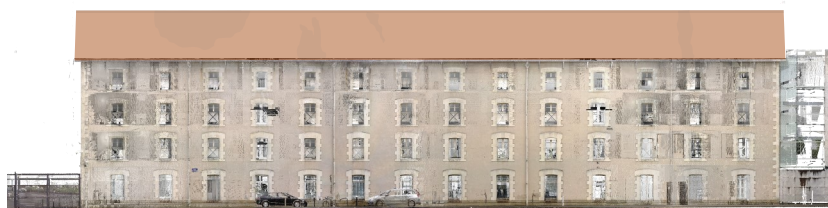


LOIRE-ATLANTIQUE - COMMUNE DE NANTES

CENTRE DES ARCHIVES DIPLOMATIQUES DE NANTES

- B Â T I M E N T 1 -



ETUDE DE DIAGNOSTIC STRUCTUREL DE L'EDIFICE

RAPPORT STRUCTURE STRUCTURE BOIS

DOCUMENT 3/7

| | |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maître d'ouvrage : | MINISTERE DE L'EUROPE ET DES AFFAIRES ETRANGERES DGAM / DIL / OIFL / BFR 57, Boulevard des Invalides - 75007 PARIS |
| Adresse de l'Edifice : | CENTRE DES ARCHIVES DIPLOMATIQUES DE NANTES - BATIMENT 1 17, Rue du Casterneau - BP 43605 - 44036 NANTES CEDEX 1 |
| Maître d'œuvre : | PIERLUIGI PERICOLO - Architecte du patrimoine 42, Quai Magellan - 44000 NANTES Tél: 02 40 84 02 04 |
| BET Structure : | ESCA - Etudes Structures des Constructions Anciennes 14, rue Langevin Wallon - 85000 LA ROCHE SUR YON Tél : 09 67 70 26 97 |
| BET Fluides : | AREA - Etudes Angers 1 bis, Rue du Champ de l'aire - Z.A. des Brunelleries 49080 BOUCHEMAINE Tél : 02 41 73 05 35 |
| Economiste : | CABINET DUBOIS ZAE Clos de l'Ormeau - 2 rue des Entrepreneurs 86130 ST-GEORGES-LES-BAILLARGEAUX Tél : 05 49 52 80 52 |

N A N T E S - O C T O B R E 2 0 2 4 - v A




CADN Casterneau - bâtiment 1

17, rue de Casterneau

44 - NANTES

RAPPORT de DIAGNOSTIC STRUCTURES BOIS

| Dossier : 24.06.001 | | Référence du document : RD01 | | Indice 0 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ind | date | commentaire | rédacteur | visa |
| 0 | 08/07/24 | Emission d'origine | JP.HUREL |  |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| CONTACT : JP.HUREL / Tél. : 06.146.96.146 - E-mail : jeanpaul.hurel@betesca.fr | | | | |

PAGINATION DES REVISIONS

| Indice | Pages |
|--------|-------|
|--------|-------|

INFORMATION SUR LES REVISIONS

| | |
|---|--------------------|
| 0 | Emission d'origine |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Sommaire

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| PAGINATION DES REVISIONS | 2 |
| INFORMATION SUR LES REVISIONS | 2 |
| INTRODUCTION | 4 |
| 0 – MISSION CONFIEE A ESCA..... | 4 |
| 1 – DOCUMENTS DE REFERENCE..... | 4 |
| 1.1 – Documents spécifiques à l'étude. | 4 |
| 1.2 – Référentiel technique..... | 4 |
| 2 – METHODOLOGIE ET MOYENS UTILISES | 5 |
| 2.1 – Méthodologie | 5 |
| 2.2 – Moyens | 5 |
| EXPOSE | 6 |
| 1 – EXAMEN DES OUVRAGES..... | 6 |
| Planchers : | 6 |
| Charpente : | 7 |
| 2 – ANALYSE DES OBSERVATIONS ET DU RESULTAT DES CALCULS | 8 |
| Planchers : | 8 |
| Charpente : | 9 |
| DOCUMENTS ASSOCIES | 10 |

INTRODUCTION

0 – MISSION CONFIEE A ESCA

La mission confiée à ESCA par le Centre des Archives Diplomatiques Nationales (CADN) dans le cadre d'une équipe d'ingénierie dirigée par le cabinet PERICOLO, Architecte du Patrimoine, consiste à réaliser un diagnostic structure de l'édifice et en particulier des planchers qui présentent des déformations importantes.

1 – DOCUMENTS DE REFERENCE

1.1 – Documents spécifiques à l'étude.

- rapport de diagnostic VERITAS n° 13406996 rev 0 du 23/03/2022
- rapport DTA VERITAS n°20758879 rev 4 du 10/01/2024

1.2 – Référentiel technique

Règlement EUROCODES.

Le classement climatique de la commune est le suivant :

- neige : région A1
- vent : zone 3
- séisme : sismicité modérée (3)

L'exigence de stabilité au feu est de 1h.

2 – METHODOLOGIE ET MOYENS UTILISES

2.1 – Méthodologie

Relevés :

Les ouvrages structuraux et désordres sont relevés par visite sur site.

La géométrie d'ensemble est relevée au moyen d'un scanner 3D FARO X130.

Cet appareil est particulièrement efficace pour le relevé des structures complexes des constructions anciennes.

Le relevé de la géométrie permet de vérifier l'aplomb des murs et la régularité des voutes, et de définir le cas échéant les confortements à envisager.

Ce relevé général est aussi nécessaire pour établir avec précision la forme des charpentes et permettre de les modéliser.



Le relevé scanner ne permet pas d'obtenir les renseignements de détail, qui sont relevés à la main. Il s'agit des dispositions constructives d'assemblage de charpente, de la constitution des mortiers, de divers désordres de maçonnerie (fissures) et de charpentes (attaques parasitaires et fongiques, gerces, etc).

Vérifications :

La vérification des ouvrages de maçonnerie utilise différentes techniques selon le type d'ouvrage ; la stabilité des murs est établie par calcul du centre de pression ; la stabilité des arcs utilise un logiciel spécifique (ARCMAC) basé sur la méthode des forces, la stabilité des flèches utilise un tableur spécifique qui permet d'établir la hauteur à armaturer.

Les structures de charpente sont vérifiées par calcul manuel, par tableurs, ou au moyen d'un logiciel de calcul de structures à barres.

Le cas échéant, le bureau d'étude vérifie la compatibilité du projet avec les existants et fixe les précautions à prendre dans la conception des ouvrages.

2.2 – Moyens

Les relevés ont été effectués le 3 juillet 2024

Les détails ont été relevés au moyen d'un matériel de mesure classique (pied à coulisse, mètre ruban, télémètre laser).

Logiciel(s) utilisé(s) : WinCops, ArcMac, Flecode, tableurs

Les relevés et sondages réalisés par VERITAS ont été réutilisés après vérification pour les éléments accessibles.

Il n'a pas été réalisé de sondages complémentaires.

EXPOSE

Le présent exposé s'appuie en partie sur les relevés réalisés par VERITAS, auxquels il est fait référence par leurs n° de fiche.

1 – EXAMEN DES OUVRAGES

Planchers :

Les 3 planchers sont en bois résineux et constitués d'un système poteaux-poutres.

Les poutres sont continues de mur à mur, sur lesquels elles reposent par l'intermédiaire de corbeaux en pierre de taille ; leur longueur est d'environ 15 m.

Elles reposent sur des poteaux par l'intermédiaire de semelles munies d'aiseliers, ce dispositif améliorant leur résistance.

Le plancher, constitué d'un parquet en résineux, est porté par un réseau de solives de section 10x20 espacées de 33 cm en axes. Ce dispositif est le même pour les 3 niveaux de planchers.

Le rapport VERITAS documente la présence d'injecteurs de traitement des bois (sondage S1).

Le parquet lui-même, d'épaisseur 3 cm, supporte directement les pieds d'étagères qui apportent une charge ponctuelle d'environ 500 daN pour les pieds d'étagère intérieurs qui regroupent 4 étagères.

Cette charge est appliquée sans précaution particulière sur les lames de parquet (sauf calages de mise à niveau).

On constate la présence de trous d'envol d'insectes à larves xylophages.

Les poteaux sont de section variable sur la hauteur, 19x19 pour porter le dernier niveau, puis 22x24 et 28x30 cm ; ces différences de section correspondent à l'augmentation des charges portées.

Les poutres sont de section variable, 19x29 au dernier niveau, puis 25x29 et 28x30 ; ce dimensionnement ne s'explique pas par l'augmentation de la capacité portante, car ces poutres sont chargées par un solivage qui est le même sur les 3 niveaux, et il faut considérer que ces sections ont été retenues par cohérence avec la largeur des poteaux.

La conception est telle que les poteaux du niveau supérieur prennent appui sur les poutres qui elles-mêmes prennent appui sur les poteaux du niveau inférieur, les charges transitant donc par les poutres.

L'hygrométrie des bois a été relevée au moyen d'un hygromètre GANN HYDROMETTE HT85T.

Elle est quasi constante sur les niveaux et s'établit entre 11% et 13%.

L'état est globalement satisfaisant, malgré quelques désordres résultant du matériau :

- Importante gerce au départ d'un nœud sur un poteau (R+3, cellule 39, fiche n°8),
- Gerces sur les poteaux du R+1 (fiche n°10),
- Déformation de certaines semelles, qui sortent du plan des poutres, à cause du séchage d'un poteau tors (cad qui n'est pas de droit fil, ce défaut s'accompagnant du fait de la dessiccation des bois d'une torsion de la section).

Ces pathologies ne sont pas causées par un excès de charge et donc un mauvais dimensionnement, mais par un défaut des bois mis en œuvre.

| | | | | |
|-------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|
| ESCA | JP.HUREL 06.146.96.146 / jeanpaul.hurel@betesca.fr | Dossier n° 24.06.001 CADN Casterneau - bâtiment 1 - 17, rue de Casterneau - NANTES (44) | RD01 Indice 0 | 7 / 10 |
|-------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|

Le poteau gercé est précairement consolidé par un bois rapporté, mais la solution définitive consistera à réaliser un couturage de la section par un dispositif adapté (vis spéciales SFS) ou à changer le poteau. Les poteaux gercés du R+1 seront également repris par couturage. La rotation des semelles est généralement limitée et peut rester en l'état ; dans le cas contraire, il sera possible de faire une rotation du poteau en pied après découpe du tenon qui l'assemble à la poutre.

On constate également la présence de nombreux trous de diamètre 8 à 10 mm, bouchés par une petite cheville, qui semblent avoir pour origine un prélèvement de matière par carottage, qui pourrait correspondre à un diagnostic parasitaire, bien que cette pratique de prélèvement soit totalement atypique. On n'en retrouve pas trace dans les différents diagnostics, mais ils semblent antérieurs au diagnostic structure de VERITAS, où ils apparaissent sur les photos.

Les déformations importantes qu'on constate sur ces planchers peuvent aussi trouver une explication dans la nature du matériau ; en effet, le bois présente un coefficient de dilatation hygrométrique important dans le sens transversal (perpendiculaire aux fibres), source de nombreux sinistres. Cette dilatation/retrait est indépendant(e) de l'état de contrainte du bois.

Si cette hypothèse est la bonne, on doit observer une déformation croissante en montant dans les niveaux, le retrait qui s'est produit sur chaque poutre depuis la mise en œuvre d'un bois mal séché (soit environ 1 siècle et demi) se cumulant en montant dans les niveaux. Un relevé scanner a donc été réalisé pour visualiser l'état des planchers déformés et mesurer ces déformations. Il montre en effet que cette déformation s'accroît d'à peu près 3 cm par niveau, conduisant à près de 9 cm de creux au dernier niveau.

L'hypothèse est donc validée.

Charpente :

La charpente est constituée de fermes latines et pannes portant directement le voligeage et la tuile. Elle est globalement en bon état.

On observe sur une des poutres un renfort par plaques métalliques au point d'appui sur le mur ; ce renfort provient très probablement de la reprise d'une zone de bois nécrosée à la suite d'infiltrations d'eau causées par un défaut d'étanchéité de la zinguerie de couverture. Ce renfort restitue l'assemblage arbalétrier-entrait et est vraisemblablement satisfaisant, mais il sera utile lors de travaux de couverture de l'examiner par le dessus, sauf à en retrouver une étude correctement documentée.

La charpente ne semble pas comporter de contreventement de versants, ce qui est le cas dans beaucoup de bâtiments anciens.

2 – ANALYSE DES OBSERVATIONS ET DU RESULTAT DES CALCULS

Planchers :

Les planchers sont vérifiés pour une charge d'exploitation de 500 daN/m².

Parquet

Le parquet n'est pas destiné à reprendre des charges ponctuelles aussi importantes que 500 daN, qu'on rencontre sur les groupes de 4 pieds. Il conviendra de disposer sous les pieds d'étagères des profilés métalliques de répartition (l'ordre de grandeur est un tube rectangulaire de 50x30 mm) permettant le transfert des charges aux solives, tubes filant sur la longueur des étagères.

Solivage

Le solivage est justifié pour cette charge, à la limite (104%) dans le cas du plancher du niveau 1 qui supporte une charge permanente plus importante (chape rapportée).
 Il n'est par contre pas justifiable pour une stabilité au feu de 1h, quel que soit le niveau.
 Il sera donc nécessaire de le protéger par un faux-plafond coupe-feu.

Poutres du niveau 3

La résistance de l'ensemble poteaux-poutres est satisfaisante.
 Toutefois, l'appui du poteau sur la poutre du niveau 2 est à la limite de sa capacité ; en cas de présence d'un assemblage à tenon-mortaise, la surface de contact sera réduite et cet assemblage devra être conforté par une plaque métallique élargissant l'assise.

Elle n'est cependant pas justifiable SF 1h, et devra être encoffrée en totalité.

Poutres du niveau 2

La résistance de l'ensemble poteaux-poutres est satisfaisante, sauf au niveau de l'appui du poteau sur la poutre du niveau 1.
 Cet assemblage devra être conforté par une plaque métallique élargissant l'assise.

Les poteaux ne sont pas justifiables SF 1h, et devront être encoffrés.

Poutres du niveau 1

La résistance de l'ensemble poteaux-poutres est satisfaisante, l'appui du poteau se faisant sur une embase en granite.

La structure est justifiable SF 1h, sauf pour la poutre au niveau de l'appui sur les poteaux ; cette zone devra être protégée (une surépaisseur de bois rapporté pourra convenir).

Synthèse

On a vu que les déformations des planchers sont évolutives en montant, et ne peuvent s'expliquer par la rétraction des poteaux sous charge ; l'origine en est donc la rétraction hygrométrique du bois, qui n'a pas d'incidence significative sur la solidité.

Il est peu probable qu'on puisse redresser les poutres déformées ; la remise en état préconisée consistera à déposer le parquet et à le remplacer par un platelage en panneaux de type OSB ou aggloméré, et à caler le solivage pour lui restituer une planéité satisfaisante.

Charpente :

La vérification a porté sur la solidité de la ferme, compte tenu de son interaction avec la structure des planchers par l'intermédiaire de deux poteaux latéraux situés dans la trame des poteaux des planchers. Il a été constaté que ces poteaux ne sont plus en appui sur la structure des planchers et ne sont donc plus fonctionnels.

Bien que ces fermes latines soient conçues pour porter de mur à mur sans poteau intermédiaire, le calcul montre que leur dimensionnement est insuffisant pour ce mode de fonctionnement et la présence des deux poteaux est donc indispensable.

Malgré ce constat, la ferme fonctionne correctement et sans déformations ; le sous-dimensionnement en l'absence des deux poteaux n'agit que sur le coefficient de sécurité qui se trouve réduit.

La ferme s'est donc très peu déformée, et comme les deux poteaux s'appuyaient sur un plancher qui s'est déformé, et qu'ils sont restés suspendus à la ferme, on constate désormais un espace entre le bas du poteau et le plancher.

Il conviendra donc de remplir cet espace pour restituer un appui aux deux poteaux et leur permettre de participer au fonctionnement de la ferme.

Il conviendra également d'ajouter un contreventement de versants dans chaque bloc ; la présence de ce contreventement est nécessaire pour pouvoir appliquer les méthodes de calcul actuelles et justifier la solidité de la structure.

DOCUMENTS ASSOCIES

Les documents suivants sont associés au présent rapport :

- Note de calculs NC01
- Plan de structure ST01