



DEVON



OTTAWA



VARENNES

**UTILISATION DES GÉNÉRATRICES
D'URGENCE EN COMPAGNONNAGE
AU QUÉBEC**



C E T C CANMET ENERGY TECHNOLOGY CENTRE

**CLEAN ENERGY TECHNOLOGIES
TECHNIQUES D'ÉNERGIE ÉCOLOGIQUE**

C T E C CENTRE DE LA TECHNOLOGIE DE L'ÉNERGIE DE CANMET



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada

UTILISATION DES GÉNÉRATRICES D'URGENCE EN COMPAGNONNAGE AU QUÉBEC

Préparé par :

CIMA
Marc Cantin

Présenté à :

Chad Abbey
Centre de la technologie
de l'énergie de CANMET - Varennes

CITATION

Cantin, Marc, Utilisation des génératrices d'urgence en compagnonnage, rapport de sous-traitant # CTEC-Varenes 2005-162 (TR), Centre de la technologie de l'énergie de CANMET-Varenes, Ressources naturelles Canada, Novembre 2005, pp.18.

AVIS

Le présent rapport est diffusé uniquement à titre documentaire. Il ne reflète pas nécessairement l'opinion du Gouvernement du Canada et ne constitue une recommandation à l'égard d'aucun produit commercial ni d'aucune personne. Ni le Gouvernement du Canada, ni ses ministres, agents, employés ou mandataires ne donnent de garantie à l'égard du présent rapport et n'assument aucune responsabilité liée à son utilisation.

ACKNOWLEDGMENT

L'aide financière pour ce projet de recherche collectif a été fournie en partie par le programme Technologie et innovation de Ressources naturelles Canada dans le cadre du plan du Canada pour contrer les changements climatiques.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DES MODES D'UTILISATION DES GÉNÉRATRICES	2
2.1 PUISSANCE « STANDBY »	2
2.2 PUISSANCE « PRIME »	2
2.3 PUISSANCE « CONTINUOUS »	3
3. MODE DE FONCTIONNEMENT	3
3.1 TRANSITION OUVERTE	3
3.2 TRANSITION FERMÉE.....	5
3.3 MISE EN PARALLÈLE AVEC LE RÉSEAU (COMPAGNONNAGE)	5
4. STATISTIQUE SUR LE BASSIN DES GÉNÉRATRICES D'URGENCE AU QUÉBEC	7
5. PROGRAMME DE COMPAGNONNAGE D'HYDRO-SHERBROOKE9	
6. IMPACT ENVIRONNEMENTAL.....	12
7. CONCLUSION.....	13

1. INTRODUCTION

Les réseaux électriques au Québec comme ailleurs sont sujets à des variations de puissance transitée ou consommée selon les caractéristiques des charges qu'ils alimentent. Au Québec, plus particulièrement, les réseaux électriques doivent composer avec des pointes occasionnelles, principalement l'hiver, causées par une grande utilisation de chauffage électrique. Afin de fournir l'énergie nécessaire en période de pointe et d'augmenter le facteur d'utilisation d'un réseau électrique en réduisant les variations de puissance (écrêtage de pointe), les génératrices d'urgence sont parfois utilisées.

Dans le cadre de son programme de Recherche et Développement ¹, le centre de la technologie de l'énergie de CANMET – Varennes, organisme du Ministère des Ressources Naturelles du Canada, a mandaté la firme CIMA+ pour préparer un rapport succinct sur l'utilisation des génératrices d'urgence en compagnonnage sur les réseaux électriques.

Le présent document se veut un résumé des expériences de la firme CIMA+, Société d'ingénierie, dans la réalisation de projets d'utilisation de génératrices d'urgence lors de pointes sur des réseaux publics et privés au Québec. Plus particulièrement, l'exemple d'Hydro-Sherbrooke, un redistributeur d'électricité situé à 90 km au sud-est de Montréal (province de Québec), sera utilisé afin de cerner les avantages et les contraintes liés à l'utilisation de ces génératrices.

Dans ce rapport, une description des différents modes d'utilisation des génératrices d'urgence sera d'abord présentée. Suivront, quelques statistiques sur le bassin des génératrices d'urgence au Québec. Une explication de la structure tarifaire québécoise de la fourniture d'électricité sera ensuite analysée afin de situer les avantages économiques liés à l'utilisation des génératrices d'urgence en période de pointe. Une section sera dédiée à l'impact environnemental qu'à l'utilisation de génératrices d'urgences au diesel.

1 : Site Web : http://ctec-varennes.nrcan.gc.ca/fr/er_re/inter_red.html

2. DESCRIPTION DES MODES D'UTILISATION DES GÉNÉRATRICES

Afin de cerner les avantages et contraintes liés à l'utilisation des génératrices d'urgence en écrêtage de pointe, il est nécessaire de connaître les différents modes d'utilisation.

Tout d'abord, les génératrices d'urgence au diesel peuvent posséder jusqu'à trois puissances spécifiées, soit une puissance « Standby », une puissance « Prime » et une puissance « Continuous ». Ces terminologies peuvent varier selon le fabricant.

2.1 PUISSANCE « STANDBY »

Les génératrices d'urgence ont toujours une puissance spécifiée « Standby ». Cette puissance spécifiée correspond à une utilisation des génératrices d'urgence pour alimenter des charges lors d'une période normale d'interruption du réseau. Aucune surcharge n'est possible. L'utilisation d'une génératrice en mode « Standby » nécessite une charge variable. À 80 % de sa puissance, la génératrice peut opérer sur une période de 200 heures par année, tandis qu'à 100 % de sa puissance, sa période d'utilisation par année est écourtée à 25 heures.

2.2 PUISSANCE « PRIME »

Les génératrices ayant une puissance spécifiée « Prime » sont conçues pour supporter soit une charge variable, soit une charge fixe. Selon le type de charge utilisé, la génératrice n'aura pas les mêmes caractéristiques. Avec une charge variable, la génératrice peut fonctionner sans limite de temps. La charge moyenne ne doit cependant pas excéder plus de 70 % de la puissance « Prime » de la génératrice. La génératrice peut maintenir une surcharge de 10 % de sa capacité maximale pendant une durée de 1 heure par période de 12 heures d'utilisation, sans excéder 25 heures par année. Avec une charge constante telle qu'une utilisation en écrêtage de pointe, une génératrice avec puissance « Prime » peut fonctionner jusqu'à 750 heures par année.

2.3 PUISSANCE « CONTINUOUS »

Les génératrices ayant une puissance spécifiée « Continuous » peuvent fournir une charge à 100 % de la capacité de la génératrice sans limite de temps. Ces génératrices sont généralement utilisées pour alimenter des réseaux éloignés où le réseau public d'électricité ne peut pas se rendre.

En résumé, une même génératrice d'urgence pourrait avoir une puissance spécifiée de :

- 1750 kW « Standby », 1600 kW « Prime » et 1450 kW « Continuous »

Au Québec, les génératrices au diesel utilisées pour des besoins d'urgence n'ont pas toutes une puissance spécifiée « Prime » et rare sont celles qui ont une puissance spécifiée « Continuous ».

3. MODE DE FONCTIONNEMENT

Pour permettre l'écrêtage de pointe, les génératrices d'urgence au diesel peuvent fonctionner de trois façons, soit en transition ouverte, en transition fermée et en parallèle sur le réseau.

3.1 TRANSITION OUVERTE

Les génératrices d'urgences présentement installées au Québec fonctionnent généralement en transition ouverte.

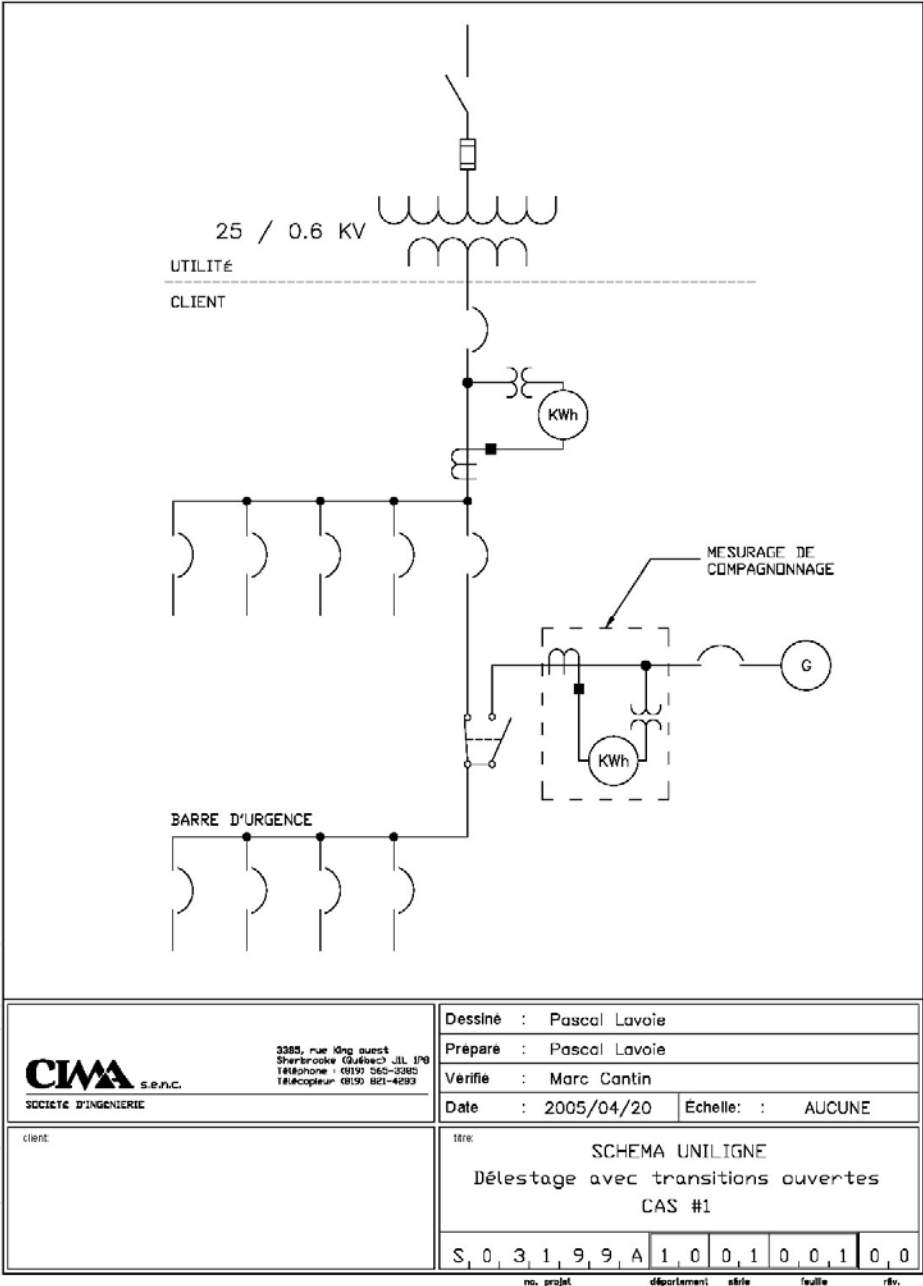
L'avantage de cette transition est que la génératrice n'est pas raccordée en parallèle avec le réseau de distribution électrique, donc ne nécessite pas de synchronisation.

Par contre, lors de la transition entre le réseau électrique et la génératrice d'urgence, il y a une brève interruption d'alimentation de la charge, ce qui peut causer des problèmes d'opération des charges.

L'utilisation de génératrices d'urgence en transition ouverte pour l'écrêtage de pointe soustrait la charge du client du réseau électrique. Cette charge ne correspond généralement pas à la pleine puissance de la génératrice.

Aucune protection spécifique n'est requise de la part de l'utilité pour ce type de configuration.

Le schéma qui suit représente un raccordement en transition ouverte.



3.2 TRANSITION FERMÉE

Les génératrices d'urgences fonctionnant en transition fermée sont mises en parallèle avec le réseau avant de transiter la charge, pour une durée d'au plus 100 msec. Bien que plusieurs technologies existent pour effectuer cette mise en parallèle momentanée, des disjoncteurs sont souvent utilisés. Une synchronisation avec le réseau est également nécessaire.

La principale différence par rapport à la transition ouverte est que la charge n'est pas perturbée, ne voyant aucune interruption de son alimentation.

Plusieurs fabricants d'armoire de commutation offrent ce type de technologie.

Tout comme en transition ouverte, cette configuration ne permet pas d'obtenir la pleine capacité de la génératrice d'urgence, cette dernière ayant généralement une capacité supérieure à la charge qu'elle alimente.

Généralement, la seule protection requise par l'utilité sera une minuterie qui empêchera la génératrice de demeurer en parallèle avec le réseau pour plus de 500 msec.

3.3 MISE EN PARALLÈLE AVEC LE RÉSEAU (COMPAGNONNAGE)

Une configuration en transition fermée, lorsque la transition est prolongée, permet un fonctionnement des génératrices d'urgence en parallèle avec le réseau de l'utilité.

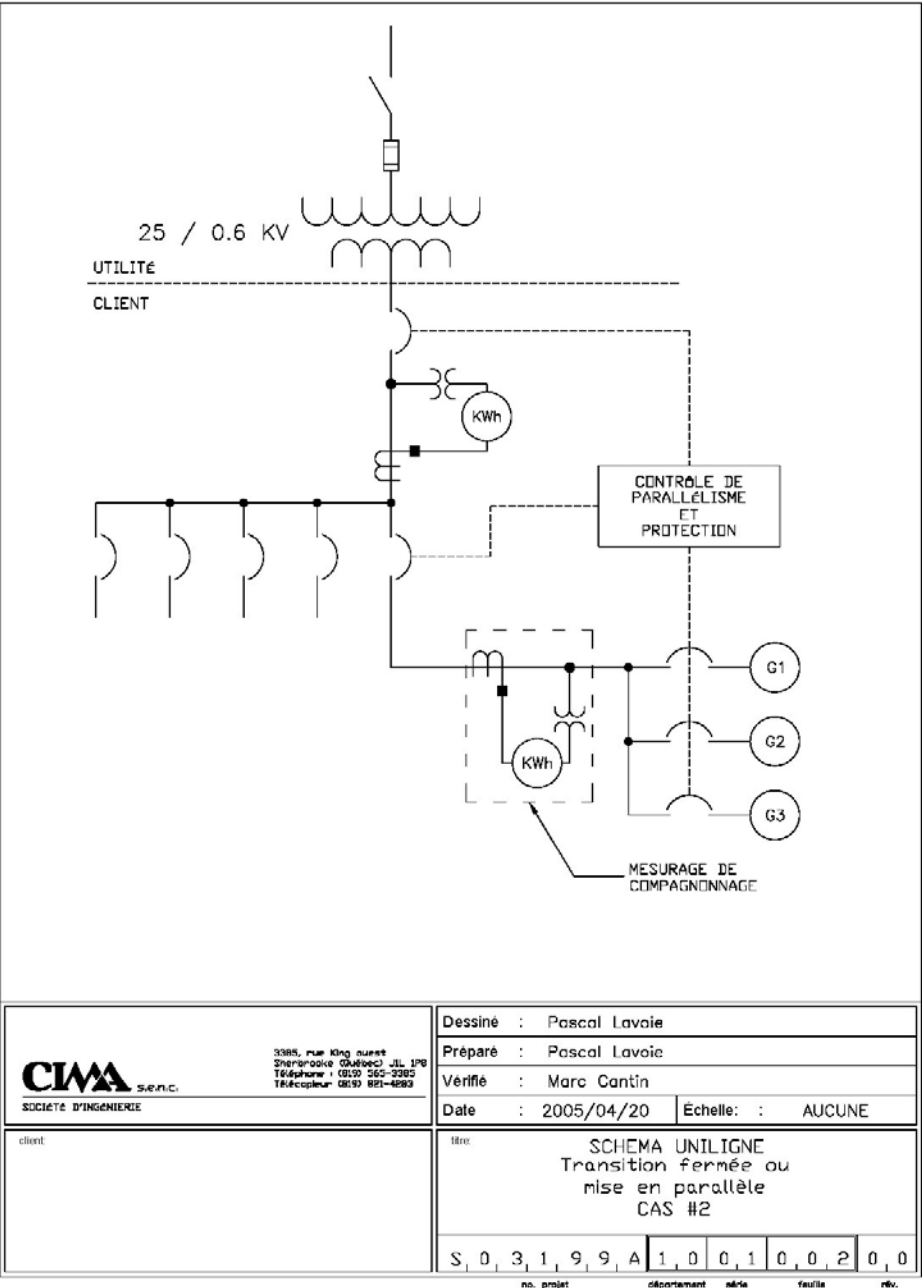
Le principal avantage de ce mode de fonctionnement est que la puissance de génération n'est pas limitée à la charge raccordée en mode urgence, la génératrice générant directement sur le réseau de l'utilité.

Comme pour la transition fermée, aucune perturbation n'est vue par la charge, celle-ci demeurant toujours alimentée.

Selon la configuration du réseau électrique, des protections d'ilotage seront requises afin d'éviter que la génératrice n'alimente l'utilité en cas de faute sur le réseau. En effet, au Québec, les utilités ne permettent pas aux génératrices d'urgence de s'iloter sur des charges autre que les charges normales d'urgence, principalement pour des raisons de sécurité du personnel ayant à travailler sur le réseau. Les protections les plus courantes sont des protections de sous-tension (27), de surtension (59) et de sous/surfréquence (810/U).

D'autres protections sont parfois utilisées, comme des protections directionnelles (67, 32) ou des protections de découplage de réseau (78) ².

Le schéma qui suit représente un raccordement en transition fermée ou en parallèle.



2 : Vector Jump Relaying : An economical solution for distributed generator islanding protection, by Arvind Chaudhary, Cooper Power Systems, 2005.

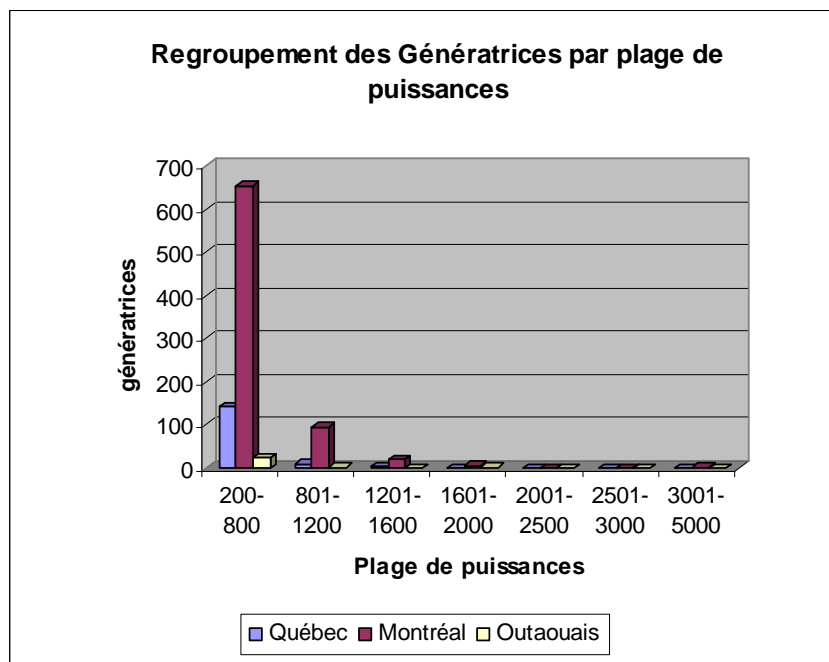
Une des contraintes principales en compagnonnage est le raccordement primaire du transformateur de puissance du client. Lorsque ce raccordement est en Delta, des surtensions sur le réseau peuvent survenir lors d'une faute à la terre et un îlotage devient difficile à détecter avec des protections de surintensité conventionnelles.

4. STATISTIQUE SUR LE BASSIN DES GÉNÉRATRICES D'URGENCE AU QUÉBEC

Le bassin des génératrices d'urgence au Québec a augmenté ces dernières années, principalement à la suite des inconvénients causés par la tempête de verglas qui a plongé le sud de la province dans le noir en janvier 1998.

Le bassin 2005 est présentement évalué à environ 1200 MW. Ces données ont été recueillies auprès des principaux fournisseurs de service après-vente des génératrices, soit Cummins, Hewitt et Génératrice Drummond. À titre de comparaison, la grande région de Toronto compte environ 4000 MW en génératrices d'urgence ³.

Le graphique suivant montre que la grande majorité des génératrices d'urgence de 200 kW et plus se situe dans la grande région de Montréal.



3 : Source : Enbridge inc.

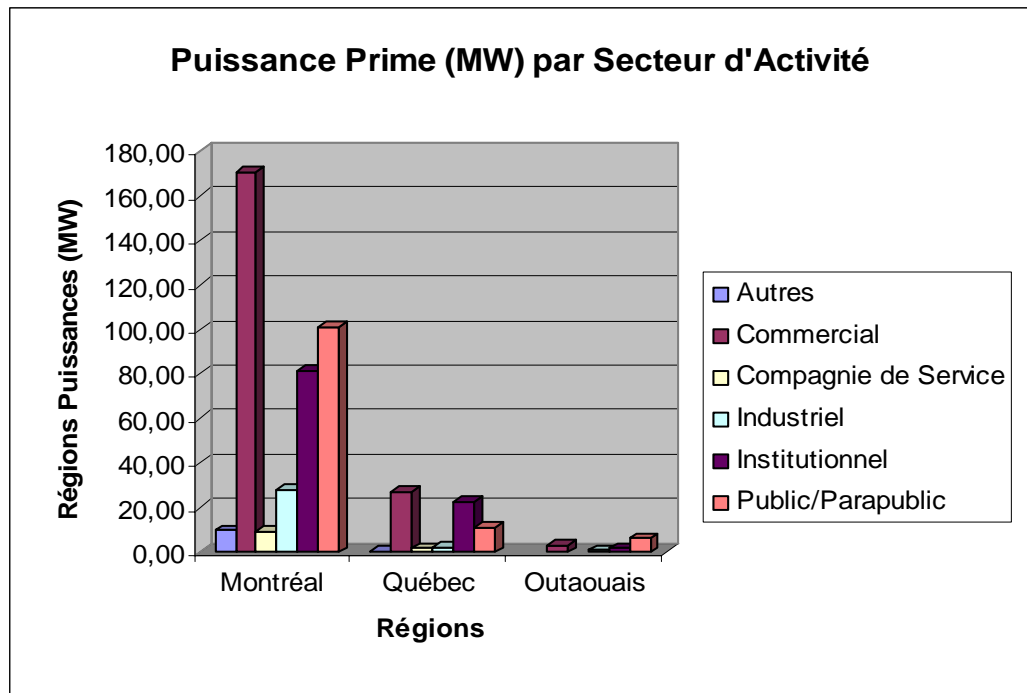
Le tableau suivant montre une évaluation de la puissance disponible en utilisant les génératrices d'urgence en parallèle avec le réseau électrique.

Seules les génératrices de 200 kW et plus, ayant une puissance spécifiée « Prime » ont été considérées.

Région	200-800	801-1200	1201+	MW Prime Disponible
Québec	145	10	5	70
Montréal	650	100	25	400
Outaouais	25	5	2	15
Nombre de génératrices	820	115	32	485

* Données extrapolées

Le graphique et le tableau suivants montrent la répartition des génératrices d'urgence en fonction du secteur d'activité de leur propriétaire.



Puissance Prime par Secteur d'Activité en (MW)							
	Autres	Commercial	Compagnie de Service	Industriel	Institutionnel	Public/Parapublic	Total
Montréal	10	170	10	30	80	100	400
Québec	1	30	2	2	22	12	70
Outaouais		4		2	2	7	15
Total	11	204	12	34	104	119	

* Valeurs extrapolées

5. PROGRAMME DE COMPAGNONNAGE D'HYDRO-SHERBROOKE

Les réseaux électriques sont soumis à des variations de charge selon la période de l'année, la journée et le moment de la journée à l'intérieur de cette même période. Ces variations de charge causent des pointes de puissance sur le réseau électrique. Les équipements électriques (lignes, câbles, transformateurs) doivent être dimensionnés en fonction de ces puissances maximales.

Le facteur d'utilisation (f.u.) d'un réseau est défini comme le rapport entre la puissance consommée (énergie) et la puissance maximale (pointe). Un faible facteur d'utilisation se traduit par une utilisation de la pleine capacité installée d'un réseau sur une faible période de temps seulement. La tarification en vigueur au Québec tient compte de cette pointe et un client ayant un faible facteur d'utilisation sera souvent pénalisé. L'utilisation des génératrices d'urgence est un moyen parmi d'autres d'augmenter le facteur d'utilisation.

Hydro-Sherbrooke⁴ est un réseau d'électricité municipal situé à 90 km au sud-est de Montréal. Il distribue l'électricité sur un territoire de 492 km² à 72 106 clients répartis dans les municipalités d'Ascot Corner, Canton d Hatley, Canton de Magog, Canton d'Orford, Canton de Racine, Canton de Westbury, North Hatley, Saint-Denis-de-Brompton, Waterville ainsi que la nouvelle Ville de Sherbrooke.

4 : Site Web d'Hydro-Sherbrooke : <http://ville.sherbrooke.qc.ca/fr/citoyens/shs/shs.html>
Rapport annuel 2004

Ce réseau est alimenté à 120 kV par Hydro-Québec. Trois (3) postes de transformation, soit les postes Saint-François, Orford et Galt abaissent la tension à 25 kV, tension de distribution principale. Certaines anciennes sections du réseau sont encore à 12.47 kV et à 4.16 kV. L'électricité est ensuite acheminée à travers les quarante-et-une (41) artères principales à 25 kV, les 1232 km de lignes ainsi que les quelque 9 979 transformateurs de distribution.

Hydro-Sherbrooke est un client « tarif L »⁵ d'Hydro-Québec. Sa charge moyenne est de 210 MW l'été et de 400 MW l'hiver, avec des pointes à 445 MW. Mis à part ses huit (8) centrales hydroélectriques sur son territoire (20 MW), Hydro-Sherbrooke achète toute son électricité d'Hydro-Québec (95 %). Le « tarif L » impose, de façon simplifiée, de fixer une puissance consommée maximale, appelée puissance souscrite. La facturation est ensuite basée sur l'énergie consommée (MWh) et sur la puissance maximale appelée (MW). Les mois d'hiver, un dépassement de la puissance souscrite de plus de 10 % cause de coûteuses pénalités.

Le programme d'utilisation des génératrices d'urgence existe à Sherbrooke depuis une dizaine d'années. Il permet aux participants de réduire leurs coûts de maintenance en bénéficiant d'une compensation financière proportionnelle à la quantité d'énergie fournie par la génératrice, tout en améliorant la fiabilité de leur alimentation électrique d'urgence.

Plusieurs entreprises, institutions et installations municipales participent à ce programme. À ce jour, vingt-deux (22) clients, incluant vingt-cinq (25) génératrices d'urgence, participent à ce programme pour une puissance totale de 5.6 MW. Lors d'une période de pointe, Hydro-Sherbrooke commande à distance le démarrage des génératrices d'urgence des participants. Une redevance est attribuée à la quantité d'énergie fournie par les groupes électrogènes qui couvrent, entre autre, l'achat de carburant pour faire fonctionner la génératrice. Une compensation initiale est également prévue lors de l'adhésion du client au programme de compagnonnage. Cette compensation permet de défrayer les coûts liés à l'ajout des équipements de protection et de synchronisation supplémentaires. En 2005, la redevance à la consommation est de 25,86 ¢/kWh généré, mais s'ajoute également l'économie réalisée par la consommation moindre au point de livraison (en moyenne de 3 ¢/kWh selon le tarif). La redevance initiale à la participation au

5 : Tarifs d'Hydro-Québec : <http://www.hydroquebec.com/publications/fr/tarifs/index.html>

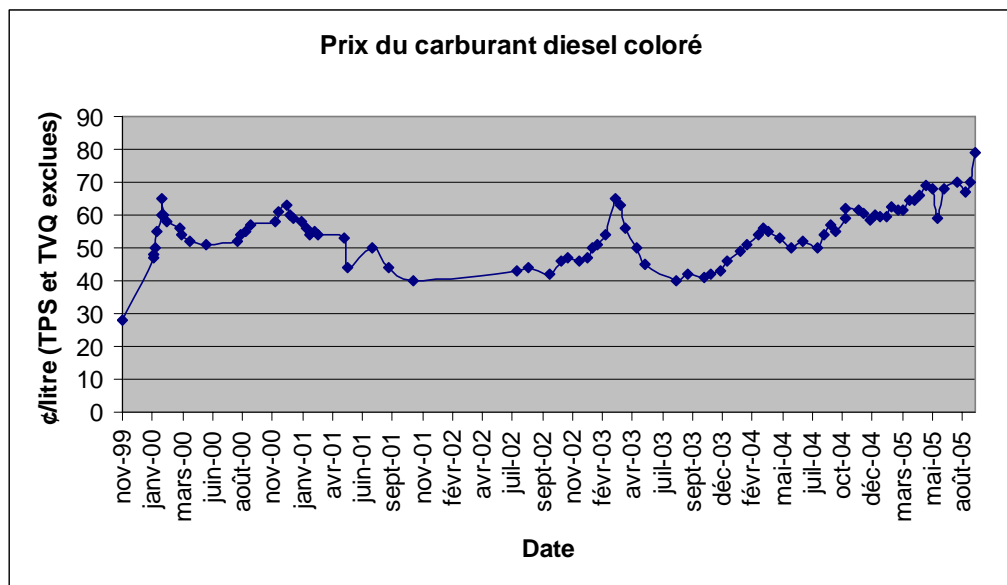
programme varie entre 13,70 \$/kW à 25 \$/kW pour des génératrice de 100 kW à 1500 kW (tarif établi de façon linéaire).

En période de pointes, le service d'Hydro-Sherbrooke fait démarrer automatiquement et à distance les génératrices des adhérents au programme. Ceci permet au service de diminuer les coûts associés aux pointes d'appels de puissance et ainsi réduire sa facture énergétique. En 2004, ce programme a permis de réaliser des économies nettes de l'ordre de 297 280 \$, montant qui est près de 50 % plus élevé que le résultat de 2003.

En période de délestage, particulièrement en hiver, il est important de signaler la contribution de l'ensemble des services municipaux : biénergie, délestage à distance, usage des génératrices d'urgence et gestion énergétique des édifices municipaux.

Annuellement, Hydro-Sherbrooke utilise ce programme de compagnonnage entre 150 et 200 heures.

En 2005, le coût estimé du diesel consommé est de 65,6 ¢/l. La consommation horaire des génératrices varie selon la puissance de celles-ci. (de 60 à 300 l/h). En moyenne, le coût au kWh est de 18 ¢.



6. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Il y a une grande variété de type de génératrices ayant des caractéristiques d'émission différentes. Les génératrices au diesel ont un impact environnemental qu'il faut considérer.

L'utilisation de génératrices au diesel, pour un besoin d'urgence, varie entre 20 et 50 heures par année, selon le nombre de pannes du réseau. Pour des fins de maintenance, les fabricants recommandent de faire fonctionner les génératrices de façon hebdomadaire. L'utilisation de celles-ci en mode compagnonnage remplace souvent la période de fonctionnement pour fins de maintenance. De plus, beaucoup d'installations au Québec sont raccordées en transition ouverte. Les essais des génératrices sont souvent effectués sans charge, pour ne pas affecter les opérations normales. Les génératrices fonctionnant sans charge sont très peu efficaces et donc plus polluantes. Un fonctionnement sous charge permet donc une meilleure efficacité des génératrices.

Il n'y a aucun standard servant de point de repère à des normes environnementales. C'est pourquoi il est difficile de déterminer avec exactitude l'impact qu'a l'utilisation des génératrices diesel. Cependant, une utilisation entre 100 et 150 heures par an pour des besoins de gestion de la pointe n'augmente pas de façon significative l'impact environnemental, comparativement à une utilisation pour fins d'urgence et de maintenance seulement.

Dans les régions où la concentration des génératrices d'urgence utilisées en gestion de la pointe est élevée, il serait par contre important d'effectuer une étude plus approfondie sur l'impact environnemental, puisque ces groupes fonctionneront tous en même temps (en pointe), contrairement aux périodes de maintenance qui sont différentes d'un endroit à l'autre.

Plus de détails peuvent être trouvés dans le document « The Impact of Air Quality Regulations on Distributed Generation », NREL⁶/SR-200-31772, Octobre 2002.

6 : NREL : National Renewable Energy Laboratory

7. CONCLUSION

L'utilisation des génératrices d'urgence au diesel au Québec est encore à ses débuts. Les technologies ont considérablement évoluées ces dernières années et l'utilisation des génératrices pour la gestion de la pointe est fiable et peu coûteuse. Les coûts reliés à l'achat et à l'installation d'un groupe électrogène d'urgence sont élevés et toutes les économies possibles doivent être envisagées.

Le programme de compagnonnage d'Hydro-Sherbrooke se veut gagnant-gagnant, c'est-à-dire, qu'il permet aux propriétaires d'optimiser leur utilisation des génératrices d'urgence et à l'utilité d'améliorer son facteur d'utilisation.

Les tarifs d'électricité au Québec font en sorte que l'utilisation des génératrices diesel pour vendre de l'électricité ne connaîtra pas de croissance majeure, mais une utilisation en période de pointe peut s'avérer économique.

Lors de l'élaboration d'un projet de gestion de la pointe en utilisant des génératrices d'urgence au diesel, tous les aspects doivent être considérés, qu'ils soient économiques ou environnementaux.

