

Gigantisme avec le BL, le centre hippique à Lamotte-Beuvron

Jean-Michel Guellier
CMBP
Le Mesnil-Simon (28), France



1. Introduction

1.1. Le site de la FFE à Lamotte-Beuvron

Le site de Lamotte-Beuvron, siège de la FFE, est le plus important centre équestre de France sur un terrain de 300 hectares, comprenant 25 ha de pistes sportives, 25 ha de cross, 20 ha de parking, ses 520 boxes, 200 lits, 5000 m² de locaux administratifs, et 3 restaurants...

1.2. Le carré international

En vue de compléter les équipements du Parc équestre Fédéral pour le situer comme le haut lieu des sports équestres en France et d'assurer son référencement international, échéances olympiques comprises, la création d'un Carré International était devenue nécessaire.

Le Carré se compose principalement de :

- La tribune et carrière d'honneur,
- La Grande Halle Couverte.

1.3. Le " Hall Indoor "



Figure 1 : Vue générale

Ce manège couvert, dessiné par l'Architecte Philippe Guibout, d'une emprise libre au sol de 80 x 120 mètres, plus une galerie périphérique de 6 mètres de largeur, pour une hauteur de 25 mètres, est en capacité d'abriter des compétitions internationales, avec gradins. Cette structure peut également accueillir toutes sortes d'évènements drainant un vaste public.

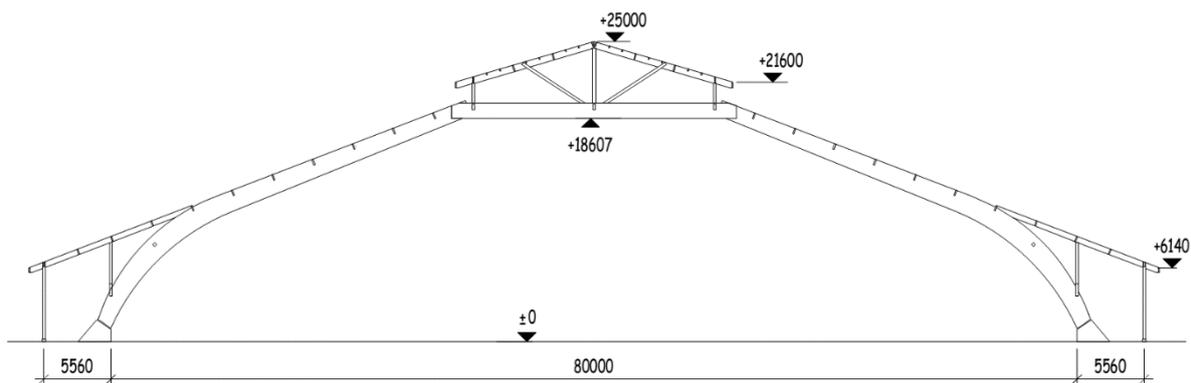


Figure 2 : Coupe transversale

2. Principe de structure

2.1. Mode de travail 3D



Figure 3 : Vue générale de la structure hors galerie

La structure primaire se compose de porteurs transversaux et longitudinaux sur une trame régulière de 10 mètres par 10 mètres.

La portance se fait autant sur les 80 mètres que sur les 120 mètres. Ceci est possible à condition de respecter quelques règles :

- alignement des pannes sur la trame de 10 mètres pour équilibrer les compressions des arcs empannons,
- mise en charge de la structure de manière uniforme, d'où l'étalement des arcs de croupe, voir le paragraphe sur le montage

La première règle induit des dispositifs qui de manière presque naturelle s'enchainent :

- L'entraxe des pannes doit donc être un sous-multiple de 10 mètres, vu le choix de la couverture (bac sandwich) la valeur optimum correspondait à 3 divisions, soit 3,33 m
- Cet entraxe se retrouvant recoupé en 3 sur les zones de couverture translucide.

2.2. Contreventement

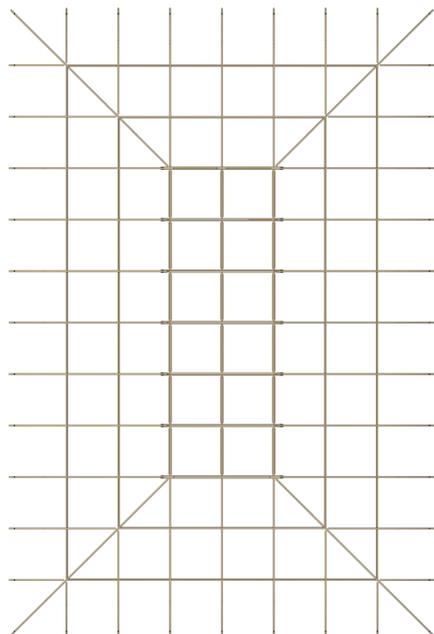


Figure 4 : Trame générale

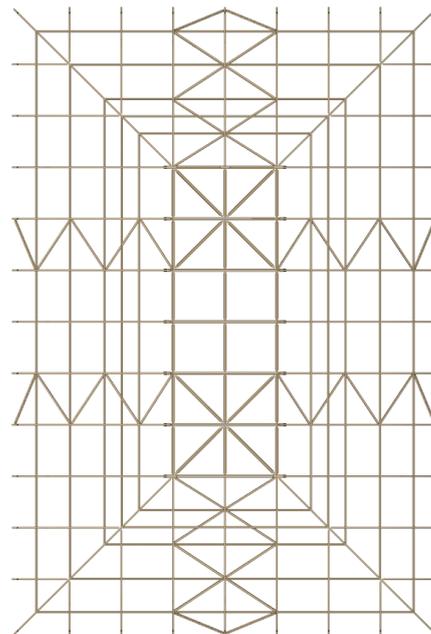


Figure 5 : Trame avec contreventement

Avec cette forme de pyramide sur un tramage rigoureux, et des arêtiers assurant la triangulation de l'ensemble, nous pouvions nous poser la question du besoin de contreventements supplémentaires.

Mais il nous aurait manqué :

- Le contreventement provisoire, à priori il faut commencer le levage par les arcs centraux, puis bien après les arêtiers,
- L'anti-flambement des arcs sur 10 m nous aurait conduits à des épaisseurs excessives sur ces éléments,
- Vu notre principe de table, voir ci-dessous la constitution des arcs, le contreventement du rectangle supérieur n'aurait pas été assuré,
- Donc nous avons mis en œuvre un contreventement en triangulation sous pannes au pas de 2, soit une longueur $L_{fz} = 6,66$ m (en projection). Celui-ci redescend en pieds d'arc et reprend au passage un butonnage périphérique qui anti-flambe les reins des arcs.

À noter : nous avons éloigné les 2 travées transversales des croupes, pour les placer entre 2 arcs travaillant de manières similaires, surtout en déformation. Ainsi les diagonales de contreventement ne travaillent pas en "Bretelles" sous charges descendantes, et ne renvoient pas les charges sur le portique de croupe, qui s'en serait trouvé surchargé.

2.3. Constitution des arcs

À priori les arcs devaient être à 3 articulations avec entrain retroussé. Mais les crosses étant trop longues pour être fabriquées et transportées sans joint de transport, nous avons opté pour transformer l'entrain retroussé, en traverse de portique.

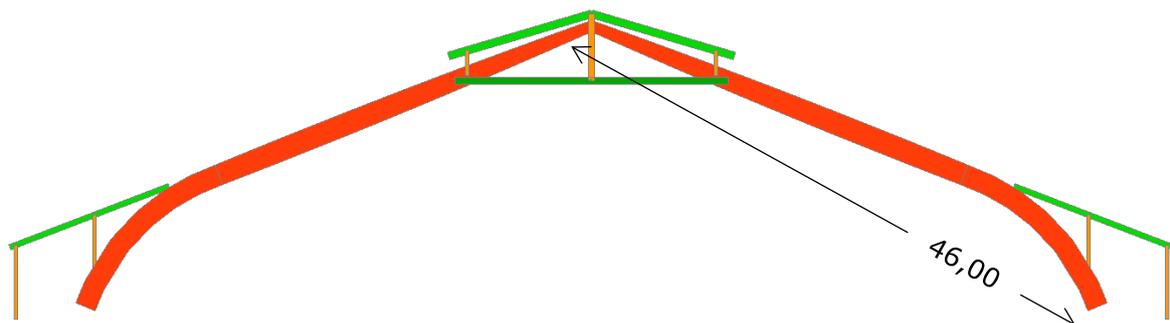


Figure 6 : Dessin initial des arcs transversaux

Ainsi nous avons :

- Gagné le joint du faîtage, évité des joints de transport ouvrageux sur les crosses,
- Rigidifié les porteurs transversaux,
- En utilisant des traverses moisées, réalisé des simples joints par double couronne de boulons.

De plus :

- La géométrie des arcs empannons, devient identique à celle des arcs transversaux,
- Le rectangle défini par les traverses constitue un „dessus de table” de compression, sur lequel il ne reste plus qu'à poser un édicule,

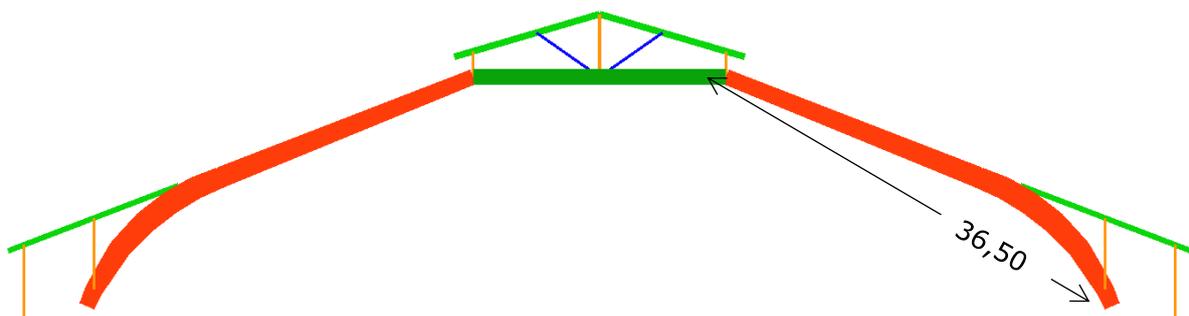


Figure 7 : Constitution des portiques transversaux

3. Quelques assemblages intéressants

La justification d'un principe de structure, et la détermination des sections sont une chose, mais à ce stade, en charpente bois, il reste encore la moitié du travail de conception à faire : celle de la définition des assemblages. Voici donc quelques assemblages intéressants qui, outre la reprise des efforts, ont une conception aussi défini par d'autres critères.

3.1. Pieds d'arc

Nous avons opté pour des articulations matérialisées à grain, indispensables pour de telles portées. Celles-ci permettent notamment une grande capacité de reprise de charges, et une mise en œuvre aisée des arcs, le grain venant se glisser entre deux carrés métalliques soudés sur la partie femelle boulonnée sur la culée béton.

Nous avons mis en œuvre dans ces culées des pré-scellés au coulage du béton, et donné l'inclinaison de la face d'appui qui privilégierait au maximum le transfert en compression.

Un relevé géomètre a été fait au fur et à mesure de la réalisation des culées, pour nous permettre, éventuellement, de corriger la taille de la charpente. Ce qui finalement n'a pas été nécessaire.

3.2. Couronne de boulons

Comme vu plus haut le choix de portique à traverse nous a permis de nous passer de joints de transport ouvrageux par attaches métalliques. Dans notre cas la jonction peut être faite bois sur bois par une simple double couronne de boulons. L'angle entre les deux extrémités des pièces de bois étant faible, nous avons peu de risque de mobiliser du retrait contrarié, générateur de fentes, malgré le diamètre important de la couronne : 100 cm.

La raideur transversale offerte par le moisement nous a donné, également, une plus grande rigidité des portiques pré-montés au sol, au moment du relevage.



Figure 8 : Pied d'arc équipé de sa ferrure à grain



Figure 9 : Liaison arc-traverse

3.3. Contreventement du plan des traverses

Au niveau des traverses les efforts dans le contreventement sont importants, de l'ordre de 64^T pour les butons et 39^T pour les diagonales. De plus ces dernières pièces sont longues (14,50 m) sans possibilité de les anti-flamber. Pour cette portée le poids de la pièce ne peut plus être négligé, tant en flexion, qu'en cisaillement aux extrémités. Nous avons donc opté pour une section rectangulaire à chant avec des raidisseurs latéraux, et en extrémité une double-attache permettant de reprendre efforts normaux, et efforts d'excentrement dus au cisaillement.



Figure 10 : Contreventement du plan des traverses

3.4. Attache des arcs empannons

Sur le même principe que pour les contreventements du plan des traverses, et finalement pour des efforts similaires, nous avons reconduit leur principe d'attache aux têtes des arcs empannons. Effectivement ces arcs sont comprimés, mais peu sollicités en cisaillement à leur tête.



Figure 11 : Demi-coupe avec contreventement

2. Transport



Figure 12 : Convoi de 42,00 mètres de longueur

Grande longueur,
grande largeur, 33
tonnes sur remorque,
420 km en 3 jours,
et de belles images.



Figure 13 : Convoi de 5,25 mètres de large

3. Levage

Principe de structure → Principe de levage

Le mode de travail 3D de la structure ne peut se concevoir que pour une mise en charge uniforme, en particulier au niveau des croupes. Pour se faire nous avons envisagé d'étayer les arcs de croupe jusqu'à la fin du levage de la structure primaire. Ainsi à ce stade la dépose des tours permet une mise en charge uniforme de la structure. La rigidité des traverses nous a permis de réduire à deux points d'étalement, au lieu des quatre angles du rectangle supérieur, qui semblaient implicites dans une première approche.



Figure 14 : Levage du premier arc de croupe

Même pour un levage (presque) tout se calcule : poids des pièces, centres de gravité, outils de préhension, longueurs des élingues et nos tours d'étalement, en bois bien sûr.

Crédit Photographique : CMBP et FFE