Zeitschrift: Bulletin du ciment

Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)

Band: 54-55 (1986-1987)

Heft: 14

Artikel: Coffrages aérosupportés pour toitures de halles circulaires en béton projeté

Autor: Meyer, B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-146152

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

BULLETIN DU CIMENT

Février 1987 55e année Numéro 14

Coffrages aérosupportés pour toitures de halles circulaires en béton projeté

Formes, systèmes et destinations des halles circulaires. Coffrages aérosupportés au lieu de cintres.

Les coffrages aérosupportés sont utilisés depuis plusieurs années pour construire des toitures de halles circulaires en béton. Ils permettent d'ériger des coupoles en coques minces de base circulaire de plus de 60 m de diamètre qui offrent de multiples possibilités d'application. La même technique est valable également pour d'autres genres de constructions.

Développements de la technique de construction des toitures de halles circulaires

Il s'agit de la couverture d'enceintes circulaires à parois de faible hauteur ou sans parois verticales. Jusqu'à maintenant, elle était en général de forme conique. Cette forme correspond à celle d'un tas de matériaux pulvérulents librement déversés et qu'il faudrait couvrir pour le protéger des intempéries. Une telle construction est en général décomposée en surfaces planes. On utilise pour cela des poutres en métal, en bois ou en béton placées radialement, avec, à la péripherie, des éléments porteurs secondaires. Cette charpente supporte la couverture proprement dite formée de plaques ou de pannes avec éléments de revêtement. Les portes, fenêtres et autres petites constructions annexes sont placées facilement aux endroits utiles et ne modifient pas la forme générale, mais elle peuvent apporter un agrément à l'aspect de l'ensemble.

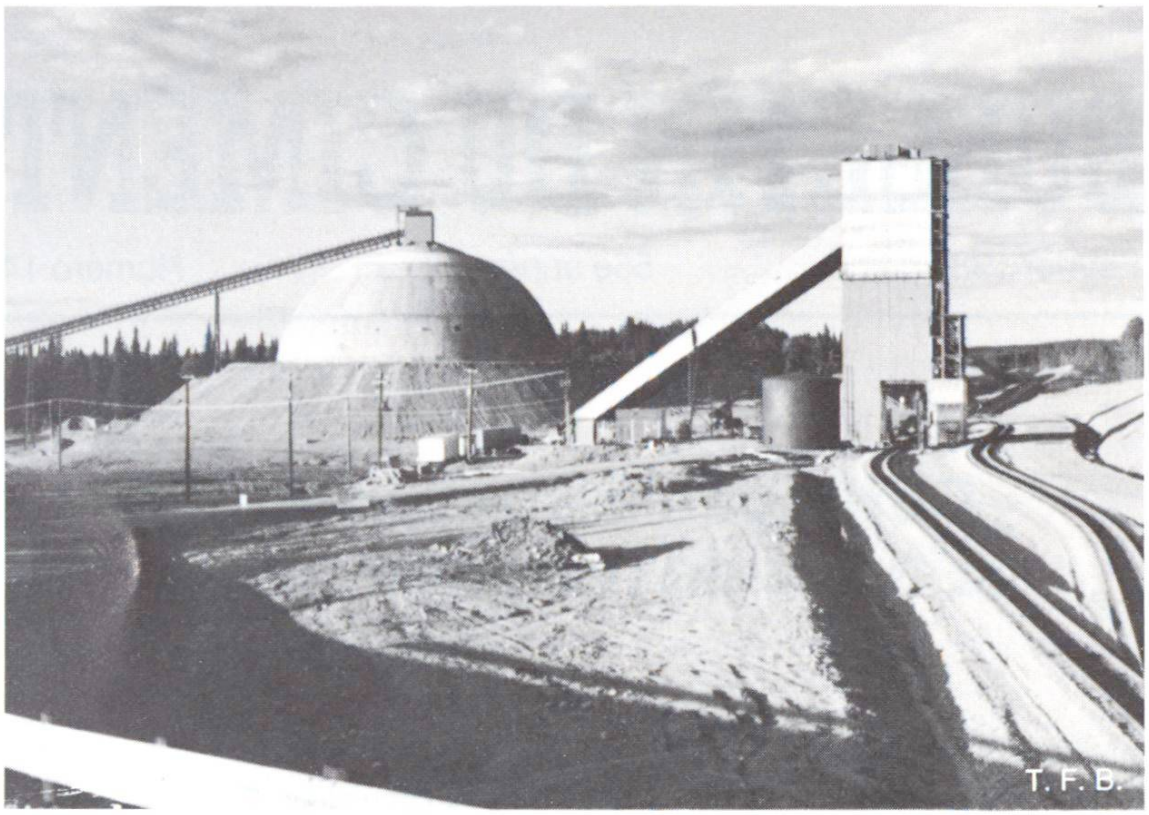

Fig. 1 Dépôt de charbon à Hinton (Alberta, Canada). Il se compose d'une trémie enterrée partiellement dans le terrain naturel et partiellement dans le remblai en «terre armée» visible sur la photo. Il est protégé contre les intempéries par une coupole en béton (∅ = 57,3 m, h = 24,4 m). Un transporteur à ruban enterré permet de le vider et de charger les wagons (à droite).

Si l'on veut économiser des matériaux en utilisant mieux la capacité portante de la toiture, on remplace le cône par une portion de sphère. La couverture peut aussi y être supportée par une charpente en poutres radiales et circulaires formant un treillis ou un réseau nervuré. Une autre toiture particulièrement bien adaptée à la forme circulaire est la voûte à double courbure. Elle n'est pas facile à calculer, mais elle offre une grande stabilité et joue simultanément les rôles de structure porteuse et de couverture. Cette propriété était déjà celle des coupoles massives des constructions historiques, mais le grand poids de ces voûtes en pierre ou en béton limitait leur domaine d'application. Or, par les techniques nouvelles, on est arrivé à surmonter ces inconvénients. Les coupoles modernes (celles qu'en anglais on appelle «domes») sont beaucoup plus légères, car on peut les réaliser en minces coques de béton. Un plus grand développement de cette méthode dépendra du fait qu'elle permettra ou non une réduction des coûts. Ce qui est caractéristique de la méthode traditionnelle, c'est la forte proportion du coût du coffrage et de l'étayage par rapport au coût total. C'est donc là qu'on peut espérer une rationalisation. Le système décrit plus loin montre comment une solution à cet égard peut être obtenue, grâce au coffrage aérosupporté tel qu'il est utilisé avec succès aux Etats-Unis depuis quelques années.

3 **Tableau 1 Possibilités d'utilisation des halles à coupole**

Installations industrielles	Constructions urbaines
Dépôts Matériaux en stock (charbon, clinker, engrais, céréales, produits chimiques) Matériaux à épandre (sel, gravillon, sable) Réservoirs Halles de fabrication	Halles de sport, auditoires Halles d'exposition Eglises Centres d'achats Bâtiments administratifs Constructions recouvertes de terre

Possibilités d'application et esthétique

Il n'y a pas de limite aux applications des halles circulaires. Elles vont des constructions industrielles (fig. 1) aux locaux de loisirs à caractère décoratif (voir tableau 1).

Suivant leur destination, les halles circulaires à voûte en béton projeté ont les avantages suivants: Leur intérieur est libre de piliers et les surfaces intérieures sont lisses, sans éléments porteurs saillants. Leur comportement statique n'exige pas de fondation compliquée. Si elles servent à abriter des dépôts pulvérulents, le degré de remplissage possible est relativement haut, car les surfaces latérales supportent une pression intérieure (voir coupe de la fig. 2). Malgré son poids important, le dispositif d'entraînement d'un transporteur à ruban peut être placé au sommet.

La voûte est elle-même étanche aux poussières; pour qu'il en soit de même des diverses ouvertures, il suffit d'y placer des sas ou des portes étanches. Un entretien du bâtiment est certes nécessaire, mais il est peu coûteux.

Il est fréquent que des halles ne soient construites que pour peu de temps ou qu'elles doivent pouvoir être démontées et replacées ailleurs. On craint alors que si elles sont en béton les frais de démolition soient trop élevés et l'on choisit une autre méthode. Mais si l'on considère que les coupoles en béton projeté sont des coques minces à faible volume de béton, cette solution peut parfois rester la plus favorable, même dans ce cas particulier de construction éphémère.

Ni parois, ni toiture, les halles en coupole sont une enveloppe continue d'un espace intérieur. Elles ont un charme et une beauté spécifiques. Si elles font partie d'un ensemble de constructions, elles lui donnent un caractère particulier. Si elles sont isolées, elles peuvent constituer l'élément dominant de tout le paysage. L'auteur du projet doit connaître leurs caractéristiques afin de ne pas commettre d'impairs. Il faut en effet penser non seulement à ceux qui

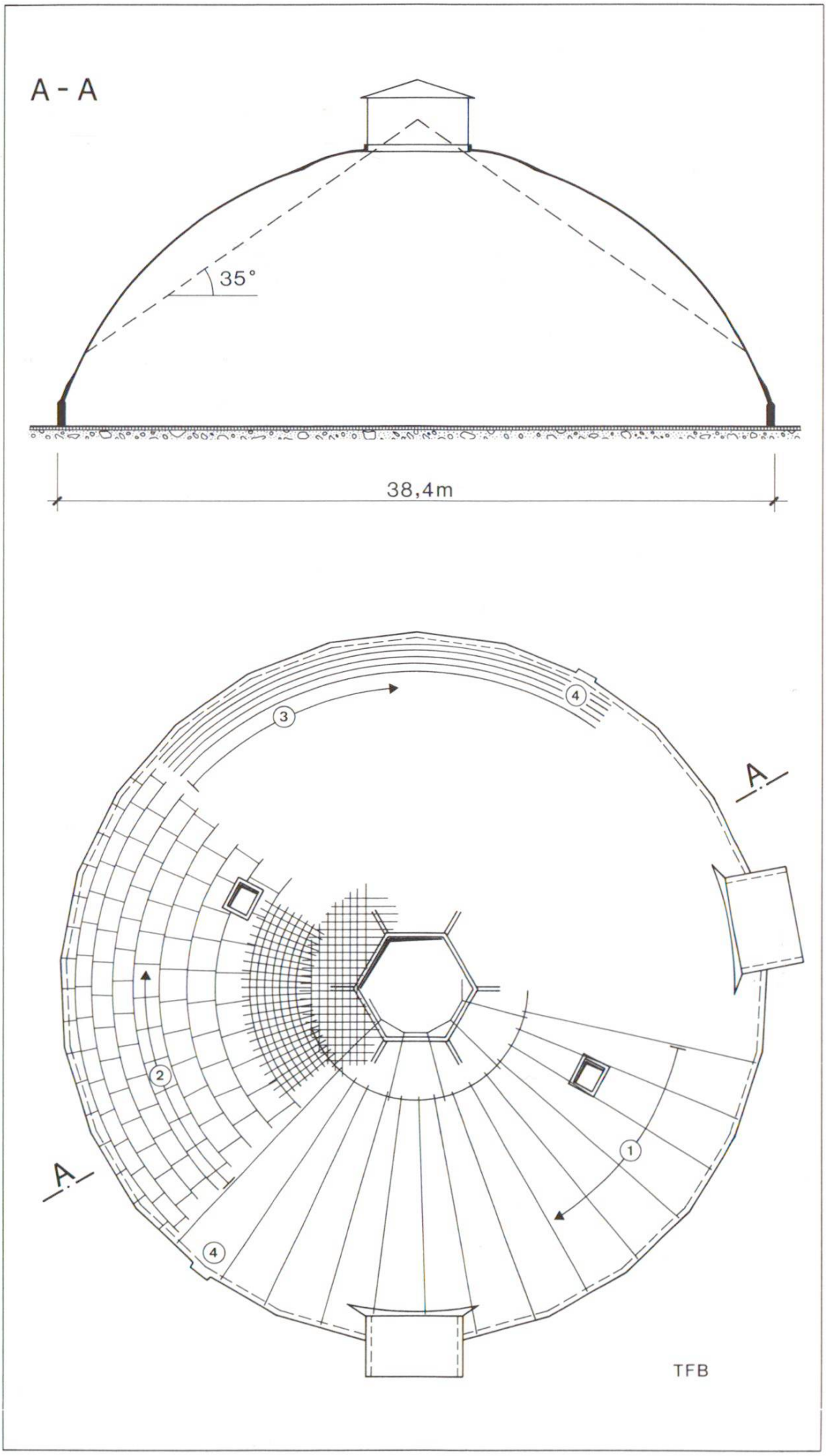

Fig. 2 Plan et coupe d'une coupole circulaire (dépôt de sel à St-Louis, USA). ① Câbles principaux placés selon des méridiens. ② Treillis d'armature. ③ Précontrainte horizontale. ④ Emplacements pour la mise en précontrainte horizontale. Tas de sel avec talus à 35 °.

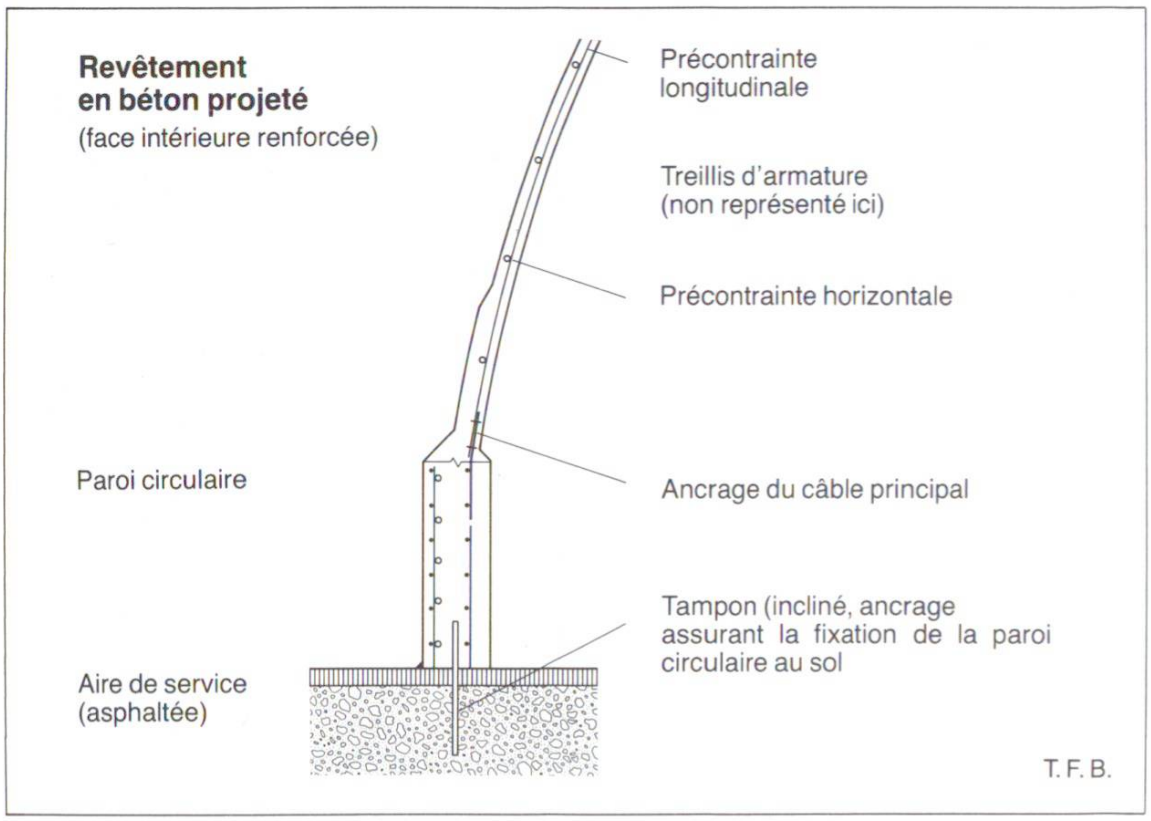

Fig. 3 Soubassement, mur annulaire et partie inférieure de la coupole en béton projeté.

utiliseront l'édifice, mais aussi à ceux qui l'auront constamment sous les yeux. D'autre part, une telle construction ne peut être implantée dans n'importe quel environnement, soit à cause de la topographie, soit à cause des bâtiments déjà présents. Mais il est des cas où il est possible de combiner les avantages pratiques et les considérations esthétiques.

Exemple

Il existe différents systèmes pour construire une coupole circulaire [1]. Comme exemple, citons les travaux de HP Domes, à Pittsburgh (USA). Ce système a permis de construire des coupoles de 17 à 61 m de diamètre. Il existe déjà des projets où il est question de 100 m. Dans les cas simples, le soubassement est constitué par une place asphaltée sur le pourtour de laquelle on construit un anneau formé d'un mur de 1,20 m de haut. A l'emplacement des portes, ce mur est enterré. A cet anneau vient se fixer une bâche de dimension appropriée qui servira de coffrage aérosupporté. On insuffle sous la bâche de l'air à une légère pression, puis on pose les câbles placés suivant des méridiens. Au cours des travaux suivants, leur effet étant combiné avec celui de la pression intérieure, ces câbles permettent

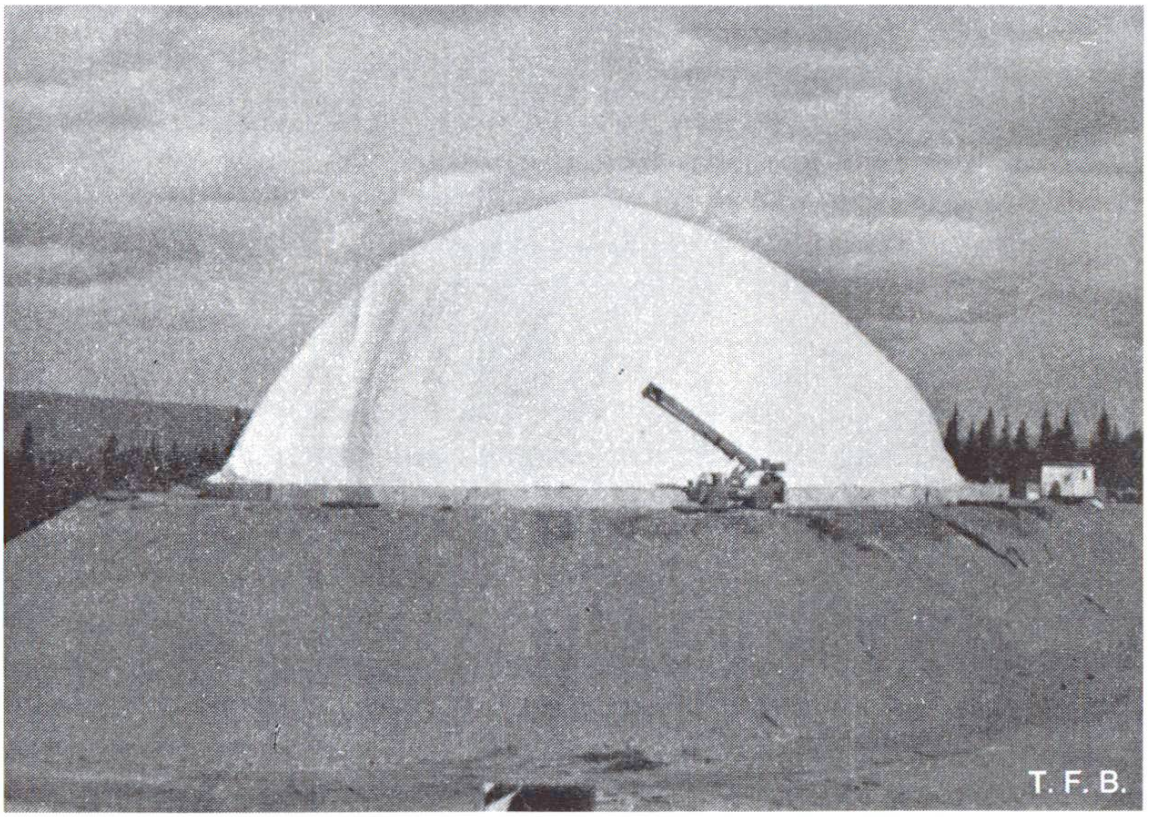

Fig. 4 Gonflage d'un coffrage aérosupporté (dépôt de charbon à Hinton, Canada).

de donner au coffrage la forme voulue et de la maintenir. Ils servent aussi à supporter le treillis d'armature et à précontraindre la voûte. La mise en place d'un coffrage de 30 m de diamètre nécessite deux jours de travail pour cinq hommes. Des câbles de précontrainte supplémentaires sont placés horizontalement à la base de la coupole pour prendre les efforts de traction annulaires. Ils se déroulent chacun sur un demi-pourtour et sont précontraints des deux côtés aux emplacements prévus pour cela où ils se croisent pour assurer la continuité. Leur nombre dépend de l'utilisation prévue, notamment de la hauteur du stockage éventuel de matériaux.

Après la pose du treillis d'armature et des coffrages spéciaux pour portes, fenêtres et accessoires éventuels, tout est prêt pour le bétonnage de la coupole (fig. 5 et 6). Le béton est projeté en deux couches (fig. 7 et 8). Son épaisseur est de 7,5 à 10,5 cm suivant la grandeur de l'ouvrage. Elle est renforcée autour des ouvertures. La première couche de 4,5 cm reste rugueuse et sert à stabiliser le tout, particulièrement à la partie supérieure de la coupole; la deuxième couche, appliquée après durcissement de la première, sera lissée et soumise à un traitement de cure.

Durant toutes ces opérations, la pression sous le coffrage aérosupporté ne doit pas tomber. Il faut donc prévoir un groupe de secours

Fig. 5 Pose de l'armature. Les câbles méridiens maintiennent la forme du coffrage pendant tous les travaux. Ils supportent aussi le treillis d'armature.

Fig. 6 Coupole (∅ = 43,6 m, h = 20,4 m) prête au bétonnage. Mur de base annulaire, coffrage aérosupporté, câbles méridiens, treillis d'armature, précontrainte de la partie inférieure de la voûte, emplacement d'une porte.

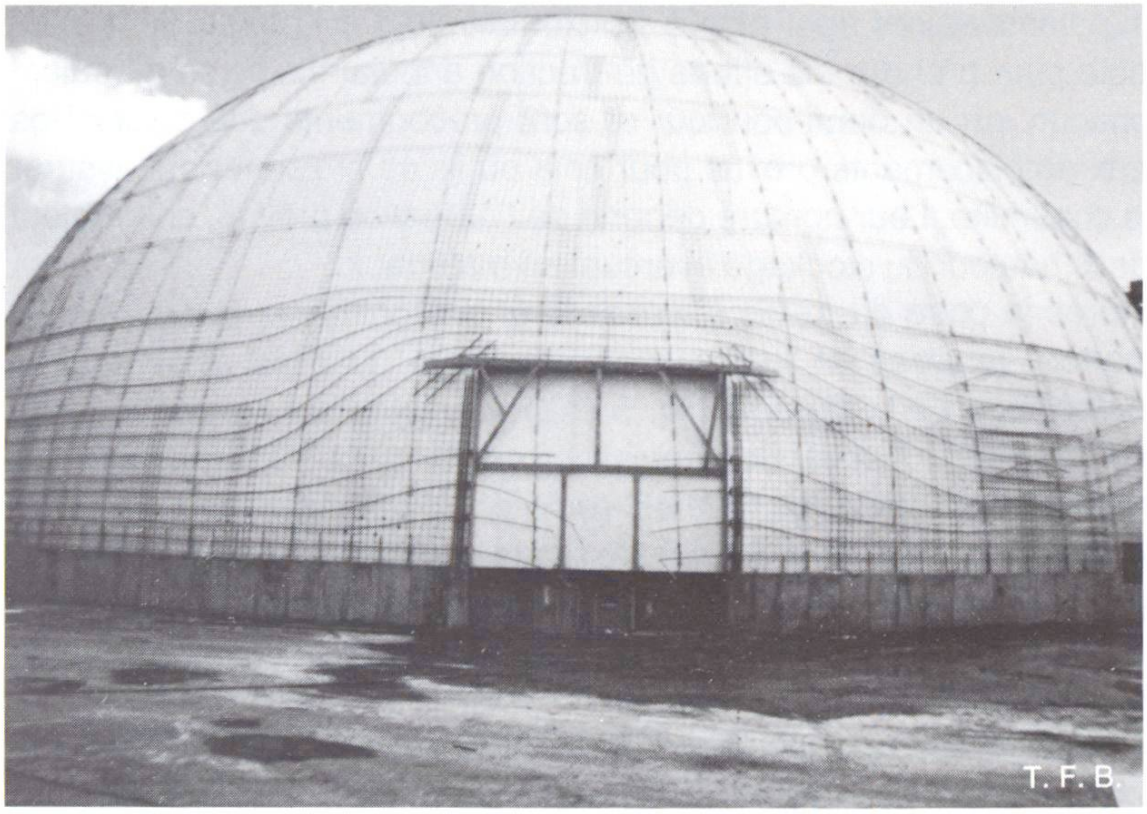

Fig. 7 Coupole (∅ = 37,8 m, h = 15,3 m) pendant l'application de la première couche de béton projeté. On peut marcher sur le coffrage aérosupporté.

pour la soufflerie. L'intérieur de la halle reste accessible par un sas. Le poids de l'armature provoque des déformations du coffrage qui doivent être corrigées par une augmentation progressive de la pression. Il en est de même pendant la mise en place de la première couche de béton. Le moment le plus critique est celui du bétonnage de la calotte où la couche de béton est presque horizontale. Pendant cette phase du travail, la pression est portée au triple environ de ce qu'elle était au début.

Après la fin des travaux de bétonnage, la pression peut être supprimée. La bâche peut être récupérée et utilisée ailleurs, jusqu'à plus de dix fois, selon les informations de HP Domes.

Les travaux se terminent par la mise en précontrainte de la coupole et l'application d'une étanchéité (rigide ou souple) sur sa surface extérieure. A l'intérieur, on applique éventuellement une peinture sur la voûte et on dispose les aménagements adaptés à l'utilisation prévue de l'ouvrage.

Concernant les coûts, prenons comme exemple une halle pour un dépôt de 12 000 tonnes de sel construite en 1985 (Fig. 2). Elle consiste en une coupole en béton mince d'un diamètre intérieur de 37,8 m et d'un volume utile d'environ 9 000 m^3. Sa construction a coûté 190 000 dollars, y compris l'étanchéité, les honoraires et les assurances; ne sont pas compris la route d'accès, le soubassement jusqu'à la surface asphaltée et les équipements techniques. Pour

Fig. 8 Détail de la mise en œuvre du béton projeté.

Fig. 9 Mise en place et talochage de la seconde couche de béton projeté. Une étanchéité sera appliquée ultérieurement.

une comparaison avec les conditions européennes, il faut tenir compte de la structure des coûts et des prix unitaires tels qu'ils sont aux USA. Le coût d'autres halles construites selon le même système a varié entre 17 et 22 dollars par m^3 (soit 26 à 34 francs par m^3 de volume utile si l'on tient compte uniquement du taux de change admis à 1.55).

Au cours des 15 dernières années, près de cent coupoles ont été construites de cette manière. Il n'a été signalé aucun cas de dégâts ultérieurs. En revanche, pendant l'exécution, il faut tenir compte d'un danger accru d'accidents imputables à la chute de la pression en raison de déchirures de la bâche (objets à arêtes vives, fausse manœuvre lors de la pose de l'armature) ou à cause d'une insuffisance des contrôles de la soufflerie.

Coffrages aérosupportés pour d'autres usages

Comme on l'a dit, les coupoles ne sont pas adaptées à tous les environnements. Or le même système de coffrage peut être utilisé pour d'autres formes de halles. On peut, par exemple, assembler trois petites coupoles en une seule halle.

Les coffrages aérosupportés peuvent aussi être utilisés pour les parties arquées de petits ponts et passages inférieurs ou pour des toitures voûtées de certains bâtiments. Mais il faut qu'il y ait une possibilité de multiples réutilisations pour que l'investissement soit rentable. C'est dans la construction de maisons recouvertes de terre que les avantages de ce mode de construire sont particulièrement appréciés.

B. Meyer

Photographies

HP Domes, Pittsburgh (Horrall Harrington): Fig. 1, 5, 6, 7 et 9. TFB: Fig. 2 et 3. Groupe SNC, Montréal (Revue «horizon»): Fig. 4 et 8.

Bibliographie

[1] *Haber, R. et al.:* «Air-supported forms». Concrete International, V. 8, No. 1, 1986.
[2] *Middelboe, S.:* «Blow-up form takes first breath». New Civil Engineer, 3 octobre 1985.

TFB

Pour tous autres renseignements s'adresser au
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES
DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE
5103 Wildegg Case postale Téléphone 064 53 17 71