

Étude énergétique appliquée pour aider les pourvoiries à choisir leur système d'énergie renouvelable

Martin Bourbonnais – Titulaire de la chaire

Patrick Déry, Yves Nadeau et Catherine Dufour-Rannou - Professionnels et techniciens de recherche

CHAIRE TERRE
Chaire de recherche industrielle
en Technologies des énergies
renouvelables et du rendement
énergétique



PROBLÉMATIQUE

- Le Québec compte plus de 600 pourvoiries actives;
- Sur ces sites isolés, les besoins en électricité, chaleur, transport et nourriture reposent sur la consommation de carburants fossiles;
- Le désir de réduire leur dépendance aux carburants fossiles est motivé par les gains économiques.

OBJECTIF

Réaliser une analyse technique d'efficacité et d'approvisionnement renouvelables pour guider les clients dans leur choix.

MÉTHODOLOGIE

- Prise de relevés, partage d'informations et consignation des installations énergétiques (figure 1A);
- Mise en place du mesurage automatisé de la consommation électrique du site avec accès à distance (figure 1B);
- Rapport d'analyse énergétique des pourvoiries.

- Étude préliminaire d'efficacité énergétique (EPEE) :
 - Impacts de sous-utilisation d'une génératrice;
 - Analyse thermique des installations (figure 1E);
- Profil de charge vs le taux d'occupation (figure 1C);
- La comparaison des options : Simulations (figure 1D);
- Résultats du système électrique utilisé et les meilleures options d'alimentation en énergies renouvelables proposées par des indicateurs clés (figure 2);
- Calcul des émissions des gaz à effet de serre (figure 3);
- Conclusions et recommandations pour le client (figure 4).

Par souci de confidentialité, les valeurs présentées sont génériques et ne sont associées à aucune pourvoirie en particulier;

FIGURE 1 : LES PRINCIPALES ÉTAPES DE L'ANALYSE ÉNERGÉTIQUE

Figure 1A : Outil Excel pour traiter les intrants des relevés et du mesurage

BÂTIMENT Ex: Chalet	Type de pièce Ex: Salle à manger, bureau	Équipements électriques Ex: Ampoules, appareils ménagers, outils	Caractéristiques du fabriquant												
			Quantité	AC	DC	Tension	Courant	Puissance à l'unité	Puissance totale	Temps utilisation journalier	Nombre de jour utilisation par année	Consommation journalière	Consommation hebdomadaire	Consommation annuelle	
						(V)	(A)	(W)	(h)	(j)	(a)	(kW*h/j)	(kW*h/s)	(kW*h/a)	
Dépanneur	Aire unique	Ampoule fluo compacte	6	1		120	23	138	5	7	214	0,69	4,83	251,16	
		Réfrigérateur	1	1		120	150	150	9	7	214	1,35	9,45	491,40	
		Système satellite	1	1		120	20	20	21	7	214	0,42	2,94	152,88	
		Ordinateur	1	1		120	100	100	9	7	214	0,9	6,3	327,60	
		Téléphone	1	1		120	10	10	21	7	214	0,21	1,47	76,44	
		Laveuse électrique	1	1		120	600	600	2	7	214	1,2	8,4	436,80	
		Sècheuse au propane	1	1		120	600	600	2	7	214	1,2	8,4	436,80	
ainsi de suite...															
		Totaux	12	7	0			1503	1618	69	49	1498	6,0	41,8	2173,1

FIGURE 1B: ENREGISTREMENT DU PROFIL DE CHARGE RÉEL



FIGURE 1C: VOTRE CONSOMMATION MENSUELLE ACTUELLE OU ANTICIPÉE

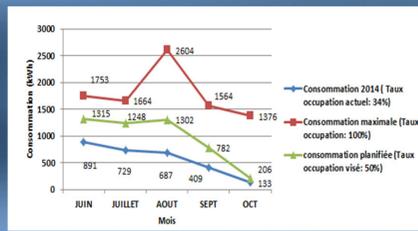


FIGURE 1D: MODÉLISATION DU RÉSEAU DANS HOMER ENERGY

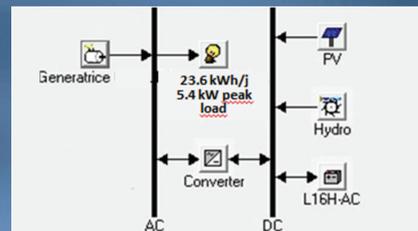


Figure 1E : Diagnostics par caméra infrarouge
 • Ponts thermiques et surchauffe d'un dortoir
 • Pertes thermiques par une fenêtre inefficace
 • Points chauds d'un boîtier de raccord de génératrices

RÉSULTATS

FIGURE 2 : SCÉNARIOS OPTIMAUX OBTENUS

Scénarios	Puissance solaire photovoltaïque (kW)	Puissance micro-hydro (kW)	Génératrice (kW)	Nombre de batteries L16H-AC	Onduleur actuel (kW)	Capital initial	Frais d'opération (\$/an)
Actuel (forcé)	0	0	10	24	4	17 300,00 \$	7 476,00 \$
Actuel (optimisé)	0	0	10	32	4	20 100,00 \$	4 136,00 \$
1	5	1,1	10	24	4	36 300,00 \$	1 624,00 \$
2	8	0	10	32	4	44 100,00 \$	1 476,00 \$
3	0	1,1	10	24	4	21 300,00 \$	3 101,00 \$

Scénarios	Coût actuel net total (sur 25 ans)	Coût de l'énergie (\$/kWh)	Fraction renouvelable	Volume diesel rouge (L)	Génératrice (heures)	Économie annuelle par rapport à l'actuel	PRI simple (ans)
Actuel (forcé)	147 478,00 \$	1,63 \$	0 %	4 679	3 012		
Actuel (optimisé)	92 116,00 \$	1,02 \$	0 %	2 498	1 326	3 340,00 \$	
1	64 587,00 \$	0,72 \$	82 %	790	504	5 852,00 \$	6,2
2	69 799,00 \$	0,77 \$	89 %	528	312	6 000,00 \$	7,4
3	75 291,00 \$	0,83 \$	29 %	1 842	1 130	4 375,00 \$	4,9

- L'ajout d'un contrôle automatisé (300\$) sur la génératrice (10kW) permet d'économiser 38 % des coûts totaux sur 25 ans;
- Scénario 3 : 1,1 Kw en micro-turbines, ayant la meilleure période de retour sur investissements (PRI);
- Scénario 2 : 8 kW de solaire conduit au meilleur taux de pénétration énergétique (TPE = 89 %)
- Scénario 1 : 5kW de solaire ajouté au scénario 3 permet de réduire de 6 fois le temps de fonctionnement actuel de la génératrice.

FIGURE 3 : BILAN DES GAZ À EFFET DE SERRE (GES) ET ESTIMATION DES RÉDUCTIONS PRÉVUES

Bilan des émissions de GES de la pourvoirie						
Exemple, par combustible, et par GES, pour l'année de référence 2014 (scénario actuel forcé)						
Sources d'émissions	Volume de combustible (litres)	CO ₂ , T. CO ₂ eq.	CH ₄ , T. CO ₂ eq.	N ₂ O, T. CO ₂ eq.	Total T. CO ₂ eq.	
Combustion du diesel (1-D)*	100	0,27	0,0005	0,0328	0,30	
Combustion de l'essence	3350	7,67	0,3075	0,0499	8,03	
Combustion du diesel (2-D)*	4900	12,94	0,0010	0,0452	12,99	
Combustion du propane	2236	3,38	0,0018	0,0720	3,45	
Combustion du bois	20 cordons**	4,05	1,3781	0,1288	5,56	
Total des émissions de GES, en comptabilisant le CO ₂ biogénique		28,31	1,689	0,3287	30,33	
Total des émissions de GES, sans comptabiliser le CO ₂ biogénique		24,26	1,6890	0,3287	26,28	

Modification de l'utilisation du diesel rouge (génératrice) à la Pourvoirie Exemple				
Scénarios	Utilisation projetée de carburant (L)	Total des émissions de GES, en comptabilisant le CO ₂ biogénique (T. CO ₂ eq.)	Total des émissions de GES, sans comptabiliser le CO ₂ biogénique (T. CO ₂ eq.)	Réduction annuelle potentielle de GES, P/R au scénario actuel
Scénario actuel (forcé)	4900	30,33	26,27	(T. CO ₂ eq.) %
Scénario actuel (optimisé)	2498	23,96	19,90	6,37 24
Scénario 1	790	19,43	15,38	10,90 41
Scénario 2	528	18,74	14,68	11,59 44
Scénario 3	1842	22,22	18,17	8,11 31

Les scénarios renouvelables permettent de réduire les émissions actuelles de 25 à 45 % annuellement, par rapport au scénario de référence.

FIGURE 4 : OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION

Le tableau suivant permet de résumer les résultats. Le code de couleur suivant est utilisé afin de qualifier chaque critère décisionnel. Rouge : désavantageux Orange : avantageux Vert : très avantageux

Scénarios	Coûts capitaux	Coûts sur 25 ans	Prix électricité	Intégration des énergies vertes	GES émis	PRI	Obtentions autorisations
Actuel (forcé)	Vert	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Actuel (optimisé)	Vert	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
1	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
2	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
3	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert

- La situation actuelle est la moins avantageuse;
- L'automatisation de la génératrice est simple et offre un bon rendement économique;
- L'ajout d'énergie hydrique nécessite une demande d'autorisation environnementale en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement.
- L'augmentation de la part solaire jumelée à une micro-turbine augmente la PRI;
- Le solaire permet de faire des bénéfices économiques et environnementaux importants;
- Une installation progressive, débutant par le solaire, permet de répartir les coûts d'investissement, de faire les demandes d'autorisations environnementales ainsi que la planification des travaux pour les micro-turbines.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- Une collaboration appliquée, riche et porteuse de résultats concrets pour l'ensemble des acteurs;
- Un produit scientifique révélateur et unique disponible pour les exploitants de sites isolés;
- Les perspectives avec la chaire TERRE :
 - Assistance des propriétaires et poursuite du mesurage pour la validation de nos études suite aux installations réalisées;
 - Élargir le portrait énergétique pour d'autres pourvoiries, camps forestiers, villages éloignés, etc.;
 - Réaliser des analyses de développement durable avec les gestionnaires de sites isolés afin de susciter la réflexion et l'action quant à la durabilité de leurs pratiques d'exploitation quotidiennes.