

L'ARCHITECTURE DE L'AÉRONAUTIQUE EN FRANCE

MARIE-JEANNE DUMONT

PARIS 1988

Extraits concernant principalement deux constructions de Hangars de la Base aérienne de Chartres.

pages 51 à 63

HANGARS D'AVIONS

Si les aérogares, après des débuts incertains, avaient pris forme dans les mains ou sous le crayon des architectes, les hangars d'avions devaient rester l'apanage des ingénieurs et l'occasion pour eux de perfectionner des techniques, d'expérimenter de nouvelles formes, de repousser les limites de portée. Chacun avait à cœur de figurer dans le grand livre des records. C'est pourquoi les hangars étaient généralement présentés - on a repris cette terminologie - sous le nom de l'ingénieur ou de l'entreprise qui les avaient inventés.

La maîtrise d'ouvrage de ces installations fut dans un premier temps assurée par les services de la navigation aérienne ou les services du génie maritime, mettant les hangars au concours entre entreprises sur la base d'un cahier des charges précisant seulement surface et portée exigée. Les travaux étaient généralement surveillés par les ingénieurs des Ponts et Chaussées du département concerné.

A la création du ministère de l'Air, la charge fut dévolue au service des bases, service "extérieur" du ministère, qui regroupait les services des travaux et bâtiments de trois ministères (Guerre, Marine et Aéronautique). En relation directe avec les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, ce service avait pour missions l'exécution de travaux, les études (implantation, programmation, documentation technique), l'inspection et le contrôle des travaux. Maintes fois remanié, il n'en exerça pas moins, sous l'impulsion d'Albert Caquot, un rôle prépondérant dans l'orientation des recherches sur les nouvelles structures de métal et de béton armé.

Hangars en béton

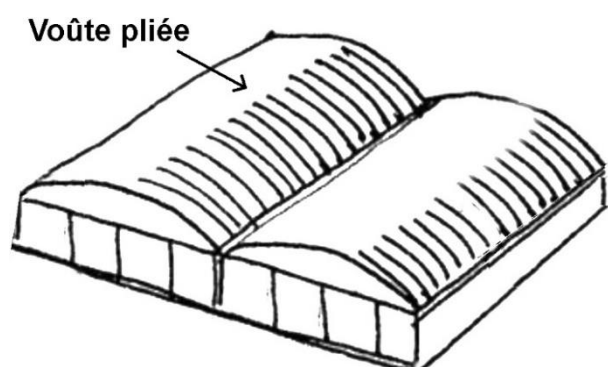
Pendant la guerre le béton avait su se rendre indispensable : c'était le seul matériau à peu près constamment disponible, encore les armatures étaient-elles difficiles à approvisionner. Le métal avait l'avantage d'être démontable, mais il était devenu rare, contingenté. Après la guerre on crut pouvoir construire des hangars définitifs, et le béton armé en devint le matériau presque exclusif jusque vers 1935. A son actif, il avait une bonne résistance au feu et des dépenses d'entretien nulles. En revanche, les coûts de coffrage étaient souvent importants et ne se pouvaient amortir que pour des commandes de séries ; et cette technique, pour les grandes portées des hangars, requérait une main d'œuvre spécialisée, et les calculs d'un ingénieur. Elle n'était donc accessible qu'à des entreprises importantes et spécialisées.

1. Hangars Freyssinet

Son activité dans le domaine des hangars d'avions commence pendant la première guerre mondiale avec les grandes voûtes à culée perdue de Avord, Istres et Villacoublay. Mais le système ne convenait qu'à des portées moyennes (40 à 46m) et des hauteurs peu importantes. En 1922, ce système est encore utilisé pour une série de hangars dans la partie militaire du Bourget.

Avec l'envergure croissante des avions et leur plus grande hauteur, il avait fallu étudier de nouveaux systèmes :

- Les hangars de Villacoublay

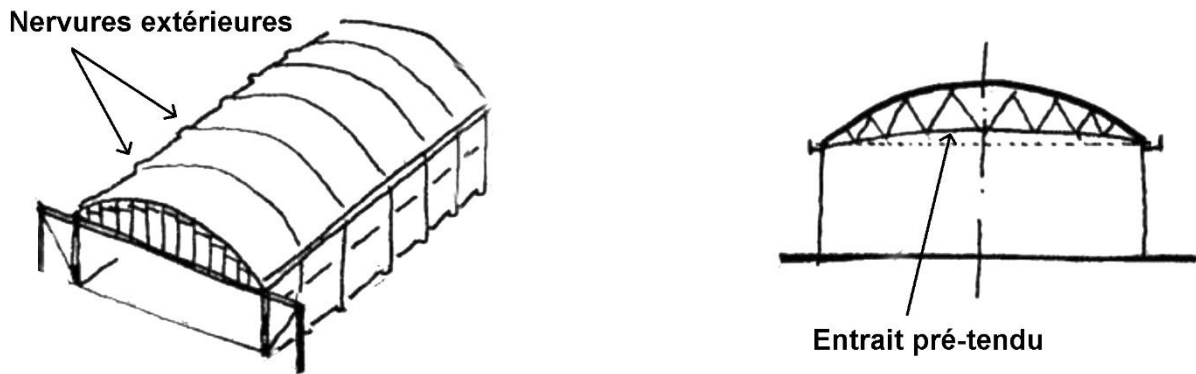


Mis au concours en 1923, ces hangars sont réalisés par l'entreprise Limousin en 1924. Pour une portée exigée de 55 m. Freyssinet adapta le système de la voûte ondulée étudié pour les hangars à dirigeables d'Orly. Les ondes, comme à Orly, servent à rendre la voûte

autostable et dispensent donc de toute charpente. Seuls des tirants y sont nécessaires pour reprendre les poussées latérales, les voûtes étant ici posées sur des pied-droits. Le hourdis de

béton est très mince, variant de 4 à 6 cm. La forme générale : deux hangars accolés ouverts sur le grand côté, présentant donc en façade leurs deux voûtes jumelles, leurs tympan ajourés et leurs grandes portes coulissantes par panneaux, deviendra la silhouette familière de la plupart des hangars de l'entre-deux-guerres, aux variantes de construction près.

- Les hangars du Palyvestre (Hyères)



Le chantier de Villacoublay avait pourtant mis en évidence les inconvénients des voûtes ondulées : « les voûtes ondulées très raides, et qui s'adaptent bien aux grandes portées, ont toutefois le défaut de n'être économiques que sous de très faibles épaisseurs, qui rendent leur construction extrêmement délicate. Aussi, lors de la mise au point du projet (de Palyvestre), les Etablissements Limousin proposèrent de remplacer les voûtes ondulées par des voûtes en berceau ordinaires, convenablement renforcées par une triangulation. » (28). Le raidissement était obtenu par des fermes composées de barres inclinées reliant des nervures extérieures de la voûte à un extrait. L'originalité de la solution tenait à ce que toutes les pièces de ces fermes étaient tendues, donc légères et de réalisation facile. Pour cela, il avait suffi d'imprimer une précontrainte de tension à l'entrait cambré, et de l'ancrer ensuite solidement au sommet des poteaux des longs pans. La tension de cet entrait exerçait à son tour une tension sur les barres inclinées.

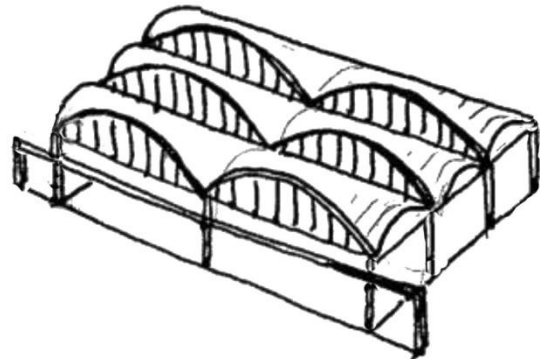
C'était une première application de l'idée de précontrainte qui occupera toute la carrière de Freyssinet à partir de 1929, lui permettant de réaliser, à moindre frais, des portées considérables. Le succès de ce système appliqué aux hangars provoqua d'autres commandes, à Lyon notamment, et des émules parmi les autres entreprises, qui en multiplièrent les applications. Sous le nom de hangar "classique" il devait prendre

place dans les typologies du Ministère de l'Air jusque dans les années trente.

- Hangar à bow-string



Arc en bow - string

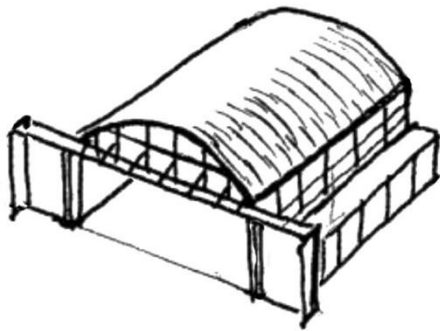


Une deuxième expérience de Freyssinet dans le domaine de l'aéronautique, non mentionnée celle-ci par M. Fernandez Ordoñez dans la monographie qu'il a consacrée au célèbre ingénieur, concerne des hangars à bow-string, construits par l'entreprise Limousin à **Chartres** et à Berre. Le hangar de **Chartres**, construit en 1924, a été publié dans un recueil consacré aux grandes constructions avec deux photos. On y voit un très grand édifice dont la structure est composée d'arcs paraboliques en béton, auxquels sont suspendues par l'intermédiaire de câbles métalliques des voûtes transversales en béton armé. Le système venait alors d'être employé à Villacoublay par l'entreprise Champeau, mais ne s'était guère développé. Il est impossible de ne pas voir dans cette structure audacieuse et légère le prototype de la grande structure suspendue utilisée par Le Corbusier pour son projet de Palais des Soviets pour Moscou dessiné en 1931 : Un arc de béton gigantesque soutenait par l'intermédiaire de câbles la couverture d'une grande salle de réunion.

- 2. Hangar Lossier

Construit pour l'aérodrome civil du Bourget en 1921-22, ces cinq hangars devaient être loués aux compagnies pour abriter les avions assurant le service des lignes internationales. Chaque hangar pouvait abriter six appareils Farman-Goliath : le premier avion de ligne civil. Ici la voûte de béton armé est supportée par des fermes en bow-string (ou poutre-échelles) avec un tirant pour reprendre les poussées latérales. Ces fermes soutenaient des pannes et les fameuses "tuiles Minard" de béton armé que l'ingénieur avait déjà employées à Montebourg. Devant, le

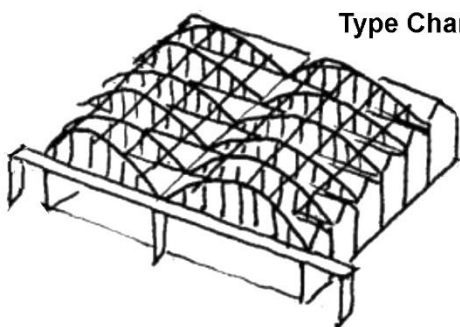
pignon ouvert était précédé du traditionnel auvent se prolongeant latéralement pour soutenir et stocker les portes coulissantes. Comme dans les réalisations de Freyssinet, il n'y avait pas de contreforts latéraux. La structure se présentait sur un même mur, apparente, avec des remplissages en briques, et des rangées de châssis métalliques pour l'éclairage.



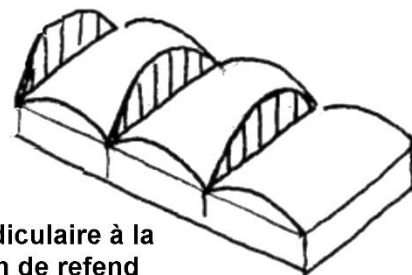
Derrière chacun d'eux fut édifié peu de temps de temps après un hangar atelier, destiné à la même compagnie, et provenant des prestations allemandes en nature. Hangars et ateliers existent encore, au nord de l'aérogare mais les tuiles Minard des hangars ont fait place à une forme de béton recouverte d'un produit d'étanchéité. Un badigeon

jaunâtre pour les parois, bleu clair pour les portes, a cependant beaucoup enlevé de leur monumentalité.

- 3. Hangar Champeau



Type Champeau



Bow-string perpendiculaire à la façade en position de refend

C'est le premier exemple de hangar à charpente en bow-string. Construit en 1922 à Villacoublay, il comprenait deux hangars accolés de 50 x 35 m. L'ossature de béton armé, avec son traditionnel remplissage de brique, supportait de grands arcs en bow-string, reliés entre eux par des pannes. En bas de cette charpente, entre les poutres ainsi formées, étaient posés de petits toits à deux pentes. Toute la charpente restait donc extérieure, limitant les effets du vent sur la structure. Mais les problèmes d'étanchéité étaient compliqués et la haute structure accusée d'être un obstacle au vol des avions. Le type fut rapidement abandonné.

On en connaît de rares exemples, outre les prototypes cités, à Meknès, à Berre. A Villacoublay même une variante fut

construite avec des bow-string transversaux entre lesquels étaient lancées des voûtes ouvertes sur leur pignon.

Son expressionnisme technologique, qui rapprochait ce type des grands ponts plus que des hangars traditionnels, avait pourtant frappé les architectes : il est publié dans des recueils ou des revues longtemps après son abandon par les entreprises.

- 4. Les types classiques

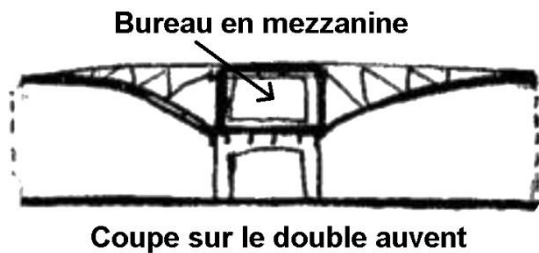
Tout comme Freyssinet, après quelques essais d'innovation dans les formes, les ingénieurs des autres entreprises devaient revenir à des solutions plus traditionnelles, des formes plus simples et plus économiques. Dans les années trente, on qualifie généralement de "classique" tous ces hangars à simple, double ou triple voûte mince, ouverts sur le pignon, triangulés par des fermes légères à entrain pré-tendu. D'une entreprise à l'autre seul variait l'éclairage des locaux : zénithal par béton translucide, latéral, ou en tympan ; ainsi que l'ossature des parois latérales.

Parallèlement aux modèles innovants des années trente (cf. infra) ces hangars classiques sont utilisés jusqu'à la deuxième guerre mondiale, avec des portées croissantes qui vont de 40m en 1924 jusqu'à 80m en 1938 (Berre), 100m en 1941 (Biscarosse). L'entreprise Boussiron fut probablement la plus prolifique dans la construction de hangars classiques ; ne cherchant pas l'originalité, elle n'a guère bénéficié des honneurs de la presse, mais pouvait se prévaloir de chantiers sur la plupart des aérodromes français, à Bron, le Bourget, Nancy, Reims, Villacoublay, Cherbourg, Marignane, Bizerte, Marrakech... ; on n'en connaît cependant pas la liste exhaustive. Les entreprises Limousin (à Vichy- Rhue) ou Rouzaud (à Hourtin, à Camaret) en ont également réalisé beaucoup.

- 5. Le hangar Caquot

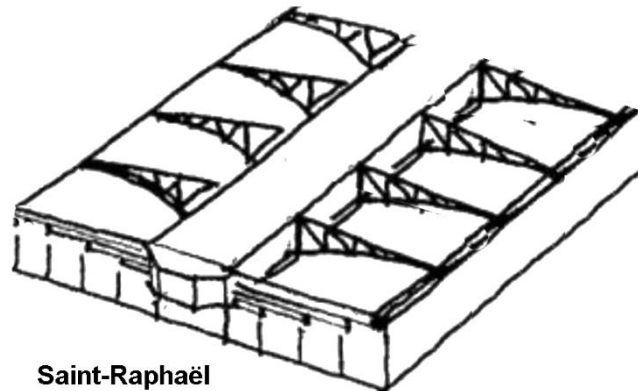
En 1930, Albert Caquot, ingénieur des Ponts et Chaussées et directeur technique au Ministère de l'Air, lançait une idée de structure tout à fait nouvelle, et, comme les hangars en bow-string, calquée sur les structures des ponts. Il s'agissait de reporter les points d'appui du hangar au centre et de couvrir la surface par un double auvent équilibré, suspendu par des tirants à une poutre-caisson reposant sur une file de portiques. On

qualifierait aujourd'hui de cantilever une telle structure ; à l'époque on la nomma double auvent ou "hangar Caquot". Ce système très ingénieux fut employé pour la première fois à



Lyon- Bron en 1930-31 pour deux hangars, puis à Saint-Raphaël, à Orléans-Bricy, à Marignane, et même après la guerre sur des aéroports étrangers (Buenos Aires). A Saint-Étienne Bouthéon, c'est une variante métallique qui fut réalisée en 1939. Le porte-à-faux des auvents variait de 20 à 25m, la longueur de 50 à 120m environ. La poutre-caisson du centre était généralement utilisée comme bureau ou magasin. L'éclairage était assuré, porte fermées, par des pavés de verre et des châssis en pignon. La disposition par points d'appui centraux offrait une très grande liberté d'utilisation pour le garage des appareils : on n'avait plus à craindre les difficultés de manœuvre et les chocs contre les points d'appui, puisque le hangar était entièrement ouvert ses deux faces.

Les architectes furent très sensibles aux possibilités plastiques d'une telle structure. Des croquis de Robert Camelot et Bernard Laffaille pour un projet de hangar de ce type mettent en valeur la légèreté et le dynamisme d'une telle forme, son

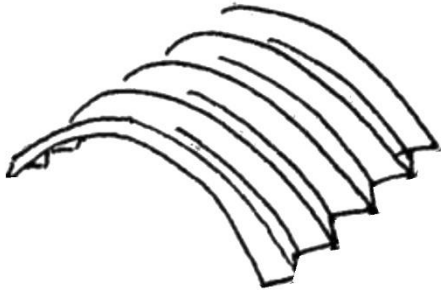


analogie avec l'oiseau ou l'avion. Il suffisait de mettre les bureaux de la poutre-caisson en saillie sur le pignon comme une cabine pour que la métaphore aéronautique soit évidente (29).

Les ingénieurs en charge des chantiers ne semblent pas avoir eu la même inspiration. A Lyon-Bron les façades des pignons ne révèlent en rien - ou si maladroitement - la structure du bâtiment. Le hangar Saint-Raphaël témoigne d'un plus grand effort de composition avec sa modénature horizontale et ses châssis étagés en pignons.

Ce type, pourtant, reconnu légèrement plus coûteux que les hangars classiques, fut à son tour abandonné presque complètement vers 1936.

- 6. Les hangars Laffaille



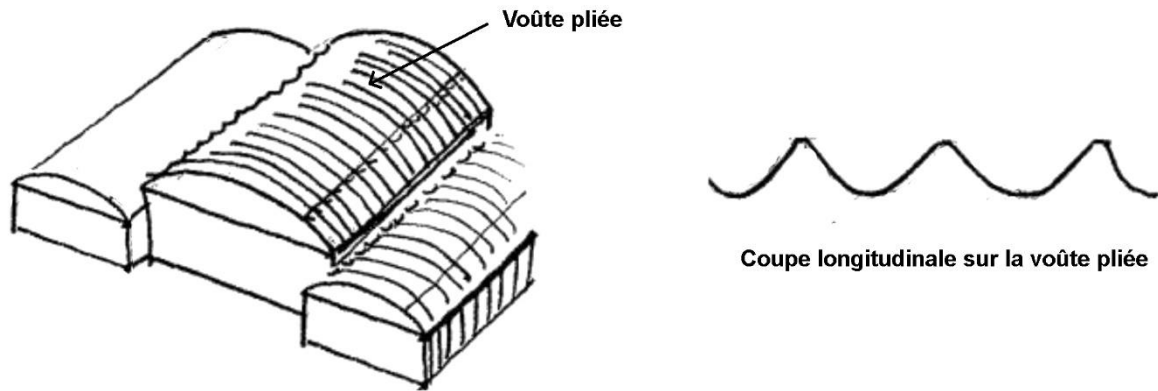
Considéré comme "classiques" dans la taxinomie des ingénieurs du Ministère de l'Air parce que formés de voûtes minces juxtaposées, les premiers hangars de Bernard Laffaille résultaient en fait de recherches très différentes sur la résistance du béton et le calcul de voiles minces gauches.

Ingénieur centralien et passionné de mathématique, Laffaille s'était intéressé très tôt aux possibilités des voiles minces à doubles courbures (les coques). En 1928, il commençait à expérimenter ces formes avec l'entreprise de gros-œuvre dont il était l'ingénieur-conseil, pour des auvents et des sheds. En 1931, il dépose un premier brevet sur le calcul des surfaces gauches. Ayant pu faire édifier et tester jusqu'à la rupture un double auvent en paraboloïde hyperbolique, il donnait lecture, en 1935 au Congrès de l'Association Internationale des Ponts et Charpentes, d'un mémoire sur ses résultats. Avec Fernand Aimond il était le premier à théoriser et calculer ces fameuses coques qui devaient jouir d'une telle vogue dans les années cinquante et soixante.

Certes Freyssinet avait ouvert la voie avec les voûtains des verreries de Montluçon et le projet de tores pour les hangars à dirigeables d'Orly, mais il avait dû renoncer aux doubles courbures pour des raisons économiques. Plus théoricien, Laffaille avait poursuivi dans cette voie.

Sa première application des voiles minces gauches à l'aéronautique se fait sur un hangar de 60m de portée à l'aéroport de Reims (1928). Il avait alors dessiné une voûte prenant naissance au sol, et formée de tronçons de conoïdes : une voûte pliée, comme celle de Freyssinet pour Orly, mais plus complexe encore, puisque les deux directrices des ondes affectaient des courbes différentes, en haut et en bas de l'onde. Cette belle structure, dont on ne connaît que deux pitoyables

photos de chantier, semble avoir été un demi-échec. Quelques années plus tard des fissures apparaissaient, qui sans affecter la solidité de l'ensemble nécessitèrent réparations : Laffaille avait fait travailler le matériau à ses limites théoriques, sans marge suffisante de sécurité.

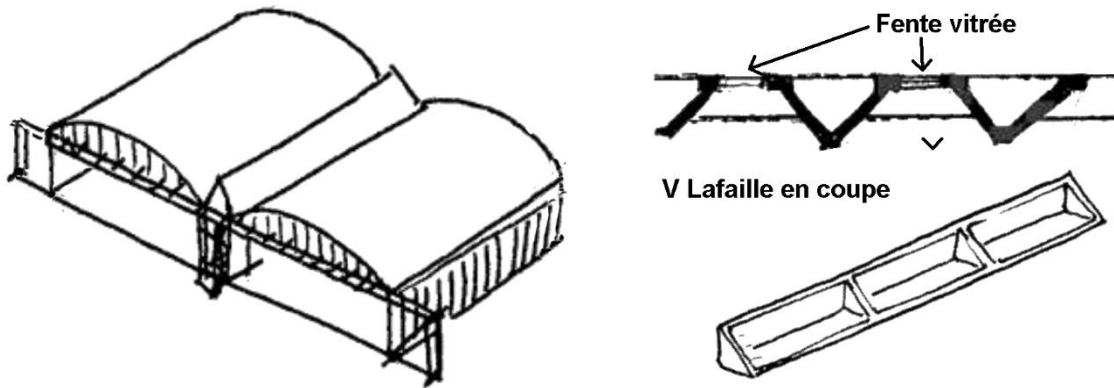


Vers 1930-1932, à **Chartres** et à Châlons-Bouy, il réalisait selon les mêmes principes des voûtes gauches en conoïdes, mais posés sur piedroits cette fois. Le hourdis avait une épaisseur de 6cm pour 50m de portée. Les murs latéraux présentaient cette surface en accordéon qui devait devenir caractéristique de Laffaille.

En 1933, à Metz-Frescaty, Laffaille dut revenir à la voûte cylindrique traditionnelle à simple courbure et posée sur pied-droits. Momentanément les problèmes de coffrage, trop coûteux pour des surfaces courbes, avaient eu raison de sa persévérance. Le type était donc "classique" à Metz, mais l'originalité tenait aux supports. En place de l'ossature traditionnelle des murs latéraux, Laffaille utilisait des poteaux préfabriqués, dont la section prenait la forme d'un V, maintenus entre eux par des poutres de rives hautes et basses et séparés par des fentes lumineuses. Cette forme était plus adaptée que l'ossature traditionnelle aux efforts latéraux du vent, puisqu'autostable : "Nous avons imaginé, depuis 1928, de réaliser les parois portantes de tels bâtiments, en utilisant des plans verticaux de faible épaisseur disposés suivant des angles de telle façon qu'ils forment entre eux une paroi plissée dans laquelle nous ménagions des ouvertures pour les vitrages. Un hangar-atelier de 165 x 55 mètres, construit sur nos plans à cette époque, sur le même terrain d'aviation de Metz, a été le premier essai de ce genre. Plus récemment, en 1931, nous avons fait

exécuter d'après le même principe un autre hangar atelier sur l'aérodrome de Châlons-Bouy.

"Ces murs ont l'avantage théorique de présenter pour un très faible volume de matière, une très faible résistance aux efforts de flexion composée auxquels ils sont soumis." (30).



Les V, moulés au sol, étaient levés à leur position définitive et maintenus par la poutre de rive coulée en place. Au-dessus, les dés d'encastrement des tirants d'entrait, scandaient une corniche très saillante, comme autant de modillons.

Revenu à des systèmes constructifs plus simples, Laffaille avait accordé toute son attention aux détails, à la modénature. Il en résultait une silhouette monumentale, classique et raffinée.

Une réplique de ces hangars fut construite quelques années après (1937) à Pancevo en Yougoslavie.

Dans les années cinquante, Laffaille s'employa à adapter ses piliers en V à toutes sortes d'architectures : on les retrouve aussi bien dans les portiques des rotondes de locomotives de la SNCF (Peirani arch.) qu'à la cathédrale de Bizerte (Herbé et le Couteur arch.) ou à l'église Notre-Dame de Royan (Gillet arch.), marquant fortement l'architecture française du début des années cinquante.

-7. Hangars Aimond

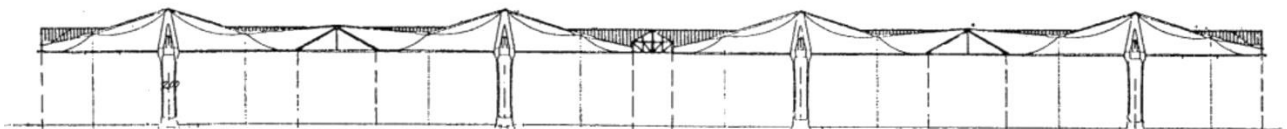
Ingénieur des Ponts et Chaussées, Fernand Aimond avait étudié pour son doctorat de sciences les calculs de résistance des surfaces gauches en béton armé, en particulier les paraboloides hyperboliques. Détaché au service des bases du Ministère de l'Air dès sa création, il s'employa à promouvoir ces nouvelles formes. L'administration lui en fournit maintes occasions, dans les années trente.



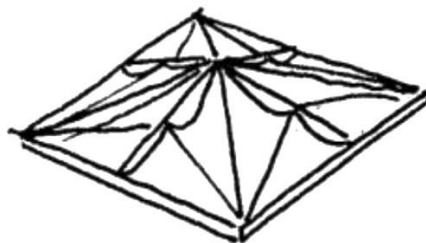
A l'aéroport de Limoges-Feytiat en premier lieu, il réalisa un grand hangar d'avions. La couverture en était composée de seize voiles en paraboloides hyperboliques tendus entre des poutres pleines formant tympan. Ces poutres elles-mêmes étaient portées par quatre piliers. Il s'agissait en

fait d'un vaste parapluie, entièrement libre sur sa périphérie pour l'évolution des appareils. Les voiles de la couverture étant autoportants, malgré leur faible épaisseur, n'avaient besoin ni de charpente, ni de nervures de raidissement d'où une importante économie de matière.

Il développa ensuite ce système pour les hangars de la base maritime de Lanvéoc-Poulmic. Les parapluies ici, étaient composés chacun d'un seul pilier portant quatre compartiments voûtés de paraboloides hyperboliques. Ils étaient reliés entre eux par des lanterneaux vitrés assurant l'éclairage zénithal. Il n'existe malheureusement pas, à ma connaissance, de photos de l'ouvrage achevé.



Lanvéoc Poulmic - Plan parapluie et coupe longitudinale



Couverture d'un parapluie

Aimond eut ensuite l'occasion d'expérimenter toutes sortes de variantes dans les formes de ces voûtes pour les bâtiments techniques des bases de Rochefort, Berre, Saint-Mandrier Lanvéoc-Poulmic, Cuers-Pierrefeu et Châteaudun. Dans tous ces

cas, les portées étaient moins grandes que pour les hangars, et le problème des coffrages résolu par des plaques de contre-plaqué ou des tôles métalliques réutilisables.

Ces réalisations et les calculs savants qui les accompagnaient eurent un grand retentissement dans la presse architecturale et technique. En 1936-37, les photos en circulèrent dans toutes les revues. Le milieu professionnel était bien conscient que ces formes nouvelles, répondant de façon si élégante, légère, au problème des grandes portées devaient révolutionner la construction en béton armé : "un des plus importants progrès de la construction depuis les premières applications de l'acier et du béton armé" écrit le rédacteur de l'Architecture d'Aujourd'hui (31). Cependant elles n'eurent aucune influence réelle et devaient sombrer dans l'oubli. Il est vrai que les solutions formelles de Fernand Aimond, pour rationnelles qu'elles soient, étaient affligées de tant de maladresses dans la composition et les façades qu'elles devaient décourager l'imitation.

-8. Les hangars métalliques

Le métal avait été presque complètement abandonné au début des années vingt, du moins pour les travaux d'infrastructure commandés par le secrétariat à la navigation aérienne. C'est à peine si l'on peut citer quelques réalisations, comme les trois hangars métalliques construits à Orly en 1922.

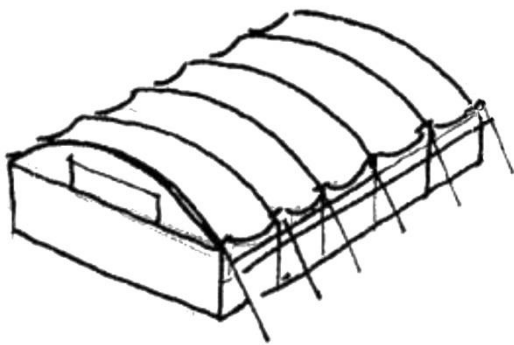
Au début des années trente quelques réalisations étaient signalées, comme les deux grands hangars métalliques de l'aéroport civil de Bordeaux, hangars de 150m. d'ouverture, avec deux appuis intermédiaires. Pour les petites portées, donc les aérodromes de tourisme, les hangars d'usines, le métal restait compétitif car il permettait une construction légère, rapide, démontable. Leur forme était généralement traditionnelle : toitures à deux pentes sur fermes à treillis ou fermes Polonceau.

En 1934, le Ministère de l'Air engagea une politique de retour à la construction métallique. Il s'agissait de fournir aux bases militaires, dont on projetait le déménagement de l'Est et du Nord vers le Centre et le Sud-Ouest du pays, de nouveaux modèles de hangars, légers, montables et démontables en moins d'une journée, susceptibles d'être stockés afin de répondre à une demande urgente. Un concours était lancé début 1935, et deux types retenus pour équiper les nouvelles bases militaires ; le type

Jeumont-Daydé et le type Delattre et Frouard, du nom des entreprises adjudicataires.

- Hangar type Jeumont-Daydé

Etudié par les ingénieurs Guyon et Mesnager ce hangar constituait une solution mixte entre les structures traditionnelles et les nouvelles recherches sur les coques appliquées à la tôle d'acier. L'ossature était en effet classique mais adaptée une grande portée de 70m : les éléments principaux en étaient formés de caissons à treillis que ce soit les arcs circulaires, les tirants ou les poteaux des longs pans. Toutes les pièces de contreventement, suspentes et pannes étaient également à treillis. Entre ces fermes étaient suspendues des tôles boulonnées et soudées entre elles, prenant après montage la forme de voûtains à double courbures (hyperboloïdes de révolution) raidis de place en place par des pannelettes.



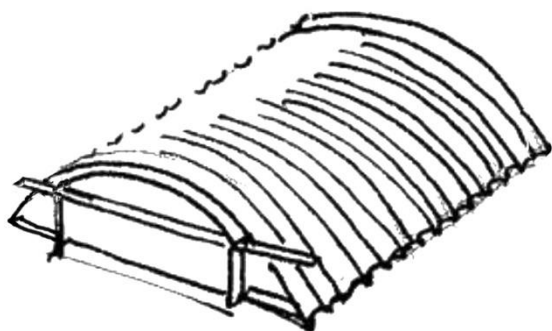
Ce type de hangar fut réalisé en 1935 à 27 exemplaires par l'entreprise Jeumont-Daydé et ses sous-traitants, pour les aérodromes de Bordeaux Mérignac, Toulouse Francazals, puis les années suivantes à Lanvéoc-Poulmic et Salon de Provence.

Lourds et relativement robustes, ils ont bien résisté aux bombardements. Une partie fut donc réparée en 1945-46 et subsiste encore aujourd'hui sur les aérodromes en question.

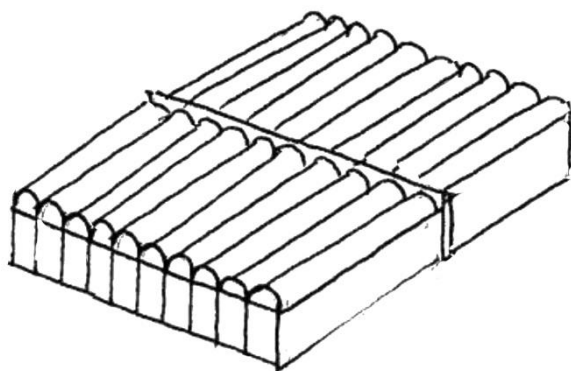
- Hangar type Delattre et Frouard

Pour le même concours Bernard Laffaille et son assistant Beschkiné avaient étudié deux projets qui tous deux faisaient de la tôle d'acier non plus un simple revêtement pour couverture l'élément portant, mais le matériau même de la structure en le rendant vraiment autoportant. Il s'agissait comme pour les coques de béton, d'alléger considérablement le poids des bâtiments en supprimant l'ossature ; mais le faible travail du métal à la compression rendait le problème plus complexe que pour le béton et les solutions formelles différentes.

Le premier projet était un hangar-voûte, formé d'une succession de voûtains en tôle à double courbure de révolution. Ces



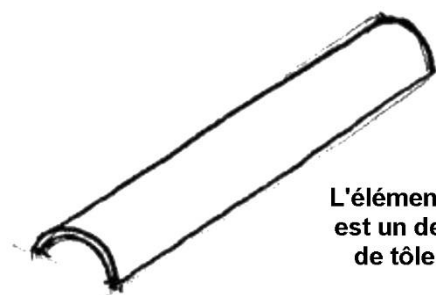
forme de demi-cylindres de 67m de portée, raidies intérieurement et reposant en périphérie sur des poteaux et sur une poutre à lame pleine à mi-parcours, cette poutre étant elle-même portée par une béquille, seul élément porteur à l'intérieur



voûtains étaient raidis transversalement par des lames de tôle et fixés entre eux, en l'absence de toute autre ossature. On atteignait ainsi des portées de 70 à 90m.

Le second projet, retenu, comportait des coques de tôle travaillant en poutres formant une succession de toitures avec châteaux intermédiaires. Cette structure sans aucune charpente se révélait très légère, avec un poids inférieur de moitié au modèle Jeumont-Daydé, et d'une grande élégance.

Elle fut réalisée à quelques exemplaires seulement sur les bases de Cazaux et Dijon par l'entreprise Delattre et Frouard en 1935-36. Ce fut, selon toute vraisemblance, le premier bâtiment métallique à couverture en tôle autoportante construit en France. On s'explique mal son peu de succès auprès de l'administration. : 27 exemplaires commandés pour le modèle Jeumont-Daydé contre trois pour le modèle Delattre ; publication exhaustive du premier dans les articles rédigés par Fernand Aimond pour diverses revues techniques, et silence sur le second. Animosité personnelle entre les deux théoriciens des



L'élément portant est un demi-tube de tôle mince

voiles gauches, reflexe corporatiste des ingénieurs des Ponts du Ministère de l'Air contre les centraliens de l'industrie, ou pressions d'une entreprise importante (Jeumont) contre des petits concurrents ?

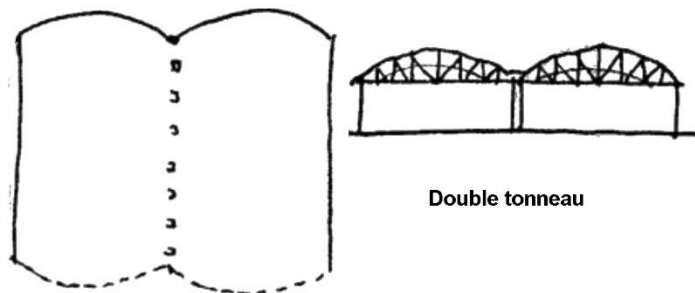
Laffaille n'en continua pas moins ses recherches sur les propriétés de la tôle comme matériau de construction : en 1937, il construisait avec l'architecte Camelot le pavillon permanent de la France à la foire de Zagreb. Il y était employé pour la première fois une toiture en tôle suspendue à l'intérieur d'une poutre de rive continue. La même année, Beaudouin et Lods projetaient une toiture suspendue pour un pavillon de l'Exposition. Universelle de Paris.

Pour des portées plus petites, des types plus simples furent dessinés et réalisés en grande série peu avant la guerre :

- Hangar type Tonneau

Dessiné par Aimond, ce hangar était destiné à toutes les bases militaires et diffusé en 1939. Il comportait une charpente simple à treillis franchissant une portée de 40m, avec cette particularité que la membrure supérieure des fermes affectait la forme d'un polygone s'inscrivant dans une parabole. Aux deux extrémités, le hangar se terminait par une partie en porte-à-faux dénommée rotonde. C'est cette croupe dont la forme en plan avait donné ce nom de "tonneau" au hangar.

Ils pouvaient facilement être juxtaposés par deux ou plusieurs unités, ou accolés à des ateliers en sheds. Leur souplesse d'utilisation et leur légèreté en avaient fait les dignes successeurs des hangars de la première guerre.

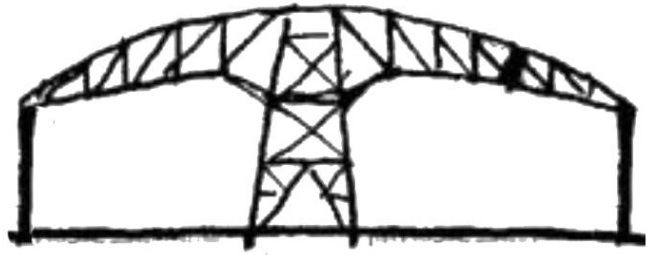


- Hangar type Lajoinie

Apparu un peu avant le hangar Tonneau le hangar Lajoinie avait des caractéristiques assez proches. La possibilité de pouvoir associer deux unités de part et d'autre d'une poutre caisson portant sur une béquille permettait en outre de créer des surfaces plus grandes d'un seul tenant.



Il faut encore rappeler le type **Caquot** métallique, réalisé vers 1934 à Saint-Etienne, et sans doute sur d'autres aérodromes, et les petits hangars de campagne destinés à remplacer les Bessonneau pour des portées analogues (28m). Trois modèles existaient en 1939 : "Brillard et Choin", "Traverse" et "Sarrade et Galtier".



Quant au bois, il avait disparu complètement du tableau ; abandonné dans les années trente parce qu'il ne permettait pas de calculs précis menant à des réalisations économiques selon l'avis d'un ingénieur (32). Il faudra attendre les débuts du lamellé-collé et les charpentes légères en planches clouées pour voir sa renaissance.

extrait de la page 89

28 CHARTRES

* Hangar Freyssinet (entreprise Limousin) à bow-string 1924.
Badovici. Grandes Constructions, pl 52

* Hangar Laffaille (entreprise Rouzaud)
G.C. 10 nov 1934
AIPC. Mémoires, 1935, vol III, p295

EUGÈNE FREYSSINET

Né le 13.7.1879. Admis à l'Ecole Polytechnique en 1899, puis de 1901 à 1903 élève à l'Ecole des Ponts et Chaussées, où il suit les cours de Résal, Séjourné et Rabut. Il commence alors à se passionner pour le béton armé que l'on enseigne depuis peu à l'Ecole. En 1905, il est nommé dans le centre de la France, et construit une série de ponceaux et de ponts (en particulier Le Veudre, Boutiron, Châtel-de-Neuvre, Le Bernand). Mobilisé en 1914, il réalise pour le génie des usines d'armement (Saint-Etienne), les verreries de Montluçon, et quantité de hangars d'avions. En 1919 il demande sa mise en disponibilité et démissionne définitivement en 1922 pour devenir directeur technique des établissements Limousin, poste qu'il occupera jusqu'en octobre 1928. Au sein de cette entreprise il construit des ouvrages d'art, des usines et toujours des hangars d'avions. Il peut ainsi inventer en toute liberté de nouvelles formes (les voûtes minces pliées), perfectionner les techniques de mise en œuvre (vibration du béton, cintres...) et poursuivre ses recherches sur la résistance du béton.

Limousin ne croyant pas à l'avenir du béton précontraint, il quitte l'entreprise pour continuer seul ses expériences sur cette technique révolutionnaire. Une fois pris ses brevets, Freyssinet les exploitera avec l'entreprise Campenon-Bernard pour réaliser des barrages et surtout des ponts.

En 1951, il est nommé inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées. Il meurt en 1962, peu de temps après avoir cessé ses activités.

Dans le domaine de l'aéronautique, ses réalisations sont nombreuses :

1916. Hangars à Avord.

1917-19. Hangars à Istres : voûtes minces partant du sol.

1919. Hangars à Villacoublay : idem.

1922. Hangars au Bourget.

1922-24. Hangars à dirigeables d'Orly.

1923-25. Hangars à Villacoublay.

1925 env. Hangars en bow-string à **Chartres** et Villacoublay.

1926. Hangars au Palyvestre (Hyères) et aussi à Nancy, Lyon, Berre, Hyères.

Une excellente monographie a été consacrée à celui qui fut le plus grand ingénieur français du siècle :

José A. Fernandez Ordoñez. "Eugène Freyssinet". Barcelone, 2c ed. 1979.

On trouvera également deux récits autobiographiques très éclairants :

- "Souvenirs" Cent ans de béton armé. Paris, 1949.

- "Naissance du béton précontraint et vues d'avenir." Travaux, juin 1954, p.463-474.

Ces textes font peu de part aux hangars d'avions, à l'exception des grands hangars d'Orly. Il faudrait pouvoir mettre la main sur les archives de l'entreprise Limousin pour établir une liste exhaustive des travaux de Freyssinet en matière d'aéronautique.

BERNARD LAFFAILLE

Né à Reims le 31/3/1900. Ingénieur diplômé de l'Ecole Centrale de Paris, promotion 1923. Revenu à Reims, il devient l'ingénieur-conseil de l'entreprise Rouzaud pour qui il dessine de grandes structures - usines et hangars d'avions - profitant de ces programmes pour expérimenter les premières surfaces gauches en voile mince de béton armé.

1929. Magasin à Cazaux, avec auvent en surface gauche

1931. Magasin à Romilly

1932. Hangars d'avions à Reims avec voûtes conoïdes

1933 env. Hangars d'avions à Châlons-Bouy, Chartres, Avord et Saint-Nazaire.

1933-34. Hangars d'avions à Metz-Frescaty. Première utilisation des poteaux porteurs connus sous le nom de "V Laffaille".

1934-35. Couverture suspendue du pavillon permanent de la France à la foire de Zagreb. R. Camelot et Herbé architectes

1936-37. Hangars d'avions à Pancevo (Yougoslavie) de même type que ceux de Metz.

1936 env. Etude de hangars d'avions de type Caquot avec Camelot.

Après-guerre il construit notamment :

- les rotondes à locomotives de la SNCF, P. Peirani arch.
- des écoles primaires préfabriquées. R. Camelot arch.
- la cathédrale de Bizerte. Herbé arch.
- ateliers de la Société Métallurgique de Normandie. J. D'uvieux arch. à Montville.
- usine Buitoni et habitations à Saint-Maur.
- usine Castrol au Pecq.
- usine Peugeot. Localisation ?
- usine Pechiney à Saint-Jean de Maurienne.
- centrale électrique à Djibouti.
- l'émetteur radio du Feldberg (Sarre).

Il étudie des projets d'immeubles préfabriqués, de ponts, de hangars d'avions (Argentine). Il participe enfin au projet de l'église de Royan (G. Gillet arch.) l'année même de sa mort en 1955.

Laffaille était un passionné de mathématiques. Associé à une remarquable intuition formelle, ce goût lui permit de concevoir les structures les plus rationnelles, faisant travailler le matériau à la limite de sa résistance, d'où quelques problèmes de chantier. Il a également cherché à modéliser les coûts et l'organisation des chantiers ou encore l'évaluation des risques. Après la guerre il était professeur d'économie sociale à l'Ecole Centrale.

Laffaille a très peu publié ses travaux, ce qui explique peut-être qu'après avoir connu une grande notoriété en France au début des années cinquante, il soit tombé dans l'oubli.

Sur ses travaux en matière d'aéronautique :

- "Mémoire sur l'étude générale des surfaces gauches minces." Association Internationale des Ponts et Charpentes. Mémoires, 1935, vol.3, p. 295 sqq.

- "Application des voiles minces en construction métallique." Association Internationale des Ponts et Charpentes. 2° congrès, Berlin et Munich, 1936, t. 1, p. 1065-1093.

- "Construction d'un hangar double en béton armé à l'aérodrome de Metz-Frescaty." G.C. 10.11.1934.

- "Hangars à Cazaux et Dijon." A.A., 1946,5.

- A.A., 1946.9, p. 44. photos du hangar de Metz.

Une seule notice nécrologique, et très incomplète malheureusement -R. Sarger. "L'œuvre de Bernard Laffaille." A.A., 1956,64, p. 16.

Les enfants de Laffaille ne semblent pas avoir conservé les dessins et projets de leur père.

Ce texte est un complément à la page :



[La base aérienne BA 122 de Chartres entre les deux guerres](#)

du [Site personnel de François-Xavier Bibert](#)