

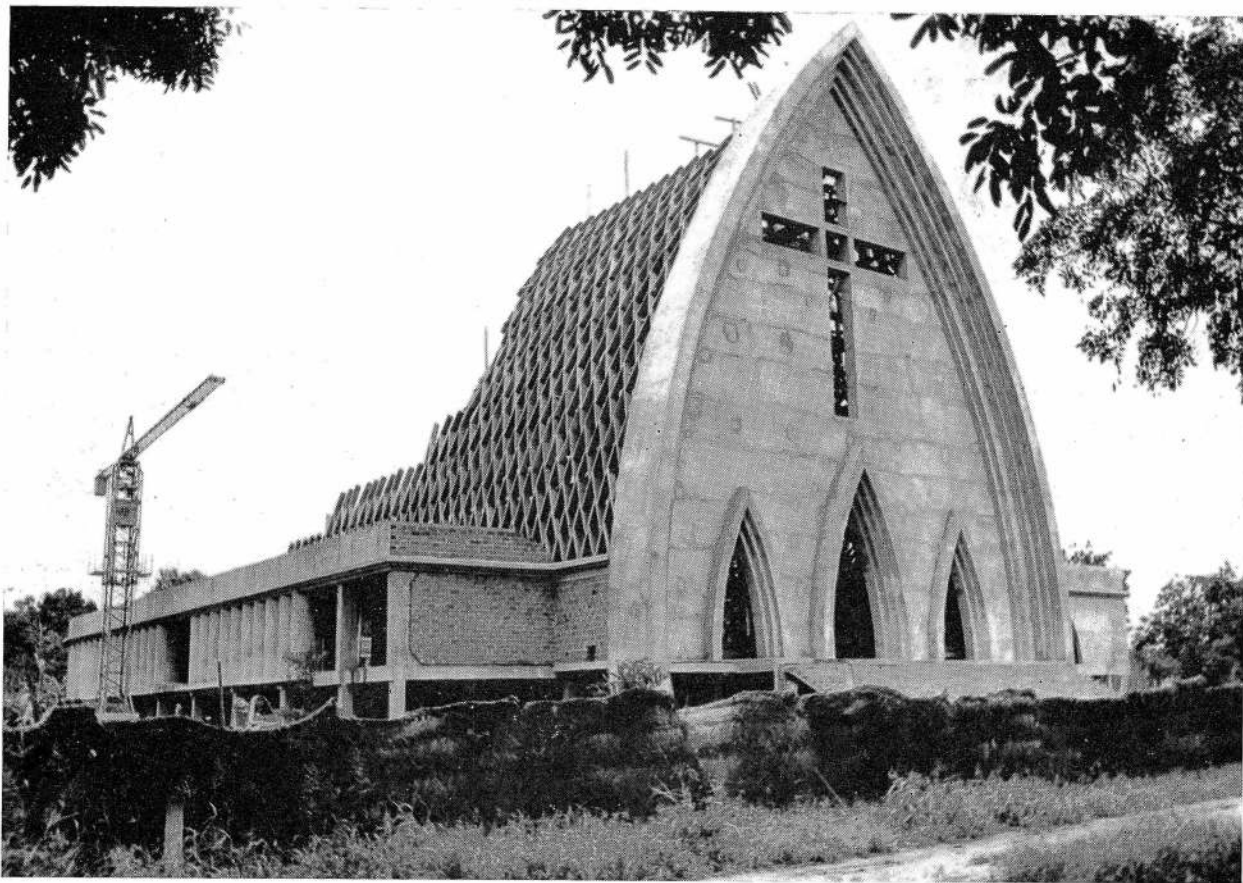


Photo Hartmann.

Cathédrale de Fort-Lamy — La charpente en août 1961

LA CATHÉDRALE DE FORT-LAMY

par P. SALLENAVE,

*Chef de la Division de Technologie
au Centre Technique Forestier Tropical.*

RESUMEN

LA CATEDRAL DE FORT-LAMY

La estructura de la catedral de Fort-Lamy se encuentra ya terminada, a pesar del clima tan rudo reinante en esta región, en la cual la temporada seca es muy severa y muy cálida — Octubre a Mayo — y la temporada de lluvias muy violenta. Estos trabajos han sido llevados a cabo durante dos años, y el éxito ha sido completo a pesar de la lentitud de los mismos, que han expuesto a todas las intemperies a la estructura en construcción. Las maderas empleadas han resistido perfectamente y no presentan deformación, hendidura ni resquebrajadura.

Este admirable resultado se ha conseguido debido a las maderas utilizadas, habiéndose adoptado el Lingué o Doussié (*Azelia africana*) originario de la República Centroafricana a pesar de las dificultades y obstáculos con que se ha tropezado para su acopio.

Esta madera ha quedado perfectamente secada, en Fort Lamy, puesta al resguardo para protegerla contra el sol, antes de su labrado y montaje.

Esta magnífica realización demuestra que, incluso en condiciones climáticas muy difíciles, la madera puede ser utilizada en condiciones económicas (la estructura de madera de esta catedral resulta más económica que una estructura equivalente de hormigón), con la condición previa de elegir la especie de madera que mejor conviene y conformarse rigurosamente con las especificaciones de aplicación y labrado.

SUMMARY

FORT-LAMY CATHEDRAL

Fort-Lamy cathedral frame work is now achieved despite the hard climate of this region where the dry season (october to may) is very rough and hot and where the rainy season is very fierce, despite the slowness of the work which laid two years long the frame work under construction open to weather inclemencies. The woods so utilized resisted perfectly and did not display any deformation nor split not even a crack.

This remarkable result was obtained through a careful choice of the timber : Lingué or Doussié (Afzelia africana) from République Centrafricaine was taken despite serious supplying difficulties.

This wood dried perfectly in the very town of Fort-Lamy but under shelter before being machined and wrought.

This nice realization shows that even under difficult climatic conditions, wood can be economically utilized (the wooden framework of this cathedral is cheaper than the equivalent concrete framework) provided the species of wood should be carefully chosen and provided assembling directions should be carefully followed.

En septembre 1953, nous avons eu communication d'une lettre de M. GALLERAND, architecte à Marseille, qui, séduit, par la charpente HARTMANN du hangar de la Compagnie Française du Gabon à Port-Gentil, envisageait de réaliser une voûte ogivale analogue, mais très haute, pour un projet de cathédrale à Fort-Lamy. Il imaginait un réseau de bois sombre, comme l'Azobé, ressortant sur un fond de bois clair utilisé en voligeage.

Il demandait des renseignements sur l'Azobé, sur les bois clairs utilisables, sur les prix pratiqués au Cameroun et à Fort-Lamy.

Chose curieuse, il signalait également que pour la constitution du réseau de la charpente, l'« Aluminium Français » proposait de fabriquer des éléments HARTMANN analogues et de les transporter à Fort-Lamy par avion : le bois était mis en concurrence directe avec l'aluminium !

C'est que participer à la construction d'une cathé-

drale est un travail assez rare, que l'on accepte avec plaisir et qui valorise le matériau utilisé. Mais, après cette première indication, l'« Aluminium » ne s'est plus manifesté.

L'année 1954 s'est passée en discussions entre M. GALLERAND, architecte, M. HARTMANN, charpentier et nous-même, sur le choix des bois à utiliser. L'Azobé, qui au début avait la faveur de l'architecte et du charpentier, a été abandonné pour des questions de prix, le transport Cameroun-Fort-Lamy étant prohibitif. Il revenait, rendu à Fort-Lamy à 48.000 Frs CFA le mètre cube, alors que le Doussié, en provenance de Bangui, ne coûtait à Fort-Lamy que 29.900 Frs CFA.

C'est d'ailleurs avec un sentiment de satisfaction que nous avons conseillé le Doussié des Forêts de la République Centrafricaine, ce bois ayant des qualités physiques (retrait au séchage, jeux) bien meilleures que celles de l'Azobé.

Mais, fin 1954, cet intéressant projet de cathédrale est entré en sommeil pendant deux ans.

Cette longue période nous a permis de préciser les caractères que devait présenter un bois, pour être utilisé dans le climat très dur de Fort-Lamy, et les précautions à prendre lors de la mise en œuvre.

Le climat du Tchad est en effet très spécial : c'est un climat extrême. La saison sèche est longue et très sévère. Elle dure d'octobre à mai. Les mois les plus secs sont février et mars où l'état hygrométrique moyen descend à 23 % seulement. C'est dire que certains jours particulièrement secs, cet état hygrométrique peut atteindre la valeur extrêmement basse de 10 %.

Par contre, en saison des pluies, entre juin et septembre, l'état hygrométrique de l'air est élevé, la moyenne pour le mois le plus hu-

Cathédrale de Fort-Lamy — vue d'ensemble. Les échelles sont en place pour la pose des tuiles - mai 1963.

Photo Sallenave.



Cathédrale de Fort-Lamy. La charpente en construction avec l'échafaudage intérieur. Août 1961.

Photo Hartmann

mide (mois d'août) est de 80 %. Cette valeur n'a rien d'excessif et dans les climats proches de l'Equateur, en République Centrafricaine, au Gabon, au Congo, des états hygrométriques analogues ou plus élevés sont souvent constatés.

Les températures sont un peu variables. Les maximum paraissent se situer en fin de saison sèche, en mai, et atteignent la moyenne mensuelle de 32°4, température très élevée. Le mois le plus froid est janvier, où la température moyenne est de 23°7.

Les bois sont des matériaux hygroscopiques, c'est-à-dire que leur humidité propre aura toujours tendance à se mettre en équilibre avec l'état moyen de l'atmosphère où ils se trouvent, état caractérisé par la température et l'état hygroscopique de l'air. Mais, cet équilibre ne se réalise qu'avec un certain retard, variable d'ailleurs suivant l'essence du bois, son débit, l'ensemble où il est mis en œuvre.

Les bois tendres ou mi-durs en débits peu épais, comme ceux utilisés dans le mobilier (dessus de table, panneaux de meubles) pourront atteindre cet équilibre assez rapidement, surtout si ces débits présentent du contrefil ou des fibres tranchées. Au changement de saison, l'équilibre pourra alors être atteint en quelques semaines. Mais les bois durs, à grain serré, utilisés en pièces de fort équarrissage, comme les bois de charpente, n'atteindront cet équilibre que beaucoup plus lentement, en plusieurs mois. En fait, leurs humidités moyennes varieront relativement peu au cours des périodes sèches et humides.

D'ailleurs, si tous les bois varient de dimensions lorsque leur humidité varie (1), ce « jeu de bois » est plus ou moins important suivant les espèces. Pour une même variation d'humidité, certaines essences, dites peu nerveuses auront de faibles variations de dimensions, tandis que d'autres, dites nerveuses, auront des variations beaucoup plus fortes.

Enfin, ces variations de dimensions ne se font sentir que dans les sens radial et tangentiel. Dans le sens du fil, le bois est très stable.

Ces quelques lignes montrent combien le phénomène du jeu des bois est complexe. Elles permettent

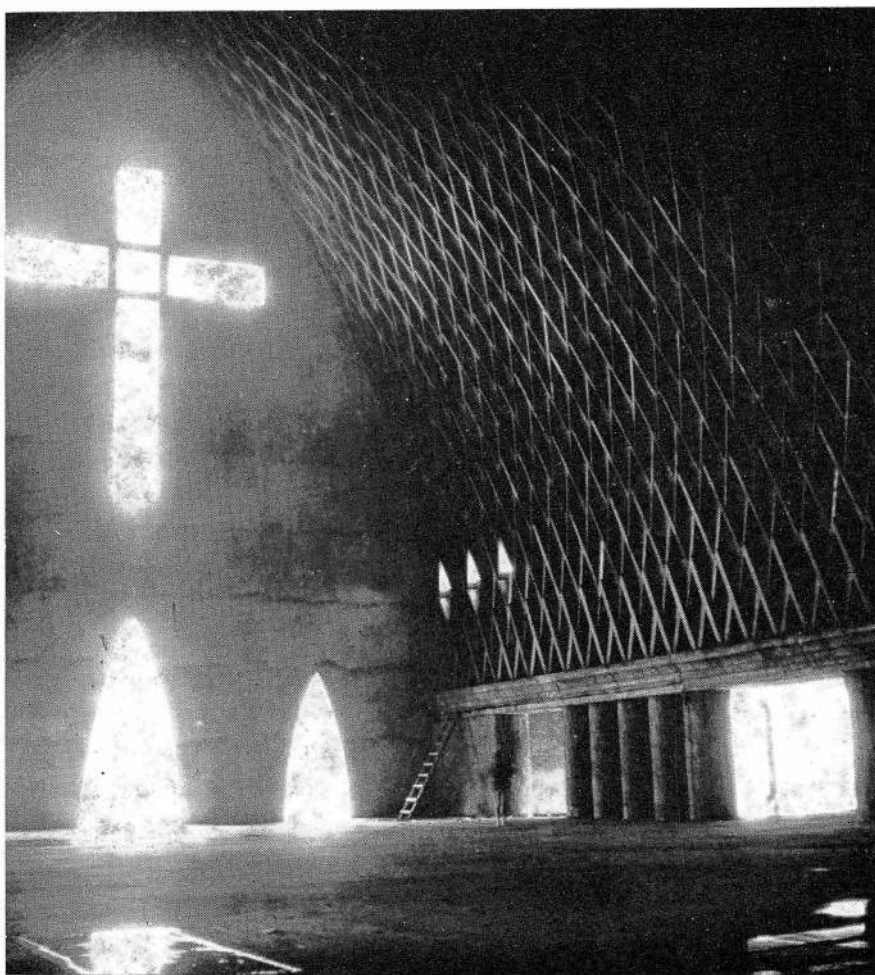
(1) Et lorsque cette humidité est inférieure à l'humidité de saturation de la fibre. C'est le cas de tous les bois « secs à l'air ».



d'expliquer le comportement des bois à Fort-Lamy, au cours des saisons.

Les bois utilisés en menuiserie ou en mobilier, sont en général des bois assez tendres, assez légers, ayant souvent un contrefil bien visible (bois rayonné). Si en menuiserie de bâtiment, ils sont en général soigneusement peints ou vernis, ce qui ralentit les échanges d'humidité avec l'atmosphère, en mobilier, ils sont parfois vernis ou cirés sur les faces apparentes mais sont laissés sans protection aucune sur toutes les faces cachées. Ils se comportent alors comme des bois nus ; comme ils sont de faible épaisseur et de faible équarrissage, les variations d'humidité se font durement sentir, entraînant des variations de dimensions très visibles.

C'est ainsi par exemple qu'un dessus de table de 0 m 80 de large fait de deux plateaux de Cailcedrat assemblés par un joint longitudinal, pourra avoir une largeur variant de 1 cm 5 à 2 cm entre la saison sèche et la saison humide. Si ce dessus de



Cathédrale de Fort-Lamy — vue intérieure
mai 1963.

Photo Sallenave.

table est fixé sur son pourtour à un cadre en bois de fil, donc sans variations de longueur, les variations de largeur se feront sur le joint central et seront très visibles. A la saison des pluies, le joint sera

serré. A la saison sèche, ce joint s'ouvrira de 10 à 20 mm. De même, les assemblages à tenons et mortaises utilisés en ameublement se desserreront à la saison sèche et ne tiendront plus. Les chaises en particulier, pourront devenir branlantes au cours de la saison sèche, car le moindre jeu dans leurs assemblages est sensible.

On comprend donc que, dans ces conditions, on ait pu considérer que l'emploi du bois était à déconseiller dans un tel climat.

Mais, même en mobilier, en employant des bois « moins nerveux », tels que l'Iroko ou mieux le Doussié, qui ont des variations de dimensions radiale et tangentielle beaucoup plus faibles que celles du Calcedrat, en utilisant des artifices de construction permettant au bois de jouer, on peut construire du mobilier parfaitement utilisable à Fort-Lamy.

En charpente, le bois est aussi parfaitement utilisable, à condition de choisir l'essence la mieux adaptée, de bien la mettre en œuvre, d'utiliser un système de charpente où les pièces de bois travaillent uniquement dans le sens du fil.

CHOIX DE L'ESSENCE

Le bois devait venir des forêts de la République Centrafricaine, toute autre origine entraînant des frais de transport trop considérables. D'après les renseignements communiqués par le Service Forestier de ce pays, le Doussié existait et était régulièrement exploité dans certaines forêts, mais en petites quantités. En fait, ce « Doussié » est, au point de vue botanique, de l'*Ajzelia africana* Smith, qui est appelé au Sénégal et en Côte-d'Ivoire « Lingué ». Au point de vue commercial, il semble moins estimé que le Doussié du Cameroun (*Ajzelia bipindensis* Harms et *Ajzelia pachyloba* Harms), mais nos essais de laboratoire ont montré que les Lingué avaient les mêmes propriétés physiques que les Doussié (très faible retrait au séchage, faible jeu, séchage et reprise d'humidité très lents), les mêmes résistances mécaniques et les mêmes résistances excellentes aux attaques d'insectes et de champignons.

Des essais complémentaires ont d'ailleurs montré que des éléments de Lingué, en pièces épaisses (travées de madriers de 8 cm × 20 cm), mis brutalement en atmosphère très sèche (étuve sèche à 50° C)

séchaient **sans se fendre et sans se déformer** jusqu'à une humidité de 4 % seulement.

Aussi, quand en Novembre 1956, après deux ans d'interruption, les pourparlers pour la construction de la cathédrale ont repris, pouvions-nous affirmer que les Doussié des forêts de la République Centrafricaine étaient les seuls bois pouvant résister sans déformations et sans fentes excessives au climat très dur de Fort-Lamy.

Il ne faut d'ailleurs pas croire que ce bois a été accepté sans difficulté par l'ensemble des entreprises gravitant autour de cette grande cathédrale. En effet, au cours de l'année 1957, les exploitants de la Région de Bangui ont fait savoir qu'il leur serait impossible de fournir les 180 m³ de Doussié nécessaires à la charpente. C'est ainsi que le Mukulungu (*Autranella congolensis* A. Chev.) avait été proposé. Mais ce bois, ayant un grand retrait au séchage et trop nerveux n'aurait pu convenir. Alors l'Iroko abondant dans les forêts de la République Centrafricaine fut à son tour proposé. Et vers la fin 1958, nous avons consigné toutes les précautions à prendre,

depuis le débit jusqu'à la mise en œuvre pour que ce bois, qui présente plus de retrait au séchage que le Doussié et dont les résistances mécaniques sont moins bonnes, puisse être accepté. M. BROCHARD, Ingénieur au CENTRE TECHNIQUE DU BOIS et au Bureau SECURITAS, avait dû reprendre tous les calculs de stabilité de la charpente en vue d'utiliser l'Iroko, différent du Doussié. C'était d'ailleurs sans grande joie que nous l'avions accepté. Il fallait prévoir des difficultés de mise en œuvre plus grandes qu'avec le Doussié, et un plus grand déchet au séchage.

En Octobre 1958, coup de théâtre : alors que les exploitants de la République Centrafricaine étaient dans l'impossibilité de fournir du Doussié, et que les commandes en Iroko étaient sur le point d'être passées par l'entreprise RABOZ, chargée de la construction de la cathédrale, un exploitant et scieur de la région de M'Baiki : M. H. C. FRÉDÉRIC, de la Société Anonyme des Bois Equatoriaux (S. A. B. E.) proposait de fournir en Doussié tous les bois nécessaires à la charpente de la cathédrale, les peuplements qu'il exploitait étant riches en cette essence précieuse.

Étant en Novembre 1958 en mission en Afrique, nous avons insisté auprès du Père Vog de la Mission Catholique de Fort-Lamy et auprès de M. RABOZ,

pour que l'offre de M. H. C. FRÉDÉRIC soit acceptée, et que le Doussié soit de nouveau considéré, ce qui a été fait.

Ainsi, il avait fallu cinq ans pour que le choix du bois soit définitivement fixé. Au point de vue technique, ce choix avait été facile. Mais les questions de fourniture et de prix avaient donné lieu à de longues discussions. Il en est souvent ainsi...

PRÉCAUTIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE

Pour que les bois donnent toute satisfaction, il importe de prendre un certain nombre de mesures dès l'abattage. Aussi avons-nous donné aux exploitants et aux scieurs de la région de Bangui, ainsi qu'à l'entreprise de construction de la cathédrale de Fort-Lamy, des indications précises concernant ces bois.

Les pièces de la charpente devaient être en bois parfaitement sain, sans nœuds, pris hors cœur et hors aubier, débité à vive arête. Des surcotes de 4 % étaient prévues en épaisseur et en largeur pour tenir compte du retrait au séchage.

En longueur, une surcote de 0 m 20 était prévue pour tenir compte des risques de fentes en bout. Les extrémités de chaque lamelle étaient enduites d'un produit anti-fentes.

Nous avions demandé qu'un premier séchage de ces débits, d'une durée de 3 mois environ, soit effectué en République Centrafricaine, à la tombée de scie. Nous comptions ainsi éviter l'action du soleil sur des bois trop frais. En fait, cette précau-

tion n'a pas été suivie. A peu près tous les lots de Doussié ont été chargés sur camion dès le débit et transportés à Fort-Lamy sans pré-séchage.

D'ailleurs, le séchage définitif devait se faire à Fort-Lamy, dans le climat exact où les bois seraient employés.

En Novembre 1958, la grande dalle de béton qui forme le sol de la cathédrale, était terminée. Elle couvre une surface de 40 m de large sur 80 m de long et est élevée de 3 m au-dessus du terrain. Le dessous de cette dalle formait une aire de séchage remarquable, où les pièces de charpente pourraient être bien ventilées, en restant cependant toujours à l'ombre. Le soleil direct risque en effet, de provoquer sur des bois frais des gerces, des fentes et des déformations entraînant le rebus des pièces.

C'est donc sous la cathédrale même que les bois de la charpente ont été stockés. Les piles de séchage ont été confectionnées avec soin. Nous avions demandé qu'elles soient établies à 50 cm au-dessus du sol, que chaque lit de madriers soit séparé du suivant



par des baguettes de 2 cm et que dans chaque lit, les madriers soient séparés les uns des autres par un intervalle de 2 à 3 cm.

En fait, ces prescriptions relativement simples ont été bien suivies.

Un premier camion de bois est arrivé en fin Janvier 1959 et a été stocké immédiatement sous la cathédrale. Les bois étaient de belle qualité, mais des surépaisseurs de 10 mm ont été constatées.

Puis au cours des années 1959-1960 les livraisons de bois sont arrivées avec plus ou moins de régularité.

Enfin, à la mi-Novembre 1960, M. HARTMANN a pu se rendre à Fort-Lamy pour mettre en route l'édification de la charpente.

A son arrivée, il y avait stocké en piles bien aérées 3.350 pièces de Doussié en différentes sections et longueurs. Il manquait 1.092 pièces prêtes à la scierie de Bangui, qui sont arrivées en Décembre 1960.

Le charpentier M. HARTMANN a dû effectuer un gros travail de classement des bois par épaisseur, en commençant par les bois secs du premier stock.

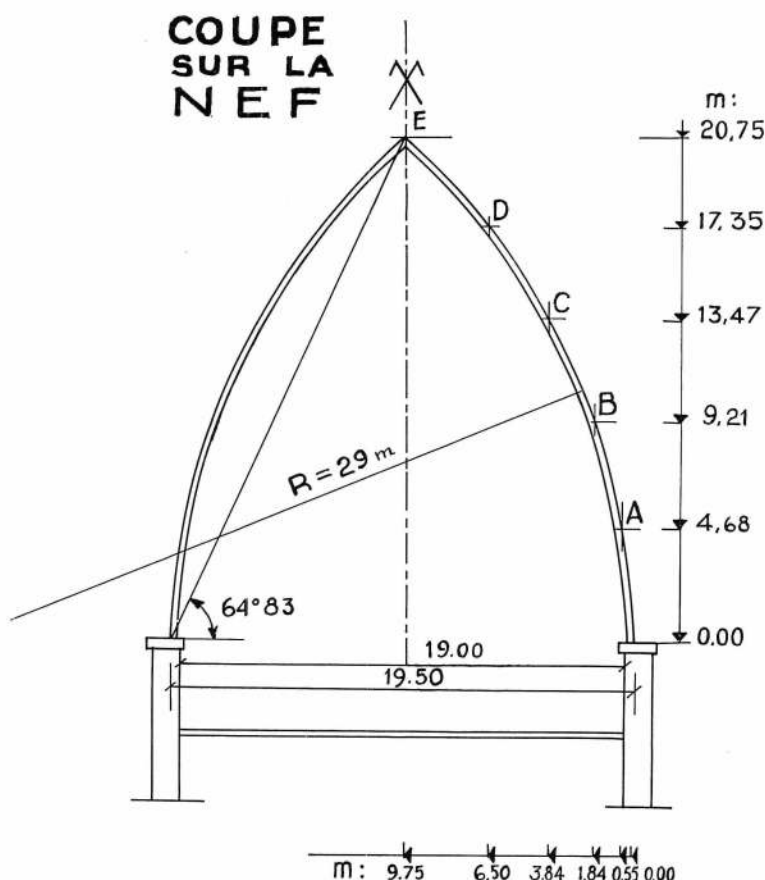
Les épaisseurs ont été classées de 2 mm en 2 mm.

Pour les lamelles ayant une épaisseur nominale de 80 mm, les plus nombreuses, les épaisseurs réelles ont été trouvées comprises entre 74 mm et 82 mm avec une majorité de cette dernière épaisseur.

En raison de ces différences, les nœuds d'assemblage modifiés ont dû être redessinés en vraie grandeur sur contreplaqué afin de respecter la trame des entre-axes tant verticaux qu'horizontaux.

Dans l'ensemble, les sciages étaient de bonne qualité et le nombre des pièces à éliminer pour défaut grave (gros nœuds) ou pour aubier n'a pas été très important. Les pièces voilées, cintrées ou fendues en cours de séchage ont représenté un pourcentage non négligeable. On a évalué à 10 % environ le nombre de pièces défectueuses, mais la plupart ont pu être réutilisées, pour l'habillage des I. P. N. formant la base du réseau de la charpente, pour diverses fourrures et pour les sablières basses.

En fait, on avait majoré dans les commandes les besoins réels de 5 % pour malfaçons, en cours de montage et d'usinage. Après terminaison de la charpente, il semble que le nombre de pièces réellement rejetées n'atteint pas 4 %. C'est un résultat remarquable.



Echelle 0 1 2 3 4 5 7 9 mètres

LA CHARPENTE

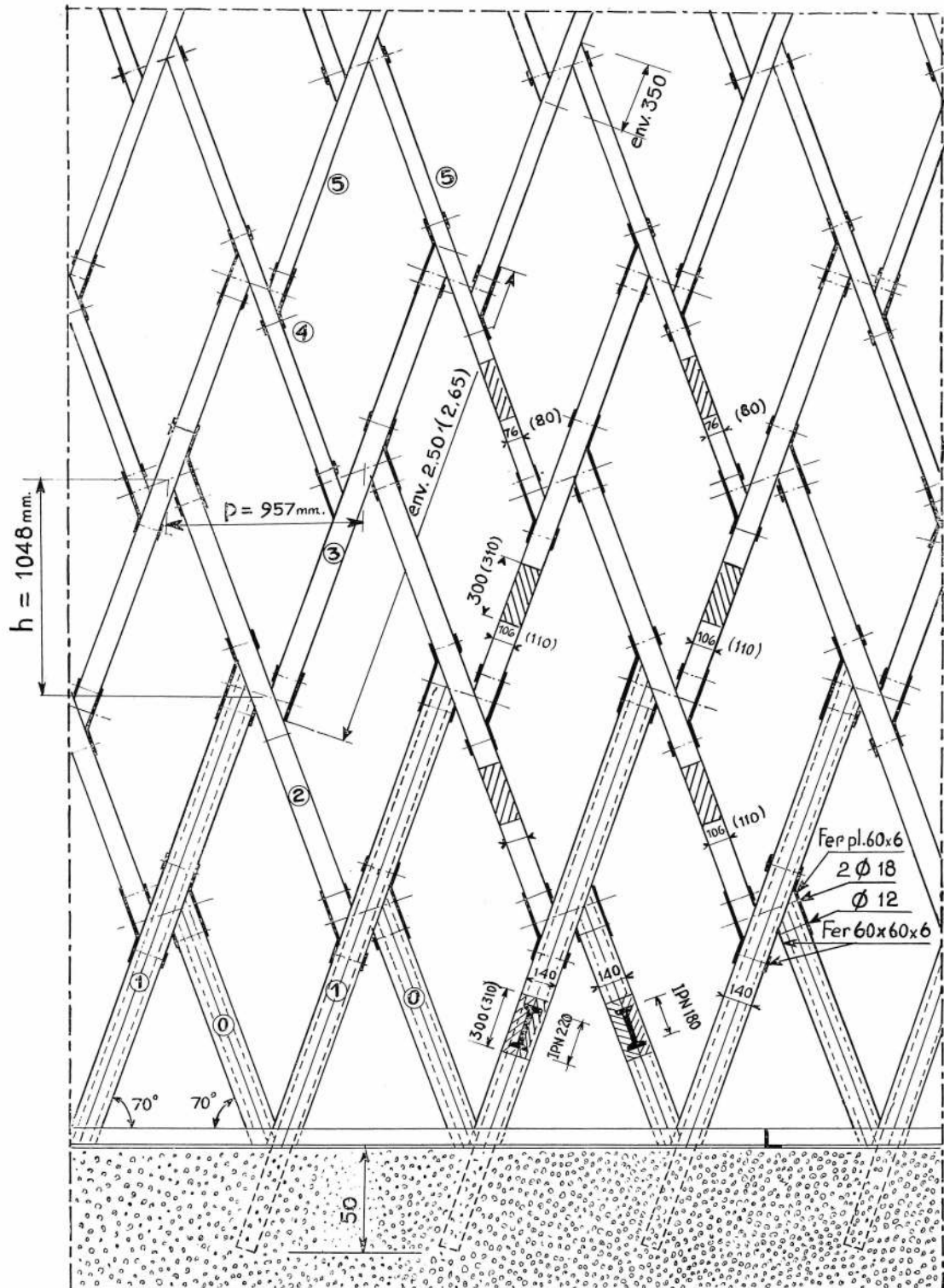
C'est une construction audacieuse. L'ogive ou voûte à 3 articulations, réalisée par la charpente à lamelles, prend appui à la base sur deux murs longitudinaux, en béton fortement armé, de 4 m de hauteur. La portée intérieure de cette voûte est de 19 m 50, mais sa flèche est de 20 m 75, les arcs de l'ogive se développant suivant une circonférence de 29 m de rayon. La faîtière est donc à 24 m 75 du sol de la cathédrale, hauteur impressionnante par le vide et la légèreté de la charpente. Les ouvertures basses des murs de rives, et l'immense croix lumineuse du pignon augmentent encore cette sensation de hauteur.

Les lamelles de base sont constituées sur une rangée par des fers I. P. N. de 240 et de 180 assemblés sur les sablières par des équerres d'acier et des boulons de 12 mm et assemblés entre eux par des goussets en fer plat de 60 x 6 et des boulons de 12 mm. Les assemblages des lamelles I. P. N. et des lamelles bois sont faits par des goussets de 60 x 6, des boulons de 12 mm et 2 boulons traversants de 18 mm.

Au-dessus de cette première rangée

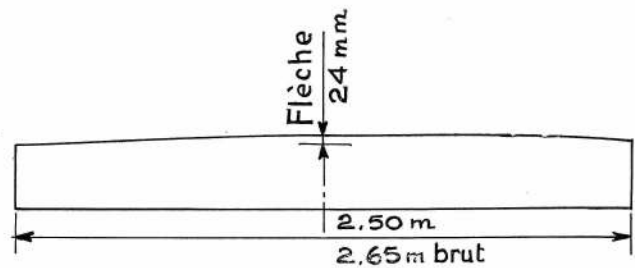
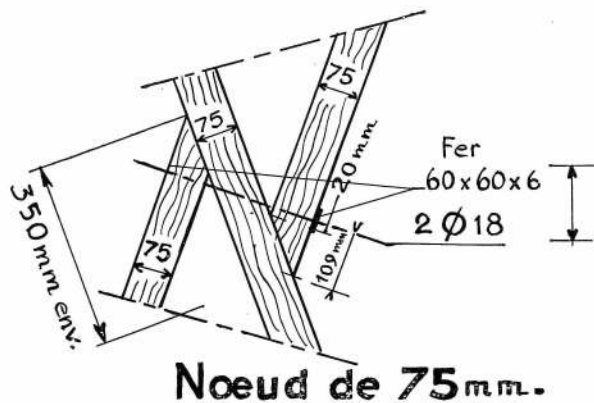
Coupe sur la nef — caractéristiques de la voûte et coordonnées des points de référence de l'extrados (A, B, C, D, E).

(Départ sur dalle de béton armé).



Section des lamelles (mm).

	BRUTES	UTILES mm.
Lamelles 0		140 × 300
Lamelles 1		140 × 300
Lamelles 2	110 × 310	106 × 300
Lamelles 3	110 × 310	106 × 300
Lamelles 4,5	80 × 310	76 × 300
Longueurs	2,65 m	2,50 m (environ)



plus haut de 80 mm × 300 mm. Les assemblages de ces lamelles sont classiques, avec 2 boulons de 18 mm et plaques de serrage en fer plat de 6 mm.

Dans la partie haute et à la faîtière, les lamelles sont assemblées par des goussets en fer plat, en plus de l'assemblage classique par 2 boulons de 18 mm.

de lamelles, le réseau est constitué par des lamelles en Doussié, d'abord de 110 mm × 300 mm puis

QUELQUES DÉTAILS DE CONSTRUCTION

Une charpente en lamelles, construite à partir d'éléments semblables, tous façonnés avec grande précision, se monte sans difficulté. A Fort-Lamy, on a d'abord tracé sur l'intérieur du pignon, le passage exact de l'extrados de la charpente, et les trous de scellement ont été pratiqués. Un échafaudage mobile s'élevant jusqu'à la faîtière a été construit. Puis, après avoir mis en place la première rangée de lamelles basses et les avoir scellées aux murs de rive, la construction s'est faite sans difficulté en progressant du pignon vers le chœur, les charpen-

tiers travaillant de l'intérieur, sur l'échafaudage mobile. La régularité de la voûte et la rectitude de la faîtière étaient constamment vérifiées par des cotes prises au fil à plomb à partir de la dalle de base. En fait, les charpentiers africains se sont parfaitement adaptés à cette tâche et ont travaillé avec un minimum de contrôle.

La voûte du chœur en forme de dôme a été exécutée en assise horizontale, en utilisant des lamelles de longueurs variables.

ASPECT DES BOIS

J'ai pu examiner les bois, ainsi que la charpente presque terminée au cours d'un passage à Fort-Lamy en juin 1963. Les charpentiers africains finissaient de poser les dernières lamelles fermant le dôme du chœur sur la faîtière de l'ogive.

J'ai examiné avec soin les bois mis en œuvre depuis Janvier 1961. C'est dire que pendant plus de 2 ans, ces bois avaient subi 2 saisons sèches et 2 sai-

sons des pluies, sans aucun abri, ni aucune protection. Ils avaient perdu leur belle couleur brun rouge, et avaient acquis une teinte superficielle gris argent. Mais je n'ai pu relever sur les nombreuses lamelles examinées, depuis la base de la voûte jusqu'à la faîtière, **aucune lamelle fendue, ni même gercée**. Le Doussié, *Azelia africana*, s'est parfaitement comporté, sous ce climat réputé si difficile.

PRIX

Il est toujours difficile de connaître avec précision cet élément si important de toute construction. Cependant lorsque vers 1958, des difficultés de fourniture de bois s'étaient manifestées, une étude avait été faite par l'entreprise de maçonnerie pour réa-

liser une ogive analogue en un voile mince de béton armé. En fait, malgré la lenteur relative de la construction, le Père Vog nous a précisé que la charpente bois revenait nettement moins cher qu'une voûte équivalente en béton.

CONCLUSIONS

Dix ans se sont écoulés depuis les premiers pourparlers. La base de la cathédrale en béton armé, massive comme un roc, est solidement ancrée dans le sol de Fort-Lamy. Le pignon de façade, ogive ajourée d'une immense croix est terminé. Un escalier monumental conduit aux trois portails d'entrée.

La charpente est couverte d'un voligeage jointif en Ayous traité au xylophène. Les tuiles, fabriquées localement par l'entreprise RABOZ sont en partie vernissées et colorées et dessineront sur l'extrados de la voûte le quadrillage losangique de la charpente.

Certes de nombreux aménagements sont encore à

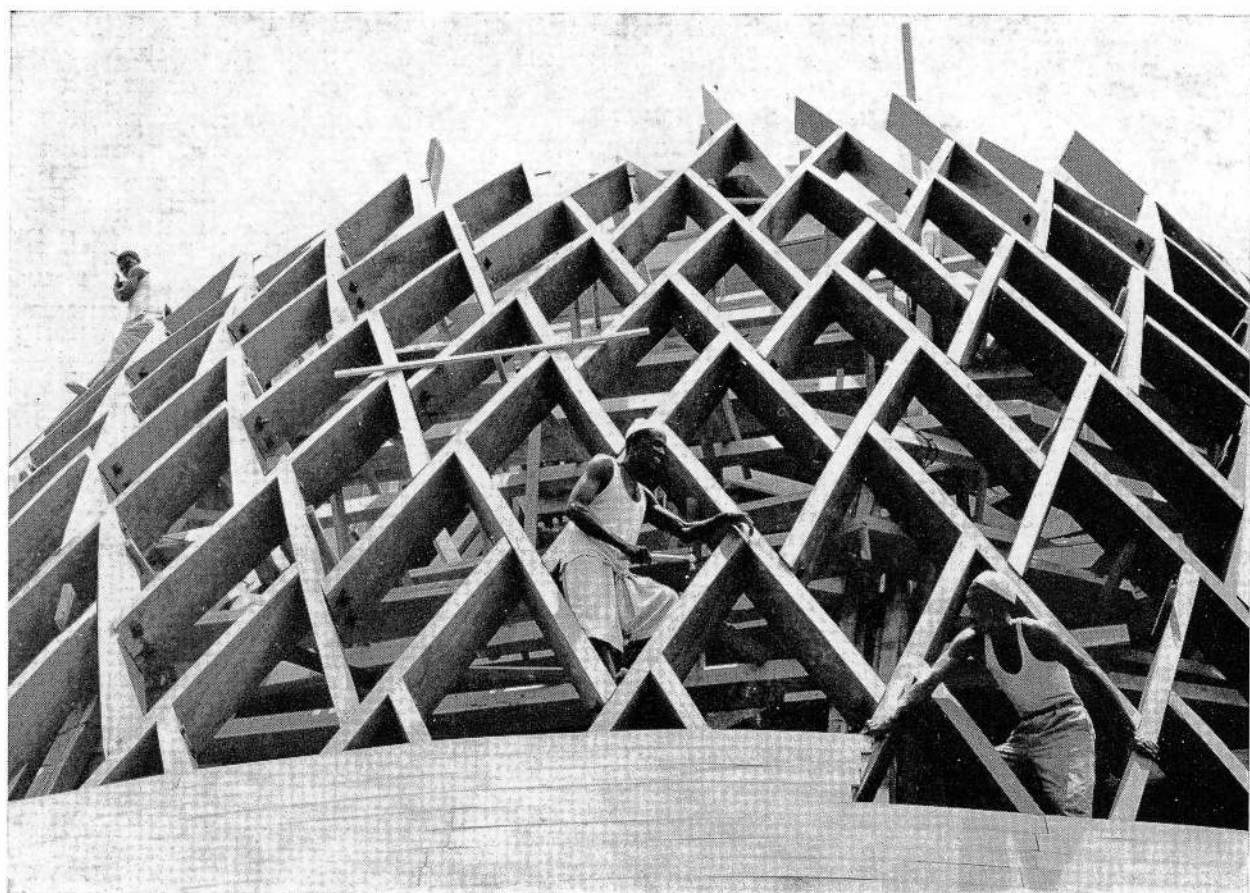


Photo Mission Catholique.

Cathédrale de Fort-Lamy — Travail dans la charpente

faire. L'éclairage devra faire ressortir le dessin du réseau de bois, sans troubler, par des lustres suspendus, la pureté de cette ogive aérienne.

La sonorisation devra être étudiée en fonction des excellentes qualités acoustiques du réseau alvéolaire.

Enfin, la flèche doit être édifiée sur le côté droit de l'entrée.

Mais telle qu'elle est, cette hautes cathédrale domine

de sa masse toute la ville de Fort-Lamy. Sa charpente impressionnante est terminée. Elle montre que malgré un climat très sec, le bois peut être utilisé de façon parfaite, à condition de bien choisir l'essence, de bien le débiter, de bien le sécher.

Et comme les charpentes de Chêne de nos cathédrales Gothiques d'Europe, cette charpente de Doussié pourra durer plusieurs siècles sous ce dur climat africain.

