

# V

# OTRE MAISON

Séries du nord 3

## MODÈLE DE COGÉNÉRATION DU SNOWSHOE INN, FORT PROVIDENCE

### Introduction et contexte

Les sources d'énergie primaire comme le mazout et le carburant diesel sont de moins en moins accessibles, plus coûteuses et surutilisées. La cogénération, aussi appelée la production combinée électricité-chaaleur, est un moyen d'économiser l'énergie en utilisant plus efficacement les sources d'énergie existantes.

Fort Providence est une communauté d'environ 1 000 résidents située sur la rive nord de la rivière MacKenzie, à 233 kilomètres par voie des airs au sud-ouest de Yellowknife, dans les Territoires du Nord-Ouest. Le projet de cogénération construit autour du Snowshoe Inn est l'un des premiers modèles élaborés pour le Nord. Le système âgé de 20 ans est toujours entièrement fonctionnel et fait appel à des composants simples. Le présent rapport porte sur l'installation initiale qui répondait aux besoins d'un motel comprenant 35 chambres et de 1 672 m<sup>2</sup> (18 000 pi ca), d'un restaurant de 743 m<sup>2</sup> (8 000 pi ca), d'un entrepôt de 557 m<sup>2</sup> (6 000 pi ca), d'une serre et de deux maisons privées. Depuis, d'autres



composants se sont ajoutés afin de servir des espaces additionnels.

Au moment de l'installation, une usine génératrice diesel-électrique indépendante, conçue comme un système total, devait réduire les coûts d'énergie d'au moins 50 % et se rentabiliser en quatre ou cinq ans (voir la section sur les économies de coûts). En bout de ligne, les économies d'énergie ont dépassé 50 % et le système s'est rentabilisé en moins de

deux ans. La théorie employée pour ce système demeure pertinente. Toutefois, de nombreux composants du système sont maintenant désuets et impossibles à remplacer. Mais l'expérience a démontré que le système pouvait être reproduit dans le Nord (Note 1).



AU COEUR DE L'HABITATION  
Canada

## Fonctionnement du système

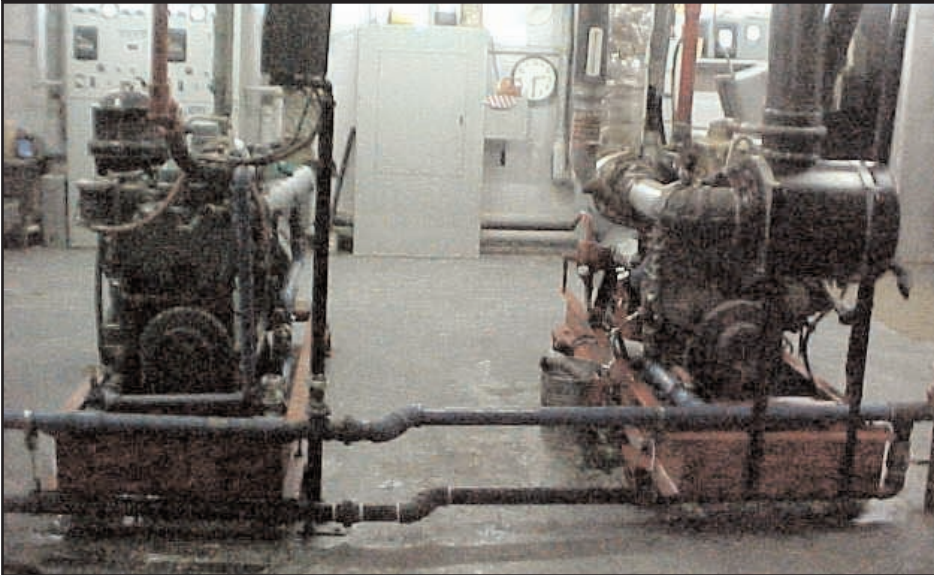
Ce système simple a été installé en 1973. En concevant lui-même le système au complet, Sieg Phillips, propriétaire du Snowshoe Inn Ltd, a réalisé d'importantes économies. La principale partie du système fournit de l'électricité par l'entremise de trois génératrices (dont les caractéristiques figurent dans la note 2). Les génératrices possèdent souvent une

température de fonctionnement optimale, ce qui nécessite la conception de mécanismes de refroidissement pour éliminer la chaleur résiduaire. La cogénération utilise cette chaleur résiduaire captée par l'eau de refroidissement et les gaz d'échappement des génératrices. Par conséquent, les génératrices accomplissent deux fonctions : la production d'électricité et de chaleur pour chauffer l'eau et l'intérieur des bâtiments.

L'énergie utilisée pour le fonctionnement des génératrices se répartit comme suit :

- conversion en électricité : 35 %
- diffusion sous forme de chaleur : 25 % (captée par le système de circulation de l'eau de refroidissement)
- diffusion sous forme de chaleur dans l'huile lubrifiante : 4 % (impossible à capter)
- diffusion sous forme de chaleur dans les gaz d'échappement : 36 %.

### Système de génératrices original — toujours en opération



Soixante-trois pour cent de la production de la génératrice est potentiellement perdue. Les systèmes de cogénération peuvent capter la plupart de cette énergie en réutilisant la chaleur résiduaire. Par conséquent, la quantité d'énergie captée en utilisant la chaleur résiduaire est supérieure à la quantité d'énergie consommée pour produire l'électricité, tout en permettant aux génératrices de fonctionner de manière optimale.

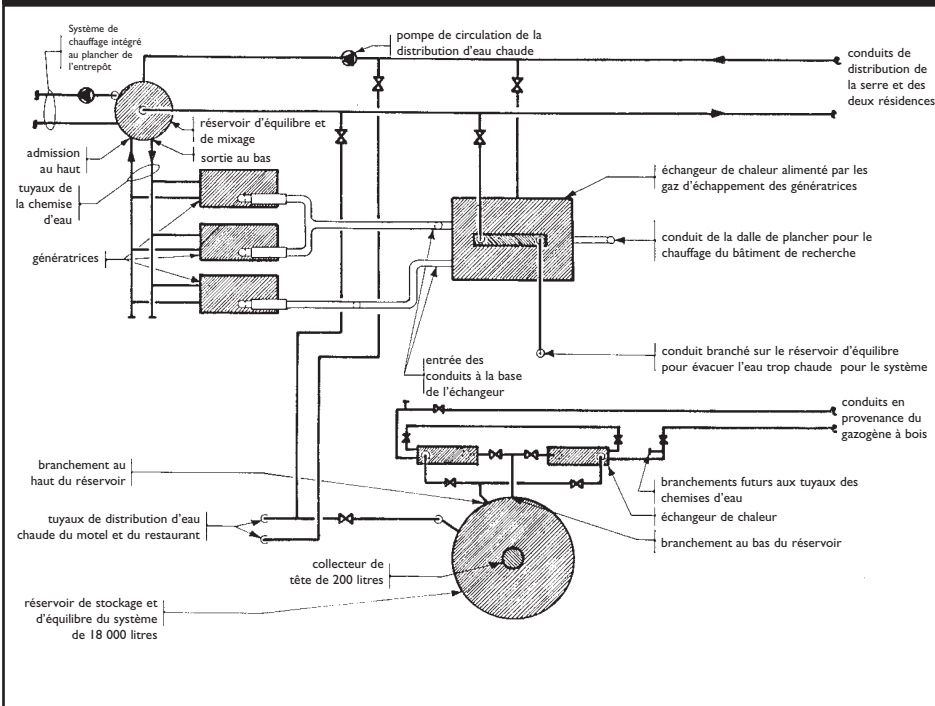
### Récupération de la chaleur résiduaire des gaz d'échappement

Les génératrices produisent des gaz d'échappement dont la température atteint 500 °C. Bien que la majeure partie de la chaleur soit récupérée par le système de circulation d'eau des génératrices (Figure 1), ces gaz chauds sont utilisés de trois façons. Premièrement, ils sont utilisés par la génératrice pour chauffer l'eau de circulation qui passe dans la chemise d'eau incorporée au collecteur d'échappement. En plus de réduire le risque d'incendie grâce au refroidissement du système — la majorité des incendies dans les usines génératrices sont causés par les gaz d'échappement chauds — ce transfert de chaleur à l'eau de circulation protège les génératrices du choc thermique froid. Deuxièmement, les gaz sont acheminés dans un tuyau jusqu'à l'échangeur de chaleur (une vieille

### Échangeur de chaleur (générateur-convertisseur de la biomasse en fonte)



**Figure 1 : Schéma des chemises d'eau et des systèmes de récupération de la chaleur produite par les gaz d'échappement des génératrices**



chaudière en fonte) où ils fournissent de la chaleur additionnelle pour le système de circulation d'eau. Troisièmement, l'échangeur de chaleur sert à chauffer l'un des bâtiments (voir la section sur le chauffage pour plus de détails).

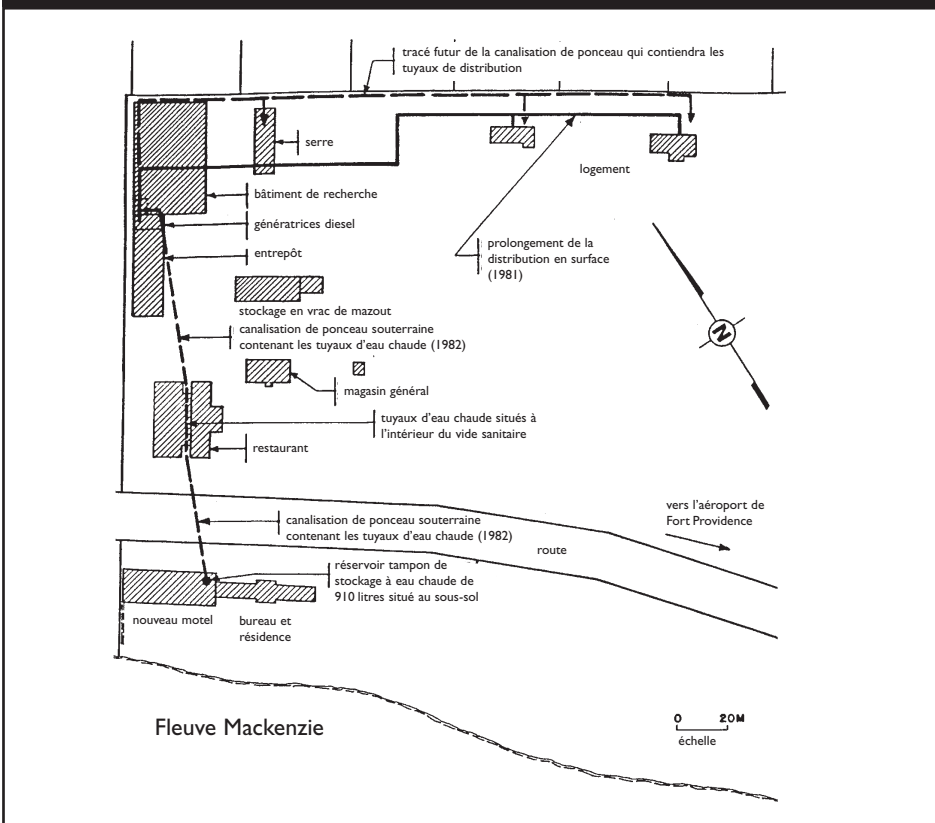
## Récupération de la chaleur résiduaire par un système de circulation d'eau

Les génératrices sont refroidies par l'eau qui circule dans leur chemise. Ce système de refroidissement contenant approximativement 21 400 litres (environ 7 500 gallons) d'eau fait partie d'un système de chauffage à circuit ouvert qui fonctionne à une pression de 75 kPa (11 lb/po<sup>2</sup>) maintenue par un collecteur de tête de 200 litres branché à la distribution d'eau froide afin de maintenir la capacité du système). Une pompe (Bell & Gossett, charge hydraulique de 4 l/s à 36 kPa, moteur de 1/2 HP) assure la circulation à l'intérieur du système. L'eau dont la température est de 80 °C quitte la chemise des génératrices et pénètre dans un réservoir tampon pour être mélangée à l'eau refroidie en provenance du système de chauffage. Cette opération abaisse la température de l'eau à environ 27 °C.

Des valeurs manuelles contrôlent la circulation de l'eau. En été, lorsque la demande de chauffage est faible, l'eau passe directement de ce réservoir au système de chauffage. Lorsque la demande de chauffage augmente, l'eau du réservoir tampon passe par un échangeur de chaleur dans lequel circulent les gaz d'échappement (une vieille chaudière en fonte). Les gaz d'échappement des génératrices (tel que décrit plus haut) fournissent de la chaleur additionnelle à cet endroit-ci. Un réservoir de stockage et d'équilibre de 18 000 litres (4 755 gallons) contient cette eau et garde le système à une température constante.

La majeure partie du système est manuelle et comprend des commandes simples : des soupapes, des thermomètres et des avertisseurs. Le

**Figure 2 : Système de distribution d'eau chaude amélioré du Snowshoe Inn**



système est vérifié au moins deux fois par jour et il peut être ajusté au besoin.

## Systeme de distribution

Le mode de transport de la chaleur jusqu'aux nombreux bâtiments alimentés par le système a évolué au fil

des ans. À l'origine, on a employé avec succès un réseau de distribution aérien sous coffrage jusqu'à ce qu'il devienne nécessaire de traverser une route. C'est à ce moment que l'on a tiré parti des conditions de sol uniques. À Fort Providence, le sol se compose d'un till d'une profondeur d'environ 5 1/2 m

(18 pi) qui repose sur 1,5 m (5 pi) d'argile. Comme la glace dans le sol est stable, il est possible d'aménager des sous-sols et des systèmes souterrains.

Bien que deux résidences soient reliées par des tuyaux de distribution en surface, le reste des bâtiments est branché à une canalisation de ponceau en acier de 1 000 mm de diamètre qui contient deux tuyaux d'eau chaude de polybutylène de 50 mm de diamètre (voir note 3). Ces tuyaux ne sont pas isolés et le système ne contient pas de glycol. Plutôt, un composé chimique maintient un pH de 8 à 10 et empêche la corrosion, en particulier là où des tuyaux d'acier sont utilisés pour chauffer des dalles de plancher en béton. De plus, l'eau chaude qui circule empêche le gel.

## Chauffage

Cette chaleur résiduaire produite par la génératrice réchauffe l'eau destinée au chauffage et à l'usage domestique pour six grands secteurs : cinq qui utilisent un système à base d'eau, et le sixième, l'entrepôt, qui utilise les gaz d'échappement.

## Entrepôt

L'entrepôt est chauffé directement par les gaz de combustion après leur passage dans l'échangeur de chaleur où ils réchauffent davantage l'eau du système d'eau qui sert les cinq autres secteurs. Au niveau de l'échangeur de chaleur, la température des gaz est d'environ 100 °C. L'échangeur alimente ensuite 13 conduits en acier noyés dans le plancher de l'entrepôt qui fournissent le chauffage de tout le bâtiment de 557 m<sup>2</sup> (6 000 pi ca). L'air chaud est circulé par un ventilateur aspirant à haut débit. La condensation produite par les gaz s'accumule dans un puisard où elle est périodiquement pompée.

## Motel

Le motel de 1 672 m<sup>2</sup> (18 000 pi ca) a été conçu pour utiliser une chaleur résiduaire peu élevée. Il a été construit avec une ossature d'acier et une dalle

Figure 3 : Chauffage du bâtiment de recherche à l'aide des gaz d'échappement

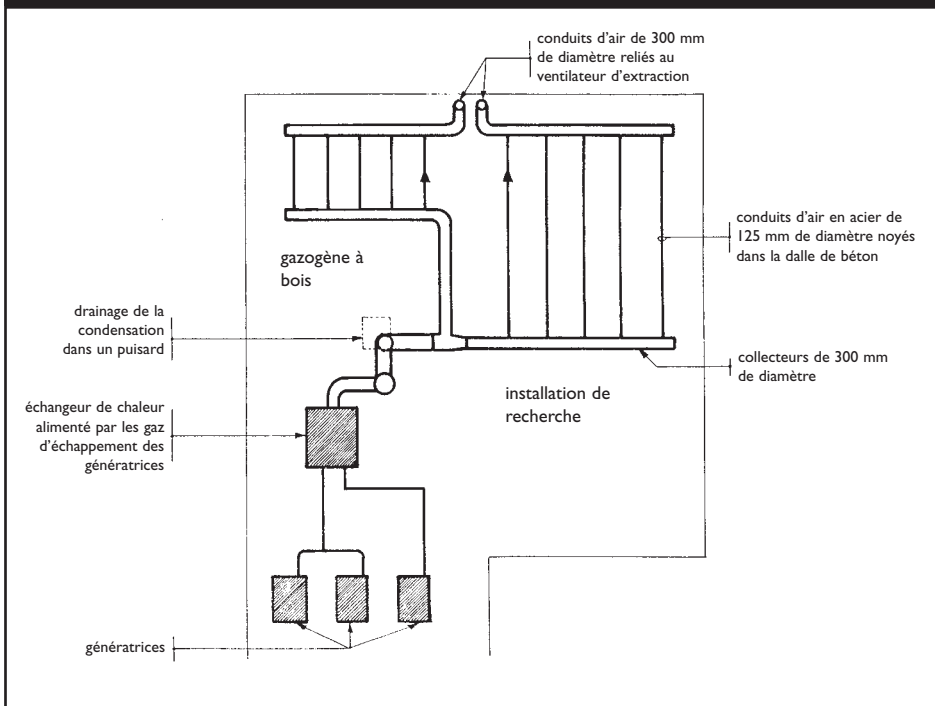
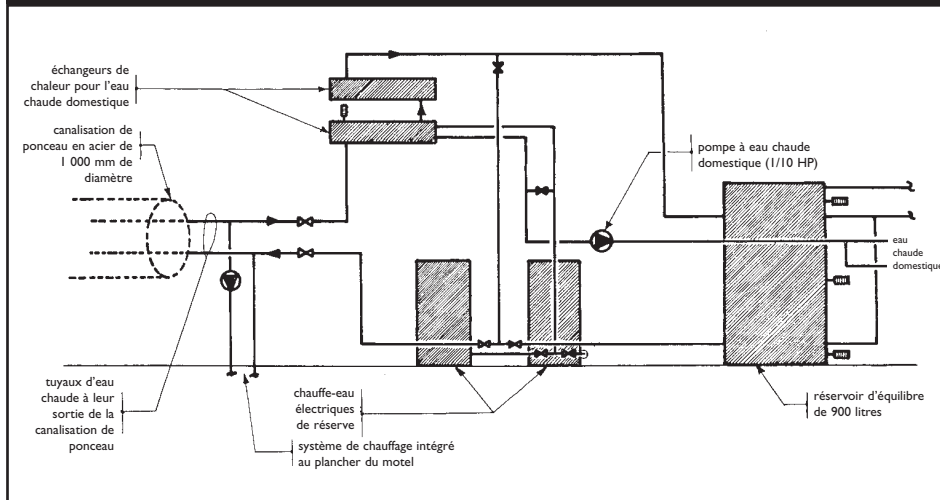


Photo extérieure de l'entrepôt chauffé par les gaz d'échappement chauds d'une génératrice.



**Figure 4 : Schéma du système de chauffage intégré au plancher et de la distribution d'eau chaude domestique du motel**



de plancher en béton, ce qui convient aux systèmes de chauffage à air pulsé et aux systèmes de chauffage intégrés à la dalle de plancher. Le motel est branché à des tuyaux de polybutylène de 50 mm (décrits dans la note 3) qui fournissent de l'eau chaude pour le système de chauffage de la dalle, les deux appareils d'air de compensation et les échangeurs d'air à l'eau chaude (avant de se prolonger jusqu'au bureau et à une résidence).

Le chauffage par la dalle se trouve au sous-sol seulement. Il fait appel à un circuit unique de tuyaux de polyéthylène de 25 mm de diamètre et de 1 875 m de long. La température de l'eau atteint 38 °C à l'entrée et 21 °C à la sortie. Cette installation porte à 15 °C la température dans les trois niveaux du motel. Chaque chambre est dotée de chauffage à plinthe électrique et d'un thermostat pour le réglage de la température.

À chacun des trois niveaux, de l'air chaud est pulsé afin de compenser l'air extrait par les ventilateurs de salle de bains et de maintenir une pression positive, ce qui réduit les infiltrations d'air incontrôlées.

L'eau chaude domestique utilise la plus grande partie de la production par la chaleur résiduaire. Deux échangeurs d'air portent la température de l'eau

chaude domestique à 38 °C. Deux chauffe-eau électriques de 4,5 kW produisent de l'eau chaude additionnelle en cas de besoin. Des tuyaux de cuivre non isolés distribuent cette eau aux chambres.

### **Bureau et résidence du motel**

À l'origine, le bureau et la résidence étaient chauffés par une chaudière au propane de 82 kW. Maintenant, un réservoir d'équilibre de 900 litres (238 gallons) situé dans le motel est branché à des tuyaux de cuivre reliés à la chaudière. Ce réservoir ne sert que de réserve en cas de fuite ou de défaillance de la pompe principale.

Le système de chauffage sous le plancher est composé de tuyaux de polybutylène de 15 mm de diamètre placés sur un plancher de bois, maintenus en place par de la broche à poulet et recouverts de 32 mm de béton ainsi que d'un revêtement de sol. Cinq circuits de 50 m de longueur chacun sont modulés par leur propre valeur de contrôle et leur propre thermostat.

### **Restaurant, bar-salon et boutique d'artisanat**

Ce complexe de 743 m<sup>2</sup> est l'aire où se déroule l'activité la plus intense. À

l'origine, il était chauffé par un système à air pulsé au propane. Compte tenu de l'eau chaude disponible, des serpentins de chauffage ont été installés dans les prises d'air de reprise des générateurs d'air chaud, et deux appareils d'air de compensation fournissent maintenant la chaleur distribuée par des registres placés dans le plancher et le plafond. Le ventilateur d'extraction du restaurant fournit de grandes quantités d'air de compensation. Toutefois, la circulation de l'eau l'empêche de geler même si le système ne contient pas de glycol. Le réservoir d'eau surélevé situé dans l'entrepôt maintient la pression, mais une pompe de réserve a aussi été prévue.

Le système ne fournit pas d'eau chaude pour le restaurant car il faut une température minimale de 15 °C pour nettoyer les ustensiles de cuisine. Des chauffe-eau électriques remplissent cette fonction.

### **Serre**

Cette installation n'est plus utilisée — Fort Providence avait ceci de particulier qu'on y exploitait jadis une serre et une installation d'élevage du chinchilla. Ce luxe était abordable à cause de la gratuité du chauffage mais aussi de la présence des ventilateurs d'extraction du système de chauffage qui éliminaient l'humidité excessive. La serre abrite maintenant un réservoir de stockage d'huile usagée de 64 000 litres (17 000 gallons) qui alimente la chaudière, ce qui se solde par des économies substantielles.

La construction est légèrement différente : des tuyaux d'alimentation de 38 mm branchés sur l'installation de chauffage sont reliés à des tuyaux d'acier de 25 mm disposés à entraxe de 450 mm sur un lit de gravier (de l'acier a été utilisé pour obtenir une meilleure protection contre les dommages). Deux pompes de circulation ont été installés (une en réserve) pour que l'eau passe de la serre à deux résidences.

De gauche à droite : Résidence, bureau et motel de 35 chambres dont le chauffage à l'eau chaude et l'eau chaude domestique sont produits au moyen du système de cogénération.



### Résidences familiales

Deux résidences familiales sont alimentées par un système en surface de tuyaux de polyéthylène de 25 mm enveloppés de fibre de verre et de polyéthylène et qui proviennent de la serre. Les maisons sont branchées sur quatre circuits de tuyaux de polyéthylène de 25 mm disposés en cercles; le circuit extérieur n'alimente que le périmètre des maisons afin de maintenir une température adéquate. Encore une fois, une pompe de réserve est prévue en cas de défaillance de la pompe principale.

Comme dans le cas du bureau et de l'autre résidence, ces maisons utilisent aussi le chauffage intégré au plancher pour obtenir une température intérieure de 15 °C qui peut être augmentée grâce aux plinthes chauffantes.

### Économies de coûts

Un rapport gouvernemental a été préparé, y compris une estimation des coûts-avantages du modèle (voir note 4), environ 10 ans après l'installation du système. Depuis, d'autres modifications

ont été apportées au système, dont l'ajout d'une deuxième chaudière qui brûle du bois ou l'huile usagée entreposée dans l'ancienne serre, ce qui continue de réduire les coûts.

En l'absence de chiffres détaillés, le rapport s'appuyait sur des économies de coûts estimatives. En 1982, on estime que le coût de l'énergie aurait atteint 1 63 000 \$ si tous les secteurs avaient été alimentés en électricité par une entreprise de service public. Le mazout domestique aurait coûté 20 000 \$ de plus (estimation). Par contraste, le coût annuel du mazout et de l'huile pour ce système de cogénération a été de 59 678 \$. Le coût en immobilisations pour l'installation du système de cogénération (génératrices, tuyauterie, système de distribution et main-d'oeuvre) a atteint approximativement 50 000 \$. Les économies ont dépassé 2 500 \$ par mois (et la hausse des prix du mazout et de l'électricité s'est traduite par une augmentation des économies). Par conséquent, le délai de récupération des systèmes de cogénération a été inférieur à deux ans — et les économies ont continué de s'accumuler au cours de ces 28 années.

## Remerciements :

L'information a été recueillie en 1999 par l'entremise de visites des emplacements avec Courtney Hurgott, gestionnaire de système, Fort Providence, et d'entrevues avec Sieg Phillips, créateur du système unique. Jeff Phillips (fils de Sieg) a aussi fourni son aide. Le rapport de 1982 mentionné dans la note 4 a servi de référence additionnelle; les quatre chiffres mentionnés dans le texte ont été tirés de ce document.

## Note 1 :

Dans un rapport préparé en 1982 par Ferguson, Simek, Clark Ltd. pour Northwest Territories Public Works et Énergie, Mines et Ressources Canada, on concluait ce qui suit :

*Nul doute que ce projet a remporté un succès retentissant. Les connaissances élevées en génie mécanique du gestionnaire du motel (Sieg Phillips) lui ont permis de concevoir et de diriger l'installation complète des génératrices et du système de distribution. Il a aussi consacré un nombre incalculable d'heures à l'entretien et à la résolution des nombreux problèmes qui ont surgi au fil des ans.*

*À la lumière de tous ces facteurs, on peut certainement envisager l'aménagement d'un complexe semblable pour générer de l'électricité et utiliser la chaleur résiduaire dans un certain nombre de bâtiments dans les communautés où il existe des connaissances et un dévouement semblables.*

Nous avons relevé des travaux semblables à Fort McPherson et à Arviat.

Les autres articles connexes comprennent « District Heat Generates Power, Wealth in Remote Community » (Grassy Narrows, exemple dans le nord de l'Ontario) publié dans « Frostline » en 1997, ainsi que des travaux

approfondis à Oujé-Bougoumou, au Québec.

## Note 2 :

Ces génératrices ne sont plus fabriquées ni économiques à utiliser. Des appareils semblables peuvent être localisés. Voici une description des génératrices toujours en place à Fort Providence :

- N° 1 Génératrice Tamper, Canron Ltd : capacité de 75 kW, actionnée par un moteur diesel à aspiration naturelle de marque GM;
- N° 2 Génératrice Tamper, Canron Ltd : capacité de 100 kW, actionnée par un moteur diesel à aspiration naturelle de marque GM;
- N° 3 Brown Boveri : capacité de 175 kW, actionnée par un moteur diesel suralimenté de marque GM (installé plus tard à titre de réserve).

## Note 3 :

L'utilisation de tuyau de polybutylène est plus courante en Europe. Comme ce matériau présente un danger de propagation du feu, il ne devrait être employé que si la tuyauterie contient de l'eau sous pression. De plus, les tuyaux exposés à la lumière ultraviolette doivent être protégés avec du noir de carbone. Autrement, le tuyau a démontré qu'il possédait les qualités suivantes : excellente résistance aux produits chimiques; aucune vulnérabilité à la fissuration; facilité de raccordement et d'assemblage; friction et perte de débit faibles; résistance au choc hydraulique et aux dommages causés par le gel et la flexion.

## Note 4 :

La firme Ferguson, Simek, Clark Ltd. a préparé le document intitulé Fort Providence Waste Heat Recovery Report dans le cadre du Canada/Northwest Territories Conservation and Renewable Energy Demonstration Program pour le Northwest Territories Department of

Public Works et Énergie, Mines et Ressources Canada. Le document semble avoir été terminé en 1982.

Pour en savoir davantage sur les feuillets *Votre maison* et sur notre vaste gamme de produits d'information, visitez notre site Web à l'adresse **www.cmhc-schl.gc.ca**

ou communiquez avec :

Votre bureau local de la SCHL

ou la :

Société canadienne d'hypothèques et de logement

700, chemin de Montréal

Ottawa (Ontario) K1A 0P7

Téléphone : 1 800 668-2642

Télécopieur: 1 800 245-9274

---

©2001, Société canadienne d'hypothèques  
et de logement  
Imprimé au Canada  
Réalisation : SCHL

02-01

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La SCHL se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.