

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 8 (1968)

Artikel: Constructions légères en éléments formés à froid

Autor: Scalzi, John B.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-8699>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

IIb

Constructions légères en éléments formés à froid

JOHN B. SCALZI

Sc. D., Director, Marketing Technical Services, United States Steel Corporation,
Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A.

1. Avant-propos

Un exposé intitulé «Les éléments en tôle mince dans la construction des immeubles aux Etats-Unis» a été présenté à l'AIPC (Association Internationale des Ponts et Charpentes) par George Winter en 1952, à l'occasion du quatrième Congrès. Dans ce document, le D^r Winter résumait alors les résultats des recherches et citait diverses applications d'éléments minces en acier dans des bâtiments particuliers.

Les résultats des recherches faites depuis le quatrième Congrès sont discutés dans ce volume par le D^r G. Winter dans son rapport sur le thème IIa «Solutions théoriques et résultats expérimentaux». Les transformations des propriétés du matériau causées par le formage à froid sont discutées pour des aciers écrouissables et non écrouissables. Les caractéristiques de la stabilité locale et du comportement post-critique sont expliquées en détail, de même que le flambage sous torsion-flexion des sections transversales et la résistance au cisaillement des membranes en panneaux d'acier. L'attention est également attirée sur les recherches futures, relatives à des constructions et assemblages mixtes. L'avancement des connaissances dû au développement des recherches devait conduire à des applications plus variées et à des réalisations plus élaborées. Les anciens domaines d'emploi furent étendus et de nouveaux domaines furent créés. Des améliorations dans les techniques de formage à froid et d'assemblage ont aidé au développement rapide de l'emploi des éléments minces en acier dans la construction de bâtiments.

Cet article traitera de trois modes d'emploi d'éléments minces en acier: a) éléments de construction isolés; b) bâtiments complets, et c) systèmes structuraux associés à d'autres types d'éléments de construction.

2. Applications

L'élément de construction individuel peut avoir l'une quelconque des formes indiquées sur les figures 1 et 2. La figure 1 représente des formes couramment produites pour une application bien déterminée et la figure 2 indique des formes pouvant être fabriquées pour des éléments de charpente dont la dimension dépend de la charge à supporter. En général, les hauteurs des dernières formes varient de 2" à 12" et l'épaisseur du matériel de jauge 18 (0,048") à ¼". Ces éléments ont été utilisés dans des bâtiments (fig. 3) jusqu'à des hauteurs de six étages. Dans des bâtiments de plus de six étages, les éléments minces en acier ont été utilisés comme éléments secondaires, par exemple comme solives ou comme éléments de plancher et de plafond.

Sous forme de panneaux nervurés (fig. 4), de nombreuses variations ont été développées pour des besoins bien définis, par exemple comme panneaux de toiture, panneaux de plancher, panneaux muraux et panneaux de bardage. La profondeur des panneaux varie de 1½" à 7½" et leur épaisseur varie de 0,018" (jauge 26) à 0,075" (jauge 14).

Dans certains cas, des panneaux nervurés en acier d'une épaisseur de jauge 30 ont été utilisés comme éléments destinés à supporter des charges.

Comme voligeage, le panneau d'acier participe à la résistance structurelle et offre une surface pour la pose des matériaux d'isolation et de couverture. Comme panneau de plancher (fig. 5), il contribue à la résistance structurelle pour supporter les charges et sert de passage pour les installations électriques et mécaniques combinées avec les matériaux d'insonorisation et les appareils électriques. Comme diaphragme, il transmet les charges latérales horizontalement et verticalement à travers les systèmes de planchers et murs (fig. 6).

Comme panneau mural, la tôle d'acier mince sert de rideau d'étanchéité (curtain wall) dans les bâtiments à étages (fig. 7). Comme élément de construction ajourée, elle sert de charpente de balcon pour un immeuble d'habitation (fig. 8).

L'utilisation de l'acier mince dans les cloisons continue à augmenter à cause du nouveau principe de «surface libre pour bureaux», adaptable aux besoins du client.

Dans des régions où on exige la protection contre les rayons directs du soleil, on utilise des jalousies réglables en acier.

On utilise également de façon suivie des éléments minces en acier dans la construction de maisons résidentielles et, dans certains cas, la maison est entièrement en acier. Ces maisons en acier sont constituées par des éléments

fabriqués en grande série tels que: murs, fermes de comble, cloisons, toiture, couverture et unités mécaniques et de salles de bain complètes.

Une charpente en acier (fig. 9), reliée aux murs et cloisons, forme l'ossature d'une chambre qui est fermée par de la maçonnerie et une couverture conventionnelle.

On continue à construire, comme bâtiments préfabriqués, des bâtiments complets d'un type standard. On obtient une grande diversité par de faibles modifications dépendant de l'usage définitif ainsi que du fabricant. Un exemple type d'un bâtiment entièrement en acier mince est illustré par la fig. 10. Dans certaines constructions, la tôle mince est utilisée pour des chaînages, pannes, toitures et parois raccordées à une charpente en tôles fortes et/ou en profilés (fig. 11).

Une autre application unique d'un bâtiment préfabriqué fait entièrement de tôles minces est celui en portique illustré dans la fig. 12, et qui obtient sa résistance par la configuration géométrique des panneaux. La structure consiste en quatre unités similaires préfabriquées et boulonnées ensemble aux nœuds et au sommet, de façon à former un portique. Les unités ont une largeur de trois pieds et peuvent être assemblées en n'importe quelle longueur de bâtiment. L'épaisseur de la tôle pour cette application est de $\frac{1}{16}$ de pouce. Le constructeur, Ernest Schäfer, a des projets pour des dômes appelés «Ectoforms» et qui comprennent des panneaux préfabriqués en tôle d'acier mince, réunis par des boulons pour former une structure à parois tendues.

Quelques bâtiments d'école ou d'hôpital sont construits comme ouvrages en cadres d'acier mince de sorte que le bâtiment peut être considéré comme une unité déplaçable. Les parois et toitures sont en panneaux d'acier, également amovibles (fig. 13).

L'acier mince gagne de la résistance en arrangeant la configuration géométrique pour obtenir une utilisation maximale des propriétés de l'acier. Une forme courbée augmente la résistance d'une tôle plane et peut donc être utilisée comme voûte avec une grande efficacité. Certains ouvrages sont constitués de fermes en arc dont les barres sont en tôle mince formée à froid. Ces arcs portent une couverture en acier. Dans d'autres ouvrages, l'arc lui-même est en tôle d'acier mince agissant comme nervure de renforcement (fig. 14).

L'idée de préfabrication d'unités mène naturellement au développement de systèmes de construction qui peuvent être utilisés soit pour des ouvrages complets soit pour des éléments d'ouvrages de grandes dimensions.

La fig. 15 illustre un système simple, constitué de deux poutres transversales à âme ajourée et d'une couverture en acier installée comme élément de toiture.

Des unités comme celles-ci diminuent le temps de montage et bénéficient de la réduction de prix inhérente à un élément fabriqué en série. La tôle d'acier mince peut être formée à froid en éléments de construction qui peuvent être assemblés en une forme individuelle ou en une structure spatiale, composée d'une série d'unités à quatre faces (fig. 16). Une structure spatiale de ce type

peut remplir plusieurs fonctions différentes, par exemple comme support de lanterneaux pour un auditorium (fig. 17), comme support de panneaux de signalisation sur une autoroute (fig. 18) ou pour n'importe quel nombre d'éléments de toiture (fig. 19 et 20).

L'intérêt grandissant pour les théories des voiles minces et pour l'effet de membrane a conduit au développement du paraboloïde hyperbolique en acier (fig. 21). Ce paraboloïde consiste en deux épaisseurs de tôles d'acier de jauge 18 et 20, en angle droit l'une par rapport à l'autre et soudées par points aux intersections. Les efforts tranchants aux bords sont transférés vers le faîte et vers les poutres latérales constituées de profils en U, laminés à chaud, et de tôles. Le cintrage de la couverture, pour correspondre à la forme géométrique, est obtenu en utilisant des tubes comme supports des arêtes, assurant ainsi une portance parfaite dans tous les points. Les panneaux de couverture ont une profondeur de $1\frac{1}{2}$ de pouce et une largeur de $2' 2\frac{11}{16}"$. Le quadrant est de $40' \times 40'$ avec des supports aux quatre coins et au point central du faîte.

L'utilisation avec succès d'une couverture en acier comme membrane est apparue parallèlement avec le développement des voiles minces plissés autoportants. Essentiellement, les poutres à âme pleine sont susceptibles d'avoir un bord commun sur les ailes supérieures et inférieures, formant faîtes et noues (fig. 23). Les âmes des poutres sont des panneaux en tôle plane, raidies par une tôle nervurée. Des portées allant jusqu'à 100 pieds sont possibles, à une travée, à plusieurs travées ou comme voiles minces, plissés dans le sens radial.

3. Recherches futures

Bien que des paraboloïdes hyperboliques et des toitures à voiles minces autoportants plissés en acier soient couramment construits, beaucoup de questions doivent encore être résolues pour obtenir un meilleur rendement.

Des recherches sont maintenant en cours pour mieux connaître le comportement du paraboloïde hyperbolique en acier et, plus précisément, la relation entre l'effet de poutre et celui de membrane de la couverture, le comportement de pièces de rive comme colonnes et comme poutres en traction, les contraintes locales de flexion, les pentes optimales des éléments radiaux, ainsi que le comportement d'une couche simple ou double de revêtement de la membrane.

Des voiles plissés minces autoportants sont également étudiés pour les effets de flambage local et général, les pentes optima, la distribution des contraintes dans les plaques de largeur variable, le transfert de l'effort tranchant dans toutes les arêtes et le comportement comme poutre continue.

L'industrie de l'acier peut espérer une plus grande activité de recherche, dans beaucoup de domaines jusqu'ici inexplorés. Une des nécessités les plus urgentes est le développement d'un système de plancher utilisant de la tôle mince en «nid d'abeilles» avec de la tôle d'acier comme plaque supérieure et

plaque inférieure. Il semble que le transfert des efforts tranchants dans les colonnes et les parois nécessite encore d'autres études. La solution la plus heureuse consisterait en un plancher uniforme et mince comprenant toutes les installations, la protection contre l'incendie et le revêtement de plancher. D'autres types de planchers qui devront être étudiés sont illustrés dans la fig. 23.

La tôle mince étant plus facile à façonner en atelier, il est préférable de développer, pour les ouvrages en voile mince, tels que dômes, paraboloides, voiles minces plissés autoportants, etc... des unités pouvant être montées facilement et rapidement pour obtenir la forme désirée (fig. 24).

Il est nécessaire de concevoir des murs rideaux portants, fabriqués en série, d'un bon aspect architectural et offrant une grande souplesse d'adaptation, les installations et le revêtement mural étant combinés en un élément intégral (fig. 25). Des techniques révolutionnaires sont en cours de développement pour donner à la face extérieure la forme architecturale désirée mais des recherches supplémentaires sont indispensables pour atteindre le maximum d'efficacité dans ce domaine.

Les techniques de construction actuelles emploient des panneaux de plancher en acier, reposant sur un système quadrillé d'éléments porteurs, mais une méthode plus rationnelle utilisant des unités de plancher préfabriquées pourrait envisager de rassembler tous les éléments nécessaires pour constituer un plafond et un plancher fini avec l'équipement mécanique tout installé. L'unité souhaitable devrait former un système complet de plancher et de plafond pouvant être monté avec la charpente principale et les parois.

Actuellement, des panneaux en acier galvanisé sont utilisés pour assurer la protection contre la corrosion. Dans certains cas, des tôles peintes ou enduites de vinyle peuvent, du point de vue architectural, être favorablement envisagées pour des panneaux intérieurs ou extérieurs. De nouvelles recherches seront encore nécessaires pour mettre au point d'autres types de revêtements et de protection contre la corrosion.

En ce moment, on emploie les méthodes usuelles de protection contre l'incendie, par exemple des produits ignifuges appliqués par projection, des plafonds ignifuges suspendus et du plâtre sous ses différentes formes. Un système plus avantageux, produit avec les panneaux, faciliterait la construction et ferait baisser le prix. La protection contre l'incendie comprise dans la préfabrication, serait une source d'économie.

Les études ci-dessus mentionnées sont destinées à être appliquées à tous les types de bâtiments à étages. Certaines maisons individuelles et bâtiments sans étage sont couramment fabriqués en série et nécessitent seulement des améliorations techniques pour des applications plus étendues.

Des recherches plus importantes sont nécessaires concernant tous les types d'unités et systèmes afin d'obtenir une utilité maximum des éléments minces en acier comme éléments de base pour tous les types de construction.