

Éléments d'ossature en acier légers: Guide de conception architecturale



PRÉFACE

La présente publication est conçue pour servir de guide aux concepteurs, aux rédacteurs de devis et aux utilisateurs d'éléments d'ossature en acier légers. Ces produits sont formés à froid et utilisés comme poteaux, solives, chevrons, pannes et entretoises et dans des ensembles comme les fermes de toit et murs préfabriqués en acier.

L'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment tient à saluer la contribution de M. Tom Trestain, ing., de T.W.J. Trestain Structural Engineering, dans son travail de consultant pour la préparation de la publication. Jouissant d'une solide expérience dans la conception et le montage d'éléments d'ossature en acier légers, M. Trestain est un membre actif du comité technique CSA responsable de la norme CSA S136, *Spécification nord-américaine pour le calcul des éléments de charpente en acier formés à froid*. De plus, Larkin Architect a participé comme consultant architectural et technique et sa contribution a été la bienvenue.

La présente publication vise à fournir au lecteur des renseignements d'ordre général. Bien que ces renseignements soient jugés pertinents du point de vue technique et conformes aux règles de pratique courante au moment de mettre sous presse, le lecteur ne doit pas les utiliser sans avoir vérifié au préalable auprès d'un expert professionnel compétent s'ils conviennent à une application particulière. L'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment et ses membres, T.W.J. Trestain Structural Engineering et Larkin Architect déclinent toute responsabilité quant à l'application des renseignements contenus dans le présent document à tout usage d'ordre général ou particulier.



Copyright © septembre 2002

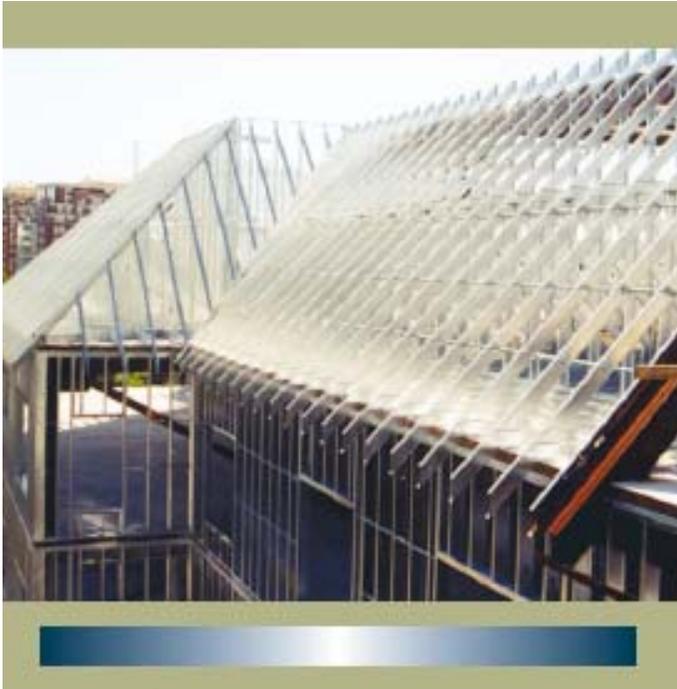
Tous droits réservés. Toute publication ou reproduction du présent document, en totalité ou en partie et sous quelque forme que ce soit, est interdite sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

CSSBI 57-2002

ISBN 1-895535-33-6

TABLE DES MATIÈRES..... PAGE

Portée et objet du Guide	2
Description des systèmes d'ossature en acier légers	
Poteaux de contreventement	2
Poteaux résistant aux charges axiales, solives et chevrons.....	2
Avantages des systèmes d'ossature en acier légers	
Légèreté.....	6
Faibles coûts	7
Production en série.....	7
Efficacité énergétique.....	7
Fiabilité et durabilité.....	7
Résistance à la combustion et au feu	7
Résistance à la transmission acoustique.....	7
Poinçonnage à l'avance	8
Rapidité et facilité de montage.....	8
Attrait et polyvalence architecturale.....	8
Efficacité structurale.....	8
Analyse de la conception et de la construction de systèmes d'ossature en acier légers – responsabilités des parties	
Responsabilités de l'architecte.....	9
Responsabilités de l'ingénieur en structure	10
Responsabilités du fabricant.....	10
Responsabilités de l'entrepreneur.....	11
Vue d'ensemble de la science du bâtiment	
Pénétration de l'eau de pluie et contrôle	12
Fuite d'air et contrôle	16
Interaction entre le flux air/vapeur et le rendement thermique.....	16
Exemples de plans détaillés	
Introduction.....	19
Exemple de plan D1.....	20
Exemple de plan D2.....	30
Annexe A – ITS et cote de comportement au feu pour les murs et planchers en éléments d'ossature en acier légers	35
Annexe B – Données de résistance thermique pour les murs en éléments d'ossature en acier légers.....	50
Annexe C – Données de conception de pare-air	53
Annexe D – Normes et durabilité des produits	55
Annexe E – Flèche admissible des poteaux d'ossature murale en acier supportant un placage de maçonnerie et des attaches ..	57
Annexe F – Tables des hauteurs maximales des cloisons intérieures non porteuses	59
Annexe G – Bibliographie.....	62



PORTÉE ET UTILITÉ DU GUIDE

La présente publication a été rédigée pour aider les architectes dans la sélection, la conception de base et la conception détaillée de murs et de planchers faisant appel à des éléments d'ossature en acier légers pour les immeubles commerciaux bas et les applications résidentielles de hauteur moyenne et élevée. Elle constitue le complément logique du *Lightweight Steel Framing Design Manual* publié en 1991 par l'ICTAB à titre de guide de conception pour les ingénieurs en structure.

Nous fournissons ici une description générale des produits d'ossature en acier légers avec un aperçu des avantages du type de construction qui fait appel à ces matériaux. Des questions de la science du bâtiment sont abordées et l'application de ces principes est illustrée de façon précise pour des systèmes de poteaux d'acier soutenant un placage de maçonnerie dans la construction d'immeuble commerciaux bas. Une proposition de répartition des responsabilités de conception et de construction d'un projet à éléments d'ossature en acier légers typique est également incluse. Enfin, un compendium de renseignements techniques en matière d'architecture est fourni :

- Normes, guides et recherches en matière de structures
- Données sur les fuites d'air des matériaux pare-air typiques
- Cotes de résistance au feu des assemblages de planchers et de murs
- Coefficients de transmission acoustique des assemblages de planchers et de murs
- Données de perte thermique des assemblages de murs
- Données de durabilité
- Données de fuite d'air de divers systèmes pare-air

Ce Guide ne fournit pas de renseignements précis sur les problèmes de conception des systèmes de murs de poteaux d'acier à placage de maçonnerie, à l'exception d'une vue d'ensemble des flèches limites théoriques et de la sélection des attaches de briques à l'annexe E. Les concepteurs sont invités à consulter les documents indiqués dans la bibliographie à l'annexe G et, en particulier, les normes de conception structurales CSA pour en savoir plus sur cette question.

DESCRIPTION DES SYSTÈMES D'OSSATURE EN ACIER LÉGERS

Colombages résistants aux charges de vent

Les poteaux résistants aux charges latérales sont des éléments en flexion utilisés dans des systèmes de murs extérieurs. Ils ne sont pas conçus pour résister à des charges axiales autres que leur propre masse et celle des revêtements qui y sont fixés.

Ces éléments assurent le soutien structurel de divers revêtements extérieurs : placage de maçonnerie, revêtement métallique, stuc, placages synthétiques et systèmes d'isolation et de revêtement extérieurs (EIFS). Les revêtements intérieurs, comme le placoplâtre, peuvent être fixés directement à ces poteaux.

La figure 1 illustre une application typique de poteaux de résistants aux charges latérales (sans revêtement). Certaines caractéristiques sont illustrées ici, notamment des montants doubles aux ouvertures de fenêtres, des entretoises en acier et un ensemble de rail supérieur en flexion. Cet ensemble en flexion permet aux planchers de fléchir sans imposer de charges axiales aux poteaux (vue agrandie à la figure 2). Plusieurs autres ensembles en flexion sont également utilisés aux mêmes fins par l'industrie.

Poteaux résistant aux charges axiales, solives et chevrons

Des poteaux résistant aux charges axiales, des solives et des chevrons peuvent être combinés afin de créer un système structurel complet pour un immeuble. Un tel système est illustré à la figure 3, qui comprend des détails de construction de plate-forme typiques. Pour des solives parallèles, un ensemble mural de remplacement est illustré, où les poteaux ne sont pas interrompus par le système de solives de plancher comme dans une construction de plate-forme typique.

La figure 4 illustre la construction de la plate-forme à l'intersection extérieure d'un plancher et d'un mur. La figure 5a illustre le même ensemble pour une charpente à claire-voie et la figure 5b montre la charpente à claire-voie avec jointage des poteaux.

La construction de type plate-forme a été empruntée au secteur résidentiel et comporte l'avantage que chaque plancher sert de « plate-forme » de travail pour la construction de l'étage suivant. La

charpente à claire-voie, bien que moins courante, offre une structure simplifiée aux intersections entre les planchers et les murs.

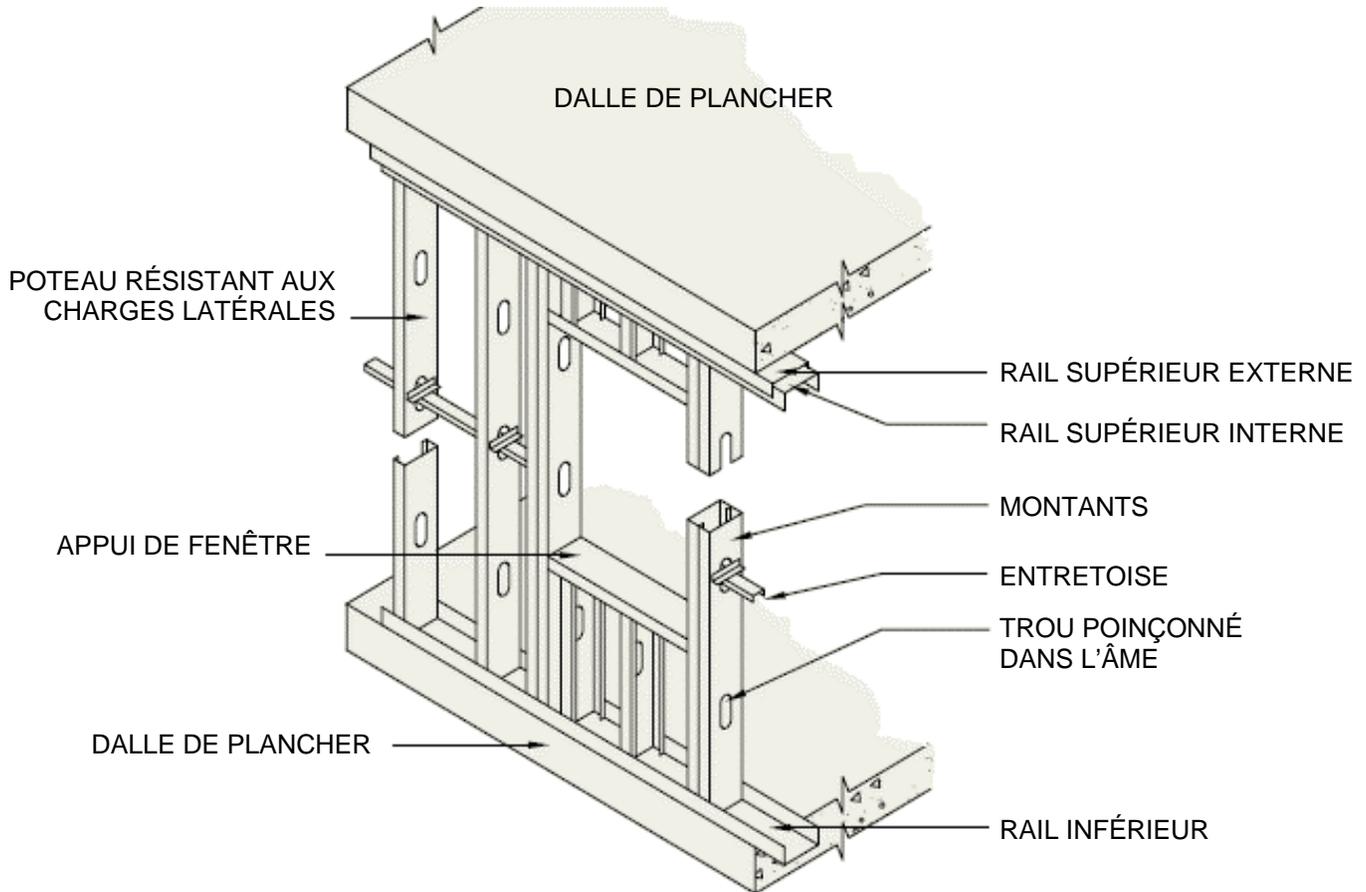


Figure 1 : Mur typique de poteaux résistants aux charges latérales avec ouverture de fenêtre.

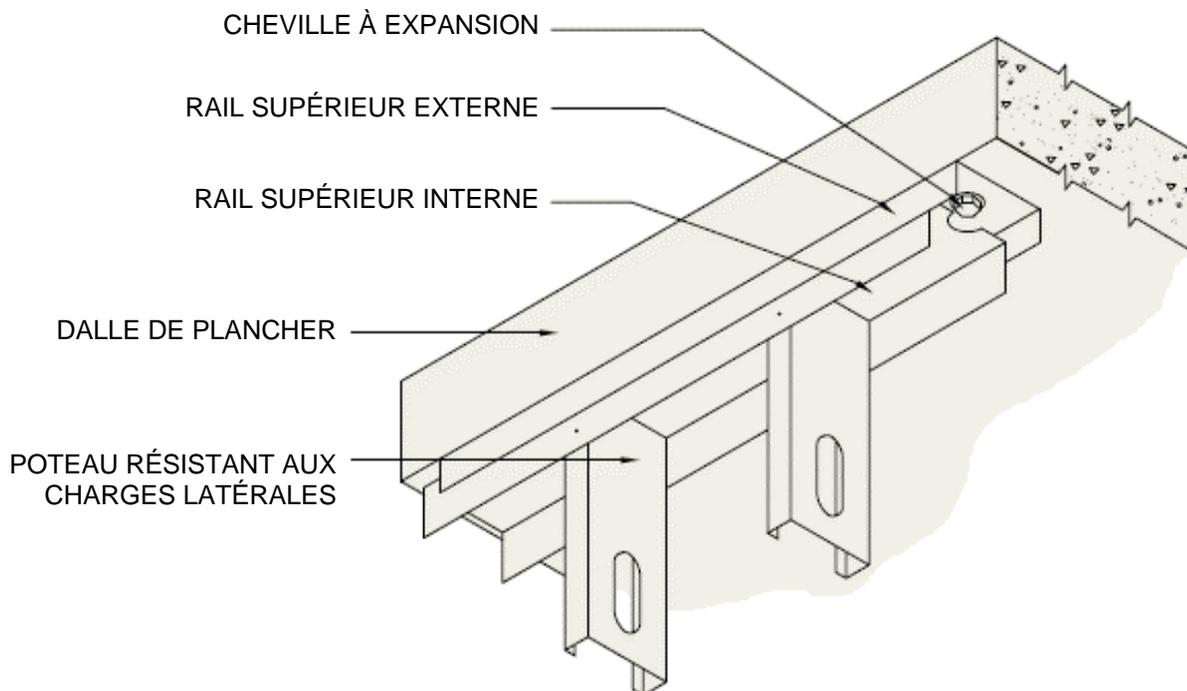


Figure 2 : Ensemble de rail supérieur en flexion pour des poteaux résistant aux charges latérales.

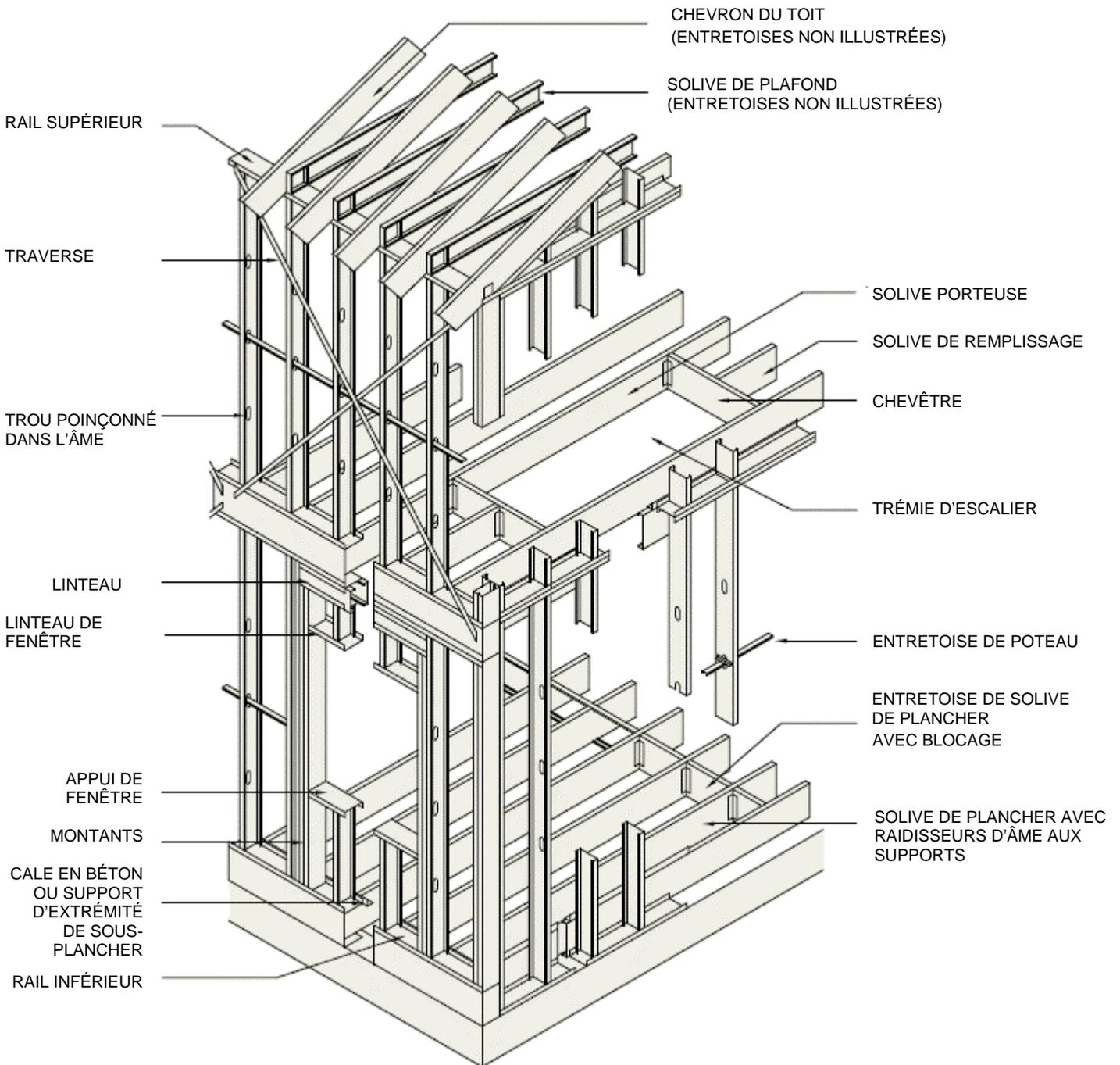


Figure 3 : Construction en plate-forme typique.

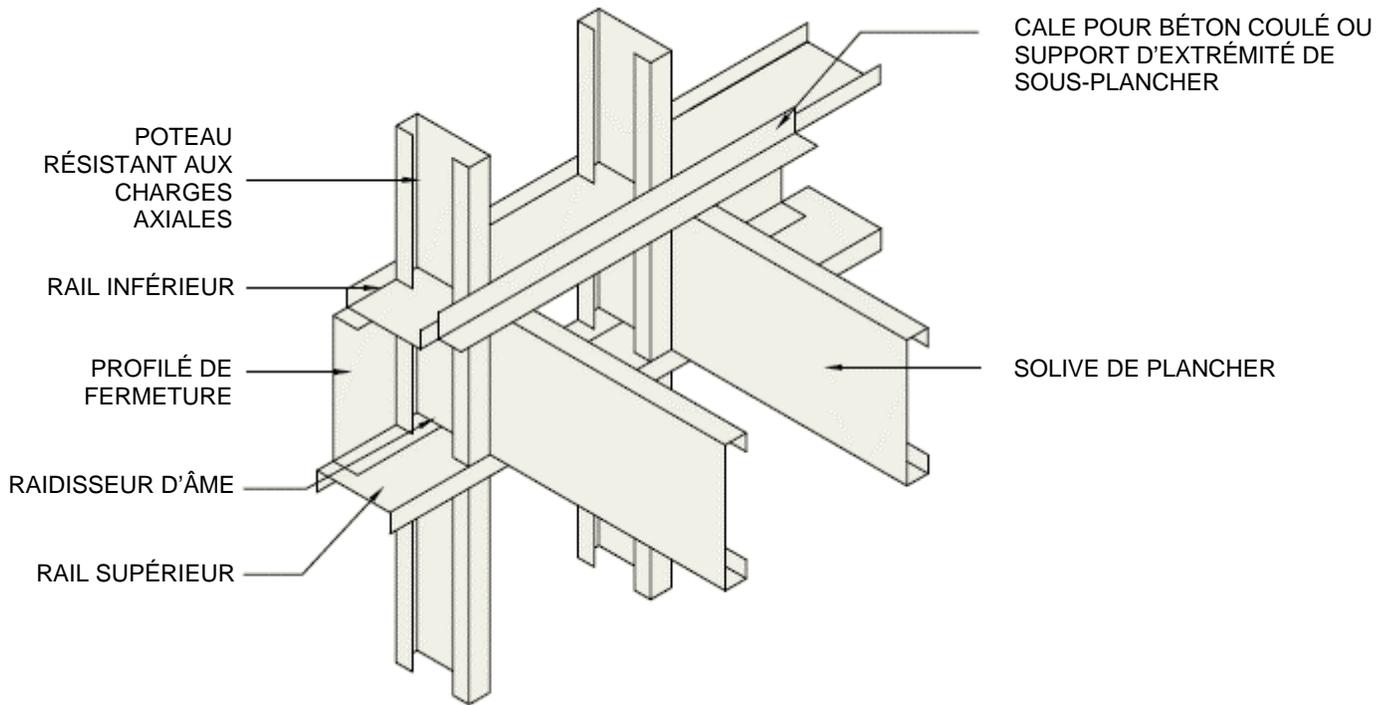


Figure 4 : Détail de charpente de plate-forme typique.

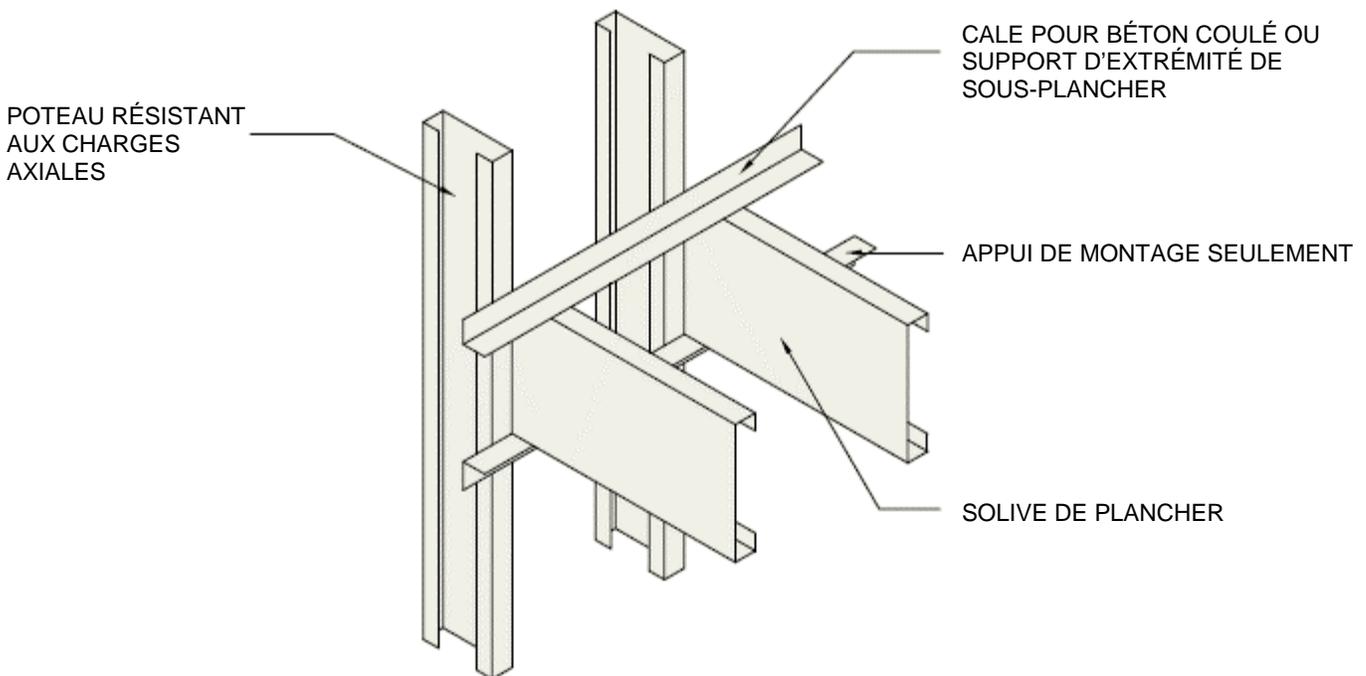


Figure 5a : Détail de charpente à claire-voie typique.

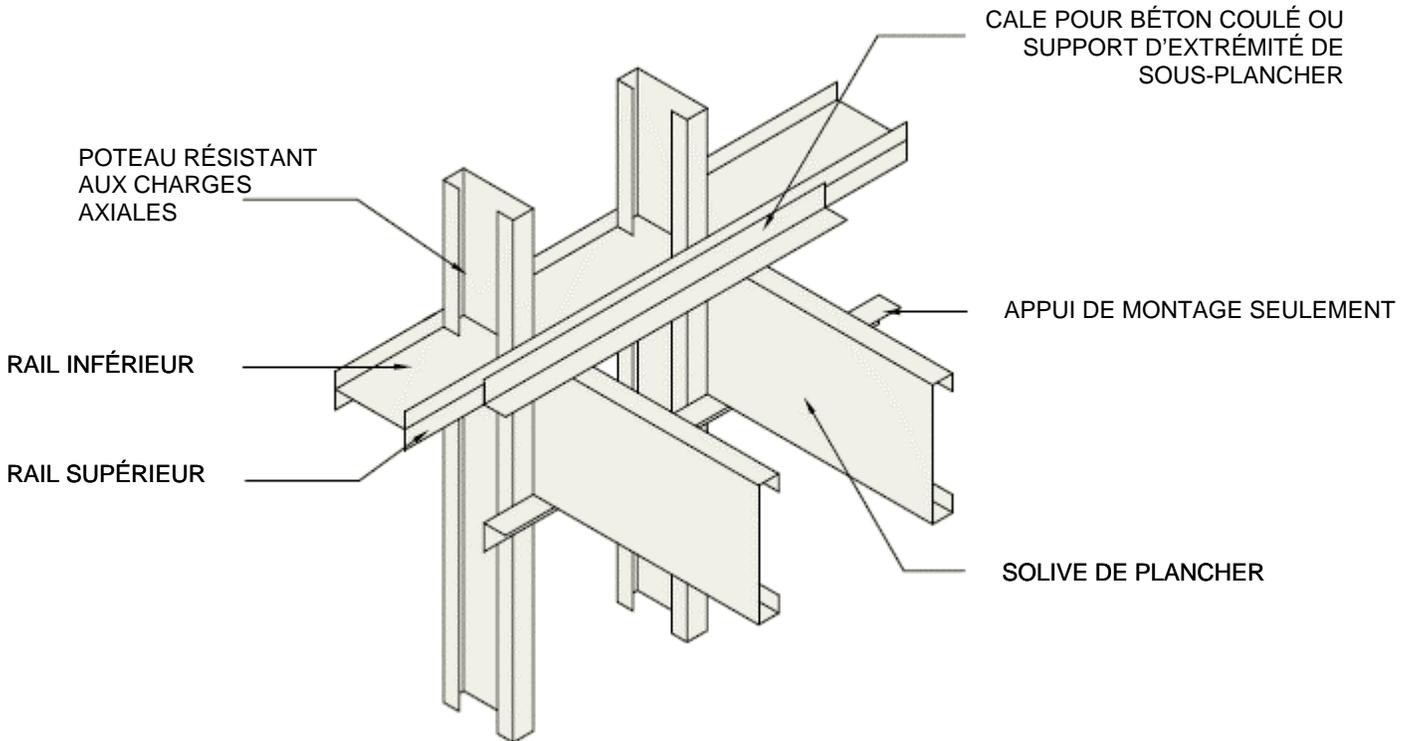


Figure 5b : Détail de charpente à claire-voie typique au raccord des poteaux.

AVANTAGES DES SYSTÈMES D'OSSATURE EN ACIER LÉGERS

Légèreté

- **Poteaux résistants aux charges latérales**

Dans la construction à mur-rideau, le poids du mur influe sur les dimensions et le coût des poutres extérieures, des colonnes, des semelles et, en zone sismique, des éléments résistants aux charges latérales.

Comparez le poids d'un ensemble de 150 mm de poteaux d'acier et de cloison sèche au poids standard d'un appui de maçonnerie de 150 mm d'un mur à parement de brique typique.

Poteaux = 0,29 kN/m²

Bloc de béton = 1,68 kN/m²

Comparez le poids d'un système à poteaux d'acier avec isolation de mur extérieur et revêtement au poids d'un système à béton préfabriqué de 100 mm.

Poteaux = 0,38 kN/m²

Béton préfabriqué = 2,39 kN/m²

Dans la construction par panneaux, des ensembles légers coûtent moins cher à transporter et à monter. En particulier, d'importantes économies peuvent être réalisées en matière d'utilisation de grues et d'installation.

- **Poteaux résistants aux charges axiales, solives et chevrons**
Une réduction de la masse d'un immeuble entièrement construit au moyen d'éléments d'ossature en acier légers peut être aussi importante que pour les murs-rideaux. Une telle réduction de la masse économise de diverses façons.
 - Les immeubles non conçus au départ pour un étage supplémentaire peuvent être candidats à une expansion en hauteur.
 - Des fondations superficielles économiques peuvent être possibles sur des sols aux conditions limitées par opposition à de coûteuses fondations en profondeur.
 - Une construction de faible masse réduit au minimum le contreventement latéral en régions sismiques.
 - Dans la construction par panneaux, des ensembles légers coûtent moins cher à transporter et à monter.
 - En général, des ensembles en acier légers permettent une charpente plus économique, car la structure requiert moins de matériaux pour soutenir son propre poids.

Faibles coûts

Par le passé, les constructions à éléments d'ossature en acier légers se sont avérées moins coûteuses que toute autre forme de construction. Nous ne présentons pas de comparaisons des coûts

ici, en raison de la grande variabilité des coûts de construction en fonction de la région géographique et de la demande du marché.

Production en série

Les poteaux en acier de base formant les éléments d'ossature sont des profilés formés à froid fabriqués à partir de tôle d'acier revêtue de zinc ou d'un alliage de 55 % aluminium-zinc. La tôle d'acier avec revêtement est achetée par le fabricant sous forme de bobine mère, qui est par la suite coupée en diverses largeurs en fonction de la géométrie des produits finaux. La bobine coupée d'acier plat est introduite à une extrémité du laminoir et le profilé formé à froid est coupé en longueur à sa sortie à l'autre extrémité. (Sur certains laminoirs, la tôle est coupée en longueur avant son introduction dans le laminoir.)

Contrairement au laminage à chaud des formes d'acier d'ossature, la fabrication des éléments d'ossature en acier légers est effectuée à la température ambiante, d'où le terme « formé à froid ». Un seul laminoir pendant un seul poste de travail peut produire 20 km de profilé droit, hautement uniforme et aux dimensions précises. Comme le processus de fabrication est rapide il n'est pas nécessaire de stocker le produit manufacturé. Les éléments d'ossature en acier légers peuvent donc être fabriqués en fonction d'exigences propres à un projet, dont les longueurs précises de coupe et l'emplacement des trous poinçonnés dans l'âme.

La fabrication de panneaux d'éléments d'ossature en acier légers, sur le chantier ou en usine, augmente les avantages de la production en série (rapidité et contrôle de la qualité) à la fabrication d'ensembles complets. Les panneaux peuvent également être livrés sur le chantier avec certains types de revêtements et finis déjà en place.

Efficacité énergétique

Les immeubles efficaces sur le plan énergétique sont bien isolés et bien étanches afin de retarder les fuites d'air et d'humidité.

L'isolation d'un immeuble avec éléments d'ossature en acier légers est relativement simple, car l'espace entre les poteaux (ou les chevrons de toit/solives) peut être rempli de matelas isolant. Règle générale, de l'isolant rigide est ajouté sur la face externe du système mural de poteaux en acier pour rehausser la valeur R globale et pour contrôler la transmission thermique et le niveau du point de rosée. On trouvera des données de rendement thermique de certaines configurations de système mural de poteaux en acier à l'annexe B.

Fiabilité et durabilité

Les éléments d'ossature en acier légers sont un produit fiable exempt de tout problème de retrait, de gauchissement, de gonflement, de pourrissement, de fluage, de soulèvement des clous ou d'invasion de termites. La durabilité des produits en acier est assurée par des revêtements métalliques anticorrosion combinés à une construction avec des écrans de pluie, des pare-vents et des pare-vapeurs bien conçus et bien construits. Se reporter à l'annexe D pour en savoir plus sur les revêtements métalliques et sur la durabilité.

Résistance à la combustion et au feu

- **Construction non combustible**
Les éléments d'ossature en acier légers satisfont à toutes les exigences prévues pour construction non combustible de certaines composantes d'immeuble dans le *Code national du bâtiment (Canada)* et les divers codes du bâtiment provinciaux.
- **Cotes de résistance au feu**
La cote de résistance au feu correspond au temps nécessaire avant qu'un ensemble perde sa capacité d'obstacle au feu ou de charge suivant certains critères dans le cadre d'essais standard. Le *Code national du bâtiment (Canada)* exige que les immeubles présentant un certain nombre d'occupants et certaines dimensions soient dotés de certains ensembles résistants au feu.

Les cotes de divers ensembles d'éléments d'ossature en acier légers ont été établies et sont présentées sommairement à l'annexe A. En général, ces ensembles doivent être protégés par du placoplâtre pour présenter la cote nécessaire.

Résistance à la transmission acoustique

Le *Code national du bâtiment (Canada)* exige que la conception des cloisons entre les unités de logement présente un indice de transmission du son (ITS) de 50. Pour les cloisons entre une unité de logement et une cage d'ascenseur ou une chute à déchets, un ITS de 55 est exigé. Pour accroître la tranquillité des occupants, un ITS de 55 à 60 peut être exigé.

Les niveaux d'ITS nécessaires peuvent être obtenus au moyen d'éléments d'ossature en acier légers par des combinaisons de profilés résilients, de couches de cloison sèche, d'isolants ou de poteaux en chicane. Les indices de transmission du son de divers ensembles d'éléments d'ossature en acier légers sont indiqués à l'annexe A.

Poinçonnage à l'avance

La fabrication des éléments d'ossature en acier légers prévoit des trous poinçonnés à intervalles réguliers dans l'âme des poteaux, solives ou chevrons afin de permettre le passage des câbles électriques et de la tuyauterie.

Les électriciens et les plombiers n'ont donc pas à percer ou à couper le métal pour installer leurs ouvrages, ce qui réduit au minimum le temps de construction, les coûts et le risque d'endommager les éléments d'ossature en acier légers par inadvertance. Les passe-câbles en plastique adaptés aux trous standard poinçonnés dans les poteaux sont disponibles.

Rapidité et facilité de montage

Les projets de construction n'offrent pas de rendement sur l'investissement du propriétaire tant que l'immeuble n'est pas terminé et occupé. Avec des immeubles dotés d'éléments d'ossature en acier légers le processus de construction peut être accéléré.

La production en série au niveau de la fabrication assure un approvisionnement rapide du produit. Le montage peut progresser rapidement même sous des températures inférieures au point de

congélation, ce qui permet aux corps de métier travaillant à l'intérieur de commencer le travail plus tôt. Les entrepreneurs peuvent choisir entre la construction par panneaux ou par morceau – selon ce qui s'avère plus expéditif pour un projet en particulier.

Attrait et polyvalence architecturale

Avec les éléments d'ossature en acier légers, le concepteur jouit d'un vaste choix de finis correspondant à l'aspect esthétique voulu du projet. Les finis des murs extérieurs couramment combinés avec les éléments d'ossature en acier légers comptent les suivants :

- Panneaux métalliques préfinis (panneaux à paroi unique, panneaux combinés, panneaux-sandwichs)
- Plâtre de ciment de Portland (stuc) sur latte de métal
- Systèmes d'isolation et de finition extérieures
- Parement de brique
- Pierre, carreau de céramique et placages en béton
- Contreplaqué préfini

Des grandes surfaces planes aux petits creux et saillies en courbe ou à angle, les ensembles d'éléments d'ossature en acier légers peuvent satisfaire à la plupart des exigences de formes et détails de conception des immeubles.

Efficacité structurale

• Résistance

Le ratio résistance-poids élevé des éléments d'ossature en acier légers se traduit en d'importantes économies de construction.

- De plus longues portées libres sont possibles.
- L'espacement entre les éléments peut être augmenté afin de réduire au minimum le nombre d'éléments et de raccords.
- Les poteaux résistant aux charges axiales, les solives et les chevrons peuvent se combiner en un système structurel complet pouvant atteindre six étages de hauteur.

• Aptitude au service

- Les éléments d'ossature en acier légers peuvent soutenir d'importantes charges permanentes sans les problèmes de fluage inhérents à de nombreux autres matériaux de construction. Par exemple, des dalles de béton sur des solives en acier légers sont une combinaison logique de matériaux.
- Les caractéristiques de l'acier en font un matériau approprié pour les murs d'appui des parements en brique.

Dans les murs construits entièrement de maçonnerie non renforcée, les fissures en flexion représentent les défaillances structurales ultimes et marquent la fin de la vie utile du mur. Dans une construction à base d'éléments d'ossature en acier légers, les fissures en flexion de la maçonnerie ne représentent qu'un état limite de service plutôt qu'une défaillance structurale ultime.

La largeur des fissures en flexion peut être contrôlée par le choix de critères de déflexion appropriés pour les composants d'appui en acier légers. Une charge supplémentaire substantielle peut être soutenue avant qu'un mur ne présente une défaillance structurale ultime. De plus, lorsque la charge

est enlevée, les fissures en flexion ont tendance à se refermer et le mur revient à sa configuration sans charge. Les normes de conception du béton armé et de la maçonnerie armée tiennent également compte de la fissuration et du besoin de contrôler la largeur des fissures. Cette démarche de conception des poteaux en acier à parement de brique qui tient compte des fissures est officiellement reconnue dans la norme CSA S304.1-F04, *Calcul de la maçonnerie pour les bâtiments (calcul aux états limites)* où des règles structurales sont fournies tant pour la résistance que pour les états limites de service d'un système. Pour plus de détails, se reporter à l'annexe E.

• Adaptabilité

Les éléments d'ossature en acier légers s'intègrent bien à différents systèmes structuraux. Les poteaux résistant aux charges axiales qui soutiennent des poutres en acier ou en bois, des poutres à treillis en acier ou des dalles préfabriquées en béton armé, des solives de plancher qui s'appuient sur de la maçonnerie ou du béton sont des exemples courants.

• Connaissances

Les éléments d'ossature en acier légers font partie de la famille des produits en acier formés à froid dont les performances structurales ont fait l'objet de recherches approfondies depuis 50 ans. Les outils nécessaires pour la conception des structures sont contenus dans la norme CSA-S136 *Spécification nord-américaine pour le calcul des éléments de charpente en acier formés à froid*, un document incorporé par renvoi au *Code national du bâtiment (Canada)*. Certains autres documents de référence utiles sont énumérés dans la bibliographie (annexe G).



ANALYSE DE LA CONCEPTION ET DE LA CONSTRUCTION DE SYSTÈMES D'OSSATURE EN ACIER LÉGERS – RESPONSABILITÉS DES PARTIES

Dans tout projet de construction, les responsabilités peuvent être réparties de diverses façons. La répartition que nous proposons ci-dessous s'est avérée appropriée pour de nombreux projets.

Nous supposons ici que le sous-traitant responsable de l'assemblage et du montage des éléments d'ossature en acier légers conclut un contrat avec le fabricant ou distributeur d'éléments d'ossature en acier légers pour la fourniture des matériaux et conclut un contrat avec un ingénieur en structure pour la préparation de dessins d'atelier de la charpente en acier légère.

Responsabilités de l'architecte

- **Poteaux résistants aux charges latérales**
 - Sélectionne les éléments constitutifs des ensembles muraux.
 - Résout les problèmes de la science du bâtiment touchant les aspects suivants : écrans de pluie, pare-vents, pare-vapeur, solins, raccords entre les éléments, isolation, finis, résistance au feu et transmission du son.
 - Après examen de la documentation du fabricant des éléments d'ossature en acier légers et consultation du fabricant, de l'ingénieur en structure du projet et du fournisseur de revêtements, détermine l'espacement maximal permissible des éléments; les dimensions (épaisseurs minimales et profondeurs) des éléments; la flèche maximale admissible sous la charge latérale due au vent; et les particularités appropriées pour absorber le fléchissement du plancher.
 - Fournit les plans et spécifications contractuels nécessaires.
 - Au cours de la construction, examine l'avancement des travaux; examine les plans d'atelier, les rapports d'usine, les échantillons des éléments d'ossature et les calculs présentés par l'ingénieur de conception des éléments d'ossature en acier légers de l'entrepreneur; examine les rapports de chantier de l'organisme d'inspection indépendant et de l'ingénieur responsable des éléments d'ossature en acier légers.

- **Poteaux résistant aux charges axiales, solives et chevrons**

- Sélectionne les éléments pour la composition des murs, des planchers, du toit et des plafonds.
- Résout les problèmes de la science du bâtiment touchant les aspects suivants : écrans de pluie, pare-vents, pare-vapeur, solins, raccords entre les éléments, isolation, finis, résistance au feu et transmission du son.
- Fournit l'expertise architecturale nécessaire pour permettre à l'ingénieur en structure du projet de déterminer les dimensions des éléments (épaisseurs minimales et profondeurs), les espacements admissibles des éléments et les flèches maximales admissibles.
- Fournit les plans architecturaux nécessaires prévus au contrat.
- Fournit l'expertise architecturale nécessaire pour permettre à l'ingénieur en structure du projet de préparer les spécifications contractuelles.
- Coordonne les plans électriques, mécaniques, structuraux et architecturaux.
- Au cours de la construction, examine l'avancement des travaux; examine les plans d'atelier, les rapports d'usine, les échantillons des éléments d'ossature et les calculs présentés par l'ingénieur de conception des éléments d'ossature en acier légers de l'entrepreneur; examine les rapports de chantier de l'organisme d'inspection indépendant et de l'ingénieur responsable des éléments d'ossature en acier légers.

Responsabilités de l'ingénieur en structure

- **Poteaux résistants aux charges latérales**

- Assure la conception détaillée de remplacement pour les ouvertures murales qui dépassent les capacités structurales des éléments d'ossature en acier légers.
- Assure la conception structurale détaillée appropriée pour les raccords entre la structure principale et les ensembles muraux d'éléments d'ossature en acier légers.
- Fournit des données relatives au fléchissement maximal du plancher prévu à l'ingénieur en structure du projet.
- N'assure pas l'examen de l'avancement des travaux ni l'examen des documents présentés par l'entrepreneur.

(Nota : si une expertise supplémentaire de la part de l'ingénieur en structure du projet est demandée, il pourrait être nécessaire de renégocier la répartition des honoraires relatifs à la conception structurale entre l'architecte et l'ingénieur en structure du projet.)

- **Poteaux résistant aux charges axiales, solives et chevrons**

- En consultation avec l'architecte et le fabricant des éléments d'ossature en acier légers, détermine les dimensions (épaisseurs minimales et profondeurs) des

éléments, les espacements admissibles des éléments et les flèches maximales admissibles.

- Fournit des plans de structure prévus au contrat intégrant les éléments suivants : charges théoriques; emplacement des murs résistant aux charges axiales et des murs résistant aux charges latérales dues au vent; configuration des solives et chevrons; emplacement des éléments porteurs de charges latérales y compris les murs de contreventement latéral et les entretoises horizontales de contreventement, ainsi que les charges appliquées, les ouvertures, la conception détaillée type et la conception des fondations.
- En consultation avec l'architecte, élabore les spécifications contractuelles.
- Au cours de la construction, examine l'avancement des travaux; examine les plans d'atelier, les rapports d'usine, les échantillons des éléments d'ossature et les calculs présentés par l'ingénieur de conception des éléments d'ossature en acier légers de l'entrepreneur; examine les rapports de chantier de l'organisme d'inspection indépendant et de l'ingénieur responsable des éléments d'ossature en acier légers.

Responsabilités du fabricant

- **Poteaux résistants aux charges latérales**

- Aide l'architecte à déterminer les espacements maximaux admissibles des éléments, les dimensions (épaisseurs minimales et profondeurs) des poteaux, la flèche maximale admissible appropriée sous les charges dues au vent et la conception détaillée pour absorber le fléchissement des planchers.
- Ne fournit pas les plans d'atelier et n'assure pas l'examen en cours de construction.

- **Poteaux résistant aux charges axiales, solives et chevrons**

- Aide l'architecte et l'ingénieur en structure du projet à déterminer les dimensions (épaisseurs minimales et profondeurs) des éléments, les espacements admissibles des éléments et la flèche maximale admissible appropriée.
- Ne fournit pas les plans d'atelier et n'assure pas l'examen en cours de construction.

Responsabilités de l'entrepreneur

Les responsabilités de l'entrepreneur en matière d'examen de la conception et de la construction doivent être assumées par un ingénieur responsable de la conception des éléments d'ossature en acier légers, c'est-à-dire un ingénieur qui connaît bien la construction au moyen de systèmes d'ossature en acier légers.

- **Poteaux résistants aux charges latérales**

- Calcule les charges latérales dues au vent théoriques.
- Prépare les plans d'atelier nécessaires portant le timbre professionnel de l'ingénieur responsable de la conception des éléments d'ossature en acier légers.

(Nota : Les plans d'atelier comprennent tous les diagrammes détaillés d'atelier et de montage nécessaires; avec les dimensions, emplacements, épaisseurs sans revêtement, et propriétés mécaniques des éléments; avec les plans détaillés des raccords pour la fixation de la charpente elle-même et sa fixation à la structure; avec les détails des raccordements, le cas échéant; avec les dimensions, les cadres d'ouvertures de fenêtres, les exigences de travaux connexes et les méthodes d'installation critiques; avec le contreventement temporaire nécessaire pour les fins de montage; et avec indication des charges latérales dues au vent théoriques.)

- Au cours de la construction, assure l'examen sur place.

- **Poteaux résistant aux charges axiales, solives et chevrons**

- Calcule les charges latérales dues au vent théoriques. Ne calcule pas les charges de gravité théoriques. (Celles-ci sont fournies sur les plans de structure contractuels.)
- Prépare les plans d'atelier nécessaires portant le timbre professionnel de l'ingénieur responsable de la conception des éléments d'ossature en acier légers.

(Nota : Les plans d'atelier comprennent tous les diagrammes détaillés d'atelier et de montage nécessaires; avec les dimensions, emplacements, épaisseurs sans revêtement, et propriétés mécaniques des éléments; avec les plans détaillés des raccords pour la fixation de la charpente elle-même et sa fixation à la structure; avec les détails des raccordements, le cas échéant; avec les dimensions, les cadres d'ouvertures de fenêtres, les exigences de travaux connexes et les méthodes d'installation critiques; avec le contreventement temporaire nécessaire pour les fins de montage; et avec indication des charges latérales dues au vent théoriques.)

- Au cours de la construction, assure l'examen sur place.





VU D'ENSEMBLE DE LA SCIENCE DU BÂTIMENT

Les principales exigences de conception d'un mur extérieur ont été énoncées pour la première fois par Hutcheon dans le *Canadian Building Digest* n° 48, en 1963.

Les murs extérieurs doivent :

- Contrôler le flux thermique;
- Contrôler le passage de l'air;
- Contrôler le passage de la vapeur d'eau;
- Empêcher la pluie de pénétrer;
- Contrôler la lumière, le rayonnement solaire et autres radiations;
- Contrôler le bruit;
- Empêcher la propagation du feu;
- Assurer de la résistance et de la solidité;
- Être durables;

- Être esthétiques;
- Être économiques.

Certains auteurs ont proposé des ajouts à cette liste, dont le principal est le suivant :

- Être constructibles

Pour être constructible, un système bien conçu doit tenir compte à la fois des compétences et des limitations des métiers du bâtiment, faire appel à des matériaux de construction rapidement et facilement utilisables et des méthodes de construction courantes, prévoir des tolérances dimensionnelles de construction types et tenir compte des problèmes de séquence des opérations de construction.

Le présent guide se concentre principalement sur le flux thermique, le passage de l'air et de la vapeur d'eau et la pénétration de la pluie.

Des explications beaucoup plus détaillées de la science du bâtiment et de l'enveloppe sont présentées dans la documentation. Se reporter aux documents de référence énumérés à l'annexe G.

Pénétration et contrôle de la pluie

Dans le *Canadian Building Digest* n° 40, en 1963, G.K. Garden a énuméré les principes de base de la pénétration de la pluie et des moyens de l'empêcher. Les explications ci-dessous sont tirées en grande partie de ce document et sont complétées par les résultats de travaux plus récents.

Comme l'indique Garden, la pénétration de la pluie est attribuable à la présence de l'eau sur un mur, d'ouvertures pour en permettre le passage et de forces pour la pousser ou la tirer vers l'intérieur. Il a illustré les mécanismes de base de la pénétration de la pluie par des diagrammes semblables à ceux de la figure 6.

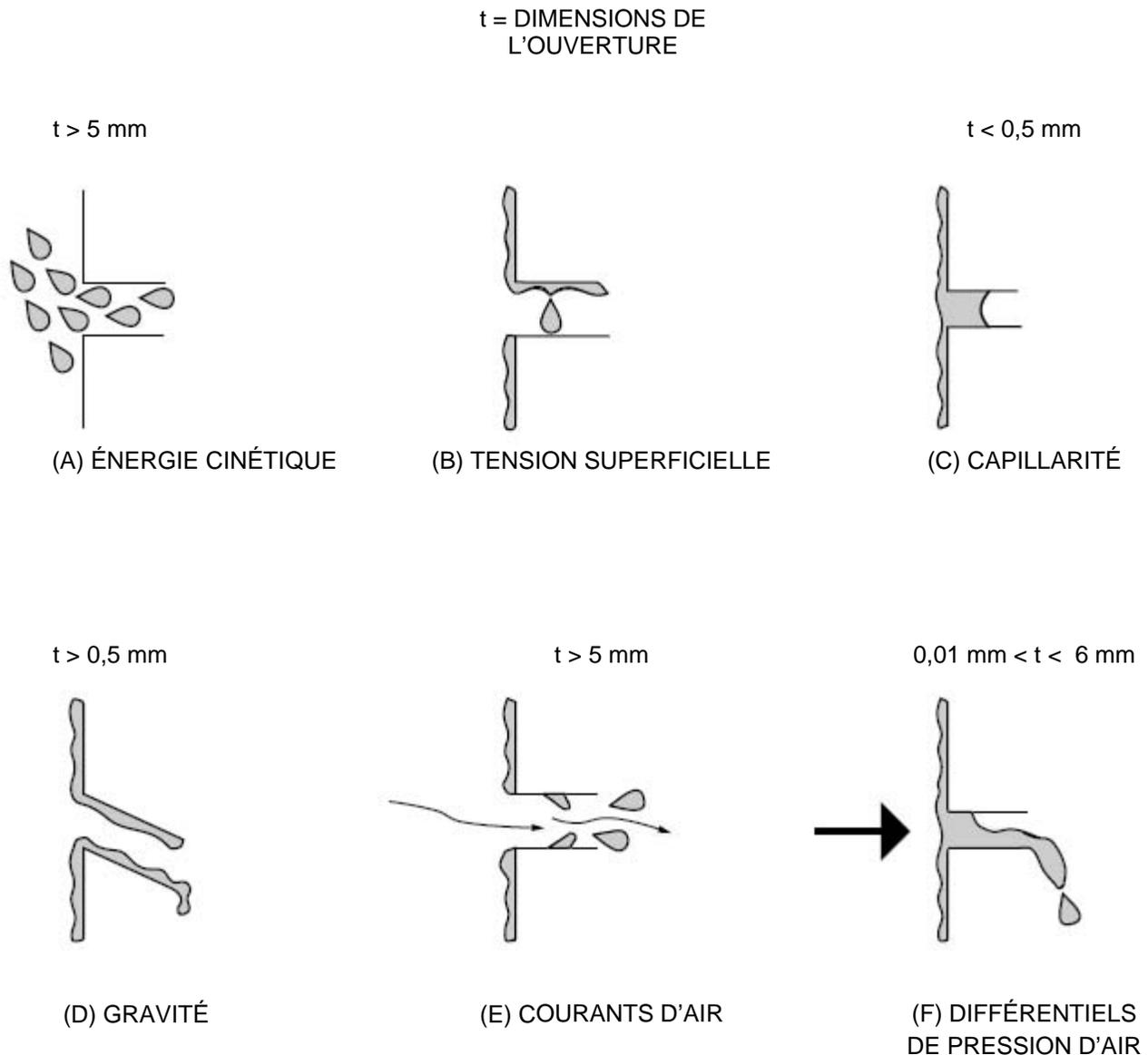


Figure 6 : Forces s'exerçant sur un mur à écran de pluie à pression équilibrée.

La pénétration attribuable à l'énergie cinétique (figure 6A) consiste simplement en de la pluie poussée par le vent qui pénètre dans une grande ouverture, comme une fenêtre ouverte. Il est relativement facile de concevoir une solution contre ces ouvertures. De grandes ouvertures comme des sorties de ventilateur peuvent être protégées par des battants ou déflecteurs appropriés.

Des larmiers sont généralement prévus sur la face inférieure des dalles et appuis extérieurs pour empêcher le flux de l'eau par tension superficielle (figure 6B).

La pénétration de la pluie par simple gravité (figure 6D) peut être très importante si des ouvertures accidentelles détournant l'eau vers l'intérieur et vers le bas sont présentes en raison d'erreurs de construction ou de détérioration post-construction. Des dalles de

balcon extérieures ou des appuis de fenêtre extérieurs inclinés vers l'intérieur de l'immeuble, des solins de mur creux dont la pente va dans le mauvais sens ou des solins sans bord sont des erreurs de construction typiques. La détérioration des joints d'étanchéité aux raccords de contrôle avec même de petites fissures (d'aussi peu que 0,5 mm) peuvent laisser passer de l'eau par écoulement gravitaire. La fissuration des joints supérieurs de parement de brique est un autre problème courant. Ces types de fuites peuvent être aggravés par la tendance de l'eau qui s'écoule le long de la façade de l'immeuble à se concentrer dans les joints.

L'eau libre ne peut être pompée dans une ouverture en raison des seules forces capillaires (figure 6C) La succion capillaire n'agit que pour apporter l'eau dans un espace limité par des surfaces mouillables. L'eau qu'elle retient n'a pas tendance à suinter à moins qu'une force externe ne s'exerce, comme la pression du vent (figure 6F) Même en présence d'une force externe, de petits espaces capillaires retiennent l'eau avec une succion tellement élevée qu'ils ne contribuent pas à la pénétration de l'eau de façon significative. Cependant, de grands espaces capillaires présentent une succion plus faible et des volumes d'eau plus importants et les mêmes forces externes peuvent alors entraîner une grande pénétration d'humidité.

Les explications ci-dessous se concentrent sur la pénétration de la pluie entraînée par un différentiel de pression d'air sur la totalité du système mural ou sur une partie du système. Ce différentiel de pression d'air est occasionné principalement par le vent et, dans une moindre mesure, par un effet cheminée et la pressurisation mécanique. Nous allons maintenant passer en revue deux méthodologies de conception fondamentales touchant la pénétration de la pluie sous l'effet de la pression.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, la pénétration de la pluie résulte de la présence d'eau sur le mur, d'ouvertures qui permettent le passage et des forces pour la pousser ou la tirer à l'intérieur. La méthode du colmatage superficiel contrôle la pénétration de la pluie en éliminant les ouvertures, tandis que la méthode de l'écran de pluie ouvert élimine les forces.

Méthode du colmatage superficiel

Un système mural à colmatage superficiel est représenté schématiquement à la figure 7. La face externe et le scellant aux joints forment l'unique barrière résistante au vent et à la pluie.

• Avantages

- Les travaux d'étanchéité peuvent se concentrer sur une seule face.
- L'épaisseur globale du mur est maintenue à un minimum.
- Les coûts sont réduits au minimum.

• Inconvénients

- Toutes les ouvertures résultant d'imperfections de la face externe ou des joints d'étanchéité entraîneront la pénétration d'eau dans l'ensemble mural. Cette sensibilité aux imperfections est le résultat direct du différentiel de pression d'air et de pression d'eau sur une même face.
- Les joints d'étanchéité sont exposés aux effets nuisibles des températures extrêmes et des intempéries, de

l'expansion et de la contraction, ainsi que des rayons ultraviolets du soleil.

Si des imperfections se présentent et que de l'humidité s'accumule dans le mur, il risque de n'y avoir que peu de possibilités de séchage. Certains systèmes de colmatage superficiel sont imperméables à la vapeur et à l'air. Or, la perméabilité de la vapeur à l'extérieur est nécessaire pour le séchage.

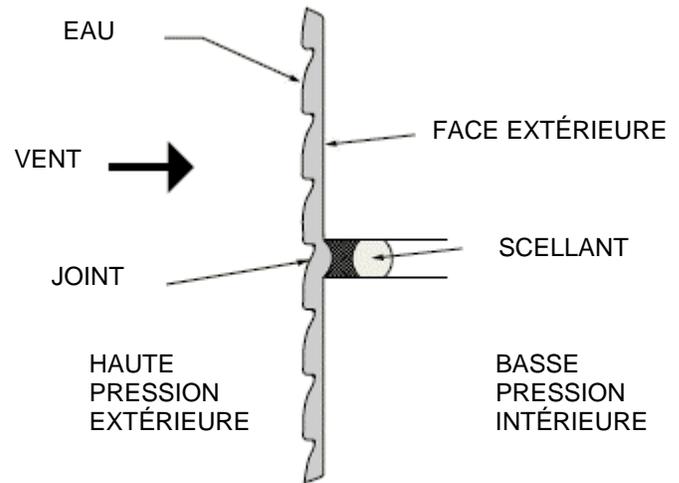


Figure 7 : Mur à colmatage superficiel.

Méthode de l'écran de pluie à pression équilibrée

Le système mural avec écran de pluie à pression équilibrée est représenté schématiquement à la figure 8.

Un mur avec écran de pluie à pression équilibrée est composé d'un écran de pluie extérieur, d'une cavité et d'un système de pare-vent intérieur. L'écran de pluie extérieur est mis à l'air extérieur de façon à ce que toute variation de la pression d'air extérieure soit suivie immédiatement d'une variation de la pression d'air dans la cavité d'équilibrage. La pression d'air entre la cavité et l'extérieur est donc équilibrée et il ne devrait y avoir aucune chute de pression ou une chute de pression trop faible pour forcer la pénétration de la pluie par les ouvertures de l'écran de pluie. La différence de pression d'air sur le mur est plutôt absorbée par le système pare-vent intérieur.

• Avantages

- L'écran de pluie extérieur n'est pas sensible aux imperfections. Toute ouverture accidentelle (par exemple dans le scellant ou les joints de mortier) ne risque pas de contribuer à accroître la pénétration de la pluie car le différentiel de pression suscitant la pénétration de l'eau est éliminé (ou, du moins, substantiellement réduit)
- Une seconde ligne de défense est assurée contre la pénétration de l'eau. L'eau qui traverse l'écran de pluie extérieur ne comble pas la cavité, mais s'écoule sur la face interne de l'écran de pluie pour être drainé.
- Le système pare-vent est protégé des effets nuisibles de l'eau, des rayons ultraviolets et des températures extrêmes.
- Comme le pare-vent intérieur ne se mouille pas, toute fuite d'air mineur qui s'y produirait ne contribue pas à la

pénétration de l'eau. (Des pare-vents non étanches à l'air peuvent, toutefois, avoir d'autres conséquences. Voir la section sur les fuites d'air et leur contrôle)

- La circulation d'air dans la cavité peut aider au séchage.

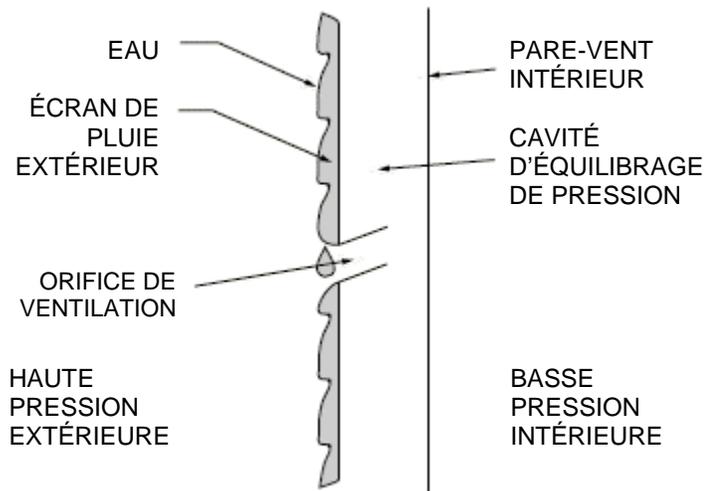


Figure 8 : Mur avec écran de pluie à pression équilibrée.

• Inconvénients

- La présence nécessaire d'une cavité accroît l'épaisseur générale du mur.
- Les murs à écran de pluie peuvent être plus coûteux que les murs à colmatage superficiel.
- Un équilibrage de pression véritable exige une conception et une construction soignées. Voir les explications ci-dessous.

L'équilibrage de la pression exige de prêter attention à certains aspects de la conception et de la construction :

- Les orifices de ventilation et les chantepleures¹ dans l'écran de pluie doivent avoir une superficie adéquate. Les dimensions requises des orifices de ventilation dépendent du volume de la cavité, du taux de fuite du pare-vent et de la souplesse de l'ensemble pare-vent.
- Le pare-vent doit présenter un faible taux de fuite. Il est possible d'avoir un mur à pression équilibrée même avec un taux de fuite élevé du pare-vent, mais cela exige un flux d'air considérable par l'écran de pluie pour fournir l'air d'appoint. Bien que le principe d'équilibrage de la pression soit sauf, la pénétration d'eau par l'écran de pluie pourrait encore se produire par le mécanisme illustré à la figure 6E.

¹ Les chantepleures sont des ouvertures placées dans les joints de mortier du parement de brique au niveau des solins (cornières d'appui, linteaux de fenêtre et fondations) pour permettre à l'humidité de s'échapper. Les orifices de ventilation sont des orifices placés dans les joints de mortier du parement de brique dans le haut de la cavité pour permettre la circulation de l'air dans l'espace d'air conjointement avec les chantepleures. Voir la norme CSA A371-94 pour plus de précisions sur la dimension et l'emplacement des chantepleures et des orifices de ventilation.

- Le flux d'air horizontal dans la cavité doit être contrôlé. Un flux d'air horizontal se produit parce que la pression positive du vent sur un mur est toujours accompagnée d'une pression négative du vent sur les murs des côtés adjacents. Voir la figure 9a. Ce flux horizontal contrebalance substantiellement les autres efforts pour créer un mur à pression équilibrée. Des déflecteurs verticaux sont nécessaires au moins aux coins de l'immeuble. Voir la figure 9b.

Certains experts en bâtiment ont affirmé qu'un véritable écran de pluie ouvert n'est pas pratique surtout parce que l'équilibrage de pression est difficile à réaliser. Ils ont proposé un autre type de mur appelé écran « de drainage » ou écran de pluie à pression modérée, dont les caractéristiques de construction sont similaires à celles de l'écran de pluie mais sans effort particulier pour équilibrer la pression. Avec cette méthode, l'eau pénètre l'écran de pluie extérieur et il faut principalement s'assurer que l'eau ne comble pas la cavité et peut être drainée. De nombreux murs existants, bien qu'ils soient conçus comme des écrans de pluie à pression équilibrée, sont probablement plus proches du principe de l'écran de drainage.

Les murs de poteaux en acier à parement de brique sont plutôt des systèmes à écran de drainage même lorsque tout est fait pour assurer l'équilibrage de la pression. Des expériences en laboratoire indiquent qu'en l'absence de différentiel de pression, beaucoup de l'eau pénètre par des fissures des joints transversaux en raison du flux gravitaire (Newman 1981 et Brown 1995). Pour ces types de murs, un écran de pluie à pression équilibrée presque parfait peut ne pas être rentable. Il faudrait peut-être s'efforcer d'équilibrer partiellement la pression avec de bonnes caractéristiques d'exécution visant à éliminer l'humidité de la cavité. L'élimination de l'humidité dépend des éléments suivants :

- Une dimension adéquate d'espace d'air.
- Un minimum de remplissage au mortier.
- Des solins bien reliés au mur de fond, une pente adéquate, des bords et recouvrements adéquats, une dimension adéquate du larmier, et des matériaux étanches, durables et robustes qui peuvent soutenir toute contrainte en cours de construction.
- Des chantepleures dégagées, exemptes d'obstacle (principalement du mortier)

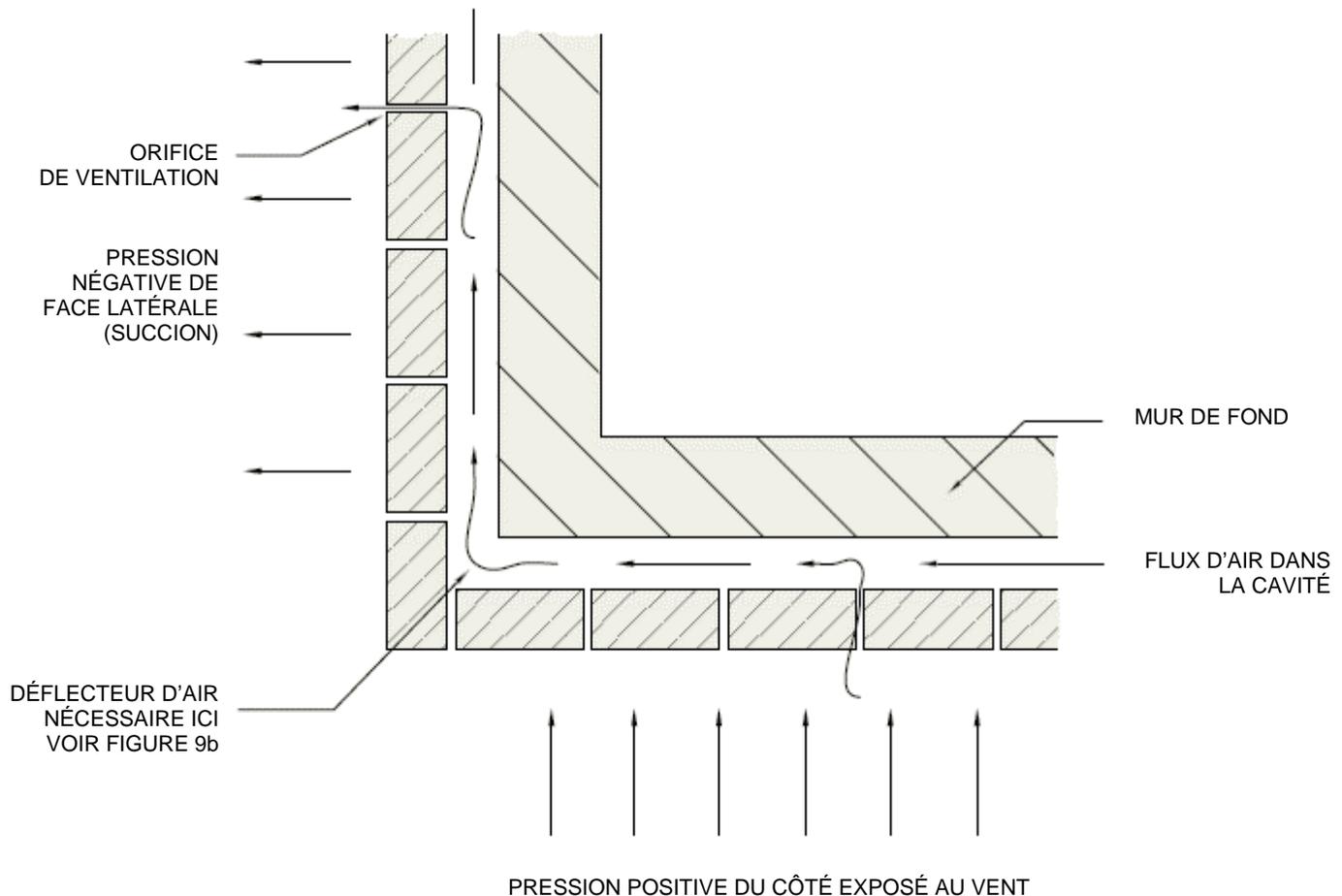


Figure 9a : Absence d'équilibrage de pression en raison du flux d'air horizontal (Drysdale et Suter, 1991)

Fuites d'air et contrôle

Les fuites d'air sont le mouvement incontrôlé de l'air dans l'enveloppe de l'immeuble et résultent de l'action du vent, de l'effet de cheminée ou des pressions créées par des systèmes de ventilation mécanique. L'exfiltration d'air au cours de la saison hivernale accroît les besoins de chauffage et d'humidification et l'infiltration d'air au cours de la saison estivale accroît les besoins de climatisation et de déshumidification. Même lorsque le volume d'air n'est pas important sur le plan du chauffage et du conditionnement d'air, la quantité d'humidité qui migre et se condense dans le système mural peut occasionner divers autres effets nuisibles dont la diminution de la valeur R , l'efflorescence et l'effritement de la brique, l'accumulation de glace dans les cavités et sous les soffites, la détérioration du placoplâtre, la moisissure et la corrosion.

Ces problèmes de fuite d'air peuvent être contrôlés par une conception et une installation appropriées de pare-vent et pare-vapeur. Des revêtements standard peuvent jouer le rôle de pare-vent à condition que la perméabilité générale soit contrôlée, que les joints soient scellés, que la continuité du pare-vent soit maintenue et que le revêtement et ses raccords aient la capacité structurale de résister au différentiel de pression le long du pare-vent. Les plans détaillés fournis sont basés sur la méthode de pare-vent avec cloison sèche.

L'annexe C comprend des taux de flux d'air par une série de matériaux pare-vent courants. Ces taux sont nécessaires pour confirmer la conformité du pare-vent avec le *Code national du bâtiment (Canada) 1995*.

Interaction entre le flux air/vapeur et le rendement thermique

Les systèmes muraux avec poteaux en acier sont souvent construits avec matelas isolant dans l'espace entre les poteaux. Certains principes de science du bâtiment exigent une attention particulière pour ce type de construction :

- **Isolation extérieure**

Dans toutes les conditions climatiques du Canada, sauf les plus douces, il faut prévoir au moins 25 mm d'isolation rigide sur la face externe des poteaux afin de réduire au minimum le pontage thermique et la condensation. Plus d'isolation peut être nécessaire pour maintenir le point de rosée de l'isolation extérieure loin de la cavité des poteaux et des surfaces de la charpente en acier. Autrement, toute l'isolation peut être transférée sur la face extérieure.

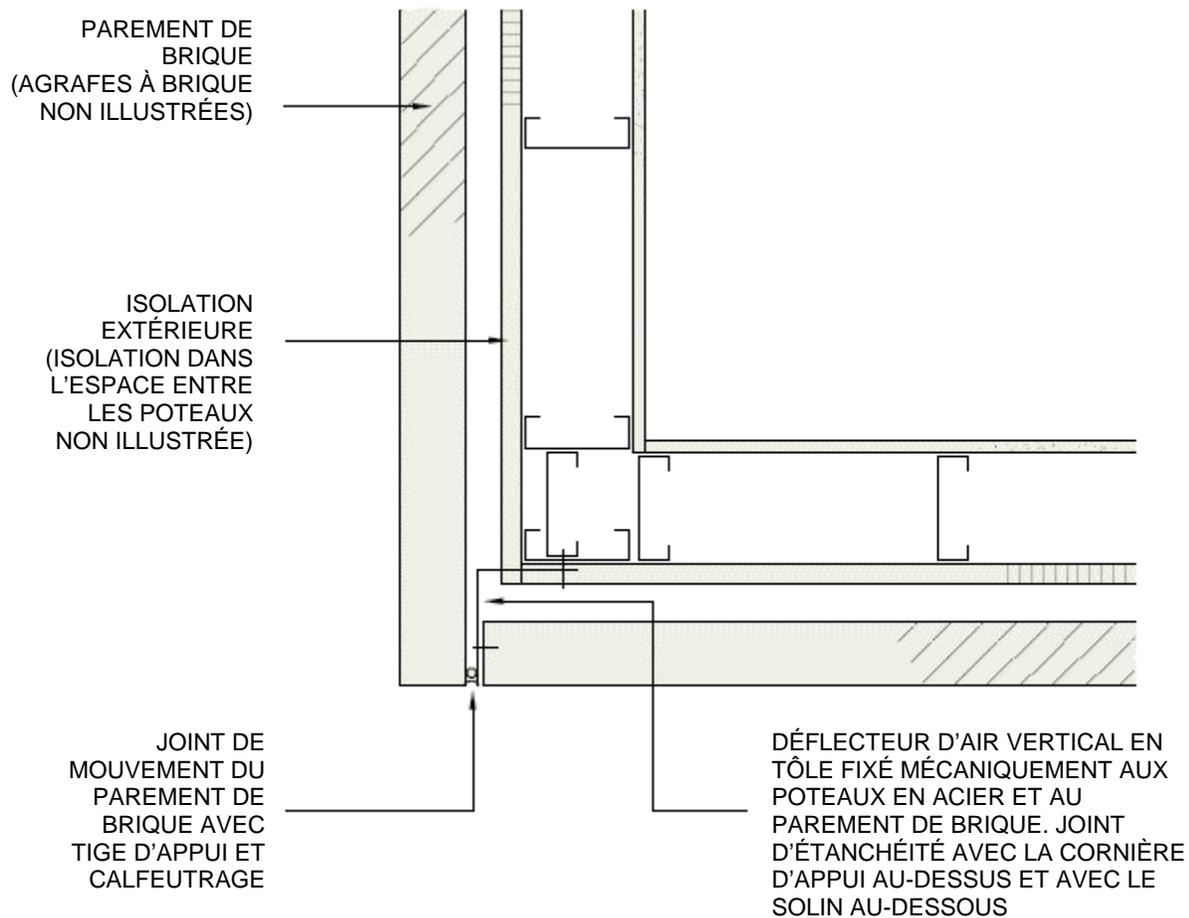


Figure 9b : Déflecteur d'air de coin pour réduire le flux d'air horizontal dans la cavité.

Dans une étude parrainée par la Société canadienne d'hypothèque et de logement (*Drysdale 1990*), les murs à poteaux en acier avec isolation dans l'espace entre les poteaux ont été étudiés sous des conditions hivernales simulées (minimum de $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$) avec humidité relative de 35 à 40 % du côté exposé à la chaleur ($21\text{ }^{\circ}\text{C}$) et un différentiel de pression continu (75 Pa) sur tout le mur. Des imperfections ont été intégrées délibérément dans le pare-vent pour permettre l'étude de la vulnérabilité du système aux fuites d'air. Sans isolation extérieure, l'étude a révélé que de l'humidité s'accumulait tant sur les poteaux que sur la face interne du revêtement extérieur. Avec une isolation de polystyrène rigide de 25 mm, il n'y avait pas d'accumulation d'humidité ni sur les poteaux, ni sur la face interne du revêtement extérieur. Avec une isolation de polystyrène rigide de 25 mm et avec une humidité relative plus élevée du côté exposé à la chaleur, de la condensation a été observée sur la face interne du revêtement extérieur. Consulter le rapport de recherche pour plus de détails.

Sans isolation extérieure, l'accumulation d'humidité et la corrosion des pièces en acier est une nette possibilité dans de

nombreuses régions du Canada. De plus, la quantité d'humidité qui s'accumule sur le revêtement extérieur peut dépasser la capacité de mouillage du revêtement et la capacité de séchage du mur.

Avec l'isolation extérieure (au moins 25 mm), la condensation sur les pièces en acier est généralement négligeable. En l'occurrence, le pontage thermique à l'endroit des poteaux est une vertu, car ils conduisent la chaleur du côté froid et maintiennent leur température au-dessus du point de rosée.

Le potentiel de condensation entre les poteaux peut être étudié à l'aide de la formule de résistance classique servant à déterminer la température en un point du mur pour fins de comparaison avec le point de rosée calculé. La formule de résistance peut se présenter comme suit :

$$t_x = t_i - (R_x / R_t)(t_i - t_o)$$

Où :

t_x = température en un point donné du mur

R_x = résistance de l'air intérieur en un point donné du mur où la température doit être déterminée

R_t = résistance globale du mur de l'air intérieur à l'air extérieur

t_i = température de l'air intérieur

t_o = température de l'air extérieur

Pour les systèmes muraux à poteaux en acier et parement de brique, le calcul de la résistance globale du mur (R_t) exclut généralement l'espace d'air de la cavité et le parement de brique, car ils sont « court-circuités » thermiquement par l'air circulant par les chantepleures et les orifices de ventilation.

Cette formule doit être utilisée judicieusement. Si on suppose des humidités intérieures et températures extérieures extrêmes, des conceptions trop prudentes peuvent en résulter. Un mouillage occasionnel de l'espace entre les poteaux peut également être acceptable à condition qu'il y ait possibilité de séchage à l'extérieur et que les matériaux des murs puissent tolérer l'humidité, comme la tôle d'acier revêtue.

D'autres indications sont fournies dans le *Code national du bâtiment (Canada) 1995*, Partie 9, alinéa 9.25.1.2 (à titre informatif seulement – cet alinéa ne s'applique pas aux immeubles du type visé aux parties 3 - 4) Cet alinéa s'appuie sur les principes contenus dans la *Solution constructive n° 41* de l'IRC.

- **Résistance à l'humidité et possibilité de séchage**

Si de l'isolant est utilisé dans l'espace entre les poteaux, le pare-vent/pare-vapeur est installé de préférence du côté de l'isolant exposé à la chaleur. Dans les exemples de plans détaillés qui suivent, une cloison sèche avec pare-vent intérieur combinée à un pare-vapeur en polyéthylène est utilisée à cette fin.

Il faut également s'assurer que le revêtement extérieur et/ou l'isolant ne deviendra pas un pare-vent/pare-vapeur accidentel, car cela empêcherait le mur de sécher par mise à l'air extérieur. Il est recommandé de veiller à ce que la perméabilité de l'air et de la vapeur vers l'extérieur soit assurée. Voici à ce sujet un extrait d'un document de recherche (*Drysdale et Suter, 1991*) :

« Les essais, analyses et examens sur le terrain ont tous démontré que la masse d'eau pouvant être transportée dans un mur par fuite d'air par un très petit orifice est plusieurs fois plus importante que la quantité d'eau transmise par un mur par diffusion.

Par conséquent, lorsque l'humidité en suspension dans l'air se condense, il est très improbable que cette condensation puisse être éliminée en quantité suffisante par transmission de vapeur vers l'extérieur. De fait, le séchage se produit généralement par déplacement d'air sec dans le mur sous différentes conditions météorologiques. »

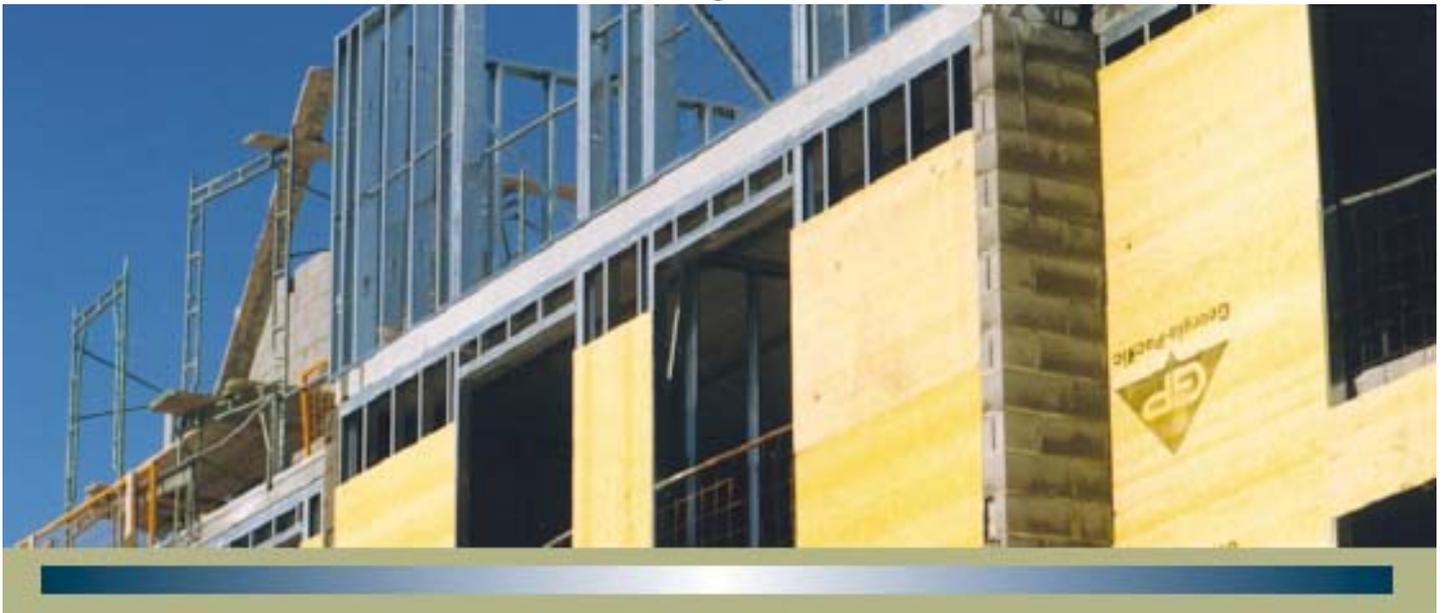
De plus, les éléments du système mural doivent être résistants au mouillage occasionnel.

- Le revêtement extérieur doit être résistant à l'humidité. Une cloison sèche extérieure classique à base de

placoplâtre doit être protégée par une membrane de revêtement.

- Il faut envisager un revêtement plus robuste sur les poteaux et rails, soit de zinc Z275, soit d'un revêtement AZM 150 d'alliage 55 % aluminium-zinc. (*Les spécifications S5 et S6 de l'ICTAB indiquent Z180 comme galvanisation minimale. Moyennant des coûts légèrement plus élevés, la galvanisation Z275 prolongera d'environ 50 % la durée de vie en cas de corrosion.*)
- Les devis doivent prévoir des éléments de fixation résistants à la corrosion.
- Pour la construction à poteaux en acier avec parement de brique, les agrafes de brique doivent satisfaire aux exigences de revêtement prévues dans la norme CSA A370 (Voir l'annexe E).





EXEMPLES DE PLANS D'EXÉCUTION

Introduction

Les exemples de plans d'exécution des prochaines pages prévoient un système mural à poteaux d'acier avec parement de brique, intégré à un immeuble commercial d'un étage avec charpente d'éléments en acier laminé à chaud. L'exemple de plan d'exécution D1 porte sur les poteaux à l'extérieur de la face de la structure et l'exemple D2 illustre les poteaux de remplissage.

Pour les deux exemples, un matelas isolant a été placé dans l'espace entre les poteaux et complété par 25 mm d'isolant rigide extérieur. *(On suppose ici que le mur n'a pas besoin d'être résistant au feu.)* Pour cette configuration d'isolation, l'espace entre les poteaux peut atteindre le point de rosée par temps froid. Par conséquent, la conception et la construction de ce mur exigent les éléments suivants :

- Pare-vent/pare-vapeur de bonne qualité du côté du matelas isolant exposé à la chaleur.
- Matériaux résistant à l'humidité.
- Capacité de séchage vers l'extérieur du système mural de l'espace entre les poteaux vers l'extérieur.

Les plans d'exécution illustrés prévoient 25 mm d'isolant de polystyrène extrudé extérieur. Cet isolant remplit une double fonction – comme isolation extérieure et pour faire obstacle à toute pluie qui franchirait l'écran de pluie du parement de brique extérieur et l'espace d'air de 50 mm. Pour obtenir la capacité de séchage voulue vers l'extérieur, des ouvertures à intervalle régulier dans l'isolant extérieur sont nécessaires. À moins d'être pratiquées avec soin, ces ouvertures peuvent altérer la capacité de l'isolation à éliminer l'eau et permettre plutôt à l'eau d'être acheminée dans l'espace isolé entre les poteaux.

Comme solution possible, les plans d'exécution montrent l'isolant extérieur installé avec des joints à recouvrement. Le recouvrement horizontal est orienté de façon à ce que l'eau aurait à s'écouler suivant une pente ascendante pour pénétrer dans l'espace entre les poteaux. Si l'isolation est fournie avec des joints aboutés, il faut alors

apposer du ruban adhésif sur les joints. *(Même avec des joints à recouvrement, du ruban adhésif peut être souhaitable pour veiller à ce que les joints ne se remplissent pas d'eau par succion capillaire et qu'ils ne pompent pas l'eau par la suite dans l'espace entre les poteaux sous l'action d'un différentiel de pression externe, comme le vent)* Les attaches de brique de type baïonnette sont installées de l'intérieur par coupage à la scie de l'isolant extérieur; la plaque d'assemblage est ensuite mise en place au travers de l'isolant, puis elle est fixée aux poteaux au moyen de vis autoperceuses. Les coupures à la scie constituent cependant des accès possibles pour l'eau et doivent être calfeutrées de l'extérieur.

À ce stade, l'isolation extérieure est un écran étanche qui ne permettra pas à l'humidité qui s'infiltrerait dans l'espace entre les poteaux de s'échapper à l'extérieur durant le séchage. Ce problème est réglé en prévoyant des orifices nécessaires sous forme d'étroites entailles à la scie à chaque point médian entre les poteaux et à 600 mm d'entraxe vertical. Ces entailles à la scie sont horizontales mais suivent une pente descendante de 45° vers l'extérieur, d'environ 50 mm de long et découpées au moyen d'une scie à guichet dont les dents sont configurées pour produire un gros trait de scie.

Le résultat est une couche isolante qui repousse l'eau s'écoulant vers le bas de la face externe et permet une circulation d'air suffisante pour le séchage. Les ouvertures servent également à réduire tout différentiel de pression dû au vent qui pourrait se manifester accidentellement sur l'isolation extérieure.

Pour les immeubles présentant des niveaux d'humidité de modérés à élevés ou sous des températures hivernales plus froides, une autre configuration d'isolation pourrait être envisagée – soit l'augmentation de l'isolation extérieure, soit le déplacement de toute l'isolation sur la face externe des poteaux.

Il est à noter que les plans d'exécution illustrés n'abordent pas certains problèmes des systèmes muraux à poteaux en acier avec parement de brique comme les joints d'absorption de mouvement, linteaux au-dessus d'ouvertures murales, exigences détaillées aux interfaces avec les fenêtres et portes et exigences structurales générales. Les concepteurs sont invités à consulter les références à l'annexe G et en particulier les normes de conception structurales de la CSA.

Exemple D1 – Plan d'exécution D1-1

Système mural à poteaux en acier résistant aux charges latérales dues au vent, avec parement de brique – Immeuble commercial à un étage

La charpente de cet immeuble commercial à un étage est constituée d'éléments en acier laminé à chaud. Le système mural à poteaux en acier est installé à l'extérieur de la face de la charpente en acier, avec un parapet d'une hauteur suffisante pour cacher les unités mécaniques sur le toit. L'immeuble est doté d'un toit multicouche classique sur tablier en acier.

Avec le système mural à poteaux en acier installé à l'extérieur de la face de la charpente en acier :

Avantages

- La charpente du parapet peut être constituée de poteaux en acier. Aucun autre élément en acier laminé à chaud n'est nécessaire.
- Le contreventement en croix en acier de charpente laminé à chaud n'interfère pas avec les poteaux en acier.

Inconvénients

- Les colonnes empiètent sur l'espace intérieur.

L'exemple de construction D1 montre également la portion du parapet du mur fixée à la charpente en acier du toit de façon à ce qu'ils fléchissent ensemble sous le poids de la neige sur le toit. Les poteaux du mur en dessous sont conçus pour absorber le fléchissement.

Avec le parapet fixé à l'acier de charpente du toit :

Avantages

- Il n'y a aucun mouvement différentiel entre le toit et le parapet, ce qui simplifie la conception du solin et le raccordement entre le pare-vent du mur et le pare-vent du toit.

Inconvénients

- Les poteaux sont en deux pièces sur la hauteur du mur et il faut prévoir l'absorption du fléchissement par un rail interne et par un rail externe.

Comme solution de remplacement, les poteaux pourraient continuer sans interruption sur toute la hauteur du mur avec un raccordement par attache coulissante à la poutre de toit en acier. Cette méthode simplifierait le système de poteaux en acier, mais compliquerait les solins et les pare-vents.

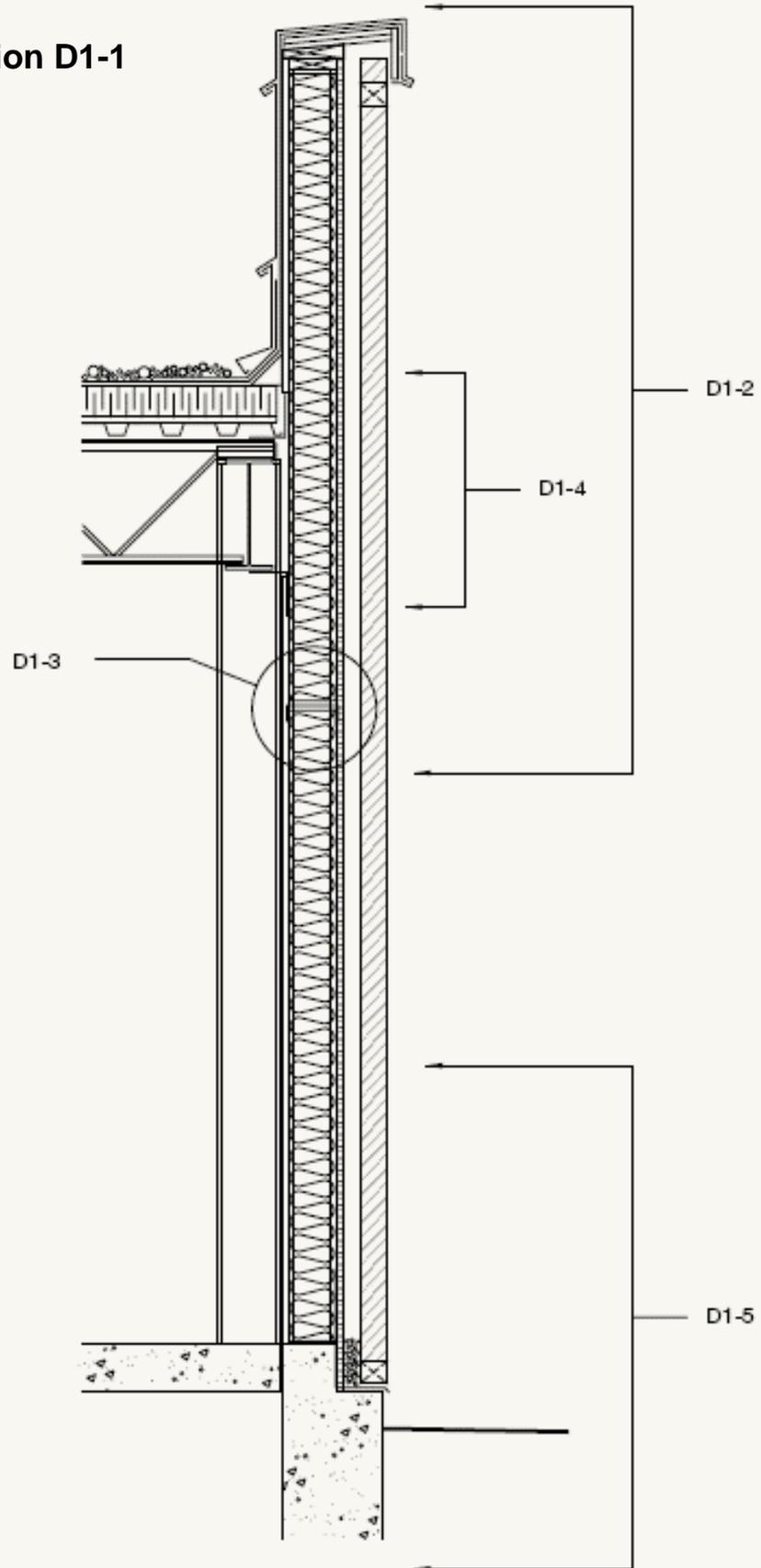
Pour en savoir plus sur les plans d'exécution de toitures et de solins, consulter le *Manuel de références sur les couvertures au Canada* de l'Association canadienne des entrepreneurs en couverture et le *Guide des règles de l'art : Solins* de la SCHL.

Pour en savoir plus sur les particularités des murs à poteaux en acier avec parement de brique, se reporter aux documents de référence énumérés à l'annexe G. Pour connaître les spécifications de projet, consulter la norme S5 de l'ICTAB.

Construction type d'un mur :

- Cloison sèche intérieure de 15,9 mm
- Pare-vapeur en polyéthylène
- Poteaux en acier de 152 mm à 400 mm d'entraxe
- Isolant de fibre de verre de 152 mm dans l'espace entre les poteaux
- Isolant extérieur rigide de 25 mm (polystyrène extrudé)
- Espace d'air de 50 mm
- Parement de brique de 90 mm

Plan d'exécution D1-1



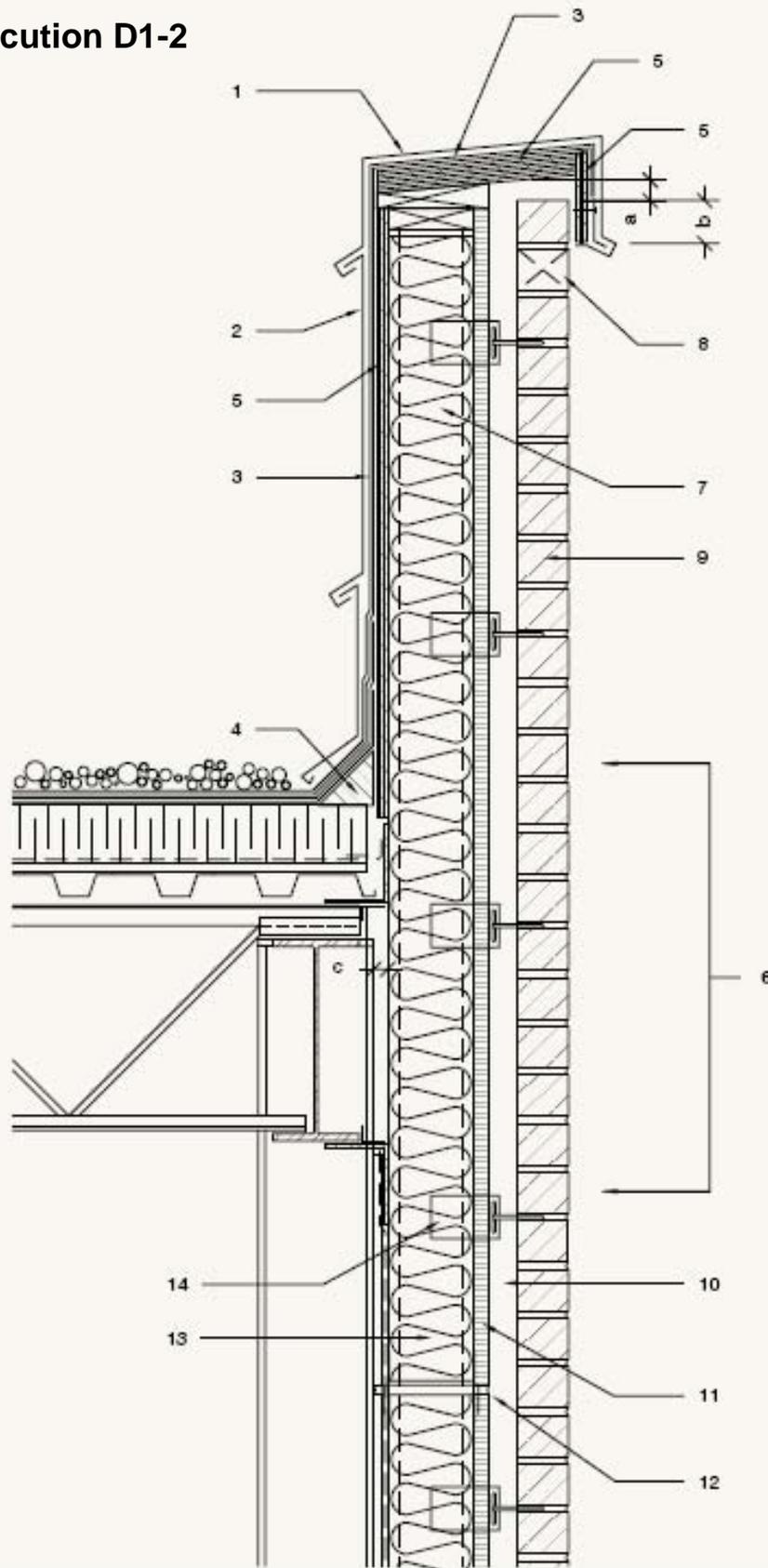
Exemple D1 – Plan d'exécution D1-2

1. SOLIN DE COURONNEMENT – *La dimension « a » est nécessaire pour absorber le mouvement différentiel vertical entre les poteaux d'acier et le parement de brique. Voir également le plan d'exécution D1-3. Le chevauchement du solin de couronnement sur la brique, dimension « b », doit être d'au moins 75 mm, la longueur préférable étant de 100 mm à 150 mm. Ajuster l'emplacement de l'orifice de ventilation (8) en conséquence. Une bordure de toit est nécessaire pour soutenir le solin. Les attaches de solin typiques ne sont pas illustrées.*
2. CONTRE-SOLIN MÉTALLIQUE
3. SOLIN – *Continuer le solin vers le haut et par-dessus le haut du parapet.*
4. TASSEAU BISEAUTÉ EN FIBRE
5. CONTREPLAQUÉ TRAITÉ SOUS PRESSION
6. VOIR LE PLAN D'EXÉCUTION D1-4
7. MATELAS ISOLANT DE FIBRE DE VERRE DE 152 mm – *Isoler l'espace entre les poteaux en plus de l'isolant extérieur rigide pour obtenir la valeur R voulue. Voir à l'annexe B les données sur la déperdition thermique des ensembles muraux à poteaux en acier. Se reporter à la section sur la science du bâtiment pour plus de détails.*
8. ORIFICES DE VENTILATION À 800 mm D'ENTRAXE – *À chaque orifice de ventilation, omettre le mortier du joint montant et prévoir une moustiquaire ou un déflecteur de gouttes de pluie. Les orifices de ventilation sont nécessaires pour faciliter l'équilibrage de la pression de la cavité et la circulation d'air pour le séchage.*
9. PAREMENT DE BRIQUE DE 90 mm – *Exécuter des joints de mortier pleins, bien finis. Une mauvaise exécution des joints peut entraîner des taux de fuite par le parement de brique beaucoup plus élevés. Les joints montants exigent une attention particulière.*
10. ESPACE D'AIR DE 50 mm – *Un espace d'air d'au moins 50 mm est recommandé. Les 50 mm permettent un certain jeu pour la construction, réduit au minimum le pontage au mortier et la migration d'humidité et améliore le drainage et la circulation d'air (séchage) dans la cavité.*
11. ISOLANT EXTÉRIEUR RIGIDE (POLYSTYRÈNE EXTRUDÉ) DE 25 mm – *L'isolant extérieur est essentiel au rendement thermique des poteaux d'acier. Voir la rubrique « Vue d'ensemble de la science du bâtiment » pour plus de détails. Sur ces plans d'exécution, l'isolant servira également de revêtement extérieur pour enlever l'eau. Prévoir des joints à recouvrement et calfeutrer les coupes à la scie aux attaches de brique. Pour faciliter le séchage de l'isolant entre les poteaux, pratiquer des traits de scie de 50 mm de long à chaque point médian entre les poteaux à 600 mm d'entraxe verticalement. Les traits de scie doivent être horizontaux mais avec une pente de 45° vers l'extérieur. Voir la rubrique « Introduction » de la section « Exemples de plans d'exécution » pour plus de détails.*
12. PLAN D'EXÉCUTION DES RAILS SUPÉRIEURS INTERNE ET EXTERNE ABSORBANT LE FLÉCHISSEMENT – *Voir le plan d'exécution D1-3.*
13. POTEAUX EN ACIER DE 152 mm À 400 mm D'ENTRAXE AVEC ÉPAISSEUR MINIMALE DE 1,22 mm – *L'épaisseur minimale de 1,22 mm est une recommandation découlant de la recherche de signalée par Drysdale. Des essais ont montré que le rendement structural des poteaux est meilleur avec un matériau de 1,22 mm. (Il ne s'agit là que d'une exigence minimale – un matériau plus épais peut être nécessaire d'un point de vue structural)*

La face interne des poteaux est établie à 20 mm (dimension « c ») par rapport à la face externe des colonnes en acier structural. Cet écart permet à la cloison sèche pare-vent de continuer sans interruption au-delà de la face des colonnes.

Les poteaux et attaches dont la conception structurale est conforme aux normes CSA S304.1, CSA A370 et CSA S136 offrent une rigidité adéquate pour contrôler la fissuration en flexion (mais non pour l'éliminer)
14. ATTACHE DE BRIQUE DE TYPE BAÏONNETTE ET FIL EN V – *Voir le plan d'exécution D1-5*

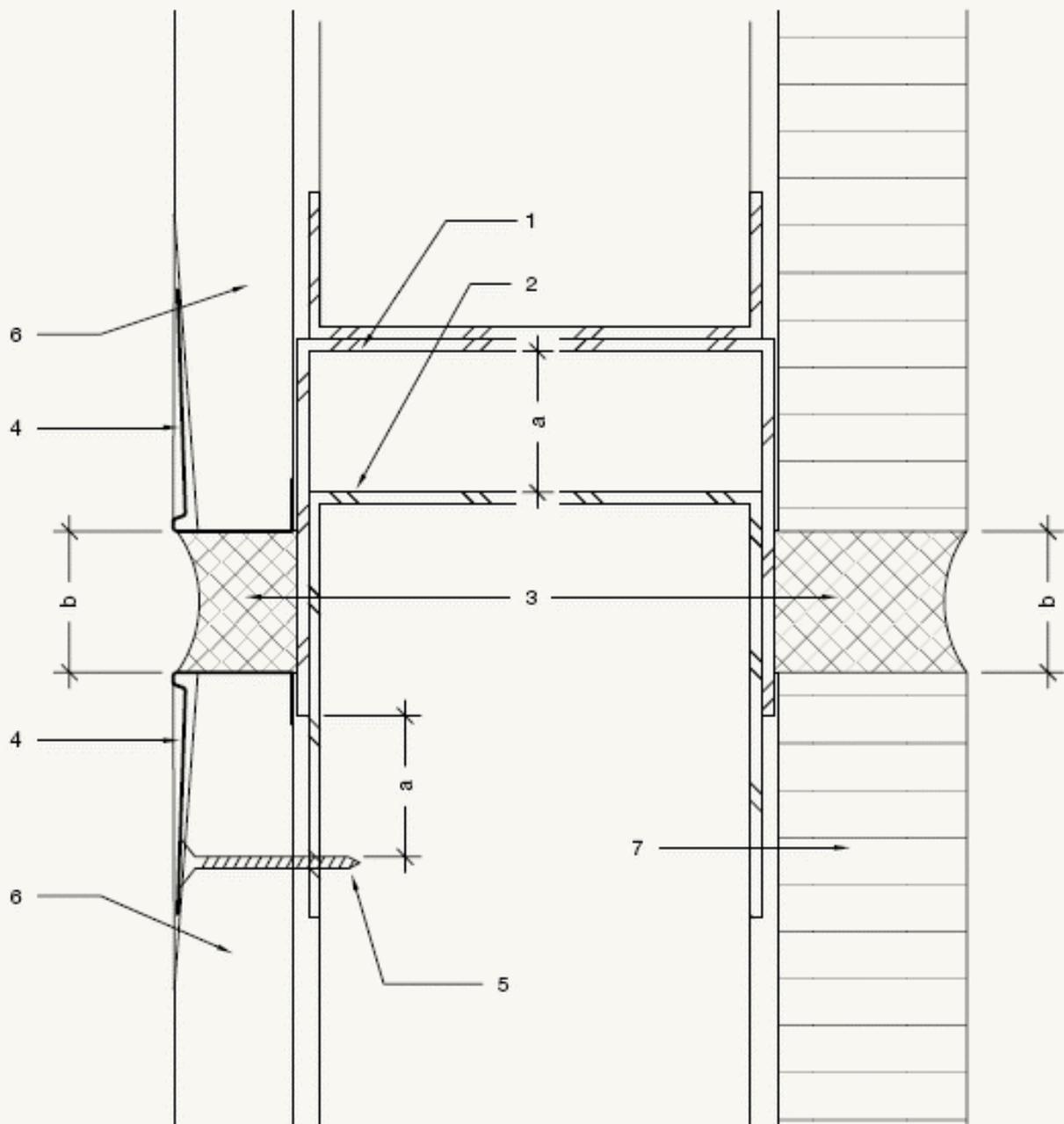
Plan d'exécution D1-2



Exemple D1 – Plan d'exécution D1-3

1. RAIL SUPÉRIEUR EXTERNE – L'épaisseur doit être déterminée au moment de la préparation des plans d'atelier. L'épaisseur minimale suggérée est de 1,52 mm. (Il ne s'agit là que d'une exigence minimale – un matériau plus épais peut être nécessaire d'un point de vue structural)

La flexibilité de ce joint doit être vérifiée par l'ingénieur en structure responsable de la conception du système mural à poteaux en acier. Ces déformations locales viennent ajouter au fléchissement global du système mural.
2. RAIL SUPÉRIEUR INTERNE – Épaisseur minimale de 1,22 mm. (Il ne s'agit là que d'une exigence minimale – un matériau plus épais peut être nécessaire d'un point de vue structural)
3. JOINT CALFEUTRÉ – Ce joint absorbe le fléchissement différentiel entre le mur de poteaux en acier supérieur qui est fixé à la poutre de toit et le mur de poteaux en acier qui s'appuie sur la fondation. Le fléchissement prévu de la poutre de toit est indiqué comme dimension « a ». La dimension « b » ($b > a$) est sélectionnée pour absorber le fléchissement prévu de la poutre de toit en tenant compte de la capacité de mouvement du matériau de calfeutrage. Si les fléchissements du toit dépassent la capacité de contraction en expansion du calfeutrage, le joint pourrait être scellé au moyen d'une membrane pare-vent autoadhésive avec un pli en accordéon pour absorber le mouvement.
4. COUVRE-JOINT PROFILÉ OU MOULURE EN « J » REMPLISSABLES – Le joint calfeutré est en tension ou en compression selon que le toit se déplace vers le haut et vers le bas en fonction de l'accumulation de neige. Le bord de la cloison sèche est renforcé pour en assurer l'intégrité sous ces contraintes imposées.
5. NE PAS PLACER DE VIS À CLOISON SÈCHE AU-DESSUS DE CE NIVEAU – Voir les observations relatives au point 3.
6. CLOISON SÈCHE PARE-VENT – Voir le plan d'exécution D1-5, point 5.
7. ISOLANT EXTERNE

Plan d'exécution D1-3

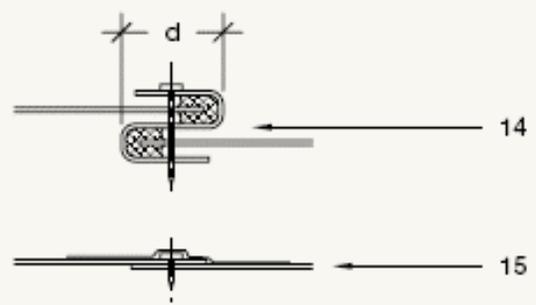
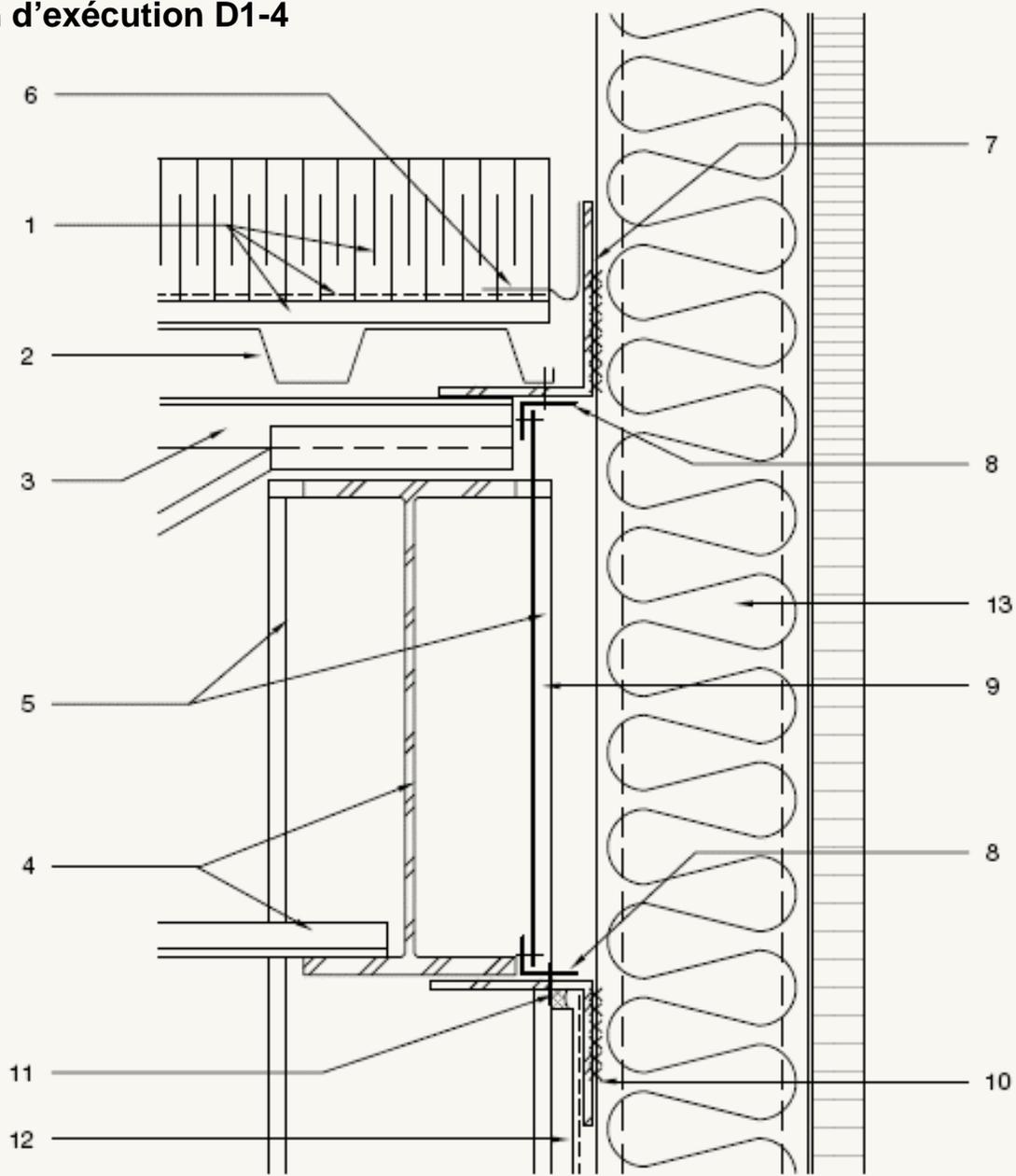
Exemple D1 – Plan d'exécution D1-4

1. ISOLATION DU TOIT, PARE-VENT/PARE-VAPEUR ET REVÊTEMENT
2. TABLIER DE TOIT EN ACIER DE 38 mm
3. SOLIVE EN TREILLIS – *L'état du bord parallèle de la solive est similaire au-dessus de la poutre en acier sous le tablier.*
4. POUTRE EN ACIER – *Soutenir la membrure inférieure de la poutre en acier par des entrails ou des éléments de contreventement en fonction des exigences structurales.*
5. COLONNE EN ACIER INTERNE
6. MEMBRANE PARE-VENT AUTOADHÉSIVE – *Cette membrane assure la continuité du système pare-vent entre le pare-vent de toiture et les coins de charpente en tôle pliée continus.*
7. COIN DE CHARPENTE EN TÔLE PLIÉE SOUDÉ AU-DESSUS DE LA SEMELLE DE LA SOLIVE OU AU-DESSUS DE LA POUTRE EN CAS DE SOLIVES PARALLÈLES – *Prévoir un soutien intermédiaire du coin entre les semelles de solive en fonction des exigences structurales. Sceller les joints d'extrémité entre les coins au moyen d'une membrane pare-vent.*
8. COIN GALVANISÉ CONTINU DE 1,22 mm INSTALLÉ DANS LE CALFEUTRAGE – *Fixer ce coin au coin de tôle pliée angle avec des vis à tôle à 300 mm d'entraxe. Sceller les joints d'extrémité entre les coins au moyen d'une membrane pare-vent.*
9. PARE-VENT EN TÔLE D'ACIER GALVANISÉE CONTINU DE 0,91 mm – *Fixer le pare-vent au-dessus et au-dessous des coins continus à un maximum de 200 mm d'entraxe avec des vis à tôle. Assurer la continuité du système pare-vent entre le pare-vent de toiture et les coins de charpente en tôle pliée continus par une membrane pare-vent autoadhésive. Comme solution de remplacement, installer le pare-vent en tôle d'acier dans le calfeutrage. Voir les méthodes de recouvrement du pare-vent en tôle d'acier aux points 14 et 15.*

Nota : le pare-vent en tôle doit entourer les colonnes. Comme méthode de remplacement, la poutre de toit laminée à chaud pourrait être intégrée au système pare-vent avec certaines particularités nécessaires pour assurer la continuité du pare-vent entre le dessus de la poutre et le toit et pour recevoir les colonnes et les raccords des poutres.

10. COIN DE CHARPENTE EN TÔLE PLIÉE SOUDÉ À LA FACE INFÉRIEURE DE LA POUTRE – *Sceller les joints d'extrémité entre les coins au moyen d'une membrane pare-vent.*
11. LAISSER UN VIDE DE 13 mm À L'EXTRÉMITÉ DE LA CLOISON SÈCHE – *Calfeutrer le joint pour assurer une étanchéité continue entre la cloison sèche pare-vent et le coint de charpente en tôle pliée.*
12. CLOISON SÈCHE PARE-VENT AVEC PARE-VAPEUR EN POLYÉTHYLÈNE – *Voir le plan d'exécution D1-5, point 5.*
13. POTEAUX EN ACIER – *Souder sur place aux coins de charpente en tôle d'acier (points 7 et 10).*
14. PLAN D'EXÉCUTION DU RECOUVREMENT DES EXTRÉMITÉS DU PARE-VENT EN TÔLE D'ACIER CONTINU (POINT 9) – *Prévoir des attaches en S en acier de 0,76 mm x 20 mm (dimension « d ») avec joints remplis de calfeutrage. Enfoncer les éléments du pare-vent en tôle dans le calfeutrage et fixer avec des vis à tôle à 200 mm d'entraxe.*
15. AUTRE PLAN D'EXÉCUTION POSSIBLE DU RECOUVREMENT DES EXTRÉMITÉS DU PARE-VENT EN TÔLE D'ACIER CONTINU (POINT 9) – *Fixer le recouvrement à 150 mm d'entraxe avec des vis de tôle. Sceller les joints d'extrémité entre les coins au moyen d'une membrane pare-vent.*

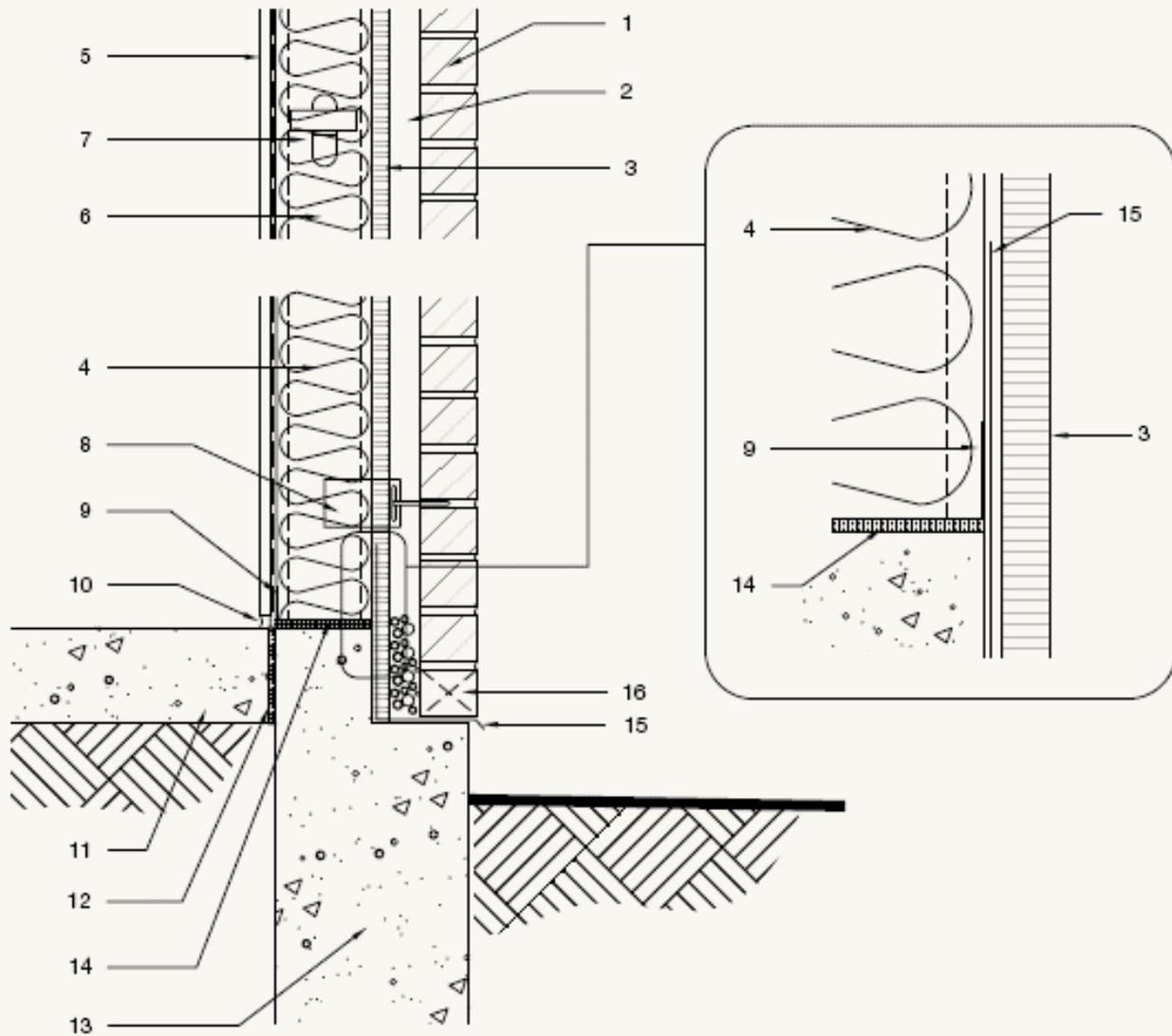
Plan d'exécution D1-4



Exemple D1 – Plan d'exécution D1-5

1. PAREMENT DE BRIQUE DE 90 mm – Voir le plan d'exécution D1-2, point 9.
2. ESPACE D'AIR DE 50 mm – Voir le plan d'exécution D1-2, point 10.
3. ISOLANT EXTÉRIEUR RIGIDE (POLYSTYRÈNE EXTRUDÉ) DE 25 mm – Voir le plan d'exécution D1-2, point 11.
4. MATELAS ISOLANT EN FIBRE DE VERRE DE 152 mm – Voir le plan d'exécution D1-2, point 7.
5. CLOISON SÈCHE PARE-VENT DE 15,9 mm AVEC PARE-VAPEUR EN POLYÉTHYLÈNE – *Les cloisons sèches pare-vents sont efficaces à condition de présenter, ainsi que leurs attaches aux poteaux en acier, une bonne résistance structurale aux charges dues au vent appliquées au système mural. Prévoir des joints à garniture pour toutes les pénétrations dans le mur extérieur. L'utilisation de la cloison sèche ou de l'isolant extérieur comme pare-vent comporte plusieurs avantages. Le pare-vent doit être inspecté et entretenu au fil du temps. Il doit être installé avec soin car il forme la finition intérieure. Il ne doit pas être pénétré par les attaches du parement de brique. Il est installé du côté du mur exposé à la chaleur protégé des effets néfastes des variations de température et de l'humidité. Son principal inconvénient est sa susceptibilité à être endommagé par les utilisateurs de l'immeuble.*
6. POTEAUX EN ACIER DE 152 mm À 400 mm D'ENTRAXE – Voir le plan d'exécution D1-2, point 13.
7. PONTAGE DE POTEAU D'ACIER À 1200 mm D'ENTRAXE MAXIMAL – *La conception structurale des poteaux en acier doit se fonder sur la méthode sans revêtement où seul un pontage d'acier est utilisé pour le contreventement des poteaux, aucun contreventement n'étant assuré ni par la cloison sèche, ni par l'isolant extérieur. Des essais ont révélé qu'avec la méthode sans revêtement, un espacement de pontage maximal de 1200 mm est recommandé pour la construction à poteaux en acier avec parement de brique.*
8. ATTACHE DE BRIQUE DE TYPE BAÏONNETTE ET CROCHET EN FIL MÉTALLIQUE – *Des essais ont démontré la supériorité du rendement structural des attaches de type baïonnette. Celles-ci présentent plusieurs avantages. Elles assurent un raccord direct d'acier à l'acier entre la brique et les poteaux en acier. Le raccord aux poteaux utilise des vis à tôle en cisaillement, dans la partie du mur exposée à la chaleur, exempte de condensation et de corrosion. Elles maintiennent leur résistance et leur rigidité pendant tout le processus d'ajustement et elles présentent une superficie horizontale minimale pour l'accumulation d'égouttures de mortier. Prévoir une résistance à la corrosion pour l'attache et pour le crochet en fil métallique conforme aux exigences de la norme CSA A370 (voir l'annexe E)*
9. RAIL INFÉRIEUR, ÉPAISSEUR MINIMALE DE 1,22 mm
10. LAISSER UN VIDE DE 13 mm À L'EXTRÉMITÉ DE LA CLOISON SÈCHE – *Calfeutrer pour assurer un joint d'étanchéité à l'air continu entre la cloison sèche et le rail inférieur.*
11. DALLE MISE À NIVEAU
12. MASTIC IMPRÉGNÉ D'ASPHALTE
13. MUR DE FONDATION
14. MATÉRIAU DE GARNITURE COMPRESSIBLE CONTINU SOUS LE RAIL INFÉRIEUR – *La largeur de la garniture doit correspondre à la largeur du rail.*
15. SOLIN DERRIÈRE L'ISOLANT RIGIDE ANCRÉ À UNE TÔLE D'APPUI DE 0,91 mm – *Fixer la tôle d'appui aux poteaux.*
16. CHANTEPLEURES – *Voir les notes relatives aux orifices de ventilation sur le plan d'exécution D1-2, point 8. Pour éviter l'obstruction des chantepleurs par des égouttures de mortier au cours de la construction, de l'agrégat grossier est illustré, aidant à maintenir la voie de drainage ouverte. D'autres méthodes sont abordées par Drysdale et Suter, 1991.*

Plan d'exécution D1-5



Exemple D2 – Plan d'exécution D2-1

Systeme mural à poteaux en acier résistant aux charges latérales dues au vent, avec parement de brique – Immeuble commercial à un étage

La charpente de cet immeuble commercial à un étage est constituée d'éléments en acier laminé à chaud. Le système mural à poteaux en acier est installé comme remplissage, la face externe des poteaux correspondant à la face interne des colonnes. Le parapet est d'une hauteur suffisante (1 200 mm) pour cacher les unités mécaniques sur le toit. L'immeuble est doté d'un toit multicouche classique sur tablier en acier.

Avec le système mural à poteaux en acier comme remplissage :

Avantages

- Les colonnes sont intégrées dans le système mural et n'empiètent pas sur l'espace intérieur (ou seulement de façon minimale). Ce qui assure davantage d'espace de plancher intérieur.
- Le parapet est fixé à la structure du toit et fléchit avec le toit sous la charge de la neige. L'absence de mouvement différentiel vertical entre le toit et le parapet simplifie les plans d'exécution des solins.

Inconvénients

- La charpente du parapet ne peut être constituée exclusivement de poteaux en acier. Des éléments laminés à chaud supplémentaires sont nécessaires.
- Le contreventement en croix en acier de charpente laminé à chaud interfère avec les poteaux en acier.
- La continuité des pare-vents est plus difficile à assurer qu'avec des poteaux à l'extérieur de la face de la structure.

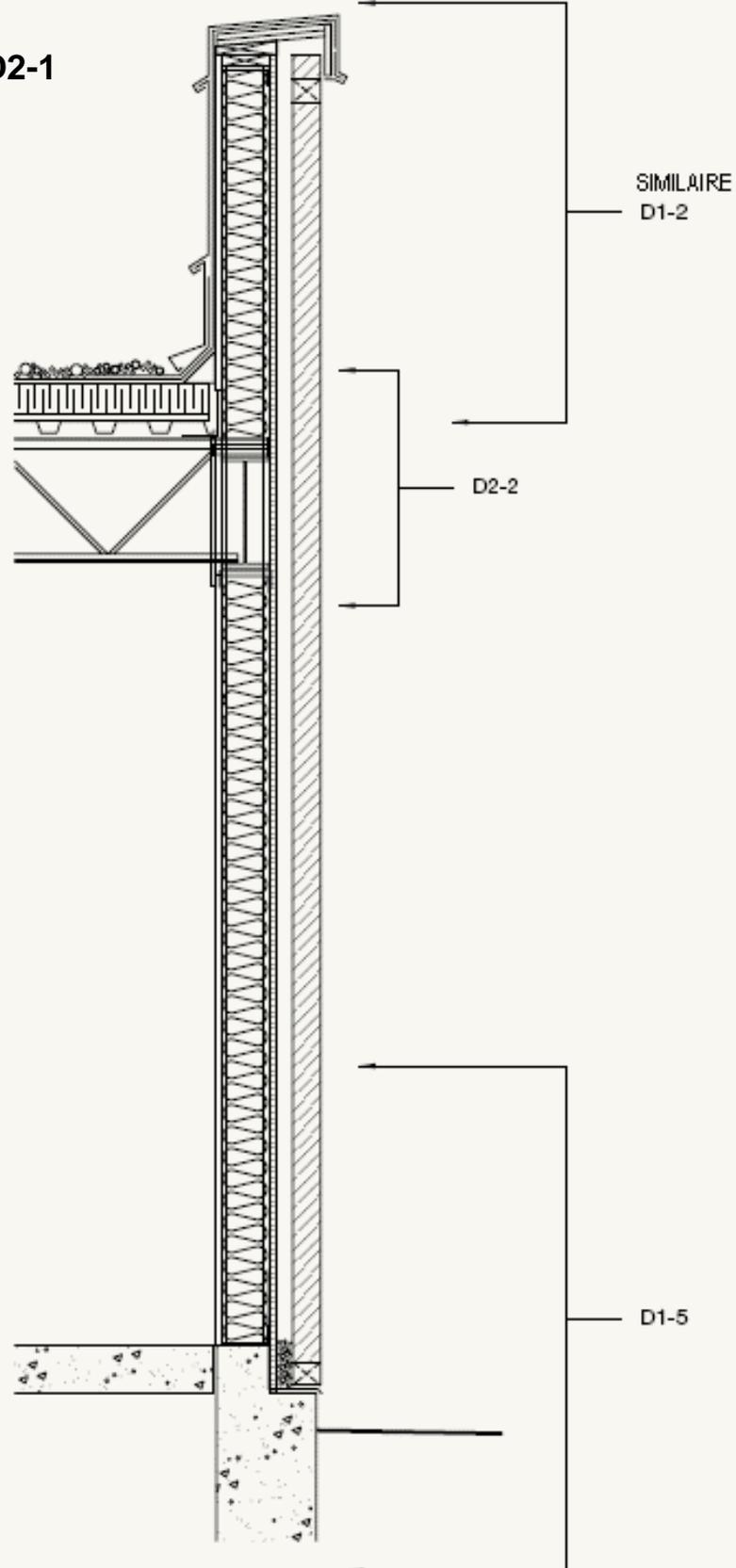
Pour en savoir plus sur les plans d'exécution de toitures et de solins, consulter le *Manuel de références sur les couvertures au Canada* de l'Association canadienne des entrepreneurs en couverture et le *Guide des règles de l'art : Solins* de la SCHL.

Pour en savoir plus sur les particularités des murs à poteaux en acier avec parement de brique, se reporter aux documents de référence énumérés à l'annexe G. Pour connaître les spécifications de projet, consulter la norme S5 de l'ICTAB.

Construction type d'un mur : Cloison sèche intérieure de 15,9 mm
Pare-vapeur en polyéthylène
Poteaux en acier de 152 mm à 400 mm d'entraxe
Isolant de fibre de verre de 152 mm dans l'espace entre les poteaux
Isolant extérieur rigide de 25 mm
Espace d'air de 50 mm
Parement de brique de 90 mm

Seul un petit nombre de plans d'exécution sont fournis pour cet exemple. Pour les détails non illustrés, voir les plans d'exécution de l'exemple D1.

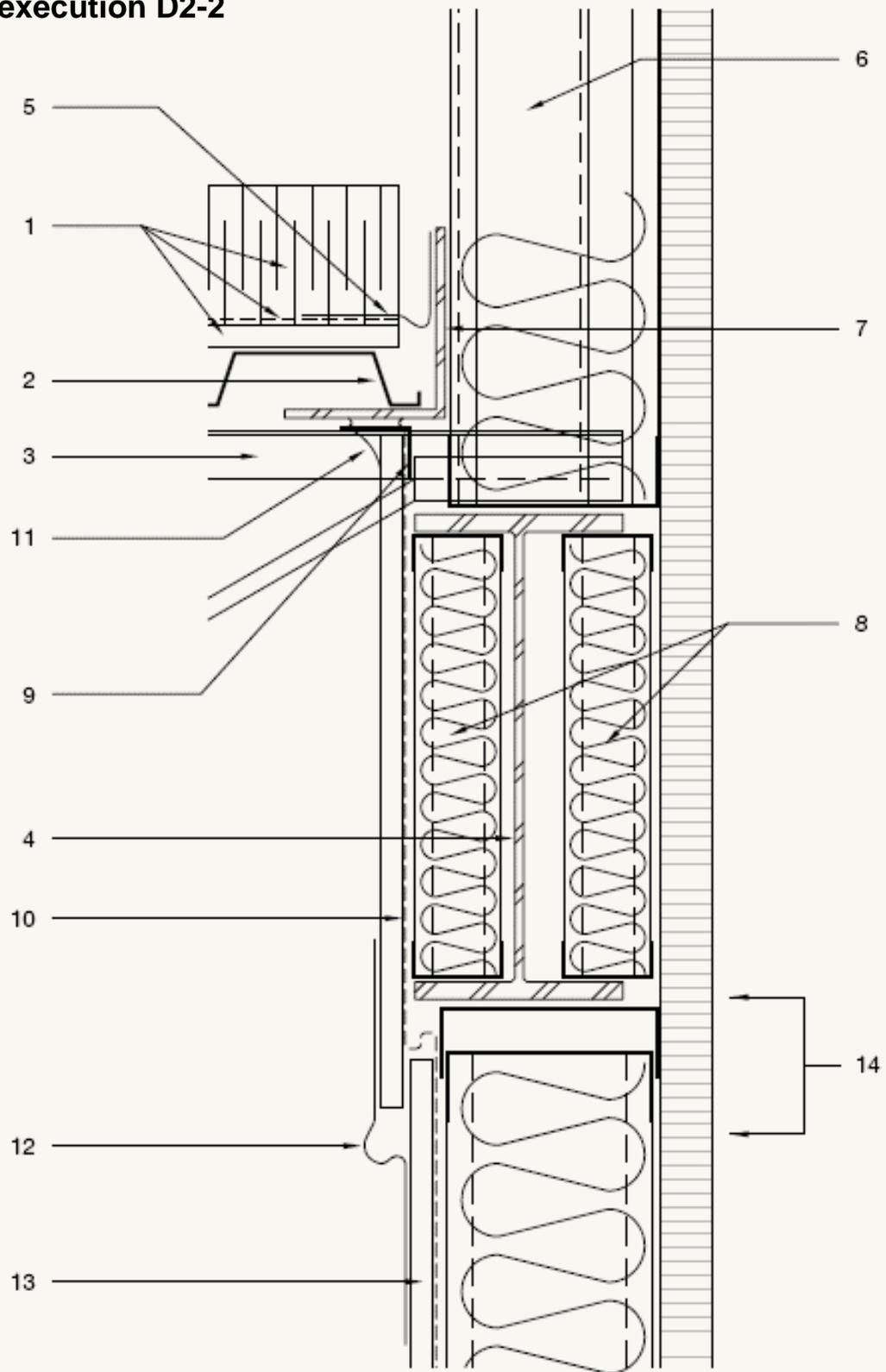
Plan d'exécution D2-1



Exemple D2 – Plan d'exécution D2-2

1. ISOLATION DU TOIT, PARE-VENT/PARE-VAPEUR ET REVÊTEMENT
2. TABLIER DE TOIT EN ACIER DE 38 mm
3. SOLIVE EN TREILLIS – *L'état du bord parallèle de la solive est similaire au-dessus de la poutre en acier sous le tablier.*
4. POUTRE EN ACIER – *Soutenir la membrure inférieure de la poutre en acier par des entrails ou des éléments de contreventement en fonction des exigences structurales – non illustré.*
5. MEMBRANE PARE-VENT AUTOADHÉSIVE – *Cette membrane assure la continuité du système pare-vent entre le pare-vent de toiture et les coins de charpente en tôle pliée continus.*
6. PROFILÉ CREUX D'AU MOINS 100 mm SOUDÉ À LA SEMELLE SUPÉRIEURE DE LA POUTRE – *Les sections structurales creuses sont en porte-à-faux de la semelle supérieure de la poutre afin d'assurer le soutien structural du parapet et leur espacement correspond généralement à celui de la solive en treillis. Prévoir un rail supérieur et un remplissage de poteau de 152 mm entre les profilés creux.*
7. COIN DE CHARPENTE EN TÔLE PLIÉE SOUDÉ AU-DESSUS DE LA SEMELLE DE LA SOLIVE OU AU-DESSUS DE LA POUTRE EN CAS DE SOLIVES PARALLÈLES – *Prévoir un soutien intermédiaire du coin entre les semelles de solive en fonction des exigences structurales. Sceller les joints d'extrémité entre les coins au moyen d'une membrane pare-vent.*
8. POTEAU DE REMPLISSAGE À 400 mm D'ENTRAXE – *Les murs à poteaux en acier de remplissage assurent le soutien de l'isolant extérieur et de la cloison sèche pare-vent intérieure.*
9. COIN GALVANISÉ CONTINU DE 1,22 mm INSTALLÉ DANS LE CALFEUTRAGE – *Fixer ce coin au coin de tôle pliée angle avec des vis à tôle à 300 mm d'entraxe. Sceller les joints d'extrémité entre les coins au moyen d'une membrane pare-vent. Le coin est interrompu par les semelles de solive.*
10. CLOISON SÈCHE PARE-VENT AVEC PARE-VAPEUR – *Cette petite section de cloison sèche prolonge le pare-vent au-delà de la poutre en acier. Découper la cloison sèche localement pour accueillir les semelles de solive et remplir et sceller les vides aux semelles de solive avec de la mousse isolante. La cloison sèche peut également devoir être disposée en caissons autour des colonnes. Le pare-vapeur en polyéthylène continue sur l'arrière de cette section de cloison sèche jusqu'au coin de 1,22 mm.*
11. JOINT CALFEUTRÉ
12. MEMBRANE PARE-VENT AUTOADHÉSIVE – *Faire renfler la membrane pour absorber le mouvement différentiel vertical au joint.*
13. CLOISON SÈCHE PARE-VENT AVEC PARE-VAPEUR EN POLYÉTHYLÈNE – *Voir le plan d'exécution D1-5, point 5.*
14. PLAN D'EXÉCUTION DES RAILS SUPÉRIEURS INTERNE ET EXTERNE ABSORBANT LE FLÉCHISSEMENT – *L'épaisseur du rail supérieur externe doit être déterminée au moment de la préparation des plans d'atelier. L'épaisseur minimale suggérée est de 1,52 mm. (Il ne s'agit là que d'une exigence minimale – un matériau plus épais peut être nécessaire d'un point de vue structural). La flexibilité de ce plan d'exécution doit être vérifiée par l'ingénieur en structure responsable de la conception du système mural à poteaux en acier. L'épaisseur du rail supérieur interne doit être d'au moins 1,22 mm. (Il ne s'agit là que d'une exigence minimale – un matériau plus épais peut être nécessaire d'un point de vue structural). Contrairement au plan d'exécution D-1, les déformations locales de l'assemblage des rails supérieurs interne et externe n'ajoutent pas au fléchissement global du système mural.*

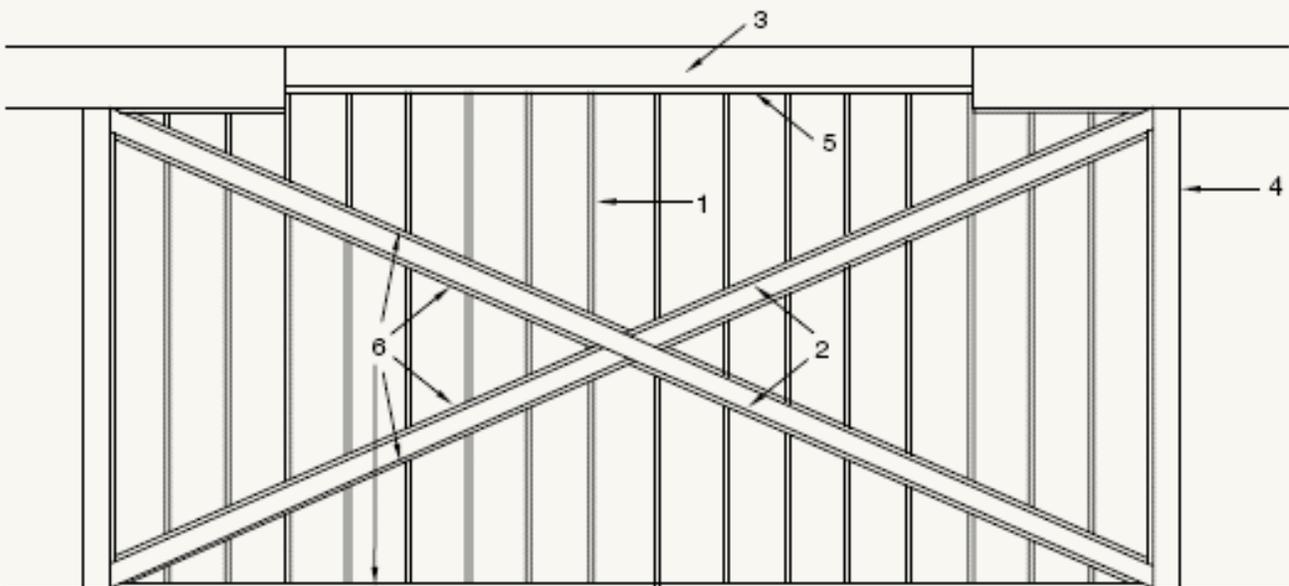
Plan d'exécution D2-2



Exemple D2 – Plan d'exécution D2-3

1. REMPLISSAGE DE POTEAUX – *Les poteaux sont coupés pour s'intégrer au contreventement structural en croix. Prévoir un raccord en pente entre les rails supérieur et inférieur et le contreventement en croix et un raccord entre les rails supérieur et inférieur et le dessous des poutres. Voir le plan d'exécution D2-2, point 14.*
2. CONTREVENTEMENT EN CROIX DE CHARPENTE – *Le contreventement en croix (généralement des profilés creux) doit être conçu structurellement pour supporter la réaction des poteaux de charpente sous la charge due au vent, les fléchissements dus au vent étant limités, au besoin, par les exigences de conception du parement de brique.*
3. POUTRES DE TOIT
4. COLONNE
5. PLAN D'EXÉCUTION DES RAILS SUPÉRIEURS INTERNE ET EXTERNE
6. RAIL ORDINAIRE

Plan d'exécution D2-3



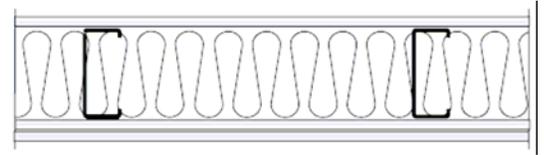
ANNEXE A

Indice de transmission du son (ITS) et cote de comportement au feu pour les murs et planchers en éléments d'ossature en acier légers

Résistance au feu

Murs non porteurs

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur)
- Isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		Résistance au feu (min.)
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
F-07	31 x 92	610	Aucun	--	Type X	12,7	65
F-09	31 x 92	610	Fibre de verre	90	Type X	12,7	65
F-10	31 x 92	610	Fibre minérale (584 mm de large)	90	Type X	12,7	60
F-10B	31 x 92	610	Fibre minérale (615 mm de large)	90	Type X	12,7	100
F-11	31 x 92	610	Cellulose (injectée)	90	Type X	12,7	62

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-675

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur)
- Isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		Résistance au feu (min.)
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
F-07	31 x 92	610	Aucun	--	RL	12,7	63
F-09	31 x 92	610	Aucun	--	RH	12,7	69

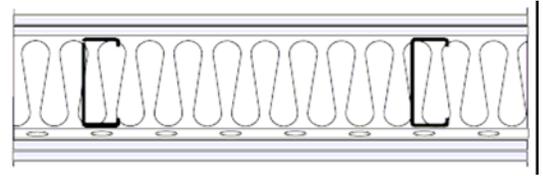
Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-674
2. RL = panneau de placoplâtre à faible densité (7,35 kg/m³)
RH = panneau de placoplâtre à haute densité (7,80 kg/m³)

Résistance au feu

Murs porteurs

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteaux en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.)
- 2 épaisseurs de placoplâtre

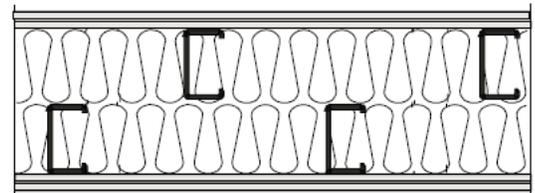


Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		Résistance au feu (min.)
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs de 41 x 92								
F37	0,91	406	406	Aucun	--	Type X	12,7	77
F39	0,91	406	Aucun	Aucun	--	Type X	12,7	83
F27	0,91	406	406	Fibre de verre	90	Type X	12,7	56
F35, F36	0,84	406	406	Fibre de verre	90	Type X	12,7	68, 83
F38	0,91	406	406	Fibre minérale	90	Type X	12,7	59
F28	0,91	610	406	Fibre minérale	90	Type X	12,7	74
F31	0,91	406	406	Cellulose	90	Type X	12,7	71

Notes :

1. Essais tirés du rapport de référence IRC-IR-833.

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteau en acier et isolant
- Écartement
- Poteau en acier et isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Poteau		Isolant		Panneau de placoplâtre		Résistance au feu (min.)
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)	Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs de 41 x 92							
F30, F30R	0,91	406	Aucun	--	Type X	12,7	100, 102
F38	0,91	406	Fibre minérale	90	Type X	12,7	84

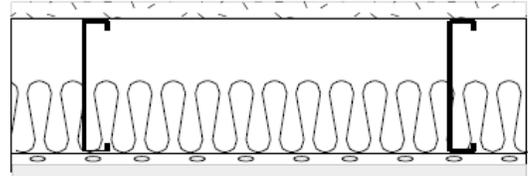
Notes :

1. Essais tirés du rapport de référence IRC-IR-833.

Résistance au feu

Planchers

- 1 épaisseur de revêtement de faux plancher
- Solives de plancher en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.) à 406 mm d'entraxe
- 1 épaisseur de placoplâtre de 12,7 mm de type X

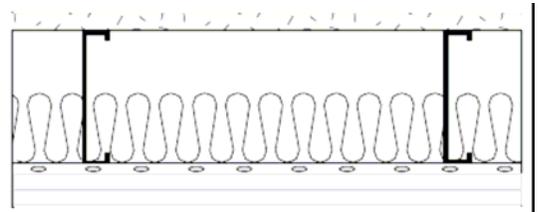


Essai	Solive			Faux plancher		Isolant		Résistance au feu (min.)
	Profondeur (mm)	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)	Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
FF-25	203	1,22	406	Contreplaqué	15,9	Fibre minérale	90	46

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-764

- 1 épaisseur de revêtement de faux plancher
- Solives de plancher en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.) à 406 mm d'entraxe
- 2 épaisseurs de placoplâtre de 12,7 mm de type X

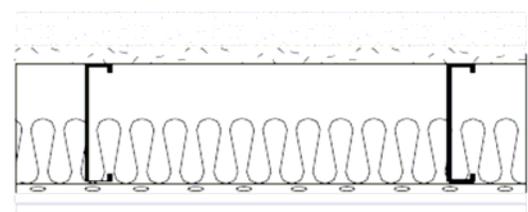


Essai	Solive			Faux plancher		Isolant		Résistance au feu (min.)
	Profondeur (mm)	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)	Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
FF-22	203	1,22	406	Contreplaqué	15,9	Aucun	--	74
FF-23	203	1,22	406	Contreplaqué	15,9	Fibre de verre	90	68
FF-24	203	1,22	610	Contreplaqué	15,9	Fibre de verre	90	69

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-764

- 38 mm de béton
- 1 épaisseur de revêtement de faux plancher
- Solives de plancher en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.) à 406 mm d'entraxe
- 2 épaisseurs de placoplâtre de 12,7 mm de type X



Essai	Solive			Faux plancher		Isolant		Résistance au feu (min.)
	Profondeur (mm)	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)	Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
FF-27	203	1,22	406	Contreplaqué	15,9	Fibre de verre	90	60

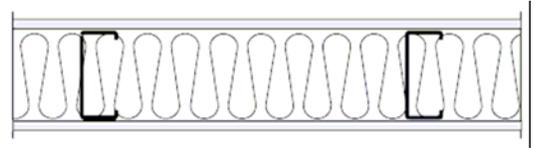
Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-764

Essais acoustiques

Murs non porteurs

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur)
- Isolant
- 1 épaisseur de placoplâtre



Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 64 mm							
057	31 x 64	Type X	Aucun	--	Type X	15,9	35
058	31 x 64	Type X	Fibre de verre (G1)	64	Type X	15,9	39
064	31 x 64	Type X	Fibre minérale (M1)	64	Type X	12,7	36
061	31 x 64	Type X	Fibre minérale (M1)	64	Type X	15,9	38
069, 070	31 x 64	Régulier	Fibre minérale (M1)	64	Régulier	12,7	33, 34
067	31 x 64	Type X	Fibre minérale (M2)	64	Type X	12,7	35
059	31 x 64	Type X	Fibre minérale (M2)	64	Type X	15,9	36
060	31 x 64	Type X	Fibre minérale (M3)	57	Type X	15,9	36
068	31 x 64	Régulier	Fibre minérale (M3)	57	Régulier	12,7	36
032	31 x 64	Type X	Aucun	--	Type X	15,9	35
038	31 x 64	Type X	Fibre de verre (G1)	64	Type X	12,7	45
033, 073	31 x 64	Type X	Fibre de verre (G1)	64	Type X	15,9	44, 44
041, 043, 044	31 x 64	Régulier	Fibre de verre (G1)	64	Régulier	12,7	42, 43, 43
047	31 x 64	Type X	Fibre minérale (M1)	64	Type X	12,7	43
034	31 x 64	Type X	Fibre minérale (M1)	64	Type X	15,9	42

Essais acoustiques

Murs non porteurs

Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 92 mm							
418	31 x 92	406	Aucun	--	Type X	15,9	38
422, 425, 344	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	45, 45, 46
419, 443, 444, 074, 075, 325, 326, 352, 360, 026, 027, 028, 029	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	47, 45, 44, 47, 46, 49, 49, 46, 46, 46, 46, 46
428, 347, 361, 365	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Régulier	12,7	42, 41, 39, 40
445, 327, 328	31 x 92	406	Fibre minérale (M1)	90	Type X	15,9	46, 47, 47
343	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	40	Type X	12,7	40
340	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	41
002, 335, 336	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	75	Type X	15,9	42, 45, 44
080	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	90	Type X	12,7	40
001	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	90	Type X	15,9	43
081	31 x 92	406	Fibre minérale (M3)	90	Type X	12,7	39
339	31 x 92	406	Fibre minérale (M3)	83	Type X	12,7	40
338, 003	31 x 92	406	Fibre minérale (M3)	83	Type X	15,9	41, 39
439	31 x 92	406	Cellulose (C1)	40	Type X	15,9	45
049	31 x 92	406	Cellulose (C1)	90	Type X	15,9	45
438	31 x 92	406	Cellulose (C2)	90	Type X	15,9	44
376	31 x 92	610	Aucun	--	Type X	15,9	38
413	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Régulier	12,7	47
410	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	48
348, 367, 399, 324	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	48, 49, 48, 50
396	31 x 92	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	45
026	31 x 92	610	Cellulose (C2)	90	Type X	12,7	48

Essais acoustiques

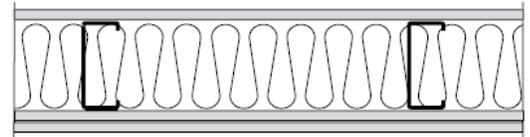
Murs non porteurs

Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 152 mm							
299	31 x 152	610	Fibre de verre (G1)	152	Type X	12,7	52
298	31 x 152	610	Fibre de verre (G1)	152	Type X	15,9	51

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-761

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur)
- Isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 64 mm							
065	31 x 64	406	Fibre minérale (M1)		Type X	12,7	42
062	31 x 64	406	Fibre minérale (M1)		Type X	15,9	45
071	31 x 64	406	Fibre minérale (M1)		Régulier	12,7	38
039	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)		Type X	12,7	51
036	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)		Type X	15,9	51
035	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)		(2) Type X (1) Rég.	15,9/12,7	49
045	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)		Régulier	12,7	49
055	31 x 64	610	Fibre minérale (M1)		Type X	12,7	49
048	31 x 64	610	Fibre minérale (M1)		(2) Type X (1) Rég.	12,7	48

Essais acoustiques

Murs non porteurs

Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 92 mm							
423, 426, 345	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	51, 50, 51
420, 350	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	52, 52
429, 348, 364, 366	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Régulier	12,7	48, 47, 44, 46
329	31 x 92	406	Fibre minérale (M1)	90	Type X	15,9	53
341	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	47
333	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	75	Type X	15,9	50
337	31 x 92	406	Fibre minérale (M3)	83	Type X	15,9	46
440	31 x 92	406	Cellulose (C1)	40	Type X	15,9	51
050	31 x 92	406	Cellulose (C1)	90	Type X	15,9	49
437	31 x 92	406	Cellulose (C2)	90	Type X	15,9	49
411	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	52
415	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Régulier	12,7	51
368	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	54
370	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	(2) Type X/ (1) Rég.	15,9/12,7	55
397	31 x 92	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	51
027	31 x 92	610	Cellulose (C2)	90	Type X	12,7	53

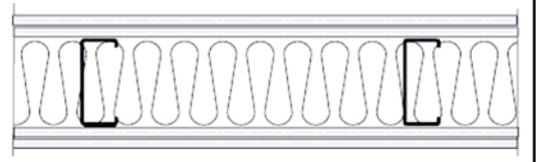
Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-761

Essais acoustiques

Murs non porteurs

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur)
- Isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre



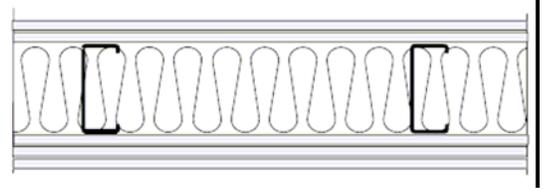
Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 64 mm							
072	31 x 64	406	Fibre minérale (M1)	64	Régulier	12,7	64
066	31 x 64	406	Fibre minérale (M1)	64	Type X	12,7	64
063	31 x 64	406	Fibre minérale (M1)	64	Type X	15,9	64
040	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	12,7	64
046	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Régulier	12,7	64
037	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	15,9	64
056	31 x 64	610	Fibre minérale (M1)	64	Type X	12,7	64
Poteaux non porteurs 31 x 92 mm							
424, 427, 346	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	55, 55, 52
421, 351	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	56, 56
430, 349, 363, 367	31 x 92	406	Fibre de verre (G1)	90	Régulier	12,7	53, 49, 48, 53
441	31 x 92	406	Cellulose (C1)	40	Type X	15,9	53
331, 332	31 x 92	406	Fibre minérale (M1)	90	Type X	15,9	55, 55
342	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	52
077, 334	31 x 92	406	Fibre minérale (M2)	75	Type X	15,9	52, 54
051	31 x 92	406	Cellulose (C1)	90	Type X	15,9	52
435, 436	31 x 92	406	Cellulose (C2)	90	Type X	(1)12,7/(3)15,9	54, 54
412	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	55
416	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Régulier	12,7	53
369	31 x 92	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	58
398	31 x 92	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	55
028	31 x 92	610	Cellulose (C2)	90	Type X	12,7	56
387	31 x 92	610	Cellulose (C2)	90	Type X	15,9	51

Notes : 1. Rapport de référence IRC-IR-761

Essais acoustiques

Murs non porteurs

- 2 épaisseurs de placoplâtre (type X)
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur)
- Isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre (type X)
- 1 épaisseur de placoplâtre (régulier)

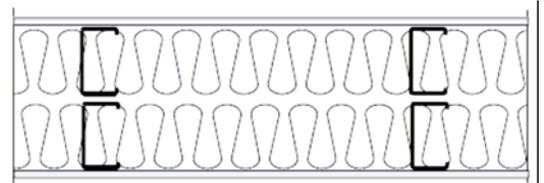


Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 92 mm							
371	31 x 92	610	Aucun	--	Type X / (1) Régulier	15,7 / 12,7	54

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-761

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur) et isolant
- Écartement de 65 mm
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur) et isolant
- 1 épaisseur de placoplâtre



Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 40 mm							
306	31 x 40	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	12,7	53
309, 310	31 x 40	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	54, 55
Poteaux non porteurs 31 x 64 mm							
303	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	12,7	54
303	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	15,9	55

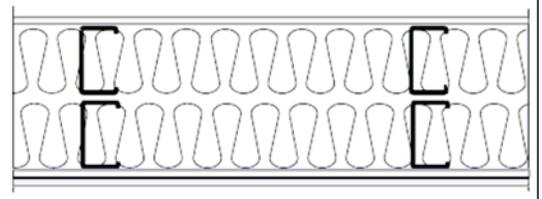
Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-761

Essais acoustiques

Murs non porteurs

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur) et isolant
- Écartement de 65 mm
- Poteau en acier (0,46 mm d'épaisseur) et isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre

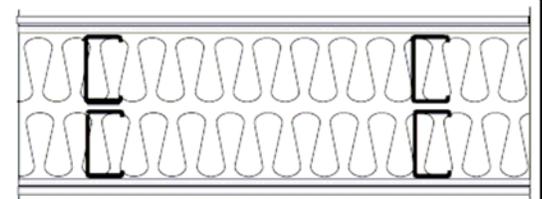


Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 40 mm							
307	31 x 40	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	12,7	59
Poteaux non porteurs 31 x 64 mm							
304	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	12,7	60
301	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	15,9	61

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-761

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteaux en acier (0,46 mm d'épaisseur) et isolant
- Écartement de 65 mm
- Poteau en acier (0,46 mm d'épaisseur) et isolant
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Dimensions des poteaux (mm)	Espacement des poteaux (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
			Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux non porteurs 31 x 40 mm							
308	31 x 40	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	12,7	63
320, 321	31 x 40	610	Fibre minérale (M2)	40	Type X	15,9	65, 65
Poteaux non porteurs 31 x 64 mm							
305	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	12,7	62
302	31 x 64	610	Fibre de verre (G1)	64	Type X	15,9	64

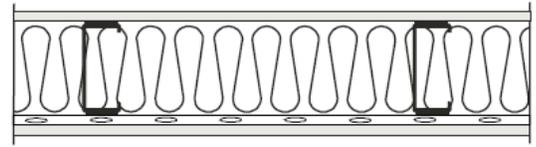
Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-761

Essais acoustiques

Murs porteurs

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.)
- 1 épaisseur de placoplâtre

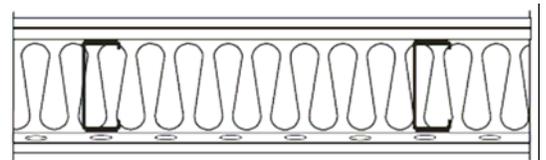


Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs 41 x 92 mm								
TLA-105	0,91	406	406	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	45
TL-022 TLA-095	0,91	406	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	48 47
TL-025 TLA-089	0,91	406	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	49 49
TL-354	1,22	406	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	50
TL-355	1,52	406	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	49
Poteaux porteurs 41 x 152 mm								
TL-353	1,22	406	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	15,9	50

Notes :

1. Essais « TL » tirés du rapport de référence IRC-IR-761. Essais « TLA » tirés du rapport de référence IRC-IR-832.

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteaux en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.)
- 1 épaisseur de placoplâtre



Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs 41 x 92 mm								
TL-019	0,91	406	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	54
TL-023	0,91	406	610	Fibre minérale (M1)	90	Type X	12,7	54
TL-016	1,52	406	610	Fibre de verre (G1)	90	Type X	12,7	53
TL-013	1,52	406	610	Fibre minérale (M1)	90	Type X	12,7	53

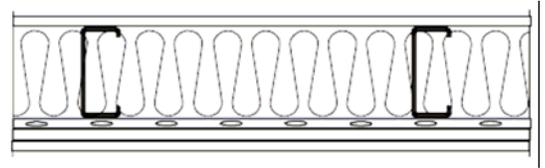
Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-761

Essais acoustiques

Murs porteurs

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.)
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs 41 x 92 mm								
TLA-103	0,91	406	406	Fibre de verre	90	Type X	12,7	51
TLA-069	0,91	406	406	Fibre de verre	90	Type X	15,9	51
TLA-127	0,91	406	406	Fibre minérale	90	Type X	12,7	51
TLA-067	0,91	406	406	Fibre de cellulose	92 (injecté)	Type X	12,7	51
TLA-083	1,52	406	406	Fibre de verre	90	Type X	15,9	50
TL-021 TLA-097	0,91	406	610	Fibre de verre	90	Type X	12,7	54, 54
TLA-091	0,91	406	610	Fibre de verre	90	Type X	15,9	54
TL-018	1,52	406	610	Fibre de verre	90	Type X	12,7	53
TLA-123	0,91	406	610	Fibre minérale	90	Type X	12,7	52
TLA-137	0,91	610	406	Fibre minérale	90	Type X	12,7	55

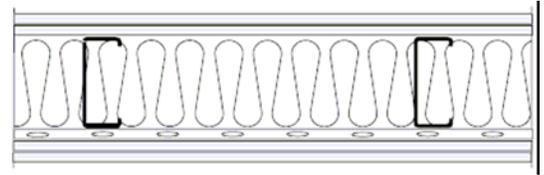
Notes :

1. Essais « TL » tirés du rapport de référence IRC-IR-761. Essais « TLA » tirés du rapport de référence IRC-IR-832.

Essais acoustiques

Murs porteurs

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteaux en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.)
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs 41 x 92 mm								
TLA-065	0,91	406	406	Fibre de verre	90	Type X	12,7	57
TLA-071	0,91	406	406	Fibre de verre	90	Type X	15,9	58
TLA-079	1,52	406	406	Fibre de verre	90	Type X	12,7	57
TLA-081	1,52	406	406	Fibre minérale	90	Type X	12,7	56
TLA-085	1,52	406	406	Fibre de verre	90	Type X	15,9	57
TLA-063	0,91	406	610	Aucun	--	Type X	12,7	50
TL-020 TLA-099	0,91	406	610	Fibre de verre	90	Type X	12,7	60 59
TL-024	0,91	406	610	Fibre minérale	90	Type X	12,7	60
TLA-075	0,91	406	610	Aucun	--	Type X	15,9	51
TLA-073 TLA-093	0,91	406	610	Fibre de verre	90	Type X	15,9	59 59
TL-017	1,52	406	610	Fibre de verre	90	Type X	12,7	59
TL-014	1,52	406	610	Fibre minérale	90	Type X	12,7	59

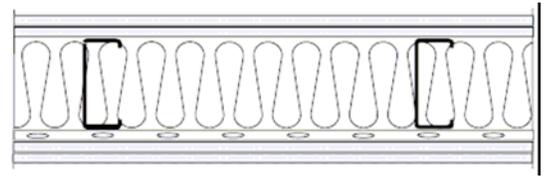
Notes :

1. Essais « TL » tirés du rapport de référence IRC-IR-761. Essais « TLA » tirés du rapport de référence IRC-IR-832.

Essais acoustiques

Murs porteurs

- 1 épaisseur de placoplâtre
- 1 épaisseur d'OSB de 11,7 mm
- Poteaux en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.)
- 2 épaisseurs de placoplâtre



Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs 41 x 92 mm								
TLA-135	0,91	406	406	Fibre minérale	90	Type X	12,7	57

Notes :

1. Essais « TLA » tirés du rapport de référence IRC-IR-832.

- 2 épaisseurs de placoplâtre
- Poteaux en acier
- Espace d'air de 25 mm
- Poteaux en acier
- 2 épaisseurs de placoplâtre

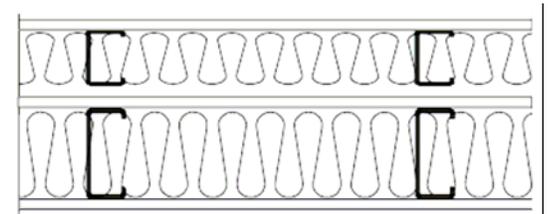


Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs 41 x 92 mm								
TLA-061	0,91	406	--	Aucun	--	Type X	12,7	52

Notes :

1. Essais « TLA » tirés du rapport de référence IRC-IR-832.

- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux non porteurs en acier 65 et isolant
- Écartement de 25 mm
- 1 épaisseur de placoplâtre
- Poteaux porteurs en acier de 92 mm et isolant
- 1 épaisseur de placoplâtre



Essai	Poteau		Espacement des R.C. (mm)	Isolant		Panneau de placoplâtre		ITS
	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)		Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)	
Poteaux porteurs 41 x 92 mm								
TLA-077	0,46, 0,91	406	--	Fibre de verre	90	Type X	15,9	48

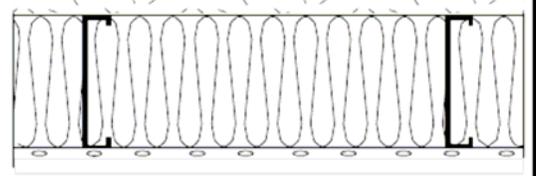
Notes :

1. Essais « TLA » tirés du rapport de référence IRC-IR-832.

Essais acoustiques

Planchers

- 1 épaisseur d'OSB
- Solives de plancher en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.) à 610 mm d'entraxe
- 1 épaisseur de placoplâtre de 15,9 mm de type X

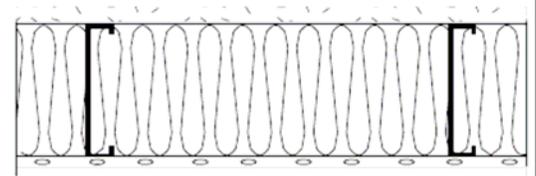


Essai	Solive			Faux plancher		Isolant		ITS	Indice d'isolement aux bruits d'impact (IIC)
	Profondeur (mm)	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)	Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)		
TLF-061/030	203	1,22	406	OSB	15,1	Fibre de verre	152	50	44
TLF-009/004	203	1,52	406	OSB	15,1	Aucun	-	44	35
TLF-059/029	203	1,52	406	OSB	15,1	Fibre de verre	152	51	45
TLF-001a/001	203	1,52	406	OSB	15,1	Fibre de verre	152	50	43
TLF-005/002	203	1,52	406	OSB	15,1	Fibre minérale	140	51	45
TLF-011/005	203	1,52	406	OSB	15,1	Cellulose	90	51	44
TLF-013/006	203	1,52	406	OSB	15,1	Cellulose	140	52	45
TLF-057/028	203	1,91	406	OSB	15,1	Fibre de verre	152	52	45
TLF-065/032	254	1,52	406	OSB	15,1	Fibre de verre	152	51	44
TLF-069/034	305	1,52	406	OSB	15,1	Fibre de verre	152	52	44
TLF-063/031	203	1,52	610	OSB	15,1	Fibre de verre	152	53	44
TLF-067/033	203	1,52	610	OSB	15,1	Fibre de verre	152	53	44

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-766

- Béton de plâtre de 25 mm
- 1 épaisseur d'OSB
- Solives de plancher en acier
- Isolant
- Profilés souples (R.C.) à 610 mm d'entraxe
- 1 épaisseur de placoplâtre de 15,9 mm de type X



Essai	Solive			Faux plancher		Isolant		ITS	Indice d'isolement aux bruits d'impact (IIC)
	Profondeur (mm)	Épaisseur (mm)	Espacement (mm)	Type	Épaisseur (mm)	Type	Épaisseur (mm)		
TLF-079/039	203	1,22	406	OSB	15,1	Aucun	-	55	24
TLF-081/040	203	1,52	406	OSB	15,1	Fibre de verre	152	60	28

Notes :

1. Rapport de référence IRC-IR-766

ANNEXE B

Données de résistance thermique des murs avec éléments d'ossature en acier légers

Introduction

Les renseignements ci-dessous ont été préparés à titre de guide dans la sélection des systèmes muraux à ossature en acier courants pour satisfaire à des objectifs précis en matière de résistance thermique. Il faut prendre note des points suivants :

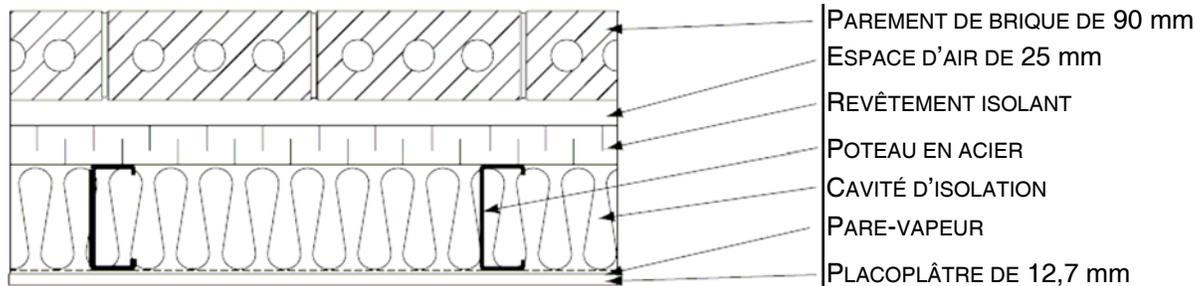
1. L'épaisseur des poteaux en acier n'influe pas beaucoup sur les valeurs RSI des murs à ossature en acier. Les tables ont été établies en fonction de poteaux d'une épaisseur de 0,84 mm avec une semelle de 41 mm de largeur à 406 mm d'entraxe.
2. L'élément déterminant pour la résistance thermique d'un système mural est l'isolation. Une isolation extérieure est nécessaire pour contrôler le pontage thermique par les poteaux en acier.
3. Les dimensions d'isolant fournies ici ne sont représentatives que des types généralement utilisés et ne constituent pas une liste exhaustive. De nombreux types d'isolants sont disponibles pour utilisation avec une ossature en acier.

4. Les valeurs RSI pour des espacements de poteaux à 610 mm d'entraxe sont supérieures aux valeurs indiquées pour 406 mm d'entraxe. Les valeurs données dans la présente publication peuvent être utilisées car ce sont des évaluations prudentes; autrement, des calculs précis peuvent être effectués.

Méthode de calcul

Le calcul de ces valeurs de résistance thermique est fondé sur les propriétés thermiques énumérées dans l'annexe du *Code modèle national de l'énergie*. La modélisation informatisée a été effectuée à l'aide du programme FRAME, qui est une méthode de calcul reconnue par le *Code modèle national de l'énergie*.

Résistance thermique : parement de brique

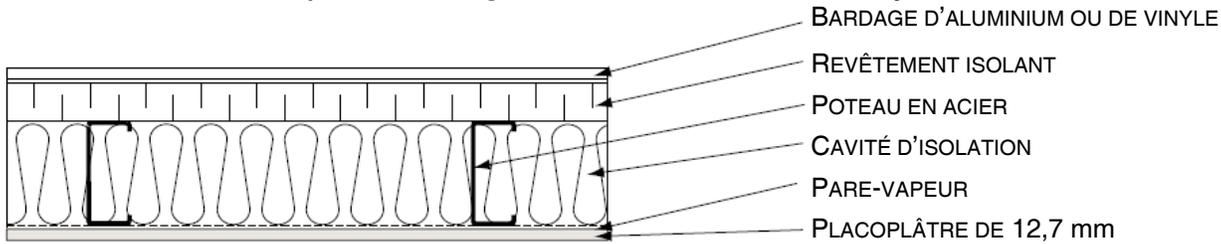


	Poteaux de 92 mm	Poteaux de 152 mm
	MATELAS ISOLANT DANS CAVITÉ	
REVÊTEMENT ISOLANT	RSI 2.11 (R12)	RSI 3.52 (R20)
RSI 0.88 (R 5)	2.46 (14.0)	2.95 (16.7)
RSI 1.32 (R 7.5)	2.89 (16.4)	3.39 (19.3)
RSI 1.76 (R 10)	3.30 (18.7)	3.84 (21.8)

Nota :

Si du papier de construction est utilisé, ajouter RSI 0.01 (R 0.06)

Résistance thermique : bardage d'aluminium ou de vinyle

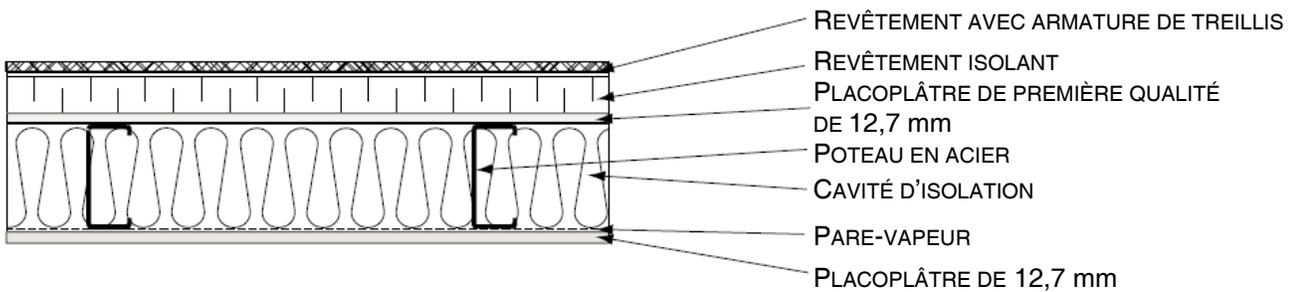


	Poteaux de 92 mm	Poteaux de 152 mm
	MATELAS ISOLANT DANS CAVITÉ	
REVÊTEMENT ISOLANT	RSI 2.11 (R12)	RSI 3.52 (R20)
RSI 0.88 (R 5)	2.33 (13.2)	2.80 (15.9)
RSI 1.32 (R 7.5)	2.76 (15.7)	3.25 (18.5)
RSI 1.76 (R 10)	3.17 (18.0)	3.69 (21.0)

Nota :

Si du papier de construction est utilisé, ajouter RSI 0.01 (R 0.06):

Résistance thermique : système d'isolation et de revêtement extérieurs (EIFS)

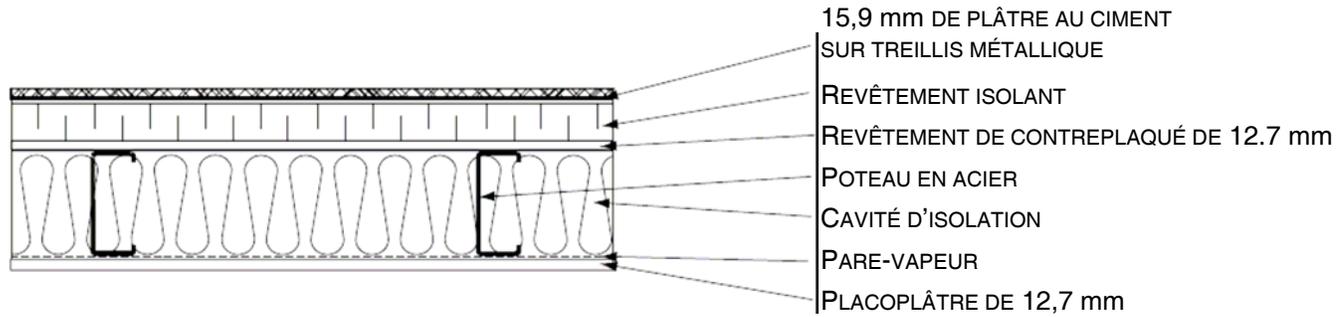


	Poteaux de 92 mm	Poteaux de 152 mm
	MATELAS ISOLANT DANS CAVITÉ	
REVÊTEMENT ISOLANT	RSI 2.11 (R12)	RSI 3.52 (R20)
RSI 0.88 (R 5)	2.19 (12.4)	2.57 (14.6)
RSI 1.32 (R 7.5)	2.60 (14.7)	3.02 (17.1)
RSI 1.76 (R 10)	3.00 (17.0)	3.46 (19.7)

Nota :

Si du papier de construction est utilisé, ajouter RSI 0.01 (R 0.06):

Résistance thermique : stuc



	Poteaux de 92 mm	Poteaux de 152 mm
	MATELAS ISOLANT DANS CAVITÉ	
REVÊTEMENT ISOLANT	RSI 2.11 (R12)	RSI 3.52 (R20)
RSI 0.88 (R 5)	2.27 (12.9)	2.65 (15.0)
RSI 1.32 (R 7.5)	2.68 (15.2)	3.07 (17.4)
RSI 1.76 (R 10)	3.08 (17.5)	3.51 (19.9)

Nota :

Si du papier de construction est utilisé, ajouter RSI 0.01 (R 0.06):

ANNEXE C

Données de conception de pare-vent

Le sous-alinéa 5.4.1.2 du *Code national du bâtiment (Canada) 1995* stipule que « les matériaux en feuille ou en panneaux prévus pour fournir la résistance principale à une fuite d'air doivent avoir une caractéristique de fuite d'air ne dépassant pas 0,02 L/s-m² mesurée sous une différence de pression de 75 Pa. »

Cette exigence en matière de fuite ne s'applique qu'aux matériaux contenus dans le système pare-vent et non à

l'ensemble du système pare-vent – joints compris. Bien que le *Code national du bâtiment (Canada) 1995* ne précise pas de débit maximal de fuite pour l'ensemble du système pare-vent, des recommandations sont fournies au tableau A-5.4.2.1 de l'annexe A.

Description du matériau	Débit de fuite d'air mesuré à travers le matériau sous une différence de pression de 0,75 Pa			Satisfait à la limite de 0,02 L/s-m ²
	Moyen (L/s-m ²)	Minimal (L/s-m ²)	Maximal (L/s-m ²)	
Tôle d'acier	négligeable	négligeable	négligeable	O
Membrane de toiture à surface lisse, 2 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Membrane de bitume modifié appliquée au chalumeau (matelas de fibre de verre), 2,7 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Pare-vapeur à pellicule d'aluminium	négligeable	négligeable	négligeable	O
Membrane de bitume modifié autoadhésive, 1,3 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Membrane de bitume modifié appliquée au chalumeau (matelas renforcé de polyester), 2,7 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Revêtement de contreplaqué, 9,5 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Polystyrène extrudé, 38 mm [XEPS – mousse extrudée expansée]	négligeable	négligeable	négligeable	O
Isolant d'uréthane revêtu d'aluminium, 25,4 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Panneau isolant phénolique, 24 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Panneau isolant phénolique, 42 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Panneau de ciment, 12,7 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Placoplâtre revêtu d'aluminium, 12,7 mm	négligeable	négligeable	négligeable	O
Revêtement de contreplaqué, 8 mm	0,0067	0,0000	0,0222	O
Panneau de flocons, 16 mm	0,0069	0,0006	0,0181	O
Placoplâtre hydrofuge, 12,7 mm	0,0091	0,0055	0,0118	O
Panneau de flocons, 11 mm	0,0108	0,0075	0,0134	O
Panneau de particules, 12,7 mm	0,0155	0,0121	0,0178	O
Polyoléfine renforcée non perforée	0,0195	0,0171	0,0218	O

Tableau C-1 : Débit de fuite d'air testé	Débit de fuite d'air mesuré à travers le matériau sous une différence de pression de 0,75 Pa			Satisfait à la limite de 0,02 L/s-m ²
	Description du matériau	Moyen (L/s-m ²)	Minimal (L/s-m ²)	
Placoplâtre, 12,7 mm	0,0196	0,0170	0,0219	O
Panneau de particules, 15,9 mm	0,0260	0,0130	0,0375	N
Panneau dur trempé, 3,2 mm	0,0274	0,0184	0,0422	N
Polystyrène expansé type 2 [EPS – moulé et expansé]	0,119	0,0214	0,280	N
Feutre de couverture, 30 lb	0,187	0,167	0,208	N
Feutre bitumé non perforé, 15 lb	0,271	0,248	0,296	N
Feutre bitumé perforé, 15 lb	0,396	0,327	0,477	N
Panneau d'isolant rigide en fibre de verre avec pellicule d'oléfine filée-liée sur une face	0,488	0,431	0,578	N
Panneau de fibres ordinaire, 11 mm	0,822	0,737	0,892	N
Panneau de fibres imprégné d'asphalte, 11 mm	0,829	0,746	0,894	N
Pellicule d'oléfine filée-liée	0,959	0,841	1,07	N
Polyéthylène perforé n° 1	4,03	2,56	5,93	N
Polyéthylène perforé n° 2	3,23	2,80	3,72	N
Polystyrène expansé (type 1) [EPS – moulé et expansé]	12,2	9,46	15,2	N
Planches bouvetées	19,1	18,1	20,2	N
Isolant en laine de verre	36,7	23,0	88,0	N
Vermiculite	70,4	32,4	109	N
Isolant cellulosique	86,9	75,2	100	N

Notes du tableau C-1 :

- Données tirées de « Perméance à l'air des matériaux de construction – Rapport sommaire », par AIR-INS Inc., préparé pour la Société canadienne d'hypothèques et de logement, 17 juin 1988.

Ce rapport est incorporé par renvoi dans le *Code national du bâtiment (Canada) 1995*, annexe A, clauses A-5.4.1.2 (1) et (2) comme suggéré comme source des débits de fuite d'air.

- La limite de 0,02 L/s-m²s'applique ici au débit de fuite d'air moyen mesuré.

ANNEXE D

Normes et durabilité des produits

Tableau D-1 : Épaisseurs privilégiées et codes de couleur

Code de couleur standard	Épaisseur nominale privilégiée, revêtement non compris	
	(pouces)	(mm)
Rouge	0,033	0,84
Blanc	0,036	0,91
Marron	0,044	1,12
Jaune	0,048	1,22
Vert	0,060	1,52
Orange	0,075	1,91
Noir	0,090	2,29
Bleu	0,105	2,67
Gris	0,120	3,05

Notes relatives au tableau D-1 :

1. Le code de couleur standard est habituellement peint sur une seule des deux extrémités de l'élément. La mise en place de tous les poteaux ou solives avec code de couleur à la même extrémité devrait assurer l'alignement des perforations de l'âme.
2. Les épaisseurs indiquées sont des épaisseurs nominales, revêtement non compris.
3. Se reporter à la norme CSA S136 pour connaître les tolérances d'épaisseur admissibles.
4. Pour savoir comment interpréter les anciennes désignations de calibre, se reporter à Quelques mots sur la tôle d'acier n° 10 de l'ICTAB, intitulé *Calibres et épaisseurs de tôle d'acier*, mai 2006.

Tableau D-2 : Revêtements métalliques

Type de revêtement	Désignation anglo-saxonne	Désignation métrique
Revêtement d'alliage zinc-fer à chaud	A25	ZF75
Revêtement galvanisé à chaud	G40	Z160
	G60	Z180
	G90	Z275
	G115	Z350
Revêtement d'alliage de 55 % d'aluminium-zinc à chaud	AZ50	AZM150
	AZ55	AZM165
	AZ60	AZM180

Notes relatives au tableau D-2 :

1. Pour en savoir plus sur l'effet des épaisseurs du revêtement métallique sur la mesure de l'épaisseur générale, se reporter à Quelques mots sur la tôle d'acier n° 10 de l'ICTAB, intitulé *Calibres et épaisseurs de tôle d'acier*, mai 2006.
2. Afin de savoir comment déterminer l'équivalence anticorrosion du zinc par rapport aux revêtements de 55 % d'aluminium-zinc, l'Institut canadien de la tôle d'acier pour le bâtiment recommande que l'AZM150 (55 % d'aluminium-zinc) soit considéré comme l'équivalent du Z275 (zinc).

Durabilité

La durabilité des éléments d'ossature en acier légers dépend des plans d'exécution dressés selon les règles de l'art et des revêtements métalliques protecteurs. Les revêtements les plus courants sont énumérés dans le tableau D-2 et les notes relatives à ce tableau. Se reporter également aux spécifications S5 et S6 de l'ICTAB sur les poids minimaux recommandés des revêtements des éléments d'ossature en acier légers.

Les éléments d'ossature en acier légers peuvent être utilisés pour des applications commerciales à longues durées de vie égales ou supérieures à celle des matériaux de construction classiques. Les éléments d'ossature en acier légers sont revêtus de zinc ou d'alliage de 55 % d'aluminium-zinc afin d'assurer une protection anticorrosion supérieure et une durée de vie prolongée. Le revêtement métallique protège l'acier de deux façons. Premièrement, il agit comme un revêtement protecteur proprement dit, qui isole l'acier de l'attaque corrosive de l'humidité. Deuxièmement, le zinc agit comme revêtement sacrificiel, qui se corrode à la place de l'acier lorsque l'acier de base est exposé. L'aluminium constitue un excellent revêtement protecteur.

La durée de vie de tout matériau de construction dépend des conditions d'utilisation et, dans le cas de l'acier à revêtement métallique, du type et de l'épaisseur du revêtement. Il existe deux types de revêtements métalliques présentement utilisés sur les éléments d'ossature en acier légers au Canada : le revêtement galvanisé et Galvalume^{MD}.

L'acier galvanisé à chaud est le produit d'acier à revêtement de zinc le plus courant. Le revêtement de zinc consiste essentiellement en du zinc pur avec quantités mineures d'aluminium (< 0,5 %). Le revêtement offre une bonne formabilité et assure la résistance anticorrosion sacrificielle la plus élevée.

Galvalume^{MD} est un revêtement de 45 % de zinc et de 55 % d'aluminium (en poids). La proportion élevée d'aluminium dans le Galvalume^{MD} assure la meilleure protection par isolement ainsi la protection sacrificielle du zinc.

Le revêtement de zinc utilisé pour protéger l'acier se corrode à la place de l'acier et l'épaisseur du revêtement est donc un facteur important de la durée de vie des éléments d'ossature en acier légers. Les codes d'épaisseur de revêtement et les spécifications des divers types de revêtements sont présentés dans le tableau D-2.

Les taux de corrosion des revêtements de zinc utilisés pour les éléments d'ossatures en acier légers sont très faibles, car le matériau est utilisé principalement dans des environnements protégés. De fait, les résultats des études de corrosion menée par l'International Lead and Zinc Research Organization sur des résidences à éléments d'ossature en acier en Amérique du Nord et en Europe dans des milieux ruraux, urbains et côtiers indiquent que les durées de vie prévues des revêtements de zinc sur des éléments d'ossature en acier légers dépassent 100 ans.



ANNEXE E

Limites de déformation en flexion d'un système mural à poteaux en acier avec parement de brique et calculs relatifs aux attaches de brique

Pour la construction d'immeubles à poteaux en acier avec parement de brique visés par la Partie 4 du *Code national du bâtiment (Canada)*, les calculs relatifs aux attaches de brique, les limites de déformation en flexion et les exigences d'installation sont stipulés dans les normes de structures suivantes :

- S304.1-94 *Calcul de la maçonnerie pour les bâtiments, Calcul aux états limites*
- A370-94 *Crampons pour maçonnerie*
- CAN3-A371-94 *Maçonnerie des bâtiments*

Les dispositions des normes S304.1 et A370 sont présentées ici de façon sommaire et, par conséquent, incomplète. Pour plus de détails, se reporter aux normes. Pour connaître les exigences d'installation, se reporter à la norme A371.

1. Limites de déformation en flexion d'un système mural à poteaux en acier avec parement de brique

La déformation en flexion d'un système mural à poteaux en acier soutenant un parement de brique est régie par les exigences de la norme de calcul de la maçonnerie, CSA S304.1 (paragraphe 13.3.3). Deux méthodes de calcul sont autorisées¹ :

a) Méthode 1

La déformation en flexion de la maçonnerie est limitée à $L/600$, où L est la portée du poteau en acier. La déformation en flexion de la maçonnerie est calculée selon la charge nominale théorique et se définit comme la somme des déformations en flexion des poteaux en acier, des déformations des attaches de brique et du jeu mécanique des attaches.

De plus, la rigidité et le jeu mécanique de l'attache doivent être conformes aux exigences de la norme CSA A370 *Crampons pour maçonnerie*.

¹ Les deux méthodes de calcul s'appliquent à condition que l'appui de poteaux en acier soit défini comme étant « flexible » avec un degré de rigidité (EI) inférieur à 2,5 fois la rigidité de la maçonnerie non fissurée. La plupart des systèmes de poteaux en acier soutenant un parement de brique satisfont à ce critère de « flexibilité ».

Le paragraphe 8.3.2.2 de la norme A370 stipule que le jeu total des attaches à composants multiples, y compris tout jeu entre un composant d'attache et l'appui structural, ne doit pas dépasser 1,2 mm après assemblage.

Le paragraphe 8.3.2.3 de la norme A370 stipule que dans un essai sous une charge de 0,45 kN en compression ou en tension, la somme du déplacement et du jeu de l'attache ne doit pas dépasser 2,00 mm. Le déplacement comprend toutes les déformations de l'appui structural.

b) Méthode 2

La déformation en flexion des poteaux en acier est limitée à $L/720$, où L est la portée du poteau de fond. Pour utiliser cette méthode, il faut une attache présentant une déformation sous charge et un jeu mécanique inférieurs aux spécifications de la norme CSA A370.

La note 2 b) du paragraphe 13.3.3 de la norme S304.1 stipule que la déformation en flexion découlant de la moitié du jeu mécanique total plus une charge en tension ou en compression de 0,45 kN ne doit pas dépasser 1,0 mm.

Bien que ces deux méthodes de calcul produisent des résultats similaires, la méthode 2 du $L/720$ est plus simple et par conséquent, généralement privilégiée.

2. Calculs relatifs aux attaches de brique

La présente section décrit les exigences des calculs relatifs aux attaches en matière de résistance, de jeu mécanique, de rigidité, de protection contre la corrosion et d'espacement.

2.1 Calcul de la résistance²

Les charges qui s'exercent sur les attaches indiquées dans la norme S304.1 et les méthodes de calcul de la résistance des attaches à ces charges sont données dans la norme A370.

2.1.1 Charges pondérées sur les attaches

Pour les appuis flexibles (voir la note 1 en bas de page), la norme S304.1 (paragraphe 13.2.3) stipule que chaque attache doit être conçue pour 40 % de la charge latérale tributaire sur un axe vertical d'attaches, mais non inférieure au double de la charge latérale tributaire sur

² La norme A370-94 prévoit le calcul aux états limites et le calcul par contrainte de travail. Nous nous le calcul aux états limites a été inclus ici.

l'attache. Autrement, les charges peuvent être calculées au moyen d'une analyse détaillée de la rigidité (par éléments finis), mais cette méthode n'est généralement pas possible pour des calculs de routine.

Pour le calcul aux états limites, les charges appliquées doivent être multipliées par les facteurs de charge appropriés afin d'obtenir des charges pondérées.

2.1.2 Résistance pondérée des attaches

La norme A370 (*paragraphe 8.4.2.1.1*) stipule que la résistance des attaches doit être suffisante pour que leur résistance pondérée soit supérieure ou égale à l'effet des charges pondérées.

La résistance pondérée d'une attache est obtenue en multipliant la résistance en traction de l'attache (*tel que défini dans la norme A370, paragraphe 8.2.1*) par les facteurs de résistance appropriés (*tel que défini dans la norme A370, paragraphe 8.4.2.1.2*).

Il est à noter que la résistance en traction doit être établie par analyse ou essais d'ingénierie (*conformément aux principes de la norme A370, paragraphe 12*), à cette réserve près qu'une attache doit présenter une résistance en traction d'au moins 1000 N (*norme A370, paragraphe 7.1*).

2.2 Calcul de la rigidité et du jeu mécanique

Les exigences en matière de rigidité et de jeu mécanique des attaches de brique utilisées dans un système mural à poteaux en acier avec parement de brique dépendent de la méthode de calcul à utiliser

pour vérifier la déformation en flexion du système mural. Voir la section 1 ci-dessus.

2.3 Calcul de la protection contre la corrosion

La norme A370 prévoit divers niveaux de protection contre la corrosion pour les attaches des murs extérieurs en fonction de la hauteur de l'immeuble et de l'indice annuel de pluie battante pour la région.

2.4 Espacement

La norme S304.1 (*paragraphe 13.2.1*) stipule que l'espacement des attaches doit être à au plus 800 mm d'entraxe horizontalement et 600 mm d'entraxe verticalement – sans décalage. Cette exigence signifie que pour des espacements typiques de poteaux (*600 mm d'entraxe ou moins*), l'espacement horizontal des attaches doit concorder avec l'emplacement des poteaux et l'espacement vertical doit être à 600 mm d'entraxe.

La norme A370 (*paragraphe 6.1.3*) prévoit des attaches à au plus 300 mm du dessus d'une portion de mur non soutenue et à au plus 400 mm du bas – là où l'appui ne fournit pas de résistance latérale adéquate (*comme dans le cas de solins d'un matériau à faible friction entre la brique et l'appui*).

La norme A370 (*paragraphe 6.1.2*) stipule un espacement des attaches d'au plus 600 mm d'entraxe autour des ouvertures situées à au plus 300 mm d'ouverture.

Protection contre la corrosion

Hauteur de l'immeuble	Conditions de pluie battante	Protection contre la corrosion requise	
< 11 m (36 pieds)	Toutes	Galvanisé par immersion à chaud après fabrication	Niveau II
> 11 m (36 pieds)	Abrité	Galvanisé par immersion à chaud après fabrication	
		De modérée à intense	Acier inoxydable

Voir la norme A370, figure 1, carte du Canada de l'indice annuel de la pluie battante.

ANNEXE F

Tables des hauteurs maximales des cloisons intérieures non porteuses

Introduction

Nous présentons ici deux tables des hauteurs maximales des cloisons intérieures à ossature de poteaux en acier. La première est fournie pour les cloisons composites, l'autre pour les cloisons non composites. La conception de ces dernières tient uniquement compte de la résistance des éléments d'ossature en acier, tandis que celle des cloisons composites tient compte de la résistance des poteaux d'acier et du placoplâtre qui interagissent. Dans tous les cas, du placoplâtre doit être posé des deux côtés des poteaux.

Notes générales relatives aux tables

- Ces tables ont été compilées par le professeur R.M. Schuster, de l'Université de Waterloo, conformément à la norme S136 de l'Association canadienne de normalisation (CSA), *Spécification nord-américaine pour le calcul des éléments de charpente en acier formés à froid*, 2001.
- Une limite élastique de 33 ksi a été utilisée.
- Les charges indiquées sont des charges latérales uniformément réparties prescrites.

- La résistance des cloisons composites est fondée sur une série d'essais de cloison menés à l'Université d'État de l'Oregon, dont les résultats ont été présentés dans le *Final Report on Composite Wall Tests*, juillet 1997, par Y. Lee et T.H. Miller.
- L'épaisseur théorique, le rayon de coin intérieur et la longueur de la lèvre de raidissement sont donnés dans la table ci-dessous.

Désignations des éléments

Les tables utilisent les désignations standard des produits. Il s'agit de codes à quatre parties qui identifient les dimensions (largeur de la semelle et profondeur), type d'élément et épaisseur minimale de l'acier de base.

Exemple : 600S125-33

Profondeur de l'élément : Exprimée en 1/100 de pouce. 6" = 600, 3-5/8" = 362, 2-1/2" = 250
Type d'élément : S = poteau ou solive
Largeur de la semelle : Exprimée en 1/100 de pouce. 1-1/4" = 125
Épaisseur minimale : Épaisseur minimale de l'acier de base en mils (1/1000 de pouce). 33 mils = 0,0329"

Dimensions de l'élément			
Désignation d'épaisseur (mil)	Épaisseur théorique (po)	Épaisseur minimale ⁽¹⁾ (po)	Rayon de coin intérieur (po)
18	0,0188	0,0179	0,0843
33	0,0346	0,0329	0,0764

(1) L'épaisseur minimale correspond à 95 % de l'épaisseur théorique et représente l'épaisseur minimale acceptable de l'acier de base livré sur le chantier.

Conception de la Longueur de la Lèvre de Raidissement		
Désignation de la largeur de semelle	Largeur de semelle (po)	Longueur théorique de la lèvre de raidissement (po)
S125	1-1/4	0,188

Table des hauteurs de cloisons intérieures NON COMPOSITES

Désignation Du poteau	Espacement c.c.(po)	5 psf			7,5 psf			10 psf		
		L/120	L/240	L/360	L/120	L/240	L/360	L/120	L/240	L/360
250S125-18	12	12'-6"	10'-6"	9'-2"	10'-2"	9'-2"	8'-0"	8'-10"	8'-4"	7'-4"
	16	10'-10"	9'-6"	8'-4"	8'-10"	8'-4"	7'-4"	7'-7"	7'-7"	6'-7"
	24	8'-10"	8'-4"	7'-4"	7'-2"	7'-2"	6'-4"	6'-2"	6'-2"	5'-10"
250S125-33	12	16'-7"	13'-2"	11'-6"	14'-6"	11'-6"	10'-1"	12'-8"	10'-6"	9'-1"
	16	15'-1"	12'-0"	10'-6"	12'-8"	10'-6"	9'-1"	11'-0"	9'-6"	8'-4"
	24	12'-8"	10'-6"	9'-1"	10'-5"	9'-1"	8'-0"	9'-0"	8'-4"	7'-4"
362S125-18	12	15'-5"	14'-0"	12'-2"	12'-7"	12'-2"	10'-8"	10'-11"	10'-11"	9'-8"
	16	13'-4"	12'-8"	11'-1"	10'-11"	10'-11"	9'-8"	9'-5"	9'-5"	8'-10"
	24	10'-11"	10'-11"	9'-8"	8'-11"	8'-11"	8'-6"	7'-8"	7'-8"	7'-8"
362S125-33	12	22'-1"	17'-7"	15'-4"	19'-0"	15'-4"	13'-5"	16'-5"	13'-11"	12'-2"
	16	20'-1"	16'-0"	13'-11"	16'-5"	13'-11"	12'-2"	14'-2"	12'-8"	11'-1"
	24	16'-5"	13'-11"	12'-2"	13'-5"	12'-2"	10'-7"	11'-7"	11'-1"	9'-8"
600S125-33	12	32'-10"	26'-4"	23'-0"	26'-10"	23'-0"	20'-1"	23'-2"	20'-11"	18'-2"
	16	28'-5"	23'-11"	20'-11"	23'-2"	20'-11"	18'-2"	20'-1"	19'-0"	16'-7"
	24	23'-2"	20'-11"	18'-2"	19'-0"	18'-2"	15'-11"	16'-5"	16'-5"	14'-6"

Notes:

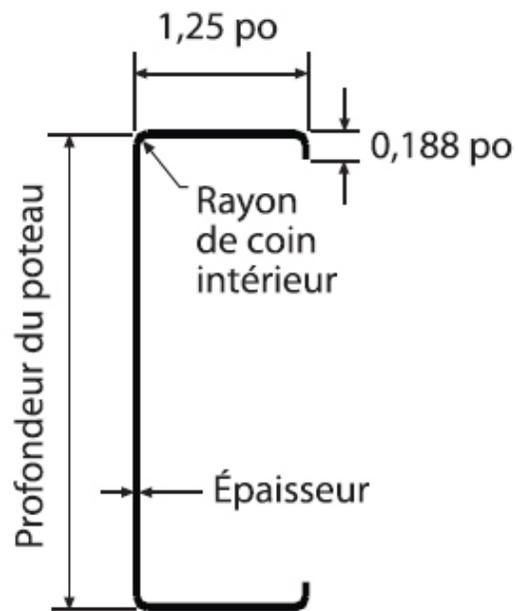
- 1) Hauteurs fondées sur les propriétés de l'acier seulement, calculées suivant la norme CSA-S136-2001.
- 2) Hauteurs limites fondées sur un soutien continu de chaque semelle sur toute la hauteur du poteau.

Table des hauteurs de cloisons intérieures COMPOSITES

Désignation Du poteau	Espacement c.c.(po)	5 psf			7,5 psf			10 psf		
		L/120	L/240	L/360	L/120	L/240	L/360	L/120	L/240	L/360
250S125-18	12	14'-5"	12'-0"	10'-5"	11'-10"	10'-5"	9'-1"	10'-2"	9'-6"	8'-4"
	16	12'-11"	11'-4"	9'-10"	10'-7"	9'-10"	8'-6"	9'-2"	8'-11"	-
	24	11'-4"	10'-5"	9'-1"	9'-4"	9'-1"	7'-11"	8'-1"	8'-1"	-
250S125-33	12	17'-10"	14'-0"	12'-1"	15'-6"	12'-1"	10'-6"	14'-0"	10'-11"	9'-6"
	16	16'-6"	13'-0"	11'-2"	14'-4"	11'-2"	9'-7"	12'-11"	10'-1"	8'-8"
	24	15'-0"	11'-8"	10'-0"	12'-11"	10'-0"	8'-7"	11'-8"	9'-0"	-
362S125-18	12	16'-11"	15'-4"	13'-4"	13'-7"	13'-2"	11'-6"	11'-8"	11'-8"	10'-5"
	16	15'-1"	14'-4"	12'-5"	12'-1"	12'-1"	10'-10"	10'-5"	10'-5"	9'-8"
	24	13'-0"	13'-0"	11'-5"	10'-5"	10'-5"	9'-11"	8'-11"	8'-11"	8'-11"
362S125-33	12	22'-6"	17'-11"	15'-7"	19'-8"	15'-7"	13'-7"	17'-11"	14'-1"	12'-4"
	16	20'-10"	16'-6"	14'-4"	18'-1"	14'-4"	12'-6"	16'-5"	13'-0"	11'-4"
	24	18'-7"	14'-8"	12'-10"	16'-2"	12'-10"	11'-2"	14'-8"	11'-7"	10'-1"
600S125-18	12	21'-5"	21'-5"	19'-6"	17'-2"	17'-2"	16'-10"	14'-10"	14'-10"	14'-10"
	16	19'-0"	19'-0"	18'-2"	15'-2"	15'-2"	15'-2"	13'-0"	13'-0"	13'-0"
	24	16'-2"	16'-2"	16'-2"	12'-11"	12'-11"	12'-11"	11'-0"	11'-0"	11'-0"
600S125-33	12	33'-10"	26'-10"	23'-6"	29'-6"	23'-5"	20'-5"	26'-10"	21'-4"	18'-6"
	16	30'-11"	24'-6"	21'-6"	27'-0"	21'-5"	18'-8"	24'-6"	19'-5"	16'-11"
	24	27'-5"	21'-7"	19'-0"	23'-11"	18'-11"	16'-6"	19'-0"	17'-2"	14'-11"

Notes :

- 1) Cloison composite recouverte des deux côtés sur toute la hauteur par des feuilles de placoplâtre de 1/2 po.
- 2) Revêtement fixé par des vis no 6 min. espacées de 12" c.c. max.
- 3) Hauteurs maximales également applicables aux cloisons recouvertes de placoplâtre de plus de 1/2 po d'épaisseur ou demultiple feuilles de placoplâtre.



ANNEXE G

Bibliographie

Science du bâtiment

Air-Ins Inc., "Air Permeance of Building Materials", for Canada Mortgage and Housing Corporation, June 17, 1988

Air-Ins Inc., "Airtightness Test on Components Used to Join Different or Similar Materials of the Building Envelope", for Canada Mortgage and Housing Corporation, September 27, 1991

Baskaran, A., "Review of Design Guidelines for Pressure Equalized Rainscreen Walls", Institute for Research in Construction Internal Report #629, March 1992

Boundary Layer Wind Tunnel Laboratory, "The Influence of Unsteady Pressure Gradients on Compartmentalization Requirements for Pressure-Equalized Rainscreens", University of Western Ontario, for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1998

Brand, R., "Architectural Details for Insulated Buildings", published by Van Nostrand Reinhold, 1990

Brook, M.S., "Rationalizing Wall Performance Criteria", Proceedings, Sixth Conference on Building Science and Technology, Toronto, March 1992

Brown, W.C. and Poirier, G.F., "Testing of Air Barrier Systems for Wood Framed Walls", Institute for Research in Construction, for Canada Mortgage and Housing Corporation, June 3, 1988

Canadian Roofing Contractors Association, "Roofing Specifications Manual", (Revised), November 1990

Canam Building Envelope Specialists Inc., "Practical Guidelines for Designers, Contractors, and Developers on the Installation of Air Leakage Control Measures in New and Existing High-Rise Commercial Buildings", for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1999

CMHC, "Exterior Wall Steel Stud Systems - Acceptance Bulletin", Central (now Canada) Mortgage and housing Corporation, Ottawa, Canada

Crise, D.J., "Thermal Performance of Walls Framed with Steel Studs with Slit Webs", United States Steel Corporation, November 15, 1972

DMO Associates, "Drying of Walls with Ventilated Stucco Cladding Parametric Analysis", for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1999

Ganguli, U., Lux, M.E., Brown, W.C. and Perreault, J.C., "An Air Barrier for the Building Envelope", Building Science Insight, National Research Council of Canada, 1986

Ganguli, U. and Dalglish, W.A., "Wind Pressures on Open Rain Screen Walls: Place Air Canada", National Research Council of Canada, Institute for Research in Construction, July 1987

Gibson, L., "Exterior Insulation Finish System Laboratory Evaluation of Materials and Joints Subjected to Artificial Conditioning", for Canada Mortgage and Housing Corporation, January, 1995

Gulay, B.W., Stewart, C.D. and Foley, G.J., "Field Investigation Survey of Air Tightness, Air Movement and Indoor Air Quality in High Rise Buildings", Summary Report, Wardrop Engineering, for Canada Mortgage and Housing Corporation, July 1993

Handegord, G.O., "Air leakage, Ventilation and Moisture Control in Buildings", Division of Building Research Paper No. 1063, National Research Council of Canada 1982

Hutcheon, N.B., and Handegord, G.O.P., "Building Science for a Cold Climate", NRCC, published by Construction Technology Centre Atlantic Inc., 1983

Malhorta, A., "Best Practice Guide Flashings", for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1998

McKay, M.C., Chevrier, A. and Quirouette, R.L., "Testing of Air Barrier Construction Details II", Morrison Hershfield Limited, for Canada Mortgage and Housing Corporation, March 1993

Morrison Hershfield Limited, "A Study of the Rainscreen Concept Applied to Cladding Systems on Wood Frame Walls", for Canada Mortgage and Housing Corporation, August 3, 1990

Morrison Hershfield Limited, "Structural Requirements for Air Barriers", for Canada Mortgage and Housing Corporation, August 13, 1991

Morrison Hershfield Limited, "CMHC Research Project Testing of Air Barriers Construction Details", for Canada Mortgage and Housing Corporation, August 26, 1991

Morrison Hershfield, "Drying of Stucco Clad Walls", for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1999

National Research Council of Canada, "Canadian Building Digest", Institute for Research in Construction:

- CBD 40, "Rain Penetration and Its Control", by G.K. Garden, 1963
- CBD 48, "Requirements for Exterior Walls", by N.B. Hutcheon, 1963
- CBD 72, "Control of Air Leakage is Important", by G.K. Garden, 1965
- CBD 131, "Coatings for Masonry Surfaces", by H.E. Ashton, 1970
- CBD 162, "Silicone Water-Repellents for Masonry", by T. Ritchie, 1974
- CBD 170, "Atmospheric Corrosion of Metals", by P.J. Sereda, 1975
- CBD 171, "Vapour Barriers What are They? Why are They Effective?", by J.K. Latta

National Research Council of Canada, "Construction Practice: Selected Applications in Construction Technology", Ottawa, March 1993

NAHB, "Status of Cold-Formed Steel Framing in Residential Construction - Thermal Performance in Exterior Walls", National Association of Home Builders Research Foundation Inc., for American Iron and Steel Institute, November 1973

Newman, A.J., and Whiteside, D., "Water and Air Penetration Through Brick Walls - A Theoretical and Experimental Study", Trans. J. Brit. Ceram. Soc., Vol 80, 1981

Ontario New Home Warranty Plan, "Building Smart":

- Issue No. 1, "Winter Masonry"
- Issue No. 5, "High Rise Windows"
- Issue No. 15, "Summer Masonry Construction"

Parekh, A. and Robinson, T., "Air Leakage Control Retrofits for Wall Assemblies", Construction Canada, November/December 1994

Petrone, M.V., "Rigid Air Barrier Assemblies", Petrone Architects, for Canada Mortgage and Housing Corporation, July, 1995

Pressnail, K.D., Vollering, B., Handegord, G.O. and Kelk, G.H., "Protecting Gypsum Sheathing in Insulated Steel-Stud Walls", for Canada Mortgage and Housing Corporation, May 1997

Public Works and Government Services Canada, "Air Leakage Control - Guidelines for Installation of Air Leakage Control Measures in Commercial Buildings", Architectural and Engineering Services, Technology Division, R&D, no date

Quirouette, R.L., "Moisture Sources in Houses", Building Science Insight 83, Division of Building Research, National Research Council of Canada, May 1984

Quirouette, R.L., "The Difference Between a Vapour Barrier and an Air Barrier", Building Practice Note No. 54, DBR/NRCC, July 1985

Quirouette, R.L., "The Air Barrier, A Misunderstood Element", Construction Canada, November 1986

Reginato, R. and Handegord, G.A., "A Procedure for Estimating the Moisture Performance of Building Envelopes", TROW Canada, 1990

Rousseau, J., "Air Barriers: Assemblies and Construction Materials - Part 1", National Building Envelope Council Digest, June 1994

Russell, P., "Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS) Problems, Causes and Solutions", for Canada Mortgage and Housing Corporation, May 30, 1991

Shawand, C.Y., and Tamara, G.T., "Studies on Exterior Wall Air Tightness and Air Infiltration of Tall Buildings", ASHRAE Transactions, Vol. 82, Part I, 1976

Suter Keller Inc., "Define the Most Cost-Effective Cladding System in Canada: Results of a Survey", for Canada Mortgage and Housing Corporation, April 1990

Trow Inc., "Criteria for the Air Leakage Characteristics of Building Envelopes: Final Report", for Canada Mortgage and Housing Corporation, December 1989

Wilson, A.G., and Garden, G.K., "Moisture Accumulation in Walls due to Air Leakage", Division of Building Research Technical Paper No. 227, National Research Council of Canada 1965.

National Research Council of Canada, "Construction Technology Updates", Institute for Research in Construction, Ottawa:

- "Evolution of Wall Design for Controlling Rain Penetration", Construction Technology Update No. 9, by G.A. Chown, W.C. Brown and G.F. Poirier, December 1997
- "Pressure Equalization in Rainscreen Wall Systems", Construction Technology Update No. 17, by M.Z. Rousseau, G.F. Poirier and W.C. Brown, July 1998
- "Fire Resistance of Floor Assemblies in Multi-Family Dwellings", Construction Technology Update No. 20, by M.A. Sultan, September 1998
- "Control of Floor Vibration", Construction Technology Update No. 22, by D.E. Allen and G. Pernica, December 1998
- "Water Shedding Details Improve Masonry Performance", Construction Technology Update No. 23, by A.H.P. Maurenbrecher, December 1998
- "Controlling the Transmission of Airborne Sound through Floors", Construction Technology Update No. 25, by A.C.C. Warnock, May 1999
- "Effect of Electrical Outlet Boxes on Sound Isolation of Gypsum Board Walls", Construction technology Update No. 27, by T.R.T. Nightingale, J.D. Quirt and M.A. Sultan, May 1999
- "Use of Field-Applied Polyurethane Foams in Buildings", Construction Technology Update No. 32, by M.T. Bomberg and M.K. Kumaran, December 1999
- "Designing Exterior Walls According to the Rainscreen Principle", Construction Technology Update No. 34, by W.C. Brown, G.A. Chown, G.F. Poirier and M.Z. Rousseau, December 1999
- "Low-Permeance Materials in Building Envelopes", Construction Technology Update No. 41, by M.K. Kumaran and J.C. Haysom, October 2000

National Roofing Contractors Association, "The NRCA Roofing and Waterproofing Manual", Fourth Edition, 10255 W. Higgins Road Suite 600, Rosemont, IL 60018, USA

Recherche en matière d'incendie

Alfawakhiri, F. and Sultan, M.A., "Numerical Modeling of Steel Members Subjected to Severe Thermal Loads," Proceedings of the Fire & Materials 2001 Conference (San Francisco, CA., U.S.A. 2001), pp. 483-494, Feb, 2001 (NRCC-44225)

Alfawakhiri, F. and Sultan, M.A., "Fire Resistance of Loadbearing LSF Assemblies," 15th International Specialty Conference on

Cold- Formed Steel Structures (St. Louis, Missouri, 2000), pp. 545-561, Oct, 2000

Alfawakhiri, F., Sultan, M.A. and Kodur, V.R., "Loadbearing LSF Walls Exposed to Standard Fire," CSCE 3rd Structural Specialty Conference (London, Ontario, 2000), pp. 114-121, Jun, 2000

Alfawakhiri, F. and Sultan, M.A., "Fire Resistance of Loadbearing Steel Stud Walls Protected with Gypsum Board: A Review," Fire Technology, 35, (4), November, pp. 308-335, Nov, 1999

Alfawakhiri, F., and Sultan, M.A., "Fire Resistance of Loadbearing Steel Stud Walls Protected with Gypsum Board", Proceedings of the 6th International Conference on Fire and Materials, San Antonio, Texas, Interscience Communications Ltd., February 1999, pp. 235-246

Alfawakhiri, F., Sultan, M.A. and MacKinnon, D.H., "Fire Resistance of Loadbearing Steel Stud Walls Protected with Gypsum Board: A Review," Fire Technology, 35, (4), November, 1999, pp. 308-335

Kodur, V.R., Nwosu, D.I., Sultan, M.A. and Franssen, J-M., "Application of the SAFIR Computer Program for Evaluating Fire Resistance," 3rd International Conference on Fire Research and Engineering (Chicago, IL., U.S.A. 1999), pp. 287-295, 1999

Kodur, V.R., Sultan, M.A., and Alfawakhiri, F., "Fire Resistance Tests on Loadbearing Steel Stud Walls," Proceedings of the 3rd International Conference on Fire Research and Engineering, Society of Fire Protection Engineers, Chicago, IL., U.S.A., October 1999, pp. 275-286

Kodur, V. K. R. , Sultan, M. A., Latour, J.C., Leroux, P. and Monette, R.C., "Fire Resistance Tests on Gypsum Board-Protected Loadbearing Steel Stud Walls", Internal Report No. 833, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa, March 2002 (IRC-IR-833)

Nightingale, T.R.T., and Sultan, M.A., "Sound Isolation and Fire Resistance of Assemblies with Fire Stops", Construction Technology Update, 16, pp. 6, July 1998 Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa (NRCC-42656)

Sultan, M.A., "A Model for Predicting Heat Transfer Through Non-insulated Unloaded Steel Stud Gypsum Board Wall Assemblies Exposed to Fire", Fire Technology, 32: pp. 239-259, 1996

Sultan, M.A., "Fire Spread Via Wall/floor Joints in Multi-family Dwellings," Fire and Materials, 24, (1), January, pp. 1-8, Jan, 2000

Sultan, M.A., "Factors Affecting Fire Resistance Performance of Lightweight Frame Floor Assemblies," Interflam'99, 8th International Fire Science & Engineering Conference (Edinburgh, Scotland, 1999), pp. 897-910, 1999

Sultan, M.A. "Fire Resistance of Floor Assemblies in Multi-Family Dwellings", Construction Technology Update, 20, September,

pp. 4, Sep, 1998, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa (NRCC-42874)

Sultan, M.A., "Fire Stops Performance in Wall/floor Joints of Multi-family Dwellings," Fire and Materials '98 International Conference (San Antonio, TX., U.S.A. 1998), pp. 53-64, Feb, 1998 (NRCC-41110)

Sultan, M.A., Alfawakhiri, F., and Bénichou, N., "A Model For Predicting Heat Transfer Through Insulated Steel Stud Wall Assemblies Exposed to Fire," Fire and Materials '2001 International Conference (San Francisco, CA., U.S.A. 2001), pp. 495-506, Feb, 2001 (NRCC-44227)

Sultan, M.A., Bénichou, N. and Kodur, V.R., "Floor Assemblies: The Fire Resistance of Floor Assemblies in Multi-family Dwellings is Affected by Code Requirements to Dampen Sound," Canadian Consulting Engineer, 41, (3), May, pp. 54, 60, May, 2000

Sultan, M.A., Denham, E.M.A., Monette, R.C. and Morwick, D.W., "Temperature Measurements in Fire Resistance Tests on Small-Scale, Insulated and Non-Insulated, Regular Gypsum Board Assemblies", Internal Report No. 671, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, November 1994 (IRC-IR-671)

Sultan, M.A. and Kodur, V.R., "The Effects of Subfloor and Insulation Type and Thickness on the Fire Resistance of Small-scale Floor Assemblies," Fire and Materials, 24, (3), May/June, pp. 131-141, Jun, 2000

Sultan, M.A. and Kodur, V.R., "The Effect of Insulation on the Fire Resistance of Small-scale Lightweight Frame Floor Assemblies," Fire and Materials '99, 6th International Conference and Exhibition (San Antonio, Texas, 1999), pp. 223-234, 1999

Sultan, M.A., Kodur, V.R., Richardson, L.R. and McPhee, R.A., "Fire Resistance of Lightweight Frame Wall Assemblies," 4th Japan/Canada Housing R&D Workshop Proceedings (Sapporo, Japan, 1997), pp. III-50-III-56, Dec, 1997 (NRCC-41363)

Sultan, M.A. and Lougheed, G.D., "Fire Resistance of Gypsum Board Wall Assemblies, Construction Technology Update," 2, Jan., pp. 4, Jan, 1997 Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa (NRCC-40625)

Sultan, M.A., Lougheed, G.D., MacLaurin, J.W. and Denham, E.M.A., "Temperature Measurements in Fire Resistance Tests on Insulated and Non-Insulated Small-Scale Wall Assemblies Protected by Type X Gypsum Board", Internal Report No. 677, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, December 1994 (IRC-IR-677)

Sultan, M.A., Lougheed, G.D., Denham, E.M.A., Monette, R.C., and MacLaurin, J.W., "Temperature Measurements in Full-Scale Fire Resistance Tests on Non-Insulated Regular Gypsum Board Wall Assemblies", Internal Report No. 674, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, December 1994 (IRC-IR-674)

Sultan, M.A., MacLaurin, J.W., Denham, E.M.A. and Monette, R.C., "Temperature Measurements in Full-Scale Insulated and Non-Insulated (1x2) Gypsum Board Protected Wall Assemblies with Steel Studs", Internal Report No. 675, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, December 1994 (IRC-IR-675)

Sultan, M.A., MacLaurin, J.W., Denham, E.M.A. and Morwick, D.W., "Temperature Measurements in Fire Resistance Tests on Small-Scale Wall Assemblies of Different Cavity Depths, Stud Types and Asymmetrical Installations of Gypsum Board", Internal Report No. 670, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, November 1994 (IRC-IR-670)

Sultan, M.A., Seguin, Y.P. and Leroux, P., "Fire Spread in Wall/Floor Joints of Multi-Family Dwellings", Internal Report, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, 770, pp. 66, Jun, 1998 (IRC-IR-770)

Sultan, M.A., Seguin, Y.P. and Leroux, P., "Results of Fire Resistance Tests on Full-Scale Floor Assemblies", Internal Report 764, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, May, 1998 (IRC-IR-764)

Sultan, M.A., Séguin, Y., Leroux, P. and Monette, R.C., "Results of Fire Resistance Tests on Small-Scale Floor Assemblies", Internal Report, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, Institute for Research in Construction, 813, pp. 76, July 2000

Sultan, M.A., Richardson, L.R. and McPhee, R.A., "Fire Resistance of Lightweight Frame Floor Assemblies", 4th Japan/Canada Housing R&D Workshop Proceedings (Sapporo, Hokkaido, Japan, 1997), pp. III-64-III-69, Dec, 1997 (NRCC-41364)

Recherche en matière d'acoustique

Halliwell, R.E., Nightingale, T.R.T., Warnock, A.C.C and Birta, J.A., "Gypsum Board Walls: Sound Transmission Loss Data", Internal Report No. 761, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa 1998 (IRC-IR-761)

Nightingale, T.R.T., Quirt, J.D. and Sultan, M.A., "Effect of Electrical Outlet Boxes on Sound Isolation of Gypsum Board Walls", Construction Technology Update, 27, pp. 4, May, 1999, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa

Nightingale, T.R.T. and Sultan, M.A., "Sound Isolation and Fire Resistance of Assemblies with Fire Stops", Construction Technology Update, No.16, pp. 6, July 1998 Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa (NRCC-42656)

Quirt, J.D., Warnock, A.C.C and Birta, J.A., "Summary Report for Consortium on Gypsum Board Walls: Sound Transmission Results", Internal Report No. 693, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa 1995 (IRC-IR-693)

Sultan, M.A. and Nightingale, T.R.T., "Safe and Silent: Fire Stops in Cavity Walls Often Work Against the Need to Stop Sound Traveling Between Adjacent Dwellings", Canadian Consulting Engineer, 39, (5), Oct/Nov, pp. 54, 56, Oct, 1998

Warnock, A.C.C., "Controlling the Transmission of Airborne Sound Through Floors", Construction Technology Update, No. 25, May 1999, pp 4, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa

Warnock, A.C.C., "Controlling the Transmission of Impact Sound Through Floors", Construction Technology Update, No. 35, December 1999, pp 4, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa

Warnock, A.C.C and Birta, J.A., "Summary Report for Consortium on Fire Resistance and Sound Insulation of Floors: Sound Transmission Class and Impact Insulation Class Results", Internal Report No. 766, Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Ottawa, April 1998 (IRC-IR-766)

Systèmes muraux avec parement de brique

Arumala, J.O. and Brown, R.H., "Performance Evaluation of Brick Veneer with Steel Stud Backup", by Clemson University, for the Brick Institute of America and the Metal Lath/Steel Framing Association, April 1982

Brick Institute of America, "Technical Notes on Brick Construction":

- "Water Resistance of Brick Masonry Design and Detailing", Part I of III, (Technical Note No. 7 Revised February 1985)
- "Colorless Coatings for Brick Masonry" (Technical Note No. 7E Reissued February 1987)
- "Movement Volume Changes and Effect of Movement", Part I (Technical Note No. 18 Revised January 1991)
- "Movement Design and Detailing of Movement Joints", Part II (Technical Note No. 18A Revised December 1991)
- "Differential Movement - Flexible Anchorage", Part III of III (Technical Note No. 18B Reissued December 1980)
- "Brick Veneer Steel Stud Walls" (Technical Note No. 28B Revised November 1999)

Brown, W.C. and Ullett, J.M., "Measured Pressure Equalized Performance of a Brick Veneer/Steel Stud Assembly, Report 4", for Canada Mortgage and Housing Corporation, June, 1995

Burnett, E.F.P., "Brick-Veneer/Steel-Stud Project - Task 5, Remedial Tie Systems for BV/SS Walls: Summary Report", Building Engineering Group, University of Waterloo, for Canada Mortgage and Housing Corporation, October 1994

Cowie, J.W., "The Failure of Steel Studs", The Magazine of Masonry Construction, February 1990

Cowie, J.W., "*The Failure of Steel Studs*", Encon Loss Control Bulletin, September 1990

Drysdale Engineering and Associates Limited, "*User Reference Manual for a Finite Element Analysis Program for Masonry Veneer/Steel Stud Wall Systems*", prepared for T.W.J. Trestain Structural Engineering as part of a contract with Canada Mortgage and Housing Corporation, December 1993

Drysdale, R.G., Keller, H. and Suter, G.T., "*Seminar on Steel Stud Brick Veneer Wall Systems*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1989

Drysdale, R.G. and Wilson, J., "*A Report on Behaviour of Brick Veneer/Steel Stud Tie Systems*", McMaster University, for Canada Mortgage and Housing Corporation, March 1989

Drysdale, R.G. and Chidiac, S., "*Defining Better Wall Systems*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, May 1989

Drysdale, R.G. and Kluge, A., "*Performance of Brick Veneer Steel Stud Wall Systems Subject to Temperature, Air Pressure and Vapour Pressure Differentials*", McMaster University, for Canada Mortgage and Housing Corporation, May 1990

Drysdale, R.G., Kluge, A. and Roscoe, P., "*A Report on Water Leakage Characteristics of Bricks and Brick Assemblages*", McMaster University, for Canada Mortgage and Housing Corporation, May 1990

Drysdale, R.G. and Wilson, M., "*Tests of Full Scale Brick Veneer Steel Stud Walls to Determine Strength and Rain Penetration Characteristics*", McMaster University, for Canada Mortgage and Housing Corporation, July 1990

Drysdale, R.G. and Suter, G.T., "*Exterior Wall Construction in High Rise Buildings, Brick Veneer on Concrete Masonry or Steel Stud Wall Systems*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1991

Drysdale, R.G. and Breton, N., "*Strength and Stiffness Characteristics of Steel Stud Backup Walls Designed to Support Brick Veneer*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, December 1991

Drysdale, R.G., "*Construction Problems in Multi-Family Residential Buildings*", for Ontario New Home Warranty Plan and Canada Mortgage and Housing Corporation, March 1991

Drysdale, R.G., Hamid, A.A. and Baker, L.R., "*Masonry Structures Behaviour and Design*", Prentice-Hall, 1994

Hatzinikolas, M.A., Lee, R. and Warwaruk, J., "*Factors Affecting the Performance of Metal Stud Walls used as a Back-up System to Masonry Veneer*", Edmonton: Prairie Research Institute, December 1987

Keller, H., Trestain, T.W.J. and Maurenbrecher, A.H.P., "*The Durability of Steel Components in Brick Veneer/Steel Stud Wall Systems*", Proceedings, Sixth Conference on Building Science and Technology, Toronto, March 1992

Keller, H. and Trestain, T.W.J., "*Brick Veneer/Steel Stud Walls - A Repair Solution*", 7th Canadian Masonry Symposium, June 1995

Keller Engineering Associates Inc., "*Performance Monitoring of a Brick Veneer/Steel Stud Wall System*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, December 1992

McGinley, Wararuk, Longworth and Hatzinikolas, "*The Interaction of Masonry Veneer and Steel Studs in Curtain Wall Construction*", Structural Engineering Report No. 127, The University of Alberta, May 1985

MLSFA, "*L/360 Here are the Facts About Steel Framing-Brick Veneer Systems Design*", Metal Lath/Steel Framing Association, February 1985

Plewes, W.G., "*A Perspective on Masonry Serviceability*", Proceedings, 3rd Canadian Masonry Symposium, Edmonton, June 1983

Posey, J.B., "*Best Practice Guide Brick Veneer Steel Stud*", Posey Construction Specifications, for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1996

Posthma, M.A. and Burnett, E.F.P., "*Brick Veneer/Steel Stud Project Task 2: Four Remedial Tie Systems for BV/SS Walls - Development and Conformance Testing*", Building Engineering Group, University of Waterloo, for Canada Mortgage and Housing Corporation, August 1993

Posthma, M.A. and Burnett, E.F.P., "*Brick Veneer/Steel Stud Project Initial Exploratory Study Draft Report (Task 1)*", Building Engineering Group, University of Waterloo, for Canada Mortgage and Housing Corporation, July 1992

Straub, J.F., "*The Performance of Wall Systems Screened With Brick Veneer*", M.A.Sc. Thesis, University of Waterloo, 1993

Suter Keller Inc., "*Brick Veneer/Steel Stud Wall Design and Construction Practices in Canada*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, March 1986

Suter Keller Inc., "*Field Investigation of Brick Veneer/Steel Stud Wall Systems*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, November 30, 1989

Trestain, T.W.J., "*The Success of Steel Studs*", Encon Loss Control Bulletin, June 1991

Trestain, T.W.J. and Rousseau, J., "*Technics: Steel Stud/Brick Veneer Walls*", Progressive Architecture, February 1992 (Discussion June 1992)

Trestain, T.W.J., "*Assessment Repair Strategy for Existing Buildings Constructed with Masonry Veneer Steel Stud Walls*", for Canada Mortgage and Housing Corporation, January 1996

Wegner, C.I. and Burnett, E.F.P., "*Brick-Veneer/Steel-Stud Project, Task 3: Remedial Tie Systems for BV/SS Walls - Post Remediation Performance Considerations*", Building Engineering Group,

University of Waterloo, for Canada Mortgage and Housing Corporation, April 1994

U.S. Army Corps of Engineers, "Masonry Veneer/Steel Stud Walls", Engineering Technical Letter 1110-3-439, July 2, 1992

U.S. Army Corps of Engineers, "Design of Cold-Formed Loadbearing Steel Systems and Masonry Veneer/Steel Stud Walls", Technical Instructions, TI 809-07, November 30, 1998

Wegner, C.I. and Burnett, E.F.P., "Brick-Veneer/Steel-Stud Project, Task 4: Final Remedial Tie System for BV/SS Walls - Development and Conformance Testing", Building Engineering Group, University of Waterloo, for Canada Mortgage and Housing Corporation, April 1994

Zakrzewski, A.S., "Masonry Veneer in Highrise Buildings", Proen Consultants, for Canada Mortgage and Housing Corporation, 1987

Conception et construction avec éléments d'ossature en acier légers

AISI, "Cold-Formed Steel Design Manual", 1996 Edition, American Iron and Steel Institute, Washington, DC, 1996

Applied Technology Council, "ATC Design Guide 1 Minimizing Floor Vibration", Redwood City, California, 1999

CSSBI 50M-87, "Lightweight Steel Framing Manual", Canadian Sheet Steel Building Institute, August 1987

CSSBI 51-91, "Lightweight Steel Framing Design Manual", Canadian Sheet Steel Building Institute, July 1991

CSSBI S5-00, "Guide Specification for Wind Bearing Steel Studs", Canadian Sheet Steel Building Institute, 2000

CSSBI S6-00, "Guide Specification for Lightweight Steel Framing", Canadian Sheet Steel Building Institute, 2000

Ife, L.W., "Sheet Steel Framing for Residential and Light Construction", Technical Bulletin No. 17, The Steel Company of Canada Limited, February 1977

Langan, J.E. and LaBoube, R.A., "Structural Behaviour of Perforated Web Elements of Cold-Formed Steel Flexural Members Subjected to Web Crippling and a Combination of Web Crippling and Bending", Civil Engineering Study 94-3, University of Missouri-Rolla, May 1994

MLSFA, "Lightweight Steel Framing Systems Manual", Second Edition, Published by Metal Lath/Steel Framing Association, (Division of NAAMM), Chicago, IL, 1984

Miller, T.H. and Pekoz, T., "Studies on the Behaviour of Cold-Formed Steel Stud Wall Assemblies", Cornell University, for American Iron and Steel Institute, November 1989

Pekoz, T., "Some Topics on Wall Stud Design", Cornell University Interim Research Report, for the American Iron and Steel Institute, February 1994

Shan, M.Y. and LaBoube, R.A., "Behaviour of Web Elements with Openings Subjected to Bending, Shear and the Combination of Bending and Shear", Civil Engineering Study 94-2, University of Missouri Rolla, 1994

Tarlton, D.L., Schuster, R.M. and Zakrzewski, A.S., "Criteria for the Testing of Wall Sheathing for Load-Bearing Steel Studs", for Canada Mortgage and Housing Corporation External Research Program, March 1990

Winter, G., Lansing, W. and McCalley, R., "Performance of Laterally Loaded Channel Beams", Four Papers on the Performance of Thin Walled Steel Structures, Cornell University, Engineering Experiment Station, Reprint No. 33, November 1, 1950.

Yu, W.W., "Cold-Formed Steel Design", Second Edition, John Wiley & Sons, 1991

Codes et normes

Association canadienne de normalisation :

- S304.1-94 *Calcul de la maçonnerie pour les bâtiments, Calcul aux états limites*
- CAN3-A371-94 *Maçonnerie des bâtiments*
- A370-94 *Crampons pour maçonnerie*
- S136-01 *Spécification nord-américaine pour le calcul des éléments de charpente en acier formés à froid*
- S136.1-01 *Commentary on CSA Standard S136-01, North American Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members*
- CAN/CSA - A82.20 Series-M91, *Méthodes d'essai relatives au gypse et aux produits à base de gypse*
- CAN/CSA - A82.27 - M91 *Plaques de plâtre*
- S478 - 1995, *Guideline on Durability in Buildings*

ASTM (American Society for Testing and Materials) Standards

- ASTM C 755, "Standard Practice for Selection of Vapor Retarders for Thermal Insulations"

ASTM (American Society for Testing and Materials) Special Technical Publications

- ASTM STP 778, Masonry: "Materials, Properties and Performance", G. Borchelt Editor, 1982
- ASTM STP 901, "Building Performance, Function, Preservation and Rehabilitation", Gerald Davis, Editor, October 1983
 - Kellermeyer, K.B. and Chin, I.R., "Lessons Learned from Investigations of Over 500 Distressed Masonry and Stone Facades"
- ASTM STP 1107, "Water in Exterior Building Walls", Thomas A. Schwarz, Editor, October 1990
 - Ruggiero, S.S. and Myers, J.C., "Design and Construction of Watertight Exterior Building Walls"
 - Beal, C., "Sealant Joint Design"

British Standards Institution:

- BS 7543, "Guide to Durability of buildings and building elements, products and components", 1992

Conseil national de recherches Canada, Ottawa:

- *Code national du bâtiment (Canada) – 1995*, publié par la Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, 1995
- *Guide de l'utilisateur – CNB 1995, Commentaires sur le calcul des structures (Partie 4)*, publié par la Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, 1996