LE CNIT À LA DEFENSE

Le Centre national des industries et techniques, CNIT, (maintenant Centre des nouvelles industries et technologies), est le premier bâtiment construit à La Défense, de 1956 à 1958, année où il fut inauguré par le général de Gaulle.

Les architectes sont Robert-Edouard Camelot, Jean de Mailly and Bernard Zehrfuss. La structure de double coque en voile mince avec raidisseurs a été mise au point par l'ingénieur Nicolas Esquillan (1902-1989) de l'entreprise Boussiron (figures 1 et 2). Les caractéristiques du CNIT constituaient une performance de voûte unique dans le monde, performance toujours inégalée.



Figure 1 : Le CNIT peu après sa construction (defense-92.fr/histoire)



Figure 2 : Plaque apposée sur le CNIT

Le bâtiment est constitué d'une voûte autoportante en béton armé de 22 500 m^2. Elle est construite sur un triangle équilatéral de 218 mètres de côté (figure 3). Cette voûte (46,30 m de hauteur au centre, 5600 tonnes) repose sur trois culées en béton de 84 tonnes, fondées à 12 m de profondeur et reliées entre elles par des tirants en béton précontraint constitués chacun de 44 câbles d'acier, conçus pour résister à la poussée horizontale des appuis (environ 62 000 kN par appui). Noter que la réalisation ultérieure de la grande dalle de La Défense donne aujourd'hui l'impression que les culées avaient été construites enterrées.

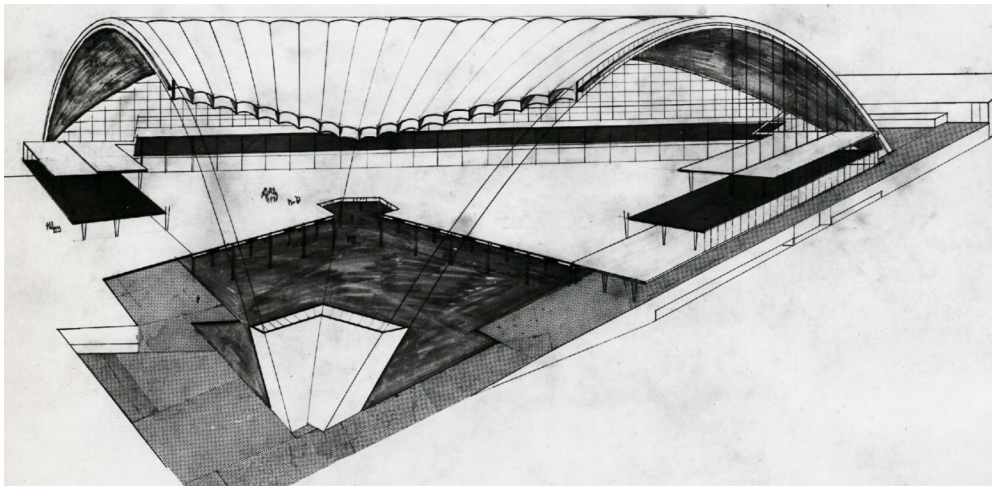


Figure 3 : Schéma d'ensemble



Figure 4 : Photo du chantier de construction de la voûte (document sur le site de la BnF)

La voûte est constituée de 18 fuseaux déployés en éventail à partir de chaque culée (figure 3). Sa hauteur varie de 1.90 m à la clé, à 2,75 m à sa base. L'ensemble des deux coques reliées intérieurement par des âmes et des tympans d'épaisseur 6 cm procure au système une inertie suffisante pour résister au flambement d'ensemble, y compris avec prise en compte du fluage. Le flambement local a également été soigneusement étudié et des essais de cloquage de coques en béton ont été spécifiquement réalisés. Un tympan de clé renforcé permet le transfert au centre des poussées transversales où elles s'équilibrent par symétrie.

La voûte fut construite en trois phases, depuis les premières ondes autour de l'arête de noue jusqu'aux bordures des façades (figure 4). A chaque étape, le coffrage de la coque inférieure (figure 5) fut mis en place, puis le béton coulé sur 6,5 cm d'épaisseur, et l'opération répétée pour la coque supérieure. L'épaisseur des coques est de 6,5 cm mais augmente près des appuis. Après coulage du béton, l'opération – délicate - de décintrement par vérinage s'est faite progressivement, en parallèle avec la mise en tension des tirants.

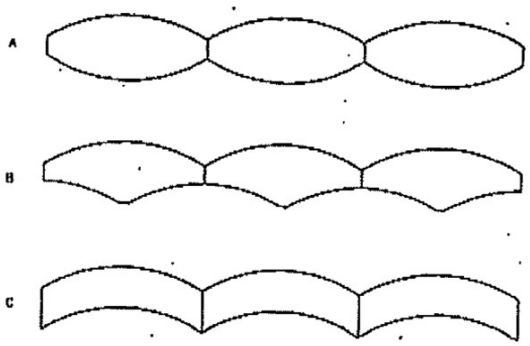


Figure 5 : Trois dispositions envisagées pour la double coque (la C a été retenue) (d'après Annales de l'ITBTP, 1959)



Figure 6 : La voûte en cours de construction (Fr.wikiarquitectura.com/batiment/ cnit)

En 1988, lors de la construction de plusieurs niveaux de stationnement sous leCNIT, les culées ont été renforcées par des puits dimensionnés pour reprendre l'ensemble des efforts de la voûte dans l'hypothèse où il y aurait une rupture totale des tirants précontraints constitués de câbles en acier reliant les trois culées en sous-sol. Cette même année, les structures intérieures ont été totalement vidées et retravaillées pour y accueillir près de 200 000 m^2 (au lieu des 100 000 m^2 précédents).

Au début des années 2010, afin de diminuer les effets thermiques et de réhabiliter l'aspect esthétique du dôme, une étanchéité a été posée sur la voûte sous la forme d'une couche de verre cellulaire de 6 cm d'épaisseur recouverte par une membrane en PVC de couleur blanche.

La construction d'une gare souterraine du projet EOLE sous le CNIT (2016-2022) a nécessité d'établir un diagnostic détaillé de la voûte et des tirants. L'ouvrage sexagénaire a dans l'ensemble bien vieilli : le béton est globalement en bon état, la fissuration est faible et dispersée ; des essais de compression n'ont pas fourni de résistances inférieures à celles prises en compte dans le projet ; la faible corrosion des armatures devrait assurer au béton une durée de vie d'un siècle encore. La tension des tirants, estimée par la méthode de l'arbalète, est en moyenne très voisine de celle de 1958 (légèrement supérieure, sans doute en raison de la consolidation progressive du sol de fondation).

Un modèle aux éléments finis a été établi (figure 7) qui a permis d'évaluer les seuils de déformation acceptables à respecter (environ 5 cm de déplacement des appuis). En fait, les calculs ont montré que les impacts prévisibles de l'excavation de la gare souterraine sur la structure sont relativement faibles en comparaison de l'effet de la température, du vent ou de la neige. Il faut rappeler qu'une telle modélisation informatique n'existait pas lors de la construction ! (un modèle photo-élastique avait été réalisé en complément des calculs classiques de résistance des matériaux). La reprise en sous-œuvre des bâtiments et parcs de stationnement existants s'est accompagnée d'une instrumentation très développée, avec surveillance en temps réel des déformations.

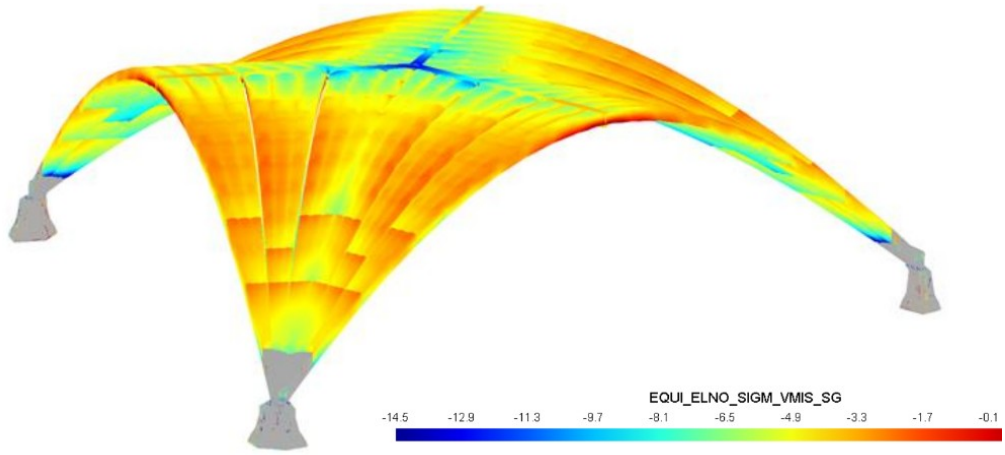


Figure 7 : Modèle numérique réalisé lors de la construction de la gare souterraine : déformation sous poids propre (document SETEC)



Figure 8 : Le CNIT aujourd'hui (image Wikipédia)

Références :

La construction du Palais des Expositions du Centre national des Industries et techniques au rond-point de la Défense. Conception et exécution de la voûte, par N. Esquillan. G. Lacombe, R. Perzo. Annales de l'ITBTP, mai 1959, n° 137, p. 474-519

Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Annales 1959-05 : Vol 12 Iss 137 : Téléchargement, emprunt et streaming gratuits : Internet Archive

Condition assessment of an historical structure : the CNIT vault in Paris. B. Godart1, F. Schmidt, J.J. Brioist, J.P. Deveaud, F. Dias. Symposium IABSE, mai 2020, Varsovie. 8 p.

CAMELOT R.E. - MAILLY J. – ZEHRFUSS B. : Le Palais des Expositions du CNIT, La construction moderne, Société d'Éditions et de Publicité Techniques et Artistiques, Paris, n°1 de 1959

BALENCY-BÉARN A. – FOUGEA E. – FOUGEROLLE J. : Présentation du Palais du Centre National des Industries et des Techniques, Revue Travaux n°296 de 1959 pp 341-342

Note rédigée en décembre 2024 par Jean-Louis DURVILLE