PARE-AIR RIGIDE

par: Mario V. Petrone

Petrone architects
2545 rue Delorimier
suite 200
Longueuil (Québec)
J4K 3P7

juillet 1995

Agent du projet à la SCHL: Pierre-Michel Busque

Ce projet a été réalisé grâce à une contribution financière de la Société canadienne d'hypothèques et de logement, dans le cadre du Programme de subventions de recherche (Dossier n° 6585-P057 de la SCHL). Les idées exprimées sont celles de l'auteur et ne représentent pas le point de vue officiel de la SCHL.

This publication is also available in English under the title "Rigid Air Barrier Assemblies".

MANDATE DE LA SCHL

La Société canadienne d'hypothèques et de logement, l'organisme du logement du gouvernement du Canada, a pour mandat d'appliquer la Loi nationale sur l'habitation.

Cette loi a pour objet d'aider à améliorer les conditions d'habitation et de vie au Canada. C'est pourquoi la Société s'interesse a tout ce qui concerne l'habitation, l'expansion et le développement urbains.

Aux termes de la Partie IX de la Loi, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à affecter des capitaux à des recherches sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à publier et diffuser les résultats de ces recherches. La SCHL a donc une obligation légale de veiller à ce que tout renseignement de nature à améliorer les conditions d'habitation et de vie soit connu du plus grand nombre possible de personnes ou de groupes de personnes.

La présente publication est l'un des nombreux moyens d'information que la SCHL a produits avec l'aide de capitaux du gouvernement fédéral.

DÉCHARGE

Cette étude fût conduite pour la Société Canadienne d'Hypothèques et de Logement aux termes de la partie IX de la Loi Nationale de l'Habitation. Les analyses, interprétations et recommandations sont celles du consultant et ne représente pas nécessairement les opinion de la Société Canadienne d'Hypothèque et de Logement et de ses divisions qui ont aidé à la réalisation de cette étude.

EXTRAIT

Le rapport de recherche intitulé "Pare-air rigide" se veut un recueil d'exemples de bâtiments auxquels a été intégré un système de pare-air composé de panneaux rigides couplés à diverses méthodes de jointoiement.

L'étude démontre qu'il est ainsi possible de faire en sorte que les systèmes d'étanchéité à l'air rencontrent efficacement et simplement les perméabilités maximales prescrites par le Code national du bâtiment 1995.

Le rapport propose une série de détails de construction qui décrivent les méthodes d'assemblage des différentes composantes du système pare-air rigide. Chaque série de détails est applicable à une typologie de bâtiment particulière, qu'il s'agisse de bâtiment à structure de béton, de bois ou d'acier, de rénovation ou de construction neuve.

Les concepts développés ci-après ont vu le jour grâce aux données existantes quantifiant les performances de différents matériaux. Ainsi, les résultats d'essais effectués en laboratoire par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) se sont avérés indispensables.

Les assemblages et techniques proposés par la firme Petrone architectes ont pris forme durant leurs nombreuses années de pratique. Ils ont tous été intégrés à des projets d'architecture réalisés dans des conditions normales de chantier. Ces pare-air rigides font donc partie intégrante de bâtiments actuellement en service.

Suite à une initiative de la firme, certains assemblages ont fait l'objet d'essais réalisés en chantier. Les résultats obtenus corroborent en plusieurs points ceux obtenus en laboratoire. De plus, ces essais ont permis de constater la performance des concepts développés par la firme.

SOMMAIRE EXÉCUTIF

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) a confié à Petrone architectes le mandat de réaliser un guide à l'intention des concepteurs et des constructeurs afin de décrire les méthodes de mise en place d'un pare-air rigide sur les murs des bâtiments.

Le but recherché est de démontrer qu'il est possible de rencontrer de manière simple et efficace les exigences du Code national du bâtiment 1995 concernant la perméabilité maximale des systèmes pare-air.

Le travail effectué par la firme au cours des douze dernières années a permis la mise en place de systèmes d'étanchéité à l'air sur plus d'une cinquantaine de bâtiments situés dans la région de Montréal. La quantité de projets ainsi que les différentes conditions rencontrées lors de la réalisation de ceux-ci ont engendré le développement de différents types de pare-air. Le présent rapport traite d'un de ces types, le pare-air rigide, composé de panneaux rigides dont on assure l'étanchéité aux joints.

Les caractéristiques des différents matériaux composant ce système d'étanchéité à l'air ont d'abord été établies lors d'essais en laboratoire réalisés par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). Ces données, portant plus particulièrement sur les panneaux eux-mêmes, les différents types de membranes et scellants, ont été primordiales afin d'évaluer le rendement théorique des différents systèmes.

L'application d'un système de pare-air à un bâtiment particulier requiert en premier lieu que soit définies des exigences de rendement qui lui sont spécifiques. Ce sont ces exigences de rendement qui déterminent le système et les matériaux qui pourront être utilisés.

La conception proprement dite consiste à prévoir l'assemblage des matériaux aux différents joints critiques de l'assemblage. Les objectifs recherchés lors de la conception des détails comprennent l'atteinte de la performance recherchée, la durabilité, le coût et la facilité d'exécution. Le rapport propose donc une série de détails de construction spécifiant les méthodes d'assemblage des différentes composantes. Chaque série de détails est applicable à une typologie de bâtiment particulière, qu'il s'agisse de bâtiment à structure de béton, de bois ou d'acier, de rénovation ou de construction neuve.

Ce n'est qu'au moment de l'exécution des travaux qu'il est possible de mesurer la pleine valeur d'un détail de construction. Chaque détail présenté dans ce rapport ayant été construit, un texte accompagnateur commente ceux-ci de façon à en assurer la bonne exécution. On y retrouve des informations pouvant apparaître au cahier des charges ainsi que des éléments critiques qu'il serait bon de vérifier lors de la surveillance de travaux.

L'intérêt des concepts présentés ne saurait être évident sans une vérification de leur performance. Afin de se rapprocher le plus possible des conditions réelles de mise en service, certains assemblages ont fait l'objet d'essais réalisés en chantier. Les résultats se sont avérés concluants et corroborent en grande partie ceux obtenus en laboratoire. La dernière partie de ce document traite donc des méthodes de vérification de la performance des assemblages ainsi que des résultats obtenus.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements

Chapitre 1 **Introduction**

Chapitre 2 **Description des principaux matériaux pare-air**

Chapitre 3 **Applications**

cas n°.1 Bâtiment neuf à structure de béton

cas n°.2 Bâtiment rénové à structure de béton

cas n°.3 Bâtiment neuf à structure d'acier

cas n°.4 Bâtiment neuf à structure de bois

Chapitre 4 **Vérification de la performance in situ**

cas n°.1 Bâtiment neuf à structure d'acier

cas n°.2 Bâtiment rénové à structure de béton

Chapitre 5 **Conclusion**

Bibliographie

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Société Canadienne d'Hypothèque et de Logement pour la confiance qui nous a été témoignée en nous permettant de réaliser cette étude.

Nous tenons à souligner toute notre gratitude à Monsieur Jacques Rousseau pour son étroite collaboration et son support tout au long de la réalisation de ce rapport.

Nos remerciements vont également à Monsieur Michael Macpherson pour avoir assuré la bonne marche de ce projet.

Nous ne saurions passer sous silence l'apport de Monsieur Pierre-Michel Busque qui a su aiguiller notre travail pour réaliser une mise en oeuvre adéquate de ce document.

CHAPITRE 1
INTRODUCTION

Le Code national du bâtiment du Canada 1990 exige la mise en oeuvre d'un système d'étanchéité à l'air efficace pour empêcher l'infiltration et l'exfiltration d'air au travers de l'enveloppe des bâtiments. Par ailleurs, le comité associé du Code national du bâtiment a établi, comme objectif pour l'édition du CNB 1995, de réviser la section traitant de l'étanchéité à l'air afin d'y inclure des critères quantitatifs.

À l'heure actuelle, on exige donc des concepteurs et constructeurs de réaliser des bâtiments étanches à l'air. D'ici peu, les concepteurs devront parfaire leurs connaissances en étanchéité à l'air afin d'être en mesure de réaliser des systèmes pare-air rencontrant certains niveaux d'étanchéité et de résistance structurale définis par le code.

Cette étude a donc pour objet de familiariser les concepteurs et les constructeurs à un système de pare-air s'appliquant aux murs de bâtiments et permettant de rencontrer efficacement les divers niveaux d'exigence du code.

Ce système, appelé pare-air rigide, est composé de panneaux rigides apposés sur les murs. Ces panneaux doivent être étanches à l'air et doivent résister aux mouvements du bâtiment ainsi qu'aux différentiels de pression entre l'intérieur et l'extérieur. Les panneaux rigides sont eux-mêmes pare-air mais les joints ne le sont pas. Un matériau différent doit donc être utilisé pour réaliser l'étanchéité des joints. Des stratégies doivent être développées afin de réaliser l'étanchéité aux joints des éléments de nature différente, telles que les fenêtres et autres systèmes.

En plus d'un rappel théorique concernant les propriétés des matériaux et les principes de base, ce document se veut un guide pratique de mise en oeuvre d'un tel type de pare-air. Pour ce faire, des études de cas, basées sur des projets que nous avons réalisés durant la dernière décennie, seront présentées.

Cette étude reprend aussi les résultats de tests que nous avons fait effectuer en chantier sur un tel système afin d'en évaluer les performances.

CHAPITRE 2
DESCRIPTION DES MATÉRIAUX PARE-AIR

Un grand nombre de publications scientifiques traitent des propriétés des différents matériaux pare-air. Ces propriétés ont été mesurées à la suite de tests effectués par des organismes spécialisés dans ce domaine. Le présent document, se voulant un guide pratique de réalisation d'un pare-air rigide, reprend donc certaines conclusions décrites dans ces publications afin d'orienter les concepteurs et les constructeurs dans le choix de matériaux pour réaliser les concepts présentés au chapitre suivant. Une lecture des documents répertoriés dans la bibliographie permettra de prendre connaissance des performances établies en laboratoire d'une vaste gamme de matériaux et d'assemblage.

Les systèmes de pare-air rigides tels que décrits dans les chapitres suivants comprennent trois catégories de matériaux, soit: Les matériaux pare-air rigide, les membranes de scellement et les scellants proprement dits. Nous limiterons ce résumé aux matériaux que nous suggérons d'utiliser à l'intérieur des compositions décrites au chapitre suivant.

1. matériaux pare-air rigides

a) débit d'air moyen:

La perméance des matériaux est la caractéristique de base permettant de définir si un matériau est susceptible de remplir efficacement la fonction de pare-air. En effet, ce matériau devra posséder des qualités intrinsèques lui permettant de remplir une fonction de coupe-vent. Le rapport "Perméance des matériaux de construction à l'air" de la SCHL mesure, pour plusieurs matériaux, le débit d'air qui passe à travers chacun d'eux à diverses pressions différentielles. Le tableau 1 ci-après reprend les données de ce rapport pour des matériaux pouvant être intégrés aux assemblages décrits dans ce document. Le différentiel de pression considéré est de 75 Pa.

TABLEAU 1

Matériaux	**Débit d'air l/s.m^2**
plaque de plâtre hydrofuge 12.7mm	0.0091
plaque de plâtre hydrofuge de 16mm	+/- 0.0091
panneau de ciment 12.7mm	0.0000
revêtement intermédiaire de contre-plaqué 9.5mm	0.0000
revêtement de métal	0.0000

b) Performance structurale:

Le pare-air ne pourra être efficace que s'il reste en place et exempt de défaillance. Étant soumis à différentes charges, il devra être en mesure de résister à celles-ci tout en conservant son intégrité. En plus des charges provenant des autres composantes du bâtiment, le matériau pare-air rigide devra être en mesure de résister à diverses pressions d'air. Celles-ci proviennent du vent, de l'effet de tirage et, le cas échéant, de la ventilation mécanique.

La résistance structurale intrinsèque des matériaux est un facteur déterminant pour évaluer la résistance de l'assemblage. Par ailleurs, il semble que l'élément crucial de ce type d'assemblage est le mode de fixation de ceux-ci au support afin qu'ils soient en mesure de transférer ces charges à la structure du bâtiment. En effet, le rapport de la SCHL intitulé "essai de système pare-air pour mur à ossature de bois" mentionne que, lors d'essais effectués sur 10 échantillons:

> " Sept des échantillons (sur 10) ont échoué à certaines étapes de l'essai de résistance aux charges structurales en différence de pression positive. La majorité des défaillances s'est produite vis-à-vis des points de fixations. Dans la plupart des cas, les échantillons auraient réussi toutes les étapes avec des fixations différentes".

Sur les 10 échantillons évalués, deux d'entre ceux-ci peuvent être utilisés comme base de référence pour étudier le comportement structural d'un pare-air de type rigide composé de panneaux de gypse. En effet, les échantillons n°3 et 7 étaient composés de plaques de plâtre de 13mm fixées sur des colombages de bois de 38 x 89mm placés à 406mm d'entre axe. L'un était fixé à l'aide de clous à 152mm d'entraxe aux rives et à 305 mm d'entraxe aux montants. L'autre était fixé à l'aide de vis à 203mm d'entraxe aux rives et à 305 mm d'entraxe aux montants. Tous deux ont échoué lors de l'essai de charges dues aux rafales. On précise pour l'échantillon n°.3: "à une différence de pression positive de 2,3 kPa, la plaque de plâtre supérieure s'est arrachée des clous le long des appuis intermédiaires". Par ailleurs, pour l'échantillon n°.7 on indique: "à une différence de pression positive de 1,8kPa, la plaque de plâtre inférieure s'est arrachée de toutes les vis le long des appuis intermédiaires et on a pu observer trois courtes fissures le long du joint horizontal des plaques. Il nous semble donc judicieux de spécifier un espacement réduit des fixations lors de l'utilisation de plaques de plâtre fixé sur des montants, qu'ils soient de bois ou de métal. D'autant plus que des tests in situ que nous avons fait effectuer abondent aussi dans ce sens. Voir à cet effet le chapitre 4 de ce document.

Lors de l'utilisation de systèmes pare-air fournis et installés par un manufacturier en particulier, il devient possible de faire analyser et tester le système complet par ce manufacturier lors de la conception du projet afin d'atteindre le niveau de résistance structural requis. Voir à cet effet le cas n°.3 du chapitre 3 qui présente un pare-air d'acier.

Lors de la réalisation d'un pare-air relevant de plusieurs corps de métier et pour lequel de plus amples données ne sont pas disponibles pour le moment, il convient d'apporter une attention toute particulière à l'espacement des fixations, sachant que les façons actuellement reconnues de fixer ces éléments n'ont pas été établies de façon à rencontrer les exigences structurales auxquelles doivent répondre les pare-air.

c) autres caractéristiques:

Certains matériaux pare-air possèdent des caractéristiques qui peuvent influencer leur capacité à être utilisée en certains endroits. C'est le cas notamment du contre-plaqué qui possède aussi des caractéristiques pare-vapeur. Ils doivent donc être utilisés avec discernement afin d'éviter de créer un second pare-vapeur situé du côté froid au delà du point de rosée.

2. matériaux pare-air de scellement

Les systèmes de pare-air rigide sont constitués de panneaux rigides étanche à l'air mais de dimensions limitées. Une attention particulière devra donc être apportée aux joints entre ceux-ci ainsi qu'au jointoiement entre ces panneaux et d'autres composantes du bâtiment. En effet, laissé à nu, ces joints laisseront circuler un débit d'air élevé, contrevenant aux caractéristiques d'étanchéité des panneaux eux-mêmes. Le but visé est donc d'obtenir un jointoiement efficace contre les fuites d'air, résistant aux mouvements du bâtiment ainsi qu'aux diverses pressions d'air.

Le rapport de la SCHL intitulé "Mise au point de procédés et de méthodes d'essai visant l'évaluation de membrane pare-air pour murs en maçonnerie" présente l'évaluation de 15 différents produits. Les propriétés évaluées sont: l'étanchéité à l'air initiale des membranes, leur adhérence sous l'effet d'une rafale, l'adhérence de la membrane soumise à une surcharge de vent soutenue et son comportement sous l'effet de tirage.

Dans les concepts développés aux chapitres suivants, des bandes de membranes thermofusibles et autocollantes sont utilisées pour effectuer le jointoiement entre les panneaux pare-air ainsi qu'entre ceux-ci et les autres éléments du bâtiment. Nous avons donc, par extrapolation, utilisé les mesures des différentes caractéristiques apparaissant dans le rapport de la SCHL afin d'évaluer les comportements probables des membranes autocollantes et thermofusibles posés en ruban sur les joints d'un pare-air rigide plutôt que sur un substrat de maçonnerie. Le tableau suivant reprend les données de ce rapport pour les types de membranes utilisés dans les concepts présentés au chapitre 3.

TABLEAU 2

type de membrane	type de mur	étanchéité initiale ΔP=75Pa (l/s.m²)	étanchéité après rafale ΔP=75Pa (l/s.m²)	étanchéité après vent soutenu. ΔP=75Pa (l/s.m²)	Décollement du pare-air %
Bitume SBS renforcé de polyester avec film plastique thermocollé. Fixé au chalumeau. Couche d'impression sur le mur.	1	0.00038	0.00025	0.00035	13.99
	2	0.01961	0.02002	0.0202	7.43
	3	non détecté	non détecté	non détecté	2.11
Bitume SBS renforcé d'une nappe de verre avec film plastique thermocollé. Fixé au chalumeau. Couche d'impression sur le mur.	1	0.00012	non détecté.	7.97E-05	0.00
	2	0.00087	0.00123	0.00084	8.32
	3	non détecté	non détecté.	non détecté	0.00
Bitume SBS renforcé de fibre de verre non tissée. Fixé au chalumeau. Couche d'impression sur le mur.	1	non détecté	non détecté	non détecté	3.74
	2	0.01214	0.01251	0.01261	0.00
	3	non détecté	non détecté	non détecté	2.00
Bitume SBS renforcé de fibre de verre non tissée. Fixé au chalumeau. Couche d'impression sur le mur.	1	non détecté	non détecté	non détecté	41.76
	2	0.02147	0.02540	0.02301	3.80
	3	non détecté	non détecté	non détecté	32.73
Bitume autocollant avec polymères thermoplastiques modifiés. Fixée par collage. Couche d'impression.	1	0.00256	0.00508	0.02660	100
	2	décollement	décollement	décollement	100
	3	décollement	décollement	décollement	100
Membrane autocollante en bituthane. Fixée par collage. Couche d'impression.	1	0.00043	0.00058	0.00027	<1
	2	0.04895	0.05072	0.05411	0.00
	3	0.00039	0.00044	0.00054	0.00
Bitume SBS renforcé de polyester Fixée par collage. Couche d'impression.	1	0.00029	non détecté	non détecté	0.00
	2	0.02256	0.0237	0.0237	0.00
	3	0.00037	0.0003	0.0138	0.00
Polyéthylène multicouche avec asphalte modifié au polyester. Fixée par collage. Couche d'impression.	1	non détecté	non détecté	non détecté	21.65
	2	0.02707	0.02852	0.024883	58.13
	3	non détecté	0.00048	0.00051	36.46

Les 3 types de murs décrits sont les suivants:
1: mur de maçonnerie nu
2: mur de maçonnerie avec agrafes de liaisonnement
3: mur de bloc de béton comprenant au centre un creux de 50mm x 910mm.

Le rapport spécifie qu'une défaillance est considérée comme évidente si les fuites d'air relevées à 75 Pa sont supérieures à 0.15 l/s.m^2 ou si le pourcentage de décollement excédait 15% de la surface totale. Les résultats présentés au tableau indiquent donc que la plupart des matériaux possèdent un niveau d'étanchéité à l'air très acceptable. Par contre, on note que les principaux risques de défaillance provienne du décollement. Dans les concepts présentés ci-après, notre préférence s'oriente généralement vers l'utilisation d'une membrane de scellement thermofusibles par rapport à une membrane autocollante. Nous avons grandement confiance dans le joint mécanique créé par le bitume fondu de la membrane sur le matériau de support. En effet, les conditions de chantier, la main-d'oeuvre et les changements de température sont des difficultés incontrôlables pour une bonne adhésion.

3. scellants:

Le pare-air devant conserver son efficacité durant toute la durée de vie utile du bâtiment, il est utopique de considérer tout scellant exposé comme faisant partie intégrante du système pare-air. Autant les rigueurs de notre climat que les risques de vandalisme à l'intérieur nous obligent à considérer que leur efficacité en terme de pare-air diminuera rapidement avec le passage du temps. Par ailleurs, il peut s'avérer nécessaire, en certains endroits précis de l'enveloppe du bâtiment, d'utiliser un scellant lorsque celui-ci est entièrement protégé, afin d'assurer la continuité du pare-air au droit de certains joints spécifiques.

Plusieurs caractéristiques doivent être analysées afin de choisir un scellant s'intégrant au système pare-air, tel que: l'adhérence aux surfaces de supports, la résistance aux mouvements et au vieillisement, les dimensions des joints, la résistance au fluage, etc. Concernant cette dernière caractéristique, notons que l'utilisation de scellant acoustique est totalement à proscrire en raison de sa faible résistance aux forces continues tel que l'effet de tirage, et ce, même dans les cas où ces forces sont faibles.

En plus de ces considérations générales régissants habituellement le choix de tout scellant, le choix de celui-ci comme composante du pare-air dépendra aussi grandement de sa localisation à l'intérieur du mur. En effet, un scellant localisé du côté froid du mur aura à subir un différentiel de température allant de -20°C à 65°C. Le rapport "Essais d'étanchéité à l'air sur différents scellants, garnitures d'étanchéité et rubans gommes" analyse les résultats d'essai d'étanchéité des scellants acrylique et de silicone après les avoir soumis à un différentiel de pression de 150 Pa pendant 6 mois. Ce rapport indique que plusieurs déchirements et fissures ont été notés sur les échantillons de scellant à base d'acrylique lorsque soumis à haute température (65°C). Il convient donc de ne localiser ceux-ci que du côté intérieur de l'enveloppe.

La quantité limitée de connaissances relatives aux propriétés structurales des scellants comme éléments faisant partie des systèmes pare-air nous amène à en limiter au minimum l'utilisation et en ayant plutôt recours aux membranes. Par ailleurs, il arrive quelquefois que nous y soyons contraint. Par exemple, le concept décrit au cas n°. 2 du chapitre suivant montre l'utilisation d'un joint de scellant comme composante du pare-air au joint des fenêtres. Par ailleurs, afin de s'assurer de la résistance structurale du détail proposé, nous avons fait réaliser en chantier un test de résistance structural sur cet assemblage. L'assemblage est demeuré en place malgré qu'il fut soumis à un différentiel de pression de 1.5 KPa. Voir à cet effet le chapitre 4.

CHAPITRE 4
APPLICATIONS

Cette partie du document se concentre sur les principes de mise en oeuvre du pare-air rigide ainsi que sur les détails d'assemblage des différentes composantes.

Bien entendu, les détails d'assemblage diffèrent d'un bâtiment à l'autre. Selon le type de bâtiment, plusieurs variables affecteront la façon de réaliser un pare-air rigide. On peut considérer, entre autres variables, s'il s'agit d'une construction neuve ou d'une rénovation, le type de structure (acier ou béton) ainsi que les éléments de remplissages de murs (colombages de bois ou d'acier). Certaines exigences propres au bâtiment entrent aussi en ligne de compte, tel que la localisation géographique du bâtiment, sa forme et le degré d'humidité qui devra être conservé à l'intérieur de celui-ci en hiver. Toutes ces considérations auront un impact sur le choix des matériaux et sur leur mode d'assemblage.

Depuis 1982, notre pratique nous a amené à réaliser une cinquantaine de bâtiments étanche à l'air. C'est donc à partir de notre expérience dans ce domaine que nous avons sélectionné, pour les fins de cette étude, quatre typologies de bâtiment avec lesquelles nous sommes particulièrement familiés. Ces cas types nous permettrons de présenter ci-après différentes méthodes de mise en oeuvre d'un pare-air rigide appliquées à chacune de ces typologies :

cas 1: Bâtiment neuf à structure de béton
cas 2: Bâtiment rénové à structure de béton
cas 3: Bâtiment neuf à structure d'acier
cas 4: Bâtiment neuf à structure de bois.

L'analyse de chaque cas précisera des exigences de rendement qui ont été définis lors de la réalisation de chaque projet. Suivra une description des matériaux qui ont été utilisés ou qui peuvent être recommandés pour chaque situation. Une série de détails de construction présentera les lieux critiques d'assemblages du pare-air rigides à d'autres composantes. Nous discuterons ensuite des méthodes pour atteindre les résistances structurales du pare-air, de la fonction pare-vapeur, et enfin, de certains points qui nous ont semblé critiques au moment de la surveillance de chantier.

CAS N°.1
BÂTIMENT NEUF À STRUCTURE DE BÉTON

1. Exigences de rendement:

Longévité:

Le pare-air doit conserver son efficacité pendant toute la durée de vie utile du bâtiment afin d'assurer la régulation des conditions intérieures ambiantes et de prévenir la détérioration prématurée de l'enveloppe du bâtiment.

Niveau d'étanchéité à l'air:

Le document de modifications proposées pour la partie 5 du CNB 1995 décrit de la façon suivante le niveau de perméabilité à l'air du système d'étanchéité à l'air: "Les perméabilités maximales recommandées pour les systèmes d'étanchéité à l'air dans la plupart des localités au Canada s'établissent comme suit":

humidité relative du côté chaud:	taux maximal de perméabilité recommandé pour les systèmes:
% HR	1 / s.m^2 à 75 Pa
< 27% à 21°C	0.15
27 @ 55% à 21°C	0.10
> 55% à 21°C	0.05

Les concepts présentés ici s'appliquent à un bâtiment possédant un taux d'humidité relative se situant entre 27% et 55%. Le taux maximal de perméabilité exigé est donc de 0.10 l/s.m^2 à 75 Pa.

Niveau de résistance structurale du pare-air:

Le document de modifications proposées pour la partie 5 du CNB 1995 décrit de la façon suivante le niveau de charges s'appliquant sur le système d'étanchéité à l'air:

"8) Le système d'étanchéité à l'air d'un système soumis à des charges dues au vent et les autres éléments de séparation sur lesquels s'exercent ces charges doivent les transmettre à la structure."

"9) Sous réserve du paragraphe 11), le système d'étanchéité à l'air d'un ensemble soumis à des charges dues au vent doit être conçu et réalisé pour résister aux charges totales spécifiées, calculées conformément à la sous-section 4.1.8."

" 10) Sous réserve du paragraphe 11), la flexion du système d'étanchéité à l'air et des autres éléments de séparation exposés à des charges dues au vent ne doit pas altérer l'intégrité des éléments non structuraux lorsque les charges dues au vent sont une fois et demie plus grandes que les charges spécifiées."

Le paragraphe 11) décrit une exception pour les cas où l'on peut démontrer que les charges dues au vent sont inférieures aux charges spécifiées dans la sous-section 4.1.8.

Ces charges totales, calculées conformément à la section 4.1.8. doivent être définies par un ingénieur spécialisé dans ce type de calcul. Elles tiennent compte des normes en vigueur, des exigences de conception tel que le type de bâtiment, la longévité prévue pour celui-ci et les types d'assemblage qui seront définis par l'architecte et des caractéristiques spécifiques à chaque bâtiment, tel le lieu, la hauteur, la superficie, la forme, etc.

Le concept analysé ci-après a été élaboré pour que le pare-air réponde à une charge de conception de 1 kPa, pour une pression dynamique de référence (q) déterminée selon une probabilité annuelle de dépassement de 1:30.

2. Matériaux utilisés:

Type de pare-air rigide:

Les trois matériaux suivants: panneau de béton léger, contre-plaqué et gypse hydrofuge peuvent être utilisés dans la composition des concepts développés ci-après. Dans le cas du gypse hydrofuge, le taux maximal de perméabilité sera inférieur au minimum exigé (0.10 l/s.m^2 à 75Pa), voir le chapitre 4, cas no. 2. Le choix d'un de ces matériaux sera basé sur la performance voulue ainsi que sur des considérations budgétaires. Voir leurs performances réciproques au chapitre 2. Tous ces matériaux ne sont pas considérés comme pare-vapeur à l'exception du contre-plaqué qui comblera les deux fonctions; pare-air et pare-vapeur. Voir les recommandations spécifiques au contre-plaqué au point 5 suivant. Lorsque le gypse est utilisé, il ne faut pas négliger les risques de dégradation par infiltration d'eau de pluie à l'arrière de la maçonnerie. Il est recommandé d'utiliser un revêtement de polyethylène de haute densité. Celui-ci sera posé sur chaque bande d'isolant rigide avec chevauchement sous la bande suivant afin d'opérer à la manière d'un solin et de réduire ainsi les risques d'infiltration d'eau à l'arrière de l'isolant.

Type de jointoiement:

La membrane thermofusible peut être utilisée pour la quasi-totalité des cas, à l'exception des endroits où il devient impossible d'utiliser le chalumeau pour la pose sans endommager les composantes adjacentes. La pose de cette membrane est aussi à éviter aux endroits où il y a danger pour le feu. À noter que la pose d'une telle membrane au chalumeau sur le gypse ne pose aucun risque d'incendie pour des ouvriers expérimentés. Nous avons utilisé ici une membrane en bitume élastomère à structure de polyester voilé, posée sur un apprêt à base bitumineuse et de solvants volatiles inflammables avec incorporation d'additifs améliorant l'adhérence.

Nous limitons l'utilisation de la membrane autocollante aux endroits spécifique où il est impossible d'utiliser le chalumeau. Il peut s'agir, entre autres, d'une stratégie visant à fixer la membrane directement sur le cadre de la fenêtre; l'utilisation d'un chalumeau à cet endroit abîmerait en abîmerait le cadre. Il est à noter que celle-ci ne peut être posée que par temps doux. La température extérieure minimum est de 10°C pour la plupart des produits. De

plus, elle doit être bien appuyée afin d'éviter son décollement. En effet, si la membrane thermofusible peut recouvrir des orifices de 50mm de diamètre (maximum) sans risque de souffrir de décollement, il en n'est pas de même pour la majorité des membranes autocollantes. Voir le chapitre 2 à cet effet.

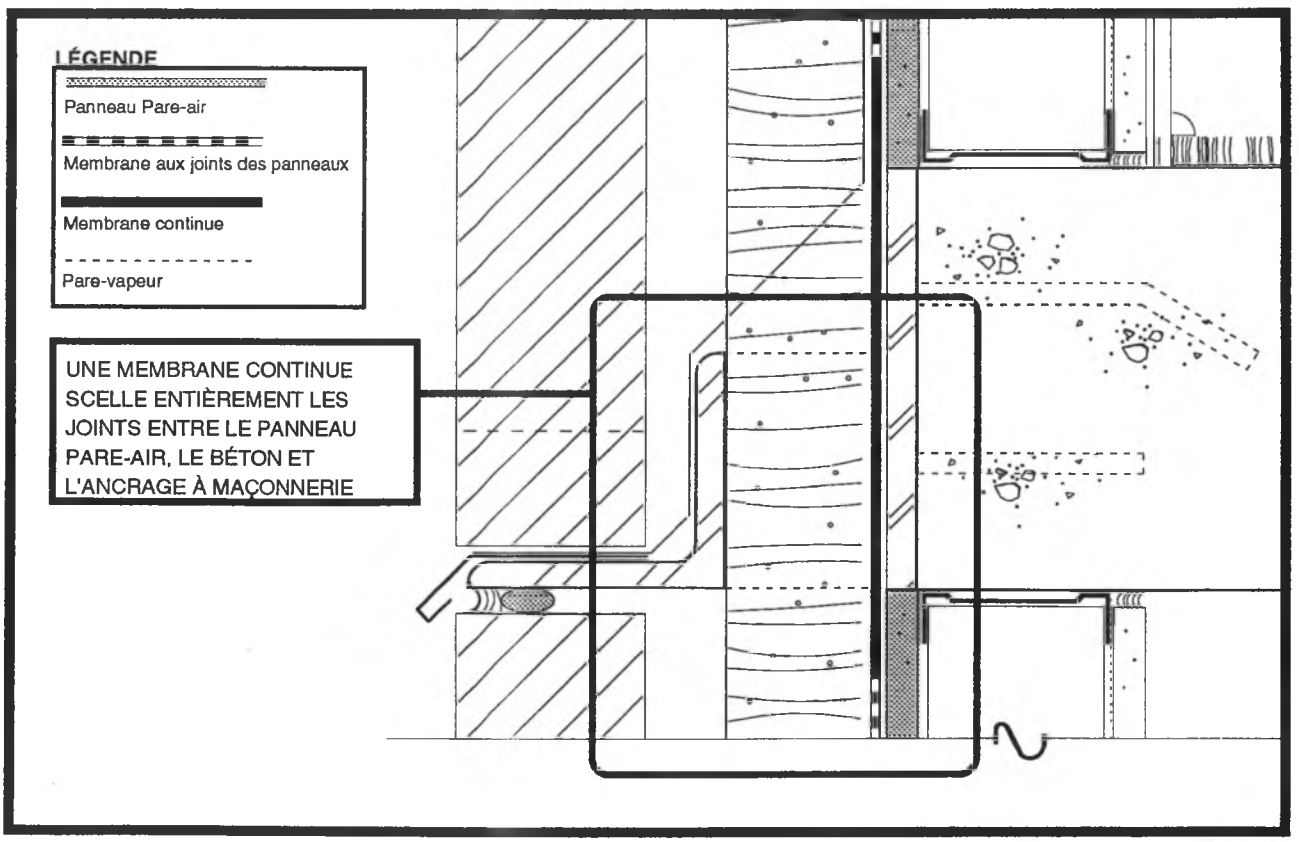
Type de fixation de l'isolant:

L'isolant doit être fixé mécaniquement afin d'assurer son adhérence à long terme. Une défaillance de l'adhérence permettant le passage de l'air à l'arrière de l'isolant conduit nécessairement à une réduction majeure de la résistance thermique de l'assemblage.

3. Continuité du pare-air:

Au droit des planchers:

Plusieurs obstacles complexifient la mise en place d'un pare-air continu au droit des dalles de plancher, particulièrement pour les bâtiments à revêtement de maçonnerie. Le joint entre le panneau rigide et la surface plus ou moins irrégulière du béton, le fer angle fixé directement à la dalle et le fer angle de raccord avec celui supportant la maçonnerie sont autant de surfaces irrégulières au pourtour desquelles il faudra réaliser un joint étanche à l'aide de la membrane thermofusible. Le concepteur devrait détailler avec soin le concept qu'il préconise en tenant compte de tous les éléments qui seront présents à cet endroit charnière de l'enveloppe du bâtiment.

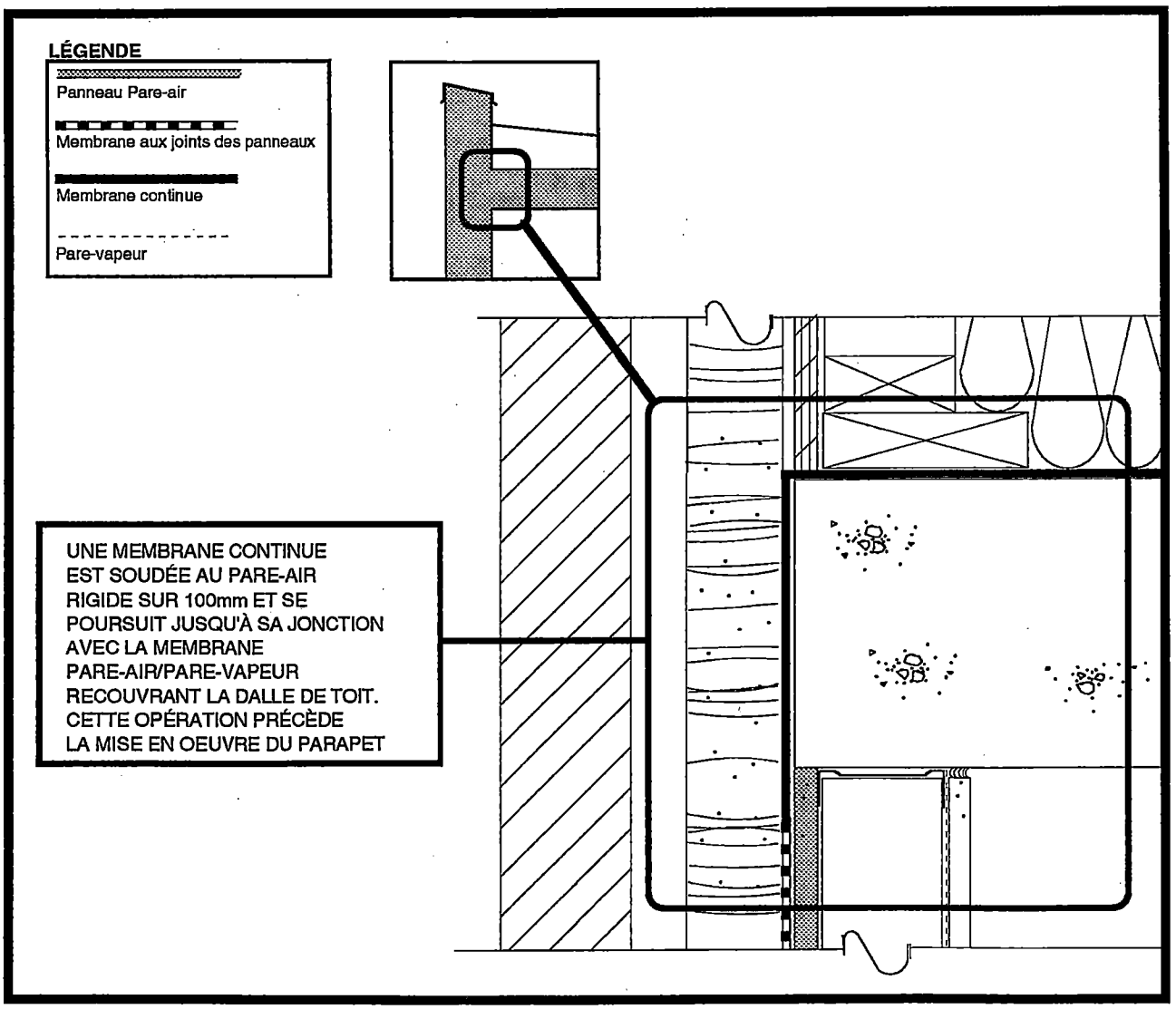


CONTINUITÉ DU PARE-AIR DEVANT LA DALLE FIG.1

La figure 1 représente une disposition des ancrages facilitant le passage de la membrane. Par ailleurs, il peut être préférable, dans certains cas, de recouvrir certaines surfaces avec un matériau de fond, tel un gypse ou un contre-plaqué, afin de réduire les irrégularités; Des bandes de membranes peuvent ensuite assurer le jointoiement entre ce matériaux de fond et les éléments adjacents. Cette autre méthode peut permettre dans certaine situation de faciliter le travail et de réduire le temps d'exécution.

Au droit des toits:

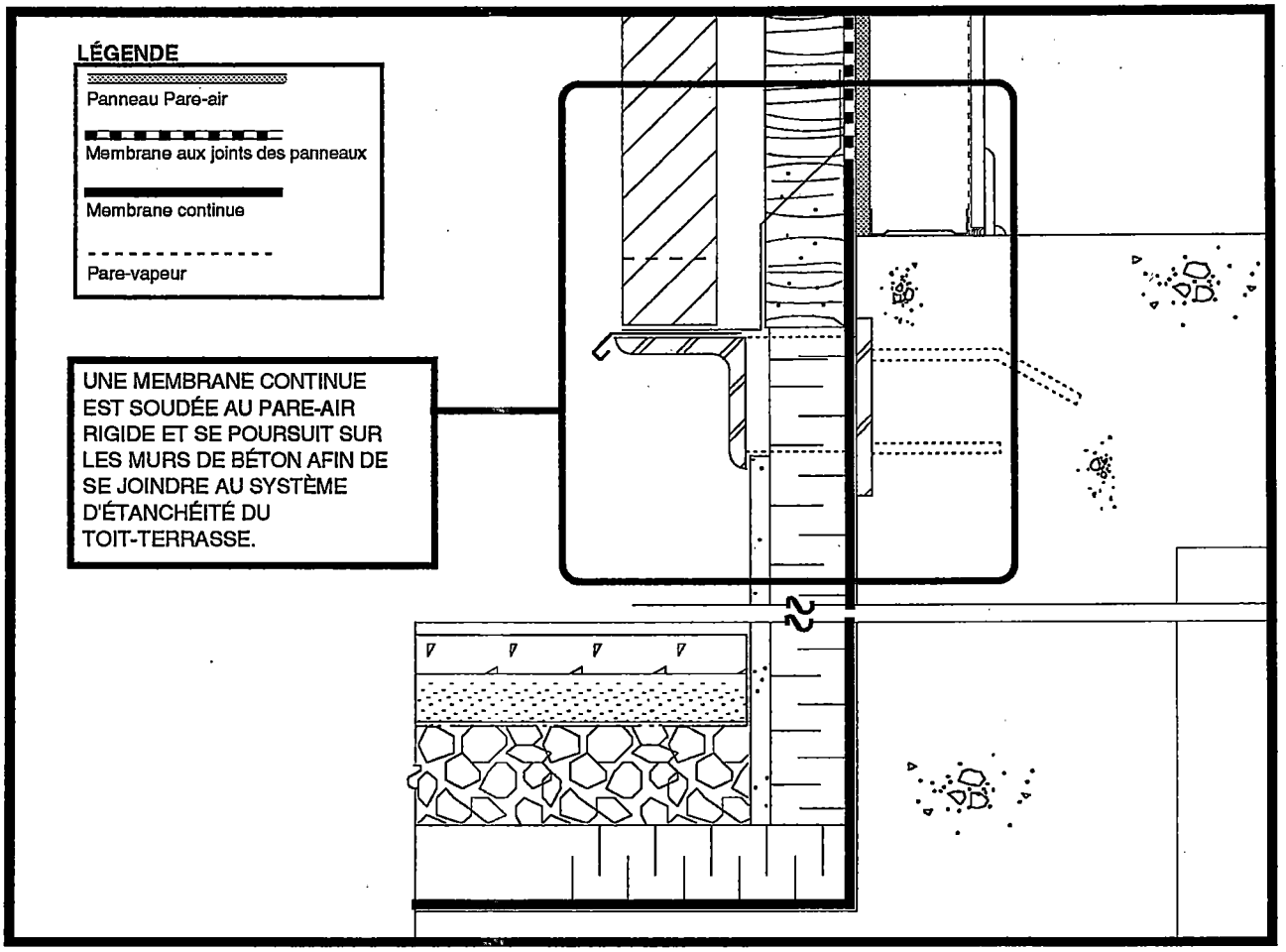
Le concept de toit sur dalle de béton exige qu'une membrane thermofusible continue, faisant office de pare-air et de pare-vapeur, soit appliquée sur toute la surface de la dalle et liée de façon continue au panneau rigide pare-air des murs. Voir la figure 2.



JONCTION DU PARE-AIR/PARE-VAPEUR DU TOIT AVEC LE PARE-AIR DES MURS

FIG.2

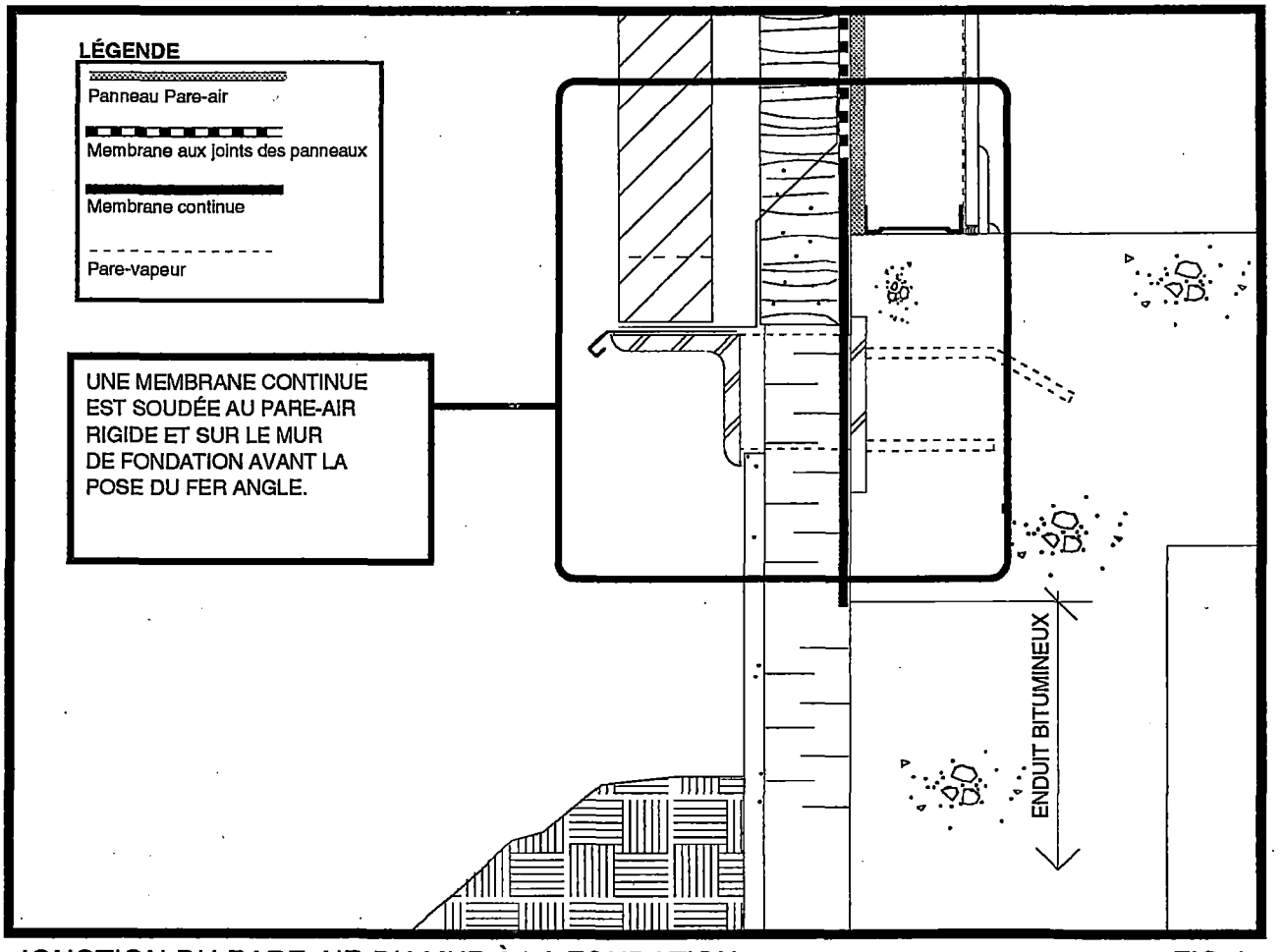
Un concept similaire de barrière pare-air/pare-vapeur doit être mis en place à l'endroit de la toiture terrasse. Voir la figure 3.



JONCTION DU SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ DU TOIT-TERRASSE AVEC LE PARE-AIR DES MURS FIG.3

Au droit de la fondation:

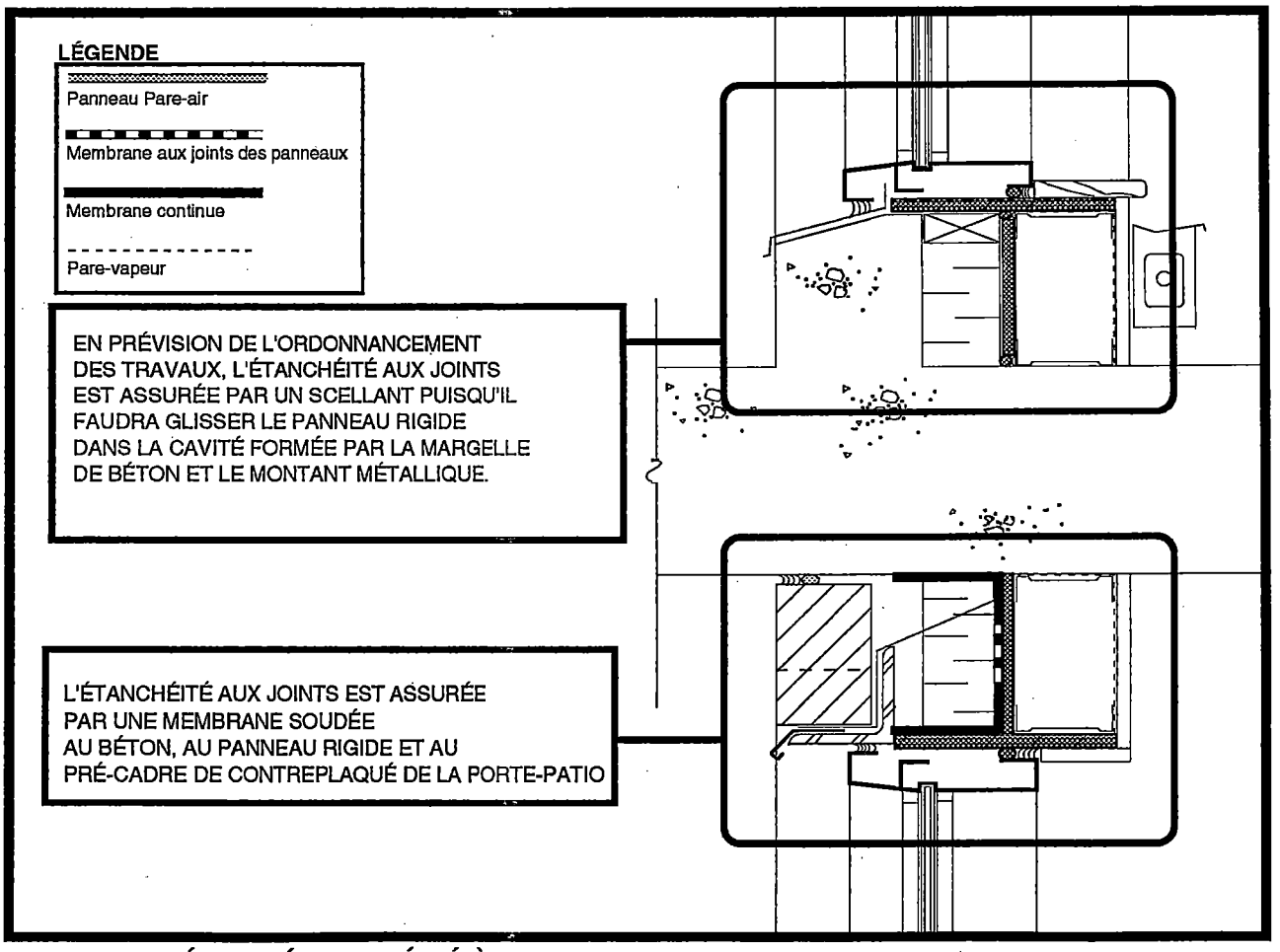
L'épaisseur de béton du mur de fondation et son enfouissement dans le sol élimine le besoin d'un pare-air sur celui-ci. Par contre, le pare-air du mur doit être lié solidairement à la fondation au moyen d'une membrane recouvrant le béton sur 150mm de hauteur. Les surfaces de béton devront être bien nettoyées afin d'assurer une bonne adhérence. Voir la figure 4. Il est bon de noter que dans l'éventualité où la dalle de béton et le mur de fondation ne serait pas monolithique, il faudrait réaliser, à l'aide d'une membrane thermofusible un joint étanche à l'air à la jonction de ces deux éléments.



JONCTION DU PARE-AIR DU MUR À LA FONDATION FIG.4

Aux balcons:

On devra s'assurer de réaliser de façon étanche le jointoiement entre le pare-air des portions de mur et le béton. La figure 5 indique deux façons de procéder. Le pare-air au haut de la porte-patio est réalisé à l'aide d'une membrane thermofusible réalisant le joint pare-air entre le matériau pare-air rigide et le béton. L'étanchéité entre le contre-plaqué et le cadre de la porte est réalisé à l'aide d'un scellant. Le pare-air au bas de la porte est réalisé d'une façon différente, soit simplement à l'aide d'un matériau rigide pare-air muni de scellants sur fond de joint.



CONTINUITÉ DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR AU JOINT DES BALCONS FIG.5

Aux fenêtres:

Les profils des fenêtres devraient être étudiés pour que le pare-air y soit lié de façon efficace. Le plan de liaison doit être analysé afin d'éviter les infiltrations possibles entre les différentes composantes du cadre. Voir la figure 10 au cas n°.2 pour le détail de liaisonnement à la fenêtre.

4. Résistance structurale du pare-air pour les charges de vent:

Charges de vent:

a) La résistance structurale du matériau pare-air rigide dépend du type de matériau (gypse, contre-plaqué, panneau de béton léger) et de son épaisseur. Elle dépend aussi de la grosseur, du calibre et de l'espacement des montants métalliques. Par exemple, dans le cas présenté, le concept prévoit l'utilisation d'un gypse extérieur de 16mm d'épaisseur posé sur des montants métalliques de 100mm, calibre 18, installés à 400mm d'entraxe.

b) La résistance mécanique des attaches reliant le pare-air rigide aux montants doit permettre à ce qu'il n'y ait pas rupture du pare-air rigide ou perforation de celui-ci au droit des fixations lorsque les pressions d'air agissent vers l'extérieur. Les exigences d'espacement de ces attaches détermineront ce type de résistance. Les rapports de la SCHL intitulés "Essai de système pare-air pour murs à ossature de bois" et "Exigences structurales de pare-air" mentionne tous deux que les façons actuelles de fixer les plaques de plâtre ne sont pas adéquates pour obtenir les résistances structurales souhaitées pour les pare-air réalisés en gypse. Nous prescrivons actuellement dans nos devis les espacements suivants pour la pose du gypse: 200mm aux montants et 150mm aux lisses et sablières (doublées dans le cas ou celles-ci doivent permettre le mouvement). En l'absence de données précises concernant des tests effectués sur des panneaux de béton léger et des contre-plaqué, nous prescrivons les mêmes espacements même s'il est probable que des espacements plus généreux puissent être suffisant, vue la plus grande rigidité de ces matériaux par rapport au gypse.

c) La résistance de la membrane au décollement dépend de son adhérence et de la largeur des bandes. Le matériau utilisé est décrit au point 2. La largeur que nous prescrivons pour les bandes de scellement est de 200mm. Le chapitre 4 décrit le résultat que nous avons obtenu lors de tests réalisés in-situ.

5. Pare-vapeur versus pare-air:

À l'exception du contre-plaqué, les matériaux rigides posés pour réaliser le pare-air ne sont pas pare-vapeur. Un pare-vapeur doit donc faire partie de l'assemblage et doit être posé du côté chaud de l'isolant. Le contre-plaqué, pour sa part, est pare-vapeur. La membrane thermofusible utilisée pour le scellement des joints l'est aussi. Il est donc possible de conclure que si le plan pare-air est bien étanche, la fonction pare-vapeur sera réalisée à même la fonction pare-air, et ce, de façon très étanche. Par contre, le choix d'un contre-plaqué implique obligatoirement qu'aucun isolant ne soit installé du côté chaud de celui-ci. Dans le cas contraire, la vapeur d'eau provenant de l'intérieur du bâtiment s'emmagasinerait inévitablement à l'intérieur de cet isolant.

6. L'inspection:

Il nous a été permis de constater qu'un certain type de défaillance du pare-air était très fréquent; il s'agit de trous de vis dans le panneau sans qu'ils ne soient obstrués par une vis. En effet, il est fréquent qu'une vis soit insérée par erreur dans le pare-air rigide, que le poseur l'enlève et la repose ailleurs, laissant un trou dans le panneau. Cette erreur semble banale et sans impact sur la performance mais ce n'est pas le cas. En effet, un trou de 625 mm^2 ($1po^2$), (représentant environ 60 trous de vis) laisse sortir à l'extérieur, sur une période de un mois, un volume d'air de 2 $600m^3$ en posant comme hypothèse un différentiel de pression continu de 10 Pa, soit l'équivalent de l'effet de tirage pour un bâtiment de deux

étages. Il devient donc important d'inspecter le pare-air à contre jour, avant la pose de l'isolant, afin de déceler ces trous et de les faire obstruer avec des portions de 200mm x 200mm de membrane thermofusible. L'utilisation de scellement est à éviter puisque celui-ci pourrait se décoller suite au différentiel de pression qui s'appliquera sur le pare-air.

CAS N°.2
BÂTIMENT RÉNOVÉ À STRUCTURE DE BÉTON

1. Exigences de rendement:

Longévité:

Le pare-air doit conserver son efficacité pendant toute la durée de vie utile du bâtiment afin d'assurer la régulation des conditions intérieures ambiantes et de prévenir la détérioration prématurée de l'enveloppe du bâtiment.

Niveau d'étanchéité à l'air

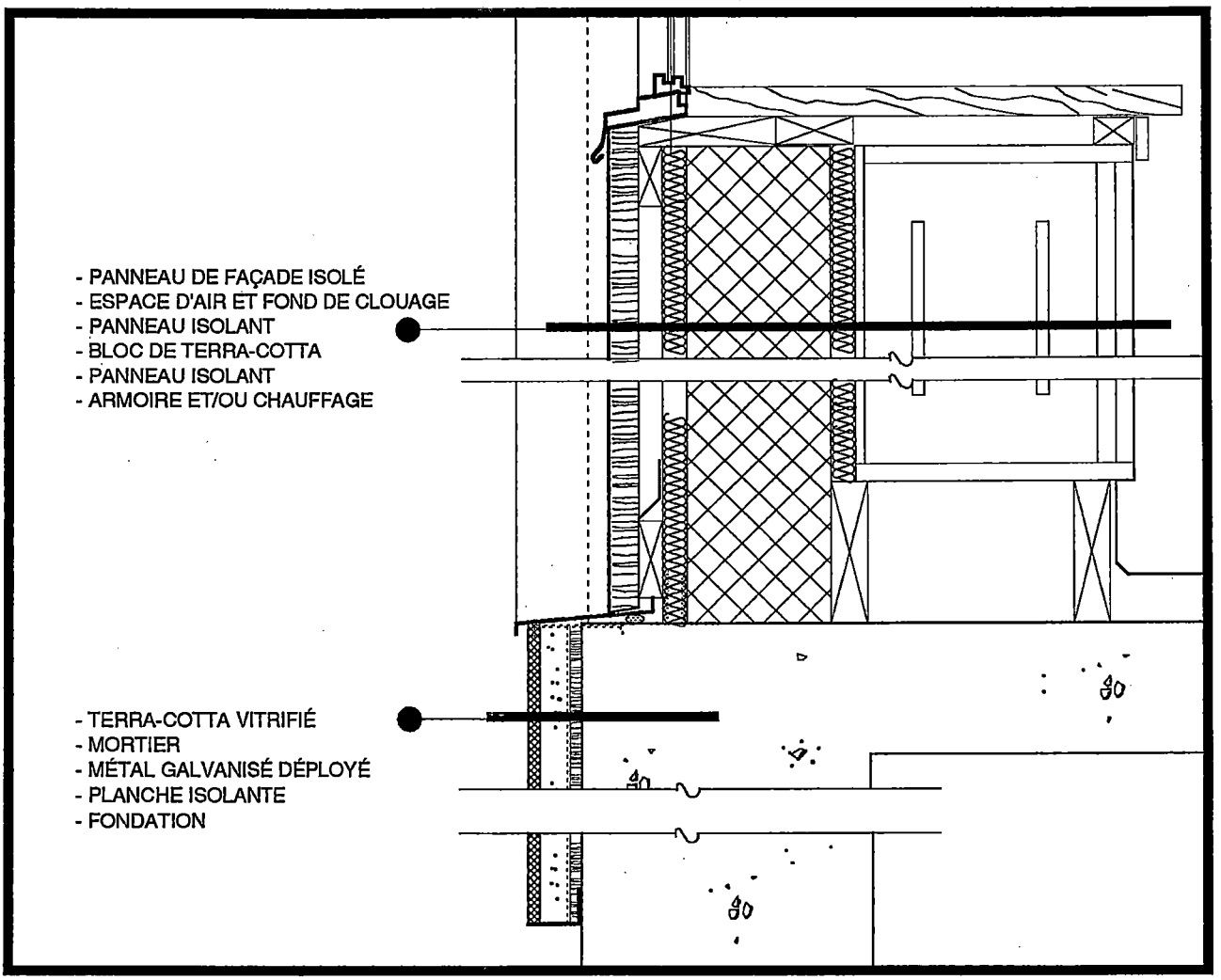
Les concepts présentés ici s'appliquent à un bâtiment possédant un taux d'humidité relative inférieur à 27% à 21°C. Selon les documents préliminaires du Code national du bâtiment 1995, il est recommandé que le taux maximal de perméabilité soit de 0.15 l/s.m^2 pour ce pourcentage d'humidité relative, le tout soumis à un différentiel de pression de 75 Pa. Voir le cas n°.1 pour les différents niveaux d'étanchéité selon les exigences du futur code.

Niveau de résistance structurale du pare-air:

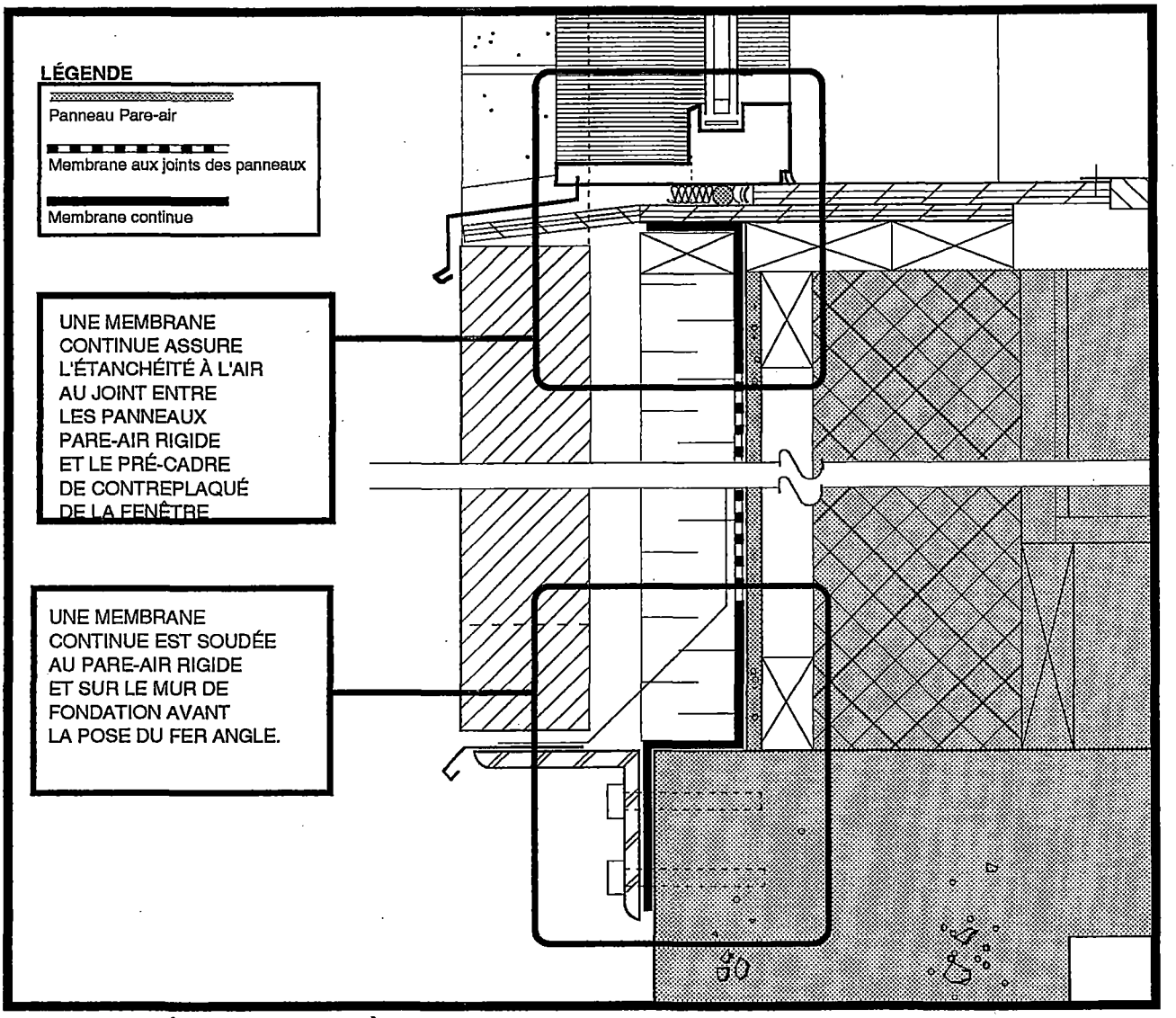
Le concept analysé ici a été élaboré pour répondre à une charge de conception de 1 kPA. Voir le cas n°.1 pour une description complète des exigences permettant de définir cette charge.

2. Matériaux utilisés:

Ce projet est un cas typique de réfection de murs et fenêtres extérieures où l'on doit réduire le pourcentage de fenestration existante afin de rencontrer les règlements d'économie d'énergie actuellement en vigueur. L'étendu des travaux comprend donc la démolition du parement, de l'isolant et des fenêtres. On doit ensuite obstruer, avec de nouvelle portion de mur, une partie des anciennes ouvertures de fenêtres. Un pare-air est installé sur les nouvelles parties de murs ainsi que sur les anciennes. On doit ensuite ajouter un nouvel isolant et reposer un parement. Les figures 6 et 7 montrent l'état initial et l'état final du bâtiment.



COMPOSITION DU MUR AVANT LES TRAVAUX DE RÉNOVATION FIG.6



CONTINUITÉ DU PARE-AIR À LA FONDATION ET AU POURTOUR DE L'OUVERTURE

FIG.7

Type de pare-air rigide:

Une vérification sur place de l'état des surfaces de support du pare-air devrait d'abord être effectuée afin de déterminer le type de pare-air qui sera utilisé. En effet, dans le cas où le remplissage des murs existants est réalisé en blocs de béton, il est possible d'utiliser une membrane thermofusible posée directement sur le bloc. Par contre, dans ce cas, une inspection a révélé que le remplissage fut effectué avec des blocs de terra-cotta cannelés. La surface d'adhérence étant très faible à cause de ces cannelures, une membrane thermofusible posée directement aurait présenté un risque de décollement. C'est pourquoi il fut nécessaire de réaliser un pare-air composé de panneaux rigides scellés plutôt qu'une simple membrane posée pleine surface sur le substrat existant. Ce matériau peut être du gypse hydrofuge, du contre-plaqué ou des panneaux de béton léger.

Type de jointoiement:

Voir le cas n°.1 pour les lieux et les conditions d'utilisation des différentes membranes.

Type de fixation de l'isolant.

Voir le cas n°.1

3. Continuité du pare-air:

Au droit des planchers:

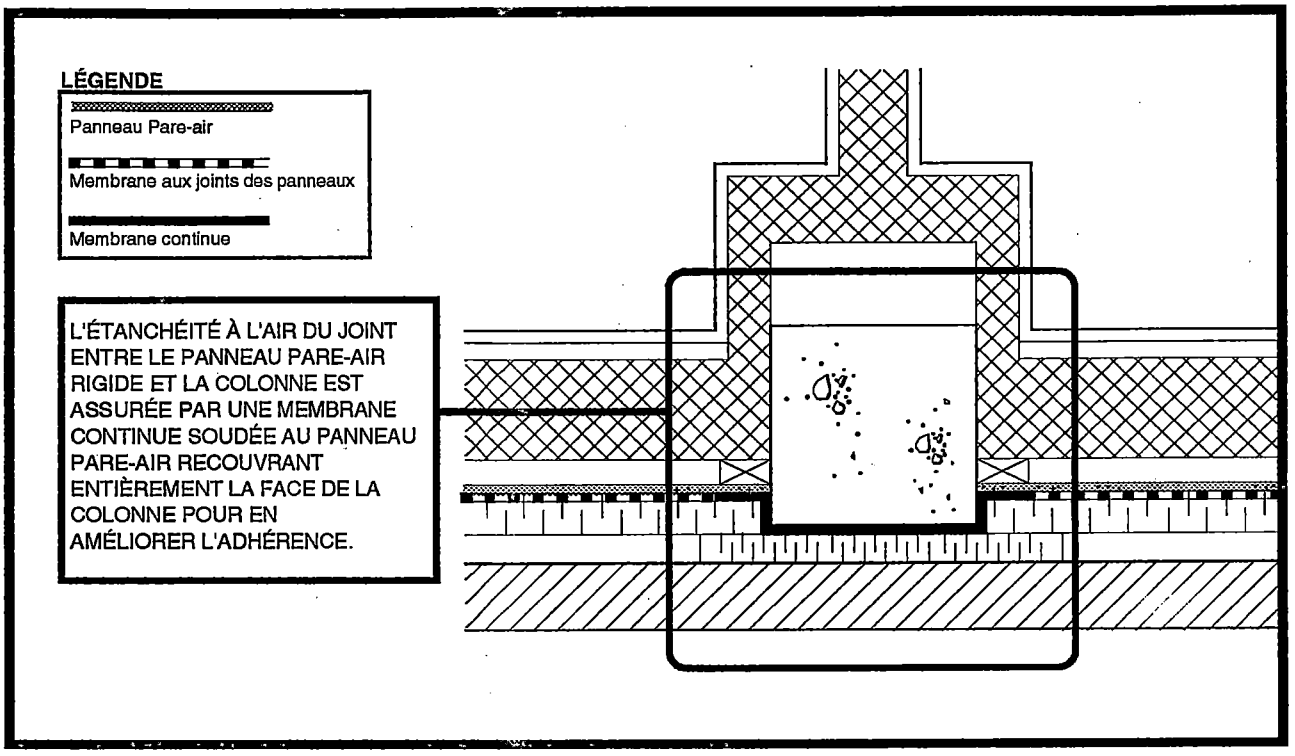
Voir cas n°.1, figure n°.1.

Au droit de la fondation:

Un fer angle a du être ajouté de façon à supporter la nouvelle maçonnerie. En effet, l'ajout d'un pare-air et d'un d'isolant rigide sur le bâtiment existant projette la face du mur vers l'extérieur. L'étanchéité à l'air entre le panneau pare-air et la fondation est effectuée en posant la membrane thermofusible à cheval sur le mur de fondation et en poursuivant celle-ci à l'arrière du fer angle. Cette configuration permet de protéger l'extrémité de la membrane et ainsi d'assurer son adhérence. Voir la figure 7.

Au droit des colonnes:

Il est théoriquement possible de réaliser le jointoiement entre le pare-air rigide et la colonne de béton à l'aide de bande de membrane thermofusible de 200mm de large. Par contre, il s'avère souvent plus simple et plus efficace de poursuivre la membrane sur toute la face de la colonne afin d'éviter des problèmes d'adhérence sur la surface souvent irrégulière du béton coulé en place. Voir la figure 8.



CONTINUITÉ DU PARE-AIR DEVANT LA COLONNE FIG.8
VUE EN PLAN

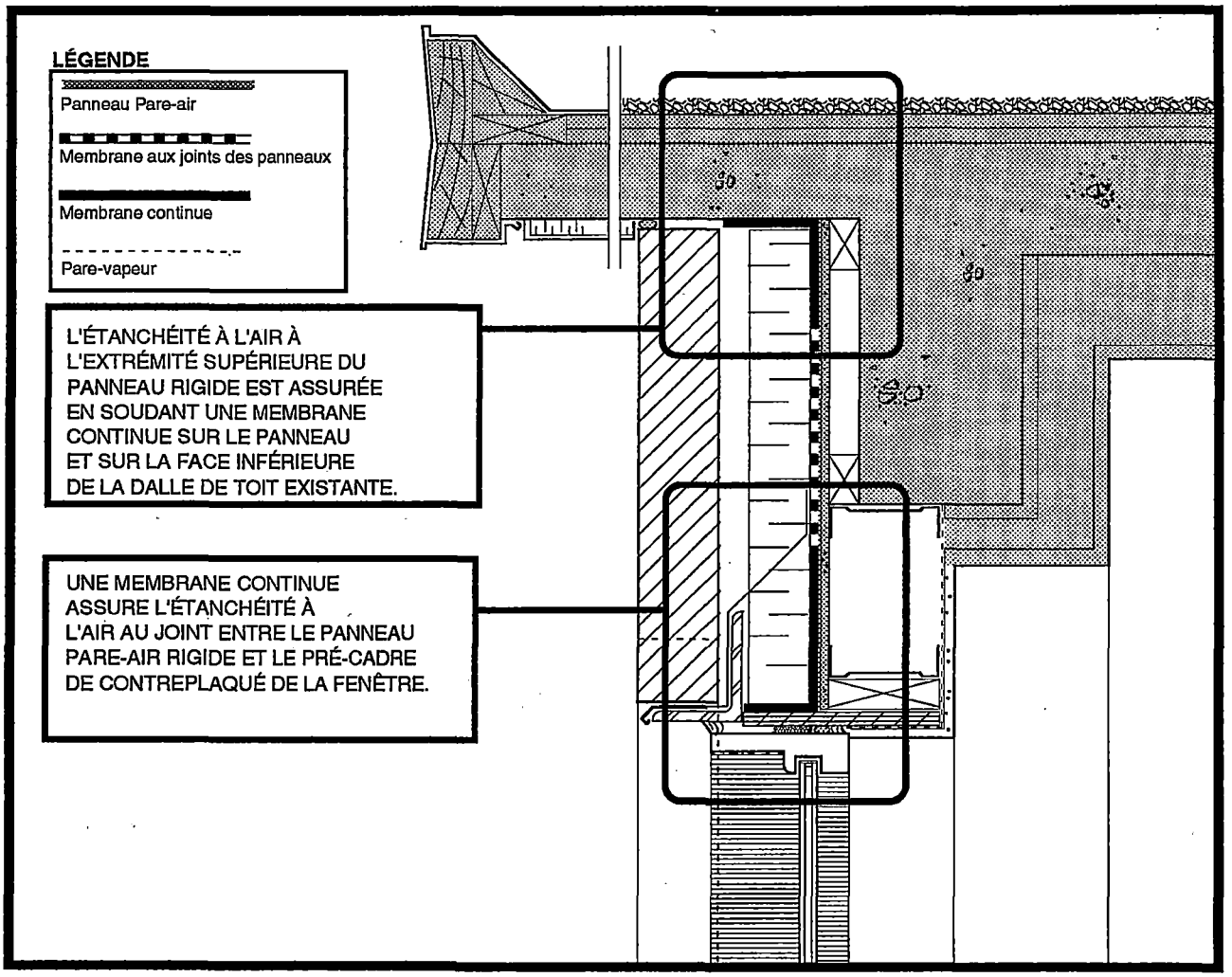
Au toit:

Lorsque des travaux de réfection de façade sont effectués sans qu'il y ait d'intervention au niveau de la toiture, les possibilités de relier le pare-air du mur à celui de la toiture sont grandement limitées. Par contre, le concept établi doit permettre qu'une étanchéité à l'air continue entre la toiture et le mur puisse être réalisée lors d'une réfection de toiture ultérieure. La configuration existante nous permettait ici un scellement sous la dalle du toit et dont la continuité sera assurée lors de la réfection de la toiture, évitant ainsi toute infiltration. Voir la figure 9.

Aux fenêtres:

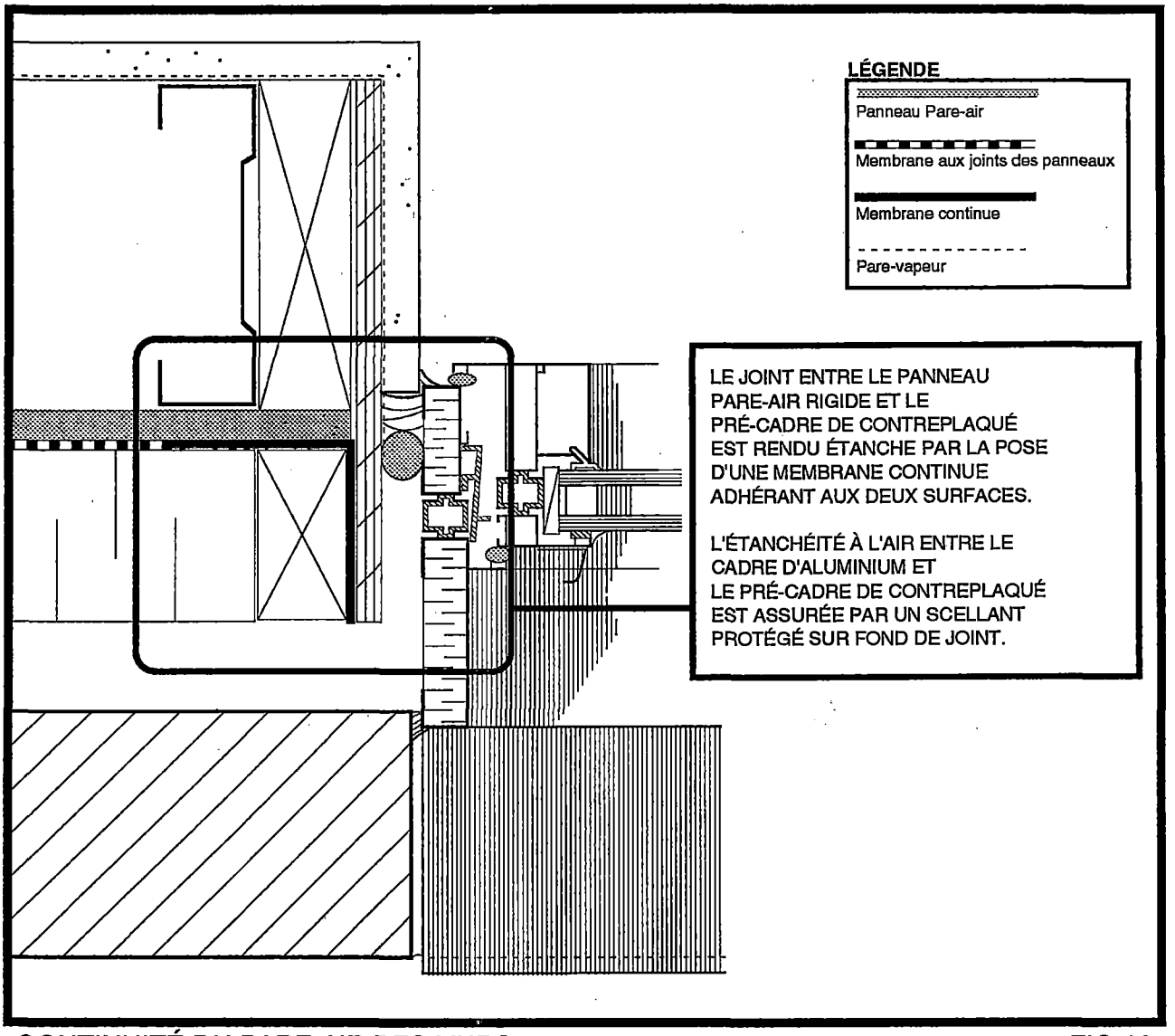
Dans ce cas, une étude des conditions existantes et des profilés de fenêtres requis nous a permis de constater les difficultés de réalisation d'un joint pare-air entre la fenêtre et le pare-air rigide à l'aide d'une simple membrane fixée directement sur ces deux éléments. En effet, aucune composante accessible du cadre ne présentait une surface d'adhésion suffisante pour éviter les risques de décollement. Cette situation est monnaie courante et certains manufacturiers entendent, d'ici peu, ajouter à leur profilé de cadre des dispositifs permettant d'y fixer directement une membrane. Dans l'intervalle, les concepteurs de bâtiment doivent contourner cette difficulté en décrivant précisément dans leurs documents la stratégie à appliquer par les constructeurs en tenant compte des contraintes que rencontreront ces derniers lors de l'exécution des travaux. Le cas présenté à la figure 10 permet de réaliser cette étanchéité à l'aide d'un boîtier de contre-plaqué installé au pourtour de l'ouverture. Le joint entre le pare-air rigide des murs et ce boîtier est réalisé à l'aide d'une

membrane thermofusible. Le jointoiement entre le cadre d'aluminium et le boîtier est composé d'un scellant sur fond de joint. Il est à noter que ce scellant est protégé des écarts de température, des rayons ultraviolets et du vandalisme. Il sera recouvert par les éléments de finition intérieurs et le revêtement extérieur. Les scellants de finition sont en surplus de ce scellant pare-air et leurs fonctions sont distinctes. Se référer au chapitre 2 pour le choix du type de scellant. Le chapitre 4 énonce les résultats d'essai d'étanchéité à l'air obtenus à l'aide d'un concept similaire. Le concepteur doit porter une attention particulière au pourtour des ouvertures afin d'éviter d'emprisonner certaines pièces de bois entre deux matériaux pare-vapeur, provoquant ainsi le pourrissement du bois. Une analyse précise des perméances à l'air et à la vapeur d'eau des différents matériaux en place doit être réalisée.



JONCTION AU JOINT MUR/TOIT
(CONSERVATION DE LA TOITURE EXISTANTE)

FIG.9



CONTINUITÉ DU PARE-AIR DES MURS
AU PRÉ-CADRE ET AU CADRE DES FENÊTRES

FIG.10

4. Résistance structurale du pare-air:

Voir le cas n°.1.

5. Pare-vapeur versus pare-air:

Voir le cas n°.1

6. Inspection:

Les photos ci-jointes montrent l'ordonnancement des travaux à différentes étapes suivant la démolition.

photo 1: La pose des montants métalliques, d'un gypse extérieur et la mise en place du fond de clouage au pourtour des nouvelles ouvertures sont en cours. On y aperçoit le retour de la membrane sur les différentes faces des ouvertures. Le scellement aux colonnes est bien visible.

PHOTO 1

photo 2: La pose de la membrane de scellement est réalisée sur l'ensemble de la façade. La pose des fenêtres constitue l'étape subséquente. On remarque que la membrane est présente sur tous les joints entre les différentes pièces du panneau rigide et sur les faces de toutes les ouvertures. Il est important de prendre connaissance de l'ordonnancement des travaux de l'entrepreneur afin de s'assurer de pouvoir inspecter l'ensemble des surfaces pare-air. Un recouvrement trop rapide de certaines sections avec l'isolant empêcherait une inspection adéquate.

photo 3: On voit ici la pose de la fenêtre avant scellement de celle-ci au pare-air. Tout le pourtour de l'ouverture est recouvert de membrane. Les cales d'ajustement sont apparentes entre la membrane et le cadre d'aluminium. L'espace à étancher entre les deux est de l'ordre de 15mm.

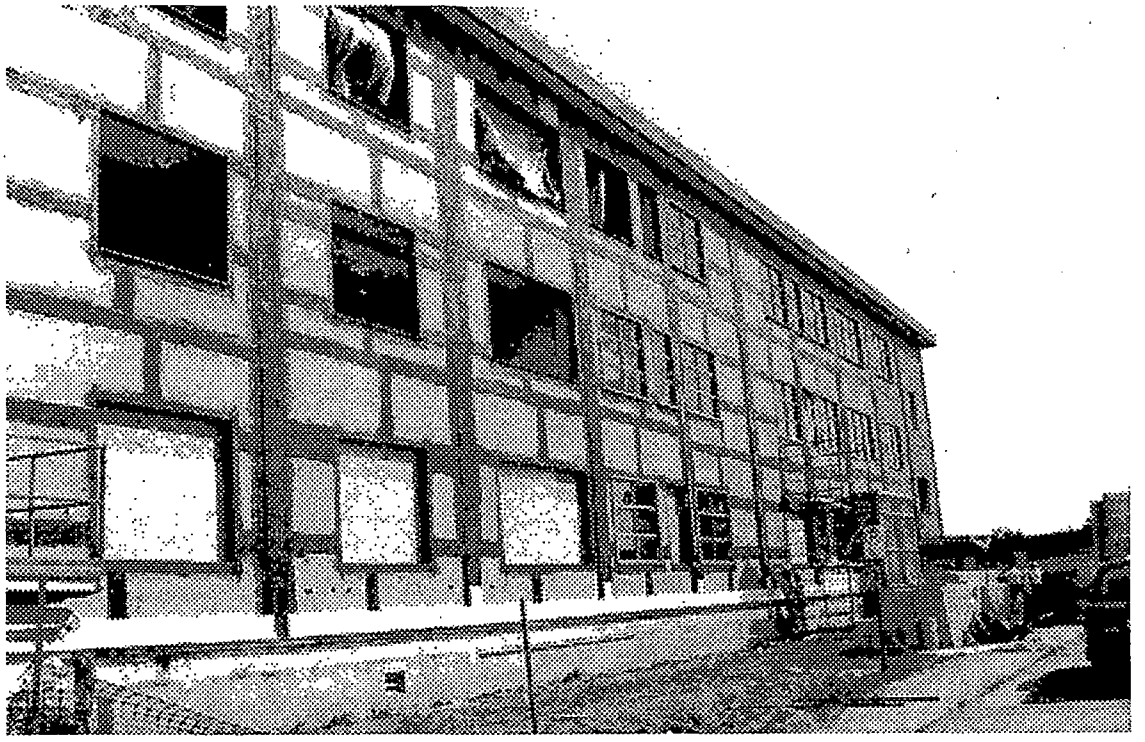


PHOTO 2

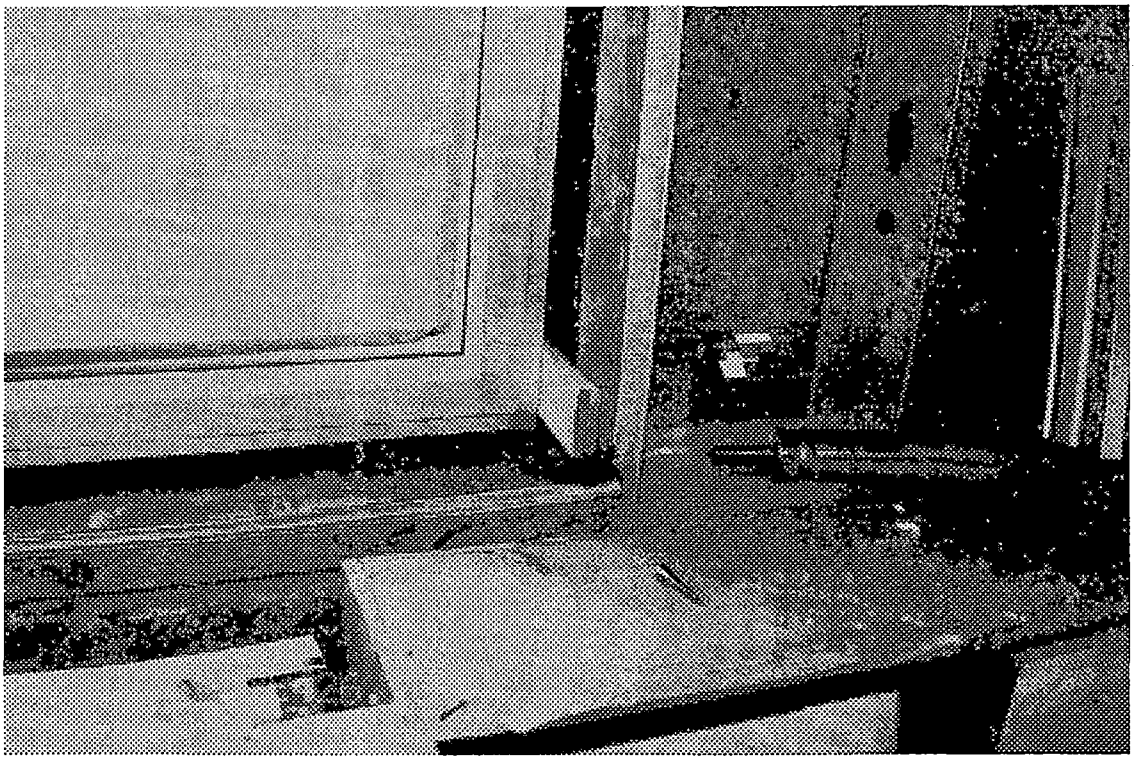


PHOTO 3

photo 4: Cette photo montre le type de scellement pare-air qui fut réalisé ici entre le cadre de la fenêtre et la membrane. Un scellant acrylique posé sur fond de

joint fut installé dans le joint. La tablette viendra recouvrir complètement ce scellant qui sera complètement protégé à l'intérieur de l'assemblage du mur.

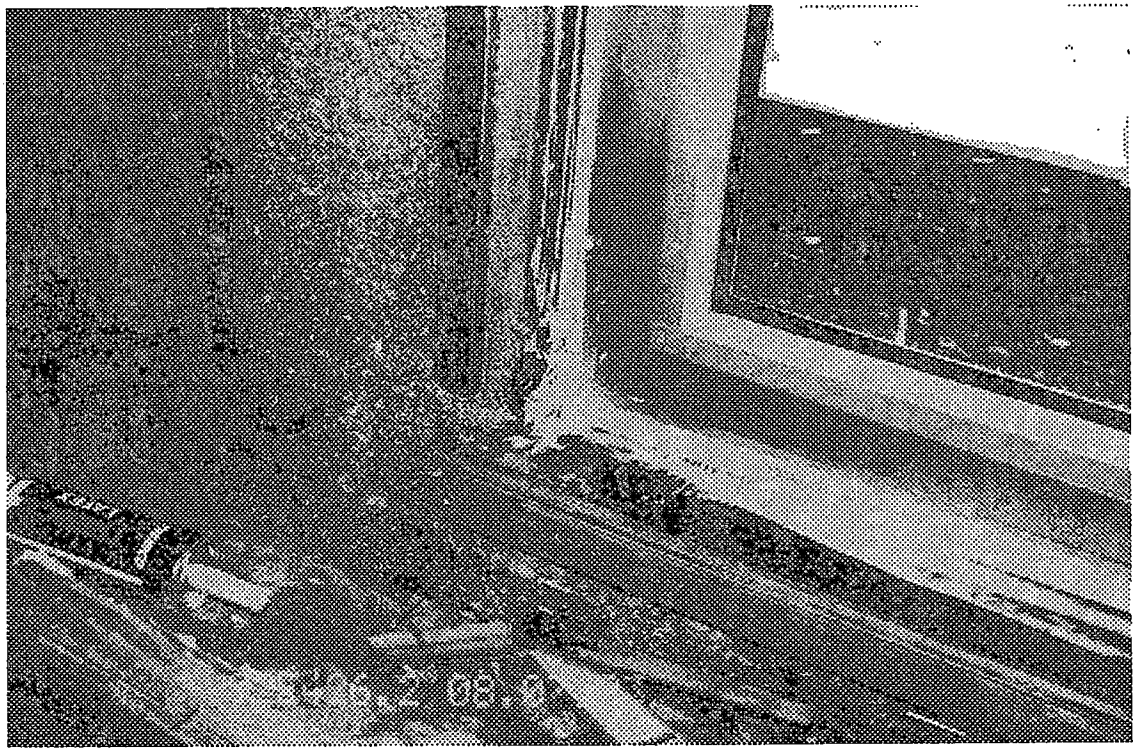


PHOTO 4

CAS N°.3
BÂTIMENT NEUF À STRUCTURE D'ACIER

1. Exigences de rendement:

Longévité:

Le pare-air doit conserver son efficacité pendant toute la durée de vie utile du bâtiment afin d'assurer la régulation des conditions intérieures ambiantes et de prévenir la détérioration prématurée de l'enveloppe du bâtiment.

Niveau d'étanchéité à l'air:

Les concepts développés ici s'appliquent à un type de bâtiment présentant un taux d'humidité très élevé. Cette contrainte a une grande importance car elle augmente les exigences en matière d'étanchéité à l'air. Selon le document de modifications proposées pour la partie 5 du Code national du bâtiment 1995, le niveau d'infiltration d'air pour un bâtiment dont le taux d'humidité se chiffre à plus de 50% est de 0.05 l/s.m^2 à un différentiel de pression de 75 Pa. Voir la description complète du texte de modification au cas n°.1. Cette exigence s'applique aussi bien au mur-rideau, au mur sandwich, à la toiture qu'au mur de fondation. En effet, le pare-air n'étant pas un matériau mais bien un assemblage, il est composé de plusieurs éléments.

Niveau de résistance structurale du par-air:

Les concepts analysés ici ont été élaborés pour répondre à une charge de conception de 1.5 kPa. Voir le cas n°.1 pour la description des exigences.

2. Matériaux utilisés:

Le concept développé utilise comme pare-air rigide des panneaux sandwich à revêtements métalliques.

Type de pare-air rigide:

Le panneau sandwich est composé d'un parement d'acier intérieur recouvert sur ses deux faces d'un enduit épais anti-corrosion, d'un isolant et d'un parement d'acier extérieur prépeint. Le parement d'acier intérieur fait ici office de pare-air et de pare-vapeur combiné. L'acier en lui-même a un taux d'infiltration d'air nul et un taux de transmission de la vapeur d'eau nul. Le matériau en lui-même est donc parfait. Toute la difficulté réside dans le jointoiement entre les panneaux et dans les éléments de fixation le traversant.

Type de jointoiement:

L'étanchéité aux joints des panneaux sandwich est réalisée sur le revêtement d'acier intérieur. Les matériaux utilisés sont les suivants:

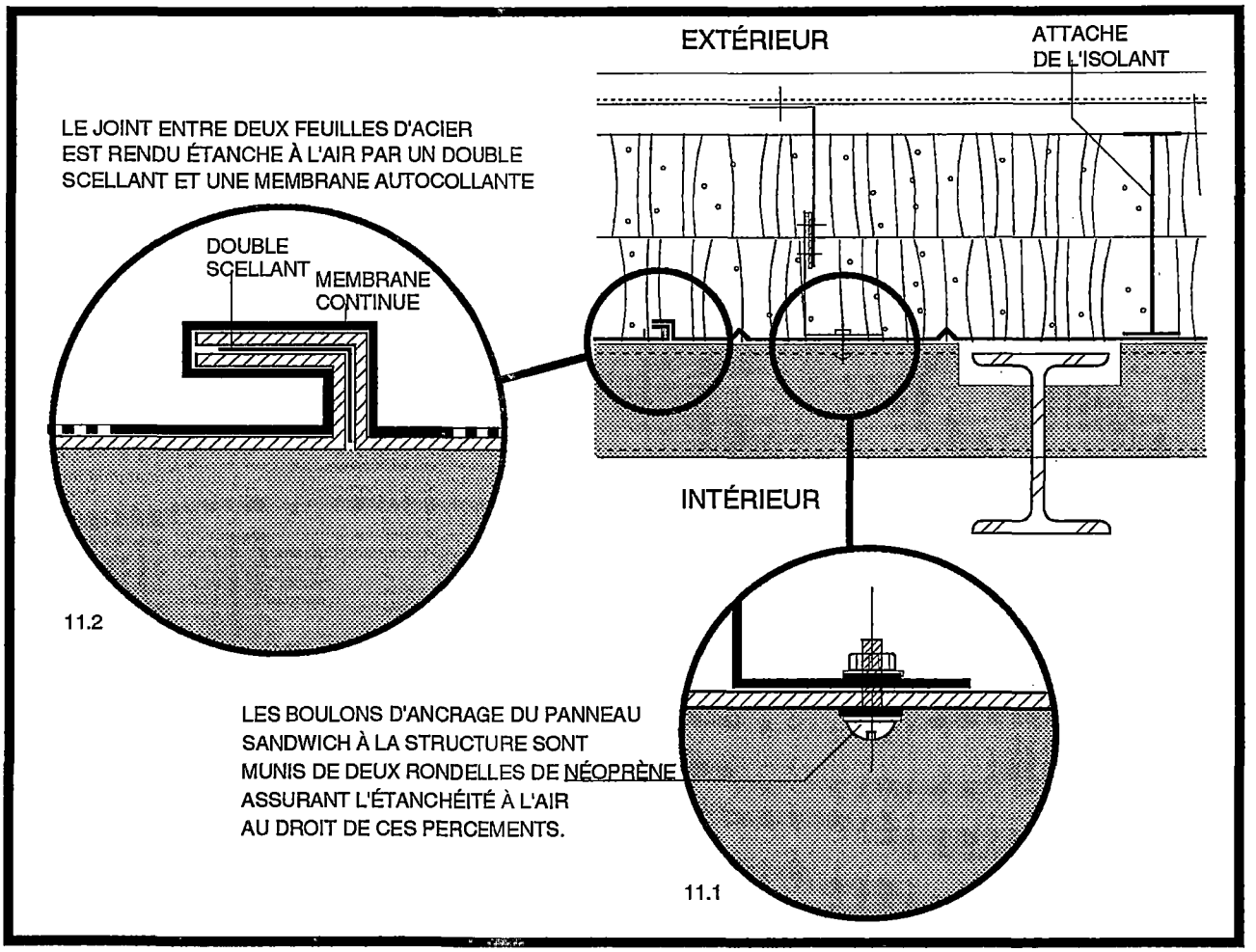
Aux boulons et écrous retenant le panneau à la charpente sont ajoutés deux rondelles d'étanchéité métalliques munies chacune d'une section en Néoprène. La première de ces rondelles est située sous la tête du boulon et l'autre sous l'écrou. Voir figure 11.1.

Les joints entre les panneaux sont réalisés de la façon suivante: Les extrémités de deux feuilles d'acier sont retenues entre elles par un ruban de butyle-polyisobutylène à teneur solide de 100%. Voir figure 11.2. Ce ruban se retrouve aussi au bas et au haut des panneaux ainsi qu'à la jonction avec les ouvertures.

Une membrane autocollante est ensuite installée sur la face extérieure du revêtement intérieur. Voir la figure 11.2.

Type de fixation de l'isolant:

Un isolant de roche (isolant de laine minérale semi-rigide fabriqué d'une combinaison de roches volcaniques et de scories d'acier recyclés) est utilisé. Il est fixé par empalement afin d'éviter son tassement et son décollement. Afin d'éviter de percer l'acier qui fait office de pare-air pare-vapeur, les attaches sont fixées à l'acier à l'aide d'un adhésif. Voir la figure 11.

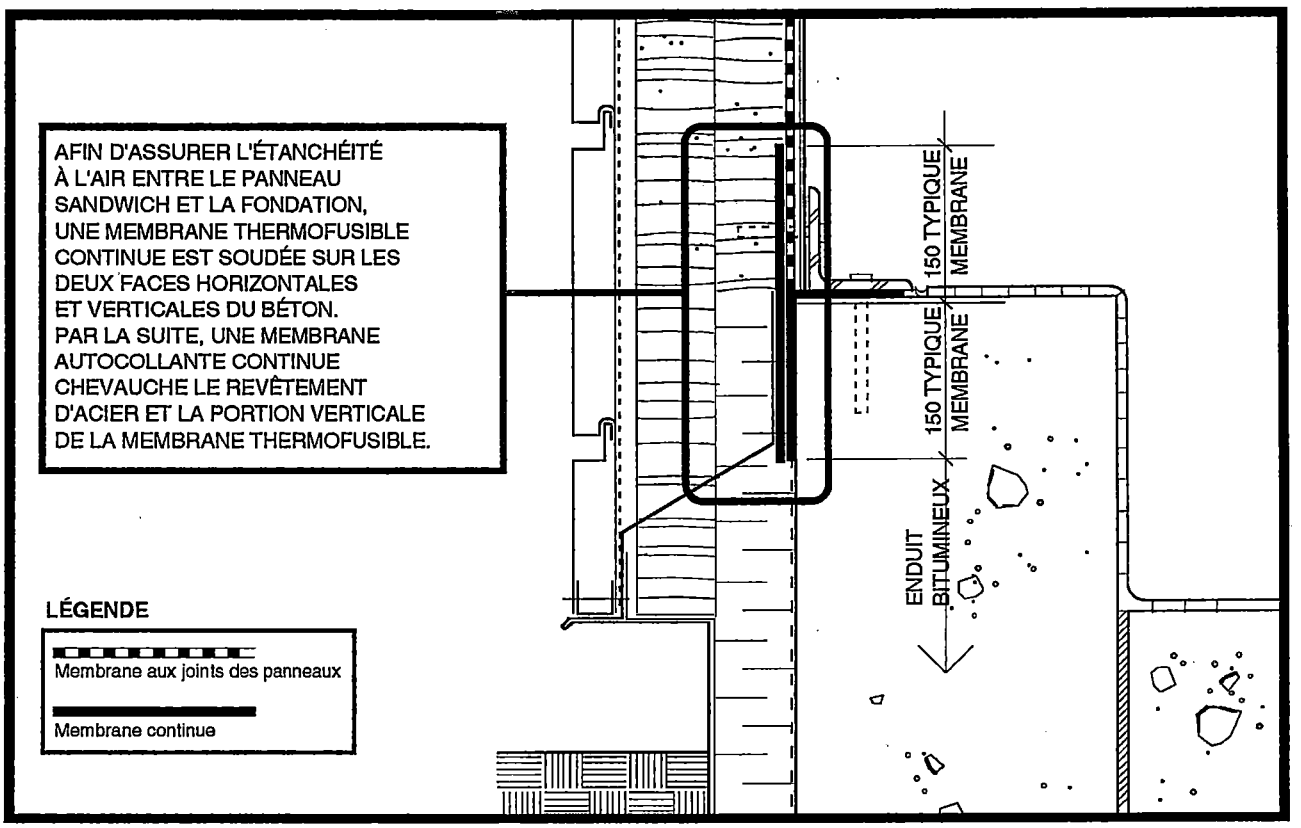


PANNEAU SANDWICH PARE-AIR, CONTINUITÉ À SES JOINTS ET L'ÉTANCHÉITÉ AUX ATTACHES. FIG. 11

3. Continuité du pare-air:

À la fondation:

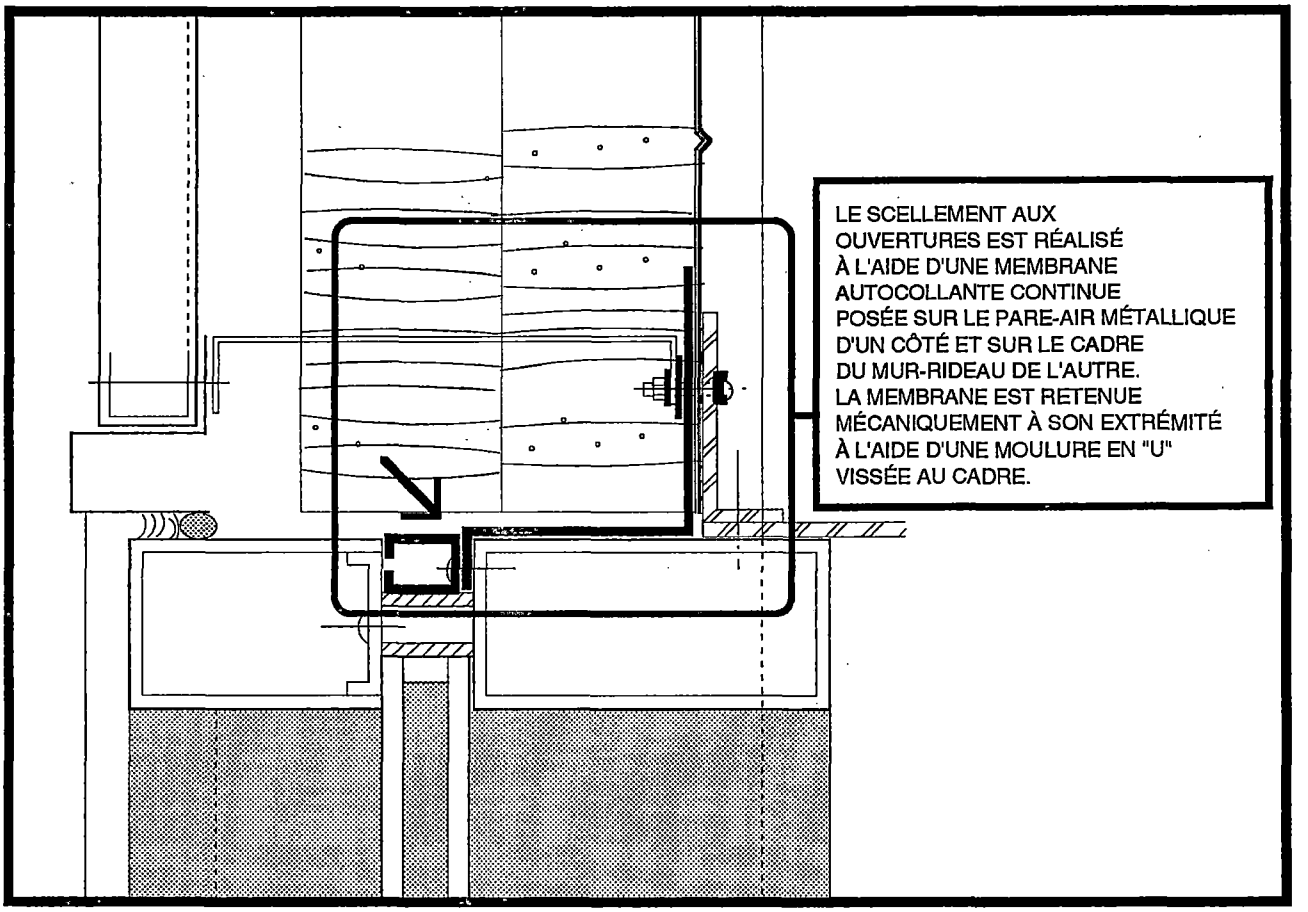
Une membrane pare-air chevauche de 150mm le parement d'acier ou se lie au mur-rideau et se poursuit sur 150mm sur toute la surface du béton. Voir la figure 12.



JONCTION DU PARE-AIR À LA FONDATION FIG. 12

Au joint des ouvertures:

Dans ce cas, la position des composantes et la configuration du mur-rideau permet une surface d'adhésion suffisante sur l'aluminium pour la mise en place d'une membrane autocollante au joint entre le panneau sandwich et le mur-rideau. Afin d'assurer de la solidité de l'extrémité de celle-ci, une moulure d'aluminium en "U" vient prendre en serre la portion de membrane située entre le cadre et la plaque à pression. Cette moulure est fixée par des vis sur le cadre. Voir la figure 13.

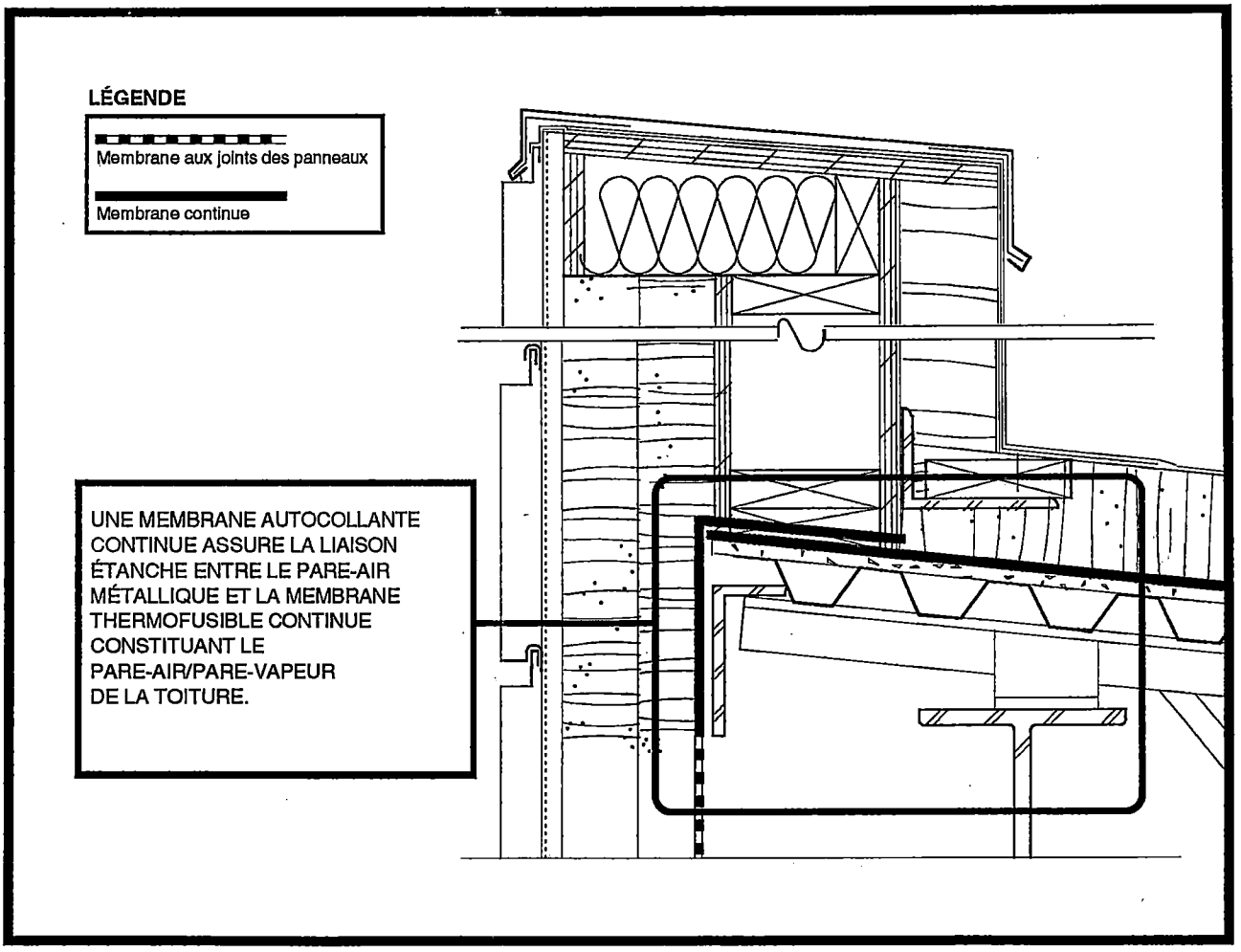


JONCTION DU PARE-AIR DU PANNEAU SANDWICH AU MUR-RIDEAU
VUE EN PLAN

FIG. 13

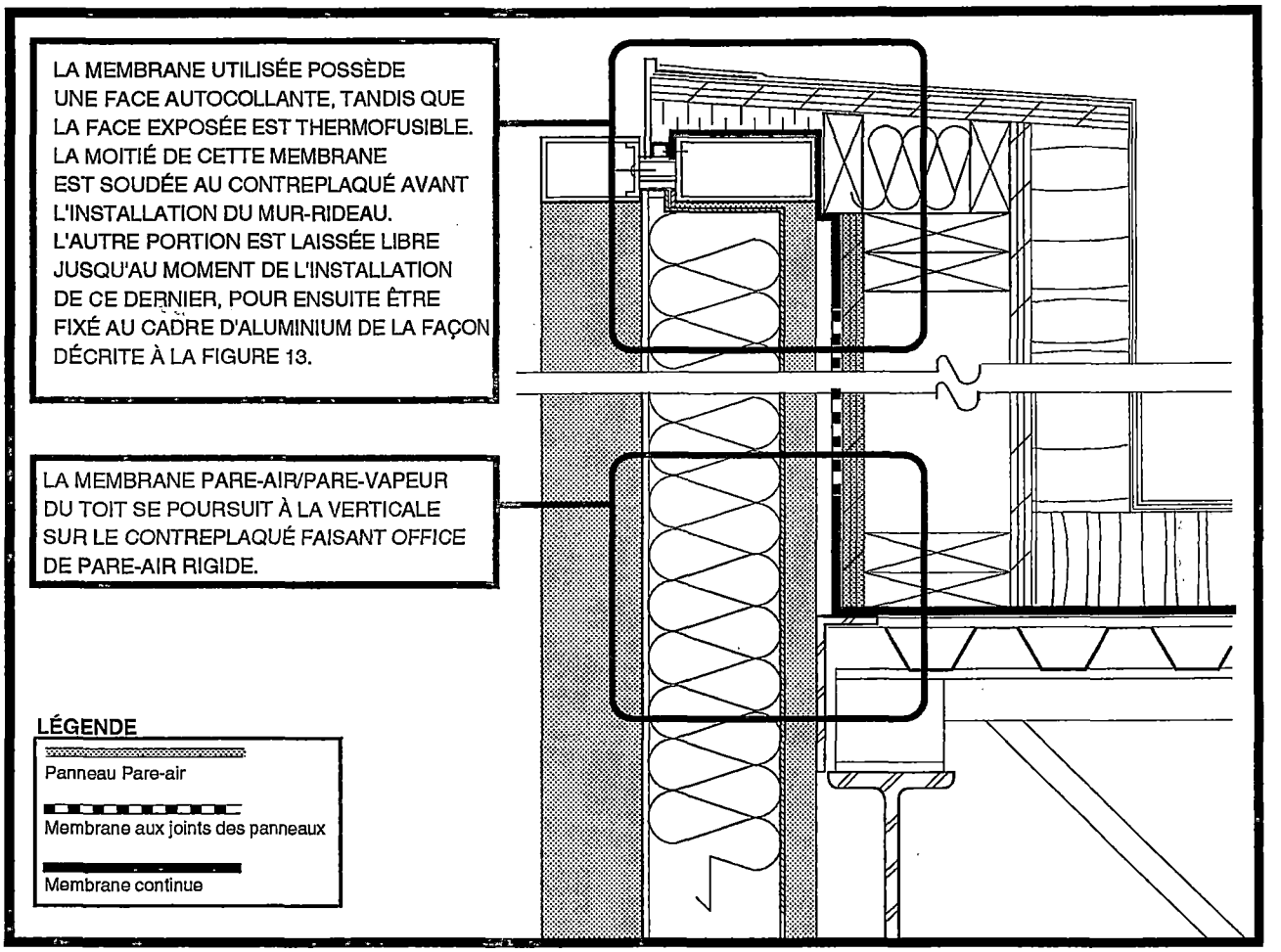
À la toiture:

La figure 14 montre qu'au droit du panneau sandwich il est nécessaire d'interrompre le revêtement intérieur d'acier à un certain niveau afin de permettre un jointoiement entre le pare-air du panneau sandwich et celui de la toiture.



CONTINUITÉ DU PARE-AIR MÉTALLIQUE AVEC LE PARE-AIR/PARE-VAPEUR DE LA TOITURE. FIG. 14

Par ailleurs, au droit du mur-rideau, la mise en oeuvre du joint pare-air doit se faire au niveau haut du parapet. L'ordonnancement des travaux exige la construction du bâti du parapet avant la pose du mur-rideau. La membrane de scellement est préalablement posée sur la face extérieure de ce bâti et laissée en suspend durant la pose du mur-rideau. L'étape suivante consiste à sceller la portion de membrane laissée libre sur le cadre d'aluminium pour ensuite en fixer l'extrémité dans la cavité entre le cadre et la plaque à pression à l'aide de la moulure d'aluminium en "u". Voir la figure 15.



CONTINUITÉ ENTRE LE PARE-AIR/PARE-VAPEUR DE LA TOITURE ET LE MUR RIDEAU. FIG. 15

4. Résistance structurale du pare-air:

Charges de vent:

a) La résistance structurale du panneau sandwich a été calculée par le service d'ingénierie du fabriquant afin de rencontrer les exigences que nous avons définies. Le calibre du métal ainsi que l'espacement des fourrures de support en métal sont les deux paramètres à considérer.

b) La résistance du système de jointoiement au décollement: Le système préconisé par le fabriquant au joint des feuilles d'acier intérieures comprend uniquement les butyles. Nous avons choisi d'ajouter à cette étanchéité entre les feuilles des bandes de membranes de scellement sur la face extérieure du joint entre deux feuilles intérieures. Nous avons d'abord développé un concept dans lequel une membrane thermofusible était utilisée. Les fabricants de membrane et d'acier nous ont mentionné leurs craintes concernant l'effet de la chaleur qui serait émise par le chalumeau sur le revêtement d'acier pré-peint. Ces craintes concernaient principalement l'écaillage de la peinture ou le changement de couleur de celle-ci. Puisque cette membrane de jointoiement est située du côté chaud du mur, il nous a été possible d'acquiescer à leur demande et de remplacer la membrane thermofusible par une membrane autocollante. En effet, le revêtement d'acier intérieur sera à toute fin pratique à l'abri des variations de température. Les phénomènes de contraction/dilatation créés par les variations de température seront réduits. Les forces de traction agissant sur la membrane seront donc réduites d'autant.

5. Pare-vapeur versus pare-air:

Nous avons ici un cas particulier montrant que les fonctions pare-vapeur et pare-air peuvent être localisées dans un même plan, par les mêmes matériaux.

6. Inspection:

Les photos ci-jointes montrent différentes étapes des travaux.

photo 1: Les premiers panneaux de métal intérieurs sont fixés aux lisses horizontales d'acier de façon temporaire pour fermer le bâtiment le plus rapidement possible. Ces lisses sont soudées aux colonnes et les espacements réguliers serviront à la résistance structurale requise.

photo 2: L'application de la membrane pare-air auto-collante autour des joints verticaux des panneaux de métal. L'application d'une couche d'apprêt augmente largement l'adhérence de celle-ci. La même technique de scellement est appliquée à tous les joints horizontaux. On note que la fourrure de métal est fixée à l'aide d'écrous en acier inoxydable et séparée des lisses par des bandes de néoprène.

PHOTO 1

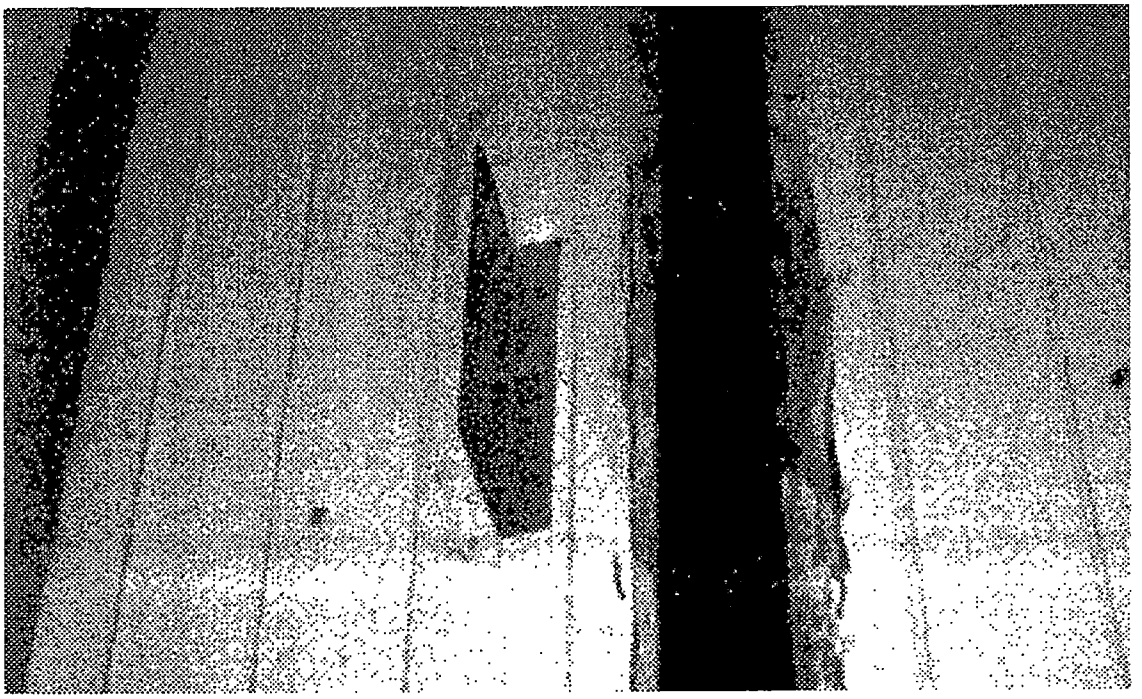


PHOTO 2

photo 3: La pose des ancrages auto-collants qui retiendront l'isolant extérieur sont positionnés régulièrement. En chauffant légèrement la base des ancrages, on augmente également son adhésion au panneau de métal.

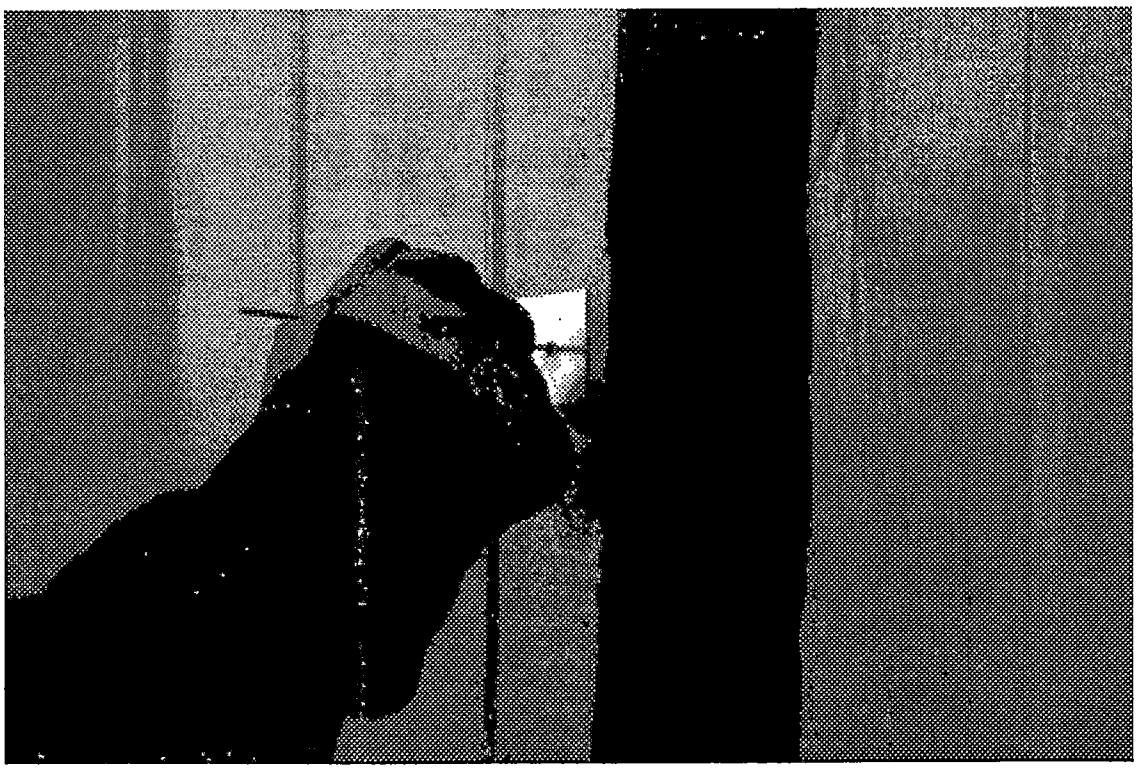


PHOTO 3

CAS N°.4
BÂTIMENT NEUF À STRUCTURE DE BOIS

1. Exigences de rendements:

Longévité:

Le pare-air doit conserver son efficacité pendant toute la durée de vie utile du bâtiment afin d'assurer la régulation des conditions intérieures ambiantes et de prévenir la détérioration prématurée de l'enveloppe du bâtiment.

Niveau d'étanchéité à l'air

Le cas que nous expliquons ici s'applique à une résidence unifamiliale. L'application de la partie 5 du nouveau Code national du bâtiment 1995 n'est pas exigée pour ce type de petit bâtiment. Néanmoins, nous en recommandons l'application. Nous avons évalué que le pourcentage d'humidité relative à l'intérieur de ce type de bâtiment se situe entre 27% et 55%. Selon les documents préliminaires du Code national du bâtiment 1995, il est recommandé que le taux maximal de perméabilité soit de 0.10 l/s.m^2 pour ce pourcentage d'humidité relative, le tout soumis à un différentiel de pression de 75 Pa. Voir le cas n°.1 pour les différents niveaux d'étanchéité selon les exigences du futur code.

Niveau de résistance structurale du pare-air:

Le concept présenté ci-après a été élaboré pour répondre à une charge de conception de 1 kPA selon les exigences décrites au cas n°.1.

2. Matériaux utilisés:

Type de pare-air rigide:

Les trois matériaux suivants: panneau de béton léger, contre-plaqué et gypse hydrofuge peuvent être utilisés. Dans le cas du gypse hydrofuge, le taux maximal de perméabilité sera inférieur au minimum exigé (0.10 l/s.m^2 à 75Pa), voir le chapitre 4, cas no. 2. Le choix d'un de ces matériaux sera basé sur la performance voulue ainsi que sur des considérations budgétaires. Voir leurs performances réciproques au chapitre 2. Tous ces matériaux ne sont pas considérés comme pare-vapeur à l'exception du contre-plaqué qui comblera les deux fonctions; pare-air et pare-vapeur. Voir les recommandations spécifiques au contre-plaqué au point 5 suivant. Lorsque le gypse est utilisé, il ne faut pas négliger les risques de dégradation par infiltration d'eau de pluie à l'arrière du parement extérieur. Il est recommandé d'utiliser un revêtement de polyethylène de haute densité. Celui-ci sera posé sur chaque bande d'isolant rigide avec chevauchement sous la bande suivant afin d'opérer à la manière d'un solin et de réduire ainsi les risques d'infiltration d'eau à l'arrière de l'isolant.

Type de jointoiement:

La membrane thermofusible peut être utilisée pour la quasi-totalité des cas, à l'exception des endroits où il devient impossible d'utiliser le chalumeau pour la pose sans endommager les composantes adjacentes. La pose de cette membrane est aussi à éviter aux endroits où il y a danger pour le feu. À noter que la pose d'une telle membrane au chalumeau sur le gypse ne

pose aucun risque d'incendie pour des ouvriers expérimentés. Nous avons utilisé ici une membrane en bitume élastomère à structure de polyester voilé, posée sur un apprêt à base bitumineuse et de solvants volatiles inflammables avec incorporation d'additifs améliorant l'adhérence.

Nous limitons l'utilisation de la membrane autocollante aux endroits spécifique où il est impossible d'utiliser le chalumeau. Il peut s'agir, entre autres, d'une stratégie visant à fixer la membrane directement sur le cadre de la fenêtre; l'utilisation d'un chalumeau à cet endroit abîmerait en abîmerait le cadre. Il est à noter que celle-ci ne peut être posée que par temps doux. La température extérieure minimum est de 10°C pour la plupart des produits. De plus, elle doit être bien appuyée afin d'éviter son décollement. En effet, si la membrane thermofusible peut recouvrir des orifices de 50mm de diamètre (maximum) sans risque de souffrir de décollement, il en n'est pas de même pour la majorité des membranes autocollantes. Voir le chapitre 2 à cet effet.

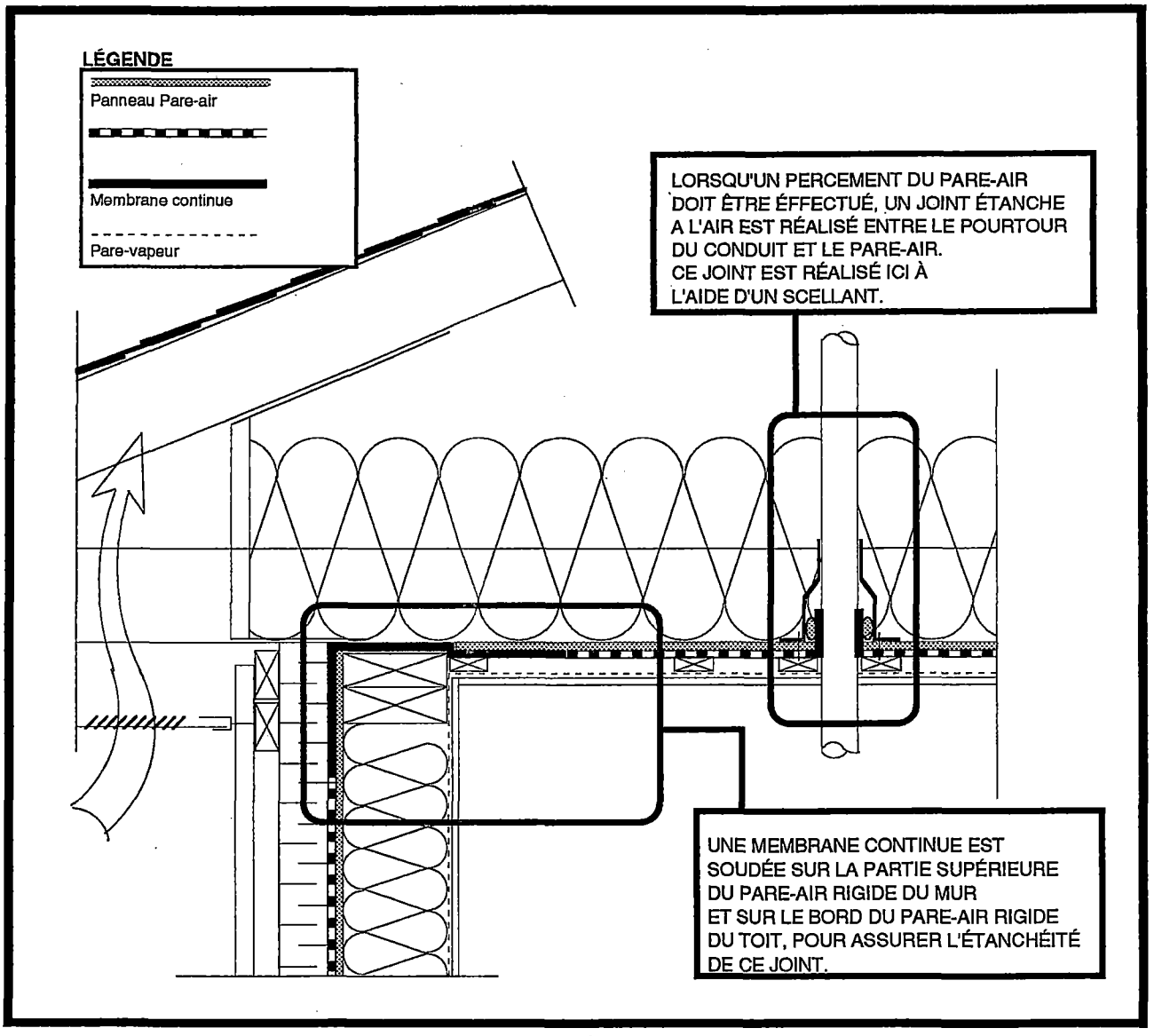
Type de fixation de l'isolant:

L'isolant doit être fixé mécaniquement afin d'assurer son adhérence à long terme. Une défaillance de l'adhérence permettant le passage de l'air à l'arrière de l'isolant conduit nécessairement à une réduction majeure de la résistance thermique de l'assemblage.

3. Continuité du pare-air:

Au toit:

Le concept présenté ici prévoit une double application du pare-air rigide; La première s'applique aux murs, et la seconde, aux plafonds. Ce concept se réalise selon un ordonnancement des travaux simples: Après avoir érigé la structure des murs extérieurs et le pare-air rigide recouvrant ceux-ci, le constructeur dépose une bande de membrane continue sur l'extrémité supérieure des murs. La partie inférieure de la membrane est fixée sur le pare-air des murs tandis que l'autre section est laissée libre du côté intérieur des murs. Les fermes de toit seront ensuite installées et serviront de fond de clouage pour le pare-air rigide du plafond. La portion flottante de la membrane de jointoiement sera ensuite fixée sur le matériau pare-air du plafond et tous les joints de ce matériau pare-air seront scellés. Un gypse de finition et un pare-vapeur devront ensuite recouvrir le pare-air du plafond. La fonction du pare-vapeur peut être assurée par une peinture possédant des propriétés pare-vapeur adéquates; néanmoins, nous préférons spécifier une pellicule pare-vapeur indépendante, installée avant la pose du gypse de finition, afin de s'assurer d'un meilleur contrôle lors de l'exécution des travaux. Le concepteur doit s'assurer de fournir au constructeur toutes les lignes directrices lui permettant de réaliser un scellement approprié autour des percements qui devront être effectués dans le plafond pour le passage des évents, conduits, etc. Voir la figure 16.

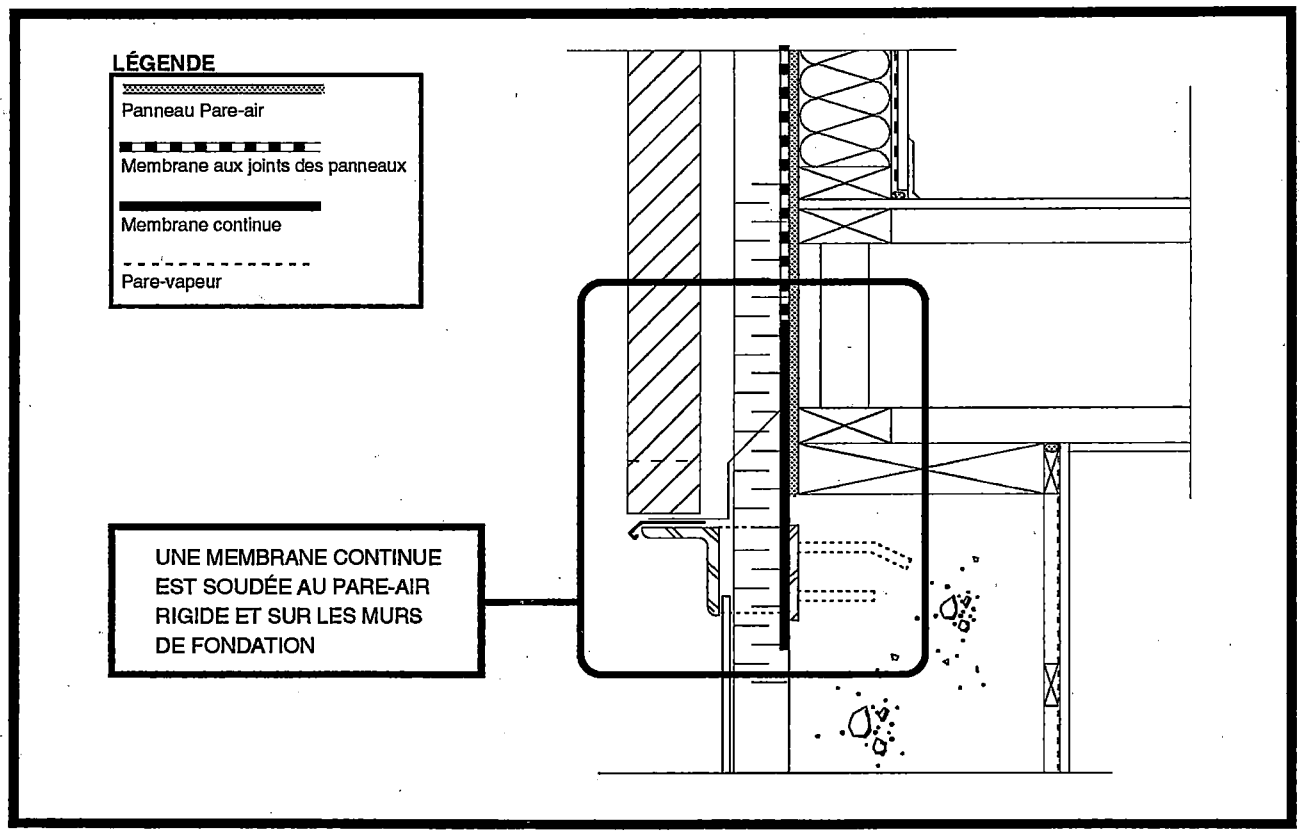


LE PARE-AIR/PARE-VAPEUR DU TOIT EST LIÉ AU PARE-AIR DES MURS.

FIG. 16

À la fondation:

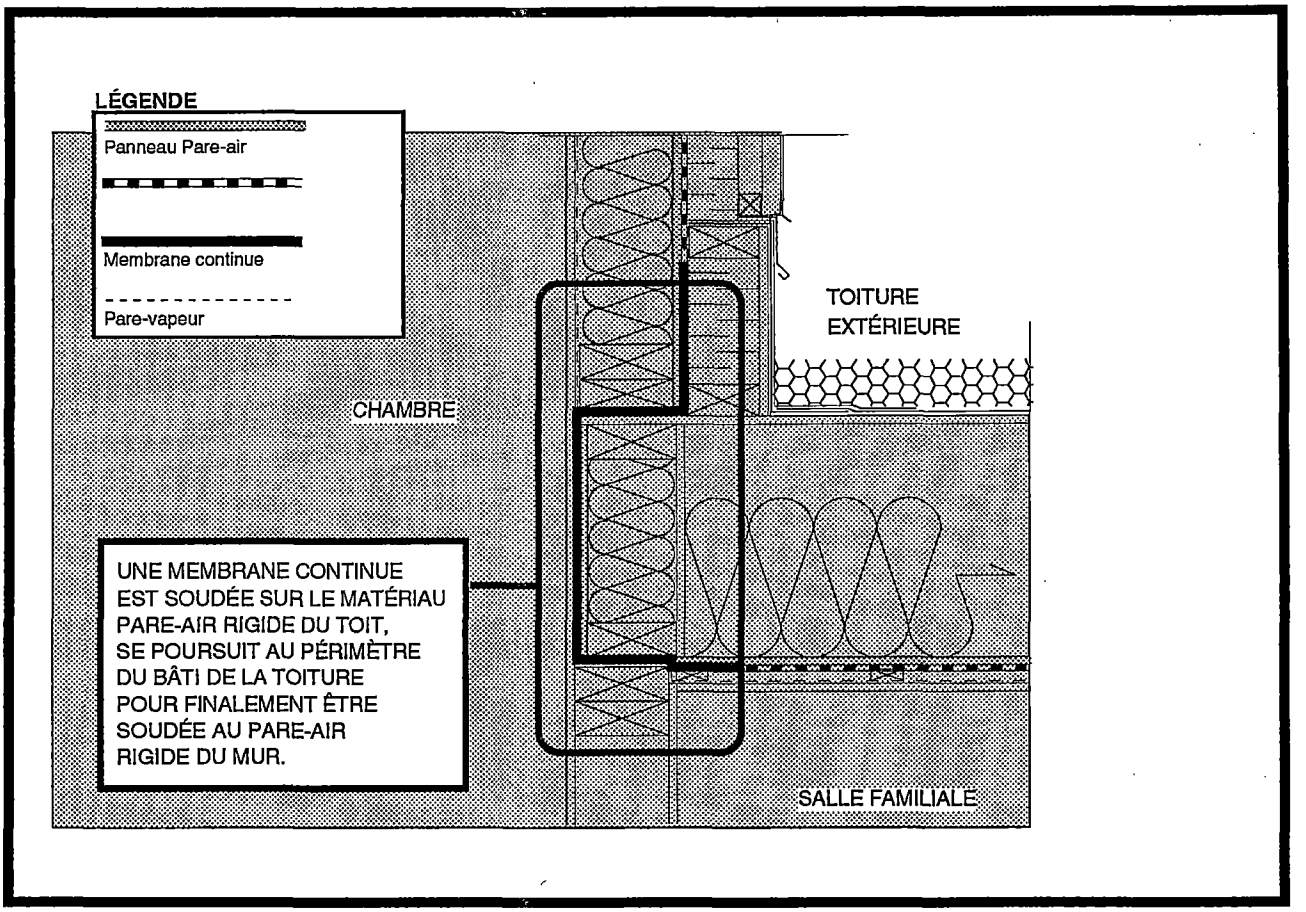
La figure 17 représente un revêtement de maçonnerie supporté par une cornière en acier galvanisé. D'autre part, la méthode traditionnelle consiste à supporter la maçonnerie à l'aide d'une clé réalisé dans le mur de fondation. Ces deux concepts peuvent permettre la continuité de l'étanchéité à l'air en posant une bande de 200mm de membrane soudée au pare-air rigide du mur et au béton de la fondation. Dans sa partie inférieure, le mur de fondation lui-même sera considéré pare-air, vu son épaisseur. Nous croyons, par ailleurs, que la méthode de support indiquée à la figure 17 présente de nombreux avantages puisqu'elle assure une continuité intégrale de l'isolant et réduit les écarts de température que supportera le mur de fondation.



JONCTION DU PARE-AIR RIGIDE À LA FONDATION FIG. 17

Toitures à différents niveaux:

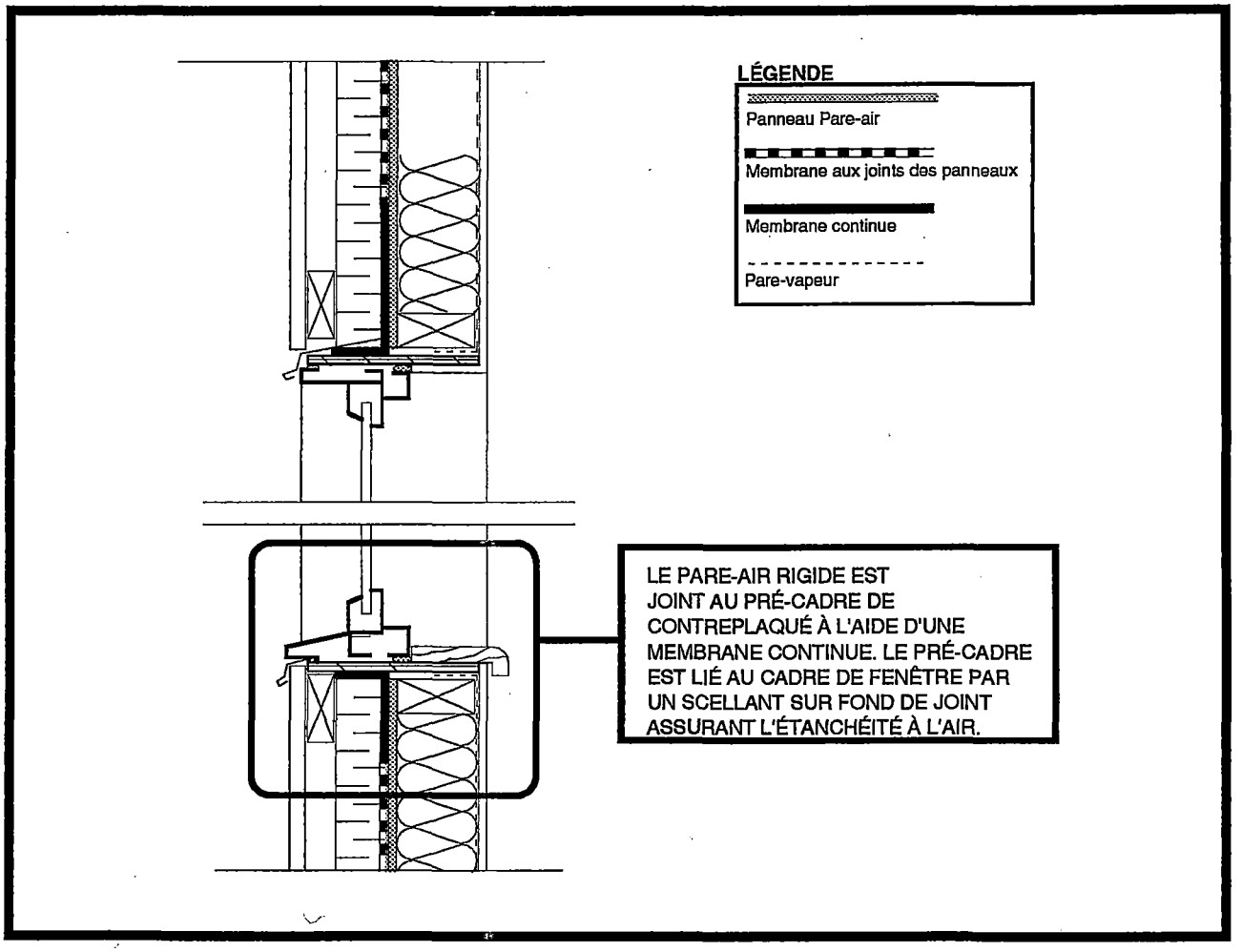
Ce type de bâtiment présente souvent plusieurs décrochés, débords de toit, retours, etc. Le pare-air ne doit pas être interrompu en aucun endroit et sa continuité doit être assurée partout où il y a différentiel de température. Voir la figure 18.



CONTINUITÉ DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR AU JOINT DE LA TOITURE SITUÉE AU NIVEAU INFÉRIEUR D'UN MUR ADJACENT. FIG. 18

Aux fenêtres:

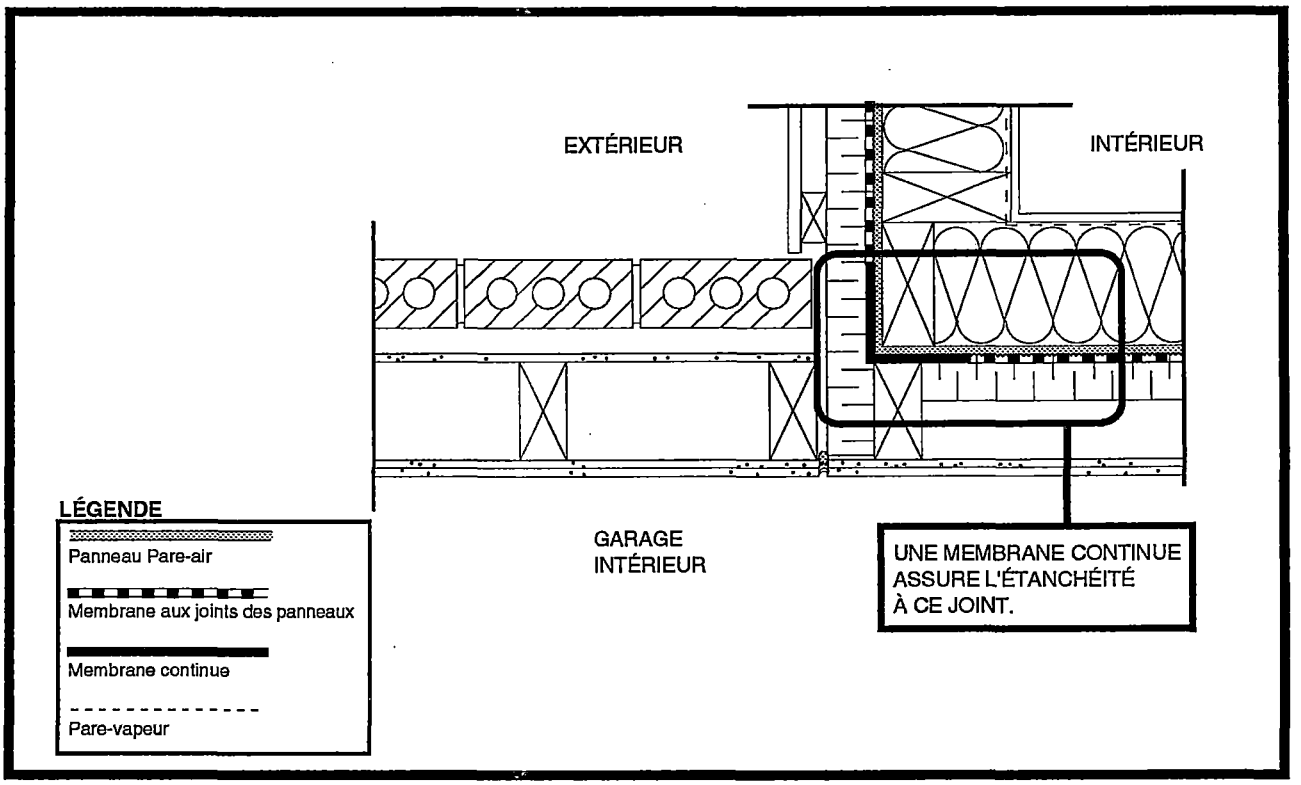
Les profils des fenêtres doivent être étudiés pour que le pare-air y soit lié de façon efficace. Le plan de liaison doit être étudié afin d'éviter les infiltrations possibles entre les différentes composantes du cadre. Voir la figure 19.



JONCTION DU PARE-AIR DES MURS AU CADRE DE LA FENÊTRE FIG. 19

Espaces non chauffés:

Une attention particulière doit être apportée entre les espaces chauffés et non chauffé, tel le garage. Voir la figure 20.



LE PARE-AIR SÉPARE AUSSI LES ESPACES CHAUFFÉS ET NON CHAUFFÉS - VUE EN PLAN FIG. 20

4. Résistance structurale du pare-air:

Voir le cas n°.1

5. Pare-vapeur versus pare-air:

À l'exception du contre-plaqué, les matériaux rigides proposés pour réaliser le pare-air ne sont pas pare-vapeur. Un pare-vapeur doit donc faire partie de l'assemblage et doit être posé du côté chaud de l'isolant. Le contre-plaqué, pour sa part, est pare-vapeur. La membrane thermofusible utilisée pour le scellement des joints l'est aussi. Il est donc possible de conclure que si le plan pare-air est bien étanche, la fonction pare-vapeur sera réalisée à même la fonction pare-air, et ce, de façon très étanche. Par contre, le choix d'un contre-plaqué implique obligatoirement qu'aucun isolant ne soit installé du côté chaud de celui-ci. Dans le cas contraire, toute la vapeur d'eau provenant de l'intérieur du bâtiment s'emmagasinerait inévitablement à l'intérieur de cet isolant.

Les matériaux de scellement ont comme caractéristique d'être à la fois pare-vapeur. Il faut tenir compte des principes de transport de vapeur d'eau lors de la conception des détails. Il

faut éviter de poser la membrane de façon à emprisonner la vapeur d'eau contenue dans les éléments de bois lorsque ceux-ci sont situés entre le pare-air et le pare-vapeur et que la pièce de bois est exposée au froid.

CHAPITRE 4
VÉRIFICATION DE LA PERFORMANCE IN-SITU

Les bases théoriques nous ayant servies à développer les concepts présentés au chapitre 3 proviennent généralement de rapports présentant des résultats de tests effectués en laboratoire sur des matériaux pris séparément ou sur des assemblages relativement simples. C'est en extrapolant à partir de ces données théoriques qu'il nous a été possible, au cours des dix dernières années, d'évaluer globalement le comportement d'assemblages complexes tel qu'ils apparaissent dans des conditions réelles de chantier. Aujourd'hui, afin de confirmer avec précision ces hypothèses de performance, nous préconisons la réalisation de tests effectués directement sur les assemblages qui seront incorporés aux bâtiments que nous réalisons. De façon générale, la mise en application de cette procédure de vérification implique qu'une partie du budget de construction soit allouée pour les frais de réalisation de ces tests. Des entreprises spécialisées sont mandatées pour les effectuer et l'architecte analyse ces rapports et recommande les correctifs requis. Nous présentons ici deux exemples où une telle procédure fut élaborée.

Le premier exemple s'applique à un système pare-air rigide réalisé à l'aide de panneaux sandwich à parements d'acier identiques au système présenté au cas n°.3 du chapitre précédent. Dans cet exemple, la procédure de vérification a été entièrement décrite au devis. Par contre, des contraintes budgétaires imprévues ont amené notre client à en exiger l'abolition. Le texte qui suit ne comprend donc que la procédure que nous avions spécifiée et aucun résultat n'y apparaît.

Le second exemple s'applique à un système de pare-air rigide semblable à celui présenté au cas no.2 du chapitre précédent. Les essais ont été effectués et les résultats obtenus sont commentés.

EXEMPLE N°.1
PANNEAUX SANDWICH À REVÊTEMENTS D'ACIER

Tel que spécifié au cas n°.3 du chapitre précédent, le pare-air rigide est réalisé grâce au parement métallique intérieur du panneau sandwich. Se référer à la figure no.11.

La vérification de la performance du système devait être effectuée en trois étapes qui seront décrites ci-après. Les critères de performance à respecter ont été définis comme suit en collaboration avec un ingénieur spécialisé:

1. Critères de performance:

a) étanchéité à l'air: Lorsque testé selon la norme ASTM E283 pour les test en laboratoire et selon ASTM E783 pour les test in situ, avec un différentiel de 75Pa, le taux d'infiltration d'air ne doit pas dépasser 0.05 $l/s.m^2$

b) résistance aux surcharges due au vent: Respecter les exigence du CNB pour une charge de conception de 1.5 KPa. En pression négative ou positive aucune déformation permanente ou de cisaillement des ancrage ne devra être observée et à 0.3 KPa aucun phénomène de claquement ou "canning effect" ne devra être entendu.

c) Flèche: Le panneau d'acier devra être en mesure de subir une charge de 1Kpa en portée double en considérant une flèche maximale de L/90.

2. Première étape de vérification:

Lors de la conception, nous avons étudié plusieurs systèmes pare-air avant d'arrêter notre choix. Notre analyse nous a permis d'évaluer que le panneau sandwich à revêtements d'acier présentait d'excellentes probabilités de rencontrer les exigences requises à un coût minimum. Les principaux points de notre analyse peuvent se résumer ainsi:

a) Les conditions d'humidité particulièrement élevées qui prévalent dans ce bâtiment nous ont incité à choisir un matériau parfaitement étanche à l'air tel que l'acier pour remplir la fonction pare-air.

b) Les matériaux choisis pour réaliser l'étanchéité aux joints ont été évalués en laboratoire comme ayant en eux-mêmes un niveau d'étanchéité supérieur à celui requis.

c) Le pare-air est situé du côté chaud de l'enveloppe. Les joints entre les différents matériaux composant le système pare-air n'auront donc pas à subir d'importants mouvements dus aux écarts de température.

d) Les calculs d'ingénierie ont été en mesure d'évaluer la résistance des panneaux et l'espacement des supports permettant d'assurer l'intégrité du mur.

e) Il nous a été possible, lors de la conception des détails, de s'assurer qu'aucune charge provenant d'une autre partie du bâtiment ne viennent s'appuyer sur le pare-air.

f) Les charges de vent vont engendrer une flexion du panneau entre les points de support. Les calculs d'ingénierie ont permis de définir que cette flèche ne porterait pas atteinte à la solidité du mur. Par contre, un test en laboratoire effectué sur un échantillon de panneau nous aurait permis de vérifier avec exactitude que cette flexion ne porterait pas atteinte à l'étanchéité à l'air du système. En effet, un fléchissement trop élevé peut produire des mouvements différentiels entre les composantes du système pare-air et ainsi provoquer un décollement partiel des éléments de scellement (membranes et autres). Une demande apparaît donc au devis pour exiger du manufacturier qu'il réalise des essais confirmant le respect des exigences de rendement avant la préparation des dessins d'atelier.

3. Deuxième étape de vérification:

Cette seconde étape consistait à vérifier la performance du système pare-air au début des travaux de construction. L'objectif est de vérifier les méthodes de mise en oeuvre sur une portion de façade. Cette étape de vérification permet à l'entrepreneur général de confirmer à l'architecte que les méthodes qu'il entend utilisé sont adéquate et qu'elles permettent d'atteindre toutes les performances requises dans des conditions de chantier. La procédure de réalisation des ces essais est décrite au devis de la façon suivante:

a) Des essais devront être effectués en chantier sur une portion de mur sélectionné par l'architecte à l'achèvement de l'installation des panneaux et du scellement des joints.

b) L'entrepreneur retiendra les services d'un laboratoire d'essai accrédité par le Conseil Canadien des normes (CCN). Tous les essai seront à la charge de l'entrepreneur.

c) Dans l'éventualité où les essais ne satisfont pas les exigences décrites, l'entrepreneur devra réaliser les correctifs et les réparations qui s'imposent.

d) Suite aux travaux correctifs, l'entrepreneur devra démontrer la conformité aux exigences en reprenant à ses frais le test n'ayant pas été passé avec succès. Ce test devra démontrer la conformité pour deux localisations choisis par l'architecte.

4. Troisième étape de vérification:

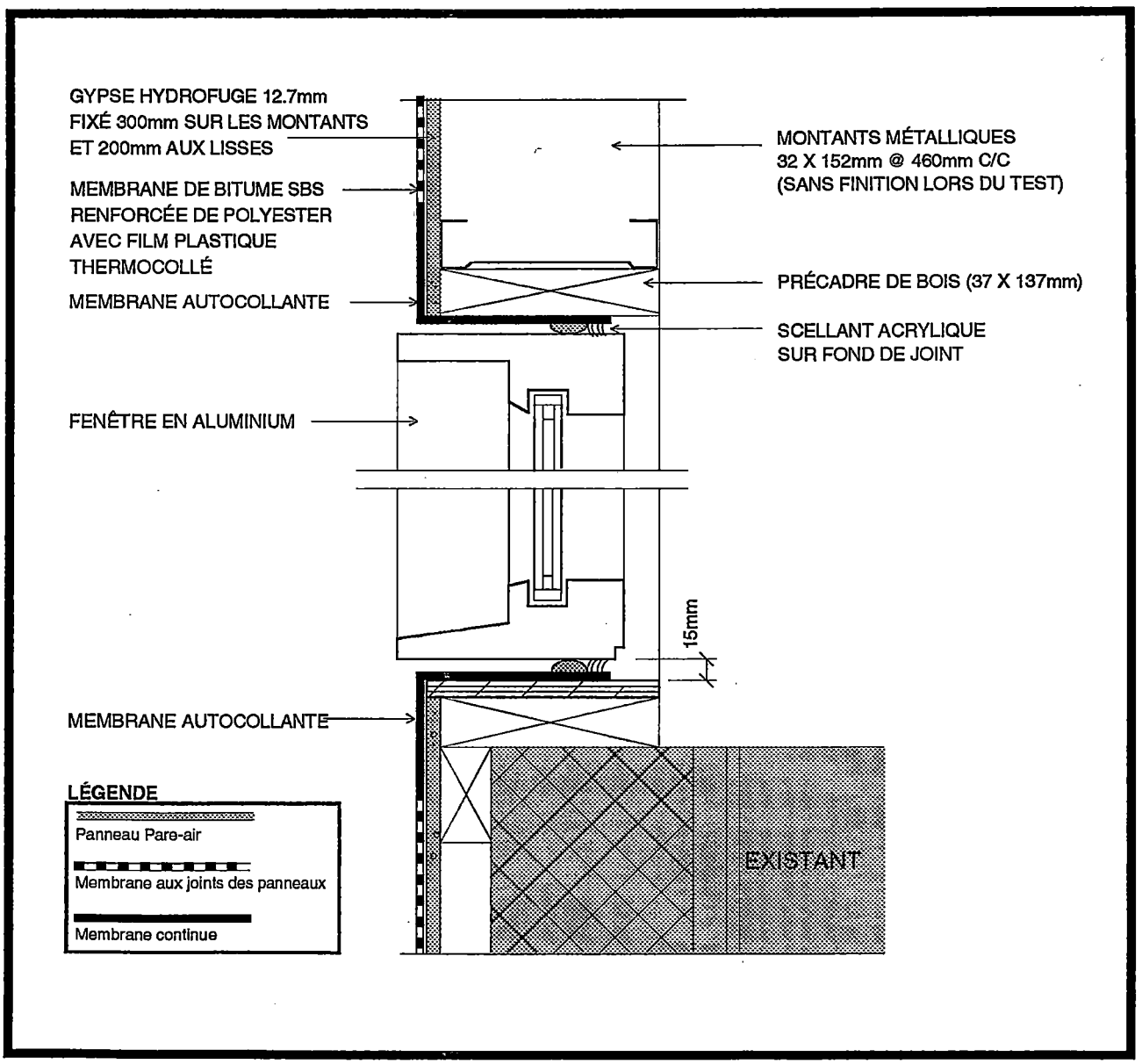
La troisième étape consistait à vérifier, après que les travaux soient complétés, l'efficacité du pare-air sur l'ensemble des façades par le biais d'une thermographie. Les essais réalisés sur un prototype nous ont permis, à partir d'une analyse approfondie d'une section de murs extérieurs, d'évaluer les méthodes de mise en oeuvre proposées par l'entrepreneur. Il demeure tout de même essentiel de vérifier, à la fin des travaux, la qualité de l'ensemble de l'ouvrage. C'est pourquoi nous avons demandé au devis la réalisation d'une thermographie de toutes les façades à la fin des travaux. Les indications fournies par thermographie sont très révélatrices de l'étanchéité du pare-air; Elles sont suffisamment précises pour qu'il soit possible de déterminer si la déficience provient de l'absence d'isolant ou d'une exfiltration d'air chaud. Une thermographie de l'ensemble de l'enveloppe permet de confirmer la constance de la qualité de pose du pare-air partout, pour chaque joint et sur chaque façade.

EXEMPLE N°.2
REVÊTEMENT DE GYPSE HYDROFUGE SCELLÉ

La vérification de la performance de ce système fut effectué en deux étapes:

1. Évaluation de la performance du système pare-air au début des travaux:

Afin de procéder à l'évaluation, un ordonnancement précis des travaux fut requis: Après démolition des murs existants, l'entrepreneur a réalisé, sur une section de façade, la pose des montants métalliques, du gypse, de la membrane, des nouvelles fenêtres et des ancrages à maçonnerie. À cette étape, aucun isolant, gypse de finition ou revêtement n'a été installé.



COMPOSITION DE L'ASSEMBLAGE SUR LEQUEL ONT ÉTÉ EFFECTUÉS LES ESSAIS SUR LE PARE-AIR

FIG. 21

La figure 21 montre un coupe de l'assemblage ayant subi les tests. Les éléments le composant sont les suivants:

a) montants métalliques de 32 x 152mm @ 460mm c/c.
b) panneaux de gypses hydrofuges de 12,7mm.
c) fixations du gypse à intervalle de 300mm sur les montants et à 200mm c/c aux lisses et sablières.

Note: L'espacement des fixations sur le prototype ne correspondait pas aux exigences du devis qui stipulait 200mm c/c aux montants et 150mm c/c aux lisses et sablières. Pour fin de vérification de nos exigences, nous avons convenu avec le client et l'entrepreneur de réaliser les tests sans modifier le prototype c'est à dire sans le rendre conforme au devis.

d) membrane de bitume SBS renforcé de polyester avec film plastique thermocollé, fixée au chalumeau avec couche d'impression sur le mur. Bande de 200mm de large apposée sur chaque joint et recouvrant complètement la colonne de béton.
e) membrane autocollante recouvrant le précadre de bois de 37mm x 137mm et le pare-air rigide sur 100mm.
f) Scellant acrylique sur fond de joint faisant étanchéité entre le cadre de la fenêtre et la membrane autocollante posée sur le précadre de bois.
g) Ancrages à brique ajustables.

Le prototype, mesurant 3 048mm de hauteur par 4 471mm de largeur, était situé au rez-de-chaussée. Il comprenait une portion de mur, une colonne et une fenêtre composée. Voir la photo n°1.

PHOTO 1

Afin de réaliser les essais, un caisson étanche fut érigé pour recouvrir l'échantillon. Ce caisson de bois apparaissant à la photo n°2 devait être rendu étanche et être fixé solidairement au mur. Il est couplé à une soufflante centrifuge permettant de créer les différentiels de pression.

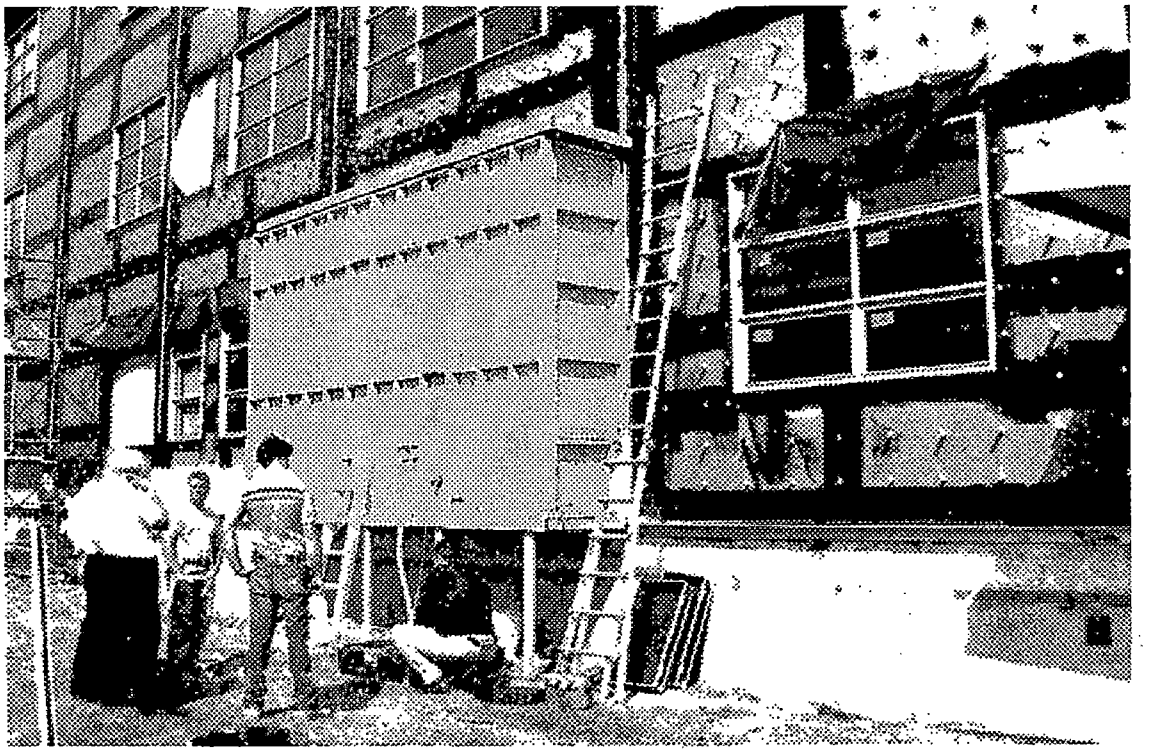


PHOTO 2

La photo n°3 montre l'échantillon vu de l'intérieur. Des capteurs de mouvement électronique sont installés sur les différentes composantes du prototype.

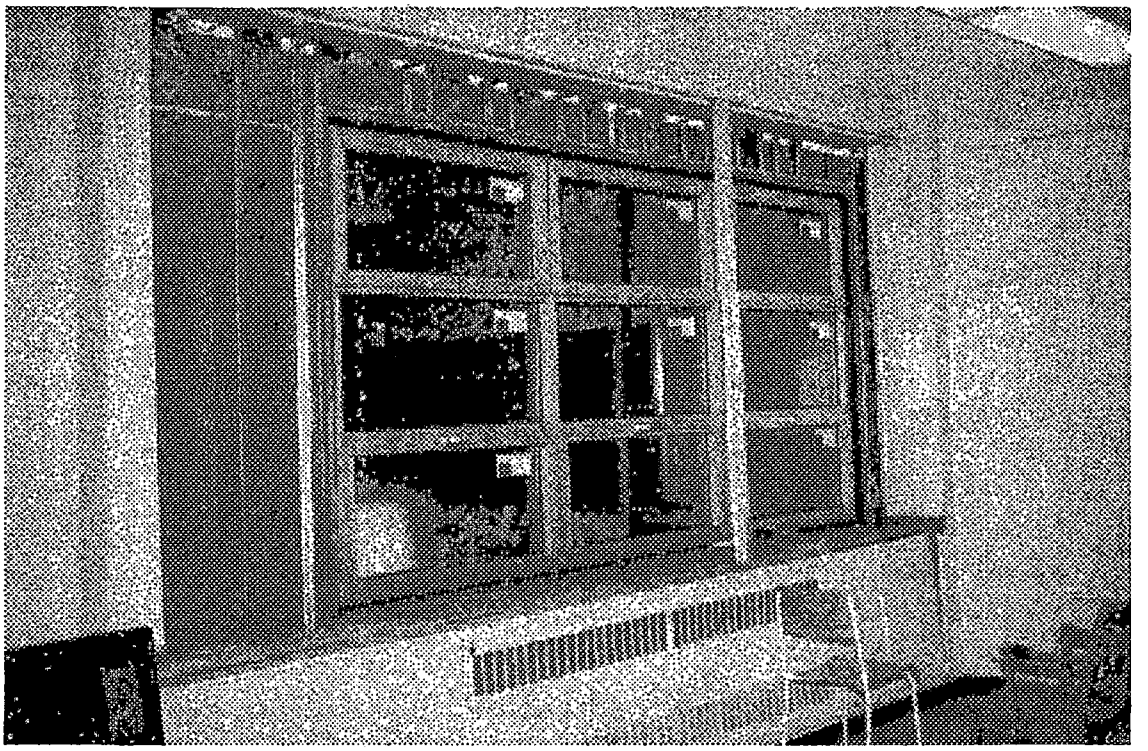


PHOTO 3

Après mise en place de ce caisson et des appareillages, le spécialiste a procédé à la réalisation de 3 essais différents: La performance de la fenêtre a elle aussi fait l'objet des tests mais, dans le présent document, nous limiterons notre analyse à celle du pare-air rigide.

1er essai:

exigences: - Infiltration d'air avec un différentiel de pression de 75 Pa selon la norme ASTM E283.
- Le débit d'air maximal permis par le devis étant de 0.15 l/s.m2.

résultats: - Les résultats ont démontrés un taux d'infiltration d'air de 0.147 l/s.m2. Cette mesure est donc très près de la limite de 0.15 l/s.m2.

2ème essai:

exigences: - Rigidité des montants métalliques avec un différentiel de pression de 1 kPa selon la norme ASTM E330.
- La flèche maximale des montants métalliques permise devait être inférieure à leur portée sur 175.

résultats: - La flexion des montants métalliques s'est avérée presque nulle. En effet, les montants n'étant présents que sur une hauteur d'environ 2m pour le remplissage des ouvertures existantes, la flexion de ceux-ci ne constituait pas un élément critique. Il en va évidemment

différemment lorsqu'on utilise des montants de 100m de profondeur sur la pleine hauteur d'un étage.

3ème essai:

exigences:

- Résistance mécanique du système avec un différentiel de pression de 1.5 kPa selon la norme ASTM E330.
- Pas de déformation permanente du système.
- Pas de délamination de la membrane.
- Pas de transfert de charge horizontal sur des éléments non prévus pour accepter ces charges (ex: parement de maçonnerie).

résultats:

- Lors de l'essai en dépression, nous avons constaté l'arrachement du placoplâtre au droit des fixations. L'essai a donc démontré qu'un espacement des fixations à 300mm c/c aux montants et à 200mm c/c aux lisses et sablières est insuffisant. Aucun transfert de charge horizontal et aucune délamination de la membrane n'ont été notés. Nous avons aussi constaté que le joint de scellant était en mesure de résister à un différentiel de pression de 1.5 kPa. Suite à ces essais, nous avons été en mesure de valider les performances de notre concept ainsi que les méthodes de mise en oeuvre de l'entrepreneur. Nous avons, de plus, fait modifier l'espacement des fixations du gypse afin qu'il rencontre les exigences du devis.

2. Thermographie:

Très souvent, les méthodes utilisés pour réaliser une thermographie ne peuvent être utilisées par temps doux . Elle comporte donc le désavantage de ne pouvoir être réalisée immédiatement après l'exécution du pare-air. Puisqu'il faut attendre l'hiver, les travaux d'isolant et de parement sont complétés. Les défaillances à corriger suite à l'analyse du rapport de thermographie engendreront donc des coûts supérieurs puisqu'il faudra démolir le parement et l'isolant pour réaliser la correction.

La thermographie qui fut effectuée sur ce projet nous a permis de déceler 4 déficiences dont 2 non identifiables par un examen visuel. L'entrepreneur a procédé aux réparations et nous avons maintenant la certitude d'une bonne mise en oeuvre du pare-air.

CHAPITRE 5
CONCLUSION

Les systèmes pare-air appliqués aux murs constituent une part importante de l'étanchéité à l'air des bâtiments. Plusieurs types de systèmes peuvent être mis en oeuvre. Le système de pare-air rigide constitue un de ces types et il s'est avéré efficace ainsi qu'économique.

L'application de ce système dans différentes situations types ainsi que les détails de liaisonnement qui ont été présentés dans ce document ont pour fonction de faire comprendre de façon visuelle la mise en oeuvre d'un tel système. Ces détails ne peuvent être utilisés par le concepteur sans une bonne compréhension des principes en régissant l'application. Ces principes sont décrits en profondeur dans plusieurs publications traitant des contraintes auxquelles est soumis le pare-air et indiquant les règles de physique qui s'y rattachent.

Il ne subsiste aucun doute concernant la nécessité de munir les bâtiments de pare-air. L'étanchéité à l'air est exigée par le Code national du bâtiment.

Les documents préliminaires préparés par le Comité associé du CNB pour la future édition de 1995 nous informent des niveaux d'exigence que devront respecter sous peu les concepteurs et les constructeurs lors de la réalisation de ces pare-air. Ces performances étant maintenant définies, elles peuvent donc être utilisées dès aujourd'hui.

D'autre part, nous verrons réaliser, lors de cette décennie, de nombreux essais in-situ permettant d'établir avec précision les performances de toute une gamme d'assemblages pare-air mis en place dans les constructions. De la même façon, les essais en laboratoire, évaluant les matériaux existants ainsi que ceux qui seront développés dans le futur, aquièreront une importance primordiale. Ces données nous seront nécessaires afin de s'assurer que les exigences de rendement prescrites au Code national du bâtiment, édition 95, seront mise en application.

BIBLIOGRAPHIE

AIR-INS INC., Air Permeance of building materials, Rapport de la SCHL, juin 1988.

AIR-INS INC., Essais d'étanchéité à l'air sur différents scellants,garnitures d'étanchéité et rubans gommés, Rapport de la SCHL n°.6793-24-3, septembre 1991.

COMITÉ ASSOCIÉ DU CODE NATIONAL DU BÂTIMENT, Formulaire de modification proposée, pages 257 à 262, avril 1993.

MORRISON HERSFIELD LIMITED, Commissioning and Monitoring The Building Envelope for Air Leakage, Rapport de la SCHL n°.33127.02, novembre 1993.

MORRISON HERSFIELD LIMITED, Évaluation d'éléments de construction assurant l'étanchéité à l'air, Rapport de la SCHL n°.30132.OR/226, août 1991.

MORRISON HERSFIELD LIMITED, Exigences structurales des pare-air, Rapport de la SCHL n°.30133.0R113, août 1991.

MORRISON HERSFIELD LIMITED, Testing of Air Barrier Construction Details II, Rapport de la SCHL n°.32173.03/1, mars 1993.

ORTECH INTERNATIONAL, Mise au point de procédés et de méthodes essai visant l'évaluation de membranes pare-air pour murs en maçonnerie, Rapport de la SCHL n°.38-11108, novembre 1990.

PETRONE, Mario.V., L'étanchéité à l'air de l'enveloppe architecturale, octobre 1986.

PETRONE, Mario. V., Séminaires sur l'enveloppe du bâtiment, matériaux et assemblages, séminaire préparé pour Technical University Of Nova Scotia, mars 1993.

PETRONE, Mario. V., Séminaires sur l'enveloppe du bâtiment, solidité du pare-air, séminaire préparé pour Technical University Of Nova Scotia, mars 1993.

QUIROUETTE, R.L., La différence entre un pare-vapeur et un pare-air, Note sur la construction du CNRC n°. 54, juillet 1985.

SCHL et IRC, Établissement des méthodes de mesure de l'étanchéité à l'air et des mouvements d'air dans les tours d'habitation.

TPC, PWC, Air Leakage Control, Guidelines for Installation of air Leakage Control Measures in Commercial Building.

TROW INC., Critères d'établissement des caractéristiques d'étanchéité à l'air de l'Enveloppe des bâtiments, Rapport de la SCHL n°.B-03499-A, décembre 1989.

WARDROP ENGINEERING INC., Field Investigation survey of Airtightness, Air Movement and Indoor Air Quality in High Rise Apartment Building, Summary Report, Rapport de la SCHL, juillet 1993.

W.C. BROWN et G.F.POIRIER, Essai de système pour murs à ossature de bois, Rapport de la SCHL n°.CR5505, juin 1988.