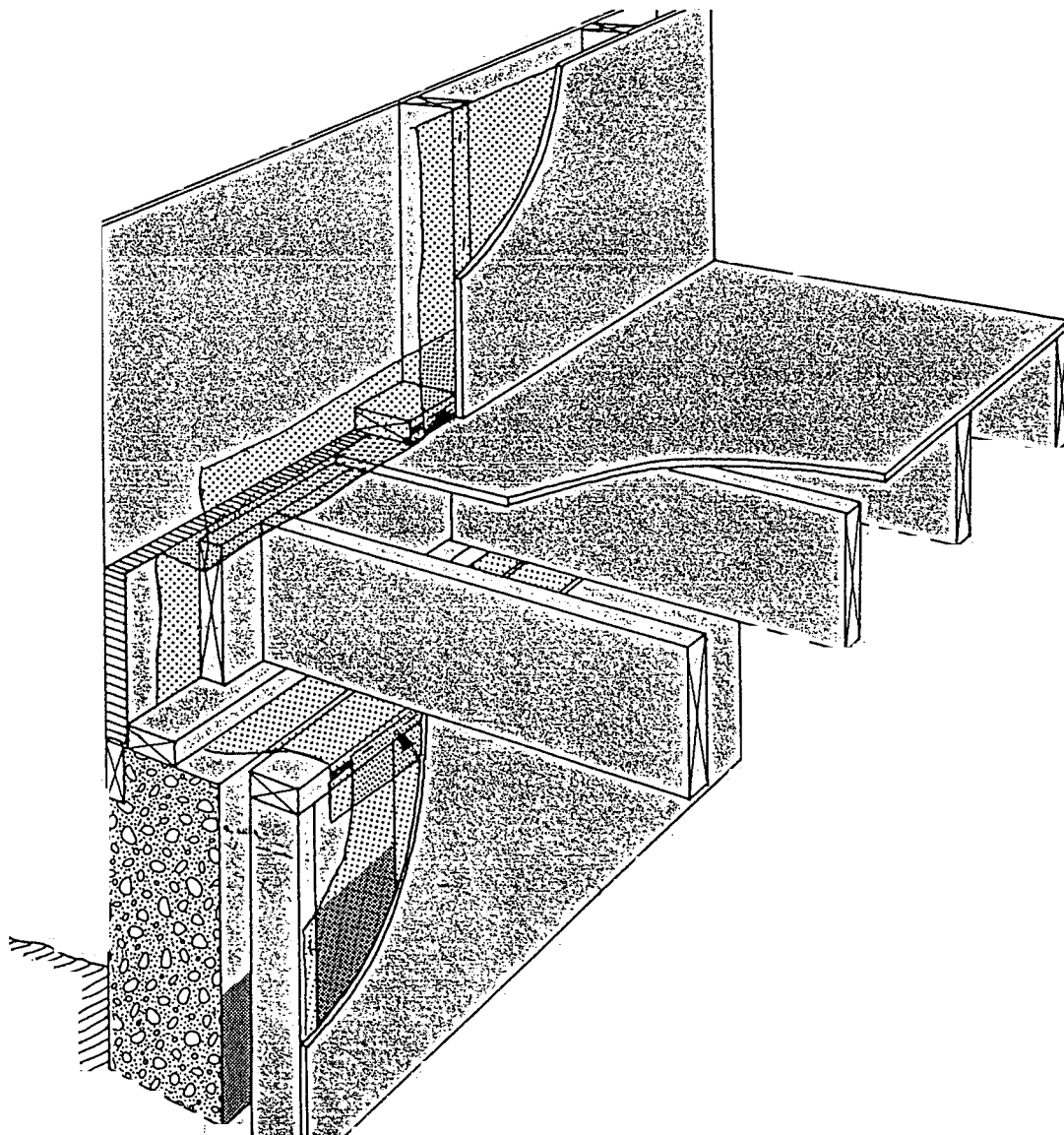




Les membranes d'étanchéité (pare-air/vapeur)





Les membranes d'étanchéité

Aperçu général et guide d'installation

Rédigé par

D. Eyre et D. Jennings

Conseil de recherches de la Saskatchewan

Avec l'appui financier des organismes suivants

Le Conseil provincial de la Saskatchewan de l'Association canadienne de l'habitation et du développement urbain (HUDAC)

Le Programme d'autorisation des nouvelles maisons de la Saskatchewan

Le Gouvernement de la Saskatchewan

Troisième édition

Septembre 1982



Remerciements

Plusieurs des techniques exposées dans le présent guide ont été mises au point dans la maison expérimentale dite "Saskatchewan Conservation House", qui a été construite à Regina en 1977-1978, et ont été perfectionnées par les 14 constructeurs qui ont participé à un projet expérimental de construction de chacun une maison à haut rendement énergétique, à Saskatoon en 1980. Les auteurs sont heureux de transmettre leurs remerciements à ces constructeurs, qui ont trouvé des solutions ingénieuses aux divers problèmes liés à l'installation des membranes d'étanchéité:

**Amber Homes Ltd.
Cairns Homes Ltd.
Concept Construction Ltd.
Hilton Homes Ltd.
Medallion Homes Ltd.
Milbrandt Homes Ltd.
Nu-Central Homes Ltd.**

**Plainsman Developments Ltd.
Rathgeber Homes
Schurman's Construction Co. Ltd.
Shir-Lee Homes Ltd.
Stellar Developments Ltd.
Victory Homes**

L'auteur désire remercier aussi M. John Haysom, de Scanada Consultants Limited, pour ses critiques constructives au cours de la rédaction du présent document.

Préface de la troisième édition

La Direction de l'économie d'énergie et du remplacement du pétrole d'Énergie, Mines et Ressources Canada, grâce à son programme d'appui à la technologie des bâtiments, est heureux de réimprimer le présent guide sur l'installation des membranes d'étanchéité, dont les auteurs sont MM. D. Eyre et D. Jennings, du Conseil de recherches de la Saskatchewan. Notre but est de mettre ces renseignements à la disposition des constructeurs, des entrepreneurs, des propriétaires et des concepteurs de bâtiments et de maisons au Canada.

Même si le présent document a été examiné par le Bureau de la conservation et des énergies renouvelables d'EMR Canada et approuvé pour publication, il ne s'ensuit pas que le contenu correspond nécessairement aux vues et aux politiques du Ministère. En outre, la mention de marques commerciales, de produits commerciaux ou de sociétés commerciales ne constitue pas une approbation ou une recommandation à leur égard.

Le présent document a été préparé avec la collaboration de l'Association canadienne de l'habitation et du développement urbain (HUDAC) pour l'information de la population. L'Association et ses employés et agents n'offrent cependant aucune garantie expresse ou implicite à propos du contenu du document.

On peut obtenir d'autres exemplaires du présent document, en français ou en anglais, à l'adresse suivante:

Énergie, Mines et Ressources Canada
Direction de l'économie d'énergie et du remplacement du pétrole
580, rue Booth
Ottawa (Ontario)
Canada
K1A 0E4

Préface de la deuxième édition

Cette deuxième édition comprend de légères modifications au texte. La numérotation des pages a été modifiée et un index a été ajouté.

La plupart des modifications au texte découlent des observations faites par M. Harold Orr, de la Station régionale des Prairies du Conseil national de recherches. En particulier, il est question du problème présenté par la lisse basse à la page 38, la section 19.2 portant sur les mouvements causés par la glace à la page 66 a été modifiée et le texte portant sur les murs à ossature jumelée à la page 76 a aussi été modifié. Dans ce dernier cas, les auteurs ont toutefois préféré retenir certaines observations à propos des difficultés pratiques de cette technique.

Une mise en garde a été faite à propos du système d'aération illustré à la figure 116 à la page 74, à la suite de renseignements communiqués par M. J. White, du bureau principal de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Table des matières

Section I

Aperçu général des installations à étanchéité renforcée

- 1.0 Introduction 10
- 2.0 Les principes fondamentaux du déplacement et de la régularisation de la vapeur d'eau 12
- 3.0 Infiltrations et fuites 16
- 4.0 Les membranes d'étanchéité 18
 - 4.1 Le but réel des membrances d'étanchéité 18
 - 4.2 Aération 18
 - 4.3 Approvisionnement en air des appareils à combustion 20
 - 4.4 L'étanchéité idéale 22
 - 4.5 L'emplacement du pare-vapeur 22
 - 4.6 Méthodes et normes d'essai 24
 - 4.7 Quelques observations générales sur des problèmes de conception 24

Section II

Comment réaliser l'installation d'une membrane d'étanchéité

- 5.0 Choix des matériaux 28
 - 5.1 Membrane d'étanchéité 28
 - 5.2 Produits de calfeutrage 28
- 6.0 Guide général d'installation 29
- 7.0 Fondations 30
 - 7.1 Vide sanitaire non chauffé 31
 - 7.2 Dalle indépendante et fondation 32
 - 7.3 Dalle et fondation combinées 32
 - 7.4 Fondation en bois traité sous pression 33
- 8.0 Installation autour des solives de rive 34
 - 8.1 Problème de la lisse basse 38
- 9.0 Poutres de soutien 40
- 10.0 Cloisons 41
 - 10.1 Le problème 41
 - 10.2 Une solution intermédiaire 41
 - 10.3 Une mauvaise solution 42
 - 10.4 Une meilleure solution 42
 - 10.5 La cloison dans son ensemble 43
 - 10.6 La meilleure façon de traiter les cloisons 46
- 11.0 Endroits difficiles 47
 - 11.1 Garage à même la maison 47
 - 11.2 Porte-à-faux 47
 - 11.3 Plafonds des maisons à mi-étages 48
 - 11.4 Plancher à mi-étage au-dessus d'un vide sanitaire non chauffé 49
- 12.0 Portes et fenêtres 50
 - 12.1 Le problème 50
 - 12.2 Une solution facile 50
 - 12.3 La meilleure solution 51
 - 12.4 Note sur l'infiltration d'air autour des portes et fenêtres 52

13.0	Sorties électriques	53
13.1	Une bonne méthode	53
13.2	Variantes de cette méthode	53
13.3	Comment éviter les dommages au cours de la pose du revêtement mural	54
13.4	Plafonniers	55
13.5	Mise en garde	55
14.0	Évents, tuyaux et cheminées	56
14.1	La technique générale	56
14.2	Remarque sur le calfeutrage résistant à la chaleur	56
14.3	Cheminée de fournaise	57
14.4	Colonne d'évent	58
14.5	Plomberie dans un vide sanitaire non chauffé	59
14.6	Entrées de service d'électricité	59
14.7	Évents d'aération	60
14.8	Remarque importante	60
15.0	Murs nains	61
16.0	Escaliers	62
17.0	Baignoires et accessoires	63
18.0	Trappe du grenier	64
19.0	Problèmes liés aux fondations en béton	65
19.1	Le problème de la cure du béton	65
19.2	Mouvements causés par la glace	66
20.0	La pièce de chauffage	67
20.1	Isolation	70
20.2	Vérification de l'étanchéité	70
21.0	Chambre froide	71
22.0	Saunas	72
23.0	Foyers	73
24.0	Systèmes d'aération	74
24.1	Évents de sécheuse	75
25.0	Murs super-isolés	76
25.1	Le mur à fourrures	78
26.0	L'éducation du propriétaire	79
27.0	Index	81

Section I

Aperçu général Les membranes d'étanchéité

1.0 Introduction

Au fur et à mesure de son évolution, la situation énergétique dans son ensemble a des répercussions dans l'industrie du bâtiment au Canada. De nouvelles normes d'efficacité énergétique sont élaborées et, dans plusieurs projets pilotes à travers le pays, les constructeurs et les ingénieurs explorent diverses façons d'améliorer le rendement thermique des habitations. D'ici 1990, il n'est pas invraisemblable que la plupart des nouvelles habitations, sinon toutes, devront être conformes à des exigences assez serrées en matière d'efficacité énergétique. Dans l'intervalle, l'industrie du bâtiment devra s'adapter à des changements dans les techniques et les méthodes de construction, et ces changements seront plus importants et de plus grande envergure que tous ceux que l'industrie a connus jusqu'à maintenant.

On n'a pas encore une idée claire de ce que seront ces changements. Toute la question de l'efficacité énergétique est encore à une étape primitive de développement et on s'entend peu encore sur la conception fondamentale des bâtiments à haut rendement énergétique et sur les facteurs économiques en cause. On semble toutefois reconnaître de plus en plus les modèles qui ont été conçus d'abord en Saskatchewan et il est probable que ces modèles auront une influence décisive dans l'élaboration des nouvelles normes. La maison à efficacité énergétique de l'avenir sera probablement différente des modèles actuels sous quatre aspects:

- a) elle sera pourvue d'une membrane d'étanchéité au lieu d'un pare-vapeur;
- b) elle sera beaucoup mieux isolée;
- c) elle utilisera davantage l'énergie solaire passive;
- d) elle sera équipée d'un système d'aération qui contribuera à son efficacité énergétique.

Chacun de ces éléments est encore au stade expérimental. Il faudra encore plusieurs années d'essai, ainsi que de mise au point des matériaux et des techniques de construction avant qu'ils ne deviennent des pratiques courantes dans le bâtiment. Cela est particulièrement vrai des membranes d'étanchéité, lesquelles sont importantes non seulement à cause des économies d'énergie qu'elles procurent, mais aussi à cause de leurs avantages sur d'autres aspects de la construction et du rendement des maisons.

La Saskatchewan a joué un rôle d'avant-garde dans la mise au point des membranes d'étanchéité. Une maison expérimentale appelée "Saskatchewan Conservation House" a probablement été la première au monde à atteindre le degré d'étanchéité à l'air qui est maintenant appliqué dans plusieurs constructions à haut rendement énergétique. Les techniques ont été appliquées et améliorées par un certain nombre de propriétaires et de constructeurs dans la province. Un groupe de 14 maisons expérimentales à haut rendement énergétique, dont la construction a été achevée en 1980 à Saskatoon, sont un exemple frappant de construction à étanchéité renforcée par chacun des constructeurs participants.

Deux leçons peuvent être tirées des expériences des constructeurs de ces maisons. La première est que l'installation d'une membrane d'étanchéité est un procédé très différent de la pose du pare-vapeur ordinaire puisqu'il fait appel à des techniques différentes, qu'il met davantage l'accent sur la qualité et qu'il exige plus de soins à l'étape du dessin des plans. Ces nouvelles techniques ne s'acquièrent pas facilement et chaque constructeur peut constater qu'il doit les mettre à l'essai sur plusieurs maisons avant de pouvoir les maîtriser. La deuxième leçon a trait au besoin d'une publication qui traite de façon complète des principes fondamentaux et des problèmes pratiques de l'installation des membranes d'étanchéité. Le présent guide est destiné à répondre à ce besoin. Cependant, ce guide n'est pas une norme du bâtiment; les techniques et les matériaux employés dans l'installation d'une membrane d'étanchéité évolueront probablement beaucoup dans les dix prochaines années et le présent guide n'est qu'un point de départ que les constructeurs peuvent utiliser pour mettre au point leurs techniques. Éventuellement, lorsque l'installation de membranes d'étanchéité deviendra une pratique courante dans la construction des maisons, il n'y a pas de doute qu'une norme sera élaborée.

Outre ces aspects pratiques, les constructeurs seront confrontés au cours des quelques prochaines années à certaines autres questions qu'il a été jugé utile d'aborder dans le présent guide. Voici les sujets qui sont abordés:

- a) L'effet des membranes d'étanchéité sur l'aération.
- b) L'effet des membranes d'étanchéité sur les appareils de chauffage à combustion.
- c) Les restrictions imposées par les normes actuelles du bâtiment.
- d) L'importance de dessiner des plans complets de détaillés.
- e) La représentation des membranes d'étanchéité sur les plans.
- f) Quel est le degré idéal d'étanchéité?
- g) Les méthodes et les normes d'essai de l'étanchéité.

Il est inévitable que ce guide sera lu en dehors de la province de la Saskatchewan. C'est pourquoi une mise en garde est nécessaire à l'intention de ceux qui tenteraient d'appliquer ces techniques intégralement. Au cours des quelques prochaines années, à mesure que les maisons acquerront une meilleure efficacité énergétique, leur conception sera de plus en plus adaptée au climat local. Les effets du climat régional deviendront importants et les techniques appliquées dans une région ne conviendront pas nécessairement dans une autre. Les techniques décrites dans le présent guide ont été mises au point en fonction du climat et des genres de construction qui existent dans les Prairies canadiennes. Les détails, et même les facteurs économiques sous-jacents, ne sont peut-être pas applicables ailleurs.

2.0 Les principes fondamentaux de déplacement et de régularisation de la vapeur d'eau

Dans une maison ordinaire, de 10 à 15 kg (9 à 14 l) d'humidité peuvent être produites chaque jour par l'effet combiné de la transpiration, de la cuisson, de la lessive et du bain. Cette humidité, sous la forme de vapeur d'eau, se mêle à l'air de la maison. Un certain nombre de facteurs déterminent la quantité de vapeur d'eau mêlée à l'air à un moment donné, mais deux de ces facteurs sont plus importants que les autres, soit le rythme auquel la vapeur d'eau est produite dans la maison et le rythme auquel elle est expulsée de la maison par ventilation ou par des fuites. Dans une maison ordinaire, il y a habituellement de 2.5 à 5 kg (2 à 5 l) de vapeur d'eau dans l'air à tout moment.

La vapeur d'eau se comporte comme un gaz et exerce sa propre pression, appelée pression de vapeur. Plus il y a de vapeur d'eau dans l'air, plus la pression est élevée.

L'expression "humidité relative" est souvent employée pour désigner la quantité de vapeur d'eau dans l'air. Si cette quantité de vapeur d'eau augmente, l'humidité relative de l'air augmente également, mais seulement jusqu'à un certain point. Si la quantité de vapeur d'eau s'accroît indéfiniment, il arrive un moment où l'air ne peut plus en absorber. C'est le point de saturation et, dans ce cas, on dit que l'humidité relative est de 100 pour cent. Si d'autre vapeur d'eau s'ajoute après que le point de saturation a été atteint, l'excès d'humidité se condense alors sur les surfaces ambiantes.

La capacité de rétention de vapeur d'eau dans l'air dépend de la température de l'air. A mesure que la température de l'air augmente, l'air peut contenir plus de vapeur d'eau. Si on a deux volumes d'air dont l'humidité relative est de 100 pour cent, mais dont la température est différente, celui qui est le plus chaud contiendra une plus grande quantité de vapeur d'eau. Par conséquent, si on a un volume d'air froid dont l'humidité relative est de 100 pour cent et qu'on en élève la température, son humidité relative diminuera même s'il contient la même quantité de vapeur d'eau. C'est parce que, à la température plus élevée, l'air peut absorber plus de vapeur d'eau avant d'atteindre le point de saturation.

Voici un exemple concret. Ouvrons toutes les portes et fenêtres d'une maison en hiver et laissons entrer l'air froid de l'extérieur dont l'humidité relative pourrait être de 80 pour cent (c'est-à-dire que cet air contient 80 pour cent de l'humidité relative qu'il peut absorber à cette température). Fermons ensuite toutes les portes et fenêtres et laissons l'air se réchauffer à la température normale de la maison. Nous remarquerions rapidement que l'air serait devenu très sec ou, autrement dit, que son humidité relative est très basse. Voici l'explication. Aux températures normales de l'hiver, l'air ne pouvant absorber qu'une quantité minime de vapeur d'eau, elle n'en contient que très peu même si son humidité relative est élevée. Lorsque l'air pénètre dans la maison et qu'il est réchauffé, il peut alors contenir beaucoup plus de vapeur d'eau qu'il en contient à ce moment-là et son humidité relative peut tomber à un degré aussi bas qu'un ou deux pour cent. Lorsqu'une maison est peu humide en hiver, ou s'il faut y installer un humidificateur pour garder l'humidité à un niveau raisonnablement élevé, il s'agit normalement d'une indication que trop d'air extérieur pénètre dans la maison.

Prenons un exemple de l'effet opposé. On a un volume d'air dont l'humidité relative est de 80 pour cent et on le refroidit près du point de congélation. Cet air perd graduellement sa capacité de retenir de la vapeur d'eau et son humidité relative augmente jusqu'à ce que, à un certain point pendant le refroidissement, il devient saturé, c'est-à-dire qu'il a une humidité relative de 100 pour cent. Si l'air est refroidi ne serait-ce que légèrement au delà de ce point, il doit libérer une partie de sa vapeur d'eau sous la forme de condensation. C'est ce qui arrive lorsque l'air humide vient en contact avec des fenêtres froides ou une bouteille de bière froide. Lorsque l'air est refroidi au point où la condensation commence à se produire, on dit qu'elle a atteint la température du point de rosée. Cette température du point de rosée dépend évidemment de la quantité de vapeur d'eau qui était dans l'air au départ. Si l'air était presque saturé à sa température originale, la température du point de rosée ne sera que de quelques degrés plus bas. Mais si son humidité relative était très basse au départ, sa température du point de rosée sera alors très basse. Dans certains cas, la température du point de rosée peut être sous le point de congélation, auquel cas la vapeur d'eau excessive prend la forme de givre au lieu de condensation.

La plupart des matériaux de construction ont une consistance poreuse qui laisse passer la vapeur d'eau. Cela s'applique, à des degrés divers, au papier, au plâtre, au bois, à l'isolant et même au béton. Dans le cas de certains matériaux, tels que l'isolant en vrac, la vapeur d'eau peut s'infiltrer assez facilement. On dit de ces matériaux qu'ils ont une haute "perméance". Dans d'autres matériaux, tels que le bois ou le béton, il y a plus de résistance au passage de la vapeur d'eau. Ces matériaux ont une perméance plus basse. Les matériaux pare-vapeur, tels que les feuilles de polyéthylène, servent à abaisser le taux de perméance parce que leur but principal est d'empêcher le passage de la vapeur d'eau.

Pour comprendre le fonctionnement d'un pare-vapeur, examinons ce qui se passerait dans une maison s'il n'y en avait pas. L'intérieur de la maison est chaud et l'humidité relative est généralement entre 20 et 30 pour cent. L'extérieur est froid et l'humidité relative est normalement élevée, soit autour de 80 pour cent. L'air à l'intérieur de la maison contient beaucoup plus de vapeur d'eau que l'air à l'extérieur et ainsi, la pression de vapeur à l'intérieur est plus élevée qu'à l'extérieur. Cette différence de pression amène la vapeur d'eau à s'échapper vers l'extérieur à travers l'enveloppe de la maison et particulièrement par les murs extérieurs et le plafond. Comme il n'y a pas de pare-vapeur, les murs et le plafond offrent peu de résistance au passage de la vapeur d'eau, ce qui provoque un taux de déplacement élevé de la vapeur d'eau. En s'échappant à travers le mur et le plafond, la vapeur d'eau se refroidit progressivement à cause de la baisse de température à mesure qu'elle traverse ces parois. A un moment donné, le point de rosée est atteint et la vapeur d'eau se condense ou forme du givre, selon que la température du point de rosée est au-dessus ou au-dessous du point de congélation. Si rien d'autre ne survenait, la vapeur d'eau continuerait à s'échapper de l'intérieur de la maison jusqu'à l'endroit du point de rosée et l'eau condensée ou le givre continuerait à s'accumuler à cet endroit. Cependant, le givre et l'eau condensée libèrent à leur tour de la vapeur d'eau qui s'échappe vers l'extérieur à travers le mur et le plafond et qui produit du givre ou de la condensation au delà de l'endroit où se produit le point de rosée. Par conséquent, à chaque point au delà de l'endroit du point de rosée, deux phénomènes se produisent: le premier est l'accumulation d'eau condensée ou de givre due à l'échappement de la vapeur d'eau de l'intérieur de la maison; le second est l'élimination de cette accumulation par évaporation ou sublimation*, ce qui produit une autre quantité de vapeur d'eau laquelle peut aussi se déplacer vers l'extérieur. Dans une maison ordinaire en hiver, ces deux phénomènes se produisent principalement dans l'isolant, lequel offre peu de résistance au déplacement de la vapeur d'eau. Ainsi, le deuxième phénomène tend à prédominer et toute condensation est éliminée aussi rapidement qu'elle se forme.

La sublimation est un processus par lequel la matière se transforme de l'état solide à celui de gaz sans passer par l'état liquide. Dans ce cas-ci, la glace se transforme directement en vapeur d'eau.

2.0 Les principes fondamentaux de déplacement et de régularisation de la vapeur d'eau

La vapeur d'eau se déplace donc ordinairement au delà de l'endroit du point de rosée sans causer de condensation ou du givre et elle continue de se diriger vers l'extérieur à travers le mur ou le plafond jusqu'à ce qu'elle atteigne des conditions telles qu'elle puisse s'accumuler. Dans les murs, cela se produit ordinairement à la surface du revêtement extérieur ou du papier de revêtement. Comparativement à l'isolant, ces matériaux offrent une résistance relativement élevée au déplacement de la vapeur d'eau et, par conséquent, la rapidité avec laquelle la vapeur d'eau se déplace jusqu'au revêtement est de beaucoup supérieure à celle avec laquelle elle peut passer à travers le revêtement. Comme la température du revêtement est ordinairement bien au-dessous du point de congélation, les conditions sont alors idéales pour que le givre s'accumule.

Un processus semblable se produit au plafond. La vapeur d'eau cherche à s'échapper vers l'extérieur jusqu'à ce qu'elle arrive au revêtement du toit. Si l'entretoit est mal ventilé, du givre peut se former sur le revêtement. Si le toit est bien aéré, le courant d'air peut entraîner la vapeur d'eau avant qu'elle n'ait eu le temps de se condenser. Par ailleurs, ce courant d'air peut favoriser la formation du givre en refroidissant l'air humide sous la température du point de rosée.

Dans ce genre de maison, sans pare-vapeur, le processus de l'accumulation de givre se poursuit généralement tout l'hiver et du givre se forme progressivement sur le revêtement du toit et des murs. Au printemps, ou lorsque la température du revêtement extérieur s'élève au-dessus du point de congélation, le givre se met à fondre. L'eau tombe ou s'écoule dans la direction où la gravité l'entraîne. Dans l'entretoit, elle peut tomber sur le plafond, et le détremper ou le décolorer. Dans des cas graves, il peut y avoir assez d'eau pour inonder le plafond, et l'eau peut alors s'écouler par les plafonniers et même faire s'écrouler le plafond. Dans les murs, l'eau de la fonte s'accumule sur les cales ou sur la lisse basse, où elle peut décolorer le revêtement intérieur ou causer de la pourriture, de la moisissure et des odeurs désagréables à l'intérieur du mur. Dans plusieurs cas, l'accumulation d'eau sur la lisse basse peut être de plusieurs pouces. Cela peut entraîner la détérioration complète de la base du revêtement intérieur, sans compter l'infiltration d'eau sous les plinthes ou par les prises de courant.

Plusieurs maisons anciennes (surtout celles qui ont été construites avant l'ère du contreplaqué) n'ont jamais connu de tels problèmes même si elles n'ont pas de pare-vapeur. C'est généralement parce que la maison est construite de telle sorte que la vapeur d'eau s'élimine rapidement. Cette élimination rapide peut être due à la perméance élevée du revêtement extérieur ou à de nombreuses fuites permettant à l'air de traverser les murs. Même si de telles maisons ont évité les problèmes de l'accumulation de givre, ce n'est pas nécessairement parce qu'elles sont bien construites; il s'agit tout simplement d'un concours de circonstances qui fait qu'un défaut quelconque aide à éliminer les problèmes causés par un autre défaut.

Examinons maintenant le cas d'une maison pourvue d'un pare-vapeur. Comme le pare-vapeur a un degré de perméance très bas, il réduit le taux de déplacement de la vapeur d'eau vers les murs extérieurs et le plafond. Dans les murs, cela signifie que la vapeur d'eau peut traverser plus facilement le revêtement extérieur que le pare-vapeur. Par conséquent, la vapeur d'eau s'échappe des murs aussitôt qu'elle y arrive en provenance de l'intérieur de la maison et il ne se forme aucune condensation ou givre. Dans le toit, même une quantité modérée de ventilation peut éliminer la vapeur d'eau aussitôt qu'elle pénètre dans le plafond. Encore une fois, il n'y a pas d'accumulation.

Le pare-vapeur est utile non pas parce qu'il élimine l'échappement de l'humidité dans les murs et le plafond mais parce qu'il ralentit le déplacement à un rythme convenant à la structure de la maison.

En prévision de certains des points qui seront abordés plus loin dans le présent guide, il est important de considérer l'emplacement du pare-vapeur. L'emplacement du pare-vapeur dans les murs et le plafond est soumis à un seul critère technique: il doit se situer avant l'endroit du point de rosée dans la pire des situations, comme à la température moyenne la plus basse en janvier. Si le pare-vapeur se situe après l'endroit du point de rosée, la vapeur d'eau pénètre dans le mur jusqu'à ce qu'elle atteigne cet endroit. Alors, elle se condense ou forme du givre. Comme on l'a signalé plus tôt, cette eau condensée ou ce givre a tendance à former de la vapeur d'eau laquelle à son tour se déplace plus loin à l'intérieur du mur. Cependant, cet autre déplacement est arrêté par le pare-vapeur et, par conséquent, il y a accumulation continue d'eau ou de givre sur la surface intérieure du pare-vapeur. Les conséquences peuvent être aussi sérieuses que celles qui ont été mentionnées précédemment.

Un autre problème survient lorsqu'un mur empêche le déplacement de la vapeur d'eau de deux façons importantes. Ainsi, parce qu'on a pris des mesures d'économie d'énergie, un mur peut se retrouver avec deux pare-vapeur. Ou encore, si le revêtement extérieur a une perméance basse et est très étanche, il peut effectivement agir comme second pare-vapeur. Dans ces conditions, le risque d'accumulation est déterminé par deux facteurs, soit le taux de pénétration de la vapeur d'eau dans le pare-vapeur intérieur et le taux de pénétration dans celui qui est à l'extérieur. Si le taux à l'intérieur est supérieur à l'autre et si l'endroit du point de rosée se situe entre les deux pare-vapeur, il y aura accumulation. À cet égard, certains constructeurs ont exprimé des doutes à propos de l'utilisation de polystyrène à basse perméance comme matériau de revêtement. Dans certains cas, il semble y avoir un risque que ce matériau agisse comme second pare-vapeur.

Le présent guide recommande que, lorsqu'un revêtement à basse perméance peut constituer un second pare-vapeur, il faut faire en sorte qu'il y ait des ouvertures d'aération entre les panneaux de revêtement ou à l'endroit où le panneau se termine en haut du mur. Idéalement, les ouvertures devraient être tout juste assez grandes pour laisser la vapeur d'eau s'échapper de l'intérieur du mur aussi rapidement qu'elle y pénètre, mais pas assez grandes pour laisser l'air circuler à l'intérieur du mur (trop de circulation d'air à travers l'isolant peut nuire à l'isolation). Si les ouvertures d'aération sont trop petites, il peut y avoir assez d'accumulation de givre pour causer de l'humidité dans le mur plus tard. Si le pare-vapeur et le revêtement sont à toutes fins utiles imperméables, il faudrait plusieurs semaines de température chaude pour assécher l'intérieur du mur.

3.0 Infiltrations et fuites

Jusqu'ici, nous avons surtout parlé de la façon dont la vapeur d'eau peut traverser des matériaux de construction solides par un processus de perméation et nous avons vu comment le pare-vapeur peut régulariser ce déplacement. Mais il y a une autre façon pour la vapeur d'eau de pénétrer dans les murs extérieurs et le plafond, soit par le déplacement de l'air. Le pare-vapeur n'a jamais été destiné à régulariser ce deuxième processus et il n'est pas conçu à cette fin.

Les pressions d'air qui s'exercent autour d'une maison sont complexes, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. Ces pressions sont déterminées par le vent, par les courants de convection chauds dans la maison, par le tirage des appareils de chauffage, par les processus de combustion, par l'usage de ventilateurs, etc. A tout moment, la maison est assujettie en même temps à des infiltrations par certaines ouvertures et à des fuites compensatrices par d'autres ouvertures. (Le terme "infiltration" désigne le déplacement d'air de l'extérieur vers l'intérieur; le terme "fuite" désigne le déplacement inverse.) Les ouvertures par où ces déplacements se produisent, se trouvent partout dans la maison, mais généralement là où il y a une rupture dans la structure: autour des fenêtres et des portes, dans les coins des murs intérieurs qui se sont craquelés à cause du tassement de la maison, au point de rencontre entre l'ossature de bois et la fondation en béton, autour de l'ouverture du grenier, autour des cheminées, des événements, des tuyaux et des fils là où ils traversent l'enveloppe extérieure, à travers les prises électriques, les guichets pour le lait, les entrées de lettres, les égoûts de plancher, les crevasse dans la fondation, et ainsi de suite. A plusieurs de ces endroits, il y a une sorte de rupture dans la structure de la maison et généralement une brèche correspondante dans le pare-vapeur. En plus de ces ouvertures inhérentes à la structure, il existe d'autres ouvertures intentionnelles qui ont une fonction d'aération quelconque: c'est le cas des cheminées de fournaise et de foyer, des ventilateurs de chambre de bain et de cuisinière, des parties de fenêtres qu'on peut ouvrir, des événements de sècheuse, des entrées d'air frais pour le foyer, et ainsi de suite. On a calculé* que si toutes les ouvertures d'une maison pouvaient être rassemblées, elles équivaldraient à un trou qui aurait la dimension de la moitié d'une porte. Vu cette grande surface totale d'ouvertures, il peut y avoir des courants d'air intenses tant vers l'intérieur que vers l'extérieur, même si la maison n'est exposée qu'à des pressions d'air normales.

Infiltrations et fuites se produisent simultanément et à peu près en s'équilibrant, les premières ayant lieu par certaines ouvertures et les deuxièmes par d'autres. L'agencement varie d'un instant à l'autre en fonction des variations dans la pression exercée sur la maison. En hiver, de l'air froid et relativement sec s'y infiltre. Cette infiltration ne crée pas de problèmes d'humidité en passant à travers l'enveloppe de la maison. Les problèmes d'humidité découlent des fuites, quand l'air chaud et humide s'échappe par les diverses ouvertures. Lorsque cet air humide traverse l'intérieur du mur ou l'entretoit, la vapeur d'eau subit alors les processus de condensation et de formation de givre dont il a été question plus tôt. De telles fuites peuvent donc causer les dommages par l'eau qui ont été décrits. A noter qu'il ne s'agit que d'une possibilité, car il est établi que les dommages par l'eau sont rares, même dans les maisons qui ont des taux élevés d'infiltration ou de fuite. Cela est probablement dû en partie à l'agencement instable des infiltrations et des fuites, de la condensation étant formée par des fuites à un moment donné et étant éliminée par des infiltrations dans une étape suivante. Dans la plupart des cas toutefois, l'absence de dommages par l'eau est dû à l'effet de cheminée du calorifère. Lorsque le calorifère fonctionne, la cheminée succionne fortement l'air humide de la maison et l'expulse ainsi vers l'extérieur. Au même moment, le reste de la maison subit principalement des infiltrations d'air.

* Cet énoncé graphique est attribué à M. Harold Orr du Conseil national de recherches, Division des recherches en bâtiment.

Dans les maisons chauffées à l'électricité, où il n'y a pas de cheminée et donc aucun effet de cheminée, il y a plus souvent des dommages causés par l'eau. Il arrive aussi parfois que de tels dommages se produisent dans des maisons chauffées par des appareils à combustion. Dans ces derniers cas, la cause est probablement une production excessive de vapeur d'eau dans la maison ou un défaut majeur de construction.

A cause des infiltrations et des fuites, il y a un déplacement continu d'air entre la maison et son entourage. Le taux auquel ce déplacement se produit est une indication de l'étanchéité de la maison et s'exprime en terme de "changement d'air par heure". Si une maison a un taux d'infiltration d'un changement d'air par heure, ou 1 cah, cela signifie que tout l'air de la maison est changé à chaque heure. Si une maison contient 425 m^3 d'air, un taux d'infiltration d'1 cah correspond à un déplacement de $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Des tests menés par la Station régionale des Prairies du Conseil national de recherches, en collaboration avec l'Université de la Saskatchewan, ont établi que les maisons dans la région de Saskatoon ont des taux d'infiltration variant de 0.2 cah à environ 1.5 cah, la moyenne se situant à environ 0.3 cah. Cette moyenne signifie qu 7075 m^3 d'air passent dans la maison chaque jour. Une telle ventilation est beaucoup plus élevée que nécessaire et a pour effet de réduire le taux d'humidité de la maison à un point d'inconfort. Si une maison a besoin d'un humidificateur pour maintenir un degré d'humidité confortable, c'est que les infiltrations sont peut-être excessives.

Dans le passé, on a peu songé à améliorer le rendement des maisons au point de vue de l'infiltration. L'infiltration (ou, pour être plus précis, les fuites) a été reconnue comme une source possible de dommages par la condensation, mais la gravité et la fréquence de tels dommages n'ont jamais été assez importantes pour justifier des modifications aux techniques de construction établies. Ce n'est que dans les quelques dernières années, alors que les économies d'énergie sont devenues importantes, que le taux d'infiltration d'une maison a commencé à être reconnu comme une cause possible de déperdition de chaleur. On peut se faire une idée du gaspillage ainsi causé en imaginant 7075 m^3 d'air froid que pénétrent dans une maison chaque jour, qui est réchauffée à la température intérieure normale de la maison et qui est finalement expulsée de la maison. La chaleur ainsi perdue représente de 25 à 30 pour cent de la consommation annuelle de chauffage.

4.0 Les membranes d'étanchéité

L'installation des membranes d'étanchéité est d'abord une mesure d'économie d'énergie. Son but principal est de réduire à un minimum pratique les pertes calorifiques causées par les changements d'air en rendant la maison le plus étanche possible contre les changements d'air non régulés. A cette fin, la maison doit être pourvue d'une enveloppe presque parfaitement scellée et il est logique d'utiliser le pare-vapeur pour ce faire. L'installation de membranes d'étanchéité est donc une version très améliorée du pare-vapeur classique, car elle vise à empêcher à la fois la pénétration de la vapeur d'eau et les changements d'air non régulés. C'est pourquoi l'on parle de "pare-air/vapeur".

Pour atteindre les normes élevées d'étanchéité à l'air qui s'imposent dans une telle installation *idéale*, les matériaux doivent être choisis avec soin et la membrane d'étanchéité doit être installée avec plus de soin et d'attention aux détails que lorsqu'il s'agit de la pose d'un pare-vapeur ordinaire. Une des différences principales entre la pose d'un pare-vapeur ordinaire et une membrane d'étanchéité est que la première peut ordinairement s'exécuter en une seule opération, tandis que la seconde exige souvent des travaux préparatoires à diverses étapes de la construction. Dans certains cas, on peut éviter beaucoup de travaux préparatoires si les plans sont faits avec soin ou en modifiant les techniques de construction.

La membrane d'étanchéité ne constitue pas en elle-même une enveloppe complètement étanche puisqu'elle doit être interrompue autour des portes, des fenêtres, des cheminées, des ouvertures d'évent, et ainsi de suite. Donc, en procédant à une telle installation, il faut porter une attention particulière aux problèmes d'infiltration causés par ces ouvertures, car les soins ainsi apportés constituent une partie essentielle de l'installation d'une membrane d'étanchéité. Les portes et les fenêtres présentent des problèmes évidents. Si leur taux d'infiltration doit correspondre à celui du reste de la maison, elles doivent être très bien scellées. Cela nécessite souvent le choix d'une porte ou d'une fenêtre de plus haute qualité, avec coût assorti. La même chose s'applique aux registres des événements et des cheminées de foyer.

4.1 Le but réel des membranes d'étanchéité

Ce but n'a jamais été exprimé clairement et n'est parfois pas bien compris par plusieurs de ses détracteurs. On pense généralement que le but est de rendre la maison étanche par rapport à son environnement. Cela n'est que partiellement vrai.

L'installation d'une membrane d'étanchéité est un préalable essentiel au contrôle de la circulation de l'air ambiant dans une maison, avec une consommation minimum d'énergie. Il s'agit donc d'un moyen destiné à atteindre une fin et non d'une fin en soi.

4.2 Aération

L'aération d'une maison suppose deux processus: la ventilation et la distribution. La ventilation consiste à faire sortir l'air vicié de la maison et à le remplacer par de l'air frais. Elle vise à maintenir une qualité suffisante d'air dans la maison. La distribution consiste à faire circuler l'air frais dans toutes les parties de la maison.

Lorsqu'une maison est dotée d'une membrane d'étanchéité, on ne peut plus compter sur les infiltrations et les fuites d'air pour sa ventilation et il faut alors la doter d'un système de ventilation. Le système de ventilation le plus courant consiste en deux ouvertures dans l'enveloppe de la maison. L'air vicié est expulsé par une ouverture grâce à un ventilateur et l'air frais est aspiré par une autre ouverture grâce à un autre ventilateur. A noter que si un tel système était installé dans une maison non pourvue d'une membrane d'étanchéité, il pourrait être incompatible avec les déplacements d'air causés par les infiltrations et les fuites et aggraver certains, des problèmes mentionnés antérieurement. L'installation d'une membrane d'étanchéité rend la ventilation régulée non seulement nécessaire, mais aussi possible.

Lorsque tout l'air vicié de la maison est expulsé par un évent et que tout l'air frais est aspiré par un autre, l'utilisation d'un échangeur de chaleur dans le système de ventilation devient possible. L'échangeur de chaleur est un dispositif qui extrait la chaleur de l'air expulsé et qui la transfère à l'air frais aspiré, ce qui réduit par le fait même les pertes de chaleur par la ventilation. Dans les quelques modèles d'échangeurs de chaleur actuellement sur le marché, de 60 à 70 pour cent de la chaleur est récupérée.

Dans un système de ventilation typique, l'air vicié est extrait des endroits humides et odorants de la maison, soit la cuisine, les salles de bain et la salle de lessive, et est expulsé en passant par l'échangeur de chaleur. L'air frais est aspiré en passant également par l'échangeur de chaleur où il recueille la chaleur de l'air expulsé sans se souiller et il est transmis dans le conduit de retour d'air du système de distribution de l'air.

Le système de distribution ne nécessite aucune caractéristique particulière; un système de chauffage à air chaud et son réseau de distribution de la chaleur sont généralement suffisants. Mais il faut penser aux besoins particuliers des maisons à haut rendement énergétique en ce qui a trait à la circulation de l'air. Comme ces maisons sont très étanches, il n'y a pas d'infiltrations pouvant déclencher la circulation de l'air. En outre, comme les murs sont bien isolés et que les fenêtres sont de meilleure qualité, il n'y a pas de différences de température aussi prononcées que dans une maison classique et il n'y a pas autant de circulation d'air par convection thermique. Ces maisons bénéficient généralement de la chaleur solaire grâce à des fenêtres orientées vers le sud. Quand la maison est à aires ouvertes, cette chaleur solaire peut produire une circulation utile grâce à la convection thermique. Mais lorsque la maison est divisée en petites pièces fermées, l'air doit circuler davantage afin de diffuser la chaleur solaire partout dans la maison.

A l'heure actuelle, le taux de ventilation est la question principale à considérer en ce qui a trait à l'aération. Depuis qu'on construit récemment des maisons et des immeubles commerciaux étanches, on porte plus attention aux besoins de ventilation et certains problèmes ont été soulevés. *Dans une situation idéale, le taux de ventilation doit être assez bas pour minimiser les pertes de chaleur, mais assez élevé pour produire une atmosphère acceptable et saine dans la maison.* Un bon système de ventilation doit permettre de régulariser le niveau d'oxygène, le niveau d'humidité, les odeurs et les agents polluants. Le comportement des trois premiers éléments est généralement bien connu et il n'est pas difficile d'établir le degré nécessaire de ventilation pour les régulariser. Il existe cependant encore plusieurs facteurs inconnus touchant les niveaux admissibles de polluants dans l'air de la maison. Certains de ces polluants proviennent des nouveaux matériaux employés maintenant dans la fabrication des meubles, des couvre-planchers et des tissus, et d'autres proviennent des produits nettoyants, des aérosols et d'autres produits chimiques employés couramment dans la plupart des maisons, sans parler des nombreux produits chimiques (peut-être plus nocifs) qui se dégagent du tabac.

On s'est récemment interrogé sur l'accumulation de radon dans les bâtiments très étanches. Le radon est un gaz engendré par de petites quantités de matériaux radioactifs. Il est produit en particulier dans le sol autour de la maison et il peut pénétrer dans la maison par le drain agricole ou le drain de plancher, par des fentes dans la fondation en béton et même par diffusion à travers le béton. Il est aussi produit par des éléments qui se trouvent en quantité infime dans le béton, les panneaux de plâtre et d'autres matériaux. Même si le radon est cancérigène, sa concentration dans une *maison peu étanche* n'est probablement pas assez élevée pour constituer un risque important pour la santé. Ceux qui préoccupent l'accumulation de radon dans une *maison étanche* ont plutôt sous-estimé les avantages d'un tel genre de construction: l'étanchéité réduit l'infiltration de radon dans la maison de la même façon qu'elle réduit le déplacement d'air ou de vapeur d'eau.

4.0 Les membranes d'étanchéité

Deux facteurs principaux déterminent la concentration de radon dans une maison: le premier est le taux d'infiltration du radon dans la maison et le deuxième est le taux d'expulsion par le changement d'air. Dans une maison très étanche, dotée d'un bon système de ventilation, le taux de changement d'air est probablement de la moitié au quart du taux de changement dans une maison peu étanche. De même, le taux d'infiltration du radon est beaucoup plus bas dans la maison étanche que dans l'autre maison. On estime qu'il devrait être au moins dix fois plus bas. Par conséquent, d'après ces chiffres, il devrait y avoir moins de concentrations de radon dans une maison étanche et bien ventilée que dans une maison peu étanche, tous autres facteurs étant égaux. Des tests visant à dépister les émanations de radon ont été menés dans les maisons expérimentales construites à Saskatoon en décembre 1980. Les résultats* ont montré que si le système de ventilation fonctionne normalement, le niveau de radon dans chaque maison est bien inférieur à la limite de sécurité établie par les normes de santé des États-Unis.

Il faudra encore quelques années de recherche avant qu'on puisse établir les degrés nécessaires de ventilation. Dans l'intervalle, il est raisonnable de tenir compte des risques inconnus découlant de l'usage de nouveaux produits chimiques et de prévoir plus que moins de ventilation. Un taux de changement d'air de 0.5 cah (environ 0.06 m³/s dans une maison de dimensions ordinaires) paraît acceptable à un certain nombre de spécialistes de l'accumulation d'agents polluants. Ce chiffre est quelque peu supérieur aux taux de 0.02 à 0.03 m³/s qui étaient prescrits dans le passé, mais les coûts supplémentaires ne sont pas excessifs si l'on veut prévenir les effets possibles d'une accumulation. La perte calorifique causée par l'augmentation du taux de ventilation de 0.03 m³/s à 0.06 m³/s n'est pas excessive, surtout si la plus grande partie de la chaleur est récupérée par un échangeur de chaleur.

4.3 Approvisionnement en air des appareils à combustion

Les quatorze maisons expérimentales construites en 1980 ont présenté un certain nombre de problèmes en ce qui touche l'approvisionnement en air des appareils à combustion dans une maison étanche. Le système de chauffage au mazout ou au gaz chauffe-eau au gaz et peut-être un poêle ou un foyer exigent tous de l'air de combustion et de tirage et il n'y a peut-être pas assez d'infiltration pour répondre à tous les besoins. Dans ces conditions, les divers appareils à combustion peuvent s'influencer les uns les autres et constituer un danger d'explosion.

Pour quantifier ce phénomène, prenons une des maisons expérimentales équipée d'une fournaise et d'un chauffe-eau fonctionnant au gaz naturel, fournissant 15 kWh et 10 kWh respectivement. Lorsque les deux fonctionnent en même temps, ils ont besoin ensemble d'environ 0.006 m³/s. Mais, dans le cas de la maison à haute efficacité énergétique, le taux naturel d'infiltration d'air est de seulement 0.025 cah, soit environ 0.003 m³/s. Le taux d'infiltration naturel n'est donc pas suffisant pour répondre aux besoins de combustion de la maison.

Bien sûr, on répondra immédiatement que le système de ventilation peut fournir tout l'air nécessaire, mais il y a deux objections à cet argument. La première n'est pas très sérieuse: si c'est le système de ventilation qui doit fournir l'air nécessaire à la combustion, il y aura un certain degré d'interaction entre le système et les appareils à combustion. Si le taux de ventilation est établi à environ 0.06 m³/s, comme il a été mentionné plus tôt, les 0.006 m³/s exigés par les systèmes à combustion n'auront pas beaucoup d'effet. Toutefois, si le taux de ventilation est fixé à un niveau plus bas, par exemple de 0.02 à 0.03 m³/s, il pourrait y avoir une forte interaction et des conséquences imprévisibles. La deuxième objection est plus

* Besant, R.W. *Radon Gas Testing Report for Low Energy Houses*, Département du génie mécanique, Université de la Saskatchewan, janvier 1981.

importante du fait qu'il n'est pas recommandé d'obtenir l'air nécessaire à la combustion autrement que par réseau simple de conduits. Il est vraisemblable que, même lorsque les échangeurs de chaleur ne présenteront plus de problèmes, le risque d'obstruction par accumulation de givre existera toujours. Par conséquent, il ne faut pas compter sur le système de ventilation pour obtenir l'air nécessaire à la combustion et au tirage.

Durant la construction des maisons expérimentales à Saskatoon, la régie du gaz de la ville a examiné ce problème et en est venue à la conclusion que l'air fourni par ventilation n'est pas suffisant pour les besoins de la combustion.

La norme régissant l'approvisionnement en air des appareils à combustion dans les maisons étanches doit donc être celle de l'Association canadienne du gaz, Code des installations pour les appareils et équipements fonctionnant au gaz naturel, C.G.A. B-149.1-1976. L'alinéa 6.2.1, à la page 56 se lit ainsi:

"Lorsqu'un ou plusieurs appareils sont situés dans un espace non renfermé, dans un bâtiment n'ayant pas suffisamment d'infiltration d'air, il faut amener un approvisionnement d'air de l'extérieur par une ou plusieurs ouvertures d'aération permanentes ayant une surface libre d'au moins 10 cm² pour chaque 2.25 kWh du débit calorifique total de tous les appareils."

Dans l'exemple considéré ci-dessus, la capacité combinée de 25 kWh exige une ouverture d'au moins 10 cm² pour être conforme à la norme citée.

Dans la plupart des maisons expérimentales, les fournaises et les chauffe-eau sont installés dans une pièce étanche qui est approvisionnée en air de façon autonome. Les normes régissant l'approvisionnement en air dans ce cas sont trop longues pour être citées ici, mais on peut en prendre connaissance à l'article 6.3, à la page 56 du document mentionné ci-dessus.

Le but principal des pièces étanches réservées au chauffage dans ces maisons est d'améliorer le rendement saisonnier des appareils à combustion en leur faisant utiliser de l'air froid extérieur plutôt que l'air chaud de la maison. Dans une maison étanche, il est plus logique de procéder ainsi plutôt que d'installer les appareils à combustion dans un espace ouvert et de pratiquer une grande ouverture dans le pare-vapeur. Une telle pièce a aussi d'autres avantages:

- a) En isolant la fournaise et le chauffe-eau du reste de la maison, on évite des interactions compliquées avec le système de ventilation, les poêles et les foyers.
- b) Le taux d'infiltration est davantage réduit.
- c) En installant le drain de plancher dans la pièce de chauffage, l'une des principales voies d'infiltration du radon est isolée des pièces habitables. Lorsque le drain de plancher est situé dans la pièce de chauffage, il est recommandé de ne pas poser de seuil sous la porte de la pièce afin de faciliter le drainage.
- d) La maison est mieux protégée contre les défauts de fonctionnement des appareils à combustion.

Il est évident, d'après ce qui a été dit plus haut, que les poêles et les foyers doivent être dotés de leur propre source d'approvisionnement en air et qu'ils ne devraient pas dépendre du système de ventilation.

4.0 Les membranes d'étanchéité

4.4 L'étanchéité idéale

La Station régionale des Prairies du Conseil national de recherches a effectué des essais de pression dans les maisons expérimentales afin d'établir leur rendement par rapport à l'infiltration. Les résultats indiquent que douze des maisons ont des taux d'infiltration naturels inférieurs à 0.05 cah*. On se souviendra que, dans une maison ordinaire, le taux d'infiltration va de 0.2 à 1.5 cah.

Ces données montrent que le taux d'infiltration peut être considérablement réduit si l'installation d'une membrane d'étanchéité est bien exécutée. Par la même occasion, elles soulèvent certains doutes sur la possibilité de réaliser une telle installation. Est-il souhaitable d'atteindre un tel degré d'étanchéité quand l'on considère les coûts et les problèmes supplémentaires ainsi occasionnés en ce qui touche l'aération et les appareils à combustion? En principe, il n'y a aucun doute que l'installation d'une membrane d'étanchéité offre plusieurs avantages, comme mesure de protection contre les dommages dus à l'humidité à cause des fuites d'air, et parce qu'il en résulte un confort accru dans la maison. Mais n'est-il pas possible d'obtenir les mêmes avantages avec un taux d'infiltration aussi élevé que 0.10 cah ou même 0.15 cah? Jusqu'à quel point peut-on céder sur la qualité de l'étanchéité et jusqu'où peut-on augmenter le taux d'infiltration avant que certains avantages ne commencent à disparaître? Il n'y a pas de réponses évidentes à ces questions à l'heure actuelle.

Les techniques d'installation des membranes d'étanchéité en sont encore à leurs débuts et il faudra encore beaucoup de recherches et d'essais avant qu'on puisse établir les normes idéales. Le but jusqu'à maintenant, sous la direction de la collectivité scientifique, a été d'explorer les limites de ce qui peut être accompli en pratique. Le groupe de maisons expérimentales construites à Saskatoon a servi d'une manière inestimable à cet égard. Si l'on considère certaines des réalisations qui ont été accomplies dans ces maisons, il apparaît que dans plusieurs cas, des mesures extrêmes ont été appliquées afin d'en arriver à une étanchéité parfaite à certains endroits de la maison où il est très difficile de le faire. D'autres mesures moins extraordinaires, à un coût beaucoup moindre, n'auraient pas procuré une étanchéité parfaite, mais presque. L'accent sur la haute qualité était justifié dans le cas de ces maisons, vu la nature expérimentale et éducative du projet. Les constructeurs en apprendraient beaucoup s'ils tentaient à leur premier essai de réaliser une installation parfaitement étanche. Cependant, le temps est maintenant venu d'être un peu moins strict en ce qui a trait à la qualité des membranes d'étanchéité, en vue particulièrement de faciliter les travaux et de réduire les coûts. Les meilleures techniques et l'étanchéité idéale ne seront découvertes qu'après quelques années d'expérience.

4.5 L'emplacement du pare-vapeur

Les normes et les codes du bâtiment actuels prescrivent que le pare-vapeur doit toujours être posé du côté chaud de l'isolant:

Normes de construction résidentielle 1980, Article 26, alinéa E.1:

"... les pare-vapeur doivent être mis en oeuvre contre la face intérieure de l'isolant...".

Code national du bâtiment du Canada 1980, Partie 5, alinéa 5.2.1.1:

"... on doit, pour empêcher [la] condensation, installer un pare-vapeur et un coupe-vent continu dans cet ensemble contre le matériau ayant la résistance thermique la plus élevée et du côté où la pression de vapeur est la plus grande."

* Il n'y a pas de méthode sûre pour calculer le taux d'infiltration naturel à partir des données sur la pression. Le chiffre ci-dessus a été obtenu en appliquant un facteur de correction approximatif.

Il s'agit de s'assurer que le pare-vapeur est toujours posé du côté chaud de l'endroit du point de rosée, mais les normes sont rédigées de telle sorte qu'elles ne permettent pas que le pare-vapeur soit posé autrement, comme le rend possible de nouvelles conceptions de murs et de nouvelles techniques de construction.

Il existe maintenant des murs épais de conception complexe qui permettent d'accroître le degré d'isolation dans les murs extérieurs. Les modèles les plus connus sont le mur à ossature jumelée et le mur à fourrures. Dans les deux cas, il y a des avantages à poser la membrane d'étanchéité à une certaine distance dans le mur, avec de l'isolant à la fois du côté chaud et du côté froid. Il est essentiel dans ces cas que la membrane soit toujours placée du côté chaud de l'endroit du point de rosée. L'endroit exact peut-être déterminé par un simple calcul: en Saskatchewan, par exemple, l'isolant situé du côté extérieur par rapport à la membrane doit avoir deux fois plus de résistance thermique que celui qui est situé du côté intérieur. Le point de rosée se situera alors du côté froid de la membrane d'étanchéité, sauf pour quelques périodes de froid extrême en Saskatchewan. La même règle peut s'appliquer aux maisons construites dans un climat plus tempéré, mais il faudrait utiliser une autre règle pour des maisons situées dans un climat plus rigoureux.

En installant la membrane à une certaine distance à l'intérieur du mur, on vise principalement à en conserver l'étanchéité. Il y a moins de risques de dommages accidentels au cours de la construction et il y a assez de place pour faire passer les tuyaux et les fils du côté chaud de la membrane, ce qui élimine la nécessité de la percer pour poser les prises et les interrupteurs et d'autres installations. Dans le mur à ossature jumelée, le meilleur emplacement pour la membrane d'étanchéité est du côté extérieur de l'ossature intérieure. Dans le mur à fourrures, la meilleure place est le côté intérieur des poteaux verticaux, avant la pose des fourrures. Ces techniques permettent d'atteindre un haut degré d'étanchéité.

Ces nouvelles façons de poser la membrane d'étanchéité sont conformes aux principes régissant les normes actuelles du bâtiment, mais elles ne sont pas toujours en accord avec la lettre des normes. Vu les avantages de ces nouvelles techniques, on peut s'attendre à ce que les normes soient éventuellement modifiées afin de permettre une plus grande souplesse dans la pose des membranes d'étanchéité. En attendant, comme cela a été le cas pour les maisons expérimentales, les organismes chargés d'appliquer les normes les interpréteront probablement avec moins de rigueur.

Les solives de rive présentent des problèmes particuliers en ce qui a trait à la pose de la membrane d'étanchéité. Pour réaliser l'étanchéité, il est nécessaire de poser une bande préliminaire de matériau d'étanchéité à l'extérieur des solives de rive de sorte qu'on puisse ultérieurement la joindre aux membranes principales du mur au-dessus et au-dessous. Pour éviter que le point de rosée soit atteint à cet endroit, il est nécessaire de poser les solives en retrait de leur position normale, pour qu'on puisse poser de l'isolant à l'extérieur de la solive et de la membrane d'étanchéité. Ce problème présente un autre aspect lorsque les solives de rive sont posées au-dessus du mur d'un sous-sol. Lorsqu'on travaille à l'intérieur du sous-sol, il est ordinairement très facile de poser de l'isolant près des solives (entre les solives du plancher) et il est très tentant d'en mettre beaucoup. Il faut cependant résister à cette tentation car l'isolation peut alors être plus élevée du côté intérieur de la membrane d'étanchéité que du côté extérieur et ainsi, l'endroit du point de rosée se situera à l'intérieur de la membrane. La règle décrite ci-dessus s'applique aussi à la quantité d'isolant autour des solives de rive.

4.0 Les membranes d'étanchéité

4.6 Méthodes et normes d'essai

Il n'existe pas présentement de normes canadiennes sur l'étanchéité des maisons, mais il est probable que, d'ici quelques années, le Canada suivra l'exemple de pays tels que la Suède et établira des méthodes et des normes d'essai à cet égard.

Il est probable que les méthodes d'essai seront fondées sur la technique d'essai de pression. Cette technique a déjà été largement utilisée par la Station régionale des Prairies du Conseil national de recherches et les appareils sont en voie d'être mis au point au Manitoba en vue d'être mis sur le marché. Essentiellement, la technique consiste à installer un ventilateur à vitesse variable sur l'une des portes extérieures. Le ventilateur est installé de façon à aspirer l'air de la maison. Au bout d'un certain temps relativement court, un équilibre s'établit et l'air aspiré par le ventilateur compense l'air qui s'infiltre dans la maison. En mesurant la vitesse du passage de l'air à travers le ventilateur et la différence de pression qui s'est établie entre l'intérieur et l'extérieur de la maison, une estimation comparative du degré d'étanchéité de la maison peut être faite. Il est nécessaire d'insister sur la nature comparative de cet essai; il ne permet pas d'obtenir une bonne approximation des conditions existantes dans une maison ordinaire et il n'y a pas de moyen reconnu de déterminer le taux d'infiltration naturel à partir des résultats de l'essai. Mais c'est une méthode d'essai sûre et renouvelable qui peut mesurer l'étanchéité d'une maison par rapport à une "norme" quelconque.

La norme suédoise pour l'étanchéité exige qu'une maison ait un taux de changement d'air de moins de 3 cah lorsqu'elle est soumise à une pression différentielle de 50 Pascals*, mesurée selon la méthode décrite ci-dessus. Il est probable qu'une norme canadienne serait exprimée à peu près de la même façon, sauf que les chiffres pourraient être différents. La norme suédoise conviendrait peu en Saskatchewan puisque la maison moyenne atteint déjà à peu près cette norme.

4.7 Quelques observations générales sur des problèmes de conception

Les architectes peuvent jouer un rôle important en vue de simplifier l'installation d'une membrane d'étanchéité et de réduire leur coût. Ce genre d'installation est beaucoup plus facile si la maison est d'une simple forme rectangulaire. Dès que le plan de la maison comprend des éléments décoratifs, l'installation d'une membrane d'étanchéité devient plus compliquée et les coûts augmentent en conséquence.

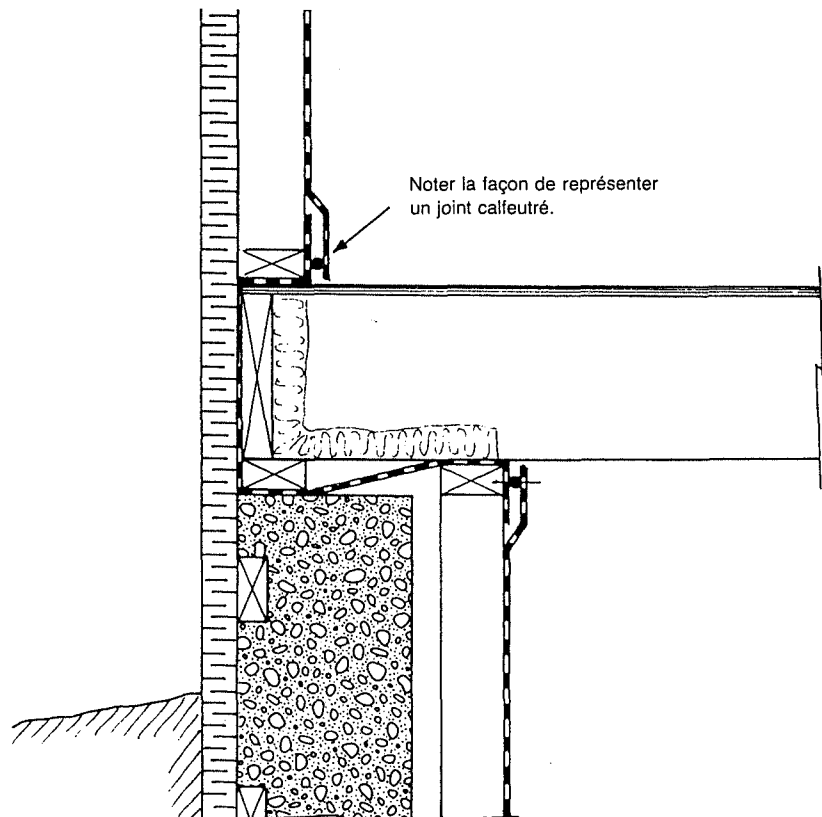
Des modèles différents de maison présentent des problèmes différents pour l'installateur. Après deux ou trois années d'expérience, il aura une bonne idée de la façon de résoudre les divers problèmes. Au cours de ces deux ou trois premières années, durant lesquelles l'installateur apprend les nouvelles techniques, il constatera que des plans clairs et détaillés sont d'une grande utilité. L'installation d'une membrane d'étanchéité renforcée nécessite beaucoup de travaux préliminaires à diverses étapes de la charpenterie et la quantité de travaux préliminaires augmente avec la complexité du plan de la maison. Ces travaux préliminaires sont très importants et, s'ils ne sont pas exécutés avec soin, ils peuvent rendre la membrane d'étanchéité complètement inutile. Au cours des travaux de charpenterie, il est parfois difficile de déterminer avec exactitude où la membrane d'étanchéité sera installée et où il faut faire les travaux préliminaires. Voilà pourquoi de bons plans sont utiles.

* 1 Pascal équivaut à une pression de 0.0025 kg/m ou à la pression exercée par 0.1 mm d'eau. 50 Pascals équivalent à la pression exercée par cinq millimètres.

En règle générale (jusqu'à ce que les installateurs sachent instinctivement ce qu'il y a à faire), les plans devraient indiquer tous les détails touchant l'installation de la membrane d'étanchéité. Ces détails ne seront pas utiles seulement à l'installateur, mais ils permettront aussi de simplifier le plan de l'installation, puisque l'architecte devra repérer les problèmes principaux au moment où il dessine les plans et trouver les solutions dès lors.

L'installation d'une membrane d'étanchéité exige une toute nouvelle façon d'envisager la préparation des plans d'une maison. Il ne suffit plus d'indiquer la coupe d'un mur et de préciser l'emplacement de la membrane d'étanchéité, parce que les problèmes réels d'installation ne se situent pas dans les murs ou les plafonds, mais plutôt dans les coins et aux points de rupture dans la structure. Les plans d'installation doivent donc donner des détails sur l'installation dans les coins, autour des solives de plancher, aux endroits où des structures à mi-étages se rencontrent, autour des éléments décoratifs, et ainsi de suite. Aussi, il peut souvent arriver qu'un détail particulier de l'installation dépende de la position du mur, des solives ou des fermes. En posant la membrane d'étanchéité autour d'une solive de rive, par exemple, le plan détaillé peut être différent selon que la solive est perpendiculaire ou parallèle aux solives de plancher. Dans ce cas, le plan doit tenir compte des deux situations.

En indiquant comment installer la membrane d'étanchéité, il importe non seulement de montrer où elle doit être posée, mais aussi selon quelle séquence elle doit l'être, où on doit la joindre et comment la joindre. Les constructeurs des maisons expérimentales ont mis au point diverses façons de donner ces indications. La meilleure façon, parce que c'est la plus simple à comprendre, est de dessiner un schéma détaillé à grande échelle. Le dessin ci-après est un exemple de cette technique et indique comment installer la membrane d'étanchéité autour d'une solive de plancher quand le sous-sol est habitable. On recommande que cette technique, ou une autre semblable, devienne la norme.



Section II

Comment réaliser l'installation d'une membrane d'étanchéité

5.0 Choix des matériaux

5.1 La membrane d'étanchéité

On recommande des feuilles de polyéthylène. Il n'y a pas d'avantage technique marqué à utiliser une épaisseur plutôt qu'une autre et le choix de l'épaisseur devrait être fondé sur des facteurs relatifs à la construction. La feuille de 0.05 mm peut être trop facilement endommagée pendant l'installation et les autres travaux subséquents. La feuille de 0.10 mm est aussi un peu trop fragile. C'est la feuille de 0.15 mm qui est le meilleur choix.

5.2 Produits de calfeutrage

On n'a jamais fait d'essai approfondi de l'efficacité des produits de calfeutrage pour joindre deux feuilles de polyéthylène. Aussi, le Conseil de recherches de la Saskatchewan a-t-il fait des essais simples d'une grande variété de produits de calfeutrage et de scellement. Les essais permettaient de simuler les conditions réelles d'un joint calfeutré. Un cordon de composé de calfeutrage a été étendu entre deux feuilles de polyéthylène et les deux feuilles ont été pressées légèrement ensemble. Le joint a ensuite été examiné à divers intervalles sur une période d'un an afin d'en vérifier l'adhésion et la souplesse. Pendant tout ce temps, les échantillons étaient gardés à la température intérieure normale. A noter qu'il ne s'agit pas là d'une méthode d'essai reconnue officiellement; il s'agissait tout simplement d'avoir une bonne idée du meilleur produit de calfeutrage ou de scellement.

Les essais ont été faits pour 45 différents produits disponibles sur le marché, soit tous les produits qui étaient disponibles au détail ou en gros en 1979. De nouveaux produits ont été mis en marché depuis ce temps, mais on n'a pu en tenir compte.

Plusieurs des composés ont perdu leur adhésion ou sont devenus trop rigides au bout de seulement quelques mois. Onze ont conservé leur souplesse et leur adhésion pour six mois. Seulement trois ont résisté plus d'un an.

Voici les produits qui ont résisté jusqu'à six mois:

DAP Butyl Flex
MACCO Guard House
MACCO Gutter tite
GRACE Hornseal
GIBSON-HOMANS Butyloid
PRC Acoustical Sealant
CHEMTRON Metaseal Acoustical
MIRACLE Adhesive SCS #21

Les produits ci-après étaient encore satisfaisants après un an:

TREMCO Butyl Sealant
TREMCO Acoustical Sealant
PRC Rubber Caulk #7000

Les auteurs du présent guide estiment qu'il serait inopportun de reconnaître certains produits et de condamner les autres sur la foi des essais décrits ci-dessus. Il faut de toute évidence faire des essais reconnus des produits de calfeutrage et de scellement pour usage dans l'installation d'une membrane d'étanchéité. D'ici à ce que de tels essais aient lieu, les constructeurs peuvent fonder leur choix sur les renseignements donnés ci-dessus.

Dans le présent guide, les termes "scellement" et "calfeutrage" sont employés avec les acceptions suivantes: "scellement" s'applique à l'assemblage de deux matériaux de façon à former un joint étanche; "calfeutrage" signifie le remplissage de fentes ou d'ouvertures. Les mêmes produits peuvent servir aux deux opérations.

6.0 Guide général d'installation

- 6.1 La membrane d'étanchéité doit être installée de telle sorte qu'elle constitue une enveloppe complètement scellée, sauf là où il y a des portes, des fenêtres, des événements et d'autres obstacles.
- 6.2 La membrane d'étanchéité doit se terminer aux portes, fenêtres et autres obstacles selon les techniques détaillées exposées dans le présent guide.
- 6.3 Tous les joints entre deux feuilles de polyéthylène doivent être appuyés sur une pièce de bois solide. Un cordon continu de composé de calfeutrage doit être étendu le long du joint entre les deux feuilles. Les deux feuilles doivent ensuite être pressées légèrement ensemble le long du cordon de calfeutrage et le joint doit ensuite être renforcé par des agrafes posées dans le bois le long de la ligne de calfeutrage. Il est important de noter que le composé de calfeutrage ne doit pas être considéré comme un adhésif; il ne faut pas compter sur ce produit pour retenir les deux feuilles de polyéthylène ensemble sans l'aide des agrafes.
- 6.4 A leur point de rencontre, deux grandes feuilles de polyéthylène doivent se chevaucher sur une largeur d'au moins la distance entre deux poteaux ou deux fermes.
- 6.5 Les joints doivent être agrafés à tous les 150 mm environ. Si la feuille de polyéthylène est très plissée au point de rencontre, il faut mettre plus de composé de calfeutrage et rapprocher les agrafes.
- 6.6 En posant une feuille de polyéthylène dans un coin intérieur, il faut laisser au moins 150 mm de plus dans le coin, de façon à ce qu'elle ne soit pas étirée et endommagée au moment de la pose du revêtement mural.
- 6.7 De façon générale, il est préférable d'utiliser plus que moins de produit de calfeutrage et de feuille de polyéthylène.
- 6.8 Si on prévoit de grands vents au moment de la construction, tous les joints assemblés avec des agrafes et tous les points d'assemblage des feuilles de polyéthylène à l'ossature en bois devraient être renforcés par une bande de ruban adhésif solide fixé sur la feuille, sur la ligne de pose des agrafes. Une façon d'atténuer la pression du vent sur la membrane d'étanchéité consiste à ne pas installer une grande partie de la membrane du plafond, soit environ 10 mètres carrés, jusqu'à ce qu'on soit prêt à poser le revêtement mural.
- 6.9 Si la feuille de polyéthylène risque d'être endommagée au cours de la construction, on devrait la protéger à l'aide de minces feuilles de contreplaqué ou des morceaux de panneaux. Le cas se présente du côté extérieur des solives de plancher où l'on peut protéger la feuille par un revêtement permanent de contreplaqué. Il arrive aussi, dans certains travaux préliminaires, qu'une bande de polyéthylène soit laissée au pied des murs, afin d'être assemblée ultérieurement à la membrane d'étanchéité du mur. Une bande protectrice temporaire d'un matériau devrait être placée sur cette membrane, surtout là où sont les portes extérieures.
- 6.10 Une fois que l'installation de la membrane d'étanchéité est terminée, et avant de la recouvrir d'autres matériaux, il faut l'examiner soigneusement afin de voir si elle a été endommagée ou si certains joints sont mal faits. S'il y a de petits trous, on peut les réparer avec du ruban adhésif pour pare-vapeur; les grands trous ou les déchirures peuvent être réparés avec une grande pièce de polyéthylène qu'on calfeutrerait afin que le joint soit bien scellé. Si c'est possible, les pièces devraient être assez grandes pour couvrir la partie endommagée et chevaucher une pièce de bois à proximité, pour que le joint puisse être renforcé avec des agrafes.

7.0 Fondations

Figure 1

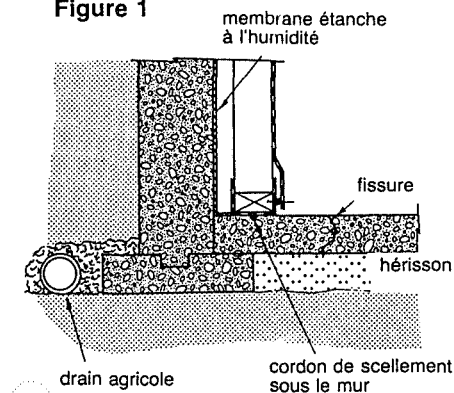


Figure 1a

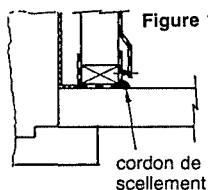


Figure 2

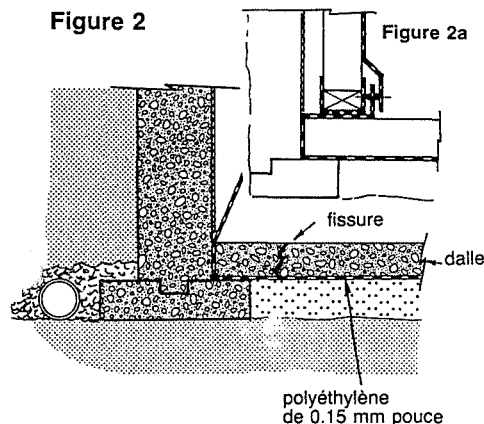
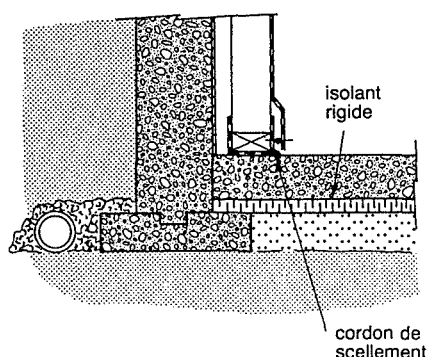


Figure 2a

Figure 3



La figure 1 montre la disposition près de la rigole d'une fondation en béton. Lorsque le sous-sol est fini avec des murs à ossature de bois, la lisse basse devrait être protégée contre l'humidité par une bande de pare-vapeur placée autour de la lisse basse, comme à la figure 1. Cette humidité peut provenir de la dalle de plancher ou elle peut se transformer en flaque d'eau après avoir coulé le long du mur intérieur de la fondation.

On peut prévenir les infiltrations d'air sous la lisse basse en appliquant un cordon de scellement sous la lisse, comme à la figure 1, ou le long du bord de la lisse, comme à la figure 1a. La deuxième manière est la plus facile et elle présente l'avantage de rendre les travaux visibles en vue de l'inspection.

Le pare-vapeur mural est assemblé au pare-vapeur autour de la lisse basse de la façon illustrée, avec un cordon de scellement et des agrafes.

À noter que le pare-vapeur et la manière de le fixer seront illustrés de cette façon dans le présent guide. À noter également que, pour simplifier les illustrations, les éléments tels que les panneaux de revêtement, les panneaux de plâtre et l'isolant ne seront pas illustrés à moins qu'ils n'aient un rapport direct avec l'installation du pare-vapeur.

La membrane étanche à l'humidité n'est pas un pare-vapeur. Son but est d'empêcher la pénétration d'humidité à travers le béton et dans la maison. Le matériau dont est constitué cette membrane doit permettre le déplacement de la vapeur d'eau mais non l'écoulement de l'eau comme telle. Les matériaux servant de pare-vapeur ne conviennent pas, mais il existe toute une gamme de matériaux étanches à l'humidité en feuilles, sous forme de produit à pulvériser ou de peinture. La membrane étanche à l'humidité doit couvrir le côté intérieur du mur de béton à partir de la rigole jusqu'à un point situé au niveau du sol à l'extérieur. Il est utile de prolonger la membrane d'environ 150 mm sur la dalle de plancher. L'extérieur du mur de fondation doit être imperméabilisé conformément à la Section 13 des Normes de construction résidentielle 1980.

L'air peut se déplacer assez facilement dans le sol et, par conséquent, les fissures dans la fondation de béton ou dans la dalle peuvent servir de passages à l'air. Elles peuvent aussi permettre l'infiltration de radon, lequel est produit par des matériaux radioactifs naturels dans le sol. Il n'est pas habituel d'installer un pare-vapeur sous la dalle dans un sous-sol en béton, mais cela peut devenir la norme, surtout en vue de réduire les infiltrations de radon. La figure 2 montre comment installer un pare-vapeur sous la dalle et la figure 2a montre comment le joindre au pare-vapeur du mur à une étape ultérieure.

Le même résultat, bien que moins bon, peut être obtenu par l'installation sous la dalle d'une feuille d'isolation rigide à basse perméance, comme à la figure 3. Cette méthode a aussi l'avantage de réduire les pertes de chaleur par la dalle.

Il se pourrait que les installations illustrées aux figures 2 et 3 affaiblissent la dalle en privant le béton de l'humidité du sol. Cet effet n'a pas été étudié de façon approfondie. On devrait consulter la Note sur les méthodes de construction du Conseil national de recherches ISSN 0701-5216 N° 8, par R.G. Turenne. Ce document recommande que le rapport eau-ciment soit gardé le plus bas possible, tout en gardant le mélange malléable, et que les méthodes recommandées de cure du béton soient suivies. Certains spécialistes ne sont toutefois pas d'accord avec la Note de Turenne.

7.1 Vide sanitaire non chauffé

La figure 4 illustre une installation typique dans un vide sanitaire non chauffé avec fondation en béton. La membrane étanche à l'humidité empêche l'accumulation d'humidité dans le vide sanitaire, ce qui pourrait causer la détérioration de la structure. Le vide sanitaire doit être ventilé en conformité des Normes de construction résidentielle 1980, Section 180.

Figure 4

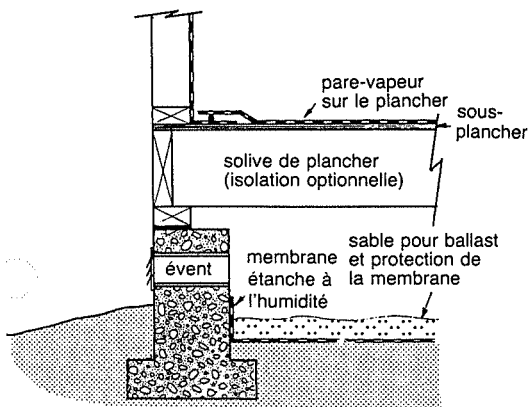


Figure 5

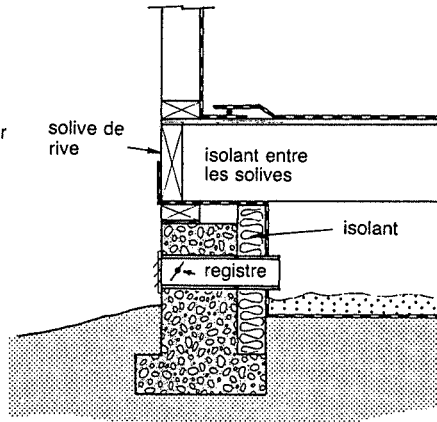


Figure 6

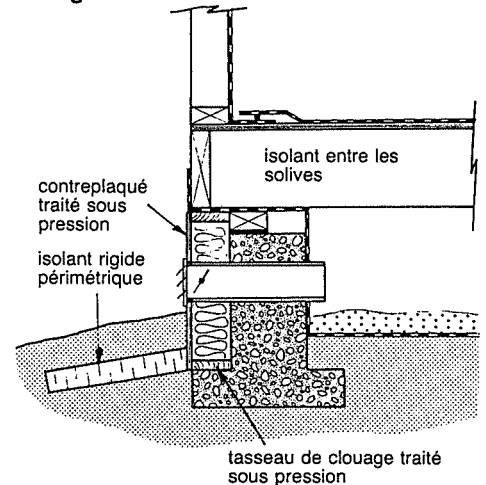
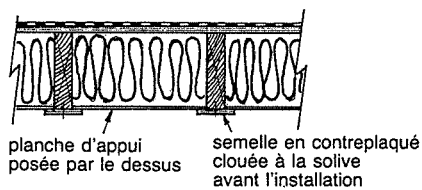


Figure 7



La figure 5 illustre une installation améliorée pour une maison à haut rendement énergétique. De l'isolant est posé contre le mur de fondation afin de réduire les pertes de chaleur et la membrane étanche à l'humidité est prolongée jusqu'à la solive de rive afin de réduire les infiltrations d'air dans le vide sanitaire. L'évent devrait être muni d'un registre ou d'un autre dispositif permettant de le fermer en hiver et de l'ouvrir en été.

La technique d'isolation illustrée à la figure 5 n'est pas très bonne car elle isole le mur de fondation de la chaleur de la maison et expose le béton à des températures rigoureuses. La figure 6 montre une installation améliorée par laquelle l'isolant est posé à l'extérieur de la fondation. Cet isolant périmétrique protège davantage le béton et aide à réduire les pertes de chaleur de la maison.

La figure 7 illustre un moyen pratique de supporter l'isolant de plancher au-dessus du vide sanitaire. De cette façon, l'isolant peut être posé par le dessus.

7.0 Fondations

7.2 Dalle indépendante et fondation

La figure 8 montre une façon acceptable de rendre étanche une fondation en béton avec une dalle indépendante appuyée sur hérisson. Un cordon continu de scellement est appliqué au point de rencontre extérieur de l'ossature de bois et du béton. L'isolant rigide réduit les pertes calorifiques au périmètre de la dalle. De cette façon, il n'y a pas moyen de rassembler le pare-vapeur de la dalle à celui du mur et il y aura des infiltrations (d'air ou de radon) dans l'espace entre les deux.

La figure 9 illustre une meilleure technique. Noter que les deux pare-vapeur sont bien assemblés contre la lisse basse de l'ossature de bois. Le cordon de scellement peut toujours être appliqué à l'extérieur de l'ossature, mais il n'est pas vraiment nécessaire.

Figure 8

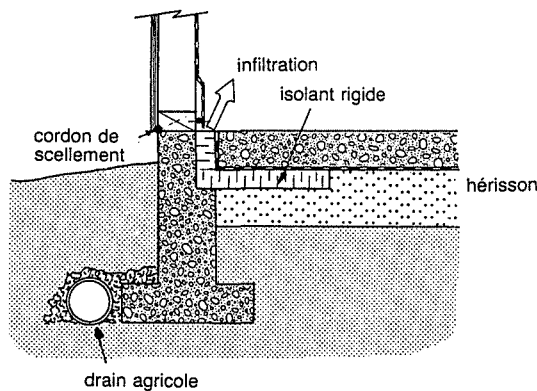
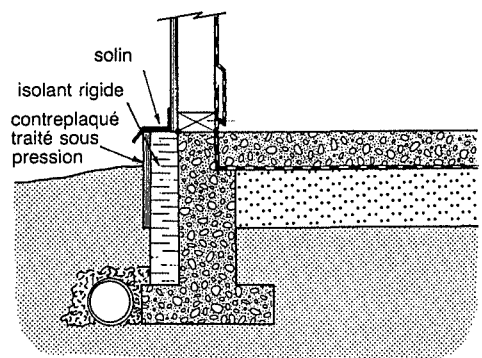


Figure 9



7.3 Dalle et fondation combinées

La figure 10 illustre la façon de traiter une dalle et fondation combinées, la dalle s'appuyant sur hérisson. L'infiltration d'air au point de rencontre de l'ossature de bois et du béton est empêchée par un cordon de scellement dont l'efficacité peut être détruite s'il y a des fuites dans le béton.

On peut améliorer l'étanchéité à l'air tout simplement en prolongeant le pare-vapeur sous la dalle jusqu'à l'endroit où il peut être joint au pare-vapeur du mur, comme l'indique la figure 11.

Figure 10

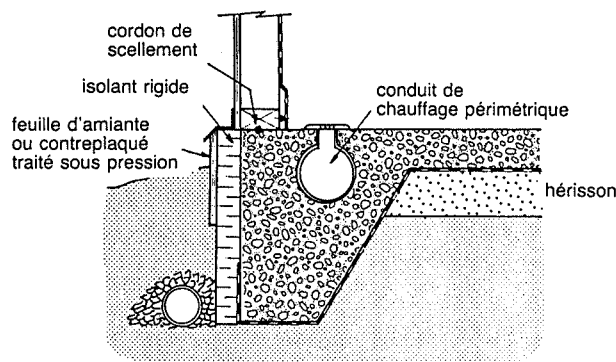
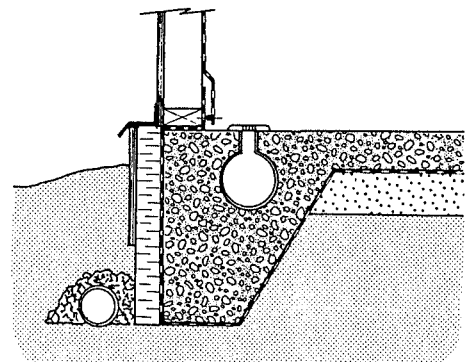


Figure 11



7.4 Fondation en bois traité sous pression

La figure 12 montre une fondation en bois traité sous pression avec une dalle en béton. La figure 13 illustre comment les deux pare-vapeur se rencontrent. Noter que la planche de nivellement sert à combler l'espace entre les deux pare-vapeur. C'est qu'il n'y a pas d'appui continu en bois, dans une position accessible, au pied du mur. En outre, le bord exposé du pare-vapeur de la dalle peut facilement être endommagé lorsque la dalle est coulée et aplanie.

Avant de couler la dalle, il faut agraffer le pare-vapeur, sans trop serrer, à la fondation en bois, en laissant beaucoup de jeu dans les coins. On applique ensuite un cordon continu de scellement le long du bord vertical du pare-vapeur et la planche de nivellement est clouée à travers ce cordon. Plus tard, le pare-vapeur du mur peut être joint et agrafé à la planche de nivellement.

Mise en garde

Avant de procéder à ce genre d'installation, les constructeurs devraient connaître à fond les méthodes à suivre pour ériger des fondations en bois traité sous pression, ainsi que tous les problèmes et exigences propres à la localité où les travaux sont effectués. Il faudrait prendre connaissance des renseignements publiés par le Conseil canadien du bois.

Figure 12

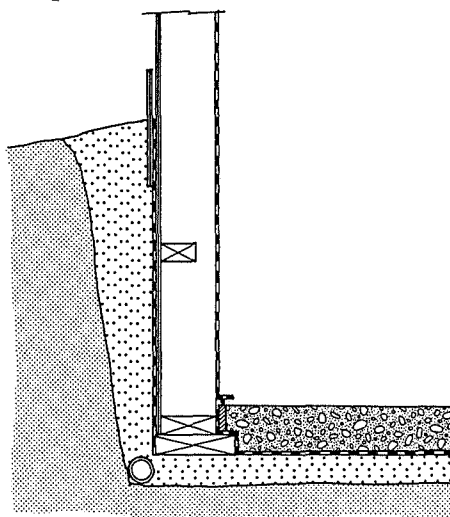
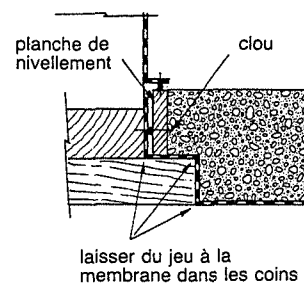


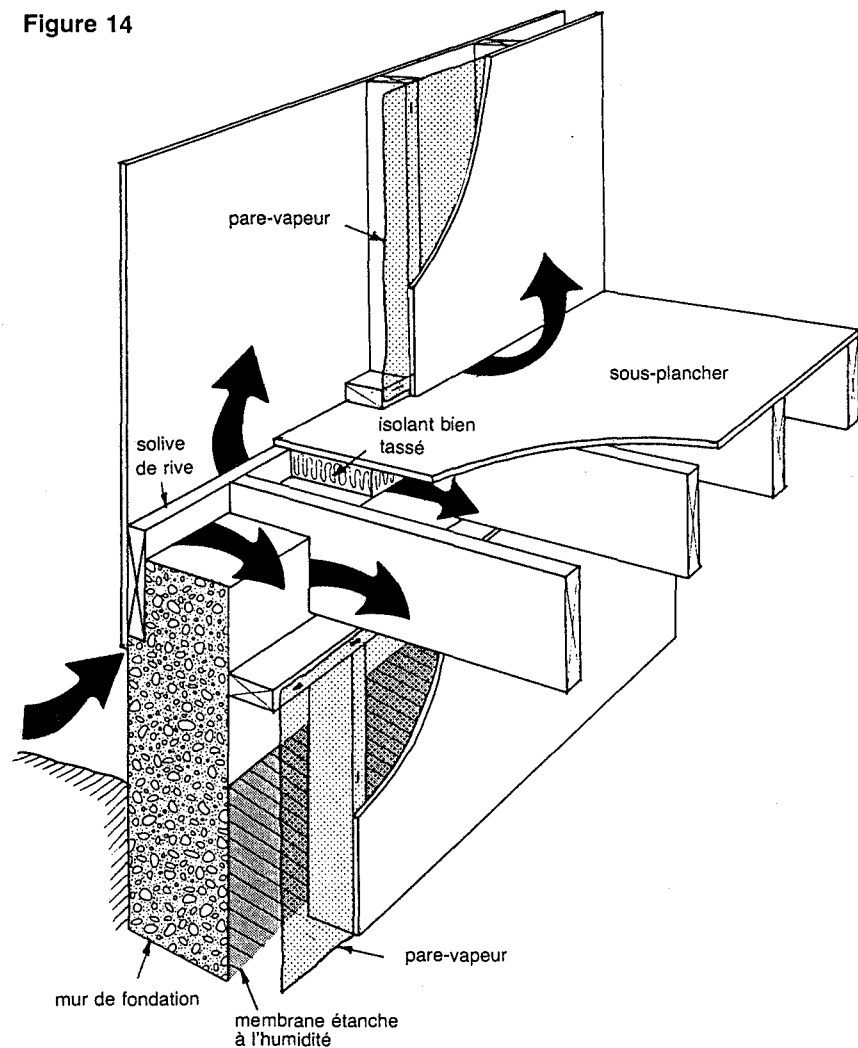
Figure 13



8.0 Installation autour des solives de rive

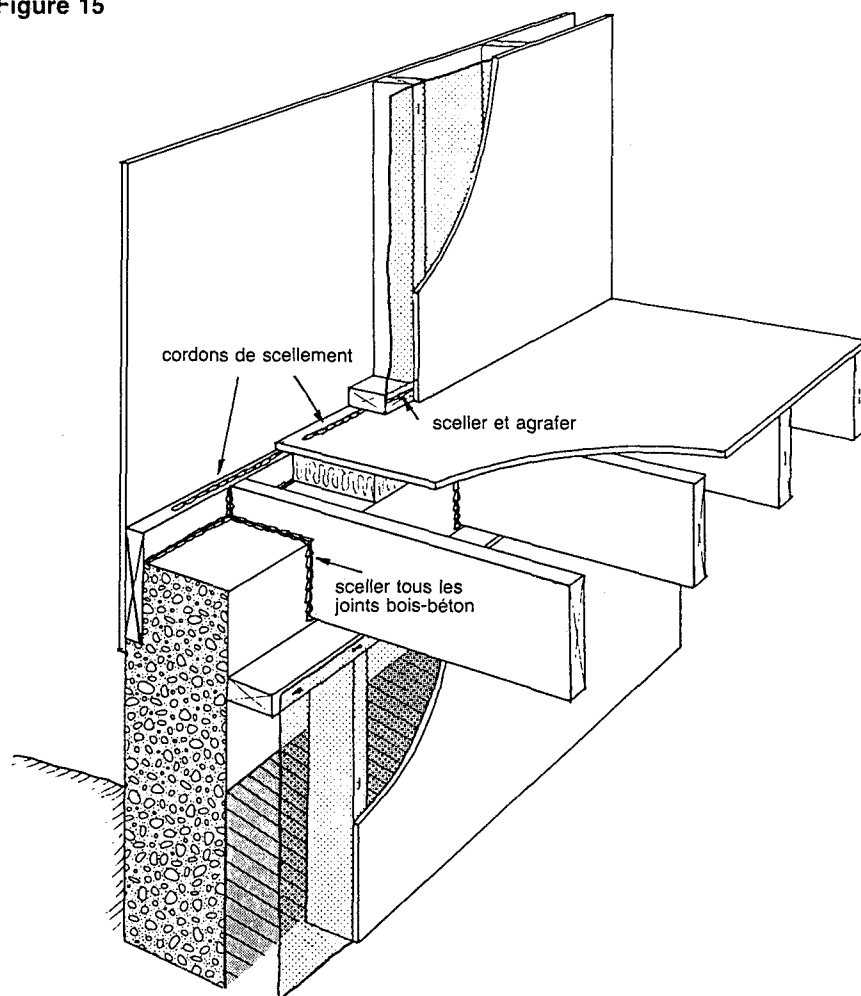
La figure 14 est un dessin détaillé typique illustrant une ossature à plate-forme assemblée à une fondation en béton. Ce genre de construction, avec les solives de plancher et de rive ancrées dans le béton, est relativement courant. Les infiltrations d'air, indiquées par les grosses flèches, sont dues partiellement aux brèches dans la structure et partiellement aux ouvertures dans le pare-vapeur à ces endroits. Dans certaines maisons, on met beaucoup d'isolant au-dessus du mur de fondation. On vise surtout à empêcher les infiltrations d'air, mais l'efficacité de cette mesure est douteuse. En général, cette partie de la structure tient lieu d'environ 10 à 20 pour cent des infiltrations totales d'air dans la maison, selon les particularités de construction de chacune. Par exemple, si l'extérieur est enduit de stuc, les infiltrations d'air à la solive de rive peuvent être considérablement réduites.

Figure 14



La figure 15 illustre comment on peut rendre la structure étanche à l'air. Si le travail est bien fait, les infiltrations d'air peuvent être réduites à un niveau négligeable à cet endroit. Cependant, une telle installation ne produit pas un bon effet de pare-vapeur. Il y aura probablement accumulation de givre à la solive de rive et sur le dessus de la fondation en béton, vu qu'il n'y a pas de circulation d'air pour entraîner la vapeur d'eau. Cette technique augmente le rendement thermique de la maison, mais elle crée des risques de détérioration de la structure.

Figure 15



8.0 Installation autour des solives de rive

Les figures 16 et 17 illustrent deux façons d'améliorer cette situation. La première consiste à poser de l'isolant en nattes à endos de papier kraft de façon à avoir un pare-vapeur continu. Pour que cette méthode réussisse, l'élément pare-vapeur de la natte doit être scellé au sous-plancher, à l'ossature de bois du sous-sol et aux côtés des solives de plancher, comme le montre l'illustration. La deuxième façon consiste à poser un panneau d'isolant rigide à basse perméabilité (tel que le "Styrofoam SM"). Cet isolant doit être calfeutré et scellé, comme le montre la figure 17. On voit aussi comment terminer le pare-vapeur sur le plancher du dessus.

Les deux méthodes exigent beaucoup de temps et de soins pour donner des résultats satisfaisants. Pour cette raison, elles ne sont probablement pas rentables dans la construction de maisons destinées à la vente. En outre, en bloquant l'approvisionnement en air chaud qui circulerait normalement près des solives de rive dans un sous-sol non fini, ce genre d'installation peut produire des points froids aux endroits indiqués. Cette solution est peut-être la meilleure à adopter quand il s'agit de prendre des mesures d'économie d'énergie dans une maison déjà construite, mais elle n'est pas recommandée pour les constructions neuves.

Figure 16

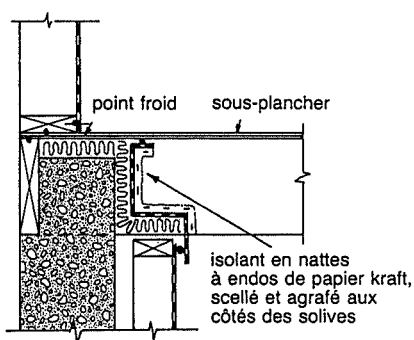
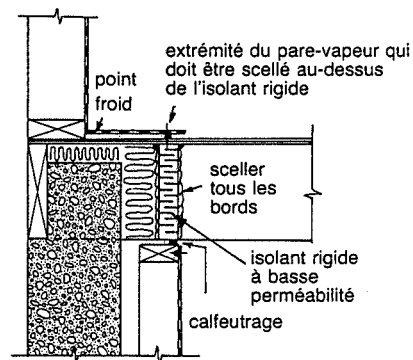


Figure 17



La meilleure technique dans ce genre de construction est illustrée à la figure 18. Il y a trois principales particularités: d'abord, les solives sont soulevées au-dessus du béton afin de permettre le passage d'une bande de pare-vapeur autour de la solive de rive; ensuite, la solive de rive est placée en retrait de la ligne du mur de fondation afin de permettre la pose d'isolant à l'extérieur de ce pare-vapeur; enfin, le pare-vapeur passe en-dessous de la lisse basse afin de ne pas être endommagé lorsque les solives de plancher seront installées. Le pare-vapeur peut encore subir des avaries en étant pressé contre la surface supérieure du mur de fondation; on peut prévenir ce risque en posant une bande de feutre sous le pare-vapeur.

L'isolant rigide à l'extérieur de la solive de rive devrait idéalement avoir de 25 à 50 mm d'épaisseur. S'il a moins de 25 mm, il n'isolera pas beaucoup. S'il a plus de 50 mm, il y aura là un point faible pour la pose du revêtement et du parement. On *peut* utiliser une plus forte épaisseur mais, afin d'avoir l'appui nécessaire pour la pose du revêtement et du parement, l'isolant doit être entrecoupé de cales verticales clouées à la solive de rive, comme le montre la figure 18a. Ces cales doivent être posées à la même distance que les poteaux muraux au-dessus.

Figure 18

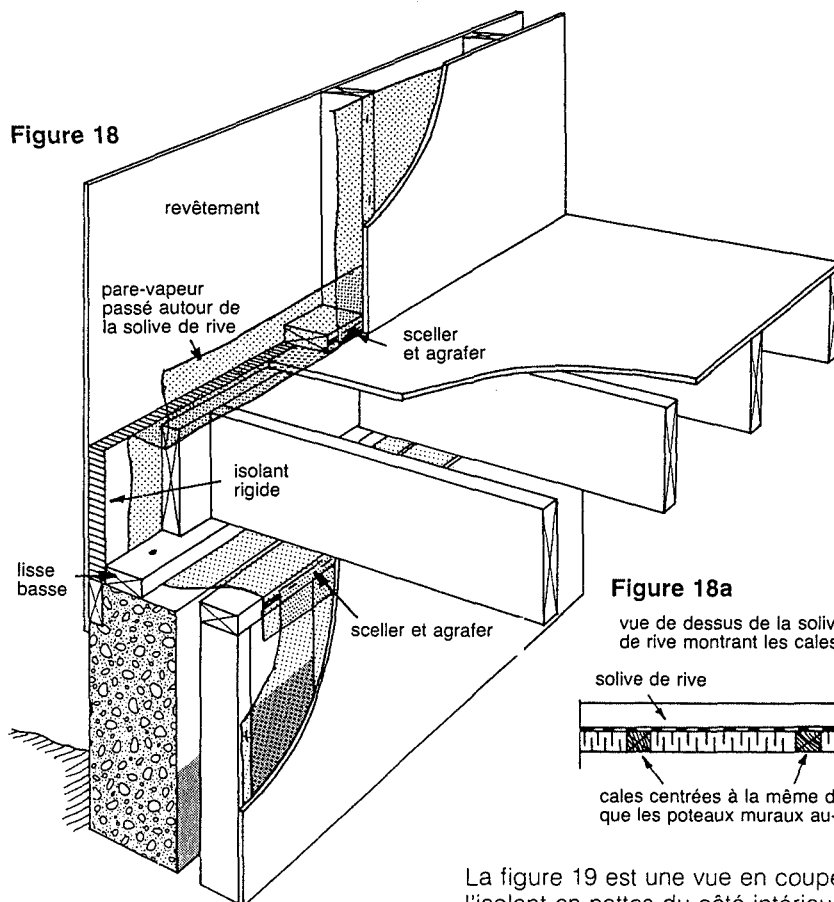


Figure 19

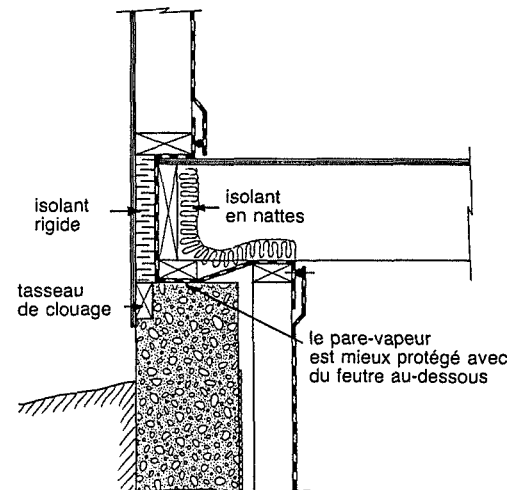
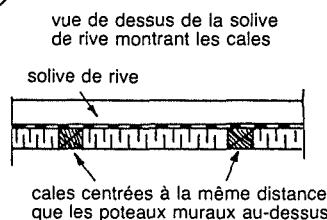


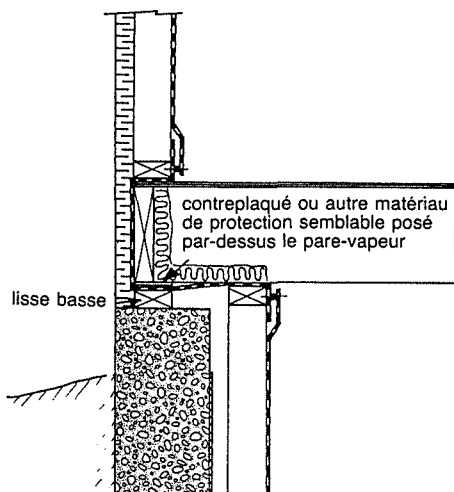
Figure 18a



La figure 19 est une vue en coupe de la même installation et elle montre aussi l'isolant en nattes du côté intérieur de la solive de rive. Comme il y a beaucoup d'espace entre les solives de plancher à cet endroit, il est tentant de remplir entièrement l'espace avec de l'isolant. *Cela est à éviter*. La quantité d'isolant en nattes à cet endroit dépend de la quantité située du côté extérieur de la solive de rive. La résistance thermique de l'isolant intérieur ne doit pas être plus de la moitié de celle de l'isolant extérieur (voir la section précédente traitant de l'emplacement du pare-vapeur, Section I, page 28).

8.0 Installation autour des solives de rive

Figure 20



8.1 Problème de la lisse basse

La figure 20 montre une autre façon légèrement améliorée de poser le pare-vapeur. À noter que, comme l'isolant rigide se termine au haut du mur de fondation, la lisse basse peut être exposée à des températures froides à cause des pertes de chaleur à travers le béton. Il peut donc se produire de la condensation autour de la lisse basse. La solution consiste à poser la lisse basse à l'extérieur du pare-vapeur, comme l'indique l'illustration.

Dans une maison à ossature de bois de deux étages, le pare-vapeur passe de l'étage inférieur à l'étage supérieur comme l'indique la figure 26. À noter que dans ce cas, le pare-vapeur est protégé par un morceau de contreplaqué plutôt que par une lisse basse de 38 mm par 89 mm.

Dans la figure 21, où l'isolant est continu le long du mur extérieur, il n'est pas nécessaire de poser la lisse basse à l'extérieur du pare-vapeur et il y a une économie marginale à faire passer le pare-vapeur sous la lisse basse.

Les mêmes observations générales et la même technique s'appliquent aux fondations en bois traité sous pression. La figure 22 illustre les points d'infiltration d'air dans une construction ordinaire. La figure 23 montre une solive de rive

Figure 21

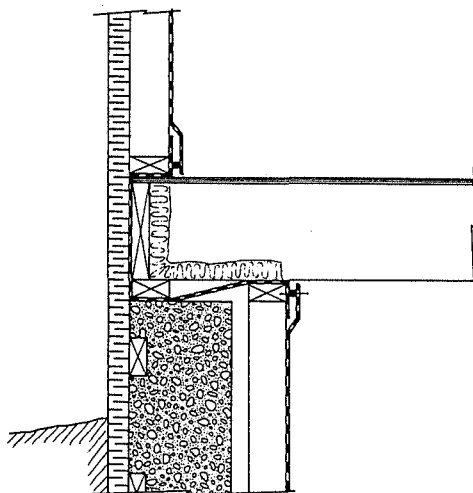


Figure 22

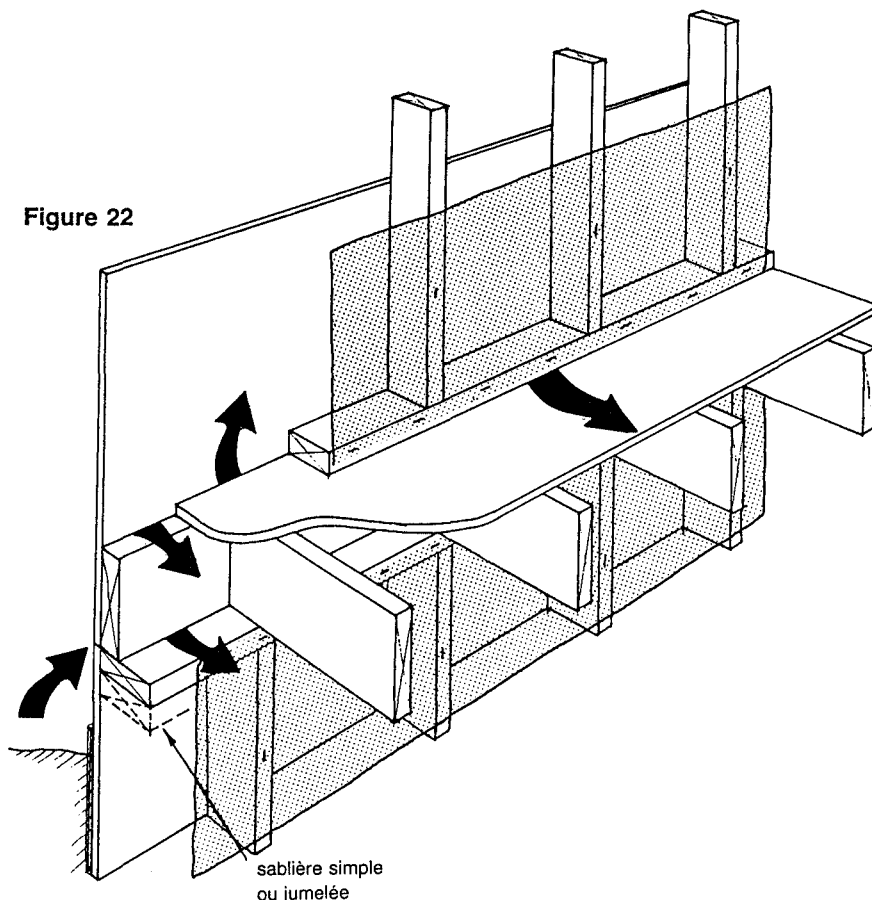


Figure 26

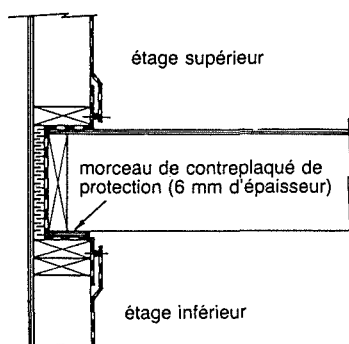
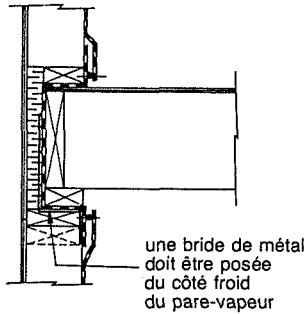


Figure 24



posée en retrait, le pare-vapeur en faisant le tour. On trouve essentiellement le même plan, avec un genre différent de revêtement, à la figure 24. A noter que l'emploi d'une lisse basse faite de pièces de bois de 38 mm par 89 mm dans le mur supérieur permet une meilleure isolation à cet endroit.

La figure 25 illustre une autre variante. Dans ce cas, comme l'isolant est beaucoup plus épais à la solive de rive, il est recommandé de poser un appui pour le clouage du parement. La pose de cales comme à la figure 18a est une bonne méthode, de même qu'une bande de contreplaqué entre les deux couches d'isolant.

Figure 25

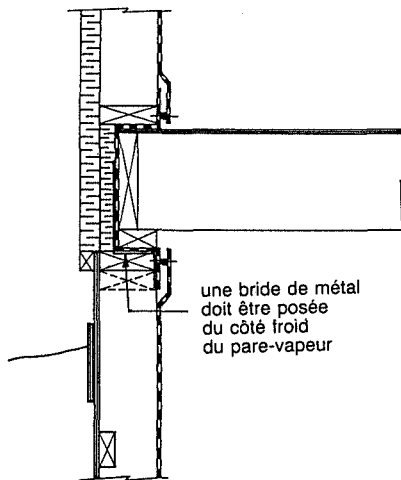
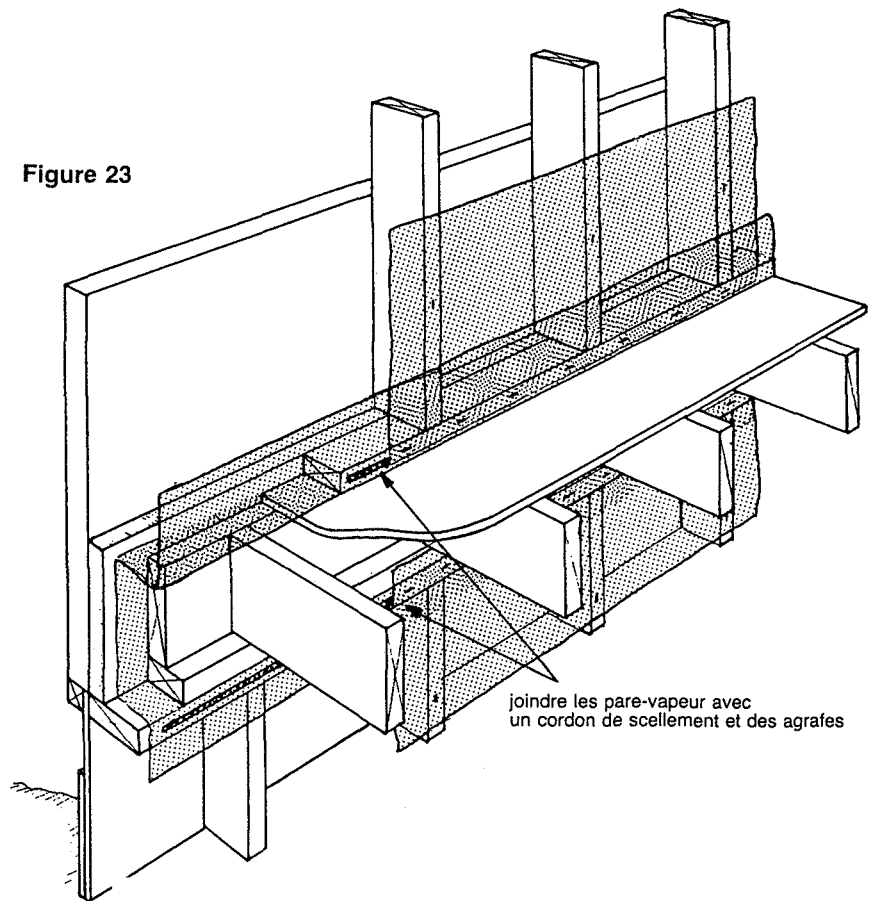


Figure 23



9.0 Poutres de soutien

Figure 27

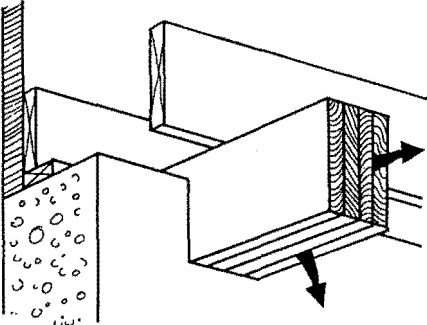


Figure 28

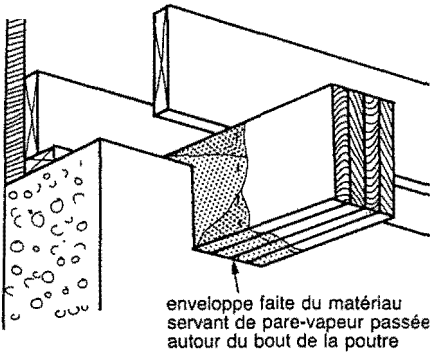


Figure 29

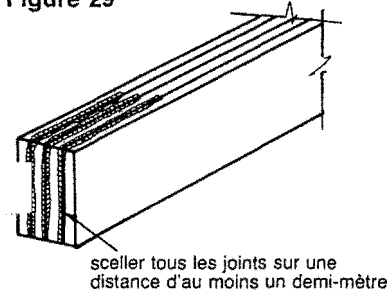
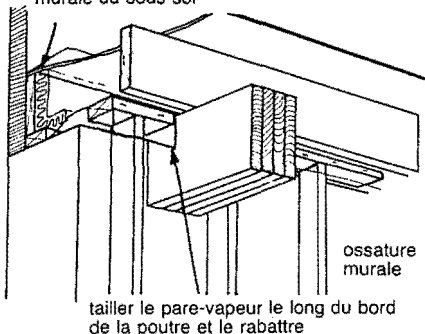


Figure 32

poser l'isolant de la solive de rive avant de monter l'ossature murale du sous-sol



La poutre de soutien est une source d'infiltration d'air. L'air peut pénétrer entre les joints au bout de la poutre et s'infiltrer le long de la poutre, évitant ainsi toute installation étanche. Voir la figure 27 à cet égard.

Une solution est présentée à la figure 28. Chacun des bouts de la poutre est enveloppé avec le matériau servant de pare-vapeur avant que la poutre ne soit ancrée au béton. Cette technique n'est pas bonne parce que le pare-vapeur peut être endommagé pendant la pose du béton.

Une meilleure solution est de sceller les joints aux bouts de la poutre, comme on le voit à la figure 29. Le scellement doit s'étendre sur une distance d'au moins un demi-mètre le long de la poutre.

Si cette technique n'est pas appliquée au cours de la construction, la figure 30 illustre une façon de corriger cette lacune. Un trou de 6 mm est percé verticalement dans la poutre à chaque joint et du composé de scellement est posé sous pression dans ces trous. Finalement, le composé est étendu le long des joints jusqu'au béton.

La figure 31 montre comment fixer le pare-vapeur de la solive de rive à la poutre de soutien. Noter comment la poutre s'appuie contre la lisse basse; ainsi, il n'est pas nécessaire de plier ou de tailler de façon particulière le pare-vapeur à cet endroit.

L'étape suivante consiste à tailler le pare-vapeur le long du bord de la poutre et à le rabattre sur l'ossature murale du sous-sol, comme le montre la figure 32. Noter qu'une fois que l'ossature est dans cette position, il peut être difficile d'avoir accès à la solive de rive à cet endroit. Il est donc recommandé de poser l'isolant du côté intérieur de la solive de rive avant de monter l'ossature murale.

Finalement, après que les murs du sous-sol ont été isolés, le pare-vapeur mural est scellé et agrafé autour de la poutre de soutien, comme à la figure 33.

Figure 30

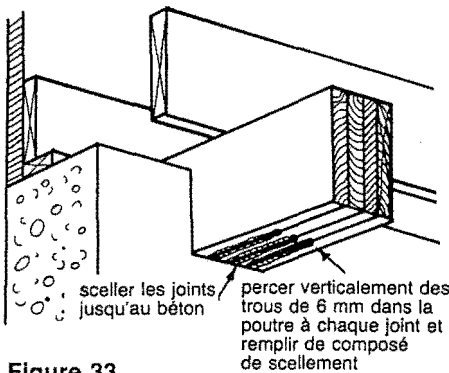


Figure 31

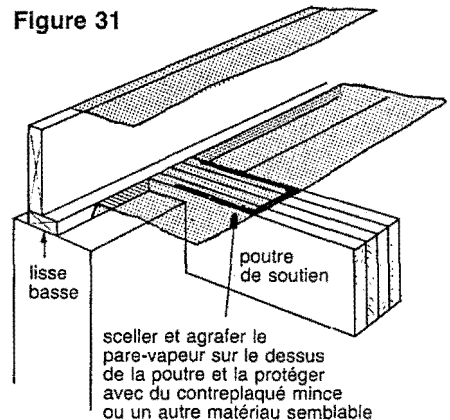
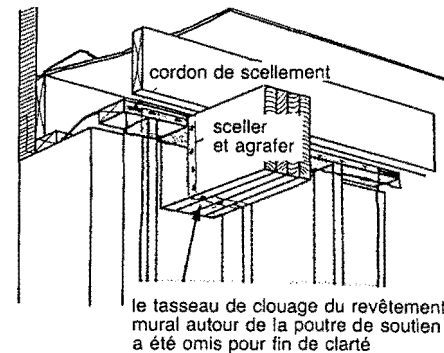


Figure 33



10.0 Cloisons

10.1 Le problème

Il y a des avantages évidents à planifier la construction d'une maison de façon à ce que toute l'ossature soit exécutée en une seule opération. Cela signifie que les cloisons sont installées tôt au cours de la construction. Plus tard, quand le pare-vapeur est installé, il doit contourner les diverses cloisons. Il peut en résulter certains passages pour l'infiltration d'air, comme le montre la figure 34.

Cette figure montre un genre de construction qui a été adopté récemment dans certains secteurs de l'industrie du bâtiment. Une bande de pare-vapeur est insérée entre les deux pièces de la sablière jumelée de la cloison, de sorte que le pare-vapeur soit continu tout au long de la partie supérieure du mur. Mais, parce que le pare-vapeur du plafond n'est pas scellé à cette bande, il existe un passage d'air au joint du pare-vapeur. Ce procédé n'est pas beaucoup mieux que la technique décrite plus tôt, où il n'y a pas de bande de pare-vapeur entre les pièces de la sablière jumelée.

10.2 Une solution intermédiaire

La figure 35 montre une cloison avec une sablière unique, tel que le préconisent certains constructeurs. Cette technique peut toutefois être appliquée aussi à la sablière jumelée. Elle consiste à sceller et à agraffer le pare-vapeur du plafond aux côtés de la sablière et à calfeutrer tous les trous pour la filerie. Il peut encore y avoir des infiltrations d'air par des fissures et les trous causés par les noeuds: ce n'est donc pas une technique idéale.

Figure 34

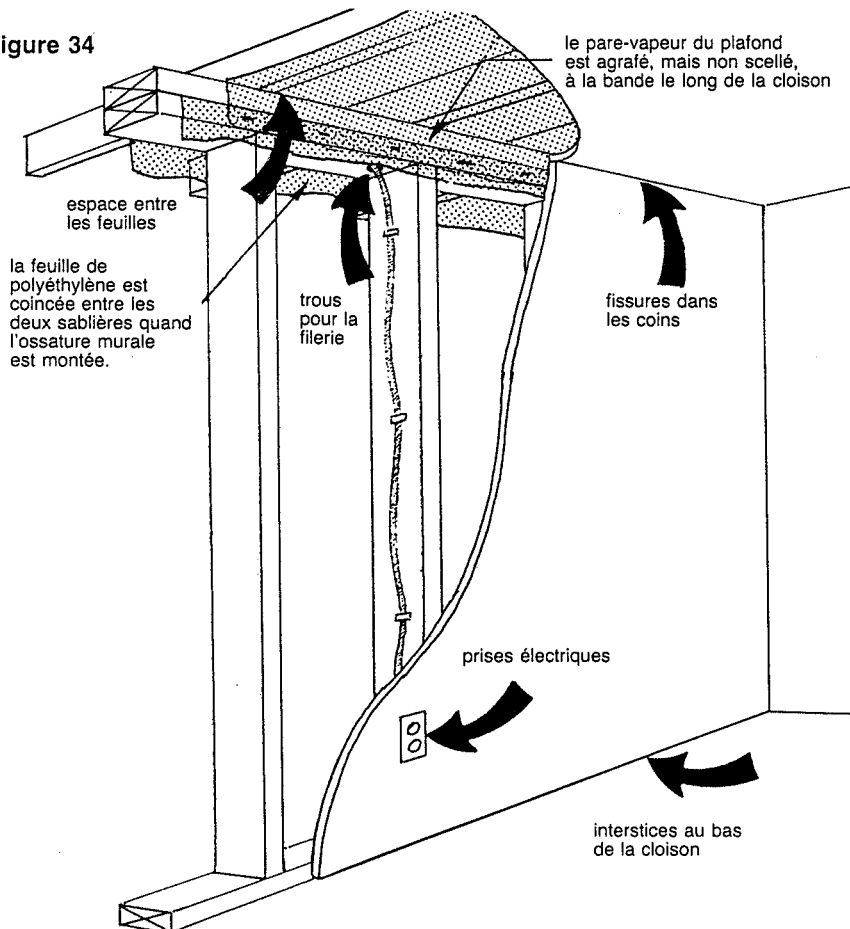
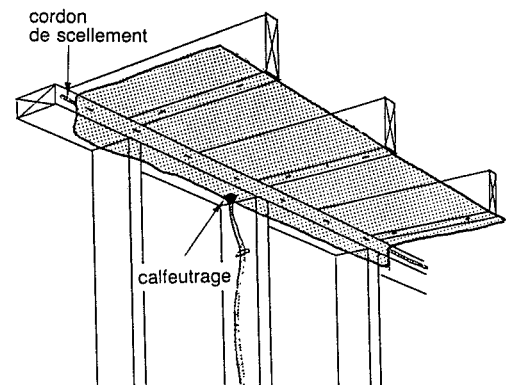


Figure 35



A noter que les Normes de construction résidentielle 1980, Section 26E(5) exigent que le pare-vapeur soit continu en haut des cloisons.

10.0 Cloisons

10.3 Une mauvaise solution

On peut corriger les lacunes de la sablière en posant une bande pare-vapeur sur le dessus de la sablière et en la scellant au pare-vapeur du plafond comme l'indique la figure 36. Cette solution n'est pas à recommander: le pare-vapeur en haut du mur risque d'être endommagé lorsque les fermes de toit seront installées et le pare-vapeur constitue un appui très glissant pour les fermes.

10.4 Une meilleure solution

La figure 37 illustre une meilleure solution, selon laquelle le pare-vapeur est posé entre les deux sablières. De cette façon, le pare-vapeur est continu, l'appui des fermes est solide et on ne risque pas d'endommager le pare-vapeur. Cette solution est semblable à celle qui est montrée à la figure 34, sauf que les deux pare-vapeur sont maintenant scellés.

Lorsque la cloison est parallèle aux solives de plafond, il est normal de poser un tasseau de clouage pour supporter le panneau de plâtre du plafond. Ce tasseau peut assurer la protection nécessaire au pare-vapeur et permettre d'éviter ainsi la pose d'une sablière jumelée, comme le montre la figure 38. Le seul problème avec cette façon de procéder, c'est qu'il faut utiliser des techniques différentes pour les cloisons qui sont parallèles aux solives et celles qui y sont perpendiculaires. La cloison parallèle ne nécessite qu'une sablière simple, tandis que la cloison perpendiculaire nécessite une sablière jumelée. Cela signifie que les montants doivent être de longueur différente pour les deux genres de cloison. Il est plus simple de poser une sablière jumelée aux deux cloisons.

La figure 39 illustre une cloison parallèle aux fermes de toit, avec une sablière jumelée.

Si on oublie de poser la bande pare-vapeur au début de la construction, il est tentant de corriger cette erreur en posant une bande pare-vapeur en passant par-dessus le mur fini. Il n'y a pas de problème lorsqu'il s'agit d'un mur perpendiculaire mais, dans le cas d'un mur parallèle, il peut rester des poches d'air sous l'isolant, comme le montre la figure 40. Ces poches peuvent se prolonger jusqu'au bord extérieur du toit et offrir ainsi un passage à l'air froid. Il peut en résulter de l'accumulation de givre ou de la condensation au-dessus de la cloison.

Figure 36

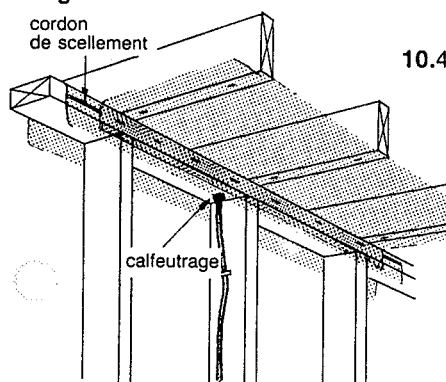


Figure 37

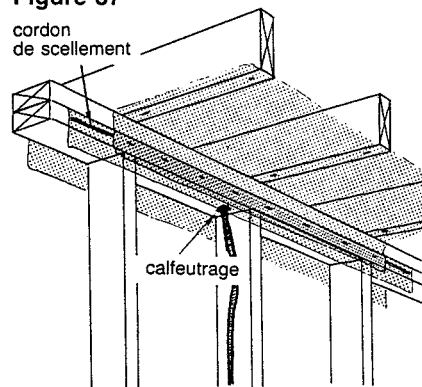


Figure 38

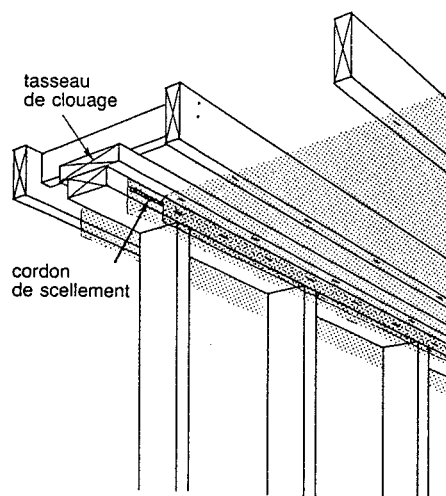


Figure 39

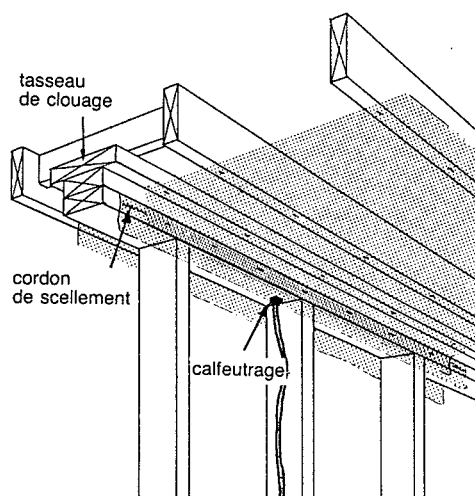


Figure 40

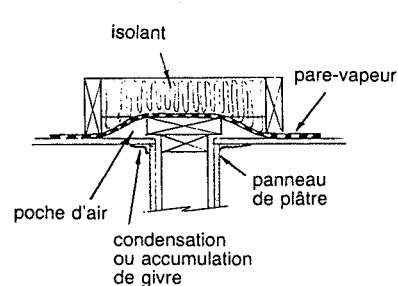
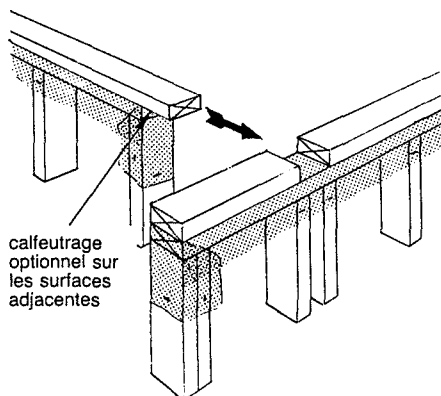


Figure 41



A l'extrémité libre de la cloison, il n'est pas nécessaire de prendre beaucoup de soin pour la pose du pare-vapeur. Le plus simple et le mieux est de rabattre le pare-vapeur sur le dernier poteau et de l'agrafer, comme l'illustre la figure 41. Cela constitue un bon joint entre deux cloisons.

Il est difficile de fixer le pare-vapeur du plafond à l'extrémité d'une cloison sans qu'il y ait des vides dans les coins. Il faut ordinairement faire du rapiéçage et, à cette fin, disposer d'un appui approprié. Les figures 42 et 43 montrent les travaux préliminaires à exécuter à l'extrémité libre de cloisons parallèles et perpendiculaires aux solives.

Figure 42

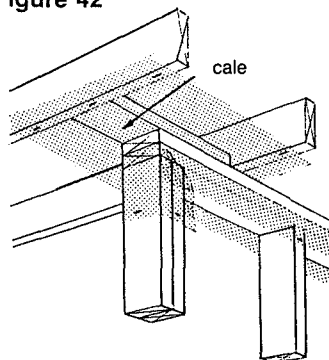
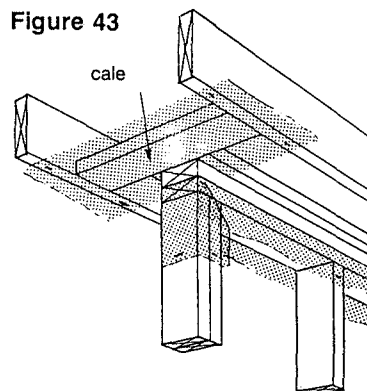


Figure 43



10.5 La cloison dans son ensemble

Les travaux préliminaires pour une cloison dépendent de l'endroit où elle doit être montée. La figure 44 montre divers genres de cloisons. Dans la cloison n° 1, par exemple, il faut poser une bande pare-vapeur sur le dessus de la cloison et le long du poteau du mur extérieur. La cloison n° 4 exige une bande pare-vapeur le long du poteau du mur extérieur et sur la lisse basse.

La figure 45 illustre les travaux à faire sur une cloison semblable à celle du n° 1 ci-dessus. A noter qu'il est recommandé de laisser une bonne longueur de polyéthylène à chaque extrémité plutôt que d'avoir à rapiéçer une membrane qui a été taillée trop courte.

Figure 44

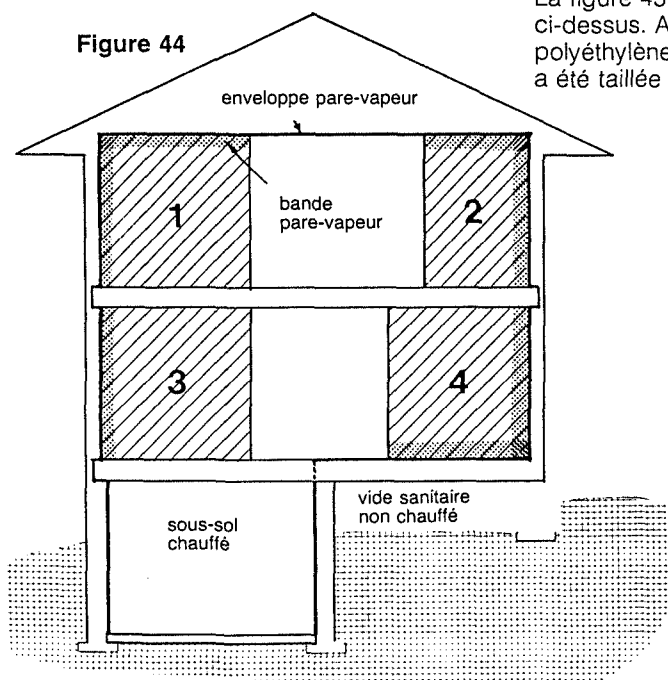
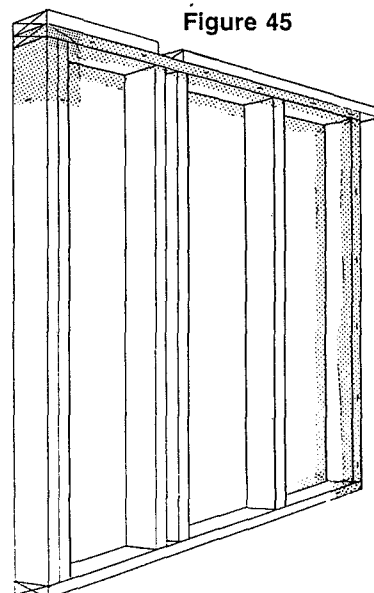
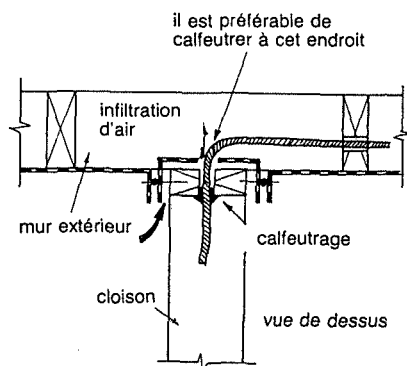


Figure 45



10.0 Cloisons

Figure 47



La figure 46 montre comment ce genre de cloison est appuyé contre le mur extérieur. Noter la façon dont il est appuyé contre le pare-vapeur qui contourne la solive de rive. La meilleure solution est de sceller avec du composé de scellement les surfaces adjacentes des deux pare-vapeur avant de fixer le mur en place.

Noter également la cale horizontale sur le mur extérieur. Cette cale sert d'appui au panneau de plâtre posé sur ce mur et est préférable aux tasseaux de clouage verticaux puisque l'isolation est alors meilleure à l'extrémité de la cloison.

La figure 46 montre la façon la plus simple de calfeutrer le trou servant de passage à un fil électrique qui passe par l'extrémité d'une cloison. Ce n'est pas la meilleure solution puisqu'il subsiste des risques d'infiltration d'air, comme le montre la figure 47. Il vaut mieux poser du calfeutrage à l'endroit où le fil traverse le pare-vapeur. Cela n'est toutefois pas toujours possible et les avantages de cette méthode ne sont pas suffisants pour justifier d'importantes modifications dans les étapes de la construction.

La figure 48 montre comment préparer la cloison d'une ossature murale dans une maison à un seul étage, au-dessus d'un vide sanitaire non chauffé. La série de figures qui suivent sont suffisamment explicatives et illustrent les particularités de la pose du pare-vapeur autour de la cloison.

Figure 46

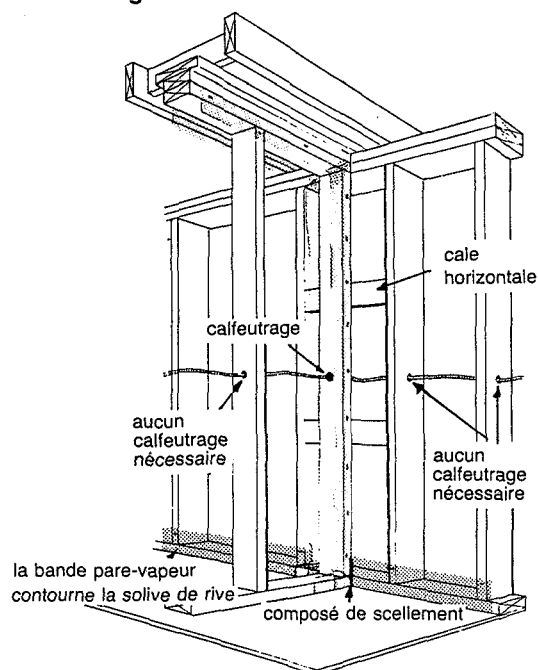


Figure 48

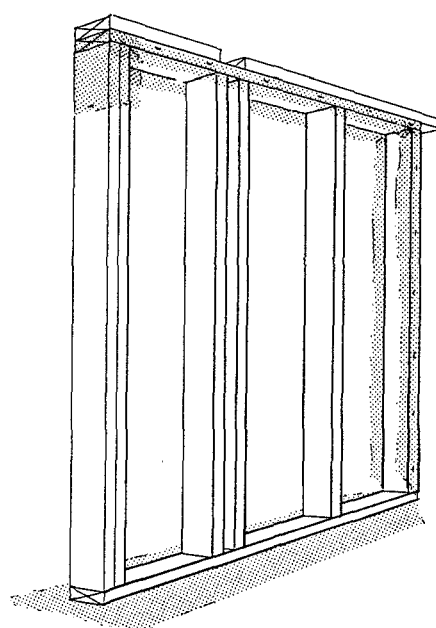


Figure 49: pose du pare-vapeur du plafond

Figure 50: pose du pare-vapeur mural

La figure 51 montre l'installation une fois le revêtement mural posé. Le sous-plancher est alors nettoyé et un cordon de scellement continu est posé tout le long des lames à parquet juste avant que le pare-vapeur du plancher ne soit posé.

Une fois que ce pare-vapeur est posé, il risque d'être endommagé. Il faut donc y faire attention pendant l'installation et le matériau de sous-finition devrait être posé le plus tôt possible sur le pare-vapeur.

Figure 49

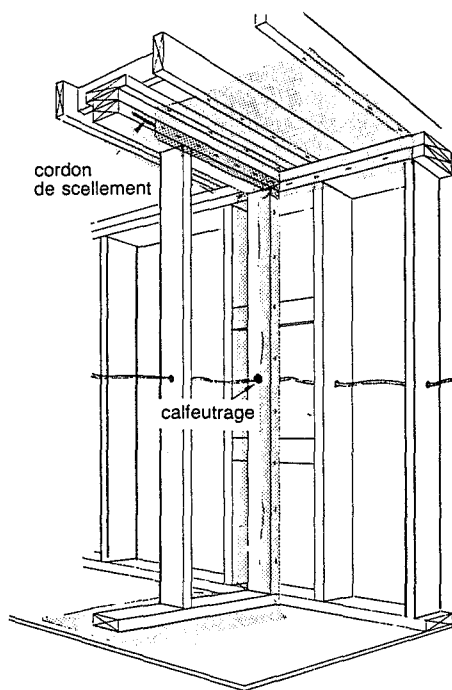


Figure 50

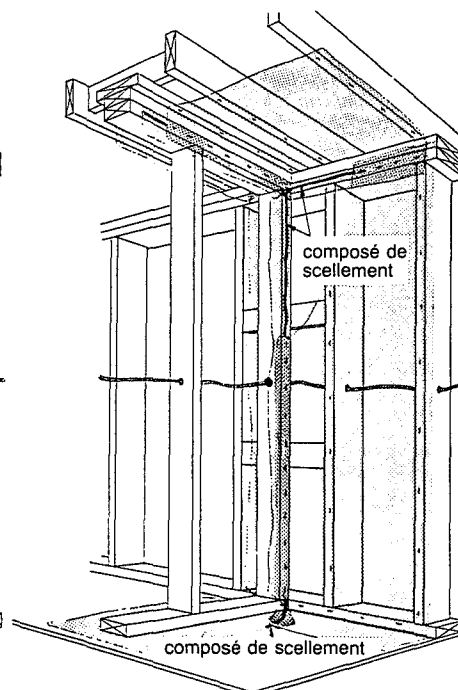
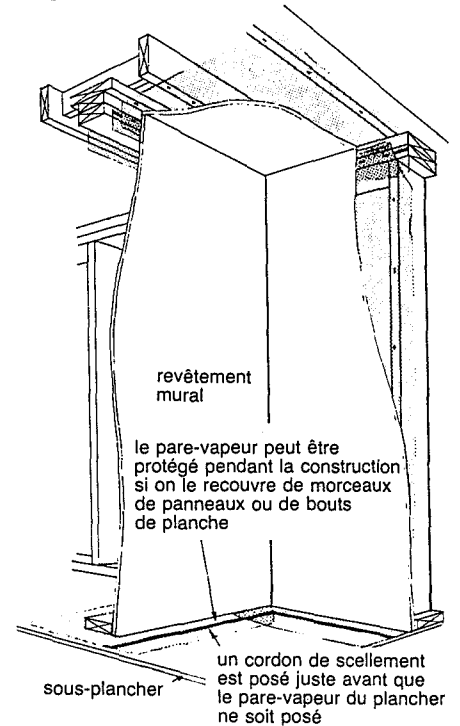


Figure 51



10.0 Cloisons

Figure 52

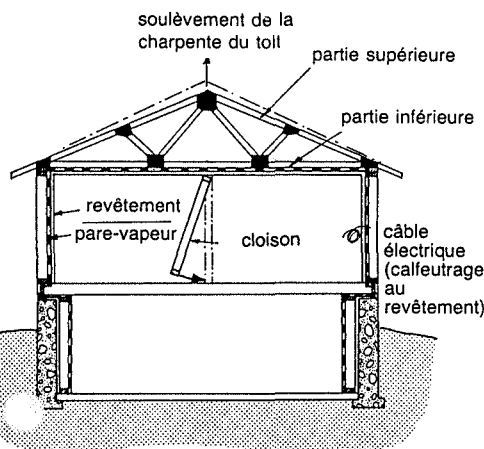
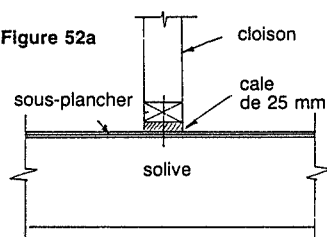


Figure 52a



10.6

La meilleure façon de traiter les cloisons

Il est maintenant évident que les cloisons compliquent considérablement l'installation d'une membrane d'étanchéité. C'est pourquoi on peut faire l'affirmation suivante:

Dans une maison ordinaire, il y a des avantages à exécuter tous les travaux d'ossature en une seule opération mais, dans une maison étanche, ces avantages n'existent à peu près plus vu les difficultés présentées par la pose du pare-vapeur autour des cloisons.

Les constructeurs de maisons à haut rendement énergétique adoptent de plus en plus de nouvelles techniques de construction, qui consistent à poser le pare-vapeur avant de monter les cloisons. Il est ainsi possible d'installer le pare-vapeur autour de l'enveloppe extérieure de la maison avec un minimum de joints et de ruptures. L'économie réalisée dans les coûts d'installation du pare-vapeur est probablement préférable aux coûts entraînés par les interruptions dans les travaux d'ossature et d'électricité.

Les principales caractéristiques de ce genre de construction sont schématisées aux figures 52 et 52a. La cloison est construite 25 mm plus court que sa hauteur finale de façon à pouvoir être érigée facilement comme dans l'illustration. Une cale de 25 mm est ensuite placée sous la lisse basse. Quand on met le mur en place, il n'y a pas de problème pour passer les fils électriques.

Le principale question soulevée dans ce genre de construction est de savoir si les cloisons doivent être érigées avant ou après la pose du revêtement mural sur les murs extérieurs. Il n'y a qu'un léger avantage à poser les cloisons en premier: il est alors plus facile de voir où planter les clous pour qu'ils soient enfoncés dans l'ossature mais, en même temps, le pare-vapeur est exposé au vent pour une plus longue période.

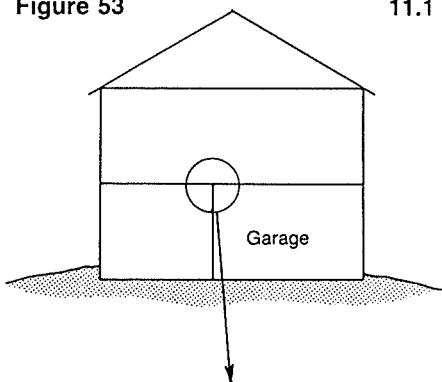
L'autre technique, qui consiste à ériger les cloisons après avoir posé le revêtement mural, permet de mieux protéger le pare-vapeur. Le pare-vapeur n'est alors pas exposé au vent et il ne risque pas d'être endommagé lorsqu'on érige les cloisons. Il est aussi mieux protégé contre les effets du soulèvement de la charpente du toit. A noter que les solives de plafonds sont capables de supporter le revêtement du plafond sans l'aide des cloisons. Les inquiétudes de certains constructeurs à cet égard sont sans fondement.

Le soulèvement de la charpente se produit lorsqu'il y a un contenu d'humidité différent dans les parties inférieure et supérieure de la charpente du toit. En hiver, la partie inférieure est plus chaude que la partie supérieure et contient donc moins d'humidité. La partie supérieure tend alors à se dilater par rapport à la partie inférieure. Ce mouvement produit un effet de soulèvement au centre de la charpente et peut entraîner la formation de fissures dans le revêtement mural, au point de rencontre des cloisons et du plafond. Dans une maison à haut rendement énergétique, l'isolant supplémentaire sur la partie inférieure produit une différence de température plus prononcée entre les deux parties. Il est probable que ce phénomène produira un effet de soulèvement encore plus prononcé, bien qu'il n'y ait pas eu suffisamment d'études sérieuses à ce sujet. Si cet effet devient un problème dans les maisons à haut rendement énergétique, la conception de la charpente devra peut-être être repensée.

Le genre de construction illustrée à la figure 52 – les cloisons ayant été érigées avant le revêtement mural – protège suffisamment contre le soulèvement de la charpente. Il n'empêchera pas la formation de fissures en haut des cloisons, mais il empêchera sûrement d'endommager sérieusement le pare-vapeur au-dessus de la cloison. Pour cette raison et aussi à cause des économies possibles dans les coûts de construction, les auteurs recommandent ce genre de construction.

11.0 Endroits difficiles

Figure 53



11.1 Garage à même la maison

La figure 53 montre la difficulté de maintenir un pare-vapeur continu dans un garage à même la maison. Les solives occasionnent une rupture dans le pare-vapeur et il n'y a pas de moyen facile ou efficace de surmonter le problème.

La solution recommandée est illustrée par une vue latérale à la figure 54 et en perspective dans la figure 54a. La brèche dans le pare-vapeur est comblée soit par une cale en bois, soit par un morceau d'isolant rigide à basse perméabilité (tel que le "Styrofoam SM"). Si on utilise des cales en bois, on peut améliorer légèrement l'installation en peignant le côté chaud des cales avec de la peinture pare-vapeur ou en les enveloppant de polyéthylène avant de les poser. Le scellement est particulièrement important: il faut rendre totalement étanche à l'air les lisières des deux pare-vapeur.

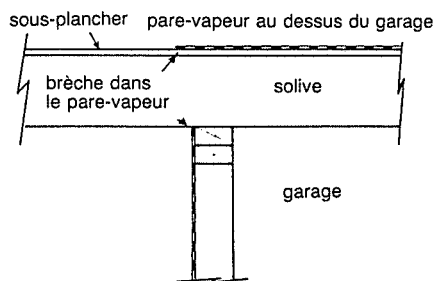


Figure 54

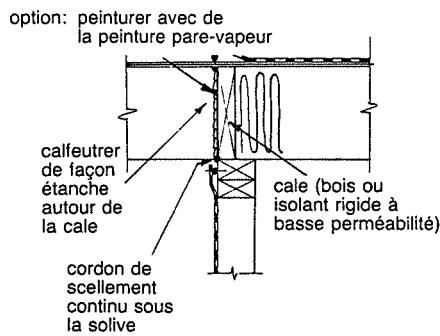


Figure 54a

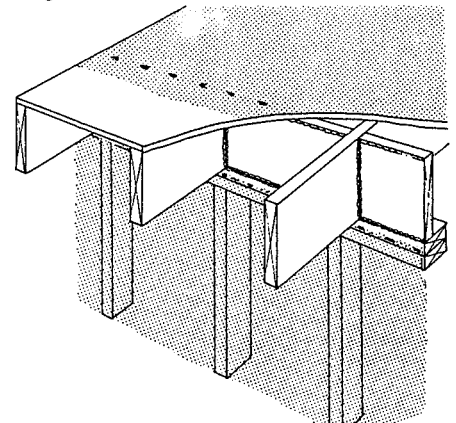
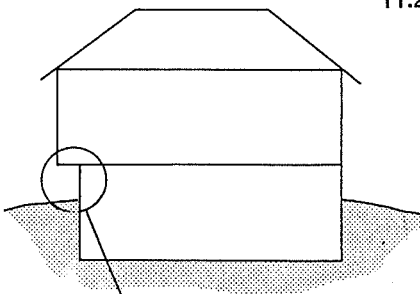


Figure 55



11.2 Porte-à-faux

L'endroit difficile est montré à la figure 55. La situation est semblable à celle du garage à même (figure 53); la brèche dans le pare-vapeur doit être comblée malgré les solives.

Le procédé montré à la figure 56 *n'est pas acceptable*. Le pare-vapeur se situe alors à l'extérieur de l'isolant dans le porte-à-faux et il y aura sûrement de l'humidité à l'intérieur du plancher à cet endroit.

La solution recommandée est illustrée à la figure 57. Les détails techniques sont exactement les mêmes que pour le garage à même (figures 54 et 54a). A noter que si on utilise de l'isolant rigide comme cales entre les solives, le code du bâtiment exige qu'il soit recouvert.

Figure 56

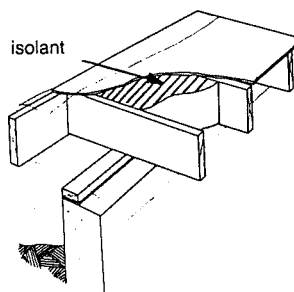
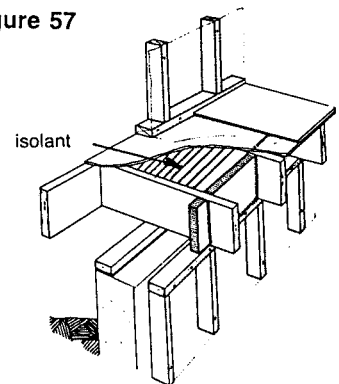


Figure 57



11.0 Endroits difficiles

Figure 58

11.3

Plafonds des maisons à mi-étages

La difficulté consiste à combler la brèche dans le pare-vapeur dans l'ossature du mur, comme à la figure 58.

La figure 59 montre quatre solutions acceptables, bien que chacune ait des avantages et des inconvénients.

Dans la figure 59a, la brèche est comblée par des calès de bois scellées. La technique est difficile, si on veut que les résultats soient bons.

La figure 59b illustre une bonne solution qui n'exige pas de travaux supplémentaires à l'ossature. Ce n'est toutefois pas une bonne solution s'il doit y avoir de la plomberie dans ce mur puisqu'il est alors difficile de rendre étanche les trous où passent les tuyaux et les colonnes d'évent.

Dans la figure 59c, la pose du pare-vapeur est simplifiée si l'ossature est divisée en deux murs nains. Cette solution est bonne pour ce qui est de la continuité du pare-vapeur, mais non du point de vue de la structure (problèmes de rétrécissement et d'alignement des deux parties de mur).

La figure 59d est bonne d'un point de vue technique et produit une bonne étanchéité à peu de frais. Il n'y a pas d'inconvénient à faire passer le pare-vapeur à l'extérieur du poteau, pourvu qu'il y ait deux fois plus d'isolant du côté froid que du côté chaud. Il y a certaines difficultés à poser une quantité suffisante d'isolant contre ce mur vertical. On peut y contrevenir en utilisant 4 pouces d'isolant rigide, ce qui aide aussi à protéger le pare-vapeur.

La technique illustrée à la figure 59d peut aussi s'appliquer lorsque les solives de toit sont perpendiculaires à l'ossature murale, comme à la figure 60. La seule différence est l'ajout d'un tasseau de clouage. Ce tasseau de clouage sert principalement à fournir un appui solide pour joindre les deux pare-vapeur, mais il peut aussi servir à joindre le coin inférieur des solives.

Figure 59

Figure 59a

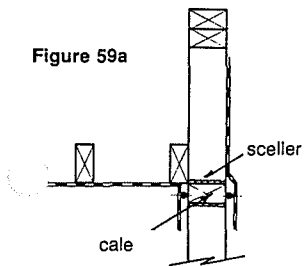


Figure 59c

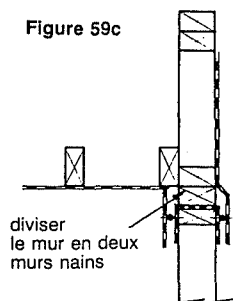


Figure 59b

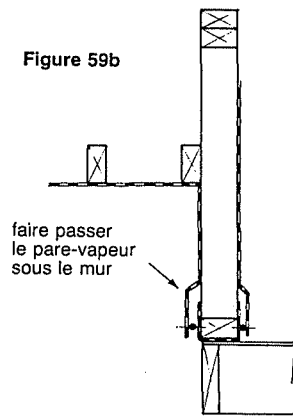


Figure 59d

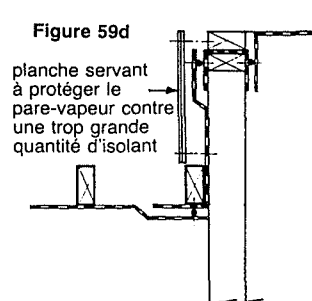
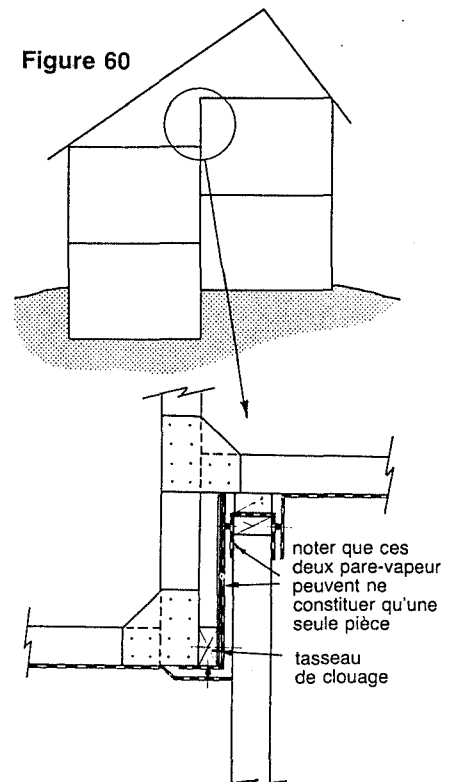


Figure 60



11.4 Plancher à mi-étage au-dessus d'un vide sanitaire non chauffé

La figure 61 montre l'endroit difficile et la solution recommandée pour une fondation en bois traité sous pression. Les problèmes de la pose du pare-vapeur à cet endroit sont aggravés si la maison comprend un mur vertical à ossature continue. Dans la figure 61, la pose du pare-vapeur est simplifiée si le plancher s'encastre dans le mur à ossature.

Une technique semblable peut être appliquée avec une fondation en béton, comme le montre la figure 62. Noter que les solives de plancher sont posées en porte-à-faux sur le mur de fondation afin de simplifier les détails de construction. La lisse basse est placée sur le bord intérieur du mur de fondation afin de constituer un meilleur appui pour le mur porteur au-dessus.

Figure 61

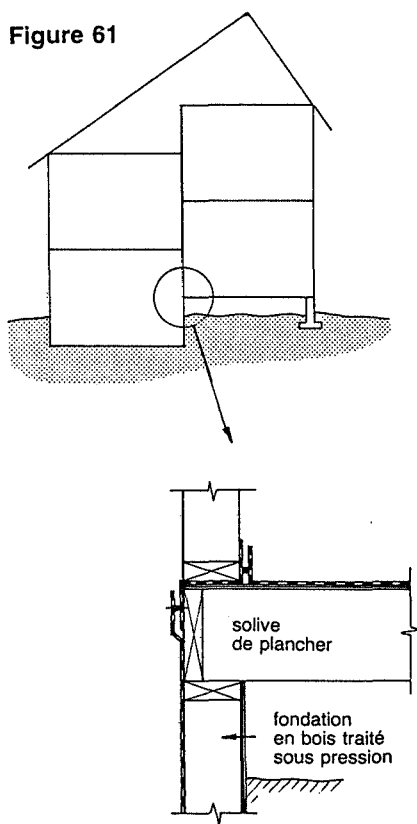
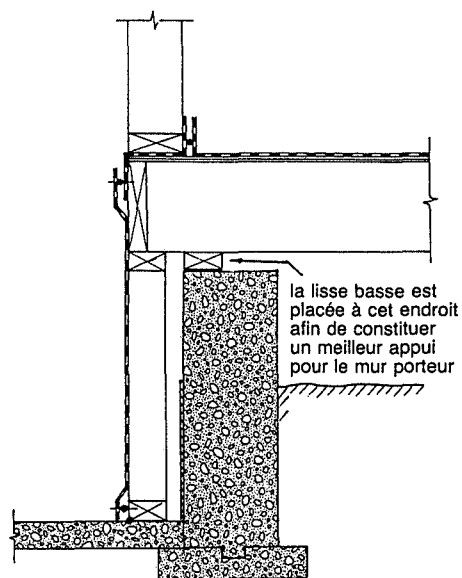


Figure 62



12.0 Portes et fenêtres

12.1 Le problème

Habituellement, le pare-vapeur se termine autour des portes et fenêtres de la façon indiquée à la figure 63. Une ouverture grossière est pratiquée dans le pare-vapeur et les bords peuvent être agrafés à l'ossature de bois, mais on ne prend pas de mesures particulières pour rendre le périmètre de la fenêtre vraiment étanche. Il y a souvent une brèche aussi large que 12 mm autour des portes et fenêtres installées de cette façon. L'air s'infiltre donc beaucoup à cet endroit et le seul obstacle à cette infiltration est constitué par les boiseries extérieures et intérieures, lesquelles sont peu efficaces.

12.2 Une solution facile

La solution évidente consiste à prolonger le pare-vapeur jusqu'au bord du cadre de la fenêtre et de le sceller à cet endroit, comme le montre la figure 64. Il s'agit d'une bonne technique, si elle est bien exécutée, mais il n'y a pas beaucoup d'espace sur le cadre.

Figure 64

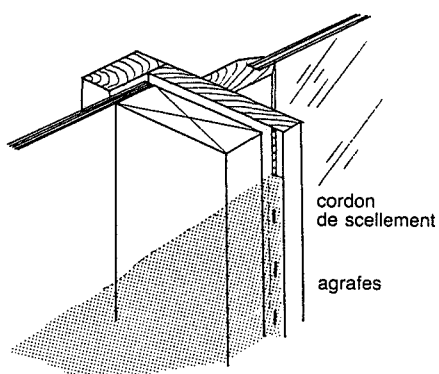
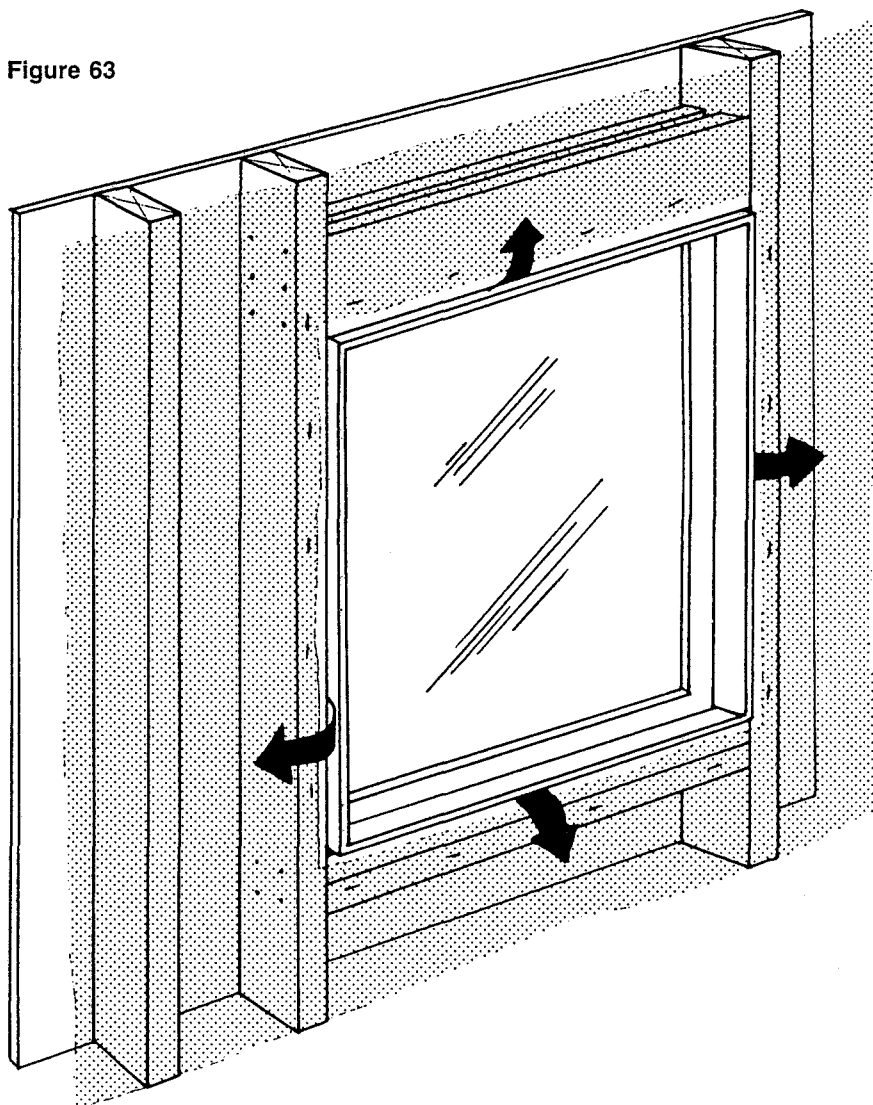
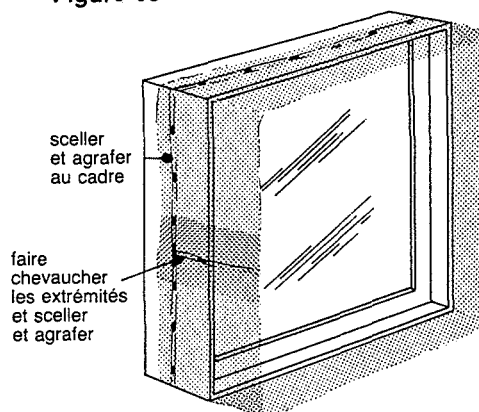


Figure 63



12.3 La meilleure solution

Figure 65



Le procédé illustré aux figures 65 et 66 est généralement plus efficace. Une bande pare-vapeur est scellée et agrafée au cadre de la fenêtre avant qu'il soit mis en place, comme à la figure 65. Une fois que la fenêtre a été mise en place dans le mur, la bande pare-vapeur est repliée sur la face du mur et le pare-vapeur principal y est joint, comme à la figure 66.

Le seul problème que présente cette méthode est que le pare-vapeur de la fenêtre doit être taillé dans les coins avant d'être rabattu contre le mur. Les entailles doivent alors être réparées avec des pièces de pare-vapeur, ce qui prend du temps. On peut aussi replier sur lui-même une petite partie du pare-vapeur en trop, comme le montre la figure 67. Pour empêcher les infiltrations d'air par les plis, il faut les sceller comme l'indique la figure. En général, de 25 à 50 mm supplémentaires de pare-vapeur suffiront dans chaque coin.

Figure 66

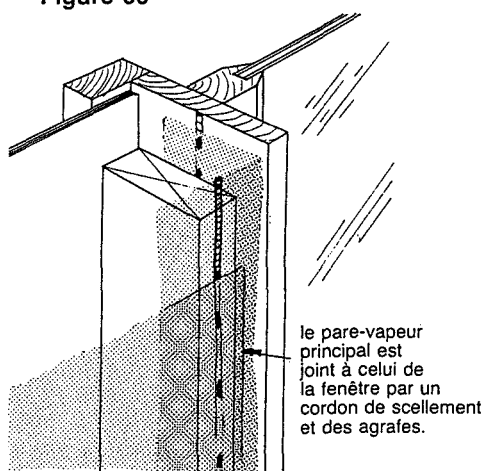


Figure 67

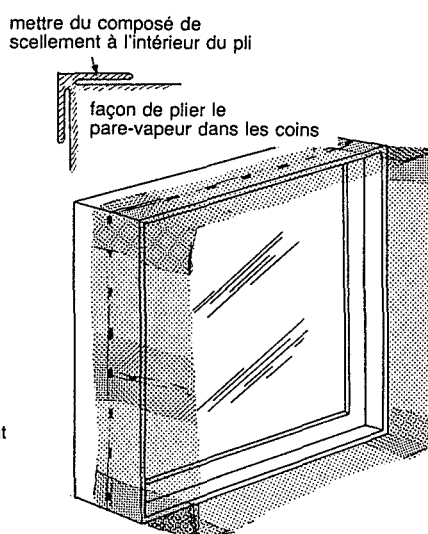


Figure 68

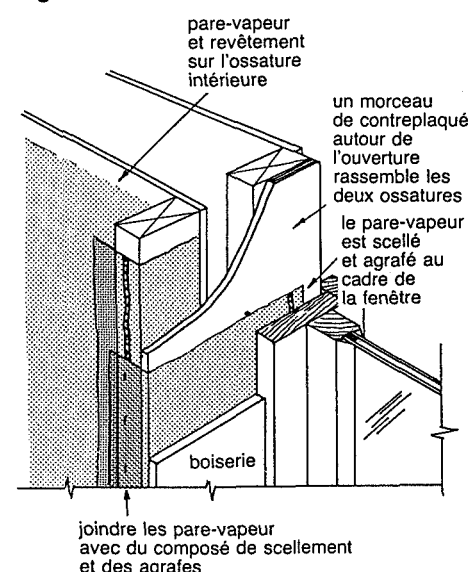
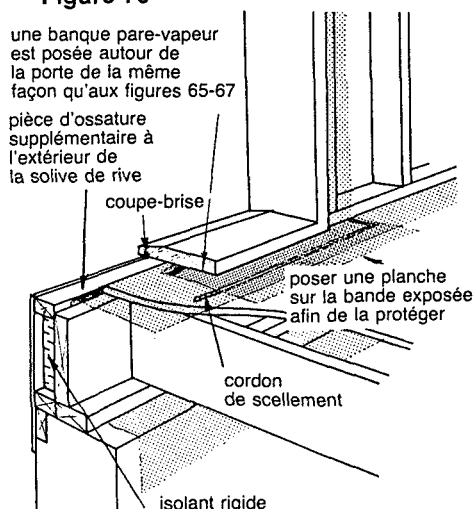


Figure 70



La figure 68 illustre l'installation d'une fenêtre dans un mur à double ossature. Ce genre de mur sera abordé de façon plus détaillée ultérieurement. Noter que le pare-vapeur du mur et le revêtement sont rassemblés à l'ossature intérieure et que le pare-vapeur est replié sur le bord de l'ossature.

Les portes sont traitées de la même façon que les fenêtres, sauf que le seuil de porte est appuyé au plancher. A cet endroit, le pare-vapeur doit être joint à celui qui contourne la solive de rive, comme à la figure 70. Noter que l'isolant à l'extérieur de la solive de rive est interrompu par une pièce d'ossature supplémentaire sous le seuil de la porte.

12.0 Portes et fenêtres

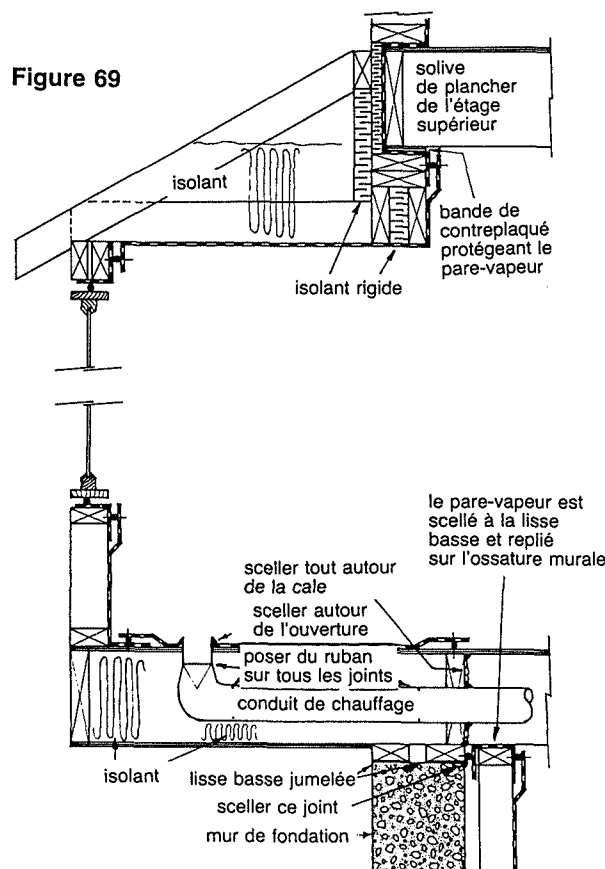
La figure 69 illustre une fenêtre en baie, ainsi qu'un certain nombre de particularités qui ont déjà été abordées. Remarquer en particulier le dessus du mur de la fondation. Il s'agit de la même situation que celle du porte-à-faux aux figures 55 à 57, sauf que la technique employée est légèrement différente. Dans ce cas, l'étanchéité à l'air est rendu possible grâce au scellement des cales entre les solives et en scellant ces cales à une deuxième lisse basse. Cette technique est utile lorsque le sous-sol doit rester non fini (pour des raisons qui seront abordées plus tard) et elle peut être adaptée à un sous-sol fini si les pare-vapeur sont joints comme dans l'illustration.

12.4 Note sur l'infiltration d'air autour des portes et fenêtres

Si on a pris soin de sceller les cadres de portes et de fenêtres au pare-vapeur, il serait illogique de poser des portes et des fenêtres non étanches. Les portes et les fenêtres devraient être aussi étanches que la membrane d'étanchéité. Dans le choix des portes et fenêtres, il faut porter autant d'attention à leur étanchéité à l'air qu'à leur rendement thermique en général.

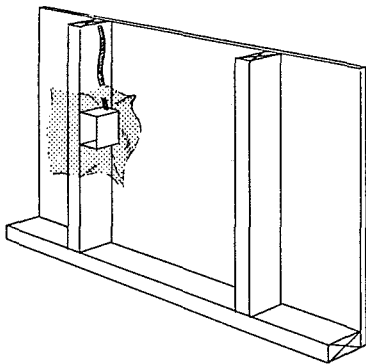
Lorsqu'une porte extérieure est munie d'une contre-porte, ou une fenêtre d'un contre-châssis, la partie intérieure doit toujours être plus étanche que la partie située à l'extérieur. Autrement, de l'humidité s'infiltrera entre les deux et pourra difficilement s'échapper à travers la partie extérieure. Il s'ensuivrait une accumulation de givre ou de la condensation qui causerait une détérioration structurale.

Il doit de toute façon y avoir des infiltrations d'air dans la contre-porte afin qu'il n'y ait pas trop de pression quand on ferme la porte principale.



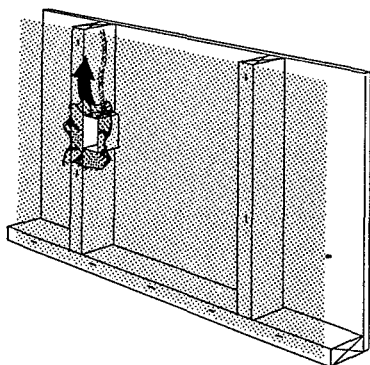
13.0 Sorties électriques

Figure 71



13.1

Figure 72



Les figures 71 et 72 montrent la façon courante de poser le pare-vapeur autour des sorties électriques. Une petite pièce de polyéthylène de 0.05 mm d'épaisseur est enroulée autour de la boîte électrique au moment de son installation et des trous sont percés pour laisser passer les fils. Plus tard, les bords de cette pièce de pare-vapeur sont tirés par une ouverture dans le pare-vapeur principal, comme le montre la figure 72. Il est rare qu'on pense à sceller les deux pièces de pare-vapeur ou à poser du composé de scellement autour des trous des fils. Par conséquent, il peut y avoir beaucoup d'infiltration d'air par la boîte électrique et le pare-vapeur supplémentaire enroulé autour de la boîte n'est pas très utile.

À noter que ces instructions ne s'appliquent qu'aux murs extérieurs là où les sorties électriques interrompent le pare-vapeur.

Une bonne méthode

On peut améliorer l'étanchéité à l'air à cet endroit en utilisant une plus grande pièce de pare-vapeur (de 0.15 mm), assez grande pour qu'elle puisse rejoindre les poteaux adjacents et la lisse basse, comme à la figure 73. Du composé de scellement est appliqué autour de l'orifice du fil et sur le contour du pare-vapeur. Cette méthode présente deux lacunes: d'abord, le composé de scellement autour de l'orifice du fil n'a pas d'appui solide; ensuite, comme il n'y a pas d'appui solide à la lisière supérieure de cette pièce de pare-vapeur, il n'est pas sûr que le joint au pare-vapeur principal sera étanche, surtout du fait qu'il a de nombreux plis à cet endroit.

On peut améliorer la méthode en posant une cale, comme à la figure 74. Ainsi, lorsqu'on pose le pare-vapeur, on le presse légèrement contre le cordon de scellement et on l'agrafe sur la ligne du scellement. L'étanchéité à l'air est alors excellente et serait acceptable dans une installation à étanchéité renforcée. Il y a un léger risque d'infiltration à l'orifice mal scellé des fils, mais ce risque n'est pas assez grand pour que cette méthode simple et peu coûteuse ne soit pas utilisée.

Si on adopte cette méthode, il est important de prévoir suffisamment de polyéthylène pour qu'on puisse le rabattre facilement jusque derrière la boîte électrique. S'il est trop étiré, les vis de la boîte peuvent facilement l'endommager.

Figure 73

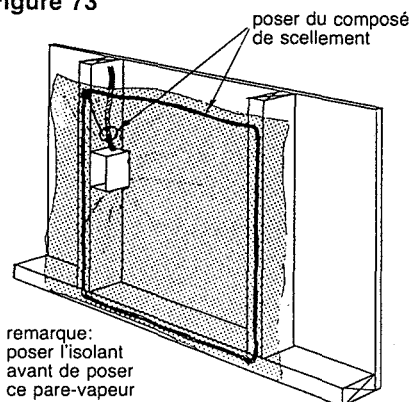


Figure 74

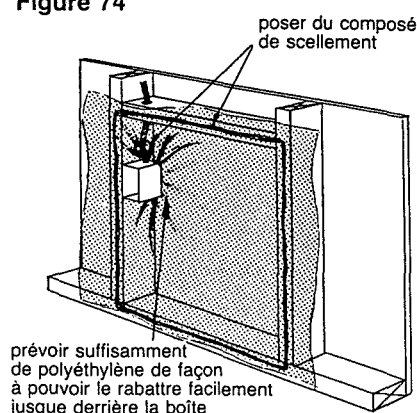
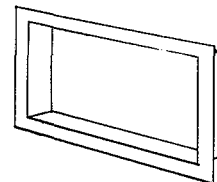


Figure 75



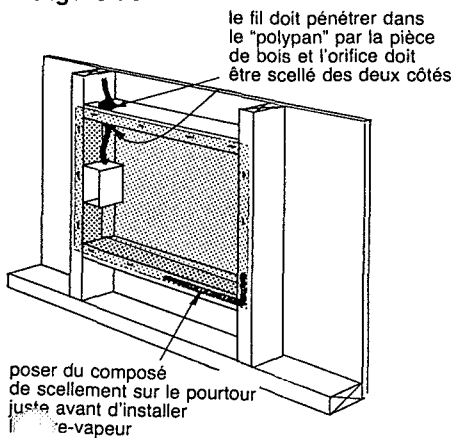
13.2

Variantes de cette méthode

Un certain nombre de produits commerciaux, conçus pour simplifier la pose du pare-vapeur autour des sorties électriques, se trouvent maintenant sur le marché. L'un de ces produits est le "Polypan", illustré à figure 75. Il s'agit d'une espèce de boîte peu profonde et rectangulaire moulée dans le polyéthylène.

13.0 Sorties électriques

Figure 76

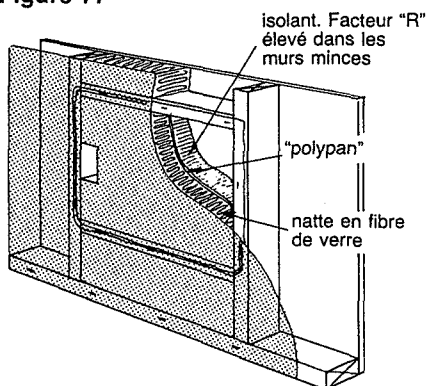


On la fixe contre les poteaux et les cales, comme on le voit à la figure 76, et on pose l'isolant comme à la figure 77. Noter que, pour éviter le problème du point de rosée dont il a été question plus tôt, l'isolant derrière le "polypan" doit avoir au moins deux fois plus de résistance thermique que celui qui est en avant. Dans un mur dont l'ossature est faite de poteaux de 38 mm sur 89 mm, cela peut présenter un petit problème: à cause de la profondeur du "polypan", il ne reste pas beaucoup d'espace pour l'isolant à l'arrière. L'isolant à cet endroit doit donc avoir une haute résistance thermique. C'est l'isolant en panneau de polystyrène qui est le meilleur. Dans les murs plus épais, il y a généralement assez d'espace derrière le "polypan" pour justifier l'usage d'isolant en nattes.

Les figures 78 et 79 montrent comment fabriquer une boîte "polypan" maison, comme l'a fait l'un des constructeurs des maisons expérimentales. Ce constructeur a constaté que toutes les boîtes nécessaires dans une maison pouvaient être fabriquées en atelier en deux heures environ. Le polyéthylène doit être plié ou taillé avec soin afin qu'il n'y ait pas trop d'infiltration dans les coins. Un endos de contreplaqué à l'arrière de cette membrane servira de protection en cas de négligence au moment de la pose du revêtement mural.

13.3 Comment éviter les dommages au cours de la pose du revêtement mural

Figure 77



Le pare-vapeur autour de la boîte électrique peut être endommagé lors de la pose du revêtement mural. Souvent, en posant le panneau de plâtre autour de la boîte, on taille l'ouverture en appuyant lâchement le panneau contre l'ossature. Si le couteau ou la lame de scie pénètre trop avant, le pare-vapeur peut être endommagé à certains endroits. La solution pratique consiste à éloigner la boîte électrique des points critiques dans le pare-vapeur. Se reporter à la figure 80, où l'on utilise un "polypan" à titre d'exemple. A noter qu'une cale sert à éloigner la boîte électrique du point critique dans le pare-vapeur sur le pourtour du "polypan".

Une meilleure solution est de s'assurer que les poseurs du revêtement mural sont au courant de cette difficulté et qu'ils modifient leurs habitudes en conséquence.

Figure 78

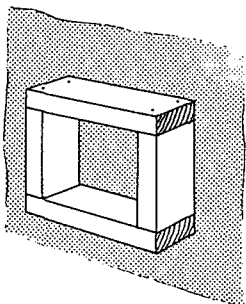


Figure 79

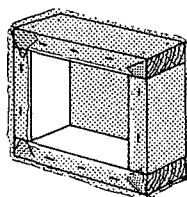
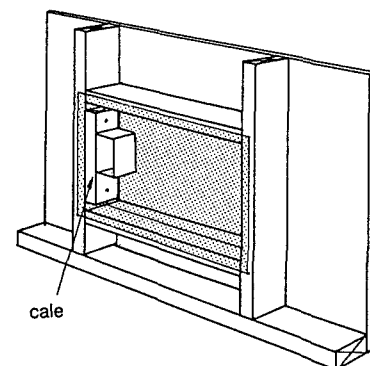


Figure 80



13.4 Plafonniers

Les techniques illustrées aux figures 74 à 79 peuvent également s'appliquer aux plafonniers, comme le montre la figure 81. Les détails sont suffisamment clairs.

Avec les derniers modèles de plafonniers affleurants, l'installation est relativement simple. La difficulté principale est de garder suffisamment d'espace pour la bride de serrage du fil et de faire un bon scellement à cet endroit. La solution illustrée à la figure 82 n'est pas idéale mais est acceptable. Une installation plus soignée ne serait pas économique.

13.5 Mise en garde

Les maisons à haut rendement énergétique sont plutôt de conception récente et les conséquences à long terme de certaines techniques de construction ne sont pas connues avec certitude. Dans le cas des plafonniers, la méthode classique d'installation, avec peu d'isolant au plafond, permet de disperser la chaleur qui s'en dégage. S'il y a une meilleure isolation, le plafonnier sera plus chaud et peut ainsi causer la détérioration ou l'effritement du pare-vapeur et du composé de scellement sur une période de vingt ans ou plus. Par conséquent, le présent guide ne recommande l'installation que de dispositifs d'éclairage suspendus ou de dispositifs consommant peu de watts, tels que des fluorescents. Cette recommandation s'applique particulièrement à l'installation affleurante montrée à la figure 82.

Figure 81

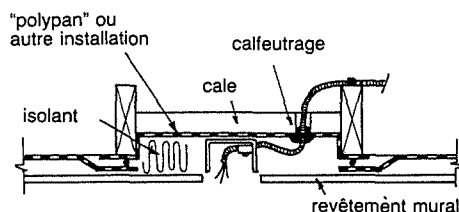
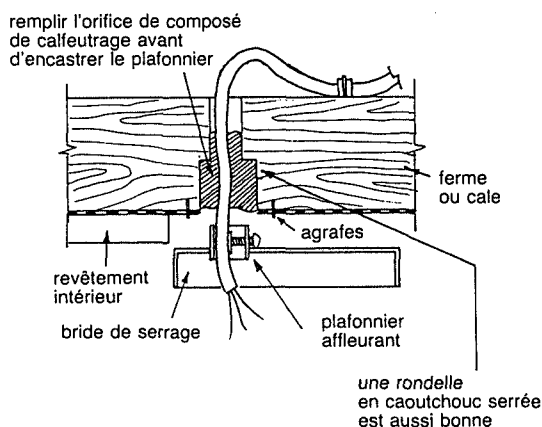
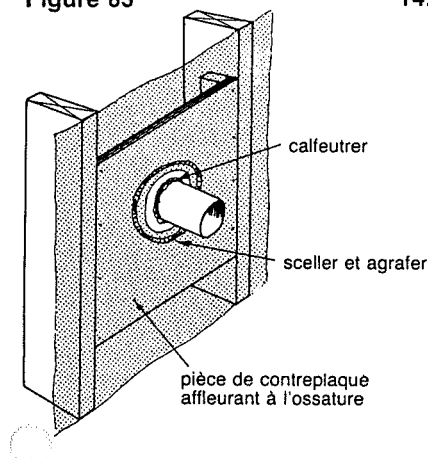


Figure 82



14.0 Évents, tuyaux et cheminées

Figure 83



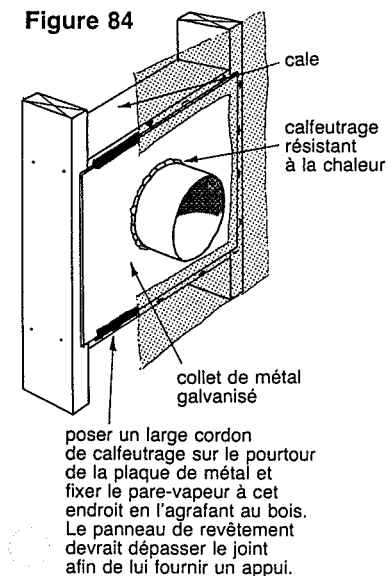
14.1 La technique générale

Les figures 83 et 84 illustrent les techniques générales pour rendre étanche le pare-vapeur autour des tuyaux, évents et cheminées.

La méthode de la figure 83 peut servir quand il n'y a aucun risque de chaleur excessive. Elle peut s'appliquer aux tuyaux de gaz, aux entrées de service d'électricité, aux évents de ventilateur, aux tuyaux de ventilation, aux tuyaux d'eau (chaude et froide), aux conduits d'approvisionnement en air, aux colonnes d'évent, aux évents de sècheuse et aux tuyaux de renvoi. La figure 83 montre comment poser un appui solide autour du tuyau (lorsqu'il n'y en pas autrement) et comment joindre le pare-vapeur au tuyau.

La méthode illustrée à la figure 84 s'applique quand il y a un risque de chaleur excessive. Il s'agit des cheminées de foyer, de poêle et de fournaise. Dans ces cas, *il faut garder une certaine distance entre le tuyau chaud et tout matériau combustible qui pourrait se trouver à proximité*. La distance à respecter varie selon le modèle de cheminée et est généralement prescrite dans le code du bâtiment approprié. *Noter que les panneaux de plâtre ordinaires et le polyéthylène sont considérés comme des matériaux combustibles*. Vu qu'il faut employer un composé de calfeutrage résistant à la chaleur entre la cheminée et la bride, il s'agit là de l'un des rares cas où un composé particulier est nécessaire.

Figure 84



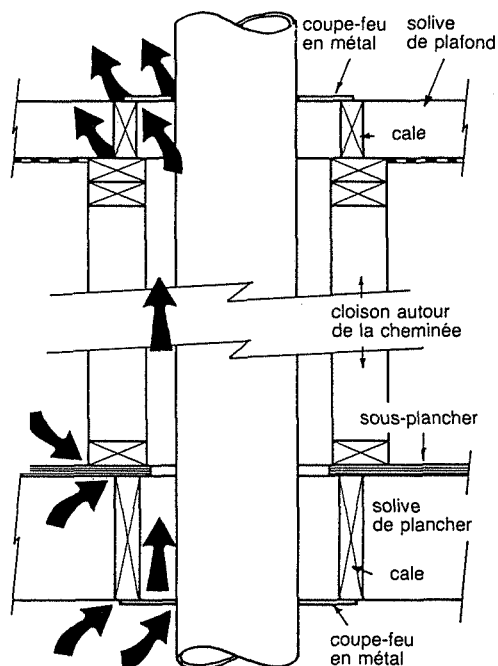
14.2 Remarque sur le calfeutrage résistant à la chaleur

La plupart des cheminées subissent des cycles de dilatation et de contraction très prononcés à cause des écarts de température extrêmes auxquels elles sont exposées. Par conséquent, tous les joints calfeutrés autour de la cheminée sont assujettis aux forces énormes de la dilatation et de la contraction. Un joint coulissant étanche autour de la cheminée serait la solution idéale, mais elle serait difficile et coûteuse à appliquer. Par conséquent, en faisant un joint calfeutré autour de la cheminée, on vise non pas tant à réaliser une étanchéité parfaite qu'à réduire la quantité d'infiltration d'air autour de la cheminée.

Le composé de calfeutrage doit être choisi en tenant compte surtout de ses propriétés ignifuges. La plupart des composés de calfeutrage à base de latex sont appropriés. Certains constructeurs ont utilisé du ciment à tuyau d'échappement d'automobile, produit qui est acceptable et qui est probablement plus résistant à long terme que les composés à base de latex.

Figure 85

14.3 Cheminée de calorifère

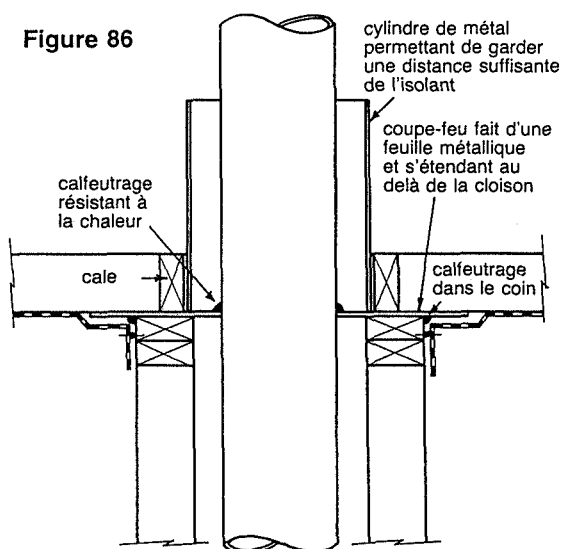


La figure 85 illustre une façon courante d'installer une cheminée de fournaise et indique les divers passages d'air qui résultent de ce genre de construction. Le pire endroit de cette installation est normalement le coupe-feu supérieur en métal, lequel est souvent si petit qu'il ne couvre pas entièrement l'ouverture rectangulaire autour de la cheminée. Dans un cas extrême, le passage d'air à cet endroit peut être d'une largeur allant jusqu'à 50 mm.

La figure 86 montre comment réaliser une installation étanche autour de la cheminée au niveau du plafond supérieur. Le principal avantage de cette technique est que, le coupe-feu se prolongeant au delà de la cloison, le joint du pare-vapeur peut être fait dans un endroit facilement accessible. Il est difficile et très long d'essayer de réaliser des joints étanches à l'intérieur du passage de la cheminée.

Le cylindre de métal sert à garder la distance de sûreté prescrite entre la cheminée et l'isolant. Ce genre d'installation devrait être courant. Il n'est pas nécessaire de fixer le cylindre; il suffit de le centrer autour de la cheminée à l'aide de cales.

Figure 86



14.0 Évents, tuyaux et cheminées

14.4 Colonne d'évent

La figure 87 montre une technique très courante dans les maisons à haut rendement énergétique. Habituellement, lorsque la colonne d'évent est installée dans le mur où est située la plomberie, il y a un gros passage d'air là où la colonne traverse la sablière du mur. Cette figure montre une façon de sceller ce passage. Le joint de dilatation est un dispositif essentiel dans ce genre d'installation, son but étant de prévenir l'endommagement du calfeutrage à cause de la dilatation de la colonne. D'autres installations plus complexes ont été mises à l'essai, dans lesquelles la partie supérieure de la colonne est immobilisée par une bride de métal attachée à la sablière. Généralement, ce genre d'installation est très étanche, mais inutilement compliqué et coûteux.

Il arrive que les anciennes façons de faire soient les meilleures. Dans la figure 88, l'espace autour de la colonne est scellée avec de l'étaupe. L'étanchéité est alors acceptable et le joint est coulissant. Pour que cette méthode soit efficace, l'orifice dans les sablières doit être circulaire et avoir un diamètre d'environ 12 à 25 mm de plus que celui de la colonne. Nous recommandons cette technique.

Les figures 89 et 90 illustrent deux variantes de la technique à utiliser lorsque les cloisons sont érigées après que l'enveloppe de la maison a été munie de son pare-vapeur. La figure 89 s'applique lorsque la cloison est érigée *avant* que le revêtement du plafond ne soit posé. La figure 90 s'applique lorsque la cloison est érigée *après* que le revêtement du plafond est posé.

Noter que, dans la figure 90, un cercle continu de composé de scellement peut être appliqué entre la sablière et le panneau de plâtre. A cette fin, l'emplacement de la colonne d'évent doit être choisi et le trou percé à travers la sablière avant que la cloison ne soit érigée. Il peut arriver que cela ne soit pas possible. Dans ces circonstances et vu l'effet marginal d'un tel scellement, ce procédé peut être omis.

Figure 87

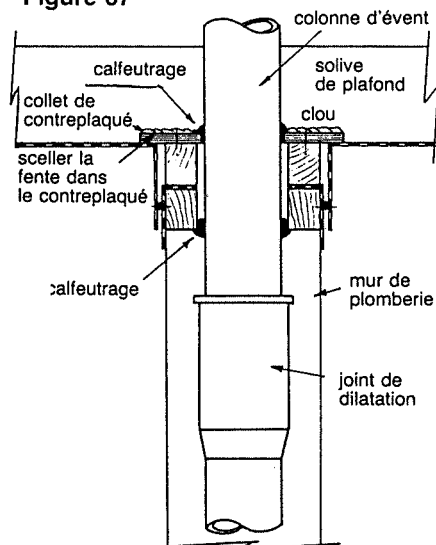


Figure 88

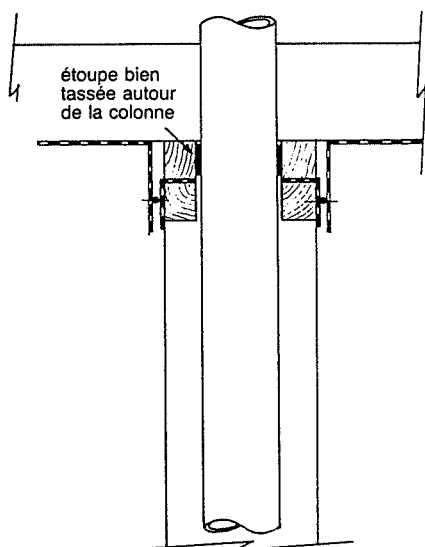


Figure 89

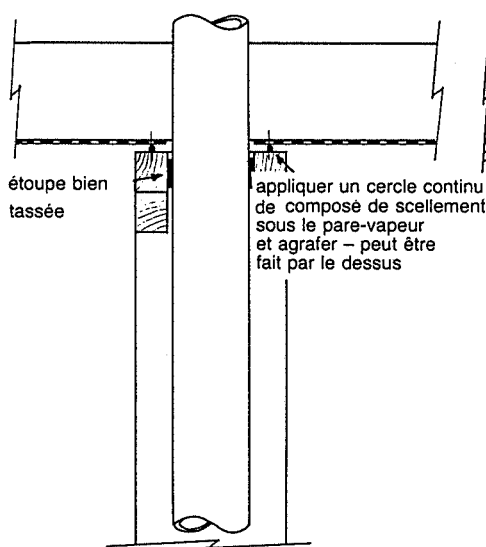
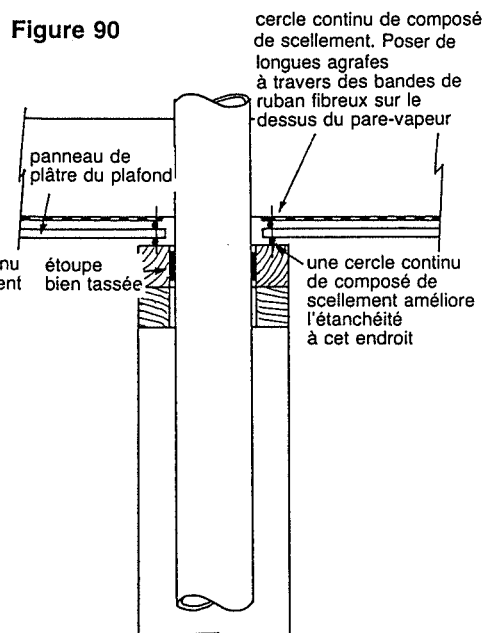


Figure 90



14.5 Plomberie dans un vide sanitaire non chauffé

La figure 91 illustre comment sceller autour d'une colonne d'évent traversant un vide sanitaire non chauffé. Le joint de dilatation protège le composé de calfeutrage contre le mouvement de la colonne et le solin de néoprène permet d'obtenir un joint étanche et flexible. Cette méthode donne une bonne étanchéité, mais elle est relativement compliquée et coûteuse.

Encore une fois, l'étope est une option recommandable et peu coûteuse qui permet d'obtenir un niveau acceptable d'étanchéité. Les figures 92 et 93 montrent cette technique appliquée à une colonne d'évent et à un tuyau d'eau.

Figure 91

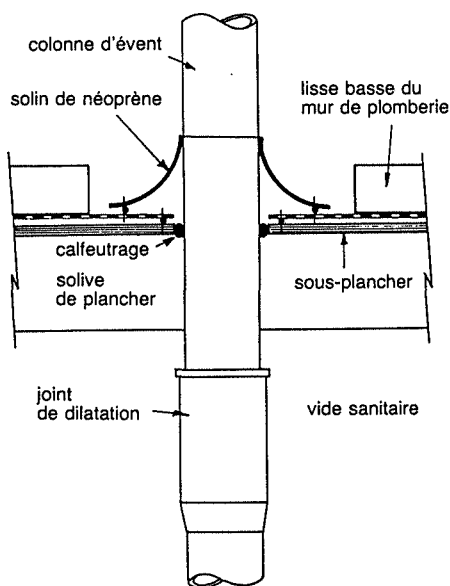


Figure 92

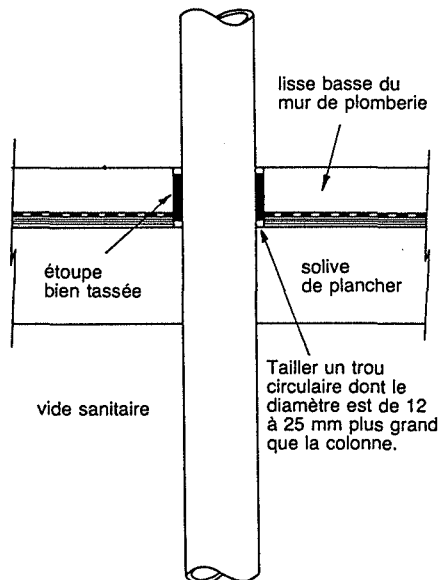
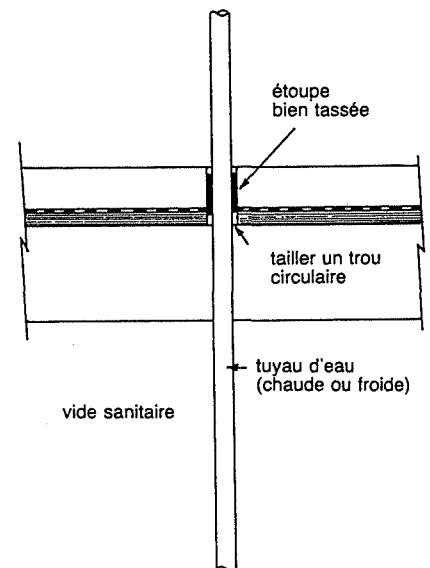
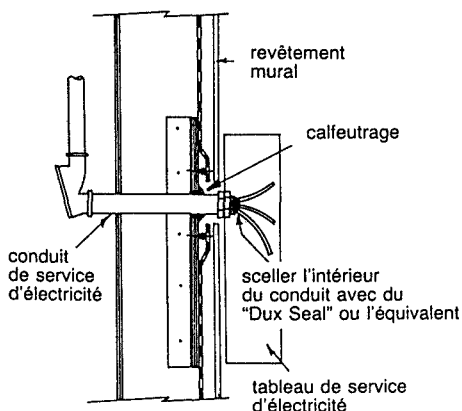


Figure 93



14.6 Entrées de service d'électricité

Figure 94



On voit à la figure 94 une entrée ordinaire de service d'électricité. Il peut y avoir des infiltrations d'air à la fois autour du conduit et à travers le conduit. L'extérieur du conduit est scellé au pare-vapeur grâce à une pièce d'appui en contreplaqué, comme à la figure 83. L'intérieur du conduit devrait être scellé avec du "Dux Seal" ou un produit équivalent approuvé pour ce genre d'application.

A noter que si le tableau de service d'électricité est installé dans un sous-sol non fini, il faut prendre les dispositions nécessaires pour pouvoir sceller le pare-vapeur autour du tableau lorsque le sous-sol sera fini ultérieurement. On recommande de monter une partie de l'ossature et d'installer le tableau comme à la figure 94.

14.0 Évents, tuyaux et cheminées

L'entrée de service illustrée à la figure 95 était courante il y a quelques années, mais elle disparaît peu à peu. Elle est illustrée ici afin qu'on puisse faire une recommandation à propos de l'endroit où il faut sceller. Les scellements, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du conduit, doivent être faits aussi près que possible du pare-vapeur. À l'extérieur du conduit, il n'est pas toujours possible de calfeutrer près du pare-vapeur, auquel cas il faut appliquer le composé à l'endroit le plus accessible, comme il est indiqué. Lorsque le conduit court sur une bonne longueur dans la maison, il est préférable de sceller à l'intérieur du conduit près du mur extérieur, en y ayant accès par l'entrée des fils.

Figure 95

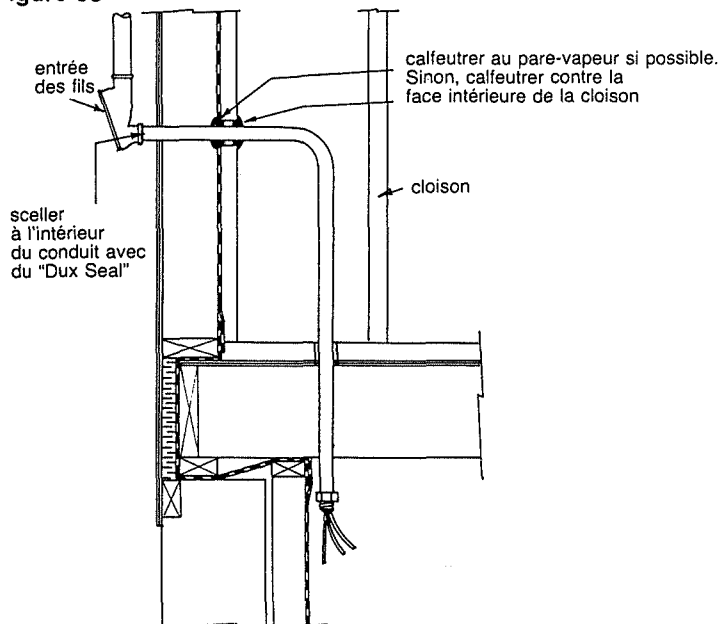
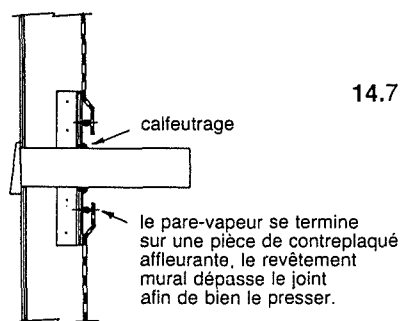


Figure 96



14.7

Évents d'aération

La figure 96 illustre un évent d'aération traversant un mur à ossature de bois isolé. Il s'agit d'une installation semblable à celle de la figure 83. Elle peut s'appliquer aux évents de sècheuse, aux évents d'échangeur de chaleur, aux évents d'approvisionnement en air pour les appareils à combustion, ainsi qu'à d'autres genres d'évents.

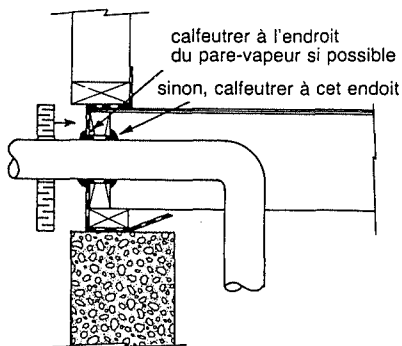
Il est parfois nécessaire de faire passer l'évent à travers une solive de rive, comme à la figure 97. Dans ce cas, il est préférable de poser du calfeutrage là où le tuyau traverse le pare-vapeur, avant de poser l'isolant contre la face extérieure de la solive. Si cela est impossible, on peut poser le calfeutrage du côté intérieur de la solive. L'étanchéité n'est pas aussi bonne, mais elle est tout à fait acceptable.

Dans les maisons qui ne sont pas pourvues d'un système central d'aération (comme l'exige l'installation d'un échangeur de chaleur), il est préférable de faire passer le tuyau d'aération des ventilateurs de salle de bain et de cuisine par le sous-plancher et la solive de rive, jusqu'à l'extérieur. Ainsi, il y a moins d'infiltration d'air froid et il est plus facile ultérieurement d'installer un échangeur de chaleur dans ces pièces, si on le désire.

Remarque importante

Si la maison dispose d'un service de gaz naturel, le code du gaz prescrit une distance minimum entre tout raccord de gaz et tout évent d'aération, que l'évent serve à l'évacuation ou à l'aspiration de l'air. Il faut tenir compte de cette exigence en choisissant l'emplacement des évents.

Figure 97

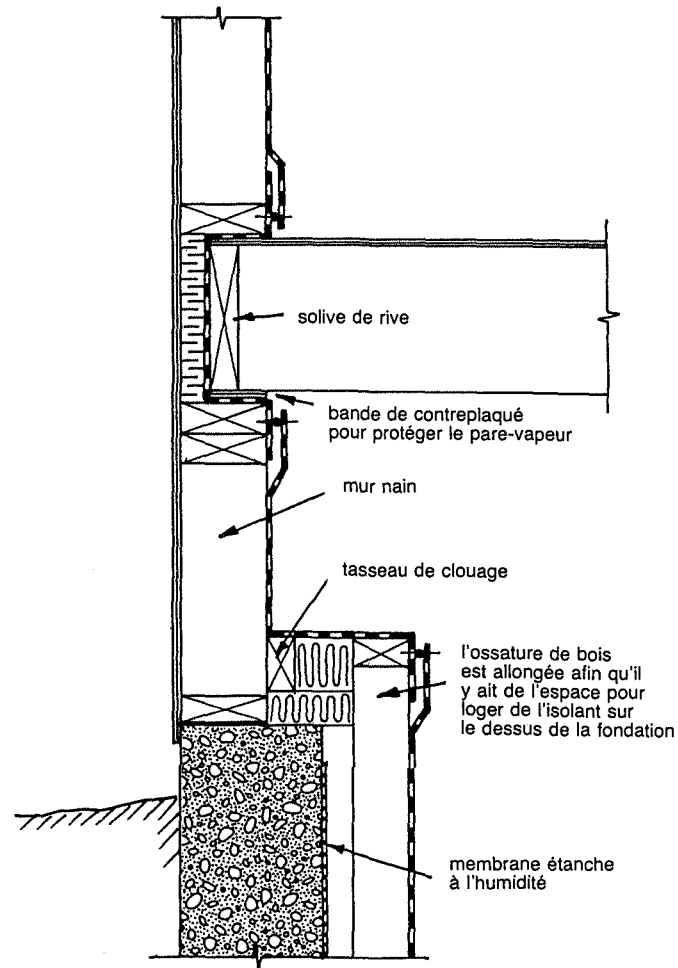


14.8

15.0 Murs nains

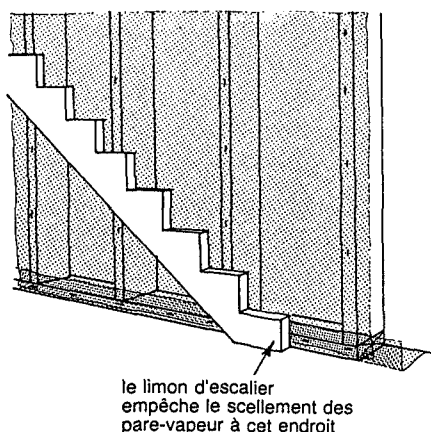
La figure 98 montre un mur nain sur un mur de fondation en béton. L'installation de la solive de rive est semblable à celle de la figure 26 pour un second étage. Noter la façon dont l'ossature de bois du sous-sol est allongée afin qu'il y ait de l'espace pour loger de l'isolant sur le dessus de la fondation.

Figure 98



16.0 Escaliers

Figure 99



La figure 99 illustre le limon d'un escalier contre un mur extérieur à ossature de bois. Dans cette position, le limon peut empêcher le scellement et l'assemblage des pare-vapeur, au pied ou à la tête de l'escalier. Par conséquent, il ne faudrait pas poser l'escalier de façon définitive avant d'avoir terminé la pose du pare-vapeur et celle du revêtement mural.

Lorsqu'un escalier s'encastre dans un mur extérieur, comme à la figure 10, l'installation du pare-vapeur et des autres éléments est semblable à celle qui est utilisée pour une solive de plancher.

La figure 101 illustre un escalier contre un mur de fondation en béton. Ce genre d'escalier est courant. Dans une maison, à haut rendement énergétique, la fondation devrait être doublée d'une ossature de bois et isolée. L'ossature est allongée par dessus la fondation (comme dans le cas d'un mur nain) afin qu'on puisse loger de l'isolant sur le dessus de la fondation.

Il est important de prévoir une largeur suffisante pour la cage d'escalier de sorte qu'elle puisse contenir à la fois l'escalier et le mur à ossature de bois. Si la cloison de la cage d'escalier n'est pas bien placée, il peut être impossible d'ériger un mur bien isolé et bien étanche à une étape ultérieure. Il est recommandé que, dans cette situation, une distance d'au moins 150 mm soit prévue entre le mur de fondation et le limon, et que cette pratique soit courante.

Figure 100

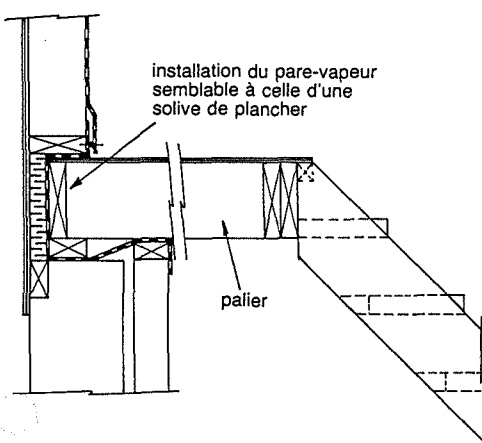
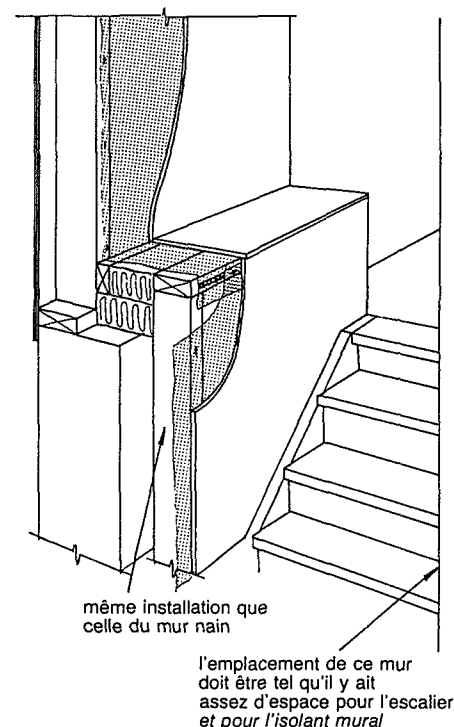
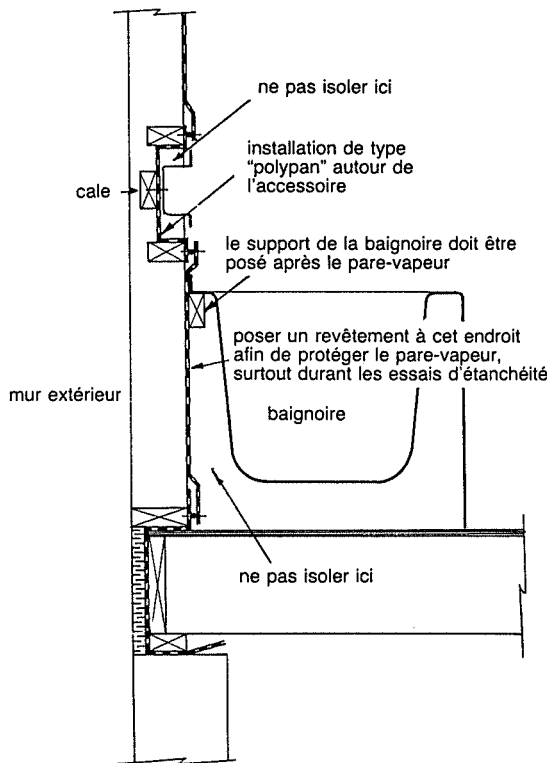


Figure 101



17.0 Baignoires et accessoires

Figure 102



La figure 102 montre les principales particularités de l'installation d'une baignoire contre un mur extérieur. Noter que le support de la baignoire doit être posé après le pare-vapeur. Les accessoires tels que les savonniers devraient être fixés sur une cloison, autant que possible. Si cela n'est pas possible, il faut procéder à une installation de type "polypan".

La cale servant d'appui à l'accessoire réduit le niveau d'isolation à l'extérieur du "polypan". Pour cette raison, ainsi qu'à cause de la grande humidité dans la salle de bain, il peut y avoir accumulation d'humidité à l'intérieur du "polypan". Afin de minimiser ce risque, on ne devrait pas poser d'isolant à l'intérieur du "polypan". Ainsi, l'endroit du point de rosée se situe à l'extérieur de l'installation. Le niveau réduit d'isolation a pour effet de produire un point froid autour de l'accessoire, mais cet inconvénient est préférable aux dommages que pourrait subir le revêtement mural à long terme.

Certains fervents des économies d'énergie ont proposé d'isoler l'espace sous la baignoire. *Cela est à éviter* lorsque la baignoire est installée contre un mur extérieur, car l'endroit du point de rosée pourrait alors se trouver à l'intérieur du pare-vapeur. Cette mesure est toutefois utile si la baignoire est éloignée de tout pare-vapeur.

Il est courant de pratiquer une large ouverture sous la baignoire afin de permettre l'installation et la réparation du système de vidange. Lorsque la baignoire est installée au-dessus d'un vide sanitaire non chauffé, il y a alors une source importante d'infiltration d'air sous la baignoire. La meilleure solution est d'installer la baignoire sur un plancher surélevé. Le sous-plancher principal, sous ce plancher surélevé, peut alors être muni d'un pare-vapeur et isolé de la façon habituelle. Le seul point d'infiltration est alors autour du tuyau de vidange, là où il traverse le pare-vapeur. On peut le sceller de la façon habituelle.

La figure 103 illustre ce qu'il faut faire quand la baignoire est installée directement au-dessus du vide sanitaire. Un panneau de contreplaqué est fixé autour du système de vidange, comme dans l'illustration, et est scellé et cloué légèrement en place. Le meilleur composé de scellement à utiliser dans ce cas est un composé à basse adhésion, afin que le panneau puisse être enlevé facilement en cas de réparation. Un composé à base de latex est ce qu'il y a de mieux. Si la chose est possible, le plancher sous la baignoire devrait être pourvu d'un revêtement avant l'installation de la baignoire. Le pare-vapeur sera ainsi protégé des bords acérés de la baignoire. A noter encore une fois que l'espace sous la baignoire ne doit pas être isolé.

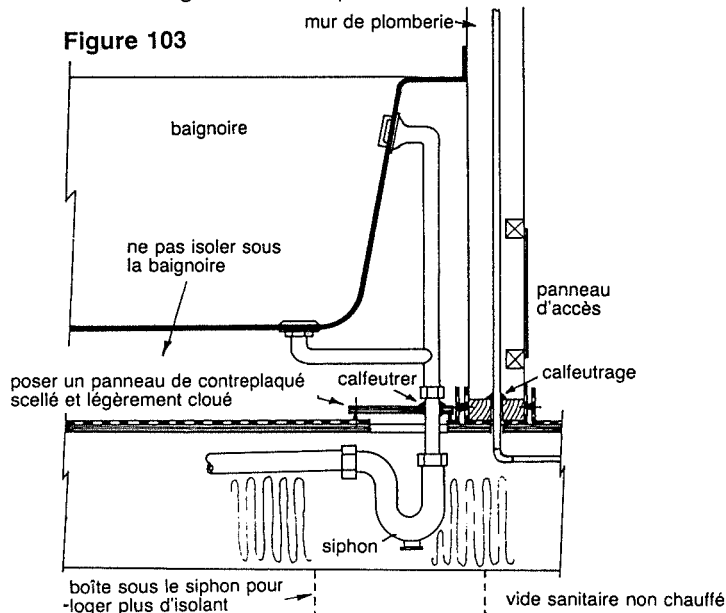
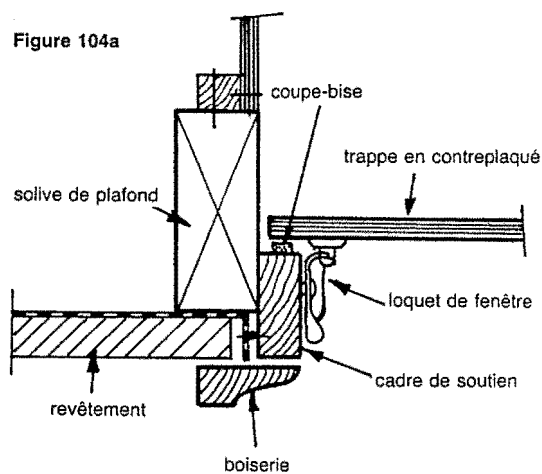
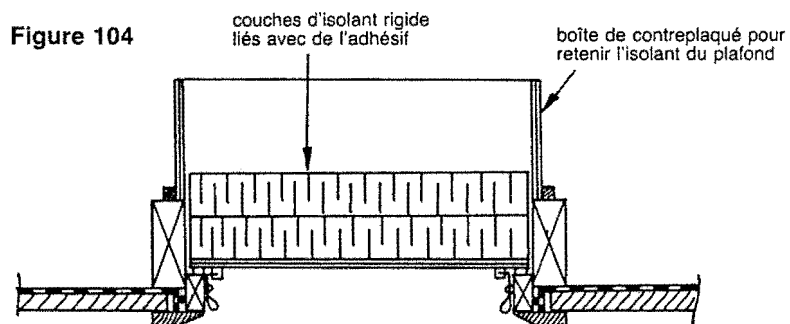


Figure 103

18.0 Trappe du grenier

La trappe du grenier est une source d'infiltration d'air et, si la chose est possible, elle devrait être installée à l'extérieur de la maison plutôt que dans le plafond. Si elle doit être installée dans le plafond, il faut avoir une bonne isolation et une bonne étanchéité.

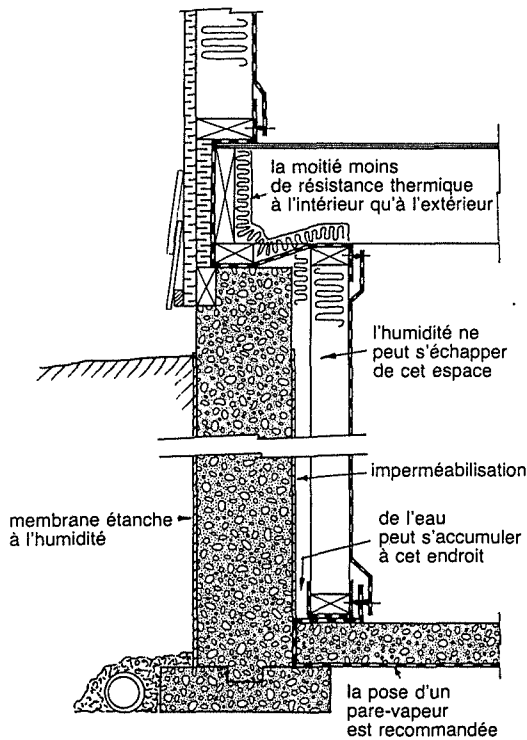
Les détails d'installation des figures 104 et 104a sont suffisamment clairs. Noter en particulier comment le pare-vapeur du plafond se termine autour de la trappe.



19.0 Problèmes liés aux fondations en béton

Figure 105

19.1 Le problème de la cure du béton

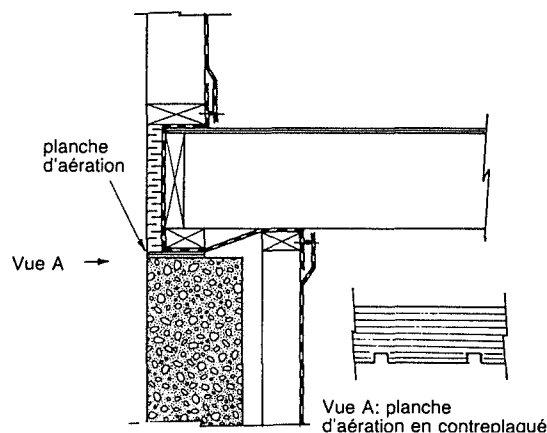


La figure 105 illustre toutes les particularités d'un sous-sol en béton bien fini, dont l'intérieur est isolé. Le pare-vapeur crée une étanchéité presque totale contre la face intérieure du béton. Par conséquent, l'humidité qui pourrait être produite dans le béton peut difficilement s'échapper. La seule voie d'échappement (si le pare-vapeur est bien posé) se situe sous le pare-vapeur là où il passe sous la lisse basse et où les irrégularités dans la surface du béton peuvent laisser des interstices. Dans des conditions idéales, le béton étant sec, l'humidité pourra peut-être s'échapper par ces interstices aussi rapidement qu'elle est produite et il n'y aura pas d'accumulation d'humidité derrière le pare-vapeur du sous-sol.

Cependant, si le béton n'est pas tout à fait sec, son contenu en eau est élevé et il peut dégager de l'humidité plus rapidement que les interstices peuvent en laisser échapper sous la lisse basse. Dans ces conditions, trois phénomènes non souhaitables se produisent: d'abord, l'espace d'air entre le béton et le pare-vapeur devient probablement saturé; en deuxième lieu, l'humidité qui se dégage du béton a tendance à se transformer en eau au niveau du plancher, comme l'indique la figure. Enfin, le contenu élevé en vapeur d'eau dans l'espace d'air ralentit la cure du béton, bien que cela ne devrait pas en modifier la solidité.

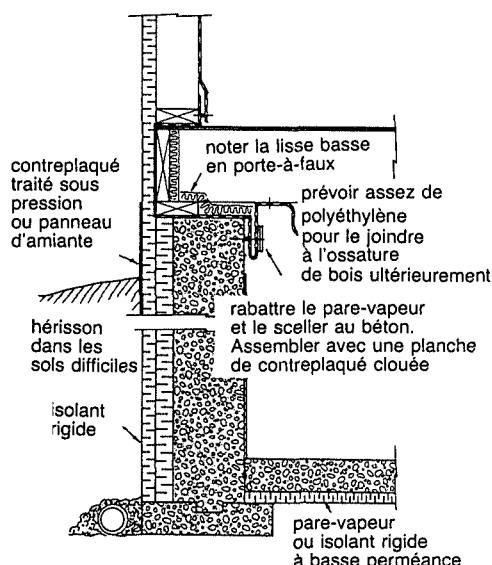
Si un sous-sol dont le béton n'est pas encore pris est fini comme dans la figure 105, il y aura beaucoup d'humidité pendant longtemps (peut-être plusieurs mois) dans l'espace entre le mur de la fondation et le pare-vapeur. Dans ces conditions, l'ossature de bois pourrait subir des avaries. Il y a trois solutions. En premier lieu, et c'est là la meilleure solution techniquement parlant, il s'agit d'isoler le mur de la fondation à l'extérieur, comme on le verra à la page suivante. Deuxièmement, on peut attendre que la cure du béton soit terminée avant de procéder aux travaux de finition dans le sous-sol. Enfin, on peut prévoir un système d'aération sur le dessus du mur de la fondation, comme l'illustre la figure 105a. L'on suggère à cet égard de pratiquer des indentations à des intervalles d'environ 25 mm dans une planche de contreplaqué, comme dans l'illustration. Il peut y avoir d'autres façons d'obtenir les mêmes résultats.

Figure 105a



19.0 Problèmes liés aux fondations en béton

Figure 106



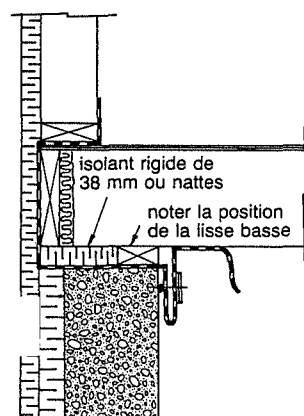
S'ils ont à choisir entre isoler le sous-sol de l'extérieur ou de l'intérieur, beaucoup de constructeurs professionnels préféreront le faire de l'intérieur, car le sous-sol fini ajoute davantage à la valeur de la maison. Dans ces cas, il faut recourir à la méthode illustrée à la figure 105a ou à une méthode semblable. Cependant, les constructeurs devraient considérer attentivement les nombreux avantages techniques d'une isolation par l'extérieur. En voici trois:

- Elle permet d'éviter les problèmes d'humidité mentionnés précédemment.
- En étant situé à l'intérieur de l'isolant, le béton n'est plus exposé à des variations extrêmes de température et est donc moins sujet aux avaries.
- Le béton étant situé à l'intérieur de l'enveloppe chaude de la maison, la grande masse de béton sert à entreposer la chaleur. Les variations de température entre le jour et le soir sont aussi moins ressenties et on peut donc profiter davantage de la chaleur solaire passive (grâce aux fenêtres orientées vers le sud).

La figure 106 illustre un sous-sol isolé de l'extérieur avec deux couches d'isolant rigide. Noter que, dans cette situation, le pare-vapeur doit se terminer de telle façon que l'étanchéité de la maison soit conservée. La technique illustrée à la figure 106 a deux particularités: elle crée une étanchéité permanente sur le dessus du mur de fondation et elle permet la continuité du pare-vapeur lorsque le sous-sol est fini ultérieurement. Cette technique devrait être utilisée chaque fois qu'un sous-sol n'est pas fini.

Il y a plusieurs façons de procéder autour de la solive de rive. La figure 106a illustre une autre façon qui permet l'utilisation d'une lisse basse plus petite.

Figure 106a



19.2 Mouvements causés par la glace

La plupart des sols réagissent jusqu'à un certain point à l'alternance de gel et de dégel dans les températures. Dans les sols qui retiennent beaucoup d'eau, le passage de l'eau à la glace *peut* causer la dilatation du mélange sol-eau lequel, à son tour, peut exercer de fortes pressions latérales sur les murs de fondation. Ces pressions peuvent être assez fortes pour fissurer le mur de fondation.

Lorsque le mur de fondation est isolé, de l'intérieur ou de l'extérieur, le sol autour de la maison est privé de la chaleur normale dégagée par la maison. Il est donc exposé à des changements de température plus prononcés, ce qui aggrave les problèmes signalés ci-dessus. La question du comportement du sol autour d'une maison est complexe, plusieurs facteurs variables et peu de règles générales entrant en ligne de compte. D'ici à ce qu'il y ait un guide de construction définitif à ce sujet, les auteurs recommandent la pratique suivante: lorsqu'on sait que le sol dans une région donnée a tendance à endommager les fondations, la fondation doit être remblayée avec du gravier ou du granulat de la même façon qu'on l'exige maintenant dans le cas des fondations en bois traité sous pression.

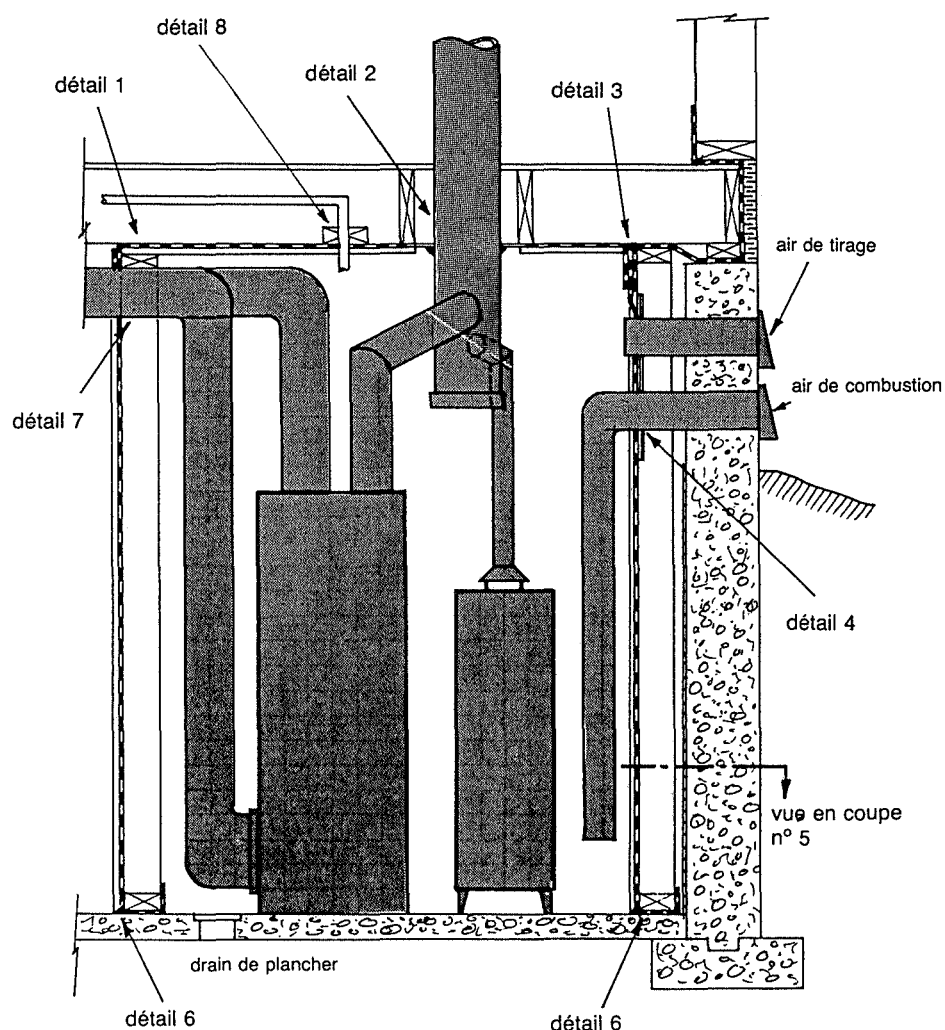
20.0 La pièce de chauffage

Note de l'éditeur:

L'idée de la pièce de chauffage a été mise au point en vue d'isoler la fournaise et son approvisionnement en air de combustion du reste de la maison. Comme la pièce de chauffage est toujours à l'état expérimental et qu'elle n'est peut-être pas la solution idéale ou la plus appropriée en ce qui a trait à l'approvisionnement en air de combustion, on devrait consulter, avant de construire, les organismes de recherche compétents dans sa localité. Il est important que la fournaise et les prises d'air soient de dimensions appropriées de sorte que la température dans la pièce de chauffage et le conduit de fumée soit assez élevé pour qu'il n'y ait pas d'accumulation d'humidité ou de glace dans le conduit de fumée.

La pièce de chauffage a pour but principal de rendre la fournaise et le chauffe-eau indépendants de l'air de la maison. A cette fin, elle doit être aménagée de façon étanche, ce qui entraîne plusieurs autres avantages, comme on l'a vu plus tôt. La figure 107 illustre les particularités de construction d'une pièce de chauffage étanche. Les détails sont montrés sur une plus grande échelle aux pages suivantes.

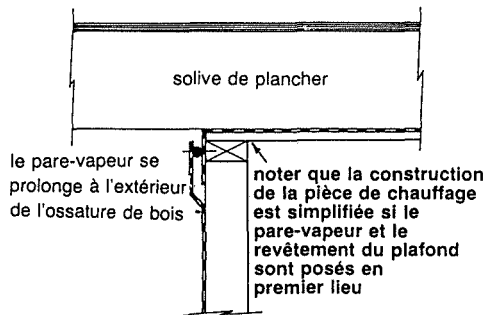
Figure 107



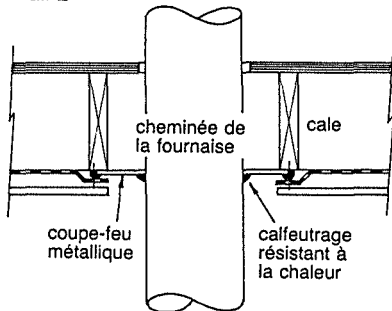
20.0 La pièce de chauffage

Figure 107

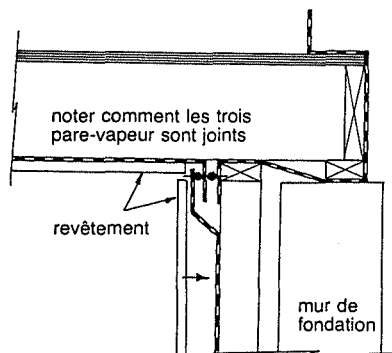
détail 1



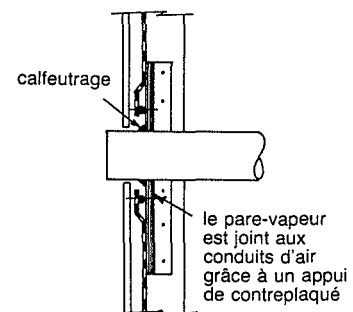
détail 2



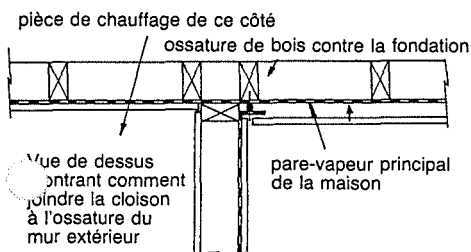
détail 3



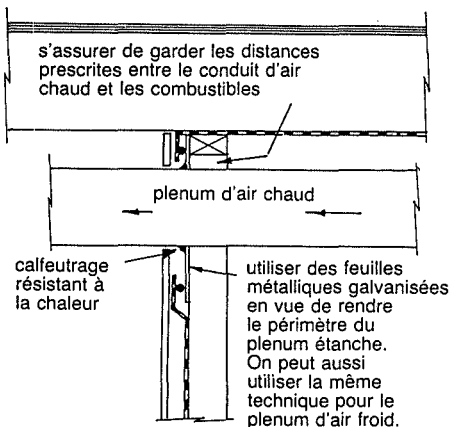
détail 4



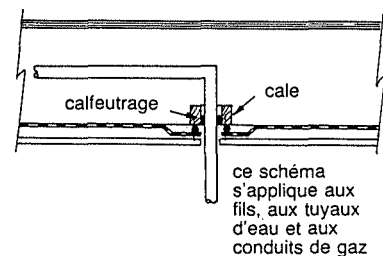
détail 5



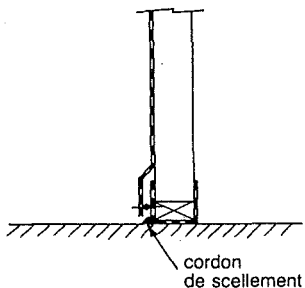
détail 7



détail 8



détail 6

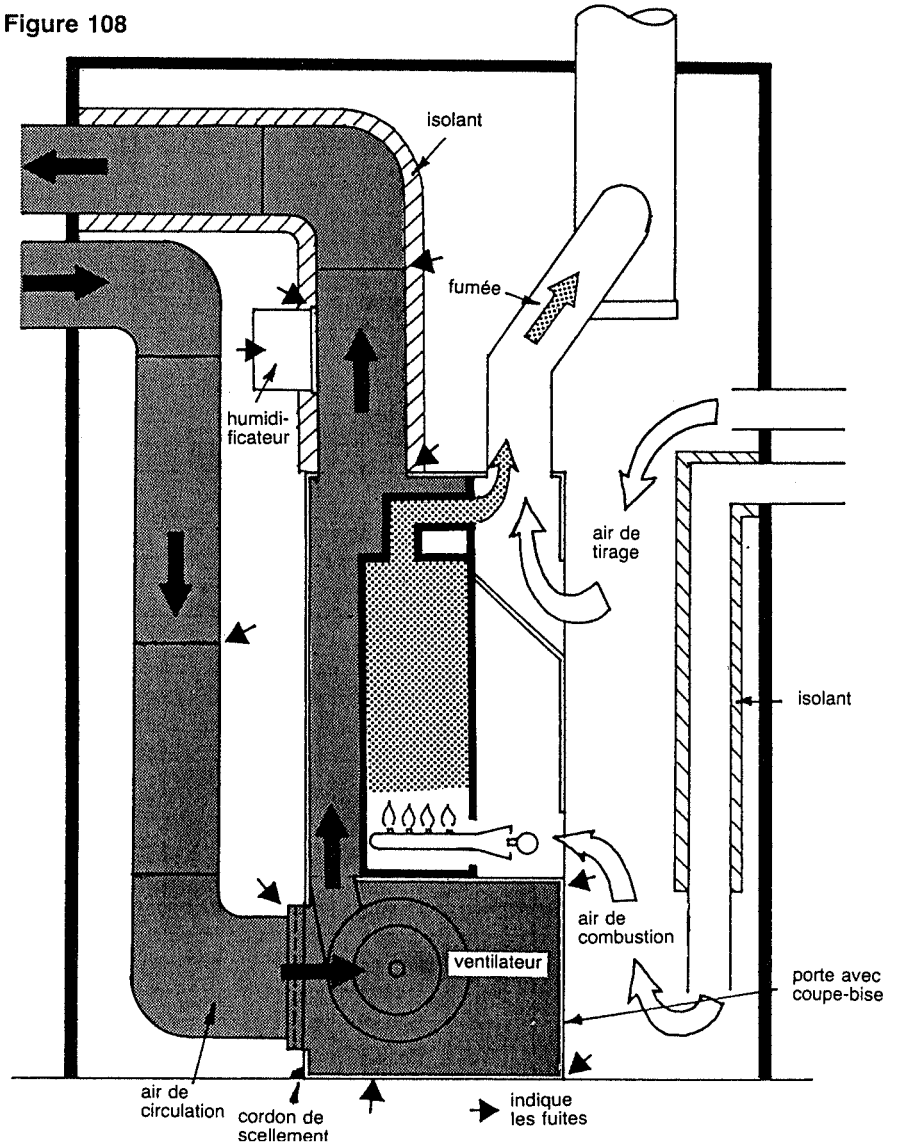


La figure 108 illustre les divers courants d'air qui se produisent à l'intérieur et autour de la fournaise. Noter que les deux prises d'air, pour l'air de tirage et l'air de combustion, sont conformes au code ayant trait aux appareils fonctionnant au gaz.

Le circuit de l'air dans la fournaise est illustré clairement à la figure 108 et le rapport de ce circuit avec le reste de la maison est illustré à la figure 109. Il est important de noter que le circuit de l'air, à l'intérieur de la pièce de chauffage, est en réalité intégré à l'enveloppe d'air principale de la maison. C'est pourquoi ce circuit d'air doit être isolé des processus de tirage et de combustion dans la pièce de chauffage exactement de la même façon que le reste de la maison est isolé de ces processus par la pièce de chauffage elle-même.

Les divers points d'infiltration dans le circuit d'air sont montrés à la figure 108. Chacun de ces points doit être scellé parfaitement. Les joints des plenums et les interstices dans l'humidificateur et le filtre doivent être scellés avec un ruban à conduit de bonne qualité. Sur le plenum d'air chaud, utiliser du ruban à conduit à endos de tissus (noter que la plupart des rubans à conduit ne résistent pas trop bien à la chaleur du plenum au-dessus de la fournaise).

Figure 108



20.0 La pièce de chauffage

Dans certains modèles de fournaise, la cavité autour du ventilateur n'a pas de plancher et est munie d'une porte peu étanche. Il est préférable de poser un cordon de scellement autour de l'extérieur de la fournaise là où elle touche au plancher. La porte devrait être muni de coupe-bise, si cela est possible.

S'il y a un vide sanitaire non chauffé, les conduits de chauffage qui traversent cet espace doivent être considérés comme faisant partie de l'enveloppe chaude de la maison. Ils devraient être scellés et isolés comme à la figure 109a. Cela s'applique à la fois aux conduits d'air chaud et d'air de retour.

Figure 109

20.1

Isolation

Les pièces de chauffage, semblables à celle qui est illustrée à la figure 107, ne sont pas en usage depuis très longtemps. On en a encore beaucoup à apprendre sur la quantité d'air nécessaire dans ces pièces et sur la température qui s'y maintient. Il est probable que les pièces de chauffage étanches se maintiendront à des températures oscillant entre 10 et 20 degrés Celsius. L'effet refroidissant de l'air aspiré est en partie contrebalancé par la chaleur qui se dégage de l'enveloppe du calorifère et du plenum d'air chaud. Il n'est donc pas nécessaire d'isoler la pièce de chauffage, bien qu'il y ait certains avantages mineurs à le faire.

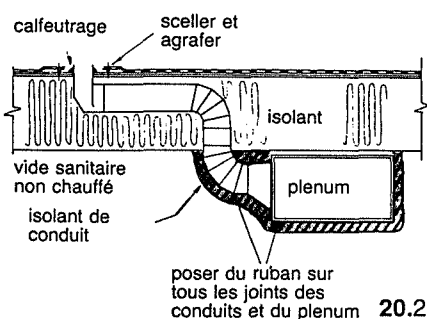
La chaleur qui se dégage de la fournaise et du plenum d'air chaud est de la chaleur perdue puisqu'elle finit par s'échapper par la cheminée. Cette perte peut être réduite par l'isolation du plenum d'air chaud. *L'enveloppe de la fournaise ne doit pas être isolée.*

La figure 110 illustre l'installation d'une pièce étanche contenant un système de chauffage de conception nouvelle. Ce système fait partie de la maison expérimentale construite par Hilton Homes, de Saskatoon. La maison est chauffée par l'eau du réservoir d'eau chaude, et ce, du fait que les besoins de chauffage ne justifient pas l'usage d'une fournaise. Lorsque l'air de la maison a besoin d'être chauffé, le thermostat déclenche la pompe, laquelle fait circuler l'eau chaude dans un serpentin installé dans le système de circulation d'air de la maison (non indiqué). Noter que, comme la pompe fait partie du circuit d'eau potable, elle doit être à l'épreuve de la contamination. Noter également comment la cheminée est installée là où elle traverse le mur.

Vérification de l'étanchéité

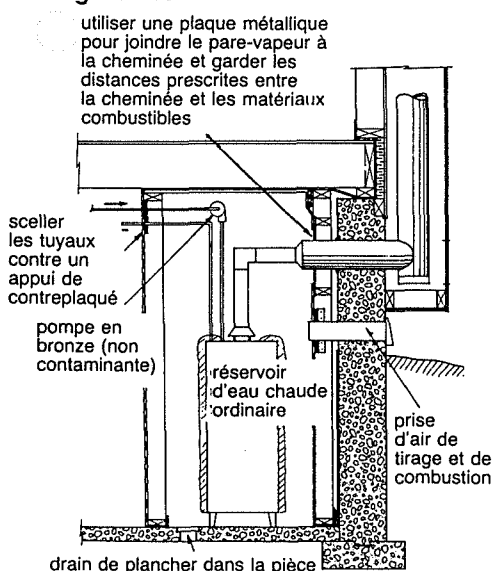
Les méthodes à suivre pour la vérification de l'étanchéité dépendent de ce que l'on veut vérifier. Si l'essai vise à déterminer l'étanchéité de l'enveloppe constituée par le pare-vapeur, il faut alors isoler les circuits d'air dans la pièce de chauffage de façon à ce que leur effet ne soit pas senti durant l'essai. Dans ce cas, il est préférable de faire l'essai avant d'installer les plenums. On peut alors sceller de façon temporaire l'ouverture des plenums (à l'endroit indiqué sur le schéma n° 7, à la figure 107). Il faut aussi s'assurer que la porte de la pièce de chauffage est bien étanche durant la vérification. Par ailleurs, si la vérification a pour but de mesurer l'étanchéité de la maison dans son ensemble, il faut installer les plenums d'air et le système de chauffage avant l'essai et les conduits de circulation d'air doivent être scellés autour de la fournaise comme on l'a indiqué plus tôt. Ici encore, il est important que la porte de la pièce de chauffage soit bien étanche.

Figure 109a



20.2

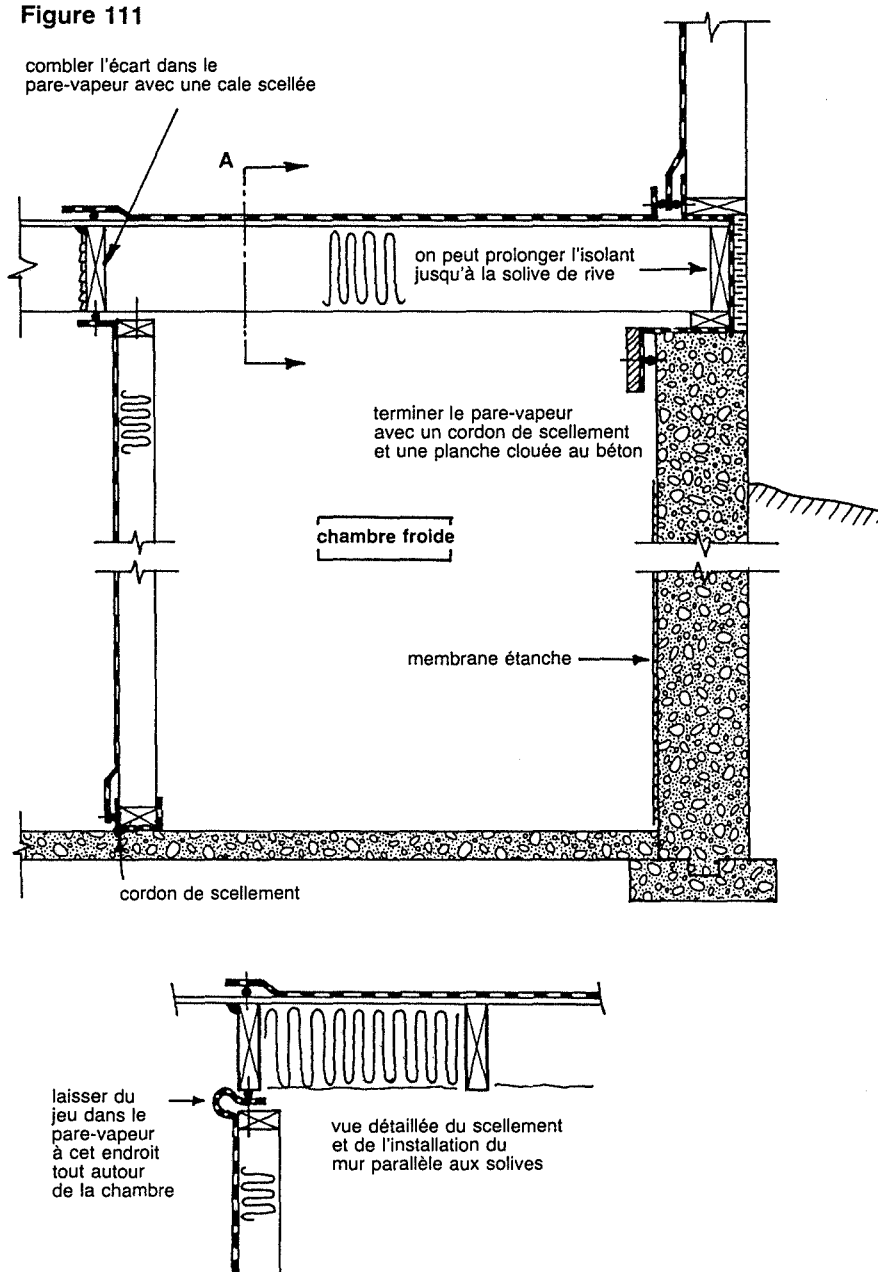
Figure 110



21.0 Chambre froide

La figure 111 montre la construction d'une chambre froide. Les explications sont suffisamment claires.

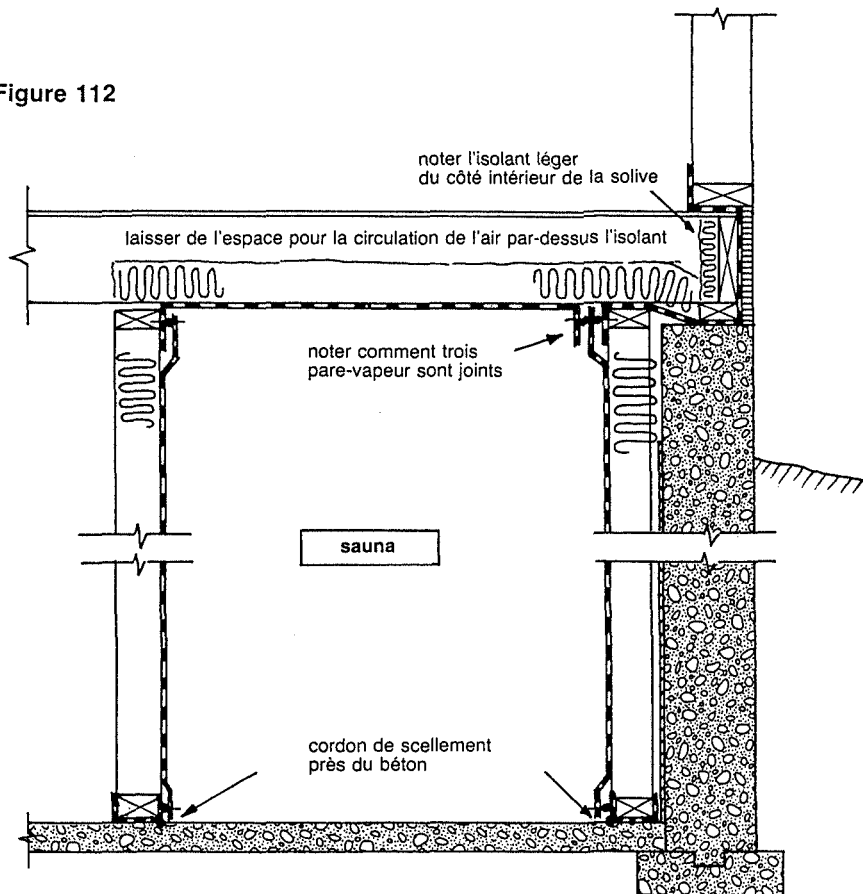
Figure 111



22.0 Saunas

La figure montre la construction d'une pièce où se trouve un sauna. Le pare-vapeur dans une telle pièce doit être du genre papier métallique approuvé. Il est joint au pare-vapeur en polyéthylène de la façon habituelle. Il faut faire attention en particulier autour de la solive afin d'éviter qu'il y ait un endroit de point de rosée (voir les observations précédentes à ce sujet).

Figure 112



23.0 Foyers

La figure 113 illustre les diverses techniques à mettre en oeuvre dans l'installation d'un foyer. L'exemple choisi est un foyer sans dégagement avec une prise d'air de combustion et un système de chauffage par convection. Il est érigé à l'extérieur du mur extérieur principal de la maison, sur des solives en porte-à-faux. Ce genre d'installation devient courant et peut servir d'excellent exemple de la plupart des problèmes à résoudre dans la construction d'un foyer.

Les particularités sont assez claires dans l'illustration, puisqu'il en a déjà été question à plusieurs endroits dans le présent guide. La particularité la plus intéressante est la sous-ossature au-dessus du foyer. Noter que le mur extérieur de la maison se prolonge bien au-dessus du foyer. Cette installation vise à empêcher que les sorties d'air chaud ne traversent le pare-vapeur. Avant que la sous-ossature ne soit mise en place, le pare-vapeur de la maison devrait se continuer autour de la cavité du foyer et être scellé autour de la cheminée et des solives de plancher selon les techniques recommandées. La cavité devrait être finie avec des panneaux de revêtement et un matériau de sous-finition avant que le foyer ne soit installé. Noter que l'espace réservé à la cheminée au-dessus du coupe-feu *peut* être isolé, mais seulement si les distances prescrites autour de la cheminée sont respectées.

La prise d'air de combustion est illustrée schématiquement. La plupart des foyers de ce genre ont un réseau de conduit d'air assez compliqué, ainsi qu'un registre à même. Parce que l'endroit est d'accès difficile, il n'est pas toujours possible de rendre parfaitement étanche le tour du tuyau de prise d'air, comme à la figure 96. On devrait au moins essayer de calfeutrer autour de la prise là où elle traverse le revêtement mural.

Figure 114

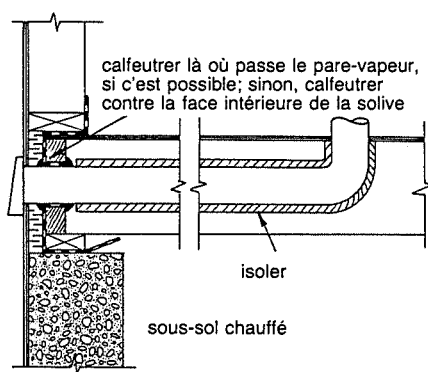
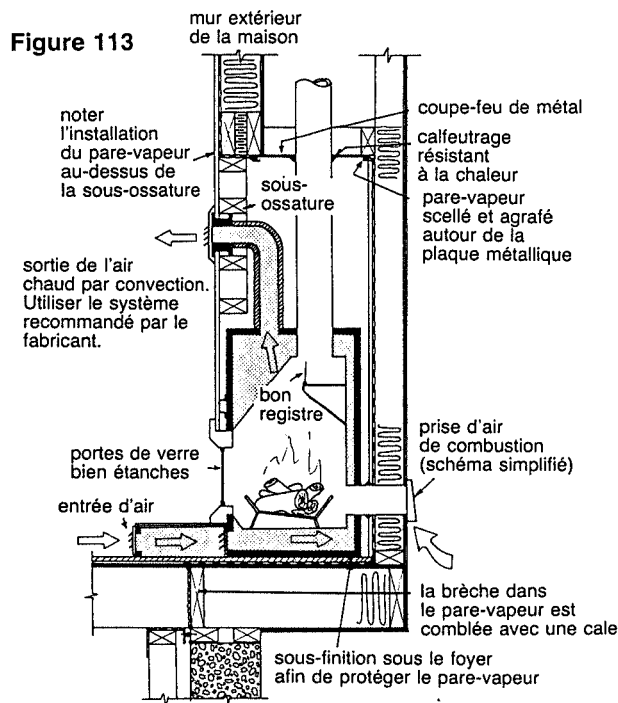
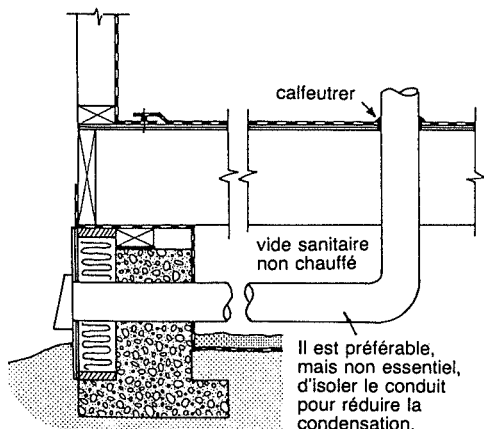


Figure 115



La figure 114 montre un conduit d'air de combustion pour un foyer situé bien à l'intérieur de la maison, au-dessus d'un sous-sol chauffé. Noter que le conduit traverse la solive de rive et est isolé.

La figure 115 montre un conduit d'air de combustion pour un foyer situé au-dessus d'un vide sanitaire non chauffé. Noter l'endroit du calfeutrage

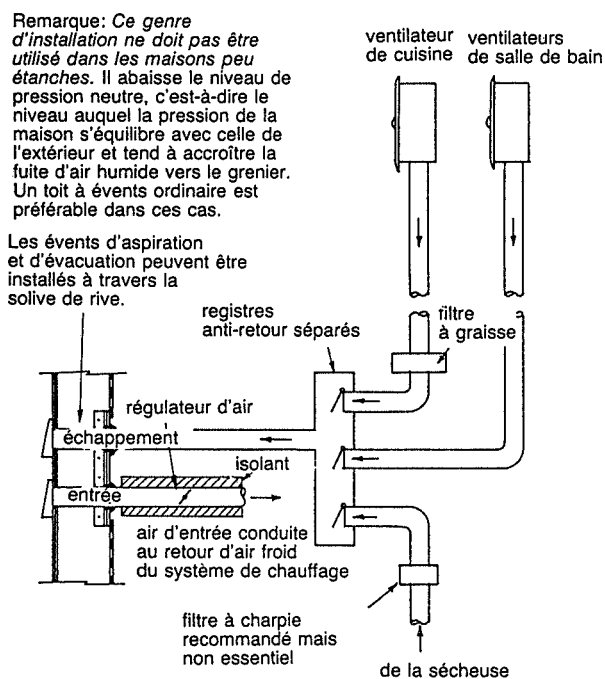
24.0 Systèmes d'aération

La figure 116 montre les principales particularités d'un système d'aération courant. Noter que le ventilateur de la sécheuse, celui de la cuisine et celui de la salle de bain sont reliés de telle sorte qu'un seul évènement d'évacuation est nécessaire. Les ventilateurs ne peuvent s'influencer mutuellement grâce à des registres anti-retour d'air. Il est préférable d'évacuer l'air de la cuisine et de la salle de bain vers le bas et à travers la solive de plancher plutôt que par des évènements de toit. Les pertes de chaleur par convection sont ainsi réduites et il est plus facile d'installer un échangeur de chaleur ultérieurement, si on le désire. Le tuyau d'entrée devrait être branché au plenum d'air froid du calorifère, car la succion produite par le ventilateur de la fournaise aspire l'air frais dans la maison. L'aspiration d'air devrait être réglée par un registre manuel et le tuyau devrait être entièrement isolé.

Les évènements d'aspiration et d'évacuation devraient être assez éloignés l'un de l'autre pour ne pas s'influencer, mais assez rapprochés pour subir la même pression du vent. Il est recommandé de les éloigner de 900 à 1200 mm et de les poser sur le même mur, très loin des coins.

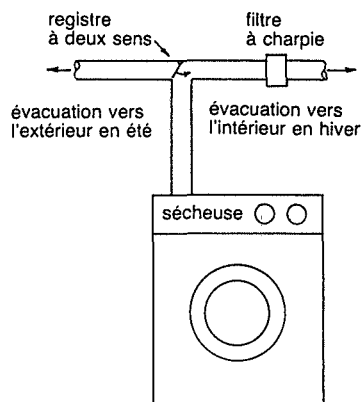
Le code national touchant les appareils fonctionnant au gaz naturel (norme CGA B149.1, 1976) prescrit une distance d'au moins 900 mm entre ces évènements et tout raccord de gaz.

Figure 116



24.1 Évents de sècheuse

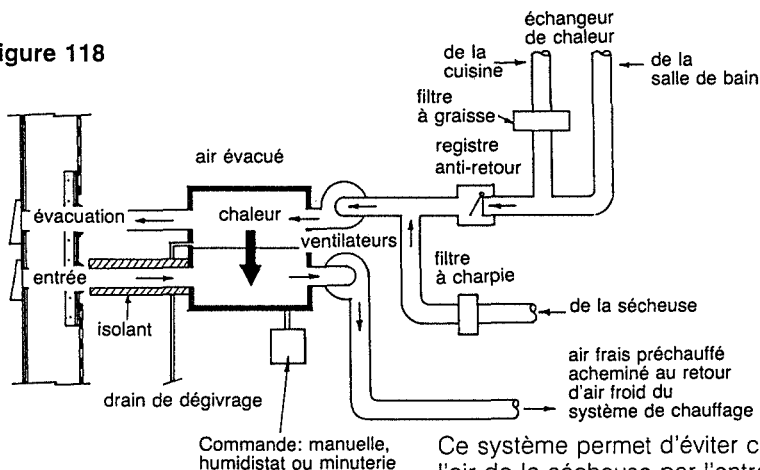
Figure 117



Dans les Normes de construction résidentielle 1980, à la Section 330, partie 6, il est dit que "les conduits d'évacuation doivent déboucher directement à l'air libre". Cette norme s'appliquerait normalement aux évents de sècheuse. Les inspecteurs de la SCHL et les inspecteurs en bâtiment provinciaux sont toutefois d'avis que, vu les mesures d'économie d'énergie en cause, cette partie du code devrait être interprétée avec indulgence dans le cas des évents de sècheuse. Les constructeurs qui désirent faire évacuer l'air de la sècheuse à l'intérieur de la maison ou qui ont l'intention de fixer un dispositif particulier dans le conduit d'évacuation de la sècheuse (tel qu'un échangeur de chaleur ou un registre anti-retour) devraient d'abord consulter les services d'inspection des bâtiments de leur localité.

Si on est indulgent dans l'interprétation de la norme de ventilation des sècheuses, il devient alors possible d'installer le genre de système montré à la figure 117. Il s'agit là d'un dessin schématisé d'un nouveau produit sur le marché. L'évent de sècheuse est muni d'un registre à deux sens, qui évacue l'air de la sècheuse dans la maison l'hiver (en passant par un filtre à charpie) et à l'extérieur l'été. Si le filtre à charpie se bouche, le registre dirige automatiquement l'air à l'extérieur.

Figure 118

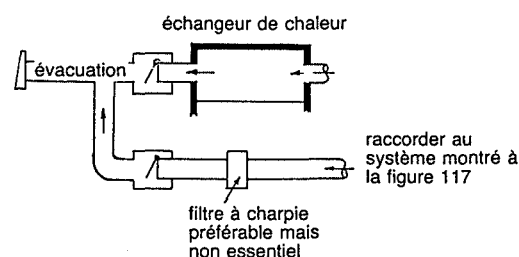


Ce système permet d'éviter certains des problèmes que posent l'évacuation de l'air de la sècheuse par l'entremise d'un échangeur de chaleur. Afin d'éviter l'installation d'un autre évent, le tuyau d'évent qui se dirige vers l'extérieur dans ce système peut être raccordé au tuyau de la sècheuse montré à la figure 116.

La figure 118 illustre les principales particularités d'un système d'aération avec un échangeur de chaleur. L'échangeur de chaleur est schématisé et on voit comment la chaleur est transférée de l'air d'évacuation à l'air frais aspiré. Si la sècheuse est raccordée à ce système, comme dans la figure, il est important de s'assurer que l'échangeur de chaleur est assez puissant pour recevoir tout l'air évacué par la sècheuse et qu'il peut supporter l'air humide de la sècheuse. Noter que certains systèmes de ventilation sont équipés d'un registre anti-retour qui empêche l'air de la sècheuse d'entrer dans la cuisine et les salles de bain.

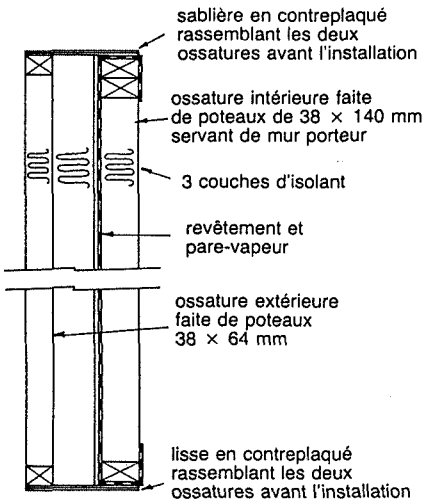
Une autre méthode est montrée à la figure 118a. Dans cette installation, l'échangeur de chaleur est raccordé au système de ventilation de la sècheuse montré à la figure 117. Ce système est raccordé à l'évent d'évacuation en passant par un filtre à charpie (optionnel) et par un registre anti-retour, comme dans l'illustration. En outre, afin de prévenir les retours dans l'échangeur de chaleur, un autre registre anti-retour est installé dans le conduit de l'échangeur de chaleur. Dans ce cas, le raccordement à la sècheuse et le registre anti-retour de la figure 118 peuvent être éliminés. Vu les problèmes posés par l'évacuation de l'air des sècheuses par les échangeurs de chaleur, les auteurs du présent guide préfèrent le système de la figure 118a. Ce choix est toutefois sujet à l'approbation des autorités compétentes.

Figure 118a



25.0 Murs super-isolés

Figure 119

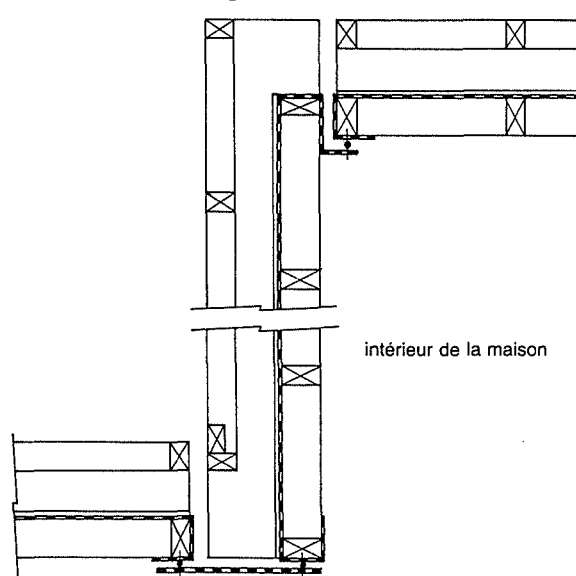


Les murs super-isolés sont décrits de façon assez détaillée dans la publication intitulée "Energy Efficient Housing – A Prairie Approach", publiée conjointement par le Bureau des économies d'énergie de la Saskatchewan et celui de l'Alberta. On conseille aux constructeurs de consulter cette publication s'ils ont besoin de renseignements plus complets sur ce genre de mur.

Les figures 119 et 120 sont extraites du document "A Prairie Approach". Elles illustrent une façon possible d'ériger un mur à ossature jumelée. Il en est question dans le présent guide afin de montrer la technique inhabituelle d'installation du pare-vapeur (ce dont il a été question aux pages 29 et 30 de la Section 1). La figure 119 montre comment le mur est assemblé et la figure 120 montre comment les pare-vapeur sont joints dans un coin intérieur et sur un coin extérieur.

Ces modèles apparaissent ici afin que le guide soit plus complet, mais les auteurs désirent signaler qu'ils ne sont pas nécessairement d'accord avec chacune des particularités.

Figure 120



La figure 121 est tirée de la publication "A Prairie Approach" et illustre les caractéristiques structurales essentielles d'un mur à ossature jumelée dans une maison à ossature de bois d'un étage avec fondation en béton. Dans ce dessin, l'ossature extérieure n'est évidemment pas soutenue verticalement (les auteurs comprennent que c'est probablement parce que le dessin est incomplet). Il semble toutefois que quelques-unes des premières maisons construites à ossature jumelée ont donné des signes de tassement de l'ossature extérieure. Il est difficile d'attester ces cas, mais il est utile de faire remarquer que certains promoteurs du mur à ossature jumelée préconisent la pose d'une entretoise entre les deux ossatures. D'après les expériences des auteurs dans le domaine des mesures d'économie d'énergie (en ajoutant une autre ossature à l'extérieur d'une ossature existante), il semble que le grand écart de température entre les deux ossatures peut causer les mêmes effets de dilatation différentielle que dans le cas du soulèvement des fermes.

Tout compte fait, les auteurs préfèrent le modèle illustré à la figure 122. Noter que l'ossature extérieure est faite de poteaux de 38 par 89 mm et est solidement fixée en haut et en bas. En haut, l'ossature est fixée aux fermes du toit, qui se prolongent plus loin vers l'extérieur que dans la figure 121. En bas, l'ossature est légèrement appuyée sur le bord de la fondation en béton pendant la construction et les poteaux sont cloués à la solive de rive. Noter que cette installation n'exige pas que l'on diminue la quantité d'isolant autour de la solive de rive. On peut bien isoler en posant de l'isolant rigide contre la face extérieure de la solive de rive, et l'emplacement de la lisse basse permet de bloquer les passages d'air à travers l'ossature de bois. Les désavantages de cette technique sont que les murs empiètent sur l'espace utile d'environ 130 mm et que l'ossature jumelée ne peut être érigée en une seule pièce, bien que l'on s'interroge sur les avantages de procéder ainsi. En outre, cette installation ne permet pas de protéger le pare-vapeur grâce aux entretoises de contreplaqué, comme dans la figure 121.

Il est important que les lecteurs du présent guide sachent que la construction à ossature jumelée est encore au stade expérimental. Il existe une grande variété de modèles possibles et il faudra quelque temps avant que le meilleur modèle soit reconnu. Les figures 121 et 122 en montrent deux qui ne sont pas parfaits ni l'un ni l'autre, mais qui donnent au moins une indication de certains des problèmes.

Figure 121

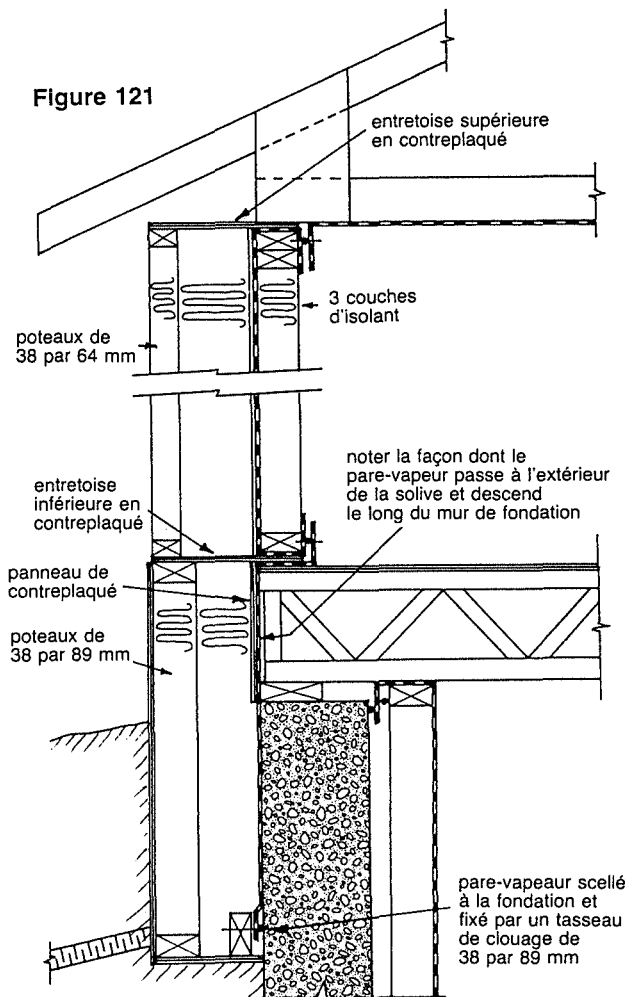
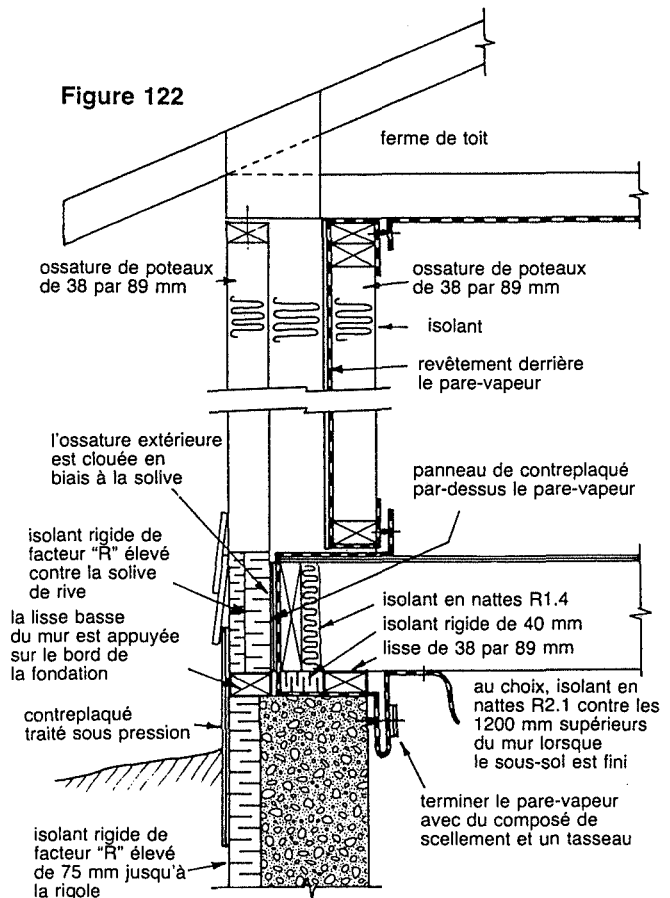


Figure 122



25.0 Murs super-isolés

25.1 Le mur à fourrures

La figure 123 montre un mur à fourrures dans une maison à un seul étage sur fondation en béton. Sa construction est semblable à celle d'un mur ordinaire avec des poteaux 38 par 140 mm, jusqu'au moment où le pare-vapeur est installé (voir la figure 106). Les fourrures de 38 par 64 mm sont posées sur le pare-vapeur et les fils électriques sont ensuite passés dans le mur ainsi élargi sans risque d'endommager le pare-vapeur. De l'isolant en nattes de facteur R1.4 est finalement posé sur le mur élargi avant la pose du revêtement mural.

Cette technique permet au constructeur de réaliser un niveau élevé d'isolation jusqu'à R7.0 en modifiant peu les méthodes courantes de construction. C'est pourquoi elle peut se révéler plus populaire que les murs à ossature jumelée dans les maisons à haut rendement énergétique. Les inconvénients sont que le mur empiète alors de 65 mm sur l'espace utile, comparativement au mur ordinaire avec des poteaux de 38 par 140 mm, et qu'il occasionne des pertes de chaleur modérément élevées par l'ossature de bois en haut et en bas du mur. La figure 124 montre certaines façons de résoudre ce problème.

Le rendement du mur dépend en partie de l'utilisation d'un revêtement isolé (tel que le "Styrofoam SM"). Certains constructeurs doutent de la solidité du parement fixé sur ce revêtement relativement mou. Si le revêtement est trop épais, par exemple 50 mm ou plus, le parement doit être fixé avec des clous qui sont peu solides dans le revêtement. Le parement peut donc se déplacer. Il n'y a apparemment pas de problème si l'épaisseur du parement ne dépasse pas 38 mm, comme l'indique la figure 123. En outre, il existe maintenant sur le marché de nouveaux matériaux de parement avec revêtement et isolant intégré. Ces nouveaux matériaux peuvent éliminer le problème de la solidité du parement, tout en augmentant la résistance thermique du mur.

Figure 123

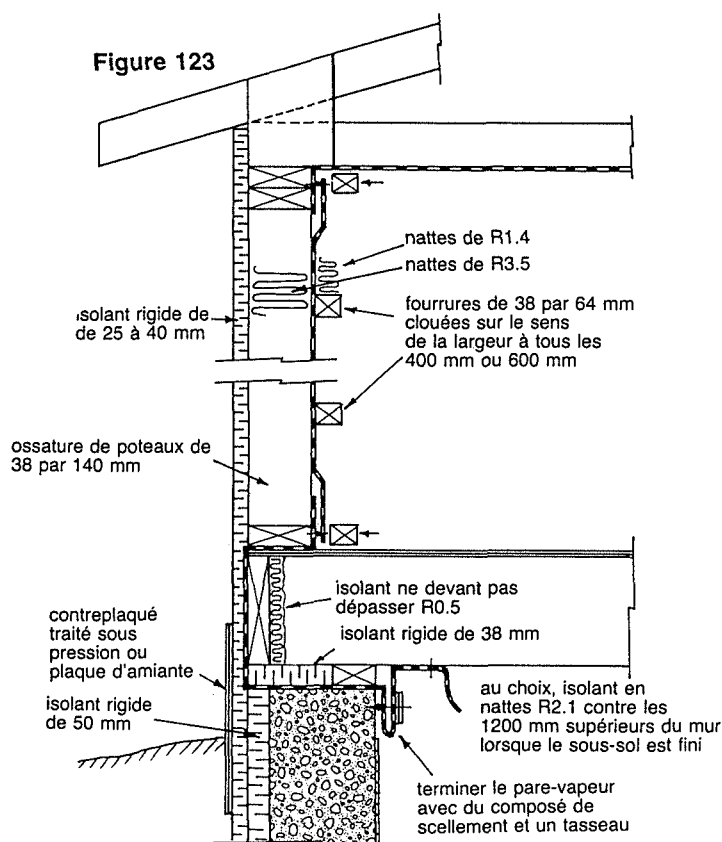
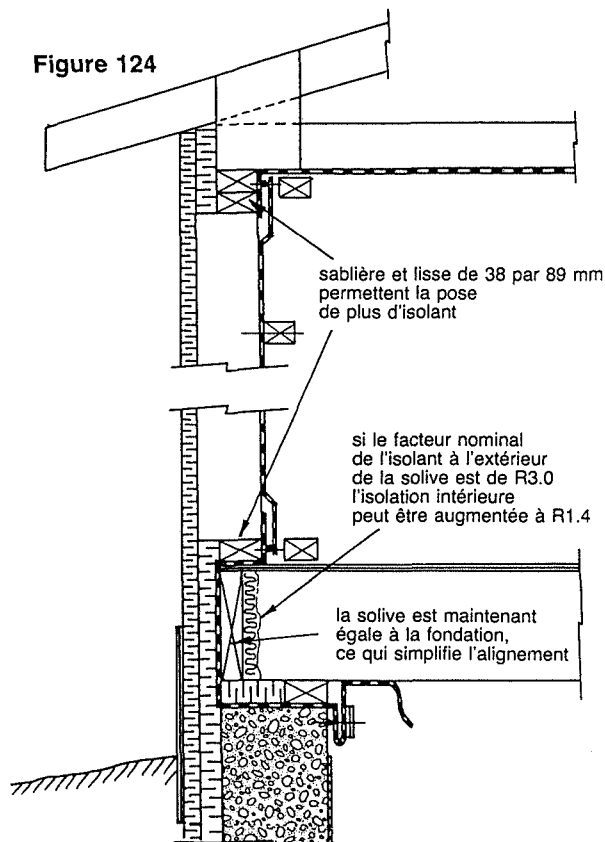


Figure 124



26.0 L'éducation du propriétaire

La maison à haute efficacité énergétique contient plusieurs particularités qui sont nouvelles pour la plupart des propriétaires et, à moins que ces caractéristiques ne leur soient expliquées, il y a des risques pour que les propriétaires limitent l'efficacité de certaines sans s'en rendre compte. C'est le cas en particulier des membranes d'étanchéité renforcée. Il faut informer le propriétaire de la difficulté à réaliser l'étanchéité de la maison et de la facilité avec laquelle on peut détruire cette étanchéité par des modifications (telles que l'addition de prises électriques) aux murs extérieurs. À moins que le propriétaire ne connaisse l'utilité de la bande de pare-vapeur laissée sur les solives d'un sous-sol non fini (voir la figure 106 par exemple), il peut décider de la tailler. En outre, il faut renseigner le propriétaire sur le but des pièces de chauffage et sur les diverses caractéristiques des systèmes d'aération.

Nous recommandons aux constructeurs de rédiger une brochure explicative à l'intention des propriétaires de maison à haute efficacité énergétique, dans laquelle ils signaleraient les principales particularités et leur but. Il faudrait aussi indiquer ce qu'il y a à faire et à ne pas faire.

27.0 Index

A

Aération 18-20, 22, 60, 74, 75

Agrafes 29

Air, Circulation de l'-
(voir Circulation de l'air)

Approvisionnement en air des
appareils à combustion 20,
21, 22, 69, 73

B

Béton, Fondation en –
(voir Fondation en béton)

Bois, Fondation en – traité
sous pression
(voir Fondation en bois traité
sous pression)

C

Calfeutrage et scellement,
Produits de – 28
effritement 55
essai d'échantillons 28
produits résistants à la
chaleur 56

Chambres froides 71

Cheminée, effet de 17

Cheminées
assemblage à la membrane
d'étanchéité 57, 68, 73
passage d'air autour des 57

Ciment de tuyau
d'échappement
d'automobile,
utilisé comme produit de
calfeutrage résistant à la
chaleur 56

Circulation de l'air,
dans les maisons à haut
rendement énergétique 19
système de distribution 18

Cloisons 41-46
au-dessus d'un vide sanitaire
non chauffé 44-45
calfeutrage des fils
électriques 41-44
membrane d'étanchéité à la
sablière 41-43
infiltrations d'air 41

Colonne d'évent
(voir Évent, colonne d'-)

Condensation, 13, 14
à la lisse basse 38

Confort, niveau de – 22

Convection thermique 19

D

Dalle sur hérisson
dalle indépendante et
fondation 32
dalle combinée et
fondation 32

Drains
infiltrations 16, 68
infiltrations de radon 21, 68

"Dux Seal"
usage dans le conduit de
service d'électricité 59

E

Eau chaude
utilisation pour le chauffage de
la maison 70

Échangeurs de chaleur 75
accumulation de givre dans
les 21

Éclairage, Dispositifs d' – 55

Électricité
entrée de service d' – 59
fils dans les cloisons 41-46
prises de courant 23, 53-55, 79
tableau de service d' – 59

Énergie, Mesures d'économie
d' – 15, 36

Escaliers 62

Étanchéité à l'air
des pièces de chauffage 18, 21
des plenums d'air 69
essais d' – 22, 24, 25, 70

Étoupe
utilisée comme joint
coulissant 58

Évaporation 13

Évent, Colonne d' –
assemblage à la membrane
d'étanchéité 58, 59
dans le vide sanitaire 59

Événements d'aération 18, 19
dans la pièce de chauffage 68
et les normes du gaz 60, 74
joints à la membrane
d'étanchéité 56, 60
pression du vent 74

F

Fenêtres

dans un mur à ossature jumelée 51
fenêtre en baie 52
infiltration d'air, 50, 52
membrane d'étanchéité 50-53

Fils

(voir Électricité)

Fondation en béton

et cycles de température 66
isolation de la dalle 30, 65
isolation intérieure et extérieure 65
membrane étanche à l'humidité 30
problèmes liés à la cure 65

Fondation en bois traité sous pression 33

Fondations 30-32

Fournaies

effet de cheminée 16

Foyers 73

approvisionnement en air de combustion 73

G

Garage

problèmes liés à l'installation à étanchéité renforcée 47

Gaz, Normes du 21, 60

Givre, Accumulation de

autour des solives 35
dommages causés par l' – 14, 15
dans les échangeurs de chaleur 21
dans les murs et le grenier 13-15

Glace, Mouvements causés par la – 66

H

Humidificateur 12

Humidité, Dommages causés par l' –

autour de la lisse 38
dans les constructions à porte-à-faux 47

Humidité, Régularisation de l' – 19

Humidité relative 12, 13

I

Infiltrations et fuites 16, 17

changements d'air par heure 17
dommages causés par les économies d'énergie 17

Inspection des installations de membranes d'étanchéité 29

L

Latex, Composé de calfeutrage à base de – 56

Lisse basse

et emplacement de la membrane d'étanchéité 38

M

Maisons à haut rendement énergétique

maisons expérimentales 10, 20-22, 25
"Saskatchewan Conservation House" 10

Maisons à mi-étage 48

Matériaux combustibles 56

Membrane d'étanchéité

agrafage 29
choix des matériaux 28
économies d'énergie 17, 22
emplacement 22, 23
endommagement 23, 54, 55, 79
inspection 29
papier métallisé 72
protection contre le vent 29
réduction des dommages causés par l'humidité 22
règles d'installation 29
représentation sur les plans 24, 25

Membrane étanche à l'humidité

dans le sous-sol 30
dans le vide sanitaire 31

Mur à fourrures

Mur à ossature jumelée 23

emplacement du pare-vapeur 23
fenêtres dans un – 51
modèles 76, 77

Murs nains

Murs super-isolés

(voir Mur à ossature jumelée et Mur à fourrures)

O

Odeurs, Élimination des – 19

Oxygène, Régularisation du niveau d' – 19

P

Pare-vapeur

(voir Membrane d'étanchéité)

Perméance 13, 14, 15

Pièce de chauffage 21, 67-70

et les normes du gaz 21

Plafonds dans les maisons à mi-étage 48

Plomberie

dans la pièce de chauffage 68
dans le vide sanitaire 59

Point de rosée 13-15

emplacement de la membrane d'étanchéité 23
problèmes autour des baignoires 63
problèmes dans les saunas 72

Point de saturation 12, 13

Points froids près des solives 36

Polluants, Élimination des agents 19

Polyéthylène 28

"Polypan" 53, 54, 63

Porte-à-faux 47

conduits de chauffage dans les – 52

Portes 18

infiltrations d'air 52
assemblage à la membrane d'étanchéité 51

Poutre de soutien 40

Pression de vapeur 12, 13

27.0 Index

R

Radon

dans une dalle sur hérisson 32
dans les sous-sols en
béton 30
essais dans les maisons
expérimentales 20
et le drain de plancher 21, 68
niveaux 19, 20

Régionaux, Facteurs – 11, 23

Registres 18, 31

modèle anti-retour 74, 75

Réservoir d'eau chaude 67, 70

Revêtement

manque de solidité du
parement 37, 78

Rosée, Point de – (voir Point de rosée)

S

Saturation, Point de – (voir Point de saturation)

Sauna 72

Scellement

(voir Calfeutrage et scellement,

Sècheuse, Événement de – 75

Sol, Problèmes liés au – 66

Solives

accumulation de givre 35
endommagement du
pare-vapeur 37
infiltrations d'air autour des
installations à étanchéité
renforcée 34-39
niveaux d'isolation 23, 36, 37
points froids 36
pose du parement 37
problèmes liés au point de
rosée 23

Soulèvement des fermes 46

effet semblable dans les
murs 77

Sublimation 13

Système de chauffage

(voir Fournaies)

T

Températures, Cycles des – 31, 66

Trappe du grenier 64

V

Vapeur d'eau

déplacement et
régularisation 12-15
déplacement dans les courants
d'air 15
production 12

Vent

dommages causés par le – à la
membrane d'étanchéité 29
pression du – dans les
événements 74

Ventilation 18-20, 22, 60, 74-75

dans le grenier 14
de la maison 12, 18
pertes de chaleur 20
systèmes de 18, 20
taux de 19, 20

Vide sanitaire non chauffé

approvisionnement en air de
combustion 73
baignoire au-dessus d'un – 63
conduits de chauffage 70
dans les modèles à
mi-étage 49
membrane étanche à
l'humidité 31
ventilation 31