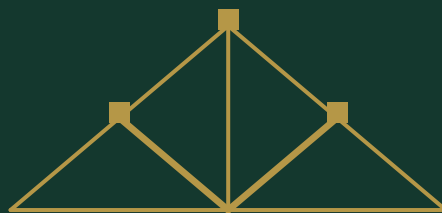


Les pièces de bois qui gênaient



SAINT-NAZAIRE · ÉTÉ 2026

Sous ces combles, quelques pièces de bois obliques barraient le volume. Les retirer semblait être l'affaire d'une scie et d'un après-midi. L'ingénieur a dû reconstruire la charpente entière en trois dimensions avant d'accepter de répondre.

MISSION — Vérification d'une charpente bois en vue de la dépose de contrefiches

LOCALISATION — Saint-Nazaire (Loire-Atlantique)

NATURE — Mission réelle anonymisée

BIBLIOTHÈQUE STRUCTÉVIA

Pourquoi cette étude ?

Chez Structévia, nous sommes convaincus qu'un particulier comprend mieux un projet lorsqu'il comprend les décisions qui le rendent possible.

Cette étude de cas est issue d'une mission réelle, anonymisée afin de préserver la confidentialité de nos clients.

Elle ne cherche pas à expliquer des calculs.

Elle montre comment un ingénieur structure observe, doute, formule des hypothèses et prend des décisions pour sécuriser un projet.

Parce qu'au-delà des poutres et des calculs, le véritable métier d'un ingénieur est de rendre l'invisible compréhensible.

SOMMAIRE

01	Le projet en deux minutes	4
02	Ce que le propriétaire ne voyait pas	5
03	Les questions que s'est posées l'ingénieur	7
04	L'enquête	8
05	Les solutions envisageables	10
06	Pourquoi cette solution a été retenue	11
07	Ce que les calculs ont confirmé	13
08	Ce que cette étude a permis d'éviter	14
09	L'idée reçue	15
10	L'enseignement de cette étude	16
11	Questions fréquentes	17
12	Portée de l'étude	19

01

Le projet en deux minutes

Ia, dans presque chaque maison, un volume que personne n'utilise. Sous la toiture, entre les fermes, un espace suffisamment haut pour qu'on y tienne debout et suffisamment encombré pour qu'on n'y range que des cartons.

À Saint-Nazaire, les propriétaires d'un bâtiment ancien ont voulu transformer ce volume en espace de vie. Une toiture à deux versants, un chien-assis qui apporte déjà de la lumière : tout, dans ce comble, invitait à l'aménager.

Tout, sauf quelques pièces de bois.

Des pièces obliques, montant du centre de la charpente vers les rampants, plantées exactement là où il aurait fallu de la place. Elles ne portaient rien de visible. Elles ne soutenaient aucun plancher. Elles traversaient le volume, et elles gênaient.

Ces pièces s'appellent des contrefiches. La demande adressée à Structévia tenait en une phrase : **peut-on les enlever ?**

C'est une bonne question. Ce n'était pas la bonne question.

Car pour savoir si l'on peut retirer une pièce d'une charpente, il faut d'abord savoir ce que cette charpente fait aujourd'hui. Et personne, à ce stade, ne le savait — pas même les documents, puisqu'il n'en existait plus.

02

Ce que le propriétaire ne voyait pas

Une charpente n'est pas un assemblage de pièces

C'est la première chose que l'on ne voit pas. Une charpente ressemble à un empilement de bois : des pièces horizontales, des pièces obliques, des pièces verticales, assemblées par des ferrures ou des tenons. L'œil y lit une structure, mais il y lit surtout du remplissage — comme si certaines pièces portaient et d'autres, non.

C'est faux. Une charpente traditionnelle est un **système triangulé**. Le triangle est la seule figure géométrique qui ne se déforme pas sans que l'on casse un de ses côtés ; c'est pourquoi les charpentiers en font des triangles depuis des siècles. Dans un tel système, il n'existe pas de pièce décorative. Chaque élément participe à l'équilibre, et le retrait d'un seul modifie le comportement de tous les autres.

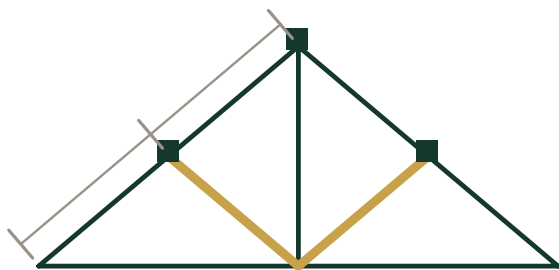
Ce que fait réellement une contrefiche

Dans une ferme traditionnelle, l'arbalétrier est la pièce inclinée qui suit la pente du toit et reçoit les pannes, donc la couverture, donc la neige et le vent. C'est une poutre, simplement posée en biais.

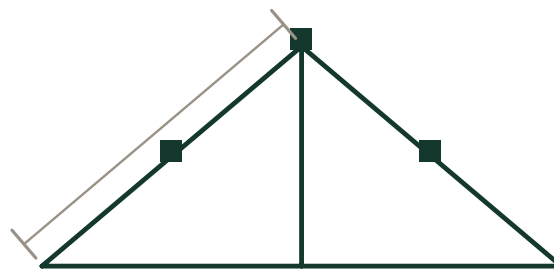
Or une poutre a un ennemi : la portée. Plus la distance entre ses appuis est grande, plus elle fléchit, et plus elle fléchit vite. Doubler une portée ne double pas l'effort à reprendre : cela le multiplie bien davantage. C'est là que la contrefiche intervient.

La contrefiche est cette pièce oblique qui relie la partie centrale de la ferme à l'arbalétrier, à mi-parcours. Elle ne semble rien soutenir parce qu'elle ne soutient rien de visible. En réalité, elle crée **un appui intermédiaire** sous l'arbalétrier. Elle coupe sa portée en deux. Elle renvoie ensuite les efforts vers le cœur de la ferme, puis vers l'entrait, la grande pièce horizontale qui ferme le triangle en bas et empêche les deux versants de s'écarter.

Retirer une contrefiche, ce n'est donc pas gagner de la place. C'est demander à l'arbalétrier de franchir d'un seul tenant ce qu'il franchissait en deux fois, et c'est réorganiser tout le chemin des efforts à l'intérieur de la ferme.



AVEC CONTREFICHES
deux portées courtes



SANS CONTREFICHES
une seule portée longue

Schéma de principe. La contre-fiche crée un appui intermédiaire sous l'arbalétrier et divise sa portée ; la retirer oblige la même pièce à franchir d'un seul tenant ce qu'elle franchissait en deux fois. Illustration générique, non représentative de la charpente étudiée.

Ce que personne ne pouvait mesurer à l'œil

Il y a une seconde invisibilité, et elle est administrative avant d'être technique : **les plans d'origine du bâtiment n'existaient plus.**

Aucune trace des sections employées, de la géométrie exacte, des portées, des angles, du nombre et de la position des pièces. Sur un ouvrage neuf, ces informations sont dans un dossier. Sur un ouvrage ancien, elles sont dans le bois — et il faut aller les chercher.

Ce qui inquiétait l'ingénieur

Une phrase revient dans tous les projets de ce type : « *elle tient depuis toujours* ».

Elle est vraie, et elle ne prouve rien. Une charpente qui tient tient **dans sa configuration actuelle, avec toutes ses pièces, et sous les charges qu'elle a connues jusqu'ici.** Or le projet touchait aux deux : il retirait des pièces, et il changeait l'usage du volume.

C'est le point que le propriétaire ne pouvait pas voir, et il est décisif. Aménager un comble, ce n'est pas seulement libérer de l'espace : c'est y installer un plancher, des cloisons, des meubles et des personnes. L'entrait, qui jusqu'ici ne portait que lui-même, devient un plancher habité. **Le projet ne retirait pas seulement du bois. Il ajoutait de la charge.**

03

Les questions que s'est posées l'ingénieur

Avant toute réponse, une liste. Elle explique pourquoi la question du propriétaire ne pouvait pas recevoir un oui ou un non immédiat.

Sur la géométrie : - Quelle est la forme exacte de cette charpente, en l'absence de tout plan ? - Combien de fermes, quelles portées, quelles pentes, quelles positions de pannes ? - Où sont exactement les contrefiches, et à quel point de l'arbalétrier viennent-elles s'appuyer ? - Que fait le chien-assis dans ce schéma ? Il interrompt un versant : que devient le cheminement des efforts à cet endroit ?

Sur la matière : - Quelles sont les sections réelles des pièces ? - De quel bois s'agit-il, et quelle résistance peut-on raisonnablement lui prêter sans le prélever ?

Sur le fonctionnement : - Que devient l'arbalétrier privé de son appui intermédiaire ? - Vers quoi les efforts se reportent-ils ? Vers l'entrait ? Vers le poinçon ? Vers les appuis en pied ? - L'entrait est-il capable d'encaisser ce report, alors qu'il va lui-même recevoir un plancher habitable ?

Sur les charges : - Couverture en tuiles, isolation, neige, vent — quelle est la combinaison la plus défavorable pour cet ouvrage, sur la façade atlantique ? - Quelle charge d'exploitation retenir pour un comble qui va devenir une pièce de vie ?

Et la question de méthode, la plus importante : - Un relevé visuel suffit-il pour répondre à tout cela ?

La réponse à cette dernière question a déterminé le reste de l'étude.

04

L'enquête

Pourquoi le mètre ruban ne suffisait pas

On peut relever une charpente à la main. On monte, on mesure une section, on note un entraxe, on photographie un assemblage. C'est indispensable, et c'est insuffisant.

Un comble est un espace hostile au relevé : encombré, sombre, en sous-pente, sans point de recul. On y mesure très bien une pièce isolée ; on y mesure très mal l'ensemble. Or ce que l'ingénieur devait établir n'était pas la dimension d'une pièce, mais **la géométrie d'un système** : les portées réelles entre appuis, les angles des versants, la position exacte du point où chaque contrefiche rencontre son arbalétrier, la manière dont le chien-assis vient s'insérer dans la trame.

Ces grandeurs-là ne se relèvent pas au mètre. Elles se relèvent en trois dimensions, ou elles s'estiment — et une géométrie estimée produit un calcul faux, dans un sens comme dans l'autre. Trop optimiste, il autorise ce qui ne devrait pas l'être. Trop pessimiste, il condamne un projet réalisable et fait dépenser inutilement.

Le relevé en trois dimensions

Faute de plans, l'équipe a procédé à un relevé tridimensionnel du comble à l'aide de l'outil Polycam. Le principe est simple à décrire : on parcourt le volume et l'on en obtient une reconstitution numérique fidèle, dans laquelle la charpente existe telle qu'elle est, avec ses irrégularités.

Le changement de nature est considérable. Sans ce relevé, l'ingénieur aurait travaillé sur une charpente idéale, celle des manuels, avec des angles réguliers et des pièces bien alignées. Avec ce relevé, il travaille sur **cette** charpente-là. Le modèle numérique devient la source de vérité géométrique, et c'est à partir de lui que tout le reste s'appuie.

C'est aussi ce relevé qui a permis d'identifier et de mesurer chacune des pièces constitutives : les chevrons, espacés de quarante centimètres ; la panne faîtière et les pannes intermédiaires ; les arbalétriers ; le poinçon central ; l'entrait, composé de deux pièces accolées ; et les contrefiches, plus modestes que tout le reste — moins de dix centimètres d'épaisseur pour la pièce dont on se demandait si elle servait à quelque chose.

L'hypothèse que l'on ne peut pas vérifier

Reste le bois lui-même. On ne peut pas connaître la résistance d'une charpente ancienne sans y prélever des échantillons, ce qui suppose de l'abîmer.

L'ingénieur applique donc ici le principe qui gouverne toute la réhabilitation : à défaut de savoir, supposer défavorablement. Une classe de résistance a été retenue par hypothèse, volontairement basse au regard de ce que du bois de charpente ancien offre généralement. Si le bois en place est meilleur, la structure sera plus sûre que le calcul ne le dit. Jamais l'inverse.

Les charges : ce que le toit encaisse vraiment

À la géométrie s'ajoutent les actions. Le poids permanent de la couverture en tuiles et de l'isolation. La charge d'exploitation d'un comble destiné à être habité. La neige. Et le vent — qui, sur la façade atlantique, n'est pas une formalité.

Chacune de ces actions a été appliquée au modèle, séparément puis dans les combinaisons réglementaires qui les font agir ensemble. Car une structure ne rencontre pas ses charges une par une : elle les rencontre le même jour.

Le premier calcul, et le moment où l'enquête bascule

Le modèle complet a été construit dans un logiciel de calcul aux éléments finis, pièce par pièce, avec la géométrie issue du relevé et les hypothèses retenues.

Puis les calculs ont été lancés — sur la charpente **telle qu'elle existe aujourd'hui, contrefiches comprises.**

Le résultat n'était pas celui que l'on attendait.

Les chevrons passaient très largement, sollicités à une petite fraction de leur capacité. La plupart des pannes passaient également. Mais les arbalétriers et les entrails, eux, ne passaient pas. Et ils ne passaient pas de peu : les dépassements se comptaient en multiples, deux à trois fois ce que ces pièces pouvaient réglementairement encaisser.

Il faut mesurer ce que cela signifie. La question posée était : *peut-on retirer les contrefiches ?* La réponse que le modèle renvoyait était d'une autre nature : **dans son état actuel, avec toutes ses pièces en place, cette charpente ne satisfait déjà pas aux exigences.**

Retirer les contrefiches n'était plus une question à poser. Elle serait revenue à demander si l'on pouvait alléger une structure qui n'était pas en mesure de porter ce qu'elle portait déjà.

L'enquête venait de changer d'objet. Elle ne portait plus sur trois pièces de bois. Elle portait sur la charpente entière.

Les solutions envisageables

Une fois ce constat posé, plusieurs chemins existaient. Aucun n'était déraisonnable.

1. Renoncer au projet et laisser la charpente en l'état. La solution la plus économique à court terme, et la plus trompeuse. Elle ne répond pas au constat : le sous-dimensionnement des entrails et des arbalétriers existe indépendamment du projet d'aménagement. Renoncer aurait laissé les propriétaires vivre sous une charpente dont ils savent désormais qu'elle est en limite, sans rien avoir résolu.

2. Reconstruire la charpente. Solution radicale et sans ambiguïté technique : une charpente neuve est dimensionnée pour son usage. Elle suppose de déposer la couverture, de mettre la maison à nu, d'accepter un chantier long, coûteux, et de perdre un ouvrage ancien dont la majorité des pièces se sont révélées parfaitement saines.

3. Remplacer les seules pièces insuffisantes. Déposer les entrails et les arbalétriers, les remplacer par des sections plus fortes. Séduisant sur le papier, redoutable en pratique : ces pièces sont précisément celles qui tiennent le toit pendant qu'on les remplace. Il faut étayer, dépiquer, reprendre les assemblages, souvent découvrir la toiture. On remplace une difficulté par une autre, plus grande.

4. Ajouter des appuis sous l'entrait. Poteaux, refends, murs de reprise : techniquement efficace, immédiatement réalisable. Et parfaitement contradictoire avec l'objectif du projet, qui était de libérer le volume. On aurait remplacé des contrefiches gênantes par des poteaux gênants.

5. Une structure métallique de reprise. Efficace et fréquente. Mais lourde à monter dans un comble sans accès, coûteuse, et étrangère au bâti — elle impose de reprendre tous les assemblages entre acier et bois ancien.

6. Le moisage. Solidariser à chaque pièce insuffisante une ou plusieurs pièces de bois neuves, de manière à constituer une section composite plus résistante — sans déposer l'existant, qui continue de travailler.

C'est cette dernière solution qui a été retenue.

Pourquoi cette solution a été retenue

Parce qu'elle renforce sans jamais déposer

C'est l'argument premier, et il est de nature pratique autant que structurelle. Le moïsage n'enlève rien. Il ajoute. Les pièces existantes restent en place et continuent de porter pendant toute la durée des travaux ; les pièces neuves viennent se solidariser à elles et travaillent ensuite avec elles.

Conséquence directe : pas d'étaieement général, pas de dépose de couverture, pas de maison ouverte au ciel. Sur un ouvrage habité, cette différence n'est pas un confort — c'est souvent ce qui décide de la faisabilité réelle d'un projet.

Parce que le calcul avait dit où, et pas seulement combien

C'est ici que le premier calcul montre sa vraie valeur, et elle n'est pas celle qu'on lui prête d'ordinaire.

Le modèle n'a pas rendu un verdict global du type « la charpente est faible ». Il a rendu une carte : les chevrons sont largement suffisants, la plupart des pannes tiennent, les entrails et les arbalétriers sont insuffisants et voici de combien.

Cette carte autorise un renforcement **ciblé**. On ne renforce pas une charpente, on renforce deux familles de pièces. Tout ce qui va bien est laissé tranquille. C'est la différence entre une intervention conçue et une intervention prudente : la seconde renforce partout, coûte trois fois plus, alourdit inutilement l'ouvrage, et rassure sans démontrer.

Parce qu'elle a été conçue avec celui qui allait la réaliser

Le détail suivant en dit plus sur le métier que n'importe quelle note de calcul : le principe de renforcement n'a pas été imposé par le bureau d'études. **Il a été proposé par le charpentier**, sous forme de plans de principe transmis à l'ingénieur — des croquis de moïsage, avec les sections envisagées, l'espacement des fixations, la manière de solidariser les pièces sur toute la longueur des fermes.

L'ingénieur ne les a pas récrits. Il les a intégrés au modèle et vérifiés.

Il y a là un renversement qui mérite d'être souligné. Le rôle de l'ingénieur n'est pas de dicter à l'artisan une solution que celui-ci ne sait pas exécuter. Il est de vérifier, de corriger si nécessaire, et d'engager sa responsabilité sur ce qui sera réellement construit. Une solution géniale et irréalisable ne vaut rien ; une solution ordinaire, exécutée correctement, tient un siècle.

Parce qu'elle rendait le projet possible, ce qui était la mission

C'est le cœur du dossier, et il tient dans une distinction.

Un bureau d'études qui aurait répondu *non, on ne peut pas retirer les contrefiches* aurait dit la vérité. Il aurait aussi arrêté le projet, facturé une étude, et laissé les propriétaires devant un mur — sans même les avertir que leur charpente était insuffisante indépendamment de leur demande.

Le raisonnement suivi a été autre. Il ne consiste pas à répondre par oui ou par non à la question posée, mais à la transformer : *dans quelles conditions cela devient-il possible et sûr ?*

Ces conditions ont un nom : le renforcement par moisage des entrails et des arbalétriers. Et elles ont une exigence : il fallait le prouver.

Parce qu'une seconde modélisation l'a démontré

Un principe de renforcement n'est pas une preuve. Le modèle a donc été repris, les moisages y ont été intégrés — nouvelles sections, nouvelles pièces solidarisées — et l'ensemble des calculs a été relancé, avec les mêmes charges et les mêmes combinaisons que la première fois.

Deux calculs séparés par une conception : c'est exactement la forme du métier. Le premier établit le diagnostic. La conception répond au diagnostic. Le second vérifie que la réponse fonctionne. Aucun des trois ne peut être supprimé sans que l'étude perde sa valeur.

Ce que les calculs ont confirmé

Les calculs n'ont pas choisi la solution. Ils ont établi le diagnostic, puis validé la réponse conçue pour y répondre. Voici ce qu'ils ont montré.

Les calculs ont confirmé que la charpente, dans sa configuration actuelle, ne satisfaisait pas aux exigences des Eurocodes. Les entrails et les arbalétriers se sont révélés sous-dimensionnés, avant même toute modification, et alors que les contrefiches étaient encore en place.

Les calculs ont confirmé que l'écart n'était pas marginal. Les dépassements se comptaient en multiples de la capacité admissible, non en pourcentages. Un tel écart ne se rattrape pas par un ajustement de détail : il appelait une intervention de fond.

Les calculs ont confirmé que le problème était localisé. Les chevrons ne travaillaient qu'à une petite fraction de leur capacité, et la plupart des pannes satisfaisaient aux exigences. Deux familles de pièces concentraient l'insuffisance. C'est cette information, plus que le constat d'échec lui-même, qui a rendu possible une solution proportionnée.

Les calculs ont confirmé, après reprise complète du modèle intégrant les moisages, que l'ensemble des éléments de la charpente satisfait aux exigences réglementaires, en résistance comme en stabilité et en déformation. Les pièces qui dépassaient de deux à trois fois leur capacité sont revenues sous la limite, avec de la réserve.

Les calculs ont enfin permis d'assortir la conclusion d'une condition explicite. L'avis technique favorable rendu sur la capacité portante de la charpente — et, avec lui, la possibilité de déposer les contrefiches — n'est pas inconditionnel : il vaut sous réserve que les moisages des entrails et des arbalétriers soient réalisés conformément aux prescriptions de l'étude.

Aucun de ces résultats n'aurait eu de valeur sur une géométrie approximative. C'est la raison pour laquelle le relevé en trois dimensions n'était pas un raffinement, mais la fondation de tout le reste.

Ce que cette étude a permis d'éviter

Le retrait des contrefiches sur une charpente déjà insuffisante. C'est le risque central du dossier, et il était totalement invisible. Le projet consistait à alléger une structure qui ne satisfaisait déjà pas aux exigences avec toutes ses pièces en place. Sans étude, l'intervention aurait aggravé une situation que personne ne soupçonnait.

La découverte tardive de ce sous-dimensionnement. Il existait avant le projet. Il aurait continué d'exister si le projet avait été abandonné. L'étude l'a mis au jour à l'occasion d'une demande qui n'avait rien à voir avec lui.

Une reconstruction complète de la charpente. C'est la réaction naturelle à un diagnostic négatif : si ça ne passe pas, on refait. Le calcul a montré que la majorité de l'ouvrage était saine et suffisante ; seules deux familles de pièces demandaient à être renforcées.

Un renforcement généralisé et coûteux. Renforcer partout aurait rassuré, alourdi la charpente et multiplié la facture, sans améliorer la sécurité là où elle était déjà acquise.

Un modèle faux faute de géométrie fiable. Sans relevé tridimensionnel, les portées et les angles auraient été estimés. Un calcul rigoureux sur une géométrie approximative reste un calcul faux — et il est d'autant plus dangereux qu'il inspire confiance.

L'oubli de la charge d'un comble aménagé. Le projet transformait un volume de rangement en pièce de vie. Cette charge nouvelle a été intégrée dès le départ, et non découverte après coup.

Un désaccord entre l'artisan et le bureau d'études. Le renforcement retenu est celui que le charpentier avait lui-même proposé et qu'il sait exécuter. Il a été vérifié, non substitué. Sur le chantier, cette différence se mesure en semaines.

L'idée reçue

« Une contrefiche n'est qu'un morceau de bois que l'on peut retirer pour gagner de la place. »

C'est l'idée la plus répandue, et c'est celle qui explique le plus grand nombre d'accidents de charpente.

Elle repose sur une intuition visuelle : la contrefiche est petite, elle est oblique, elle ne soutient rien que l'on puisse désigner du doigt. Comparée à l'entrait ou à l'arbalétrier, elle a l'air d'un renfort d'appoint, une sorte de pièce de confort ajoutée par un charpentier prudent.

Elle est l'exact contraire. La contrefiche crée un appui intermédiaire sous l'arbalétrier ; elle divise sa portée ; elle réoriente les efforts vers le cœur de la ferme. La retirer ne libère pas de l'espace : cela **redistribue la totalité des efforts à l'intérieur du triangle**, allonge une portée, augmente une flexion, et modifie ce que font toutes les autres pièces, y compris celles que l'on n'avait pas l'intention de toucher.

Il faut aller plus loin. Dans une charpente traditionnelle, **il n'y a pas de pièce en trop**. Il y a des pièces dont on n'a pas encore compris la fonction. Un charpentier ancien ne posait pas de bois pour le plaisir d'en poser : le bois coûtait cher, la mise en œuvre était longue, et chaque pièce présente répondait à une nécessité. Que cette nécessité ne soit plus lisible aujourd'hui ne signifie pas qu'elle a disparu.

C'est d'ailleurs ce que ce dossier démontre par l'absurde : non seulement les contrefiches n'étaient pas superflues, mais la charpente qui les contenait était déjà, sans elles, en dessous des exigences.

L'enseignement de cette étude

Le métier d'un ingénieur structure n'est pas de répondre oui ou non. C'est de transformer une question fermée en un problème que l'on peut résoudre. La demande initiale — *peut-on retirer ces pièces ?* — n'appelait pas une réponse binaire mais une reformulation : *à quelles conditions ce projet devient-il possible sans compromettre la stabilité de la toiture ?* Un bureau d'études qui se contente de refuser a raison sans être utile.

On ne peut pas calculer ce que l'on n'a pas mesuré. La qualité d'un modèle n'excède jamais la qualité de la géométrie sur laquelle il repose, et un logiciel de calcul appliqué à une charpente approximative produit des résultats faux avec une grande précision. Sur un bâtiment ancien dépourvu de plans, le relevé n'est pas une formalité préalable à l'étude : c'en est la première étape, et souvent la plus déterminante.

Enfin, une structure ancienne n'est jamais vérifiée « en général ». Elle est vérifiée pour un usage, un état et des charges donnés. Ce qui tient depuis des décennies tient sous ce qu'on lui a demandé jusqu'ici. Changer l'usage d'un volume — transformer un comble de rangement en pièce de vie — ne change pas seulement l'aménagement : cela change les charges, donc les efforts, donc les conclusions. C'est précisément à ce moment-là, avant les travaux et non pendant, qu'une charpente ancienne mérite d'être regardée pour ce qu'elle est : un équilibre dont chaque pièce est un terme.

Questions fréquentes

Cette charpente tenait depuis des décennies. Comment peut-elle être déclarée insuffisante ? Les deux affirmations ne se contredisent pas. Une charpente en service supporte les charges qu'elle a effectivement rencontrées, avec le vieillissement et les déformations qu'elle a accumulés en silence. Une vérification réglementaire lui applique les charges maximales qu'elle doit pouvoir encaisser — neige, vent, exploitation — dans leurs combinaisons les plus défavorables, avec les coefficients de sécurité imposés par les Eurocodes. Une structure peut n'avoir jamais failli et ne pas disposer de la marge exigée aujourd'hui. L'étude ne dit pas que le toit va tomber : elle dit que la réserve de sécurité n'est pas celle que la réglementation demande.

Pourquoi ne pas simplement remplacer les contrefiches par une poutre ? Parce que le problème n'était pas les contrefiches. Le calcul a montré que les entrants et les arbalétriers étaient insuffisants alors même que les contrefiches étaient en place. Ajouter une poutre pour remplacer un appui n'aurait rien changé aux pièces qui posaient réellement problème.

Qu'est-ce qu'un moilage, concrètement ? C'est l'ajout de pièces de bois neuves solidarisées à une pièce existante — vissées, boulonnées, disposées de part et d'autre ou par-dessus sur toute la longueur — de manière à ce que l'ancien et le neuf travaillent ensemble comme une seule section, plus résistante. L'existant n'est pas déposé : il est doublé.

Pourquoi un relevé en trois dimensions plutôt qu'un relevé au mètre ? Parce qu'il n'existait aucun plan de l'ouvrage et qu'un comble encombré ne permet pas de mesurer fidèlement des portées, des angles et des positions relatives. Le relevé tridimensionnel a restitué la charpente réelle, avec ses irrégularités, et c'est cette géométrie-là qui a servi de base au modèle de calcul.

Pourquoi retenir une hypothèse de résistance basse sans analyser le bois ? Parce que caractériser un bois en place suppose d'y prélever de la matière. En l'absence de prélèvement, une hypothèse volontairement défavorable est retenue : si le bois réel est meilleur, la structure est plus sûre que ce que le calcul annonce. L'inverse n'est jamais possible.

Le chien-assis a-t-il compliqué l'étude ? Il interrompt un versant de toiture et modifie localement la façon dont les efforts descendent. Il faisait partie de la géométrie relevée et a donc été intégré tel quel au modèle, plutôt qu'ignoré ou simplifié.

Les contrefiches peuvent-elles être déposées dès maintenant ? Non. L'avis rendu est conditionnel : la dépose devient techniquement envisageable une fois les moisages des entrails et des arbalétriers réalisés conformément aux prescriptions de l'étude. L'ordre des opérations fait partie de la conclusion, il n'en est pas séparable.

Que se passe-t-il si le charpentier modifie le principe de renforcement ? Les conclusions ne s'appliquent plus. Toute modification de la géométrie, des sections, des assemblages, des conditions d'appui ou des charges appliquées est susceptible de remettre en cause les résultats et impose une nouvelle analyse.

Portée de l'étude

Ce document est un récit établi à partir de la note de calcul Structévia relative à la vérification de cette charpente. Il ne s'y substitue pas.

Ce sur quoi l'étude repose. Les photographies et mesures prises sur site, le relevé tridimensionnel de la charpente réalisé faute de plans d'origine disponibles, et les hypothèses de calcul retenues. Aucun prélèvement destructif n'a été réalisé sur les bois en place.

Les hypothèses retenues. Les sections relevées pour chacune des familles de pièces — chevrons, pannes faîtière et intermédiaires, arbalétriers, poinçon, contre-fiches, entrain — avec un entraxe de quarante centimètres ; une classe de résistance du bois retenue par hypothèse défavorable ; les charges permanentes de couverture et d'isolation, la charge d'exploitation d'un comble habitable, les charges de neige et de vent ; le poids propre pris en compte directement dans le modèle. Les vérifications sont menées selon les Eurocodes, dans les combinaisons réglementaires aux états limites ultimes et de service.

Les conditions de validité. - L'avis favorable porte sur la capacité portante de la charpente **après renforcement**, et non dans son état actuel. - La dépose des contre-fiches n'est envisageable qu'à la condition que les moisages des entrains et des arbalétriers soient mis en œuvre conformément aux prescriptions de l'étude et aux plans d'exécution associés. - Toute modification de la géométrie de la charpente, des sections des éléments, des assemblages, des conditions d'appui ou des charges appliquées remet en cause les conclusions et impose une nouvelle analyse par un bureau d'études structure.

Ce que l'étude ne couvre pas. Elle porte sur la structure de la charpente bois. Elle ne traite ni de la couverture, ni de l'isolation, ni de l'étanchéité, ni des aspects thermiques, acoustiques ou réglementaires liés à l'aménagement d'un comble, ni de la vérification des maçonneries et fondations recevant la toiture.

STRUCTÉVIA

Confidentialité

Cette étude est issue d'une mission réelle réalisée par Structévia.

Afin de préserver la confidentialité de nos clients, certaines informations (identité, adresse précise, références internes et éléments permettant d'identifier le bien) ont été volontairement anonymisées.

Le raisonnement d'ingénierie présenté demeure fidèle à la mission réalisée.