

C A N A D A

PROVINCE DE QUÉBEC
DISTRICT DE MONTRÉAL

DOSSIER R-3623-2007

RÉGIE DE L'ÉNERGIE

AUTORISATION DE
LA CENTRALE DE KUUJJUAQ

HYDRO-QUÉBEC en sa qualité de Distributeur

Demanderesse

-et-

STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES -et-
L'ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DE LUTTE
CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE
(SÉ-AQLPA)

-et-

GROUPE DE RECHERCHE APPLIQUÉE EN
MACROÉCOLOGIE (GRAME)

Intervenantes

**EXAMEN DES MOTIFS INVOQUÉS PAR HYDRO-QUÉBEC POUR NE PAS INCLURE UN JUMELAGE
ÉOLIEN À SA DEMANDE D'AUTORISATION D'UNE CENTRALE DIESEL À KUUJJUAQ**

**RAPPORT D'EXPERTISE DE
JEAN-CLAUDE DESLAURIERS**

AVEC LA COLLABORATION DE
Jacques Fontaine et Nicole Moreau
Consultants en énergie

Préparé pour:
Stratégies Énergétiques (S.É.)
Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (AQLPA)
Groupe de recherche appliquée en macroécologie (GRAME)

Le 20 juillet 2007

SOMMAIRE EXÉCUTIF

L'argument d'Hydro-Québec selon lequel un jumelage éolien-diesel (JED) entraînerait des coûts supérieurs à ceux de la seule alimentation par centrale diesel était basé sur l'étude de 2004 de l'IREQ, plus particulièrement sur les hypothèses prévisionnelles du prix du combustible que celle-ci comportait. Cet argument n'est plus défendable aujourd'hui car les hypothèses de 2004 sont maintenant dépassées.

Si nous mettons à jour ces hypothèses, en utilisant un taux d'actualisation de 4,3 %, un taux d'intérêt de 5,6 % et un coût du mazout de 1,103 \$ / l, tel qu'au cas 2.2 du tableau 2 du présent rapport, il en résulte une VAN de 8,55 M\$ pour le jumelage éolien-diesel à Kuujjuaq.

Si nous ajoutons à ce calcul une valeur de 12 \$ / t CO₂E pour les gaz à effet de serre (GES) évités et prévoyons une utilisation de 25 % de l'énergie résiduelle au prix de \$0,15/kWh, tel que suggéré par Hydro-Québec en réponse à la Régie, la VAN du JED de Kuujjuaq passe à 10,35 M\$, comme l'illustre le tableau 3 du rapport. Celle-ci est toutefois réduite à 6,74 M\$ si l'on ajuste à la hausse les coûts variables du projet à 4360 \$ / kW (tel que recommandé par Hydro-Québec en réponse à la Régie), comme l'illustre le tableau 4 du rapport.

Hydro-Québec n'a pas procédé à une étude sérieuse de la variable vent et du choix du site éolien à Kuujjuaq. L'IREQ, dans son rapport de 2004, n'a pas procédé à sa propre sélection de sites éoliens étudiés au Nunavik. Elle a dû se limiter à évaluer économiquement les localisations qui avaient déjà été sélectionnés dans une autre étude, celle de 1996 du consultant Jean-Pierre Laflamme, qui ne nous est pas disponible, mais dont certains éléments sont reproduits à l'étude de l'IREQ. Le potentiel éolien lui-même n'a jamais directement été étudié sur aucune des localisations retenues dans les 14 villages inuit. Une modélisation couvrant les zones entourant les 14 villages avait été effectuée en 1995 par le consultant Salmon en 1995 (partiellement mise à jour en 2001) à partir des données disponibles aux stations météorologiques d'Environnement Canada situées dans chacun de ces villages. La vitesse des vents du rapport Salmon, données à 25 mètres du sol dans les stations météorologiques, est utilisée comme base pour la prévision de la production des turbines éoliennes qui seraient situées à d'autres sites avoisinants, à localisations, élévations du sol et hauteurs à partir du sol différentes.

La disparité entre la vitesse du vent constatée à la station météo de Kuujjuaq et celle des autres stations météo du Nunavik amène à la prudence quant à la représentativité de cette station par rapport à la zone modélisée. Il ne faudrait pas exclure que la station météorologique de Kuujjuaq ait pu être positionnée dans un endroit privilégié et exceptionnel.

Celle-ci est positionnée à proximité du terrain d'aviation (qui a manifestement dû être localisé à l'abri), à l'est de collines qui protègent le site des vents et qui sont donc susceptibles de minimiser les résultats de la mesure de vent à 10 mètres du sol. Les vents dominants à Kuujjuaq sont en effet de direction ouest en été alors qu'en hiver, ils alternent entre une direction sud-ouest et nord est. La carte des vents dominants proposée par Navigation Canada pour les besoins de l'aéroport fournit une bonne indication de cette direction. Le rapport HéliMAX invite par ailleurs à la plus grande prudence quant aux données d'extrapolation issues d'une modélisation : « La combinaison des résultats de validation sur l'ensemble du territoire québécois, à la hauteur de 80 m, montre que la carte de la densité de puissance présente une incertitude moyenne de 24 % ». Selon ce même rapport, les vitesses de vent observées sur le terrain par le Ministère des Ressources Naturelles à Kuujjuaq sont plus élevées de 31 % de celles cartographiées selon le modèle, ce qui constitue l'écart le plus important de tous les sites québécois examinés par HéliMAX.

Une seconde faiblesse quant à la suffisance des données sur lesquelles se fonde le rapport de l'IREQ a trait au petit nombre de sites éoliens traités par le rapport Laflamme à Kuujjuaq. Le rapport Laflamme de 1995 n'a traité que d'un seul site potentiel éolien à Kuujjuaq, bien que celle-ci soit la capitale régionale, le village le plus peuplé et présentant la demande la plus élevée, et donc le plus grand potentiel d'économies de carburant. À l'inverse, l'étude Laflamme avait choisi de traiter de deux sites potentiels dans des plus petits villages. Le site examiné par l'étude Laflamme, la Colline Qarqaaluk (507 m), n'est pas le plus élevé de la zone. De nombreux autres sites éoliens potentiels d'une élévation supérieure sont disponibles et n'ont pas été traités au rapport Laflamme, soit à des hauteurs de 552 pi., 564 pi., 540 pi., 682 pi., 600 pi., 816 pi., 700 pi., 700 pi., 749 pi., 768 pi., 692 pi. et 522 pi. (168 m., 172 m., 165 m., 208 m., 183 m., 249 m., 213 m., 213 m., 228 m., 234 m., 211 m. et 159 m.). Ces différences d'élévation peuvent facilement amener une différence de 10 % à 20 % dans la vitesse du vent et donc une différence considérable dans l'énergie éolienne disponible. Un ou plusieurs de ces autres sites auraient donc dû être examinés.

Une légère variation à la hausse (5 % ou 10 %) des prévisions de vent à la Colline Qarqaaluk ou le choix d'un meilleur site éolien parmi ceux énumérés (avec accroissement du vent de 10 % ou 20 %) augmenteraient de façon sensible la rentabilité déjà établie du jumelage éolien-diesel (JED) à Kuujjuaq. Celle-ci passerait à 10,16 M\$, 12,61 M\$, 10,51 M\$ ou 14,99 M\$ selon le cas, comme le montre le tableau 5 du rapport.

Comme le montre le tableau 6 du rapport, les dépenses de combustible et d'entretien afférentes prévues à Kuujjuaq ainsi que la valeur des GES résultant de son usage représentent, à elles seules, une valeur actualisée nette (VAN) de 94,2 M\$. Cette somme de 94,2 M\$ représente donc la marge de manœuvre dont dispose Hydro-Québec pour investir dans des mesures ou équipements qui permettraient de réduire, voire même supprimer, l'usage du diesel et le remplacer par de l'énergie éolienne couplée à des accumulateurs et de la valorisation de l'énergie éolienne résiduelle (ER). Un mécanisme d'accumulation de l'énergie éolienne résiduelle (ER) pourrait ainsi grandement accroître la rentabilité économique d'un jumelage éolien-diesel.

Nous présentons au tableau 7 un cas limite selon lequel le recours au diesel à Kuujjuaq pourrait être entièrement remplacé par un accroissement du nombre d'éoliennes (à 13), dont l'énergie excédentaire serait accumulée au moyen d'un réservoir hydroélectrique pompé. La VAN du projet de Kuujjuaq serait alors de 7,90 M\$; elle augmenterait à 15,14 M\$ et 22,38 M\$ si l'on modifiait les paramètres de vent tel qu'indiqué dans la section précédente, sur le même site. Un accroissement des vents à l'intérieur de la marge d'incertitude de 31 % énoncée au rapport d'HéliMAX pour Kuujjuaq porterait même cette VAN à 35,88 M\$ ou 48,69 M\$. **Ce cas limite permet donc d'illustrer la rentabilité maximale qui pourrait être atteinte par un tel remplacement et aussi l'utilité fondamentale pour Hydro-Québec de procéder à des mesures de vent avant d'arrêter ses choix de production énergétique à Kuujjuaq. Si l'on opte de conserver malgré tout une partie de la production électrique de Kuujjuaq au diesel, la VAN serait réduite en conséquence.**

Les coûts de projet examinés au présent rapport ne tiennent pas compte des impôts à payer ni des aides financières qui pourraient être disponibles de la part des gouvernements. Ces éléments varieraient selon que le projet soit entièrement réalisé par Hydro-Québec Distribution ou qu'une corporation distincte soit formée, avec la participation des instances autochtones, pour fournir à Hydro-Québec Distribution certains éléments de ce projet, qu'il s'agisse de la fourniture des installations de production ou de l'énergie elle-même. Selon l'entité responsable, il y aurait lieu, en particulier, d'examiner si celle-ci serait admissible à uns ou plusieurs des aides financières énoncées à la section 3.5 du rapport.

Hydro-Québec Distribution argumente aussi que le village de Kuujjuaq serait celui qui offre le moins de possibilité d'utiliser économiquement l'énergie éolienne en complément des groupes diesel. Cela est manifestement inexact puisque, de par le volume de la demande, la rentabilité d'un jumelage éolien-diesel (JED) à Kuujjuaq dépasse de loin celle de plus petits villages où la quantité de carburant à économiser est considérablement moindre, même lorsque la qualité du vent est supérieure. Kuujjuaq, Inukjuak et Puvirnituk sont les trois principaux villages du Nunavik et, à ce titre, sont ceux offrant la meilleure rentabilité pour un JED et le meilleur potentiel d'économies de carburant.

Enfin, Hydro-Québec Distribution argumente que le report du jumelage éolien n'aurait aucun effet sur les modalités de la centrale diesel si elle est construite seule, sans jumelage. Cet argument est contredit par Hydro-Québec elle-même qui, dans une réponse écrite, souligne qu'un des groupes diesel électrogène devrait être dimensionné spécifiquement au jumelage éolien-diesel. Si la centrale diesel est d'abord construite seule, les groupes diesel qui y seront installés ne comporteront pas un tel dimensionnement et un coût supplémentaire sera requis par ajouter, lors du jumelage, un nouveau groupe diesel adapté, lequel rendra inutile un des groupes diesel précédemment installé (tant que l'accroissement de la charge n'aurait pas requis ce groupe excédentaire).

Un jumelage éolien-diesel permettrait en outre de récupérer davantage les groupes diesel de la centrale thermique existante, puisque leur durée de vie restante permettra l'usage plus limité résultant d'un tel jumelage.

Dans un jumelage éolien-diesel il faut prévoir que dans une condition de faible charge et de vent important, l'exploitation des ou d'un diesel en dessous de 50 % de sa capacité est problématique. La solution retenue par tout les spécialiste du domaine est de prévoir qu'un diesel aura la moitié de la capacité des autres pour couvrir ce cas dans lequel toute la charge est servie par le vent. Cette problématique est d'ailleurs mentionnée dans le rapport de l'IREQ.

Enfin, le jumelage éolien-diesel pourrait avoir pour effet de réduire la dimension des réservoirs de carburant requis à la centrale diesel.

Le report d'un jumelage éolien-diesel n'est donc pas neutre quant aux modalités de la centrale diesel qui sera construite.

Pour l'ensemble de ces motifs, nous recommandons que la Régie de l'énergie rejette la demande actuelle d'Hydro-Québec Distribution au dossier R-3623-2007 et enjoigne celle-ci à lui soumettre une nouvelle demande d'autorisation d'investissements, comportant un jumelage avec l'énergie éolienne et qui aura été précédée d'une étude de vent.

TABLE DES MATIÈRES

1 - LE MANDAT	1
2 - LES ARGUMENTS INVOQUÉES PAR HYDRO-QUÉBEC POUR ÉCARTER LA SOLUTION DU JUMELAGE ÉOLIEN-DIESEL (JED).....	2
3 - RÉPONSE À L'ARGUMENT NO.1 D'HYDRO-QUÉBEC : LES COÛTS	3
3.1 L'ABANDON DE L'ARGUMENT NO. 1 PAR HYDRO-QUÉBEC	3
3.2 LA RENTABILITÉ DU JUMELAGE ÉOLIEN-DIESEL (JED) À KUJJUAQ SELON LES PARAMÈTRES RÉVISÉS D'HYDRO-QUÉBEC	4
3.2.1 Validation du logiciel et des paramètres utilisés	4
3.2.2 Mise à jour de la VAN du JED à Kuujjuaq selon les réponses d'Hydro-Québec de 2007	8
3.3 EXAMEN CRITIQUE DES HYPOTHÈSES D'HYDRO-QUÉBEC QUANT AU CHOIX DU SITE ET À LA VARIABLE VENT	14
3.4 LA MARGE DE MANŒUVRE DISPONIBLE POUR REMPLACER L'USAGE DU DIESEL	20
3.5 IMPÔTS À PAYER ET SUBVENTIONS DISPONIBLES	25
4 - RÉPONSE À L'ARGUMENT NO.2 D'HYDRO-QUÉBEC : LES AVANTAGES DU VILLAGE DE KUJJUAQ POUR UN JUMELAGE ÉOLIEN-DIESEL.....	29
5 - RÉPONSE À L'ARGUMENT NO.3 D'HYDRO-QUÉBEC : L'EFFET D'UN REPORT DU JUMELAGE ÉOLIEN	32
6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	33
BIBLIOGRAPHIE	34

1

LE MANDAT

Le soussigné a reçu mandat, de la part de *Stratégies Énergétiques*, de l'*Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (SÉ-AQLPA)* ainsi que du *Groupe de recherche appliquée en macroécologie (GRAME)* de produire un rapport d'expertise, dans le cadre du dossier R-3623-2007 de la Régie de l'énergie (autorisation d'une centrale diesel à Kuujuaq par Hydro-Québec Distribution), aux fins de :

- Déterminer si les raisons invoquées par Hydro-Québec pour écarter la solution du jumelage éolien-diesel (JED) dans ce dossier sont ou non valables.
- Répondre aux raisons d'Hydro-Québec et indiquer les motifs pour lesquels, le cas échéant, la solution du jumelage éolien-diesel (JED) ne devrait pas être écartée au présent dossier.
- Dans les éléments ci-dessus, attacher une importance primordiale à la rentabilité de la solution du jumelage éolien-diesel (JED) et fournir les hypothèses s'y rapportant. Présenter des variantes, le cas échéant.

Le présent rapport est le fruit de nos travaux et est remis à *Stratégies Énergétiques* et l'*Association québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique (SÉ-AQLPA)* ainsi qu'au *Groupe de recherche appliquée en macroécologie (GRAME)* afin que ceux-ci puissent le déposer comme faisant partie de leur preuve devant la Régie de l'énergie.

Nous désirons remercier Monsieur Jacques Fontaine et Madame Nicole Moreau pour leur collaboration, sous notre supervision, à ces travaux.

2

LES ARGUMENTS INVOQUÉES PAR HYDRO-QUÉBEC POUR ÉCARTER LA SOLUTION DU JUMELAGE ÉOLIEN-DIESEL (JED)

Nous avons identifié trois arguments qu'invoque ou qu'avait invoqué Hydro-Québec pour écarter à ce stade le jumelage éolien-diesel (JED) à Kuujjuaq.

Ces arguments sont les suivants :

- Avant de réviser ses hypothèses de coûts, Hydro-Québec avait soutenu entre 2004 et le début de 2007, qu'un jumelage éolien-diesel (JED) aurait entraîné des coûts supérieurs à ceux de la seule alimentation par centrale diesel. Nous répondons à cet argument dans la section 3 du présent rapport.
- Hydro-Québec avait aussi argumenté que le village de Kuujjuaq serait la localité du Nunavik offrant le moins de possibilités d'utiliser économiquement l'énergie éolienne en complément des groupes diesel. Nous répondons à cet argument dans la section 4 du présent rapport.
- Finalement, Hydro-Québec avait argumenté que le report du jumelage éolien n'aurait aucun effet sur les modalités de la centrale diesel si elle est construite seule, d'abord. Nous répondons à cet argument dans la section 5 du présent rapport.

3

RÉPONSE À L'ARGUMENT NO.1 D'HYDRO-QUÉBEC : LES COÛTS

Hydro-Québec avait soutenu, entre 2004 et le début de 2007, qu'un jumelage éolien-diesel (JED) aurait entraîné des coûts supérieurs à ceux de la seule alimentation par centrale diesel.

Nous répondons ci-après à cet argument.

3.1 L'ABANDON DE L'ARGUMENT NO. 1 PAR HYDRO-QUÉBEC

L'argument d'Hydro-Québec selon lequel un jumelage éolien-diesel (JED) entraînerait des coûts supérieurs à ceux de la seule alimentation par centrale diesel était basé sur l'étude de 2004 de l'IREQ, plus particulièrement sur les hypothèses prévisionnelles du prix du combustible que celle-ci comportait.

Cet argument n'est plus défendable aujourd'hui car les hypothèses de 2004 sont maintenant dépassées.¹

Hydro-Québec a en effet mis à jour en 2007 différentes hypothèses qu'elle avait utilisées pour évaluer la rentabilité d'un jumelage éolien-diesel (JED) à Kuujjuaq, en réponse aux demandes de renseignement de la Régie, ce qui l'a amenée à recalculer la VAN (Valeur actualisée nette) comparative d'un tel projet par rapport aux calculs effectués en 2004 par l'IREQ.²

Le recalcul de la VAN, fourni par Hydro-Québec en réponse à la Régie manque toutefois de clarté puisque la Société d'État ne semble pas avoir fourni de recalcul qui tiendrait compte simultanément de tous les changements d'hypothèses proposés.

Dans l'étude qui suit, nous entreprenons donc de recalculer la VAN d'un jumelage éolien-diesel (JED) à Kuujjuaq en mettant à jour non plus individuellement mais simultanément les différentes hypothèses de l'IREQ de 2004, en fonction des réponses données par Hydro-

¹ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004.

² **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-7, HQD-2, Document 1, p. 19-26, Paramètres de la question 8 de la Régie de l'énergie.

Québec à la Régie de l'énergie en 2007. Comme il sera vu plus loin, il ressort de notre étude que les coûts, sur la durée de vie utile, d'un tel jumelage seraient fortement inférieurs à ceux d'une centrale diesel seule, même en retenant les prévisions de vent utilisées par Hydro-Québec.

Cela suffirait amplement à rendre économiquement justifiable un JED à Kuujjuaq plutôt qu'une centrale diesel seule.

Puis, dans les sections ultérieures du présent rapport, nous constaterons que la VAN serait même encore plus favorable si des hypothèses additionnelles étaient révisées, particulièrement le choix du site et la précision des mesures de vent, et les modalités de valorisation de l'énergie résiduelle des éoliennes.

3.2 LA RENTABILITÉ DU JUMELAGE ÉOLIEN-DIESEL (JED) À KUUJJUAQ SELON LES PARAMÈTRES RÉVISÉS D'HYDRO-QUÉBEC

3.2.1 Validation du logiciel et des paramètres utilisés

Pour procéder aux calculs combinés intégrant la mise à jour des hypothèses de l'IREQ, nous avons utilisé le logiciel RETScreen produit par le *Centre de la technologie de l'énergie de CANMET-Varennnes (CTEC-Varennnes)* de *Ressources Naturelles Canada*.³ Ce logiciel est conçu pour effectuer l'analyse technico-économique des projets d'énergie propre et renouvelable. Un module de ce logiciel est spécifiquement adapté à l'intégration des projets éoliens et plusieurs cas type sont disponibles pour référence.

Le logiciel RETScreen utilise une méthodologie différente de celle du logiciel SIMJED développé par IREQ pour le calcul de l'énergie disponible, de sorte que les résultats ne sont pas immédiatement comparables. Dans le logiciel RETScreen, la distribution de la vitesse du vent est normalement calculée comme une fonction de la densité de probabilité de Weibull et le logiciel ne fait pas de simulation horaire comme celui de l'IREQ. De plus RETScreen ne fait pas de distribution horaire de la charge mais représente celle-ci comme une fonction standard.

Finalement, les simulations au moyen du logiciel RETScreen se basent sur une charge constante pendant la durée de vie du projet alors que le logiciel SIMJED tient compte de l'évolution de cette charge. Ces limitations du logiciel RETScreen réduisent la précision des résultats sur la production éolienne fournie. De plus, le logiciel RETScreen ne fait pas de simulation horaire ni du vent ni de la charge de sorte qu'il est difficile d'évaluer correctement le taux d'absorption par le réseau de l'énergie éolienne. Pour fin de validation, nous avons donc repris le cas du village Inukjuak site 1 dont les données annuelles sont plus complètes et qui permet de déduire une valeur référence pour le taux d'absorption. La validation ci-après montrent que les résultats sont suffisamment précis et cohérents pour permettre une évaluation

³ **CENTRE DE LA TECHNOLOGIE DE L'ÉNERGIE DE CANMET-VARENNES (CTEC-VARENNES)**, *Logiciel RETScreen*, <http://cetc-varennnes.nrcan.gc.ca/fr/retscreen.html>

paramétrique fiable. Dans les cas analysés, nous constaterons que la prévision de la production éolienne par le logiciel RETScreen sera légèrement inférieure, donc plus conservatrice, que les résultats de l'IREQ.

Au moyen des paramètres suivants, nous avons ainsi pu reconstituer, sur le logiciel RETScreen, des résultats se rapprochant grandement de ceux obtenus en 2004 par l'IREQ tant pour le site de Kuujjuaq que pour le cas-contrôle d'Inukjuak (site no.1), en reprenant les hypothèses énoncées dans ce rapport.

Nous avons établi deux types de paramètres : 1) des paramètres fixes, que nous reprendrons dans la totalité des scénarios étudiés au présent rapport et 2) des paramètres spécifiques à certains des scénarios examinés et que nous signalerons, dans chaque cas, au lecteur.

Paramètres fixes

Les paramètres suivants sont communs à l'ensemble des scénarios étudiés au présent rapport)

- ❑ Le taux d'absorption de l'énergie par le réseau est de 65 % tant à Inukjuak qu'à Kuujjuaq.
- ❑ Le taux de croissance de l'énergie absorbée par le réseau est estimé à 0,94 % à Inukjuak et à 0,90 % à Kuujjuaq. Ce taux est composé avec le taux d'indexation de l'énergie évitée dans RETScreen.
- ❑ Le taux d'intérêt sur la dette est de 5,6 %. Le ratio d'endettement est de 70 %.
- ❑ Les frais d'exploitation et d'entretien dans le coût du projet éolien sont de 30 \$ / MWh (0,03 \$ / kWh) et sont calculés sur l'énergie captée et non sur l'énergie fournie.
- ❑ Le coût d'entretien évité des diesels est estimé à 0,05 \$ par kWh. Ce coût est basé sur celui de 0,087 \$ par kWh (avec indexation négative) utilisé dans l'étude de l'IREQ (page 147), lequel nous avons réduit, étant donné que, dans le logiciel RETScreen, celui-ci est ajouté au prix de l'énergie évitée qui est lui-même indexé.
- ❑ Le rendement des éoliennes, après soustraction du coefficient de pertes, a été fixé à 86 % comme dans l'étude IREQ de référence.

Paramètres variables utilisés au tableau 1

Les paramètres suivants sont spécifiques aux scénarios de validation, reproduits au tableau 1 ci-après.

- Dans le rapport de l'IREQ, les données financières étaient en dollars réels, en utilisant un taux d'actualisation de 5,2 %. Dans RETScreen, le taux équivalent d'actualisation, en dollars courants, est de 7,3 % (c'est-à-dire $5,2 \% * 1,02$).
- Pour fins de validation du modèle, nous reprenons la prévision du coût du mazout de 0,70 \$ / l (demeurant constante pendant la durée de vie du projet) utilisée dans l'étude de 2004 de l'IREQ.
- Les coûts variables des éoliennes dans RETScreen sont comptabilisés différemment de ceux dans l'étude de l'IREQ. Pour obtenir le même coût de projet, nous avons calculé des coûts variables pour les éoliennes de 2924 \$ / kW dans RETScreen, alors que les coûts variables dans l'étude de l'IREQ étaient de 3216 \$ / kW.

Tableau 1
 Validation des paramètres utilisés dans RETScreen et comparaison avec les résultats de l'IREQ

SITE	Vitesse du vent à 10 mètres	Nombre d'éoliennes	Puissance installée	Coût du projet	Taux d'actualisation	Taux d'intérêt sur la dette	Demande de pointe (puissance)	Demande de pointe (énergie)	Taux de pénétration en puissance	Énergie éolienne produite	Énergie éolienne fournie au réseau	Taux de pénétration en énergie	Énergie résiduelle disponible par an	Prix du mazout	Reconstitution des résultats (VAN) selon le modèle RETScreen	Coût de l'énergie éolienne produite
	m/sec	Nbre	kW	M\$	%	%	kW	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	\$/l	M\$	\$/ kWh
Cas 1.0 - Inukjuak no. 1 - Résultat RETScreen avec les données IREQ 2004	6,2	3	1980	8,04	5,2	5,6	1644	8669	120,4	7254	4715	54	2539	0,71	2,90	0,19
Cas 1.0 - Inukjuak no. 1 - Résultats du rapport IREQ 2004	6,2	3	1800	8,04	5,2	5,6	1644	8669	120,4	7393	4758	55	2635	0,71	2,47	
Cas 1.1 - Kuujuaq - Résultat RETScreen avec les données IREQ 2004	4,6	5	3300	12,11	5,2	5,6	2873	16529	114,9	7091	4609	28	2482	0,71	-1,34	0,26
Cas 1.1 - Kuujuaq - Résultats du rapport IREQ 2004	4,6	5	3300	12,11	5,2	5,6	2873	16529	114,9		Voir note ⁴			0,71	-1,80	

⁴ 22881 litres avec 3,78 kWh / l.

Le tableau qui précède nous permet donc de valider les paramètres employés dans le logiciel RETScreen, qui est utilisé pour simuler les cas ci-après.

3.2.2 Mise à jour de la VAN du JED à Kuujuaq selon les réponses d'Hydro-Québec de 2007

Plusieurs cas ont été simulés avec RETScreen pour représenter les différentes mises à jour des paramètres économiques tel qu'énoncés dans la réponse d'Hydro-Québec à la demande de renseignement no. 1 de la Régie de l'Énergie.

Le tableau suivant présente dans RETScreen la VAN du JED à Kuujuaq, en faisant varier d'abord séparément, puis simultanément, les hypothèses de 2004 de l'IREQ quant au taux d'intérêt et au coût du mazout, de la manière énoncée par Hydro-Québec en réponse à la question 8.2 de la Régie (HQD-2, Doc. 1 page 26-27).

Paramètres fixes

- Les paramètres fixes sont les mêmes qu'au tableau précédent.

Paramètres variables utilisés au tableau 2

- La demande de pointe de Kuujuaq est portée à 3000 kW en puissance et à 17 200 MWh en énergie.⁵
- Dans les réponses d'Hydro-Québec, les données financières étaient en dollars réels, en utilisant un taux d'actualisation de 4,3 % (HQD-2, Doc. 1, page 22). Dans RETScreen le taux équivalent d'actualisation, en dollars courants, devient donc 6,41 % (c'est-à-dire 4,3 % * 1,02).
- Nous faisons varier le coût de mazout de 0,705 \$ / l (sans indexation) selon le rapport de l'IREQ à 1,103 \$/l avec un taux d'indexation annuel est 2,18 % (reconstitué en moyenne à partir de HQD-2, Doc. 2, page 4).
- Les coûts variables des éoliennes dans RETScreen sont maintenus à 2924 \$ / kW.

⁵ HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION, Dossier R-3623-2007, Pièce B-1, HQD-1, Document 1, page 14.

Régie de l'énergie - Dossier R-3623-2007
 Autorisation de la centrale de Kuujuaq d'Hydro-Québec Distribution

Tableau 2
 Révision de la VAN du JED à Kuujuaq selon les mises à jour de 2007 par Hydro-Québec de l'étude de l'IREQ de 2004

CAS	Vitesse du vent à 10 mètres	Nombre d'éoliennes	Puissance installée	Coût du projet	Taux d'actualisation	Taux d'intérêt sur la dette	Demande de pointe (puissance)	Demande de pointe (énergie)	Taux de pénétration en puissance	Énergie éolienne produite	Énergie éolienne fournie au réseau	Taux de pénétration en énergie	Énergie résiduelle disponible par an	Prix du mazout	Reconstitution des résultats (VAN) selon le modèle RETScreen	Coût de l'énergie éolienne produite
	m/sec	Nbre	kW	M\$	%	%	kW	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	\$ / l	M\$	\$ / kWh
Cas 2.0 : Taux d'intérêt: 5,6 %. Mazout : 0,705 \$ / l	4,6	5	3300	12,11	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	0,705	- 1,30	0,26
Cas 2.1 : Taux d'intérêt: 4,7 %. Mazout : 0,705 \$ / l	4,6	5	3300	12,11	4,3	4,7	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	0,705	- 0,73	0,25
Cas 2.2 : Taux d'intérêt: 5,6 %. Mazout : 1,103 \$ / l	4,6	5	3300	12,11	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	1,103	8,55	0,21
Cas 2.3 : Taux d'intérêt: 4,7 %. Mazout : 1,103 \$ / l	4,6	5	3300	12,11	4,3	4,7	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	1,103	9,12	0,21

Dans la suite du présent rapport, nous retenons les hypothèses du cas 2.2 (avec un taux d'actualisation de 4,3 %, un taux d'intérêt de 5,6 % et un coût du mazout de 1,103 \$ / l) comme étant les plus réalistes.

Il en résulte une VAN de 8,55 M\$ pour le jumelage éolien-diesel (JED) de Kuujuaq.

Si nous ajoutons au calcul une valeur pour les gaz à effet de serre (GES) évités et une utilisation de 25 % de l'énergie éolienne résiduelle, la VAN du JED de Kuujuaq passe à 10,35 M\$, comme l'illustre le tableau 3 ci-après.

Paramètres variables utilisés au tableau 3

- Ajout d'une valeur de 12 \$ /t CO2E pour les gaz à effet de serre (GES) évités. ⁶
- Utilisation de l'énergie résiduelle à 25%, au prix de \$0,15/kWh, tel que suggéré par Hydro-Québec en réponse à la Régie. ⁷

⁶ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-7, HQD-2, Document 1, p. 19-26, Paramètres de la question 8 de la Régie de l'énergie.

HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 6.

RÉGIE DE L'ÉNERGIE, Dossier R-3550-2004, Décision D-2005-178, page 34.

⁷ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-7, HQD-2, Document 1, pp. 23-24, Réponse 8.1 à la Régie de l'énergie.

Tableau 3

VAN du projet avec prise en compte de la valeur des GES et de la valorisation de l'énergie résiduelle (Coûts variables du projet tel que dans le rapport de l'IREQ de 2004)

CAS	Vitesse du vent à 10 mètres	Nombre d'éoliennes	Puissance installée	Coût du projet	Taux d'actualisation	Taux d'intérêt sur la dette	Demande de pointe (puissance)	Demande de pointe (énergie)	Taux de pénétration en puissance	Énergie éolienne produite	Énergie éolienne fournie au réseau	Taux de pénétration en énergie	Énergie résiduelle disponible par an	Valeur annuelle de l'énergie résiduelle valorisée	Prix du mazout	GES évités par an	Valeur annuelle des GES évités	Reconstitution des résultats (VAN) selon le modèle RETScreen	Coût de l'énergie éolienne produite
	m/sec		kW	M\$	%	%	kW	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	K\$ / an	\$ / l	tCO ₂ E / an	K\$ / an	M\$	\$ / kWh
Cas 3.1 : Pas de crédit GES. Pas de ER	4,6	5	3300	12,11	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	0,00	1,103	3319	0,00	8,55	0,214
Cas 3.3 : Crédit GES. Pas de ER.	4,6	5	3300	12,11	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	0,00	1,103	3319	39,83	8,99	0,207
Cas 3.5 : Pas de crédit GES. ER.	4,6	5	3300	12,11	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	93,08	1,103	3319	0,00	9,91	0,194
Cas 3.7 : Crédit GES et ER	4,6	5	3300	12,11	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	93,08	1,103	3319	39,83	10,35	0,187

Si nous réajustons à la hausse les coûts variables du projet à 4360 \$ / kW (tel que recommandé par Hydro-Québec en réponse à la Régie) et gardons les hypothèses du tableau précédent (valeur pour les GES et l'énergie résiduelle), la VAN du JED de Kuujjuaq passe à 6,74 M\$, comme l'illustre le tableau 4 ci-après :

Paramètres variables utilisés au tableau 4

- Ajout d'une valeur de 12 \$ / t CO2E pour les gaz à effet de serre (GES) évités. ⁸
- Utilisation de l'énergie résiduelle à 25%, au prix de \$0,15/kWh, tel que suggéré par Hydro-Québec en réponse à la Régie. ⁹
- Coûts variables du projet établis à 4360 \$ / kW, tel que recommandé par Hydro-Québec en réponse à la Régie.

⁸ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-7, HQD-2, Document 1, p. 19-26, Paramètres de la question 8 de la Régie de l'énergie.

HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 6.

RÉGIE DE L'ÉNERGIE, Dossier R-3550-2004, Décision D-2005-178, page 34.

⁹ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-7, HQD-2, Document 1, pp. 23-24, Réponse 8.1 à la Régie de l'énergie.

Tableau 4

VAN du projet avec prise en compte de la valeur des GES et de la valorisation de l'énergie résiduelle (Coûts variables du projet haussés à 4360 \$ / kW)

CAS	Vitesse du vent à 10 mètres	Nombre d'éoliennes	Puissance installée	Coût du projet	Taux d'actualisation	Taux d'intérêt sur la dette	Demande de pointe (puissance)	Demande de pointe (énergie)	Taux de pénétration en puissance	Énergie éolienne produite	Énergie éolienne fournie au réseau	Taux de pénétration en énergie	Énergie résiduelle disponible par an	Valeur annuelle de l'énergie résiduelle valorisée	Prix du mazout	GES évités par an	Valeur annuelle des GES évités	Reconstitution des résultats (VAN) selon le modèle RETScreen	Coût de l'énergie éolienne produite
	m/sec		kW	M\$	%	%	kW	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	K\$ / an	\$ / l	tCO ₂ E / an	K\$ / an	M\$	\$ / kWh
Cas 3.0 : Pas de crédit GES. Pas de ER	4,6	5	3300	15,89	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	0,00	1,103	3319	0,00	4,94	0,268
Cas 3.2 : Crédit GES. Pas de ER.	4,6	5	3300	15,89	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	0,00	1,103	3319	39,83	5,39	0,261
Cas 3.4 : Pas de crédit GES. ER.	4,6	5	3300	15,89	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	93,08	1,103	3319	0,00	6,30	0,247
Cas 3.6 : Crédit GES et ER	4,6	5	3300	15,89	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	93,08	1,103	3319	39,83	6,74	0,241

3.3 EXAMEN CRITIQUE DES HYPOTHÈSES D'HYDRO-QUÉBEC QUANT AU CHOIX DU SITE ET QUANT À LA VARIABLE VENT

Hydro-Québec n'a pas procédé à une étude sérieuse de la variable vent et du choix du site éolien à Kuujjuaq.

L'IREQ, dans son rapport de 2004, n'a pas procédé à sa propre sélection de sites éoliens étudiés au Nunavik.¹⁰ Elle a dû se limiter à évaluer économiquement les localisations qui avaient déjà été sélectionnés dans une autre étude, celle de 1996 du consultant Jean-Pierre Laflamme¹¹, qui ne nous est pas disponible, mais dont certains éléments sont reproduits à l'étude de l'IREQ.

Le potentiel éolien lui-même n'a jamais directement été étudié sur aucune des localisations retenues dans les 14 villages inuit. Une modélisation couvrant les zones entourant les 14 villages avait été effectuée en 1995 par le consultant Salmon en 1995 à partir des données disponibles aux stations météorologiques d'Environnement Canada situées dans chacun de ces villages.¹² L'étude Salmon a ensuite été mise à jour à partir des données plus récentes des stations météorologiques pour Kuujjuaq, Umiujaq et Quaqtac en 2001.¹³ La vitesse des vents du rapport Salmon, données à 25 mètres du sol dans les stations météorologiques, est utilisée comme base pour la prévision de la production des turbines éoliennes qui seraient situées à d'autres sites avoisinants, à localisations, élévations du sol et hauteurs à partir du sol différentes.¹⁴

¹⁰ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 21 (section 4.2.1).

¹¹ **Jean-Pierre LAFLAMME**, *Analyse sommaire des possibilités de production électrique par la ressource éolienne et hydraulique dans les quatorze villages Inuit du Nouveau-Québec*, 10 janvier 1996.

¹² **J.R. SALMON, P.G. STALKER**, *Historical Wind Data and Numerical Modelling*, Zephyr North, 1995-10-31.

¹³ **J.R. SALMON**, *Historical Wind Data and Numerical Modelling Update: Kuujjuaq, Quaqtac and Umiujaq*, Zephyr North, 2001-06-07.

¹⁴ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, pages 14-15 (section 3.2) et page 21 (section 4.2.1).

L'IREQ souligne la limitation importante des données disponibles :

*Il est à noter que, comme cela est fréquent en région éloignée, les données disponibles sur lesquelles se basent les études sont limitées, tant en qualité qu'en quantité. Étant donné que la ressource éolienne a un impact évidemment majeur sur la viabilité économique des systèmes, on ne saurait trop appuyer sur le fait qu'une campagne de mesure doit être faite sur les sites d'intérêt avant la conception de ces derniers.*¹⁵ [Souligné dans le texte]

*L'étude utilisant les modélisations éoliennes du rapport Salmon 1995 sur lesquelles les conclusions du rapport Laflamme étaient basées, et en l'absence d'autres données portant sur le gisement éolien, les emplacements des parcs éoliens de ce dernier ont été utilisés.*¹⁶

Une première faiblesse quant à la suffisance des données sur lesquelles se fonde le rapport de l'IREQ a trait à la représentativité des vitesses de vent aux stations météo pour permettre une simulation des vents aux sites avoisinants :

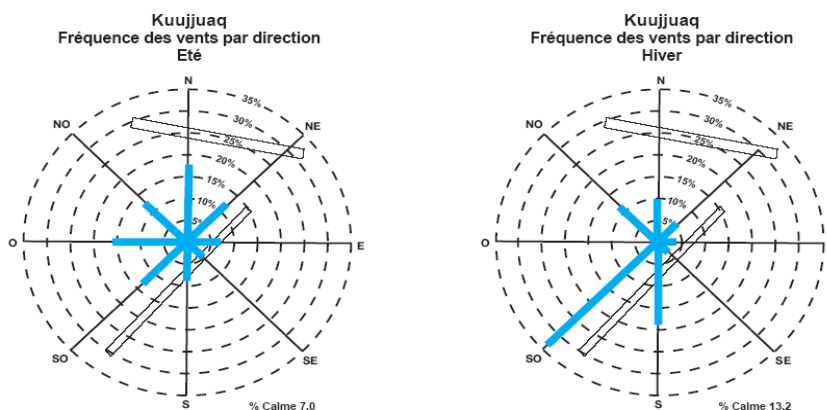
- La faiblesse du vent mesuré à la station météorologique de Kuujjuaq (4,1 m/s)¹⁷ a en effet de quoi surprendre : Elle est inférieure de près de 40 % à la vitesse moyenne du vent dans les stations météorologiques des 14 villages (5,7 m/s).
- Elle est même de 10 % inférieure à la vitesse du vent dans la station météo du second village ayant le vent le plus faible (Kuujjuarapik, sur la Baie d'Hudson, à 4,5 m/s).
- Les stations météo dans les deux villages les plus proches de Kuujjuaq, présentant des similitudes topographiques et tous situés sur la Baie d'Ungava ont des vents de 5,7 m/s (Tasiujaq) et 4,9 m/s (Kangiqualujuak) respectivement, avec une moyenne de 5,3 m/s.
- La disparité entre la vitesse du vent à la station météo de Kuujjuaq et celle de ces autres stations météo du Nunavik amène à la prudence quant à la représentativité de cette station par rapport à la zone modélisée. Il ne faudrait pas exclure que la station météorologique de Kuujjuaq ait pu être positionnée dans un endroit privilégié et exceptionnel. Celle-ci est positionnée à proximité du terrain d'aviation (qui a manifestement dû être localisé à l'abri), à l'est de collines qui protège le site des vents et qui sont donc susceptibles de minimiser les résultats de la mesure de vent à

¹⁵ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, pages 14-15 (section 3.2). Souligné dans le texte

¹⁶ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 21 (section 4.2.1).

¹⁷ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 15, Tableau 4.

10 mètres du sol. Les vents dominants à Kuujjuaq sont en effet de direction ouest en été alors qu'en hiver, ils alternent entre une direction sud-ouest et nord est. La carte des vents dominants proposée par Navigation Canada pour les besoins de l'aéroport fourni une bonne indication de cette direction.¹⁸



- Le site éolien potentiel de Kuujjuaq traité par le rapport Laflamme est quant à lui situé à sur la Colline Qarqaaluk, à 507 pieds d'élévation (155 m.), à l'est d'un lac important, le Lac Stewart, ce dernier facteur étant susceptible d'accroître la qualité du vent.
- Une étude des vents spécifique au site éolien retenu et à d'autres sites éoliens potentiels avoisinants auraient donc été souhaitables à Kuujjuaq, ou même un échantillonnage des données réelles à ces sites afin de valider la modélisation.
- Le rapport HéliMAX invite par ailleurs à la plus grande prudence quant aux données d'extrapolation issues d'une modélisation : « *La combinaison des résultats de validation sur l'ensemble du territoire québécois, à la hauteur de 80 m, montre que la carte de la densité de puissance présente une incertitude moyenne de 24 %* ». ¹⁹ Selon ce même rapport, les vitesses de vent observées sur le terrain par le Ministère des Ressources Naturelles à Kuujjuaq sont plus élevées de 31 % de celles cartographiées selon le modèle, ce qui constitue l'écart le plus important de tous les sites québécois examinés par HéliMAX. ²⁰

¹⁸ <http://www.navcanada.ca/ContentDefinitionFiles/publications/lak/OnQc/5-OQ33f.PDF> , à la page 194.

¹⁹ **HÉLIMAX**, *Inventaire du potentiel éolien exploitable du Québec*, publié au dossier R-3595-2006, Pièce B-3, page 8 dernier paragraphe.

²⁰ **HÉLIMAX**, *Inventaire du potentiel éolien exploitable du Québec*, publié au dossier R-3595-2006, Pièce B-3, page 11.

Une seconde faiblesse quant à la suffisance des données sur lesquelles se fonde le rapport de l'IREQ a trait au petit nombre de sites éoliens traités par le rapport Laflamme à Kuujjuaq.

- Le rapport Laflamme de 1995 n'a traité que d'un seul site potentiel éolien à Kuujjuaq, bien que celle-ci soit la capitale régionale, le village le plus peuplé et présentant la demande la plus élevée, et donc le plus grand potentiel d'économies de carburant. À l'inverse, l'étude Laflamme avait choisi de traiter de deux sites potentiels non seulement au village de moyenne importance d'Inukjuak²¹ (ce qui est compréhensible), mais également aux minuscules hameaux d'Akulivik²² et Umiujak²³ (ce qui est surprenant, compte tenu du faible potentiel d'économies de carburant de ces localités qui ne comptaient que 300-400 personnes environ, avec une demande parmi les plus faibles du Nunavik).
- Kuujjuaq est le seul des 14 villages dont la demande soit suffisamment forte pour justifier l'installation de 5 éoliennes (au lieu d'une, deux ou trois dans les autres villages). Selon l'IREQ, le nombre limité de turbines dans ces autres villages augmente l'effet des variations instantanées du vent et diminue la flexibilité d'exploitation du système.²⁴ Ce facteur, s'il avait été connu du consultant Laflamme, aurait dû l'inciter à examiner plus d'un site potentiel à Kuujjuaq, compte tenu de son avantage de volume.
- Il est primordial de choisir un site favorable car la densité de puissance des éoliennes est proportionnelle au cube de la vitesse du vent. L'exemple d'Inukjuak illustre que deux sites, même très proches, peuvent présenter une différence de 6,6 % quant à la vitesse de leurs vents (selon la modélisation).²⁵
- Il n'y a jamais eu d'étude du vent réel sur aucun des sites identifiés. Nous n'avons même aucune indication que le modèle paramétrique utilisé pour extrapoler les données des stations météorologiques sur l'ensemble de la zone ait été validé dans la topographie de Kuujjuaq (ni ailleurs au Nunavik). Nous ne disposons donc d'aucune validation à l'effet que la qualité du vent du site retenu par le rapport Laflamme à

²¹ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, pages 66-67 et 107.

²² **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, pages 62 et 105. Le site éolien no.2 d'Akulivik du rapport Laflamme n'a pas été retenu dans le rapport de l'IREQ.

²³ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, pages 89-90 et 118.

²⁴ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 30.

²⁵ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, Annexe D, pages 66-67.

Kuujjuaq, serait de seulement 5,8 m/s comme la modélisation à partir de la station météo de Kuujjuaq le laisse supposer.

- A Kuujjuaq, le seul site éolien traité par le rapport Laflamme est situé à très grande proximité du village (4 km), sur la Colline Qarqaaluk tel qu'indiqué précédemment, à 507 pieds d'élévation (155 m.), près d'une route déjà existante et à l'est du Lac Stewart. Dans d'autres villages, le rapport Laflamme a recherché des sites beaucoup plus éloignés du village, en tenant compte des routes nécessaires, voire des voies de contournement d'obstacles naturels. À Kuujjuaq, même la tour de télécommunication déjà existante se trouve à plus grande distance du centre du village (environ 9 km) que ne le serait le parc éolien étudié au rapport Laflamme (4 km). Ce rapport a même considéré des distances de 30 km (Ruisseau Highland, au sud-ouest de Kuujjuaq) et de 40 km (rivière au nord de Kuujjuaq) pour le raccordement de sites hydrauliques potentiels.²⁶ Or, dans ce même rayon de 40 km de Kuujjuaq, de nombreux autres sites éoliens potentiels d'une élévation supérieure à la Colline Qarqaaluk (507 m), allant jusqu'à 816 pi. (249 m.), sont disponibles et n'ont pas été traités au rapport Laflamme, soit à des hauteurs de 552 pi., 564 pi., 540 pi., 682 pi., 600 pi., 816 pi., 700 pi., 700 pi., 749 pi., 768 pi., 692 pi. et 522 pi. (168 m., 172 m., 165 m., 208 m., 183 m., 249 m., 213 m., 213 m., 228 m., 234 m., 211 m. et 159 m.). Ces différences d'élévation peuvent facilement amener une différence de 10 % à 20 % dans la vitesse du vent et donc une différence considérable dans l'énergie éolienne disponible. Un ou plusieurs de ces autres sites auraient donc dû être examinés, particulièrement si une validation des données de vent à la Colline Qarqaaluk en venait à confirmer la modélisation du rapport Laflamme.

Le tableau suivant illustre qu'une légère variation à la hausse (5 % ou 10 %) des prévisions de vent à la Colline Qarqaaluk ou le choix d'un meilleur site éolien parmi ceux énumérés (avec accroissement du vent de 10 % ou 20 %) augmenteraient de façon sensible la rentabilité déjà établie du jumelage éolien-diesel (JED) à Kuujjuaq. Celle-ci passerait à 10,16 M\$, 12,61 M\$, 10,51 M\$ ou 14,99 M\$ selon le cas.

²⁶ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 112.

Tableau 5
 VAN du projet avec variation du site et des paramètres de vent (Coûts variables du projet haussés à 4360 \$ / kW)

CAS	Vitesse du vent à 10 mètres	Nombre d'éoliennes	Puissance installée	Coût du projet	Taux d'actualisation	Taux d'intérêt sur la dette	Demande de pointe (puissance)	Demande de pointe (énergie)	Taux de pénétration en puissance	Énergie éolienne produite	Énergie éolienne fournie au réseau	Taux de pénétration en énergie	Énergie résiduelle disponible par an	Valeur annuelle de l'énergie résiduelle valorisée	Prix du mazout	GES évités par an	Valeur annuelle des GES évités	Reconstitution des résultats (VAN) selon le modèle RETScreen	Coût de l'énergie éolienne fournie au réseau
	m/sec		kW	M\$	%	%	kW	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	K\$ / an	\$ / l	tCO ₂ E / an	K\$ / an	M\$	\$ / kWh
Cas 3.6 - Cas de base	4,6	5	3300	15,89	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7091	4609	28	2482	93,08	1,103	3319	39,83	6,74	0,241
Cas 4.0 - Colline Qarqaaluk avec vent +5%	4,83	5	3300	15,89	4,3	5,6	3000	17200	114,9	7851	5103	65	2748	191,37	1,103	3674	44,09	10,16	0,2046
Cas 4.1 - Colline Qarqaaluk avec vent +10%.	5,06	5	3300	15,89	4,3	5,6	3000	17200	114,9	8611	5597	65	3014	209,9	1,103	4030	48,37	12,61	0,1866
Cas 5.0 - Autre site avec vent +10%	5,06	5	3300	17,50	4,3	5,6	3000	17200	114,9	8611	5597	65	3014	209,9	1,103	4030	48,36	10,51	0,2124
Cas 5.1 - Autre site avec vent +20%	5,52	5	3300	17,50	4,3	5,6	3000	17200	114,9	10030	6519	65	3511	244,48	1,103	4694	56,33	14,99	0,1834

3.4 LA MARGE DE MANŒUVRE DISPONIBLE POUR REMPLACER L'USAGE DU DIEESEL

Comme le montre le tableau 6 ci-après, les dépenses de combustible et d'entretien afférent prévues à Kuujuaq ainsi que la valeur des GES résultant de son usage représentent, à elles seules, une valeur actualisée nette (VAN) de 94,2 M\$.

Tableau 6 - Valeur actualisée nette (VAN) des dépenses de combustible, entretien afférent et valeur des GES à Kuujuaq

	VAN à 6,41 % ²⁷	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Demande en GWh ²⁸		17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,2	20,8	21,4	22,0	22,6	23,2	23,9	24,5	25,2	25,9	26,6	27,4	28,2	28,9
Mazout requis à 3,78 kWh/litre (M l) ²⁹		4,6	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2	5,4	5,5	5,7	5,8	6,0	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9	7,0	7,2	7,4	7,7
Prix du mazout (\$ / l)		1,10	1,08	1,07	1,09	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,28	1,31	1,35	1,38	1,42	1,46	1,50	1,54	1,59	1,62	1,66
Coût annuel du mazout (M\$)	80,3	5,0	5,0	5,2	5,4	5,7	6,0	6,3	6,7	7,0	7,4	7,8	8,3	8,7	9,2	9,8	10,3	10,9	11,5	12,1	12,7
Coût d'exploitation @ 0,05 \$ / kWh (M\$)	11,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
Émissions de GES @ 0,72 kg CO2e / kWh		12,4	12,7	13,1	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0	15,4	15,8	16,3	16,7	17,2	17,7	18,2	18,7	19,2	19,7	20,3	20,8
Valeur des GES @ 12 \$ / t (M\$) ³⁰	2,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Coût total	94,2																				

²⁷ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, R-3623-2007, Pièce B-1, HQD-1, Document 1, page 16, tableau 5.

²⁸ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-1, HQD-1, Document 1, page 14, tableau 3 extrapolé par nous jusqu'en 2029.

²⁹ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, R-3550-2004, Pièce HQD-4, Document 1, page 32 et **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-10, HQD-2, Document 2, page 4 (données interpolées de 2027 à 2029).

³⁰ **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3623-2007, Pièce B-7, HQD-2, Document 1, p. 19-26, Paramètres de la question 8 de la Régie de l'énergie. **HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION**, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-5, Document 1, Annexe 1, Rapport IREQ 2003-247C, 15 décembre 2004, page 6. **RÉGIE DE L'ÉNERGIE**, Dossier R-3550-2004, Décision D-2005-178, page 34.

Cette somme de 94,2 M\$ représente donc la marge de manœuvre dont dispose Hydro-Québec pour investir dans des mesures ou équipements qui permettraient de réduire, voire même supprimer, l'usage du diesel et le remplacer par de l'énergie éolienne couplée à des accumulateurs et de la valorisation de l'énergie éolienne résiduelle (ER).

Nous avons examiné dans la sous-section précédente un scénario qui permettrait la récupération de 25 % de l'énergie éolienne résiduelle. Un mécanisme d'accumulation de l'énergie éolienne résiduelle (ER) pourrait grandement accroître la rentabilité économique d'un jumelage éolien-diesel.

En effet, une des principales difficultés rencontrées dans l'exploitation du gisement éolien en réseau isolé est la coïncidence de l'apport éolien avec les besoins de la charge. Selon la qualité du vent, c'est à dire la vitesse et la constance, une installation offrira plus ou moins d'avantages à une intégration éolienne. Le premier exemple des cas RETScreen que nous avons simulés pour valider le logiciel en relation avec l'étude de l'IREQ (Tableau 1 ci-haut) offre un exemple frappant de la difficulté posée par la non-coïncidence) entre la charge et la vitesse du vent. On y voit que le taux de pénétration en énergie à Inukjuak serait de 55 % alors que celui de Kuujjuaq ne serait que de 28 %, et ceci malgré que le taux de pénétration en puissance soit presque identique à 114 % et 120 % dans les deux cas.

Nous présentons au tableau 7 un cas limite selon lequel le recours au diesel à Kuujjuaq pourrait être entièrement remplacé par un accroissement du nombre d'éoliennes (à 13), dont l'énergie excédentaire serait accumulée au moyen d'un réservoir hydroélectrique pompé. La VAN du projet de Kuujjuaq serait alors de 7,90 M\$; elle augmenterait à 15,14 M\$ et 22,38 M\$ si l'on modifiait les paramètres de vent tel qu'indiqué dans la section précédente, sur le même site. Un accroissement des vents à l'intérieur de la marge d'incertitude de 31 % énoncée au rapport d'Hélimax pour Kuujjuaq ³¹ porterait même cette VAN à 35,88 M\$ ou 48,69 M\$.

Ce cas limite permet donc d'illustrer la rentabilité maximale qui pourrait être atteinte par un tel remplacement et aussi l'utilité fondamentale pour Hydro-Québec de procéder à des mesures de vent avant d'arrêter ses choix de production énergétique à Kuujjuaq. Si l'on opte de conserver malgré tout une partie de la production électrique de Kuujjuaq au diesel, la VAN serait réduite en conséquence.

Paramètres du tableau 7

- ❑ Puissance de l'ensemble turbine pompe = 3000 kW.
- ❑ Charge coïncidente du réseau = 4500 kW.
- ❑ Taux de pénétration éolien sans pompage = 65 %.

³¹ **HÉLIMAX**, *Inventaire du potentiel éolien exploitable du Québec*, publié au dossier R-3595-2006, Pièce B-3, page 8 (dernier paragraphe) et page 11 (Kuujjuaq).

- Taux de pénétration éolien brut avec pompage = 95 %.
- Taux de pénétration éolien net avec pompage = 80 %. Ce taux est obtenu de la façon suivante : $65 \% + (95 \% - 65 \%) \times 50\% = 80 \%$. Il s'agit là d'un estimé conservateur du taux de pénétration net, mais qui convient au présent exercice ; une valeur plus réaliste donnerait de meilleurs résultats.
- L'excédent de pénétration de 30% entre le cas avec ou sans pompage n'est efficace qu'à 50 %, Ce différentiel de pénétration brut de 30% devient donc un excédent de pénétration net de 15 %. Ce taux est très sévère mais laisse une marge de manœuvre.
- Aux coûts du projet éolien de 15,9 M\$ estimés avec la valeur de 4360 \$ / kW, nous avons ajouté un coût équivalent à la valeur d'un ensemble turbine pompe de la façon suivante : Une mini centrale hydraulique avec réservoir est évaluée à 6000 \$ / kW. Nous avons estimé que l'ajout d'un ensemble pompage porterait ce coût à 8000 \$ / kW. Une valeur de 3000 \$ / kW x 8000 \$ / kW = 24M\$ a été rajoutée au coût de projet dans RETScreen.
- Coût de l'énergie résiduelle = 0 \$ Le peu d'énergie qui échappe à jumelage éolien-hydraulique est inutilisable.
- Pour servir la nouvelle charge, le nombre d'éoliennes est augmenté jusqu'à 13 afin de fournir la demande en énergie annuelle du village sans tenir compte des apports hydrauliques.
- Coût de l'énergie évitée = 0,341 \$ / kWh.
- Crédit pour les GES = 12 \$ / tonne CO₂E.

Tableau 7 -VAN du projet avec 13 éoliennes et réservoir pompé, selon la vitesse du vent sur la Colline Qarqaaluk de Kuujuaq

CAS	Vitesse du vent à 10 mètres	Nombre d'éoliennes	Puissance installée	Coût du projet	Taux d'actualisation	Taux d'intérêt sur la dette	Demande de pointe (puissance)	Demande de pointe (énergie)	Taux de pénétration en puissance	Énergie éolienne produite	Énergie éolienne fournie au réseau	Taux de pénétration en énergie	Énergie résiduelle disponible par an	Valeur annuelle de l'énergie résiduelle valorisée	Prix du mazout	GES évités par an	Valeur annuelle des GES évités	Reconstitution des résultats (VAN) selon le modèle RETScreen	Coût de l'énergie éolienne fournie au réseau
	m/sec		kW	M\$	%	%	kW	MWh	%	MWh	MWh	%	MWh	K\$ / an	\$ / l	tCO ₂ E / an	K\$ / an	M\$	\$ / kWh
Cas 9.2 : Vent Laflamme. 10 éoliennes	4,6	10	6600	54,60	4,3	5,6	3000	17200	147	14182	11346	0,6597	n.a.	0	1,103	8169	98,03	-0,25	0,342
Cas 9.3 : Vent Laflamme. 13 éoliennes.	4,6	13	8580	62,37	4,3	5,6	3000	17200	191	18437	14750	0,8576	n.a.	0	1,103	10620	127,44	7,90	0,304
Cas 9.4 : Vent Laflamme + 5 %. 10 éoliennes.	4,83	10	6600	54,60	4,3	5,6	3000	17200	147	15702	12562	0,7303	n.a.	0	1,103	9045	108,54	5,31	0,312
Cas 9.5 : Vent Laflamme + 5 %. 13 éoliennes	4,83	13	8580	62,37	4,3	5,6	3000	17200	191	20413	16331	0,9495	n.a.	0	1,103	11758	141,10	15,14	0,277
Cas 9.7 : Vent Laflamme + 10 %. 10 éoliennes.	5,06	10	6600	54,60	4,3	5,6	3000	17200	147	17223	13778	0,801	n.a.	0	1,103	9920	119,04	10,87	0,287
Cas 9.8 : Vent Laflamme + 10 %. 13 éoliennes.	5,06	13	8580	62,37	4,3	5,6	3000	17200	191	22390	17912	1,0414	n.a.	0	1,103	12896	154,75	22,38	0,255
Cas 9.9 : Vent Laflamme + 20 %. 13 éoliennes.	5,52	13	8580	62,37	4,3	5,6	3000	17200	191	26,078	20872	1,2135	n.a.	0	1,103	12896	154,75	35,88	0,223
Cas 9.10 : Vent Laflamme + 30 %. 13 éoliennes.	5,98	13	8580	62,37	4,3	5,6	3000	17200	191	29,577	23,662	0,0014	n.a.	0	1,103	12896	154,75	48,69	0,200

3.5 IMPÔTS À PAYER ET SUBVENTIONS DISPONIBLES

Les coûts de projet examinés au présent rapport ne tiennent pas compte des impôts à payer ni des aides financières qui pourraient être disponibles de la part des gouvernements.

Ces éléments varieraient selon que le projet soit entièrement réalisé par Hydro-Québec Distribution ou qu'une corporation distincte soit formée, avec la participation des instances autochtones, pour fournir à Hydro-Québec Distribution certains éléments de ce projet, qu'il s'agisse de la fourniture des installations de production ou de l'énergie elle-même.

Selon l'entité responsable, il y aurait lieu, en particulier, d'examiner si celle-ci serait admissible à uns ou plusieurs des aides financières suivantes :

- **La déduction fédérale pour amortissement accéléré au titre de la production d'énergie propre et l'éolien**³² : Cette déduction s'adresse aux actifs (catégorie 432 de l'annexe II du *Règlement de l'impôt sur le revenu*³³) de production d'énergie susceptibles de contribuer à l'économie d'énergie et au recours à des sources d'énergie de substitution dont notamment l'énergie de source éolienne. En d'autres mots, la déduction pour amortissement accéléré est une déduction qui s'additionne à la DPA réclamée. Elle permettait de déduire, pour une année d'imposition, jusqu'à concurrence des revenus tirés du projet, jusqu'à 50 % du coût résiduel des actifs (après déduction de la DPA au taux régulier), ce qui constitue un avantage financier non négligeable en différant l'imposition au moment où le coût des immobilisations a été recouvré sur les revenus tirés du projet.
- **Les Frais liés aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie (FEREEC)**³⁴ : Une nouvelle catégorie de dépenses (43.1) permet d'étendre les avantages des *actions accréditatives*³⁵ aux projets d'énergies renouvelables et d'économies d'énergies. Les FEREEC permettent aux sociétés de reporter indéfiniment la déduction pour toute dépense admissible ou de déduire plus rapidement certaines dépenses qui auraient autrement été capitalisées. Sont admissibles pour les fins de la déduction pour amortissement (taux dégressif de 30 % au lieu des taux annuels de 4 ou de

³² **GOVERNEMENT DU CANADA, MINISTÈRE DES FINANCES**, *Le Budget de 2007*, Annexe 5, <http://www.budget.gc.ca/2007/bp/bpa5af.html>, consulté le 10 juillet 2007.

³³ *Règlement de l'impôt sur le revenu* (C.R.C., ch. 945).

³⁴ **GOVERNEMENT DU CANADA, MINISTÈRE DES FINANCES**, *Frais liés aux énergies renouvelables et aux économies d'énergie (FEREEC)*, www.canren.gc.ca/app/filerepository/General-tax_incentives_f.pdf, consulté le 10 juillet 2007.

³⁵ **GOVERNEMENT DU CANADA, MINISTÈRE DES FINANCES**, *Glossaire, Actions accréditatives*, http://www.fin.gc.ca/gloss/gloss-a_f.html#action_acc, consulté le 10 juillet 2007.

20 %) notamment les *Systèmes générateurs d'électricité et de conversion de l'énergie éolienne (études de préfaisabilité et de faisabilité sur les emplacements convenables, frais de mise en place d'un branchement, frais pour l'acquisition et l'installation d'une éolienne à des fins d'essai, etc.)*.

- **Le programme d'encouragements fiscaux de l'Agence du revenu du Canada (ARC)**³⁶ : Les activités qui peuvent bénéficier des incitatifs fiscaux au titre de recherche et développement sont associées aux domaines de la science et de la technologie, tel que défini à l'article 248(1) de la *Loi sur l'impôt sur le revenu*³⁷ dont notamment, selon la firme Deloitte, Samson Bélaïr, le secteur de l'énergie et la production d'énergie éolienne.³⁸
- **Le Programme fédéral écoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable**³⁹ : Ce programme versera, pendant une période maximale de 10 ans, un cent (1 ¢) par kilowattheure obtenu dans le cadre d'un projet admissible qui permettra de produire de l'électricité propre à partir de sources d'énergie renouvelable et qui sera réalisé entre 1^{er} avril 2007 et le 31 mars 2011. Les entreprises, les municipalités, les institutions et les organisations sont admissible.
- **Le Programme fédéral d'encouragement à la production d'énergie éolienne (EPÉE)**⁴⁰ : Les incitatifs financiers de cette mesure, établis pour une période de 10 ans, se situaient dans une plage de prix variant entre 1,2 ¢ / KWh, 1,0 ¢ / KWh et 0,8 ¢ / KWh selon la date de mise en service des installations. Le parc d'éoliennes devait être mis en service entre le 1er avril 2002 et le 31 mars 2007 et fournir une capacité minimale de 500 kilowatts. Ce programme a notamment permis d'aider, au Québec, les parcs éoliens du Mont Copper, du Mont Miller et de Rivière-au-Renard.⁴¹ Il ne semble

³⁶ **GOVERNEMENT DU CANADA, AGENCE DE REVENU DU CANADA (ARC)**, *Programme d'encouragements fiscaux*, <http://www.cra-arc.gc.ca/F/pub/tg/rc4413/rc4413-f.html> , consulté le 10 juillet 2007.

³⁷ *Impôt sur le revenu, Loi de l'* (L.R.C. 1985, ch. 1 (5e Suppl.).

³⁸ **DELOITTE, SAMSON, BÉLAIR**, *Le plan vert et Kyoto*, Présentation au Conseil patronal de l'environnement du Québec, à l'Hôtel InterContinental, le 11 mai 2005, Montréal.

³⁹ **GOVERNEMENT DU CANADA**, *ÉcoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable*, <http://www.ecoaction.gc.ca/ecoenergy-ecoenergie/power-electricite/index-fra.cfm> , consulté le 14 juillet 2007.

⁴⁰ **GOVERNEMENT DU CANADA, RESSOURCES NATURELLES CANADA**, *Encouragement à la production d'énergie éolienne (EPÉE)*, http://www.canren.gc.ca/programs/index_f.asp?Cald=107&Pgld=623 , consulté le 5 mars 2007. Ce site avait été modifié lors d'une nouvelle consultation le 14 juillet 2007.

⁴¹ **GOVERNEMENT DU CANADA, RESSOURCES NATURELLES CANADA**, *Encouragement à la production d'énergie éolienne (EPÉE)*, http://www.canren.gc.ca/programs/index_f.asp?Cald=107&Pgld=700 , consulté le 14 juillet 2007.

toutefois pas avoir été reconduit depuis la mise en place du programme *ÉcoÉnergie pour l'énergie renouvelable*, visant les mêmes objectifs.⁴²

- **Le Programme d'action pour les collectivités autochtones et nordiques (PACAN)**⁴³: Ce programme vise à réaliser des initiatives dans le domaine énergétique dans les collectivités autochtones et nordiques. Ce programme est géré conjointement par Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC) et par Ressources naturelles Canada (RNCan). AINC est chargée de l'administration et de la gestion globale et régionale du programme, tandis que RNCan fournit un soutien technique en matière d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable aux collectivités autochtones et nordiques et coordonne ce programme avec d'autres programmes relatifs aux changements climatiques. Le programme vise notamment à aider au recours à l'énergie renouvelable et à l'amélioration des applications technologiques (p. ex. petites centrales hydroélectriques, énergie éolienne, énergie solaire, énergie verte, performance des génératrices).
- **Le Programme des affaires du Nord (PAN)**⁴⁴ : Celui-ci est divisé en deux grandes catégories : 1) l'appui de l'évolution politique et du développement économique du Nord par la gestion des intérêts fédéraux et 2) la promotion du développement durable des ressources naturelles du Nord.⁴⁵
- **Les Investissements stratégiques dans le développement économique du Nord (ISDEN)**⁴⁶ : Ceux-ci consistent à promouvoir le développement économique du Nord afin de consolider l'économie des territoires et d'accroître la participation des populations du Nord à l'économie : Deux principaux programmes sont offerts dans le cadre d'ISDEN : (1) le *Programme d'investissements ciblés* et (2) le *Fonds pour le savoir et l'innovation*.

⁴² **GOUVERNEMENT DU CANADA, RESSOURCES NATURELLES CANADA**, *Encouragement à la production d'énergie éolienne (EPÉE)*, http://www.canren.gc.ca/programs/index_f.asp?Cald=107&PgId=623, consulté le 14 juillet 2007.

⁴³ **GOUVERNEMENT DU CANADA, AFFAIRES INDIENNES ET DU NORD CANADA**, *Programme d'action pour les collectivités autochtones et nordiques (PACAN)*, http://www.ainc-inac.gc.ca/clc/tp/obj_f.html, consulté le 14 juillet 2007.

⁴⁴ **GOUVERNEMENT DU CANADA, AFFAIRES INDIENNES ET DU NORD CANADA**, *Programme des affaires du Nord (PAN)*, <http://www.ainc-inac.gc.ca/ps/nap/index-fra.asp>, consulté le 14 juillet 2007.

⁴⁵ **GOUVERNEMENT DU CANADA, AFFAIRES INDIENNES ET DU NORD CANADA**, *Programme des affaires du Nord (PAN)*, <http://www.ainc-inac.gc.ca/ps/nap/index-fra.asp>, consulté le 14 juillet 2007.

⁴⁶ **GOUVERNEMENT DU CANADA, AFFAIRES INDIENNES ET DU NORD CANADIEN**, *Investissements stratégiques dans le développement économique du Nord (ISDEN)*, http://www.ainc-inac.gc.ca/ps/nap/sined/snd/index_f.html, consulté le 14 juillet 2007.

Si elles sont applicables et si l'entité responsable est admissible, de telles aides pourraient donc contribuer à faire baisser davantage les coûts du projet à Kuujuaq.

4

RÉPONSE À L'ARGUMENT NO.2 D'HYDRO-QUÉBEC : LES AVANTAGES DU VILLAGE DE KUUJJUAQ POUR UN JUMELAGE ÉOLIEN-DIESEL

Hydro-Québec Distribution argumente aussi que le village de Kuujjuaq serait celui qui offre le moins de possibilité d'utiliser économiquement l'énergie éolienne en complément des groupes diesel.

Cela est manifestement inexact puisque, de par le volume de la demande, la rentabilité d'un jumelage éolien-diesel (JED) à Kuujjuaq dépasse de loin celle de plus petits villages où la quantité de carburant à économiser est considérablement moindre, même lorsque la qualité du vent est supérieure. Kuujjuaq, Inukjuak et Puvirnituk sont les trois principaux villages du Nunavik et, à ce titre, sont ceux offrant la meilleure rentabilité pour un JED et le meilleur potentiel d'économies de carburant.

Dans un autre ordre d'idée, il est maintenant d'usage que les projets de développement en milieu inuit soient accompagnés d'une *Entente sur les répercussions et avantages pour les Inuit* ou *ERAI (Inuit Impact and Benefits Agreements - IIBAs)*.⁴⁷ De telles ententes prévoient habituellement des bénéfices quant à l'emploi de la population locale pour la réalisation du projet ou sa maintenance, ce qui pourra nécessiter la formation du personnel.⁴⁸ Les besoins d'emplois sont en effet très importants au Nunavik.⁴⁹

Or les bénéfices d'emploi qui résulteraient d'un chantier éolien seraient vraisemblablement ouverts à toute la population Nunavimmiut, avec une préférence pour ceux de la localité où sera installé le parc.⁵⁰ Dans un plus grand chantier tel que celui de la mine Raglan, on avait

⁴⁷ Terminologie reconnue par le gouvernement du Canada : http://www.ainc-inac.gc.ca/hlp/acr/e_f.html .

⁴⁸ À titre illustratif, voir l'Entente Raglan conclue entre la Société minière Raglan (nickel), filiale de la Société Falconbridge Limitée, les Villages de Salluit et Kangigssuqak et la Corporation Makivik, qui fut l'une des premières ERAI, commentée dans : **Catherine BENOIT**, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf , pp. 75, 78.

⁴⁹ **Gérard DUHAIME**, *La situation socio-économique du Nunavik et l'avenir de l'État*, le 17 juin 2004, <http://www.chaireconditionautochtone.fss.ulaval.ca/extranet/doc/107.pdf> , page 3.

⁵⁰ Ce fut le cas de l'entente Raglan. **Catherine BENOIT**, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf , p. 95.

en effet constaté que le bassin de population apte au travail et disponible dans les deux villages proches de la mine (les villages de Salluit et Kangiksujuak) était insuffisant pour permettre un taux d'emploi autochtone important ; le bassin de population devait donc être élargi aux autres villages inuit.⁵¹ Malgré cela, le taux de roulement des employés autochtones a été qualifié d'« *extrêmement élevé* ». ⁵² L'éloignement des travailleurs de leur famille était un des facteurs expliquant ce roulement. ⁵³ De même, les plus petits villages manquaient de facilités de logement pour les ouvriers extérieurs, même pour la brève durée s'écoulant entre l'arrivée du travailleur au village et son entrée dans le logement fourni par l'employeur. ⁵⁴

La population autochtone âgée de 20 à 64 ans et le nombre de logements disponibles dans chacun des villages Inuits s'établissaient comme suit, selon les données les plus récentes disponibles de Statistique Canada :

⁵¹ Catherine BENOIT, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf , pp. 87, 121, 123 (chantier similaire Strathcona), 127 et recommandation 6 pp. 130 et 134.

⁵² Catherine BENOIT, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf , pp. 99, 121 et 125 (chantiers similaires). notamment pour raisons familiales(besoin de rapprochement familial p118 et CASE STUDYp69)

⁵³ Catherine BENOIT, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf , page 118. Voir aussi: **CANADIAN BUSINESS FOR SOCIAL RESPONSIBILITY (CBSR)**, *Building Sustainable Relationships: A Compendium of Leadership Practices in Aboriginal Engagement and Sustainability*, Conférence des 8-9 février 2005, Vancouver, Case Study 8, www.cbsr.ca/files/CaseStudy8.pdf , p. 69.

⁵⁴ Catherine BENOIT, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf , pp. 79, 81 et 104.

Tableau 8

Population autochtone active et nombre de logements dans chacun des villages du Nunavik (2001) ⁵⁵

	Population totale	Population totale autochtone	Population autochtone entre 20 et 64 ans	Nombre de logements
Akulivik	472	450	190	85
Aupaluk	n.d.	n.d. (moins de 250)	n.d.	n.d.
Inukjuak	1294	1205	540	245
Ivujivik	298	285	155	50
Kangiqsualujjuaq	710	670	280	125
Kangiqsujuaq	536	510	225	105
Kangirsuk	436	415	190	90
Kuujjuaq	1932	1555	700	395
Kuujjuarapik	555	500	245	135
Puvirnitug	1287	1185	545	225
Quaqtaq	305	280	100	65
Salluit	1072	1005	435	190
Tasiujaq	n.d.	n.d. (moins de 250)	n.d.	n.d.
Umiujaq	348	330	145	65

Quel que soit le village où serait construit le premier jumelage éolien-diesel (JED) du Nunavik, la formation pour ces emplois, nécessitant l'obtention de cartes de compétence de construction, devrait probablement être fournie au moins partiellement dans la capitale de Kuujjuaq, qui possède davantage d'infrastructures et de services. ⁵⁶

L'expérience du personnel de formation acquise lors de ce premier projet pourrait ensuite être reproduite lorsque des jumelages éolien-diesel (JED) similaires seront effectués dans d'autres villages du Nunavik au cours des années à venir.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous ne voyons aucune raison de retarder la réalisation d'un JED à Kuujjuaq. Ce présente ne présente pas de désavantages quant à un tel projet. C'est d'ailleurs Kuujjuaq qui avait été choisie il y a plusieurs années pour y installer une éolienne de démonstration.

⁵⁵ **STATISTIQUE CANADA**, *Profils de la population autochtone du recensement de 2001*, cat.no. 94F0043XIF; 17 juin 2003, <http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=94F0043XIF>

⁵⁶ **Catherine BENOIT**, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf, pp. 75, 78, 82-83, 85, 86.

5

RÉPONSE À L'ARGUMENT NO.3 D'HYDRO-QUÉBEC : L'EFFET D'UN REPORT DU JUMELAGE ÉOLIEN

Hydro-Québec Distribution argumente que le report du jumelage éolien n'aurait aucun effet sur les modalités de la centrale diesel si elle est construite seule, sans jumelage.

Cet argument est contredit par Hydro-Québec elle-même qui, dans une réponse écrite, souligne qu'un des groupes diesel électrogène devrait être dimensionné spécifiquement au jumelage éolien-diesel. Si la centrale diesel est d'abord construite seule, les groupes diesel qui y seront installés ne comporteront pas un tel dimensionnement et un coût supplémentaire sera requis par ajouter, lors du jumelage, un nouveau groupe diesel adapté, lequel rendra inutile un des groupes diesel précédemment installé (tant que l'accroissement de la charge n'aurait pas requis ce groupe excédentaire).⁵⁷

Un jumelage éolien-diesel permettrait en outre de récupérer davantage les groupes diesel de la centrale thermique existante, puisque leur durée de vie restante permettra l'usage plus limité résultant d'un tel jumelage.

Dans un jumelage éolien-diesel il faut prévoir que dans une condition de faible charge et de vent important, l'exploitation des ou d'un diesel en dessous de 50 % de sa capacité est problématique. La solution retenue par tout les spécialiste du domaine est de prévoir qu'un diesel aura la moitié de la capacité des autres pour couvrir ce cas dans lequel toute la charge est servie par le vent. Cette problématique est d'ailleurs mentionnée dans le rapport de l'IREQ.

Enfin, le jumelage éolien-diesel pourrait avoir pour effet de réduire la dimension des réservoirs de carburant requis à la centrale diesel.

Le report d'un jumelage éolien-diesel n'est donc pas neutre quant aux modalités de la centrale diesel qui sera construite.

⁵⁷ HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION, Pièce B-10, HQD-2, Document 2, Réponse 1 au ROEE.

6

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Pour l'ensemble de ces motifs, nous recommandons que la Régie de l'énergie rejette la demande actuelle d'Hydro-Québec Distribution au dossier R-3623-2007 et enjoigne celle-ci à lui soumettre une nouvelle demande d'autorisation d'investissements, comportant un jumelage avec l'énergie éolienne et qui aura été précédée d'une étude de vent.

BIBLIOGRAPHIE

Catherine BENOIT, *L'Entente Raglan : Outil efficace pour favoriser la formation et l'emploi Inuit ?*, Novembre 2004, www.irec.net/publications/617.pdf .

CANADIAN BUSINESS FOR SOCIAL RESPONSIBILITY (CBSR), *Building Sustainable Relationships: A Compendium of Leadership Practices in Aboriginal Engagement and Sustainability*, Conférence des 8-9 février 2005, Vancouver, Case Study 8, www.cbsr.ca/files/CaseStudy8.pdf

Gérard DUHAIME, *La situation socio-économique du Nunavik et l'avenir de l'État*, le 17 juin 2004, <http://www.chaireconditionautochtone.fss.ulaval.ca/extranet/doc/107.pdf> , page 3.

GOUVERNEMENT DU CANADA, http://www.ainc-inac.gc.ca/hlp/acr/e_f.html

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, SOCIÉTÉ MAKIVIK, ADMINISTRATION RÉGIONALE KATIVIK, *Entente de partenariat sur le développement économique et communautaire au Nunavik (Entente Sanarrutik)*, 2002 et modifications de 2003, 2004 et 2006, http://www.autochtones.gouv.qc.ca/relations_autochtones/ententes/inuits/ententes_inuits.htm

HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION, Dossier R-3550-2004, Pièce HQD-4, Document 1.

HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION, Dossier R-3623-2007, Pièce HQD-1, Document 1.

STATISTIQUE CANADA, *Profils de la population autochtone du recensement de 2001*, cat.no. 94F0043XIF; 17 juin 2003, <http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=94F0043XIF>