le modèle. En partie basse, elle s'appuie sur la poutrelle métallique en double UPN 120 (sur-chevêtre) relevée lors des sondages, elle-même appuyée sur les poutres d'enchevêtrement via des liaisons rigides (voir figures ci-dessous).



Extrait du modèle 3D (Nord dans la direction X) comprenant les dispositions d'enchevêtrement de la souche de cheminée associées à la ferme primaire file 1 et à la ferme secondaire file 5

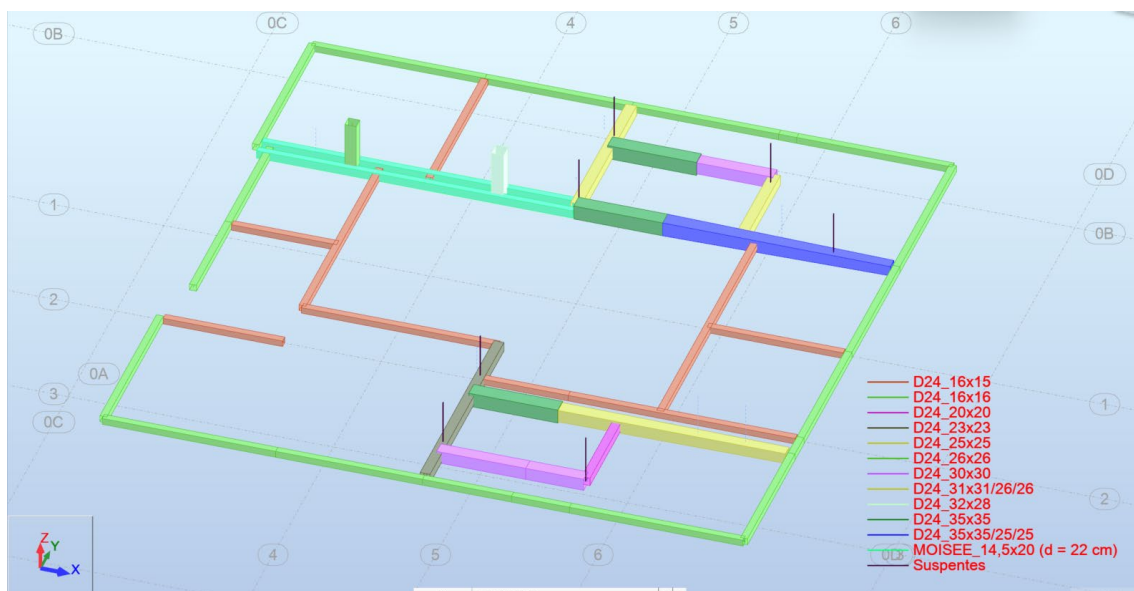
La poutre treillis de renfort de la ferme file 2 a été modélisée de façon analogue. En revanche, son seul appui se situe à mi-portée, à l'intersection avec la poutre mis en œuvre suite à l'ouverture du mur de refend Ouest-Est. Cet appui a été modélisé par un nœud compatible. Tout comme pour la ferme file 1, l'entrait s'appuie sur la lisse basse via des liaisons rigides bloquées en Z et en X (voir figures ci-dessous).



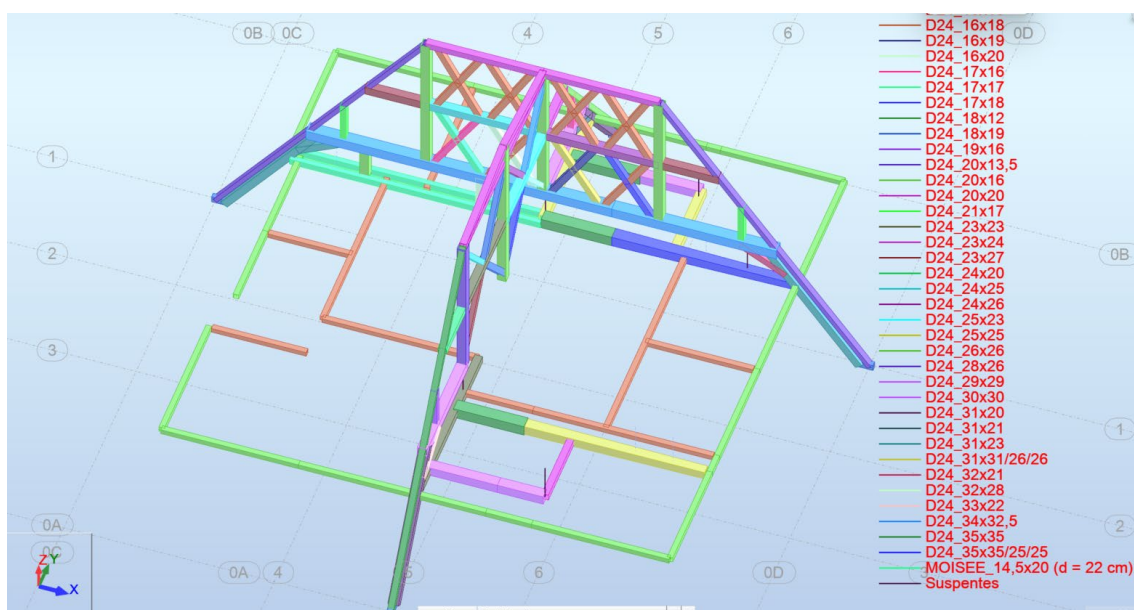
Vue la modélisation de la poutre treillis de renfort de l'entrait de la ferme file 2 (liaisons rigides)

4.1.5 Plafond du R+3 et dispositions d'enchevêtrement des cheminées

Les charges du plafond des bureaux du R+3 et les dispositions d'enchevêtrement portant les souches de cheminées sont intégrées dans le modèle par modélisation des poutres principales du plafond et suspension aux fermes de charpente.



Modélisation des pièces principales du plafond du R+3 et des dispositions d'enchevêtrement des souches de cheminées

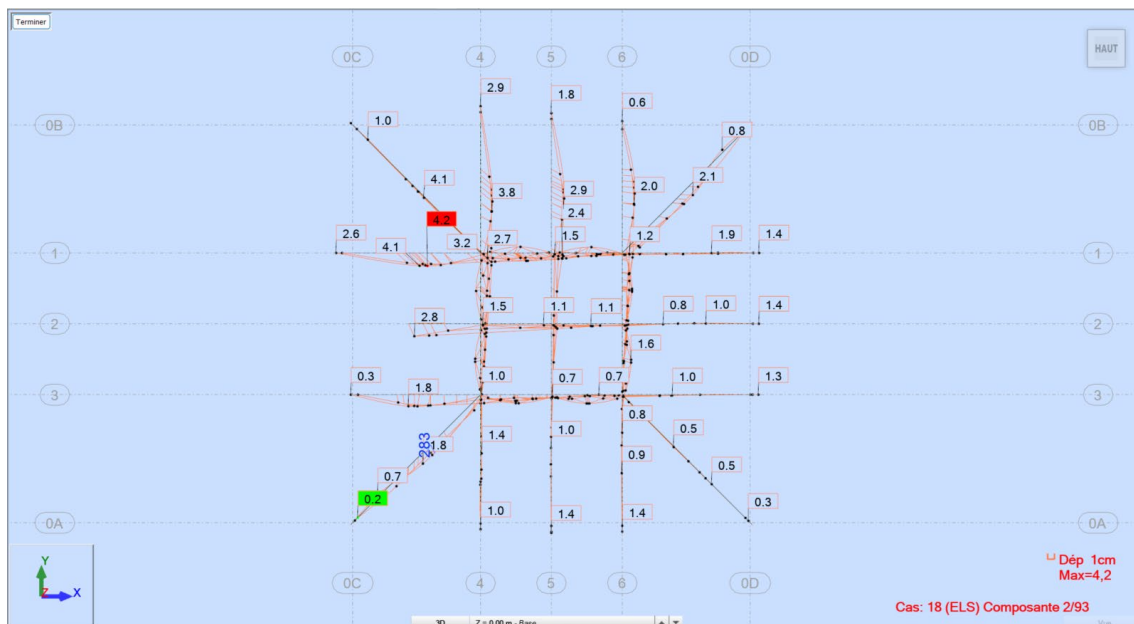


Structure du plafond du R+3 et dispositions d'enchevêtrement suspendues aux fermes file 1 et file 5.

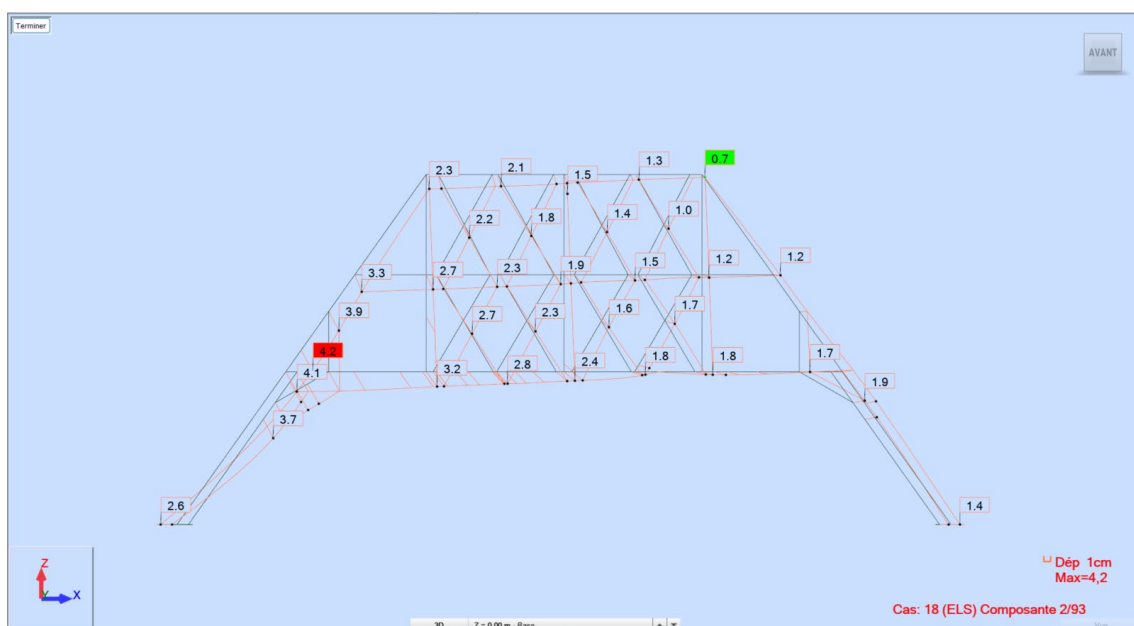
4.2 Analyse

4.2.1 Déformations

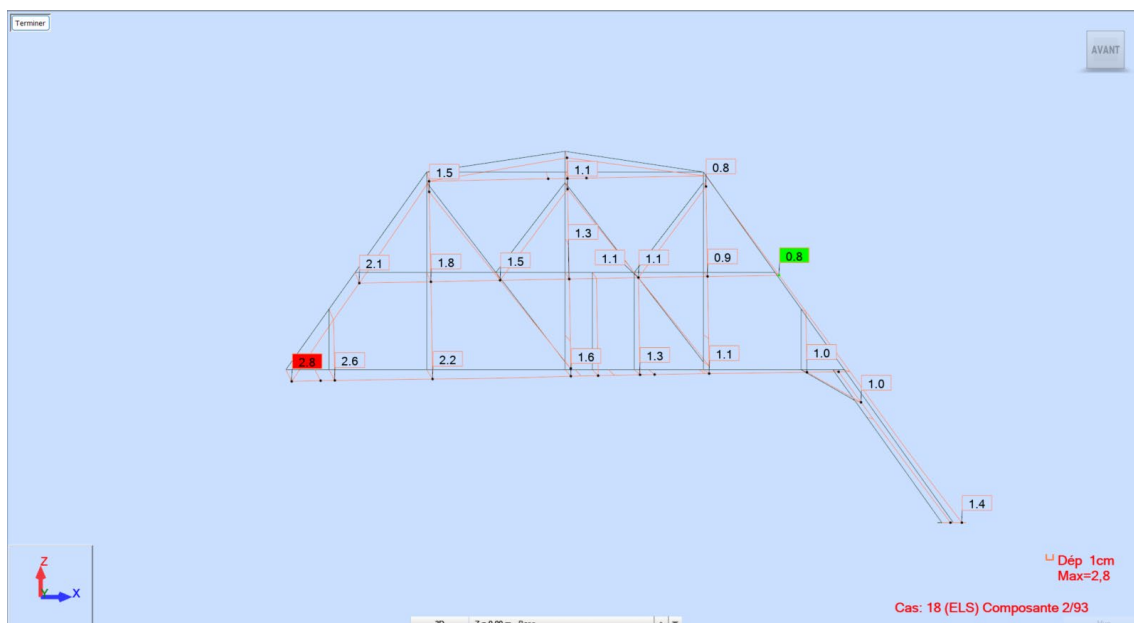
Les résultats en termes de déformations maximales sous combinaison ELS (sous charges permanentes et d'exploitation uniquement) dans l'état actuel sont reportés dans les figures ci-après.



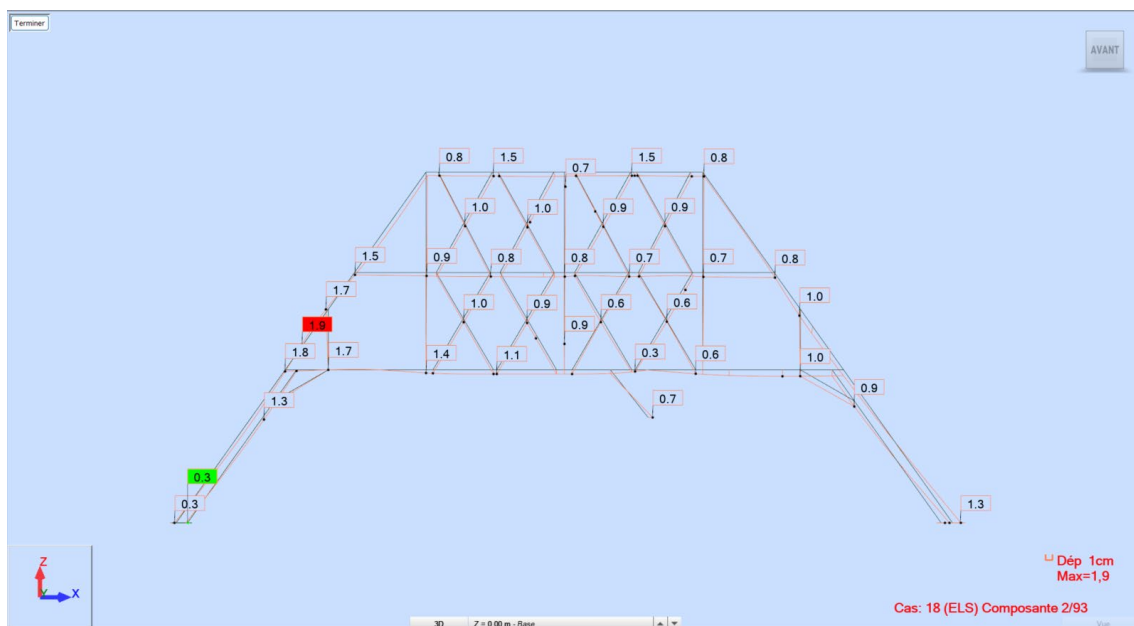
Déformations générales des fermes principales et arêtières [cm] sous combinaison ELS (CP + SE) – vue en plan (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)



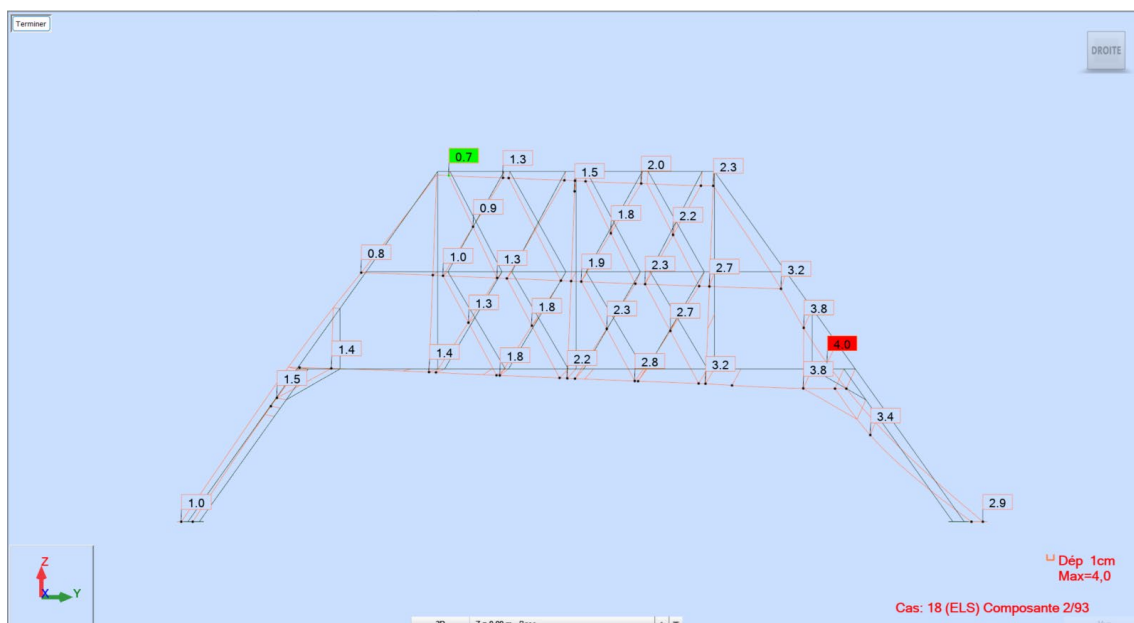
Déformations générales de la ferme file 1 [cm] sous combinaison ELS (CP + SE) – vue en élévation (Nord dans la direction X)



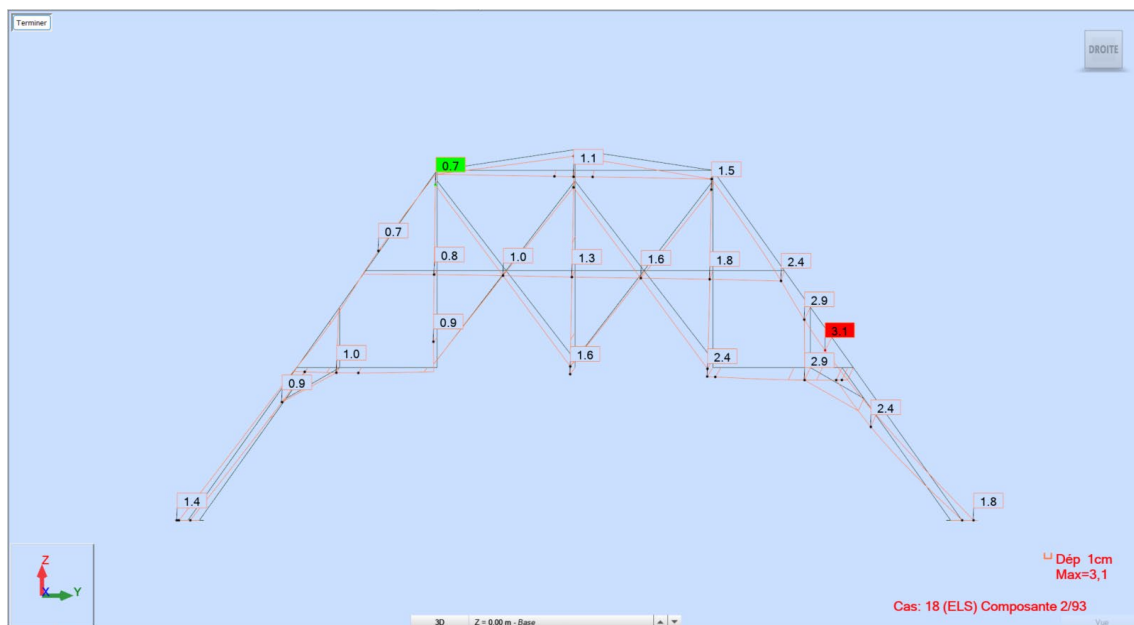
*Déformations générales de la ferme file 2 [cm] sous combinaison ELS (CP + SE) – vue en élévation
(Nord dans la direction X)*



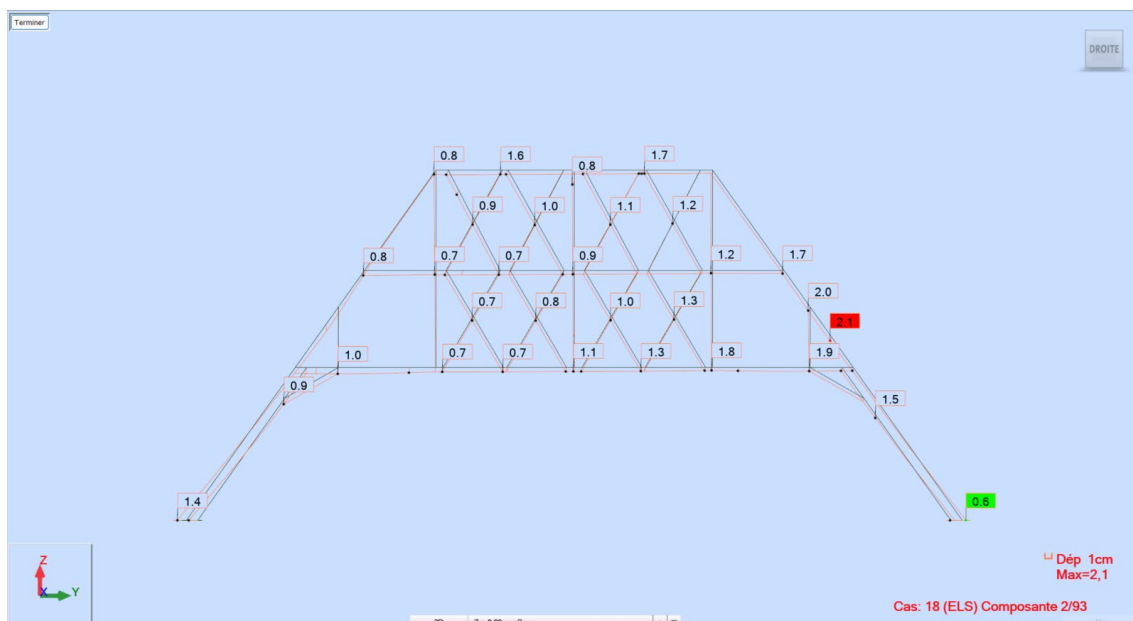
*Déformations générales de la ferme file 3 [cm] sous combinaison ELS (CP + SE) – vue en élévation
(Nord dans la direction X)*



Déformations générales de la ferme file 4 [cm] sous combinaison ELS (CP + SE) – vue en élévation (Ouest dans la direction Y)



Déformations générales de la ferme file 5 [cm] sous combinaison ELS (CP + SE) – vue en élévation (Ouest dans la direction Y)



Déformations générales de la ferme file 6 [cm] sous combinaison ELS (CP + SE) – vue en plan (Ouest dans la direction Y)

Nous constatons que la charpente du pavillon A subit plus de déformations dans l'angle Sud-Ouest. Le pied Sud de la ferme 1, et le pied Ouest de la ferme 4, glissent vers l'extérieur dans le plan horizontal, de 26 mm (ferme 1) et 29 mm (ferme 4). Ces valeurs restent relativement faibles et acceptables pour une charpente de cette envergure, mais sont sensiblement plus élevées que dans le reste de la structure, où les glissements des pieds de fermes et d'arêtières sont compris entre 3 et 18 mm, témoignant d'une tendance de la charpente à se déformer dans l'angle Sud-Ouest. Ceci peut s'expliquer par la répartition en plan des appuis type rotule de la charpente. Dans la partie Sud-Ouest, aucun mur de refend ne permet la reprise des efforts horizontaux et donc la stabilisation de la charpente face aux déplacements horizontaux.

Le maximum des déformations est atteint à mi portée du chevron Sud de la ferme file 1. Celui-ci ploie de 42 mm dans une direction à peu près orthogonale à sa fibre. Ce déplacement maximum est lié à la déformation continue vers le Sud du tronçon Sud de l'entrait de la ferme file 1. Nous constatons que l'assemblage entre l'arbalétrier, l'aisielier et l'entrait de ferme, côté Sud, se déforme complètement. La triangulation fonctionne mal ici, l'ensemble n'étant pas suffisamment rigide ou bien trop sollicité. On constate d'ailleurs sur site que les assemblages entre ces éléments sont fortement ouverts, malgré la présence du renfort métallique. Cette déformation entraîne le fléchissement du chevron à mi portée et accentue le glissement de ce dernier en pied. De même, les autres pièces de la ferme

file 1 épousent ce mouvement de basculement de l'entrait avec pour conséquence de déformer la partie Ouest de la ferme file 4 qui est raccordée à cette partie de la file 1.

La grande portée de ce tronçon Sud est également responsable des déformations. On remarque effectivement que dans la travée Nord, de portée plus faible, les déformations se traduisent uniquement par un effet de déplacement horizontal, le fléchissement vertical est relativement faible.

Enfin, la suppression de l'aiselier Sud sous l'entrait de la ferme file 1 sur le mur de refend est également préjudiciable pour le comportement de la ferme file 1. On peut le ressentir par comparaison avec les déformations des fermes files 2 et 3 autour de cet assemblage. La ferme file 3 dispose toujours de son aisselier qui permet un appui plus uniforme et plus étendu sur la longueur de l'entrait, sur le mur de refend Ouest-Est. L'entrait de la ferme file 3 prend donc une courbure moins prononcée au tour de l'appui sur le mur de refend. Si la ferme file 2 ne dispose plus d'aiseliers, le renfort en treillis métallique assure cette fonction d'appui linéaire et étendu sous l'entrait. On remarque donc là aussi un fléchissement de l'entrait plus diffus et la variation brutale d'inclinaison autour du mur de refend identifiable sur les déformations de l'entrait file 1, n'existe pas pour la file 2.

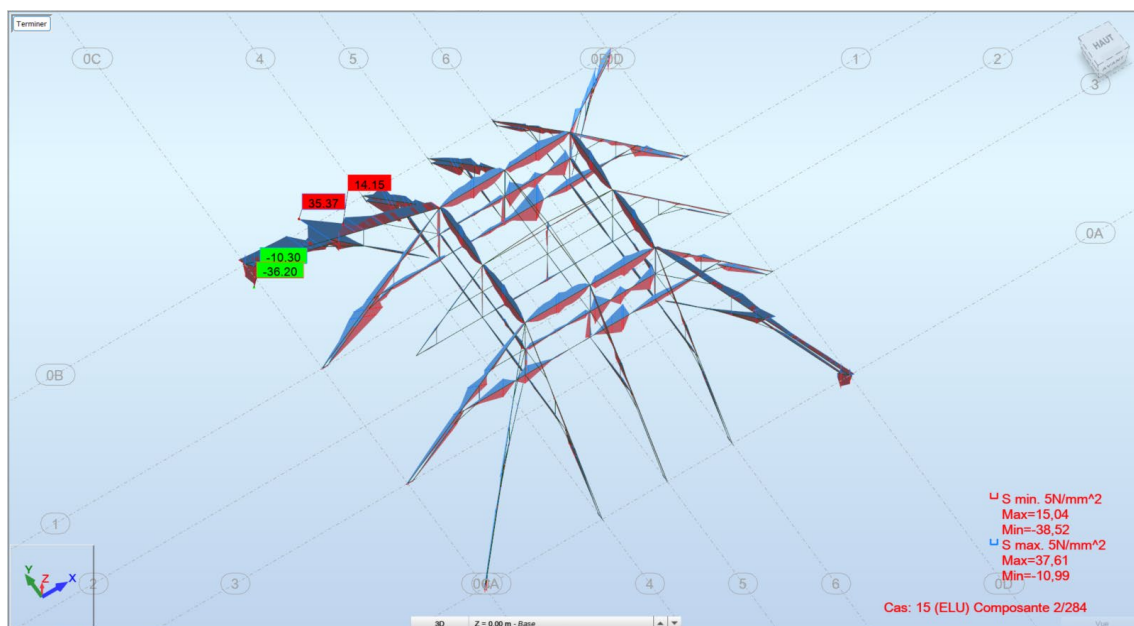
Notons que l'allure de la déformée de la charpente dans la modélisation, est cohérente avec l'allure générale des déformations réelles identifiées par le nuage de points. Si l'intensité des déformations reste plus faible que les déformations réelles mesurées, nous rappelons que les résultats de la modélisation sont théoriques, basés sur des bois sains et des assemblages intacts entre les pièces. Il ne s'agit donc pas là de mesures exactes des déformations et les intensités des déplacements sont utilisées uniquement pour juger la validité du modèle et pour analyser le comportement de façon relative. C'est avant tout l'allure de la déformée qui doit être retenue. Par ailleurs, les effets des charges climatiques ne sont pas représentés dans les illustrations des déformations utilisée ici. Les effets du vent pouvant traduire des déformations dissymétriques, nous analysons les déformations sous charges simples et verticales uniquement (charges permanentes et surcharges d'exploitations sur les planchers), pour comprendre l'allure de la déformée liées aux conditions d'appuis aux dispositions géométriques de la charpente uniquement. Enfin, la modélisation ne peut pas non plus refléter l'histoire de la charpente et les surcharges successivement ajoutées en plancher de combles lors des changements d'affectation des espaces (logements, archivages, etc.) qui ont eu une forte incidence (généralement irréversible) sur les déformations visibles aujourd'hui.

4.2.2 Sollicitations

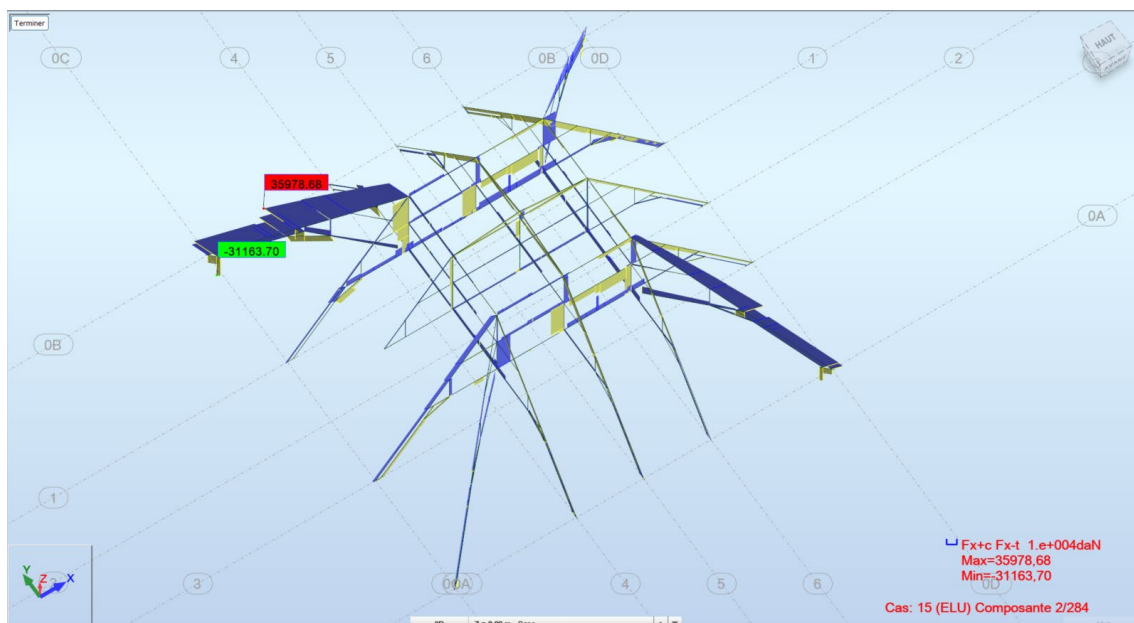
Nous reportons ci-dessous, sous combinaison de charges ELU (considérant les charges permanentes et d'exploitation uniquement : 1,35 CP + 1,5 SE), le diagramme des contraintes normales maximales, le diagramme des efforts axiaux maximaux et le diagramme des efforts tranchants maximaux dans les pièces principales de la charpente.

D'une manière générale, nous constatons que les pièces de bois les plus sollicitées sont :

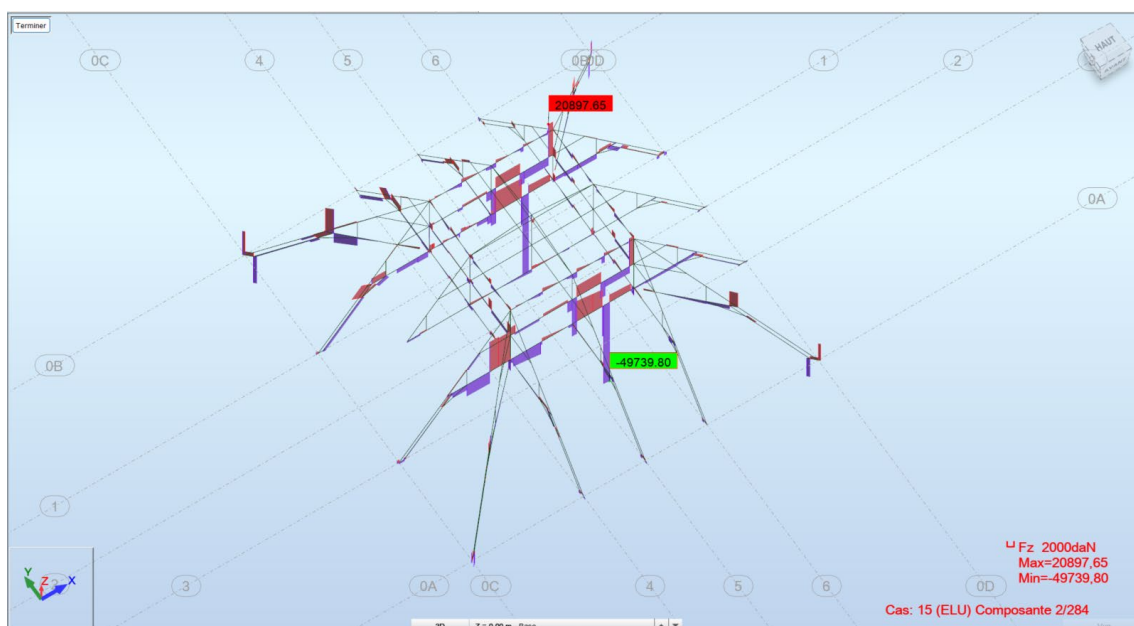
- Les demi-fermes Ouest d'arêtier et en particulier celle dans l'angle Nord-Ouest ;
- Les fermes primaires 1 et 3 ;
- La partie Ouest des fermes primaires 4, 5 et 6.



Contraintes normales (flexion + traction ou compression) extrêmes [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour les fermes principales (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)



Efforts axiaux maximaux (compression en bleu, traction en jaune) [daN] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour les fermes principales (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)



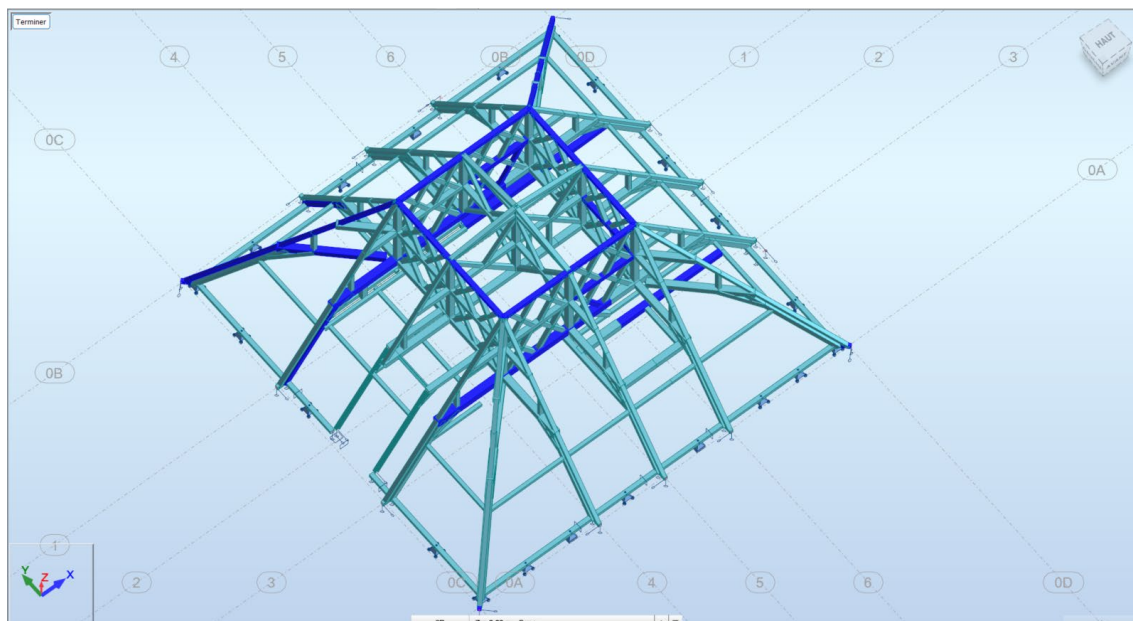
Efforts tranchants maximaux [daN] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour les fermes principales (Nord dans la direction x et files numérotées selon nomenclature)

4.2.3 Vérification des pièces en bois

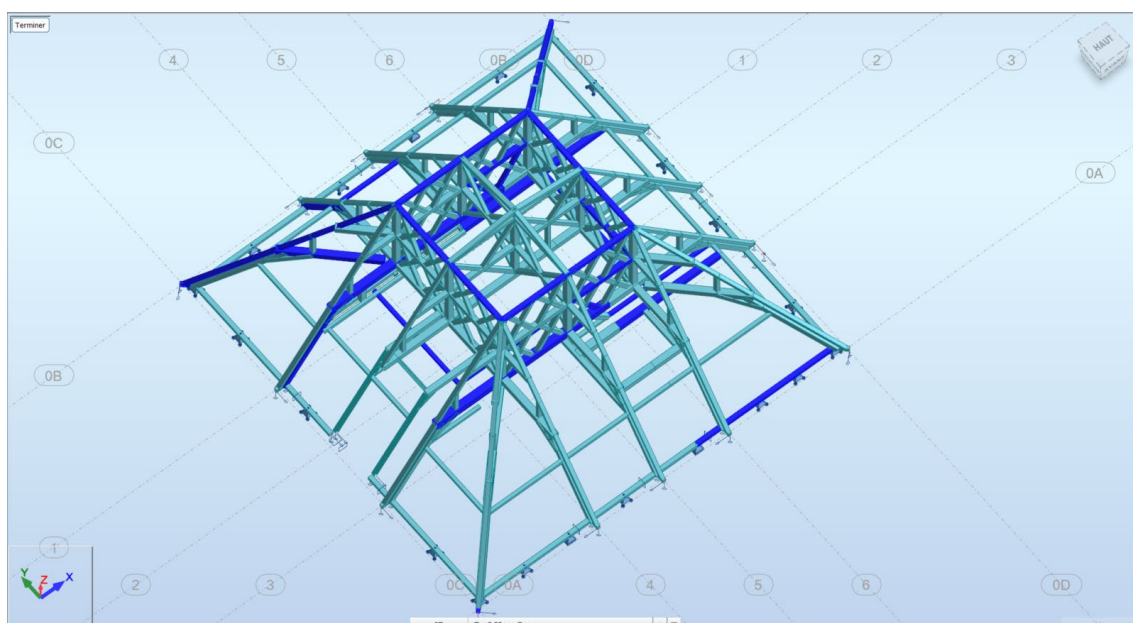
Chaque pièce de la charpente est étudiée en contrainte et en stabilité (flambement et/ou déversement selon les sollicitations) à l'ELU et en déplacements à l'ELS. Les vérifications des pièces prennent cette fois en compte toutes les combinaisons de charges, les charges climatiques de neige et de vent entrent donc maintenant en considération. Les résultats sont présentés dans leur ensemble dans les tableaux en annexe (partie 6). Dans le tableau ci-dessous, sont présentées uniquement les pièces non vérifiées en contraintes (vérification à l'ELU).

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(vy)	Cas (vy)	Ratio(uz)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)
4 Entrait - File 1	✗ D24_34x32.5	D24	95.11	90.91	4.21	15 ELU /19/	0.23	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.25	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
21 Contrefiche - File 1	✗ D24_16x18	D24	28.22	31.74	1.34	15 ELU /19/	0.05	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.09	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.29	ELS CAR /24/ 1*1.00	0.37	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
22 Contrefiche - File 1	✗ D24_16x18	D24	25.19	28.34	1.29	15 ELU /19/	0.05	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.08	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.61	ELS CAR /24/ 1*1.00	0.15	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
24 Arbalétrier - Inf - File 1	✗ D24_31x23	D24	69.53	51.59	1.13	15 ELU /19/	0.19	(1+0.6)*1 + (1+0)	1.19	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	1.75	ELS CAR /24/ 1*1.00	0.91	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
36 Lisse - Inter - File 1	✗ D24_24x26	D24	45.30	49.07	3.37	15 ELU /19/	0.17	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.18	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
37 Lisse - Sup - File 1	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.12	15 ELU /2/	1.10	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.10	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
39 Lisse - Sup - File 1	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.20	15 ELU /2/	1.10	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.10	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
54 Contrefiche - File 1	✗ D24_15x18	D24	25.37	30.44	1.36	15 ELU /19/	0.09	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.09	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.28	ELS CAR /24/ 1*1.00	0.11	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
55 Contrefiche - File 1	✗ D24_15x18	D24	28.04	33.64	1.42	15 ELU /19/	0.10	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.10	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.63	ELS CAR /24/ 1*1.00	0.63	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
120 Entrait - File 3	✗ D24_34x37	D24	83.53	90.90	3.61	15 ELU /19/	0.15	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.22	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
150 Lisse - Inter - File 3	✗ D24_24x25	D24	47.11	49.07	3.60	15 ELU /19/	0.17	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.17	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
151 Lisse - Sup - File 3	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.08	15 ELU /2/	1.07	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.09	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
153 Lisse - Sup - File 3	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.22	15 ELU /2/	1.03	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.09	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
169 Contrefiche - File 3	✗ D24_17x19	D24	26.56	29.69	1.01	15 ELU /19/	0.05	1*9	0.09	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.16	ELS CAR /7/ 1*1.00 +	0.47	ELS CAR /7/ 1*1.00 + 2
179 Lisse - Sup - File 6	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.14	15 ELU /2/	1.05	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.06	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
192 Lisse - Inter - File 6	✗ D24_22x26	D24	45.30	53.54	1.02	15 ELU /2/	0.24	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.06	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
205 Lisse - Sup - File 6	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.17	15 ELU /2/	1.05	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.08	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
215 Arbalétrier - Inf - File 4	✗ D24_31x23	D24	69.53	51.59	1.03	15 ELU /19/	0.14	(1+0.6)*1 + (1+0)	1.10	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	1.16	ELS CAR /24/ 1*1.00	1.68	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
220 Lisse - Sup - File 4	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.05	15 ELU /2/	1.07	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.09	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
244 Lisse - Sup - File 4	✗ D24_20x20	D24	58.89	58.89	1.10	15 ELU /213/	1.07	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.07	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
278 Blochet	✗ D24_15x20	D24	11.46	15.28	1.87	15 ELU /2/	0.01	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.02	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
279 Blochet	✗ D24_15x20	D24	11.46	15.28	2.50	15 ELU /2/	0.01	0.7*4 + 0.5*6 + 1*	0.02	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
285 Arbalétrier - Sur SO	✗ D24_19x12	D24	353.20	223.08	2.85	15 ELU /19/	0.77	1*9	0.96	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.21	ELS CAR /24/ 1*1.00	0.11	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
286 Entrait - Arbalétrier SO	✗ D24_29x29	D24	52.99	52.99	1.68	15 ELU /2/	0.15	1*9	0.16	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
288 Blochet	✗ D24_15x20	D24	11.46	15.28	3.58	15 ELU /2/	0.01	1*7	0.03	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
292 Arbalétrier - Sur NO	✗ D24_19x12	D24	353.20	223.08	1.08	15 ELU /85/	0.63	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.57	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.15	ELS CAR /24/ 1*1.00	0.10	ELS CAR /24/ 1*1.00 +
295 Blochet	✗ D24_15x20	D24	11.46	15.28	1.96	15 ELU /2/	0.01	1*7	0.02	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
322 Panne - PHR03	✗ D24_16x16	D24	73.61	73.61	1.01	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)*1 + (1+0)	1.16	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
341 Sablière	✗ D24_20x18	D24	136.45	122.80	1.06	15 ELU /19/	0.99	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.01	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	0.04	ELS CAR /5/ 1*1.00 +	0.04	ELS CAR /5/ 1*1.00 + 2
345 Chevêtre - PHR03	✗ D24_16x15	D24	126.32	118.43	1.13	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)*1 + (1+0)	2.25	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
346 Chevêtre - PHR03	✗ D24_16x15	D24	105.08	98.51	1.54	15 ELU /19/	0.00	0.7*4 + 1*11	2.55	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
347 Chevêtre - PHR03	✗ D24_16x15	D24	121.36	113.78	1.94	15 ELU /19/	0.01	1*9	3.12	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
355 Chevêtre - PHR03	✗ D24_16x15	D24	157.04	147.22	2.20	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)*1 + (1+0)	5.42	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
421 Chevêtre - Cheminée E	✗ D24_31x31/26/26	D24	63.50	63.50	1.08	15 ELU /19/	0.00	0.5*6 + 1*9	0.11	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
430 Chevêtre - Cheminée O	✗ D24_35x35	D24	20.39	20.39	1.05	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.16	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
431 Chevêtre - Cheminée O	✗ D24_35x35/25/25	D24	59.43	59.43	1.05	15 ELU /19/	0.00	0.5*6 + 1*7	0.14	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-
441 Entrait	✗ D24_20x20	D24	52.69	52.69	1.05	15 ELU /19/	0.02	(1+0.6)*1 + (1+0)	0.59	(1+0.6)*1 + (1+0.6)*	-	-	-	-

Les pièces sur-sollicitées en contrainte normale due à la flexion composée ou en contrainte de cisaillement sont identifiés directement sur le modèle, dans les figures ci-dessous.



Mise en évidence des pièces sur-sollicitées en contrainte de cisaillement - surbrillance en bleu (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)



Mise en évidence des pièces sur-sollicitées contrainte normale (combinaison de flexion + compression ou traction) - surbrillance en bleu (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)

On constate que les pièces sur-sollicitées se situent :

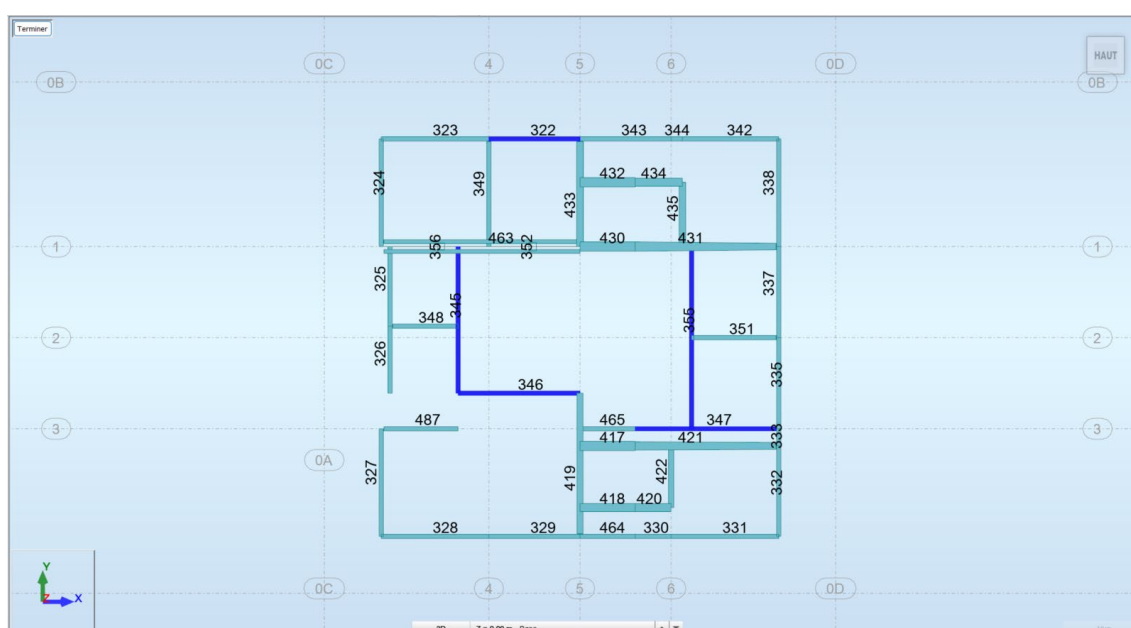
- Dans la structure du plafond du troisième étage ;

- Au niveau des structures de reprise des cheminées, tant dans la partie Est que dans la partie Ouest (solives d'enchevêtrement), ainsi que l'entrait de l'un des chevrons courants, modélisé à l'Ouest car il reprend une partie de la structure de support de la cheminée ;
- Au niveau de la ferme file 1 ;
- Au niveau de la ferme file 3 ;
- Au niveau de la ferme file 4 ;
- Au niveau de la ferme file 6 ;
- Au niveau des demies-fermes d'arêtier Sud-Ouest et Nord-Ouest.

Par la suite, nous analysons indépendamment le comportement et les résultats pour chaque sous-structure de la charpente, qui comporte des pièces non vérifiées en contrainte.

4.2.3.1 Plafond du troisième étage et dispositions d'enchevêtrement

Pour les pièces non valides en PHR+3, il s'agit de plusieurs chevêtres et des poutres principales portant les solives de plafond (voir figure ci-dessous).

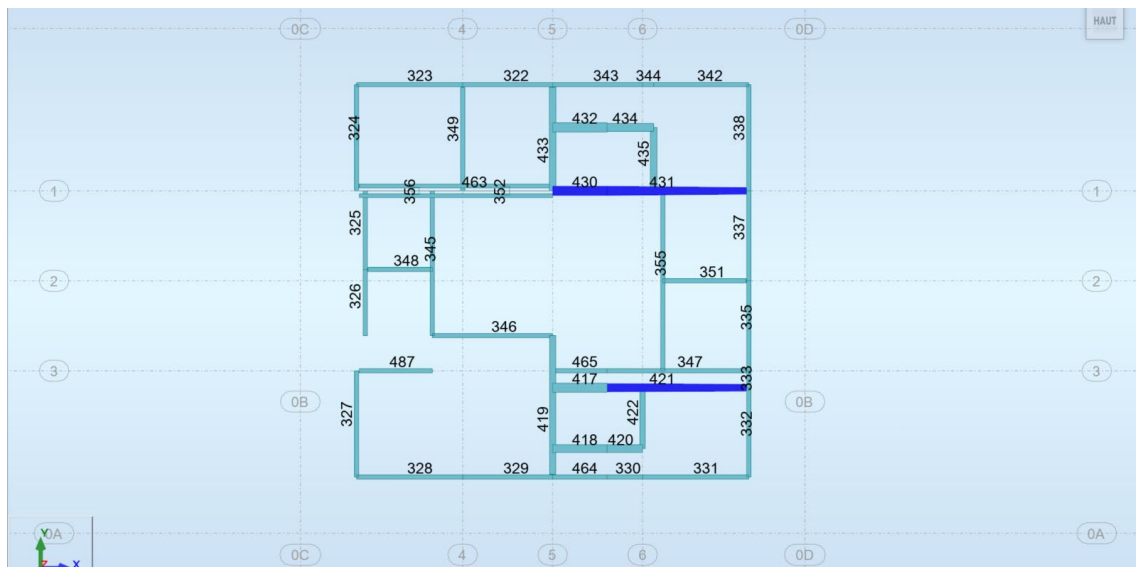


Pièces sur-sollicitées en plafond (plancher haut) du troisième étage vues en plan (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)

En ce qui concerne les pièces numérotées 345, 346, 347, 355, il s'agit des chevêtres encerclant le vide au niveau du plafond du hall en R+3. Celles-ci sont sur-sollicitées en

flexion simple pour des taux de travail compris entre 113% et 194%. La pièce 355 qui est sur-sollicitée en flexion et compression axiale combinée avec un taux de travail de 220%. Toutefois, les sections de ces pièces ne sont pas connues puisque celles-ci ne sont actuellement pas visibles et la section retenue (qui correspond à celle de la panne relevée sur site numérotée 322 dans la modélisation) reste faible pour des pièces d'une telle longueur. Aussi, nous rappelons que la modélisation du plafond du troisième étage avait surtout vocation à répartir convenablement les efforts dans le modèle, sachant que l'organisation structurelle de ce plancher n'est en réalité pas connue à ce stade (nombreuses hypothèses défavorables formulées). Ainsi, ces valeurs doivent être interprétées avec prudence, notamment parce qu'aucun désordre n'a réellement été observé dans ces zones. En ce qui concerne la pièce 322 dont la section a été relevée sur site, celle-ci est sur-sollicitée en flexion et compression axiale combinées, avec un taux de travail de 101%. Là aussi, cette valeur doit être relativisée puisque la portée de la pièce telle que considérée dans notre modélisation est un peu plus importante que dans la réalité. A ce stade, il n'y a donc pas lieu de prévoir de renforcement des pièces courantes en plafond du R+3, les sections pourront être contrôlée à l'occasion de la dépose complète des plafonds, le cas échéant.

Au niveau des structures de reprise des cheminées Est et Ouest, les poutres principales d'enchevêtrement sont sur-sollicitées en flexion au niveau de l'appui avec le mur de refend Ouest-Est (pièces numérotées 430, 431, 421), avec des taux de travail entre 106% et 108% en flexion et traction axiale combinée (voir figure ci-dessous).



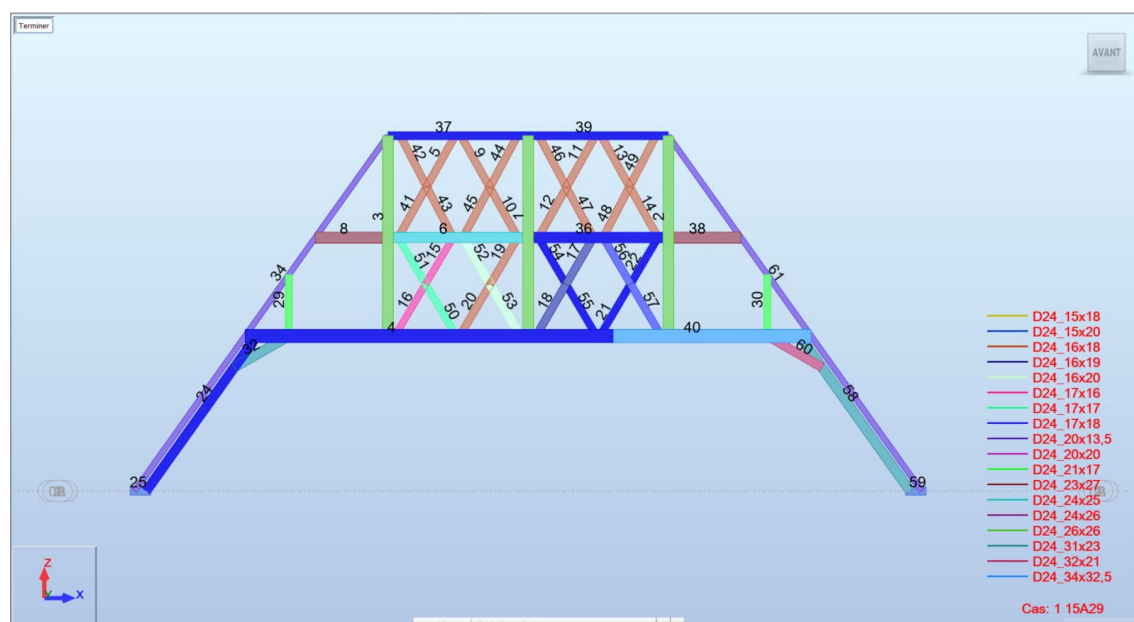
Pièces sur-sollicitées au niveau des structures de reprise des cheminées, vues en plan (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)

Les dépassements de la capacité des bois étant assez faible, on peut croire que ces pièces étaient initialement bien dimensionnées, mais que des surcharges parasites (renfort de la file 1 par exemple) et des dispositions d'appuis quelque peu sommaires (suspente métalliques) expliquent ces sur-sollicitations.

On restera vigilant pour la poutre d'enchevêtrement Ouest, celle-ci étant gercée et présentant des signes de torsion.

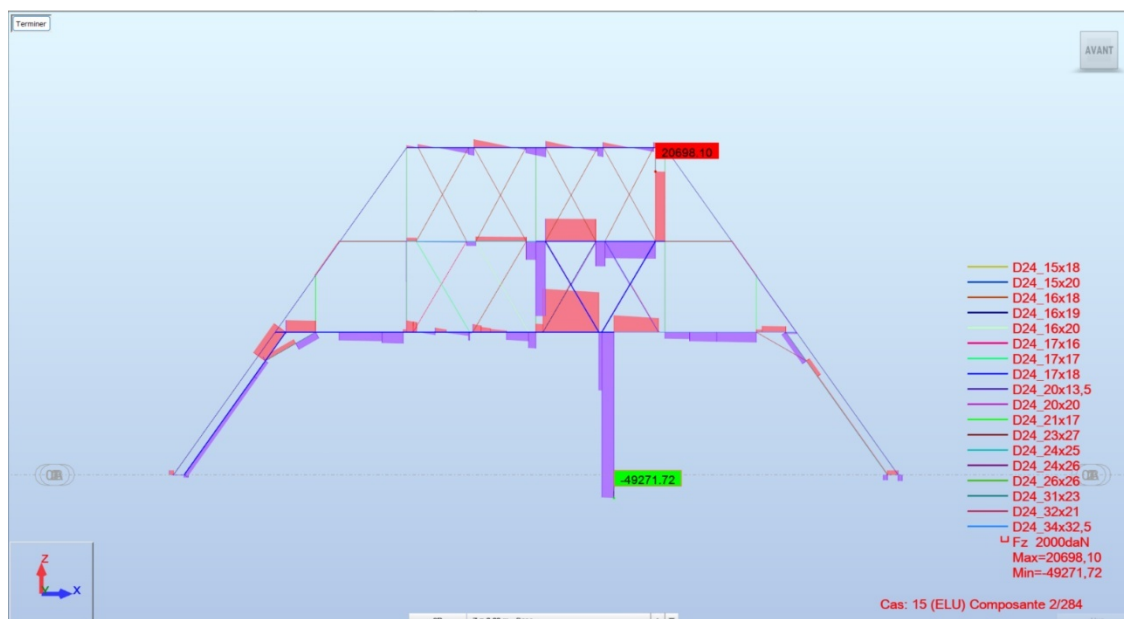
4.2.3.2 Ferme file 1

La ferme file 1 est celle qui présente le plus de pièces sur-sollicitées. Ces pièces correspondent au tronçon Sud de l'entrait (pièce 4), au sous-chevron Sud (pièce 24), à la lisse intermédiaire Nord (pièce 36), aux lisses hautes (pièces 37 et 38) ainsi qu'à plusieurs éléments des croix de contreventement basses de la partie Nord (voir figure ci-dessous).



Pièces sur-sollicitées au niveau de la ferme file 1, vue en élévation (Nord dans la direction X)

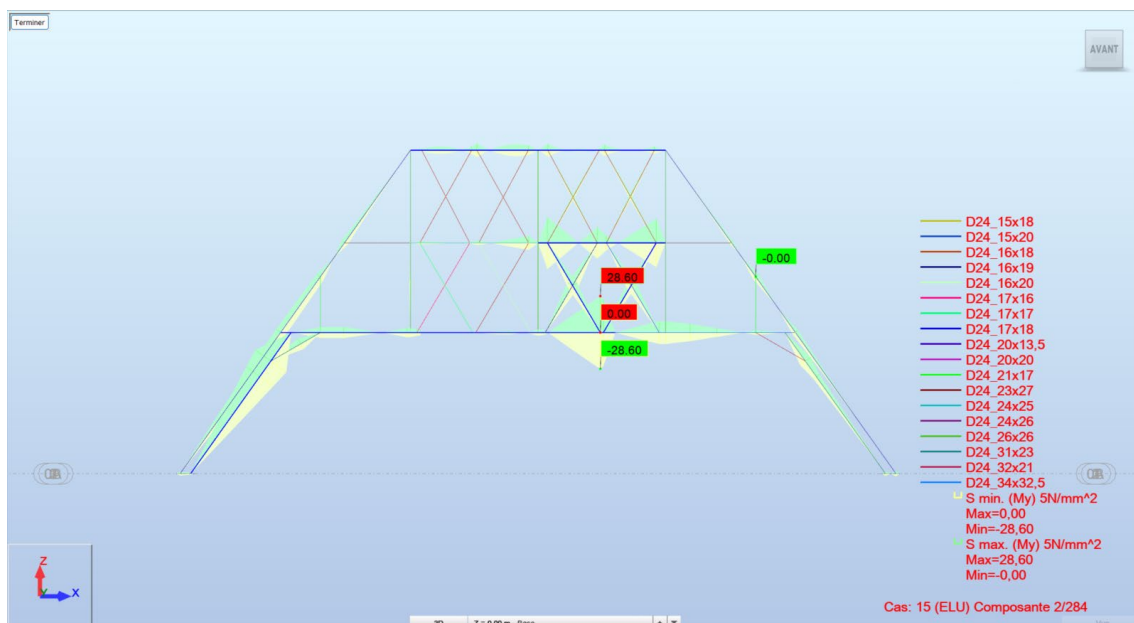
En termes de cisaillement, nous constatons que la partie Sud de l'entrait est très sollicitée au niveau de son appui avec le mur de refend Ouest-Est, ainsi que la lisse intermédiaire Nord (voir figure ci-dessous).



Efforts tranchants maximaux [daN] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 1
(Nord dans la direction X)

Les valeurs de cisaillement dans le modèle sont à interpréter avec précaution car certains artefacts de la modélisation donnent des valeurs excessives qui ne reflètent pas le comportement réel de la structure. Ici c'est la trop forte proximité entre l'appui sur le mur de refend, symbolisé par un appui ponctuel les assemblages des croix de contreventement sur l'entrait qui engendre de forte variation de l'effort tranchant. Néanmoins, on gardera en mémoire de l'entrait est très sollicité en cisaillement à proximité de cet appui sur le mur de refend et qu'une gerce horizontale s'organise dans cet entrait à cet endroit. Les pièces très sollicitées en cisaillement sont effectivement sensibles à la rupture des fibres du bois et donc à la propagation de ces gerces horizontales.

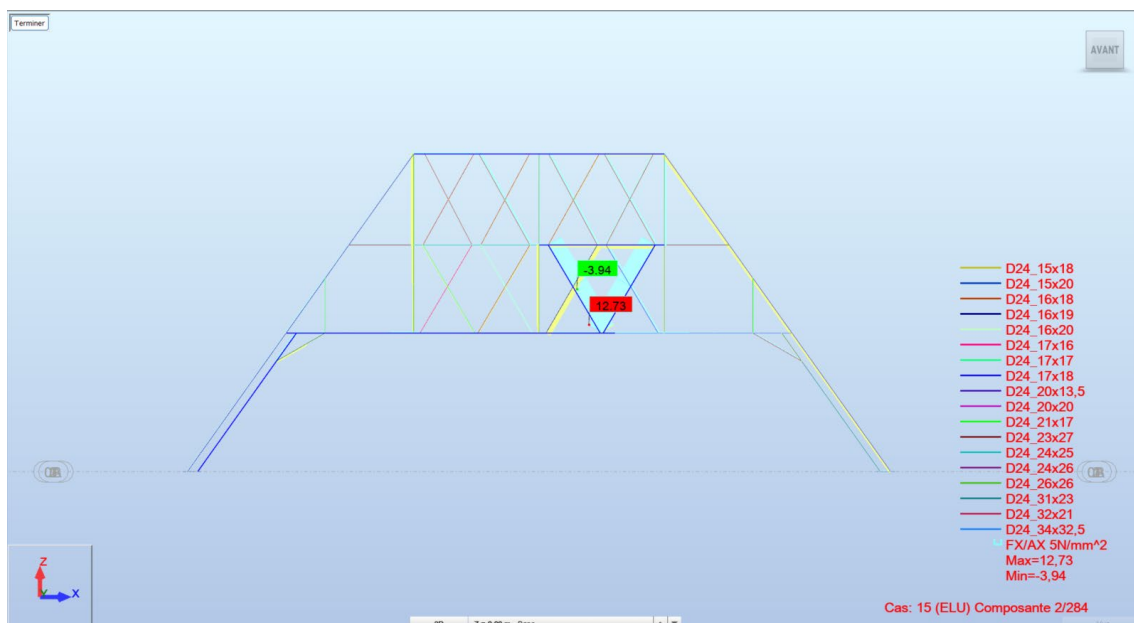
Pour la flexion, la partie Sud de l'entrait est également sollicitée bien au-delà des valeurs limites avec un pic à 32 MPa selon le cas ELU considéré. La partie Nord de l'entrait présente également un pic au niveau de la suspente retenant la solive d'enchevêtrement de la cheminée, mais qui reste acceptable. On remarque que la lisse intermédiaire non vérifiée présente aussi des maximums, qui correspondent aux appuis des croix de Saint-André. De même pour les deux lisses basses non vérifiées, les valeurs maximales en flexion sont liées aux assemblages avec les croix de contreventement. Le sous chevron Sud est aussi très sollicité en flexion, avec une valeur maximale liée à l'appui de l'aisielier qui soulage l'entrait en extrémité (voir figure ci-dessous).



Contraintes liées à la flexion [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 1 (Nord dans la direction X)

Ces valeurs sont en tout point conformes aux déformations tant théoriques (issues du modèles) que réelles (constatées dans l'état sanitaire).

En termes de sollicitations axiales, non constatons que les contrefiches non vérifiées ont des contraintes en compression très élevées fortes (voir figure ci-dessous).



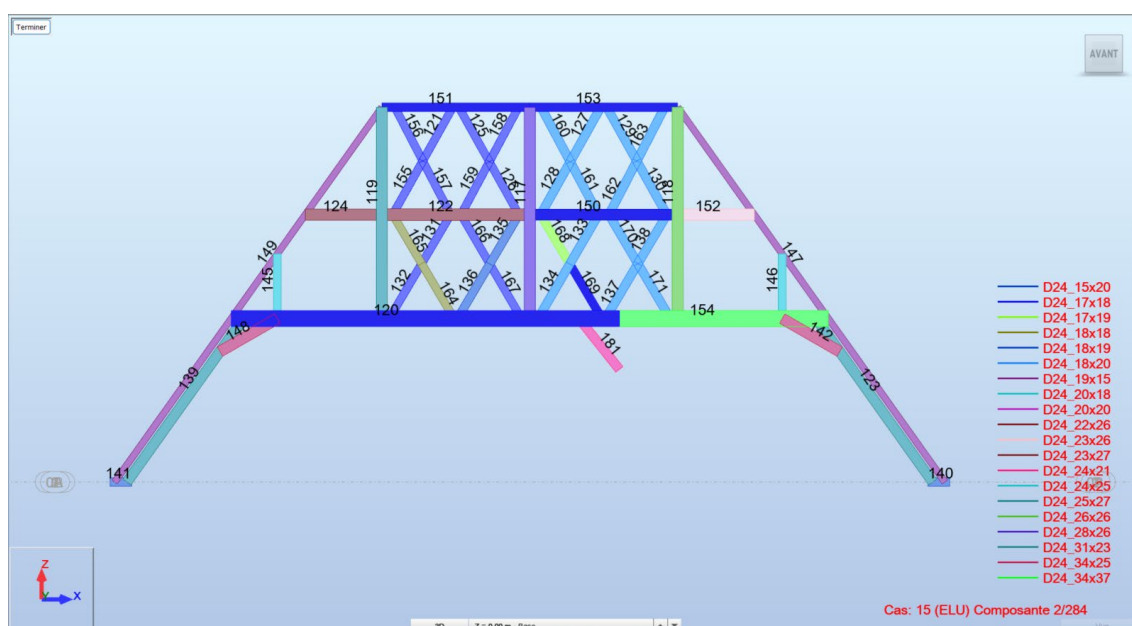
Contraintes axiales maximales (compression en bleu, traction en jaune) [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 1 (Nord dans la direction X)

L'appui ponctuel de l'entrait sur le mur de refend engendre une forte flexion sur appui de celui-ci (fibre supérieure comprimée). Cette compression est en partie transmise aux croix de contreventement qui sollicitent alors la lisse intermédiaire de façon excessive.

L'ensemble de ces résultats est cohérent avec l'état sanitaire de cette ferme, et lié à l'absence d'appuis intermédiaires du tronçon Sud de l'entrait et à l'appui trop concentré et non réparti (suppression des aisseliers) de l'entrait sur le mur de refend.

4.2.3.3 Ferme file 3

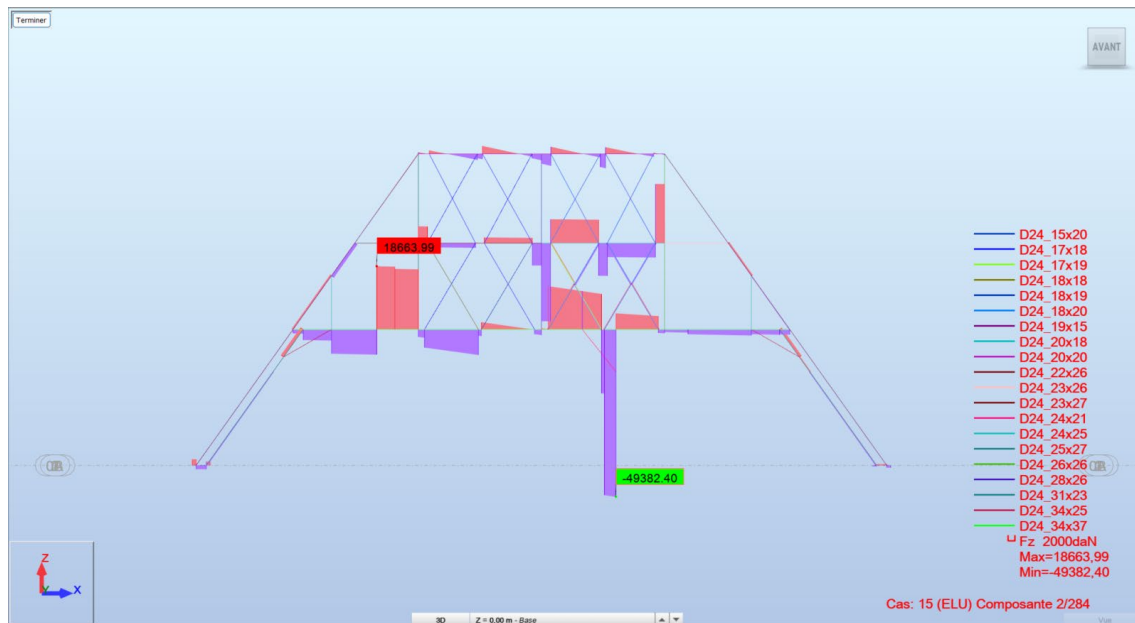
La ferme file 3 présente une répartition de pièces non valides similaire à la ferme file 1. Ces pièces correspondent au tronçon Sud de l'entrait (pièce 120), à la lisse intermédiaire Nord (pièce 150), à une pièce d'une croix de contreventement basse, dans la partie Nord (pièce 169) et aux deux lisses hautes (pièces 151 et 153). L'ensemble de ces pièces est repéré dans la figure ci-dessous.



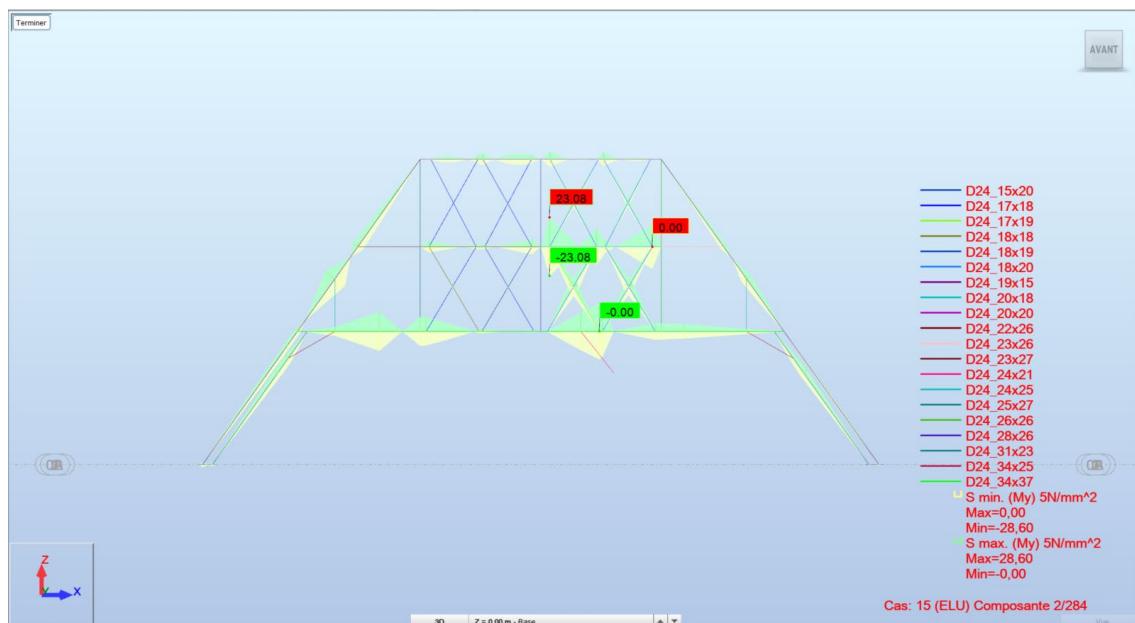
Pièces sur-sollicitées au niveau de la ferme file 3, vue en élévation (Nord dans la direction X)

Tout comme pour la ferme file 1, l'entrait de la ferme file 3 est sur-sollicité en cisaillement au niveau de son appui avec le mur de refend Ouest-Est. Nous pouvons donc signaler que la présence de l'aisseleur, même s'il améliore la disposition d'appui de l'entrait, ne suffit probablement pas à éviter l'excès de cisaillement dans l'entrait. Le second pic de sollicitation correspond au niveau de l'appui de l'entrait au Sud (voir figure ci-dessous). Cet appui a été modélisé ponctuellement alors que la ferme s'appuie plutôt linéairement sur le

mur Ouest de la cage d'escalier, cette variation de l'effort tranchant n'est donc pas à prendre en compte.



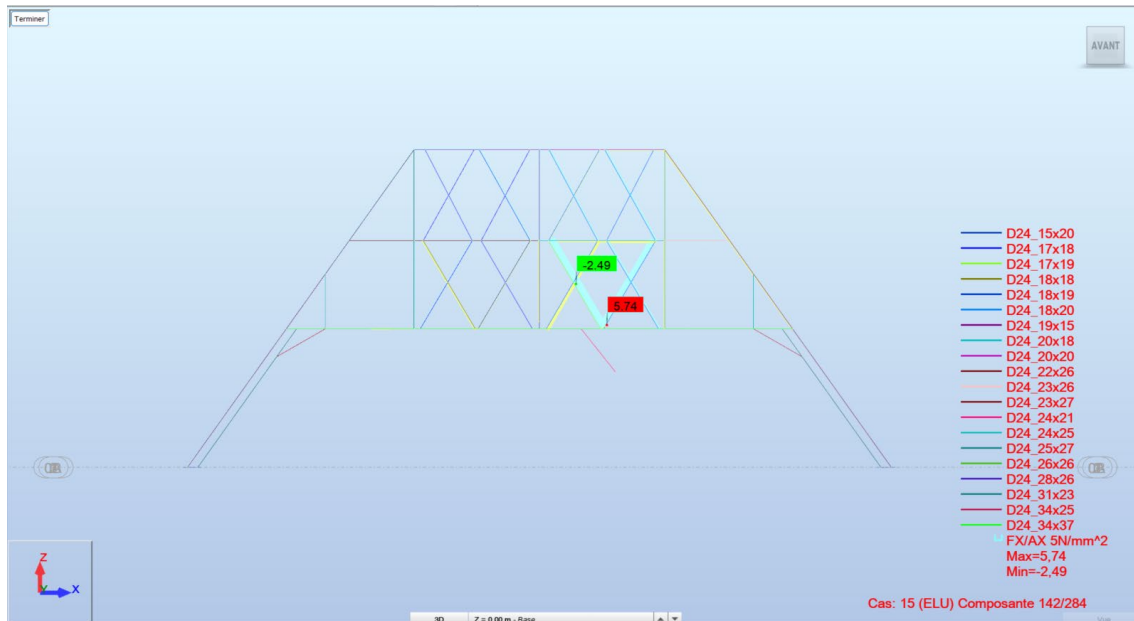
Efforts tranchants maximaux [daN] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 3 (Nord dans la direction X)



Contraintes liées à la flexion [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 3 (Nord dans la direction X)

Enfin, comme dans la ferme 1, on constate que les pièces les plus sollicitées axialement (en traction ou en compression) correspondent aux croix de contreventement basses dans

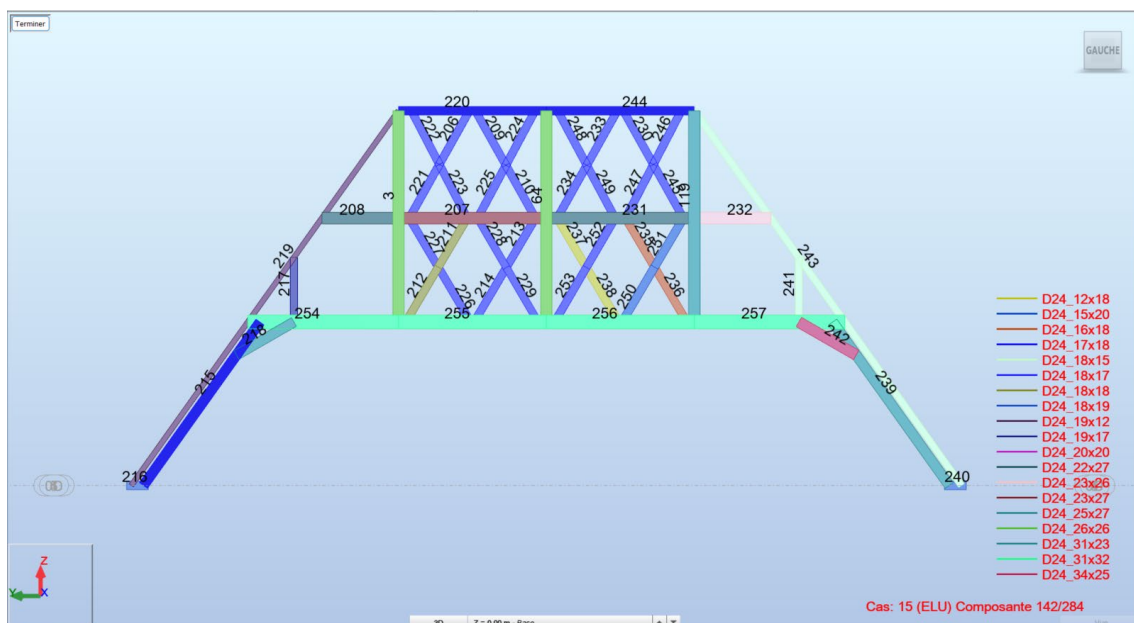
la partie Nord (voir figure ci-dessous). Ces sollicitations sont des réactions à l'appui de l'entrait à proximité.



Contraintes axiales maximales (compression en bleu, traction en jaune) [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 3 (Nord dans la direction X)

4.2.3.4 Ferme file 4

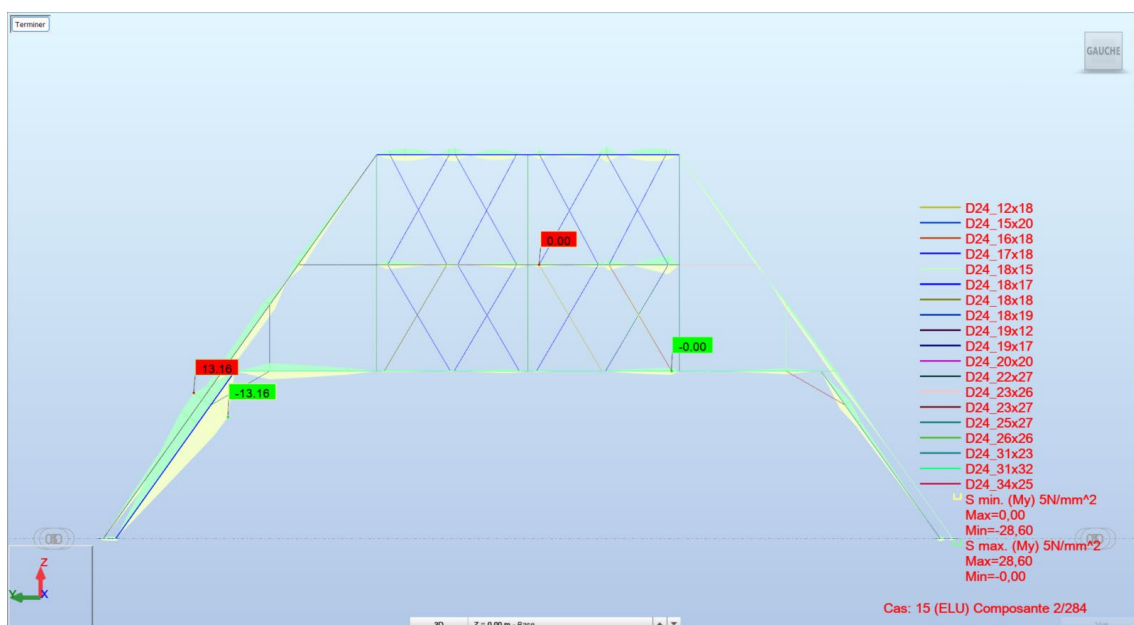
En file 4, les pièces non valides correspondent aux lisses hautes (pièces 220 et 244) et au sous chevron Ouest (pièce 215), c'est-à-dire du côté de la ferme file 1 (voir figure ci-dessous).



Pièces sur-sollicitées au niveau de la ferme file 4, vue en élévation (Ouest dans la direction Y)

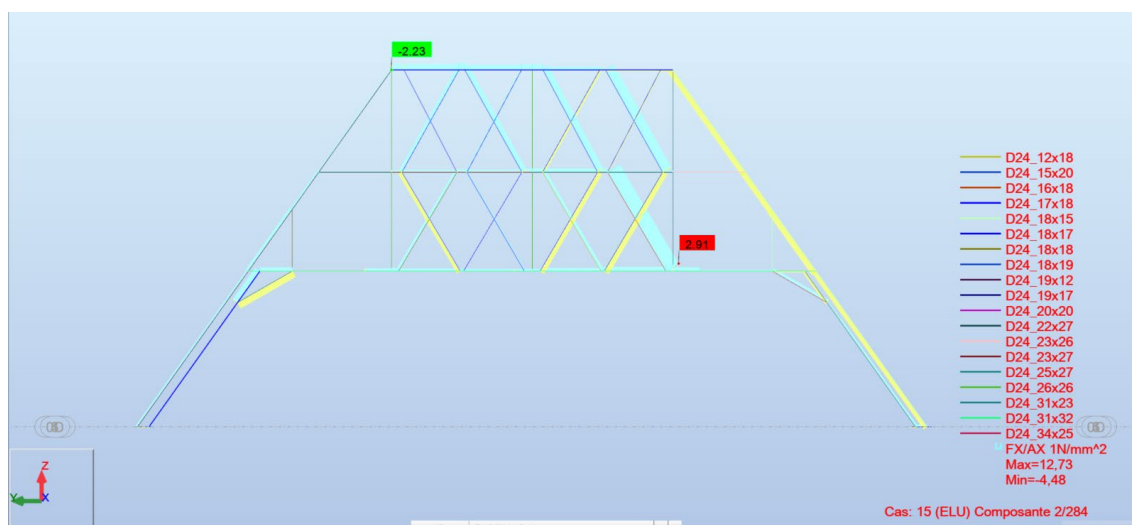
Ces sur-sollicitations restent faibles par rapport aux pièces des fermes 1 et 3 puisque les taux de travail varient entre 103% et 110%.

Pour toutes les pièces, ces sur-sollicitations sont liées à la flexion. Pour les lisses hautes, les moments correspondants sont liés aux appuis des croix de contreventement.



Contraintes liées à la flexion [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 4 (Ouest dans la direction Y)

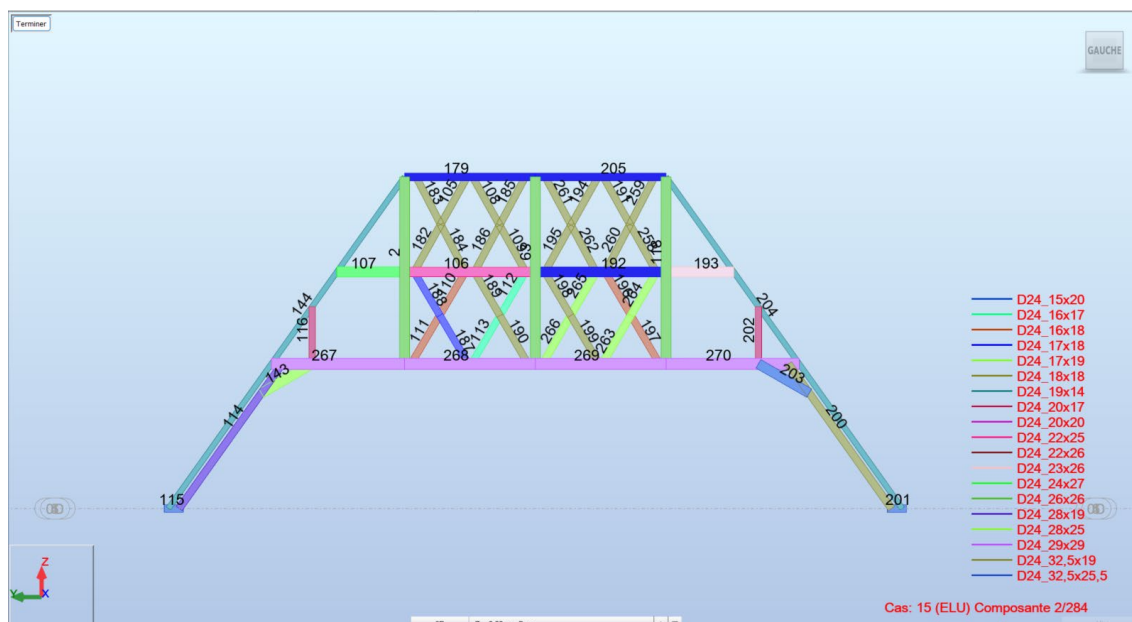
Pour l'arbalétrier, nous pensons que ces valeurs sont liées au renvoi d'efforts depuis la file 1, compte tenu de l'absence d'appuis dans l'angle sud-ouest de la charpente.



Contraintes axiales maximales (compression en bleu, traction en jaune) [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 4 (Ouest dans la direction Y)

4.2.3.5 Ferme file 6

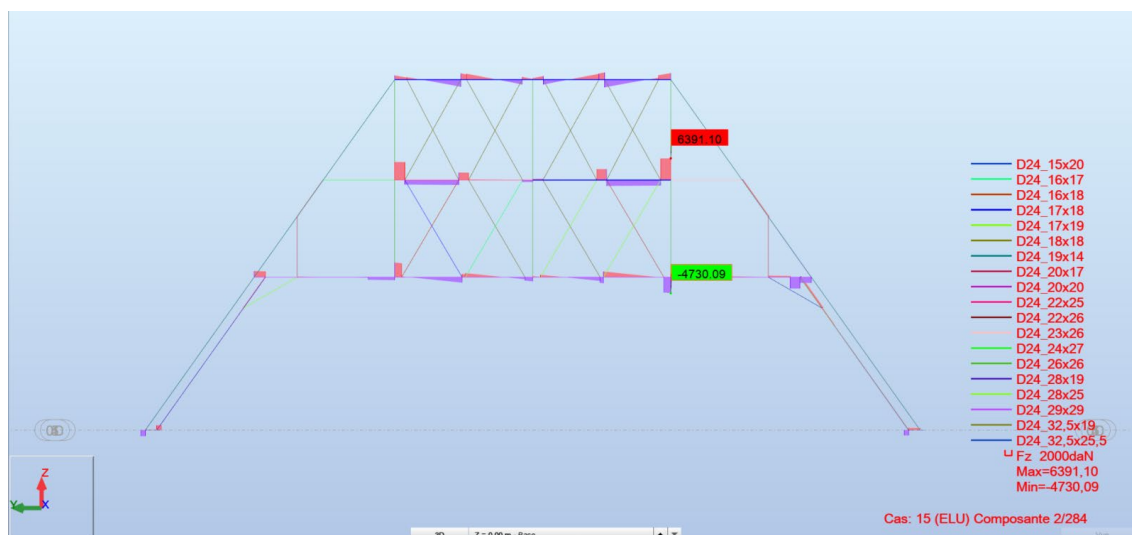
En file 6, les pièces non valides correspondent aux lisses hautes (pièces 179 et 205) et à la lisse intermédiaire côté Est (pièce 192). Voir figure ci-dessous.



Pièces sur-sollicitées au niveau de la ferme file 5, vue en élévation (Ouest dans la direction Y)

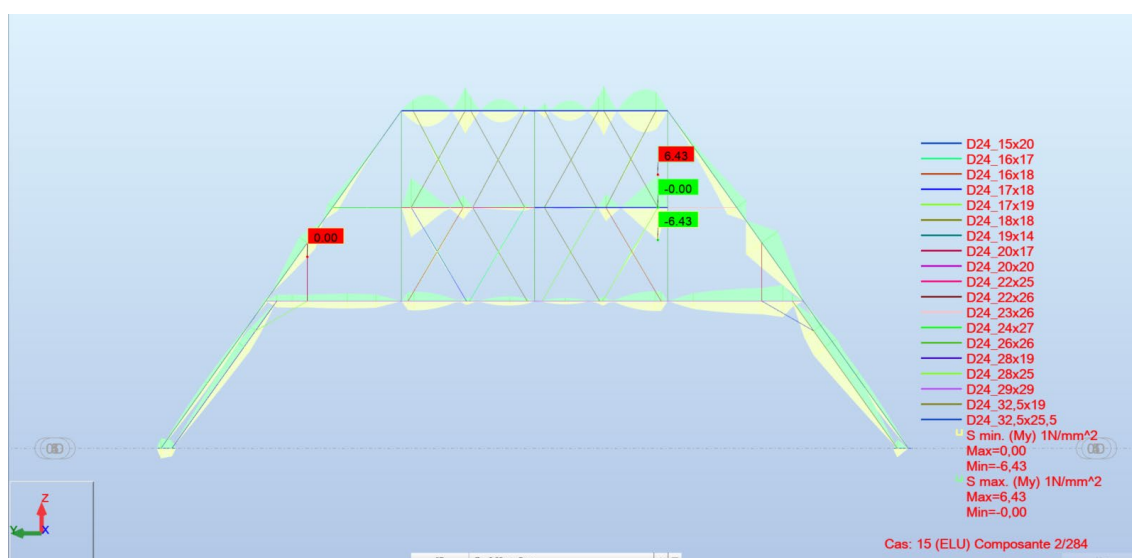
Tout comme pour la ferme file 4, ces sur-sollicitations restent faibles par rapport aux pièces des fermes 1 et 3 puisque les taux de travail varient entre 102% et 117%.

Pour la lisse intermédiaire, ce résultat est dû au cisaillement provoqué par l'appui des croix de contreventement (voir figure ci-dessous).



Efforts tranchants maximaux [daN] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 6 (Ouest dans la direction Y)

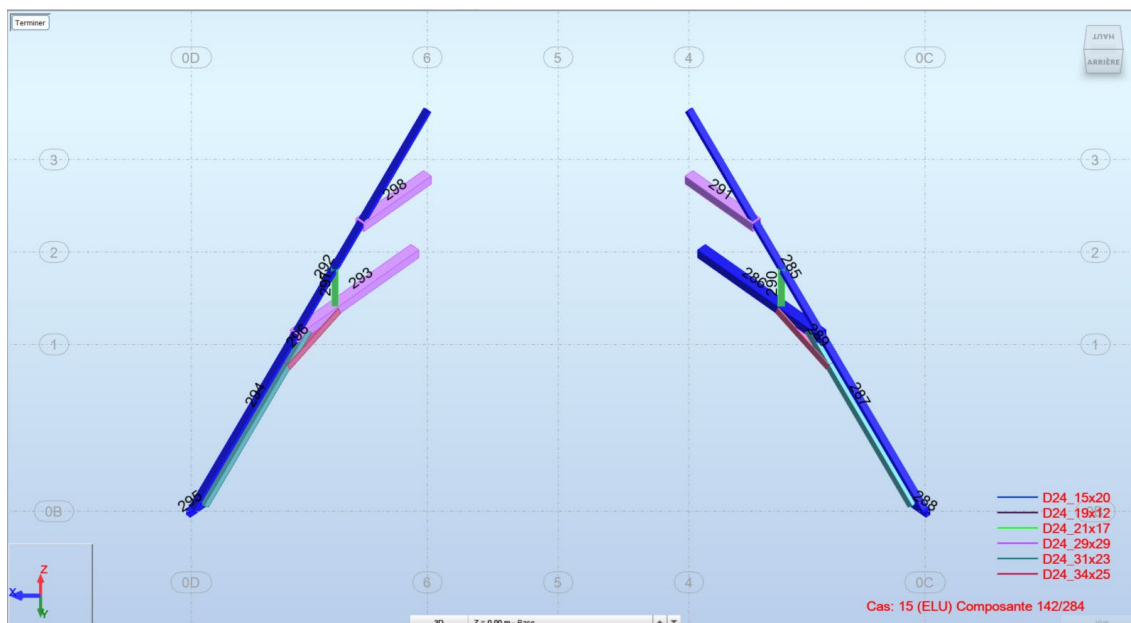
Pour les lisses hautes, les appuis avec les croix de contreventement sont là aussi en cause puisqu'ils induisent des pics de flexion (voir figure ci-dessous).



Contraintes liées à la flexion [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE) pour la ferme file 6 (Ouest dans la direction Y)

4.2.3.6 Demies-fermes d'arêtier en partie Ouest

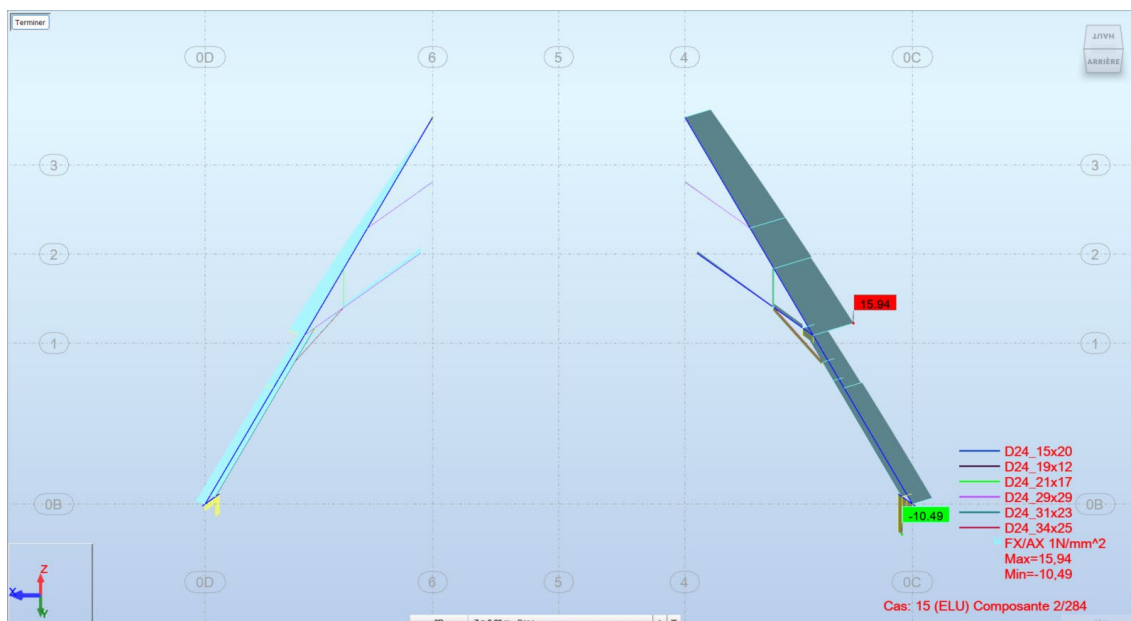
Enfin, plusieurs pièces ne sont pas vérifiées au niveau des arêtiers dans la partie Ouest. Il s'agit du chevron de l'arêtier Nord-Ouest (pièce 292), du chevron de l'arêtier Sud-Ouest (pièce 285) et de son entrain (pièce 286).



Pièces sur-sollicitées au niveau des demies-fermes d'arêtier en partie Ouest, vue en axonométrie Ouest (Nord dans la direction X)

Le chevron de l'arêtier Nord-Ouest a un taux de travail de 285%, lié à un moment de flexion latérale, et à une compression élevée. Le moment de flexion peut être négligé car dans la réalité, les chevrons maintiennent latéralement l'arêtier qui est ainsi empêché de fléchir dans cette direction.

Pour l'arêtier Sud-Ouest, les sur-sollicitations sont liées à l'effet la faiblesses des fermes files 1 et file 4 dans la zone sud-ouest. En l'absence d'un appui direct de type poteau à la jonction de ces deux fermes, celles-ci se soulagent sur la jambe de force la plus proche, d'où le renvoie d'efforts dans cette demi-ferme d'arabalétrier.



Contraintes axiales maximales (compression en bleu, traction en jaune) [MPa] sous combinaison ELU (1,35 CP + 1,5 SE.) au niveau des demies-fermes d'arêtier en partie Ouest, vue en axonométrie Ouest (Nord dans la direction X et files numérotées selon nomenclature)

4.2.4 Vérification des pièces métalliques

Chaque pièce de renfort métalliques existant actuellement est étudiée en contrainte et en stabilité (flambement et/ou déversement selon les sollicitations) à l'ELU et en déplacements à l'ELS. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après. Nous constatons que tous les renforts métalliques sont vérifiés par le calcul en contrainte et stabilité mises à part plusieurs pièces (diagonales ou montants de la poutre treillis de renfort de la ferme file 2 et montant du portique du couloir) qui présentent des déformations jugées excessives en tête ou en pied en tête sous combinaison de charge ELS considérant notamment les effets du vent. Ces valeurs limites de déplacement peuvent être négligée (trop restrictives et déplacement sous effort horizontaux climatiques uniquement).

Nous constatons que les renforts métalliques sont correctement dimensionnés. Pour le renforcement de la ferme file 1, nous identifions que les pièces sont très peu sollicitées. Dans la mesure où il s'appuie intégralement sur la ferme elle-même, il n'offre aucun appui supplémentaire comme le fait le renfort de la file 2. Le renfort métallique est donc très peu sollicité en flexion (comparativement aux sollicitations de l'entrait de la ferme file 1, ce qui devrait être le cas s'il jouait correctement son rôle de renfort d'inertie. Nous avons par ailleurs testé de désactiver ce renfort métallique et l'on constate que cela a peu d'effet sur

les déformations de globales de la ferme file 1. Son efficacité dans le renforcement en flexion de la ferme file 1 est pratiquement nulle. Cela est dû à ses mauvaises dispositions d'appui en extrémité et à l'absence de liaisonnement mécanique avec la ferme file 1.

Pièce		Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(uy)	Cas (uy)	Ratio(uz)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)
93		2 UPN 140 (d = 1 cm)	S 235	7.87	15.04	0.32	15 ELU /87/	0.02	18 ELS /24/	0.02	18 ELS /24/	-	-	-	-
311 Renfort File 1 - Lisse - Sup		2 UPN 180 (d = 44 cm)	S 235	75.42	26.08	0.09	15 ELU /7/	0.01	18 ELS /22/	0.01	18 ELS /5/	-	-	-	-
312 Lisse Basse - Renfort File 2		2 UPN 220 (d = 46 cm)	S 235	24.83	8.36	0.06	15 ELU /9/	0.00	18 ELS /22/	0.01	18 ELS /14/	-	-	-	-
317 Renfort File 2 - Lisse - Inf		2 UPN 220 (d = 46 cm)	S 235	19.89	6.69	0.06	15 ELU /9/	0.00	18 ELS /22/	0.01	18 ELS /9/	-	-	-	-
318 Poutre Refend		2 IPN 360 (d = 46 cm)	S 235	23.93	14.67	0.39	15 ELU /9/	0.00	0.5*6 + 1*7	0.12	18 ELS /9/	-	-	-	-
319 Poutre Refend		2 IPN 360 (d = 46 cm)	S 235	23.93	14.67	0.39	15 ELU /9/	0.00	0.5*6 + 1*7	0.12	18 ELS /9/	-	-	-	-
320 Renfort File 1 - Lisse - Inf		2 UPN 180 dos (d = 44 cm)	S 235	97.84	28.42	0.13	15 ELU /89/	0.03	0.5*6 + 1*9	0.01	18 ELS /49/	-	-	-	-
321 Portique Couloir - Lisse Sup		2 UPN 180 (d = 1 cm)	S 235	37.90	72.41	0.32	15 ELU /87/	0.09	18 ELS /24/	0.09	18 ELS /24/	-	-	-	-
376 Renfort File 2 - Lisse - Sup		2 UPN 180 (d = 46 cm)	S 235	54.48	17.95	0.32	15 ELU /9/	0.00	18 ELS /22/	0.14	18 ELS /5/	-	-	-	-
377 Renfort File 2 - Diagonale		2 CAE 90x9 (d = 46 cm)	S 235	51.71	5.50	0.03	15 ELU /226/	0.00	18 ELS /23/	0.00	18 ELS /8/	0.22	18 ELS /24/	0.73	18 ELS /22/
378 Renfort File 2 - Diagonale		2 CAE 90x9 (d = 46 cm)	S 235	55.55	5.91	0.12	15 ELU /9/	0.00	18 ELS /11/	0.00	18 ELS /51/	0.21	18 ELS /24/	1.01	18 ELS /22/
380 Renfort File 2 - Diagonale		2 CAE 90x9 (d = 46 cm)	S 235	61.91	6.58	0.10	15 ELU /217/	0.00	18 ELS /22/	0.01	18 ELS /42/	0.18	18 ELS /24/	0.92	18 ELS /22/
381 Renfort File 2 - Montant		2 CAE 90x9 (d = 46 cm)	S 235	42.10	4.48	0.03	15 ELU /9/	-	-	-	-	0.27	18 ELS /24/	1.09	18 ELS /22/
382 Renfort File 2 - Montant		2 UPN 180 dos (d = 46 cm)	S 235	16.49	4.60	0.03	15 ELU /226/	-	-	-	-	0.27	18 ELS /24/	1.05	18 ELS /22/
383 Renfort File 1 - Montant		2 UPN 180 dos (d = 44 cm)	S 235	23.66	6.87	0.00	15 ELU /9/	-	-	-	-	0.54	18 ELS /24/	0.63	18 ELS /22/
384 Renfort File 1 - Montant		2 UPN 180 dos (d = 44 cm)	S 235	23.66	6.87	0.06	15 ELU /85/	-	-	-	-	0.54	18 ELS /24/	0.56	18 ELS /22/
385 Renfort File 1 - Montant		2 UPN 180 dos (d = 44 cm)	S 235	23.66	6.87	0.25	15 ELU /87/	-	-	-	-	0.54	18 ELS /24/	0.48	18 ELS /24/
386 Renfort File 1 - Montant		2 CAE 90x9 (d = 44 cm)	S 235	60.40	6.68	0.00	15 ELU /5/	-	-	-	-	0.53	18 ELS /24/	0.45	18 ELS /24/
387 Renfort File 1 - Diagonale		2 CAE 90x9 (d = 44 cm)	S 235	73.84	8.17	0.02	15 ELU /87/	0.00	18 ELS /62/	0.01	18 ELS /3/	0.43	18 ELS /24/	0.48	18 ELS /22/
388 Renfort File 1 - Diagonale		2 CAE 90x9 (d = 44 cm)	S 235	80.17	8.87	0.07	15 ELU /89/	0.00	18 ELS /42/	0.00	18 ELS /33/	0.41	18 ELS /24/	0.34	18 ELS /24/
389 Renfort File 1 - Diagonale		2 CAE 90x9 (d = 44 cm)	S 235	78.75	8.71	0.08	15 ELU /93/	0.00	18 ELS /22/	0.00	18 ELS /51/	0.41	18 ELS /24/	0.59	18 ELS /22/
391 Portique Couloir - Montant		2 UPN 200 (d = 1 cm)	S 235	59.77	139.56	0.42	15 ELU /87/	0.00	18 ELS /30/	0.28	18 ELS /24/	1.02	18 ELS /24/	0.86	18 ELS /22/
392 Portique Couloir - Montant		2 UPN 200 (d = 1 cm)	S 235	59.77	139.56	0.14	15 ELU /87/	0.00	18 ELS /22/	0.10	18 ELS /24/	0.44	18 ELS /24/	0.86	18 ELS /22/
395 Portique Couloir - Aisselier		2 CAE 90x9 (d = 1 cm)	S 235	54.67	36.54	0.14	15 ELU /87/	0.00	18 ELS /11/	0.00	18 ELS /80/	0.32	18 ELS /24/	0.36	18 ELS /22/
396 Portique Couloir - Aisselier		2 CAE 90x9 (d = 1 cm)	S 235	54.67	36.54	0.05	15 ELU /87/	0.00	18 ELS /55/	0.00	18 ELS /18/	0.16	18 ELS /24/	0.36	18 ELS /22/

5 CONCLUSIONS

5.1 Conclusion sur l'état de la charpente

- Les structures de reprise des cheminées Est et Ouest sont correctement dimensionnées, même si la poutre d'enchevêtrement principale dépasse légèrement les valeurs limites, de chaque côté. Les renvois de charge parasite de la ferme file 1 ont peu d'effet sur la structure d'enchevêtrement ouest mais ils n'ont pas lieu d'être à l'origine, il conviendra de les supprimer. Les dispositions d'appuis de ces poutres d'enchevêtrement par suspentes métalliques aux entrants de fermes sus-jacent mériteraient d'être améliorées, notamment à l'ouest où la poutre présente des signes de torsion.
- Certaines pièces en plafond du R+ 3 ne sont pas vérifiées. Même si ces résultats doivent être interprétés avec prudence, il sera de bon aloi de profiter de la restauration de la charpente pour vérifier plus en détail les réelles sections des pièces de la structure ainsi que leur état sanitaire. Des renforcements ponctuels pourront alors éventuellement mis en œuvre le cas échéant.
- Quelques pièces des fermes 4 et 6 (lisses basses, lisses intermédiaires) ne sont pas vérifiées, avec des taux de travail entre 100% et 120%. Les sur-sollicitations correspondantes sont liées aux appuis des croix de contreventement, qui peuvent induire des pics de cisaillement ou de flexion. Ceci peut expliquer l'ouverture de certains assemblages dans l'état sanitaire. Des restaurations seront alors nécessaires, le cas échéant.
- Les entrants des fermes file 1 et 3 sont sur-sollicités en flexion et en cisaillement, au niveau de leurs appuis respectifs avec le mur de refend Ouest-Est. La longueur d'appui, étroite, et d'autant plus limitée par la suppression des aisseliers sous les entrants entraînent de la compression dans les croix de contrevent supérieure et la mise en charge des lisses intermédiaires et hautes du noyau central.
- Les fermes files 1 et files 4 montrent un fort fléchissement sur leur entrant et un glissement vers le Sud-Ouest. Ces déformations sont liées à la portée trop forte de la charpente dans cette zone, notamment surchargée par les équipements techniques dans les combles, et l'absence d'appui direct (sur maçonnerie ou sur poteau) dans cette zone. Un manque de rigidité de l'assemblage entre l'arbalétrier, l'aisseleur et l'entrant a également été identifié.

- Le tassement et glissement de la ferme 1 impacte les structures en particulier l'arêtier Sud-Ouest, qui est sur-sollicité en contrainte, notamment compte tenu de la souplesse des appuis de la charpente dans cette zone.
- Le renforcement métallique pour la ferme file 1 est globalement inefficace compte tenu de ces dispositions d'appuis. Le bénéfice n'a pas effectivement été démontré à l'issue de notre étude. Il semblerait que celui-ci n'ait pas correctement été mise en œuvre, avec pour conséquence de n'offrir aucun appui supplémentaire dans cette partie de la charpente, tout en alourdissant l'entrait.
- Le renfort de la ferme file 2 semble efficient en offrant effectivement un appui réparti à l'entrait au droit de l'assemblage en queue d'aronde.
- L'état sanitaire général de la charpente est inquiétant avec des déformations excessives et de nombreux assemblages ouverts notamment pour les appuis des fermes principales (assemblage aisseliers, entrait et arbalétrier). Les gerces dans les entrails des fermes sont problématiques. Elles sont liées aux assemblages par tenons-mortaises des entrails des chevrons formant ferme sur les entrails de ferme. Ces mortaises réduisent la résistance au fendage de la section de bois constituant l'entrait de la ferme. De plus, les entrails étant très sollicités en cisaillement à proximité de leurs appuis, la propagation des gerces s'opère d'autant plus facilement. L'incidence est l'amorces de cassure par prolongement des gerces jusqu'au tenon des assemblages des entrails secondaires sur les files primaires (en particulier pour les entrails des files 4 et 6 respectivement assemblés sur les entrails de fermes files 3 et 1).

5.2 Préconisations

5.2.1 Préconisations de renforcement en phase définitive

Compte tenu de l'état sanitaire inquiétant de la charpente, des défaillances généralisées des assemblages et des problèmes structurels identifiés (inefficacité du renfort métallique de la ferme file 1), la restauration générale et complète de la charpente est recommandée. Elle devra s'accompagner d'un renforcement dans la zone Sud-Ouest, probablement par la création d'un appui supplémentaires à la charpente et/ou par renforcement en flexion des fermes files 1 et 4.

5.2.2 Préconisations d'urgences en phase provisoire

Ces travaux d'ampleur sur la charpente ne pouvant être engagés immédiatement, nous recommandons la mise en œuvre d'étalement en phase provisoire, pour stabiliser la charpente dans son état actuel et prévenir toutes aggravation des désordres. Il conviendra d'étayer en priorité la ferme file 4 et la ferme file 6, notamment à la jonction avec la ferme file 1.

Tableaux de vérification des pièces de la charpente du pavillon A.



Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(x)	Cas (xy)	Ratio(x)	Cas (xz)	Ratio(x)	Cas (yz)	Ratio(y)	Cas (zy)
50 Contrefiche - File 1	D24, 17x17	D24	29.88	29.88	0.11	15 ELU /2/	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.46	ELS CAR /24/ 1°	0.32	ELS CAR /24/ 1°11
51 Contrefiche - File 1	D24, 17x17	D24	26.67	26.67	0.11	15 ELU /2/	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.46	ELS CAR /24/ 1°	0.24	ELS CAR /24/ 1°11
52 Contrefiche - File 1	D24, 16x20	D24	22.75	34.43	0.06	15 ELU /2/3/	0.01	0.74 + 112	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.46	ELS CAR /24/ 1°	0.24	ELS CAR /24/ 1°11
53 Contrefiche - File 1	D24, 16x20	D24	25.14	31.43	0.06	15 ELU /2/3/	0.01	0.74 + 112	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.47	ELS CAR /24/ 1°	0.16	ELS CAR /24/ 1°11
54 Contrefiche - File 1	D24, 15x18	D24	25.37	30.44	1.36	15 ELU /19/	0.09	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.09	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.28	ELS CAR /24/ 1°	0.11	ELS CAR /24/ 1°11
55 Contrefiche - File 1	D24, 15x18	D24	29.04	33.64	1.42	15 ELU /19/	0.10	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.09	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.63	ELS CAR /24/ 1°	0.03	ELS CAR /24/ 1°11
56 Contrefiche - File 1	D24, 17x18	D24	25.19	30.74	0.35	15 ELU /19/	0.04	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.09	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.64	ELS CAR /24/ 1°	0.41	ELS CAR /24/ 1°11
57 Contrefiche - File 1	D24, 17x18	D24	22.22	29.88	0.34	15 ELU /19/	0.04	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.09	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.28	ELS CAR /24/ 1°	0.19	ELS CAR /24/ 1°11
58 Abattélier - Inter - File 1	D24, 31x23	D24	69.53	51.59	0.55	15 ELU /8/7/	0.14	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.38	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.33	ELS CAR /24/ 1°	0.35	ELS CAR /24/ 1°11
59 Blochet	D24, 15x20	D24	8.66	11.55	0.59	15 ELU /19/	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.22	ELS CAR /24/ 1°	-	-
60 Abattélier - File 1	D24, 32x21	D24	25.13	16.49	0.08	15 ELU /19/	0.00	0.56 + 119	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.22	ELS CAR /24/ 1°	0.31	ELS CAR /24/ 1°11
61 Abattélier - Sur	D24, 20x13.5	D24	271.56	183.31	0.47	15 ELU /19/	0.27	0.74 + 0.56 + 119	0.38	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.16	ELS CAR /28/ 1°	0.10	ELS CAR /28/ 1°11
62 Polet	D24, 26x26	D24	71.55	71.55	0.37	15 ELU /8/7/	-	-	-	-	0.27	ELS CAR /24/ 1°	0.21	ELS CAR /24/ 1°11
63 Polet	D24, 26x26	D24	64.75	64.75	0.10	15 ELU /16/4/	-	-	-	-	0.26	ELS CAR /24/ 1°	0.10	ELS CAR /24/ 1°11
64 Polet	D24, 26x26	D24	64.75	64.75	0.20	15 ELU /19/	-	-	-	-	0.28	ELS CAR /24/ 1°	0.46	ELS CAR /24/ 1°11
65 Blochet	D24, 15x20	D24	8.66	11.55	0.56	15 ELU /19/	0.00	0.74 + 113	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
67 Lisse - Inter - File 2	D24, 23x26	D24	45.30	51.21	0.03	15 ELU /9/1/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.25	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.29	ELS CAR /28/ 1°	0.30	ELS CAR /28/ 1°11
68 Abattélier - Inter - File 2	D24, 31, 5x23	D24	69.53	50.77	0.15	15 ELU /10/4/	0.03	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.20	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.10	ELS CAR /26/ 1°	0.36	ELS CAR /26/ 1°11
69 Lisse - Inter - File 2	D24, 22x27	D24	22.57	27.70	0.01	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.19	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.02	ELS CAR /38/ 1°	0.14	ELS CAR /38/ 1°11
70 Jambette	D24, 19x16	D24	32.22	27.13	0.04	15 ELU /19/	-	-	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
71 Ausselier - File 5	D24, 33x22	D24	23.98	15.99	0.02	15 ELU /19/	0.00	0.56 + 113	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
72 Abattélier - Sur	D24, 18x12	D24	305.51	203.67	0.84	15 ELU /19/	0.12	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.25	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.03	ELS CAR /3/ 1°11	0.18	ELS CAR /3/ 1°11.0
73 Entrée - File 5	D24, 29x29	D24	41.35	41.35	0.36	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.20	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
74 Entrée - File 5	D24, 29x29	D24	41.35	41.35	0.42	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.19	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
75 Lisse - Inter - File 5	D24, 25x23	D24	51.21	47.11	0.08	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
76 Lisse - Inter - File 5	D24, 23x23	D24	51.21	51.21	0.09	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.04	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
77 Abattélier - Terrasson O	D24, 20x20	D24	59.55	59.55	0.16	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.29	ELS CAR /24/ 1°	0.02	ELS CAR /24/ 1°11
78 Abattélier - Terrasson E	D24, 20x20	D24	59.55	59.55	0.13	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.03	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
79 Lisse - Sup - File 5	D24, 20x20	D24	58.89	58.89	0.23	15 ELU /19/	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.04	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.69	ELS CAR /24/ 1°	0.23	ELS CAR /24/ 1°11
80 Lisse - Sup - File 5	D24, 20x20	D24	58.89	58.89	0.20	15 ELU /19/	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.22	ELS CAR /22/ 1°	0.17	ELS CAR /22/ 1°11
81 Contrefiche - File 5	D24, 14x13	D24	74.09	68.79	0.22	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.48	ELS CAR /24/ 1°	0.17	ELS CAR /24/ 1°11
82 Contrefiche - File 5	D24, 15x17	D24	56.82	64.39	0.06	2 PERM2	0.00	0.56 + 114	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
83 Contrefiche - File 5	D24, 13x18	D24	53.66	74.30	0.08	15 ELU /9/1/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
84 Entrée - File 2	D24, 31x30	D24	8.20	7.93	0.11	15 ELU /8/7/	0.00	113	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
85 Blochet	D24, 15x20	D24	8.66	11.55	0.29	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.05	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
86 Entrée - File 2	D24, 31x30	D24	94.82	91.76	0.19	15 ELU /40/	0.05	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.05	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.08	ELS CAR /24/ 1°	0.06	ELS CAR /24/ 1°11
87 Ausselier - File 2	D24, 31, 5x24	D24	21.99	16.75	0.04	15 ELU /85/	0.00	0.74 + 113	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.05	ELS CAR /24/ 1°	0.24	ELS CAR /24/ 1°11
88 Abattélier - Terrasson N	D24, 20x20	D24	59.55	59.55	0.10	15 ELU /19/	0.00	0.74 + 0.56 + 112	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.04	ELS CAR /24/ 1°	0.19	ELS CAR /24/ 1°11
89 Abattélier - Terrasson S	D24, 20x20	D24	59.55	59.55	0.11	15 ELU /19/	0.00	0.74 + 114	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.22	ELS CAR /24/ 1°	0.46	ELS CAR /24/ 1°11
90 Jambette	D24, 21x17	D24	30.32	24.55	0.01	15 ELU /8/7/	-	-	-	-	0.16	ELS CAR /9/ 1°11	0.10	ELS CAR /9/ 1°11.0
91 Jambette	D24, 21x17	D24	30.32	24.55	0.01	15 ELU /12/3/	-	-	-	-	0.23	ELS CAR /24/ 1°	0.55	ELS CAR /24/ 1°11
92 Abattélier - Sur	D24, 19x12	D24	305.51	192.95	0.18	15 ELU /19/	0.25	0.74 + 0.56 + 119	0.20	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
93 Abattélier - Sur	D24, 15x18	D24	114.83	137.80	0.12	15 ELU /8/7/	0.00	0.74 + 0.56 + 119	0.05	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
94 Abattélier - Sur	D24, 15x18	D24	45.30	51.21	0.03	15 ELU /9/1/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
95 Lisse - Inter - File 2	D24, 23x26	D24	45.30	51.21	0.03	15 ELU /19/	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.04	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
96 Lisse - Sup - File 2	D24, 20x20	D24	58.89	58.89	0.14	15 ELU /19/	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
97 Lisse - Inter - File 2	D24, 23x27	D24	22.57	26.50	0.01	15 ELU /19/	0.00	111	0.00	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
98 Lisse - Sup - File 2	D24, 20x20	D24	58.89	58.89	0.17	15 ELU /19/	0.01	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.03	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	-	-	-	-
99 Entrée - File 2	D24, 31x30	D24	55.45	53.66	0.45	15 ELU /19/	0.05	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.02	(1+0.6)1 + (1+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6/4 + (0.5+0.0)0.6/6 + (1+0.0)0.6/7 + (1+0.6)7/3	0.28	ELS CAR /24/ 1°	0.13	ELS CAR /24/ 1°11
100 Cont														

Price	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(y)	Cas (oz)	Ratio(x)	Cas (x)	Ratio(y)	Cas (y)
101 Contrefiche - File 5	D24 15x16	D24	48,29	64,39	0,06	2 PERM2	0,00	110	-	-	-	-
102 Contrefiche - File 5	D24 15x20	D24	60,37	64,39	0,18	15 ELU/19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,673	0,28	ELS CAR 24/ 1"	0,13	ELS CAR 24/ 1"
103 Contrefiche - File 5	D24 18x19	D24	50,68	53,51	0,13	15 ELU/21	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,673	0,11	ELS CAR 24/ 1"	0,15	ELS CAR 24/ 1"
102 Contrefiche - File 5	D24 14x21	D24	45,96	68,79	0,20	15 ELU/19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,673	0,54	ELS CAR 24/ 1"	0,18	ELS CAR 24/ 1"
104 Contrefiche - File 5	D24 17x18	D24	53,51	56,65	0,12	15 ELU/21	0,00	0,74 + 0,56 + 112	0,38	ELS CAR 24/ 1"	0,06	ELS CAR 24/ 1"
105 Contrefiche - File 5	D24 18x18	D24	27,23	27,23	0,35	15 ELU/21	0,12	0,74 + 110	0,01	ELS CAR 26/ 1"	0,16	ELS CAR 26/ 1"
106 Lisse - Inter - File 6	D24 22x25	D24	47,11	53,54	0,88	15 ELU/21	0,24	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,83	ELS CAR 28/ 1"	0,07	ELS CAR 28/ 1"
107 Lisse - Inter - File 6	D24 24x27	D24	22,57	25,39	0,01	15 ELU/19	0,00	114	-	-	-	-
108 Contrefiche - File 6	D24 18x18	D24	27,23	27,63	0,26	15 ELU/21	0,10	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,82	ELS CAR 26/ 1"	0,08	ELS CAR 26/ 1"
109 Contrefiche - File 6	D24 18x18	D24	26,82	26,82	0,26	15 ELU/21	0,09	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,31	ELS CAR 26/ 1"	0,09	ELS CAR 26/ 1"
110 Contrefiche - File 6	D24 16x18	D24	25,19	28,34	0,12	15 ELU/21	0,02	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,66	ELS CAR 24/ 1"	0,07	ELS CAR 24/ 1"
111 Contrefiche - File 6	D24 16x18	D24	28,22	31,74	0,12	15 ELU/21	0,02	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,77	ELS CAR 24/ 1"	0,08	ELS CAR 24/ 1"
112 Contrefiche - File 6	D24 16x17	D24	26,86	28,54	0,06	15 ELU/87	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,43	ELS CAR 24/ 1"	0,09	ELS CAR 24/ 1"
113 Contrefiche - File 6	D24 16x17	D24	29,17	31,54	0,02	15 ELU/87	0,02	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,51	ELS CAR 24/ 1"	0,07	ELS CAR 24/ 1"
114 Abaisseur - Inf - File 6	D24 28x19	D24	84,67	57,11	0,22	15 ELU/19	0,10	0,74 + 0,56 + 19	0,21	ELS CAR 24/ 1"	0,38	ELS CAR 24/ 1"
115 Blochet	D24 15x20	D24	8,66	11,55	0,69	15 ELU/19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	-	-	-	-
116 Jambe	D24 20x17	D24	30,32	25,77	0,01	15 ELU/19	0,00	-	-	-	-	-
117 Polet	D24 26x26	D24	64,75	60,13	0,74	15 ELU/19	0,00	-	-	-	-	-
118 Polet	D24 26x26	D24	64,75	64,75	0,25	15 ELU/21	0,02	-	-	-	-	-
119 Polet	D24 25x27	D24	67,34	62,35	0,25	15 ELU/19	0,00	-	-	-	-	-
120 Entrai - File 3	D24 34x37	D24	83,53	99,90	0,15	15 ELU/19	0,15	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,22	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,07	ELS CAR 17/ 1"
121 Contrefiche - File 3	D24 17x18	D24	27,23	28,83	0,31	15 ELU/21	0,12	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,06	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,48	ELS CAR 7/ 1"
122 Lisse - Inter - File 3	D24 43x62	D24	43,62	51,21	0,97	15 ELU/21	0,20	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,06	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	-	-
123 Abaisseur - Inf - File 3	D24 31x23	D24	69,53	51,59	0,31	15 ELU/19	0,09	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,27	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,48	ELS CAR 7/ 1"
124 Lisse - Inter - File 3	D24 22x26	D24	24,3	27,70	0,03	15 ELU/19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	-	-	-	-
125 Contrefiche - File 3	D24 17x18	D24	27,63	29,25	0,26	15 ELU/21	0,09	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,08	ELS CAR 3/ 1"
126 Contrefiche - File 3	D24 17x18	D24	26,82	28,40	0,26	15 ELU/21	0,09	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,07	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,38	ELS CAR 3/ 1"
127 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	28,27	27,63	0,50	15 ELU/21	0,12	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,94	ELS CAR 40/ 1"
128 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	24,14	26,82	0,48	15 ELU/21	0,11	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,14	ELS CAR 3/ 1"	0,32	ELS CAR 3/ 1"
129 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	24,50	27,23	0,34	15 ELU/21	0,09	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,12	ELS CAR 3/ 1"	0,37	ELS CAR 3/ 1"
130 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	24,50	27,23	0,34	15 ELU/21	0,09	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,12	ELS CAR 3/ 1"	0,47	ELS CAR 26/ 1"
131 Contrefiche - File 3	D24 17x18	D24	25,19	26,67	0,09	15 ELU/19	0,02	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,03	ELS CAR 26/ 1"	0,51	ELS CAR 26/ 1"
132 Contrefiche - File 3	D24 18x18	D24	28,22	29,88	0,29	15 ELU/19	0,02	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,07	ELS CAR 24/ 1"	0,57	ELS CAR 24/ 1"
133 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	22,75	25,27	0,79	15 ELU/19	0,04	19	0,09	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,21	ELS CAR 7/ 1"
134 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	25,4	27,93	0,83	15 ELU/19	0,04	19	0,10	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,25	ELS CAR 7/ 1"
135 Contrefiche - File 3	D24 18x19	D24	24,03	25,37	0,27	15 ELU/21	0,03	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,05	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,28	ELS CAR 3/ 1"
136 Contrefiche - File 3	D24 18x19	D24	25,56	28,04	0,27	15 ELU/21	0,04	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,07	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,38	ELS CAR 3/ 1"
137 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	26,50	28,22	0,83	15 ELU/19	0,04	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,13	ELS CAR 40/ 1"	0,48	ELS CAR 22/ 1"
138 Contrefiche - File 3	D24 18x20	D24	22,67	25,19	0,79	15 ELU/19	0,04	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,24	ELS CAR 7/ 1"	0,29	ELS CAR 7/ 1"
139 Abaisseur - Inf - File 3	D24 31x23	D24	69,53	51,59	0,31	15 ELU/88	0,07	0,56 + 119	0,29	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,19	ELS CAR 26/ 1"
140 Blochet	D24 15x20	D24	8,66	11,55	0,57	15 ELU/19	0,00	0,74 + 0,56 + 19	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,11	ELS CAR 26/ 1"
141 Blochet	D24 15x20	D24	8,66	11,55	0,57	15 ELU/19	0,00	0,56 + 119	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,08	ELS CAR 26/ 1"
142 Asseler - File 3	D24 34x25	D24	21,11	15,52	0,01	15 ELU/19	0,00	0,56 + 119	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,22	ELS CAR 7/ 1"
143 Asseler - File 6	D24 26x25	D24	21,11	18,84	0,01	15 ELU/19	0,00	0,74 + 0,56 + 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,51	ELS CAR 24/ 1"
144 Abaisseur - File 6	D24 19x14	D24	26,187	19,935	0,51	15 ELU/19	0,76	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,20	ELS CAR 24/ 1"	0,16	ELS CAR 24/ 1"
145 Jambe	D24 20x18	D24	28,64	25,77	0,06	15 ELU/19	0,00	-	-	-	-	-
146 Jambe	D24 20x18	D24	28,64	25,77	0,03	15 ELU/21	0,00	-	-	-	-	-
147 Abaisseur - Sur	D24 19x15	D24	244,41	19,95	0,50	15 ELU/19	0,29	0,74 + 0,56 + 19	0,34	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,10	ELS CAR 7/ 1"
148 Asseler - File 3	D24 34x25	D24	21,11	15,52	0,03	15 ELU/21	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,34	ELS CAR 26/ 1"
149 Abaisseur - Sur	D24 19x15	D24	244,41	19,95	0,60	15 ELU/19	0,50	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,08	ELS CAR 7/ 1"
150 Lisse - Inter - File 3	D24 24x25	D24	47,11	49,07	3,60	15 ELU/19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (+0,730,674 + (+0,670,678 + (+0,670,678 + (+0,673	0,07	ELS CAR 7/ 1"	-	-

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(y)	Cas (x)	Ratio(x)	Cas (y)	Cas (z)	Ratio(y)	Cas (x)	Ratio(x)	Cas (y)
150. Lisse - Inter - File 3	D24_2x26,5	D24	47,07	3,60	15 ELU / 19	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
151. Lisse - Sup - File 3	D24_20x20	D24	58,89	58,89	1,10	15 ELU / 21	1,07	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
152. Lisse - Inter - File 3	D24_23x26	D24	23,44	26,50	0,01	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
153. Lisse - Sup - File 3	D24_20x20	D24	58,89	58,89	1,22	15 ELU / 21	1,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
154. Enrair - File 3	D24_34x37	D24	44,96	48,92	0,53	15 ELU / 19	0,12	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,33	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
155. Contrefrêne - File 3	D24_17x18	D24	26,77	28,34	0,32	15 ELU / 21	0,12	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
156. Contrefrêne - File 3	D24_17x18	D24	26,77	28,34	0,31	15 ELU / 21	0,12	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
157. Contrefrêne - File 3	D24_12x18	D24	26,77	29,34	0,32	15 ELU / 21	0,12	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
158. Contrefrêne - File 3	D24_17x18	D24	27,35	28,96	0,26	15 ELU / 21	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
159. Contrefrêne - File 3	D24_17x18	D24	26,55	28,11	0,26	15 ELU / 21	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
160. Contrefrêne - File 3	D24_18x20	D24	24,61	27,33	0,41	15 ELU / 21	0,12	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
161. Contrefrêne - File 3	D24_18x20	D24	23,89	26,55	0,41	15 ELU / 21	0,11	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
162. Contrefrêne - File 3	D24_18x20	D24	24,09	26,77	0,31	15 ELU / 21	0,08	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
163. Contrefrêne - File 3	D24_18x18	D24	24,09	26,77	0,31	15 ELU / 21	0,08	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
164. Contrefrêne - File 3	D24_18x18	D24	28,22	28,22	0,29	15 ELU / 19	0,02	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,02	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
165. Contrefrêne - File 3	D24_18x18	D24	25,19	25,19	0,29	15 ELU / 19	0,04	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,04	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
166. Contrefrêne - File 3	D24_18x18	D24	25,27	26,76	0,13	15 ELU / 19	0,04	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,04	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
167. Contrefrêne - File 3	D24_17x18	D24	27,93	29,58	0,13	15 ELU / 19	0,05	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
168. Contrefrêne - File 3	D24_17x19	D24	24,34	26,86	0,96	15 ELU / 19	0,04	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,09	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
169. Contrefrêne - File 3	D24_17x19	D24	26,56	29,69	0,01	15 ELU / 19	0,05	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
170. Contrefrêne - File 3	D24_18x20	D24	22,67	25,19	0,33	15 ELU / 19	0,04	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,08	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,08	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
171. Contrefrêne - File 2	D24_18x20	D24	25,40	28,22	0,32	15 ELU / 19	0,04	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,08	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,08	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
172. Contrefrêne - File 2	D24_18x18	D24	53,51	60,19	0,04	15 ELU / 164	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
173. Contrefrêne - File 2	D24_18x19	D24	53,53	60,37	0,03	15 ELU / 164	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
174. Contrefrêne - File 2	D24_15x18	D24	53,66	64,39	0,06	15 ELU / 91	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
175. Contrefrêne - File 2	D24_15x18	D24	53,66	64,39	0,08	15 ELU / 91	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
176. Contrefrêne - File 2	D24_16x19	D24	50,83	60,37	0,03	15 ELU / 124	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
177. Contrefrêne - File 2	D24_17x21	D24	45,86	56,65	0,05	15 ELU / 91	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,17	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673
178. Poteau - Sup - File 6	D24_21x15	D24	55,19	39,42	0,14	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,670,676 + (+0,670,679 + (+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + 0,740,370,674 + (+0,67					



Plaque	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(y)	Cas (y)	Ratio(z)	Cas (z)	Ratio(x)	Cas (x)	Ratio(y)	Cas (y)
200 Abâtélier - Inf. - File 6		D24, 32, 5x19	D24	84,17	0,22	15 ELU /19/	0,06	$0,74 \times 0,56 \times 1^8$	0,29	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)679 + (1+0,6)73$	0,17	ELS CAR /38/ 1°	0,49	ELS CAR /38/ 1°
201 Blochet		D24, 15x20	D24	8,66	11,55	0,55	15 ELU /19/	0,00	0,01	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
202 Jambette		D24, 20x17	D24	30,32	26,77	0,03	15 ELU /19/	-	-	-	0,09	ELS CAR /26/ 1°	0,17	ELS CAR /26/ 1°
203 Assélier - File 6		D24, 32, 5x25	D24	20,69	16,24	0,01	15 ELU /21/	0,00	-	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,11	ELS CAR /24/ 1°	0,16	ELS CAR /24/ 1°
204 Abâtélier - Sur.		D24, 19x14	D24	261,87	192,95	0,53	15 ELU /19/	1°9	0,34	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,03	ELS CAR /32/ 1°	0,07	ELS CAR /32/ 1°
205 Lisse - Sup. - File 6		D24, 20x20	D24	58,89	58,89	1,17	15 ELU /21/	0,05	0,08	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,03	ELS CAR /24/ 1°	0,17	ELS CAR /24/ 1°
206 Contrefiche - File 6		D24, 17x18	D24	27,23	29,83	0,26	15 ELU /21/	0,05	0,08	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	1,47	ELS CAR /24/ 1°	0,39	ELS CAR /24/ 1°
207 Lisse - Inter. - File 4		D24, 23x27	D24	43,62	51,21	0,46	15 ELU /21/	0,21	0,03	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
208 Lisse - Inter. - File 4		D24, 22x27	D24	22,57	27,70	0,01	15 ELU /85/	0,00	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
209 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	27,63	29,25	0,33	15 ELU /21/	0,13	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	1,19	ELS CAR /56/ 1°	0,39	ELS CAR /56/ 1°
210 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,82	28,40	0,33	15 ELU /21/	0,12	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,48	ELS CAR /32/ 1°	0,40	ELS CAR /32/ 1°
211 Contrefiche - File 4		D24, 18x18	D24	25,19	25,19	0,06	15 ELU /87/	0,02	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,59	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
212 Contrefiche - File 4		D24, 18x18	D24	28,22	28,22	0,06	15 ELU /87/	0,02	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,61	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
213 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,37	26,96	0,06	15 ELU /21/	0,02	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,67	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
214 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	28,04	29,69	0,06	15 ELU /21/	0,14	1,10	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	1,16	ELS CAR /24/ 1°	1,88	ELS CAR /24/ 1°
215 Abâtélier - Inf. - File 4		D24, 31x23	D24	69,53	51,59	1,03	15 ELU /19/	0,00	0,02	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
216 Blochet		D24, 15x20	D24	8,66	11,55	0,38	15 ELU /19/	0,00	-	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,26	ELS CAR /24/ 1°	0,11	ELS CAR /24/ 1°
217 Jambette		D24, 19x17	D24	30,32	27,13	0,02	15 ELU /21/	-	-	-	0,39	ELS CAR /24/ 1°	0,52	ELS CAR /24/ 1°
218 Assélier - File 4		D24, 31x23	D24	22,94	17,02	0,17	15 ELU /21/	0,00	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,20	ELS CAR /24/ 1°	0,39	ELS CAR /24/ 1°
219 Abâtélier - Sur. - File 4		D24, 19x12	D24	305,51	192,95	0,37	15 ELU /95/	0,73	1,16	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,98	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
220 Lisse - Sup. - File 4		D24, 20x20	D24	58,89	58,89	1,05	15 ELU /21/	1,07	0,09	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,34	ELS CAR /24/ 1°	0,39	ELS CAR /24/ 1°
221 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	27,23	29,83	0,26	15 ELU /21/	0,09	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,82	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
222 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,77	28,34	0,25	15 ELU /21/	0,09	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,18	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
223 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,77	28,34	0,25	15 ELU /21/	0,12	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,12	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
224 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	27,35	28,96	0,32	15 ELU /21/	0,12	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,28	ELS CAR /56/ 1°	0,39	ELS CAR /56/ 1°
225 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,55	28,11	0,32	15 ELU /21/	0,12	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,12	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
226 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	28,22	29,88	0,14	15 ELU /21/	0,03	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,28	ELS CAR /56/ 1°	0,39	ELS CAR /56/ 1°
227 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	25,19	25,67	0,14	15 ELU /21/	0,02	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,11	ELS CAR /31/ 1°	0,40	ELS CAR /31/ 1°
228 Contrefiche - File 4		D24, 18x17	D24	26,76	25,27	0,05	15 ELU /19/	0,02	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,14	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
229 Contrefiche - File 4		D24, 18x17	D24	29,58	27,93	0,05	15 ELU /19/	0,02	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,97	ELS CAR /56/ 1°	0,39	ELS CAR /56/ 1°
230 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	27,23	29,83	0,36	15 ELU /21/	0,13	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
231 Lisse - Inter. - File 4		D24, 22x27	D24	43,62	53,54	0,99	15 ELU /21/	0,24	0,04	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
232 Lisse - Inter. - File 4		D24, 23x26	D24	23,44	26,50	0,01	15 ELU /19/	0,00	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	1,26	ELS CAR /24/ 1°	0,39	ELS CAR /24/ 1°
233 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	27,63	29,25	0,30	15 ELU /21/	0,09	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,78	ELS CAR /24/ 1°	0,41	ELS CAR /24/ 1°
234 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,82	28,40	0,30	15 ELU /21/	0,09	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,42	ELS CAR /24/ 1°	0,37	ELS CAR /24/ 1°
235 Contrefiche - File 4		D24, 16x18	D24	25,19	29,34	0,22	15 ELU /19/	0,02	0,01	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,49	ELS CAR /24/ 1°	0,43	ELS CAR /24/ 1°
236 Contrefiche - File 4		D24, 16x18	D24	28,22	31,74	0,23	15 ELU /19/	0,02	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,10	ELS CAR /28/ 1°	0,40	ELS CAR /28/ 1°
237 Contrefiche - File 4		D24, 12x18	D24	25,37	30,05	0,07	15 ELU /87/	0,04	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,21	ELS CAR /26/ 1°	0,22	ELS CAR /26/ 1°
238 Contrefiche - File 4		D24, 12x18	D24	28,04	42,06	0,07	15 ELU /87/	0,04	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,09	ELS CAR /38/ 1°	0,34	ELS CAR /38/ 1°
239 Abâtélier - Inf. - File 4		D24, 31x23	D24	69,53	51,59	0,42	15 ELU /19/	0,16	0,24	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
240 Blochet		D24, 15x20	D24	8,66	11,55	0,47	15 ELU /19/	0,00	0,01	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,27	ELS CAR /22/ 1°	0,14	ELS CAR /22/ 1°
241 Jambette		D24, 18x15	D24	34,37	28,64	0,01	15 ELU /19/	-	-	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,03	ELS CAR /22/ 1°	0,14	ELS CAR /22/ 1°
242 Assélier - File 4		D24, 34x25	D24	21,11	15,52	0,06	15 ELU /19/	0,00	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,36	ELS CAR /36/ 1°	0,39	ELS CAR /36/ 1°
243 Abâtélier - Sur.		D24, 18x15	D24	244,41	203,67	0,28	15 ELU /19/	0,09	0,07	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,23	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
244 Lisse - Sup. - File 4		D24, 20x20	D24	58,89	58,89	1,10	15 ELU /21/	1,07	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,74 x 0,56 x 1°9	-	-	-
245 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	27,23	29,83	0,36	15 ELU /21/	0,13	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,52	ELS CAR /24/ 1°	0,40	ELS CAR /24/ 1°
246 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,77	28,34	0,36	15 ELU /21/	0,13	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,08	ELS CAR /28/ 1°	0,39	ELS CAR /28/ 1°
247 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,77	28,34	0,36	15 ELU /21/	0,13	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,57	ELS CAR /56/ 1°	0,40	ELS CAR /56/ 1°
248 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	27,35	28,96	0,26	15 ELU /21/	0,09	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	0,45	ELS CAR /24/ 1°	0,43	ELS CAR /24/ 1°
249 Contrefiche - File 4		D24, 17x18	D24	26,55	28,11	0,26	15 ELU /21/	0,09	0,00	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-
250 Contrefiche - File 4		D24, 18x19	D24	26,73	29,22	0,19	15 ELU /21/	0,01	0,01	$(+0,6)1 + (+0,6)2 + (0,7+0,3)0,674 + (0,5+0,0)676 + (1+0,0)678 + (1+0,6)73$	-	-	-	-

Pilce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Gas	Ratio(y)	Cas (wy)	Ratio(z)	Cas (uz)	Ratio(vx)	Cas (vx)	Ratio(vy)	Cas (vy)		
250 Contreclie - File 4	024	26.73	29.22	0.11	15 EU/2/	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.45	ELS CAR 24/ 1"	0.43	ELS CAR 24/ 1"	
251 Contreclie - File 4	024	26.73	29.22	0.18	15 EU/2/	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.41	ELS CAR 24/ 1"	0.37	ELS CAR 24/ 1"	
252 Contreclie - File 4	024	26.73	29.22	0.14	15 EU/2/	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.30	ELS CAR 32/ 1"	0.41	ELS CAR 32/ 1"	
253 Contreclie - File 4	024	27.33	29.58	0.14	15 EU/2/	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.37	ELS CAR 32/ 1"	0.41	ELS CAR 32/ 1"	
254 Enclat - File 4	024	27.33	38.68	0.39	15 EU/2/	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.23	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.23	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	-	-	-	-	
255 Enclat - File 4	024	36.81	37.99	0.21	15 EU/2/	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.04	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.04	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	-	-	-	-	
256 Enclat - File 4	024	36.81	37.99	0.64	15 EU/19/	0.16	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.04	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.04	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	-	-	-	-	
257 Enclat - File 4	024	37.38	38.68	0.25	15 EU/85/	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.06	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.06	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	-	-	-	-	
258 Contreclie - File 6	024	27.23	27.23	0.27	15 EU/2/3/	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.58	ELS CAR 24/ 1"	0.09	ELS CAR 24/ 1"	
259 Contreclie - File 6	024	26.77	28.77	0.28	15 EU/2/	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.18	ELS CAR 33/ 1"	0.11	ELS CAR 33/ 1"	
260 Contreclie - File 6	024	26.77	28.77	0.29	15 EU/2/	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.68	ELS CAR 28/ 1"	0.09	ELS CAR 28/ 1"	
261 Contreclie - File 6	024	26.77	27.35	0.25	15 EU/2/	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.12	ELS CAR 38/ 1"	0.09	ELS CAR 38/ 1"	
262 Contreclie - File 6	024	26.55	26.55	0.35	15 EU/2/	0.12	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.68	ELS CAR 58/ 1"	0.09	ELS CAR 58/ 1"	
263 Contreclie - File 6	024	26.73	29.88	0.19	15 EU/2/	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.30	ELS CAR 24/ 1"	0.08	ELS CAR 24/ 1"	
264 Contreclie - File 6	024	26.33	28.67	0.19	15 EU/2/	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.22	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.22	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0711 + (+0.673	0.20	ELS CAR 32/ 1"	0.11	ELS CAR 32/ 1"	
265 Contreclie - File 6	024	23.94	26.76	0.10	15 EU/96/	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.48	ELS CAR 24/ 1"	0.08	ELS CAR 24/ 1"	
266 Contreclie - File 6	024	24.16	26.76	0.10	15 EU/96/	0.03	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.69	ELS CAR 24/ 1"	0.08	ELS CAR 24/ 1"	
267 Enclat - File 6	024	41.35	41.35	0.28	15 EU/19/	0.07	111	111	0.10	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0714 + (+0.673	-	-	-	-	-	
268 Enclat - File 6	024	40.51	40.61	0.47	15 EU/2/	0.23	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.04	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.04	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-	
269 Enclat - File 6	024	40.51	40.61	0.51	15 EU/2/	0.23	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.15	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.15	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-	
270 Enclat - File 6	024	41.35	41.35	0.44	15 EU/19/	0.07	113	113	0.44	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673
271 Adier - Sur SE	024	353.20	223.08	0.78	15 EU/85/	0.61	0.74 + 113	0.74 + 113	0.16	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.06	ELS CAR 37/ 1"	0.06	ELS CAR 37/ 1"
272 Lusse - Inter - Adier SE	024	29.72	29.72	0.05	15 EU/200/	0.03	0.74 + 119	0.74 + 119	0.27	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.18	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673
273 Adier - Inter NE	024	35.29	223.08	0.86	15 EU/19/	0.42	0.74 + 0.56 + 119	0.74 + 0.56 + 119	0.17	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.18	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	ELS CAR 24/ 1"	0.09	ELS CAR 24/ 1"
274 Enclat - Adier NE	024	52.99	52.99	0.15	15 EU/2/	0.01	0.74 + 0.56 + 110	0.74 + 0.56 + 110	0.30	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-
275 Adier - Inter NE	024	80.98	59.64	0.29	15 EU/91/	0.23	0.74 + 0.56 + 110	0.74 + 0.56 + 110	0.18	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	ELS CAR 24/ 1"	0.09	ELS CAR 24/ 1"
276 Enclat - Adier SE	024	52.99	52.99	0.69	15 EU/85/	0.15	0.74 + 0.56 + 110	0.74 + 0.56 + 110	0.30	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-
277 Adier - Inter SE	024	80.98	59.64	0.23	15 EU/85/	0.23	0.74 + 0.56 + 110	0.74 + 0.56 + 110	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-
278 Blochiet	024	11.46	15.28	1.87	15 EU/2/	0.01	0.74 + 0.56 + 110	0.74 + 0.56 + 110	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.02	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-
279 Blochiet	024	11.46	15.28	2.50	15 EU/2/	0.01	0.74 + 0.56 + 114	0.74 + 0.56 + 114	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.19	ELS CAR 42/ 1"	0.21	ELS CAR 42/ 1"
280 Asseller - Adier NE	024	27.93	20.54	0.02	15 EU/2/	0.00	-	-	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.69	ELS CAR 35/ 1"	0.65	ELS CAR 35/ 1"
281 Jambette	024	30.32	24.55	0.02	15 EU/19/	-	-	-	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	1.05	ELS CAR 51/ 1"	1.00	ELS CAR 51/ 1"
282 Lusse - Inter - Adier NE	024	29.72	29.72	0.05	15 EU/91/	0.02	0.74 + 119	0.74 + 119	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.14	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0712 + (+0.673	0.09	ELS CAR 38/ 1"	0.09	ELS CAR 38/ 1"
283 Jambette	024	30.32	24.55	0.01	15 EU/89/	-	-	-	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.21	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.11	ELS CAR 24/ 1"	0.11	ELS CAR 24/ 1"
284 Asseller - Adier SE	024	27.93	20.54	0.07	15 EU/85/	0.00	-	-	0.96	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-
285 Adier - Sur SO	024	353.20	223.08	2.85	15 EU/19/	0.77	119	119	0.01	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	ELS CAR 24/ 1"	0.09	ELS CAR 24/ 1"
286 Enclat - Adier SO	024	52.99	52.99	1.68	15 EU/2/	0.15	119	119	0.39	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	-	-	-	-
287 Adier - Inter SO	024	80.98	59.64	0.75	15 EU/87/	0.21	119	119	0.28	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.09	ELS CAR 24/ 1"	0.09	ELS CAR 24/ 1"
288 Blochiet	024	11.46	15.28	3.58	15 EU/2/	0.01	117	117	0.03	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.03	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.03	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673	0.03	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675 + (0.470.0719 + (+0.673
289 Asseller - Adier SO	024	27.93	20.54	0.04	15 EU/87/	0.00	0.74 + 112	0.74 + 112	0.00	(+0.671 + (+0.672 + (0.740.370.674 + (0.540.07675						

Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Gas	Ratio[lay]	Gas [lay]	Ratio[lay]	Gas [lay]	Ratio[lay]	Gas [lay]	Ratio[lay]	Gas [lay]
300. Aétier - Terrasson NE	D24_20x20	D24	83.75	83.75	0.51	15 ELLU /77/	0.01	0.74 + 1*10	0.73	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (+0.6)5 + (+0.6)3	0.17	ELS CAR /24/ 1*	0.18	ELS CAR /24/ 1*
301. Aétier - Terrasson NO	D24_20x20	D24	83.75	83.75	0.01	15 ELLU /77/	0.01	1*7	0.73	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (+0.6)5 + (+0.6)3	0.21	ELS CAR /24/ 1*	0.17	ELS CAR /24/ 1*
302. Aétier - Terrasson SO	D24_20x20	D24	83.75	83.75	0.51	15 ELLU /77/	0.01	0.74 + 0.5*6 + 1*7	0.73	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (+0.6)5 + (+0.6)3	0.21	ELS CAR /24/ 1*	0.13	ELS CAR /24/ 1*
303. Enrayure - Terrasson SE	D24_20x20	D24	77.53	77.53	0.33	15 ELLU /19/	0.00	0.5*6 + 1*9	0.25	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
304. Enrayure - Terrasson NE	D24_20x20	D24	77.53	77.53	0.23	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 0.5*6 + 1*7	0.11	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (+0.6)5 + (+0.6)4 + (+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.18	ELS CAR /24/ 1*	0.16	ELS CAR /24/ 1*
305. Gousset	D24_20x20	D24	11.51	11.51	0.63	15 ELLU /19/	0.10	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.01	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.18	ELS CAR /24/ 1*	0.17	ELS CAR /24/ 1*
306. Gousset	D24_20x20	D24	11.51	11.51	0.50	15 ELLU /19/	0.07	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.00	1*4 + 0.5*6 + 0.0*8	0.18	ELS CAR /24/ 1*	0.17	ELS CAR /24/ 1*
307. Gousset	D24_20x20	D24	11.51	11.51	0.56	15 ELLU /87/	0.09	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.01	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.18	ELS CAR /24/ 1*	0.17	ELS CAR /24/ 1*
308. Gousset	D24_20x20	D24	11.51	11.51	0.70	15 ELLU /87/	0.11	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.00	0.74 + 0.5*6 + 1*8	0.18	ELS CAR /24/ 1*	0.17	ELS CAR /24/ 1*
309. Enrayure - Terrasson NO	D24_20x20	D24	77.53	77.53	0.29	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 0.5*6 + 1*8	0.22	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (0.6+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
310. Enrayure - Terrasson SO	D24_20x20	D24	77.53	77.53	0.27	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.08	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
313. Contrefiche - Poinçon central	D24_17x17	D24	36.23	36.23	0.02	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.17	ELS CAR /24/ 1*	0.18	ELS CAR /24/ 1*
314. Contrefiche - Poinçon central	D24_17x17	D24	36.23	36.23	0.05	15 ELLU /19/	0.00	0.5*6 + 1*14	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.17	ELS CAR /24/ 1*	0.19	ELS CAR /24/ 1*
315. Contrefiche - Poinçon central	D24_17x17	D24	36.23	36.23	0.02	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.34	ELS CAR /24/ 1*	0.19	ELS CAR /24/ 1*
316. Contrefiche - Poinçon central	D24_17x17	D24	36.23	36.23	0.05	15 ELLU /19/	0.00	1*14	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.34	ELS CAR /24/ 1*	0.17	ELS CAR /24/ 1*
322. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	73.61	73.61	1.01	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 1*13	1.16	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
323. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	86.93	86.93	0.80	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 1*13	1.10	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
324. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	86.93	86.93	0.05	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.06	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
325. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	64.30	64.30	0.29	15 ELLU /19/	0.00	1*14	0.29	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
326. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	54.13	54.13	0.20	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 1*12	0.17	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
327. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	86.93	86.93	0.04	15 ELLU /19/	0.00	1*9	0.06	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
328. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	86.93	86.93	0.80	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	1.16	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
329. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	73.61	73.61	0.76	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.88	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
330. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	29.01	29.01	0.06	15 ELLU /97/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.01	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
331. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	86.93	86.93	0.69	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 0.5*6 + 1*9	0.93	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
332. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	73.07	73.07	0.06	15 ELLU /123/	0.00	0.5*6 + 1*9	0.04	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
333. Panne - F03	D24_16x16	D24	13.86	13.86	0.04	15 ELLU /196/	0.00	0.5*6 + 1*9	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
334. Sablière	D24_20x18	D24	167.82	151.03	0.91	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.05	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.11	ELS CAR /22/ 1*	0.05	ELS CAR /22/ 1*
335. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	73.61	73.61	0.48	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.55	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
336. Sablière	D24_20x18	D24	136.25	122.63	0.55	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.07	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
337. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	73.61	73.61	0.47	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.55	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
338. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	86.93	86.93	0.09	15 ELLU /95/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.06	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
339. Sablière	D24_20x18	D24	88.53	79.67	0.49	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 0.5*6 + 1*14	0.04	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
340. Sablière	D24_20x18	D24	127.21	114.49	0.47	15 ELLU /99/	0.93	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.02	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.04	ELS CAR /22/ 1*	0.05	ELS CAR /22/ 1*
341. Sablière	D24_20x18	D24	136.45	122.80	1.06	15 ELLU /19/	0.99	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.01	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.00	ELS QPR /2/ 1*1.0	0.00	ELS QPR /2/ 1*1.0
342. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	77.84	77.84	0.64	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.79	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.04	ELS CAR /5/ 1*1.0	0.04	ELS CAR /5/ 1*1.0
343. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	73.61	73.61	0.26	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.31	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
344. Panne - PHR03	D24_16x16	D24	9.09	9.09	0.04	15 ELLU /190/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
345. Chevêtre - PHR03	D24_16x16	D24	126.32	118.43	1.13	15 ELLU /19/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	2.25	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
346. Chevêtre - PHR03	D24_16x16	D24	105.08	98.51	1.54	15 ELLU /19/	0.00	0.74 + 1*11	2.55	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
347. Chevêtre - PHR03	D24_16x16	D24	121.36	113.78	1.94	15 ELLU /19/	0.01	1*9	3.12	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
348. Fourre - PHR03	D24_16x16	D24	56.24	52.72	0.02	15 ELLU /38/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.02	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-
349. Fourre - PHR03	D24_16x16	D24	90.42	84.77	0.05	15 ELLU /38/	0.00	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	0.07	(+0.6)1 + (+0.6)2 + (0.7+0.3)0.6)4 + (0.5+0.0)0.6)5 + (+0.0)0.6)8 + (+0.6)3	-	-	-	-

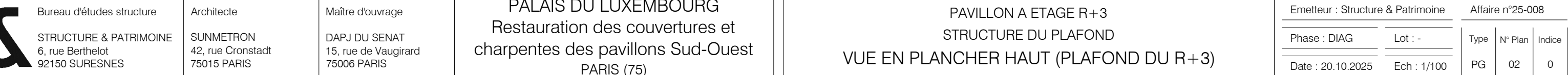
	Pièce	Profil	Matériau	Lay	Laz	Ratio	Cas	Ratio(y)	Cas (y)	Ratio(z)	Cas (z)	Ratio(x)	Cas (x)	Ratio(y)	Cas (y)	
349	Poutre - PHR03	D24_16x15	D24	92,42	84,77	0,03	15 ELU / 38	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+0,673	-	-	-	-	
	351 Poutre - PHR03	D24_16x15	D24	72,75	68,20	0,05	15 ELU / 19	0,00	0,74 + 0,56 + 113	0,07	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+0,673	-	-	-	-	
	352 Supente	D24_32x28	D24	14,47	12,67	0,02	15 ELU / 19	-	-	-	-	-	-	-	-	
	353 Sablière	D24_20x18	D24	21,74	19,416	0,98	15 ELU / 19	0,93	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,04	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	2,77	ELS CAR 24 / 11	2,05	ELS CAR 24 / 11	
	354 Sablière	D24_20x18	D24	136,45	122,80	0,86	15 ELU / 19	0,79	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,05	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,03	ELS CAR 7 / 11	0,04	ELS CAR 24 / 11	
	355 Chèvre - PHR03	D24_16x15	D24	157,41	147,22	0,20	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	5,42	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,03	ELS CAR 7 / 11	0,03	ELS CAR 7 / 11	
	356 Supente	D24_26x26	D24	15,59	15,59	0,06	15 ELU / 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	357 Cais bois - File 1	D24_15x15	C24	20,09	20,09	0,00	1 PERM1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	358 Sablière	D24_20x18	D24	352,18	316,97	0,74	15 ELU / 19	0,27	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,02	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,01	ELS CAR 22 / 1	0,03	ELS CAR 22 / 1	
	361 Gousset	D24_30x32	D24	9,95	10,61	0,28	15 ELU / 2	0,03	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,676 + (1+0,673	-	-	-	-	
372	Gousset	D24_30x32	D24	9,95	10,61	0,51	15 ELU / 2	0,07	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,677 + (1+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
	373 Gousset	D24_30x32	D24	9,95	10,61	0,63	15 ELU / 2	0,07	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
	374 Gousset	D24_30x32	D24	9,95	10,61	0,52	15 ELU / 2	0,06	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,676 + (1+0,673	0,03	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
	377 Chenon courant	D24_26x24	D24	41,16	38,00	0,63	15 ELU / 87	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,44	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	388 Chenon courant	D24_26x24	D24	41,16	38,00	0,26	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,16	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	418 Chèvre - Chéménie E	D24_35x35	D24	20,39	20,39	0,75	15 ELU / 19	0,00	0,56 + 179	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
	419 Chèvre - Chéménie E	D24_30x30	D24	23,79	23,79	0,53	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,15	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,676 + (1+0,673	-	-	-	-	
	420 Chèvre - Chéménie E	D24_23x23	D24	79,00	79,00	0,92	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,58	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,676 + (1+0,673	-	-	-	-	
	421 Chèvre - Chéménie E	D24_30x30	D24	15,47	15,47	0,03	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,06	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,676 + (1+0,673	-	-	-	-	
	422 Chèvre - Chéménie E	D24_31x31x2	D24	63,50	63,50	1,08	15 ELU / 19	0,00	0,56 + 179	0,11	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
423	Adossier - Chéménie E	D24_20x18	D24	38,84	39,84	0,49	15 ELU / 2	0,32	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,37	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	Adossier - Inter - File 3	D24_20x18	D24	88,94	79,95	0,49	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	424 Blochet	D24_15x20	D24	8,66	11,55	0,29	15 ELU / 106	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	425 Adossier - File 3	D24_20x16	D24	32,98	26,38	0,02	15 ELU / 234	0,00	0,74 + 0,56 + 179	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	426 Jamбите	D24_20x20	D24	25,77	25,77	0,02	15 ELU / 88	0,00	-	-	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,11	ELS CAR 43 / 1	0,59	ELS CAR 43 / 1	
	427 Adossier - Sur	D24_20x13,5	D24	243,26	164,20	0,22	15 ELU / 89	0,37	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,34	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,678 + (1+0,673	0,27	ELS CAR 28 / 1	0,07	ELS CAR 42 / 1	
	428 Inter - File 3	D24_20x20	D24	48,88	48,88	0,31	15 ELU / 2	0,25	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,13	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	429 Lisse - Inter - File 3	D24_20x20	D24	19,39	19,39	0,01	15 ELU / 89	0,00	113	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
	430 Chèvre - Chéménie O	D24_35x35	D24	20,39	20,39	1,05	15 ELU / 19	0,00	0,56 + 177	0,16	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
	431 Chèvre - Chéménie O	D24_35x35x2	D24	59,43	59,43	1,05	15 ELU / 19	0,00	0,56 + 177	0,14	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-	
432 Chèvre - Chéménie O	D24_35x35	D24	20,39	20,39	0,40	15 ELU / 19	0,00	0,74 + 0,56 + 177	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-		
433 Chèvre - Chéménie O	D24_25x25	D24	54,25	54,25	0,71	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,29	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (0,64070,677 + (1+0,673	-	-	-	-		
434 Chèvre - Chéménie O	D24_30x30	D24	20,32	20,32	0,50	15 ELU / 19	0,00	0,74 + 0,56 + 113	0,10	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-		
435 Chèvre - Chéménie O	D24_25x25	D24	33,26	33,26	0,72	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,14	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-		
436 Adossier - Inter - File 6	D24_20x18	D24	88,74	79,95	0,22	15 ELU / 88	0,17	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,16	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-		
437 Blochet	D24_15x20	D24	8,66	11,55	0,85	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,01	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-		
438 Jamбите	D24_20x20	D24	25,77	25,77	0,07	15 ELU / 19	-	-	-	-	0,74 + 0,56 + 110	-	-	-	-	
439 Adossier - File 6	D24_20x25	D24	21,11	18,84	0,02	15 ELU / 19	0,00	0,74 + 0,56 + 112	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,29	ELS CAR 24 / 1	0,50	ELS CAR 28 / 1		
440 Adossier - Sur	D24_20x13,5	D24	252,99	170,77	0,84	15 ELU / 19	0,02	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,41	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,41	ELS CAR 24 / 1	0,28	ELS CAR 24 / 1		
441 Entrait	D24_20x20	D24	52,69	52,69	0,15	15 ELU / 19	0,07	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,59	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,17	ELS CAR 24 / 1	0,29	ELS CAR 24 / 1		
442 Lisse - Inter - File 6	D24_24x27	D24	17,18	19,32	0,02	15 ELU / 19	0,00	0,74 + 114	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-		
461 Cais bois - File 1	D24_20x60	C24	0,81	24,22	0,00	1 PERM1	-	-	-	-	(+0,671 + (+0,672 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
462 Cais bois - File 5	D24_15x15	C24	10,16	10,16	0,00	1 PERM1	-	-	-	-	(+0,671 + (+0,672 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-	
463 Chèvre - File 1 - PHR03	MORSEE_14	D24	126,70	39,07	0,63	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,38	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-		
464 Pame - PHR03	D24_16x16	D24	44,60	44,60	0,01	15 ELU / 97	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	0,05	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	-	-	-	-		
465 Chèvre - PHR03	D24_16x15	D24	47,36	44,60	0,06	2 PERM2	0,01	0,56 + 179	0,04	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-		
467 Poutre - PHR03	D24_16x15	D24	63,96	59,87	0,43	15 ELU / 19	0,00	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,677 + (1+0,673	0,44	(+0,671 + (+0,672 + (0,740 370,674 + (0,54070,676 + (1+070,678 + (1+0,673	-	-	-	-		

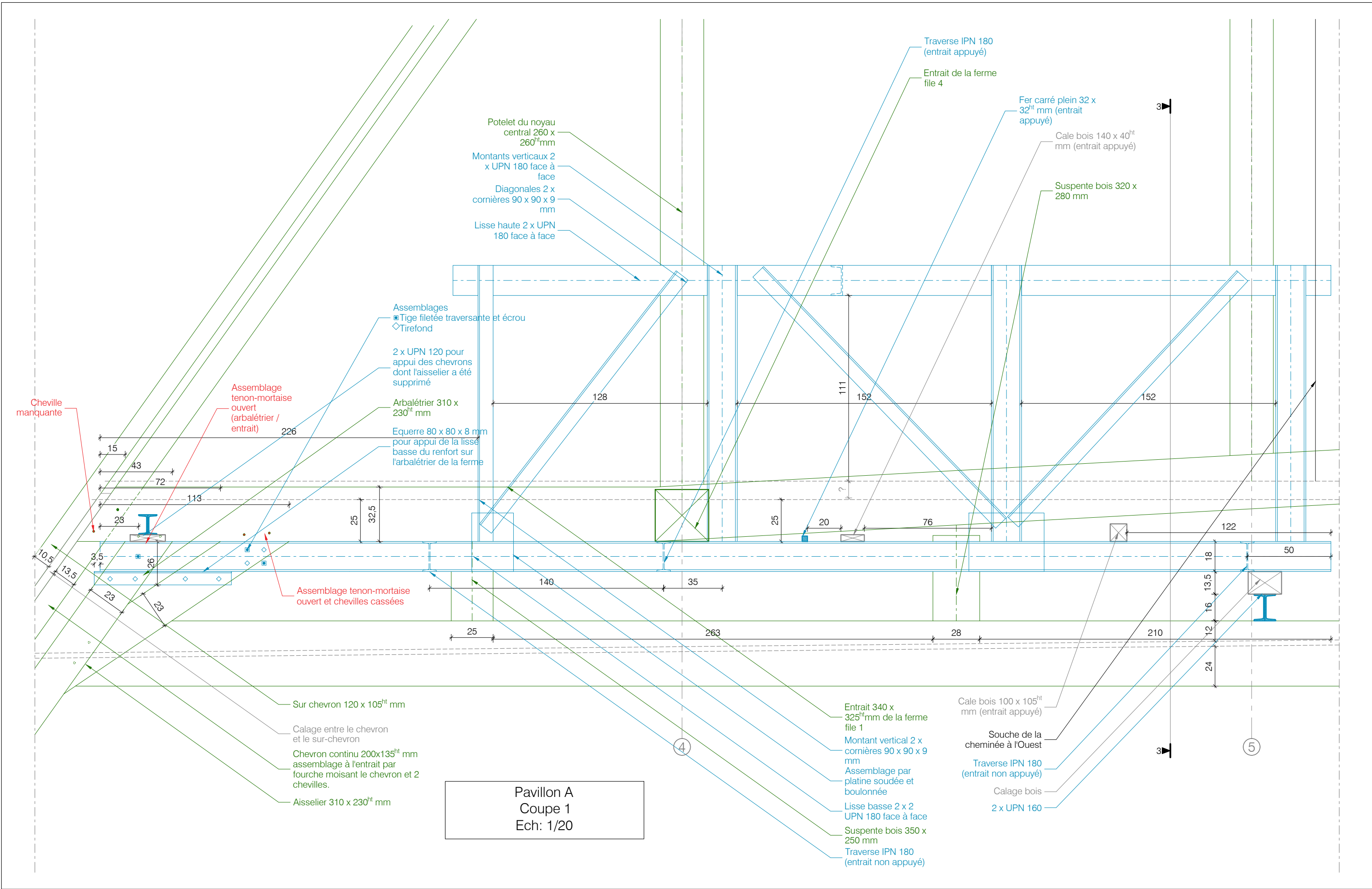
Mur de refend Ouest-Est

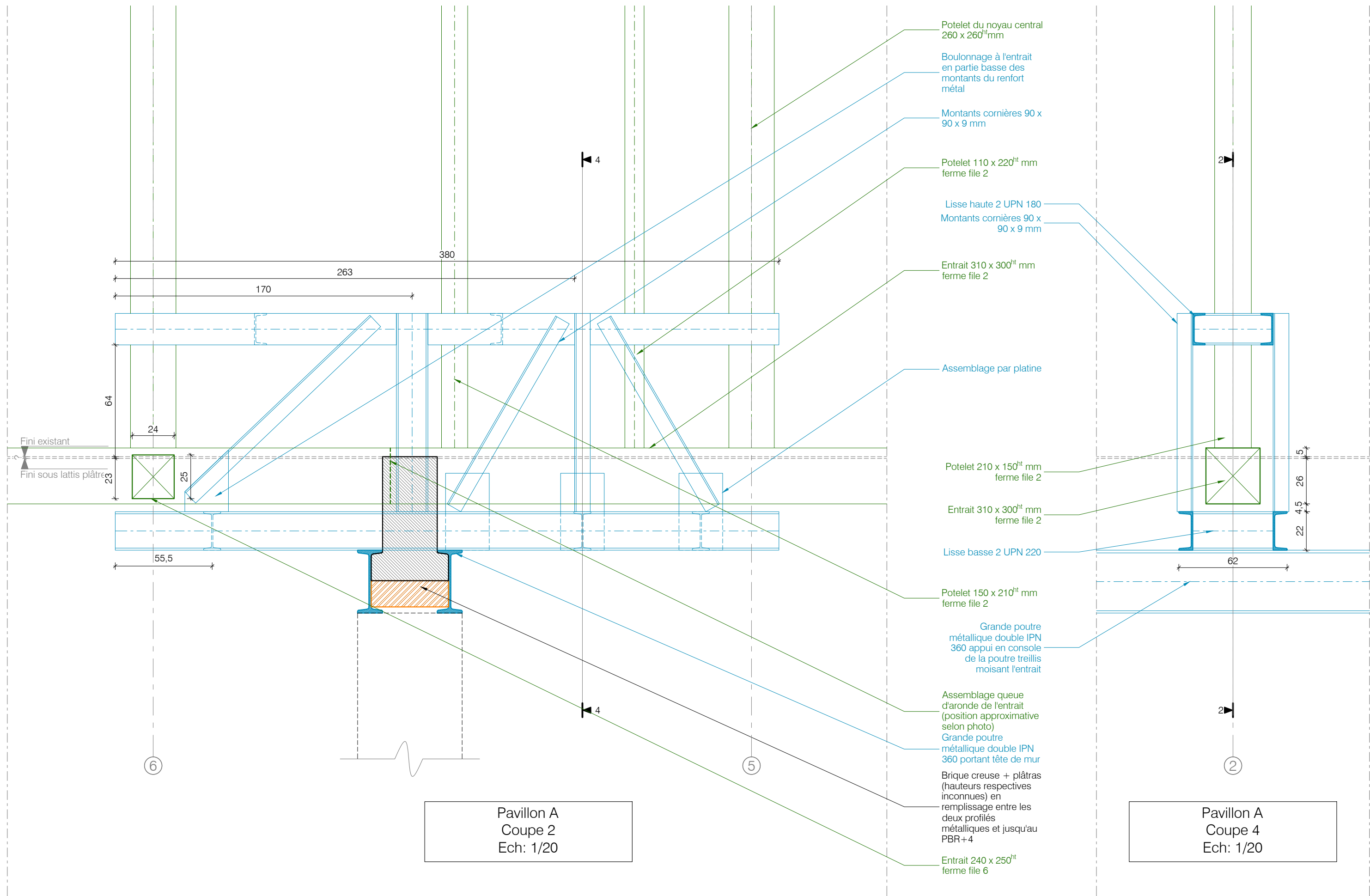
Entrait 26^{ht} cm -

— Mur de refend Ouest-Est

R+3







Bureau d'études structure

STRUCTURE & PATRIMOINE
6, rue Berthelot
92150 SURESNES

Architecte

SUNMETRON
42, rue Cronstadt
75015 PARIS

Maître d'ouvrage

SENAT
15, rue de Vaugirard
75006 PARIS

PALAIS DU LUXEMBOURG
Restauration des couvertures et
charpentes des pavillons Sud-Ouest
PARIS (75)

PAVILLON A ETAGE R+4
FERME FILE 2 ET FERME FILE 6
RENFORTS EXISTANTS EN PLANCHER BAS

Emetteur : Structure & Patrimoine

Affaire n°25-008

Phase : DIAG

Lot : -

Type N° Plan Indice

Date : 20.10.2025

Ech : 1/20

CPE 04 0



