



# Mémoire

**À :** M. Yves Hennekens  
**De :** Claude Beaulieu ing  
**Cc :**  
**Date :** 2005-06-15  
**Objet :** Calcul de prix de vente de l'énergie

Régie de l'énergie
DOSSIER: R-3550-2004
DÉPOSÉE EN AUDIENCE
Date: 15 juin 2005
Pièces n°: UMQ-B

document 1

## Résultats de calculs

J'ai calculé avec mes chiffriers un vrai projet basé sur l'appel d'offre de 2002 sur la rivière Magpie. Ce projet de 43 MW produisant 208 GWH se ferait à 4,5 ¢ / kWhre à 8 % de taux d'intérêt à long terme réparti sur 25 ans. Pour les mêmes conditions, le même projet serait rentable à 4,8 et 5,35 ¢/kwhre sur des financements de 20 et de 15 ans respectivement. La différence représente donc entre 0,3 et 0,85 ¢/kwhre. Vous trouverez le détail de ces calculs sur les tableaux ci-joints.

## Méthodologie

Les tableaux ci-joints sont extraits des vrais modèles de calculs détenus par les financiers à long terme et les promoteurs. Ils prennent en considération l'ensemble des paramètres de coûts de projets, des frais de financement, frais d'opération etc. Nous avons utilisés ces modèles sur de nombreux projets actuellement en production.

## Références

Ces calculs ont été réalisés par l'ingénieur senior Claude Beaulieu qui a réalisé plusieurs projets de production d'énergie à partir de petites centrales hydroélectriques. Les résultats ci-joints sont extraits de la soumission déposée par Hydro Minganie SENC en 2002. Le concept a été vérifié par plus d'une vingtaine d'ingénieurs dont le signataire de ce MÉMO, l'ingénieur senior et ancien chargé de projet senior à Hydro Québec Alejandro Guerrero, Ozcan Daikir PHD ing., Serge Proulx, spécialiste en petites centrales, les ingénieurs de TecSult, ceux de la compagnie de construction Énergie Nouvelle et plusieurs autres. Nous vous acheminons les curriculum vitae de MM. Guerrero et Beaulieu pour appuyer cette information.

Claude Beaulieu ing.

(418) 654-8171

DONNÉES ÉCONOMIQUES				Coûts de réalisation					
Capacité installée	43,00 MW			<b>" Hard costs "</b>					
Production annuelle moyenne	208 500 GWh			Versement au MRN					495
Facteur d'utilisation	55,4%			Versement à la MRC					695
Prix de vente initial	0,0535 C/kWh			Coûts de construction "Turn Key"					54 700
<b>Budget de construction</b>				BAPE					300
Budget actuel	60 870 \$			Hydro-Québec interconnexion					-2 350
Inflation du coût du projet	0 \$	0,00%		Surveillance des travaux et ingénierie					821
Budget avec coûts indexés	60 870 \$			Contingences					1 368
Budget indexé avec intérêts	67 180 \$			<b>Total des "hard cost"</b>					<b>56 029 \$</b>
Hard Costs	56 029 \$	83,40%		<b>" Soft costs "</b>					
Soft costs	11 152 \$	16,60%		Intérêt durant la construction					6 310
<b>Financement long terme</b>				Fais légaux					300
Termes du financement long terme	15 ans			Frais de développement	3,80%				2 129
Financement long terme	85,00%	57 103 \$		Profits de développement	3,20%				1 793
Equité	6 155	15,00%	10 077 \$	Frais financier					620
Taux du financement long terme	8,00%			<b>Total des "soft cost"</b>					<b>11 152 \$</b>
Service de la dette (% des revenus an 1)	58,71%	6 549 \$		Inflation					
Ratio:(revenu net /service de la dette)	1,31			<b>Total coût du projet</b>					<b>67 180</b>
<b>Paramètres</b>				Coûts de construction par MGW					1 217 \$
Taux d'intérêts en construction	8,25%			Total "Hard Cost" par / MGW	83,40%				1 303 \$
Taux d'intérêts sur les fonds de réserve	3,00%			Total "Soft Cost" par / MGW	16,60%				259 \$
Inflation des revenus	1,00%			Coût de réalisation par / MGW					1 562 \$
Inflation des coûts d'opération	2,50%			<b>Intérêts durant la construction</b>					
Inflation des coûts de construction	0,50%			2003	2004	2005			
Contingentes	2,00%			10%	35%	55%	TOTAL	Répartition	
Droits hydrauliques actuels non indexés	3,011 \$			6 087 \$	21 305 \$	33 479 \$	60 870 \$	Déboursés	
Classe 43 pour fin d'impôts	oui			#VALEUR!	#####	#VALEUR!	#####	Intérêts	
Année				2006	2007	2008	2009	2010	
No de l'année				1	2	3	4	5	
<b>REVENUS</b>									
Prix de vente	0,0535			0,0540	0,0546	0,0551	0,0557		
Inflation des revenus				1,00%	1,00%	1,00%	1,00%		
Energy Income	11 155			11 266	11 379	11 493	11 608		
Interest Income	1			4	6	8	11		
<b>Expenses</b>									
Coûts annuels d'opération	2 599			2 612	2 625	2 639	2 652		
Net Income	8 557			8 658	8 760	8 863	8 967		
<b>Annuel interest rate</b>									
Interest Expenses	8,00%			8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	
Profit net	4 494			4 324	4 139	3 939	3 722		
Cumulative Profit	4 063			4 334	4 621	4 924	5 245		
Capital Repayment	4 063			8 397	13 017	17 941	23 186		
Cash Flow	2 054			2 225	2 410	2 610	2 826		
Cumulative Cash flow	2 008			2 109	2 211	2 314	2 418		
	2 008			4 117	6 328	8 642	11 060		

DONNÉES ÉCONOMIQUES				Coûts de réalisation					
Capacité installée				" Hard costs "					
Production annuelle moyenne				Versement au MRN					
Facteur d'utilisation				Versement à la MRC					
Prix de vente initial				Coûts de construction "Turn Key"					
<b>Budget de construction</b>				BAPE					
Budget actuel				Hydro-Québec interconnection					
Inflation du coût du projet				Surveillance des travaux et ingénierie					
Budget avec coûts indexés				Contingences					
Budget indexé avec intérêts				<b>Total des "hard cost"</b>					
Hard Costs				<b>" Soft costs "</b>					
Soft costs				Intérêt durant la construction					
<b>Financement long terme</b>				Fais légaux					
Termes du financement long terme				Frais de développement					
Financement long terme				Profits de développement					
Equité				Frais financier					
Taux du financement long terme				<b>Total des "soft cost"</b>					
Service de la dette (% des revenus an 1)				Inflation					
Ratio:(revenu net /service de la dette)				<b>Total coût du projet</b>					
<b>Paramètres</b>				Coûts de construction par MGW					
Taux d'intérêts en construction				Total "Hard Cost" par / MGW					
Taux d'intérêts sur les fonds de réserve				Total "Soft Cost" par / MGW					
Inflation des revenus				Coût de réalisation par / MGW					
Inflation des coûts d'opération				<b>Intérêts durant la construction</b>					
Inflation des coûts de construction				2003					
Contingentes				2004					
Droits hydrauliques actuels non indexés				2005					
Classe 43 pour fin d'impôts				TOTAL					
Année				Répartition					
No de l'année				Déboursés					
<b>REVENUS</b>				#VALEUR#####VALEUR##### Intérêts					
Prix de vente				2006					
Inflation des revenus				2007					
Energy Income				2008					
Interest Income				2009					
<b>Expenses</b>				2010					
Coûts annuels d'opération				1					
Net Income				2					
Annuel interest rate				3					
Interest Expenses				4					
Profit net				5					
Cumulative Profit				6					
Capital Repayment				7					
Cash Flow				8					
Cumulative Cash flow				9					
Cash Flow Distribution				10					
(-) hausse des recevables: (+)payables				11					
Less: Contribution for Hydrology Fund				12					
Less: Contribution for Maintenance Fund				13					
Cash Flow from Operations				14					

DONNÉES ÉCONOMIQUES				Coûts de réalisation					
Capacité installée	43,00 MW			<b>" Hard costs "</b>					
Production annuelle moyenne	208 500 GWh			Versement au MRN					495
Facteur d'utilisation	55,4%			Versement à la MRC					695
Prix de vente initial	0,0450 C/kWh			Coûts de construction "Turn Key"					54 700
<b>Budget de construction</b>				BAPE					300
Budget actuel	60 870 \$			Hydro-Québec interconnexion					-2 350
Inflation du coût du projet	0 \$	0,00%		Surveillance des travaux et ingénierie					821
Budget avec coûts indexés	60 870 \$			Contingences					1 368
Budget indexé avec intérêts	67 180 \$			<b>Total des "hard cost"</b>					<b>56 029 \$</b>
Hard Costs	56 029 \$	83,40%		<b>" Soft costs "</b>					
Soft costs	11 152 \$	16,60%		Intérêt durant la construction					6 310
<b>Financement long terme</b>				Fais légaux					300
Termes du financement long terme	25 ans			Frais de développement	3,80%				2 129
Financement long terme	85,00%	57 103 \$		Profits de développement	3,20%				1 793
Equité	6 155	15,00%	10 077 \$	Frais financier					620
Taux du financement long terme	8,00%			<b>Total des "soft cost"</b>					<b>11 152 \$</b>
Service de la dette (% des revenus an 1)	56,37%	5 289 \$		Inflation					
Ratio:(revenu net /service de la dette)	1,29			<b>Total coût du projet</b>					<b>67 180</b>
<b>Paramètres</b>				Coûts de construction par MGW					1 217 \$
Taux d'intérêts en construction	8,25%			Total "Hard Cost" par / MGW	83,40%				1 303 \$
Taux d'intérêts sur les fonds de réserve	3,00%			Total "Soft Cost" par / MGW	16,60%				259 \$
Inflation des revenus	1,00%			Coût de réalisation par / MGW					1 562 \$
Inflation des coûts d'opération	2,50%			<b>Intérêts durant la construction</b>					
Inflation des coûts de construction	0,50%			2003	2004	2005			
Contingentes	2,00%			10%	35%	55%	TOTAL	Répartitio	
Droits hydrauliques actuels non indexés	3,011 \$			6 087 \$	21 305 \$	33 479 \$	60 870 \$	n	Déboursés
Classe 43 pour fin d'impôts	oui			#VALEUR!	#####	#VALEUR!	#####	s	
<b>Année</b>									
No de l'année				2006	2007	2008	2009	2010	
				1	2	3	4	5	
<b>REVENUS</b>									
Prix de vente		0,0450		0,0455	0,0459	0,0464	0,0468		
Inflation des revenus				1,00%	1,00%	1,00%	1,00%		
Energy Income		9 383		9 476	9 571	9 667	9 763		
Interest Income		1		4	6	8	11		
<b>Expenses</b>									
Coûts annuels d'opération		2 546		2 559	2 572	2 585	2 597		
<b>Net Income</b>		6 838		6 921	7 005	7 091	7 177		
<b>Annual interest rate</b>									
Interest Expenses		4 541		4 479	4 412	4 339	4 260		
<b>Profit net</b>	0	2 296		2 442	2 593	2 751	2 916		
Cumulative Profit		2 296		4 738	7 331	10 083	12 999		
Capital Repayment		748		810	877	950	1 028		
Cash Flow		1 549		1 632	1 717	1 802	1 888		
Cumulative Cash flow		1 549		3 181	4 898	6 699	8 587		

## ALEJANDRO GUERRERO, ING., M.SC.A.

Fonction : Ingénieur, consultant et actionnaire principal

Diplômé en génie civil de l'Université La Salle de Mexico en 1983, M. Alejandro Guerrero compte aujourd'hui 19 ans d'expérience dans le domaine de l'hydroélectricité. De plus, il est un homme d'affaires qui possède un vignoble dans la région des Cantons de l'Est et il est membre du conseil d'administration de l'Association des Vignerons du Québec. De plus, M. Guerrero est l'un des principaux actionnaires, membre fondateur et membre du conseil d'administration d'Énergie Nordique..

### Principales réalisations et fonctions

- Hydro-Québec – Chargé de projets senior :
  - Complexe hydroélectrique Petit Mécatina (1500 MW)- Étude de pré-faisabilité;
  - Centrale hydroélectrique sur la Rivière Mattawin (60 MW); - Étude de pré-faisabilité;
  - Rehaussement des digues des aménagements de la rivière Gatineau – Étude de faisabilité;
  - Gestion des crues extrêmes du réservoir Kipawa – Étude de faisabilité;
- Énergie Nordique Inc. – Chargé de projets senior :
  - Études de pré-faisabilité et de faisabilité pour la construction de quinze projets hydroélectriques – Aspects techniques et financiers;
- Hydro-Soft Inc. :
  - Études de rentabilité de l'implantation du système HydroSoft sur le complexe hydroélectrique Grijalva, au Mexique;
- Cegertec Inc. – Chargé de projets
  - Étude des crues extrêmes sur la rivière à Mars;
  - Conception hydraulique du barrage-déversoir Roméo Tremblay;
- Hydro-Québec – Ingénieur hydraulicien :
  - Étude hydrologique de pré-faisabilité pour la construction de deux nouveaux réservoirs à l'amont du lac Kénogami;
  - Conception et dimensionnement des ouvrages requis pour le détournement d'une partie du bassin versant des rivières Sault-aux-Cochons et Manouane vers le réservoir Pipmuacan;

### Faits marquants

Vice-Président et Co-fondateur Énergie Nordique inc. et Environnement Nordique inc

Chargé de projet senior (Hydro Québec Équipement 2001-2002)

Spécialiste en conception hydroélectrique, hydraulique & en hydrologie (Énergie Nordique, Hydro-Québec et Cegertec)

Spécialiste en gestion des réservoirs et en optimisation de la production hydroélectrique (HydroSoft Énergie)

Publication dans la revue canadienne de génie civil sur la gestion de réservoirs hydroélectriques

### Formation

M.Sc.A. - Gestion de ressources hydriques  
École Polytechnique de Montréal (1988)

B.Ing. (Génie Civil),  
Université La Salle,  
Mexico, Mexique  
(1983)

- Étude hydrologique pour le détournement d'une partie du bassin versant de la rivière Portneuf vers le réservoir Pipmuacan;
- Étude de la production hydroénergétique escomptée suite à la reconstruction de la centrale Grand-Mère;
- Étude des crues pour la détermination des débits de conception des ouvrages d'évacuation et des ouvrages de dérivation provisoire pour la reconstruction de la centrale Grand-Mère ;
- Agencement général et le dimensionnement des ouvrages hydrauliques pour la reconstruction de la centrale Grand-Mère ;
- Étude de production hydroélectrique pour l'évaluation des gains associés au remplacement des turbines existantes dans la centrale de Bryson, sur la rivière des Outaouais ;
- Études hydrologiques dans le cadre de l'avant-projet Mercier-Bitobi;
- Étude des risques d'inondation causés par la présence des aménagements hydroélectriques de Chute Hemmings et Drummondville, sur la rivière St-François ;
- Étude des crues en vue de déterminer la capacité d'évacuation requise durant les travaux de réfection des ouvrages compensateurs du complexe Beauharnois - Les Cèdres ;
- Étude de reconstitution et harmonisation des séries d'apports mensuels pour l'aménagement de la rivière Grande Baleine ;
- Étude des risques d'inondation sur la rivière St-Maurice;
- Étude comparative des bénéfices générés par le remplacement des roues existantes par des roues de type Kaplan à la centrale La Gabelle, sur la rivière St-Maurice ;
- Études de gestion coordonnée des réservoirs Rapide Blanc et Rapides des Coeurs, dans le cadre des études d'aménagement du complexe Haut St-Maurice et étude du remplissage des réservoirs ;

### **Associations professionnelles**

Ordre des ingénieurs  
du Québec

### **Années d'expérience**

20 ans

## CLAUDE BEAULIEU, ING.

Fonction : Ingénieur, consultant et actionnaire principal

Monsieur Beaulieu est président fondateur d'Énergie Nordique inc et d'Environnement Nordique inc. et œuvre au sein de l'entreprise depuis 1996. Le montage de projets caractérise bien la personnalité de M. Beaulieu.

### Principales réalisations et fonctions

#### AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES ET BARRAGES

- Contrôle des crues en amont du lac Kénogami (2 scénarios), Déluge 1996, Hydro-Québec (1998)
- Société Hydro-Projets (Énergie Nordique inc.)
- Études de pré faisabilité et de faisabilité dans quinze (15) projets
- Aspects légaux, environnementaux et financiers (500 M)
- Études de faisabilité de plans, devis et construction de quatre (4) petites centrales hydroélectriques au Québec entre (1994 et 1996) (25 M \$), Algonquin Power Corp. et Cascade Énergie
- Programme de développement économique du saumon (P.D.E.S.)
- Construction de barrages sur le lac des Cœurs et sur la Rivière-à-Mars
- Gestion des eaux sur les rivières des Escoumins et Matane
- Programme préliminaire de gestion de l'eau sur les rivières des Escoumins, Godbout et Ouelle
- Concepts physiques pour la mise en valeur et le développement économique de quinze rivières à saumons du Québec
- Ministère des Loisirs Chasse et Pêche
- Étude de stabilité des barrages en gabions sur la rivière Betsiamite et le lac des Commissaires
- Étude de contamination de la prise d'eau de la pisciculture de Gaspé
- Ministère de l'Environnement et de la Faune
- Construction de douze barrages et seuils dans les monts Valins
- Étude générique sur la conception de seuils en rivière suite au "déluge de 1996"

Objectifs: contrôle de l'érosion régressive et contrôle des inondations, (1998)

- Neuf études environnementales de petites centrales hydroélectriques. Études, conception et aménagement de dispositifs de dévalaison

### Faits marquants

Président Énergie Nordique+Environnement Nordique inc

Actionnaire fondateur de Génivar-Énergie & Environnement

Génie+construction plus de 10 barrages ( 3 à 15 mètres )

Génie 4 centrales opérationnelles, 25M

Génie conception 45 centrales hydroélectriques

Ingénierie détaillée et construction pour 30 millions de travaux sur habitats et rivières (Déluge 1996)

Spécialiste en ingénierie de l'environnement des milieux naturels et en migration du poisson

Défi Jeunesse Québec inc.

### Formation

B.Sc.A. (génie civil), Université Laval (1981)

### Formation complémentaire

Cours gradué en hydraulique fluviale, Université Laval (1985)

Cours sur les dispositifs de migration des poissons (Toulouse, France, 1990)

## ÉTUDE ET AMÉNAGEMENT DE DISPOSITIFS RELIÉS À LA MIGRATION DU POISSON

- Étude sur la dévalaison des poissons non-migrateurs à travers les turbines (A.P.P.H.Q.)
- Canard Illimité
  - Migration du brochet, de la perchaude et de six espèces de poisson indigènes dans la baie de la Vallière
  - Migration pour le brochet et le doré dans le ruisseau Antoine, localisé en périphérie du lac Témiscamingue au Québec
- Construction d'une passe migratoire et d'un dispositif de dévalaison sur la petite centrale hydroélectrique de Donnacona sur la rivière Jacques-Cartier (Algonquin Power Corporation)
- R.S.P. Hydro
  - Construction d'un dispositif de protection contre la dévalaison du saumon pour la centrale Bird 2 sur la rivière Jacques-Cartier
  - Étude de dévalaison des saumoneaux passant par les turbines de la petite centrale numéro 1 du barrage Bird sur la rivière Jacques-Cartier
- Construction d'un dispositif de montaison (prébarrages) dans les gorges Déry sur la rivière Jacques-Cartier. Ce site, classé historique, est relié à l'exploitation des centrales hydroélectriques McDougall et comprend certains éléments particuliers propres à la gestion des débits, l'hydrodynamique et le comportement du poisson dans cette portion de cours d'eau
- Étude de dévalaison et de leur entraînement dans les centrales de Mitis 1 et Mitis 2 (Hydro-Québec) sur la rivière Mitis
- Corporation de restauration de la Jacques-Cartier (CRJC)
  - Étude télémétrique et hydrodynamique traitant des difficultés de migration des saumons adultes dans les gorges Déry sur la rivière Jacques-Cartier et en aval de la petite centrale hydroélectrique de McDougall
  - Dispositifs de migration dans les gorges Déry sur la rivière Jacques-Cartier
  - Passe migratoire de Donnacona sur la rivière Jacques-Cartier
- Hydro-Québec
  - Système de capture sur la passe migratoire de la chute Katchapahun sur la rivière Moisie
  - Dispositifs de migration en aval de la petite centrale du lac Robertson

- 35 concepts de passes migratoires
- 100 000 saumons
- 10 espèces de poissons
- Dévalaison mortalité « 0 »
- Garantie environnementale
- Système de capture
- Barrière de comptage
- Études génériques Montaison (M.E.F.) Dévalaison (M.P.O. et A.P.P.H.Q.)
  - Sédimentologie du Québec
  - Aménagement de seuils en rivière
- Conférence internationale Saumon et hydroélectricité (1996)
- Succès et échecs en migration du poisson (PDES, FQSA, 1992)
- Aménagement de 80 fosses et frayères
- Petite Décharge reprofilage habitats (3MS), Alcan
- 40 plans de mise en valeur de rivières

**Associations professionnelles**  
Ordre des ingénieurs du Québec

Fédération québécoise pour le saumon atlantique

**Années d'expérience**

24 ans

- Ministère de l'environnement et de la faune
  - Problèmes de migration du poisson sur la rivière Godbout
  - Dispositif de migration (transport) sur la rivière Petit-Saguenay
  - Réaménagement des passes migratoires du zoo de Saint-Félicien
  - Système de capture et de travaux d'amélioration de la sortie de la passe migratoire de la Chute 5 sur la rivière Mistassini
  - Mortalité des saumoneaux en dévalaison sur la rivière Valin
  - Système de capture et de travaux d'amélioration de la sortie de la passe migratoire sur la chute du Grand Sault sur la rivière des Escoumins
  - Passe migratoire et au système de capture de la rivière aux Rochers
  - Passe migratoire en amont des chutes Molson sur la rivière Godbout
  - Seuils et obstacles pour contrôler l'expansion de la population de meunier noir dans les monts Valin
- Passe migratoire de la chute Blanche sur la rivière Sainte-Marguerite Nord-est, (ZEC Ste-Marguerite)
- Guide d'opération de la passe migratoire de la chute Blanche, (ZEC Sainte-Marguerite)
- Passe migratoire pour la ouananiche située sur les chutes 25 et 50 sur la rivière aux Saumons, (lac Saint-Jean)
- Passe migratoire du barrage Roméo-Tremblay sur la Rivière-à-Mars, (La Baie)
- Étude et conception d'une passe migratoire sur la rivière Mingan, (conseil de bande Mingan)
- Avis et expertises en matière de dispositifs de migration sur les rivières Matane, Madeleine, Angers et plusieurs autres
- 14 seuils sur les rivières à Mars et Ha! Ha! (Ville de La Baie) (1998)
- Soixante-dix fosses sur les rivières Gentilly, Nicolet, des Vases, Matane, Sainte-Marguerite et Grande Cascapédia, pour divers clients
- Plus de quatre-vingt études, concepts et projets d'aménagements traitant de problèmes reliés à l'amélioration de la productivité des rivières à saumons et certains besoins réguliers rencontrés en hydraulique fluviale et en environnement, pour divers clients
- Plans d'aménagements exhaustifs et d'études d'impacts sur trente rivières à saumons du Québec, pour divers clients

#### **Autres expériences**

- Ingénierie détaillée et construction de :
  - 2 parcs industriels
  - 4 usines (terrassement, services, drainage)
  - 1 taxiway (piste aéroport)
  - 18 km de route
  - 5 km de services municipaux
- 20 dossiers de décontamination sédiments, sols, entreprises et gestion matières dangereuses.
  - 3 projets majeurs (Apica, Provigo, Bombardier)
- Géotechnique MTQ
  - Instrumentation (Tassements, échantillonnage, piézométrie, inclinomètre, scissomètre)
- Expertise en génie hydraulique à la cour

