

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 56 (1930)
Heft: 14

Artikel: Procédés nord-américains de construction métallique d'immeubles
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-43515>

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: 15.01.2026

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

s'effectue à la main dans une partie du canal d'amenée, et dans l'autre partie à l'aide d'un appareil conçu spécialement pour ce travail. Cet engin, qui est utilisé ici, pour la première fois, est construit d'une manière analogue aux appareils de bétonnage. Il comporte un dispositif permettant d'apporter des remblais aux endroits où il en manque et d'en enlever aux endroits où ils sont en excédent. Il est en outre muni d'une pileuse pour assurer aux revêtements une bonne surface d'assise.

Construction du barrage.

Le barrage, ainsi que les ouvrages de protection des rives du Rhin sont exécutés par la Société Energie électrique du Rhin pour le compte et aux frais de l'Etat français et ces travaux ont fait l'objet d'un marché passé au titre des prestations en nature.

Fondations. La culée du barrage, la dernière pile sur rive droite, ainsi que les parafouilles du pertuis limité par cette culée et cette pile, ont été exécutés en fouille ouverte à l'abri d'un batardeau. Les autres piles et parafouilles, ainsi que la culée gauche sont fondés pneumatiquement.

Certaines parties spécialement exposées des murs de rive, en amont et en aval du barrage, ont également été fondées à l'air comprimé. Le sol de fondation se compose d'argile bleue compacte, recouverte d'alluvions.

Programme des travaux et installations de chantier. Les travaux du barrage n'ont été commencés qu'en décembre 1928 par suite des nombreuses difficultés administratives qu'il a fallu résoudre pour l'approbation du marché. Le programme d'exécution est spécialement délicat par suite de la nécessité de maintenir en tous temps une large ouverture libre pour le passage des convois rhénans, bien qu'en fait ceux-ci, dans la situation actuelle des rapides de la barre d'Istein, ne puissent naviguer entre Bâle et Strasbourg que pendant quelques semaines par an.

Pour réaliser cette passe navigable, il fallut prévoir des installations complètement indépendantes sur les deux rives, étant donné que la largeur de ladite passe, qui chevauche sur l'emplacement de deux pertuis du barrage, ne permettait pas d'établir des ponts de service reliant les deux rives. La liaison des deux chantiers est assurée à l'aide d'un bac et d'une grue à câble. A partir du printemps de l'année 1932 les convois pourront passer par le canal : à ce moment on achèvera la dernière pile du barrage, située dans la passe réservée à la navigation pendant l'année précédente, pile dont les fondations ont été provisoirement arasées au niveau du seuil.

A la fin de l'année 1932 le barrage sera terminé, à l'exception du seuil de l'ouverture centrale, qui sera exécuté à l'abri d'un batardeau. Ce dernier sera mis en charge en fermant partiellement les vannes des autres pertuis, de façon à créer une retenue suffisante pour la mise en exploitation de l'usine.

La retenue définitive pourra être réalisée dès la fin de l'hiver 1932/33 et le barrage sera entièrement terminé dans le courant des mois suivants.

Les travaux, autant ceux de la dérivation que ceux du barrage, avancent normalement, conformément au programme d'exécution qui a été arrêté. Suivant ce programme les deux premiers groupes de l'usine entreront en exploitation à la fin de l'année 1932 ; la mise en marche des trois groupes suivants s'échelonnera jusqu'au 1^{er} octobre de l'année 1933. A partir de cette date la capacité de production d'énergie de l'usine de Kembs sera annuellement de l'ordre de 750 000 000 de kilowattheures, ce qui fera de cette usine la plus importante centrale hydroélectrique d'Europe, au point de vue de la quantité d'énergie produite.

L'usine de Kembs pourra alimenter non seulement la région de l'est des Vosges, mais elle pourra encore fournir d'importantes quantités d'énergie à l'ouest de cette chaîne, jusqu'à la région parisienne.

Le nombre d'ouvriers occupés actuellement sur les travaux est de 2600 pour la dérivation et de 700 pour le barrage. Le personnel, ingénieurs et agents, employé par la Société sur les chantiers se compose d'environ 200 personnes.

Procédés nord-américains de construction métallique d'immeubles.

(Suite.)

En tête de l'article que nous avons publié, sous ce titre, dans notre dernier numéro, nous avons reproduit un tableau, emprunté à la Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Vereines dans lequel M. R. Heim avait groupé les caractéristiques comparatives des ossatures en acier pour des bâtiments édifiés sur les places de New-York, Leipzig et Vienne. Or, dans le numéro du 20 juin de la même Zeitschrift, M. Ilosvai soumet les considérations de M. Heim à une critique qui ne semble pas dépourvue de pertinence, et qui se résume dans les deux assertions suivantes :

1. Les prix unitaires ne sont pas déterminants pour fixer le coût d'une ossature en acier.

2. Les prix d'une construction en acier et de la même construction, mais en béton armé, calculés par un entrepreneur de travaux en béton armé (c'est le cas de M. Heim), en vue de comparer l'« économie » des deux systèmes, ne peuvent former la base d'un jugement impartial. Voici le plus suggestif des arguments sur lesquels M. Ilosvai appuie sa thèse relative à l'inaptitude des prix unitaires à fournir une base de comparaison. Une poutrelle capable de faire face à un moment de 27 tonnes-mètres peut être réalisée a) soit sous forme d'un profilé I DiP 28, en acier St 48, soit b) sous forme de poutre composée à âme en tôle, de 720/6 mm et 4 cornières de 70/70/7 mm. Poids respectifs (pour un moment de résistance de 1480 cm³) :

a) 115 kg/m.

b) 65 kg/m.

Prix respectifs, en shillings autrichiens, par tonne de construction finie :

a) 510 S/t.

b) 690 S/t.

D'où prix du mètre courant de poutrelle :

a) 0,115 × 510 = 59 S.

b) 0,065 × 690 = 45 S.

Conclusion : à une majoration de 30 % du prix unitaire peut correspondre une réduction de 25 % du prix total.

Les conjonctures économiques, en Amérique, d'une part, en Autriche d'autre part, sont d'après M. Ilosvai :

Amérique : Prix des gros profilés bas, mais main-d'œuvre de serrurerie chère, de sorte qu'on s'ingénier à l'économiser. Aussi, à chaque tonne de profilés correspond un petit nombre d'heures de travail tandis qu'on met en œuvre de grandes quantités de métal. Conséquence : le prix unitaire de la construction est faible et, cependant, le prix total est élevé.

Autriche : Prix des profilés élevés, main-d'œuvre relativement bon marché, d'où tendance à l'économie de métal et, par suite, forte proportion de salaire par unité de poids d'acier. En fin de compte : prix total relativement bas correspondant à un prix unitaire élevé.

Voici, maintenant, la suite de l'étude empruntée à l'Office technique pour l'utilisation de l'acier.

Les lattis métalliques.

Les lattis métalliques, ou « metal lathes », dont il est fait un usage de plus en plus développé aux Etats-Unis, sont constitués par une surface métallique pratiquement plane comportant, alternativement, des parties vides et des parties pleines. Ces lattis sont enrobés dans un produit plastique, plâtre ou ciment, de manière à former une dalle armée dont l'épaisseur est de 0,05 m à 0,08 m laquelle, sous cette épaisseur très réduite, possède néanmoins une capacité de portage considérable.

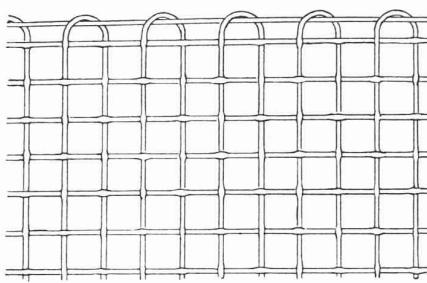
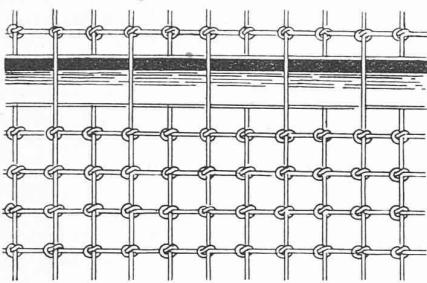


Fig. 11 et 12. — Lattis métalliques constitués par des fils.

Ces dalles sont construites sous une forme monobloc, occupant toute la surface d'étage, dans ce cas, elles sont fabriquées sur le chantier même, sous forme de dalle de dimensions définies préparées en usine, que l'on pose ensuite côté à côté sur le chantier et que l'on réunit de manière à confectionner un plancher, un mur ou une cloison. Les modèles de lattis métalliques sont très variés ; on peut les classer en trois grandes catégories :

Dans la première catégorie les lattis sont constitués par deux ou trois rangées de fils métalliques galvanisés, disposés parallèlement les uns aux autres dans chaque rangée, de manière à former un filet, soit à mailles carrées, soit à mailles triangulaires ; la liaison aux points de rencontre des fils étant faite par des nœuds ou par soudure électrique. (Fig. 11 et 12.)

Dans une deuxième catégorie les lattis sont obtenus en partant d'une tôle mince que l'on perfore de différentes manières. Enfin, il est une troisième catégorie de lattis fabriqués en partant de tôles plus ou moins épaisses que l'on entaille dans des directions définies et que l'on étire ensuite, suivant les principes de fabrication du métal Déployé.

Quand les lattis sont fabriqués en partant d'une tôle, il arrive souvent que les parties saillantes qui restent après le découpage soient repliées, de manière à donner une certaine épaisseur au plan général des lattis. Cette disposition est favorable à la résistance de la dalle armée dans laquelle les lattis seront incorporés, c'est ce que les Nord-Américains appellent « corrugated lathes ».

Certains lattis présentent dans un sens un certain nombre de nervures ou « ribs » parallèles qui leur donnent une grande rigidité dans ce sens, étant donné qu'ils ne peuvent être pliés ou roulés que perpendiculairement aux nervures. (Fig. 13.)

En raison de la faible épaisseur du métal qui les constitue, les lattis sont en général fabriqués en acier pratiquement inoxydable, fer à peu près pur « Armco » ou acier doux du type cuivreux. De plus ces métaux sont le plus souvent galvanisés ou peints ou recouverts d'une couche de vernis avant emploi.

Les planchers et les plafonds.

Planchers sur lattis métalliques.

La combinaison de poutrelles métalliques et de lattis métalliques permet de construire très rapidement les planchers.

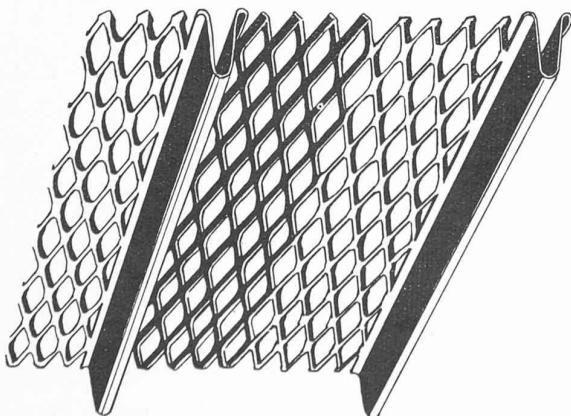


Fig. 13. — Lattis avec nervures ou « ribs ».

Il est essentiel de bien fixer d'abord les lattis sur la poutrelle ; on y parvient par l'emploi d'attachments en fil métallique qui permettent de réunir aisément les mailles des lattis à l'aile supérieure des poutrelles de plancher. S'il est fait usage de poutrelles en tôle pourvues de languettes-agraves, il est encore plus aisément de fixer les lattis sur les poutrelles.

Pour constituer le plancher une fois les lattis fixés sur les poutrelles, on répand une couche de ciment fluide sur les lattis, de manière à transformer ceux-ci en une dalle mince de 0,05 m

à 0,08 m d'épaisseur, selon les cas. La couche supérieure du plancher ainsi coulée est recouverte de ciment coloré, ou d'un aggloméré spécial portant divers noms et à base de bitume, ou de caoutchouc, ou de carreaux minéraux ornamentaux, ou de bois. (Fig. 14.)

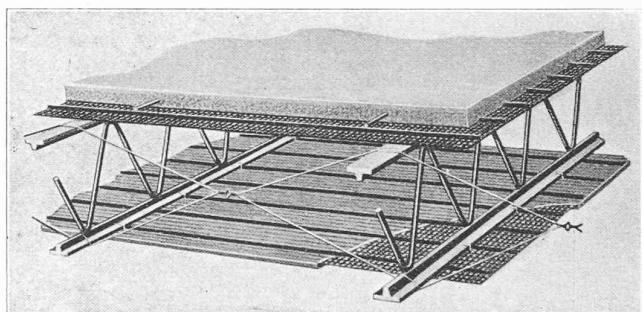


Fig. 14. — Confection d'un plancher.

Dans le cas de parquets en bois, on a soin avant de couler le béton, sur les lattis de compenser la hauteur de la couche de béton au droit des poutrelles en fixant sur l'aile supérieure de celle-ci des languettes de bois de hauteur convenable sur lesquelles on clouera ultérieurement le parquet de bois. (Fig. 15.)

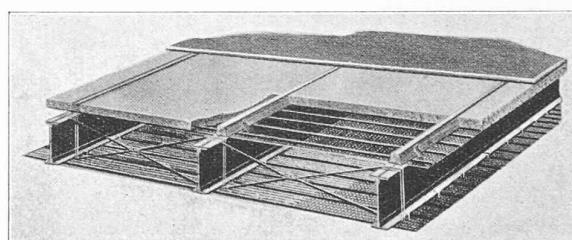


Fig. 15. — Parquet sur poutrelles.

Plafonds.

Les plafonds sont construits d'une manière à peu près identique à celle des planchers : on commence par fixer, à l'aide de « lath clip », ou agrafe de métal, à l'aile inférieure des poutrelles, les lattis métalliques qui serviront à soutenir le plafond. (Fig. 16.)



Fig. 16. — Opérations successives de fixation du lattis à l'aile inférieure des poutrelles.

Le plafond est terminé en apposant une couche de plâtre que l'on refoule habituellement à la truelle entre les mailles des lattis inférieurs précédemment posés et que l'on lisse ensuite.

Les plafonds et les planchers construits d'après ces techniques sont indéformables et résistent remarquablement aux fissures étant donné la liaison intime qui existe d'une part entre les lattis et les poutrelles et, d'autre part, entre le plâtre coulé et les lattis. Signalons que, dans certains cas, afin d'augmenter la couche d'air qui sépare le plancher du plafond, on construit des plafonds dits suspendus. La technique de construction de ces plafonds est analogue à celle qui vient d'être décrite, mais la liaison du plafond au plancher est faite par des fils métalliques de longueur convenable accrochés d'un côté au plancher et de l'autre côté au lattis métallique formant armature du plafond.

Remarques.

Les procédés de construction nord-américains des planchers et des plafonds sont extrêmement simples et rapides. Cette rapidité, qui n'exclut pas une exécution soignée, continue de

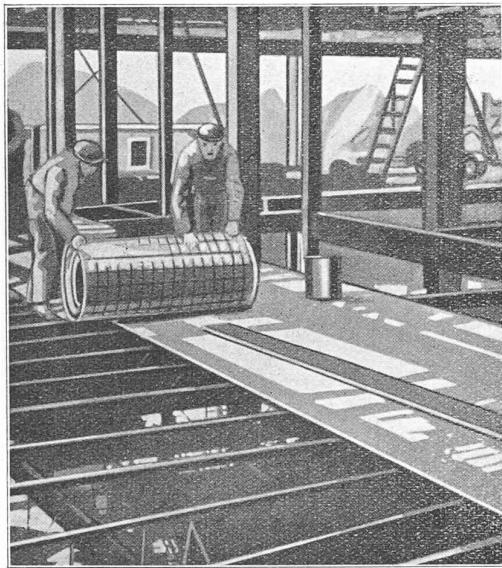


Fig. 17. — Nappe de produit plastique, armé par des lattis métalliques.
(Sweet's Architectural Catalogue.)

progresser grâce à des perfectionnements constants, par exemple, par la production en usine de produits plastiques en nappes de quelques centimètres d'épaisseur et armées intérieurement par des lattis métalliques. Ces nappes sont transportées de l'usine sur le chantier en rouleaux prêts à être fixés aux planchers avec une extrême rapidité. (Fig. 17.)

Plusieurs couches sont superposées, la dernière couche étant confectionnée sur le chantier.

Les murs et les cloisons.

Généralités.

On sait que les murs des « buildings » ne sont plus tenus de supporter l'ensemble de la construction. Ils sont au contraire supportés eux-mêmes par l'ossature métallique et ne servent plus qu'à séparer l'intérieur de l'immeuble d'avec l'extérieur et à assurer la calorifugation de cet intérieur. Il y a donc tout avantage à les construire en matériau aussi léger que possible, à condition que ce matériau soit calorifuge et absorbe les bruits du dehors.

Murs.

Pour les rez-de-chaussées, il faut de plus que le matériau soit assez résistant pour ne pas être défoncé par un choc vio-

lent. Aussi les murs des rez-de-chaussées sont construits en pierre ou en briques, ou en corps creux artificiels.

Ces corps creux, fabriqués habituellement en ciment, sont pourvus de cavités intérieures aménagées de telle manière que l'air ne puisse y circuler que lentement, de façon à contrarier les mouvements de convection, tout en assurant une ventilation convenable du mur. Il n'y a pas d'inconvénient, et il y a au contraire de nombreux avantages, à construire les murs d'étages en matériau plus léger. Une technique qui se développe permet de construire très rapidement de la façon suivante des murs rigides, calorifuges et absorbant les bruits du dehors :

Le mur est constitué par deux lattis métalliques tendus parallèlement à quelques centimètres de distance et très solidement réunis aux poteaux et aux poutres de l'ossature. Sur chacun des lattis on projette extérieurement et intérieurement, au canon, une couche de ciment fluide de 0,05 m environ d'épaisseur. Puis on recouvre la surface extérieure du mur d'un enduit hydrofuge, auquel on peut donner l'aspect décoratif désiré, et la surface intérieure du mur d'une couche de plâtre fin, de stuc, ou de « célotex ». Le « célotex » est largement utilisé aux Etats-Unis sous la forme de plaques minces ; il permet à la fois de parfaire la décoration intérieure des appartements et d'améliorer encore la calorifugation. C'est une sorte de bois artificiel très léger obtenu en partant des résidus de la fabrication du sucre de canne, appelés bagasse, et que l'on soumet à une préparation ressemblant à celle du feutre. Il existe divers produits comparables au « célotex », ainsi l'« insulite », obtenue par des procédés de fabrication comparables à ceux du « célotex », mais en partant de la fibre de bois. (Fig. 18.)

Cloisons.

Les cloisons intérieures des appartements sont construites, le plus souvent, par les mêmes procédés que les planchers et

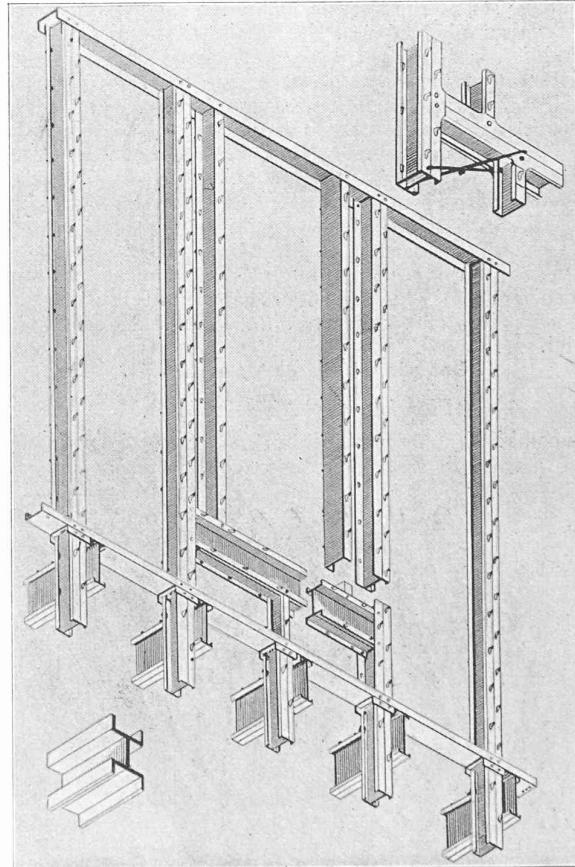


Fig. 18. — Ossature de cloison composée de profilés en tôle.
(Berger Manufacturing Co.)

les murs extérieurs. On pose d'abord, sur les planchers et les poteaux, une ossature métallique légère. Sur cette ossature on fixe de part et d'autre des lattis métalliques, de même que pour les planchers, et sur les lattis on projette au canon, soit une couche de ciment, soit une couche de plâtre ou de stuc, par-dessus laquelle on fixe une plaque de « célotex » ou d'« insulite ».

Le toit.

Il est classique, dans l'enseignement de l'architecture, de déclarer, qu'à volume égal, les combles représentent la partie la plus dispendieuse de la construction de l'immeuble. Ces combles sont d'ailleurs très peu confortables ; on n'y loge guère que le personnel domestique, à moins qu'on ne les utilise pas pour l'habitation.

Les Américains du Nord pour pallier ce dommage se sont appliqués, depuis quelques années, à la réalisation de couvertures en terrasse. Il fallait pour cela résoudre le problème technique de la résistance de la terrasse à la pénétration de l'humidité et à la pénétration de la chaleur. Un mode de construction que nous allons décrire et qui se répand de plus en plus aux Etats-Unis paraît avoir atteint à ce résultat.

Sur les poutrelles, on pose d'abord un lit de « roofing sheets » ou feuilles de toit qui s'imbriquent les unes dans les autres, la technique de confection de ces feuilles de toit constituant la partie la plus nouvelle du mode de construction.

Il existe un très grand nombre de modèles de feuilles de toit. Elles sont en tôle d'acier galvanisé. Les nervures servant à l'imbrication des feuilles, les unes avec les autres, leur donnent une très grande rigidité. Les feuilles étant posées, on les réunit invariablement, d'une part entre elles et d'autre part aux poutrelles avec des agrafes spéciales. Puis on les rend calorifuges et imperméables aux eaux de pluie et à l'humidité.

Pour cela la partie supérieure des feuilles de toit est d'abord nettoyée avec soin et décapée légèrement avec des acides dilués. Elle est ensuite recouverte d'une mince couche d'asphalte épais, pour assurer l'adhérence parfaite de l'« insulation » ou couche calorifuge, que l'on étend par-dessus. Cette couche calorifuge est constituée généralement par des carreaux d'une matière à base d'amiante, sous forme de plaques jointives.

Enfin on pose une dernière couche hydrofuge : rouleau de produits divers, analogues au carton bitumé, que l'on met en place par-dessus la couche calorifuge, en ayant soin d'imbriquer les joints avec ceux de cette dernière couche. On fait adhérer fortement la couche hydrofuge à la couche calorifuge, à l'aide d'un enduit au coaltar. (Fig. 19.)

Les menuiseries métalliques.

Avantages des menuiseries métalliques.

Aujourd'hui les menuiseries métalliques présentent sur les menuiseries en bois des avantages incontestés, surtout que l'on manque actuellement du temps nécessaire au séchage des bois. Ces avantages sont nombreux, nous en citerons quel-

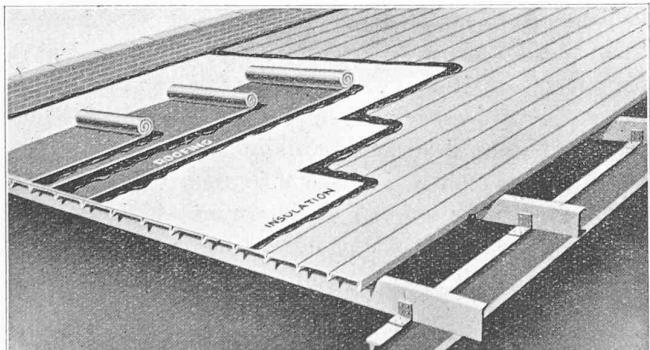


Fig. 19.

Schéma des éléments constitutifs de la couverture à ossature en « feuille de toit ».

ques-uns : les cadres métalliques des portes et des fenêtres sont posés au moment où l'on met en place murs et cloisons, d'où gain de temps. Ils résistent parfaitement aux poussées des matériaux avec lesquels ont été construits les murs et les cloisons au moment du séchage.

Les menuiseries métalliques sont imputrescibles et pratiquement insensibles à l'action de la température. Elles favorisent le développement, si utile à l'hygiène et à l'agrement des habitants, des grandes baies vitrées : en utilisant les menuiseries métalliques pour les fenêtres on obtient une surface transparente égale à 90 % de la surface totale de la fenêtre, alors que cette surface transparente n'est que de 70 % si on utilise les menuiseries en bois. Les menuiseries métalliques résistent au feu, et c'est, pour les Américains, le plus grand des nombreux avantages qu'ils leur reconnaissent. On sait que les incendies se propageant le plus souvent par les cages d'escaliers dans les maisons d'habitation, le simple fait de posséder des portes métalliques donnant sur les paliers introduit dans l'immeuble un nombre de coupe-feu important et d'une protection efficace.

Les Américains du Nord ont commencé par fabriquer des portes et des fenêtres métalliques qui étaient simplement des fenêtres et des portes en bois recouvert d'une tôle mince. Mais ce type intermédiaire est de plus en plus remplacé par les menuiseries exclusivement métalliques.

Portes métalliques.

Aux Etats-Unis les portes métalliques sont généralement en tôle mince d'une qualité pratiquement inoxydable et extrêmement douce, de manière à pouvoir être pliée et contournée un grand nombre de fois, sans qu'il se produise de « criques » aux angles.

Le plus souvent la porte est faite de deux tôles séparées qui forment les parements intérieur et extérieur de la porte et qui sont réunies, l'une à l'autre, et rigidifiées, soit par des nervures, soit par une tôle intérieure, triangulée un certain nombre de fois et soudée, en ses angles, sur les deux tôles des parements. Quelquefois les parements intérieur et extérieur de la porte sont issus d'une seule feuille de tôle, à laquelle on donne par estampage, toutes les formes voulues. Pour diminuer la sonorité et la conductibilité calorifique, on emplit habituellement l'intérieur des portes de produits à base de liège ou d'amiante. On a quelquefois employé heureusement le ciment porteur. (Fig. 20.)

Fenêtres métalliques.

Les fenêtres métalliques sont fabriquées à peu près de la même manière que les portes. Généralement on utilise le double joint qui augmente considérablement l'étanchéité au courant d'air. Les détails de confection sont extrêmement soignés.

Pour réunir le verre au métal, on n'emploie pas le mastic, mais on encastre le verre dans le métal et on interpose entre les deux soit une semelle de fibre imputrescible, soit des goupilles spéciales en plomb, soit, tout simplement, une couche d'huile de lin épaisse.

Conclusion.

Nous avons décrit un système de construction d'immeuble nord-américain caractérisé par l'emploi systématique de l'acier comme matériau. Il existe aux Etats-Unis d'autres systèmes de construction dans lesquels l'acier, ainsi que d'autres matériaux sont plus ou moins mis en œuvre. Mais c'est le système de construction que nous venons de décrire qui s'est le plus répandu ces dernières années ; aujourd'hui, il est de beaucoup le plus employé et c'est celui qui

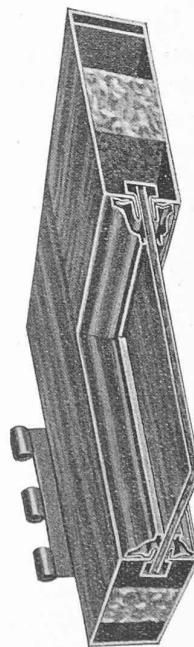


Fig. 20.
Porte fabriquée d'une seule feuille de tôle.
(United Metal Products Co.)

a permis de construire les « grattes-ciel » dans des laps de temps remarquablement courts.

Un certain nombre de renseignements donnés dans notre description sont connus en Europe et en France où des systèmes de construction comparables sont mis en œuvre. Aussi nos lecteurs seront peut-être amenés à penser que l'on ne bâtit pas, de ce côté de l'Atlantique, d'une manière absolument différente de celle employée de l'autre côté.

S'il est vrai, en effet, que la construction métallique est employée dans le bâtiment en Europe depuis plusieurs années et avec succès — ce qui est une confirmation de l'excellence de la plus généralisée des méthodes nord-américaines de construction — il faut reconnaître que notre emploi d'acier dans le bâtiment n'a pas le caractère systématique et complet qu'il a aux Etats-Unis.

Une des causes de cette différence ne serait-elle pas dans la facilité qu'ont les architectes et entrepreneurs d'Amérique du Nord à se procurer tous les éléments métalliques, simples et composés, grands et petits, établis spécialement pour leur permettre de bâtir bien et vite. En Europe et en France si on peut se procurer les aciers nécessaires au gros œuvre, il n'est pas aussi aisément d'avoir tous les petits éléments tels que ceux qui servent à confectionner les planchers, les cloisons, les couvertures, les menuiseries. Il est indispensable de compléter notre série d'éléments métalliques de construction. Des architectes, des entrepreneurs de travaux publics et des constructeurs de charpentes métalliques s'y emploient de diverses manières.

Que notre étude aide à la réalisation de cette idée et son but sera atteint.

Les photographies qui illustrent cet article émanent des Editions Paul-Martial, à Paris.

Contraintes dans l'isolant des câbles à haute tension, contenant des inclusions,

par le Dr Walther Schmid, physicien-conseil, à Neuchâtel.

La présence d'inclusions, — air sec, humidité, matières autres que le papier imprégné — modifie défavorablement la répartition des contraintes électriques. Ce qu'il y a de plus grave dans l'affaire, c'est que cette mauvaise qualité locale n'agit pas seulement comme telle, mais qu'elle crée des discontinuités dont le résultat le plus clair est un déséquilibre local dans les contraintes, dû au jeu naturel des constantes diélectriques différentes.

Je développe les conséquences de principes connus appliqués à la configuration particulière du câble à haute tension. Pour simplifier le langage, on appelle *corde*, le conducteur métallique formant le centre du câble, *filage* l'isolant qui le recouvre. Par-dessus ce dernier il y a l'enveloppe de plomb, avec ou sans interposition de toile que j'estime plutôt nuisible.

* * *

Nous considérons deux couches concentriques de filage, d'épaisseur e_1 et e_2 et de constante diélectrique d_1 et d_2 . Le rayon de leur surface de séparation est r . Sur l'épaisseur e_1 agit la tension P_1 qui, en l'absence de courant de conduction est égale à la différence de potentiel entre les deux faces. Sur e_2 agit la tension P_2 . On a d'ailleurs $P_1 + P_2 = P$, tension totale.

On trouvera alors pour le rapport des contraintes sur ces deux couches :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{d_2}{d_1} \left(1 - \frac{e_1}{2r} + \frac{e_2}{2r} \right). \quad (1)$$

Dans le cas de diélectriques limités par des surfaces planes, on a $r = \infty$ et

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{d_2}{d_1}.$$

C'est un résultat connu.

Si les épaisseurs e_1 et e_2 sont égales à e on a, dans le cas d'un isolant homogène

$$P_1 = P_2 = \frac{P}{2},$$

ce qui est naturel.

On a donc en général pour le rapport des contraintes

$$R = \frac{d_2}{d_1} \left(1 - \frac{e_1}{2r} + \frac{e_2}{2r} \right). \quad (2)$$

Pour le moment nous ne pouvons pas déterminer ces contraintes elles-mêmes, car nous ne connaissons pas P . Nous y reviendrons plus loin. Si nous avons affaire à des papiers imprégnés d'épaisseur $e_2 = 0,11$ mm et de constante diélectrique $d_2 = 3,7$, séparés par de la matière d'imprégnation d'épaisseur $e_1 = 0,01$ mm et de constante diélectrique $d_1 = 2,57$ (20°), il vient pour ce rapport

$$R = \frac{3,7}{2,57} \left(1 - \frac{0,01}{2r} + \frac{0,11}{2r} \right).$$

Au point le plus exposé c'est-à-dire à la surface de la corde, pour laquelle $r = 7,5$ on a

$$R = 1,44 \cdot 1,007 = 1,45.$$

La contrainte sur la matière est donc 1,45 fois plus forte que sur le papier. Donc si dans les intervalles des papiers il y a des bulles d'air de constante diélectrique 1, ce rapport devient :

$$R = 3,7 \cdot 1,007 = 3,73.$$

La contrainte sur les papiers imprégnés est devenue plus petite que si l'isolant était homogène. Mais même en l'absence de renseignements précis sur cette dernière différence, les chiffres de 1,45 et 3,73 correspondent à des anomalies sérieuses, surtout dans le cas de l'air. Il importe donc de savoir comment se répartit le déséquilibre sur chacun des constituants individuellement. Pour cela il faut connaître P . Ce que je veux savoir c'est la valeur de P pour une valeur déterminée V de la différence de potentiel entre le plomb et la corde, valeur que je peux me donner d'avance et mesurer. Ce sera par exemple la tension d'exploitation du câble, ou sa tension d'essai ou finalement sa tension que j'ai nommée, dès 1922, *limite ou critique*.

Un calcul, que nous ne reproduisons pas ici, donne pour les contraintes individuelles, dans le cas où $e_1 = e_2$.