

**LA TAILLE DE LA QUOTE-PART
DE LA PETITE PRODUCTION
HYDRAULIQUE D'ELECTRICITE
DANS LE PORTEFEUILLE
ENERGETIQUE DU QUEBEC**

**Mémoire de l'intervenant GRAME-UDD
(Groupe de recherche appliquée en macroécologie
et Union pour le développement durable)**

Par Jean-Pierre Drapeau

**MÉMOIRE DÉPOSÉ LE 25 MARS 1999 À LA RÉGIE DE
L'ÉNERGIE, DANS LE CADRE DE L'AUDIENCE R-3410-98**

Table des matières

RÉSUMÉ	5
INTRODUCTION	9
AVANT-PROPOS:	
QU'EST-CE QUE LA <i>PETITE</i> PRODUCTION HYDRAULIQUE D'ELECTRICITE ?	11
La typologie à travers le monde	12
La typologie au Québec	13
<i>Petit</i> = moins de 10 MW	14
1. LA TAILLE DE LA QUOTE-PART	17
2. LA DUREE DU PROGRAMME	21
3. LE PRIX D'ACHAT	23
3.1 Le prix socialement acceptable	23
3.2 Les éléments à tenir compte dans le prix à payer	24
3.2.1 Les apports fiscaux.....	25
3.2.2 La perception de redevances	25
3.2.3 La récupération par le gouvernement des installations de production.	25
3.2.4 La vente par Hydro-Québec des équipements désaffectés	25
3.2.5 Le potentiel d'exportation pour l'industrie de la production privée	25
3.2.6 Les revenus d'exportation pour l'industrie de la production privée	26
4. LES MODALITÉS D'IMPLANTATION	27
4.1 Les critères économiques, sociaux et environnementaux	27
4.1.1 Les critères pour l'identification des sites	27
4.1.2 Les critères pour le choix des promoteurs	28
4.2 Les paramètres de l'achat d'électricité	29
CONCLUSION :	
Choisir les meilleurs projets de petite hydraulique	31
BIBLIOGRAPHIE	35

ANNEXE A : Proposition d'une méthodologie pour comparer statistiquement la qualité écologique des aménagements hydroélectriques 41

ANNEXE B : Une grosse centrale est géométriquement plus écologique qu'une série de petites centrales 47

LA TAILLE DE LA QUOTE-PART DE LA PETITE PRODUCTION HYDRAULIQUE D'ELECTRICITE DANS LE PORTEFEUILLE ENERGETIQUE DU QUEBEC

Mémoire de GRAME/UDD pour la Régie de l'énergie (R-3410-98)
Par Jean-Pierre Drapeau

(Note préliminaire: Même s'il répond, dans la mesure de ses connaissances, aux quatre questions posées par la Régie, le GRAME-UDD s'est particulièrement attardé, dans le cadre du présent mémoire, aux enjeux reliés au développement durable et aux préoccupations environnementales.)

RÉSUMÉ

Qu'est-ce que la petite production hydraulique d'électricité ?

Il n'existe aucun consensus ou standard international permettant de définir de façon universelle ce qu'est la *petite* production hydraulique. Cependant, à travers le monde, la classification qui revient le plus souvent est celle allant jusqu'à 10 mégawatts.

Au Québec, il semble y avoir sinon confusion dans la définition des termes, du moins absence de correspondance entre les lois et les règlements relatifs aux différentes tailles des aménagements hydroélectriques. Depuis 1984, on considère comme *petites* les centrales de moins de 25 MW, alors qu'auparavant il s'agissait uniquement des centrales de moins de 10 MW. Mais la Loi sur la qualité de l'environnement et le Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement considèrent encore tous deux la taille de 10 MW comme limite au-delà de laquelle une petite centrale doit être sujette à la procédure d'évaluation.

Avant de définir toute quote-part dans le portefeuille énergétique du Québec, il convient d'abord de bien définir ce qu'est la *petite* production hydraulique d'électricité. Le GRAME-UDD recommande que la *petite* production hydraulique désigne toute centrale de moins de 10 MW. Aller jusqu'à 50 MW nous semble un moyen inutile de « déguiser » des centrales moyennes en petites centrales ! En fait, il nous apparaît que la présente quote-part vise à déterminer davantage la production hydraulique *privée* d'électricité que la *petite* production. Autrement dit, l'Avis qu'émettra la Régie devrait s'intituler « Avis sur la quote-part de la petite et de la moyenne production hydraulique privée d'électricité dans le portefeuille énergétique du Québec ».

1 - La taille de la quote-part

La quote-part pourrait être déterminée à partir de l'un ou l'autre des critères suivants :

- un nombre précis de MW par année, suffisamment important pour relancer et soutenir les fournisseurs de biens et services ; il pourrait équivaloir, sur une base annuelle, au maintien des activités qui ont découlé de l'APR-91, soit environ 50 MW installés (ou 35 MW souscrits) par année

- un pourcentage de la puissance installée totale du parc d'équipements d'Hydro-Québec
- un pourcentage de la puissance installée supplémentaire nécessaire à chaque année pour répondre à l'augmentation de la demande d'énergie
- tous les projets dont le coût de production est inférieur à 2,81 cents le kWh, le prix de référence d'Hydro-Québec pour l'hydroélectricité fournie
- tous les projets dont le coût de production est inférieur à 3 cents le kWh, l'estimation considérée par la Régie comme valeur acceptable à titre intérimaire (Avis 98-02 de la Régie sur l'énergie éolienne)
- selon la logique que l'on retrouve dans l'Avis 98-02 de la Régie sur l'énergie éolienne, 20 % du potentiel aménageable des petites centrales
- selon la logique que l'on retrouve dans l'Avis 98-02 de la Régie sur l'énergie éolienne, tout projet dont le coût de production est inférieur à 5,8 cents le kWh

Le GRAME-UDD recommande quant à lui que la Régie retienne le critère du pourcentage de la puissance installée supplémentaire nécessaire à chaque année pour répondre aux demandes d'énergie. Ce pourcentage devrait être d'au moins 3 %, ce qui signifie, selon les prévisions actuelles d'augmentation annuelle (650 MW) de la demande, au moins 20 MW installés (ou 15 MW souscrits) en moyenne chaque année pendant 10 ans, soit à peu près l'équivalent de l'énergie souscrite par la quote-part éolienne proposée par la Régie. Cela enverrait un message clair comme quoi la petite hydraulique n'est pas moins écologique que l'énergie éolienne.

2 - La durée du programme

La durée du programme devrait être de 10 ans, afin permettre à l'industrie de la petite hydraulique de bénéficier d'un certain horizon temporel pour lui permettre de se développer et peut-être de viser le marché de l'exportation.

3 - Le prix d'achat

Le prix d'achat socialement acceptable pour l'électricité produite dans le cadre de la quote-part devrait idéalement être un prix qui satisfait Hydro-Québec ainsi que le producteur privé, mais qui n'entraîne pas d'augmentation des tarifs ou de baisse de dividendes. En fait, le prix socialement acceptable pourrait varier selon chaque site et selon la nature du produit, c'est-à-dire selon l'énergie et la puissance fournies. La meilleure façon de déterminer ce prix serait probablement de procéder par appel d'offres public faisant recours à la concurrence pour chacun des sites et d'accepter le prix social le plus bas.

Selon le GRAME-UDD, afin que tous les producteurs d'énergie aient le même « level playing field », le prix à payer ne devrait tenir compte d'aucun des éléments suivants : les apports fiscaux, la perception de redevances, la récupération par le gouvernement des installations de production, la vente par Hydro-Québec des équipements désaffectés, le potentiel d'exportation pour l'industrie de la production privée et enfin les revenus d'exportation. Considérer les apports fiscaux que le gouvernement du Québec tire de la construction et de l'exploitation de petites centrales hydroélectriques par des producteurs privés et augmenter conséquemment le prix à payer aux producteurs serait un moyen détourné de subventionner la production privée d'électricité. Percevoir auprès

des producteurs privés des redevances sur la production faite en utilisant les forces hydrauliques du Québec pourrait s'avérer injuste, considérant que des producteurs d'autres énergies renouvelables n'ont pas à payer de telles redevances : les producteurs d'énergie éolienne paient-ils des redevances pour le vent ? Pour les sites du domaine public, la récupération par le gouvernement du Québec, à la fin du bail et sans frais pour lui, des installations de production d'électricité construites ou remises en état par les producteurs privés constituerait une forme de nationalisation déguisée et pourrait s'avérer une option sous-optimale (les propriétaires d'installations auraient peu d'intérêt à faire l'entretien nécessaire vers la fin de la durée du bail); il est préférable que les producteurs aient à tenir compte de cette valeur dans le cadre de l'appel d'offres. Il en irait de même de la vente par Hydro-Québec, à leur juste valeur, de ses équipements de productions désaffectés. Enfin, il serait très difficile de déterminer comment intégrer, au prix à payer, le potentiel, sur les marchés extérieurs au Québec, pour l'expertise, le savoir-faire et les technologies développées localement dans l'industrie de la production privée ainsi que les revenus ainsi générés pour les entreprises d'ici. Cependant, si l'un ou l'autre de ces éléments devait être tenu en compte dans le prix à payer, procéder par appel d'offres serait à nouveau le meilleur moyen de l'intégrer, en faisant des conditions retenues une partie du devis de l'appel d'offres.

4 - Les modalités d'implantation

Les modalités d'implantation pour l'octroi des sites devraient être gérées et suivies par un Comité de coordination, sous la responsabilité du gouvernement du Québec, comprenant des représentants d'Hydro-Québec, des producteurs privés, du ministère des Ressources naturelles, du ministère de l'Environnement, du secteur Faune, des groupes environnementaux et des organismes de protection du consommateur.

Les critères économiques, sociaux et environnementaux applicables lors de l'identification des sites pouvant être remis aux producteurs privés devraient favoriser la sélection des meilleurs projets, en commençant prioritairement par la remise en production de sites désaffectés pour lesquels les impacts sur l'environnement ont déjà été « absorbés » en grande partie par la société. Il faudrait de plus concevoir deux séries de critères, selon que les centrales sont au fil de l'eau ou avec réservoirs, puisque ces deux types de centrales offrent un service énergétique tout à fait différent. Pour les centrales avec réservoirs, le premier critère devrait être le ratio entre la superficie inondée par la création du réservoir et la production d'électricité (le nombre de GWh produits par ha de territoire inondé). Les autres critères pourraient être les impacts sur le régime hydrique, sur les poissons, sur la faune terrestre, sur les habitats, sur le paysage et sur le patrimoine bâti ; les impacts liés au raccordement au réseau public de transport d'énergie devraient aussi être considérés. Ces autres critères devraient aussi s'appliquer aux centrales au fil de l'eau.

Les critères à appliquer dans le choix des promoteurs devraient tendre à favoriser les projets de *moindre coût social* (les moins chers tout en respectant l'environnement) qui exploitent au maximum le potentiel aménageable d'un site et pour lesquels les promoteurs constituent ou impliquent des communautés locales et investissent dans des

mesures compensatoires pour la préservation ou l'amélioration des habitats, comme les débits réservés ou les dispositifs pour aider les poissons à franchir les obstacles.

Plusieurs paramètres entourant la transaction d'achat d'électricité devront être déterminés, en particulier la durée du contrat, les clauses d'indexation et les modalités de renouvellement du contrat. Le GRAME-UDD ignore cependant quelle serait la meilleure combinaison pour ces paramètres. Comme les décisions d'investir dans une centrale hydroélectrique sont fondées sur des projections financières couvrant une période de 20 ans, la durée du contrat pourrait être de 20 ans, renouvelable pour une autre période de 20 ans. Quant à une éventuelle indexation des prix de l'électricité vendue par les producteurs privés, tout devra dépendre de la structure temporelle des coûts, considérant la diversité des promoteurs et des projets. Si un projet a des charges fixes ou qui diminuent dans le temps, le prix pourrait-il même être constant ? Une indexation prédéterminée aurait un impact qui s'ajouterait sur les tarifs à chaque année et ne représenterait pas nécessairement le vrai signal de prix.

Conclusion

En conclusion, le GRAME-UDD rappelle que la petite production hydraulique produit, au même titre que l'énergie éolienne, une énergie renouvelable, peu polluante, très efficace, qui émet très peu de gaz à effet de serre et qui ne reporte ses impacts ni sur les autres États, ni sur les autres générations. À ce titre, elle constitue un outil de développement durable et doit être favorisée dans le portefeuille énergétique du Québec. De plus, la petite production hydraulique s'avère moins coûteuse que l'énergie éolienne. Tant que le Québec importera des milliards de dollars en combustibles fossiles (plus de quatre milliards en 1996), nous ne voyons pas pourquoi il devrait s'empêcher de développer le potentiel de la petite filière hydraulique et de l'utiliser pour remplacer les combustibles fossiles (ici de préférence, sinon ailleurs).

Il convient cependant, avant de se lancer dans un programme soutenu de développement de la petite ou de la moyenne production hydraulique privée d'électricité, d'essayer de savoir si celle-ci a, *par unité d'énergie produite*, plus d'impacts négatifs ou non que la grande production hydraulique d'électricité (plus de 100 MW) réalisée par Hydro-Québec. Le travail que nous avons effectué dans le cadre d'un mémoire de maîtrise nous permet pour l'instant de constater, selon les indicateurs de développement durable que nous avons tenté de documenter à partir de 146 aménagements hydroélectriques au Québec et de plus de 420 autres aménagements hydroélectriques à travers le monde, qu'il n'y a aucune relation entre la taille d'un aménagement et sa *qualité écologique*. Il y a des bons et des mauvais petits ou moyens aménagements hydroélectriques, tout comme il y a des bons et des mauvais grands aménagements hydroélectriques.

Il faudra donc, pour la quote-part que déterminera la Régie, choisir les meilleurs projets de petite hydraulique, soit ceux de moindre coût social (c'est-à-dire les projets les moins chers et qui ont le moins d'impacts environnementaux).

**LA TAILLE DE LA QUOTE-PART
DE LA PETITE PRODUCTION HYDRAULIQUE D'ELECTRICITE DANS
LE PORTEFEUILLE ENERGETIQUE DU QUEBEC**

**Mémoire de GRAME/UDD pour la Régie de l'énergie (R-3410-98)
Par Jean-Pierre Drapeau**

INTRODUCTION

Le 11 juin 1998, le ministre d'État des Ressources naturelles demandait à la Régie de l'énergie un avis concernant les modalités de mise en oeuvre de la contribution de la filière de la petite production hydraulique d'électricité au plan de ressources d'Hydro-Québec. Le 17 novembre 1998, la Régie de l'énergie convoquait une audience afin de répondre à cette demande et le 12 février 1999, elle précisait les quatre questions à débattre dans le cadre de cette audience. Essentiellement, ces quatre questions portent sur la taille de la quote-part, sur la durée du programme, sur le prix d'achat et sur les modalités d'implantation (dont les critères environnementaux pour l'identification des sites).

Dans le cadre du présent mémoire, le GRAME-UDD répond, dans la mesure de ses connaissances, aux questions posées par la Régie, en s'attardant bien sûr davantage aux questions reliées au développement durable et aux préoccupations environnementales ainsi qu'aux questions pour lesquelles le GRAME-UDD peut apporter une contribution originale.

AVANT-PROPOS : .

QU'EST-CE QUE LA *PETITE* PRODUCTION HYDRAULIQUE D'ELECTRICITE ?

(Note: Le texte qui suit est tiré, en presque totalité, du mémoire de maîtrise "Indicateurs biophysiques de développement durable pour les petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques", que l'auteur du présent document présentera sous peu à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval pour l'obtention du grade de maître en Aménagement du territoire et développement régional.)

Il n'existe aucun consensus ou standard international permettant de définir de façon universelle ce qu'est un petit, un moyen ou un grand aménagement hydroélectrique.

Par contre, une définition est très largement répandue en ce qui concerne les grands aménagements. C'est celle de l'International Commission on Large Dams (ICOLD), que la Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages (1997) a aussi utilisée : tout barrage ayant plus de 15 mètres de hauteur ou tout barrage de 10 à 15 mètres de hauteur qui remplit au moins une des conditions suivantes :

- a) la longueur en crête n'est pas inférieure à 500 mètres ;
- b) le volume du réservoir qu'il crée n'est pas inférieur à 1 000 000 mètres cubes ;
- c) le débit maximal de la crue auquel il doit faire face n'est pas inférieur à 2000 mètres cubes/seconde ;
- d) le barrage a présenté des difficultés particulières de fondation ;
- e) le barrage est d'une conception inhabituelle.

(Il est à remarquer qu'aucune notion de puissance installée n'intervient ici.)

L'ICOLD considère qu'un *très grand* aménagement doit répondre à l'un des quatre critères suivants : avoir un barrage d'une hauteur d'au moins 150 mètres, avoir un barrage d'un volume d'au moins 15 millions de mètres cubes, avoir un réservoir d'une capacité d'au moins 25 milliards de mètres cubes ou avoir une centrale d'une puissance installée d'au moins 1000 MW (International Water Power and Dam Construction 1993). Enfin, l'ICOLD désigne comme *petit* tout aménagement mesurant moins de 15 mètres de hauteur, sauf s'il répond à l'une des cinq conditions décrites précédemment.

Dans le glossaire que contient son ouvrage “Silenced Rivers”, McCully (1996) définit d'une part ce qu'est un très grand (*major*), un grand (*large*) ou un petit (*small*) aménagement et d'autre part ce qu'est la petite hydro, la minihydro ou la microhydro. Pour un très grand et un grand aménagement, McCully (1996) reprend lui aussi les définitions précédentes de l'ICOLD, soit un aménagement ayant une hauteur supérieure à 150 m et à 15 m respectivement. La microhydro désigne un aménagement avec une capacité installée allant jusqu'à 100 kilowatts. La minihydro désigne un aménagement hydroélectrique avec une capacité installée allant jusqu'à un mégawatt. Et la petite hydro désigne un aménagement hydroélectrique allant jusqu'à 10 mégawatts. (Par voie de conséquence, un aménagement moyen aurait une puissance installée supérieure à 10 MW, mais inférieure à celle d'un grand aménagement.)

La typologie à travers le monde

Selon les pays, la définition des termes petite hydro, minihydro et microhydro varie beaucoup.

De façon générale, on définit comme microhydro tout aménagement inférieur à 100 kilowatts. Quant à la minihydro, plusieurs sources font référence aux aménagements allant de 100 kilowatts à 1000 kilowatts (ou 1 mégawatt). Enfin, pour la petite hydro, la classification qui revient le plus souvent est celle allant jusqu'à 10 mégawatts (voir le tableau 2.1).

La typologie au Québec

Au Québec, il semble y avoir sinon confusion dans la définition des termes, du moins absence de correspondance entre les lois et les règlements relatifs aux différentes tailles des aménagements hydroélectriques. Présentement, on considère comme *petites* les centrales de moins de 25 MW (Ministère des Ressources naturelles du Québec, 1990).

Tableau 2.1

Les définitions, selon la puissance, de microhydro, minihydro et petite hydro, trouvées dans la littérature

Organisme/Pays	Micro (kilowatts)	Mini (kilowatts)	Petit (megawatts)
IWPDC-1991	< 100 kW	101 kW-1000 kW	1-10 MW
IWPDC-1997	< 100 kW	101 kW-2000 kW	2 – 10 MW
Allemagne (IEA 1998)	< 500 kW		0,5-5 MW
Argentine (Avogadro 1993)	< 100 kW	101 kW-500 kW	0,5 – 5 MW
Autriche (IEA 1998)	< 500 kW		0,5 – 10 MW
Belgique (IEA 1998)			< 10 MW
Brésil (Electrobras 1987)	< 100 kW	101 kW-1000 kW	1 – 30 MW
Canada (RNCAN. 1996)		< 20 MW	
Chine avant 1986 (Xiong 1990)	< 500 kW	0,5-12 MW	
après 1986 (Xiong 1990)	< 500 kW	0,5-25 MW	
Danemark (IEA 1998)			< 10 MW
Écosse	< 100 kW		
Espagne (IEA 1998)			< 10 MW
États-Unis (Fritz 1989)	< 100 kW	100-1000 kW	1 – -30 MW
États-Unis (IEA 1998)			< 80 MW
Ex-Yougoslavie			1 – 10 MW
Ex-URSS (Mikhailov <i>et al.</i> 1990) selon IWPDC	< 100 kW	0,1-30 MW	2 – 10 MW
France (Monition <i>et al.</i> 1981)	5 kW-5 MW		
France (IEA 1998)			< 8 MW
Grèce (IEA 1998)			< 10 MW
Guatemala	< 200 kW		
Inde (Control Electricity Authority of India 1982)	< 100 kW	101-1000 kW	1 – 15 MW
Irlande (IEA 1998)			< 10 MW
Italie		< 1000 kW	
Japon(Int Jn of Hydr and Dams 1995)		< 50 MW	
Norvège (IEA 1998)			< 10 MW
Nouvelle-Zélande (IEA 1988)			< 10 MW
Philippines			10 – 50 MW
Portugal (IEA 1998)			< 10 MW
Québec - avant 1984 (Comm. d'enquête... 1997)			< 10 MW
Québec - après 1984 (MRN 1990)			< 25 MW
Royaume-Uni			< 5 MW
Suède (IEA 1998)			< 1,5 MW
Suisse (IEA 1998)			< 1 MW
Turquie (IEA 1998)			< 10 MW

Mais tel n'a pas toujours été le cas. Auparavant, on considérait comme *petites* les centrales de moins de 10 MW. En 1984, le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec « *annonça à Hydro-Québec que la notion de petites centrales désignait les centrales hydrauliques de moins de 25 MW* » (Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, 1997). Pourtant, en 1986, dans son *Projet de politique relative au développement des petites rivières du Québec*, le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec proposait ce qui suit : « Pour les centrales de puissance comprise entre 1 MW et 10 MW, la location des forces hydrauliques serait autorisée par décret ministériel. Quant aux centrales de puissance supérieure à 10 MW, la concession des forces hydrauliques serait effective en vertu d'une nouvelle loi » (Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, 1986, IN: Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, 1997). Et en 1988, c'était encore les normes de 10 MW et moins que l'on retenait pour l'approbation des projets d'aménagement hydroélectrique : la *Loi sur le régime des eaux* prévoyait une procédure différente selon que le projet dépassait ou non les 10 MW. Pour les projets de moins de 10 MW, l'autorisation du sous-ministre de l'Environnement du Québec était alors suffisante, alors qu'un décret gouvernemental était nécessaire pour les projets de plus de 10 MW.

Depuis le 30 décembre 1980, en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement et du Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement, tous les projets de développement au Québec sont assujettis à un régime d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. « Alors que la plupart des projets de développement sont assujettis au régime général de contrôle environnemental de l'article 22 *L.Q.E.* et ne requièrent qu'un certificat d'autorisation du ministre de l'Environnement et de la Faune, les projets assujettis au régime d'évaluation environnementale doivent être approuvés par le gouvernement au terme d'une procédure d'évaluation et d'examen de leurs impacts sur l'environnement. Seuls les projets figurant sur la liste exhaustive prévue à l'article 2 du *Règlement sur l'évaluation* sont assujettis au régime d'évaluation et d'examen de leurs impacts. Parmi cette liste de projets assujettis, figurent en particulier la construction et l'exploitation subséquente d'un barrage ou d'une digue placé à la

décharge d'un lac dont la superficie totale excède ou excédera 200 000 mètres carrés. Il en est de même de la construction d'un barrage ou d'une digue destiné à créer un réservoir d'une superficie totale excédant 50 000 mètres carrés. Est également assujettie à la procédure d'évaluation, la construction ou l'augmentation de la puissance d'une centrale destinée à produire de l'énergie électrique et d'une puissance supérieure à 10 MW ou ayant pour effet de porter la puissance totale de la centrale à 10 MW ou plus. » (Commission scientifique et technique sur la gestion des barrages, 1997, 5-30)

Petit = moins de 10 MW

Nous venons de voir que deux variables principales, soit la hauteur du barrage et la puissance installée, sont utilisées pour définir ce qu'est un petit, un moyen ou un grand aménagement hydroélectrique. Mais à notre avis, la hauteur du barrage n'est pas un aussi bon indicateur que la puissance installée, étant donné que nous nous intéressons uniquement à la partie « production d'électricité » des aménagements. La hauteur du barrage n'est ni un bon indicateur du service énergétique rendu, ni un bon indicateur des impacts qui déterminent, selon notre méthodologie, la *qualité écologique* des aménagements hydroélectriques. Par exemple, un barrage de 150 mètres de haut dans une vallée montagneuse profonde peut fort bien envoyer une superficie moindre de territoire, nécessiter moins ou pas du tout de délogement de populations et avoir moins d'impacts biophysiques négatifs qu'un barrage de 12 mètres situé dans une plaine inondable fortement peuplée.

C'est pourquoi nous retenons la puissance installée pour définir la grandeur des aménagements hydroélectriques.

Pour les fins du présent mémoire, les termes de *petits*, *moyens* et *grands* aménagements hydroélectriques signifient donc respectivement des ouvrages de moins de 10 MW, des ouvrages entre 10 et 100 MW et enfin des ouvrages de 100 à 1000 MW. Cette typologie présente des avantages méthodologiques évidents pour le traitement et l'analyse des données. Elle correspond de plus à une échelle linéaire parfaite, ce qui s'avère hautement intéressant pour transférer graphiquement les résultats des analyses statistiques. En effet, nous obtiendrons ainsi éventuellement, dans nos analyses

statistiques, des droites parfaitement linéaires, plutôt que des courbes plus difficiles à interpréter. Toujours dans le respect de cette échelle linéaire, un *mini* aménagement signifie un aménagement de 101 à 1000 kW et un *micro*, de 1 à 100 kW. (De même, un *très grand* aménagement a une puissance variant entre 1001 et 10 000 MW, alors qu'un *méga* aménagement vaut pour une puissance de plus de 10 000 MW).

Avant de définir toute quote-part dans le portefeuille énergétique du Québec, il convient d'abord de bien définir ce qu'est la *petite* production hydraulique d'électricité. Le GRAME-UDD recommande que la *petite* production hydraulique désigne toute centrale de moins de 10 MW. Aller jusqu'à 50 MW nous semble un moyen inutile de « déguiser » des centrales moyennes en petites centrales ! En fait, il nous apparaît que la présente quote-part vise à déterminer davantage la production hydraulique *privée* d'électricité que la *petite* production. Autrement dit, l'Avis qu'émettra la Régie devrait s'intituler « Avis sur la quote-part de la petite et de la moyenne production hydraulique privée d'électricité dans le portefeuille énergétique du Québec ».

1. LA TAILLE DE LA QUOTE-PART

Plusieurs éléments doivent être pris en compte avant de déterminer la taille de la quote-part, en termes de puissance annuelle (MW/an), à réserver dans le plan de ressources d'Hydro-Québec pour la filière de la petite production hydraulique d'électricité, qui serait suffisamment importante pour relancer et soutenir les fournisseurs de biens et services de cette industrie.

Parmi ces éléments, on retrouve, entre autres, l'augmentation de la demande d'énergie, la volonté d'Hydro-Québec d'inclure la petite production hydraulique d'électricité dans son plan de ressources, la recommandation de la Régie quant à une quote-part pour l'énergie éolienne à intégrer dans le plan de ressources d'Hydro-Québec et enfin le potentiel aménageable des *petites* centrales hydrauliques.

Pour répondre aux demandes de ses marchés, Hydro-Québec prévoit, dans son Plan stratégique 1998-2002, des ventes supplémentaires de 20 TWh d'ici l'an 2002 et de 20 TWh additionnels au cours des cinq années subséquentes.

Ainsi, dans son Plan stratégique 1998-2002 tel que modifié par l'Addenda publié dans la Gazette officielle du Québec du 15 juillet 1998, Hydro-Québec propose d'inclure, dans son futur plan des ressources, l'achat de 30 MW par année, pendant 10 ans, d'énergies nouvelles (éolien, biomasse, petites centrales hydroélectriques de 10 MW et moins). Ces achats, réalisés aux conditions fixées par la Régie, viseraient à favoriser le développement régional. Pour combler ses besoins en énergie, Hydro-Québec se dit également disposée à acheter, toujours à des conditions fixées par la Régie, la production des centrales hydroélectriques privées de 10 à 50 MW.

De plus, dans son *Avis concernant la place de l'énergie éolienne dans le portefeuille énergétique du Québec (A-98-02)*, la Régie de l'énergie recommande une quote-part de 50 MW installés par année pendant neuf ans, soit 450 MW au total. On évalue à 2500 MW de puissance installée le potentiel éolien du Québec (A-98-02, p. 6). La quote-part

recommandée par la Régie représente donc environ 20 % du potentiel « harnaché » sur une période d'une dizaine d'années.

Quant au potentiel aménageable des *petites* centrales hydrauliques, il varie bien sûr selon ce qu'on entend par *petite* centrale. Dans une présentation faite en 1992 dans le cadre de la consultation sur son plan de développement, Hydro-Québec évaluait à 1525 MW le potentiel aménageable des petites centrales (25 MW et moins) et à 4388 MW celui des moyennes centrales (25 à 100 MW). Si on appliquait au potentiel de 1525 MW le même concept que celui que la Régie a retenu pour l'énergie éolienne, la quote-part, en termes de puissance annuelle (MW/an), à réserver dans le plan de ressources d'Hydro-Québec pour la filière de la petite production hydraulique d'électricité serait d'environ 300 MW sur une période d'une dizaine d'années, soit une puissance souscrite d'une vingtaine de MW par année, si l'on tient compte d'un facteur moyen d'utilisation de 70 %.

En fait, la quote-part pourrait être déterminée à partir de l'un ou l'autre des critères suivants :

- un nombre précis de MW par année, suffisamment important pour relancer et soutenir les fournisseurs de biens et services ; il pourrait équivaloir, sur une base annuelle, au maintien des activités qui ont découlé de l'APR-91, soit environ 50 MW installés par année
- un pourcentage de la puissance installée totale du parc d'équipements d'Hydro-Québec
- un pourcentage de la puissance installée supplémentaire nécessaire à chaque année pour répondre à l'augmentation de la demande d'énergie
- tous les projets dont le coût de production est inférieur à 2,81 cents le kWh, le prix de référence d'Hydro-Québec pour la fourniture d'électricité

- tous les projets dont le coût de production est inférieur à 3 cents le kWh, l'estimation considérée par la Régie comme valeur acceptable à titre intérimaire (Avis 98-02 de la Régie de l'énergie sur l'énergie éolienne)
- selon la logique que l'on retrouve dans l'Avis 98-02 de la Régie de l'énergie sur l'énergie éolienne, 20 % du potentiel aménageable des petites centrales
- selon la logique que l'on retrouve dans l'Avis 98-02 de la Régie de l'énergie sur l'énergie éolienne, tout projet dont le coût de production est inférieur à 5,8 cents le kWh

Le GRAME-UDD recommande quant à lui que la Régie retienne, comme quote-part, le critère du pourcentage de la puissance installée supplémentaire nécessaire à chaque année pour répondre aux demandes d'énergie. Ce pourcentage devrait être d'au moins 3 %, ce qui équivaut, en termes de production et selon les prévisions actuelles d'augmentation de la demande, aux 50 MW d'énergie éolienne de quote-part proposée par la Régie. Cela enverrait un message clair comme quoi la petite hydraulique n'est pas moins écologique que l'énergie éolienne. En effet, en supposant, à partir du Plan stratégique 1998-2002, que la demande pour l'ensemble des marchés d'Hydro-Québec augmente en moyenne de 4 TWh par année pendant 10 ans, cela signifie (pour un taux d'utilisation d'environ 70%) une augmentation de la capacité installée de 650 MW par année pendant 10 ans. Un ordre de grandeur de 3 % de la puissance installée supplémentaire nécessaire à chaque année pour répondre aux demandes d'énergie signifie 20 MW installés (soit 15 MW souscrits) en moyenne chaque année pendant 10 ans, soit à peu près l'équivalent de l'énergie souscrite par la quote-part éolienne. Il faudrait bien sûr commencer par les projets les moins chers et qui ont le moins d'impacts environnementaux.

Quant à savoir si une telle quote-part sera assez importante pour relancer et soutenir les fournisseurs de biens et services de l'industrie de la petite production hydraulique d'électricité, notons qu'il s'agit là d'un niveau de développement équivalant à la moitié seulement de la puissance installée en moyenne annuellement à la suite de l'APR-91. C'est pourquoi nous suggérons « au moins 3 % ».

Le GRAME-UDD recommande aussi que ce pourcentage soit réservé principalement aux centrales de moins de 10 MW, qui ont le plus besoin d'un tel appui pour être réalisées. Il nous apparaît que les centrales de 10 à 50 MW ne constituent pas des *petites* centrales et surtout qu'elles n'ont pas autant besoin, pour être aménagées, d'un programme spécial.

2. LA DUREE DU PROGRAMME

La durée du programme devrait être de 10 ans, afin permettre à l'industrie de la petite production hydraulique d'électricité de bénéficier d'un certain horizon temporel pour lui permettre de se développer et peut-être de viser le marché de l'exportation.

3. LE PRIX D'ACHAT

3.1 Le prix socialement acceptable

Le prix d'achat socialement acceptable pour l'électricité produite dans le cadre de la quote-part devrait idéalement être un prix qui satisfait Hydro-Québec ainsi que le producteur privé, mais qui n'entraîne pas d'augmentation des tarifs ou de baisse de dividendes.

On ne peut pour l'instant établir précisément le coût de la production d'électricité payé par les Québécois, car une telle évaluation nécessiterait des données qu'Hydro-Québec a refusé de transmettre dans le cadre de sa proposition sur les tarifs de fourniture. Le Québec n'est pas le seul État où il en est ainsi. Dans leur plus récente étude conjointe sur les prévisions des coûts de production de l'électricité, l'Agence pour l'énergie nucléaire, l'Agence internationale de l'énergie et l'Organisation de coopération et de développement économiques écrivent : "Les informations sur les coûts de production sont considérées par les compagnies d'électricité qui doivent affronter la concurrence au niveau des prix de l'énergie électrique comme étant des données liées à la stratégie commerciale et, de ce fait, confidentielles (AEN/AIE/OCDE 1998)."

Par contre, on sait que le tarif total moyen au Québec est de l'ordre de 5,6 ¢/kWh (Hydro-Québec 1997a, p. 27). En considérant (Hydro-Québec 1997b, p. 56) que les actifs d'Hydro-Québec se partagent de façon à peu près égale entre les actifs de production d'une part et les actifs de transport et de distribution d'autre part, on peut estimer que le prix de la production payé par les consommateurs est de l'ordre de 2,8 ¢/kWh. Si Hydro-Québec paie par exemple un prix moyen de 4,5 ¢/kWh (excluant le transport et la distribution) pour l'électricité produite par la petite et la moyenne hydraulique privée, cela implique nécessairement une facture que la société québécoise devra absorber d'une façon ou d'une autre (que ce soit par le gouvernement ou par les consommateurs). Dans leur étude conjointe, l'Agence pour l'énergie nucléaire, l'Agence internationale de l'énergie et l'Organisation de coopération et de développement

économiques affirment : « la différence de coûts entre la composition du parc énergétique déterminée par le marché et la composition optimale donnée par la méthode du portefeuille devrait être prise en charge par les pouvoirs publics » (AEN/AIE/OCDE 1998). Adapté à notre contexte, cela pourrait signifier que tout écart entre le prix payé aux producteurs privés et le coût de production qui se retrouve dans les tarifs d'électricité des Québécois devrait être à la charge du gouvernement.

Il importe donc de mettre en place un système d'appel d'offres qui incite les producteurs privés à produire l'électricité au plus bas coût possible, tout en respectant l'environnement.

Et on ne peut fixer le prix socialement acceptable en se fondant uniquement sur le concept de coûts évités. Cette méthode est lourde et fait appel à des projets de référence pour l'énergie et pour la puissance, qui diffèrent selon les périodes. En fait, le prix socialement acceptable pourrait varier selon chaque site et selon la nature du produit, c'est-à-dire selon l'énergie et la puissance fournies (une centrale au fil de l'eau n'offre pas le même service énergétique qu'une centrale avec réservoir). La meilleure façon de déterminer ce prix serait probablement de procéder par appel d'offres public faisant recours à la concurrence pour chacun des sites et d'accepter le prix social le plus bas.

3.2 Les éléments à tenir compte dans le prix à payer

Selon le GRAME-UDD, afin que tous les producteurs d'énergie aient le même « level playing field », le prix à payer ne devrait tenir compte d'aucun des éléments suivants : les apports fiscaux, la perception de redevances, la récupération par le gouvernement des installations de production, la vente par Hydro-Québec des équipements désaffectés, le potentiel d'exportation pour l'industrie de la production privée et enfin les revenus d'exportation.

3.2.1 Les apports fiscaux

Considérer les apports fiscaux que le gouvernement du Québec tire de la construction et de l'exploitation de petites centrales hydroélectriques par des producteurs privés et augmenter conséquemment le prix à payer aux producteurs serait un moyen détourné de subventionner la production privée d'électricité.

3.2.2 La perception de redevances

Percevoir auprès des producteurs privés des redevances sur la production faite en utilisant les forces hydrauliques du Québec pourrait s'avérer injuste, considérant que des producteurs d'autres énergies renouvelables n'ont pas à payer de telles redevances : les producteurs d'énergie éolienne paient-ils des redevances pour le vent ?

3.2.3 La récupération par le gouvernement des installations de production

Pour les sites du domaine public, la récupération par le gouvernement du Québec, à la fin du bail et sans frais pour lui, des installations de production d'électricité construites ou remises en état par les producteurs privés constituerait une forme de nationalisation déguisée et pourrait s'avérer une option sous-optimale, les propriétaires d'installations ayant alors moins d'intérêt à faire l'entretien nécessaire vers la fin de la durée du bail; il est préférable que les producteurs aient à tenir compte de cette valeur dans le cadre de l'appel d'offres.

3.2.4 La vente par Hydro-Québec des équipements désaffectés

La vente par Hydro-Québec, à leur juste valeur, de ses équipements désaffectés de production devrait être un des éléments à intégrer dans le cadre des appels d'offres.

3.2.5 Le potentiel d'exportation pour l'industrie de la production privée

Il est très difficile de déterminer comment intégrer, au prix à payer, le potentiel, sur les marchés extérieurs au Québec, pour l'expertise, le savoir-faire et les technologies développées localement dans l'industrie de la production privée.

3.2.6 Les revenus d'exportation pour les entreprises du Québec

Il serait à nouveau très difficile de déterminer comment intégrer, au prix à payer, les revenus générés, pour les entreprises du Québec, par l'exportation de l'expertise, du savoir-faire ou des technologies développées par l'industrie de la production privée d'électricité.

4. LES MODALITÉS D'IMPLANTATION

Les modalités d'implantation pour l'octroi des sites devraient être gérées et suivies par un Comité de coordination, sous la responsabilité du gouvernement du Québec, comprenant des représentants d'Hydro-Québec, des producteurs privés, du ministère des Ressources naturelles, du ministère de l'Environnement, du secteur Faune, des groupes environnementaux et des organismes de protection du consommateur.

4.1 Les critères économiques, sociaux et environnementaux

4.1.1 Les critères pour l'identification des sites

Les critères économiques, sociaux et environnementaux applicables lors de l'identification des sites pouvant être remis aux producteurs privés devraient favoriser la sélection des meilleurs projets, en commençant prioritairement par la remise en production de sites désaffectés pour lesquels les impacts sur l'environnement ont déjà été « absorbés » en grande partie par la société. Il faudrait de plus concevoir deux séries de critères, selon que les centrales sont au fil de l'eau ou avec réservoir, puisque ces deux types de centrales offrent un service énergétique tout à fait différent.

Pour les centrales avec réservoir, le premier critère devrait être le ratio entre la superficie inondée par la création du réservoir et la production d'électricité (le nombre de GWh produits par ha de territoire inondé). Ce critère permet de déterminer quels aménagements produisent le plus d'énergie à partir de la moins grande superficie de territoire inondé pour la création d'un réservoir. Ce n'est pas là un choix arbitraire. En effet, dans Goodland, Juras et Pachauri (1993), le ratio *puissance installée/superficie des réservoirs* est le premier des six critères proposés pour juger de l'acceptabilité sociale, environnementale ou économique des aménagements hydroélectriques¹.

¹. Les cinq autres critères proposés sont : l'inventaire biophysique et la protection de la biodiversité et des espèces menacées, le temps de rétention de l'eau dans les réservoirs, le déplacement des populations et les menaces aux minorités ethniques vivant sur le site proposé, la présence dans la région de maladies reliées à l'eau stagnante

Malheureusement, ce critère n'est même pas considéré présentement par la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de digue, de barrage de centrale hydroélectrique ou de détournement de cours d'eau* (MEF 1997). Il n'est donc probablement pas pris en compte dans le cadre de l'analyse environnementale des projets de petites centrales hydroélectriques. Il n'apparaît dans aucun des rapports du BAPE relatifs aux petites centrales hydroélectriques (BAPE 1992 ; BAPE 1994 ; BAPE 1997). Les autres critères pourraient être les impacts sur le régime hydrique, sur les poissons, sur la faune terrestre, sur les habitats, sur le paysage et sur le patrimoine bâti ; les impacts reliés au raccordement au réseau public de transport d'énergie devraient aussi être considérés.

Pour les centrales au fil de l'eau, la même série de critères devrait s'appliquer, à l'exception bien sûr du ratio entre la superficie inondée par la création du réservoir et la production d'électricité.

4.1.2 Les critères pour le choix des promoteurs

Les critères à appliquer dans le choix des promoteurs devraient tendre à favoriser les projets de *moindre coût social* (les moins chers tout en respectant l'environnement) qui exploitent au maximum le potentiel aménageable d'un site, ceux pour lesquels les promoteurs constituent ou impliquent des communautés locales et enfin les projets pour lesquels les promoteurs investissent dans des mesures compensatoires pour la préservation ou l'amélioration des habitats, comme les débits réservés ou les dispositifs pour aider les poissons à franchir les obstacles. Il faudra aussi tenir compte des qualifications et de l'expérience des promoteurs, de leurs efforts en matière de consultation publique, de la qualité technique de la proposition, etc.

Si un site a par exemple un potentiel de 25 MW avec réservoir mais de seulement 12 MW sans réservoir, il vaudrait peut-être mieux ne pas accepter un projet de centrale au fil de l'eau. De même, sur un site pour lequel une centrale au fil de l'eau pourrait produire 12 MW, il ne faudrait pas accepter un projet de seulement 9 MW dont la "limite"

(malaria, schistosomiase, encéphalite, etc.) et enfin le fait de harnacher une rivière déjà aménagée ou encore à son embouchure plutôt qu'à la hauteur de ses tributaires (ce qui réduit les changements dans le régime des eaux).

serait davantage motivée par le fait que le projet serait ainsi soustrait de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et ne nécessiterait qu'un certificat d'autorisation délivré par le ministère de l'Environnement.

4.2 Les paramètres de l'achat d'électricité

Plusieurs paramètres entourant la transaction d'achat d'électricité devront être déterminés, en particulier la durée du contrat, les clauses d'indexation et les modalités de renouvellement du contrat. Le GRAME-UDD ignore cependant quelle serait la meilleure combinaison pour ces paramètres.

Il faut toutefois éviter que les risques soient répercutés sur les consommateurs d'électricité, comme en fait foi cette analyse sur les incidences de la libéralisation des marchés sur les coûts de production de l'électricité, réalisée conjointement par l'Agence pour l'énergie nucléaire, l'Agence internationale de l'énergie et l'Organisation de coopération et de développement économiques (1998): « Dans de nombreux systèmes électriques, l'arrivée des producteurs d'électricité indépendants a fait clairement ressortir la nature des risques liés à cette activité. Se trouvant en dehors du système traditionnel, les producteurs indépendants n'étaient pas en mesure de profiter des avantages de la réglementation à caractère monopolistique pour répercuter les risques. En général, leur attitude a donc consisté à répartir explicitement les risques par le biais d'une série de contrats. Les contrats de construction à prix fermes transfèrent certains risques liés à la construction au maître d'oeuvre. Les contrats d'exploitation et d'entretien transfèrent à un sous-traitant les risques correspondants. Enfin et surtout, un contrat d'achat d'électricité fait supporter à l'entreprise monopolistique qui achète l'électricité produite les risques liés au marché, au combustible, à la réglementation et à l'environnement. Normalement, cette compagnie était tenue d'acheter, à des prix réglementés, l'électricité à un ensemble défini de producteurs éligibles et était autorisée à répercuter le coût de ces achats d'électricité sur ses propres clients. En fin de compte, les producteurs indépendants ont ainsi répercuté un bon nombre de risques sur les consommateurs d'électricité par l'intermédiaire de la société qui achetait l'électricité. »

Comme les décisions d'investir dans une centrale hydroélectrique sont fondées sur des projections financières couvrant une période de 20 ans, la durée du contrat pourrait être de 20 ans, renouvelable pour une autre période similaire. Additionnées l'une à l'autre, ces deux périodes correspondent à la durée de vie (40 ans) sans rénovation majeure d'une petite centrale (IEA 1998a, annexe E).

Quant à une éventuelle indexation des prix de l'électricité vendue par les producteurs privés, tout devra dépendre de la structure temporelle des coûts, considérant la diversité des promoteurs et des projets. Une indexation prédéterminée aurait un impact qui s'ajouterait sur les tarifs à chaque année et ne représenterait pas nécessairement le vrai signal de prix. Si un projet a des charges fixes ou qui diminuent dans le temps, le prix ne pourrait-il pas au contraire être constant ? Selon l'International Energy Agency (1998a, annexe E), « les petits aménagements hydroélectriques ont tendance à avoir de faibles coûts d'entretien et une longue durée de vie ». Or, cette longévité économique des centrales hydroélectriques (comparativement aux centrales thermiques, par exemple) réduit les coûts de production actualisés sur l'ensemble de la durée de vie.

CONCLUSION : CHOISIR LES MEILLEURS PROJETS DE PETITE HYDRAULIQUE

La petite production hydraulique produit, au même titre que l'énergie éolienne, une énergie renouvelable, peu polluante, très efficace, qui contribue peu aux émissions de gaz à effet de serre et qui ne reporte ses impacts ni sur les autres États, ni sur les autres générations. À ce titre, elle constitue un outil de développement durable et doit être favorisée dans le porte-feuille énergétique du Québec. La petite production hydraulique s'avère de plus en plus coûteuse que l'énergie éolienne. Tant que le Québec importera des milliards de dollars en combustibles fossiles (plus de quatre milliards en 1996, selon MRN 1998), nous ne voyons pas pourquoi il devrait s'empêcher de développer le potentiel de la petite filière hydraulique et de l'utiliser pour remplacer les combustibles fossiles (ici de préférence, sinon ailleurs) et contribuer ainsi à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Au Québec, les émissions de gaz à effet de serre ont augmenté de 3,3% entre 1995 et 1996 (MRN 1997, MRN 1998). Même si le Québec est la province canadienne où les émissions de CO₂ par habitant sont les plus faibles (soit 7,8 tonnes au Québec en 1995; comparativement à 15,9 tonnes pour la moyenne canadienne, selon MRN 1997 et IEA 1998b), il n'empêche que le Québec vient au 16^e rang des 29 pays de l'OCDE. La population du Québec représente 0,13 % de la population mondiale, mais produit 0,3 % de tous les gaz à effet de serre.

Entre 1995 et 2010, la demande mondiale d'énergie devrait augmenter de 65 % et les gaz à effet de serre, de 70 % ; de plus, les combustibles fossiles seront utilisés pour répondre à 95 % de l'augmentation de la demande d'énergie (IEA 1998d). La principale incertitude affectant les projections énergétiques est celle des politiques que choisiront les gouvernements pour atteindre les objectifs du Protocole de Kyoto (IEA 1998d). La volonté politique est également l'un des facteurs les plus importants pouvant favoriser les énergies renouvelables (IEA 1997b). Cependant, selon l'International Energy Agency, la déréglementation des marchés de l'électricité et les réductions de CO₂ pourraient devenir mutuellement antithétiques, la réduction des gaz à effet de serre étant rarement considérée dans les décisions d'investissement en matière énergétique

(IEA 1998c). “Jusqu’à présent, les marchés libéralisés ont eu tendance à favoriser les combustibles fossiles (AEN/AIE/OCDE 1998).” La libéralisation des marchés de l’électricité peut même entraîner un retrait ou un affaiblissement des politiques mises en place pour promouvoir les énergies renouvelables, ce qui résulterait en un accroissement des gaz à effet de serre de source énergétique (IEA 1997b).

Le Québec peut réduire sa contribution aux gaz à effet de serre en remplaçant les combustibles fossiles par des énergies renouvelables, dont l’hydroélectricité. La petite production hydraulique peut et doit être mise à contribution, même si à cet égard, selon les sites, la grande production hydraulique génère encore moins d’émissions atmosphériques (IEA 1998a). En général, les émissions atmosphériques des énergies renouvelables représentent 1 à 10% des émissions des usines thermiques qu’elles peuvent remplacer.

Émissions atmosphériques des énergies renouvelables pour le cycle de vie complet (en g/kWh)					
	Petite hydro <10 MW	Moyenne et grande hydro >10 MW	Énergie solaire (photovoltaïque)	Énergie solaire (thermique)	Énergie éolienne
CO ₂	9	3.6-11.6	98-167	26-38	7-9
SO ₂	0,03	0.009-0.024	0.20-0.34	0.13-0.27	0.02-0.09
NO _x	0,07	0.003-0.006	0.18-0.30	0.06-0.13	0.02-0.06
SOURCE : INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1998). <u>Bening Energy? The Environmental Implications of Renewables</u> . IEA/OCDE, Paris, 122 p. et ann.					

Émissions atmosphériques pour la production d’électricité au Royaume-Uni pour le cycle de vie complet (en g/kWh)				
	Charbon	Mazout	Gaz	Diesel
CO ₂	955	818	430	772
SO ₂	11.8	14.2	-----	16
NO _x	4.3	4.0	0.5	12.3
SOURCE : ETSU (1995). <u>Full Fuel Cycle Atmospheric Emissions and Global Warming Impacts from UK Electricity Generation</u> . ETSU Report no R-88, HMSO, London. IN: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1998). <u>Bening Energy? The Environmental Implications of Renewables</u> . IEA/OCDE, Paris, 122 p. et ann.				

Il convient cependant, avant de se lancer dans un programme soutenu de développement de la petite ou de la moyenne production hydraulique privée d’électricité, d’essayer de savoir si celle-ci a, *par unité d’énergie produite*, plus d’impacts négatifs ou non que la grande production hydraulique d’électricité (plus de 100 MW) réalisée par Hydro-Québec. C’est là l’essence du fameux « débat » entre les petites et

les grandes centrales. Théoriquement, comme l'a énoncé le GRAME en 1993 (Drapeau et Guérard 1993), une série de minicentrales et de réservoirs hydroélectriques pourrait artificialiser plus de périmètres de berges, ennoyer une superficie plus grande de terres et occasionner plus d'impacts ponctuels que ne le ferait une seule centrale de même puissance totale avec réservoir. Empiriquement cependant, les données manquent, particulièrement en ce qui concerne les petites centrales, pour en arriver à des conclusions probantes. Le travail que nous avons effectué dans le cadre d'un mémoire de maîtrise qui devrait être déposé sous peu nous permet pour l'instant (les résultats finaux demandent encore quelques semaines d'analyse statistique) de constater, selon les indicateurs de développement durable que nous avons tenté de documenter à partir de 146 aménagements hydroélectriques au Québec et de plus de 420 autres aménagements hydroélectriques à travers le monde, qu'il n'y a aucune relation, autant à travers le monde qu'au Québec, entre la taille d'un aménagement et sa *qualité écologique*. Il y a des bons et des mauvais petits ou moyens aménagements hydroélectriques, tout comme il y a des bons et des mauvais grands aménagements hydroélectriques.

Il faudra donc, pour la quote-part que déterminera la Régie, choisir les meilleurs projets de petite hydraulique, soit ceux de moindre coût social (c'est-à-dire les projets les moins chers et qui ont le moins d'impacts environnementaux).

BIBLIOGRAPHIE

- AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE et ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (1998). Prévisions des coûts de production de l'électricité. OCDE, Paris, 254 p.
- ASSOCIATION DES PRODUCTEURS PRIVÉS D'HYDROÉLECTRICITÉ DU QUÉBEC (1994). La solution de moindre impact : petites ou grosses centrales hydroélectriques ? APPHQ, Montréal, 7 p.
- ASSOCIATION DES PRODUCTEURS PRIVÉS D'HYDROÉLECTRICITÉ DU QUÉBEC (1996). Rentabilité des petites centrales hydroélectriques privées au Québec. Document déposé le 27 mai 1996 devant la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, APPHQ, Montréal, 7 p.
- ASSOCIATION DES PRODUCTEURS PRIVÉS D'HYDROÉLECTRICITÉ DU QUÉBEC (1996). Rentabilité des petites centrales hydroélectriques privées au Québec. Document présenté le 6 juin 1996 devant la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, APPHQ, Montréal, 19 p.
- ASSOCIATION DES PRODUCTEURS PRIVÉS D'HYDROÉLECTRICITÉ DU QUÉBEC (1996). Rentabilité des petites centrales hydroélectriques privées au Québec. Document présenté le 27 août 1996 devant la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, APPHQ, Montréal, 11 p.
- ASSOCIATION DES PRODUCTEURS PRIVÉS D'HYDROÉLECTRICITÉ DU QUÉBEC (1996). Retombées économiques des petites centrales hydroélectriques privées au Québec. Document déposé le 27 mai 1996 devant la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, APPHQ, Montréal, 8 p.
- AVOGADRO, C. I. (1993). Small Hydro in the Argentina Republic. *International Water Power and Dam Construction*, Vol. 45, no 11, pp. 21-24.
- BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (1992). Projet de centrale hydroélectrique sur la rivière Coulonge. Rapport d'enquête et d'audience publique no 53, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, Québec, 115 p. et ann.
- BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (1994). Projet d'aménagement hydroélectrique de Val-Jalbert. Rapport d'enquête et d'audience publique no 82, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, Québec, 135 p.
- BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (1997). Projet de reconstruction d'une centrale hydroélectrique aux chutes de la Chaudière. Rapport d'enquête et d'audience publique no 106, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, Québec, 134 p.

- COMMISSION D'ENQUÊTE SUR LA POLITIQUE D'ACHAT PAR HYDRO-QUÉBEC D'ÉLECTRICITÉ AUPRÈS DE PRODUCTEURS PRIVÉS. (1997). Rapport. Publications du Québec, Québec, 2 tomes, multipag.(plusieurs centaines de pages).
- COMMISSION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE SUR LA GESTION DES BARRAGES (1997). Rapport. Publications du Québec, Québec, 2 tomes, multipag.(plusieurs centaines de pages).
- CONTROL ELECTRICITY AUTHORITY OF INDIA. (1982). Guidelines for small hydro. New Delhi, India.
- DRAPEAU, J.-P. (En préparation). Indicateurs biophysiques de développement durable pour les petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques. Mémoire de maîtrise en Aménagement du territoire et développement régional, Université Laval, 200 p. app.
- DRAPEAU, J.-P. et Y. GUERARD (1993). Réhabiliter l'hydroélectricité et refuser les mensonges. Mémoire présenté à la Commission parlementaire chargée d'étudier la proposition de Plan de développement 1993 d'Hydro-Québec. Groupe de recherche appliquée en macroécologie, Montréal, 55 p. et ann.
- ELECTROBRAS (1987). Plano nacional de energia electrica 1987/2010. Relatorio Geral, Rio de Janeiro, Brésil. In Moreira et Poole (1993). « Hydropower and its constraints. » In : JOHANSSON *et al.*, Renewable Energy. Sources for fuels and electricity. Island Press, Washington, DC.
- FRITZ, J. J. (1989). Small and Mini Hydropower Systems : Resource Assesment and Project Feasibility. McGraw-Hill, New York.
- GAGNON, L. (1990). L'échec macroécologique, exigences des écologistes et outputs des systèmes politiques. Thèse de doctorat, Département de science politique, Université de Montréal, 401 p.
- GARCEAU, C. ET P. BÉRUBÉ (1995). Les petites centrales hydroélectriques: le défi de la conciliation des usages et de la planification intégrée de l'environnement, de la faune et de l'économie. Conférence présentée le 10 mai 1995 dans le cadre du Débat public sur l'énergie au Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 17 p.
- GOODLAND, R., A. JURAS et R. PACHAURI (1993). Can Hydro-reservoirs in Tropical Moist Forests be Environmentally Sustainable ? *Environmental Conservation*, Vol. 20, no 2, pp. 122-130.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (1994). Loi sur le régime des eaux. L. R. Q., chapitre R-13, 27 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1975). Répertoire des réservoirs et des centrales électriques en service. 1974. Tome 1. Hydro-Québec. Hydroélectricité. Hydro-Québec, Montréal
- HYDRO-QUÉBEC (1975). Répertoire des réservoirs et des centrales électriques en service. 1974. Tome 2. Autres que Hydro-Québec. Hydroélectricité. Hydro-Québec, Montréal

- HYDRO-QUÉBEC (1980). Potentiel de centrales hydroélectriques de moyenne et de petite envergures. Vice-présidence Planification du réseau, Hydro-Québec, Montréal. 76 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1985). Construction et exploitation de petites centrales par des tiers au Québec. Hydro-Québec, Montréal. 35 p. et ann.
- HYDRO-QUÉBEC (1987). Politique d'achat d'électricité produite par des petites centrales appartenant à des tiers au Québec. Hydro-Québec, Montréal. 15 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1991). Achat d'électricité auprès des producteurs indépendants sur des sites hydrauliques du domaine public. Hydro-Québec, Montréal. 25 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1991). Appel de propositions restreint APR-91, document 1. Hydro-Québec, Montréal. 30 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1995). La production d'électricité. petites centrales hydroélectriques de 25 MW et moins. Document déposé le 10 mai 1995 dans le cadre du Débat public sur l'énergie, Hydro-Québec, Montréal. 19 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1996). Entente administrative relative aux petites centrales. Cession et retour par Hydro-Québec. Document déposé devant la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, Hydro-Québec, Montréal. 12 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1996). Les coûts évités: concepts et méthodes. Document déposé devant la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, Hydro-Québec, Montréal. 32 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1996). Négociation et signature des contrats d'achat d'électricité avant l'APR-91 et dans le cadre de l'APR-91. Document déposé devant la Commission d'enquête sur la politique d'achat par Hydro-Québec d'électricité auprès de producteurs privés, Hydro-Québec, Montréal. 52 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1996). Potentiel de centrales hydroélectriques de moyenne et de petite envergures. Vice-présidence Planification du réseau, Hydro-Québec, Montréal. 40 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1997a). Plan stratégique 1998-2002. Hydro-Québec, Montréal. 60 p.
- HYDRO-QUÉBEC (1997b). Rapport annuel 1997. Une énergie renouvelée. Hydro-Québec, Montréal. 78 p.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1997a). Renewable Energy Policy in IEA Countries. Vol I: Overview. IEA/OCDE, Paris, 58 p.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1997b). Renewable Energy Policy in IEA Countries. Vol II: Country Reports. IEA/OCDE, Paris, 250 p.

- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1998a). Bening Energy? The Environmental Implications of Renewables. IEA/OCDE, Paris, 122 p. et ann
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1998b). CO2 Emissions from Fuel Combustion 1971-1996. IEA/OCDE, Paris, 453 p.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1998c). Mapping the Energy Future. Energy Modelling and Climate Change Policy. IEA/OCDE, Paris, 83 p.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (1998d). World Energy Outlook. IEA/OCDE, Paris, 475 p.
- INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROPOWER AND DAMS (1995). World Atlas of Hydropower & Dams.
- INTERNATIONAL WATER POWER AND DAM CONSTRUCTION (1991). Small Hydropower Survey 1991. *International Water Power and Dam Construction*, Vol. 43, no 5, pp. 27-50.
- INTERNATIONAL WATER POWER AND DAM CONSTRUCTION (1997). International Water Power and Dam Construction Yearbook 1997. Reed Enterprise, Sutton, Royaume-Uni.
- JIANDONG, T. (1993). Small Hydro and its Organization in China. *International Water Power And Dam Construction*, Vol. 45, no 2, pp. 28-29.
- MCCULLY, P. (1996). Silenced Rivers. The Ecology and Politics of Large Dams. Zed Books, London, 350 p.
- MIKHAILOV, L., B. FELDMAN ET V. LINJUCHEV. (1990). Small and micro hydro in the USSR. *International Water Power and Dam Construction*, no d'octobre 1990.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1993). Guide pour l'évaluation des répercussions environnementales des petites centrales hydroélectriques. Direction des projets en milieu hydrique, Ministère de l'Environnement, Sainte-Foy, 10 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (1997). Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de digue, de barrage de centrale hydroélectrique ou de détournement de cours d'eau. Direction de l'évaluation environnementale des projets industriels et en milieu hydrique, MEF, Québec, 32 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU CANADA (1996). Stratégie sur les énergies renouvelables. <http://www.es.nrcan.gc.ca/WWW-data/news/denis1.htm>, 17 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1990). Petites centrales hydroélectriques. Programme d'aménagement, Québec, 19 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1993). Politique concernant l'octroi et l'exploitation des forces hydrauliques du domaine public pour les centrales hydroélectriques de 25 MW et moins. Québec, 12 p.

- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1995). La production d'électricité. Cahier d'information. Débat public sur l'énergie au Québec, Charlesbourg, 131 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1996). L'énergie au service du Québec. Une perspective de développement durable. MRN, Charlesbourg, 108 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1996). Pour un Québec efficace. Rapport de la Table de consultation du débat public sur l'énergie, Débat public sur l'énergie au Québec, Charlesbourg, 150 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1997). L'énergie au Québec. Édition 1997. Publications du Québec, Sainte-Foy, 120 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1997). Liste des centrales hydroélectriques en service au Québec au 1^{er} septembre 1997. Québec, 4 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC (1998). L'énergie au Québec. Édition 1998. Publications du Québec, Sainte-Foy, 123 p.
- MONITION, L., M. LENIR et J. ROUX (1981). Les microcentrales hydroélectriques. Masson, Paris.
- MOREIRA, J. R. et A. D. POOLE. (1993). « Hydropower and its constraints. » In : JOHANSSON *et al.*, Renewable Energy. Sources for fuels and electricity. Island Press, Washington, DC.
- WARNICK, C. C. (1984). Hydropower Engineering. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- XIONG, S. (1990). Small hydro development in China: achievements and prospects. *International Water Power and Dam Construction*, no d'octobre 1990.

ANNEXE A

PROPOSITION D'UNE MÉTHODOLOGIE POUR COMPARER STATISTIQUEMENT LA *QUALITÉ ÉCOLOGIQUE* DES AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES

(Note: Le texte qui suit est tiré du mémoire de maîtrise "Indicateurs biophysiques de développement durable pour les petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques" que l'auteur du présent document présentera sous peu à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval pour l'obtention du grade de maître en Aménagement du territoire et développement régional. Dans le cadre de ce mémoire, nous avons présenté la problématique des petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques, d'une part au Québec et d'autre part travers le monde. Nous avons fait une revue de la littérature afin de cerner la question des indicateurs, et plus particulièrement des indicateurs environnementaux et de développement durable. Puis nous avons analysé les impacts biophysiques des aménagements hydroélectriques, retenu les plus importants, vérifié la pertinence des bases de données face à ces indicateurs afin de choisir ou de concevoir des indicateurs de développement durable relatifs aux aménagements hydroélectriques. Enfin, nous avons procédé à l'élaboration d'une méthodologie pour comparer statistiquement la *qualité écologique* des petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques. Pour ce, nous avons choisi notre variable indépendante et notre variable dépendante ainsi que les indicateurs les plus aptes à en circonscrire la réalité observable. Nous avons constitué deux bases de données, la première sur 146 aménagements hydroélectriques au Québec et la seconde sur plus de 420 autres aménagements hydroélectriques à travers le monde. L'analyse statistique des données n'est cependant pas encore complétée.)

La variable indépendante et ses indicateurs

Notre variable indépendante (« X ») est le *service énergétique* rendu par les aménagements hydroélectriques. Les indicateurs de cette variable *service énergétique* sont la *puissance installée* et la *production d'énergie* (habituellement appelée tout simplement *énergie*). La puissance installée nous sert aussi à définir la grandeur (petit, moyen ou grand), ce qui s'avère nécessaire pour vérifier notre hypothèse de recherche voulant qu'*un grand aménagement hydroélectrique n'est pas moins écologique qu'un moyen ou un petit aménagement*.

Il est très important de différencier les concepts de *puissance* et d'*énergie*. La *puissance* est une possibilité théorique de production instantanée (à un moment précis); elle s'exprime en watts (w), en mégawatts (MW), etc. Autrement dit, un watt est une mesure de puissance électrique instantanée. L'*énergie* est la fourniture (ou la consommation) réelle d'électricité pendant une certaine durée ; elle s'exprime en wattheures (Wh), en kilowattheures (kWh), en térawattheures (TWH), etc. Ainsi, un wattheure est une mesure d'énergie électrique (cette mesure sert autant pour la production que pour la consommation).

La variable dépendante et ses indicateurs

Notre variable dépendante (« Y ») est la *qualité écologique*.

Pour en identifier les indicateurs, nous avons tenu compte des trois niveaux de limites écologiques identifiées par Gagnon (1990) comme limites naturelles pouvant causer des impacts négatifs sur les écosystèmes et exercer des contraintes sérieuses sur les activités humaines : les limites microécologiques, les limites mésoécologiques et les limites macroécologiques.

Comme indicateurs microécologiques, nous avons identifié la longueur des routes d'accès aux aménagements et des lignes reliant les aménagements au réseau central, la longueur des berges affectées ainsi que la zone de marnage. Comme indicateurs mésoécologiques, nous avons retenu la sédimentation, la superficie du réservoir, la superficie des territoires submergés et le délogement de populations. Comme indicateurs macroécologiques, nous avons choisi les émissions de gaz à effet de serre et l'énergie totale requise pour la construction des aménagements. (Il est à noter que tous ces indicateurs, à l'exception du délogement de populations, apparaissent comme « indirects », en ce sens qu'ils ne mesurent pas les impacts écologiques directs des aménagements, comme par exemple le nombre d'habitats perdus pour une espèce, la baisse du nombre de poissons sur les rivières affectées, etc.)

Idéalement, il aurait fallu trouver des données pour tous les indicateurs microécologiques, mésoécologiques et macroécologiques que nous venons d'énumérer, ce qui aurait donné le résultat suivant :

Variable indépendante	Variable dépendante
Service énergétique	Qualité écologique
Indicateurs	Indicateurs
Puissance installée (Grandeur)	<i>Indicateurs microécologiques</i>
Production d'énergie	Longueur des routes et des lignes
	Longueur des berges affectées
	Zone de marnage
	<i>Indicateurs mésoécologiques</i>
	Sédimentation
	Superficie du réservoir
	Superficie des territoires submergés
	Délogement de populations
	<i>Indicateurs macroécologiques</i>
	Émissions de gaz à effet de serre
	Énergie totale requise pour la construction

Cependant, les seuls indicateurs de la variable *qualité écologique* pour lesquels il nous a été possible d’obtenir des données en nombre suffisant sont la superficie du réservoir et le déplacement de populations ainsi que, dans une moindre mesure, la sédimentation. Nous devons donc nous limiter à l’approche suivante :

Variable indépendante	Variable dépendante
Service énergétique	Qualité écologique
Indicateurs	Indicateurs
Puissance installée (Grandeur)	(Aucun indicateur microécologique)
Production d’énergie	
	<i>Indicateurs mésoécologiques</i>
	Sédimentation
	Superficie du réservoir
	Délogement de populations
	(Aucun indicateur macroécologique)

Les indicateurs de développement durable créés

Nous avons créé de nouvelles variables faisant appel à des ratios et pouvant nous permettre de juger de la *qualité écologique (QE)* comparative des aménagements. Les principales nouvelles variables créées sont les variables *personnes délogées / MW puissance, ha réservoir / MW puissance* et *ha réservoir / GWh produit*. Cependant, comme le nombre d’hectares ou de personnes délogées par MW installé ou par GWh produit est plutôt un « défaut » qu’une qualité (plus le ratio augmente, moins grande est la qualité écologique de l’aménagement hydroélectrique), nous avons par la suite “inversé” les variables pour obtenir *MW puissance / personnes délogées, MW puissance / ha réservoir* et *GWh produit / ha réservoir*.

Comme nous pouvons le constater, plusieurs indicateurs de développement durable créés sont fonction de la superficie de réservoir. Ces indicateurs permettent de déterminer quels aménagements produisent le plus d’énergie à partir de la moins grande superficie de territoire utilisé comme réservoir. Ce n’est pas là un choix arbitraire. En effet, dans Goodland, Juras et Pachauri (1993), le ratio *puissance installée / superficie des réservoirs* est le premier des six

critères proposés pour juger de l'acceptabilité sociale, environnementale ou économique des aménagements hydroélectriques¹.

Comparaison statistique de la *qualité écologique* (QE)

En tenant compte de l'analyse statistique « rang/pourcentage », nous avons conçu les variables *QE MW puissance / personnes délogées*, *QE MW puissance / ha réservoir*, *QE GWh produit / ha réservoir* et *QE sédimentation* afin de juger de la *qualité écologique* relative des aménagements à cet égard. Cela nous a permis de situer, au plan de la *qualité écologique* ou du *développement durable*, chacun des petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques échantillonnés.

L'analyse des données doit d'abord et avant tout nous permettre de répondre à la question de départ et de confirmer ou d'infirmer notre hypothèse de recherche qui est, rappelons-le, la suivante : *un grand aménagement hydroélectrique n'est pas moins écologique qu'une série de petits ou de moyens aménagements*. Nous nous sommes servi du logiciel Excel 7 pour faire le traitement des données nous permettant de pouvoir juger du niveau de développement durable des petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques.

Un indice composite de développement durable

Enfin, à partir des variables de *qualité écologique* que nous avons créées, nous avons conçu un premier *indice composite de développement durable pour les aménagements hydroélectriques*, un peu à la manière de l'indicateur du développement humain (Programme des Nations unies pour le développement, 1993).

Pour la comparaison statistique des aménagements du Québec, l'indice composite n'est fonction que de deux éléments (faute de données suffisantes pour les autres) : la *QE MW puissance / personnes délogées* et la *QE GWh produit / ha réservoir*.

Pour la comparaison statistique de la *qualité écologique* des petits, moyens et grands aménagements hydroélectriques à travers le monde, l'indice composite est fonction de trois éléments : la *QE MW puissance / personnes délogées*, la *QE MW puissance / ha réservoir* la *QE sédimentation*.

¹. Les cinq autres critères proposés sont : l'inventaire biophysique et la protection de la biodiversité et des espèces menacées, le temps de rétention de l'eau dans les réservoirs, le déplacement des populations et les menaces aux minorités ethniques vivant sur le site proposé, la présence dans la région de maladies reliées à l'eau stagnante et enfin le fait de harnacher une rivière déjà aménagée ou encore à son embouchure plutôt qu'à la hauteur de ses tributaires (ce qui réduit les changements dans le régime des eaux).

Pour l'instant, nous avons accordé le même poids ou la même pondération à chaque variable d'un indice. Il est évident qu'il faudrait raffiner la pondération de l'indice en fonction de la nature et de l'importance relative de ses éléments constitutifs. Par exemple, pour la comparaison des aménagements à travers le monde, si nous avons disposé de données suffisantes pour la variable *QE MW puissance / ha réservoir*, il n'aurait pas fallu donner le même poids aux quatre éléments, puisque cela aurait en fait accordé un poids trop lourd (la moitié de la pondération totale) à la puissance installée et à la production d'énergie qui sont fortement fonction l'une de l'autre, alors que les questions de la sédimentation et des personnes délogées constituent des éléments aucunement reliés.

ANNEXE B

UNE GROSSE CENTRALE EST GEOMETRIQUEMENT PLUS ECOLOGIQUE QU'UNE SERIE DE PETITES CENTRALES

(Graphiques et texte tirés de : DRAPEAU, J.-P. et Y. GUERARD (1993). Réhabiliter l'hydroélectricité et refuser les mensonges. Mémoire présenté à la Commission parlementaire chargée d'étudier la proposition de Plan de développement 1993 d'Hydro-Québec. Groupe de recherche appliquée en macroécologie, Montréal, 55 p. et ann.)