

SOCIÉTÉ D'HABITATION DU QUÉBEC

# CONSTRUCTION D'HABITATIONS AU NUNAVIK

GUIDE DE BONNES PRATIQUES



**Photographies de couvertures**

Xavier Dachez

**Inukshuk**

robococquyt/Shutterstock.com

**Publié par la****Société d'habitation du Québec**

Aile Saint-Amable

1054, rue Louis-Alexandre-Taschereau

Québec (Québec) G1R 5E7

Téléphone : 1 800 463-4315 (sans frais partout au Québec)

Télécopieur : 418 643-4560

Courriel : [infoshq@shq.gouv.qc.ca](mailto:infoshq@shq.gouv.qc.ca)



(SHQ)



SocietehabitationQuebec



HabitationSHQ

On peut télécharger ce document à partir  
du site Web de la SHQ au [www.habitation.gouv.qc.ca](http://www.habitation.gouv.qc.ca).

Sur demande, ce document peut être adapté,  
en tout ou en partie, à certains médias substitués.

Première édition, 2017

Dépôt légal Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017

ISBN 978-2-550-76966-8 (PDF)

© Gouvernement du Québec, 2017

## REMERCIEMENTS

Ce guide a été réalisé grâce à la participation de plusieurs personnes provenant de différents organismes et possédant des expertises complémentaires dans la conception en milieu nordique et la construction en milieu nordique. Nous tenons à remercier sincèrement tous ces collaborateurs, qu'ils aient directement ou indirectement contribué à l'élaboration du document :

**Michel Allard,**  
Centre d'études nordiques (CEN)

**Hélène Arseneault,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Marc Blouin,**  
architecte

**Mathias Brandl,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Watson Fournier,**  
Office municipal d'habitation Kativik (OMHK)

**Diane Frappier,**  
Ministère des Affaires municipales  
et de l'Occupation du territoire (MAMOT)

**Frédéric Gagné,**  
Administration régionale Kativik (ARK)

**Valérie Gratton,**  
Ministère des Affaires municipales  
et de l'Occupation du territoire (MAMOT)

**Jean-François Gravel,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Annie Grégoire,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Gilles Grondin,**  
LVM

**Fatima-Zahra Karmouche,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Martin Lachapelle,**  
Quadrivium

**Claude Lepage,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Emmanuel L'Hérault,**  
Centre d'études nordiques (CEN)

**Katherine Mailloux,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Guy Robichaud,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Bertrand Roy,**  
Société d'habitation du Québec (SHQ)

**Shun-Hui Yang,**  
Société Makivik

# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
<b>1. PROCÉDURES ET AUTORISATIONS LOCALES.....</b>	<b>2</b>
1.1 Groupes et individus concernés.....	2
1.2 Types de travaux.....	2
1.3 Projets de construction.....	2
1.3.1 Organisation générale.....	2
1.3.2 Procédures administratives.....	3
1.4 Terres de catégorie I.....	3
1.5 Puvirnitug.....	5
1.6 Terres de catégorie II.....	5
1.7 Terres de catégorie III.....	6
1.8 Matériaux de construction naturels.....	6
1.9 Extraction dans les terres de catégorie I.....	6
1.10 Extraction dans les terres de catégories II et III.....	7
1.11 Autres considérations.....	7
1.11.1 Branchements aux réseaux électrique et téléphonique.....	7
1.11.2 Location d'équipement dans les communautés.....	7
1.11.3 Sites archéologiques.....	7
<b>2. IMPLANTATION ET AMÉNAGEMENT EXTÉRIEUR.....</b>	<b>8</b>
2.1 Implantation des bâtiments.....	8
2.2 Utilisation des infrastructures urbaines et des services.....	9
2.3 Aménagement extérieur.....	9
<b>3. ARCHITECTURE.....</b>	<b>10</b>
3.1 Réglementation et recommandation d'applicabilité.....	10
3.2 Opération et entretien – généralités.....	10
3.2.1 Équipements mécaniques et électriques.....	10
3.2.2 Matériaux et produits de finition.....	11
3.2.3 Planification des inspections et de l'entretien.....	11
3.2.4 Remplacement des matériaux et des produits.....	11
3.3 Volumétrie.....	12
3.3.1 Aérodynamisme de la volumétrie.....	12
3.3.2 Rationalisation de la volumétrie.....	13
3.4 Enveloppe du bâtiment.....	13
3.4.1 Étanchéité de l'enveloppe.....	14
3.4.2 Isolation de l'enveloppe.....	24
3.4.3 Revêtements extérieurs.....	31
3.4.4 Portes extérieures.....	33
3.4.5 Fenêtres.....	34
3.4.6 Tests d'infiltrométrie.....	39
3.5 Finition intérieure.....	39
3.5.1 Planchers.....	39
3.5.2 Cloisons.....	40
3.5.3 Portes intérieures.....	41
3.5.4 Plafonds.....	41

3.6 Aspects d'aménagement .....	41
3.6.1 Mobilier intégré et équipements .....	41
3.6.2 Vestibule .....	41
3.6.3 Cuisine .....	41
3.6.4 Salle de bain .....	42
3.6.5 Local technique .....	42
3.6.6 Rangements .....	42
<b>4. MÉCANIQUE .....</b>	<b>43</b>
4.1 Conception en fonction de l'entretien .....	43
4.2 Plomberie .....	43
4.2.1 Eau potable .....	43
4.2.2 Eau chaude domestique .....	46
4.2.3 Réseau sanitaire et réservoir de rétention .....	47
4.2.4 Sortie des évènements à l'extérieur .....	49
4.3 Chauffage .....	50
4.3.1 Réservoir pour stockage de mazout .....	50
4.3.2 Alimentation en mazout .....	51
4.3.3 Air de combustion et de ventilation .....	54
4.3.4 Évacuation des produits de combustion .....	55
4.3.5 Capacité de chauffage .....	55
4.3.6 Appareils de production de chaleur .....	56
4.4 Ventilation .....	56
4.4.1 Généralités .....	56
4.4.2 Ventilation naturelle .....	56
4.4.3 Ventilation mécanique .....	57
4.5 Système de chauffage hydronique .....	60
4.5.1 Généralités .....	60
4.5.2 Fonctionnement .....	60
4.5.3 Composantes .....	61
4.6 Sécurité incendie .....	61
4.6.1 Avertisseurs de fumée .....	61
4.6.2 Extincteurs portatifs .....	62
4.6.3 Dispositifs d'obturation .....	62
4.7 Mise en service et entretien (plomberie – chauffage – ventilation) .....	64
4.7.1 Pièces et équipement de remplacement .....	64
4.7.2 Essais et entretien .....	64
4.7.3 Accès .....	64
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>65</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>69</b>

## LEXIQUE

### CÂBLES À THERMISTANCES :

Instrumentation en général insérée verticalement dans un trou de forage, comportant une série de senseurs de mesure de température (thermistances) distribués selon la profondeur et reliés à la surface pour en permettre la lecture. Les thermistances étant des résistances électriques qui varient en fonction des fluctuations de température, on peut les lire soit de façon manuelle, avec un voltmètre, soit de façon automatisée, avec un enregistreur de données (datalogger).

### COIN DE GLACE :

Glace massive, généralement en forme de coin, dont la pointe est dirigée vers le bas. Elle résulte du gel de l'eau dans des fentes de contraction thermique. Le gel de l'eau au niveau du pergélisol permet la croissance du coin de glace.

### COUCHE ACTIVE :

Couche de sol en surface, soumise au cycle annuel de gel et de dégel. Synonyme : mollisol.

### CRYOFACIÈS :

Assemblage de cryostructures. Composition et structure du pergélisol constituée de sédiments et de glace.

### CRYOSTRATIGRAPHIE :

Succession verticale d'une séquence de cryofaciès.

### CRYOSTRUCTURE :

Patrons géométriques créés par l'assemblage tridimensionnel de glace se présentant sous diverses formes (lentilles et veines d'épaisseurs diverses, glace enrobant des cailloux, glace dans les interstices, etc.) et sédiments dans le pergélisol.

### CRYOSUCCION :

Processus de succion survenant lors de la congélation du sol. L'eau interstitielle migre par capillarité vers le front de gel, où elle forme des lentilles de glace.

### CRYOTURBATION :

Perturbation d'un sol, causée par la formation de la glace et les processus de gel et dégel.

### DEGRÉS-JOURS :

Données ou unités servant au calcul de la chaleur accumulée (au-dessus de 0°C) ou de la chaleur perdue (au-dessous de 0°C). Par exemple, le cumul des degrés-jours au-dessus de 0°C dans un été constitue l'indice de dégel. Cet indice est simplement la somme des températures moyennes journalières de tous les jours où la température est supérieure à 0°C. La somme des degrés-jours inférieurs à 0°C dans un hiver constitue l'indice de gel.

### EAU INTERSTITIELLE :

Eau que l'on trouve dans les pores (vides) des particules (grains de silt ou de sable, cailloux, etc.) composant un sol.

### FACTEUR N :

Rapport entre l'indice de gel ou de dégel à la surface du sol et l'indice de gel ou de dégel de l'air.

### GÉLIF :

Sol dans lequel se forme de la glace de ségrégation (lentilles) causant des soulèvements lorsque les basses températures et l'apport d'eau sont suffisants et persistants.

### GÉLIFLUXION :

Déplacement en masse d'un sol dégelé gorgé d'eau sur un sol gelé. Par exemple, la couche active qui dégèle en été flue par gravité sur les versants et sur le pergélisol sous-jacent. Il s'agit d'un mouvement relativement lent qui entraîne des déplacements de l'ordre de quelques centimètres par an et en vient à constituer des formes telles que des lobes ou des nappes de géelifluxion sur les versants.

**GLACE INTERSTITIELLE :**

Glace contenue dans les vides du sol.

**GLACE DE SÉGRÉGATION :**

Glace se formant en lentilles le long du front de gel à la suite de la migration de l'eau interstitielle par cryosuccion vers celui-ci.

**GLACE RÉTICULÉE :**

Glace sous forme de veines horizontales et verticales qui structurent un réseau tridimensionnel, rectangulaire ou carré.

**GLACE D'AGGRADATION :**

Glace qui se forme au contact de la couche active et du pergélisol et qui enrichit les couches supérieures de celui-ci.

**PERGÉLISOL :**

Sol (ou roche) qui demeure à une température inférieure à 0 °C pour une période d'au moins deux années consécutives.

**PERGÉLISOL SYNGÉNÉTIQUE :**

Pergélisol qui se forme par le gel des sédiments qui s'accumulent dans un environnement dynamique, par exemple dans des dépôts de versants, des alluvions de débordement de rivière, des sables éoliens ou des accumulations de tourbe. Le gel permanent s'installe dans le sol au fil des années, au fur et à mesure que la surface du terrain augmente sous l'effet de l'accumulation des dépôts.

**PLAFOND DU PERGÉLISOL :**

Limite supérieure du pergélisol, typiquement riche en glace.

**SOL STRUCTURÉ :**

Terme général pour désigner tout sol présentant en surface un patron morphologique ordonné plus ou moins symétrique (ex. : polygones à coins de glace, ostioles).

**TALIK :**

Couche ou partie de sol non gelée qui survient dans une zone de pergélisol en raison d'une anomalie locale dans les conditions thermiques, hydrologiques, hydrogéologiques ou hydrochimiques.

**THERMOKARST :**

Processus aboutissant à la fonte du pergélisol et à la formation d'une topographie irrégulière, caractérisée par des dépressions et des affaissements de terrain dus à la perte de volume causée par la fonte de la glace. Cette fonte peut être généralisée et avoir une cause climatique (dégel dû à un réchauffement) ou bien anthropique (impact d'une construction, déforestation). Elle peut également être locale et due à la circulation d'eau sur un sol gelé. Le terme *thermokarst* peut aussi signifier un terrain chaotique résultant de la dégradation du pergélisol.



PHOTOGRAPHIE : INUKJUAK (XAVIER DACHEZ)

## MISE EN CONTEXTE

La construction d'habitations au Nunavik est très différente de celle qui se fait ailleurs au Québec. Le *Guide de bonnes pratiques* a été rédigé pour illustrer ces différences et fournir des critères adaptés de performance aux architectes, aux ingénieurs, aux entrepreneurs, aux administrateurs locaux, ainsi qu'à tout autre intervenant qui s'implique dans la conception et la réalisation de ce type de projets. Nous les encourageons à proposer des solutions qui répondent le plus adéquatement possible à ces critères. Le guide ne doit en aucun cas agir comme un frein au développement d'innovations, innovations dont l'adéquation aux problèmes vécus en milieu nordique devra toutefois être démontrée (intégration au milieu naturel, amélioration de l'efficacité énergétique, diminution des coûts, etc.).

Les critères de performance énoncés ici n'ont pas pour rôle de remplacer les codes, les normes et les autres textes de la réglementation applicable, mais servent plutôt à apporter un complément d'information. Cette réglementation de base inclut le chapitre Bâtiment du Code de construction du Québec, bien qu'il n'ait pas été officiellement adopté par les instances municipales du Nunavik (les autorités compétentes et concernées).

Au fil du temps, un certain nombre de produits et de méthodes qui ont bien fonctionné ont été adoptés par les promoteurs immobiliers, les concepteurs et les constructeurs qui travaillent au Nunavik. Le *Guide de bonnes pratiques* revient sur les connaissances qu'ils ont accumulées au cours des 30 dernières années dans la construction d'habitations au Nunavik.

### CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ

La Société d'habitation du Québec (SHQ), le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire et les autres collaborateurs n'assument aucune responsabilité pour toute action, toute erreur ou omission, toute utilisation, toute mauvaise utilisation et toutes conséquences découlant de l'utilisation totale ou partielle du guide.

En conséquence, la Société d'habitation du Québec, le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire et les autres collaborateurs ne peuvent être tenus responsables envers tout utilisateur ou envers toute autre personne, de quelque dommage-intérêt que ce soit (direct, indirect, accessoire, spécial, exemplaire ou punitif) découlant directement ou indirectement de l'utilisation totale ou partielle du guide et de toute décision ou autre mesure prise par l'utilisateur ou par toute autre personne en considération de l'utilisation du guide ou sur la foi de l'information y étant contenue, de toute erreur ou omission du guide, ainsi que de toute utilisation ou reproduction non autorisée du guide. L'utilisateur assume seul tous les risques et périls qui découlent ou peuvent découler de l'utilisation du guide.

### AVIS

Ce guide est issu d'un processus (actuellement en cours de définition) d'élaboration de concepts et de principes de développement durable, applicables lors des différentes phases de conception, de réalisation et d'exploitation des projets d'habitation au Nunavik. Ce processus comporte notamment des étapes pour réviser le contenu du document selon une approche d'évolution adaptative.

Il pourra ainsi répondre, au gré de son développement et de la parution des versions ultérieures, aux variations formulées et observées relativement aux besoins des occupants, aux impératifs de santé individuelle et collective, aux exigences découlant des changements environnementaux, aux contraintes financières et autres problèmes vécus. La Société d'habitation du Québec souhaite recevoir vos commentaires et vos suggestions pour l'aider à réviser et à améliorer les prochaines éditions du guide afin de le garder à jour et pertinent (voir à cet effet la fiche Proposition de révision en annexes).

## INTRODUCTION

Les communautés du Nunavik se développent à un rythme qui s'accélère. Il y a de plus en plus de promoteurs et d'entrepreneurs en construction actifs dans le Grand Nord. De plus, le projet du gouvernement du Québec de développer le potentiel du Nord québécois amènera davantage d'activités dans cette région.

Toutefois, les règles et les règlements régissant l'industrie de la construction en milieu nordique ne sont pas toujours bien connus ni respectés. Le manque de procédures écrites normalisées a eu pour effet de causer inutilement des conflits entre les communautés, qui désirent que les règlements municipaux et les règles de construction soient respectés, et les promoteurs ou les entrepreneurs en construction, qui considèrent qu'ils ne sont pas bien informés des procédures à suivre et des autorisations qu'ils doivent obtenir.

De plus, le parc de logements du Nunavik est surpeuplé. On estime que 30 % des logements ont un nombre de pièces inférieur à la taille des ménages (en nombre de personnes) et qu'il manquait environ 1000 logements en 2015.

Le présent guide a été conçu pour :

- créer et mettre en place une marche à suivre normalisée à laquelle tous les projets de construction au Nunavik devraient être assujettis;
- faciliter le travail des entreprises qui souhaitent se lancer dans des projets de construction au Nunavik;
- faire connaître tous les intervenants qui doivent être informés des projets que l'on prévoit réaliser dans leur communauté;
- favoriser le respect des règles et des règlements (règlements municipaux, ordonnances, autorisation pour occuper des terres de catégorie I, etc.);
- faire connaître les particularités de la construction de logements au Nunavik.

Plus précisément, le guide donne un aperçu des procédures à suivre pour réaliser des projets de construction au Nunavik. Il explique, entre autres, les autorisations qu'il est nécessaire d'obtenir et auprès de quels organismes il faut en faire la demande. Il fournit les critères de conception à respecter à l'égard de l'implantation, de l'aménagement extérieur, de l'architecture, des fondations, de la mécanique du bâtiment et, dans une prochaine édition, de l'électricité, de l'environnement et du développement durable.



© Heiko Wittenborn

# 1. PROCÉDURES ET AUTORISATIONS LOCALES

## 1.1 GROUPES ET INDIVIDUS CONCERNÉS

Le présent guide est mis à la disposition de tous les organismes ou intervenants qui prévoient participer de près ou de loin à la réalisation d'un projet de construction d'habitation au Nunavik :

- les villages nordiques;
- les corporations foncières;
- les promoteurs de projets d'habitation;
- les entrepreneurs en construction;
- les firmes de concepteurs;
- les arpenteurs-géomètres;
- les fournisseurs de produits et de matériaux de construction;
- tout autre intervenant concerné par la construction d'habitations nordiques.

## 1.2 TYPES DE TRAVAUX

Ce guide donne des renseignements sur les procédures, les autorisations et les critères de performance applicables à tout projet de construction d'habitations au Nunavik. Cela comprend tous les type d'habitation, dont les maisons unifamiliales, les maisons jumelées et les bâtiments multifamiliaux, qu'il s'agisse de bâtiments neufs, d'agrandissement ou de modifications.

Pour plus de renseignements, communiquer avec les autorités municipales (le village nordique), la corporation foncière ou l'Administration régionale Kativik (ARK).

## 1.3 PROJETS DE CONSTRUCTION

### 1.3.1 Organisation générale

Au Nunavik, la saison de construction est plus courte que dans les régions situées plus au sud. S'ajoute à cette contrainte climatique l'absence de liens routiers avec le reste du Québec, qui rend les échéanciers de construction tributaires du transport maritime pour les matériaux et les équipements. En raison de son coût élevé et de l'espace restreint réservé au transport de marchandises, l'avion est généralement réservé au transport du personnel.

Le transport maritime vers les communautés du Nunavik est généralement assuré de la fin du mois de juin à la fin du mois d'octobre, selon l'état du couvert de glace. Les calendriers, les tarifs et les conditions (réservation, emballage, transport de matières dangereuses, etc.) peuvent être consultés sur le site Web des compagnies de transport.

En hiver, d'autres contraintes doivent être prises en considération. Les journées de travail raccourcissent et l'utilisation des matériaux granulaires devient presque impossible. De plus, l'exploitation de bancs d'emprunt pour extraire les matériaux servant à la construction des radiers granulaires est pratiquement inenvisageable, car le sol gelé est très difficile à excaver. En été, lorsque la couche de surface dégèle, on peut l'excaver et attendre que la chaleur pénètre dans la couche sous-jacente pour répéter l'opération.

Il incombe à l'entrepreneur de veiller à ce que le chantier de construction et le campement soient maintenus propres et exempts de débris et qu'ils ne présentent aucun risque d'accident, et ce, pendant toute la durée du projet de construction.

### 1.3.2 Procédures administratives

Les procédures et les autorisations à obtenir diffèrent légèrement selon la catégorie de terres sur laquelle le projet sera réalisé (voir les sections 1.4, 1.6 et 1.7). Il incombe au promoteur et à l'entrepreneur d'obtenir toutes les autorisations nécessaires avant le début des travaux. Le village nordique et la corporation foncière doivent, quant à eux, s'assurer que les exigences et les conditions des autorisations sont respectées.

Il faut toutefois prévoir un certain délai pour les obtenir. Les promoteurs doivent donc présenter leurs demandes le plus tôt possible et prévoir un délai d'au moins 90 jours avant le début des travaux de construction. Pour les projets de grande envergure, le délai peut être plus long.

Concernant les campements de construction, on recommande de communiquer avec le village nordique concerné (voir l'annexe I pour les coordonnées), car la majorité des villages possèdent leurs propres campements. Par ailleurs, avant de laisser de l'équipement ou des matériaux dans la communauté une fois la période de construction terminée, il faut obtenir l'autorisation du bureau municipal et de la corporation foncière (voir l'annexe I pour les coordonnées).

Les corporations foncières peuvent percevoir des frais pour l'entreposage d'équipement de construction dans la communauté.

Dans les communautés où de tels règlements sont en vigueur, les villages nordiques peuvent également percevoir des frais si des équipements ou des matériaux de construction sont laissés au dépotoir municipal, et des sanctions pourraient être infligées si certains règlements municipaux ne sont pas respectés (par exemple, le tri du matériel ou l'endroit où les déchets doivent être laissés dans le dépotoir). Il est important de planifier et d'organiser avec soin les projets de construction au Nunavik, car certains problèmes de logistique peuvent causer des retards importants.

Les diverses procédures à suivre pour chaque catégorie de terres du Nunavik sont décrites ci-après.

## 1.4 TERRES DE CATÉGORIE I

Le régime territorial de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois (CBJNQ) définit trois catégories de terres, classées I, II et III. Les terres de catégorie I sont attribuées aux autochtones pour leur usage exclusif. Elles sont situées sur les lieux de vie habituels des populations autochtones et dans le voisinage. Elles sont désignées par les couleurs rouge (Cris), bleu (Inuit) et violet (Naskapis) sur la carte suivante :

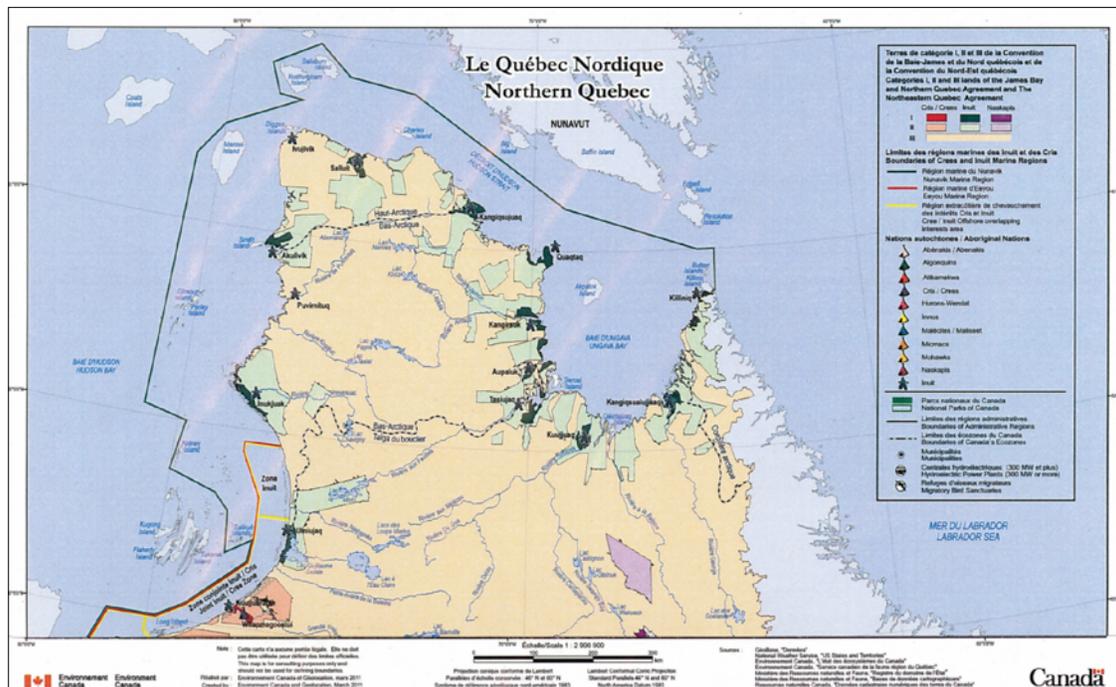


FIGURE 1.1 : CATÉGORIES DES TERRES / SOURCE : ENVIRONNEMENT CANADA

<http://www.ceaa.gc.ca>

Pour réaliser des projets de construction à l'intérieur des limites municipales ou sur les terres de catégorie I, il faut que la corporation foncière et le conseil municipal autorisent formellement le projet.

**Voici la marche à suivre.**

### Première étape : Proposition du projet

Le promoteur doit présenter une demande au village nordique et à la corporation foncière locale au moins 90 jours avant le début des travaux de construction.

Il doit leur transmettre les documents suivants : le formulaire de demande de permis rempli et signé, les frais non remboursables pour la demande de permis et deux copies du plan d'implantation, du certificat de localisation, des élévations du bâtiment proposé et de ses plans d'étages. Le village nordique exige également qu'une copie électronique de ces documents soit envoyée à [landuse@krg.ca](mailto:landuse@krg.ca).

Le formulaire qui doit être transmis au village nordique peut être obtenu au service de l'aménagement de l'Administration régionale Kativik (ARK) à l'adresse [landuse@krg.ca](mailto:landuse@krg.ca) et celui de la corporation foncière locale est disponible sur le site Web de l'Association des corporations foncières du Nunavik, à l'adresse [www.nlhca.strata360.com](http://www.nlhca.strata360.com).

### Deuxième étape : Analyse de la proposition du projet

Le village nordique et la corporation foncière examinent le projet pour vérifier s'il est conforme au plan directeur de la municipalité, au règlement de zonage, à tout autre règlement municipal applicable de même qu'aux objectifs généraux de développement de la communauté.

C'est la corporation foncière qui autorise l'occupation d'une étendue de terrain. On recommande aux promoteurs de bien documenter le village nordique et la corporation foncière pendant l'élaboration du projet afin d'éviter des problèmes éventuels lors de la phase de construction.

### Troisième étape : Décision

Le village nordique et la corporation foncière font parvenir leur décision par écrit au promoteur.

Si le projet est recevable, le village nordique délivre un permis d'aménagement et la corporation foncière adopte une résolution confirmant qu'elle autorise la réalisation du projet en remettant un certificat d'enregistrement au promoteur. Un bail foncier devrait par la suite être conclu entre celui-ci et la corporation foncière. Veuillez prendre note que le permis d'aménagement doit avoir été délivré et la résolution adoptée avant que les travaux de construction commencent.

Si le projet est irrecevable, le promoteur doit y apporter les modifications nécessaires ou l'abandonner.

### Quatrième étape : Approbation du projet

Une fois le projet approuvé, le promoteur doit informer l'entrepreneur qui a été retenu pour réaliser le projet qu'il doit, d'une part, signer un protocole d'entente avec la corporation foncière concernant l'occupation et l'utilisation de l'étendue de terre pendant toute la durée du projet et, d'autre part, obtenir l'autorisation d'exploiter une carrière, une gravière, ou les deux, pour réaliser le projet. Dans les deux cas, il faut prévoir certains frais.

L'entrepreneur doit ensuite communiquer avec le village nordique et la corporation foncière afin de prendre les dispositions nécessaires à l'égard des aspects suivants :

- Village nordique : discuter des services municipaux qui seront requis pendant la réalisation du projet et des services que le village nordique peut offrir – ressources humaines, location de machinerie lourde – ainsi que des tarifs de location applicables.
- Corporation foncière : signer un protocole d'entente sur l'occupation et l'utilisation de l'étendue de terre pendant toute la durée du projet et obtenir les droits d'utilisation des matériaux de construction naturels (gravier et matière minérale). Certains frais sont applicables pour occuper et utiliser les terres de catégorie I; les tarifs varient selon qu'il s'agit de la saison de construction ou non. Des frais sont également perçus pour extraire des matériaux naturels. Après la signature du protocole d'entente, la corporation foncière transmet une dénonciation de contrat au promoteur.

### Cinquième étape : Arpentage foncier

Le plan d'arpentage foncier doit être réalisé par un arpenteur-géomètre membre de l'ordre des arpenteurs-géomètres du Québec et déposé au Greffe de l'arpenteur général du Québec (GAGQ). À la suite du dépôt, le GAGQ fera parvenir une copie conforme du document à l'aménagiste de l'ARK et à la corporation foncière concernée. Le détenteur de permis a 12 mois pour fournir un plan d'arpentage du bâtiment et de son emplacement sur le lot à la corporation foncière, au village nordique, au service de l'aménagement de l'ARK ainsi qu'au ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN).

L'arpenteur-géomètre mandaté pour le projet doit demander au GAGQ des instructions particulières d'arpentage, et ce, au moins 30 jours avant d'exécuter les travaux sur le terrain. Pour plus d'informations, des instructions supplémentaires sont fournies à l'annexe II de ce guide.

L'annexe IV présente un tableau récapitulatif des autorisations requises.

#### Exigences additionnelles :

En tout temps pendant la durée des travaux, le promoteur doit veiller à ce que les permis soient visibles à partir de la rue et, à la fin du contrat, il doit s'assurer que l'entrepreneur retire du territoire les fournitures, articles, équipements, matériaux, effets, etc. qui ont été nécessaires à la réalisation du projet.

Dans certaines communautés, le sol peut être instable et ne se prête pas toujours à la construction. Il est de la responsabilité du promoteur de s'assurer que toutes les études de sol nécessaires ont été réalisées. Le Centre d'études nordiques de l'Université Laval a produit des cartes des caractéristiques du pergélisol afin de guider le développement de l'environnement bâti dans les 13 communautés du Nunavik concernées. Ces cartes sont disponibles dans ces communautés et à l'ARK.

Enfin, certains projets de développement peuvent être assujettis au « processus d'évaluation et d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social » prévu au chapitre 23 de la CBJNQ. On recommande au promoteur de vérifier si son projet est assujetti à ce processus auprès de la société Makivik ou de la Commission de la qualité de l'environnement Kativik (CQEK). Cette commission est chargée de l'administration et de la surveillance du processus d'évaluation des impacts environnementaux et sociaux au Nunavik. À titre d'information, l'annexe III donne une description des projets qui sont automatiquement assujettis à ce processus et de ceux qui y sont soustraits.

## 1.5 PUVIRNITUQ

Pour réaliser des projets de construction dans le village de Puvirnituk, où il n'y a pas de corporation foncière, le promoteur doit contacter la Direction générale du Nord-du-Québec afin d'obtenir les autorisations nécessaires relatives à un bail foncier. Il devra obtenir un permis d'aménagement du village nordique concerné et conclure un bail foncier avec le MERN et avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Les procédures à suivre pour obtenir le permis d'aménagement et les instructions particulières d'arpentage sont les mêmes que celles décrites dans la section 1.4.

## 1.6 TERRES DE CATÉGORIE II

Les terres de catégorie II, situées au Nunavik et relevant de la CBJNQ, sont des terres publiques provinciales soumises aux lois et règlements du Québec régissant les terres qui comportent des droits exclusifs de chasse, de pêche et de trappage pour les Inuits sans toutefois leur accorder de droit spécial d'occupation.

Pour réaliser des projets de construction sur les terres de catégorie II, il est nécessaire d'obtenir l'autorisation des organismes suivants :

- la corporation foncière, qui doit s'assurer que le projet n'entrave pas les droits d'exploitation des Inuits;
- l'ARK, qui doit délivrer un certificat d'autorisation confirmant que le projet respecte le plan directeur d'aménagement des terres de la région Kativik ou tout règlement ou toute ordonnance adopté par le conseil de l'ARK. À cet égard, il est requis de communiquer avec l'aménagiste de l'ARK;

- le MERN, afin de conclure un bail foncier;
- le MDDELCC, afin d'obtenir un certificat d'autorisation pour le traitement de l'eau potable et des eaux usées, de même que pour l'élimination des déchets;
- le GAGQ, afin d'obtenir les instructions particulières d'arpentage.

## 1.7 TERRES DE CATÉGORIE III

Finalement, les terres de catégorie III sont des terres publiques provinciales assujetties aux lois et règlements du Québec régissant de telles terres, mais où les autochtones peuvent poursuivre leurs activités traditionnelles à longueur d'année, en plus d'y avoir des droits exclusifs sur certaines espèces animales.

Au Nunavik, les terres de catégorie III sont toutes celles qui ne sont pas définies par les autres catégories.

Les autorisations requises pour faire des travaux de construction sur les terres de catégorie III sont les mêmes que celles qui sont nécessaires pour les terres de catégorie II (voir la section 1.6). Il n'est toutefois pas nécessaire d'obtenir une autorisation formelle de la corporation foncière.

## 1.8 MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION NATURELS

La plupart des projets de construction nécessitent du gravier ou d'autres matières minérales. Avant de se procurer tout minéral, il faut obtenir l'autorisation des organismes énumérés ci-après et payer les indemnités applicables.

## 1.9 EXTRACTION DANS LES TERRES DE CATÉGORIE I

La plupart des communautés exploitent déjà des carrières ou des bancs d'emprunt. Certains villages nordiques offrent des services d'extraction, de concassage et de criblage et la livraison du matériau. Le promoteur ou l'entrepreneur doit communiquer avec la corporation foncière et le bureau municipal pour obtenir de plus amples renseignements sur les services offerts et les tarifs applicables. En vertu de la CBJNQ, les corporations foncières peuvent réclamer des frais de compensation pour l'utilisation et l'extraction de matériau granulaire. La corporation foncière a la responsabilité de tenir un registre de tout le minéral extrait ou prélevé de la carrière. Ces renseignements peuvent être transmis au village nordique qui est chargé de transporter le matériau. Un tel registre doit être signé conjointement par l'entrepreneur, le village nordique et la corporation foncière concernée.

Le promoteur ou l'entrepreneur peut choisir d'extraire du minéral à partir d'un nouveau site. Avant d'entreprendre les travaux d'extraction, il doit obtenir l'autorisation écrite des organismes suivants :

- le village nordique, qui délivre le permis confirmant que les travaux ne contreviennent à aucun règlement municipal;
- la corporation foncière, qui donne l'autorisation d'obtenir et d'extraire du gravier ou des matières minérales;
- le MDDELCC, qui produit le certificat d'autorisation pour exploiter une carrière ou un banc d'emprunt.

Dans tous les cas, il incombe à l'entrepreneur de veiller à ce que le site choisi soit nettoyé et nivelé à la fin de la période de construction.

## 1.10 EXTRACTION DANS LES TERRES DE CATÉGORIES II ET III

Pour pouvoir extraire des matériaux naturels sur les terres de catégories II et III, il faut obtenir l'autorisation des organismes suivants :

- le MDDELCC, pour le certificat d'autorisation;
- l'ARK, pour le certificat d'autorisation;
- le MERN, pour les titres miniers et les permis d'exploration minière;
- le GAGQ, pour les instructions particulières d'arpentage;
- le MERN, pour conclure un bail foncier.

Les coordonnées de ces organismes sont fournies à l'annexe I.

## 1.11 AUTRES CONSIDÉRATIONS

### 1.11.1 Branchements aux réseaux électrique et téléphonique

Lorsqu'une nouvelle construction doit être raccordée aux réseaux électrique et téléphonique existants, le promoteur ou l'entrepreneur doit communiquer avec Hydro-Québec et Bell Canada pour leur fournir l'emplacement exact de la construction et la date à laquelle le raccordement est requis.

Le demandeur (promoteur ou propriétaire) peut avoir des frais à acquitter si la construction se trouve à l'extérieur des réseaux existants ou dans un endroit qui ne figure pas sur le plan directeur municipal ou sur le plan de zonage comme étant un secteur qui sera développé ultérieurement. En outre, si l'immeuble est construit à une distance qui nécessite l'installation de nouveaux poteaux spécialement conçus pour ce bâtiment, celle-ci sera facturée en conséquence.

Pour connaître les frais applicables ou pour obtenir de plus amples renseignements pour un branchement à Hydro-Québec, rendez-vous à l'adresse suivante :

<http://www.hydroquebec.com/affaires/moyen/raccordement.html>

Pour une nouvelle installation de ligne téléphonique, communiquez avec le service des nouvelles installations de Bell Canada au numéro 310-2355.

### 1.11.2 Location d'équipement dans les communautés

L'équipement et la machinerie lourde nécessaires aux travaux de construction sont de plus en plus souvent offerts localement. La plupart du temps, ils peuvent être loués auprès des administrateurs des villages nordiques, des corporations foncières ou de propriétaires privés. Lorsque c'est impossible, il faut prévoir leur transport par bateau.

La location d'équipement dans la communauté où se font les travaux de construction est encouragée. Communiquez avec le village nordique concerné pour obtenir des renseignements sur l'équipement disponible (description, fabricant, modèle), de même que sur le tarif horaire et hebdomadaire de location.

### 1.11.3 Sites archéologiques

Les sites archéologiques connus sont habituellement indiqués sur les plans régionaux et locaux d'affectation des terres. Des mesures de protection doivent être prises pendant les travaux de construction pour éviter de détruire ou d'endommager ces sites.

Si des reliques ou des artefacts sont découverts pendant la réalisation d'un projet, il faut suspendre tous les travaux en cours et communiquer avec le ministère de la Culture et des Communications du Québec et avec l'Institut culturel Avataq pour que des mesures de conservation appropriées soient prises avant la reprise des travaux.

## 2. IMPLANTATION ET AMÉNAGEMENT EXTÉRIEUR

### 2.1 IMPLANTATION DES BÂTIMENTS

Lorsque l'on veut construire un bâtiment au Nunavik, le choix du site est important et doit tenir compte de plusieurs facteurs.

Puisqu'il n'y a pas de réseau d'égout pluvial dans les villages, le drainage des eaux se fait en surface ou par percolation. Le site doit donc être naturellement bien drainé et situé à l'extérieur des zones d'inondation périodique. Par contre, la pente naturelle ne doit pas être trop forte et on doit avoir recours aux remblais et à la mise à niveau le moins souvent possible. Le site doit aussi être à une distance suffisante des sols instables tels que les berges des rivières ou le pied des falaises, propice aux éboulis et aux avalanches. Il faut évidemment que les dimensions du terrain soient suffisantes pour ériger le bâtiment et aménager les espaces nécessaires à la circulation des véhicules de service et au stationnement des véhicules des occupants. De plus, le choix du site ne doit pas déranger les habitudes et les activités de la communauté ni enclaver une propriété.

Les congères peuvent bloquer l'accès aux entrées et aux sorties des bâtiments, causer des surcharges sur les toits, obstruer les fenêtres et permettre à des personnes non autorisées d'accéder aux toits. Les bâtiments devraient donc être construits et orientés de manière à bien contrôler la répartition et la densité de la couverture de neige. On évite ainsi la formation de congères en périphérie des édifices, l'obstruction des entrées et des sorties, le réchauffement du sol et le dégel éventuel du pergélisol (voir à ce sujet le chapitre 3 – Architecture). Il existe des dispositifs relativement efficaces pour réduire ou éliminer ces accumulations en utilisant le vent pour balayer la neige, mais ils doivent être utilisés en dernier recours, car ils sont dispendieux.

Pour faciliter le déneigement des allées, des accès et des stationnements, il faut prévoir des espaces suffisamment grands pour entasser la neige loin des bâtiments. Ces espaces doivent être choisis en considérant que les amas de neige peuvent à leur tour produire des congères.

Il faut aussi tenir compte de l'accès des véhicules de service (de livraison d'eau potable et de mazout, de collecte d'eaux usées, etc.) et des véhicules personnels (voiture, camion, motoneige, tout-terrain, etc.) aux bâtiments. Les véhicules de service doivent pouvoir s'approcher suffisamment du bâtiment, ou des points de raccordement, pour faciliter le travail de l'opérateur et se trouver, autant que possible, en dehors de la voie publique.

Les bâtiments devraient être surélevés de manière à éviter le transfert de chaleur vers le sol. Cela permet de réduire l'accumulation de neige sous l'édifice ou à proximité de celui-ci durant l'hiver (grâce au passage et à l'accélération des vents entre le sol et le plancher des bâtiments) et de protéger le sol sous-jacent contre le rayonnement solaire direct, qui provoque le dégel du pergélisol durant l'été.

Les bâtiments devraient être orientés de manière à profiter de l'énergie solaire passive pour optimiser l'apport d'énergie et de lumière naturelle provenant du soleil. Le principe est simple : l'énergie solaire qui pénètre par rayonnement à l'intérieur des pièces à travers les fenêtres est absorbée par les murs, les planchers et les meubles, puis libérée sous forme de chaleur. Ce principe est encore plus efficace lorsque les matériaux et les objets qui reçoivent les rayons de lumière ont des propriétés de stockage thermique élevées.

## 2.2 UTILISATION DES INFRASTRUCTURES URBAINES ET DES SERVICES

Il est souhaitable d'optimiser l'utilisation du réseau routier existant et de limiter l'étalement urbain en optant pour une densification appropriée. On diminue ainsi le coût des infrastructures ainsi que celui des services d'égout et de livraison d'eau potable et de mazout, qui se font par camion-citerne dans les villages du Nunavik, exception faite du village de Kuujjuarapik, qui dispose d'installations d'aqueduc et d'égout.

La vision arrière étant parfois difficile en hiver, idéalement les routes doivent être conçues pour que les véhicules de service n'aient pas à reculer lors des livraisons. Les accès et les stationnements des véhicules utilisés dans la communauté, y compris des véhicules incendie, doivent être conçus en fonction de leur rayon de braquage.

## 2.3 AMÉNAGEMENT EXTÉRIEUR

Dans les aménagements extérieurs, il faut limiter les surfaces fortement minéralisées (asphalte et béton) et privilégier l'utilisation de matériaux pâles (ou à albédo élevé) qui absorbent peu l'énergie solaire afin d'éviter la formation d'îlots de chaleur et la transmission au sol de quantités importantes de chaleur pouvant contribuer au dégel du pergélisol.

Afin de limiter la quantité de boue et de saleté introduites dans les bâtiments par les habitants au printemps et à l'automne, des allées piétonnières devraient être aménagées. Il serait également souhaitable d'installer des bordures de séparation en bois ou en pierre entre le terrassement, les allées piétonnières et les stationnements, conçues pour résister à la machinerie lourde utilisée pour le déneigement.

L'emplacement des rampes et des escaliers qui donnent accès aux bâtiments devrait être optimisé pour faciliter le déneigement. Ceux-ci peuvent être en bois, mais il est préférable d'opter pour le caillebotis d'acier ou la fibre de verre, qui sont plus robustes. L'acier devrait être galvanisé.

Partout où il y a des raccordements pour les services domestiques (pour la livraison d'eau potable, la collecte d'eaux usées, la livraison de mazout, etc.), il doit y avoir un escalier et une plateforme à plus de 1,5 m du sol. Les échelles ne sont pas recommandées à cause des risques de blessures et de chutes en hiver.

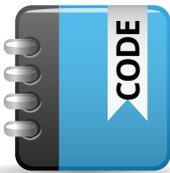
Au Nunavik, la fonte de la neige et de la glace se produit soudainement. Il faut s'assurer que l'eau de fonte s'écoule loin des bâtiments et des terrains bâtis afin d'éviter les inondations qui pourraient provoquer des bris d'équipement ou une érosion importante et une perte de capacité portante du tablier granulaire d'assise des bâtiments.

La végétalisation des terrains doit être encouragée. En effet, dans la mesure où le climat le permet, il est reconnu qu'une plantation bien conçue peut jouer un rôle important dans la protection des sols contre l'érosion causée par le vent et le ruissellement de l'eau.

## 3. ARCHITECTURE

### 3.1 RÉGLEMENTATION ET RECOMMANDATION D'APPLICABILITÉ

Aucun règlement de construction proprement dit n'a été adopté par les autorités du Nunavik relativement à la conception et à la construction de petits bâtiments d'habitation<sup>1</sup> et d'aménagements sur le territoire. Dans ce contexte, la SHQ recommande le respect des dispositions réglementaires et techniques de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ), mentionnées ci-après et visant à garantir l'atteinte des niveaux minimaux de performance et de qualité qui y sont prescrits :



- les **exigences applicables du Code de construction du Québec<sup>2</sup>**, suivant la version la plus récente légalement en vigueur au Québec<sup>3</sup>;
- les **exigences applicables du Code de sécurité du Québec**, suivant la version la plus récente légalement en vigueur au Québec;
- les **exigences applicables du Règlement sur la qualification professionnelle des entrepreneurs et des constructeurs-propriétaires**.

Les textes réglementaires précités comprennent également tous les modificatifs publiés jusqu'à la date limite de réception des offres ou des soumissions. Les périodes transitoires prévues dans les projets de règlements lors de leur adoption doivent aussi être prises en compte. En cas de conflit ou de contradiction dans les textes réglementaires, ce sont les exigences les plus sévères et les critères les plus élevés qui s'appliquent.

En plus des normes de la RBQ, il existe d'autres prescriptions techniques de compétence québécoise que la SHQ juge pertinentes et recommandables pour toutes les catégories de la construction résidentielle au Québec, comme les **exigences techniques de la version 2.0 du programme Novoclimat, volets « maison » et « petits bâtiments multi-logements »**, publiées par le MERN, à titre de mesures incitatives en matière d'efficacité énergétique (voir l'annexe V). Quoique l'adhésion au programme Novoclimat demeure facultative au Québec, elle est fortement recommandée, surtout en milieu nordique, où les enjeux d'efficacité énergétique sont majeurs.

### 3.2 OPÉRATION ET ENTRETIEN – GÉNÉRALITÉS

#### 3.2.1 Équipements mécaniques et électriques

Des dégagements suffisants et des accès adéquats, en périphérie et à proximité des appareils et des équipements mécaniques et électriques, doivent être prévus pour permettre leur inspection, régulière ou sporadique, leur ajustement, leur approvisionnement, leur entretien, leur réparation et leur remplacement (voir aussi la section 4.1). Ces dégagements ne devront en aucun cas être inférieurs à ceux exigés par la réglementation québécoise (voir à ce sujet la section 3.1) et stipulés dans les recommandations des fabricants. La conception des aires de travail du personnel d'entretien doit aussi satisfaire aux exigences de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST).

1. Le Code de construction adopté par la Régie du bâtiment du Québec contient toutefois des exigences auxquelles peuvent être assujettis les bâtiments d'habitation, notamment en plomberie, en électricité, en équipement pétrolier et en efficacité énergétique.

2. L'emploi du mot « Code » dans la Partie 3 ci-après désigne le Code de construction du Québec.

3. La nouvelle partie sur l'efficacité énergétique (partie 11) du chapitre Bâtiment du Code de construction du Québec ne s'applique qu'aux édifices abritant exclusivement des logements (usage principal : groupe C), d'une aire de bâtiment d'au plus 600 m<sup>2</sup> et d'une hauteur de bâtiment d'au plus trois étages.

### 3.2.2 Matériaux et produits de finition

Le choix des matériaux et des produits, principalement ceux qui sont utilisés pour la finition, devrait se faire en fonction de leur durabilité et de leur facilité d'entretien, de réparation ou de remplacement.

Le choix des matériaux et des produits devrait également être basé sur leur disponibilité, en fonction notamment des dates de transport prévues, afin d'éviter tous frais supplémentaires et tout retard dans la réalisation des travaux. Lorsque des retards sont prévisibles, il est préférable de recourir à des matériaux et à des produits de substitution.

Le choix de produits homologués est recommandé. Il faut s'assurer que les produits et les matériaux utilisés répondent aux normes minimales de qualité établies par les organismes de normalisation reconnus tels que Underwriters' Laboratories of Canada (ULC) et l'Association canadienne de normalisation (CSA).

L'uniformisation du matériel et des produits est également recommandée. Cela implique de limiter la variété de matériaux utilisés et le nombre de modèles de produits manufacturés pour l'ensemble des projets ou des bâtiments, de manière à réduire les stocks de matériaux et de produits de remplacement. Idéalement, les matériaux et les produits d'un même type devraient provenir d'un même fabricant. Cet objectif sera facilité si l'on tient compte des matériaux déjà utilisés dans les bâtiments d'un même parc immobilier, une approche qui devrait également permettre d'atteindre une certaine uniformité esthétique dans les ensembles bâtis.

### 3.2.3 Planification des inspections et de l'entretien

Afin d'optimiser la planification des opérations d'inspection et d'entretien de l'équipement, des matériaux et des produits mis en place, un « manuel de gestion du bâtiment » devrait toujours être fourni par l'entrepreneur lors de la livraison, en vertu d'une clause à cet effet dans les documents d'appel d'offres.

Ce type de manuel inclut habituellement tous les renseignements utiles sur les composants tels que les spécifications techniques des matériaux clés, des précisions sur le nettoyage et l'entretien et sur la fréquence à laquelle ils doivent être faits, la liste des pièces de rechange et des outils requis, les dates d'expiration ou de remplacement, la description des garanties applicables, la liste complète des noms, adresses postales et électroniques, numéros de téléphone et de télécopieur des fournisseurs et des fabricants. Le manuel contient également toute la méthodologie relative aux contrôles, aux essais, aux réglages et aux équilibrages de l'équipement mécanique, le tout sur support électronique, présenté dans un format accepté et approuvé par le représentant du propriétaire.

À la même rubrique dans les documents d'appel d'offres, des sessions de formation pour le personnel d'entretien de la bâtisse peuvent être requises.

### 3.2.4 Remplacement des matériaux et des produits

Sur la base de ses expériences ou de ses interventions antérieures en matière d'entretien et de réparation, le représentant du propriétaire devrait déterminer, en collaboration avec les chefs d'équipe du personnel d'entretien et avec les concepteurs, les matériaux et les équipements qui requièrent que des produits de remplacement soient fournis afin que des exigences précises soient incluses dans les documents d'appel d'offres et dans le contrat de construction. Le représentant du propriétaire aura également à déterminer où ces produits doivent être livrés et entreposés.

Les matériaux de remplacement devraient normalement se rapporter aux composants suivants :

- matériaux et produits de finition intérieure pour le revêtement des planchers, des murs, des cloisons et des plafonds, incluant de la peinture pour chaque couleur utilisée;
- matériaux et produits de recouvrement extérieur des murs et de la toiture, incluant de la peinture pour chaque couleur utilisée;
- toutes les pièces de quincaillerie courantes jugées nécessaires pour les portes, les fenêtres et les pièces de mobilier intérieur;
- toutes les unités vitrées courantes jugées nécessaires pour les portes et les fenêtres.

Des quantités raisonnables de matériaux comme l'isolant devraient aussi être prévues.

### 3.3 VOLUMÉTRIE

#### 3.3.1 Aérodynamisme de la volumétrie

Au Nunavik, des fondations robustes alliées à une architecture et à des matériaux conçus pour offrir une résistance élevée aux vents sont essentielles pour construire une habitation durable, les conditions climatiques extrêmes produisant souvent des rafales qui dépassent les 100 km/h.

Lorsqu'il y a de forts vents, les bâtiments surélevés par rapport au sol (d'environ 0,6 à 1,2 m) et les pentes de toit faibles, voire nulles (toit plat) présentent des qualités aérodynamiques qui permettent au vent de circuler librement en dessous et au-dessus d'eux, diminuant du coup la pression sur le volume construit et les vibrations durant les tempêtes.

Un bâtiment surélevé permet également de réduire les accumulations de neige autour des volumes construits, ce qui contribue au maintien du pergélisol.



FIGURE 3.1 : DÉGAGEMENT AU-DESSUS DU SOL DES MAISONS / SOURCE : SHQ

Les figures 3.2 et 3.3 illustrent les flux et les effets du vent au-dessus et en dessous d'une habitation typique construite sur des supports à vérins ajustables qui la dégagent du sol, et leur effet aérodynamique sur l'accumulation de neige au sol.

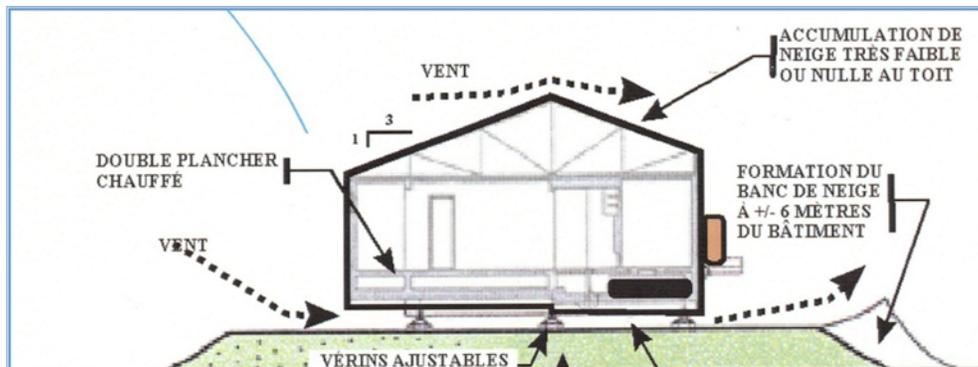


FIGURE 3.2 : AÉRODYNAMISME DES MAISONS POUR RÉDUIRE L'ACCUMULATION DE NEIGE  
SOURCE : TOPOCLIMAT ET MICROCLIMATS DE LA VALLÉE DE SALLUIT (NUNAVIK), MÉMOIRE PRÉSENTÉ À LA FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL



FIGURE 3.3 : AÉRODYNAMISME DES MAISONS POUR RÉDUIRE L'ACCUMULATION DE NEIGE  
SOURCE : CENTRE D'ÉTUDES NORDIQUES, UNIVERSITÉ LAVAL

### 3.3.2 Rationalisation de la volumétrie

Pour maximiser l'économie d'énergie pendant la saison froide, le concepteur d'un bâtiment devrait réduire autant que possible le ratio du périmètre de mur extérieur par rapport à la superficie de plancher intérieure afin de diminuer la surface des murs isolés et, en conséquence, leurs pertes thermiques. À cet égard, la configuration optimale est donc le carré. Cette rationalisation de la volumétrie entrainera des économies autant lors de la construction du bâtiment (en temps et en matériaux) que tout au long de son cycle de vie.

## 3.4 ENVELOPPE DU BÂTIMENT

L'enveloppe d'un bâtiment sert à séparer les conditions extérieures des conditions intérieures pour le bien-être de ses occupants. C'est une fonction que le Code de construction désigne par les termes « séparation des milieux différents ». L'enveloppe doit donc être conçue en tenant compte de paramètres environnementaux tels que le site, l'orientation, le climat et les particularités géotechniques locales.

Les recommandations présentées dans cette section visent une conception performante et durable de l'enveloppe en milieu nordique. Elles devraient également contribuer à clarifier ou à compléter les exigences du chapitre Bâtiment du Code, particulièrement celles de la partie 9, puisqu'elles sont conçues pour des bâtiments de petit gabarit. À cet égard, soulignons que la partie 9 fournit des prescriptions techniques éminemment pointues et pertinentes pour que les composants du bâtiment dont il est question dans le présent chapitre contribuent à la qualité de la construction.

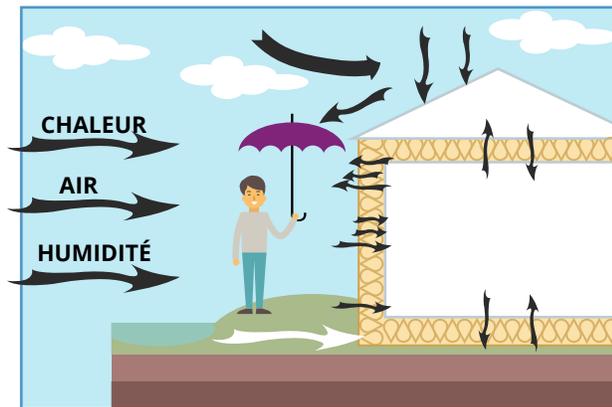


FIGURE 3.4 : MOUVEMENT DE LA CHALEUR, DE L'AIR ET DE L'HUMIDITÉ À PROXIMITÉ D'UN BÂTIMENT / SOURCE : SHQ

Sur le plan normatif, mentionnons également que la partie 11 du chapitre Bâtiment du Code traite de l'efficacité énergétique de toutes les nouvelles constructions de trois étages et moins dont l'aire de bâtiment totalise au plus 600 m<sup>2</sup>. Ses prescriptions portent sur l'isolation et l'étanchéité à l'air des murs, des toits et des planchers, sur le rendement des portes et des fenêtres et sur la ventilation mécanique intérieure. Inspirées du programme Novoclimat du MERN, ces exigences relativement récentes devraient permettre d'améliorer de 20 à 25 % la performance énergétique des constructions neuves par rapport à la réglementation précédente, tout en assurant et même en accroissant le confort des occupants.

À noter que les présentations qui suivent comportent un préambule de nature didactique pour la plupart des concepts abordés, permettant de mettre en relief la nécessité d'une exécution rigoureuse et fiable des enveloppes de bâtiment dans un climat nordique.

### 3.4.1 Étanchéité de l'enveloppe

Comme l'enveloppe des bâtiments doit permettre de séparer les conditions extérieures des conditions intérieures, elle doit être le plus étanche possible. Les passages incontrôlés d'air, d'humidité ou d'eau à travers l'enveloppe risquent en effet d'avoir des répercussions négatives (voir l'annexe VI), c'est pourquoi il convient d'aborder les solutions d'étanchéité selon les trois niveaux d'intervention suivants :

- l'étanchéité à l'air;
- l'étanchéité à la vapeur d'eau;
- l'étanchéité aux précipitations.

Notons que dans la partie 5 du chapitre Bâtiment du Code, les prescriptions sur la « séparation des milieux différents » traitent de l'étanchéité de l'enveloppe selon les trois mêmes angles d'analyse que ceux qui sont présentés ici.

#### 3.4.1.1 Étanchéité à l'air

##### Généralités

L'ensemble des composantes architecturales devant assurer la résistance globale d'un bâtiment aux infiltrations et aux exfiltrations d'air s'appelle « système pare-air » ou « système d'étanchéité à l'air ». On le considère comme un système, car il englobe tous les plans isolés de l'enveloppe, soit les murs, les planchers, les plafonds isolés de même que les points de jonction entre ces différents plans. Le système peut être formé d'un seul matériau continu ou de différents matériaux se chevauchant (voir la figure 3.5).

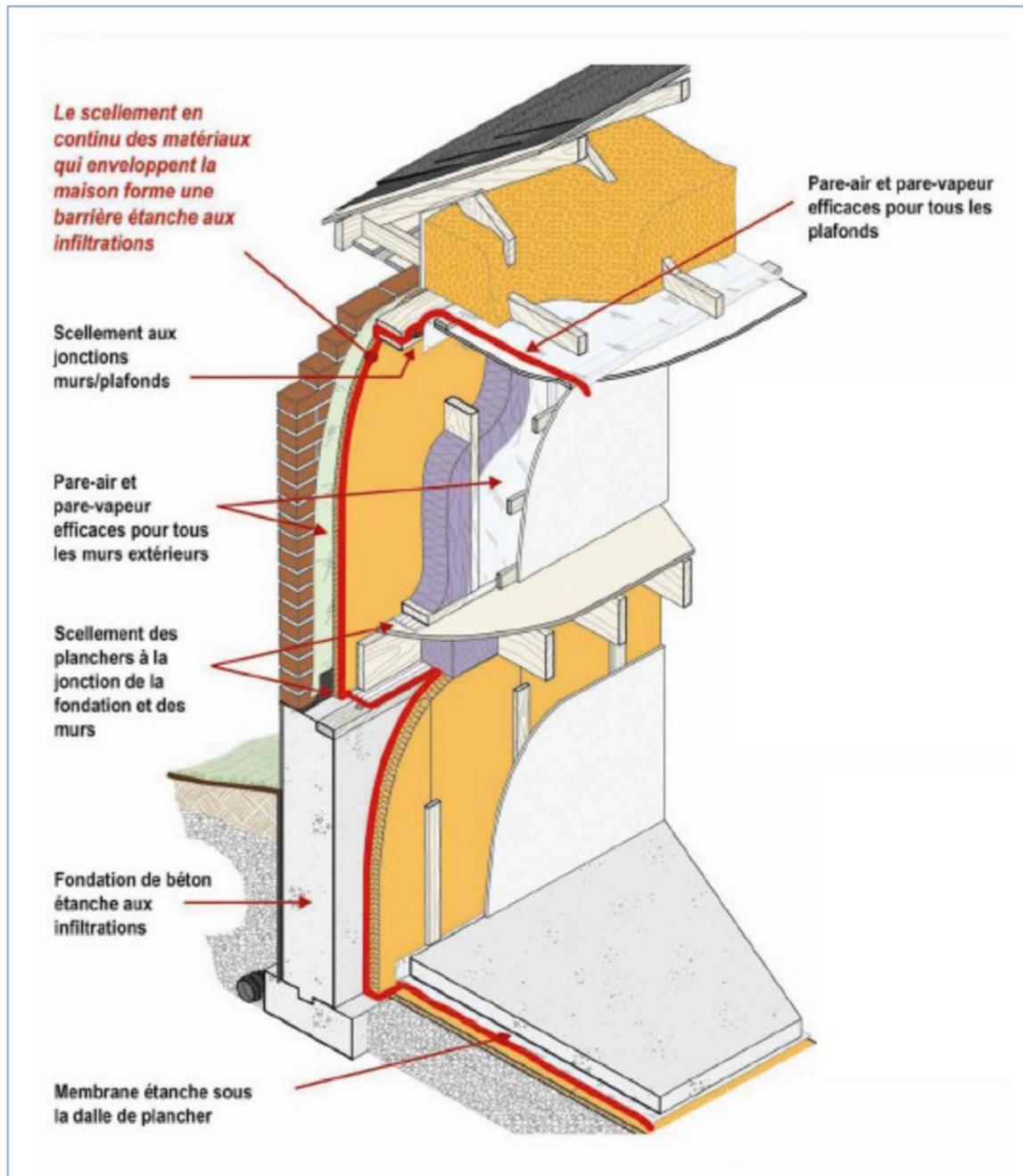


FIGURE 3.5 : ILLUSTRATION D'UN SYSTÈME PARE-AIR BASÉ SUR LA CONTINUITÉ (LIGNE ROUGE) DANS UN BÂTIMENT RÉSIDENTIEL STANDARD / SOURCE : MERN-NOVOCLIMAT

Pour que le système d'étanchéité à l'air remplisse efficacement sa fonction (voir l'annexe VII), on considère, sur la base des bonnes pratiques, qu'il doit minimalement présenter les propriétés suivantes :

- la continuité;
- la résistance structurale;
- une faible perméabilité à l'air;
- une perméance élevée à la vapeur d'eau;
- la durabilité.

Comme la qualité du pare-air est l'une des clés du confort intérieur et de l'économie d'énergie dans les bâtiments construits sous un climat nordique, le choix d'un système de qualité supérieure sur le plan de l'étanchéité à l'air devrait être une priorité. Le système pare-air devrait être composé de matériaux dont les performances se situent davantage dans la moyenne des valeurs de test des produits courants du marché que dans les valeurs minimales imposées par la réglementation.

Il n'est pas aisé de prédire quelle sera finalement l'étanchéité à l'air d'un ensemble de construction précis. Les données disponibles sur les divers systèmes utilisés en construction sont rares et les essais en laboratoire impliquent des installations spécialisées qui sont très coûteuses. Pour ces raisons, un essai d'infiltrométrie sur le chantier est fortement recommandé pour toute construction réalisée au Nunavik (voir la section 3.4.6).

### Conception générale

Sur le plan conceptuel, deux solutions courantes, applicables au milieu nordique, existent pour créer un pare-air :

- la membrane dite « externe », qui combine les fonctions de pare-air et de pare-pluie et qui est généralement placée du côté externe de l'isolant;
- la membrane dite « pare-air/pare-vapeur », qui combine ces deux fonctions et doit être obligatoirement placée du côté interne de l'isolant.

Comme la continuité parfaite est la qualité primordiale d'un système pare-air, le choix entre ces deux solutions sera notamment lié à l'obtention de la meilleure continuité possible dans les matériaux du système. Par exemple, le pare-air d'un comble ventilé sera nécessairement formé par la pellicule pare-vapeur située immédiatement derrière le fini intérieur, puisqu'il est difficile de poser une membrane du côté froid de l'isolant souple dans un comble encombré de pièces de charpente. Dans ce cas précis, il faut nécessairement opter pour le système pare-air/pare-vapeur.

Dans le reste du système pare-air du même bâtiment (dans les murs isolés par exemple), il est tout à fait envisageable de passer à un système de membrane pare-air externe, l'important étant de faire un raccordement continu et robuste entre le mur et le comble.

Pour que le système du bâtiment soit parfaitement intègre, il est indispensable de faire un raccordement scellé du pare-air mural avec les murs de fondation à la base du bâtiment ou, si le bâtiment est surélevé par rapport au sol, avec le pare-air du plancher isolé.

### Conseils pratiques

Voici une série de conseils pratiques sur les matériaux et le design pour installer un système pare-air efficace et durable dans un bâtiment construit en milieu nordique :

1. La membrane pare-air utilisée doit être certifiée par le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) non seulement dans la catégorie « membrane de revêtement intermédiaire », mais aussi dans la catégorie « pare-air » : elle doit donc obtenir deux numéros d'homologation.
2. Indépendamment de la réglementation, la valeur de « perméabilité à l'air » de la membrane utilisée devrait être au maximum de 0,01 l/s/m<sup>2</sup> à 75 Pa.

3. Indépendamment de la réglementation, la valeur de « perméance à la vapeur d'eau » de la membrane pare-air devrait être au minimum de 12 US perm si elle sert aussi de membrane pare-pluie du côté externe.
4. La valeur de « résistance à la pénétration d'eau » de la membrane externe doit être la plus élevée possible pour éviter l'infiltration d'eau dans les murs durant la construction. On ne doit en aucun cas utiliser une membrane composée de polyéthylène microperforé.
5. La sélection d'une membrane externe devrait être basée sur ses qualités supérieures de résistance à la déchirure et à la délamination, contribuant à préserver son intégrité face aux conditions souvent extrêmes sur les chantiers de construction.
6. Pour garantir l'étanchéité de la membrane externe à la jonction des ouvertures brutes de portes et de fenêtres, il faut poser une membrane autocollante de renfort qui borde les quatre côtés de l'ouverture et qui est repliée vers l'intérieur et vers l'extérieur du mur, conformément à la norme CAN/CSA A440 sur l'installation des portes et fenêtres. Toute extrémité libre de membrane pare-air joignant ces ouvertures devrait être scellée au bord de l'ouverture dans un double cordon continu de scellant plastique écrasé.
7. L'étanchéité de la membrane externe à la rencontre de saillies architecturales ou d'éléments électromécaniques la traversant devrait être garantie avec du scellant plastique pour les petits fils et conduits, et avec de la membrane autocollante pour les plus gros éléments.
8. Les bandes de membrane externe devraient toujours être scellées entre elles avec un ruban gommé approprié et compatible, à une température de 5°C ou plus. L'application devrait se faire exclusivement dans l'axe des fourrures de parement, par pression et frottement pour optimiser l'effet de la colle.
9. La fixation mécanique – temporaire ou permanente – des membranes externes non auto-adhésives devrait se faire sous les fourrures de parement ou avec des rondelles vissées d'un diamètre minimal de 25 mm. L'usage du marteau-agrafeur devrait être limité au clouage dans l'axe des fourrures de parement.
10. Les membranes externes devraient être doublées d'une composante rigide, par exemple un panneau de sous-revêtement ou d'isolant, pour prévenir les vibrations potentiellement destructrices lors de vents violents.
11. Les nouvelles membranes externes de type autocollant sont un choix particulièrement intéressant parce qu'elles ne requièrent aucun ancrage mécanique ni panneau de doublage pour leur protection et qu'elles scellent hermétiquement les membranes d'une bande à l'autre.
12. Les membranes externes composées de fibres de polyoléfine ne doivent pas être laissées sur le chantier, exposées aux rayons UV, plus longtemps que le délai prescrit par leur fabricant, lequel est généralement de quatre mois.
13. Dans les murs de l'enveloppe extérieure, une simple pellicule pare-vapeur en polyéthylène ne devrait pas servir de système pare-air/pare-vapeur, car elle n'offre pas la résistance structurale requise pour résister aux vents latéraux auxquels l'enveloppe murale est exposée.
14. Le choix d'un système pare-air/pare-vapeur (installé du côté interne de l'isolant) s'avère valable à la condition que l'isolant de recouvrement le protège contre toute convection d'air qui le refroidirait, à défaut de quoi des points de condensation dommageables se formeront à l'intérieur du système.
15. Toute membrane autocollante utilisée comme matériau de jonction, de renfort ou de transition à l'intérieur d'un système pare-air devrait être de type « hiver » ou « lt » (pour « low temperature ») étant donné les risques de basse température sur le chantier pendant la construction. De plus, ces membranes devraient être utilisées exclusivement avec un apprêt compatible appliqué sur leurs subjectiles.

### 3.4.1.2 Étanchéité à la vapeur d'eau

La figure 3.6 illustre l'intérieur d'un mur protégé avec un pare-vapeur en pellicule de polyéthylène.

#### Généralités

Rappelons que la fonction du pare-vapeur dans une paroi isolée est de contenir au maximum la migration et la diffusion de la vapeur d'eau intérieure ambiante vers les composants froids de l'enveloppe du bâtiment, où cette humidité se condenserait alors, risquant, à long terme, de mouiller et de détériorer les matériaux. Ce risque de condensation est accru dans un climat nordique, en raison des températures extérieures très basses auxquelles sont soumis les bâtiments, et de leur niveau d'humidité potentiellement plus élevé (surtout dans les habitations).



FIGURE 3.6 : SYSTÈME PARE-VAPEUR À L'INTÉRIEUR D'UN MUR  
SOURCE : GOOGLE IMAGES

En plus d'être requise par les bonnes pratiques dans le climat nord-américain, la protection pare-vapeur est obligatoire pour toutes les surfaces de mur, de plafond et de plancher isolées en vertu du Code lequel prescrit une perméance à la vapeur d'eau maximale de 60 ng/Pa.s.m<sup>2</sup> (1,05 perm US) pour le matériau utilisé (voir l'annexe VIII).

#### Conception générale

On utilise généralement comme pare-vapeur des pellicules intérieures faites de matière plastique (polyéthylène de 0,15 mm d'épaisseur) ou formées d'un laminage de film d'aluminium sur du papier kraft ou sur une natte isolante mince. Les produits finis d'aluminium offrent le triple avantage suivant : perméance très basse à la vapeur d'eau, effet isolant supplémentaire dû au pouvoir de l'aluminium de réfléchir les ondes de la chaleur vers l'intérieur du bâtiment, et facilité de scellement au ruban gommé.

Alternativement, si la composition de l'enveloppe le permet, le concepteur peut opter pour la solution du pare-air/pare-vapeur intégré dans une seule membrane, présentée précédemment dans la section 3.4.1.1.

L'installation d'un pare-vapeur est soumise à des exigences de continuité et de durabilité identiques à celles détaillées pour le pare-air dans la section 3.4.1.1, une de leur fonction commune étant de former une barrière étanche. Ainsi conçu, le pare-vapeur devrait former un véritable « système » de protection couvrant murs, planchers isolés et plafonds isolés sans discontinuité, telle une coquille.

L'obtention d'une continuité acceptable passe par un scellement solide à tous les points de jonction du pare-vapeur, incluant la rencontre de toute saillie intérieure, de nature structurale (solives de plancher) ou électromécanique (fils, conduits, etc.).

Sauf s'il est conçu comme système pare-air/pare-vapeur, un pare-vapeur s'installe du côté intérieur de l'ossature du bâtiment. Le Code prescrit qu'il « [...] doit être posé suffisamment près du côté chaud de l'isolant pour empêcher la formation de condensation aux conditions de calcul ». Ce critère autorise une certaine latitude quant à sa position exacte par rapport à l'isolant : par exemple, il pourrait être intercalé entre une ossature isolée et un isolant rigide posé du côté intérieur. Une règle reconnue est de placer au minimum deux tiers de la valeur isolante du côté externe de la paroi (côté froid), le pare-vapeur devant être posé à l'intérieur du tiers interne.

## Conseils pratiques

Voici une série de conseils pratiques sur les matériaux et le design à utiliser pour installer un système pare-vapeur efficace et durable dans un bâtiment construit en milieu nordique :

1. La membrane pare-vapeur utilisée devrait être très supérieure à la norme de 60 ng/Pa.s.m<sup>2</sup> sur la perméance minimale exigée : elle devrait être de type I. À noter que l'utilisation d'un simple panneau isolant rigide intérieur en mousse comme pare-vapeur ne permet pas d'atteindre la classe de type I, même avec des joints scellés.
2. Éviter de perforer le pare-vapeur en séparant les boîtes électriques et leur câblage du fini intérieur avec des fourrures de 38 mm d'épaisseur, de sorte que l'installation électrique se trouve entièrement à la surface de la membrane pare-vapeur.
3. La fixation mécanique de la membrane en feuilles devrait se limiter à quelques points d'attache temporaires, puisque la membrane sera ensuite maintenue en place par le système de finition intérieur.
4. La continuité du pare-vapeur devrait être assurée par un chevauchement de 100 mm entre les bandes contigües de la membrane ou les jonctions, et par l'application d'un joint de scellant continu dans le repli du chevauchement ainsi formé.
5. Le scellant en tube que l'on utilise préférentiellement comme composé de scellement des feuilles de pare-vapeur est le scellant acoustique, en raison de ses propriétés hautement adhésives et de sa souplesse permanente.
6. Les joints entre deux membranes devraient être fermés en surface par du ruban gommé, en plus d'être scellés dans le repli de leur chevauchement.
7. Le ruban gommé utilisé de préférence pour doubler le scellement des joints est le même que le ruban extérieur employé pour les pare-airs.
8. Toute tête de fixation mécanique, apparente ou non, devrait être scellée avec du ruban gommé.
9. Lors de l'érection de la charpente du bâtiment, prévoir l'intégration de bandes de membrane en attente à tous les points d'intersection de l'enveloppe isolée où une continuité pare-vapeur est requise (ex. : un mur porteur ou une cloison simple rencontrant un mur extérieur ou un plafond isolé).
10. Lors de l'érection de la charpente du bâtiment, prévoir l'intégration de bandes de membrane dans les plafonds isolés pour permettre le raccordement futur du pare-vapeur de plafond au pare-air mural externe, afin d'en assurer la continuité.
11. À la rencontre de la membrane pare-vapeur et des ouvertures brutes de portes et de fenêtres, on recommande de prévoir, sur les quatre côtés, un raccordement continu avec la membrane pare-air qui borde habituellement l'encadrement de ces ouvertures. La méthode la plus efficace est de faire chevaucher la membrane pare-air par-dessus le pare-vapeur intérieur en la collant sur celui-ci.
12. À la rencontre des ouvertures brutes de portes et de fenêtres, une fois la jonction pare-air/pare-vapeur assurée, le système pare-vapeur et le cadre de porte ou de fenêtre doivent être solidement scellés sur les quatre côtés. L'emploi d'un ruban gommé spécial, d'un scellant en tube sur fond de joint ou d'une bande de membrane autocollante sont autant de solutions acceptables.
13. Éviter de tendre la membrane, en particulier dans les angles internes, pour ne pas qu'elle se déchire lorsque les éléments de menuiserie la coinceront contre l'ossature du mur ou du plafond.

### 3.4.1.3 Étanchéité aux précipitations

#### Généralités

La protection contre les précipitations est l'une des principales formes de « séparation des milieux différents » (entre l'intérieur et l'extérieur) exigées par le Code. Elle est présentée comme une fonction de base de l'enveloppe du bâtiment pour prévenir :

- l'infiltration d'eau ou de neige dans les espaces intérieurs;
- la détérioration prématurée des composants de l'enveloppe, en réduisant au minimum les infiltrations dans ses éléments externes (voir l'annexe IX).

#### Conception générale, murs

Au regard des deux objectifs de base énoncés ci-devant, à la section 9.27, Revêtement extérieur, le chapitre Bâtiment du Code présente une série de prescriptions et de choix de design fort complexes, parfois contraignants, adaptés à diverses conditions d'ordre climatique ou autre.

Les bâtiments d'habitation de même que les bâtiments qui sont construits dans les régions humides et froides sont assujettis à des prescriptions concernant la résistance de leurs murs aux précipitations. Dans cette catégorie de bâtiments, le Code prescrit le recours à deux types de protection pour le revêtement extérieur : une première protection externe, formée par le parement mural, et une seconde protection, située immédiatement derrière, composée d'un ensemble de solins et d'un plan de drainage qui comporte un ou des matériaux dits « de revêtement intermédiaire » (panneau de revêtement intermédiaire ou membrane de revêtement intermédiaire) destinés à intercepter et à dissiper l'eau ou la neige qui aurait réussi à traverser la première protection.

En résumé, on peut considérer que les exigences du Code qui s'appliquent aux bâtiments à usage résidentiel du Nunavik permettent d'opter pour l'un ou l'autre des deux types de murs suivants : le type de mur « à protection dissimulée » ou celui « à écran pare-pluie » (voir l'annexe X).

Au-delà du Code, nous constatons que les défis spécifiques aux constructions érigées dans un climat comme celui du Nunavik résident dans leur résistance aux charges du vent, violentes et soutenues, qui projettent la pluie, la neige, le grésil, le sable et même la poussière dans les moindres interstices du parement extérieur des murs et de la toiture. À titre d'exemple, on a pu observer dans cette région la saleté généralisée des membranes pare-air dans des bâtiments en rénovation dont on a retiré le parement de bois 25 ans après sa pose, signe que les intempéries réussissent, à un moment ou à un autre, à traverser les joints du parement mural. Or, une telle malpropreté du pare-air est nuisible à sa bonne perméance à l'humidité.

Dans des conditions d'exposition aussi sévères, le scellement adéquat de la paroi externe de l'enveloppe murale revêt une importance particulière, et ce, même dans le cas des murs ventilés de type « à écran pare-pluie ouvert ». L'importance d'assurer un drainage et une aération efficaces de la cavité derrière le revêtement demeure primordiale pour ces derniers.

#### Conception générale, toitures

Au Nunavik, il existe deux solutions architecturales dans le design des toitures de bâtiments résidentiels :

1. La toiture en pente à comble ventilé;
2. La toiture sandwich ventilée, de type « cathédrale ».



SOURCE : SHQ

L'option d'une toiture plate drainée mécaniquement doit être écartée d'emblée. En effet, le drain ne pouvant, la plupart du temps, être raccordé à l'égout, vu l'absence d'un réseau d'égouts ou de fondations périphériques, l'eau gèlerait en traversant l'espace libre sous le bâtiment.

La toiture en pente étant ainsi privilégiée, il faut préciser que cette pente devrait être relativement faible pour réduire l'accumulation de neige pendant l'hiver, sur la base du principe aérodynamique selon lequel un profil de toiture aplati favorise l'autodéneigement. La force et la vitesse des vents dans les villages du Nunavik contribuent en effet à balayer la neige qui se dépose sur les toits ayant une faible pente (voir la figure 3.7). En revanche, les accumulations de neige et de glace sur les toits ayant une pente plus prononcée représentent un danger réel pour les personnes qui entrent ou sortent des maisons.

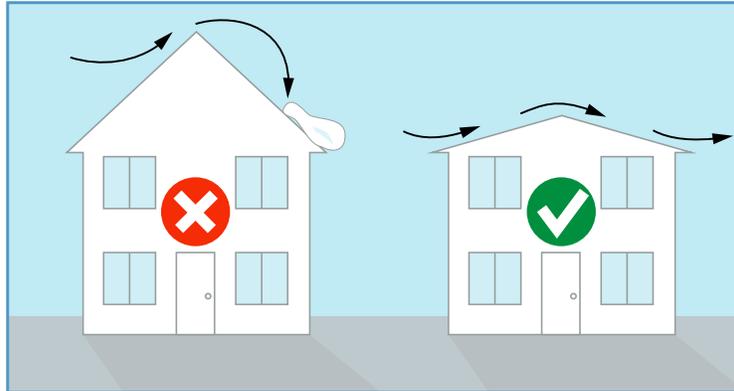


FIGURE 3.7 : ACCUMULATION DE NEIGE SELON L'INCLINAISON DE LA TOITURE  
SOURCE : SHQ

La figure 3.7 illustre l'effet du vent sur un toit incliné où la neige s'accumule et l'effet du vent sur un toit à faible pente qui balaie la neige.

Entre les deux concepts de toiture mentionnés précédemment (à comble ventilé ou de type cathédrale), le premier devrait être préféré au Nunavik sur la base des deux considérations techniques suivantes, et ce, même si le second concept peut paraître plus intéressant d'un point de vue architectural :

- un plafond intérieur améliore le confort des occupants, le volume à chauffer pendant l'hiver étant moindre, un choix qui favorise également l'économie d'énergie;
- un comble accessible facilite l'inspection des matériaux et l'entretien, puisqu'un vide sous le toit demeure sujet à des avaries, souvent causées par de la condensation ou des infiltrations d'eau.

Que l'on opte pour un concept ou l'autre, il est bon de garder à l'esprit qu'au Nunavik, lorsqu'il y a des intempéries, les toitures ventilées courent un risque accru d'infiltration par des particules légères entraînées par le courant d'aération auquel les combles sont exposés. Deux particularités des régions nordiques se conjuguent ici : la force des vents et la finesse de la neige qui, sous certaines conditions météo, prend la forme d'un brouillard. L'aération des toitures ventilées doit être conçue pour contrôler ces risques supplémentaires.

Quant à l'exposition des toitures à la pluie, soulignons la violence des vents qui donne parfois aux précipitations une force et une orientation exceptionnelles, obligeant le concepteur à prendre des dispositions pour augmenter la résistance et l'étanchéité du toit, par exemple :

- en optant pour un revêtement particulièrement résistant aux intempéries et au cycle gel-dégel;
- en utilisant des fixations ultra-robustes;
- en s'assurant d'une double étanchéité.

### Conseils pratiques, murs et toitures

Voici une série de conseils pratiques sur les matériaux et le design afin que l'enveloppe extérieure d'un bâtiment construit en milieu nordique offre une protection efficace contre les précipitations :

1. Privilégier le concept de mur extérieur « à écran pare-pluie de type ouvert », car il offre une barrière contre les violentes intempéries et le risque que de l'eau s'infiltrer plus profondément dans l'enveloppe murale sous une charge de vent élevée.
2. Il est avantageux de configurer la cavité ventilée des murs à écran pare-pluie de type ouvert avec les détails de conception suivants :
  - la compartimentation de la cavité en sections d'au plus 6 m de largeur et d'un étage de hauteur, fermées dans les coins du bâtiment, pour favoriser l'équilibre de la pression qui s'exerce devant et derrière le parement;
  - une disposition verticale plutôt qu'horizontale des fourrures de support du parement, pour assurer le drainage de l'eau qui pourrait s'infiltrer derrière celui-ci. Pour les parements nécessitant des supports horizontaux, une double rangée de fourrures croisées est requise;
  - l'installation d'un médium filtrant en haut et en bas de la cavité pour bloquer les particules de neige et de poussière;
  - l'utilisation d'une membrane de revêtement intermédiaire conforme à la norme CAN/CGSB-51.32 et dont la valeur de résistance à la pénétration d'eau s'établit à 200 cm minimum selon les tests normés de l'AATCC (Association of Textile, Apparel & Materials Professionals). Cette exigence de protection contre l'eau est généralement facilement remplie par la membrane pare-air requise dans la composition murale (voir la section 3.4.1.2);
  - la pose d'un solin en rejéteau intérieur dans le haut des ouvertures de portes et de fenêtres en conformité avec la norme CAN/CSA A440, pour le drainage rapide de l'eau qui pourrait s'infiltrer derrière le parement par le haut de ces ouvertures;
  - la pose d'un solin en rejéteau extérieur dans le bas des ouvertures de portes et de fenêtres, pour éloigner l'eau de ruissellement qui pourrait s'infiltrer sous le parement extérieur.
3. Toute couverture en pente devrait comporter un système d'étanchéité principal formé d'une membrane bitumineuse continue.
4. Pour l'aération des vides sous toit, il est essentiel de prévoir un chemin d'accès allongé entre le vide et la prise d'air, incluant un médium filtrant continu (ou filtre à particules) à l'entrée et à la sortie du circuit d'aération. On recommande de ne pas avoir recours aux soffites ventilés en usage sous nos latitudes et de promouvoir plutôt le concept de prise d'air murale horizontale continue intégrée dans le parement mural, à environ 1,5 m ou plus en bas du niveau de l'isolant du comble (voir la figure 3.8 ci-après).

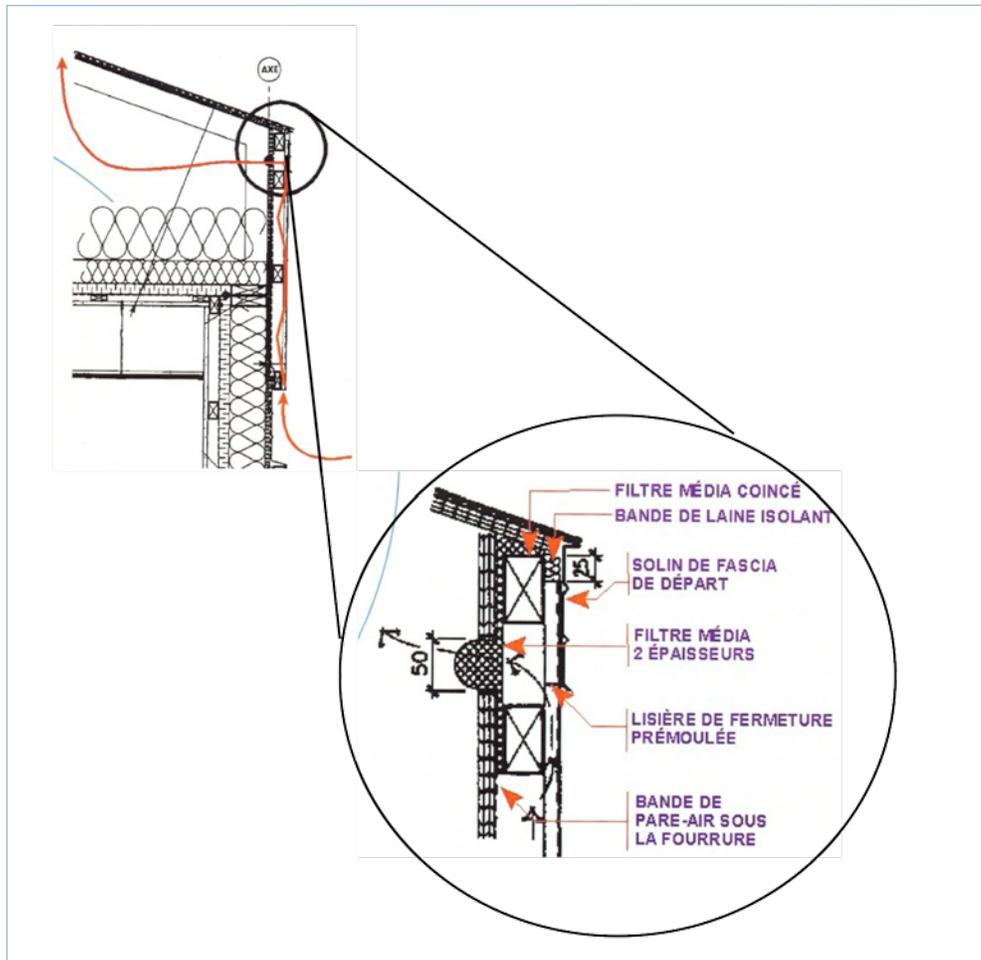


FIGURE 3.8 : VENTILATION D'UN VIDE SOUS TOIT / SOURCE : SHQ

La figure 3.8 illustre comment un vide sous toit peut être ventilé avec une protection supplémentaire contre l'infiltration : l'air entre derrière le parement extérieur, à la jonction de sa partie supérieure et de sa partie inférieure, et passe à travers un médium filtrant avant d'entrer dans le comble.

### 3.4.2 Isolation de l'enveloppe

L'isolation de la paroi murale, du plancher surélevé ou de la toiture d'un bâtiment construit sous un climat froid assure une résistance thermique à son enveloppe et limite les pertes de chaleur pendant la saison hivernale. C'est une préoccupation majeure dans la conception de bâtiments au Nunavik, où l'hiver est particulièrement froid et rigoureux.

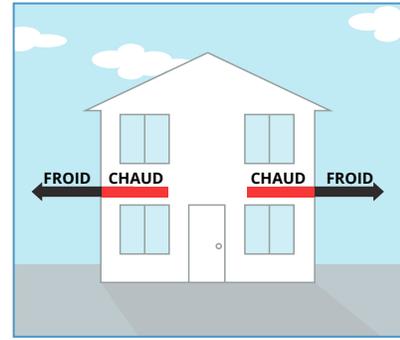
Les enjeux d'une isolation adéquate de l'enveloppe des bâtiments en région nordique sont multiples. Elle a pour but :

- d'atteindre un confort intérieur uniforme pour les occupants d'un bâtiment, peu importe la température extérieure, sur la base du principe suivant : mieux une paroi extérieure est isolée, plus le confort à l'intérieur du bâtiment sera uniforme. À l'inverse, une isolation insuffisante refroidit les surfaces intérieures en raison d'une perte excessive de chaleur par rayonnement thermique, rendant le bâtiment inconfortable;
- de réduire la consommation d'énergie, le mazout utilisé pour le chauffage étant relativement coûteux à cette latitude;
- de prolonger la durée de vie des composants de l'enveloppe des bâtiments, puisque l'isolation contribue directement à diminuer les risques de condensation dans les parois;
- de respecter les normes prévues dans la réglementation, lesquelles sont assez sévères sous des latitudes où les degrés-jours de chauffage peuvent atteindre 8000 à 9000 comme au Nunavik (voir l'annexe XI).

On trouve des prescriptions sur l'isolation dans deux différentes parties du chapitre Bâtiment du Code : la partie 9.25 d'application générale, et la partie 11, qui contient les exigences minimales d'isolation obligatoires pour les constructions neuves d'une hauteur d'au plus trois étages et dont l'aire de bâtiment est d'au plus 600 m<sup>2</sup>.

Parce qu'elle vise une efficacité énergétique élevée pour tous les éléments de l'enveloppe, et qu'elle contient un tableau d'exigences propres aux régions plus froides où le chauffage représente 6000 degrés-jours et plus, la partie 11 du chapitre Bâtiment du Code constitue une référence très pertinente pour tous les bâtiments résidentiels construits au Nunavik. Les exigences les plus utiles sont des valeurs minimales d'isolation sous forme de coefficients de résistance thermique exprimés en unités RSI pour chacun des éléments de l'enveloppe du bâtiment, de même que des prescriptions sur le traitement des ponts thermiques en bois, en acier ou en béton (voir l'annexe XII).

Pour documenter les prescriptions réglementaires sur les parois isolées, le tableau 3.1 ci-après reproduit le tableau 11.2.2. 1 b du chapitre Bâtiment du Code avec les valeurs de résistance thermique « totale » minimales à attribuer aux principaux éléments extérieurs d'un bâtiment construit au Nunavik. « Résistance totale » signifie que la valeur isolante est celle exigée pour la composition totale de la paroi et non celle exigée strictement pour l'isolant, sans toutefois prendre en compte les ponts thermiques causés par la charpente.



SOURCE : SHQ

ÉLÉMENT DU BÂTIMENT	Résistance thermique totale (RSIT)
Toit ou plafond séparant un espace chauffé d'un espace non chauffé ou de l'air extérieur	9,00
Mur au-dessus du niveau du sol, autre qu'un mur de fondation, séparant un espace chauffé d'un espace non chauffé ou de l'air extérieur	5,11
Mur de fondation séparant un espace chauffé d'un espace non chauffé, de l'air extérieur ou du sol contigu <i>N. B. Un mur de fondation dont plus de 50 % de la surface est exposée à l'air extérieur, de même que la partie d'un mur de fondation à ossature de bois, doit avoir une résistance thermique totale égale à celle exigée pour un mur au-dessus du niveau du sol.</i>	2,99
Plancher séparant un espace chauffé d'un espace non chauffé, de l'air extérieur	5,20

TABLEAU 3.1 : RÉSISTANCE THERMIQUE TOTALE POUR LES BÂTIMENTS SITUÉS DANS UNE LOCALITÉ DONT LE NOMBRE DE DEGRÉS-JOURS SOUS 18°C EST DE 6000 ET PLUS (TABLEAU 11.2.2. 1 B TIRÉ DU CHAPITRE BÂTIMENT DU CODE DE CONSTRUCTION DU QUÉBEC)

Relativement aux dispositions réglementaires touchant les ponts thermiques des murs, la partie 11 du chapitre Bâtiment du Code stipule notamment que le « matériau isolant doit couvrir les éléments du bâtiment constituant un pont thermique par l'extérieur, par l'intérieur ou par une combinaison des deux ». Ainsi, l'ossature murale en bois ou en acier d'un espacement inférieur à 600 mm c/c, par exemple, devra être couverte par un matériau isolant ayant une résistance thermique minimale de RSI 0,7 pour le bois et de RSI 1,76 pour l'acier. Relativement aux ponts thermiques des planchers isolés, la partie 11 exige un recouvrement isolant d'une valeur minimale de RSI 1,32.

Il est important de noter que pour satisfaire l'exigence réglementaire de couper les ponts thermiques dans les constructions à ossature de bois, ce qui inclut la rive de plancher, il est hautement recommandé de le faire du côté extérieur de l'ossature pour que la solution soit efficace. Cette approche de design demande de rompre avec des façons de faire courantes au Nunavik où, pendant longtemps, on faisait la coupure des ponts thermiques du côté intérieur par l'ajout de panneaux isolants enrobant les murs et le plancher.

L'ajout d'isolation à l'extérieur de l'ossature des murs et des planchers, en vertu des prescriptions de la partie 11 du chapitre Bâtiment du Code sur les ponts thermiques, nous oblige à bien considérer les restrictions d'autres parties du même chapitre (section 9.25) sur la position des matériaux à faible perméance à l'air et à la vapeur d'eau dans l'enveloppe de bâtiment. En effet, des panneaux d'isolant rigide populaires, comme le polystyrène extrudé, ont été classés comme des pare-vapeurs : posé du côté chaud d'une charpente isolée, cet isolant n'occasionnera aucun risque de condensation, alors que posé du côté froid, il devra être suffisamment épais pour que le point de rosée de la paroi se situe dans ou du côté froid du panneau isolant surajouté. Cet aspect de design, d'une grande importance, implique un calcul qui demande de se référer à un tableau du chapitre Bâtiment du Code prenant notamment en compte le nombre de degrés-jours de chauffage de la région, qui se situe entre 8200 et 9200 dans les villages du Nunavik. Selon ce tableau, dans ces villages, pour poser le polystyrène extrudé du côté froid, il faut prévoir une valeur isolante s'établissant entre 50 et 55 % de celle de l'isolant que l'on pose du côté chaud.

Les trois sous-sections qui suivent proposent certaines mesures applicables aux planchers, aux murs et aux toitures pour une isolation adéquate.

### 3.4.2.1 Isolation des planchers

Au Nunavik, dans la plupart des cas, les bâtiments sont surélevés pour empêcher un transfert de chaleur vers le pergélisol sous-jacent. Le plancher du rez-de-chaussée fait alors partie de l'enveloppe extérieure du bâtiment. L'isolation d'un tel plancher prend une importance particulière, puisque de 20 à 30 % des pertes de chaleur sous un climat nordique sont réputées être causées par le rehaussement des bâtiments.

Dans le tableau 11.2.2.1-A, le chapitre Bâtiment du Code prescrit une résistance thermique totale de RSI 5,2 pour un plancher isolé surélevé du sol. Cette exigence inclut un matériau isolant de RSI 1,32 au minimum pour couper le pont thermique formé par la charpente. Comme énoncé précédemment, la rupture du pont thermique devrait idéalement se faire du côté extérieur de la charpente afin d'enrober la rive de plancher, la solution optimale pour obtenir une continuité dans l'isolation mur-plancher (voir figure 3.9).

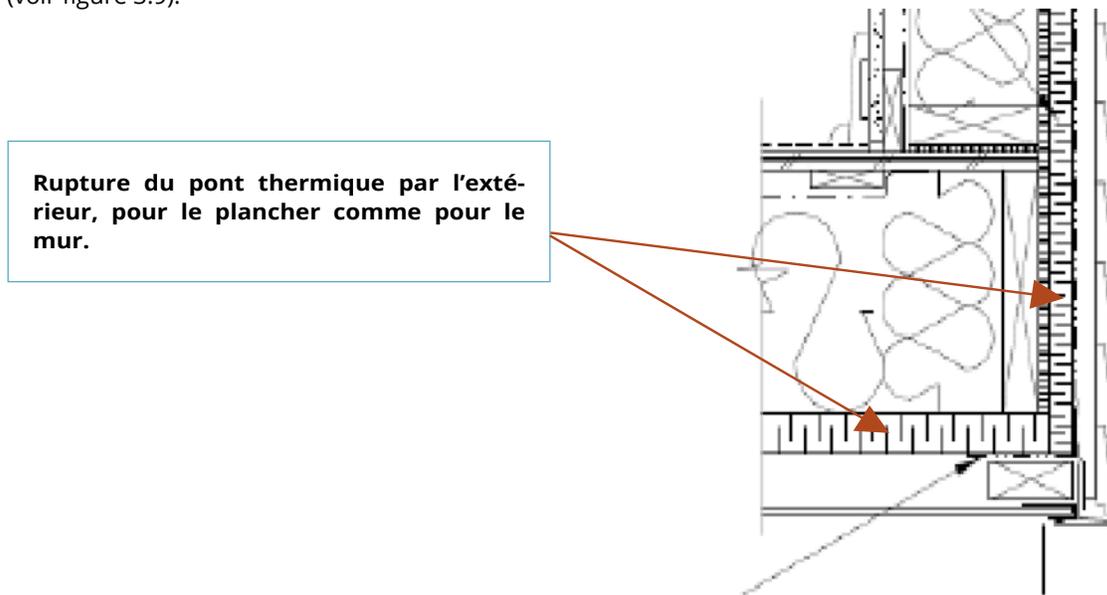


FIGURE 3.9 : DÉTAIL TYPIQUE DE LA JONCTION ENTRE UN MUR ET UN PLANCHER / SOURCE : SHQ

À noter que la face extérieure d'un plancher surélevé du sol étant entrecoupée par des appuis structuraux, lesquels sont habituellement des poutres d'acier, il faut également procéder à un enrobage minimal de ces poutres avec l'isolant externe pour que la coupure du pont thermique exigée soit complète.

Un concept de construction hautement recommandable pour le climat nordique est celui du plancher structural isolé sur sa pleine hauteur, rehaussé d'un faux-plancher dont la charpente vide est utilisée pour le passage des services du bâtiment. Un tel concept offre une excellente continuité de l'isolation, en plus de fournir un bris thermique supplémentaire.

Le recours à une charpente structurale formée de solives de bois ajourées, plutôt que de solives massives, isolée avec un matériau de remplissage en laine de verre soufflée, représente aussi un choix judicieux du fait qu'il réduit davantage les ponts thermiques dans le plancher.

Dans tous les cas, la protection de l'isolant extérieur sous le bâtiment par un panneau de revêtement résistant aux impacts est requise, le vide ouvert entre le sol et le plancher étant rarement exempt de tout usage.

### 3.4.2.2 Isolation des murs

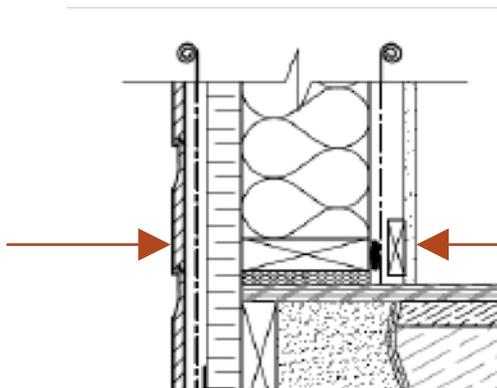
L'isolation des murs extérieurs est avant tout tributaire des exigences du chapitre Bâtiment du Code, lequel prescrit une résistance thermique totale de RSI 5,11 pour les régions, comme le Nunavik, où le chauffage représente 6000 degrés-jours et plus.

Fait partie de cette exigence réglementaire la pose d'un matériau isolant comme bris thermique pour l'ossature murale formée des montants, lisses, sablières, linteaux et rives de plancher qui composent le mur extérieur. La résistance minimale du bris thermique variera entre RSI 0,53 et RSI 1,76 selon la nature de la charpente (bois ou acier) et selon l'espacement des montants. À cette rubrique, la partie 11 détaille les valeurs minimales RSI pour l'isolant de recouvrement comme suit :

- a. pour une ossature de bois, elle devra être :
  - i. d'au moins RSI 0,7 lorsque les éléments d'ossature sont espacés de moins de 600 mm c/c,
  - ii. d'au moins RSI 0,53 dans les autres cas;
- b. pour une ossature métallique, elle devra être :
  - iii. d'au moins RSI 1,76 lorsque les éléments d'ossature sont espacés de moins de 600 mm c/c,
  - iv. d'au moins RSI 1,32 dans les autres cas;
- c. pour une construction en béton, elle devra être :
  - v. d'au moins RSI 0,88 dans tous les cas.

Tout comme pour les planchers de bois, la rupture du pont thermique devrait se faire préférablement du côté extérieur d'une charpente de bois afin de permettre d'enrober la pièce de rive du plancher.

À cet égard, comme les panneaux de polystyrène extrudé (bleus ou roses) sont encore abondamment utilisés comme recouvrement extérieur des charpentes, il importe de se rappeler qu'ils représentent des matériaux pare-vapeur et que le Code régit leur épaisseur minimale quand on les installe du côté froid de la charpente. Ainsi, pour un mur de conception standard avec une charpente en 2 x 6 isolée avec de la laine de verre de 140 mm de RSI 3.34 (voir la figure 3.10), le calcul du point de rosée selon le Code nous indiquera que la valeur isolante du polystyrène devra minimalement être de RSI 1,76, ce qui représente un panneau d'au moins 50 mm d'épaisseur. On peut en conclure qu'un tel mur affichera une performance isolante totale de RSI 5,91, ce qui est supérieur à la norme de RSI 5,11 exigée.



#### MUR EXTÉRIEUR, CONCEPTION STANDARD :

- plaques de plâtre à l'intérieur
- fourrures 19 mm
- pare-vapeur de type I
- ossature de bois 2 x 6 à 400 c/c
- laine de verre 140 mm
- polystyrène extrudé 50 mm
- membrane pare-air
- fourrures 19 mm
- parement en déclin de bois

FIGURE 3.10 : COUPE DE MUR EXTÉRIEUR STANDARD / SOURCE : SHQ

Pour faire la rupture thermique requise dans la partie 11 du chapitre Bâtiment du Code par l'extérieur, la solution pour remplacer l'isolant pare-vapeur est évidemment un isolant qui ne fait pas office de pare-vapeur, en l'occurrence le polystyrène expansé : un matériau très efficace, vendu en panneau rigide de haute densité, à bords rainurés et avec ou sans pare-air laminé. Sa valeur isolante est de RSI 0,82 pour une épaisseur de 25 mm, ce qui satisfait à l'exigence minimale de RSI 0,7 du Code comme bris thermique d'une ossature de bois standard installée à 400 mm c/c d'entraxe.

Parmi les solutions pour obtenir une enveloppe murale parfaitement isolée en milieu nordique, dans certains villages du Nunavik on peut choisir du polyuréthane giclé sur place pour l'enrobage extérieur de l'ossature. Solution de remplacement aux panneaux extérieurs d'isolant rigide, la mousse giclée sur place comporte un effet pare-air sans failles dans sa composition. Des murs et des planchers isolés selon ce procédé offriront une enveloppe de bâtiment d'une étanchéité inégalable.

### 3.4.2.3 Isolation des toitures

La valeur d'isolation des toitures relève avant tout des exigences du Code. Comme illustrée dans le tableau 3.1, la résistance thermique totale requise par tout « toit ou plafond séparant un espace chauffé d'un espace non chauffé ou de l'air extérieur » est de RSI 9,0 pour les régions où le chauffage représente 6000 degrés-jours et plus, comme c'est le cas au Nunavik.

Pour une toiture avec un comble ventilé et un plafond standard isolé dont le fini est en panneaux de plâtre sur fourrures, RSI 9,0 correspond à une épaisseur de laine minérale en vrac soufflée entre les fermes de toiture de 460 mm, ce qui représente une hauteur substantielle.

Bien que le Code n'exige pas la rupture des ponts thermiques dans les plafonds isolés, l'ajout d'un isolant de recouvrement sur la face inférieure des fermes de toit constitue une contribution intéressante à l'efficacité énergétique sous un climat subarctique. Dès 1982, la SHQ a d'ailleurs introduit dans ses designs la pose d'un panneau de 38 mm de polystyrène extrudé du côté intérieur des plafonds isolés. Pour une performance totale de RSI 9,0 au plafond, cet ajout permet d'abaisser à 385 mm l'épaisseur de laine en vrac soufflée dans le comble.

Le Code précise que la résistance thermique totale de RSI 9,0, exigée pour le plafond isolé du comble, peut être réduite à proximité de l'avant-toit lorsque la pente du toit et les dégagements nécessaires à la ventilation l'exigent, à la condition toutefois de ne pas être inférieure à la valeur demandée pour le mur. Cette solution doit être combinée avec l'installation de déflecteurs près de l'avant-toit pour favoriser la libre entrée du flux d'aération, ceux-ci devant assurer un dégagement minimal de 25 mm du pontage de toit (voir la figure 3.11).

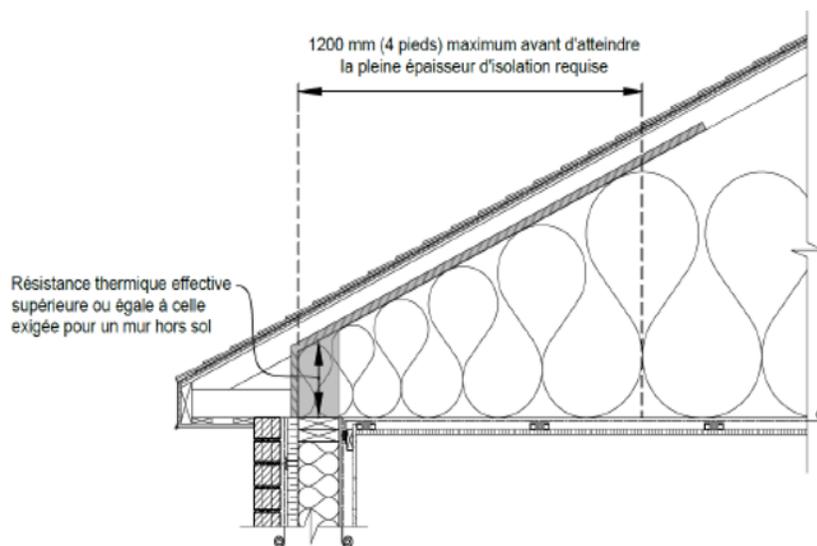


FIGURE 3.11 : DÉTAIL DE DÉBORD DE TOIT / SOURCE : SHQ

Un design de bord de toit dont la géométrie assure la pleine résistance thermique du plafond en périphérie – sans réduire la hauteur de l'isolant – représente la solution à privilégier. On trouve d'ailleurs ce design dans la totalité du parc de logements sociaux de la SHQ destinés à la communauté inuite (voir l'illustration 3.12).

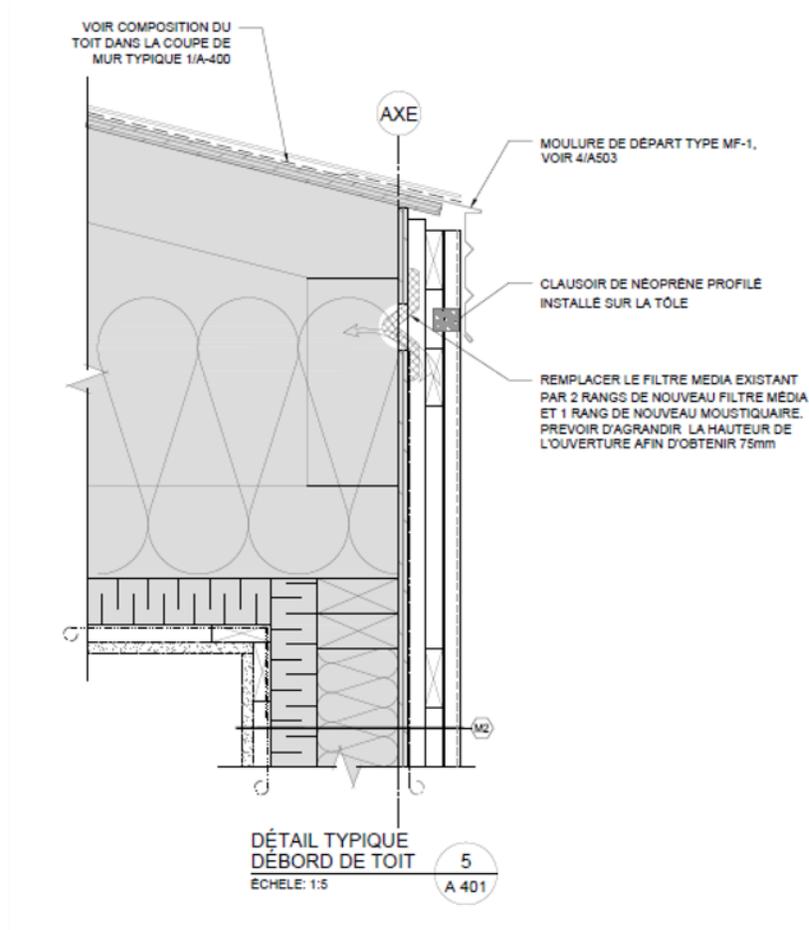
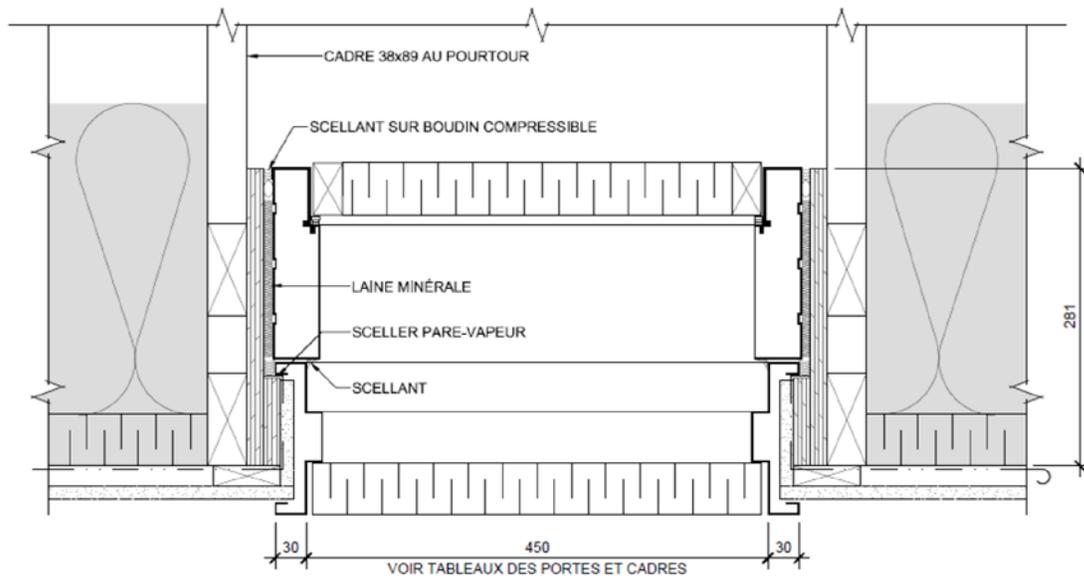


FIGURE 3.12 : DÉTAIL STANDARD DU DÉBORD DE TOIT TYPIQUE DES HLM DU NUNAVIK / SOURCE : SHQ

Le Code stipule qu'il doit y avoir un accès au comble isolé dans chaque unité de logement, sous forme de trappe d'accès intérieure, d'une dimension minimale de 0,32 m<sup>2</sup>, dont un côté doit mesurer au moins 545 mm. La trappe doit être dotée d'un cadre isolé et d'un double coupe-froid et présenter une résistance thermique égale à celle du plafond isolé. Un design composé de deux trappes superposées, comme celles utilisées par la SHQ dans ses projets de rénovation majeure, représente une solution d'une efficacité supérieure (voir figure 3.13).



DÉTAIL  
TRAPPE D'ACCÈS ENTRE-TOIT 3  
ÉCHELE 1:5 A 104

FIGURE 3.13 : DÉTAIL D'UNE TRAPPE D'ACCÈS AU COMBLE  
SOURCE : SHQ

On ne peut aborder l'isolation des vides sous toit sans statuer sur la qualité de l'aération requise pour ces espaces. L'aération (ventilation) est obligatoire partout au-dessus de l'isolant de plafond, et elle est normée de façon stricte par le chapitre Bâtiment du Code dans la partie 9.19 :

- la surface libre de l'ensemble des orifices de ventilation doit être d'au moins 1/300 de la surface du plafond isolé (1/150 si la pente du toit est inférieure à 1 : 6);
- au moins 25 % du débit exigé doit se situer dans la partie inférieure du vide sous toit, sous forme d'entrée d'air répartie de façon à atteindre toutes les parties de l'isolant;
- au moins 25 % du débit exigé doit se situer dans la partie supérieure. À noter que les dispositifs d'aération du comble qui sont les plus efficaces sont les modèles de type maximum, qui doivent être disposés près du faîte de la toiture. Ces aérateurs doivent intégrer un médium filtrant anti-particules, de même qu'une panne d'assèchement à la base pour recueillir l'eau de condensation;
- le tout doit être réparti également entre les façades opposées du bâtiment.

Les plafonds isolés de type cathédral sont soumis aux mêmes exigences réglementaires en matière d'isolation et d'aération que le comble. Pour en favoriser l'application, l'idéal est d'opter pour une charpente avec des fermes de toit, car leur hauteur permet de loger facilement la quantité de laine minérale nécessaire en plus de conserver les 63 mm de dégagement minimal requis entre le dessus de l'isolant et la sous-face de la couverture.

### 3.4.3 Revêtements extérieurs

Comme on l'a vu, l'enveloppe des bâtiments au Nunavik étant exposée à des conditions climatiques extrêmes, les revêtements de mur et de couverture couramment utilisés dans la construction résidentielle sous un climat tempéré ne sont pas adaptés à cette région nordique. Leur durabilité ou leur performance sont nettement insuffisantes.

#### 3.4.3.1 Revêtement mural

Les critères architecturaux pour le choix d'un revêtement mural extérieur au Nunavik ont précédemment été définis comme suit :

- résistance éprouvée aux impacts par temps très froid;
- coefficient de dilation peu élevé;
- absorption d'eau limitée et bonne résistance au cycle de gel-dégel;
- résistance à l'abrasion sous l'effet « jet de sable » créé par les vents extrêmes;
- modulation ou installation favorisant un drainage de surface efficace;
- format minimisant le nombre de joints de surface;
- durabilité du fini peint;
- facilité de réparation en cas de dommages.

Les matériaux de revêtement ci-dessous sont jugés moins appropriés en raison des désavantages qui leur sont attribués :

- les revêtements d'aluminium : ils sont extrêmement fragiles aux impacts, et sont également sujets à de grandes dilatations et contractions thermiques lors des changements de température;
- le déclin de vinyle : il se dilate et se contracte lors des changements de température et, comme il devient également cassant à basse température, il est sujet aux bris lors d'impacts;
- le déclin de bois aggloméré (ex. : planches en panneau dur ou « masonite ») : sous l'effet des fortes intempéries du Nunavik, il se décolore prématurément, perdant du coup sa protection hydrofuge;
- les parements de bois d'ingénierie préfinis, en planche ou en panneau : comme l'assèchement des matériaux exposés est moins favorisé sous le climat nordique, le bois d'ingénierie mouillé reste saturé d'eau, causant une délamination prématurée dans les rives des panneaux et le bout des planches de déclin;
- le stuc : il est facilement endommagé et difficilement réparable;
- les panneaux de fibrociment renforcé : ils deviennent cassants par temps froid;
- les revêtements de façades réfléchissants et de couleur pâle, principalement du côté sud : ils réfléchissent le rayonnement solaire, ce qui occasionne l'accumulation d'une quantité d'énergie (chaleur) non négligeable dans le sol autour des bâtiments, risquant de provoquer son dégel et des affaissements (voir la figure 3.14).

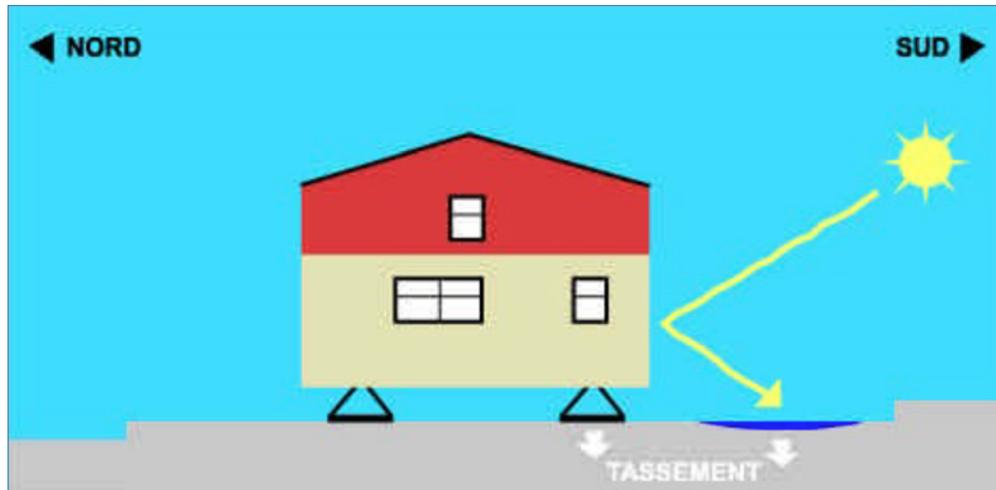


FIGURE 3.14 : EFFET RÉFLÉCHISSANT D'UN REVÊTEMENT EXTÉRIEUR DE COULEUR PÂLE SUR LE PERGÉLISOL  
SOURCE : TOPOCLIMAT ET MICROCLIMATS DE LA VALLÉE DE SALLUIT (NUNAVIK), MÉMOIRE PRÉSENTÉ À LA FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL

En conclusion, les parements en bois massif ou en tôle nervurée préémaillée représentent les deux matériaux à privilégier dans un climat nordique :

#### Parement en bois massif

- Le déclin de bois massif est un type de revêtement à favoriser, car son module géométrique facilite grandement les réparations à la suite d'un bris.
- La pose à l'horizontale est préférable, car elle réduit le risque d'infiltration d'eau de part en part. De plus, un parement poreux comme le bois sèche plus rapidement quand les fourrures de support sont posées à la verticale.
- On recommande d'utiliser du pin, une essence reconnue pour sa grande stabilité. Pour la résistance à la pourriture, il faut utiliser soit un pin traité sous pression, soit un pin brut provenant de l'Ouest canadien, comme l'essence « Lodgepole » utilisée par le fabricant Goodfellow.
- Il est nécessaire de le peindre, à défaut de quoi l'apparence sombre du pin s'avère trop sinistre quand le parement de bois est mouillé. Un fini prépeint appliqué à l'usine offre une excellente protection, et une garantie pouvant atteindre 15 ans contre la décoloration.
- Les garnitures de finition peintes à l'usine sont également recommandées parce que leur peinture s'avère beaucoup plus durable que celle qui est appliquée sur place lors de la construction.

#### Parement en panneaux de tôle préémaillée

- Lorsqu'il est vendu avec un fini prépeint de qualité « industrielle », ce revêtement est d'une durabilité inégalable.
- On doit cependant éviter d'utiliser ce matériau sur les murs inférieurs du bâtiment, où il serait exposé aux impacts. Or, même lorsqu'ils sont de faible ampleur, ces impacts causent un bosselage irréversible.

La conception et l'installation des supports de revêtement mural dans un mur de type à écran pare-pluie (système de fourrures de bois) sont normées par le Code de la façon suivante :

- fixation obligatoire non seulement dans le panneau de revêtement intermédiaire, mais dans l'ossature murale;
- profil minimal de 19 x 64 mm ou de 19 x 89 mm, selon qu'ils sont fixés à un entraxe de 400 ou de 600 mm;
- espacement maximal de 600 mm d'entraxe.

**Calfeutrage** : tout joint ou toute intersection d'une paroi extérieure où l'eau est susceptible de s'infiltrer doit être scellé avec un composé de calfeutrage. Cela inclut les joints de rencontre avec les ouvertures de portes et de fenêtres, de même que l'intersection avec toute saillie à leur point de traversée des revêtements.

### 3.4.3.2 Revêtement de toiture

Au Nunavik, la pression extrême exercée par les vents sur les toitures justifie le choix du revêtement le plus robuste, soit un système d'étanchéité doté d'une membrane continue en bitume élastomère soudée ou d'une toiture en bardeaux d'asphalte avec membrane sous-jacente.

Pour les toits en pente, le revêtement en bardeaux d'asphalte représente la solution économique à privilégier. Toutefois, en raison de la force des vents, certaines précautions doivent être prises.

1. Une couverture en bardeaux devrait inclure une membrane de protection sous-jacente de type auto-adhésif couvrant la pleine surface de la toiture. Par temps froid, l'application préalable d'un apprêt sous la membrane est obligatoire.
2. Le bardeau utilisé doit être composé d'une armature non organique en fibre de verre, en raison de sa grande résistance au cycle de gel-dégel. Un produit ayant une garantie de 25 ans représente la norme de base.
3. Pour offrir une résistance adéquate à l'arrachement, chaque bardeau doit être fixé à deux lisières de scellant continu, en plus d'être fixé mécaniquement à l'aide d'au moins six clous à toiture, dont deux par panneau.

### 3.4.4 Portes extérieures

Les portes extérieures d'un bâtiment, comme toute partie ouvrante de son enveloppe, sont considérées comme une source potentielle de fuites d'air et de pertes de chaleur. Parce qu'elle s'ouvre, une porte n'atteindra jamais la résistance thermique du mur auquel elle est intégrée. Certaines solutions existent toutefois pour maximiser l'efficacité des portes soumises aux contraintes climatiques du Nunavik.

#### Conception

Les portes extérieures devraient être faites de parois en acier et isolées avec une âme de polyuréthane, le tout conformément à la norme CAN/CGSB-82.5-M88 (composition en acier galvanisé, de calibre 16, avec un RSI minimum de 1,3). Si un vitrage est intégré dans la porte, il doit naturellement être en verre isolant, et si sa dimension est supérieure à 0,46 m<sup>2</sup>, il devrait comporter les caractéristiques minimales suivantes : double vitrage scellé, gaz inerte entre les vitrages (ex. : argon ou krypton), verre à faible émissivité (low-E), intercalaire fait d'un matériau isolant. Une porte en acier isolée sera préférablement intégrée dans un cadre offrant un degré de bris thermique maximal, tel qu'un cadre de bois, et dotée d'un système performant de double coupe-froid périphérique, dont un de type compression prévu dans l'ingénierie de fabrication. L'ouverture devient alors un système porte et cadre intégré, comme celui d'une fenêtre. Les cadres en acier, même munis d'un bris thermique, ne sont pas un choix judicieux sur le plan de l'isolation, compte tenu des conditions climatiques du Nunavik.

Dans un climat nordique, un système de porte et cadre intégré devrait faire partie du concept architectural d'entrée pour former un sas et maximiser ainsi la protection contre le froid. L'effet de sas peut être atteint de deux manières : soit au moyen de portes doubles posées dans un même cadre (l'une ouvrant vers l'extérieur et l'autre, vers l'intérieur), soit en créant un vestibule desservi par une porte extérieure à un bout et par une porte intérieure à l'autre bout. Cette deuxième formule est optimale, car elle permet de réduire la quantité d'air froid qui entre dans le logement chaque fois que la porte s'ouvre. Le vestibule n'a pas nécessairement à être chauffé; il peut faire office de « porche froid », un concept largement répandu au Nunavik.

Par ailleurs, dans la partie 9.6 du chapitre Bâtiment du Code se trouvent des exigences sur la résistance à l'intrusion pour les portes d'entrée résidentielles qui sont pertinentes et qu'il convient d'appliquer lors de l'installation. En outre, pour les portes ouvrant vers l'extérieur, qui sont de ce fait exposées à des vents d'une violence extrême, il est recommandé de prévoir une chaîne ou un autre dispositif de retenue solidement fixé, pour prévenir leur arrachement probable.

### Normes d'efficacité énergétique

La partie 11 du chapitre Bâtiment du Code, qui porte sur l'efficacité énergétique, comprend une sous-section, Performance thermique des fenêtres, des portes et des lanterneaux, prescrivant des exigences minimales de fabrication par rapport à la norme CAN/CSA A440 sur les fenêtres (voir la section 3.4.5 ci-après). À noter toutefois qu'elles ne sont pas suffisantes dans un climat rude comme celui du Nunavik.

Il importe de savoir que les portes des habitations font partie des produits homologués par le programme d'efficacité énergétique nord-américain ENERGY STAR. Ce programme représente une référence très pertinente dans le choix des portes sous un climat nordique rigoureux. Dans ce programme, on doit sélectionner les performances à attribuer aux produits en fonction de la zone climatique où ils sont installés, la zone D étant spécifique aux conditions subarctiques (voir l'annexe XIII).

## 3.4.5 Fenêtres

Tout comme les portes, les fenêtres représentent des éléments plus faibles de l'enveloppe du bâtiment. Leur résistance thermique et leur résistance aux infiltrations d'air s'avèrent déterminantes pour l'économie d'énergie et le confort dans les bâtiments où elles sont installées.

### Normes d'efficacité énergétique

Cet aspect concernant les fenêtres est normé par le chapitre Bâtiment du Code, qui prescrit une courte liste d'exigences de design dans la partie 11 sur l'efficacité énergétique.

- Les fenêtres et les lanterneaux de même que les vitrages intégrés aux portes doivent obtenir une cote d'étanchéité minimale A2 selon la section 10.2 de la norme CAN/CSA A440, Fenêtres.
- La superficie totale des ouvertures brutes pratiquées dans les éléments du bâtiment prévue pour y recevoir des fenêtres, des portes, des lanterneaux et d'autres éléments semblables, ne doit pas être supérieure à 30 % de la superficie des murs au-dessus du niveau du sol.
- Les caractéristiques thermiques des fenêtres, des portes et des lanterneaux doivent être déterminées conformément à la norme CAN/CSA A440.2, Rendement énergétique des systèmes de fenêtrage/guide d'utilisation, de la norme CSA A440.2-09, Rendement énergétique des systèmes de fenêtrage, et être conformes aux valeurs indiquées dans le tableau 3.2.

Le tableau 3.2 prescrit des valeurs U maximales et des valeurs RE minimales en fonction de deux zones géographiques au Québec : celle où le chauffage se situe sous les 6200 degrés-jours et celle où il se situe au-dessus.

ÉLÉMENT DU BÂTIMENT	bâtiment situé dans une municipalité dont le nombre de degrés-jours sous 18°C est d'au plus 6200	bâtiment situé dans une municipalité dont le nombre de degrés-jours sous 18°C est de plus de 6200
Coefficient de transmission thermique globale (U) maximal des portes sans vitrages	0,9	0,8
Coefficient de transmission thermique globale (U) maximal / Rendement énergétique (RE) minimal des fenêtres et des portes avec vitrages	2,0 / 21 ou 1,8 / 13	2,0 / 25 ou 1,6 / 17
Coefficient de transmission thermique globale (U) maximal des lanterneaux	2,85	2,7

TABLEAU 3.2 : COEFFICIENT DE TRANSMISSION THERMIQUE GLOBAL (U) MAXIMAL ET RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE (RE) MINIMAL DES FENÊTRES, DES PORTES ET DES LANTERNEAUX (TABLEAU 11.2.2. 4 A TIRÉ DU CODE DE CONSTRUCTION DU QUÉBEC)

Les exigences du Code sont moindres que celles du programme nord-américain ENERGY STAR, qui fournit une homologation pour les fenêtres sur la base d'un découpage territorial en quatre zones climatiques, dont la zone D correspond intégralement aux conditions du Nunavik (voir l'annexe XIII). L'exigence clé d'ENERGY STAR quant aux fenêtres homologuées par le programme est la valeur maximale de 1,2 comme facteur U (coefficient de transmission thermique global). Toutefois, il n'est pas nécessaire pour atteindre cette valeur d'utiliser du vitrage scellé triple, un élément très performant, mais épais, lourd et dispendieux.

Le programme québécois d'efficacité énergétique Novoclimat, qui traite des performances des fenêtres en construction résidentielle, renvoie toutefois aux exigences du programme ENERGY STAR. Par ailleurs, Novoclimat fournit en annexe un schéma fort pertinent illustrant les enjeux d'efficacité liés à une fenêtre dans un climat froid (voir la figure 3.15) en expliquant les bénéfices d'une conception basée sur les caractéristiques techniques suivantes :

- fabrication du cadre conforme à la norme CAN/CSA A440, Fenêtres;
- enduit à faible émissivité low-E intégré dans le verre scellé;
- intercalaire isolant au périmètre des deux vitres du verre scellé;
- gaz de remplissage à l'argon entre les deux vitres du verre scellé.

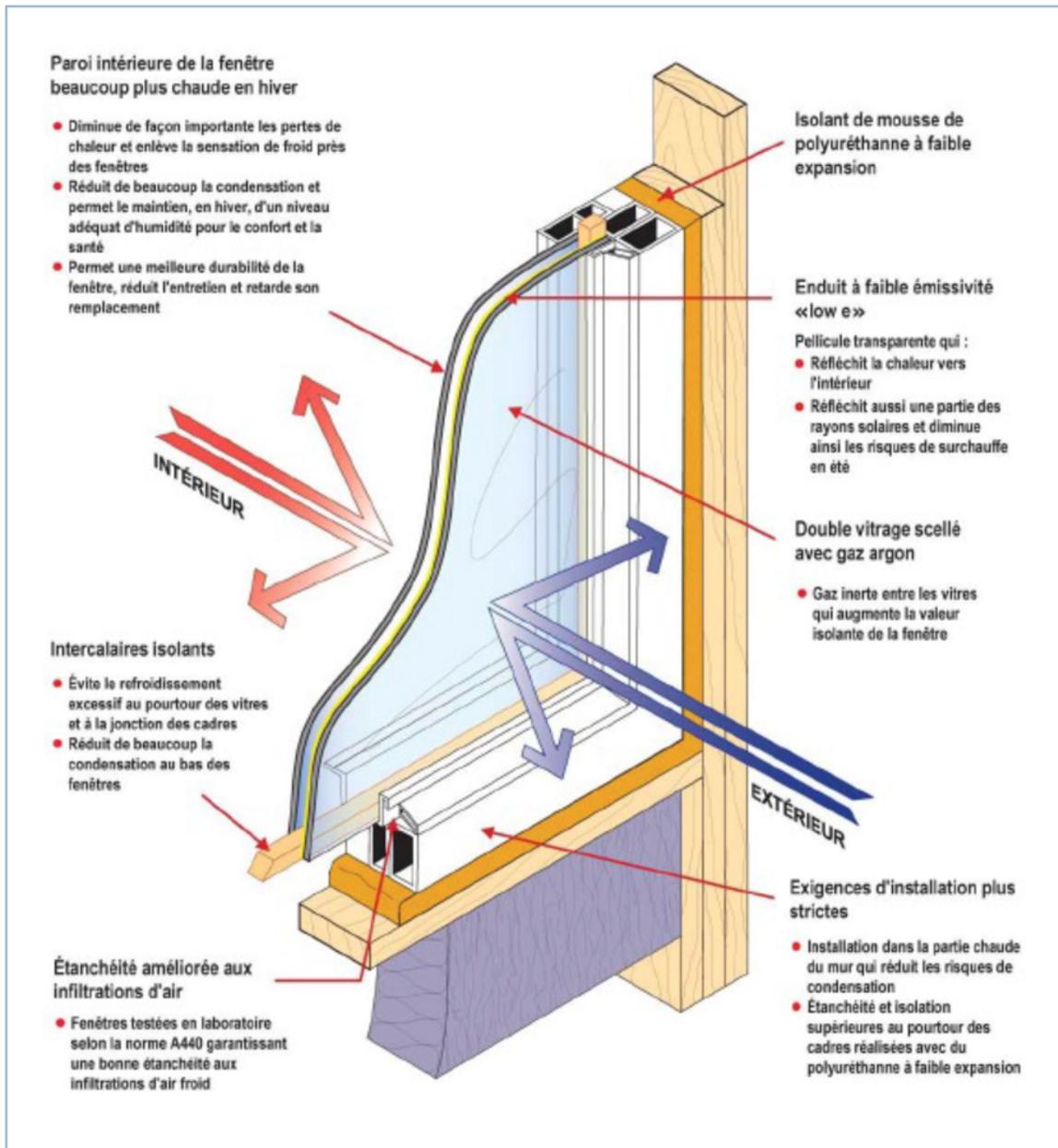


FIGURE 3.15 : ILLUSTRATION MONTRANT LES ÉLÉMENTS D'UNE FENÊTRE AUX CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES SUPÉRIEURES (CELLES DU PROGRAMME NOVOCLIMAT) / SOURCE : MERN-NOVOCLIMAT

## Réglementation

En plus des exigences d'efficacité énergétique de la partie 11, le chapitre Bâtiment du Code énonce, dans la partie 9.7, d'autres prescriptions concernant divers aspects de conception qui doivent être prises en compte dans la sélection des fenêtres d'une construction résidentielle.

**Sécurité et protection :** une fenêtre de chambre à coucher doit permettre une évacuation d'urgence en offrant une ouverture libre minimale de 380 mm sur une surface libre d'un minimum de 0,35 m<sup>2</sup>. En outre, une fenêtre dont l'appui est à moins de 900 mm du plancher doit être munie d'un dispositif pour limiter son entrebâillement à 100 mm et ainsi prévenir la chute d'un bambin. Enfin, des exigences de prévention de l'intrusion existent dans la norme A440 pour les fenêtres dont l'appui est à moins de 2 m du sol extérieur adjacent. Dans certaines conditions, un garde-corps peut être requis devant une fenêtre dans les aires communes à plusieurs logements.

**Fabrication :** toute fenêtre doit être conçue en conformité avec la norme CAN/CSA A440-00, qui établit des classes de performance pour les bâtiments en fonction de leur hauteur et de leur situation géographique. Ainsi, tout produit de fenêtre doit être conforme à cette norme dans une classe donnée, lors de tests de laboratoire.

**Calcul du verre :** le verre des fenêtres doit être calculé conformément à la norme CAN/CGSB-12.20-m, qui prescrit son épaisseur minimale selon le type de vitrage, sa superficie et la pression du vent d'exposition.

## Aspects de conception

Mis à part les aspects de performance énergétique et de réglementation, le choix d'une fenêtre lors de la construction d'une habitation fait appel à certains autres critères de design appropriés pour le Nunavik, touchant principalement le matériau, le mode d'ouverture et la robustesse.

**Matériau :** les fenêtres peuvent être en fibre de verre, en bois, en aluminium, en chlorure de polyvinyle (PVC) ou en matériaux composites.

- L'aluminium est un des matériaux qui devrait être privilégié au Nunavik, pour sa résistance aux impacts et sa grande robustesse. Lorsqu'il est utilisé avec un bris thermique en PVC, ses propriétés isolantes sont positives, même sous un climat extrême. Toutefois, son coût est élevé. Pour des raisons de facilité d'étanchéisation, si on opte pour l'aluminium, on devrait opter pour un cadre de profil tubulaire fermé plutôt que pour un profilé ouvert.
- Le PVC représente un produit bien adapté au climat du Nunavik, parce que le fait d'être extrudé et évidé lui confère des propriétés isolantes intéressantes. En plus, le produit étant coloré dans la masse, il ne requiert absolument aucun entretien. Son assemblage à coins soudés est un gage d'étanchéité et son coût est très abordable pour un produit de cette robustesse. Le matériau choisi doit toutefois avoir une épaisseur minimale de 1 mm, les versions économiques moins épaisses étant aussi moins performantes.
- La fibre de verre utilisée dans la fabrication des fenêtres est aussi le matériau qui offre la meilleure qualité. C'est également le plus dispendieux. Il existe cependant une fenêtre hybride, composée de PVC-fibre de verre, où le PVC est co-extrudé du côté interne des profilés comme dispositif de renfort.
- Le bois brut, parce qu'il exige beaucoup d'entretien quand il est employé pour les fenêtres, est peu recommandé au Nunavik, en dépit de ses excellentes propriétés isolantes. Son utilisation comme produit composite avec recouvrement extérieur en PVC ou en aluminium est également discutable, étant donnée la faible épaisseur de ces finis, qui rend le produit final peu résistant aux impacts.

**Mode d'ouverture** : les différents modèles de fenêtres de série offerts sur le marché résidentiel se distinguent principalement par leur mode d'ouverture, qu'on peut catégoriser globalement ainsi : à battant (ouverture horizontale, vers l'extérieur), à auvent (ouverture verticale par le bas, vers l'extérieur), à soufflet (ouverture verticale par le haut, vers l'intérieur), à guillotine (coulissante verticalement), à ouverture oscillo-battante (offrant les deux modes d'ouverture « à battant » et « à soufflet ») et coulissante horizontale. Chacun de ces modèles présente des avantages et des inconvénients, qu'il est possible d'évaluer sommairement ainsi :

- **Modes à battant et à auvent** : ces deux formes d'ouverture sont les seules qui comportent un volet pivotant vers l'extérieur avec une moustiquaire du côté intérieur et qui sont équipées d'un mécanisme à manivelle permettant un degré d'ouverture variable à l'infini, ce qui présente de grands avantages. Toutefois, la quincaillerie de ces modèles est réputée fragile et vulnérable aux fausses manœuvres, ce qui se traduit généralement par des frais d'entretien élevés. De plus, l'ouverture des fenêtres vers l'extérieur présente un risque de blocage au Nunavik sous certaines conditions météo, en raison de la formation de neige durcie ou de glace.
- **Mode à soufflet** : le principal désavantage de ce modèle réside dans l'ouverture vers l'intérieur et l'encombrement qui s'ensuit. Il existe toutefois des limiteurs d'ouverture avec frein réglable pour contrôler l'entrebâillement. Les avantages tiennent beaucoup dans la facilité de manœuvre et dans le degré élevé d'étanchéité des volets, grâce à une quincaillerie de type multipoints qui garantit une pression uniforme de fermeture sur les quatre faces du volet. Cette quincaillerie est également considérée comme ultra-robuste.
- **Mode oscillo-battant** : ce modèle comporte une ouverture à battant vers l'intérieur, en plus du mode à soufflet, ce qui en fait une variante sophistiquée de ce dernier. Le handicap majeur pour son utilisation au Nunavik réside dans la manœuvre à battant vers l'intérieur qui expose le volet à « battre au vent », un dispositif de retenue d'ouverture n'étant pas disponible en mode battant.
- **Mode à guillotine et mode coulissant** : les fenêtres coulissantes n'ont pas de coupe-froid à compression sur les côtés latéraux des volets, mais un dispositif à friction de type à balai poilu, ce qui limite leur étanchéité lorsqu'il y a des vents violents. Pour cette raison, elles sont moins bien adaptées aux conditions climatiques du Nunavik. La fenêtre coulissante horizontale, fabriquée avec une double rangée de volets, offre toutefois l'avantage indéniable d'une ventilation indirecte et sécuritaire par l'ouverture alternée d'un volet intérieur et extérieur.

**Robustesse** : le degré de robustesse offert par une fenêtre se mesure en combinant ses qualités de résistance à l'usure de la quincaillerie et des coupe-froid, à la déformation, aux impacts et aux infiltrations d'air et d'eau. Il existe une fenêtre supérieure à toutes les autres pour un climat comme celui du Nunavik : c'est la fenêtre hybride PVC-fibre de verre, à ouverture à soufflet. Ce modèle fait d'ailleurs partie de la gamme restreinte pouvant prétendre, moyennant l'option d'un vitrage hautement énergétique, à la classe de matériaux de construction homologués Passivhaus.

### Aspects d'installation

La présence de fenêtres dans une enveloppe de bâtiment représente une rupture potentielle de l'étanchéité à l'air et à l'eau, si l'installation ne respecte pas un protocole déterminé qui est notamment prescrit par la norme CAN/CSA A440, dont voici les principales recommandations :

1. Centrer le cadre dans l'axe de l'isolant du mur ou légèrement du côté intérieur mais pas du côté extérieur.
2. Installer le cadre d'aplomb, d'équerre et de niveau, avec des cales d'espacement dans le bas et sur les côtés.
3. Faire la pose dans une ouverture brute de mur préalablement bordée par une membrane d'étanchéité jointive à la fois avec le pare-air et avec le pare-vapeur, qu'on peut appeler « membrane de fond ».

4. Poser un scellant pare-air/pare-vapeur robuste et continu sur le périmètre complet de la fenêtre. Ce scellant sert à joindre le cadre et la « membrane de fond » avec un produit dissimulé hautement adhérent et durable, comme un cordon de scellant en tube sur boudin de mousse, ou une membrane élastomère autocollante, ou un ruban adhésif extra-épais vendu spécialement pour cet usage. Il est préférable de faire ce scellement du côté intérieur du mur isolé pour éviter d'emprisonner l'eau en cas de défaillance de la fenêtre.
5. Poser un calfeutrage isolant en mousse injectée ou en laine isolante dans l'espace libre autour du cadre.
6. Intégrer un solin métallique sous la membrane pare-air à la tête de l'ouverture pour drainer d'éventuelles infiltrations d'eau à cet endroit, et bien le sceller au pare-air.

### 3.4.6 Tests d'infiltrométrie

Le test d'étanchéité à l'air, appelé également test d'infiltrométrie, se révèle être un excellent outil pour assurer une bonne qualité de l'étanchéité de l'enveloppe d'un bâtiment. Ce test consiste à mesurer l'infiltration d'air, c'est-à-dire la quantité d'air entrant dans un bâtiment, et de localiser les fuites d'air.

Il peut être réalisé dans des bâtiments neufs ou existants. Dans un bâtiment neuf, il est fortement recommandé de procéder au test quand les éléments d'étanchéité ont été mis en place, avant l'étape de la finition intérieure, pour que les modifications puissent être apportées avant de fermer les murs. Il faut cependant que l'isolation des murs extérieurs, le coupe-vapeur, les cloisons intérieures, les plafonds, les prises et les interrupteurs électriques soient installés.

Pour une construction neuve au Nunavik, il est fortement recommandé de prévoir au moins une séance d'infiltrométrie sur le chantier pour vérifier la fiabilité des assemblages.

Une fois la construction terminée, le degré d'étanchéisation peut facilement être mesuré par un second test d'infiltrométrie, suivant un processus normalisé CAN/CSGB. Ce test peut être accompagné d'une analyse thermographique s'il est nécessaire de localiser précisément les anomalies (voir l'annexe XIV).



FIGURE 3.16 : APPAREILLAGE UTILISÉ POUR RÉALISER UN TEST D'INFILTROMÉTRIE  
SOURCE : GOOGLE IMAGES

## 3.5 FINITION INTÉRIEURE

Au Nunavik, en raison de l'environnement et du mode de vie actif de la population locale, choisir des finis intérieurs résistants et faciles d'entretien s'avère indispensable pour que les constructions soient durables. La disponibilité à long terme des produits utilisés doit également faire partie des critères de sélection en prévision des réparations futures.

### 3.5.1 Planchers

Le revêtement de plancher doit être adapté à la fois au climat du Nunavik et à la fonction de la pièce où il est installé. Par exemple, pour la salle de mécanique un simple contreplaqué peinturé est jugé suffisant.

Une revue des couvre-sols courants d'usage résidentiel suit ci-après, avec les avantages et les inconvénients de chacun. Le type de construction choisi devrait influencer sur le choix du fini de plancher, puisqu'un bâtiment surélevé déposé sur un radier ne peut recevoir un fini de plancher rigide comme la tuile céramique ou le bois massif à cause des risques de déformation trop élevés; seul un couvre-sol souple est approprié.

### 3.5.1.1 Revêtements résilients

Les revêtements résilients, aussi appelés « couvre-sols souples », comprennent généralement des matériaux tels que le vinyle, le vinyle composite, le caoutchouc et le linoléum, vendus sous forme de tuiles ou en rouleau. Les tuiles présentent l'avantage de faciliter d'éventuelles réparations, l'inconvénient étant la contamination des joints si le couvre-plancher n'est pas rigoureusement entretenu. Pour les mêmes raisons, un revêtement résilient en rouleau devrait toujours être choisi dans un produit offrant une installation avec joints soudés.

Voici une évaluation des principaux revêtements de sol résilients recommandés.

- Linoléum : ce produit entièrement naturel n'est pas considéré comme le plus résistant des finis souples, mais il est approprié pour toutes les aires de séjour et de repos, avec une épaisseur minimale de 2,5 mm. À éviter dans les aires de circulation communes d'un édifice.
- Vinyle en rouleau : offre des propriétés très semblables au linoléum, quoique légèrement plus résistant.
- Caoutchouc en rouleau : allie résistance et caractéristiques antidérapantes aux propriétés du vinyle. Il est à privilégier dans les aires de circulation communes et dans les vestibules d'entrée et son épaisseur doit être de 1,8 ou de 2,5 mm. C'est le seul fini recommandable dans les espaces non chauffés comme les porches froids, où il peut s'apparenter à une membrane d'étanchéité si on l'utilise en format monopiece, scellé en périphérie.
- Carreau de vinyle : matériau non poreux, de résistance supérieure, facile d'entretien, mais qui ne convient pas aux espaces non chauffés.

### 3.5.1.2 Bois

Les planchers en bois dur sont peu recommandés au Nunavik, en raison du climat froid et sec et du danger de détérioration par l'eau, qui nuisent à la préservation des joints entre les planches.

### 3.5.1.3 Céramique

Les carreaux de céramique sont durables et résistants. Toutefois, leur usage devrait être limité aux bâtiments dont les fondations reposent sur le roc.

### 3.5.1.4 Moquette

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) recommande d'éviter les moquettes à l'intérieur des habitations, car elles accumulent la poussière et sont en partie responsables de la détérioration de la qualité de l'air intérieur. D'ailleurs, rares sont les résidents du Nunavik qui possèdent un aspirateur.

## 3.5.2 Cloisons

Les cloisons intérieures doivent être suffisamment robustes pour offrir une résistance supérieure aux impacts, ce qui est le cas des panneaux de plâtre renforcés. Le panneau de plâtre est d'ailleurs le fini recommandé pour toutes les cloisons des bâtiments au Nunavik.

Les murs non porteurs peuvent être à ossature de bois ou à ossature d'acier.

Les cloisons mitoyennes entre deux logements devraient être fortement insonorisées, et comporter, idéalement, une double rangée de montants qui se prolonge sous le plancher.

Si les pièces habitables sont contiguës aux salles de mécanique, il importe de s'assurer que :

- les cloisons sont bien isolées sur le plan thermique et acoustique;
- l'isolation acoustique à travers le plancher est continue afin de limiter la transmission du son par la structure.

### 3.5.3 Portes intérieures

Les portes intérieures sont soumises à de grandes variations d'humidité dans l'air durant le passage de l'hiver à l'été, et à cause des activités intérieures souvent intenses dues au nombre élevé d'habitants dans les logements. L'usage de portes intérieures en bois à âme pleine est fortement recommandé dans de telles conditions pour une durabilité accrue. Le cadre de la porte intérieure peut être soit en bois, soit en métal de fort calibre.

### 3.5.4 Plafonds

Le panneau de plâtre est recommandé comme matériau de finition pour les plafonds en raison de sa résistance au feu et parce qu'il est facile à réparer.

Les finis de plafond texturés ne sont pas recommandés, car la poussière et la fumée les salissent et les décolorent.

## 3.6 ASPECTS D'AMÉNAGEMENT

### 3.6.1 Mobilier intégré et équipements

Les pièces de mobilier intégré (meuble-lavabo de salle de bain, comptoirs et armoires de cuisine, éviers/lavabos et robinetterie, tablettes du vestibule et de la buanderie, etc.) ainsi que les équipements et les appareils fixes (enceintes de douche et robinetterie, pharmacie encastrée et miroir, distributeur de papier de toilette, etc.) inclus dans la construction doivent être robustes et résistants aux dommages, en plus d'être adaptés, lorsque requis, à la pratique des activités traditionnelles inuites (ex. : dessus de comptoir de cuisine fait d'un matériau permettant le dépeçage du petit gibier et la découpe du poisson). Éviter les dessus de comptoir de cuisine et de meuble-lavabo de salle de bain postformés, ces derniers étant souvent plus faciles à ébrécher, surtout aux nez et aux chants. L'ensemble des pièces de mobilier intégré devrait être préfabriqué afin d'en accélérer et d'en simplifier l'installation sur le site.

Pour des raisons de sécurité et d'entretien, il est préférable d'éviter l'utilisation de verre et de vitrage. Si ce type de matériau est impérativement requis, opter pour des matériaux résistants comme le verre trempé.

### 3.6.2 Vestibule

Chaque résidence autonome ou jumelée devrait comporter un vestibule d'entrée non chauffé, appelé « porche froid ». Cet espace devrait être assez grand pour permettre aux occupants d'y ranger l'équipement lourd (bottes, manteaux, équipements de pêche et de chasse, etc.) de façon sécuritaire, idéalement dans un placard muni de tablettes.

S'assurer que la dimension des crochets pour les parkas et les manteaux et l'espacement entre ceux-ci sont adéquats pour accrocher les vêtements d'hiver utilisés par les Inuits (recommandations : 25 mm de diamètre avec bouts arrondis et fixation mécanique).

### 3.6.3 Cuisine

Voici quelques recommandations pour la conception des cuisines, en lien avec la culture inuite :

- concevoir les dimensions de la pièce en fonction du nombre d'occupants du logis;
- doter la cuisine d'un comptoir central assez large pour permettre le découpage du gibier;
- installer de grands éviers en acier inoxydable pour que les occupants puissent y préparer des aliments volumineux;
- adapter l'ergonomie des plans de travail aux coutumes inuites;
- prévoir beaucoup d'espaces de rangement;

- installer des fenêtres qui s'ouvrent et qui sont faciles à utiliser dans la cuisine;
- placer l'évier sous la fenêtre pour maximiser le contact avec l'extérieur lors des tâches culinaires;
- installer des robinets de cuisine à débit réduit, préférablement (écoulement de 8,3 l/min ou moins à une pression de 413 kPa).

### 3.6.4 Salle de bain

La salle de bain peut facilement présenter des problèmes s'il y a une mauvaise aération et un taux d'humidité élevé, ce qui implique qu'il faut y installer un bon système de ventilation et des accessoires et des finis particulièrement résistants. En raison du surpeuplement des logements au Nunavik, l'unique salle de bain est très utilisée.

Il est primordial de choisir des produits simples et durables lors de la conception. Par exemple, les douches et les contours de baignoire en fibre de verre, en polyéthylène, en acrylique renforcé ou en PVC préformé sont fortement recommandés, les carreaux de céramique étant peu fiables en raison des mouvements constants dans les bâtiments, habituellement surélevés du sol. Les finis préformés sont, par ailleurs, particulièrement durables et faciles à nettoyer.

Sur le plan de la plomberie, toutes les salles de bain devraient être munies d'accessoires sanitaires économiseurs d'eau, tels que des toilettes utilisant 6 l d'eau ou moins par chasse, un robinet de lavabo à débit réduit de 8,3 l/min ou moins à une pression de 413 kPa, et une pomme de douche à faible débit utilisant 9,8 l/min ou moins à une pression de 551 kPa.

En raison de l'utilisation de la salle de bain par un grand nombre d'occupants, la buanderie devrait être aménagée hors de celle-ci, ce qui n'empêche pas de la placer dans un espace adjacent. Dans une perspective écoénergétique, il est d'ailleurs recommandé de placer les appareils de plomberie dans le même secteur du logement afin de raccourcir le parcours de la plomberie.

### 3.6.5 Local technique

Chaque habitation autonome doit être équipée d'un local technique regroupant l'appareil de chauffage central, le chauffe-eau, la réserve d'eau potable et son équipement de pompage, de même qu'un accès à la fosse de rétention. Les habitations jumelées et les édifices à logements multiples ont en général un seul local technique. Celui-ci doit être isolé et préférablement accessible uniquement à partir de l'extérieur. Les installations doivent être entretenues par du personnel qualifié et il faut éviter que les occupants y aient librement accès.

### 3.6.6 Rangements

L'aménagement de rangements nombreux, spacieux et de formes variées fait partie de l'offre à prévoir dans les habitations des Inuits. Ainsi, l'intégration des rangements spécialisés suivants s'avère incontournable : penderie dans chaque chambre; lingerie près de la salle de bain; garde-manger dans la cuisine; rangement d'usage général près de l'entrée du logement (d'une dimension de 3 m<sup>2</sup> au minimum).

## 4. MÉCANIQUE

### 4.1 CONCEPTION EN FONCTION DE L'ENTRETIEN

La conception des systèmes mécaniques doit tenir compte de l'entretien, des vérifications et des essais qui doivent être faits après la livraison du bâtiment. L'entretien des installations et des équipements doit être minimal et simple.

Tous les conduits de ventilation et les autres équipements mécaniques dissimulés au-dessus des plafonds ou sous les planchers devraient être accessibles pour en faciliter l'entretien.

Les salles de mécanique et les vides sanitaires devraient être suffisamment spacieux pour permettre au personnel qualifié d'entretenir et de remplacer les équipements.

### 4.2 PLOMBERIE

#### 4.2.1 Eau potable

L'eau potable est transportée par camion et livrée dans tous les bâtiments (sauf à Kuujjuarapik, où il y a un réseau d'aqueduc).

##### 4.2.1.1 Système d'alimentation

À l'exception de Kuujjuarapik, les bâtiments sont munis de réservoirs et de système d'alimentation en eau potable. Tous les équipements de plomberie doivent se trouver à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment.

Les conduites du système d'alimentation doivent avoir une pente vers un point bas. Et, à chaque point bas, une valve pour le drainage doit être installée.

Tous les équipements de plomberie doivent être munis d'une valve d'isolement facile d'accès pour l'entretien.

##### 4.2.1.2 Réservoir

Le réservoir d'eau potable devrait être situé dans une pièce dont la température peut être maintenue entre 5 et 15°C pour diminuer les risques de prolifération de bactéries dans le réservoir.

La structure du bâtiment doit être conçue pour supporter la charge de l'eau contenue.

Puisqu'il n'y a habituellement pas de livraison d'eau potable la fin de semaine, la capacité du réservoir d'eau doit être basée sur une autonomie d'au moins trois jours.

Tout réservoir d'eau doit être construit avec un matériau non corrosif, muni d'un stabilisateur contre les rayons ultraviolets et conforme à une norme reconnue pour la conservation de l'eau potable.

Tout réservoir doit être muni d'un drain qui permet de le vider complètement par gravité. Il doit y avoir une ouverture pour le nettoyage et l'entretien d'au moins 500 mm de diamètre avec un couvercle étanche et sécuritaire. Un espace libre d'environ 1200 mm devrait être prévu au-dessus de l'accès au réservoir pour en faciliter l'entretien.

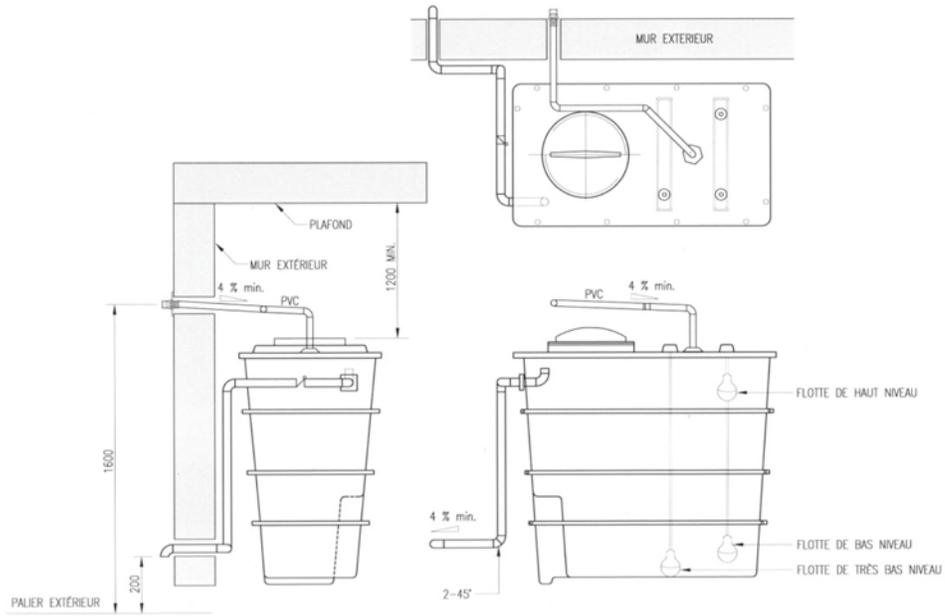


FIGURE 4.1 : RÉSERVOIR D'EAU POTABLE / SOURCE : SHQ

Un tuyau de trop-plein d'un diamètre de 75 mm doit être prévu et dirigé vers l'extérieur pour éviter les débordements à l'intérieur de la salle de mécanique. Un clapet antiretour doit être posé dans la partie supérieure de la tuyauterie du trop-plein afin d'éviter les infiltrations d'air froid dans le réservoir. Le réservoir d'eau potable doit être muni d'un tuyau de remplissage en PVC pour la partie à l'intérieur du bâtiment et être en cuivre ou en laiton pour la partie qui traverse le mur extérieur. Ce tuyau doit avoir une pente minimum de 4 % vers le réservoir pour éviter des déversements à l'extérieur. Le branchement extérieur du tuyau de remplissage doit être compatible avec l'adaptateur à branchement rapide de 38 mm du boyau de livraison utilisé dans le village.

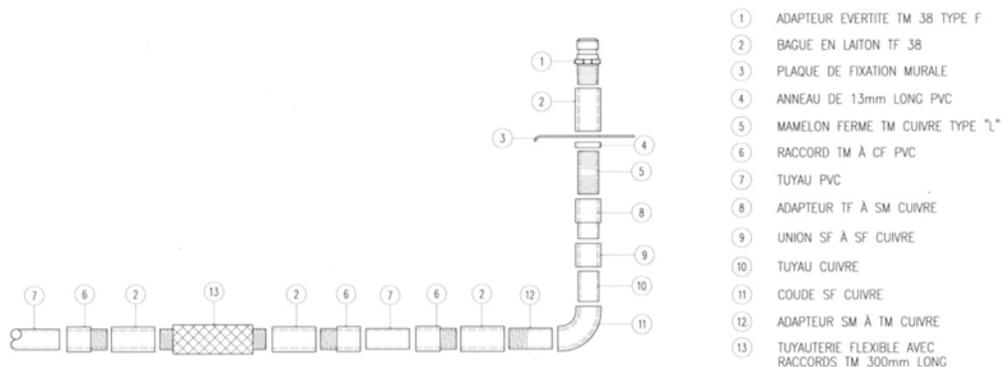


FIGURE 4.2 : TUYAU DE REMPLISSAGE DU RÉSERVOIR D'EAU POTABLE / SOURCE : SHQ

Afin d'éviter que l'équipement de livraison de l'eau potable traîne au sol à un endroit où il pourrait y avoir des contaminants, comme des eaux usées, le branchement extérieur de remplissage d'eau potable devrait être situé à au moins 1500 mm à l'horizontale et à au moins 1000 mm à la verticale du branchement de soutirage des eaux usées (voir la figure 4.3).

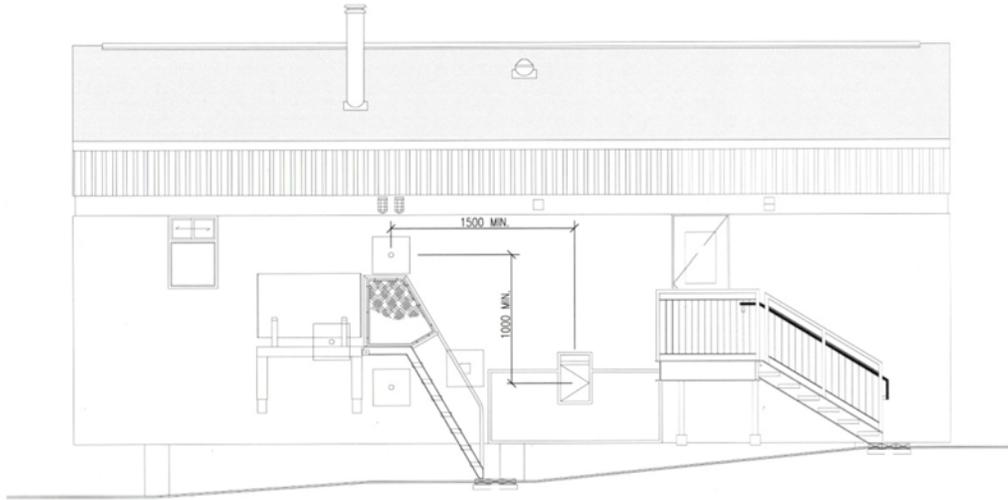


FIGURE 4.3 : BRANCHEMENT DU TUYAU DE REMPLISSAGE D'EAU POTABLE / SOURCE : SHQ

Le réservoir doit être équipé d'un système de flottes indicatrices de niveau et d'un système de contrôle électromécanique comprenant les éléments suivants :

- une flotte indicatrice de haut niveau qui active une lampe de couleur bleue à l'extérieur lorsque le niveau d'eau est à 25 mm sous le trop-plein du réservoir afin d'indiquer au livreur que le réservoir est plein;
- une flotte indicatrice de bas niveau qui active un témoin lumineux de couleur jaune à l'intérieur du logement lorsque le niveau d'eau est à 150 mm du fond du réservoir;
- une flotte indicatrice de très bas niveau qui arrête la pompe de pressurisation alimentant le réseau et qui active un témoin lumineux de couleur rouge à l'intérieur du logement lorsque le niveau du réservoir est à 25 mm du fond du réservoir.

#### 4.2.1.3 Pompe de pressurisation

On recommande d'utiliser des pompes à jet en acier inoxydable pour réservoir peu profond. Chaque pompe doit être installée avec deux valves d'isolement pour permettre l'entretien ou le remplacement de la pompe sans avoir à vider le réservoir. Un manomètre devrait être installé à la sortie de la pompe.

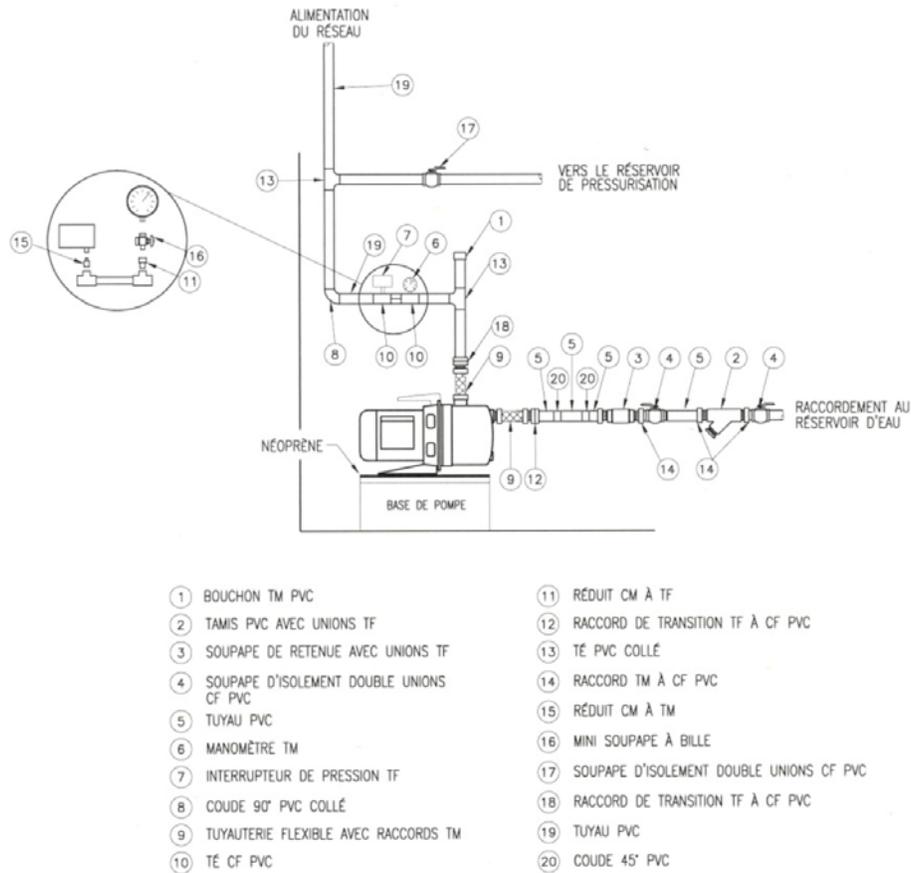


FIGURE 4.4 : POMPE DE PRESSURISATION / SOURCE : SHQ

Le système doit être muni d'un réservoir de pressurisation situé en aval de la pompe de pressurisation.

#### 4.2.2 Eau chaude domestique

Le chauffage de l'eau domestique peut se faire à l'aide d'un chauffe-eau direct ou indirect. La source d'énergie utilisée est le mazout, puisque le tarif électrique devient très cher lorsqu'une habitation est chauffée à l'électricité. Ce n'est donc pas une solution recommandée au Nunavik. Un drain de plancher doit aussi être installé à proximité des chauffe-eau.

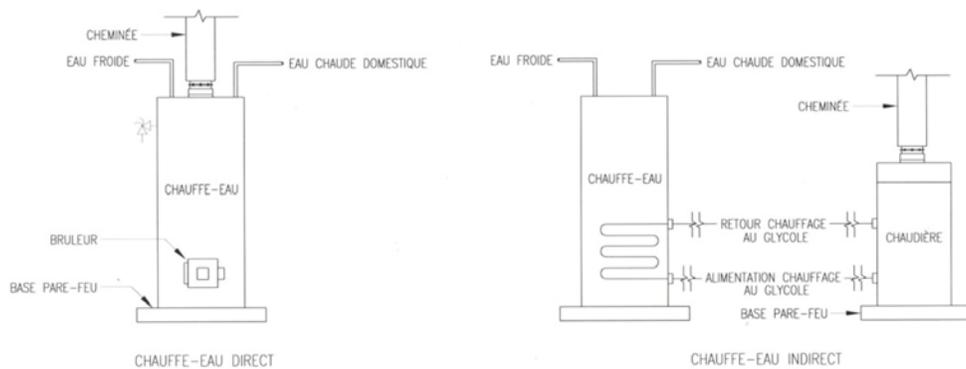


FIGURE 4.5 : CHAUFFE-EAU / SOURCE : SHQ

### 4.2.3 Réseau sanitaire et réservoir de rétention

Toutes les habitations sont munies d'un réservoir de rétention qui recueille les eaux usées. Ce réservoir doit être situé à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment à un endroit permettant l'écoulement des eaux usées par gravité. Ce réservoir peut être installé dans la partie basse du bâtiment et doit être facilement accessible pour vérifier son état ou pour le réparer. Les réservoirs enfouis sous terre ne sont pas recommandés pour plusieurs raisons :

- ils sont difficiles, voire impossibles à inspecter pour vérifier l'étanchéité de leurs parois extérieures;
- ils risquent de contaminer le sol si une fuite n'est pas détectée;
- ils peuvent causer le réchauffement du pergélisol en raison du dégagement de chaleur contenue dans les eaux usées;
- la tuyauterie extérieure reliant le réseau de drainage du bâtiment au réservoir extérieur doit être chauffée;
- la tuyauterie extérieure peut se fissurer ou casser en raison des cycles de gel et de dégel et des mouvements de sols associés.

Un accès extérieur doit permettre d'extraire le réservoir du bâtiment sans difficulté.

Le réservoir doit être en polyéthylène, en fibre de verre ou en PVC afin d'empêcher sa corrosion et avoir été conçu et fabriqué selon les normes CSA. Les réservoirs en béton ou en acier ne sont pas recommandés en raison des risques de fissures et de corrosion.

Le réservoir de rétention doit permettre une autonomie d'au moins trois jours et être prévu pour contenir environ le double de la capacité du réservoir d'eau potable.

Tout réservoir doit être muni d'un accès minimum de 450 mm de diamètre et d'un couvercle étanche et sécuritaire pour l'inspection et la réparation. Il est important de s'assurer que tous les raccords et toutes les ouvertures sont hermétiques pour éviter les émanations de mauvaises odeurs.

La sortie de soutirage des eaux usées doit être éloignée des portes et des fenêtres. Le raccord doit être compatible avec les équipements des services de la communauté. Un adaptateur à raccord rapide de 75 mm de diamètre devrait être compatible avec les services de vidange, mais il est préférable de vérifier auprès de la municipalité. La conduite de soutirage doit être isolée à l'extérieur et sur les deux premiers mètres à l'intérieur.

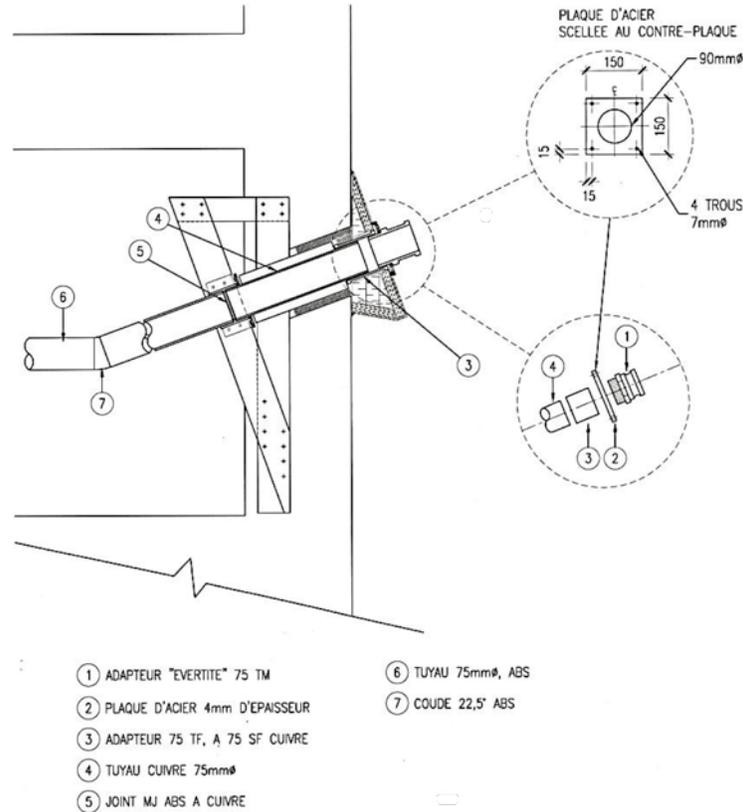


FIGURE 4.6 : RACCORD À LA SORTIE DE SOUTIRAGE / SOURCE : SHQ

Afin d'assurer l'étanchéité du réservoir de rétention, un essai de pression à l'air doit être fait.

1. L'essai à l'air doit être exécuté en fermant toutes les ouvertures du réservoir et en le remplissant d'air à une pression d'au moins 35 kPa.
2. L'essai est jugé satisfaisant quand la pression demeure stable pendant 15 minutes, sans ajouter d'air.
3. Le manomètre doit être gradué de 0 à 70 kPa.

Après l'installation de tous les appareils sanitaires et avant la mise en service de toute partie du réseau d'évacuation ou du réseau de ventilation, un essai de pression à l'eau est exigé.

1. L'eau doit s'élever à une hauteur d'au moins trois mètres au-dessus de toutes les parties de la section éprouvée.
2. L'essai à l'eau doit être fait en fermant toutes les ouvertures du système de drainage et de la section à vérifier, à l'exception de l'extrémité supérieure où l'eau est introduite jusqu'à ce que le réseau soit complètement rempli.
3. L'essai est jugé satisfaisant si le niveau d'eau demeure stable pendant 15 minutes.

Lorsque le niveau d'eau dans le réservoir de rétention atteint 50 mm sous le niveau maximal, une flotte indicatrice de niveau envoie un signal électrique au système de contrôle électromécanique qui doit allumer une lumière à l'intérieur du logement pour indiquer aux occupants de demander une vidange du réservoir.

Lorsque le niveau d'eau dans le réservoir de rétention atteint 25 mm sous le niveau maximal, une flotte indicatrice de niveau envoie un signal au système de contrôle électromécanique qui coupe l'alimentation électrique de la pompe de pressurisation en eau potable du bâtiment. Simultanément, un témoin lumineux extérieur de couleur rouge doit s'allumer pour indiquer que le réservoir de rétention doit être vidangé.

#### 4.2.4 Sortie des événements à l'extérieur

Le tuyau d'événement du système de drainage au toit doit être isolé sur toute sa longueur lorsqu'il se trouve à l'extérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment. La sortie d'événement sur le toit doit également être chauffée pour éviter la formation de bouchons de glace.



FIGURE 4.7 : FORMATION DE GLACE À LA SORTIE DE L'ÉVENT  
SOURCE : SHQ

La formation d'un bouchon de glace à la sortie de l'événement peut causer d'importants problèmes lorsque le camion-citerne aspire le contenu du réservoir de rétention. En effet, la pompe du camion est suffisamment puissante pour vider tous les siphons du système de plomberie du bâtiment et ainsi permettre aux gaz toxiques contenus dans le réservoir de rétention de s'échapper librement à l'intérieur du logement.

L'utilisation de dispositifs chauffants à l'électricité (par exemple des câbles chauffants) est fortement déconseillée, considérant les coûts importants de production de l'énergie électrique au Nunavik.

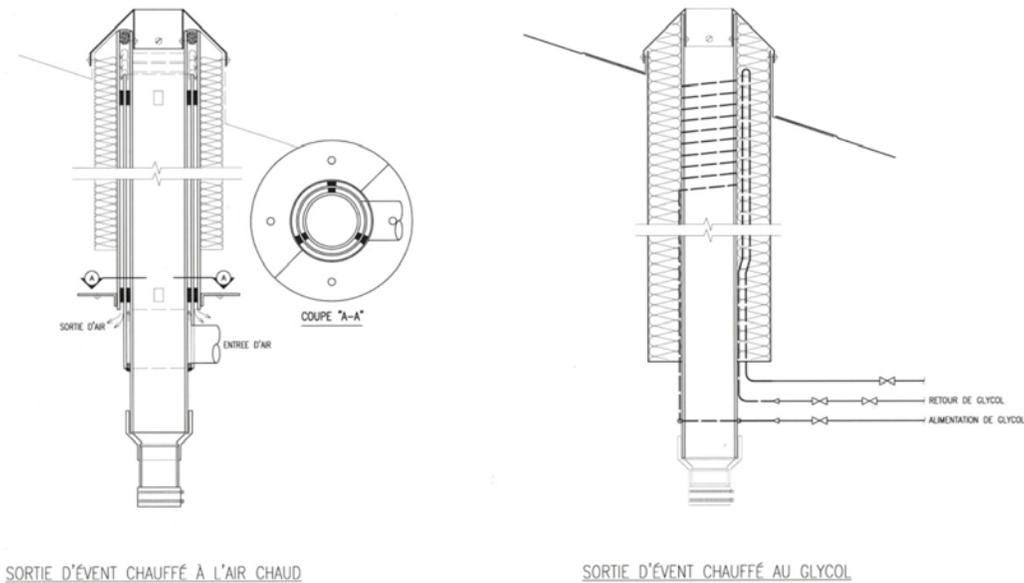


FIGURE 4.8 : SYSTÈME DE CHAUFFAGE DES SORTIES D'ÉVENT / SOURCE : SHQ

## 4.3 CHAUFFAGE

Le mazout léger est la principale source d'énergie pour la production de chaleur (chauffage et eau chaude domestique) au Nunavik. Le nombre de degrés-jours de chauffage<sup>4</sup> annuel sous 18°C peut atteindre environ 9000 à Salluit, comparativement à 4500 à Montréal.

### 4.3.1 Réservoir pour stockage de mazout

Chaque bâtiment d'habitation doit donc être muni d'un réservoir de mazout situé à l'extérieur et hors du sol. L'installation des réservoirs à mazout, de la tuyauterie et des accessoires doit respecter les exigences du chapitre Installation d'équipement pétrolier du Code de construction du Québec.

Puisque les exigences de ce chapitre applicables à ce type d'installation concernent essentiellement les normes de fabrication des réservoirs et de la tuyauterie utilisés dans les habitations au Nunavik, il est recommandé de se référer à la plus récente version de la norme CSA-B139, Code d'installation des appareils de combustion au mazout, pour les autres aspects des installations.

La capacité des réservoirs à mazout doit être calculée en fonction du volume nécessaire pour faire fonctionner le système de chauffage au maximum de sa capacité pendant au moins deux semaines.

Les réservoirs doivent être éloignés le plus possible des accès du bâtiment. Les supports du réservoir doivent être faits d'un matériau incombustible et une échelle ou un escalier sécuritaire doit être fourni pour permettre au livreur d'accéder au tuyau de remplissage situé sur le dessus du réservoir. Toute plateforme ou main courante ou tout garde-corps doit être fourni pour assurer la sécurité du livreur. Les échelles à un ou deux barreaux peuvent être utilisées, mais il faut éviter les échelles plus hautes pour faciliter le travail du livreur, qui doit monter avec le boyau de livraison. Tous les métaux ouvrés doivent être en acier galvanisé à chaud.

4. Le nombre de degrés-jours de chauffage correspond à l'addition de tous les écarts quotidiens dans une année entre la température moyenne journalière et 18°C, lorsque cette moyenne est inférieure à 18°C.

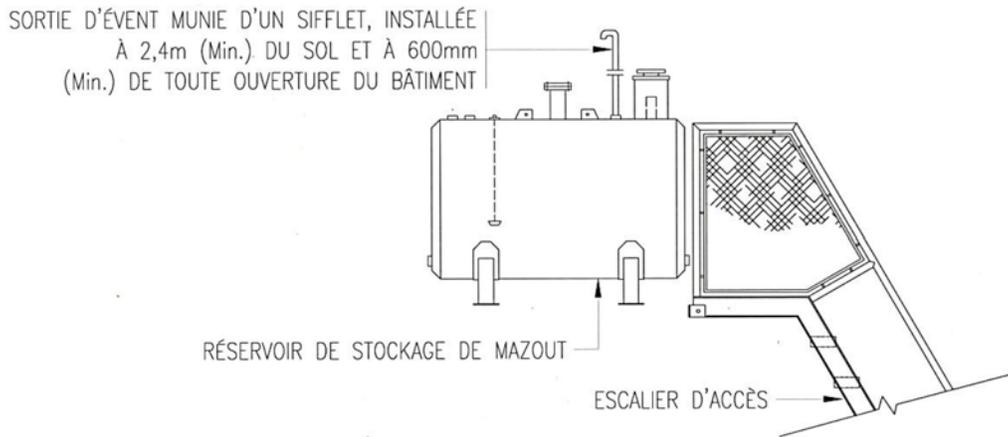


FIGURE 4.9 : RÉSERVOIR À MAZOUT / SOURCE : SHQ

### 4.3.2 Alimentation en mazout

Les réservoirs doivent être installés au-dessus du sol à l'extérieur des bâtiments à une hauteur permettant d'alimenter le ou les brûleurs par gravité sans nécessiter l'usage d'une pompe.

Tout l'équipement (tuyauterie, joint, valve, etc.) et tous les matériaux utilisés pour le mazout doivent être compatibles avec les produits pétroliers.

En cas de fuite mineure, un petit bac de récupération étanche en acier, fixé solidement au plancher, doit être placé sous chaque joint de tuyauterie (pour le brûleur, le filtre, etc.) à l'intérieur du bâtiment.

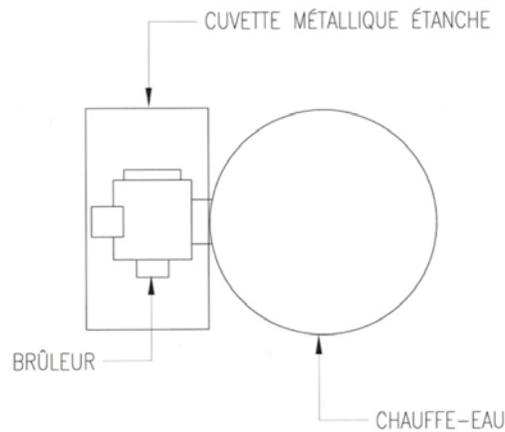


FIGURE 4.10 : CUVETTE MÉTALLIQUE ÉTANCHE / SOURCE : SHQ

### 4.3.2.1 Température du mazout

Le mazout froid ne brûle pas bien. Avant d'arriver au brûleur, il doit être préchauffé au moyen d'un petit réservoir auxiliaire, d'un tuyau de préchauffage de mazout ou d'une tuyauterie d'alimentation en serpentin à l'intérieur de la salle de mécanique près du brûleur.

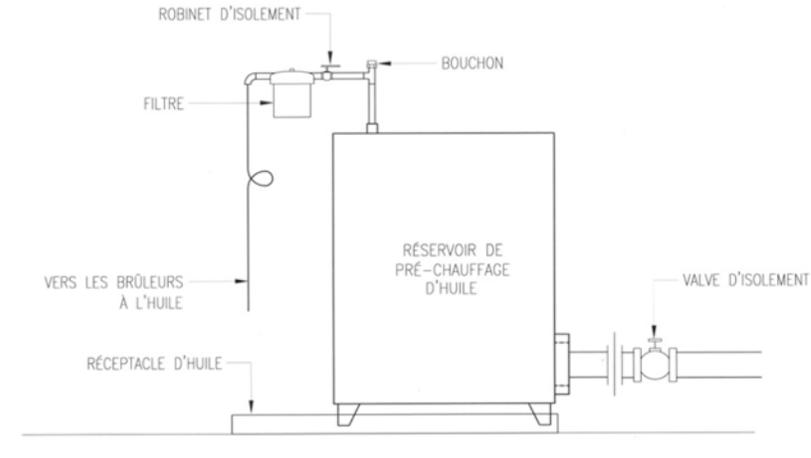


FIGURE 4.11 : RÉSERVOIR DE PRÉCHAUFFAGE DE MAZOUT / SOURCE : SHQ

### 4.3.2.2 Tuyauterie

Toute la tuyauterie extérieure doit être en acier galvanisé à chaud à joints vissés de série 40 et avoir 50 mm de diamètre au minimum.

La tuyauterie d'alimentation doit être munie d'une sortie d'égouttement près du réservoir pour retenir l'eau et les sédiments afin de les évacuer. Il doit donc y avoir une valve à la sortie du réservoir suivie d'un té dont un embranchement d'au moins 150 mm de long est orienté vers le bas et fermé par un bouchon à son extrémité.

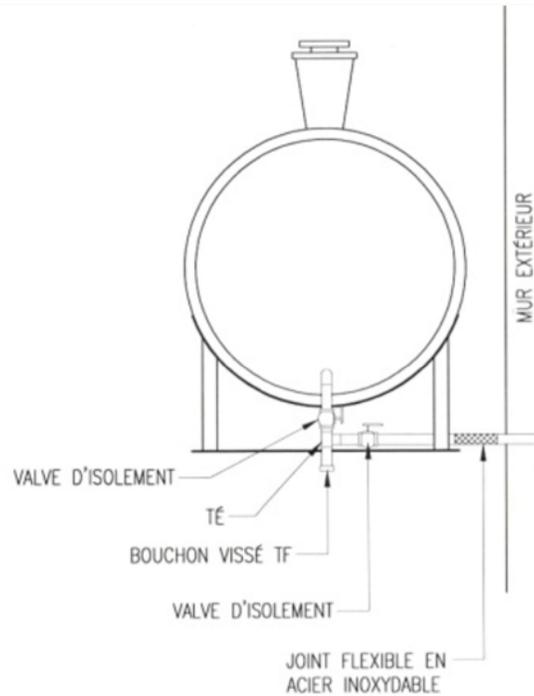


FIGURE 4.12 : TUYAUTERIE EXTÉRIEURE POUR L'ALIMENTATION EN MAZOUT / SOURCE : SHQ

La tuyauterie qui relie le réservoir extérieur au bâtiment doit être munie d'un joint flexible en acier inoxydable maillé d'au moins 600 mm de long ou d'un joint pivotant<sup>5</sup> près du mur extérieur du bâtiment. Il est préférable d'utiliser un joint flexible, en particulier lorsque le réservoir et le bâtiment ont des assises différentes.

La sortie de l'évent doit être munie d'un sifflet et installée à au moins 2,4 m du sol et 600 mm de toute ouverture du bâtiment (voir la norme CSA-B139 pour plus de détails).

Le brûleur doit être raccordé à l'aide d'une tuyauterie flexible afin de faciliter son entretien et être muni d'une cuvette métallique étanche pour récupérer les pertes de mazout sous les raccords. On peut utiliser un conduit de cuivre de type K ou un joint flexible en acier maillé, préférable pour l'entretien.

#### 4.3.2.3 Valves

Une valve d'isolement doit être installée le plus près possible du réservoir (cette valve peut être semblable à celle utilisée pour purger la sortie d'égouttement) et une autre, immédiatement à l'entrée du bâtiment. De plus, tout équipement installé sur la tuyauterie d'alimentation et qui a besoin d'entretien doit être muni d'une valve à l'entrée et à la sortie (voir la figure 4.12).

La tuyauterie d'alimentation de chaque équipement doit être munie d'une valve à fusible installée à moins d'un mètre du brûleur et qui se ferme en cas d'incendie.

5. Un joint pivotant est constitué de deux coudes à 90°, séparés par un bout de tuyau.

### 4.3.3 Air de combustion et de ventilation

L'air nécessaire aux appareils de combustion au mazout doit entrer librement par un conduit spécialement prévu à cet effet. Le conduit d'admission de l'air de combustion devrait passer par le plancher de la salle de mécanique afin de prendre l'air sous le bâtiment. La section « air comburant et de ventilation » de la norme CSA-B139, Code d'installation des appareils de combustion au mazout, donne plus de détails sur ce sujet.

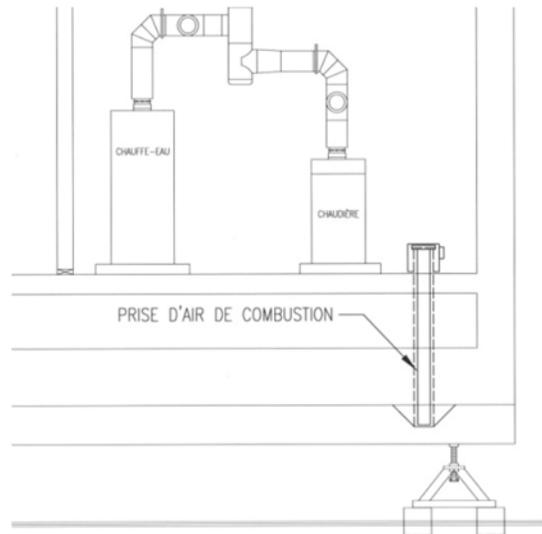


FIGURE 4.13 : ADMISSION D'AIR DE COMBUSTION / SOURCE : SHQ

Des volets motorisés à haute étanchéité doivent être installés sur les conduits d'air de combustion et de ventilation.

Le volet motorisé du conduit d'air de combustion doit être synchronisé avec l'appareil de combustion de façon à permettre son démarrage seulement lorsque le volet est en position complètement ouverte.

L'ouverture pour la ventilation de la salle de mécanique doit être située près du plafond. Le dimensionnement des entrées et des sorties d'air doit être calculé suivant la section 4 de la norme CSA-B139, Évacuation des produits de combustion et alimentation en air.

Le positionnement des entrées et des sorties d'air doit faire l'objet d'une attention particulière pour éviter le gel des installations dans la salle de mécanique (conduites et pompes à eau potable, conduites d'alimentation en mazout, etc.).

La régulation de la température de l'air dans la salle de mécanique doit être contrôlée par un thermostat. Un système de contrôle électromécanique doit permettre l'ouverture simultanée du volet motorisé de la prise d'air de combustion et du volet motorisé du système de ventilation de la salle.

Le ventilateur du système de ventilation de la salle doit être verrouillé avec le volet de la prise d'air de combustion, de façon à ce qu'il soit actionné uniquement lorsque les volets motorisés sont en position complètement ouverte. Ce devrait être un ventilateur d'évacuation pour laisser entrer l'air de façon naturelle par la prise d'air de combustion.

### 4.3.4 Évacuation des produits de combustion

L'installation doit être réalisée conformément à la section 4 de la version la plus récente de la norme CSA-B139, Évacuation des produits de combustion et alimentation en air.

Il est préférable d'installer une seule cheminée pour tous les appareils de combustion (chauffe-eau domestique, chaudière, etc.).

La cheminée doit être solidement ancrée à la structure du bâtiment (bride et support de toit, plaque d'ancrage, etc.).

Il faut respecter tous les dégagements relatifs à la sécurité incendie. Lorsque la cheminée traverse un plancher et un plafond, il faut installer des dispositifs coupe-feu radiants.

Lorsque des conduits d'évacuation horizontaux sont nécessaires, il faut les fixer solidement à la structure du bâtiment à l'aide d'une bride de suspension et de tiges filetées.

À la base de la cheminée, il faut prévoir un té isolé pour permettre l'évacuation des particules solides générées lors du ramonage.

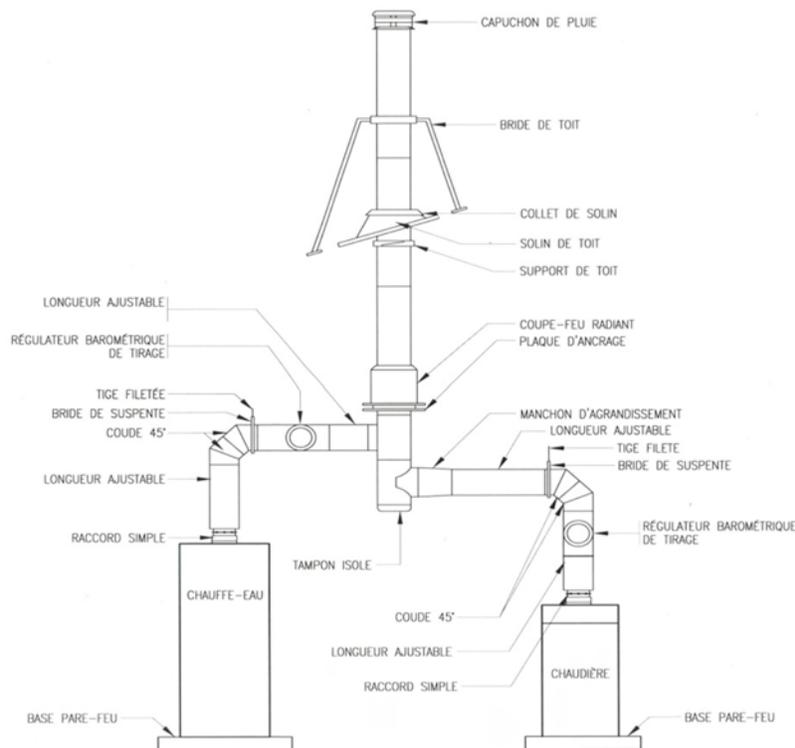


FIGURE 4.14 : CONDUITS D'ÉVACUATION ET CHEMINÉE POUR LES GAZ DE COMBUSTION / SOURCE : SHQ

### 4.3.5 Capacité de chauffage

Le système de chauffage devrait être conçu pour ne pas produire plus de 100 % de la demande maximale calculée en fonction des paramètres de conception applicables.

Les systèmes de chauffage donnent leur meilleur rendement lorsqu'ils fonctionnent en régime permanent (en continu). Les systèmes surdimensionnés provoquent le cyclage (arrêts et départs fréquents), ce qui accélère l'usure des équipements et augmente la consommation de carburant.

### 4.3.6 Appareils de production de chaleur

La cote de rendement énergétique annuelle (AFUE) de l'appareil de production de chaleur permet de déterminer quels sont les produits les plus performants.

Plus la cote AFUE est élevée, plus l'appareil est efficace.

Certains appareils affichent des cotes de 85 % et plus. La cote de rendement énergétique doit être certifiée par un organisme reconnu tel que CSA international.

Même si le fabricant ne l'exige pas, une base pare-feu faite de matériaux incombustibles doit être installée sous les appareils situés au-dessus d'un plancher combustible.

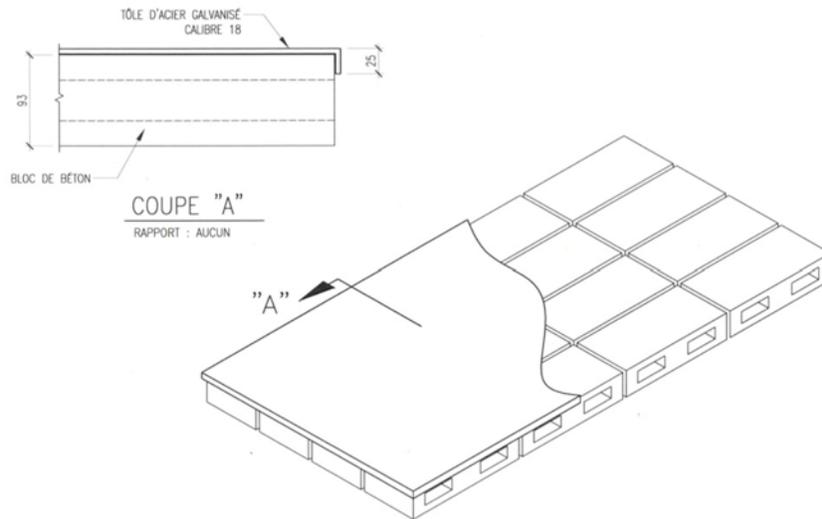


FIGURE 4.15 : BASE PARE-FEU / SOURCE : SHQ

## 4.4 VENTILATION

### 4.4.1 Généralités

La ventilation des bâtiments d'habitation fait principalement référence à l'échange d'air entre l'intérieur et l'extérieur, à la distribution de l'air entre les pièces ou à la circulation de l'air à l'intérieur d'une même pièce (Institut national de santé publique du Québec [INSPQ], 2006). L'introduction d'air frais à l'intérieur permet notamment la dilution des contaminants (White, 2003).

### 4.4.2 Ventilation naturelle

La ventilation naturelle provient principalement des déplacements d'air s'effectuant par l'ouverture des portes et des fenêtres, par toutes les petites fissures et tous les orifices de l'enveloppe du bâtiment ainsi qu'au pourtour des portes et des fenêtres insuffisamment scellées (INSPQ, 2006).

La ventilation naturelle se produit soit par infiltration (passage de l'air de l'extérieur vers l'intérieur) ou par exfiltration (passage de l'air de l'intérieur vers l'extérieur). Dans une maison, le mouvement de l'air (infiltration et exfiltration) est généré par une différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. Cette différence de pression peut être causée par une différence de température (effet de cheminée) ou par l'action du vent.

Une maison est dite étanche à l'air lorsqu'elle subit très peu d'infiltrations et d'exfiltrations.

La ventilation naturelle est très aléatoire et difficile à contrôler puisqu'elle est conditionnée par divers facteurs comme l'étanchéité de l'enveloppe, la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur, la vitesse du vent, etc. (SCHL, 2004). Les habitations dont le taux d'infiltration naturelle est très élevé sont aussi sujettes à des dépenses énergétiques importantes (Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse [EEREC], 2002).

#### 4.4.3 Ventilation mécanique

L'étanchéité et l'isolation accrues des habitations ont contribué au développement de la ventilation mécanique (Environmental Protection Agency [EPA], South Dakota), qui est un moyen efficace de contrôler les échanges d'air et, ce faisant, d'améliorer la qualité de l'air et le confort dans les bâtiments sans sacrifier les avantages d'une enveloppe plus étanche (Reardon et autres, 1990).

La ventilation mécanique désigne tout dispositif motorisé permettant l'évacuation et l'alimentation d'air pour faciliter l'aération des pièces en évacuant l'air vicié et en renouvelant l'air frais provenant de l'extérieur (INSPQ, 2006). Les systèmes de ventilation mécanique sont classés en trois grandes catégories :

- **les systèmes à évacuation simple** : un ou plusieurs ventilateurs expulsent l'air, l'admission d'air de compensation se fait par les infiltrations;
- **les systèmes à alimentation simple** : un ou plusieurs ventilateurs introduisent de l'air extérieur à l'intérieur du bâtiment, l'extraction d'air se fait par les orifices de l'enveloppe;
- **les systèmes équilibrés** : un ou plusieurs ventilateurs expulsent l'air vicié et assurent l'alimentation en air neuf.

##### 4.4.3.1 Système de ventilation principal

L'installation doit être faite conformément à la section 9.32, Ventilation, et à la partie 11, Efficacité énergétique, du chapitre 1, Bâtiment, du Code de construction du Québec (édition en vigueur).

Le système de ventilation principal doit :

- avoir une capacité d'extraction conforme au tableau suivant :

NOMBRE DE CHAMBRES DANS LE LOGEMENT	CAPACITÉ D'EXTRACTION EN RÉGIME NORMAL DU VENTILATEUR PRINCIPAL, EN L/S	
	MINIMUM	MAXIMUM
1	16	24
2	18	28
3	22	32
4	26	38
5	30	45
Plus de 5	L'installation doit être conforme à la norme CAN/CSA F326-M91	

TABEAU 4.1 : CAPACITÉ D'EXTRACTION

b. comprendre un ventilateur à récupération de chaleur (VRC) dont :

- l'efficacité de récupération sensible de chaleur (ERS) est certifiée par le Home Ventilating Institute (HVI) selon la norme CAN/CSA C439, Méthodes d'essai pour l'évaluation en laboratoire des performances des ventilateurs – récupérateurs de chaleur/énergie;
- l'efficacité de récupération sensible de chaleur (ERS) est d'au moins 60 % et déterminée à une température au thermomètre sec de - 25°C.

Chaque logement doit donc être muni d'un VRC qui lui est propre. Le VRC devrait être situé dans la salle de mécanique, afin d'en atténuer le bruit et d'en faciliter l'entretien par le personnel qualifié.

c. assurer un débit minimal d'air neuf qui soit égal à la somme des besoins de chacune des pièces selon le tableau suivant :

DESTINATION DU LOCAL	DÉBIT MINIMAL EN (L/S)
Chambre à coucher principale	10
Chambre à coucher simple	5
Séjour	5
Salle à manger	5
Salle familiale	5
Cuisine	5
Salle de bain	5
Buanderie	5

TABLEAU 4.2 : DÉBITS D'AIR NEUF REQUIS

NOTE : LES LOCAUX DESTINÉS AUX SEULES FINS D'ENTRÉE, DE SORTIE ET DE RANGEMENT, COMME LES VESTIBULES, LES HALLS, LES PALIERS, LES PLACARDS DE SERVICE ET LES CHAUFFERIES NE REQUIÈRENT PAS UN DÉBIT D'AIR NEUF.

d. permettre un taux de renouvellement d'air du logement de 0,3 renouvellement d'air à l'heure (SCHL – série technique 08-100);

e. comprendre un cycle de dégivrage par recirculation d'air afin d'éviter la dépressurisation du logement.

Le dispositif de commande du VRC devrait être facile à utiliser et situé dans le séjour. Le dispositif de commande devrait permettre les fonctions suivantes :

- i. l'arrêt du VRC;
- ii. le fonctionnement en continu du VRC en mode échange avec l'extérieur;
- iii. le fonctionnement du VRC en mode échange sur une base horaire (ex. : 20 minutes en mode échange et 40 minutes en mode recirculation);
- iv. le fonctionnement du VRC en mode échange lorsque le taux d'humidité relative dépasse le point de consigne.

Durant la période de chauffage, le taux d'humidité relative à l'intérieur du logement ne devrait pas dépasser 50 %. En période de très grand froid, le taux d'humidité relative devrait se situer près de 30 % pour prévenir la formation de condensation sur les fenêtres (SCHL, *L'air et l'humidité – Un guide pour comprendre et régler les problèmes d'humidité dans les habitations*).

#### 4.4.3.2 Prise d'air frais du VRC

La prise d'air frais doit être conçue et installée de façon à ne pas être bloquée par l'aspiration de neige, au moyen d'un conduit orienté vers le bas. La distance entre l'entrée et le sol doit être d'au moins 600 mm. La section doit être suffisante pour obtenir une vitesse d'admission d'air inférieure à 1,5 m/s.

La bouche d'admission d'air frais doit être située dans un endroit où elle ne peut pas être bloquée par des accumulations de neige et située du côté opposé du bâtiment par rapport aux sources potentielles de contamination telles que les points de raccordement du soutirage d'eaux usées, de l'orifice de remplissage de mazout, etc. L'emplacement de l'admission d'air frais doit aussi tenir compte de certains éléments comme les vents dominants, les stationnements de voitures, de véhicules tout terrain, de motoneiges et autres. À défaut d'être située à l'opposé des sources de contamination, la prise d'air frais doit être à au moins deux mètres de ces points.

La prise d'air frais devrait être située sous le bâtiment. Si la neige réussit à s'accumuler dans le conduit d'admission d'air, l'eau créée par la fonte de la neige et de la glace pourra être évacuée par gravité directement à l'extérieur sans risquer de causer d'importants dommages à l'enveloppe thermique par infiltration.

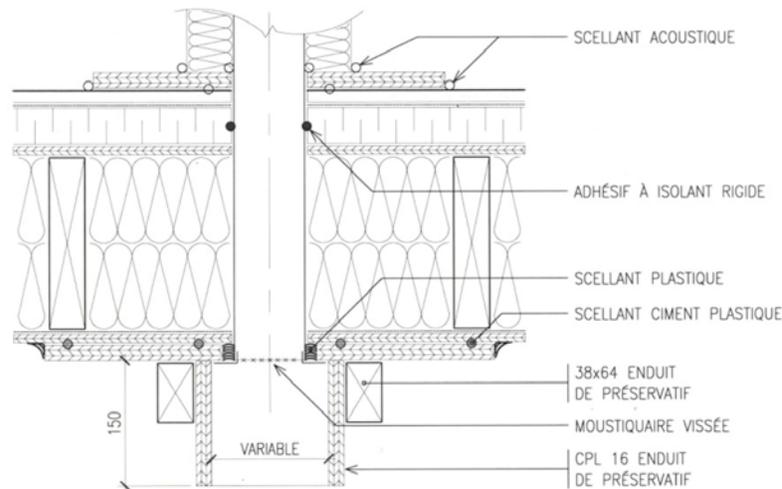


FIGURE 4.16 : PRISE D'AIR FRAIS / SOURCE : SHQ

Une moustiquaire amovible devrait empêcher l'aspiration des insectes en été et être retirée pendant l'hiver si l'admission d'air est sujette au blocage par la neige.

Lorsque le système de ventilation central du bâtiment est arrêté ou en recirculation, un dispositif à haute étanchéité doit empêcher l'air frais de s'introduire par infiltration dans le bâtiment.

#### 4.4.3.3 Sortie d'air vicié du VRC

La sortie d'air extérieure du VRC ne doit pas être placée dans un endroit où il pourrait y avoir des accumulations de neige ni être orientée en direction des vents dominants.

L'accumulation de neige peut empêcher le système d'évacuer adéquatement l'air vicié du bâtiment.

#### 4.4.3.4 Hotte de cuisine

La hotte de cuisine doit permettre d'évacuer l'air vicié directement à l'extérieur du bâtiment. Le ventilateur extracteur doit avoir une capacité nominale d'au moins 50 l/s.

La sortie d'évacuation de la hotte devrait être située sous le bâtiment afin de permettre à l'eau générée par la condensation d'être évacuée directement à l'extérieur.

Un clapet antiretour à gravité devrait être installé à l'extrémité d'un conduit horizontal en amont de la traversée verticale de l'enveloppe thermique.

L'installation du clapet antiretour dans la partie chaude du bâtiment permettra d'éviter les problèmes associés au blocage du clapet par la glace. Lorsque celui-ci est bloqué, la hotte ne peut pas évacuer correctement l'excès d'humidité généré par la cuisson des aliments.

#### 4.4.3.5 Salle de bain

La prise d'air d'évacuation de la ventilation principale devrait être située dans la salle de bain. Le VRC pourra ainsi récupérer une partie importante de l'énergie contenue dans l'air, en plus de pouvoir alimenter le logement en air de compensation. Une commande manuelle, située dans la salle de bain, doit permettre de mettre le VRC en mode échange pour une durée limitée (par exemple 20 minutes), après quoi le VRC retournera à son mode d'opération normal. La capacité nominale d'extraction doit être d'au moins 25 l/s.

Si la prise d'air d'évacuation n'est pas située dans la salle de bain ou dans la salle de toilette, un dispositif d'extraction supplémentaire doit être installé. Le dispositif doit être contrôlé par un interrupteur mural et avoir une capacité nominale d'au moins 25 l/s.

## 4.5 SYSTÈME DE CHAUFFAGE HYDRONIQUE

### 4.5.1 Généralités

Les systèmes de chauffage hydronique utilisent un caloporteur liquide pour transporter la chaleur dans les différentes pièces de la maison.

### 4.5.2 Fonctionnement

Une chaudière munie d'un brûleur à l'huile chauffe le mélange eau-glycol (le caloporteur) et une pompe fait circuler ce mélange dans un réseau fermé de radiateurs dans les pièces de la maison pour ensuite revenir à la chaudière. Chaque radiateur (ou groupe de radiateurs) peut être contrôlé par une valve et un thermostat pour maintenir la température désirée dans une zone déterminée.

En d'autres mots, chaque zone de chauffage peut être contrôlée par un thermostat qui actionne des valves près des radiateurs pour chauffer cette zone.

En effet, les thermostats d'une zone actionnent l'ouverture ou la fermeture des valves des zones qu'ils contrôlent pour démarrer ou arrêter la circulation du mélange eau-glycol chaud dans les radiateurs.

Le brûleur est activé par un contrôleur qui maintient la température du mélange eau-glycol dans la chaudière à l'intérieur des points de consigne sélectionnés. Cette chaudière peut aussi servir à chauffer l'eau chaude domestique. Un circuit d'eau chaude séparé se rend au réservoir du chauffe-eau, circuit qui est contrôlé par le thermostat de ce réservoir.

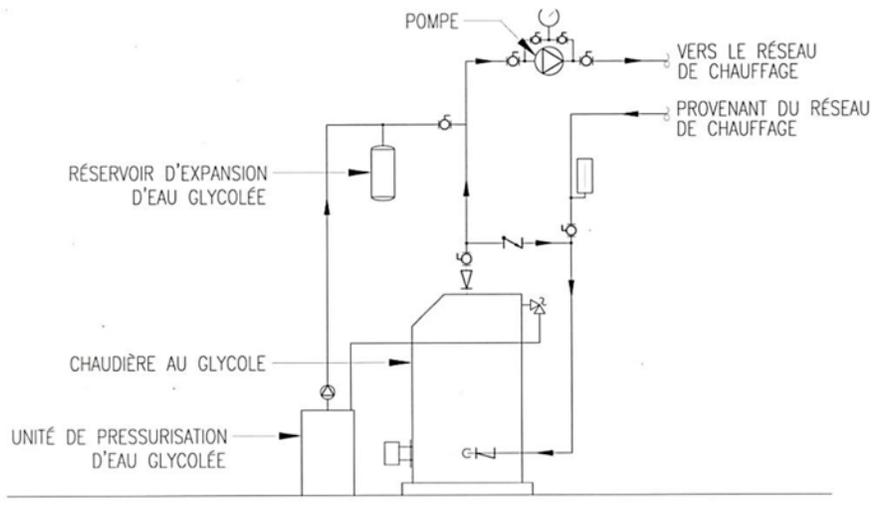


FIGURE 4.17 : SCHÉMA D'ÉCOULEMENT DU CIRCUIT DU CHAUFFAGE HYDRONIQUE / SOURCE : SHQ

### 4.5.3 Composantes

Le chauffage hydronique au Nunavik se fait au moyen d'un caloporteur composé d'une moitié d'eau et d'une moitié de propylène glycol (mesuré en volume). Le glycol sert à prévenir le gel et les dommages causés par un bris de conduit en cas de panne prolongée.

Le réservoir d'expansion permet d'absorber la dilatation du volume du liquide caloporteur. Il doit être d'une dimension suffisante pour le coefficient d'expansion du mélange.

La valve de sûreté de la chaudière doit être raccordée au réservoir de l'unité de pressurisation de façon à ce que le mélange eau-glycol puisse être récupéré advenant l'ouverture de la valve.

Une pompe fait circuler le mélange eau-glycol dans le réseau de tuyauterie pour transporter la chaleur aux radiateurs. Ce réseau doit être muni de robinets de vidange aux points bas et de purgeurs d'air aux points hauts du réseau.

## 4.6 SÉCURITÉ INCENDIE

### 4.6.1 Avertisseurs de fumée

Un des principes les plus importants en sécurité incendie est la rapidité de détection de l'incendie. Des avertisseurs de fumée doivent être installés dans tous les logements aux endroits suivants :

- à chaque étage;
- dans le corridor près des chambres;
- dans chaque chambre où quelqu'un dort la porte fermée;
- à proximité des escaliers.

L'objectif est de s'assurer que tous les occupants pourront entendre l'alarme, peu importe ce qu'ils font. Par contre, il est déconseillé de les installer dans certains endroits, par exemple à proximité des portes qui donnent accès à la cuisine ou à la salle de bain, des sorties de conduits de ventilation, des rideaux, des faîtes de plafonds voûtés, des coins de mur, etc.

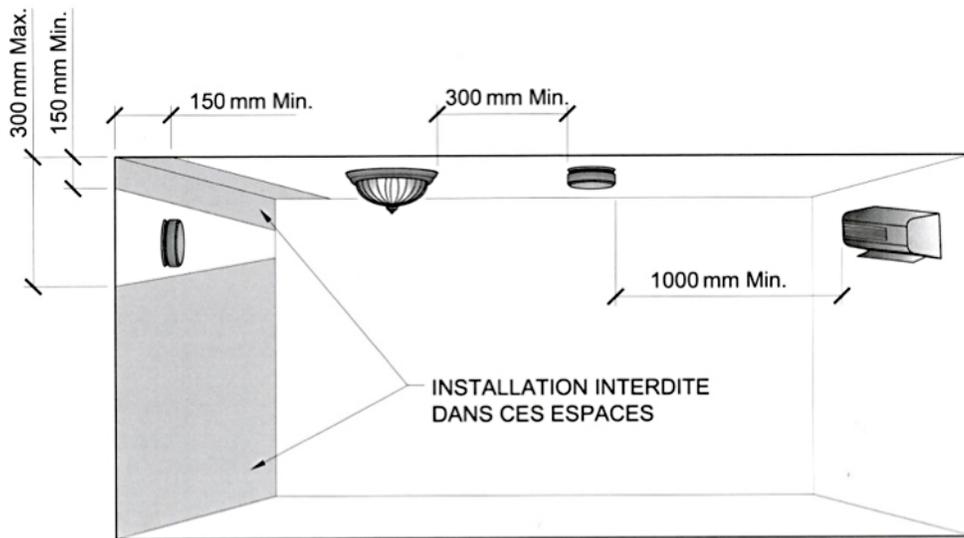


FIGURE 4.18 : EMPLACEMENT DES AVERTISSEURS DE FUMÉE / SOURCE : SHQ

#### 4.6.2 Extincteurs portatifs

Les extincteurs portatifs peuvent être utilisés par les occupants, lorsque leur sécurité n'est pas compromise et que le feu est de petite taille, afin d'éviter de graves conséquences.

Les extincteurs de classes A, B et C approuvés par les Laboratoires des assureurs du Canada (ULC) sont recommandés. Les extincteurs doivent être conçus pour les conditions dans lesquelles ils seront conservés, en particulier lorsque la température est sous le point de congélation.

#### 4.6.3 Dispositifs d'obturation

L'air contenu dans un bâtiment ne doit pas pouvoir traverser d'un logement à l'autre en passant par les conduits de ventilation, par les conduits de chauffage ou par la salle de mécanique commune.

Dans le cas d'un incendie, la fumée générée dans un logement ne doit pas se propager dans les autres logements.

Des registres coupe-feu devraient être installés dans les conduits de ventilation aux endroits où la fumée risque de se propager d'un logement à l'autre.

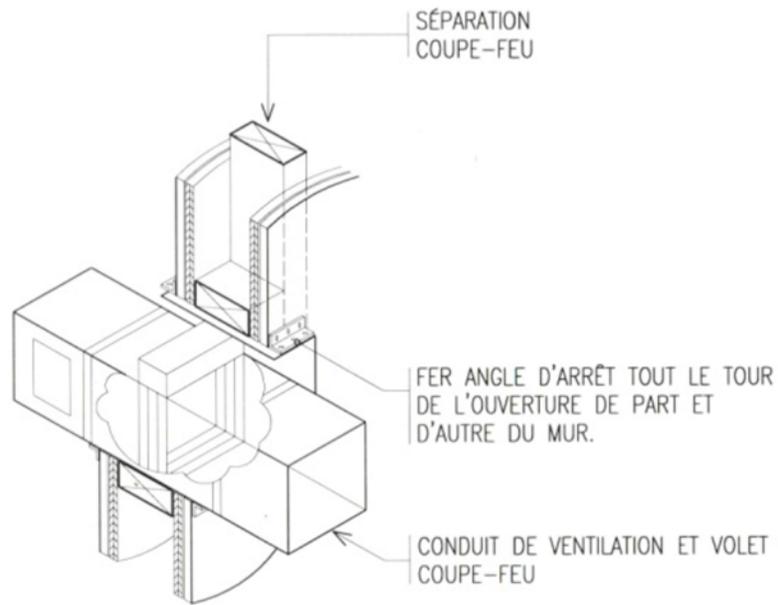


FIGURE 4.19 : REGISTRE COUPE-FEU / SOURCE : SHQ

Les registres coupe-feu doivent être accessibles, par une trappe ou un autre type d'ouverture, pour l'entretien, la vérification et le réarmement.

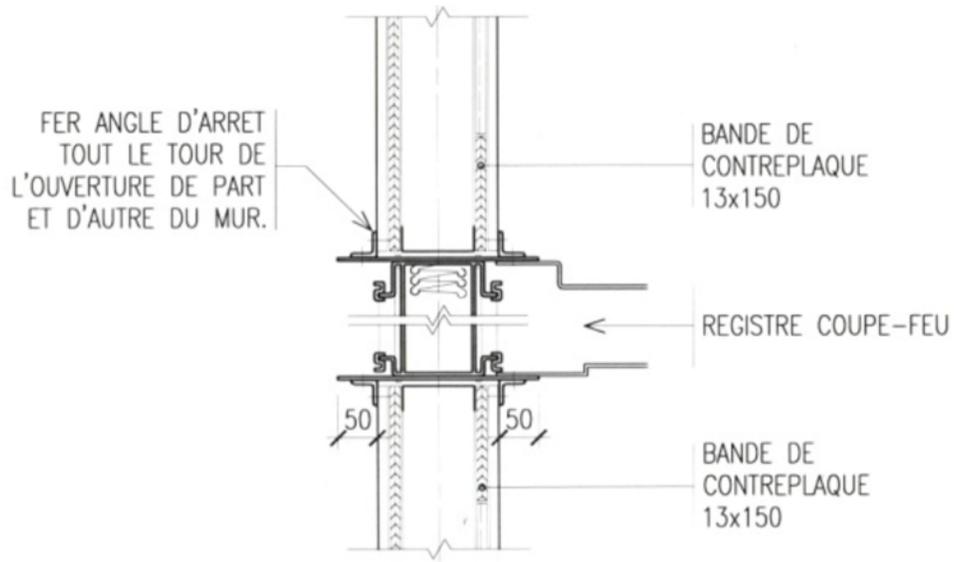


FIGURE 4.20 : REGISTRE COUPE-FEU / SOURCE : SHQ

## 4.7 MISE EN SERVICE ET ENTRETIEN (PLOMBERIE – CHAUFFAGE – VENTILATION)

### 4.7.1 Pièces et équipement de remplacement

Il est recommandé de conserver des pièces et de l'équipement de remplacement pour les éléments les plus importants (les pompes de pressurisation pour l'eau potable, les pompes de circulation de l'eau de chauffage, les brûleurs, les gicleurs des brûleurs, les fusibles, etc.) afin d'assurer la sécurité des occupants malgré le délai de livraison, qui peut être très long.

### 4.7.2 Essais et entretien

Des essais de fonctionnement et de mise en service des systèmes de chauffage et de plomberie doivent être faits pour s'assurer de leur bon fonctionnement.

Avant la livraison du bâtiment, il faut veiller à ce que :

- les conduits de ventilation et les filtres soient nettoyés et les registres coupe-feu soient testés;
- le réseau d'évacuation et de ventilation du système de drainage des eaux usées subisse un essai à l'air ou à l'eau pour s'assurer de son étanchéité;
- le réservoir de rétention des eaux usées soit mis à l'essai à l'extérieur avant d'être installé dans le bâtiment. Un essai à l'eau doit être fait une fois l'installation de la plomberie terminée;
- le réservoir d'eau potable et le système d'alimentation soient nettoyés et désinfectés avec une solution chlorée. La solution chlorée doit ensuite être vidangée. Le réservoir et le système doivent être rincés avec de l'eau potable. Tous les tamis doivent être nettoyés;
- tous les témoins lumineux (intérieurs et extérieurs) soient testés.

#### Essai de pression à l'air

1. L'essai à l'air doit être exécuté en fermant toutes les ouvertures d'un réseau ou toute partie du réseau qui doit être testée, en le remplissant d'air à une pression d'au moins 35 kPa.
2. L'essai est jugé satisfaisant si la pression demeure stable pendant 15 minutes, sans que l'on ait à ajouter d'air.
3. Le manomètre doit être gradué de 0 à 70 kPa.

#### Essai de pression à l'eau

1. L'eau doit être élevée à une hauteur d'au moins trois mètres au-dessus de toutes les parties de la section testée.
2. L'essai à l'eau doit être fait en fermant toutes les ouvertures du système de drainage et de la section à vérifier, à l'exception de l'extrémité supérieure où l'eau est introduite jusqu'à ce que le réseau soit complètement rempli.
3. L'essai est jugé satisfaisant si le niveau d'eau demeure stable pendant 15 minutes.

### 4.7.3 Accès

Il faut prévoir des accès assez grands pour l'entretien, le remplacement ou l'opération des volets (admission, retour et évacuation), des registres coupe-feu, des filtres, des échangeurs de chaleur, etc. Les échangeurs de chaleur, par exemple, doivent pouvoir être nettoyés de chaque côté pour être plus efficaces.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLARD, M. et M. K. SÉGUIN (1987a). « Le pergélisol au Québec nordique : bilan et perspectives », *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 41 : 141-152.
- ALLARD, M. et M. K. SÉGUIN (1987b). "The Holocene evolution of permafrost near the tree-line on the eastern coast of Hudson Bay (northern Québec)", *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 24 : 2206-2222.
- ALLARD, M., M. K. SÉGUIN et R. LÉVESQUE (1987). "Palsas and mineral permafrost mounds in northern Québec", Dans : *International Geomorphology 1986, Part II*, V. Gardiner éditeur, John Wiley & Sons Ltd., London, p. 285-309.
- ANDERSON, D. M. et N. R. MORGENSTERN (1973). "Physics, chemistry and mechanics of frozen ground: a review", Dans : *Proc. 2nd International Conference on Permafrost, Yakutsk, U.S.S.R., North American Contribution, U.S. National Academy of Sciences*, p. 257-288.
- BROWN, R., M. LEMAY, M. ALLARD, N. E. BARRAND, C. BARRETTE, Y. BÉGIN, T. BELL, M. BERNIER, S. BLEAU, D. CHAUMONT, Y. DIBIKE, A. FRIGON, P. LEBLANC, D. PAQUIN, M. J. SHARP et R. WAY (2012). "Climate variability and change in the Canadian Eastern Subarctic IRIS region" (Nunavik and Nunatsiavut), Dans : Allard M. et M. Lemay (éditeurs), *Nunavik and Nunatsiavut, from Science to Policy, Integrated Regional Impact Study of the Canadian Eastern Subarctic Region*, ArcticNet, Chapitre 2, p. 57-113.
- BURT, T.P. et P. J. WILLIAMS (1976). "Hydraulic conductivity in frozen soils", *Earth Surface Processes*, vol. 1 : 349-360.
- COMITÉ ASSOCIÉ DE RECHERCHES GÉOTECHNIQUES (1988). *La terminologie du pergélisol et notions connexes*, Conseil national de recherches Canada, Ottawa, 154 p.
- Convention de la Baie-James et du Nord québécois et conventions complémentaires*, édition 2006.
- COUILLARD, L. et S. PAYETTE (1985). « Évolution holocène d'une tourbière à pergélisol » (Québec nordique), *Canadian Journal of Botany*, vol. 63 : 1104-1121.
- DEVER, L., C. HILLAIRES-MARCELET J. C. FONTES (1984). « Composition isotopique, géochimique et genèse de la glace en lentilles (palsen) dans les tourbières du Nouveau-Québec », (Canada), *Journal of Hydrology*, vol. 71 : 107-130.
- DIONNE, J.-C. (1978). « Formes et phénomènes périglaciaires en Jamésie, Québec subarctique », *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 32 : 187-247.
- DIONNE, J.-C. (1983b). « Réseaux reliques de polygones de tourbe, moyenne et basse Côte-Nord du Saint-Laurent, Québec », *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 37 : 127-146.
- DIONNE, J.-C. (1984). « Palses et limites méridionales du pergélisol dans l'hémisphère nord : le cas de Blanc-Sablon, Québec », *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 38 : 165-184.
- DYKE, L. D. (1984). "Frost heaving of bedrock in permafrost regions", *Bul. of the Assoc. of Eng. Geol.*, 21: 389-405.
- FAROUKI, O. T. (1981). *Thermal properties of soils*, CRREL (monograph 81-1), Hanover N. H., 136 p.
- FILION, L. (1983). *Dynamique holocène des systèmes éoliens et signification paléoclimatique (Québec nordique)*, Thèse de doctorat non publiée, Université Laval, Dép. de géographie, Québec, 123 p.
- FILION, L. et P. MORISSET (1983). "Eolian landforms along the eastern coast of Hudson Bay, Northern Québec", *Tree-line Ecology. Proceedings of the Northern Québec Tree-line Conference*, Collection Nordicana, no 47, Centre d'études nordiques, Université Laval, p. 73-94.
- FOURNIER, A. « Enveloppes de bâtiment pour climats extrêmes, conférence technique # 184 », *Conseil de l'enveloppe du bâtiment du Québec*, [En ligne], [[http://www.cebq.org/documents/Enveloppes\\_climats\\_extremes.pdf](http://www.cebq.org/documents/Enveloppes_climats_extremes.pdf)] (Présentation donnée le 28 avril 2010).
- Good Building Practice for Northwest Facilities* (édition 2011) par le gouvernement des Territoires du Nord-Ouest.
- Good Building Practice Guideline* (édition 2005) par le gouvernement du Nunavut.

- Government of the Northwest Territories, *Good Building Practice for Northern Facilities 2011*, Third Edition – guidelines for building in the North [<http://www.pws.gov.nt.ca/pdf/GBP/GBP%202011.pdf>] (Consulté le 2 août 2012).
- Guide de la construction au Nunavik*, 2<sup>e</sup> édition (2005).
- Guide Perrier. Choix de fenêtre : fenêtres tout PVC efficaces, durables et pratiques*, [En ligne], [<http://www.guideperrier.com/article3384/Choix-de-fenetre-fenetres-tout-PVC-efficaces-durables-et-pratiques>], (Consulté le 2 août 2012).
- HAMELIN, L.-E. et A. CAILLEUX (1969). « Les palses dans le bassin de la Grande rivière de la Baleine », *Revue de Géographie de Montréal*, vol. 23 : 329-337.
- JETCHICK, É. (1988). *Les polygones à coin de sol dans les tills, région du lac Minto, Québec nordique*, Thèse de maîtrise non publiée, Université Laval, Dép. de géographie, Québec, 151 p.
- JETCHICK, É., et M. ALLARD (1990). "Soil wedge polygons in northern Québec: description and paleoclimatic significance", *Boreas*, vol. 19 : 353-367.
- JOHNSTON, G. H. (1981). *Permafrost : Engineering Design Construction*. John Wiley & Sons Ltd., Toronto, 540 p.
- KASPER, J. et M. ALLARD (2001). "Late Holocene climate change as detected through ice-wedge growth and decay on the southern shore of Hudson Strait, northern Québec, Canada", *The Holocene*, 11: 563-577.
- LAGAREC, D. (1980). *Étude géomorphologique de palses et autres buttes cryogènes en Hudsonie, Nouveau-Québec*, Thèse de doctorat non publiée, Université Laval, Dép. de géographie, Québec, 308 p.
- LEROUEIL, S., G. DIONNE et M. ALLARD (1990). « Tassement et consolidation au dégel d'un silt argileux à Kangiqsualujjuaq », Dans : *Pergélisol-Canada, Actes de la Cinquième conférence canadienne sur le pergélisol, Conseil national de recherches Canada et Centre d'études nordiques*, Université Laval, Collection Nordicana, vol. 54 : 309-316.
- LÉVESQUE, R. (1986). *Géomorphologie et cartographie assistée par ordinateur du pergélisol, aux rivières Nastapoca et Sheldrake, Hudsonie*, Thèse de maîtrise non publiée, Université Laval, Dép. de géographie, Québec, 144 p.
- LEWKOWICZ, A. G. et C. HARRIS (2005). "Morphology and geotechnique of active-layer detachment failures in discontinuous and continuous permafrost", northern Canada, *Geomorphology*, 69: 275-297.
- L'HÉRAULT, E. (2009). *Contexte climatique critique favorable au déclenchement de ruptures de mollisol dans la vallée de Salluit, Nunavik*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, Québec, 140 p.
- MACKAY, J. R. (1990). "Some observations on the growth and deformation of epigenetic, syngenetic and anti-syngenetic ice wedges", *Permafrost and periglacial processes*, vol. 1 : 15-29.
- MICHAUD, Y. et J.-C. DIONNE (1987). « Altération des substrats rocheux et rôle du soulèvement gélocal dans la formation des champs de blocaille, en Hudsonie », *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 41 : 7-18.
- MICHAUD, Y. et L. D. DYKE (1990). "Mechanism of bedrock frost heave in permafrost regions", Dans : *Pergélisol-Canada, Actes de la Cinquième conférence canadienne sur le pergélisol, Conseil national de recherches Canada et Centre d'études nordiques*, Université Laval, Collection Nordicana, col. 54 : 125-130.
- NERSESOVA, Z. A. et TSYTOVICH (1963). "Unfrozen water in frozen soils", Dans : *Proceedings of First International Permafrost Conference*, Lafayette, Indiana, Building research Advisory Board, National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C., p. 230-234.
- PAYETTE, S., H. SAMSON et D. LAGAREC (1976). "The evolution of permafrost in the taiga and the forest-tundra, western Québec-Labrador peninsula", *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 6 : 339-358.
- PAYETTE, S. et M. K. SEGUIN (1979). « Les buttes minérales cryogènes dans les basses terres de la rivière aux Feuilles », Nouveau-Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 33 : 339-358.

- PAYETTE, S., L. GAUTHIER et I. GRENIER (1986). "Dating ice-wedge growth in subarctic peatlands following deforestation", *Nature*, 332 (6081) : 724-727.
- PENNER et GOODRICH (1983). « Principe de fonctionnement d'un pieu thermique » [*Arctic Foundations*, <http://www.arcticfoundations.com>].
- QUIROUETTE, R.L. (1989). Proceedings, Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, *Regard sur la science du bâtiment 1986 - Un pare-air pour l'enveloppe du bâtiment*, ISSN 0835-6548, repéré à <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/fra/idp/irc/rsb/86-pare-air.html>.
- RBQ (2012) *Règlement modifiant le Règlement modifiant le Code de construction*, [En ligne], [<http://www.rbq.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/accés-information/projet-reglement-code-efficacite-energetique.pdf>] (Consulté le 8 août 2012).
- RNCan. — *Fenêtres, portes et puits de lumière homologués ENERGY STAR*, [En ligne], [<http://oeenrcan.gc.ca/node/4176>] (Consulté le 2 août 2012).
- RNCan. — *Portes, fenêtres et puits de lumière éco-énergétiques pour le secteur résidentiel*, [En ligne], [<http://oeenrcan.gc.ca/publications/equipement/fenêtres-et-portes/1166>] (Consulté le 2 août 2012).
- RNC. *Le mécanisme de votre maison : Ventilation et contrôle du flux d'air*, [En ligne], [<http://oeenrcan.gc.ca/node/15316>] (Consulté le 1<sup>er</sup> août 2012).
- RWDI Inc.
- SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT (SCHL). (2012). *L'air et l'humidité : Un guide pour comprendre et régler les problèmes d'humidité dans les habitations* (Publication no 61227), repéré à <https://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/61227.pdf?fr=1479917804999>.
- SCHL (2009). *La maison durable pour le Nord : un processus de conception novateur*, [En ligne]. [<http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/66542.pdf>] (Consulté le 1<sup>er</sup> août 2012).
- SCHL Série technique 94-203 (1994). *Concevoir des enveloppes de bâtiment durables pour les habitations nordiques*, [En ligne]. [[ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94\\_203.html](ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94_203.html)] (Consulté le 1<sup>er</sup> août 2012).
- SCHL Série technique 94-214 (1994). *Pergélisol et types de fondations*, [En ligne]. [[ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94\\_214.html](ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94_214.html)] (Consulté le 1<sup>er</sup> août 2012).
- SCHL Série technique 94-217 (1994). *Ventilation et étanchéité à l'air des bâtiments dans le Nord*, [En ligne]. [[ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94\\_217.html](ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94_217.html)] (Consulté le 1<sup>er</sup> août 2012).
- SCHL (2004b). *Examen de l'utilisation de l'espace domestique par les familles inuites d'Arviat, au Nunavut*, [En ligne], [<http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/63601.pdf?fr=1282842924656>] (Consulté le 2 août 2012).
- SCHL Série technique 09-105. *Comprendre la perméance à la vapeur et la condensation dans les murs*, [En ligne], [<http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/66565.pdf?fr=1282848746515>] (Consulté le 2 août 2012).
- SCHL Série technique 94-207 (1994). *Problèmes des portes et fenêtres pour les habitations nordiques*, [En ligne], [[ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94\\_207.html](ftp://ftp.cmhc-schl.gc.ca/cmhc/french/f-factsheets/f-94_207.html)] (Consulté le 2 août 2012).
- SCOTTER, G. W. et S. E. ZOLTAI (1982). "Earth Hummocks in the Sunshine area of the Rocky Mountains", Alberta and British Columbia, *Arctic*, vol. 35 : 411-416.
- SEGUIN, M. K. et J. CRÉPAULT (1979). « Étude géophysique d'un champ de palses à Poste-de-la-Baleine », Nouveau-Québec, *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 33 : 327-337.
- SEGUIN, M. K. et M. ALLARD (1984). « La répartition du pergélisol dans la région du détroit de Manitousuk, côte est de la mer d'Hudson », Canada, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol. 21 : 354-364.
- SEGUIN, M. K. et J. FRYDECKI (1990). "Approach to gravity estimation of the volume ice fraction in discontinuous permafrost". *Geoexploration*, vol. 26 : 233-251.
- SHILTS, W. W. (1978). "Nature and genesis of mud-boils, central Keewatin", Canada, *Canadian Journal of Earth Sciences*, vol 15 : 1053-1068.

*Topoclimat et microclimats de la vallée de Salluit* (Nunavik), mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval de Québec dans le cadre du programme de maîtrise en sciences géographiques, Département de géographie, Faculté de foresterie et de géomatique, © Frédéric Bouchard, 2005.

WASHBURN, A. L. (1979). *Geocryology: A survey of periglacial processes and environments*, London, Edward Arnold, 406 p.

WILLIAMS, P. J. (1967). *Properties and behaviour of freezing soils*, Norwegian Geotechnical Institute, Paper 72, 120 p.

WILLIAMS, P. J. (1986). *Pipelines and Permafrost, Science in a Cold Climate*, Ottawa: Carleton University Press, 137 p.

WILLIAMS, P. J. et M. W. SMITH (1989). *The Frozen Earth: Fundamentals in Geocryology*, Cambridge University Press, New York, 305 p.

## ANNEXES

### ANNEXE I :

Organismes et intervenants pour tout projet de construction au Nunavik

### ANNEXE II :

Instructions supplémentaires sur l'arpentage foncier

### ANNEXE III :

Description des projets soumis et soustraits au processus d'évaluation environnementale (extrait du chapitre 23 de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois)

### ANNEXE IV :

Tableau récapitulatif des autorisations requises

### ANNEXE V :

Programme Novoclimat

### ANNEXE VI :

Fuites d'air à travers l'enveloppe

### ANNEXE VII :

Propriétés minimales d'un système d'étanchéité à l'air efficace

### ANNEXE VIII :

Perméance à la vapeur d'eau

### ANNEXE IX :

Infiltrations dans un ensemble de construction

### ANNEXE X :

Mur à écran pare-pluie

### ANNEXE XI :

Degrés-jours

### ANNEXE XII :

Autres normes

### ANNEXE XIII :

Fenêtres et portes homologuées ENERGY STAR

### ANNEXE XIV :

Infiltrométrie

### ANNEXE XV :

Proposition de révision

## ANNEXE I : ORGANISMES ET INTERVENANTS POUR TOUT PROJET DE CONSTRUCTION AU NUNAVIK

Pour de plus amples renseignements sur les tarifs de location, les services offerts, la location d'équipement, les ressources humaines ou de l'information sur une communauté en particulier, veuillez communiquer avec les villages nordiques et les corporations foncières, dont les coordonnées apparaissent ci-dessous.

VILLAGE NORDIQUE	CORPORATION FONCIÈRE
<p><b>AKULIVIK</b> Boîte postale 50 Akulivik (Québec) J0M 1V0 Tél. : 819 496-2222 Télec. : 819 496-2200</p>	<p><b>QEKEIRRIAQ LHC</b> Boîte postale 59 Akulivik (Québec) J0M 1V0 Tél. : 819 496-2640 Télec. : 819 496-2629</p>
<p><b>AUPALUK</b> Boîte postale 6 Aupaluk (Québec) J0M 1X0 Tél. : 819 491-7070 Télec. : 819 491-7035</p>	<p><b>NUNAVIK LHC</b> Boîte postale 29 Aupaluk (Québec) J0M 1X0 Tél. : 819 491-7045 Télec. : 819 491-7045</p>
<p><b>INUKJUAQ</b> Boîte postale 234 Inukjuak (Québec) J0M 1M0 Tél. : 819 254-8845 Télec. : 819 254-8779</p>	<p><b>PITUVIK LHC</b> Boîte postale 285 Inukjuak (Québec) J0M 1M0 Tél. : 819 254-8101 Télec. : 819 254-8252</p>
<p><b>IVUJIVIK</b> Boîte postale 20 Ivujivik (Québec) J0M 1H0 Tél. : 819 922-9940 Télec. : 819 922-3045</p>	<p><b>NUVUMMI LHC</b> Boîte postale 157 Ivujivik (Québec) J0M 1H0 Tél. : 819 922-9944 Télec. : 819 922-3045</p>
<p><b>KANGIQSUALUJUAQ</b> Boîte postale Kangiqsualujuaq (Québec) J0M 1N0 Tél. : 819 337-5270 Télec. : 819 337-5200</p>	<p><b>QINIQTIQ LHC</b> Boîte postale 160 Kangiqsualujuaq (Québec) J0M 1N0 Tél. : 819 337-5449 Télec. : 819 337-5752</p>

VILLAGE NORDIQUE	CORPORATION FONCIÈRE
<p><b>KANGIQSUJUAQ</b>                      Boîte postale 60                      Kangiqsujuaq (Québec) J0M 1K0                      Tél. : 819 338-3342                      Téléc. : 819 338-3237</p>	<p><b>NUNATURLIK LHC</b>                      Boîte postale 39                      Kangiqsujuaq (Québec) J0M 1K0                      Tél. : 819 338-3368                      Téléc. : 819 338-1071</p>
<p><b>KANGIRSUK</b>                      Boîte postale 90                      Kangirsuk (Québec) J0M 1A0                      Tél. : 819 935-4388                      Téléc. : 819 935-4287</p>	<p><b>SAPUTIK LHC</b>                      Boîte postale 119                      Kangirsuk (Québec) J0M 1A0                      Tél. : 819 935-4269                      Téléc. : 819 935-4440</p>
<p><b>KUJJUAQ</b>                      Boîte postale 210                      Kuujuaq (Québec) J0M 1C0                      Tél. : 819 964-2943                      Téléc. : 819 964-0734</p>	<p><b>NAYUMIVIK LHC</b>                      Boîte postale 209                      Kuujuaq (Québec) J0M 1C0                      Tél. : 819 964-2870                      Téléc. : 819 964-2280</p>
<p><b>KUJJUARAPIK</b>                      Boîte postale 360                      Kuujuaapik (Québec) J0M 1G0                      Tél. : 819 929-3360                      Téléc. : 819 929-3453</p>	<p><b>SAKKUQ LHC</b>                      Boîte postale 270                      Kuujuaapik (Québec) J0M 1G0                      Tél. : 819 929-3348                      Téléc. : 819 929-3275</p>
<p><b>PUVIRNITUQ</b>                      Boîte postale 150                      Puvirnituk (Québec) J0M 1P0                      Tél. : 819 988-2825                      Téléc. : 819 988-2751</p>	<p><b>DIRECTION GÉNÉRALE                      DU NORD-DU-QUÉBEC</b>                      Boîte postale 151                      Puvirnituk (Québec) J0M 1P0                      Tél. : 819 755-4838                      Téléc. : 819 755-3541</p>
<p><b>QUAQTAQ</b>                      Boîte postale 107                      Quaqtak (Québec) J0M 1J0                      Tél. : 819 492-9912                      Téléc. : 819 492-9935</p>	<p><b>TUVAALUK LHC</b>                      Boîte postale 102                      Quaqtak (Québec) J0M 1J0                      Tél. : 819 492-9281                      Téléc. : 819 492-9302</p>

VILLAGE NORDIQUE	CORPORATION FONCIÈRE
<p><b>SALLUIT</b> Boîte postale 240 Salluit (Québec) J0M 1S0 Tél. : 819 255-8953 Télé. : 819 255-8802</p>	<p><b>QAQQALIK LHC</b> Boîte postale 30 Salluit (Québec) J0M 1S0 Tél. : 819 255-8908 Télé. : 819 255-8864</p>
<p><b>TASIUJAQ</b> Boîte postale 54 Tasiujaq (Québec) J0M 1T0 Tél. : 819 633-9924 Télé. : 819 633-5026</p>	<p><b>ARQIVIK LHC</b> Boîte postale 52 Tasiujaq (Québec) J0M 1T0 Tél. : 819 633-5335 Télé. : 819 633-5337</p>
<p><b>UMIUJAQ</b> Boîte postale 108 Umiujaq (Québec) J0M 1Y0 Tél. : 819 331-7000 Télé. : 819 331-7057</p>	<p><b>ANNITURVIK LHC</b> Boîte postale 148 Umiujaq (Québec) J0M 1Y0 Tél. : 819 331-7831 Télé. : 819 331-7832</p>

## I.2 : FORMULAIRES ET CONSTRUCTION AU NUNAVIK

Pour obtenir de l'aide lorsque vous remplissez les formulaires de demande ou pour obtenir de plus amples renseignements sur la construction au Nunavik, n'hésitez pas à communiquer avec les personnes suivantes :

<p><b>COORDONNATEUR DE L'ASSOCIATION DES CORPORATIONS FONCIÈRES DU NUNAVIK</b></p>	<p>Boîte postale 179 Kuujuaq (Québec) J0M 1C0 Tél. : 819 964-2925 Télé. : 819 964-2613</p>
<p><b>AMÉNAGISTE, SERVICE DES RESSOURCES RENOUVELABLES, ADMINISTRATION RÉGIONALE KATIVIK</b></p>	<p>Boîte postale 9 Kuujuaq (Québec) J0M 1C0 Tél. : 819 964-2961 Télé. : 819 964-0694 <a href="http://www.krg.ca">http://www.krg.ca</a></p>

### I.3 : BAUX FONCIERS POUR LES TERRES DES CATÉGORIES II ET III

#### POUR LA RÉGION SITUÉE À L'EST DU DEGRÉ 76 DE LONGITUDE

**MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET  
DES RESSOURCES NATURELLES  
DU QUÉBEC**

**DIRECTION RÉGIONALE  
DE LA GESTION DU TERRITOIRE PUBLIC**  
837, boulevard Sacré-Cœur  
Saint-Félicien (Québec) G8K 1S7  
Tél. : 418 695-7877  
Télec. : 418 695-8133

#### POUR LA RÉGION SITUÉE À L'OUEST DU DEGRÉ 76 DE LONGITUDE

**MINISTÈRE DES FORÊTS,  
DE LA FAUNE ET DES PARCS**

**DIRECTION RÉGIONALE  
DE LA GESTION DU TERRITOIRE PUBLIC**  
1122, Route 111 Est  
Amos (Québec) J9T 1N1  
Tél. : 819 444-5641  
Télec. : 819 444-5837

Il est également possible d'obtenir un formulaire de demande de bail foncier à l'adresse suivante :

<https://mern.gouv.qc.ca/territoire/droit/formulaire-utilisation-terres-etat.html>

### I.4 : POUR OBTENIR DES INSTRUCTIONS PARTICULIÈRES D'ARPENTAGE POUR TOUS LES TRAVAUX D'ARPENTAGE FONCIER DEVANT ÊTRE RÉALISÉS AU NUNAVIK :

**MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE  
ET DES RESSOURCES  
NATURELLES (MERN)  
BUREAU DE L'ARPENTEUR GÉNÉRAL  
DU QUÉBEC  
DIVISION DES TERRITOIRES  
AUTOCHTONES ET DES FRONTIÈRES**

5700, 4<sup>e</sup> Avenue Ouest, bureau F-310  
Charlesbourg (Québec) G1N 6R1  
Tél. : 418 627-6263  
Télec. : 418 643-6512  
Courriel : [services.specialises@mern.gouv.qc.ca](mailto:services.specialises@mern.gouv.qc.ca)

Pour de plus amples informations concernant le Bureau de l'arpenteur général du Québec, vous pouvez visiter le site Web du Ministère à l'adresse suivante :

<http://www.mern.gouv.qc.ca/information-fonciere>

## I.5 : POUR OBTENIR LES CERTIFICATS D'AUTORISATION

**MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT  
DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE  
LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS  
CLIMATIQUES**

**DIRECTION RÉGIONALE DU  
NORD-DU-QUÉBEC**

180, boulevard Rideau, 1<sup>er</sup> étage  
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 1N9  
Tél. : 819 763-3333  
Télec. : 819 763-3202

Pour de plus amples renseignements sur les certificats d'autorisation du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, vous pouvez visiter le site Web du Ministère à l'adresse suivante :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/ministere/certif/>

## I.6 : POUR LES RACCORDEMENTS AUX RÉSEAUX ÉLECTRIQUE ET TÉLÉPHONIQUE, COMMUNIQUEZ AVEC :

**HYDRO-QUÉBEC**

1 800 472-5103

**BELL CANADA**

819 773-5515

## I.7 : POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS SUR LES SITES ARCHÉOLO- GIQUES, COMMUNIQUEZ AVEC LES ORGANISMES SUIVANTS :

**INSTITUT CULTUREL AVATAQ**

Inukjuak (Québec) J0M 1M0  
[avataq@avataq.qc.ca](mailto:avataq@avataq.qc.ca) (renseignements  
généraux) [severian@avataq.qc.ca](mailto:severian@avataq.qc.ca)  
(Service de l'archéologie)

**MINISTÈRE DE LA CULTURE ET  
DES COMMUNICATIONS  
DIRECTION NORD-DU-QUÉBEC**

19, rue Perreault Ouest, bureau 450  
Rouyn-Noranda (Québec) J9X 6N5  
Tél. : 819 763-3517  
Télec. : 819 763-3382  
[dratnq@mcc.gouv.qc.ca](mailto:dratnq@mcc.gouv.qc.ca)

## ANNEXE II : INSTRUCTIONS SUPPLÉMENTAIRES SUR L'ARPENTAGE FONCIER

Les instructions suivantes sont fournies à titre indicatif, en complément à la section 1.4.

Rappelons qu'il est essentiel de communiquer avec le Bureau de l'arpenteur général du Québec (BAGQ) au moins 30 jours avant d'exécuter les travaux sur le terrain pour obtenir toutes les instructions relatives à l'arpentage. Cette démarche est nécessaire pour pouvoir déposer les documents d'arpentage au Greffe de l'arpenteur général du Québec.

- Le plan d'arpentage foncier doit indiquer l'emplacement (lot) où sera érigée la construction, et notamment les limites du lot, ses mesures, sa superficie ainsi que les lots adjacents. Il doit être déposé au Greffe de l'arpenteur général du Québec.
- Le Greffe de l'arpenteur général du Québec agit à titre de guichet unique pour le dépôt des documents d'arpentage foncier, c'est un registre public accessible à tous. Seul le BAGQ est autorisé à émettre des copies conformes de documents déposés au Greffe de l'arpenteur général du Québec. Le BAGQ n'exige aucuns frais des arpenteurs-géomètres pour une demande d'instructions particulières d'arpentage.
- À la suite du dépôt au Greffe de l'arpenteur général du Québec, le BAGQ fera parvenir une copie conforme du document à l'aménagiste de l'Administration régionale Kativik et à la corporation foncière concernée.
- En ce qui concerne tous les autres travaux d'arpentage à caractère privé qui ne créent pas ou ne modifient pas le morcellement (ex. : certificats de localisation), il n'y a pas lieu de les déposer au Greffe de l'arpenteur général du Québec. Toutefois, une copie conforme du document et un fichier numérique doivent être transmis au BAGQ par l'arpenteur-géomètre mandaté afin d'incorporer les données recueillies sur le terrain à la carte de compilation des arpentages produite par la Division des territoires autochtones et des frontières du BAGQ.

## ANNEXE III : DESCRIPTION DES PROJETS SOUMIS ET SOUSTRATS AU PROCESSUS D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE (EXTRAIT DU CHAPITRE 23 DE LA CONVENTION DE LA BAIE-JAMES ET DU NORD QUÉBÉCOIS)

Projets automatiquement **soumis** au processus d'évaluation et d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social :

1. Toute exploitation minière, ainsi que toute addition, transformation ou modification importante d'exploitations minières déjà existantes. Toutefois, les travaux de reconnaissance aérienne et terrestre, d'arpentage, de cartographie et de carottage sont permis sans qu'un rapport des répercussions soit exigé.
2. L'emplacement et l'exploitation d'importants bancs d'emprunt, de carrières de sable, de gravier et d'autres carrières.
3. Production d'énergie :
  - a. Centrales hydroélectriques, installations nucléaires et ouvrages connexes
  - b. Réservoirs d'emmagasinage et bassins de retenue d'eau
  - c. Lignes de transport à 75 kV et plus
  - d. Extraction et traitement de ressources énergétiques
  - e. Centrales thermiques alimentées en combustibles fossiles, d'une capacité de plus de trois mille kilowatts (3000 kW).

4. Exploitation sylvicole :
  - a. Grandes routes d'accès construites pour l'exploitation des forêts
  - b. Scieries, usines de pâte et de papier ou autres installations reliées aux activités forestières
  - c. En général, tout changement appréciable dans l'utilisation des terres qui influe de façon sensible sur une superficie de plus de vingt-cinq milles carrés (25 mi<sup>2</sup>)
5. Services communautaires et municipaux :
  - a. Nouveaux et importants systèmes de captage et d'évacuation des eaux usées et des égouts
  - b. Collecte et élimination des déchets solides, y compris l'enfouissement sanitaire et l'incinération
  - c. Projets de parcs, de réserves écologiques ou d'autres utilisations similaires des terres
  - d. Nouvelles pourvoiries pour plus de trente (30) personnes, y compris les réseaux d'avant-postes
  - e. Nouvelles villes, communautés ou municipalités, ou expansion appréciable de celles qui existent déjà
6. Transport :
  - a. Routes d'accès aux localités, et routes avoisinantes à celles-ci
  - b. Installations portuaires
  - c. Aéroports
  - d. Chemins de fer
  - e. Infrastructure routière en vue de nouveaux lotissements
  - f. Pipelines
  - g. Travaux de dragage pour l'amélioration de la navigation

Projets automatiquement soustraits au processus d'évaluation et d'examen des répercussions sur l'environnement et le milieu social :

1. Tout développement dans les limites des communautés qui n'ont pas de répercussions directes sur les ressources fauniques en dehors de ces limites.
2. Les petits hôtels, les motels, les stations-service et autres constructions semblables en bordure des routes provinciales et de routes secondaires.
3. Les constructions destinées à l'habitation, aux commerces de gros et de détail, aux garages, aux bureaux ou à l'artisanat et au stationnement des voitures.
4. Les centrales thermiques alimentées en combustible fossile et d'une capacité inférieure à trois mille kilowatts (3000 kW).
5. Les immeubles suivants :
  - maisons d'enseignement, banques, casernes de pompiers, biens destinés à l'administration, aux loisirs, aux activités culturelles, au culte, aux sports et à la santé et les biens immeubles et le matériel servant aux télécommunications.
6. La construction, la modification, la rénovation, la relocalisation ou la conversion à d'autres usages des postes directeurs et des postes de transformation d'une puissance de soixante-quinze kilovolts (75 kV) ou moins et les lignes de transport d'énergie d'une tension de soixante-quinze kilovolts (75 kV) ou moins.

7. La construction et le prolongement de conduites principales de moins de trente centimètres (30 cm) de diamètre sur une longueur maximale de cinq milles (5 mi).
8. L'investigation, l'étude préliminaire, la recherche, les études et les relevés techniques antérieurs à tout aménagement, tout ouvrage ou toute construction.
9. L'exploitation sylvicole lorsqu'elle fait partie de plans de gestion approuvés du gouvernement, sous réserve des dispositions de l'alinéa 23.5.34 de la Convention de la Baie-James et du Nord québécois. les rues et les trottoirs municipaux construits conformément aux règlements municipaux; l'exploitation et l'entretien des routes et des ouvrages d'art routiers.
10. Les réparations et l'entretien des ouvrages municipaux.
11. Les installations temporaires servant à la chasse, au trappage, à l'exploitation des ressources fauniques; les services de pourvoiries et de campements logeant moins de trente (30) personnes.
12. L'extraction et la manutention de la stéatite, du sable, du gravier, du cuivre et du bois, pour utilisation personnelle et communautaire.
13. La coupe limitée de bois pour utilisation personnelle ou communautaire.
14. Les bancs d'emprunt servant à l'entretien des routes.

Les dispositions précédentes ne sont pas interprétées comme restreignant les exigences relatives à l'évaluation des répercussions sur l'environnement conformément au processus fédéral d'évaluation et d'examen des répercussions qui s'appliquent aux projets fédéraux.

## ANNEXE IV : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES AUTORISATIONS REQUISES

Le tableau qui suit résume les autorisations que donne chaque organisme.

ORGANISME	AUTORISATIONS	FRAIS APPLICABLES
<b>VN</b>	Permis d'aménagement pour les projets réalisés sur les terres de catégorie I	Frais d'administration
	Autorisation pour extraire des matériaux naturels sur les terres de catégorie I	S. O.
<b>CF</b>	Protocole d'entente conclu avec l'entrepreneur pour l'occupation et l'utilisation de terres de catégorie I pendant la construction	Frais de location pour la période de construction qui peuvent être différents de ceux en dehors de la saison de construction
	Baux fonciers pour l'occupation des terres de catégorie I	Frais d'administration et de location
	Droit d'obtenir du gravier ou d'autres matières minérales des terres de catégorie I	Frais de compensation pour l'extraction de minéraux (prix à la tonne)
<b>ADMINISTRATION RÉGIONALE KATIVIK</b>	Certificat d'autorisation pour réaliser des projets sur les terres des catégories II et III	S. O.
<b>MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES</b>	Certificat d'autorisation pour le traitement de l'eau potable et des eaux usées, et pour l'élimination des déchets  Certificat d'autorisation pour l'exploitation d'une nouvelle carrière ou d'un nouveau banc d'emprunt	S. O.
<b>MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES</b>	Baux fonciers pour les projets réalisés sur les terres des catégories II et III, de même que dans les VN de Puvirnituk et d'Ivujivik	Frais d'administration et de location
<b>BUREAU DE L'ARPENTEUR GÉNÉRAL DU QUÉBEC</b>	Instructions particulières d'arpentage pour tous les travaux d'arpentage foncier devant être réalisés sur les terres de catégorie I ainsi que pour tous les travaux d'arpentage devant être réalisés à Puvirnituk, à Ivujivik et sur les terres de catégories II et III	S. O.

## ANNEXE V : PROGRAMME NOVOCLIMAT

Le programme Novoclimat a été instauré en 1999. Il est destiné à améliorer le rendement énergétique des nouveaux bâtiments du secteur résidentiel et se veut un facteur d'influence dans l'industrie de la construction résidentielle pour que celle-ci améliore ses techniques de construction. Il contribue également à atteindre les objectifs d'économie d'énergie de la Stratégie énergétique du Québec 2006-2015, L'énergie pour construire le Québec de demain. Novoclimat s'inspire de programmes volontaires similaires aux États-Unis et au Canada, notamment des programmes fédéraux ENERGY STAR et R-2000 pour les maisons neuves, lesquels évoluent en fonction des avancées technologiques.

La version 2.0 du programme Novoclimat résulte d'une révision complète qui est entrée en vigueur en 2013. Le respect des exigences prescriptives de cette deuxième génération du programme contribue à réduire la consommation énergétique des nouveaux bâtiments résidentiels d'environ 20 % par rapport à un bâtiment similaire conçu selon les exigences de la partie 11, Efficacité énergétique, du chapitre 1 du Code de construction du Québec (CCQ).

Les exigences techniques Novoclimat constituent les lignes directrices à appliquer au moment de la conception et de la construction du bâtiment pour que celui-ci puisse atteindre les objectifs fixés par le programme. Elles ont été élaborées pour faciliter la conception d'habitations qui respectent certains critères d'efficacité énergétique, de confort, de qualité de l'air et de durabilité. Elles ont plus particulièrement pour but :

- de réduire les déperditions thermiques du bâtiment par une meilleure isolation, par une plus grande étanchéité de l'enveloppe à l'air et par l'utilisation de systèmes de fenêtrage performants;
- de réduire la consommation énergétique des appareils installés, en fixant des critères de performance pour les systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement de l'air (CVCA) ainsi que pour les systèmes de chauffage de l'eau;
- de maintenir une bonne qualité de l'air intérieur, d'améliorer le confort des occupants et de favoriser la durabilité du bâtiment par l'établissement de critères d'installation rigoureux et par l'utilisation de matériaux sains et durables, de produits efficaces et d'équipements à faible consommation d'eau.

## ANNEXE VI : FUITES D'AIR À TRAVERS L'ENVELOPPE

Les fuites se produisent généralement à travers les fissures et les petites ouvertures des fenêtres, des portes, des murs, des planchers ou des toitures isolées. Leur importance dépend de la façon dont le bâtiment est conçu, de la qualité des matériaux, de la façon dont ils ont été assemblés et de la différence de pression d'air de part et d'autre de l'enveloppe.

Les fuites à travers l'enveloppe causent souvent les problèmes suivants : coûts élevés de chauffage, pourriture ou corrosion des matériaux dues à l'infiltration d'eau et apparition de moisissures dissimulées en raison de condensation d'humidité dans les composants internes de l'enveloppe.

Les trois principaux mécanismes qui permettent le passage de l'air de part et d'autre de l'enveloppe d'un bâtiment sont : l'effet de cheminée, l'action du vent et la ventilation mécanique.

## VI.1 : EFFET DE CHEMINÉE

La figure VI.1 illustre la pression positive que l'air chaud exerce dans la partie supérieure du bâtiment vers l'extérieur et la pression négative dans la partie inférieure du bâtiment.

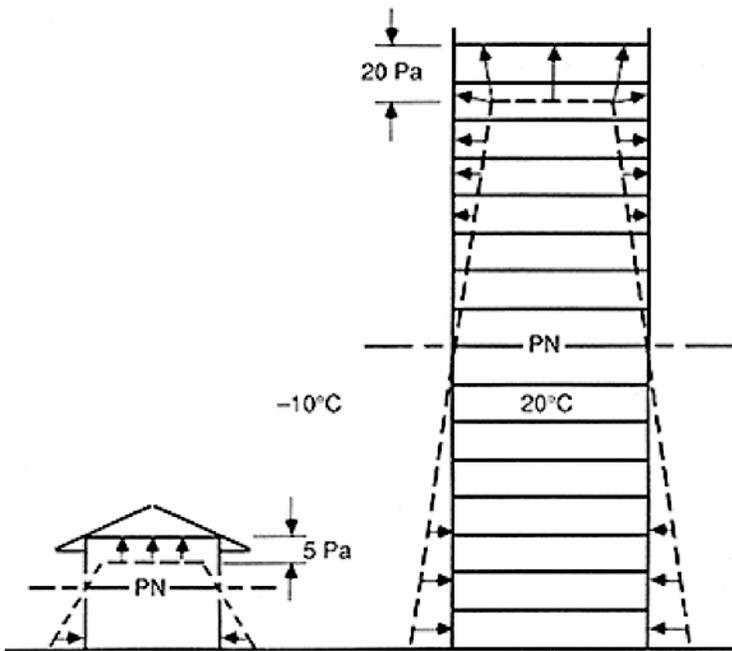


FIGURE VI.1 : DIFFÉRENCES DE PRESSION DANS UN BÂTIMENT / SOURCE : ARTICLE DU CNRC INTITULÉ : « DÉFINITION DU PARE-AIR » PRODUIT DANS LE CADRE DU REGARD 86 SUR LA SCIENCE DU BÂTIMENT

Dans les bâtiments à plusieurs étages, l'effet de cheminée tend à causer des exfiltrations dans les parties hautes et des infiltrations dans les parties basses. Plus la température augmente, plus la densité de l'air diminue, c'est pourquoi l'air chaud est plus léger que l'air froid. Ainsi, l'air chaud monte et sa flottabilité exerce une pression vers l'extérieur au niveau des plafonds et de la partie supérieure des murs. Les ouvertures dans les pare-vapeurs permettent à l'air chaud et humide de circuler dans le toit ou dans la structure des murs où il se refroidit et dépose de l'humidité sur les surfaces intérieures froides du toit ou du revêtement mural.

## VI.2 : ACTION DU VENT

Les courants d'air non contrôlés à travers l'enveloppe diminuent le bien-être des occupants et sont la cause de multiples désordres. Le vent qui souffle sur une maison produit une pression positive, soit une surpression sur la face extérieure du mur exposé au vent et donc une infiltration. Le vent produit aussi une pression négative sur les autres murs, soit une dépression, causant ainsi une exfiltration. Cette pression négative entraîne l'air de l'intérieur vers l'extérieur par de petites ouvertures, et l'humidité que contient cet air chaud se condense à l'intérieur de la structure murale, sur les éléments froids.

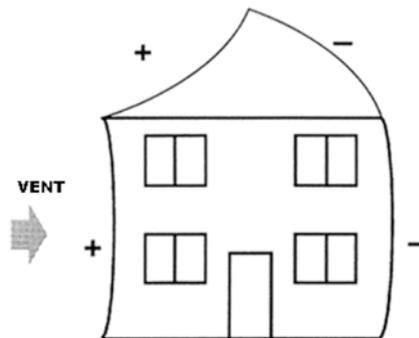


FIGURE VI.2 : PRESSIONS GÉNÉRÉES PAR LE VENT SUR UNE HABITATION / SOURCE : ARTICLE DU CNRC INTITULÉ : « DÉFINITION DU PARE-AIR » PRODUIT DANS LE CADRE DU REGARD 86 SUR LA SCIENCE DU BÂTIMENT

## VI.3 : LA VENTILATION MÉCANIQUE

La figure VI.3 illustre les entrées et les sorties d'air d'une habitation nécessaires pour l'utilisation d'appareils comme la chaudière, la sècheuse et la hotte de la cuisinière.

Alors que les ventilateurs d'extraction réduisent la pression à l'intérieur d'une maison en extrayant l'air, les systèmes mécaniques de ventilation mal équilibrés, y compris les ventilateurs d'alimentation, peuvent générer une pression positive. L'air et l'humidité circulent alors vers l'extérieur et le comble où la condensation peut s'accumuler.

Une conception et une construction minutieuses sont nécessaires pour assurer le minimum de fuites d'air, l'étanchéité à l'eau et une efficacité énergétique appropriée aux bâtiments du Nunavik. Pour ce faire, les gestionnaires, les concepteurs et les constructeurs doivent avoir une très bonne connaissance des systèmes d'étanchéité à l'air, à l'eau et à la vapeur.



FIGURE VI.3 : ENTRÉES ET SORTIES D'AIR DANS UNE HABITATION / SOURCE : ARTICLE DU RNC INTITULÉ : « LE MÉCANISME DE VOTRE MAISON : VENTILATION ET CONTRÔLE DU FLUX D'AIR »

## ANNEXE VII : PROPRIÉTÉS MINIMALES D'UN SYSTÈME D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR EFFICACE

### VII.1 : CONTINUITÉ

La continuité dans l'étanchéité à l'air demande plus que l'absence de trous ou d'imperfections. Le système devant jouer le rôle de pare-air doit inclure les matériaux de raccordement et les détails de scellement adéquats pour prévenir toute faille aux points de rencontre suivants : autour des ouvertures de portes et fenêtres; aux jonctions murs-toiture; aux jonctions murs-fondations; aux jonctions murs-planchers isolés; autour de toute saillie architecturale telle que galerie, balcon, brise-soleil; autour des dispositifs d'électromécanique tels que fils, tuyaux et conduits traversant l'enveloppe du bâtiment, etc. En résumé, la solution gagnante est d'assurer la parfaite continuité entre tous les matériaux du système afin d'obtenir une « coquille » pare-air étanche à l'air.

### VII.2 : RÉSISTANCE STRUCTURALE

L'élément conçu pour servir de pare-air doit être capable de résister à la surcharge de pression imposée ou être protégé par un autre matériau capable de le faire. Il doit pouvoir résister à la pression ou à la succion des plus fortes surcharges de vent sans se rompre ni se détacher de son support. Le pare-air ne doit ni se détacher de son support ni subir de défaillance par fluage sous une pression soutenue produite par l'effet de tirage, la pressurisation ou l'extraction créés par les ventilateurs. Le pare-air et son support doivent être suffisamment rigides pour résister aux mouvements. Ainsi, à moins d'être coincée entre deux plaques rigides, une pellicule pare-air doit être assez solide pour résister aux pressions et aux dépressions d'air, ce qui est difficile à obtenir avec des membranes minces.

### VII.3 : FAIBLE PERMÉABILITÉ À L'AIR

Une des caractéristiques primordiales d'un pare-air est qu'il offre une forte résistance à l'écoulement d'air. Puisqu'une imperméabilité absolue à l'air est rarement possible, voire rarement nécessaire, on exigera des matériaux pare-air qu'ils présentent une faible perméabilité à l'air. Pour leur classement, les matériaux sont évalués avec un indice appelé « taux de perméabilité à l'air » lors de tests des laboratoires privés ou gouvernementaux. À cet égard, la norme canadienne du Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) fixe le taux maximal admissible à 0,02 L/s.m<sup>2</sup> à un différentiel de pression de

75 Pa. À noter que ce seuil s'avère relativement peu exigeant puisque les membranes pare-air d'usage courant vendues en quincaillerie affichent des résultats variant entre 0,005 et 0,001 7 L/s.m<sup>2</sup>. Dans la catégorie des membranes pare-air/pare-vapeur, il est possible d'atteindre des taux de perméabilité à l'air extrêmement bas, de l'ordre de 0,000 3 L/s.

#### VII.4 : PERMÉANCE ÉLEVÉE À LA VAPEUR D'EAU (LORSQUE POSÉ DU CÔTÉ FROID DE L'ISOLANT)

La perméance est la propriété d'un matériau de diffuser la vapeur d'eau plus ou moins facilement : sous une pression d'humidité donnée, plus la perméance du matériau est élevée, plus cette diffusion se trouve facilitée. On pourrait illustrer cette propriété dans les termes suivants : une perméance supérieure permet au matériau de « respirer » facilement sous une pression d'humidité. Pour leur classement, les matériaux sont évalués par un indice appelé « perméance à la vapeur d'eau » lors de tests de laboratoires privés ou gouvernementaux. À cet égard, la norme canadienne du CCMC fixe le taux minimal admissible à 170 ng/Pa.s.m<sup>2</sup> pour une membrane de revêtement externe, ce qui équivaut à 3 US perm (1 US perm = 57,21 ng/Pa.s.m<sup>2</sup>). Ce seuil est vraiment peu exigeant puisque les membranes pare-air courantes vendues en quincaillerie affichent des résultats de test variant entre 7 et 30 US perm.

Un système pare-air dont la barrière principale est du côté froid de la composition isolée devrait présenter une perméance élevée à la vapeur d'eau afin que l'humidité intérieure ayant pu traverser le pare-vapeur intérieur puisse s'évacuer rapidement à travers l'enveloppe et ainsi minimiser le risque de condensation dans les composants internes du mur isolé.

#### VII.5 : DURABILITÉ

Comme les matériaux du système d'étanchéité à l'air ne sont jamais apparents, qu'ils ne sont jamais exposés directement aux intempéries, ils sont assurés d'une durabilité prolongée s'ils sont recouverts dans les délais prescrits pendant le chantier. La durabilité du système d'étanchéité dans son entier est donc liée plutôt à la robustesse des éléments de liaison ou de scellement entre les différentes membranes pare-air qui composent le système : raccordement entre deux laizes de la même membrane, raccordement entre deux membranes de nature différente (jonctions murs-toit, murs-plancher, murs-ouvertures, murs-saillies, etc.). Comme la plupart de ces raccordements sont faits par adhésion ou par scellement, et que tout assemblage avec adhésion ou scellement sur le chantier exige une réelle méticulosité pour être fiable, c'est la jonction soignée des différents éléments de l'assemblage pare-air qui permettra d'obtenir la durabilité recherchée pour ce composant du bâtiment. À cette fin, les précautions suivantes sont incontournables : propreté des surfaces, assèchement complet des matériaux, température d'application contrôlée, compatibilité entre les matériaux et entre les produits, chevauchement adéquat entre les membranes assemblées, usage d'apprêt avant adhésion, pression d'application minimale, etc.

L'environnement auquel le pare-air n'est exposé que brièvement pendant la construction peut tout de même nuire à la durabilité de certains des matériaux qui le composent. Ces matériaux doivent être adéquatement protégés des intempéries, du rayonnement ultraviolet et des dommages mécaniques pendant la construction.

### ANNEXE VIII : PERMÉANCE À LA VAPEUR D'EAU

La mesure du débit de diffusion de la vapeur d'eau à travers un matériau de construction est appelée « perméance à la vapeur d'eau ». Plus cette perméance est faible, mieux le produit résiste au passage de la vapeur et plus il est jugé efficace comme pare-vapeur. L'unité de mesure courante de la perméance est le perm (US perm en Amérique du Nord) : 1 US perm équivaut à 57,2 ng/Pa.s.m<sup>2</sup>.

Les matériaux pare-vapeur disponibles sur le marché sont classifiés en type I, II ou III selon la valeur de perméance qui leur est attribuée par des tests normés, le type I offrant la meilleure performance pour contenir la vapeur d'eau :

- type I : moins de 15 ng/Pa.s.m<sup>2</sup> (0,26 US perm)
- type II : entre 15 et 60 ng/Pa.s.m<sup>2</sup> (0,26 – 1,05 US perm)
- type III : plus grand que 60 ng/Pa.s.m<sup>2</sup> et au plus 572 ng/Pa.s.m<sup>2</sup> (1,05 – 10 US perm)

Les exigences du Code de construction relatives aux matériaux pare-vapeur s'appliquent différemment selon la zone climatique, mais dans tous les cas, leur perméance doit être d'au plus 1,05 US perm (60 ng/Pa.s.m<sup>2</sup>), ce qui demande minimalement un produit de type II. Cette valeur n'est pas très contraignante, puisque de simples finis intérieurs de peinture alkyde sur un panneau de plâtre peuvent offrir une telle protection. À titre d'exemple, la pellicule de polyéthylène d'usage courant d'une épaisseur de 0,15 mm offre une perméance de 0,03 US perm (1,6 ng/Pa.s.m<sup>2</sup>), ce qui est de loin supérieur à la norme minimale et qui la classe comme type I. Dans l'annexe A, le chapitre Bâtiment du Code fournit un tableau avec les valeurs de perméance à la vapeur d'eau des matériaux de construction courants.

L'Office des normes générales du Canada (ONGC) autorise une certification des différents produits pare-vapeur vendus sur le marché selon les normes CGSB-51.33-M et CGSB-51.34-M, permettant ainsi à ces produits d'afficher un numéro d'homologation comme preuve de conformité au Code.

## ANNEXE IX : INFILTRATIONS DANS UN ENSEMBLE DE CONSTRUCTION

Les assemblages de construction sont naturellement conçus pour empêcher l'eau et la neige de pénétrer à l'intérieur des composants de l'enveloppe. Or, les précipitations qui sont poussées par de forts vents réussissent dans certains cas à traverser le revêtement extérieur. À cet égard, le chapitre Bâtiment du Code prévoit qu'il n'est pas nécessaire d'éliminer absolument toutes les accumulations ou d'empêcher à tout prix l'humidité de pénétrer dans un ensemble de construction : « La pluie poussée par le vent qui pénètre au travers du revêtement extérieur peut ne pas influencer la performance à long terme de l'ensemble de construction, à condition que l'humidité soit séchée ou évacuée avant qu'elle ne commence à détériorer les matériaux du bâtiment. » Un design qui permet un assèchement rapide des matériaux humides ou mouillés doit donc faire partie de la conception.

## ANNEXE X : MUR À ÉCRAN PARE-PLUIE

Le design de type « à protection dissimulée » est primitif et peu utilisé aujourd'hui, contrairement au design de type « à écran pare-pluie », beaucoup plus populaire. La distinction entre ces deux types de murs est expliquée dans la section A-9.27.2 du chapitre Bâtiment du Code. On y apprend (article A-9.27.20) que le type de mur « à écran pare-pluie » comporte trois variantes :

1. le mur à écran pare-pluie « de base », qui ne requiert pas de cavité à l'arrière;
2. le mur à écran pare-pluie « drainant », dont la cavité arrière se vide et est ventilée grâce à un matériau de support conçu à cette fin;
3. le mur à écran pare-pluie « ouvert », le plus courant. Il comporte une cavité de 10 à 19 mm de profondeur derrière le parement, ouverte et ventilée à l'air libre.

## ANNEXE XI : DEGRÉS-JOURS

L'évaluation du chauffage en « degrés-jours » (DJ) sous 18°C dans une région ou une ville donnée est une mesure de dépense énergétique annuelle correspondant au calcul suivant : la somme annuelle, pour chaque jour requérant du chauffage, du différentiel entre la température moyenne journalière et la température de référence de 18°C. L'annexe C du chapitre Bâtiment du Code présente un tableau complet de ces données pour les principales localités du Québec, dont les quatre villages suivants du Nunavik : Inukjuak, avec 9050 DJ, Kuujuaq, avec 8650 DJ, Kuujuarapik, avec 8250 DJ, et Puvirnituk, avec 9200 DJ.

## ANNEXE XII : AUTRES NORMES

D'autres normes d'efficacité énergétique, qui régissent notamment l'isolation des bâtiments, peuvent s'avérer tout aussi pertinentes pour le climat nordique : par exemple, le programme Novoclimat 2 du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) pour le volet « Maison et petit bâtiment multi-logement », le programme des maisons certifiées ENERGY STAR de Ressources naturelles Canada (RNCan) ou le programme de certification R-2000, également de RNCan. Comme leur application est facultative, ces normes ne sont pas présentées dans le guide. La documentation du MERN et de RNCan demeure toutefois une source de renseignements précieux, en particulier la publication de Novoclimat, qui contient de nombreux conseils pratiques et qui est abondamment illustrée.

## ANNEXE XIII : FENÊTRES ET PORTES HOMOLOGUÉES ENERGY STAR

Les fenêtres et les portes homologuées ENERGY STAR sont mises à l'essai et sont certifiées par un organisme indépendant agréé. Les produits sont homologués ENERGY STAR en fonction de leur valeur U (coefficient de transmission thermique global) ou de leur cote de rendement énergétique (RE), lesquelles sont supérieures aux exigences du Code de construction.

La carte XIII.I illustre la répartition des zones climatiques du Canada par code de couleur. Le Nunavik correspond à la zone D, qui est de 8000 degrés-jours et plus.

Suivent deux tableaux qui donnent les cotes de performance des fenêtres et des portes homologuées ENERGY STAR pour chacune des quatre zones climatiques déterminées pour le Canada. Le facteur U indiqué représente la mesure du taux de transfert thermique à travers l'élément. Une valeur U peu élevée est souhaitable, car elle indique une faible perte thermique en hiver et un faible gain thermique en été. La valeur U est l'inverse mathématique de la valeur de résistance thermique RSI, attribuée habituellement aux parois isolées. Quant au RE, il représente la mesure du rendement énergétique général de la fenêtre incorporant la perte de chaleur par transmission thermique, le gain solaire et la perte de chaleur par fuite d'air. Plus la cote de RE est élevée, meilleur est le rendement énergétique de la fenêtre en saison de chauffage.

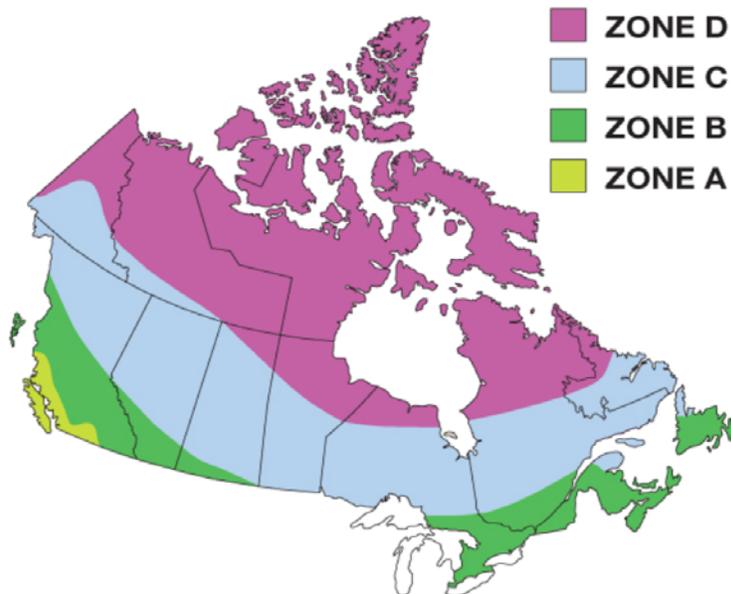


FIGURE XIII.I : ZONES CLIMATIQUES AU CANADA / SOURCE : RESSOURCES NATURELLES CANADA

FENÊTRES					
ZONE	Échelle de degrés-jours chauffage	Cheminement de conformité			
		Rendement énergétique (RE)	ou	Facteur U	
		RE minimum (sans unité) Facteur U maximum 2,00 W/m <sup>2</sup> •K (0,35 Btu/h•pi <sup>2</sup> •°F)		Facteur U maximum W/m <sup>2</sup> •K (Btu/h•pi <sup>2</sup> •°F)	RE minimum (sans unité)
<b>A</b>	< = 3500	21	ou	1,80 (0,32)	13
<b>B</b>	> 3500 to < = 5500	25	ou	1,60 (0,28)	17
<b>C</b>	> 5500 to < = 8000	29	ou	1,40 (0,25)	21
<b>D</b>	> 8000	34	ou	1,20 (0,21)	25

TABEAU XIII.1 : CHEMINEMENT DE CONFORMITÉ DES FENÊTRES ENERGY STAR

PORTES					
ZONE	Échelle de degrés-jours chauffage	Cheminement de conformité			
		Rendement énergétique (RE)	ou	Facteur U	
		RE minimum (sans unité) Facteur U maximum 2,00 W/m <sup>2</sup> •K (0,35 Btu/h•pi <sup>2</sup> •°F)		Facteur U maximum W/m <sup>2</sup> •K (Btu/h•pi <sup>2</sup> •°F)	RE minimum (sans unité)
<b>A</b>	< = 3500	21	ou	1,80 (0,32)	s/o
<b>B</b>	> 3500 to < = 5500	25	ou	1,60 (0,28)	s/o
<b>C</b>	> 5500 to < = 8000	29	ou	1,40 (0,25)	s/o
<b>D</b>	> 8000	34	ou	1,20 (0,21)	s/o

TABEAU XIII.2 : CHEMINEMENT DE CONFORMITÉ DES PORTES ENERGY STAR

## ANNEXE XIV : INFILTROMÉTRIE

### XIV.1 : TEST D'INFILTROMÉTRIE

Le test d'infiltrométrie doit être réalisé par un spécialiste dans ce domaine, indépendant de lien contractuel avec les intervenants du projet. Ce spécialiste devra tout d'abord fermer toutes les ouvertures sur l'extérieur (fenêtres, portes, trappes de ventilation, drain de plomberie, etc.) et vérifier que les portes intérieures sont ouvertes afin de permettre la libre circulation de l'air. Par la suite, un infiltromètre est installé dans la porte d'entrée. Cet appareil est muni d'une toile en nylon étanche fixée dans l'ouverture de la porte à l'aide d'un cadre ajustable aux dimensions de la porte et d'un ventilateur. L'appareil mesure la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur et établit la quantité d'air qui s'infiltré dans le bâtiment.

Par la suite, l'opérateur procède à une recherche de fuite pour trouver les endroits où des modifications doivent être apportées afin d'améliorer l'étanchéité à l'air du bâtiment. Ces modifications pourront être faites sans que cela coûte trop cher, puisque l'enveloppe est encore accessible par l'intérieur. Pour ce faire, on utilise une fumée artificielle qui trace le passage des infiltrations, un anémomètre qui détecte le déplacement de l'air aux endroits où l'air s'infiltré ou encore la thermographie infrarouge qui permet de visualiser les endroits qui sont refroidis par les infiltrations.

Il est recommandé de faire un autre test d'infiltrométrie après les travaux afin d'établir le taux d'infiltration d'air dans le bâtiment lors de sa livraison. Dans une construction neuve, les résultats devraient s'approcher des valeurs recommandées par le programme d'efficacité énergétique Novoclimat 2, qui sont établies dans le tableau XIV.1 ci-dessous.

FUITES D'AIR MAXIMALES ADMISSIBLES <sup>6</sup>					
Type de bâtiment	CAH à 50 Pa	SFN à 10 Pa		TFN à 50 Pa	
Détaché	1,5	0,75	1,08	0,57	0,11
Attendant <sup>7</sup> (ex.: jumelé, en rangée)	2,0	1,18	1,70	0,78	0,15

TABLEAU XIV.1 : FUITES D'AIR MAXIMALES ADMISSIBLES, TABLEAU 2.2.2.1 TIRÉ DE LA PAGE 19 DU PROTOCOLE NOVOCLIMAT 2

Un rapport des résultats obtenus sur l'étanchéité à l'air du bâtiment devra ensuite être remis au représentant du propriétaire et devra minimalement traiter des sujets suivants :

- les conditions générales du bâtiment et du test;
- les murs extérieurs;
- le comble;
- les portes;
- les fenêtres;
- l'étanchéité;
- les recommandations.

6. L'étanchéité à l'air du bâtiment est mesurée par un test d'infiltrométrie exécuté selon la norme CAN/CGSB2-149, 10-M86 « Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation par ventilateur ».

7. S'applique uniquement aux bâtiments séparés en plus d'une zone par une ou plusieurs parois mitoyennes et faisant l'objet de tests d'infiltrométrie distincts pour chacune de ces zones.

## XIV.2 : ANALYSE THERMOGRAPHIQUE

L'enveloppe des édifices, c'est-à-dire le plancher (exposé à l'air extérieur comme dans les édifices surélevés sur pieux ou sur vérins ajustables généralement construits en milieu nordique), les murs et la toiture devraient être soumis à une analyse thermographique, afin d'observer les écarts de comportement thermique présents et de déceler toute anomalie. Cette analyse devrait être faite simultanément sur les parois extérieures et intérieures de l'enveloppe de l'édifice.

L'analyse thermographique devrait idéalement comporter à la fois les volets qualitatif et quantitatif, le premier servant à recueillir des renseignements sur les composants de l'enveloppe ayant des comportements thermiques imprévus ou anormaux, le second servant à examiner les mesures du rayonnement infrarouge et à évaluer les comportements thermiques déficients causés par des profils défectueux.

Pour les bâtiments préfabriqués et totalement assemblés en usine, il est recommandé de faire le plus de tests possible sur place pour mesurer l'isolation et l'étanchéité à l'air. Le constructeur peut ainsi apporter les modifications qui s'imposent sans les retards et les frais supplémentaires à déboursier (acheminement de matériaux et transport et hébergement de main-d'œuvre spécialisée) pour procéder aux travaux sur le site. Étant donné que les mesures temporaires de conditionnement utilisées ne sont pas représentatives des conditions climatiques réelles au Nunavik et de l'occupation ou de l'exploitation réelle de l'édifice, l'analyse devrait porter sur le seul volet qualitatif. Une autre possibilité pour les bâtiments préfabriqués est d'installer les éléments de finition intérieure après l'analyse thermographique sur le site. Le constructeur peut ainsi apporter les modifications requises avant de fermer les murs intérieurs.

Pour les bâtiments construits directement au Nunavik et pour les bâtiments préfabriqués en panneaux, mais assemblés au Nunavik, l'analyse thermographique sera faite sur le site, dès que les conditions propices à sa réalisation seront réunies. Les quantités minimales de matériaux de remplacement initialement prévues dans le contrat de construction (voir la section 3.2.4, Remplacement des matériaux et des produits) pourront servir à la réalisation immédiate des travaux de réfection requis, le matériel pouvant être renouvelé lors de l'approvisionnement annuel.

Le gestionnaire de contrats n'aura qu'à déduire les frais pour l'utilisation de ces matériaux de remplacement des paiements dus à l'entreprise qui exécute les travaux. Ici aussi, l'analyse devrait se concentrer sur le volet qualitatif, bien que le volet quantitatif puisse fournir des informations intéressantes sur la performance réelle de l'installation et permettre la compilation de statistiques pour les suivis futurs, lesquelles représentent des données cruciales en cas de réclamation à l'entreprise qui exécute les travaux.

En plus de constituer un précieux outil d'aide à la décision pour les gestionnaires de contrats de construction lors du paiement des travaux, la production d'un rapport d'analyse thermographique ou d'infiltrométrie garantit leur qualité d'exécution et les performances prévues pour l'ensemble des composants de l'enveloppe. Si la qualité d'exécution ou les performances sont inférieures à celles qui ont été prévues, le constructeur n'aura alors pas le choix d'apporter les mesures correctives qui s'imposent.



FIGURE XIV.1 : PHOTO INFRAROUGE D'UNE HABITATION PRISE EN HIVER. LE ROUGE REPRÉSENTE LES ÉLÉMENTS CHAUDS ET LE BLEU, LES FROIDS. / SOURCE : GOOGLE IMAGES

## ANNEXE XV : PROPOSITION DE RÉVISION

Nous invitons les personnes intéressées à participer à la révision du *Guide de bonnes pratiques* à soumettre leurs propositions de modification à l'aide du présent formulaire.

Veillez inscrire le numéro de la section concernée et le numéro de la page : \_\_\_\_\_

Décrivez brièvement la modification, l'ajout ou le retrait proposés : \_\_\_\_\_

Énoncez la raison pour laquelle vous faites cette proposition (expérience sur le terrain, apparition d'une nouvelle technologie, autres) : \_\_\_\_\_

Nom et occupation : \_\_\_\_\_

Organisme ou entreprise : \_\_\_\_\_

Téléphone et adresse de courrier électronique : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

Adresse postale : \_\_\_\_\_

**S'il vous plaît, faites parvenir votre proposition à l'adresse suivante :**

Service de la coordination, du développement  
et de l'expertise technique  
Direction de l'expertise-conseil et du soutien à l'industrie  
Société d'habitation du Québec  
Aile Saint-Amable  
1054, rue Louis-Alexandre-Taschereau, 3<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1R 5E7





**BÂTISSONS  
ENSEMBLE  
DU MIEUX-VIVRE**  
[www.habitation.gouv.qc.ca](http://www.habitation.gouv.qc.ca)

