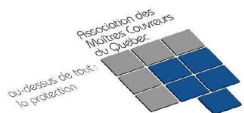


Certains bulletins plus anciens seront toujours disponibles, mais à titre de référence historique seulement; d'autres seront mis à jour prochainement...



BULLETIN TECHNIQUE #1 LA NORMALISATION AU CANADA

Ce bulletin technique fait partie d'une série de publication qui est archivée en tant que référence historique. Afin de savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques, juridiques et de l'AMCQ.

BULLETIN TECHNIQUE #7

ATTACHES MÉCANIQUES

BULLETIN TECHNIQUE #7

ATTACHES MÉCANIQUES

TYPES - FONCTION

ET INSTALLATION

Janvier 1999

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Remerciements	
Introduction	1
Factory Mutual	1
Regard historique	1
Exigences Code National du Bâtiment et Laboratoires d'expertises Canada (ULC)...	2
Norme FM #4470.	2
Date des révisions.....	3
Types de couvertures.....	3
Exigences spécifiques de Factory Mutual.	3
Méthodes de fixation d'un isolant à un platelage métallique.	3
Assemblages d'attaches pour isolants.	4
Types d'assemblage d'attaches.	4
Types d'assemblage d'attaches - croquis	5
Têtes de vis auto-taraudeuses. et croquis.....	5
Rondelles et plaques pour les assemblages auto-taraudeurs.....	6
Résistance à l'arrachement des vis.....	6
Corrosion des attaches métalliques.	7
Phénomènes de dévissage et proéminence des attaches.	7
Essais d'arrachement d'une attache mécanique existante.....	8
Évaluation des attaches mécaniques.....	8
Méthode d'essai A580" ULC	9
Nombre d'attaches par panneau exigé par AFM-LPD 1-29@	10
Position des attaches quand il y a deux couches d'isolant.....	10
Espacement des attaches mécaniques pour les membranes mono-pli.....	10
Recouvrement d'une couverture existante.	11
Perspectives d'avenir	11
Faillies d'installation d'attaches / Soulèvement du système de couverture.	12
Recommandations.	12
Spécifications	13
Calcul résistance à l'arrachement au vent selon <i>Factory Mutual</i>	13
Exemple #1	16
Exemple #2	17
Bibliographie	19
Sommaire des exigences / attaches / systèmes de toiture.....	20
Vélocité des vents pour le Canada (Wind speed...)	21
Vélocité des vents pour le Québec.....	22
LPD 1-28 Loss Prevention Data Factory Mutual	23
Nombre d'attaches/panneaux.....	28
LPD 1-29 Disposition des attaches	29

INTRODUCTION

Le présent document réfère à des extraits de la norme # 4470 de *Factory Mutual Research Corporation* (FM) et se rapporte exclusivement aux attaches mécaniques et aux exigences relatives aux risques de soulèvement par le vent.

Ce résumé a pour objet de familiariser le lecteur avec la conception, l'installation et les problèmes qui sont associés aux attaches mécaniques.

Pour permettre au lecteur de saisir les éléments importants du sujet dans un minimum de temps, le résumé n'identifie pas les sources des divers extraits, toutefois une bibliographie est jointe en annexe.

Il est à noter que la majorité des documents de référence sont publiés en langue anglaise.

Les commentaires et extraits apparaissant dans le présent document, le sont à titre informatif seulement. Le cas échéant, le lecteur devra se référer aux documents originaux cités dans la bibliographie.

FACTORY MUTUAL

Factory Mutual Research Corporation (FMRC) est un organisme américain dont le siège social est situé au Massachusetts et qui réalise, à la demande des manufacturiers, des essais normalisés en vue d'approuver certains produits et systèmes, dans un vaste éventail de domaines. L'organisme publie annuellement une liste de ses produits et systèmes approuvés: "*Factory Mutual System, Approval Guide*"

REGARD HISTORIQUE

Les premières études d'importance concernant les conséquences du vent sur les couvertures, font suite aux problèmes majeurs survenus lors d'ouragans et de vents violents, entraînant la destruction complète de couvertures.

Le résultat de ces études serait à la source de la norme américaine AINSI-A58.1 (1972), à l'intérieur de laquelle on faisait état de différentiels de succion sur les couvertures: les coins, où les coefficients de pression sont très élevés, le périmètre (modéré) et les surfaces courantes (coefficients plus faibles).

En 1979, *Factory Mutual Research Corporation (FMRC)* a publié un bulletin à ce sujet, intitulé: *Loss prevention data*.

Par la suite des études furent effectuées spécifiquement sur les couvertures installées sur platelages métalliques et en 1983 (FMRC - *Loss prevention data 1-28*) statuait alors que la fixation mécanique de l'isolant sur le platelage était la seule méthode reconnue et performante.

La dernière révision, datée de juin 1996, présente deux sections:

- 1) LPD 1-28 "*Wind loads to roof systems and roof deck securement*"
- 2) LPD 1-29 "*Above-deck roof components*"

Ces différentes recherches et publications ont amené FMRC à normaliser ses essais en vue d'établir un protocole de classification des couvertures selon la performance, et différents paramètres, dont les risques de soulèvement dû au vent et la corrosion des attaches mécaniques.

EXIGENCES CODE NATIONAL DU BÂTIMENT ET LABORATOIRES D'EXPERTISES CANADA (ULC)

Les exigences du Code National du Bâtiment, édition 1990, sont très vagues en terme de résistance au vent des couvertures, et ne réfèrent actuellement à aucune norme spécifique si ce n'est aux exigences d'ordre structural généralement évaluées et calculées par les ingénieurs en structure pour les composantes structurales et autres éléments d'ordre secondaire des bâtiments identifiés dans le Code.

L'article 5.4.3.1 c) stipule que les couvertures doivent être posées de façon à résister aux dommages dûs au vent"

La section 4.1.8 et le commentaire "B" du supplément du *Code National* font état des méthodes de calcul quant aux pressions ou succions extérieures.

À l'exception de la section 4.1.8, où la méthode de calcul serait modifiée en regard de considérations sismiques plus sévères, aucune modification importante ayant trait à la résistance au vent des systèmes et de leurs ancrages ne serait apportée dans le *Code National du Bâtiment*, édition 1995.

NORME FM #4470

La norme # 4470, "*Approval Standard For Class 1 Roof Coverings*", édition avril 1986, détaille les diverses exigences que les revêtements de toiture doivent rencontrer pour être reconnus *Classe 1* en ce qui regarde leur comportement au feu, au vent, aux forces induites lors des tempêtes, l'étanchéité et la corrosion des composantes mécaniques. **(Voir tableau sommaire des exigences page 20)**

La performance d'une couverture dépend en partie des substrats sur lesquels elle est appliquée de sorte que l'évaluation de la performance d'une couverture doit tenir compte de **l'ensemble des composantes** de la toiture.

DATE DES RÉVISIONS

La date de révision la plus récente du document consulté (norme #4470) est le 1^{er} septembre 1987, sauf pour les sections 5.4 "*Water Leakage*" et 5.6 "*Corrosion Resistance*" dont la date de révision est le 1^{er} décembre 1988.

TYPES DE COUVERTURES

Les types de couvertures mentionnés dans la norme, peuvent être en rouleaux, en feuilles, sous forme de bardeaux ou sous forme liquide. Les couvertures peuvent être construites sur place ou préfabriquées. Elles peuvent être appliquées sous forme multicouches, bicouches ou mono-pli, en adhérence complète, partiellement adhérentes, fixées mécaniquement, en indépendance et protégées par gravillons en surface, ou une combinaison de ces divers systèmes.

EXIGENCES SPÉCIFIQUES DE FACTORY MUTUAL

Pour être classifiée couverture "*FM Classe 1*", chaque composante du toit doit rencontrer toutes les exigences suivantes:

- Norme #4470
- Être installée tel que décrit dans "*Approval Guide*" et LPD 1-28 et 1-29
- Être installés sur les supports spécifiés

et

Sans aucune substitution des produits ou composantes approuvés.

Il n'y a pas de système "*classe 1*", adhérent au pontage d'acier. Pour être "*classe 1*" il faut que ce soit attaché mécaniquement ou lesté.

Il n'en demeure pas moins que le guide ainsi que la norme adaptés aux besoins, selon les circonstances, constituent la meilleure, sinon l'unique source de référence, quant à la description, la sélection et l'installation d'attaches mécaniques.

MÉTHODES DE FIXATION D'UN ISOLANT À UN PLATELAGE MÉTALLIQUE.

On compte quatre (4) méthodes:

Dans la **première méthode**, le pare-vapeur est adhérent au platelage d'acier avec un adhésif. L'isolant est en suite adhérent au pare-vapeur avec un autre adhésif. Cette méthode n'est pas homologuée par *FM*.

Dans la **deuxième méthode**, l'isolant est attaché au platelage métallique avec un assemblage d'attaches (aucune colle ou adhésif). Le pare-vapeur est déposé entre le platelage métallique et l'isolant sans adhésif, sauf pour sceller le joint des feuilles du pare-vapeur entr'elles. Cette méthode prévoit l'espacement des attaches en fonction des forces négatives attribuables aux bourrasques de vent. Cette méthode est homologuée par *FM*. Le pare-vapeur est toutefois perforé par les vis d'attaches, ce qui peut être un inconvénient dans le cas de locaux à forte teneur en humidité.

Dans la **troisième méthode**, les panneaux d'isolant sont fixés mécaniquement au support d'acier. Afin d'éviter les perforations du pare-vapeur: on fixe mécaniquement le premier rang d'isolant (1/3 de la valeur isolante), on adhère le pare-vapeur et le deuxième rang d'isolant (2/3 de la valeur isolante). Règle générale, ces proportions permettent de respecter le point de rosée, cependant dans certains cas critiques, il est nécessaire de tracer la courbe de gradient de température. Cette méthode est homologuée par *FM*.

Dans la **quatrième méthode**, un gypse type X de $\frac{5}{8}$ " approuvé est fixé au platelage métallique et tous les autres éléments sont collés. Cette méthode est aussi homologuée par *FM*.

ASSEMBLAGES D'ATTACHES POUR ISOLANTS.

Les vis d'attaches sont fabriquées en acier durci et sont munies d'une pointe prévue pour perforer le platelage métallique. Les plaques de répartition des charges en acier ou en plastique évitent que les attaches imposent des contraintes excessives sur l'isolant. Le trou de la rondelle est en recul de sa surface pour permettre à la tête de la vis d'être de niveau avec la surface de la rondelle et ainsi éviter que la vis ne frotte contre la membrane. Les barbelures ou filetages sur les vis offrent une grande résistance à la rétraction de l'attache.

TYPES D'ASSEMBLAGES D'ATTACHES.

Il existe deux types :

- Ancrage à barbelures (**croquis A - page 5**)
- Vis auto-taraudeuses (**croquis B - page 5**)

Les assemblages de rondelles et attaches à barbelures et tête rabattue sont martelés à travers le platelage d'acier à l'aide d'un maillet en caoutchouc.

Les vis auto-taraudeuses peuvent être munies d'une plaque de distribution des charges ou être enfoncées à travers une barre continue. Le vissage à travers le platelage d'acier est fait à l'aide d'un tournevis dynamométrique ou autre outil spécial.

TYPES D'ASSEMBLAGE D'ATTACHES - CROQUIS



Croquis A
ancrage à barbelures



Croquis B
vis auto-taraudeuses

TÊTES DE VIS AUTO-TARAUDEUSES - CROQUIS

La longueur des vis disponibles peut atteindre 406,4 mm (16") et sur commande 558,8 mm (22"). Il existe plusieurs formes de tête (**croquis C**).

Hexagone à six pans
échancrés à rondelle

fraisée
ovale

fraisée
plate

fraisée
bombée

tête
plate

fraisée



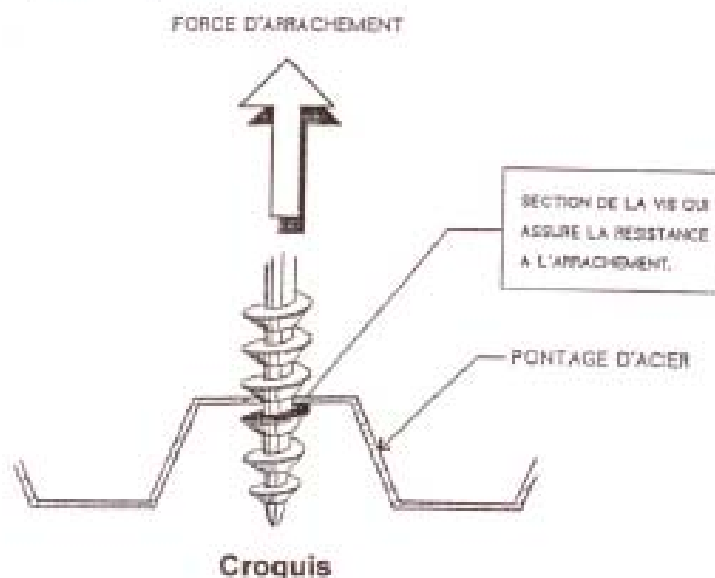
Croquis C

RONDELLES ET PLAQUES POUR LES ASSEMBLAGES AUTO-TARAUDEURS

Les assemblages d'attaches pour isolant comportent des plaques de répartition en métal ou plastique. Les plaques ont approximativement 76,2 mm (3") de diamètre et distribuent les contraintes sur l'isolant. Si les plaques de répartition des charges sont trop petites, mal espacées, ou omises, il existe un risque de soulèvement qui forcera la tête de la vis à travers le panneau d'isolant ou à travers la plaque de répartition des charges.

LA RÉSISTANCE À L'ARRACHEMENT DES VIS

Les attaches doivent être installées dans la partie supérieure du platelage (**croquis**). Les attaches installées dans la cannelure du platelage ne sont pas conformes aux exigences de *Factory Mutual Wind Uplift Requirements*.



Pour assurer la conformité :

- Tirer les lignes au cordeau à craie directement sur l'isolant.
- Inspecter la sous-face du platelage.
- Utiliser des vis dont la longueur ne permet pas d'atteindre le fond de la cannelure.

Lors de l'installation d'une nouvelle couverture en vue de conserver les composantes saines du système en place, pratiquer des coupes mesurant approximativement 304.8 mm X 304.8 mm (12" X 12") au travers du système existant. L'emplacement et le nombre de coupes permettent d'identifier :

- L'orientation du platelage (sens des cannelures).
- L'espacement des cannelures.
- L'épaisseur des composantes du système existant.
- L'absence ou la présence d'humidité à l'intérieur du système existant.

CORROSION DES ATTACHES MÉTALLIQUES.

La durée de vie des attaches est limitée. Un environnement sec assure une performance optimale des attaches. L'infiltration d'humidité à l'intérieur du système de couverture, depuis l'intérieur ou l'extérieur, mène à la détérioration du substrat et de l'isolant de couverture. Les différents types de substances corrosives résultant d'un milieu humide affecteront les attaches dont le rôle est d'assujettir le système.

L'essai *Kesternich* constitue la base d'approbation “FM” pour les attaches mécaniques. Or il fut constaté que les matériaux organiques tels: les bitumes, les feutres #15 et la fibre de bois produisent des substances corrosives plus dommageables sur les attaches en acier inoxydable et les attaches en acier à haute teneur en carbone dotées d'un enduit anti-corrosif que les essais à base de vapeur d'eau et de dioxyde sulfureux.

L'acier inoxydable austénitique #314 est le type d'acier inoxydable le plus répandu dans la fabrication d'attaches métalliques. Dans des milieux particulièrement corrosifs, l'acier inoxydable de type #316 (ANSI) procure une résistance accrue à la corrosion.

Lors de l'installation d'un nouveau système de couverture sur un système existant, il est d'une importance capitale de s'assurer que les composantes existantes sont sèches.

PHÉNOMÈNES DE DÉVISSAGE ET PROÉMINENCE DES ATTACHES.

Le vent et ses effets sur le système de couverture constituent la cause principale du phénomène de dévissage des attaches. La pression négative en surface du toit causée par de forts vents soumet la couverture à différentes forces de soulèvement qui transmettent aux assemblages des contraintes d'arrachement et de cisaillement. Ces contraintes se transmettent à l'attache elle-même sous forme de force vibratoire causant parfois le dévissage des plaques ou rondelles.

Le second phénomène se produit suite à la compression des isolants de couverture à faible densité sous l'effet du poids de la circulation sur la couverture. L'isolant comprimé permet à la vis de se scinder de la rondelle tout en conservant sa position. La vis apparaît donc comme une proéminence ponctuelle sous la membrane de couverture.

Dans ces deux cas, l'assemblage d'attaches n'est plus solidaire. Les vis libérées de leur ancrage et en contact avec la membrane peuvent être la cause d'une usure prématurée voir même de la perforation de cette dernière.

Certaines plaques ou rondelles d'ancrage sont munies de dents d'arrêt qui empêchent la séparation rondelle/vis. D'autres types de plaques pour les membranes mono-ply comportent des **caboches** ou **projections** qui assujettissent la membrane contre l'isolant diminuant ainsi les effets de battement dû au vent.

ESSAIS D'ARRACHEMENT D'UNE ATTACHE MÉCANIQUE EXISTANTE.

Il existe de nombreux équipements d'essai sur le marché. La plupart consistent en deux cadres métalliques séparés par de petits cylindres hydrauliques, ou des engrenages, avec un cadran qui indique la force appliquée. Le cadre inférieur est placé sur le platelage d'acier et l'attache est ancrée au cadre supérieur. La force nécessaire est appliquée pour arracher l'attache du platelage.

ÉVALUATION DES ATTACHES MÉCANIQUES.

Il existe en Amérique du Nord, deux méthodes d'essai aux fins d'homologation des couvertures fixées mécaniquement contre le soulèvement par le vent.

1. Méthode “FM 4470” - Essai de résistance à la pression de soulèvement.

Pour obtenir l'homologation “Factory Mutual 1”, une couverture doit résister à une pression déterminée pendant une minute. Pour la classification 1-60 la couverture doit résister à une pression de 60 lb/pi.² (2,1 ka) pendant une minute. Pour la classification 1-90, elle doit résister à une pression de 90 lb/pi.² (4,2 ka) pendant une minute.

La classification “1” indique que la couverture satisfait également à d'autres essais de *Factory Mutual* portant sur le feu, la grêle, les fuites, la corrosion et la circulation sur la couverture.

2. Méthode d'essai “580” de “l’Underwriters Laboratories (UL)”

Dans une chambre de pression, on applique sur le dessus du panneau des pressions négatives stables et oscillantes alors que plus bas, on exerce une pression positive stable sur la surface inférieure. L'essai comprend 5 phases: 5 min; 5 min; 60 min; 5 min. et 5 min. Les cotes accordées sont: *UL 15, UL 30, UL 60 et UL 90.*

(Voir tableau page 9)

MÉTHODE D'ESSAI " 580" ULC

COTES	PHASE D'ESSAI	DUREE, minutes	PRESSION NÉGATIVE p2 (kPa)	PRESSION POSITIVE p2 (kPa)
UL15	1	5	9,4 (0,45)	0,0 (0,00)
	2	5	9,4 (0,45)	5,2 (0,25)
	3	60	5,7-16,2 (0,27-0,78)	5,2 (0,25)
	4	5	14,6 (0,70)	0,0 (0,00)
	5	5	14,6 (0,70)	8,3 (0,66)
UL30	1	5	16,2 (0,79)	0,0 (0,00)
	2	5	16,2 (0,79)	13,8 (0,66)
	3	60	8,1-27,7 (0,39-1,33)	13,8 (0,66)
	4	5	24,2 (1,16)	0,0 (0,00)
	5	5	24,2 (1,16)	20,8 (1,00)
UL60	1	5	32,3 (1,55)	0,0 (0,00)
	2	5	32,3 (1,55)	27,7 (1,33)
	3	60	16,2-55,4 (0,79-2,66)	27,7 (1,33)
	4	5	40,4 (1,94)	0,0 (0,00)
	5	5	40,4 (1,94)	34,6 (1,66)
UL90	1	5	48,5 (2,33)	0,0 (0,00)
	2	5	48,5 (2,33)	41,5 (1,99)
	3	60	24,2-48,5 (1,16-2,33)	41,5 (1,99)
	4	5	56,5 (2,71)	0,0 (0,00)
	5	5	56,5 (2,71)	48,5 (2,33)

NOMBRE D'ATTACHES PAR PANNEAU EXIGÉ PAR "FM LOSS PREVENTION DATA SHEET 1-29" (PRÉVENTION DES PERTES, FICHE TECHNIQUE 1-29)

Le nombre d'attaches mécaniques nécessaires par panneau d'isolant ou plaque de gypse est déterminé à partir des informations données dans le Code du bâtiment et ses suppléments et les fiches techniques "FM" ou UL".

Le minimum est normalement de huit (8) attaches par panneau de 1,219.2 mm X 2,438.4 mm (4' X 8') ou quatre (4) par demi-panneau. La fiche technique 1-29 recommande une augmentation de 75% du nombre d'attaches mécaniques aux coins et 50% en périphérie.

POSITION DES ATTACHES QUAND IL Y A DEUX COUCHES D'ISOLANT

Quand il y a deux couches d'isolant il est préférable d'attacher mécaniquement la couche inférieure et d'adhérer la couche supérieure. La contrainte locale exercée sur la membrane par l'assemblage d'attaches mécaniques est éliminée. Le pare-vapeur est perforé par les vis ce qui constitue le désavantage de cette méthode dans les locaux à forte teneur en humidité. (Voir la troisième méthode décrite à la page 4)

ESPACEMENT DES ATTACHES MÉCANIQUES POUR LES MEMBRANES MONO-PLI

Pour les membranes mono-pli, la fiche technique LPD 1-29 spécifie d'augmenter le nombre d'attaches en périphérie et dans les coins, tel que mentionné ci-dessus. Les membranes mono-pli peuvent être attachées en fixation linéaire à l'aide de barres. Il n'est pas obligatoire que les barres coïncident avec les joints de chevauchement. Les membranes mono-couche peuvent être attachées aussi par des vis et plaques de répartition aux joints de chevauchement. Un rang additionnel pourrait être nécessaire entre les joints de chevauchement. Les conditions spécifiques pour chaque homologation sont présentées dans "Approval Guide" (FM).

La fiche technique LPD 1-29 recommande pour les membranes mono-pli:

Aux coins, pour l'homologation 1-60 et 1-90: réduire la superficie à 40% d'espacement général et 60% pour la périphérie, de celle indiquée dans l'*Approval Guide*.

(voir LPD 1-29 pour les exigences particulières à chaque méthode d'ancrage)

RECOUVREMENT D'UNE COUVERTURE EXISTANTE.

Les statistiques indiquent que 75% des travaux de couverture consistent en la réfection ou le recouvrement des couvertures existantes. Si la construction existante n'est pas retenue par des attaches mécaniques en bon état, il est recommandé que la construction sèche existante soit attachée mécaniquement à travers la membrane. Par la suite, un panneau de recouvrement est adhérent à la construction existante avant l'installation de la nouvelle membrane.

En alternative à la méthode précédente, un panneau de recouvrement peut être fixé mécaniquement à travers le système existant.

Pour être *FM*, il faut suivre l'*Approval Guide* pour les systèmes "re-cover".

PERSPECTIVES D'AVENIR

Depuis quelques années et suite aux dommages importants survenus sur les couvertures à la suite d'ouragans et de tempêtes d'envergure, où l'on constata la ruine de systèmes qui pourtant, devaient théoriquement, résister aux effets du vent, de nombreuses recherches ont été menées afin d'établir les effets réels du vent, par la réalisation d'essais qui simuleraient de façon dynamique et non seulement statique, les différentes contraintes, tout en considérant les effets de vibrations, oscillations et déflexions qu'on peut retrouver sur une toiture.

L'*IRC* fait actuellement figure de pionnier en Amérique du Nord. L'organisme, auquel se sont adjoints de multiples intervenants du milieu (entr'autres: *Carlisle*, *Firestone*, *NRCA*, *Soprema*, l'*ACEC*, la *Défense Nationale*, *Travaux publics Canada*, etc.) a mis au point une table d'essais en fonction à Ottawa.

Des analyses sont en cours au *CNRC* et réalisées par le groupe "Sigders" (*Special Interest Group for dynamic Evaluation of Roofing Systems*), sur des essais semblables réalisés en Europe par les organismes suivants:

- *British Research Establishment Realtime Wind Uniform Load Follower (BRERWULF)*, dont on retrouve un système d'essai similaire à l'*Université de Clemson*, aux États-Unis;
- L'Union européenne pour l'agrément technique dans la construction (*UEATC*).

FAILLES D'INSTALLATION D'ATTACHES/SOULÈVEMENT DU SYSTÈME DE COUVERTURE

- Positionnement de la vis à côté de la partie supérieure du platelage l'empêchant de s'y visser.
- Positionnement de la vis à côté de la partie supérieure du platelage et dont la longueur peut permettre involontairement son ancrage dans la cannelure du platelage. Ceci risque de causer l'affaissement du panneau d'isolant en le forçant à plier dans la cannelure.
- Utilisation de vis de longueur excessive pouvant endommager les composantes des systèmes électriques ou mécaniques qui sont généralement suspendus à proximité de la sous-face du platelage.
- Vis installée sans rondelle.
- Vis positionnée trop près de la rive du panneau d'isolant.
- Tête de la vis et/ou plaque de répartition insuffisamment encastrées dans l'isolant.
- Vis insérée à travers le platelage à un angle autre que 90⁰.
- Tête cassée d'une attache auto-perforante dû au martelage hors de l'axe de l'attache.
- Vissage excessif des attaches causant l'arrachement des filets.
- Vissage excessif des attaches causant la cassure des plaques ou rondelles de plastique.

RECOMMANDATIONS

- Utiliser des attaches (en quantité requise) approuvées par "FM" dans son *Approval Guide* pour fixer les panneaux d'isolant ou les plaques de gypse au platelage d'acier.
- Positionner les attaches dans le haut du platelage.
- Utiliser des vis dont la longueur ne peut atteindre le fond de la cannelure du platelage.
- Utiliser les attaches recommandées par le fabricant de panneaux d'isolant ou le fabricant de la membrane mono-pli.
- Utiliser un tournevis dynamométrique ou autres outils approuvés par le fabricant du matériau.
- Positionner les vis conformément aux esquisses de LPD-29.
- Éviter d'installer les retailles de panneaux d'isolant dont les dimensions sont moindres que la moitié d'un panneau d'origine.

SPÉCIFICATIONS

La pression exercée par le vent sur une partie ou la totalité d'une surface de couverture doit être calculée selon des formules spécifiques et dépend de différents facteurs; la localisation du bâtiment, son exposition, sa hauteur, ses charges et surcharges, etc... Pour être conforme aux exigences *FM*, suivre le LPD 1-28, "*Wind loads to roof systems and roof deck securement*".

Ces calculs doivent donc être effectués par un professionnel qui élaborera son devis selon les spécifications du *Code National du Bâtiment* et de *FM*.

CALCUL RÉSISTANCE À L'ARRACHEMENT AU VENT SELON FACTORY MUTUAL

Nous vous présentons un résumé de la méthode recommandée par *Factory Mutual* pour déterminer la résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture.

Ce document se veut un guide afin de vous permettre de comprendre plus facilement les documents de *Factory Mutual*. Notez que dans tous les cas, il incombe aux concepteurs de concevoir les systèmes d'étanchéité de toiture et d'assurer l'application de toutes les normes requises.

Les documents officiels à utiliser pour déterminer la résistance à l'arrachement au vent sont: "*Loss Prevention Data*" 1-28 ou 1-29, de *Factory Mutual*. Cependant, ce résumé a été vérifié par Monsieur Paul Janusauskas, ingénieur en chef, bureau de Montréal de *Factory Mutual*.

La classification de résistance à l'arrachement au vent des toitures, selon *Factory Mutual*, se détermine en cinq étapes (Voir le bulletin " Loss Prevention Data 1-28 " de *FM* pour tous les détails)

- 1) Détermination de la vitesse du vent au sol. (**LPD 1-28, paragraphe 2.1.1**)
- 2) Détermination du coefficient de friction au sol. (**LPD 1-28, paragraphe 2.1.2**)
- 3) Détermination de la force d'arrachement. (**LPD 1-28, paragraphe 2.1.3**)
- 4) Ajustement en fonction des ouvertures. (**LPD 1-28, paragraphe 2.1.4**)
- 5) Détermination de la classification applicable. (**LPD 1-28, paragraphe 2.2**)

1) DÉTERMINATION DE LA VITESSE DU VENT AU SOL

À l'aide de la figure 1b) *Wind speed map for Canada* (page 21) ou secteur Québec (page 22) déterminer la vitesse du vent au sol.

2) DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DE FRICTION AU SOL

Pour déterminer le coefficient de friction au sol *FM* propose trois choix:

Coefficient "B": zones urbaines et banlieues, zones fortement boisées, etc.. Si les conditions d'exposition au vent sont plus sévères en deçà de 460 m. (1,500 pi.) de l'édifice, ou sur une distance correspondant à 10 fois la hauteur de l'édifice, selon la plus grande des deux dimensions, passer au coefficient "C".

Coefficient "C": terrains ouverts avec obstructions dispersées dont les hauteurs sont généralement inférieures à 9 m. (30 pi.). Exemples: zones rurales non boisées, aéroports, etc...

Coefficient " D ": zones adjacentes à des plans d'eau dont la largeur excède 1.6 km (1 mille), jusqu'à 460 m (1500 pi.) du rivage, ou 10 fois la hauteur de l'édifice, selon la plus grande des deux dimensions.

3) DÉTERMINATION DE LA FORCE D'ARRACHEMENT

En fonction des deux paramètres précédents et de la hauteur du bâtiment, déterminer la force d'arrachement applicable sur les parties courantes des toitures, excluant les coins et le périmètre. (pages 23, 24)

Les tables #1, #2, #3 correspondent au coefficient de friction au sol " B ", " C ", " D " et nous permettent d'établir la force d'arrachement en livres/pi.² ou en kPa/m².

Les colonnes verticales des tables correspondent à la vitesse du vent au sol et les lignes horizontales à la hauteur du bâtiment, le point de rencontre étant la force d'arrachement à utiliser.

Le terme " *Wind Exposure* " est utilisé pour simplifier l'identification d'une variante de la force d'arrachement et correspond à une classe d'approbation.

(Voir table 4, page 25)

4) AJUSTEMENT DE LA FORCE D'ARRACHEMENT

Augmenter la force d'arrachement applicable sur les parties courantes des toitures obtenues à l'aide des tables 1, 2, ou 3 (**pages 23, 24**) de 50% pour les édifices qui rencontrent **l'ensemble des trois conditions** qui suivent:

À l'étage situé immédiatement sous le niveau de la toiture, la surface totale des ouvertures d'une des façades excède la surface totale des ouvertures des autres façades et de la toiture de 10% ou plus;

et

À l'étage situé immédiatement sous le niveau de la toiture, la surface totale des ouvertures dans la façade en question est supérieure à 0.4 m^2 (4 pi.^2);

et

À l'étage situé immédiatement sous le niveau de la toiture, le pourcentage d'ouvertures dans le reste de l'enveloppe du bâtiment (excluant la façade en question) est $\leq 20\%$ de la superficie totale du reste des façades (étage sous la toiture) et de la toiture.

Les surfaces vitrées (fixes) et les portes doivent être exclues du calcul des ouvertures sauf dans les conditions suivantes:

L'édifice est situé à une distance $\leq 160 \text{ km}$ (100 mi.) de la côte Est/Golfe des États-Unis, sur une île sujette aux ouragans ou à un endroit à l'extérieur des États-Unis exposé à des forces de vent similaires, et où la vitesse du vent au sol $\geq 40 \text{ m/s}$ (90 m/h).

- Exception: les ouvertures vitrées et les portes conçues spécifiquement pour résister aux pressions et aux objets projetés par le vent, pour une région donnée, ne sont pas considérées comme des ouvertures aux fins du présent calcul.

5) DÉTERMINATION DE LA CLASSIFICATION APPLICABLE

À l'aide de la table 4 (**page 25**), déterminer la classification applicable, en fonction de la force d'arrachement déterminée en 3) et 4) ci-dessus.

EXEMPLE 1

BÂTIMENT: Hauteur 100 pi.
LOCALISATION: Centre-ville de Montréal.
OUVERTURES : Fenêtres fixes uniquement (à l'étage situé immédiatement sous la toiture).

1) DÉTERMINATION DE LA VITESSE DU VENT AU SOL

Selon la figure 1b) (**pages 21, 22**), la vitesse du vent au sol pour la ville de Montréal est de 70 m/h.

2) DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DE FRICTION AU SOL

Selon la définition des coefficient de friction au sol (**Voir paragraphe 2, page 14**) , le coefficient applicable est " B ".

3) DÉTERMINATION DE LA FORCE D'ARRACHEMENT

Nous calculerons la force d'arrachement en lbs/pi.². Le coefficient de friction au sol déterminé en 2) étant " B ", nous consulterons la **table 1- page 23**)

La hauteur du bâtiment est 100 pi. (ligne horizontale) et la vitesse du vent au sol déterminé en 1 pour la ville de Montréal est 70 m/h. (colonne verticale). La force d'arrachement applicable sur les parties courantes des toitures, excluant les coins et le périmètre est de 15 lbs/pi.².

4) AJUSTEMENT DE LA FORCE D'ARRACHEMENT

À l'étage situé immédiatement sous la toiture, toutes les fenêtres sont fixes. Il n'y a donc aucun ajustement à appliquer.

5) DÉTERMINATION DE LA CLASSIFICATION APPLICABLE

Selon la table 4 (**Voir page 25**), une force d'arrachement de 15 lbs/pi.² étant plus petite que 30, la classification applicable est 1-60 (" *Wind Exposer* " 1).

Note: Le nombre d'attaches requis par *Factory Mutual* pour les parties courantes est fourni en page 28, pour les isolants acceptés au Programme d'assurance qualité de l'AMCQ et inscrits dans "*Approuval Guide 1998 de FM*".

EXEMPLE 2

BÂTIMENT:	Hauteur 30 pi - 1 seul étage, superficie de 100' x 100'
LOCALISATION:	Banlieue de Toronto
OUVERTURES:	3 portes de garage dans une façade 1 porte de garage dans la façade opposée les autres ouvertures sont constituées de fenêtres fixes et de portes.

1) DÉTERMINATION DE LA VITESSE DU VENT AU SOL

Selon la figure 1b) (**pages 21, 22**), la vitesse du vent au sol pour Toronto est de 85 m/h.

2) DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DE FRICTION AU SOL

Selon la définition des coefficients de friction au sol (**Voir paragraphe 2 - page 14**), le coefficient applicable est " B " ou " C " selon les régions. Pour les fins de l'exemple, considérons un coefficient " C ".

3) DÉTERMINATION DE LA FORCE D'ARRACHEMENT APPLICABLE

Nous calculerons la force d'arrachement en lbs/pi.². Le coefficient de friction au sol déterminé en 2 étant " C ", nous consulterons la **table 2 – page 24**. La hauteur du bâtiment est 30 pi. (ligne horizontale) et la vitesse du vent au sol déterminé en 1) pour Toronto est 85 m/h. (colonne verticale) La force d'arrachement de 21 pour 80 m/h. et de 27 par 90/m/h. nous permet d'établir que la force d'arrachement applicable sur les parties courantes des toitures, excluant les coins et les périmètres est de 24 lbs/pi.².

4) AJUSTEMENT DE LA FORCE D'ARRACHEMENT

- ▶ L'aire totale des ouvertures dans une façade excède l'aire totale des ouvertures des autres façades de plus de 10%:
 $(3 \times 20' \times 20') = 1200 \text{ pi.}^2$ $\{(20' \times 20') + 10\% \} = 440 \text{ pi.}^2$ donc condition a) applicable.
- ▶ L'aire totale des ouvertures excède 4 pi.² donc, condition b) applicable.
- ▶ Le pourcentage des ouvertures dans les autres façades est inférieur à 20% de la superficie du reste de l'enveloppe du bâtiment, incluant la toiture donc, condition c) applicable:

1 porte 20' X 20', dans la façade opposée + 0 pi.² dans les autres façades = 400 pi.².

$400 \text{ pi.}^2 \leq 20\% \text{ de } (1 \text{ toit de } 100' \times 100') + (3 \text{ murs de } 30' \times 100')$

$400 \text{ pi.}^2 < (10\,000 \text{ pi.}^2 + 9\,000 \text{ pi.}^2) \times 20$

$400 \text{ pi.}^2 \leq 3\,800 \text{ pi.}^2$.

Par conséquent, la force de soulèvement due au vent calculée précédemment doit être augmentée de 50%:

$24 \text{ lbs/pi.}^2 + 50\% = 36 \text{ lbs/pi.}^2$.

5) DÉTERMINATION DE LA CLASSIFICATION APPLICABLE

Selon la table 4 (Voir page 25) une force d'arrachement de 36 lbs/pi.2 étant plus petite que 45, mais plus grande que 30, la classification applicable est 1-90 ("Wind Exposure" 2)

Note: Le nombre d'attaches requis par Factory Mutual pour les parties courantes est fourni en page 28 pour les isolants acceptés au Programme d'assurance qualité de l'AMCQ et inscrits dans "Approuval Guide 1998 de FM.

NOMBRE D'ANCRAGES AUX COINS ET PÉRIMÈTRES

Le nombre d'ancrages spécifié pour les parties courantes doit être augmenté aux coins et au périmètre des toitures selon les indications contenues dans les LPD de FM.

LARGEUR DE LA BANDE PÉRIMÉTRIQUE

La largeur de cette bande PÉRIMÉTRIQUE est déterminée de la façon suivante:

- 0.1 fois la plus petite dimension en plan de chaque section de toiture
- ou**
- 0.4 fois la hauteur de la bordure du toit par rapport au sol.

Prendre la plus petite des deux dimensions tout en respectant un minimum de 1.2 m. (4.0 pi.).

Lorsque la différence de hauteur entre deux sections adjacentes de toitures d'un même bâtiment est supérieure à 0.9 m. (3 pi), considérer chaque section comme une toiture séparée. La partie de la toiture basse adjacente à la toiture haute n'est pas considérée comme une zone de périmètre.

Voir figures 3a et 3b du LPD 1-28 (page 27)

AUGMENTATION DU NOMBRE D'ANCRAGES

Pour tous les panneaux d'isolation thermique, ou pour tout panneau servant de barrière thermique (gypse ou autre) fixés mécaniquement, le nombre d'ancrages par panneau aux coins et au périmètre doit être augmenté par rapport au nombre d'ancrages approuvé par FMRC pour les parties courantes de:

- 50% au périmètre
- 75% aux coins
- arrondir au chiffre entier suivant le plus près.
- Pour la fixation mécanique des membranes, consulter le LPD 1-29 et les manufacturiers des systèmes d'étanchéité respectifs.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Factory Mutual Engineering & Research Corporation**
 - Loss prevention data sheet 1-49
 - Loss prevention data sheet 1-28
 - Loss prevention data sheet 1-29
- 2- Factory Mutual System Approval Guide**
- 3- Underwriters Laboratories - Méthode d'essai "580"**
- 4- Code National du Bâtiment, édition 1990**
- 5- Code National du Bâtiment, édition 1995**
- 6- Approval Standard FM-4470 for Class 1 Roof Coverings, édition avril 1986**
 - Section 5.2 Wind Resistance
 - Section 5.4 Water Leakage
 - Section 5.6 *Corrosion Resistance*, date de révision - 1er décembre 1988

SOMMAIRE DES EXIGENCES ATTACHES/SYSTÈMES DE TOITURE

Contrainte	CNB (1990)	Underwriters Laboratories of Canada (ULC)	Approval Standard Class 1 Roof covers 4470 (avril 1996) Factory Mutual Research Corporation (FMRC)	Underwriters Laboratories (UL)	Autres organismes	Perspectives d'avenir
Résistance aux pressions exercées par le vent	5.4.3.1.e Couvertures posées de façon "à résister aux dommages dus aux vents" 4.1.8 Commentaire B (suppl) Pression ou succion extérieure : méthode de calcul		Standard 4470 (test no 2) Essai simulé de soulèvement par le vent (essai statique) Résistance succion : 60 lb/pi² 90 lb/pi² I-60 I-90	UL580 (novembre 1991) Standard for uplift pressure of roof assemblies Test comme FM + chambre de dépressurisation supérieure supplémentaire I-15, I-30, I-60, I-90	ANSI-A58.1 (1972) Différenciation des suctions selon localisation sur la toiture (surfaces courantes, périmètre, coins)	FM sortirait sous peu essais dynamiques Large regroupement nord-américain, sous la gouverne de l'IRC, en vue d'établir des normes standard à l'échelle nord-américaine
Résistance à la corrosion			Standard 4470 (test no 6) (déc. 1988) Essai de résistance de corrosion des ancrages métalliques 15 cycles de 24h (8h exposition + 16h séchage) Corrosion max. admissible: 15%		SPRI (Single Ply Roofing Institute) (1985) "Corrosion test procedure guidelines for roofing fasteners" Corrosion max. admissible: 15% ASTM D08.2021 (Aurait été développé en 1989)	Un nouveau test de FMRC devrait comporter 30 cycles au lieu de 15 cycles (en attente)
Résistance au feu : exposition extérieure	3.1.15.1 + 3.2.3.18 Classifications A, B, C	CAN/ULC S107-M87 Méthodes d'essais normalisées de résistance au feu des matériaux de couverture. Résistance à une source externe d'incendie (propagation la flamme (flammas intermittentes et tisons ardents) Classifications A, B, C	Standard 4470 (test no 1) Essai de résistance au feu (tison) Inflammabilité d'une membrane Classifications A, B, C Développé par UL790 Adopté par ASTM-E-108 A : conditions sévères B : conditions modérées C : conditions légères	UL 790	ASTM-E-108	
Résistance au feu : contribution (incendie originant de l'intérieur)	3.1.7.1 Degré de résistance au feu 3.1.14.2 Propagation de la flamme sous les platelages métalliques	CAN/ULC S101-M89 Standards methods of fire endurance tests of building construction and materials Détermination de la durée de la résistance d'un système CAN/ULC S126-M86 Méthode normalisée d'essai. Propagation des flammes sous les platelages de toit	Standard 4470 (test no 1) Essai au feu en calorimètre Contribution du système à un feu d'édifice (transmission de chaleur max. 410 BTU/pi²/min.	UL 263	ASTM-E-119 Résistance au feu des systèmes	
Autres exigences demandées aux systèmes			Standard 4470 (test no 3) Essai simulé de dégâts par la grêle Standard 4470 (test no 4) Essai simulé d'infiltration d'eau Standard 4470 (test no 5) Résistance au trafic piétonnier			

*Selon FM pour être reconnu "Classe I", un système de couverture doit répondre à toutes les exigences décrites dans le document "Approval Standard Class I - Roof Covers #4470 de FMRC" ou sinon il est reconnu "Classe II"

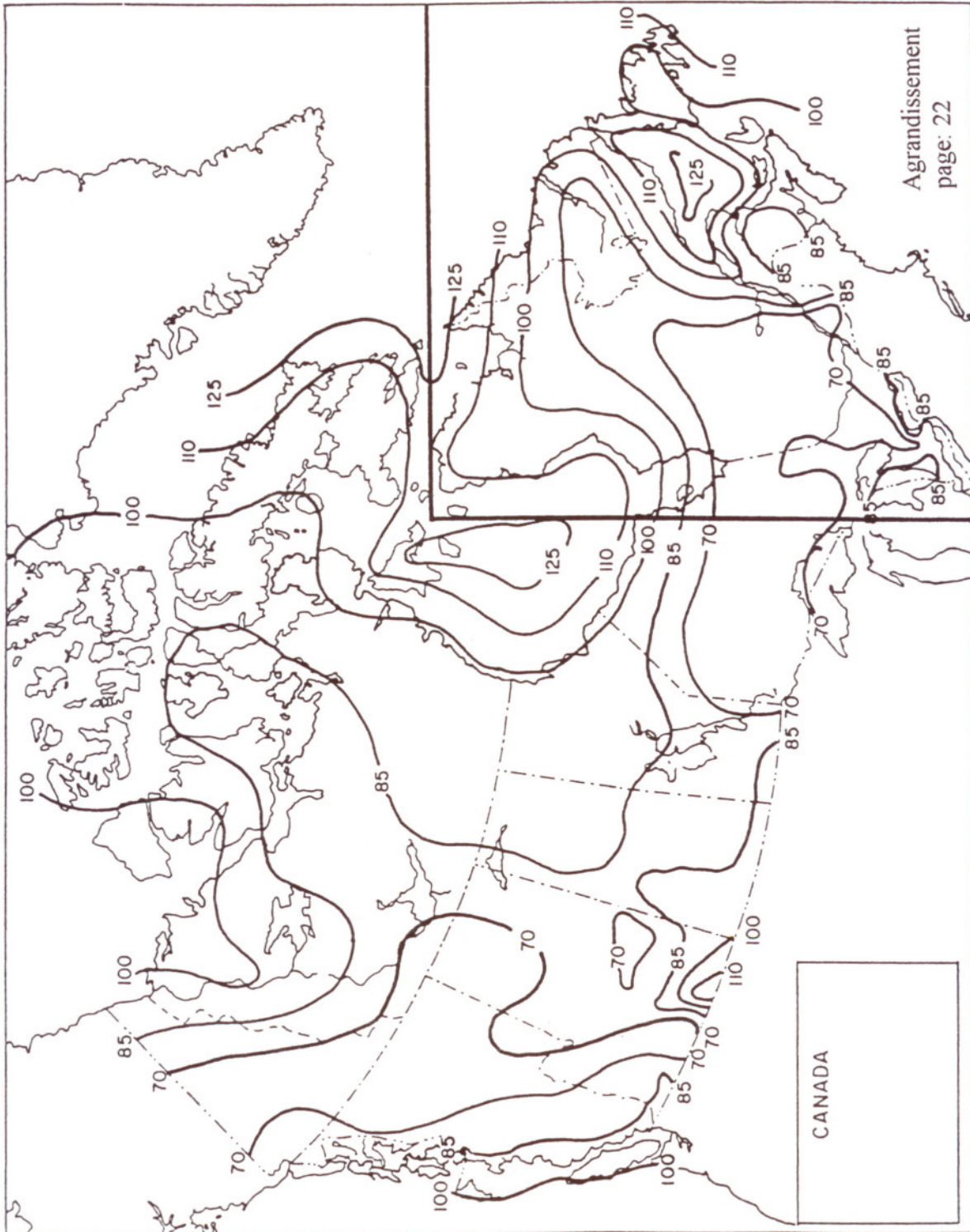
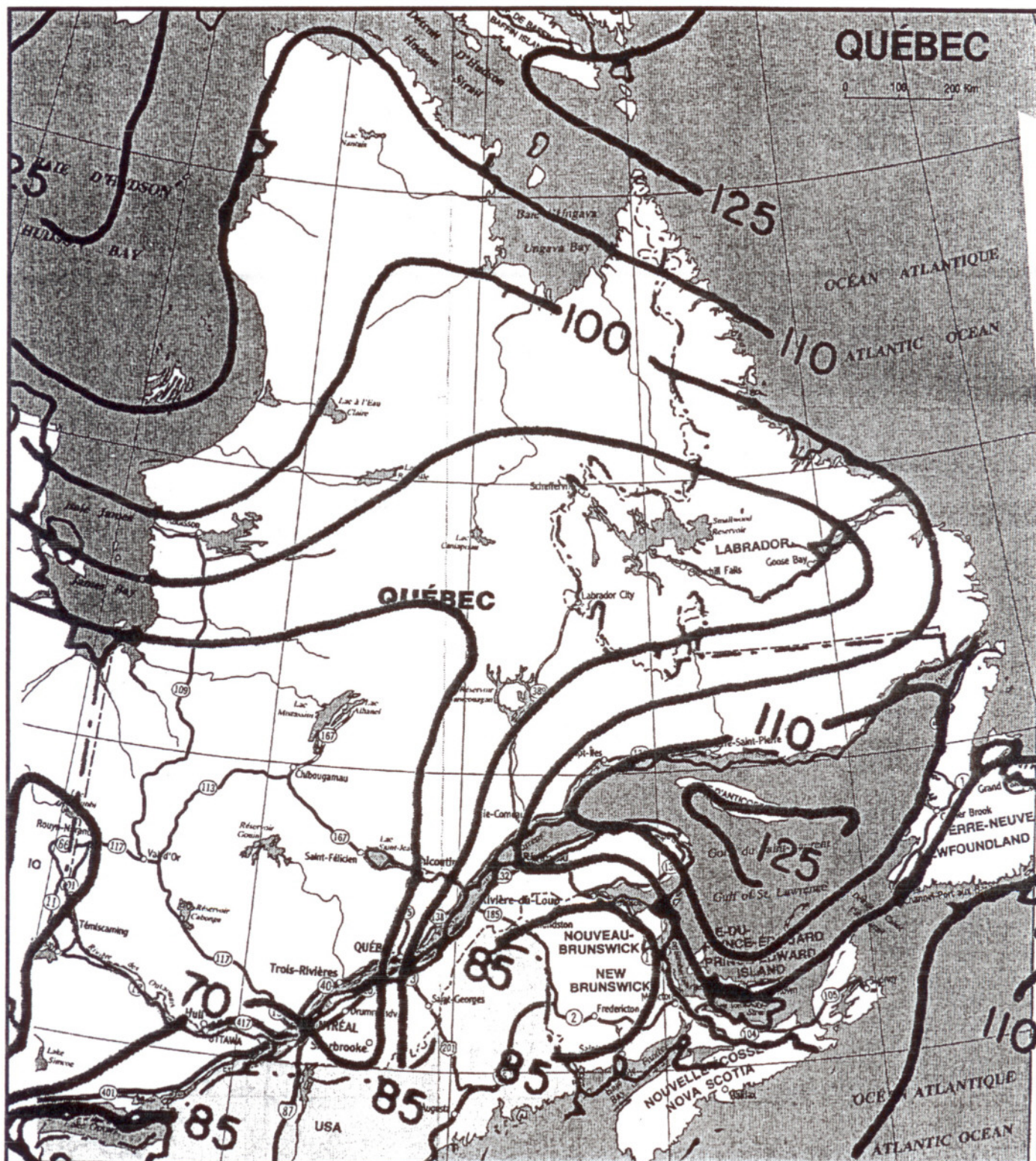


Fig. 1b. Wind speed map for Canada.



VÉLOCITÉ DES VENTS POUR LE QUÉBEC

2.1.2 Ground Roughness Coefficient

Determine the ground roughness coefficient as noted below. The most critical applicable ground roughness should be used even if it exists in only one direction.

B — Urban and suburban areas, well wooded areas or other terrain with numerous closely-spaced obstructions the size of single family dwellings or larger. Ground roughness B should also be used for large city centers. Large cities are referred to as ground roughness A in some publications. Use of ground roughness B should be limited to those areas in which terrain representative of ground roughness B prevails in all directions for a distance of **at least 1500 ft (460 m) or ten times the height of the building, whichever is greater.** If ground roughness B prevails in the vicinity of the building, but the distance to more open terrain is less than noted, ground roughness C should be used.

C — Open terrain with scattered obstructions of heights generally less than 30 ft (9 m). This category includes, but is not limited to, flat, open country and grasslands. Airport locations are one example of C terrain. They are not, however, the "upper limit" of building density for this terrain.

D — Areas exposed to wind blowing over bodies of water ≥ 1 mi (1.6 km) wide. This category is used for areas extending inland from the shore **a distance of 1500 ft (460 m) or ten times the height of the building or structure, whichever is greater.**

2.1.3 Field of Roof Uplift Pressure

Determine the field of roof uplift pressure from Table 1, 2, or 3. Interpolate for building height and wind speed (5 mph, 2.2 m/s). Building height is the height of the roof surface at the eave for slopes $\leq 10^\circ$ (2 in./ft, 167 mm/m), or mean roof height for slopes $> 10^\circ$ (2 in./ft, 167 mm/m).

Table 1. Uplift Pressure (psf) for Ground Roughness B Low Sloped Roofs (excluding corners and perimeter)

Wind Isotach (From Map, Figs. 1a-e), mph							
Height Above Ground, ft	70	80	90	100	110	120 ¹	130 ¹
0-15	10	11	14	17	20	24	27
30	10	13	17	21	25	29	33
50	12	15	19	24	29	34	39
75	14	18	22	27	33	39	44
100	15	20	25	31	37	43	49
200	19	24	31	38	46	54	61
300	22	28	36	44	53	62	70
400	24	31	39	48	58	68	77
500	26	33	42	52	63	74	84
	Wind exposure 1	Wind exposure 2		Wind exposure 3	Wind exposure 4		Wind exposure 5

¹These wind speed/ground terrain combinations are only for use with Figure 1d if applicable.

Uplift Pressure in kPa.

Wind Isotach (From Map, Figs. 1a-e), mph							
Height Above Ground, m	70	80	90	100	110	120 ¹	130 ¹
0-5	0.48	0.53	0.67	0.81	0.96	1.12	1.28
9	0.48	0.62	0.81	1.00	1.20	1.40	1.60
15	0.57	0.72	0.91	1.15	1.39	1.62	1.85
23	0.67	0.86	1.05	1.29	1.58	1.80	2.01
30	0.72	0.96	1.20	1.48	1.77	2.06	2.35
61	0.91	1.15	1.48	1.82	2.20	2.57	2.93
91	1.05	1.34	1.72	2.11	2.54	2.96	3.38
122	1.15	1.48	1.87	2.30	2.78	3.24	3.70
152	1.24	1.58	2.01	2.49	3.02	3.52	4.02
	Wind exposure 1	Wind exposure 2		Wind exposure 3	Wind exposure 4		Wind exposure 5

¹These wind speed/ground terrain combinations are only for use with Figure 1d if applicable.

1-28 WIND LOADS TO ROOF SYSTEMS AND ROOF DECK SECUREMENT

Page 8

Table 2. Uplift Pressure (psf) Ground Roughness C, Low-Sloped Roofs (excluding corners and perimeter)

Wind Isotach (From Map, Figs. 1a-e), mph							
Height Above Ground, ft	70	80	90	100	110	120	130'
0-15	14	18	23	29	35	41	48
30	16	21	27	33	40	48	56
50	18	24	30	37	44	53	61
75	20	26	33	40	49	58	67
100	21	28	35	43	52	62	72
200	25	32	41	50	61	72	84
300	27	35	44	55	66	79	92
400	29	37	47	58	71	84	97
500	30	39	50	62	74	89	103
	Wind exposure 1	Wind exposure 2	Wind exposure 3	Wind exposure 4		Wind exposure 5	*

*Special designs are needed.

[†]This wind speed/ground terrain combination is only to be used with Figure 1d if applicable. However, these values can be used to interpolate to 125 mph for use with other figures.

Uplift Pressure in kPa

Wind Isotach (From Map, Figs. 1a-e), mph							
Height Above Ground, m	70	80	90	100	110	120	130'
0-5	0.67	0.86	1.10	1.30	1.68	1.96	2.27
9	0.77	1.00	1.29	1.58	1.92	2.30	2.67
15	0.86	1.15	1.44	1.77	2.11	2.54	2.95
23	0.96	1.24	1.58	1.92	2.35	2.78	3.22
30	1.00	1.34	1.68	2.06	2.49	2.97	3.45
61	1.20	1.53	1.96	2.39	2.92	3.45	4.00
91	1.29	1.68	2.11	2.63	3.16	3.78	4.38
122	1.39	1.77	2.25	2.78	3.40	4.02	4.66
152	1.44	1.87	2.39	2.97	3.54	4.26	4.94
	Wind exposure 1	Wind exposure 2	Wind exposure 3	Wind exposure 4		Wind exposure 5	*

*Special designs are needed.

[†]This wind speed/ground terrain combination is only to be used with Figure 1d if applicable. However, these values can be used to interpolate to 125 mph for use with other figures.

Table 3. Uplift Pressure (psf), Ground Roughness D, Low-Sloped Roofs (excluding corners and perimeter)

Wind Isotach (From Map, Figs. 1a-e), mph							
Height Above Ground, ft	70	80	90	100	110	120	130
0-15	17	23	29	35	43	51	60
30	19	25	32	39	48	57	66
50	21	27	34	42	51	61	71
75	23	29	37	46	55	66	77
100	24	31	39	48	58	69	81
200	26	34	43	54	65	77	91
300	28	37	46	57	69	82	96
400	29	38	49	60	72	86	101
500	30	40	50	62	75	89	104
	Wind exposure 1	Wind exposure 2	Wind exposure 3	Wind exposure 4		Wind exposure 5	*

*Special designs are needed.

Uplift Pressure in kPa

Wind Isotach (From Map, Figs. 1a-e), mph							
Height Above Ground, m	70	80	90	100	110	120	130
0-5	0.81	1.10	1.39	1.68	2.06	2.44	2.87
9	0.91	1.20	1.53	1.87	2.30	2.73	3.16
15	1.00	1.29	1.63	2.01	2.44	2.92	3.40
23	1.10	1.39	1.77	2.20	2.63	3.16	3.69
30	1.15	1.48	1.87	2.30	2.78	3.30	3.88
61	1.25	1.63	2.06	2.59	3.11	3.69	4.36
91	1.34	1.77	2.20	2.73	3.30	3.93	4.60
122	1.39	1.82	2.35	2.87	3.45	4.12	4.84
152	1.44	1.92	2.39	2.97	3.59	4.26	4.98
	Wind exposure 1	Wind exposure 2	Wind exposure 3	Wind exposure 4		Wind exposure 5	*

*Special designs are needed.

2.1.4 Adjustments to Uplift Pressures

The field of roof uplift pressures from Table 1, 2, or 3 should be increased 50% for buildings that meet **all three** of the following conditions:

- In the floor immediately below the roof, the total area of openings in one wall exceeds the sum of the total area of openings in the remaining walls and roof by 10% or more; **AND**
- In the floor immediately below the roof, the total area of openings in the wall in question is $>4 \text{ ft}^2$ (0.4 m^2); **AND**
- The percentage of openings in the balance of the building envelope (not including the wall in question) in the floor immediately below the roof is $\leq 20\%$.

Glass area and doors should only be considered openings under the following conditions:

- The building is $\leq 100 \text{ mi.}$ (160 km) from the U.S. East/Gulf coast, on a hurricane/typhoon prone island, or equivalent exposure outside the U.S. **AND** has a design wind speed $\geq 90 \text{ mph}$ (40 m/s).
- Exception: Glass and doors specifically designed as pressure and missile resistant for the given location would not be considered openings.

2.2 Wind Uplift Pressure and Approval Rating

Table 4 outlines the recommended deck and above-deck component field of roof fastening (Approval rating) for each wind exposure. The term *wind exposure* is used only to simplify the identification of various field of roof wind uplift pressures.

Table 4. Field of Roof Pressures, Corresponding Wind Exposure and Recommended Approval Ratings

Field of Roof (FOR) Uplift Pressure, psf (kPa)	Wind Exposure	Recommended Approval Rating
$\text{FOR} \leq 30$ (1.4)	1	Class 1-60
$30 < \text{FOR} \leq 45$ (1.4) $< \text{FOR} \leq$ (2.2)	2	Class 1-90
$45 < \text{FOR} \leq 60$ (2.2) $< \text{FOR} \leq$ (2.9)	3	Class 1-120
$60 < \text{FOR} \leq 75$ (2.9) $< \text{FOR} \leq$ (3.7)	4	Class 1-150
$75 < \text{FOR} \leq 90$ (3.7) $< \text{FOR} \leq$ (4.3)	5	Class 1-180

Example 1: A proposed $57 \times 57 \times 40$ -ft-high ($17 \times 17 \times 12 \text{ m}$) four-story building will be located in Houston, Texas. The terrain around the site is open country with limited trees and buildings. The building has four, $3 \text{ ft} \times 3\text{-ft}$ ($0.9 \times 0.9 \text{ m}$) windows at each floor on one wall and two, $2 \text{ ft} \times 2\text{-ft}$ ($0.6 \times 0.6 \text{ m}$) windows at each floor on the opposite wall. What is the uplift pressure on the field of the roof?

Solution: The wind speed from Fig. 1a is 90 mph (40 m/s). The ground roughness is C. Interpolation from Table 2 shows the velocity pressure to be 28.5 psf (1.36 kPa). Check Section 2.1.4.

- Wall with larger openings, total openings on floor below roof:
(4 windows) $(3 \text{ ft}) (3 \text{ ft}) = 36 \text{ ft}^2$
[(4 windows) $(0.9 \text{ m}) (0.9 \text{ m}) = 3.35 \text{ m}^2$]
- Opposite wall: (2 windows) $(2 \text{ ft}) (2 \text{ ft}) = 8 \text{ ft}^2$
[(2 windows) $(0.6 \text{ m}) (0.6 \text{ m}) = 0.74 \text{ m}^2$]
- Add 10%: $(8 \text{ ft}^2) (1.1) = 8.8 \text{ ft}^2$
[(0.74 m^2) $(1.1) = 0.81 \text{ m}^2$]

Condition A is met:

$$36 \text{ ft}^2 > 8.8 \text{ ft}^2$$

$$[3.35 \text{ m}^2 > 0.81 \text{ m}^2]$$

Condition B is met:

$$36 \text{ ft}^2 > 4 \text{ ft}^2$$

$$[3.35 \text{ m}^2 > 0.4 \text{ m}^2]$$

- Total remaining building envelope (wall/roof) area:
(3 walls) $(10 \text{ ft}) (57 \text{ ft}) + (57 \text{ ft}) (57 \text{ ft}) = 4959 \text{ ft}^2$
[(3 walls) $(3.05 \text{ m}) (17 \text{ m}) + (17 \text{ m}) (17 \text{ m}) = 461 \text{ m}^2$]

Condition C is met:

$$8 \text{ ft}^2 \text{ is less than } 20\% \text{ of } 4959 \text{ ft}^2$$

$$[0.74 \text{ m}^2 \text{ is less than } 20\% \text{ of } 461 \text{ m}^2]$$

Therefore, increase pressure from the table by 50%:
 $28.5(1.5) = 42.7 \text{ psf}$ (2.0 kPa). This is in wind exposure 2; an FMRC-Approved Class 1-90 rated roof system (deck and above-deck components) would be recommended. The roof deck corner/perimeter fastening would be determined from this data sheet and above-deck component corner/perimeter fastening would be determined from Data Sheet 1-29.

Example 2: A proposed 30-ft (9 m)-high building is to be constructed on the coast in Miami, Florida. What is the uplift pressure on the field of the roof?

Solution: The wind isotach from Figure 1a is 125 mph (200 kph). The ground roughness is D. Interpolating from Table 3 shows the velocity pressure to be 61.5 psf (2.9 kPa). This is wind exposure 4; an FMRC-Approved Class 1-150 rated roof system would be recommended. Roof deck corner and perimeter fastening would be determined from this data sheet and above-deck component corner and perimeter fastening would be determined from Data Sheet 1-29.

3.0 RECOMMENDATIONS

The recommendations provided are not intended to supersede the requirements of any FMRC Approval. They should be used to supplement the FMRC *Approval Guide* listings. Recommendations are grouped where appropriate as "Design" or "Installation".

Roof systems and decks are only FMRC-Approved for certain wind uplift ratings. All recommendations are for systems used within their Approved limits.

3.1 General

These recommendations are applicable to all decks except **as noted**.

3.1.1 Design Recommendations

1. All installations should utilize an appropriate wind uplift rated FMRC-Approved roof deck where available. Securement of the deck in the roof field should be in accordance with the *Approval Guide* (if applicable) or this data sheet. Use of individually Approved components, not FMRC-Approved for use together, **does not** constitute an FMRC-Approved nor recommended assembly. Use of FMRC-Approved components and systems is universally recommended and is implied for all applicable assemblies whether or not specifically stated.

2. All FMRC-Approved materials are **required** to have the Approval mark on the packaging or the material itself. Materials without proper labeling are not FMRC-Approved and should not be accepted.

3. The recommended FMRC-Approved wind uplift rating of the roof deck should be determined as outlined in Section 2.0. No deck system should be used beyond its rating. Structural concrete decks can be used in any wind exposure.

4. Because there are higher uplift forces on the roof corners and perimeter, these areas need additional fastening over that outlined in the *Approval Guide*. **Where a specific method is not outlined for the particular deck type in this data sheet**, the number of fasteners per deck panel at each support should be increased over the *Approval Guide* listing by 70% in the roof perimeter and 160% in the roof corners. Shorter spans yielding equivalent fastening increases are also acceptable.

5. The width of the roof corners and perimeter is defined as the smaller of:

- 0.1 times the building lesser plan dimension
- 0.4 times the eave height
- subject to a minimum width of 4 ft (1.2 m).

If the roof slope is $>10^\circ$ (2 in./ft, 167 mm/m), the strip along the roof peak, width as above, is also a perimeter strip. See Figure 2 and Table 5. Where the calculated width falls between a roof deck span or a portion of a deck/form deck panel, the increased deck fastening is applied to the next support and/or the entire width of the panel.

Table 5. Roof Areas

Roof Slope	Roof Area (Fig. 2) (for Determining Uplift Pressure Calculations)			
	1	2	3	4
$>10^\circ$ and $\leq 45^\circ$ [>2 in. per ft (167 mm/m)] [≤ 12 in. per ft (1 m/m)]	field	perimeter	perimeter	corner
$\leq 10^\circ$ [≤ 2 in. per 12 in. (167 mm/m)]	field	perimeter	field	corner*

*If the parapet is continuous around the entire building; is ≥ 3 ft (0.9 m) high above the roof surface; and has been designed for the wind loads per Data Sheet 1-7, this area can be considered a perimeter.

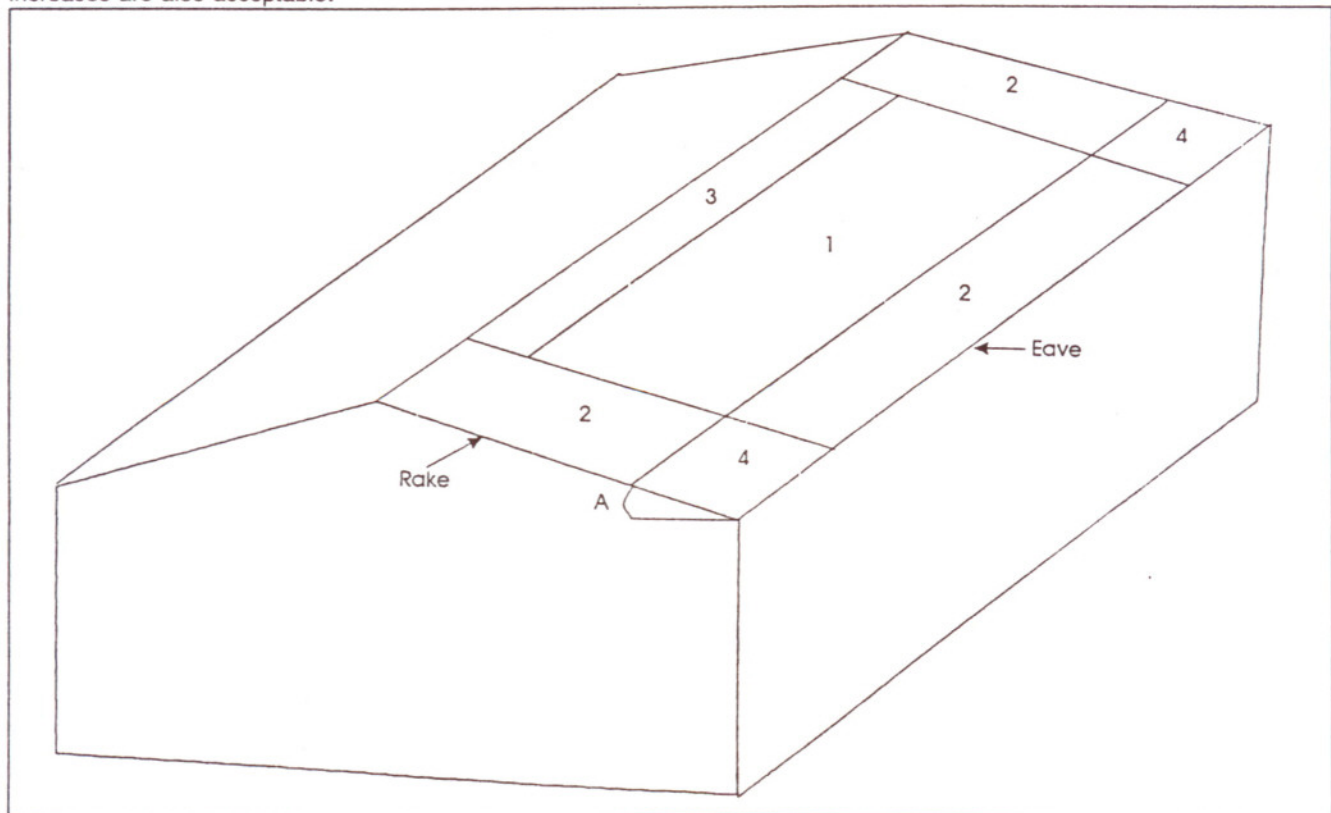


Fig. 2. Roof areas.

Example 1: condition: Deck panels are perpendicular to the building edge (for steel deck, ribs are perpendicular to edge) and span 6 ft (1.8 m). Calculated perimeter width is 10 ft (3 m).

Solution: Increased fastening is needed at the building wall and at the first two supports (out to 12 ft, 3.7 m).

Example 2: condition: Deck panels are parallel to the building edge, and are 3 ft (0.9 m) wide. Calculated perimeter width is 10 ft (3 m).

Solution: Increased fastening is needed at the first four panels (out to 12 ft, 3.7 m).

6. Where multi-level roofs meet at a common wall, the edge of the upper roof is treated as a roof perimeter if the difference in height is >3 ft (0.9 m). The lower roof strip where it meets the higher wall is not treated as a perimeter. See Figures 3a and b.

7. Roof slope should preferably be a minimum of 1° ($1/4$ in./ft, 21 mm/m). This can be accomplished by varying the

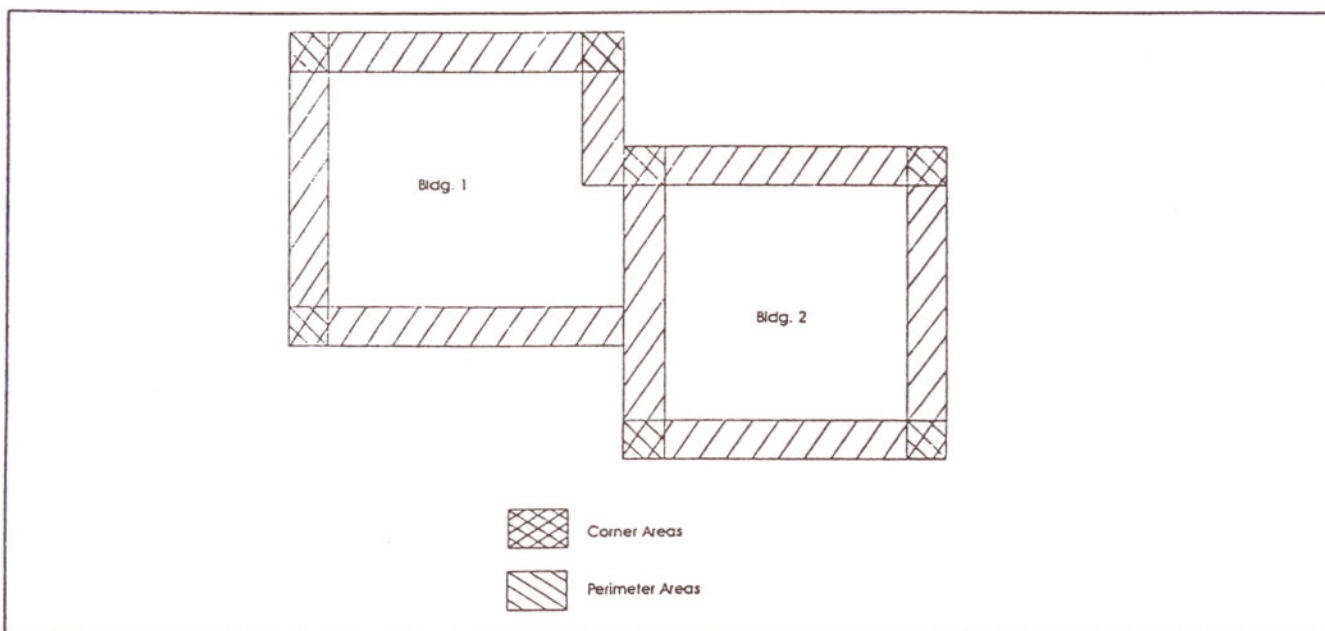


Fig. 3a. Building 2 is more than 3 ft (0.9 m) higher than Building 1.

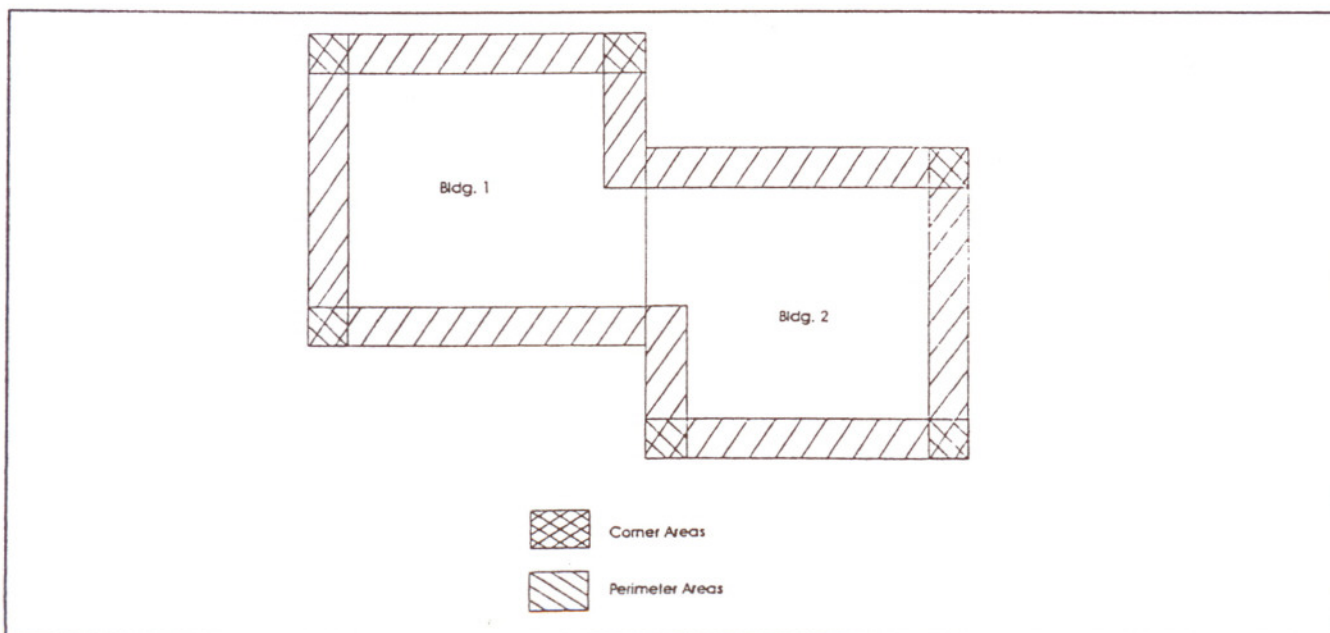


Fig. 3b. Height of Buildings 1 and 2 are within 3 ft (0.9 m) of each other.

NOMBRE D'ATTACHES REQUIS PAR FACTORY MUTUAL¹

MARQUES DE COMMERCE	FAMILLE DE L'ISOLANT	NOTE(S)	DIMENSIONS ET ÉPAISSEUR MINIMUM ²	CONSTR. FASTENER		I T W BUILDEX		SFS STADLER		TRU-FAST	
				1-60	1-90	1-60	1-90	1-60	1-90	1-60	1-90
Apache - Pyrox White Line	Iso.		4' x 4' x 1.3"	-	4	-	4	-	4	-	4(a)
Atlas - AC Foam-II	Iso.	†	4' x 4' x 1.3"	-	4	-	4	-	4	-	4
Atlas - AC Foam-II	Iso.	†	4' x 4' x 2.0"	3	4	3	4	3	4	3	4
BMCA - Permalite	Perlite	‡	2' x 4' x 1.0"	2	-	2(a)	-	-	-	2	-
BPCO - Esgard	Fibre de bois	‡	2' x 4' x 1.0"	-	2	2(a)	4(a)	2 (a,y)	4 (a,y)	2(a)	4(a)
BPCO - Esgard	Fibre de bois	‡	2' x 4' x 1.0"	-	-	4	-	4	-	4	-
BPCO - Esgard	Fibre de bois	†	2' x 4' x 1.0"	-	2	2	4	-	-	2	4
Celotex - Fiberboard	Fibre de bois	‡	2' x 4' x 1.0"	-	2	2(a)	4(a)	2 (a,y)	4 (a,y)	2(a)	4(a)
Celotex - Fiberboard	Fibre de bois	‡	2' x 4' x 1.0"	-	-	4	-	4	-	4	-
Celotex - Fiberboard	Fibre de bois	†	2' x 4' x 1.0"	-	2	2	4	2	4(y)	2	4
Exeltherm - Rx ISO	Iso	j	3' x 4'	-	-	-	-	-	-	-	-
Firestone - Iso+ GL	Iso	‡	3' x 4' x 1.4"	-	2(a)	-	2	-	2(y)	-	2
Firestone - Iso+ GL	Iso	†	3' x 4' x 1.4"	-	2(a)	-	2	-	-	-	2(a)
GaTemp - Fiberboard	Fibre de bois	e, ‡	2' x 4' x 1.0"	-	2	2(a)	4(a)	2 (a,y)	4 (a,y)	2(a)	4(a)
GaTemp - Fiberboard	Fibre de bois	e, ‡	2' x 4' x 1.0"	-	-	4	-	4	-	4	-
GaTemp - Fiberboard	Fibre de bois	e, †	2' x 4' x 1.0"	-	2	2	4	-	-	2	4
Georgia-Pacific - Dens-Deck	Gypse	a	4' x 8' x 1/2"	8	16	8	16	8(y)	16 (y)	8	16
Johns Manville - Fescoboard	Perlite	‡	4' x 4' x 1.0"	4	-	4(a)	-	-	-	4	-
Johns Manville - E"NRG"Y-2	Iso		4' x 4' x 1.4"	-	6(a)	-	6	-	6(x)	-	6
Johns Manville - E"NRG"Y-2	Iso		4' x 4' x 2.0"	-	4(a)	-	4	-	-	-	4
Louisiana Pacific - Fiborbond	Gypse	a	4' x 8' x 5/8"	-	8	-	8	-	8	-	8
Owen Corning - Fiberglass	Fibre de verre	†	3' x 4' x 3/4"	4	6	4(a)	6(a)	-	-	-	4(a)
Owen Corning - Fiberglass	Fibre de verre	†	3' x 4' x 3/4"	-	-	-	-	-	-	4	6
Owen Corning - Fiberglass	Fibre de verre	†	4' x 4' x 3/4"	6	8	6(a)	8(a)	-	-	-	-
Owen Corning - Fiberglass	Fibre de verre	‡	3' x 4' x 15/16"	4	6	4	6(a)	-	-	4	6(a)
Owen Corning - Fiberglass	Fibre de verre	†	3' x 4' x 15/16"	-	-	4	6	-	-	-	-

Remarques:

¹ Ces valeurs ont été calculées d'après les informations contenues dans l'Approval Guide de Factory Mutual, version 1998, pages 208 à 228. Elles sont applicables aux surfaces courantes de la toiture et doivent être augmentées en périphérie et aux coins tel qu'expliqué précédemment dans le présent document. De plus, elles sont applicables à des systèmes multicouches, avec feutres organiques ou en fibre de verre selon les indications du tableau. Elles peuvent servir de guide pour d'autres types de systèmes en totale adhérence avec bitume chaud cependant, pour les valeurs exactes dans le cas d'un projet assuré avec FM, consulter la liste des systèmes approuvés de chaque fabricant de membrane d'étanchéité dans l'Approval Guide. Enfin, ces valeurs sont données pour des ancrages fixés à des platelages métalliques, en construction neuve seulement (ou en réfection avec arrachage complet du système d'étanchéité existant); d'autres valeurs sont disponibles dans l'Approval Guide pour d'autres types de supports (béton, bois, etc...).

- a) Plaques d'acier seulement
- e) Voir liste de systèmes approuvés pour chaque fabricant de feutres de fibre de verre
- j) Voir liste de systèmes approuvés pour chaque fabricant de membrane.
- x) SFS Isofast seulement
- y) SFS #12, #14 Insul-Fixx only, System ES-I
- † Feutres organiques seulement
- ‡ Feutres de fibre de verre seulement

Les valeurs sont données pour les isolants mentionnés dans le "Tableau Synoptique sur les Isolants Rigides" de L'AMCQ.

² Tient compte des dimensions maximales des panneaux acceptées par l'AMCQ.

1-29 ABOVE-DECK ROOF COMPONENTS

Page 8

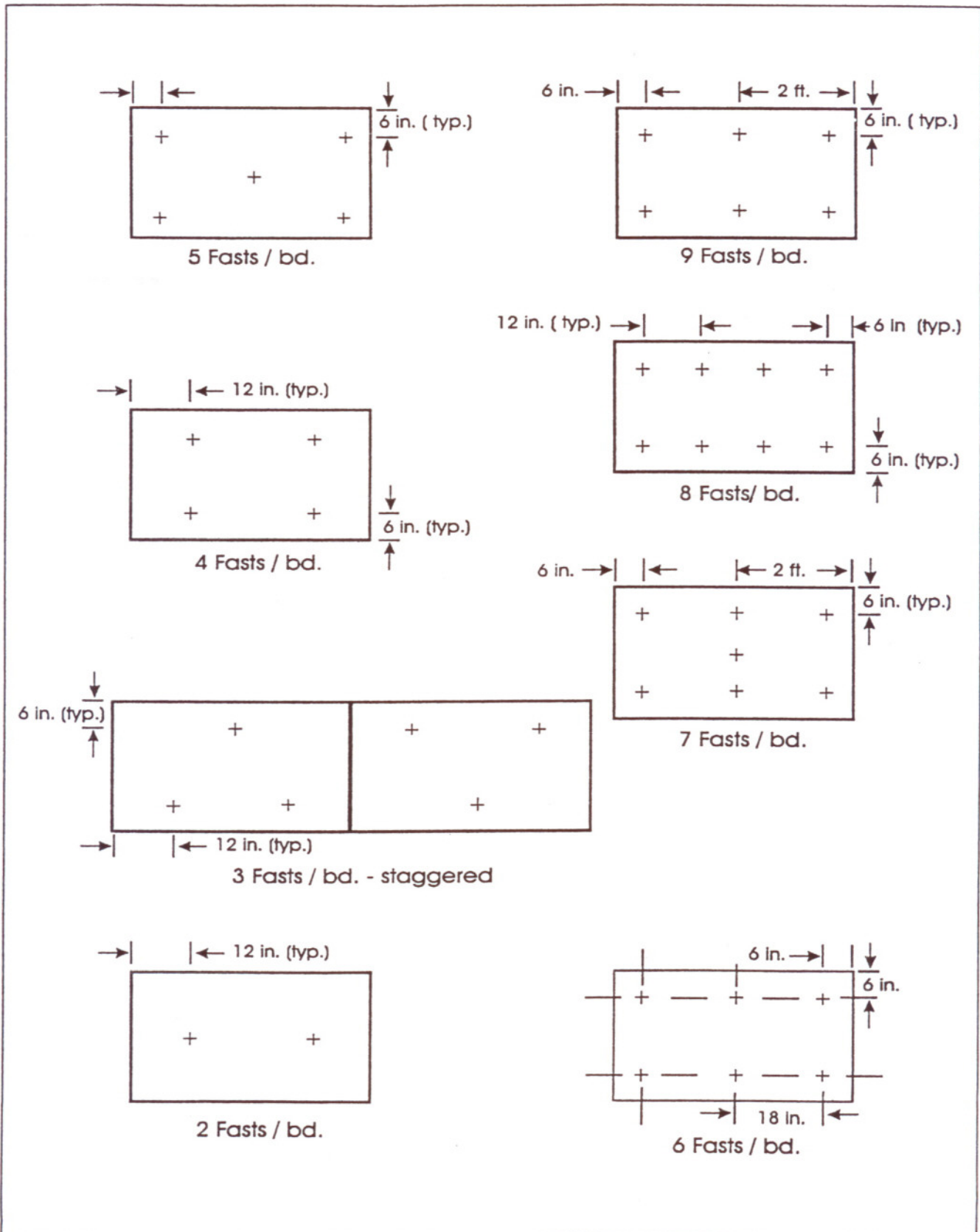


Fig. 3 Fastener placement 2 x 4 ft (0.6 x 1.2 m) boards.

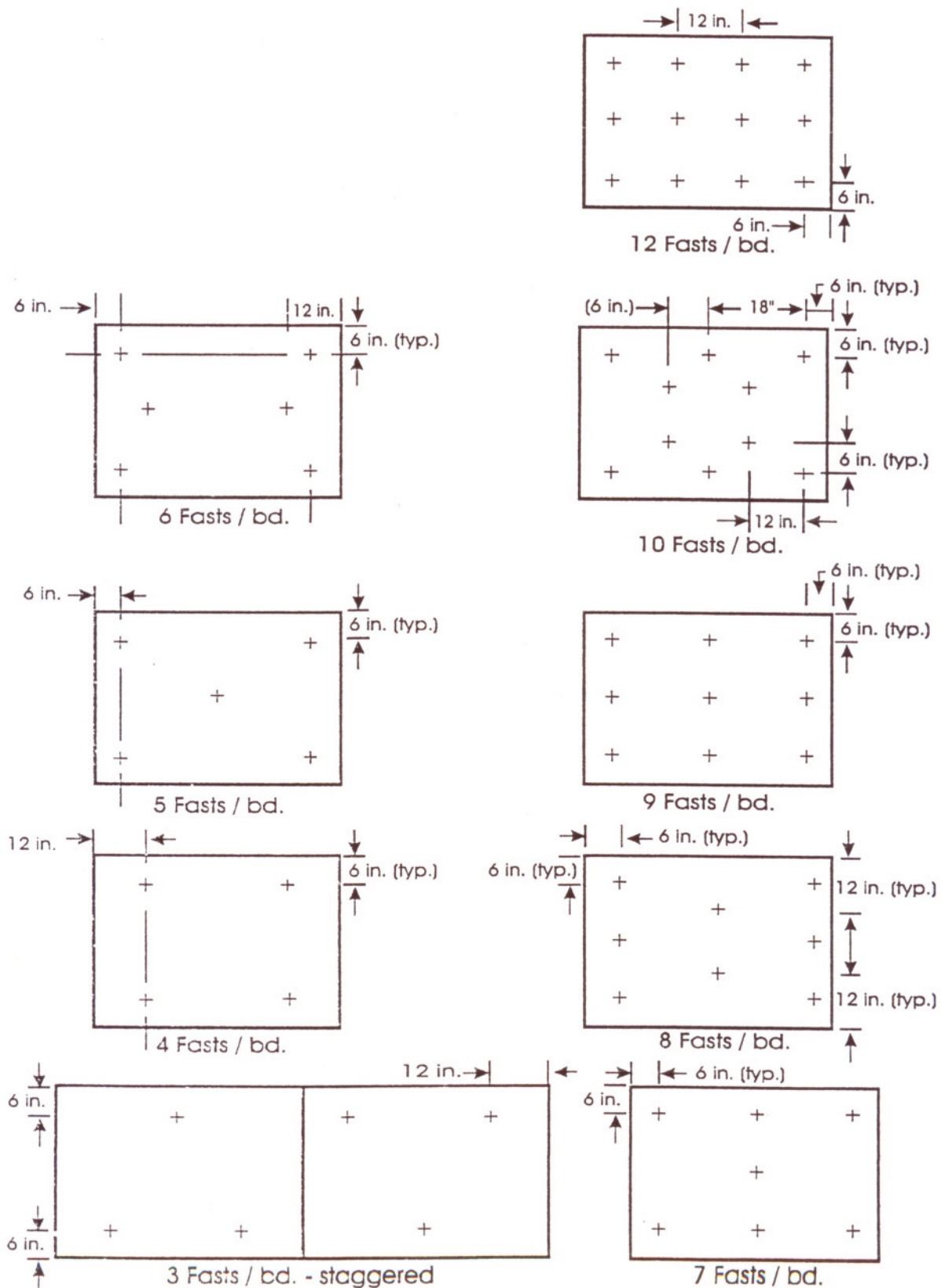


Fig. 4 Fastener placement 3 x 4 ft (0.9 x 1.2 m) boards.

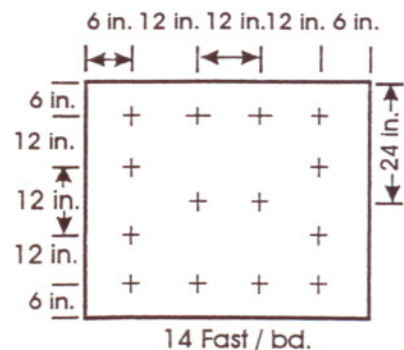
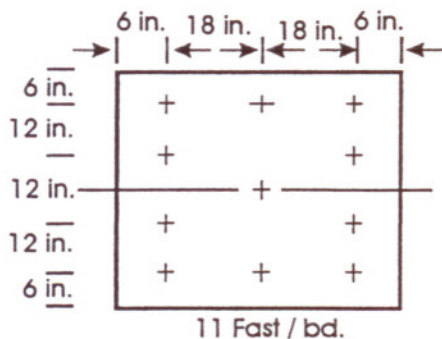
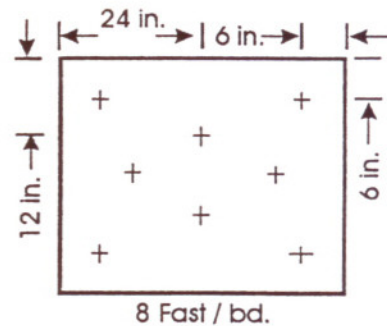
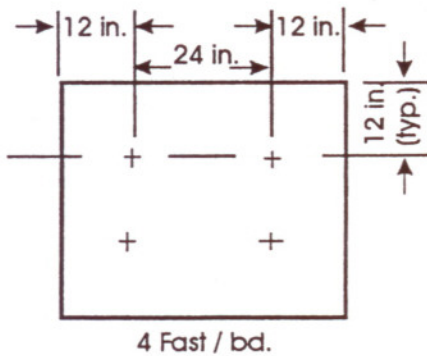
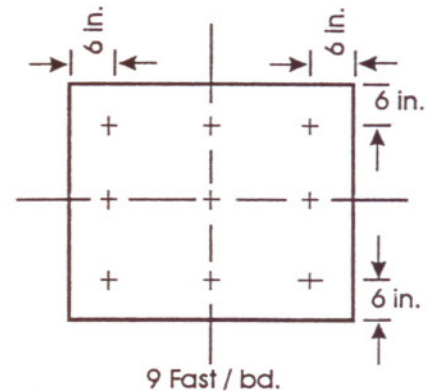
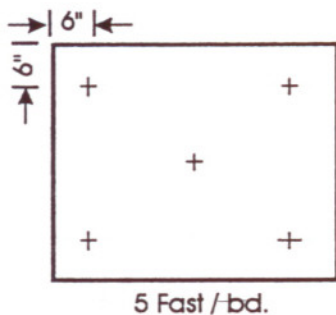
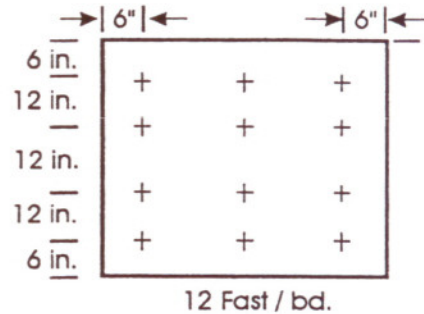
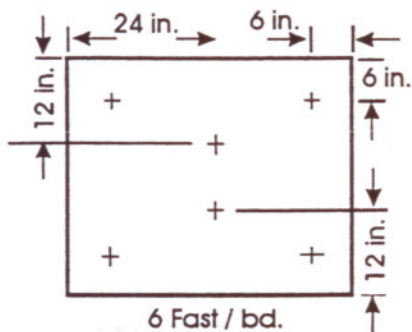


Fig. 5 Fastener placement 4 x 4 ft (1.2 x 1.2 m) boards.

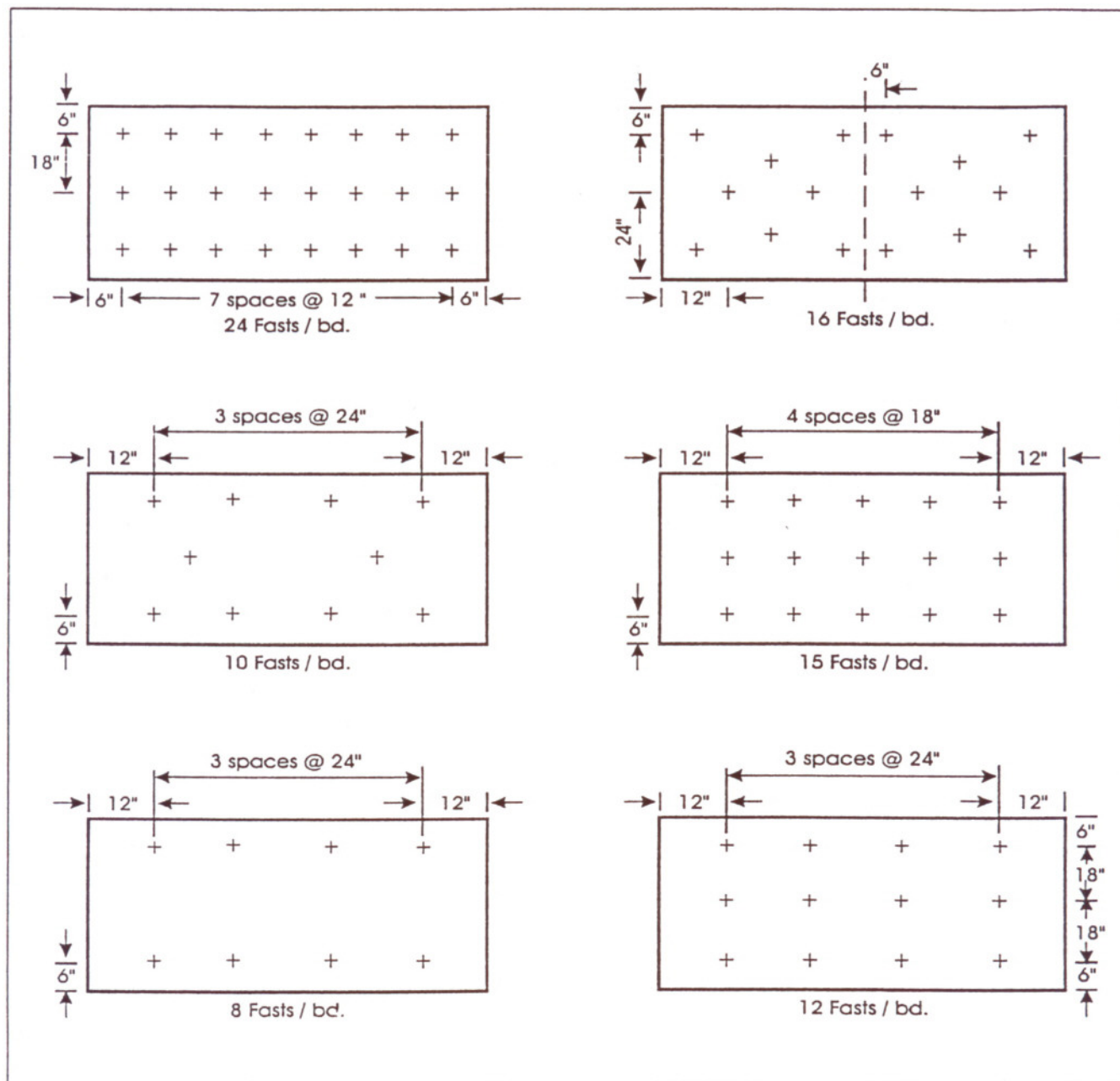


Fig. 6 Fastener placement 4 x 8 ft (1.2 x 2.4 m) boards.

- roof field: one fastener per 4 ft² (0.4 m²)
- perimeter: one fastener per 2 ft² (0.2 m²)
- corner: one fastener per 2 ft² (0.2 m²)

4. The thickness of the recover system should be within the FMRC Approval limits. Most systems are limited to a maximum 1-in. (25 mm) thick roof insulation. A greater thickness may affect the Class 1 fire rating of the completed system. Installation of an FMRC-Approved Class 1 recover assembly over an existing Class 2 roof system will not upgrade the assembly to Class 1. However, it would be possible to upgrade the external fire resistance rating (E108) with the addition of an FMRC-Approved roof cover system.

5. When brooming gravel from the roof, it should not be piled in one area which can overload structural members causing collapse.

6. Recover constructions using additional plies adhered directly to an existing BUR should not be used unless the entire assembly is FMRC-Approved. This would essentially result in a 6- or 7-ply BUR over the insulation (3- or 4-ply existing BUR plus 3 plies added), most likely creating a Class 2 roof assembly.