

DÉCOUVERTE P.3



RÉUSSITE P.5



SUCCÈS P.6



MÉTIER P.8



RÉFLEXION P.16



**Produire avant
de consommer !**

ÉDITO

Normand la Clef des Cœurs

En d'autres temps, il aurait été certainement superflu, voire déplacé, de rappeler que pour chaque action entreprise, il y a un ordre auquel nul ne doit se soustraire sous peine d'échouer. Ce temps semble révolu dans bien des domaines et ce bouleversement, dont personne ne parle, cause des dysfonctionnements notoires, à la fois sur le plan personnel de nombreux individus, et sur le plan sociétal, à la fois sur le court terme et sur le long terme, à la fois sur le plan local mais aussi sur le plan mondial. Nous allons au travers de ces

quelques lignes essayer de jeter un regard pour une meilleure prise de conscience, mais aussi inviter chacun, là où il est, à agir dans son champ de compétences pour que demain ne soit pas ce chaos promis par certains et redouté par d'autres.

Dans la rubrique actuellement en cours « *Les âges de la vie* », publiée de façon épisodique en éditorial de notre journal depuis près de 10 ans, nous nous attachons à asseoir les différentes étapes de la vie

SOMMAIRE

- | | | |
|---|---|--|
| <p>1 Édito : Produire avant de consommer !
Michel Guisembert, <i>Normand la Clef des Cœurs</i></p> <p>3 Les apprentis chaudronniers de La Rochelle à Grenade
Tanguy, Arnaud, Nicolas, Elie, Rémi, apprentis chaudronniers
Nicolas Pey, <i>Bugey Le Bien Décidé</i></p> <p>5 Europain 2012 : une édition sous le signe du succès !
Marie-Laure Gendron, en collaboration avec Bertrand Balay</p> <p>6 Les métiers de l'industrie mécanique à l'honneur
Aymeric Juillot, <i>Vosgien la Générosité</i></p> | <p>8 Chœur à trois voix
Robert Lourdin, Ingénieur CNAM,
Architecte DPLG, Expert Judiciaire
Emmanuel de Benoist, Architecte DPLG,
Expert auprès de la Cour d'Appel de Paris
Daniel Wawsczyk, <i>Briard la Fraternité</i>,
Délégué de Métier</p> <p>12 Carnet du Tour de France</p> | <p>14 Actualités de la Maison de l'Outil
et de la Pensée ouvrière</p> <p>15 Le Trophée de l'apprenti Batirama
Anne-Sophie Demai, Prévôt, responsable
de la formation à la Maison de Paris</p> <p>16 Le sacré et les chansons
compagnonniques
Georges Tortel, <i>Georges le Provençal</i></p> |
|---|---|--|

Chœur à trois voix

Le Délégué de métier des Compagnons charpentiers, Daniel Wawarczyk, a été amené à travailler sur la rénovation de l'église Notre-Dame de Beauregard, à la Celle Saint-Cloud, en collaboration avec l'ingénieur-concepteur, Robert Lourdin, et l'architecte Emmanuel de Benoist. Le trio a pris tour à tour la plume pour vous exposer les différentes étapes de ce chantier passionnant.

Présentation du projet : Préambule

L'église Notre-Dame de Beauregard à la Celle-Saint-Cloud (78) a été édifiée entre 1963 et 1964 sous la direction de Jean Saubot, architecte de l'ensemble immobilier de Beauregard, en remplacement d'une chapelle provisoire bénie en 1961 par monseigneur Renard et démontée en 1968. Le père Donval en a été le premier curé.

La nef est composée sur un plan carré, épaulée de deux chapelles basses latérales en excroissances extérieures délimitant le volume de l'entrée principale.

La couverture en élévation de la nef présente la géométrie d'un paraboléide hyperbolique, surface à doubles courbures opposées dont le point bas abrite l'entrée et le point haut, percé par la trémie lumineuse d'un clocheton, éclaire par le dessus le maître-autel.

La charpente de la couverture est réalisée par un voile mince en planches de bois posées en forme à partir d'un étalement provisoire de construction.

Le voile mince est une surface constructive dont l'épaisseur est très faible au regard des dimensions de portée de l'ouvrage (photos 3, 4 et 5).

Ici, la charpente du carré de la nef est réalisée par trois plis de planches croisées ayant 75 mm d'épaisseur au total, couvrant une surface de 23,70 m x 23,70 m, la courbure principale ayant 33,5 m d'ouverture pour une flèche de 0,80 m.

Cette surface autoportante en bois massif reconstituée par le clouage – collage de trois plis croisés de planches – est, de par les caractéristiques du matériau bois, sensible aux variations hygroscopiques qui peuvent l'affecter (photo 7).

Le bois est naturellement hygrophile de par sa constitution physique. Les variations de son hygrométrie se traduisent par des variations de volume, lesquelles sont susceptibles de modifier la forme initiale de l'ouvrage du fait des variations de dimensions de ses constituants.



« La durée de 45 ans de cette couverture d'origine est déjà exceptionnellement longue pour ce type de matériau et explique ses faiblesses... »

En effet, la stabilité du voile mince est assurée par le blocage de sa forme initiale sur ses rives, celles-ci équilibrant par butées les poussées dégagées par l'ouvrage.

La couverture du bâtiment a été réalisée en hiver 1964 à l'aide de bardeaux d'asphalte, complétés en partie basse par une étanchéité bitumineuse.

La durée de 45 ans de cette couverture d'origine est déjà exceptionnellement longue pour ce type de matériau et explique ses faiblesses, lesquelles ont occasionné des infiltrations entre étanchéité et bois.

Ceci a eu deux conséquences

- Une reprise d'eau dans le voile mince, entre étanchéité, isolant et bois, laquelle a entraîné par variation du volume de bois bâti une modification de forme de la surface réglée de la charpente.

D'où des déformations par affaissements et « rondissements » constatables modifiant les conditions de travail du voile mince (création d'un moment fléchissant complémentaire dans le système statique de l'ouvrage).

- Une possibilité d'altération des bois, par la permanence de pénétration des eaux de pluie depuis de longues années dans un volume de bois fermé :
 - pouvant avoir créé des attaques de pourrissements internes dans le voile, affaiblissant ainsi la résistance de celui-ci,
 - pouvant avoir conduit à une altération de la matière des sablières bois en rives, ouvrages servant d'ancrage du voile sur les rives de béton armé porteuses périphériques de la charpente, de tels désordres éventuels ne pouvant être relevés que par dépose de la couverture et un examen analytique détaillé des bois composant le voile mince et ses rives, ce préalablement à toute reprise.

La conjonction de ces deux conséquences principales relevant des défauts d'étanchéité dus à la vétusté de la couverture, a nécessité la réalisation d'une étude d'examen de stabilité de l'existant afin de déterminer les travaux à réaliser pour assurer une reprise de la charpente et de la couverture pour lui redonner une garantie de pérennité.

Cette étude préalable de faisabilité a été confiée par l'Association Diocésaine de Versailles au maître d'œuvre, monsieur



de Benoist, assisté de monsieur Lourdin, concepteur de la couverture originale en 1964, le Bureau Veritas (représenté par monsieur Berry) en assurant le Contrôle Technique.

Cette équipe a effectué

- Le calcul, selon la réglementation actuelle, du voile mince dans sa géométrie initiale, puis dans sa géométrie déformée actuelle, afin d'en déduire les nécessités de réfection, puis complémentaires dans la configuration d'un renforcement par résille rapportée sur le voile mince existant.

Ces calculs ont été conduits en admettant que les bois n'étaient pas altérés par les

conséquences des reprises d'humidité, ce qui restait à démontrer par analyse *in situ* à dépose de la couverture.

- La vérification de la stabilité des ouvrages périphériques maçonnés à partir de la variation déduite entre efforts initiaux – efforts auxquels ils ont été soumis par les déformations subies, et efforts résultants du fait de la réfection.

Les calculs ont été conduits à partir des hypothèses de fondations de la Note de Calcul d'origine, seules pièces retrouvées.

- L'élaboration d'un principe technique de reprise, confortement du voile mince visant à compenser les faiblesses dues à son état de déformation, et tenant compte d'un changement de couverture, la nouvelle protection étant prévue en feuilles de cuivre sur voliges posées sur une résille bois rapportée.

Robert Lourdin
INGÉNIEUR CNAM, ARCHITECTE DPLG,
EXPERT JUDICIAIRE



3



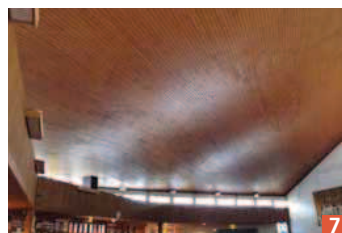
4



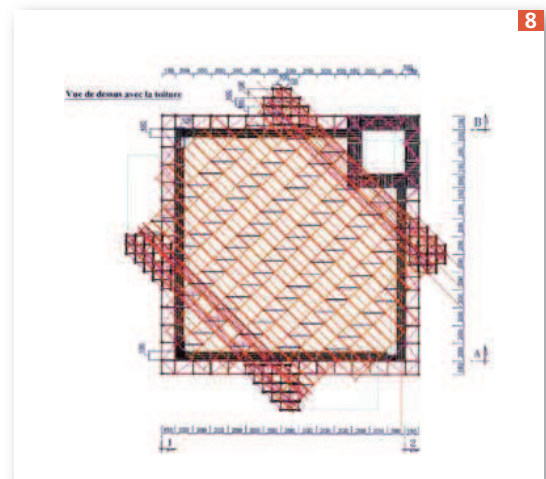
5



6



7



8

1 Notre-Dame de Beaugard avant travaux en 2011.

2 Notre Dame de Beaugard après travaux.

3 1964, phase 1 : Élévation des murs en parpaings et de la ceinture en béton armé.

4 1964, phase 2 : Levage de la charpente provisoire qui donnera sa forme au « voile mince » dite à « selle de cheval ».

5 1964, phase 3 : Pose des couches de parquet qui constitueront le « voile mince ». À droite devant le minibus, on aperçoit la chapelle provisoire.

6 Le parapluie juste avant la dépose de la couverture existante.

7 Vue de l'intérieur avant travaux, on aperçoit les déformations même vues du dessous.

8 Plan du parapluie avec les deux poutres triangulées permettant d'enjamber l'église sans prendre appui sur la voile mince.

Élaboration du projet

Problématique du choix du parapluie

Dès le début des études, il a semblé indispensable, voire obligatoire de mettre en place une protection de la couverture lors des diverses interventions :

- Pour des raisons logiques relatives au fait qu'il était primordial que le voile mince en bois ne soit pas altéré davantage lors des deux mois de dépose, avec des risques d'infiltrations dans l'église ;
- Pour que les ouvrages de renforcement de charpente et d'isolation ne soient pas humidifiés pendant les travaux ;
- Pour que les travaux puissent se dérouler sans arrêts dus aux intempéries potentielles ;
- Pour permettre de planifier au mieux la durée des travaux qui devaient se dérouler entre automne et hiver ;
- Et enfin pour la sécurité des ouvriers. Il fallait qu'un toit provisoire soit installé.

Après une réflexion liée au coût prévisionnel important de cette couverture type « parapluie » (à savoir bâchage sur une structure échafaudage), et au fait qu'il était strictement impossible de mettre en œuvre des mâts intérieurs (même en deux parties) car le voile mince ne pouvait être transpercé, il a été prévu de faire installer un échafaudage périphérique avec une résille quasi horizontale à même de supporter un bâchage.

Il a donc été décidé l'installation d'un échafaudage de service de largeur 1,5 m, installé sur le pourtour de l'église, y compris le clocher. L'installation repose sur quatre assises en béton de 24 m² construites préalablement à l'extérieur de l'édifice. Ces éléments reçoivent quatre piles supports de deux poutres principales, formant le départ de structure du parapluie (image 8).

Le bâchage du parapluie est de type PVC en 640 g/m² ; les retombées latérales de 4 m sont translucides. Cette prestation comprend tous les accessoires en matière de prévention et de sécurité, un plan de montage, le contrôle et la validation par un bureau de contrôle. Ces installations sont conformes aux règles de sécurité en vigueur (photo 6).

Choix du système de couverture

Dès la rédaction du diagnostic, il a été pris en compte la nécessité d'assurer la pérennité des ouvrages et du voile mince et, d'autre part, de « rentabiliser » les interventions d'échafaudages-parapluie et renforcement de la charpente en proposant de mettre en œuvre un matériau durable. Compte tenu de la forme particulière de la couverture et des obligations des cadres réglementaires, il était essentiel qu'il soit possible de travailler et de façonner le matériau de couverture. Enfin l'effet esthétique devait être noble et de qualité.

La proposition faite au maître d'ouvrage a intégré en solution de base un cuivre pré-oxydé, d'un aspect esthétique bien supérieur à celui d'un cuivre naturel et qui a pour avantage technique de supprimer les altérations irrégulières de l'oxydation du cuivre rouge sur les dix premières années.

De plus, cela permettait le positionnement de bacs droits ou rayonnants et la réalisation d'habillages soignés des chéneaux et des rives.

Montage du projet avec le maître d'ouvrage

Le premier rendez-vous sur le site avec le maître d'ouvrage a eu lieu en décembre 2008, à l'issue de quoi nous avons fait réaliser des investigations et établi un rapport Diagnostic en mars 2009.

Après les rendez-vous préalables avec messieurs Lourdin et Berry de Veritas, lequel a procédé à l'examen des documents résultant de cette analyse et a conclu favorablement sur les dispositions envisagées, il a été précisé au maître d'ouvrage qu'il n'était pas nécessaire d'étayer la charpente pour permettre l'occupation sans risque de l'église.

Ce point nous a semblé important car c'était l'intérêt de refaire la couverture sous un parapluie, sans interventions intérieures, permettant l'utilisation sans risque des locaux.

Sur la base de ces avis favorables, nous avons rédigé un dossier d'avant-projet en mai 2010. Dans ce document, avaient été évoqués plusieurs aspects. Ceux à prendre en compte sont primordiaux :

- La couverture est à refaire entièrement car elle ne remplit plus sa fonction d'étanchéité ;
- Le voile mince est déformé, et indépendamment des infiltrations d'eau, des chocs thermiques, de l'ancienneté de l'ouvrage, qui sont des causes

Les dimensionnements des ouvrages de charpente, compte tenu des portées libres, auraient été tels que ce projet n'était pas envisageable. L'appui côté clocher était irréalisable sans des transformations considérables de cet ouvrage. Et latéralement, les poussées sur les poteaux béton auraient

« Compte tenu de la forme particulière de la couverture et des obligations des cadres réglementaires, il était essentiel qu'il soit possible de travailler et de façonner le matériau de couverture. »



du désordre, cet état anormal est irréversible, ce qui peut représenter un danger à terme ;

- Le système d'étanchéité n'est pas élastique et ne peut suivre les déformations du voile mince : chocs thermique ; humidité ; souplesse, etc.
- Les infiltrations d'eau entraînent une détérioration des lames en bois constituant la coque du voile mince. Il serait très délicat de devoir remplacer ces ouvrages ; il est donc primordial de réaliser rapidement la couverture afin de sauvegarder la toiture et sa structure.

Le maître d'ouvrage, compte tenu des coûts estimatifs et craignant que le voile mince, ouvrage complexe, puisse de nouveau être source de problèmes, nous a demandé d'étudier des solutions de modifications de cette couverture afin de la remplacer par un système « double pente ».

Cela nécessitait la mise en œuvre d'une poutre de très grande dimension entre le clocher et le parvis, formant un faitage central.

été d'une importance qui nécessitait des renforts de tous les murs de l'église... c'est-à-dire qu'il serait devenu plus simple de démolir pour reconstruire !!!

Un ingénieur béton préalablement consulté nous avait confirmé ces points, ne voulant pas estimer ce projet potentiel en l'absence de nombreuses données et de connaissances structurelles complémentaires.

Enfin, nous avons fortement insisté afin de faire comprendre au maître d'ouvrage que compte tenu de la valeur architecturale de cette église, cela serait esthétiquement dommageable, n'étant de plus pas sûrs qu'un permis de construire serait accordé pour une telle transformation.

Après accord sur le projet tel que présenté initialement, la déclaration préalable a été déposée en octobre 2010.

Le projet a, par la suite, quelque peu évolué en fonction de contraintes techniques secondaires, notamment pour ce qui concerne

la ventilation et l'isolation thermique, que nous avons tenu à prévoir dans le cadre des réglementations dans ce domaine.

Nous avons rencontré monsieur le curé de la paroisse et la commission des travaux, et avons organisé et assisté à plusieurs réunions avec les responsables travaux de l'association diocésaine de Versailles afin de faire part de l'évolution du projet en fonction des investigations et documents établis.

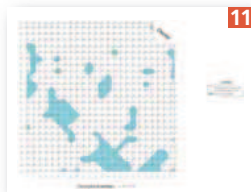
Le dossier de consultation a été finalisé après avis de Veritas mi-janvier 2011. Le chantier a débuté suivant le planning arrêté un an plus tôt, à savoir en juin 2011 pour les échafaudages et en août pour la dépose de la couverture.

Emmanuel de Benoist

ARCHITECTE DPLG,
EXPERT AUPRÈS DE LA COUR D'APPEL DE PARIS

Présentation des travaux exécutés : Préambule

La solution de renfort envisagée par Robert Lourdin pour renforcer le voile mince consistait à rapporter une résille sur le dessus du voile mince existant, dont les membrures étaient parallèles et perpendiculaires au fil d'eau principal, et à 45° par rapport à la dernière couche de parquet du voile mince existant. Les membrures de la future résille de renfort étaient prévues en trois couches



de planches en sapin de 45 mm x 145 mm, croisées, collées et vissées avec des vis inox.

L'idée était également de profiter des vides créés par la future résille de renfort pour isoler le voile mince et ventiler la sous-face de couverture.

Confirmation du diagnostic

Constatations

La première constatation sur le chantier, après la dépose de la couverture existante, est l'extrême souplesse du voile mince. Un homme seul marchant sur le voile mince en son milieu le faisait fléchir d'une dizaine de centimètres (photo 9). La solution de relevé de l'état de la géométrie de l'existant, qui consistait à faire des relevés précis au laser, a dû être abandonnée. L'option retenue pour avoir une idée précise des déformées a été de faire les relevés au théodolite laser, appareil qui permet de rester en station et d'enregistrer simultanément les points sur un disque numérique.



14

La deuxième constatation est que de grandes taches d'humidité dues aux fuites d'eau répétées de la couverture parsèment le voile.

La troisième constatation est que malgré les infiltrations d'eau, les bois du voile mince ne sont pas altérés par des attaques fongiques.

Choix des techniques employées

La première étape a été de retracer un quadrillage de 1 mètre par 1 mètre sur le voile mince pour reproduire les génératrices droites, perpendiculaires en plan à la maçonnerie, qui ont servi à la construction du voile parabolique/hyperbolique et guider le géomètre pour ses 576 points à relever.

Les intersections de ces droites servaient à la fois de références pour les altimétries des déformées du voile mince, et de repères pour les relevés hygrométriques du voile.



16



17

Ces relevés hygrométriques ont été effectués et reportés sur un plan afin de localiser et vérifier la cécité des bois. Plusieurs relevés hygrométriques seront réalisés pour apprécier l'évolution du séchage du voile mince (images 11 et 12).

Ce quadrillage servira également de référence pour l'implantation de la future résille de renfort du voile mince, laquelle doit être collée et vissée en place sur le voile mince afin de reconstituer la géométrie initiale et prévenir de toute déformation future.

Description des travaux

Relevés des existants

Les relevés en 3D du quadrillage par le géomètre ont fait apparaître des creux allant jusqu'à 28 cm ! Cette constatation, s'il en

était encore besoin, justifie la nécessité de renforcer le voile mince afin de stabiliser l'ensemble.

Implantation de la future résille

L'option proposée à messieurs de Benoist et Lourdin était de redonner au voile mince sa forme parabolique et hyperbolique d'origine afin que le toit retrouve son élégance, et que le partage et l'évacuation des eaux de pluie s'effectuent le plus naturellement possible. Les altimétries de rives et d'égouts n'ayant pas changé, nous avons donc redessiné la forme d'origine en 3D (image 13). Ce fichier a ensuite été transmis au géomètre pour qu'il implante les faces des bois de la future résille de renfort sur le quadrillage tracé sur le chantier, de telle sorte que, grâce au fichier 3D, nous puissions tracer chaque pièce de bois et épouser la forme actuelle du voile mince. Ce fichier a aussi permis avec exactitude de tailler les « calages » qui recevront la résille de renfort. Grâce à cette opération, nous connaissons également le profil de chaque « veau⁽¹⁾ » et « vache⁽²⁾ » avant le taillage, ce qui évitait toute improvisation et perte de temps.

Traçage, taillage et pose de la résille de renfort

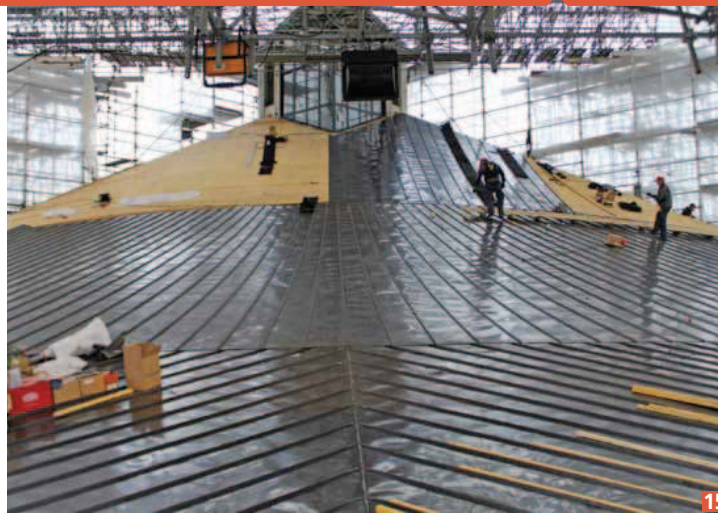
Nous avons ainsi pu établir les fiches de taillage de chaque pièce de bois constituant la résille de renfort. Chaque pièce de calage de la résille de renfort a donc été taillée puis « présentée » pour vérification et tablettage éventuel, afin que le collage en place de la pièce de bois soit optimal.



18



19



15

Une fois le collage des calages effectués, nous avons pu démarrer la pose de la résille croisée et du chevronnage imaginés par Robert Lourdin, suivie de la pose de l'isolation. Constatation : après la pose de la résille, le voile ne s'enfonçait plus, il a retrouvé sa rigidité d'origine.

Il ne restait plus au couvreur qu'à poser le voligeage et la couverture en cuivre !

Daniel Wawszczyk
Briard la Fraternité
COMPAGNON PASSANT CHARPENTIER DU DEVOIR,
DÉLÉGUÉ DE MÉTIER

9 Voile mince » après dépose de la couverture. On voit nettement les déformations.

10 Quadrillage d'implantation servant aux relevés.

11 Relevés hygrométriques du 8 septembre 2011. On voit nettement les zones humides dues aux fuites répétées.

12 Relevés hygrométriques du 9 octobre 2011. Un mois après, on voit que les zones humides diminuent petit à petit.

13 Plan en 3 dimensions permettant d'apprécier la résille de renforcement, les « calages » et le chevronnage.

14 Robert Lourdin, ingénieur CNAM, lors d'une visite du chantier avec ses élèves du Centre des Hautes Études de la Construction.

15 Pose de la couverture en cuivre à « joints debout ».

16 Jeunes charpentiers remontant un axe de repérage.

17 Jeune charpentier présentant un « veau » de calage.

18 Positionnement à blanc des extradosses des calages.

19 Vue d'ensemble de la résille de renfort en cours de collage.

20 Le « voile mince » retrouve sa rigidité et sa forme d'origine, parabolique et hyperbolique. On voit nettement les calages qui vont de 1 cm à 28 cm.

(1) Veau : pièce de bois dont le chant supérieur est débité selon une courbe convexe.

(2) Vache : tombée d'une courbe concave.



20