

Notice structurelle - Phase PRO

GUISE - Familistère

Charpente du pavillon central - PCMH3

Rapport n° 14-026-04



Paris, Mars 2018,

Notice structurelle - Phase PRO

Guise - Familistère

Charpente du pavillon central - PCMH3

Rapport n° 14-026-03

EQUILIBRE STRUCTURES

18 rue du Sentier

75 002 PARIS

Tel : 01.47.42.04.87

Email : contact@equilibre-structures.fr

MAÎTRE D'OUVRAGE

Syndicat mixte du Familistère Godin 262-263

Familistère, aile droite

02 120 Guise

MAÎTRE D'ŒUVRE

Eugène Architectes du Patrimoine

10 Cité d'Angoulême

75 011 PARIS

Indice	Date	Etabli	Vérifié	Modification
A	02/03/2018	J. Deambrogio	N. Cheval	Première Diffusion

SOMMAIRE

1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	7
2. CONTEXTE	8
2.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉDIFICE ET DU PROJET	8
2.2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	8
2.3. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE	8
3. ANALYSE DE L'ÉDIFICE	9
3.1. SYNTHÈSE HISTORIQUE	9
3.2. ANALYSE CONSTRUCTIVE	10
3.2. PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES	16
4. ANALYSE DES DÉSORDRES	25
4.1. DÉSORDRES SANITAIRES	25
4.2. INCOHÉRENCES STRUCTURELLES ET MALFAÇONS	26
5. VÉRIFICATIONS STRUCTURELLES	28
5.1. LA CHARPENTE	28
5.2. LE PLANCHER HAUT DU R+3	28
6. PARTI DE RESTAURATION	29
6.1. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE CONSTRUCTIVE	29
6.2. TRAVAUX DE CONFORTEMENT STRUCTUREL ET PARTI DE RESTAURATION	30
7. NOTE D'HYPOTHÈSES	31
7.1. NORMES DE RÉFÉRENCES	31
7.2. CHARGES	31
7.3. MATÉRIAUX	32
7.4. DÉFORMATION DES OUVRAGES	32
8. LISTE DE TRAVAUX - Lot Structure	33
8.1. ÉTUDES ET INVESTIGATIONS	33
8.2. DÉMOLITIONS - DÉPOSES	34
8.3. MAÇONNERIES	36

8.4. PLANCHERS BOIS	36
8.5. CHARPENTES BOIS	37

1. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Les prescriptions du lot structures concernent exclusivement les charpentes et le plancher haut R+3 des ailes Sud et Ouest du pavillon central du Familistère (voir périmètre PCMH3 sur plans), ainsi que celles des deux corps de liaison avec les ailes gauche et droite du familistère.

2. CONTEXTE

2.1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉDIFICE ET DU PROJET

Localisation	Famillistère de Guise - 263 Cité Famillistère. 02120 Guise
Édifice	Pavillon Central
	Classé Monument Historique le 4 juillet 1991
Description de la mission	Assistance technique à la maîtrise d'œuvre pour l'étude du projet de restauration des combles et de la toiture coté Sud et Ouest du pavillon central du Famillistère de Guise.

2.2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Charges de Neige	
Région climatique	1A
Altitude	124 m
Actions du Vent	
Zone	2
Risques Sismiques	
Zone de sismicité	2: faible
Exigence sismique	Néant

2.3. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Études Préalables	Etude de diagnostic - h2o / Unanime / Ph. Votruba

3. ANALYSE DE L'ÉDIFICE

3.1. SYNTHÈSE HISTORIQUE

Le familistère est constitué d'un ensemble de bâtiments construits par J. B. A. Godin à partir de 1840 et destinés aux membres de son entreprise. Il est composé de bâtiments de logements, de services, d'enseignement et de loisirs, côté ouest de l'Oise et faisant face à l'usine Godin, de l'autre côté de la rivière.

L'objet de cette étude concerne le pavillon central du «Palais social», et plus précisément ses combles et sa toiture. Il s'agit d'un ensemble constitué de 3 corps de bâtiments sur le même principe: des immeubles de logements de plan rectangulaire disposant chacun d'une cour centrale couverte d'une verrière et dont les logements sont desservis par des coursives intérieures. L'ensemble a été construit entre 1859 et 1884, et conserve à ce jour ses dispositions initiales à l'exception de l'aile gauche qui fut détruite pendant la première guerre mondiale par un incendie survenu en 1914, et reconstruite entre 1922 et 1924.

En ce qui concerne les combles du pavillon central, des travaux de restauration de la charpente et de la couverture ont été réalisés entre 2007 et 2010 sur les versants intérieurs des ailes Sud et Ouest, et sur la totalité de l'aile Nord. Une seconde phase de restauration a été réalisée entre 2013 et 2014 sur la totalité de l'aile Est.

3.2. ANALYSE CONSTRUCTIVE

3.2.1. Dispositions générales

Le pavillon central du familistère de Guise mesure environ 63 m de long sur 40 m de large et ses ailes ont une profondeur d'environ 10 m entre façade extérieure et façade sur cour.

Au R+3, les appartements sont desservis par une coursière périphérique à la cour centrale. Au R+4, Les pièces sont réparties de part et d'autre d'un couloir longitudinal central (largeur 1 m), aux extrémités duquel se trouvent les escaliers reliant les combles aux étages inférieurs.

A l'angle Sud-Ouest, on constate que la charpente du pavillon central a été modifiée afin d'être raccordée au bâtiment de liaison avec l'aile droite du familistère: l'arbalétrier de la demi-ferme d'angle d'origine a été coupé et son tronçon restant est désormais soutenu par une contrefiche. Les photos d'archives nous permettent de confirmer cette hypothèse: on voit que le pavillon central a été achevé avant le début des travaux de l'aile droite, et disposait d'une façade ouest et d'une couverture intégrale à l'origine.

Murs porteurs

La structure des ailes est constituée par ses façades porteuses et un mur de refend longitudinal en maçonnerie de briques de 35 cm d'épaisseur, à mi distance entre les façades (soit un entraxe d'environ 5m). Ce mur de refend brique a été ponctuellement remplacé par un mur en parpaings lors des travaux de 2007-2010.

Des murs de refend transversaux, d'une épaisseur de 15 cm sont disposés en alternance avec les cheminées, formant une trame de 4,3 à 5 m à l'intérieur des logements. Au R+4 (combles), deux murs de refend transversaux de l'aile Sud ont été déposés côté intérieur (côté cour), probablement au moment des modifications de la charpente entre 2007 et 2010, des traces d'arrachements dans les maçonneries en briques étant en effet observables dans les combles.

Au niveau du belvédère (3 travées centrales), les murs de refend transversaux sont plus épais (35 cm).

Planchers

Dans le cas général, les planchers hauts du R+3 sont en bois et portent perpendiculairement aux façades, entre façade et mur de refend, les solives étant en appui direct sur les maçonneries. Toutefois certaines exceptions existent.

Au niveau du belvédère, le solivage des planchers hauts du R+5 (et par hypothèse les planchers inférieurs) porte perpendiculairement aux façades, mais les solives sont également soulagées à mi portée par une poutre appuyée sur les murs de refend transversaux du belvédère. Il en est de même dans le bâtiment de liaison avec l'aile gauche.

Au niveau des locaux techniques sous combles (R+4) le plancher haut du R+3 a été renforcé par la mise en place d'un système poutrelles en béton armé préfabriqué et hourdis en béton aggloméré, portant de façade

à refend longitudinal, perpendiculairement aux façades. De part et d'autre de ce dernier, le plancher bois d'origine a également été remplacé par un plancher bois neuf avec des bois de section supérieure.

Le plancher haut du R+3 dans le bâtiment de liaison avec l'aile droite est constitué de solives métalliques perpendiculaires aux façades avec remplissage en béton de mâchefer.

La mise en place d'un système de climatisation pour le musée a nécessité le renforcement des planchers existants afin de supporter le poids des CTA, extracteurs ou gaines. Des surplanchers en profilés métalliques, en appui sur les maçonnerie et donc déconnectés des planchers d'origine, supportent ces surcharges ponctuelles.



Fig.1 - Détail du plancher haut R+3 : substitution de certaines poutres au droit de nouvelles demi-fermes des combles



Fig.2 - Détail du carrelage en terre cuite des combles



Fig.3 -refends transversaux brique au R+3



Fig.4 -Plancher haut du R+3: plancher renforcé au droit d'une nouvelle demi ferme



Fig.5 -Plancher type (plancher haut du R+3):
solives 17(h)x6cm, entraxe 32 cm



Fig.6 -Plancher d'origine remplacé par un système
poutrelles-hourdis au niveau des locaux techniques



Fig.7 - Surplancher métallique reprenant la charge des équipements de ventilation mis en place lors de la création du musée



Fig.8 - Détail de la nouvelle structure métallique au droit d'une cheminée



Fig.9 - Surplancher métallique reprenant la charge des équipements techniques des combles: le plancher d'origine n'est pas sollicité

3.2.2. La charpente

Principe général:

La charpente d'origine a été modifiée de manière importante lors des travaux de 2010 de modification du pavillon central pour la création du musée Godin et de restauration des versants intérieurs de la toiture dans le cadre des travaux de restauration de la verrière. Cependant ces modifications n'ont eu lieu que sur la moitié intérieure de la charpente, côté cour centrale, et ont laissé la moitié extérieure de la charpente dans ses dispositions d'origine.

Nous décrirons dans un premier temps ces nouvelles dispositions constructives avant d'en décrire les conséquences quant à la stabilité d'ensemble de l'ouvrage.

En outre, les principes constructifs de la charpente de l'aile ouest et de l'aile sud sont différents, nous les décrirons donc successivement.

Aile ouest

Dans l'aile ouest du pavillon, deux fermes d'origine nous permettent de comprendre les dispositions constructives du familistère avant modification et l'impact des modifications de charpente de 2010.

La charpente de l'aile ouest est de type charpente à surcroît, présentant des fermes à entrain et entrain retroussé, jambe de force et blochet. Les fermes sont situées à mi distance entre deux cheminées.

Côté extérieur:

-dans ses dispositions d'origine, côté extérieur, la charpente dispose d'une seule panne, celle ci prend appui alternativement sur une ferme (d'origine) et sur une cheminée munie d'un corbeau .

-Transversalement, les cheminées reçoivent également des poutrelles sur lesquelles sont appuyées les potelets de support de la panne faîtière.

Côté intérieur

-Le pan intérieur de la charpente dispose de 2 pannes, par hypothèse, nous supposons que ces nouvelles dispositions ont été mise en place pour 2 raisons: cela a permis la création de fenêtres de toiture entre ces pannes, et de réduire la longueur de flexion des chevrons.

-des demi fermes neuves et des chevêtres sont disposées alternativement et de part et d'autre des cheminées et reçoivent les nouvelles pannes. Ces demi fermes sont de même principe que les fermes d'origine (fermes à entrain retroussé, jambe de force et blochet)

-les demi fermes sont en appui simple en tête sur la cloison longitudinale centrale de l'aile ainsi qu'en pied par l'intermédiaire d'un sabot posé sur le plancher haut du R+3

-Les chevêtres reçoivent les pannes basses et sont appuyés sur les pannes hautes.

-Les corbeaux maçonnés des cheminées ont été déposés

Aile Sud

Le principe structurel d'origine de la charpente de l'aile sud est sensiblement différent de l'aile ouest.

En effet il ne s'agit pas d'une charpente à fermes: les pannes sont supportées alternativement par les cheminées en brique munies de corbeaux, et par des refends maçonnés.

Côté extérieur:

-Les dispositions d'origine sont conservées: la charpente dispose d'un seul niveau de pannes portant entre refends et cheminées maçonnées

-Transversalement, les cheminées reçoivent également des poutrelles sur lesquelles sont appuyées les potelets de support de la panne faîtière.

Côté intérieur (côté cour)

-Le pan intérieur dispose de 2 niveaux de pannes

-celles ci sont supportées par une alternance de demi fermes neuves et d'arbalétriers situés de part et d'autre des cheminées, dont les corbeaux ont été bûchés. Les demi fermes son identiques à celles de l'aile ouest (demi fermes à entrain retroussé, jambe de force et blochet)

-Les chevêtres reçoivent les pannes basses et sont appuyés sur les pannes hautes.

-les demi fermes sont en appui simple en tête sur la cloison longitudinale centrale de l'aile ainsi qu'en pied par l'intermédiaire d'un sabot posé sur le plancher haut du R+3

-Aux extrémités de l'aile, les dernières demi fermes disposent d'un arbalétrier dont l'extrémité est en porte à faux et sert de support à la panne faîtière

cas particuliers

Dans l'aile sud, file S12, une fermette a été créée en place du système de potelet qui supporte habituellement la panne faîtière. La fermette reçoit les pannes supérieures des travées de part et d'autre de la cheminée.

Le comportement de ces nouvelles dispositions constructives ainsi que les conséquences sur la structure d'origine et la pérennité de l'ouvrage seront décrite au chapitre 5: relevé des désordres. Toutefois, nous pouvons d'ores et déjà souligner le problème inhérent au schéma statique des demi fermes en appui glissant sur une cloison et un plancher qui ne sont pas à même de reprendre les poussées verticales transmises par la charpente.

3.2.3. La couverture

La couverture des ailes Sud et Ouest du pavillon central est constituée de tuiles mécaniques à goutte sur liteaux bois. Les pièces côté extérieur disposent également d'un parement intérieur en plâtre (30mm) sur lattis bois (8mm).

Les chevrons apparemment d'origine côté extérieur est constitué de chevrons bois de 8(h)x6cm avec un entraxe de 45cm en bois résineux.

Côté intérieur, la couverture a été restaurée sur le même modèle que l'ancienne: tuiles, liteaux et chevrons y sont identiques, cependant le parement intérieur en plâtre sur lattis bois déposé n'a pas été restauré.

3.3. PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

3.3.1. Aile ouest

Fermes d'origine conservées



Fig.10 -Aile ouest: Ferme d'origine visible côté intérieur: jambe de force et blochet



Fig.11 -Pied de ferme côté extérieur



Fig.12 -Aile ouest: Ferme d'origine visible côté intérieur: entrail retroussé moisé



Fig.13 -Entrail retroussé d'une ferme d'origine traversant le couloir

Pannes d'origine en appui sur les consoles maçonnées des cheminées



Fig.14 -Console maçonnée d'une cheminée, supportant une panne

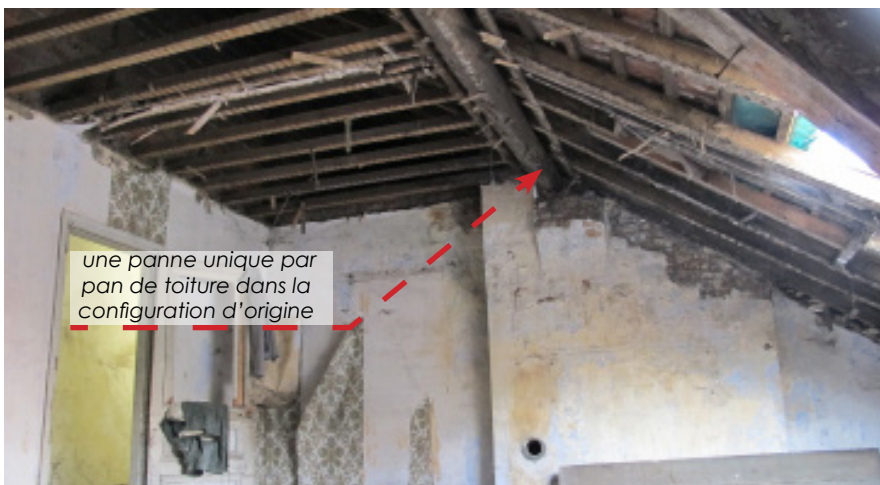


Fig.15 -Configuration d'origine côté extérieur de la charpente: 1 seule panne

3.3.2. Aile sud

Demi fermes



Fig.16 -Demi ferme neuve avec simple entrain retroussé



Fig.17 -Détail du pied d'une demi ferme neuve



Fig.18 -Pied de ferme: appui sur un sabot: pas d'entrain bas



Fig.19 -Détail d'un poinçon de demi ferme, en appui sur la cloison longitudinale

Chevêtres



Fig.21 -Chevêtre et panne inférieure, aile sud



Fig.22 -Pied de chevêtre et appui de la verrière de la cour centrale

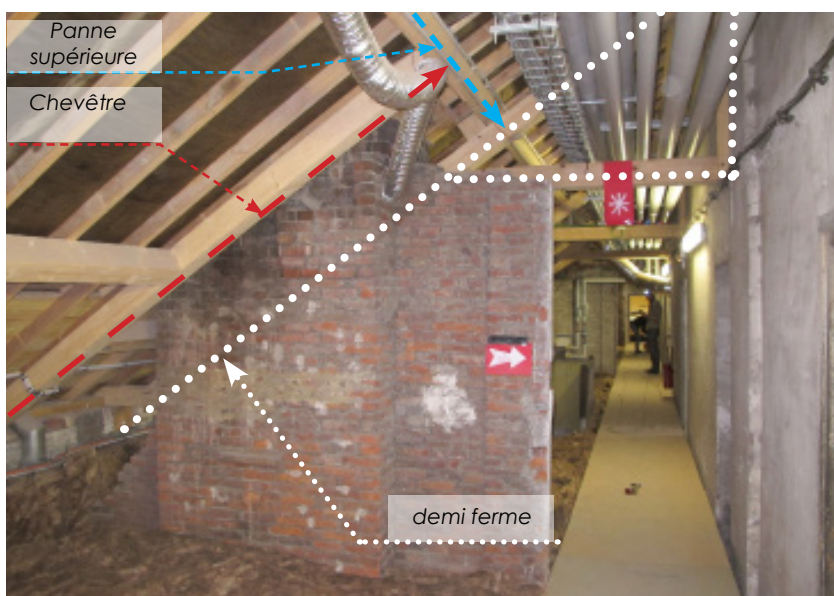


Fig.20 -arbalétrier intermédiaire en appui sur la panne supérieure

Poutre et potelet de support du
faîtage, au droit des cheminées



Fig.23 - Détail d'un potelet de support de la panne faîtière

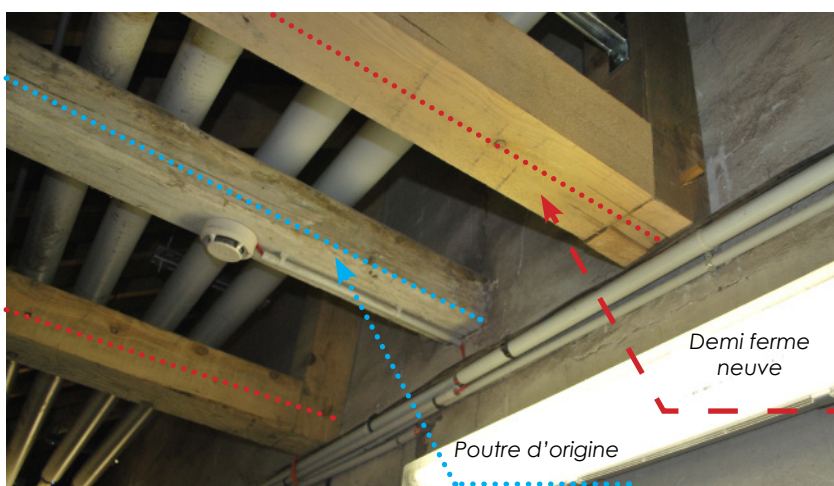


Fig.25 -Juxtaposition d'une poutre et de deux demi ferme, aile sud



Fig.24 -Création d'une fermette file S12 au droit d'une cheminée

Ferme d'angle entre ailes ouest et sud



Fig.26 - Ferme d'angle neuve entre les ailes sud et ouest

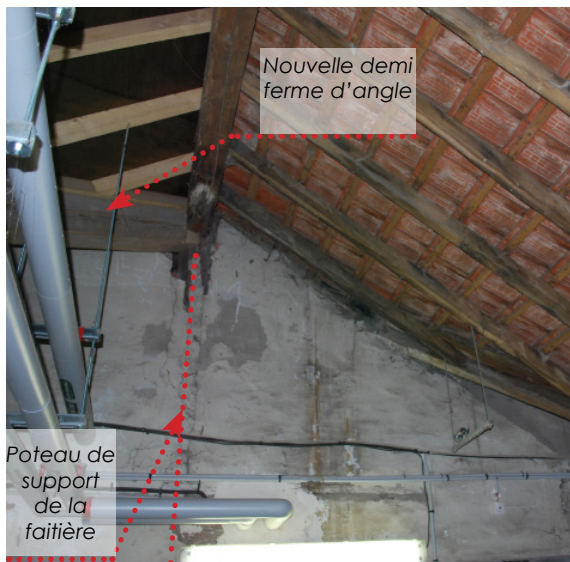


Fig.27 - Détail du raccord des charpentes des ailes, sud et ouest et du bâtiment de liaison



Fig.28 - Noue du bâtiment de liaison



Fig.29 - Noue du pavillon d'angle de la façade sud

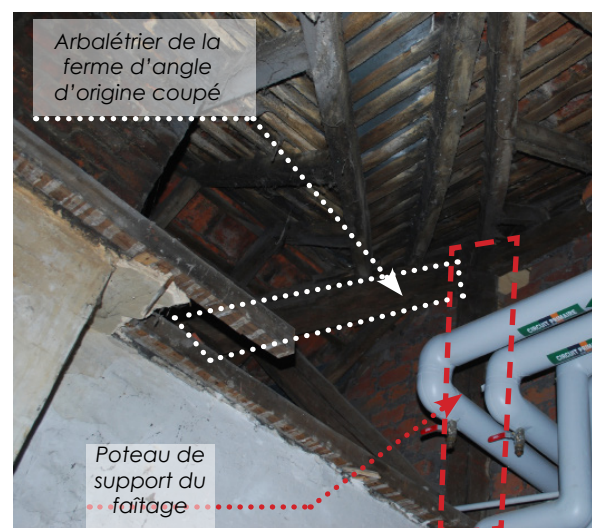


Fig.30 - Le raccord complexe des charpentes est dû à sa modification lors de la construction du bâtiment de liaison de l'aile droite

Fermettes au droit des cheminées



Fig.31 -Espacement des chevrons identique sur les pans de toiture extérieur et intérieur



Fig.32 -Voligeage en bas de pente du pan intérieur



Fig.34 -Ancienne fenêtre de toiture occultée par la couverture



Fig.33 -revêtement plâtre sur lattis bois sur le pan extérieur (d'origine)

3.2.4. Photos d'archives



Fig.35 -Vue aérienne du familistère de guise permettant d'observer la géométrie de la toiture, les raccords des couvertures du pavillon central et des ailes et les fenêtres de toiture (cliché post 1924)



Fig.36 -Photographie de 1925 lors de la reconstruction de l'aile gauche, montrant le bâtiment de liaison de l'aile gauche et son raccordement avec les couvertures avec le pavillon central et le rythme des fenêtres de l'époque



Fig.37 -Photographie de 1865 montrant que le pavillon central a été achevé avant la construction de l'aile droite: des modifications de la charpente ont été nécessaires lors de la liaison avec la future aile droite



Fig.38 -Photographie de 1865 depuis le château des ducs de Guise, montrant que le pavillon central a été achevé avant la construction de l'aile droite: des modifications de la charpente ont été nécessaires lors de la liaison avec la future aile droite

4. ANALYSE DES DÉSORDRES

L'ensemble de la charpente et de la couverture du côté extérieur des ailes du pavillon central présente un mauvais état de conservation. Le mauvais état général de la couverture implique que de nombreuses infiltrations ont lentement endommagé les bois de charpente et les planchers.

D'autres part, des incohérences structurelles ou malfaçons sont à déplorer suite aux modifications de charpente réalisées lors de la campagne de travaux de 2010,.

Nous distinguerons ci-après les désordres sanitaires, liés au vieillissement naturel de l'édifice, particulièrement situés côté extérieur de la charpente et ceux liés aux modifications de charpente ayant changé le schéma statique de la structure.

4.1. DÉSORDRES SANITAIRES

De nombreux éléments de charpente et de couverture ont subis des dégâts à cause d'une mauvaise étanchéité, et d'infiltrations d'eau. Conjointement, ces éléments ont subi des attaques d'insectes et de champignons. Cela concerne :

- les planchers haut du R+3
- les chevrons des anciennes tabatières
- les bas de pente et raccord de toiture
- la panne faîtière entre les files S13 et S14
- la panne faîtière à la rencontre des deux ailes

Il convient de traiter la panne faîtière au plus vite pour une mise en sécurité du site pour les personnes. De manière générale, un remplacement, ou a minima, un traitement fongicide et insecticide est à prévoir selon le degré de dégradation

Différentes fissures et déformations structurelles sont également observables :

- Au niveau de la file W7, à proximité de la réserve d'eau, dans les combles, *le mur de refend transversal en maçonnerie de brique présente une fissure horizontale*. Par hypothèse, des fuites du réservoir ont pu endommager la maçonnerie et provoquer le pourrissement des solives à proximité. La fissuration est probablement consécutive à une décompression de la maçonnerie après flexion du solivage. Le mouvement de la maçonnerie et l'ouverture des fissures semble arrêté, sans doute suite à la désaffectation de ce réservoir.

- On constate au R+3 *un affaissement du plancher relativement au mur de refend longitudinal*. Une investigation complémentaire avec pour base les DOE des travaux menés au R+2 est nécessaire pour connaître la gravité ou l'évolution de ce désordre.

- *Des fissures diagonales dans les maçonneries en brique des cheminées et cloisons transversales* se rencontrent de manière récurrente le long des façades. Celles ci semblent bénignes et probablement dues à la poussée au vide des chevrons sur la maçonnerie de façade.

- On observe sur la façade arrière (nord) du bâtiment de liaison *des fissures systématiques des allèges des fenêtres*. Ces fissures sont traversantes et orientées en diagonale. On constate également de fortes remontées capillaires en bas de la façade, localisées à l'angle nord ouest, indiquant que le sol est gorgé d'eau. Par hypothèse un défaut du réseau EP peut avoir lessivé le sol et provoqué un tassement des fondations à cet angle, à l'origine des fissures.

D'autre part, on constate *des fissures en croix dans la maçonnerie de brique*, dues au gonflement par corrosion de tiges d'ancrage dans le mur. Ces fixations n'ont plus d'utilité actuellement et étaient probablement utilisées pour la fixation de réseau EP ou électrique autrefois.

4.2. INCOHÉRENCES STRUCTURELLES ET MALFAÇONS

Des incohérences structurelles ou malfaçons sont à déplorer suite aux modifications de charpente réalisées lors de la campagne de travaux de 2010, qui a modifié les dispositions constructives initiales. Certains ouvrages réalisés présentent un risque pour la stabilité globale de la charpente et pour la pérennité des ouvrages, en particulier l'évacuation des eaux de pluie.

Côté intérieur de la charpente, des demi fermes ont été créées pour l'appui des pannes

- *de part et d'autre des cheminées (ailes ouest et sud)*
- *entre deux cheminées, à respectivement 1/3 et 2/3 de la portée (aile sud, files S6' et S6'')*

Plusieurs problèmes découlent de leur position et de leur mode d'appui :

- *demi-fermes poussant au vide* : les demi fermes créées sont en appui glissant en tête sur les cloisons légères au dessus du refend longitudinal et en pied sur le plancher haut du R+3 par l'intermédiaire de leur sabot. Dans cette configuration, la charpente n'est pas à même de reprendre les poussées horizontales de toiture. Les demi fermes poussent au vide sur les cloisons légères et sur le haut des façades maçonnées, risquant une fissuration de ces éléments, voire une rupture dans le cas de la cloison longitudinale, et à terme un affaissement du faîtage en particulier dans le cas d'épisodes venteux violents.

- *jambes de force en appui direct sur le plancher* : Exception faite de la demi ferme S11', située au droit d'une poutre, aucune des demi fermes n'est positionnée sur une poutre assurant le report des charges de toiture sur les maçonneries. Elles sont appuyées directement sur les solives du plancher haut du R+3, non dimensionnés pour ces charges. Certains planchers ont toutefois été renforcés suite à des désordres sanitaires antérieurs, mais d'autres sont dans état de dégradation avancé. D'autre part, des réseaux (Eaux de pluie)

passent à proximité voire directement en dessous des appuis en question. La pérennité de l'étanchéité des joints des coudes pourrait être remise en cause par les mouvements de la charpente, en cas de glissement ou de même de simple déformation du plancher.

- *Cales verticales des demi fermes en appui précaire sur des cloisons non porteuse* : Les cales verticales formant les poinçons des demi fermes sont en appui précaire sur les cloisons longitudinales et risquent donc un glissement ou un poinçonnement de l'arase supérieure de la cloison. Cela entraînerait un affaissement du faîtage et de nouvelles entrées d'eau dans la couverture.

- *Pied de demi ferme simplement posé sur un plancher* : Certains sabot d'appui des jambes de force ne sont pas en contact avec le plancher. Malgré quelques calages approximatifs, le jour entre le sabot et le sol est parfois de plusieurs centimètres. Lors de la mise en charge de la charpente pendant un épisode venteux, seul le blochet transmettra donc les efforts verticaux à la maçonnerie, au risque de faire travailler les assemblages d'avantage que nécessaire et provoquer un fort cisaillement dans les chevilles bois.

- *Poteau de reprise du faîtage dans les escaliers* : Des poteaux bois ont été mis en place dans les cages d'escalier pour soulager les demi fermes d'angle créées, très élancées et éviter leur flexion. Or, ces poteaux ne s'appuient sur aucun élément maçonné ou plancher dimensionné pour la reprise de cette charge.

5. VÉRIFICATIONS STRUCTURELLES

La charpente et les planchers d'origine ont été vérifiés au regard des normes en vigueur (Eurocodes). Vous trouverez ci dessous un résumé des conclusions de la note de calcul.

5.1. LA CHARPENTE

Concernant les fermes d'origine, les arbalétriers et entrails des fermes sont vérifiés tant en contraintes qu'en déformation.

En revanche **les pannes** ne sont vérifiées ni en contraintes ni en déformation, leur contrainte limite est dépassée de 74%. Une légère augmentation de section et l'utilisation d'une classe de bois supérieure permettrait de conserver les dispositions d'origine.

Les **chevrons** sont quant à eux vérifiés en contraintes, mais pas en déformation. Dans ce cas également, une augmentation de section et l'utilisation d'une classe de bois supérieure permettrait de conserver les dispositions structurelles d'origine.

5.2. LE PLANCHER HAUT DU R+3

Les solives du plancher haut du R+3 sont vérifiées tant en contraintes qu'en déformations pour une surcharge d'exploitation de **80kg/m² prise en compte sur la zone de platelage technique** (pas de charges d'exploitation dans les autres zones), de même que l'ossature du plafond des pièces sous combles.

6. PARTI DE RESTAURATION

6.1. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE CONSTRUCTIVE

Nous pouvons décomposer la charpente en 2 entités distinctes, elles mêmes décomposées en 2 sous ensembles:

6.1.1. Charpente de l'aile Ouest

Nous distinguons les versants de charpente intérieur (côté verrière) et extérieur (côté aile droite du familistère)

Charpente extérieure (côté aile droite, dispositions d'origine)

- Les pannes sont portées en alternance par des fermes d'origine et les cheminées maçonnées munies de corbeaux
- cette configuration dispose d'1 seul niveau de panne (dispositions d'origine)

Charpente intérieure (côté verrière)

- Les pannes sont portées en alternance par les fermes d'origine et des demi fermes récentes, construites de part et d'autre des cheminées
- cette configuration dispose de 2 niveaux de pannes.

La panne faîtière est portée alternativement par des potelets en appui sur des poutres disposées entre les cheminées et par les fermes d'origine

6.1.2. Charpente de l'aile Sud

Cette charpente ne disposant d'aucune ferme, elle peut être divisée en 2 ensembles distincts et de système constructifs indépendants:

Charpente extérieure (côté place du familistère)

- les pannes sont en appui sur les maçonneries: les murs de refend transversaux et cheminées sont munis de corbeaux maçonnés
- cette configuration dispose d'1 seul niveau de panne (dispositions d'origine)

charpente intérieure (côté verrière)

- les pannes supérieures sont en appui sur des demi fermes, en appui simple sur la cloison longitudinale
- les pannes inférieures sont en appui alterné sur des demi fermes et des arbalétrier intermédiaires, eux même en appui sur les pannes supérieures.
- au niveau des escaliers des demi fermes d'origine supportent la panne faîtière par une extension de leur arbalétrier
- cette configuration dispose de 2 niveaux de pannes.

6.2. TRAVAUX DE CONFORTEMENT STRUCTUREL ET PARTI DE RESTAURATION

Dans le cadre des travaux de remise en état de la charpente, il s'agira d'une part d'annuler toute poussée horizontale à la fois sur les murs de façade ainsi que sur la cloison longitudinale, tout en rationalisant et systématisant le principe structurel d'appui des pannes. Dans la configuration d'origine de l'ouvrage, celles-ci étaient portées alternativement par des éléments maçonnés (les corbeaux des cheminées) et par des fermes (ou demi-fermes selon les cas) à mi-portée entre les cheminées. La configuration actuelle ne s'appuie plus sur les maçonneries des cheminées mais sur des demi-fermes créées lors des travaux de 2010, et s'appuyant sur le plancher haut du R+3 qui n'est pas dimensionné pour ces charges.

Les travaux structurels proposés ont pour but de rétablir la stabilité générale de la charpente dans un principe de conservation des éléments structurels existants et en particulier les vestiges de la charpente d'origine, afin de permettre une lecture du mode constructif initial.

D'autre part, les réparations de la charpente seront conçues dans le souci de conserver au maximum les éléments structurels originels. Aussi, les pièces dégradées seront principalement renforcées par substitutions partielles connectées par assemblages traditionnels sur la pièce d'origine. Lorsque les dégradations intéressent plus de 30% de l'élément ou de la section d'origine, un remplacement sera néanmoins envisagé. Les préconisations générales de renforcement de la charpente qui découlent des vérifications structurelles (remplacement systématique des chevrons et des pannes) rendent obsolètes les préconisations locales qui découlent du diagnostic sanitaire.

Les interventions sur les solives du plancher des combles seront à réaliser depuis les logements du R+3 afin de permettre un relevé exhaustif de leur état sanitaire (peu de zones visibles aujourd'hui).

7. NOTE D'HYPOTHÈSES

7.1. NORMES DE RÉFÉRENCES

- Eurocodes Structuraux
- DTU / Normes Françaises et Européennes / Avis techniques / Règles de l'Art
- Procès Verbaux ou avis techniques CSTB ; ATEX ou DTA pour techniques non-traditionnelles
- Arrêtés et règles relatifs à la prévention des incendies dans les ERP et bâtiments d'habitation
- ISO13822 :2010 : Bases du calcul des constructions - Evaluation des constructions existantes

7.2. CHARGES

Charges permanentes

Poids propre de tous matériaux de construction (selon Eurocode1) : ossatures, remplissages, chapes, revêtements de sols, vitrages, plafonds, cloisons légères et lourdes, équipements, éléments lourds de second-œuvre (placards, boiseries, lustres, etc.) dont les caractéristiques seront confirmées en phase exécution en lien avec l'architecte et le décorateur

Charges d'exploitation

Toitures :	Brisis (autres toitures) :	$q_k=0$	$Q_k=1.5kN$
	Terrasson (pente <15%)	$q_k=0.8kN/m^2$	$Q_k=1.5kN$
Entretien combles		$q_k = 0,8 kN/m^2$ dans les zones de cheminement	
Cloisons lourdes :	Poids propre < 3kN/ml :	$q_k=1.2kN/m^2$	

Nota : pour toutes zones renforcées, pour des cloisons en appui sur une solive unique, une analyse spécifique de l'élément sera réalisée

Neige :	Région A1 ; altitude < 200m
Vent :	Région 2 ; catégorie terrain IV
Sismicité :	Zone 1 ; aucune obligation

7.3. MATÉRIAUX

7.3.1. Matériaux existants

Murs en maçonnerie : maçonnerie de briques

Planchers bois : sapin

Planchers métal supports machinerie technique : profils européens courants

Charpente : sapin

7.3.2. Matériaux neufs

Bois de charpente

Classe de résistance : bois résineux – C30 (selon NF EN338)

Provenance : conforme au référentiel PEFC ou FSC ou forêts françaises (sous réserve accord MOE)

Hygrométrie : bois sec (13 à 17% d'humidité)

Caractéristiques : bois neuf / état de surface raboté / purgés d'aubier / compatibilité NF EN460

Traitement : intérieur / traitement fongicide et insecticide classe 2

7.4. DÉFORMATION DES OUVRAGES

Les éléments de structure seront dimensionnés de manière à assurer le bon comportement des murs, cloisons, revêtements, façades et équipements de toute nature.

Planchers bois sans éléments fragiles (cloisons, sols durs): $w_{inst} < L/300$; $w_{net,fin} < L/200$ (Eurocodes)

Planchers bois avec éléments fragiles (cloisons, sols durs): $w_{max} < L/250$; $w_3 < L/350$ (Eurocodes)

8. LISTE DE TRAVAUX - LOT STRUCTURE

Nota général : Cette liste de travaux concerne exclusivement les ouvrages de structure comprenant les étalements, démolitions et déposes, renforcement et modification d'ouvrages existants, créations d'ouvrages neufs. Elle exclut les protections et les installations de chantier, l'étanchéité, le clos-couvert, les réseaux, la gestion des eaux pluviales, les dispositions liées au compartimentage incendie (coupe-feu des parois), les équipements, les sujétions liées à la présence de plomb/amiante, la menuiserie, la vitrerie, la serrurerie, les décors, les cloisons légères, les purges et réfections de plafonds, etc.

8.1. ÉTUDES ET INVESTIGATIONS

Études d'exécution

Réalisation des études d'exécution pour l'ensemble des ouvrages provisoires et définitifs réalisés, comprenant :

- Le relevé géométrique complet et l'état sanitaire des ouvrages existants
- La méthodologie de réalisation des ouvrages
- Les fiches techniques et avis techniques des produits mis en œuvre
- Les plans d'ensemble et de détail des ouvrages
- Les notes de calcul justificatives des ouvrages provisoires, existants modifiés et neufs
- Les essais, avis de chantier ou ATEX justificatifs des produits mis en œuvre

Les documents seront soumis pour visa à la maîtrise d'œuvre et au bureau de contrôle jusqu'à l'obtention d'un visa sans observations.

Dossier des ouvrages exécutés

Réalisation du dossier des ouvrages exécutés comprenant :

- Les plans d'ensemble et de détail de recollement des ouvrages réalisés
- Les notes de calcul justificatives validées sans observations
- Le dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO)
- Les procès-verbaux d'essais réalisés
- Un reportage photographique de réalisation des ouvrages (avant/après intervention)

Suivi renforcé d'exécution

Réalisation de visites techniques hebdomadaires (pendant les phases d'intervention structurelles) d'un ingénieur structures spécialisé (interne ou externe à l'entreprise) pour autocontrôle de mise en œuvre des ouvrages provisoires et définitifs, avec rédaction d'un compte-rendu de visite

Essais / Diagnostic de l'état parasitaire des bois

Réalisation d'un diagnostic de l'état parasitaire (champignons lignivores et insectes xylophages) des éléments en bois existants, comprenant :

- Inspections in situ
- Réalisation de prélèvements et mise en culture en laboratoire pour levée de doute
- Plans de repérage
- Rapport de synthèse

Localisation : totalité des planchers et charpentes

Essais / Caractérisation mécanique de la classe de bois

Réalisation d'essais de caractérisation de la classe de résistance du bois des pannes de la charpente d'origine (sur 2 échantillons prélevés) pour étude de la possibilité de la conservation des pannes d'origine

Localisation : pannes charpente côté extérieur cour

8.2. DÉMOLITIONS - DÉPOSES

Démolition de planchers traditionnels bois (avec étaieement)

Démolition de planchers traditionnels en métal (avec hourdis plâtre, ciment ou terre cuite) ou bois (avec hourdis plâtre), compris toutes sujétions d'étaieement préalable de l'ouvrage, découpe des ancrages existants, extraction des parties scellées, rebouchage ultérieur des empochements au mortier de chaux structural, évacuation et mise en décharge spécifique

Mode opératoire : par engins ou outillage manuel légers (vibrations limitées)

Type / Localisation : selon plans + provisions 10%

Démolition de chapes sur planchers (avec pose de platelage provisoire)

Dépose en conservation des tommettes, démolition de chapes en ciment (avec armatures éventuelles), compris déplombage, évacuation des gravois et mise en décharge spécifique, mise en œuvre de platelages provisoires en bois contreplaqué okoumé ep. 18mm

Type / Localisation : *selon plans, dans zones de remplacement de solives et d'intervention sur les pieds de fermes*

Démolition de lattis-plâtre sous planchers

Démolition de plafond plâtre (et lattis), compris déplombage, évacuation des gravois et mise en décharge spécifique

Type / Localisation : *totalité des planchers hauts du R+3*

Démolition de lattis-plâtre sous couverture

Démolition de revêtement plâtre (et lattis), compris déplombage, évacuation des gravois et mise en décharge spécifique

Type / Localisation : *charpente côté extérieur cour*

Dépose étaie en place

Dépose sans conservation de l'étaie en place

Type / Localisation : *étaie chevrons et faîtière zone Est de l'aile Sud*

Dépose de l'isolant en place

Dépose de l'intégralité de l'isolation en place au niveau du plancher des combles pour visualisation de la surface de l'ensemble des planchers

Type / Localisation : *totalité des planchers des combles*

8.3. MAÇONNERIES

Régénération/Remaillage de maçonneries de briques

Dépose des maçonneries en briques comprenant le dégarnissage des joints, le refouillement à la massette et au poinçon ou autre moyen, fourniture et pose de briques en terre cuite lancées en recherche y compris dépose des briques existantes et harpage avec les parties conservées

Localisation : Pour reprise des fissures en recherche et des appuis des charpentes et sablières

8.4. PLANCHERS BOIS

Contrôle, traitement préventif et réparation de planchers bois dégradés

Réalisation d'un traitement insecticide/fongicide par pulvérisation (éléments épaisseur <15cm) ou injection (éléments épaisseur >15cm), état sanitaire, contrôle des assemblages, reprise des assemblages défectueux par goujons fibres de verre et résine époxy

Type / Localisation : Planchers hauts du R+3

Proportions : traitement 100% / réparations 20%

Traitement curatif de planchers bois avec pourriture cubique

Réalisation d'un traitement fongicide par injection des bois et pulvérisation des maçonneries par entreprise certifiée CTB-A+

Type / Localisation : selon nécessités – provision 10m²

Remplacement de solive/poutre bois cassée ou dégradée (par-dessous)

Fourniture et mise en œuvre de solive/poutre en bois massif (dimensionnement selon prescriptions techniques), purge du revêtement de sol au droit de la solive, dépose de la poutre cassée ou dégradée, mise en œuvre de l'élément par assemblages traditionnels dito existant à paumes droites et/ou tenons/mortaises à chevilles, calage bois en partie supérieure sous chape ou plancher existant

Compris sujétions de reprises provisoires des réseaux passant au dessus du solivage

Type / Localisation : Selon plans + provisions 10%

Réparation de solive/poutre bois cassée ou dégradée (par-dessous)

Réparation de solive/poutre existante en bois massif cassée ou dégradée par joncs fibres de verre et résine époxy dans saignée réalisée en sous-face, étalement préalable, prothèse en bois massif connectée pour reprise d'about (si nécessaire), goujons verticaux fibres de verre et résine époxy pour renforcement au cisaillement (en présence de fentes), calage bois en partie supérieure sous chape ou plancher existant

Type / Localisation : *Planchers hauts du R+3 selon nécessités – provision 10%*

Renforcement de poutre (par-dessous)

Renforcement de poutre/solive par moisage, compris moisage provisoire du poteau pour reprise provisoire des charges, compris dépose/repose de la cloison séparative dans logement R+3

Localisation : *Plancher haut du R+3 - Poutre sous poteau des demi fermes d'angle selon plans*

Renforcement de solives (par-dessous)

Renforcement de poutre/solive par moisage, compris moisage provisoire du poteau pour reprise provisoire des charges, compris dépose/repose de cloisons séparatives dans logement

Localisation : *Plancher haut du R+3 - Solives sous appui des nouvelles demi-fermes côté intérieur selon plans*

8.5. CHARPENTE BOIS

Contrôle, traitement préventif et réparation de charpentes bois dégradées

Réalisation d'un traitement insecticide/fongicide par pulvérisation (éléments épaisseur <15cm) ou injection (éléments épaisseur >15cm), état sanitaire, contrôle des assemblages, reprise des assemblages défectueux par goujons fibres de verre et résine époxy

Type / Localisation : *totalité charpente*

Proportions : *traitement 100% / réparations 20%*

Traitement curatif de charpente bois avec pourriture cubique

Réalisation d'un traitement fongicide par injection des bois et pulvérisation des maçonneries par entreprise certifiée CTB-A+

Type / Localisation : *selon nécessités – provision 10m²*

Remplacement de chevrons (par dessus)

Fourniture et mise en œuvre de chevrons en bois massif (dimensionnement selon prescriptions techniques, de section supérieure aux existants), mise en œuvre de l'élément par assemblages traditionnels dito existant à paumes droites et/ou tenons/mortaises à chevilles

Le calepinage des nouveaux chevrons intégrera les chevêtres uniquement conservés et utilisés, les chevêtres pré existants non utilisés seront supprimés

Type / Localisation : *totalité des chevrons sur charpente côté extérieur selon plans*

Remplacement de pannes faîtières (par dessus)

Fourniture et mise en œuvre de panne faîtière en bois massif (dimensionnement selon prescriptions techniques), mise en œuvre de l'élément par assemblages traditionnels dito existant à paumes droites et/ou tenons/mortaises à chevilles

Type / Localisation : *totalité des pannes faîtières sur charpente côté extérieur selon plans*

Remplacement de pannes courantes (par dessus)

Fourniture et mise en œuvre de panne courante en bois massif (dimensionnement selon prescriptions techniques, de section supérieure à l'existant), mise en œuvre de l'élément par assemblages traditionnels dito existant à paumes droites et/ou tenons/mortaises à chevilles

Type / Localisation : *totalité des pannes sur charpente côté extérieur selon plans*

Mise en œuvre de panne sablière (par dessus)

Fourniture et mise en œuvre d'une panne sablière filante (dimensionnement selon prescriptions techniques, de section supérieure aux existants), mise en œuvre de l'élément par assemblages traditionnels dito existant à paumes droites et/ou tenons/mortaises à chevilles et ancrage dans le mur de façade

Type / Localisation : *totalité des chevrons sur charpente côté extérieur*

Remplacement des arbalétriers de noue

Fourniture et mise en œuvre d'arbalétriers en bois massif (dimensionnement selon prescriptions techniques), mise

en œuvre de l'élément par assemblages traditionnels dito existant à paumes droites et/ou tenons/mortaises à chevilles, compris toutes sujétions d'étalement provisoire

Type / Localisation : totalité des pannes sur *charpente côté extérieur*

Reprise des appuis des fermes de charpentes côté façade

Création de cales de répartition pour les sabots des demi-fermes existantes (campagne 2010) pour assurer la mise en charge des jambes de force jusque sur les solives (après modification de la position des descentes d'eaux pluviales) et connexion horizontale des sabots des jambes de force avec le solivage pour transfert des poussées horizontales (par entretoises et boulons)

Type / Localisation : *selon plans sur charpente côté intérieur*

Reprise des appuis des fermes de charpentes côté refend

Création de poinçons en appui sur le refend longitudinal connectés par boulons sur le sabot vertical en about des demi-fermes existantes (campagne 2010), y compris dépose partielle de la partie supérieure de cloison maçonnée au droit des nouveaux poinçons

Type / Localisation : *selon plans sur charpente côté intérieur*