ICTAB

COLLECTION
GUIDES
PRATIQUES

Tabliers de toiture en acier et tablier de plancher composite

ICTAB S15- 2012
octobre 2012

ICTAB
Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment

ICTAB
COLLECTION GUIDES PRATIQUES

Avant-propos

La collection Guides pratiques est un outil éducationnel destiné aux personnes qui prescrivent l'usage de produits de construction en tôle d'acier. Le présent numéro traite des tabliers de toiture en acier et tablier de plancher composite.

Les auteurs du guide passeront en revue les différentes étapes de sélection des tabliers métalliques, décriront les divers types de tabliers et discuteront certaines questions relatives à la conception des charpentes et le choix des matériaux. L'objectif est d'aider les responsables à effectuer des travaux de qualité et à choisir des méthodes de conception efficaces. Il s'agit toutefois d'un guide à caractère général ne donnant que les détails de base, dont il ne faudra s'inspirer qu'en parallèle avec les recommandations particulières ou conseils de conception émis par les manufacturiers à l'égard de leurs produits. Les plans d'exécution présentés en annexe illustrent uniquement les produits généralement fournis par les fabricants de tôle d'acier. D'autres fournisseurs et corps de métier sont responsables des matériaux connexes.

La présente publication fournit au lecteur des informations générales qui, au moment de la mise sous presse, sont considérées pertinentes du point de vue technique et conformes aux règles de pratique courante. Cependant, il importe de vérifier auprès d'un expert si elles conviennent à toute application particulière. L'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment et ses membres déclinent toute responsabilité quant à l'application de ce document à tout usage d'ordre général ou particulier.

Tables des matières

Page

Définition du tablier métallique 2

Types de tabliers. 2

Avantages des tabliers métalliques 4

Choix des produits en tôle d'acier 5

Calcul et devis 7

Systèmes d'attaches 8

Solins et renforcements 8

Montage. 9

Informations connexes 9

ANNEXE - Détails. 10

ICTAB
Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment

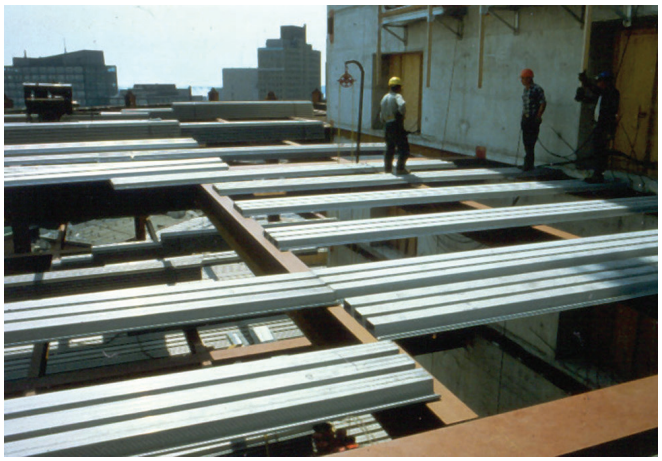
Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment
652 Bishop Street North, Unit 2A
Cambridge, Ontario, N3H 4V6
Tél.: (519) 650-1285
Téléc: (519) 650-8081
www.cssbi.ca

Droit d'auteur © octobre 2012
Tous droits réservés. Toute publication ou reproduction du présent document, en totalité ou en partie et sous quelque forme que ce soit, est interdite sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

S15-2012
ISBN 978-1-895535-77-8

Définition du tablier métallique

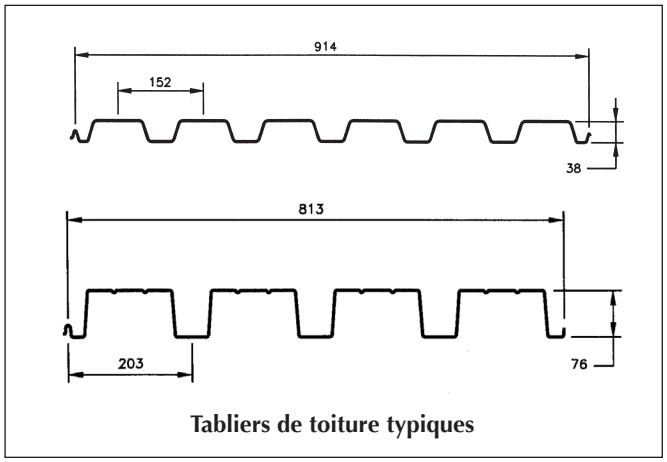
Le tablier métallique est un panneau structural qui agit comme la surface d'appui d'un plancher ou d'un toit. Le tablier est un profilé laminé fabriqué à partir de tôle d'acier de construction, conçu pour reposer sur les solives ou les pannes. Les variétés d'épaisseurs, de formes et de profondeurs peuvent répondre à diverses portées et conditions de charges. Le tablier est fixé aux éléments d'appui et peut également être fixé à la charpente à l'aide d'attaches supplémentaires, de sorte à agir comme diaphragme et fournir un contreventement latéral à l'ossature.



Types de tabliers

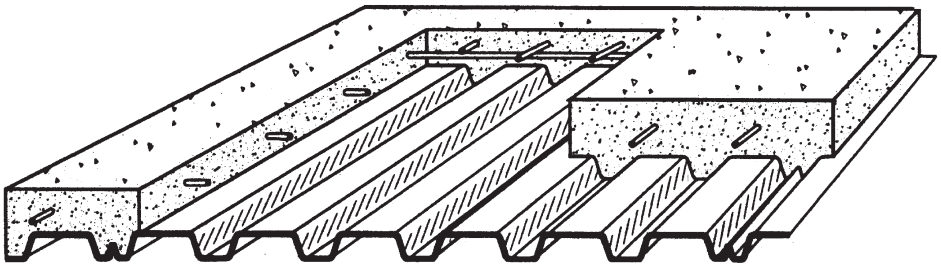
Les tabliers métalliques sont divisés en deux catégories: les tabliers de toiture et les tabliers de plancher composites.

Tablier de toiture
Le tablier de toiture métallique est l'élément structural principal de la plupart des toits plats. Le tablier est un panneau structural qui repose sur les solives ou les pannes de toit et fournit une surface de base pour la pose des matériaux de couverture. Le tablier métallique sert de substrat pour la plupart des matériaux de couverture, dont ceux utilisés pour les toits à étanchéité multicouche, les toits-membranes et les toits isolés en tôle d'acier. Les tabliers métalliques conviennent également à des applications inclinées ou courbées.



Tabliers de toiture typiques

Tablier de plancher composite
Lorsqu'ils ont été introduits au début, les tabliers de plancher composites servaient surtout de coffrages permanents pour les dalles de béton armé coulées sur place. Ce type de coffrage à béton présentait un avantage économique et un temps de construction plus court comparativement aux coffrages traditionnels. Dans certaines applications, toutefois, le tablier n'était pas recouvert de béton et constituait le seul élément porteur. Un tel type de tablier est dénommé *tablier de plancher ou tablier non composite*. Au cours des années 1960, on a développé de nouveaux tabliers de plancher munis de dispositifs mécaniques assurant l'emboîtement du béton et du tablier. Grâce à l'emboîtement du tablier métallique et de la dalle de béton, le tablier agit comme armature de moment positif dans la



Dalle de plancher composite typique

dalle de béton armé. En plus, le tablier sert de coffrage à béton. La section combinée résultante est désignée la *dalle composite*, et le tablier métallique, le *tablier composite*. On a diminué la production des tabliers de plancher métalliques simples depuis que l'on connaît la supériorité des tabliers composites.

Avantages des tabliers métalliques

Usages multiples: Les membres fabricants de l'ICTAB offrent des tabliers métalliques de diverses profondeurs (38 à 76 mm, 1½ à 3 po), avec divers espacements entre nervures. On peut se procurer des tabliers de toiture à fonction acoustique dont les âmes perforées servent à atténuer les sons. Les tabliers métalliques varient en épaisseur pour accommoder les exigences structurales. Grâce aux choix disponibles, les tabliers métalliques s'adaptent à de nombreux projets et conceptions.

C'est la résistance qui est élevée non le poids: La résistance de l'acier est utilisée de façon optimale lors du calcul et de la fabrication des tabliers métalliques, ce qui résulte en des produits dotés d'une résistance élevée par rapport au poids. Par conséquent, les coûts de livraison, de montage et d'assemblage sont inférieurs que ceux des autres systèmes.

Esthétique: Quoique le tablier métallique soit d'abord un élément structural, il relève l'apparence de l'intérieur du bâtiment lorsqu'il est exposé. À l'aide du revêtement de pré-finition approprié, le tablier métallique est durable, facile à entretenir et attrayant. On prescrit souvent l'usage d'attaches mécaniques au lieu du soudage dans le cas des tabliers pré-peints. À la fin du prépeint sont souhaitées, des attaches mécaniques sont souvent spécifiées au lieu de souder à maintenir l'intégrité de la finition.

Construction tous temps: Le tablier métallique peut être installé dans la plupart des conditions climatiques, éliminant les délais coûteux qui peuvent survenir avec d'autres types de toits.

Degrés de résistance au feu: Plusieurs toits et planchers standard à tabliers métalliques comportent des degrés de résistance au feu conformes aux normes ULC et UL.

Qualité uniforme: Grâce à leurs méthodes de conception et techniques de production constamment améliorées, les fabricants de l'ICTAB produisent des tabliers conformes à des normes industrielles strictes.

Durabilité confirmée: L'emploi des tabliers métalliques au cours des 70 dernières années a démontré la durabilité de ces produits.

Économie et valeur: La valeur est déterminée en combinant les coûts initiaux, les coûts liés au cycle de vie et la performance globale. Les planchers et les toits avec tabliers métalliques offrent la meilleure valeur en combinant un coût réduit à une performance supérieure.

Choix des produits en tôle d'acier

Tous les tabliers métalliques ont un point commun: ils sont fabriqués à partir de tôle d'acier de haute qualité, enduite d'une couche métallique. Chaque élément de la tôle (noyau d'acier et enduits) contribue à la bonne durée de vie du produit fini. La grande variété de propriétés et d'enduits disponibles offre une grande souplesse dans la recommandation de produits. Il importe de sélectionner les enduits en fonction des conditions environnementales prévues.

Noyau d'acier: Tout tablier métallique est un produit de haute technologie fabriqué à partir de tôle d'acier présentant des propriétés structurales certifiées. Les fiches techniques du fabricant indiquent les propriétés du matériau et les caractéristiques structurales du produit.

Le noyau d'acier varie en épaisseur pour accommoder les exigences structurales. Dans les devis, l'épaisseur doit être donnée en valeur décimale. En effet, l'usage des numéros de calibre est contre-indiqué puisqu'il n'y a aucune relation unanimement acceptée entre le numéro de calibre et l'épaisseur minimale.

Comme tous les produits fabriqués sont sujets à des variations, des procédures de contrôle de la qualité sont en place en vue de prescrire les tolérances limites. La norme CSA-S136, régit les éléments de charpente en acier formés à froid utilisés au Canada. Cette norme exige que l'épaisseur minimal ne soit pas inférieur à 95% de l'épaisseur de calcul. Le tableau 1 indique les épaisseurs minimales admissibles de la tôle pour les tabliers métalliques d'épaisseurs courantes. L'épaisseur minimale des tabliers recouverts d'enduits métalliques ou de peinture doit tenir compte de l'épaisseur de ces enduits. Le tableau 2 indique l'épaisseur de d'autres enduits courants.

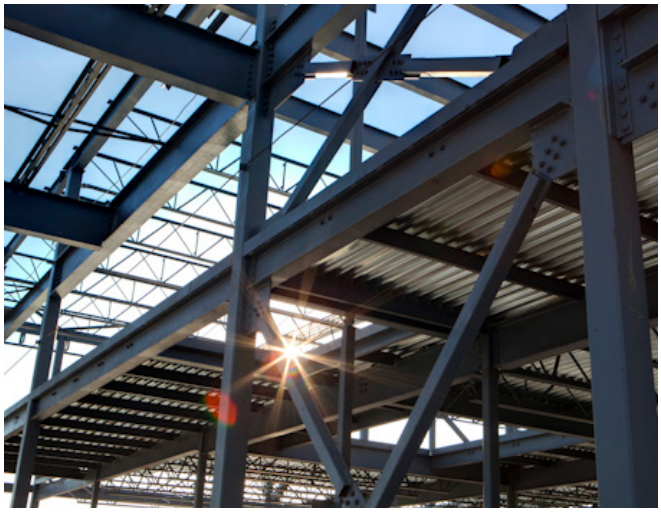


Tableau 1 - Épaisseur de la tôle d'acier

Épaisseur de calcul		Épaisseur minimale de l'acier de base (95% de l'épaisseur de calcul)	
po	mm	po	mm
0,1046	2,657	0,0994	2,524
0,0747	1,897	0,0710	1,802
0,0598	1,519	0,0568	1,443
0,0478	1,214	0,0454	1,153
0,0359	0,912	0,0341	0,866
0,0299	0,759	0,0284	0,721

Tableau 2 - Épaisseur minimales des enduits métalliques

Désignation de l'enduit (métrique)	Épaisseur (mm)	Désignation de l'enduit (impériale)	Épaisseur (po)
ZF75	0,011	A25	0,0004
Z001	No minimum	G01	No minimum
Z120	0,017	G40	0,0007
Z180	0,025	G60	0,0010
Z275	0,039	G90	0,0015
AZM150	0,040	AZ50	0,0016
AZM165	0,044	AZ55	0,0017
AZM180	0,048	AZ60	0,0019

Enduits métalliques: Il importe d'empêcher la corrosion de nuire à l'intégrité du produit et d'amenuiser sa résistance; c'est pourquoi il faut protéger le noyau d'acier de l'air ambiant. Le premier élément protecteur est une couche métallique, qui constitue un des meilleurs moyens de protéger l'acier nu de la corrosion. Les couches constituées d'un alliage aluminium-zinc à 55% , les couches de zinc (galvanisé) et les couches constituées d'un alliage de zinc et de fer (galvanneal) forment une membrane solide et non poreuse étanche à l'humidité.

Outre ses propriétés protectrices, le zinc se "sacrifie" pour protéger la tôle sous-jacente en cas d'exposition, par exemple au niveau d'un bord vif ou d'une égratignure. Cette protection cathodique se produit lorsque deux différents métaux sont touchés par un courant électrique, en présence d'eau et d'oxygène. En général, une couche de zinc Z275 (G90) peut protéger des brèches ou des

bords vifs pouvant atteindre 1 mm (1/16 po) de largeur. Le lecteur trouvera une description plus détaillée du phénomène de protection cathodique dans la plupart des manuels traitant des matériaux de construction.

L'alliage d'aluminium et de zinc fournit également à l'acier la protection cathodique que l'on vient de décrire. Il est déconseillé d'employer les enduits constitués d'un alliage aluminium-zinc en contact avec le béton frais, comme dans le cas des tabliers composites.

Les enduits métalliques sont appliqués à la tôle par immersion à chaud et sont offerts en plusieurs poids. L'enduit minimal recommandé pour les tabliers de toiture et les tabliers composites est l'enduit avec alliage de zinc et de fer ZF75 (A25). Des enduits plus épais peuvent être indiqués selon les conditions environnementales.

Les enduits métalliques peuvent se tacher s'ils deviennent humides lors de l'entreposage. La présence d'humidité entre les tôles peut être due à la pluie, la neige ou la condensation. Des taches grises foncées peuvent se former sur les tôles revêtues de zinc et de fer, et après une longue période d'entreposage en lieu humide, la surface des tôles peut prendre une teinte brun-rougeâtre dû à la réaction entre l'humidité et le fer. Les enduits de zinc peuvent se transformer en rouille blanche. Ce type de tache résulte d'une réaction à la surface et n'entrave pas les propriétés protectrices de l'enduit. Ces taches sont purement superficielles et l'enduit métallique peut être peint si désiré. On peut prévenir les taches en gardant les tôles au sec, par exemple en les recouvrant d'une bâche de sorte à les protéger des intempéries. Si les panneaux deviennent trempes en raison de la condensation ou de la pluie, on doit les séparer pour favoriser le séchage.

Le guide de l'ICTAB sur les couches de protection recommandées aux différents usages peut faciliter le choix. Consulter le site Internet de l'ICTAB à www.cssbi.ca pour télécharger ces publications.

Couches de peinture: Dans certains cas, une couche de peinture est ajoutée à la tôle d'acier. Par exemple, les tabliers de toiture exposés à l'intérieur sont peints après l'installation. De même, les applications en environnement corrosif exigent une protection supplémentaire contre la corrosion. La tôle d'acier peut être préfinie ou peinte après le montage.

La tôle d'acier préfinie est peinte avant le laminage du profilé. Cette préfinition est effectuée par un procédé d'enduisage continu qui consiste à appliquer la peinture avec précision et en plusieurs étapes. Les enduits cuits ainsi obtenus sont très résistants à la corrosion et très

esthétiques.

Une grande variété de systèmes de peinture et de couleurs peuvent convenir aux applications commerciales et industrielles, aux applications architecturales prestigieuses, et aux environnements industriels et marins rigoureux. Consulter le fabricant pour obtenir de plus amples renseignements sur les produits et les couleurs disponibles.

Les tabliers visibles sont souvent peints après le montage. On peut alors peindre le tablier et les solives d'appui de la même couleur. Il est très important de choisir un système de peinture qui assurera une bonne adhérence entre l'enduit métallique du tablier et la peinture. Communiquer avec un fournisseur ou un entrepreneur de peinture pour obtenir des renseignements à ce sujet.

Dans le cas de tabliers sans enduit métallique, il est déconseillé d'utiliser uniquement une couche d'apprêt.

Calcul et devis

Calcul du tablier de toiture en acier

Le calcul et la fabrication des tabliers de toiture en acier sont couverts par la norme ICTAB 10M, *Norme pour les tabliers de toits en acier*. Cette norme prescrit les propriétés minimales du matériau, les tolérances de fabrication, le montage et le calcul structural. On peut référer à ce document dans les devis.

Calcul du tablier composite en acier

Le calcul et la fabrication des tabliers composites en acier sont couverts par la norme ICTAB 12M, *Norme pour les tabliers composites en acier*. Cette norme prescrit les propriétés minimales du matériau, les tolérances de fabrication, le montage et le calcul structural. On peut référer à ce document dans les devis.

Essais sur les dalles composites

Une dalle composite se comporte comme une dalle de béton armé, mais la nature du lien entre le tablier en acier et le béton peut seulement être déterminé par essai. Tous les fabricants de tabliers composites effectuent une série d'essais pour déterminer les paramètres de calcul de leurs produits. Des essais doivent être effectués sur chaque profilé de tablier, type de béton, épaisseur de béton et type d'enduit métallique, de sorte à couvrir toutes les épaisseurs d'acier et les portées cisaillées. Les méthodes d'essais et d'analyse sont prescrites dans la publication S2 de l'ICTAB, *Critères pour les tests sur les dalles composites*.

Calcul des dalles composites

Le programme d'essais pour les dalles composites fournit au fabricant la résistance ultime des divers profilés de tablier. Le calcul de la dalle composite en tant que partie intégrante de la charpente doit tenir compte des états limites additionnels tels que le cisaillement et

les flèches. La publication S3 de l'ICTAB, *Critères de calcul pour les dalles composites*, traite de ces états limites.

Charges structurales

Le fabricant effectue le calcul du tablier de toiture ou de plancher et publie des fiches techniques sur ses produits. Ces fiches techniques précisent les portées ou les charges maximales que peut porter le tablier, de même que d'autres paramètres tels que la résistance à l'écrasement de l'âme et les flèches limites.

Les fiches techniques sont basées sur une charge uniforme sur le tablier. Si le tablier doit supporter des charges concentrées (par exemple, des dispositifs mécaniques ou pattes de suspension) Des calculs supplémentaires seraont nécessaires.

Soulèvement dû au vent

Le vent sur le toit peut causer un soulèvement ou un effet de succion à certains endroits. Il est important de tenir compte du soulèvement du vent lors des calculs. Parmi les normes d'essais utilisées aujourd'hui, les plus courantes sont celles des UL (Underwriters' Laboratories), du FM (Factory Mutual) et de l'ASTM (American Society for Testing and Materials). Si le projet exige que le toit soit conforme à l'une de ces normes, consulter le fabricant pour obtenir de plus amples renseignements.

Calcul du diaphragme

Un des avantages du tablier en acier est sa capacité d'agir comme un diaphragme structural. Si le tablier est bien relié à la charpente d'appui et les tôles adjacentes sont reliées les unes aux autres, l'unité combinée peut résister à des efforts de cisaillement en plan importants. Le diaphragme métallique peut être incorporé à la charpente en vue de transmettre les charges latérales (vent, séisme) aux murs de refend verticaux ou aux baies contreventées. Dans bien des cas, cette capacité du tablier permet d'éliminer le besoin et le coût d'un contreventement horizontal. Le document B13 de l'ICTAB, *Design of Steel Deck Diaphragms*, fournit des

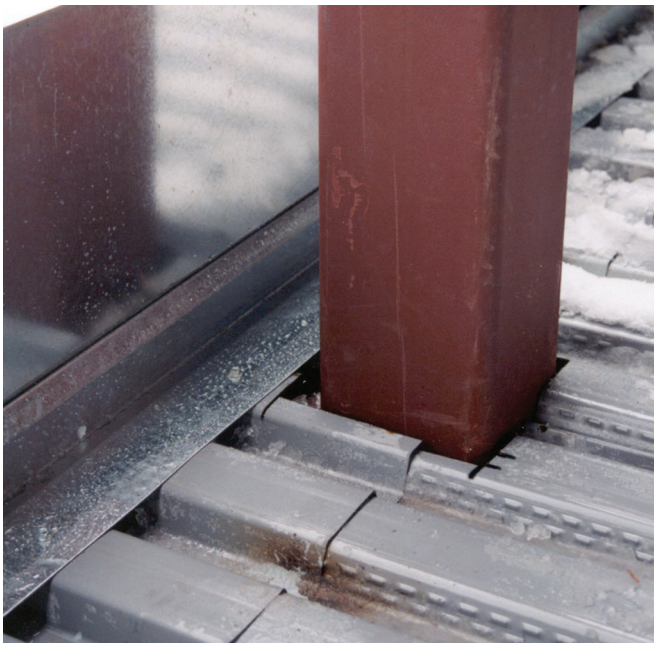
renseignements sur le calcul des diaphragmes métalliques.

Normes guides
Les publications 10M et 12M de l'ICTAB constituent des normes guides pour les tabliers de toiture et les tabliers composites. Ces normes peuvent être adoptées comme référence ou modifiées au besoin pour un projet particulier.

Systèmes d'attaches

Plusieurs systèmes d'attaches structurales peuvent être utilisés pour fixer le tablier à la charpente. Les méthodes d'assemblage les plus courantes sont le soudage à l'arc par points, les vis à tôle et les clous posés à l'aide de pistolets à poudre. Le calcul de ces assemblages, régi par la norme de calcul applicable (c.-à-d. CSA-S136), est important si le tablier doit agit comme diaphragme de cisaillement ou s'il doit résister à des charges de soulèvement significatives. Les normes S10 et S12 de l'ICTAB prescrivent les exigences minimales suivantes:

- Les tabliers de toiture en acier doivent être fixés solidement aux appuis structuraux. L'espacement maximal des attaches le long des appuis est limité à 400 mm ou à l'espace entre 2 nervures, en prenant la moindre des deux valeurs. Les points de soudure doivent avoir un diamètre nominal superficiel de 20 mm. Aux chevauchements latéraux, la forme des soudures vis-à-vis des appuis peut être ajustée selon l'espace disponible. Les soudeurs doivent être qualifiés selon les exigences du Bureau canadien de soudage relativement au soudage des tabliers métalliques.
- Les joints latéraux des feuilles adjacentes doivent être reliés mécaniquement, quoique les épaisseurs supérieures à 0,91 mm peuvent être reliées à l'aide de soudures à l'arc continues à couvre-joint d'au moins 25 mm. L'espacement des attaches ne doit pas dépasser 900 mm pour les tabliers de toiture, ou 600 mm pour les tabliers composites. Un espacement plus rapproché peut être exigé pour assurer l'action du diaphragme, selon le calcul.
- Le tablier en acier doit être inspecté immédiatement après le soudage, et tous les endroits à la surface où l'enduit métallique a été brûlé doivent être recouverts d'une couche d'apprêt appropriée, appliquée conformément aux recommandations du fabricant de peinture.



Le fabricant d'attaches doit fournir les exigences relatives aux autres types d'attaches (c.-à-d. clous, vis). Le soudage ne doit pas servir à fixer un tablier métallique constitué d'un matériau préfini, puisque ceci endommagera la peinture autour des soudures. On doit alors utiliser d'autres types d'attaches mécaniques. Consulter le fabricant de tablier.

Solins et renforcements

Les plans doivent indiquer clairement les détails des solins autour des ouvertures et le long du périmètre. Les fabricants préconisent des méthodes et des accessoires normalisés quant aux ouvertures et transitions, et ces recommandations doivent être suivies attentivement. Les plans doivent également indiquer le type et l'emplacement des solins et des accessoires. Les plans présentés à l'annexe illustrent plusieurs solins typiques.

Les autres corps de métier (ex. l'entrepreneur mécanique) pouvant exiger des pénétrations doivent collaborer avec le monteur de tablier pour assurer que celles-ci ne nuisent pas à l'intégrité structurale du tablier.

Les extrémités doivent se chevaucher d'au moins 50 mm vis-à-vis des appuis. Les joints latéraux des unités adjacentes doivent être reliés mécaniquement, ou soudés à l'aide de soudures à l'arc continues à couvre-joint d'au moins 25 mm, à des intervalles d'au plus 900 mm. Un espacement plus rapproché peut être exigé pour assurer l'action du diaphragme, selon le calcul.

Il peut être nécessaire de renforcer les ouvertures dans le tablier autour des ouvertures afin de conserver l'intégrité structurale du tablier. Les plans doivent clairement indiquer les endroits exigeant du renforcement.

- Pour les ouvertures d'au plus 150 mm à travers les nervures, aucun renforcement n'est exigé à condition qu'il n'y ait pas plus de deux âmes verticales enlevées.
- Pour les ouvertures de plus 150 mm à travers les nervures, on doit fournir le renforcement approprié basé sur une analyse structurale des charges appliquées.

Montage

Tous les travaux de montage, incluant le soudage sur chantier, sont la responsabilité du monteur. Les monteurs doivent être qualifiés selon les exigences de la norme CSA W47.1, Certification des compagnies de soudage par fusion des structures en acier. Les soudeurs doivent être qualifiés selon les exigences du Bureau canadien de soudage relativement au soudage des tabliers métalliques.

Les feuilles de tablier métallique doivent être placées sur la charpente d'appui, ajustées en position finale et fixées solidement. Si les appuis ne s'alignent pas correctement, on doit aviser l'entrepreneur général afin de corriger le défaut d'alignement avant de commencer les travaux. La largeur des appuis doit être au moins égale à la largeur des feuilles du tablier. Les feuilles de tablier métallique doivent être bien fixées aux appuis tel qu'indiqué sur les documents de conception des structures.

Les paquets tabliers métalliques doivent être soigneusement attachés et hissés au niveau de travail à l'aide d'élingues à étranglement en câbles d'acier ou de poutres de levage. On doit prévoir les câbles appropriés servant à contrôler le mouvement des tabliers lors du levage. Une fois hissés, les paquets de tabliers doivent être placés de sorte à ne pas surcharger la charpente.

Les tabliers métalliques doivent être posés, alignés et solidement fixés en place avant de quitter le chantier à la fin de la journée. Les découpures, les bandes métalliques, les matériaux d'emballage et autres débris reliés à la pose des tabliers doivent être enlevés du toit et descendus au sol à la fin de chaque journée de travail.

Tout dommage ou modification causé par les autres corps de métier au tablier, incluant les dommages dus

aux charges de construction appliquées à n'importe quel moment, n'est pas la responsabilité du monteur ou du fabricant.

Informations connexes

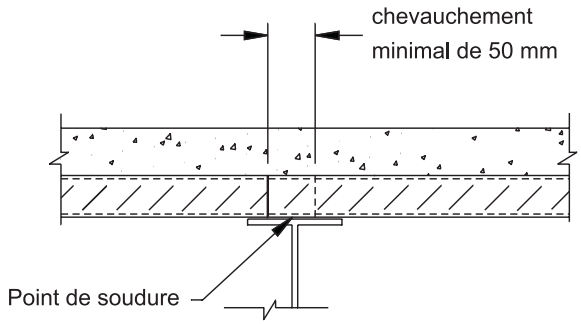
L'ICTAB a publié un certain nombre de documents traitant de divers sujets reliés aux produits de tôle d'acier. Pour obtenir une liste complète, communiquer avec l'ICTAB ou visiter son site Internet à *www.cssbi.ca*.

ANNEXE

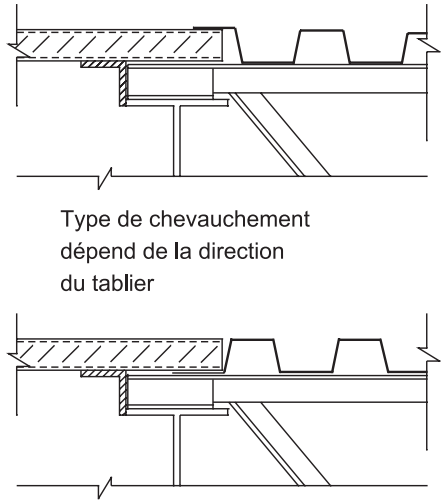
Plans d'exécution

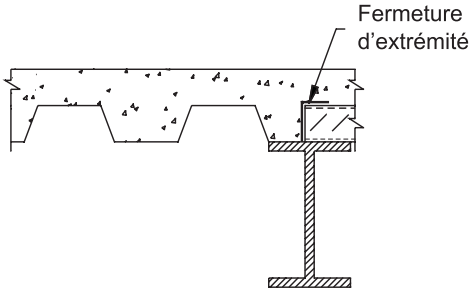
La présente annexe donne des plans d'exécution qui illustrent les éléments fondamentaux d'un ensemble avec tablier de toiture ou de plancher isolé en acier. Les fabricants de tabliers métalliques membres de l'ICTAB peuvent donner des instructions légèrement différentes de celles présentées dans le présent document, selon les particularités de leurs produits ou de leurs méthodes. L'objet de chaque plan d'exécution est la construction d'un ensemble solide et pratique. Tous les cas exigent la mise en pratique des principes reliés à la science du bâtiment. Les plans d'exécution ne sont donnés qu'à titre indicatif et ne prescrivent en aucun cas un moyen unique de poser un tablier isolé en tôle d'acier. Pour de plus amples renseignements, communiquer avec les membres fabricants de l'ICTAB.

Plan d'exécution 1: Joint à recouvrement typique

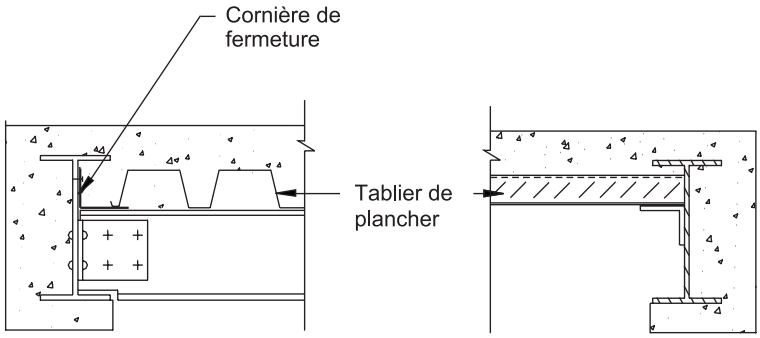


Plan d'exécution 2: Changement de direction

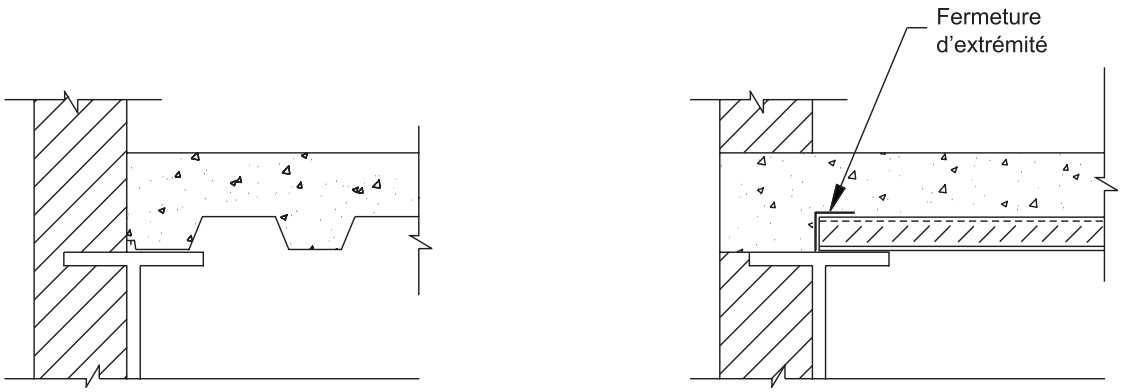




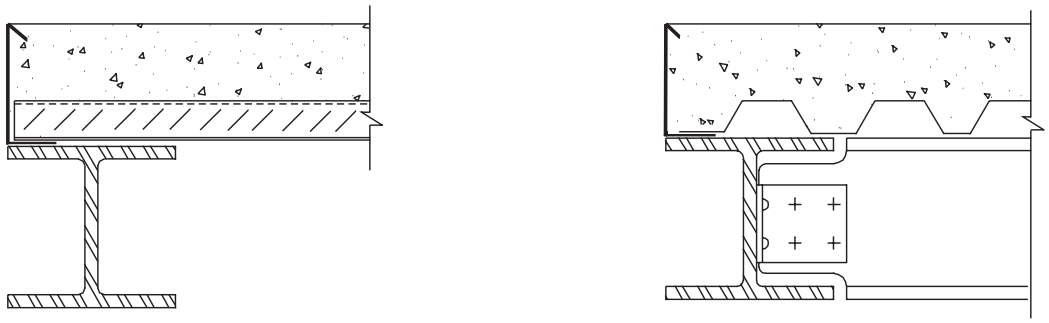
Plan d'exécution 3: Condition latérale: Poutre secondaire plus basse que poutre principale



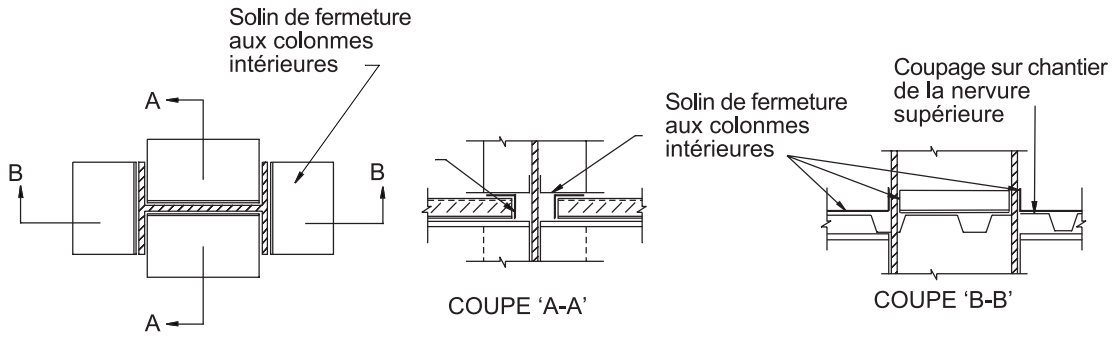
Plan d'exécution 4: Conditions latérales courantes



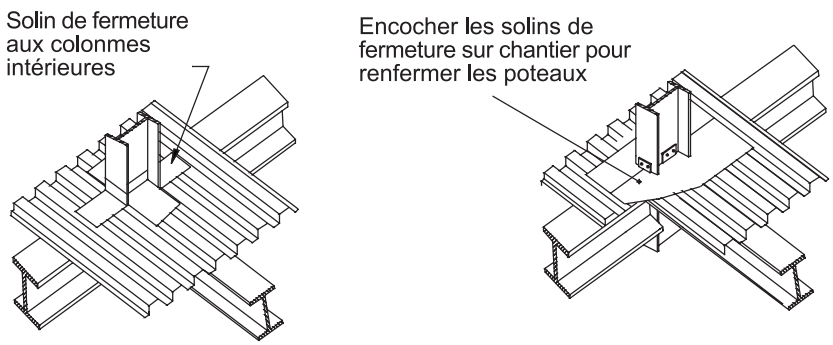
Plan d'exécution 5: Cornières de retenue en directions perpendiculaire et parallèle



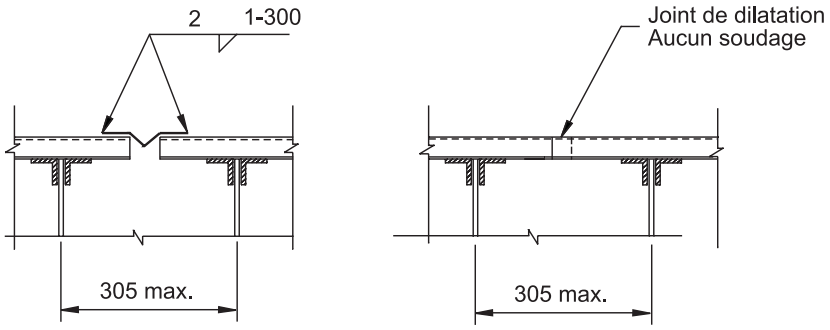
Plan d'exécution 6: Construction autour des poteaux intérieurs



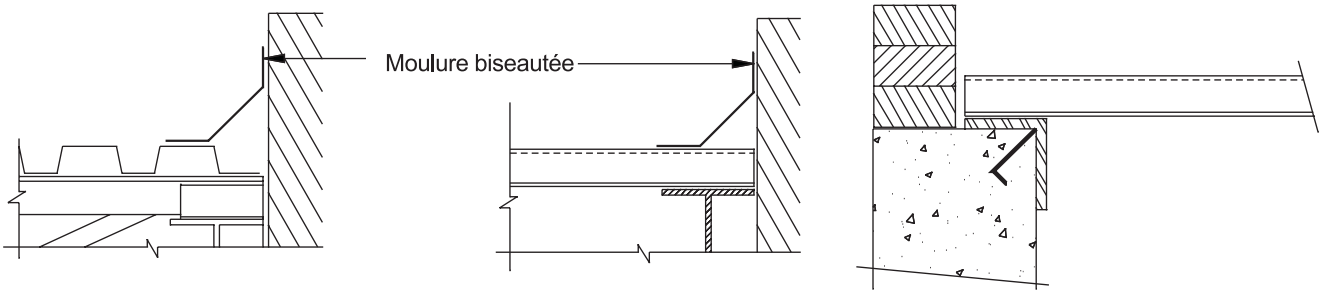
VUE ISOMÉTRIQUE DU TABLIER VIS-À-VIS DES POTEAUX



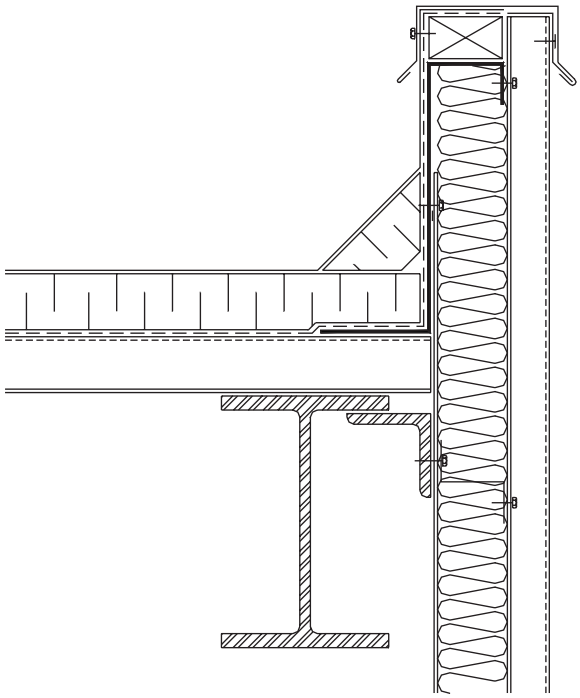
Plan d'exécution 7: Joints de dilatation



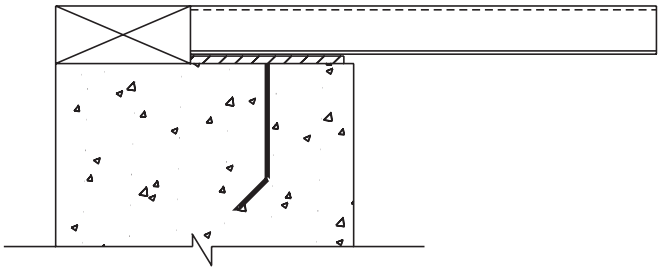
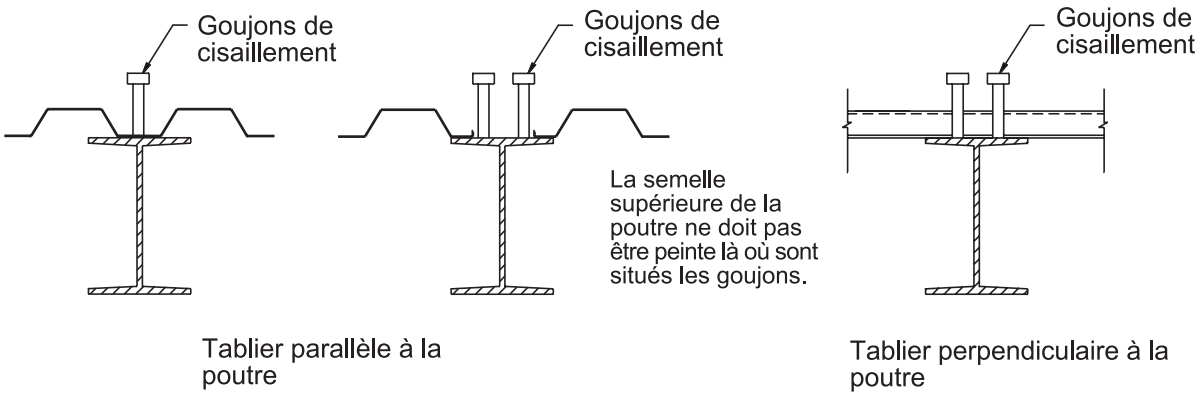
Plan d'exécution 8: Jonction du tablier de toiture et du mur de maçonnerie



Plan d'exécution 9: Jonction du tablier de toiture et du mur isolé en tôle d'acier



Plan d'exécution 10: Tablier de toiture à l'avant-toit



Plan d'exécution 11: Assemblages avec poutre composite