



**LA POLITIQUE DE L'ÉNERGIE**

# **fficacité énergétique : le choix durable !**

Recherche et rédaction : Jean-François Turmel

Nous tenons à remercier les collaborateurs de l'UQCN  
qui ont rendu possible ce document.



690, Grande-Allée Est  
Québec Qc  
G1R 2K5  
Tél. : (418) 648-2104

Télec. (418) 648-

*L'histoire nous enseigne que l'énergie ne constitue généralement pas le moteur de la croissance économique et que la disponibilité d'une source abondante d'énergie ne suffit pas à provoquer un processus d'industrialisation.*

*Toute politique énergétique est un pari et elle se doit de prendre en considération une pluralité d'objectifs, donc de critères. Parmi ceux-ci, le coût de la thermie rendue utilisateur final, les impacts macroéconomiques sur l'emploi, l'équilibre extérieur, le tissu industriel ou l'indépendance énergétique constituent des préoccupations légitimes, même si la pondération accordée à chacun d'entre eux varie considérablement d'un pays à l'autre et d'une période à l'autre. Cette divergence de pondération traduit bien sûr des divergences dans les préférences collectives des nations; elle exprime aussi des différences dans les degrés de liberté dont dispose chaque éditeur.*

**Jacques Percebois**

*Les risques de myopie sont plus grands pour l'énergie que pour d'autres secteurs d'activité car l'énergie est le domaine par excellence du temps long.*

**Jean-Marie Martin**

# TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux .....	VII
Abréviations .....	VIII
Glossaire .....	IX
Introduction .....	1
<b>Chapitre 1</b>	
<b>L'ÉVOLUTION DE LA SITUATION AU QUÉBEC .....</b>	<b>3</b>
1.1 Pourquoi situer l'évolution du Québec dans le contexte de l'évolution de la situation énergétique mondiale? .....	5
<b>Chapitre 2</b>	
<b>LES ENJEUX DE L'ÉNERGIE .....</b>	<b>7</b>
2.1 Les impacts et risques environnementaux .....	7
2.2 La prise de décision en situation d'incertitude .....	9
2.3 L'économie - contraintes et possibilités de développement .....	10
2.4 L'efficacité énergétique .....	12
2.4.1 L'efficacité énergétique structurelle .....	12
2.4.2 L'efficacité énergétique technologique .....	12
2.4.2.1 L'efficacité énergétique selon le ministère des Ressources naturelles du Québec et Hydro-Québec .....	12
2.4.2.2 Les concepts avancés en efficacité énergétique .....	13
2.4.3 L'efficacité énergétique culturelle et comportementale .....	16
2.4.3.1 Le transport des personnes .....	16
2.4.3.2 L'efficacité énergétique en habitat unifamilial et multifamilial .....	18
2.5 Les énergies nouvelles et renouvelables .....	18
2.5.1 La filière éolienne .....	18
2.5.2 La filière solaire .....	20
2.5.3 La filière de la biomasse .....	21
2.6 La Table de consultation et le processus d'élaboration de la politique de l'énergie .....	21
<b>Chapitre 3</b>	
<b>LA POLITIQUE DE L'ÉNERGIE .....</b>	<b>25</b>
3.1 Principe et fondements de la politique de l'énergie .....	25
3.1.1 Les implications du développement durable pour le secteur de l'énergie .....	25
3.1.2 L'évolution énergétique du Québec depuis 1973, à la lumière des exigences du développement durable .....	28
3.1.3 Les fondements avancés par l'UQCN .....	33
3.1.4 Le rôle des combustibles fossiles à bas coût .....	35

3.2	Le développement des connaissances et les rôles respectifs de la technologie et des adaptations de comportement .....	36
3.3	Diffusion des connaissances et information des citoyens .....	37
3.4	Les moyens de l'État .....	37
3.4.1	La recherche, le développement, la démonstration .....	37
3.4.2	L'aménagement du territoire .....	38
3.4.3	La réglementation .....	38
3.4.4	Les instruments économiques .....	39
3.5	Les institutions .....	40
3.5.1	Le ministère des Ressources naturelles .....	40
3.5.2	Hydro-Québec .....	41
3.5.3	Le besoin de nouvelles institutions .....	42
3.6	Les exportations d'électricité .....	43
3.7	Principes de développement des ressources .....	43
3.8	L'encadrement de la production privée .....	44
	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>45</b>
	<b>ANNEXES</b> .....	<b>47</b>
	<b>Annexe 1 - Tableaux</b> .....	<b>47</b>
	<b>Annexe 2 - Citation de Prigogine</b> .....	<b>51</b>
	<b>Annexe 3 – L'équation de Patrick Criqui</b> .....	<b>52</b>
	<b>Annexe 4 - Modèle de convergence</b> .....	<b>53</b>
	<b>Annexe 5 - Citation de Hourcade et Kostopoulou</b> .....	<b>54</b>
	<b>RÉFÉRENCES</b> .....	<b>55</b>

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 1</b>	
<b>Usage total d'énergie au Québec .....</b>	<b>3</b>
<b>Tableau 2</b>	
<b>Usage total d'énergie commerciale dans le monde.....</b>	<b>3</b>
<b>Tableau 3</b>	
<b>Ventilation du bilan énergétique du Québec .....</b>	<b>4</b>
<b>Tableau 4</b>	
<b>Ventilation du bilan énergétique mondial .....</b>	<b>4</b>
<b>Tableau 5</b>	
<b>Nomenclature des habitations selon leur efficacité énergétique de chauffage .....</b>	<b>15</b>
<b>Tableau 6</b>	
<b>Évolution du taux de motorisation au Québec .....</b>	<b>17</b>
<b>Tableau 7</b>	
<b>Coût du transport des personnes par voiture de promenade – approximation .....</b>	<b>17</b>
<b>Tableau 8</b>	
<b>Population et usage d'énergie à long terme .....</b>	<b>26</b>
<b>Tableau 9</b>	
<b>Pourcentage annuels de baisse de l'usage d'énergie per capita pour obtenir une baisse de 60% en valeur absolue, de 1995 à 2050 .....</b>	<b>27</b>
<b>Tableau 10</b>	
<b>Ventilation de l'usage d'énergie dans les transports au Québec.....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau 11</b>	
<b>Ventilation de l'usage d'énergie du transport des personnes.....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau 12</b>	
<b>Ventilation de l'usage d'énergie du transport des marchandises .....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau 13</b>	
<b>Évolution de la réglementation thermique sur les bâtiments au Québec, en France et en Suède .....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 14</b>	
<b>Évolution de la situation financière d'Hydro, Québec .....</b>	<b>41</b>

## ABBREVIATIONS

ACEEE	American Council for an Energy-Efficient Economy
ACTT	Advanced customer technology test for maximum energy efficiency
AIE	Agence internationale de l'énergie
ASES	American Solar Energy Society
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BSQ	Bureau de la statistique du Québec
CADDET	Center for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies
CAÉÉ	Concepts avancés en efficacité énergétique
CEE	Consortium for Energy Efficiency
CFC	Chlorofluorocarbones
CMED	Commission mondiale sur l'environnement et le développement
ECEEE	European Council for an Energy-Efficient Economy
ÉGES	Émissions de gaz à effet de serre
EÉ	Efficacité énergétique
ÉNP	Énergies nouvelles et renouvelables
GES	Gaz à effet de serre
GW	Gigawatt (1 000 000 000 watts)
GWh	Gigawattheure
HSABÉ	Habitations solaires avancées à basse énergie
IEA	International Energy Agency
k	Kilo
KW	Kilowatt (1 000 watts)
kWh	Kilowattheure
M	Million
MAM	Ministère des Affaires municipales du Québec
MM	Milliards
MÉR	Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, ancien nom du MRN
MW	Mégawatt (1 000 000 watts)
MGh	Mégawattheure
MRN	Ministère des Ressources naturelles du Québec
mtep	milliers de tep milliers de tep
Mtep	Millions de tep
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique
ONU	Organisation des Nations Unies
PA	Pays avancés
PD	Pays en développement
PG&E	Pacific Gas & Electric Company
RDD	Recherche, développement et démonstration
RNC	Ressources naturelles Canada
RSG	Rayonnement solaire global, limité à la période du 1er octobre au 31 mars dans ce texte
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
SERP	Super Efficient Refrigerator Program, Inc
tep	Tonne d'équivalent pétrole
TW	Térawatt (1 000 000 000 000 watts)
TWh	Térawattheure
UQCN	Union québécoise pour la conservation de la nature
WCED	World Commission on Environment and Development

## **GLOSSAIRE**

**Concepts avancés en efficacité énergétique :** Intégration des concours technologiques, des meilleures technologies, d'approches commerciales innovatrices et de la dynamisation du processus de réglementation visant à hausser l'économie d'énergie par intervention (bâtiment par exemple) et d'accélérer la vitesse de diffusion sociale de l'efficacité énergétique.

**Énergies commerciales :** Énergies qui font l'objet d'une transaction commerciale. Exclut l'énergie utilisée par les personnes qui la récoltent, comme la biomasse utilisée à des fins de cuisson des aliments dans plusieurs pays en développement.

**Intensité énergétique :** Quantité d'énergie par unité de produit intérieur brut. L'intensité énergétique est généralement calculée par 1 000 \$ de produits et services.

**Taux de motorisation :** Nombres de véhicules de promenade par 1 000 citoyens,

## **NOTE AUX LECTEURS**

Concernant l'usage d'énergie dans les bâtiments, les exemples du présent texte concernent presque exclusivement le secteur résidentiel, notamment de façon marquée dans la section sur l'efficacité énergétique. Ceci n'a pas pour objectif de singulariser l'électricité, qui est l'énergie dominante du secteur résidentiel, mais reflète simplement le fait que l'usage d'énergie de ce secteur est mieux connu en raison de sa plus grande homogénéité.

Nous aurions tout aussi bien pu utiliser des exemples tirés du secteur commercial et institutionnel. Mais ces exemples auraient eu le désavantage de ne pas être reliés à l'expérience de TOUS les lecteurs, alors que ceux du secteur résidentiel le sont.

# INTRODUCTION

L'Union québécoise pour la conservation de la nature a procédé à une analyse à très long terme des contraintes et des possibilités de développement dans le domaine de l'énergie. Le présent texte est le fruit de ses réflexions sur ce sujet.

Notre réflexion s'est nourrie des risques globaux, surtout de ceux liés aux émissions de gaz à effet de serre auxquels le monde des assurances commence à s'intéresser et desquels il s'inquiète. Nous avons étudié le fait que la voiture privée est une nuisance grave aujourd'hui en milieu urbain où elle est responsable de la majorité du volume des polluants de l'air.

Nous avons considéré des éléments macroéconomiques, des tendances lourdes.

Nous avons étudié la recherche de pointe en efficacité énergétique, celle de l'Agence internationale de l'énergie, de quelques grands centres de recherche et de la société Pacific Gas & Electric de Californie. Nous avons regardé du côté de la recherche de pointe pour les énergies solaire, éolienne et de la biomasse.

Mûrement réfléchi, notre analyse nous a graduellement amené à la conviction qu'un changement majeur d'orientation s'impose désormais au Québec.

UUQCN propose d'éliminer la contribution du Québec aux risques globaux et de réduire les impacts environnementaux de l'énergie par la stratégie suivante pour les 54 prochaines années-

- l'élimination des combustibles fossiles du bilan énergétique du Québec d'ici à 2050; - la réduction de l'approvisionnement total en énergie de 55%;
- la substitution de l'efficacité énergétique pour 75% de la baisse de l'approvisionnement total en énergie de 55%, ce qui obligerait le Québec à commencer dès aujourd'hui à développer les concepts avancés en efficacité énergétique;
- la substitution des énergies solaire, éolienne et de la biomasse pour les 25% restants de baisse de l'offre totale d'énergie, à raison d'un sixième pour les énergies solaires et de la biomasse et des deux tiers pour l'énergie éolienne.





## Chapitre 1

# L'ÉVOLUTION DE LA SITUATION DE L'ÉNERGIE AU QUÉBEC

L'UQCN juge capital d'analyser la situation énergétique du Québec à partir de la réalité, de ses problèmes, de ses contraintes et de ses possibilités de changements si on veut améliorer la qualité de vie des citoyens, la qualité de l'environnement et susciter un climat propice à un développement économique sain.

UUQCN croit fermement que les objectifs de développement économique et de protection de l'environnement, et d'amélioration de l'environnement dans les cas de dégradation, sont non seulement compatibles mais même convergents.

Voyons l'évolution énergétique du Québec au Tableau 1. De 1973 à 1993, le Québec a connu une hausse de 2,36 % de son usage annuel total d'énergie, soit une hausse annuelle moyenne de 0,117 %. Le Québec a donc virtuellement atteint la croissance énergétique zéro depuis 1973.

**TABLEAU 1**  
**USAGE TOTAL d'ÉNERGIE AU QUÉBEC**  
**En tep**

Année	Usage total	Usage per capita	Intensité énergétique
1973	31 949 325	5,12	0,42
1993	32 703 641	4,54	0,27

Note : L'intensité énergétique est la quantité d'énergie requise par unité de produit intérieur brut (généralement 1 000 \$ de biens et services). Elle est l'inverse de l'efficacité énergétique. On n'inclut ici que les énergies commerciales.

Source: MRN, 1995 A, p. 8.

De 1973 à 1993, la population a augmenté de 6 100 000 à 7 164 660 personnes. Le produit intérieur brut (PIB) a augmenté de 30,9 \$ milliards à 160,8 \$ milliards courants (*Le Québec statistique* 1989, 1989, p. 133 et 54, pour 1973; MAM 1996 pour 1993). La hausse réelle du PIB hors inflation est d'environ 60 % (MRN, 1995 A, p. 8).

Le progrès important du Québec en efficacité énergétique (ÉÉ) depuis 1973 résulte surtout de deux facteurs :

- la conversion d'une part importante du parc de bâtiments au chauffage électrique - on est passé de 175 000 logements en 1973 (10 % du parc) à 1 848 000 en 1993 (68,9 % du parc) (MRN, 1995 A, p. 11). Son rendement de presque 100 % baisse de façon marquée l'usage d'énergie comparé à celui d'environ 60 % des systèmes aux combustibles fossiles qu'il a remplacés;
- la hausse marquée de l'efficacité unitaire des véhicules, malgré une forte hausse du nombre de voitures en circulation et du taux de motorisation, a fait du transport le seul secteur à avoir eu une baisse absolue en usage d'énergie de 1973 à 1993 (MRN, 1995 A, p. 12).

Le Tableau 2 montre l'évolution mondiale durant le même temps.

**TABLEAU 2**  
**USAGE TOTAL D'ÉNERGIE COMMERCIALE DANS LE MONDE**

Année	En Mtep	Population (MM)	Tep per capita
1973	5 578,3	3,875	1,44
1993	8 468,9	5,62	1,51

Source : *Énergie Internationale 1990-1991*, 1990, p. 288; Holdren, 1992, p.8. L'énergie de 1993 est calculée en ajoutant 1,5%/an à l'usage total de 1989. La population de 1973 est extrapolée, celle de 1993 est calculée en ajoutant 100M/an à celle de 1990.

Les Tableaux 3 et 4 présentent l'évolution de la ventilation des bilans énergétiques du Québec et du monde. On y voit une double amélioration au Québec : la part des énergies renouvelables atteint maintenant 40 % et plus, comparé à 20 % en 1973, et la quantité totale d'énergies non renouvelables a baissé en valeur absolue.

La situation mondiale, quant à elle se dégrader 12usage des combustibles fossiles a beaucoup augmenté, passant de 5243,4 à 7073,1 Mtep de 1973 à 1989. Aujourd'hui, le nombre de centrales nucléaires en service atteint environ 500 (Martin, 1992, p. 165) comparé à 10 en 1973\*. La part des énergies renouvelables progresse très peu.

**TABLEAU 3**  
**VENTILATION DU BILAN ÉNERGÉTIQUE DU QUÉBEC**  
**En mtep (pourcentage du total)**

Année	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Électricité
1973	626 (1,96)	23 274 (72,84)	1 585 ( 4,96)	6 465 (20,24)
1993	301 (0,92)	13 518 (41,33)	5 220 (15,96)	13 665 (41,79)

Note: Énergies commerciales seulement.

Source. MRN, 1995 A, p. 10.

Certains usages sont captifs d'une énergie spécifique, du moins à court terme. Au Québec i une proportion de 26 % de l'énergie est liée au pétrole dans les transports et 25 % à l'électricité (un peu moins de 50 % va à la production de chaleur, usage non captif) (MÉR, 1988, p. 19-20; MRN, 1995 A, p. 12).

Du bilan mondial, une proportion de 20 % est liée au pétrole dans les transports, 5 % au charbon en sidérurgie et carbochimie, et 20 % à l'électricité dans la force motrice fixe, l'éclairage, les procédés industriels et l'électrolyse. Le reste, ou 55 % du bilan mondial, va aux usages de chaleur à basse ou haute température (Martin, 1990, P. 16).

**TABLEAU 4**  
**VENTILATION DU BILAN ÉNFRGÉTIQUE, MONDIAL**  
**En Mtep (pourcentage du total)**

Année	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Électricité
1973	1 589,3 (28,5)	2 695,2 (48,3)	958,9 (17,2)	334,9 ( 6,0)
1989	2 429,4 (30,4)	3 073,5 (38,5)	1 570,2 (19,7)	906,2 (11,4)

Note. Limité aux énergies commerciales, ce bilan exclut les énergies non achetées, dont la biomasse récoltée dans les pays en développement pour cuire les aliments. Il est très ardu d'évaluer le niveau d'usage de ces énergies. Cela peut ajouter environ 11 % ou 900 Mtep au bilan mondial (Holdren, 1992, p. 9; Martin, 1992, p. 27-28). On ne compte ici que l'électricité primaire, celle des filières nucléaire, hydroélectrique, éolienne, géothermique).

Source : *Énergie Internationale 1990-1991*, 1990, p. 288.

L'énergie occupe aujourd'hui plus de place dans l'économie du Québec qu'en 1973. En 1993, les dépenses en énergie accaparaient 10,1 % de la dépense intérieure brute (9,2 % en 1973), et 7,2 % de la dépense totale des particuliers (6,1 % en 1973) (MRN, 1995 A, P. 46-47). Comme le prix du pétrole a à peu près retrouvé son niveau de 1973 en dollars constants, quelles sont la cause et l'implication de cette évolution ? Cette situation stimulera-t-elle les citoyens et les entreprises à utiliser l'énergie de manière plus efficace ? Ces questions méritent une réponse.

Le Québec peut-il continuer son développement économique avec la croissance énergétique zéro, voire avec la décroissance énergétique ? Comment doit-il améliorer son EE, sur quel horizon de temps, avec quelles technologies et adaptations socio-culturelles, quelle combinaison d'outils de stimulation de l'EE, quels rôles

respectifs pour la réglementation et la hausse de prix, quels changements institutionnels et gouvernementaux ? Quelles en sont les implications pour l'évolution de notre bilan énergétique ?

Y a-t-il lieu de garder la combinaison actuelle d'énergies que le Québec utilise ? Si non, comment la ventilation du bilan énergétique devrait-elle évoluer, et quelles améliorations faut-il souhaiter et planifier pour l'environnement ? Enfin, comment ces décisions seront-elles prises politiquement ?

Pour l'UQCN, en somme, toutes ces questions se résument à une seule - le Québec est-il résolument engagé d'une façon positive et créatrice sur la voie du développement énergétique durable ? Si non, quels changements doit-il opérer dans les aspects mentionnés ci-haut pour entamer son progrès en ce sens et parvenir à un développement énergétique durable ?

## **1.1 - Pourquoi situer l'évolution du Québec dans le contexte de l'évolution de la situation énergétique mondiale ?**

La situation énergétique mondiale influence l'évolution du Québec de plusieurs façons. Il faut donc toujours en tenir compte.

Important 58 % et plus de l'énergie totale utilisée et 99,52 % de l'énergie utilisée par les transports, le Québec est vulnérable à l'instabilité du marché mondial du pétrole. Celle-ci risque de s'accroître au XXI<sup>e</sup> siècle quand les pays du Moyen-Orient contrôleront une part croissante du marché mondial vu l'épuisement plus rapide des réserves hors Moyen-Orient (AIE, 1993). Aux séances de travail du Débat public sur l'énergie en 1995, Antoine Ayoub de l'Université Laval a souligné qu'on ne peut prédire l'évolution du marché international du pétrole au delà de 2000 ou, au maximum, 2005.

Le coût des importations de pétrole en période de crise illustre la vulnérabilité du Québec. De 1981 à 1984, le Québec a importé la somme de 18,576 \$ milliards de pétrole brut avec un pic de 5,124 \$ milliards en 1982 (MRN, 1995 A, P. 52).

La nature globale de certains impacts et risques environnementaux implique une solution mondiale. F-n fait foi l'adoption de la Convention cadre sur les changements climatiques à la Conférence de l'ONU sur l'environnement tenue à Rio de Janeiro, Brésil, en 1992. Aujourd'hui, on ne peut douter que la pression croîtra sur la communauté internationale, et celles des pays avancés (PA) surtout, pour qu'elle se mobilise et commence à planifier la baisse de l'usage des combustibles fossiles. Le milieu des assurances invite les pays signataires de la convention à respecter leurs engagements (Reinsurance, 1994). Le Québec doit respecter l'engagement, pris dans son décret de 1992, d'adhérer aux principes et aux objectifs de la convention (MRN, 1995 B, p. 5).

Un nombre croissant de PA saisissent le rôle stratégique de l'EE dans l'évolution énergétique mondiale. Le Québec a une économie ouverte et il importe la quasi totalité de ses véhicules et une grande partie de ses équipements (moteurs électriques, appareils d'éclairage et électroménagers, etc.). Si, d'ici à 2020, l'évolution mondiale résultait, entre autres, en une division par deux de l'intensité énergétique de ces appareils et des procédés des industries grandes utilisatrices d'énergie, le Québec ne pourrait l'ignorer. L'évolution de l'intérêt pour l'EE dans les PA aura donc ici un impact déterminant.

Toutes ces raisons montrent, si besoin est, l'impact décisif que l'évolution énergétique mondiale continuera à avoir sur le Québec dans les prochaines décennies. Pour l'UQCN, ce serait donc faire preuve d'un manque flagrant de conscience que d'ignorer la dynamique à l'oeuvre au niveau mondial et de prétendre qu'elle ne peut nous forcer à opérer une révolution dans notre vision de notre avenir énergétique.



## **Chapitre 2**

# **LES ENJEUX DE L'ÉNERGIE**

Ce chapitre aborde les aspects de l'énergie qui, du point de vue de l'UQCN, sont capitaux pour l'avenir du Québec.

La section 2.1 présente les impacts et risques environnementaux. La section 2.2 analyse la prise de décision en matière d'énergie en situation d'incertitude. La section 2.3 examine les contraintes et opportunités économiques découlant de l'évolution du monde de l'énergie. La section 2.4 éclaire les possibilités nouvelles de l'ÉE. La section 2.5 montre les développements et aspects importants des énergies nouvelles et renouvelables (ÉNR). Enfin la section 2.6 commente le processus d'élaboration de la prochaine politique de l'énergie.

### **2.1 - Les impacts et risques environnementaux**

Depuis 1975, les impacts mondiaux de l'usage d'énergie sur l'environnement ont connu une hausse marquée d'intensité en général. Au Québec, il y a eu une baisse des impacts sur l'atmosphère, mais une hausse de perte de territoires par ennoisement dû à la construction de barrages hydroélectriques avec réservoirs.

Un changement paraît déterminant dans notre perception des impacts et risques environnementaux de l'usage d'énergie. Il faut distinguer les impacts environnementaux connus des diverses sources d'énergie de leurs risques appréhendés. Dans le cas des émissions de gaz à effet de serre (ÉGES), les scientifiques leur attribuent le danger d'une dérive des climats.

Le Tableau 1 de l'Annexe 1 montre le rôle respectif de plusieurs composés dans la hausse anthropique de l'effet de serre. On y voit que les activités liées directement à l'énergie (incluant la déforestation nette pour la cuisson des aliments et le chauffage de l'eau et des locaux) comptent pour 98 % des émissions de CO<sub>2</sub>, 38 % des émissions de méthane et 36 % des émissions d'oxyde nitreux. Dans l'état actuel des connaissances, le secteur de l'énergie semble jouer le premier rôle dans la hausse anthropique de l'effet de serre. Avec l'arrêt de la production des CFC, il se peut d'ailleurs que le rôle du secteur de l'énergie aille croissant dans la hausse anthropique de l'effet de serre.

Le bilan mondial des énergies commerciales est dominé à 89 % environ par les combustibles fossiles (Tableau 4). Ceux-ci comptent pour la majorité des ÉGES. Nous pourrions devoir baisser les ÉGES mondiales de 60 % à 80 % d'ici à 2050 pour minimiser la dérive des climats. Cela peut donc nous forcer à rien de moins que refaire le système énergétique mondial en deux générations. Cette possibilité soulève la question de notre capacité socio-organisationnelle à affronter ce type de situation, surtout au vu de l'inertie de nos institutions.

Les risques environnementaux de l'usage d'énergie ne se limitent bien sûr pas à la dérive des climats et aux accidents nucléaires qui libèrent de la radioactivité dans l'environnement. On pense aussi aux déversements pétroliers, fréquents mais toujours imprévisibles. Imaginons l'accident d'un pétrolier prêt à livrer sa cargaison à Ultramar en face de Québec causant un déversement majeur au début de l'été et de la saison touristique, ou au début d'octobre juste avant la migration des oies blanches ... Il faut rappeler que le fleuve a connu des déversements importants de pétrole dont ceux des navires Pointe-Lévis à Matane, en 1985, et Czantoria à Saint-Romuald, en 1988 (Lauzon, 1990, p. 35).

Hypothétique, un tel déversement ne se produira peut-être jamais. On ne peut pourtant minimiser l'importance de ses conséquences qu'on n'ose imaginer. Depuis 1970, il y a eu des douzaines d'accidents de pétroliers, en pleine mer, là où pourtant ils ont beaucoup plus d'espace pour se déplacer que sur le fleuve ...

On pense aussi aux pertes de gaz naturel dans son transport par gazoduc.

Les combustibles fossiles libèrent dans l'atmosphère une grande quantité de composés qui causent divers problèmes. Dans certains cas, ces composés polluent eux-mêmes. On pense aux émissions acides à base de soufre et d'azote, aux particules, aux hydrocarbures imbrûlés, au monoxyde de carbone.

Le Tableau 2 de l'Annexe 1 donne les émissions de divers Polluants et la Part liée à l'énergie- Il montre que, sauf noter le dioxyde de carbone, l'énergie compte pour près de la moitié des émissions totales (cas des particules) à

presque la totalité (oxydes d'azote). En 1980, les transports étaient responsables de la majorité des émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et de dioxyde d'azote (*Le Québec statistique* 1989, p. 269).

Distinguons entre les composés liés au combustible (le cas du soufre) et les autres. Les combustibles ne contiennent pas d'azote. Les composés azotés sont un produit de réaction du processus de combustion. Les composés acides nous reviennent sous forme de dépôts secs ou de précipitations acides en pluie ou neige@; Dans les années 1980, les oxydes de soufre et d'azote comptaient pour les deux tiers et le tiers de l'acidité des dépôts et précipitations respectivement. La moitié de l'acidité vient d'émissions des États-Unis, le quart de l'Ontario et le quart du Québec (*Le Québec statistique* 1989, 1989, p. 271).

L'acidité a plusieurs effets. En diminuant le rendement agricole, elle oblige les producteurs à traiter leurs sols et hausse leurs coûts. Elle diminue la vitesse de croissance des arbres et ainsi affecte l'avenir des activités liées à la forêt. Elle diminue la diversité biologique des cours d'eau. Elle est nuisible à la santé humaine. Elle dégrade les infrastructures et les bâtiments.

Certaines pollutions résultent de réactions atmosphériques. Ainsi, en présence de radiation solaire, les composés organiques volatils entrent dans des réactions chimiques qui conduisent à la production d'ozone en basse altitude. Cet ozone est nuisible pour la santé et les cultures.

Enfin, les combustibles fossiles dégagent aussi des particules de suie et les véhicules dégagent d'autres particules par l'usure des pneus par exemple.

Au milieu des années 1980, on évaluait que la pollution causait des dommages de l'ordre de 3,2 \$ milliards à 5,0 \$ milliards (*Le Québec statistique* 1989, 1989, p. 272). Ici encore il semble que le secteur de l'énergie soit le principal responsable.

Impropre à l'usage, l'air des villes doit-il être banni ?

La pollution des véhicules automobiles constitue aujourd'hui la part dominante (de 50 11/o à 70 %) de la pollution de l'atmosphère des grandes villes d'Europe et des États-Unis. Cette situation vaut aussi pour Montréal (Brousseau, 1996). Les pics de pollution se produisent les jours d'inversion thermique. En Europe et aux États-Unis, on constate une corrélation temporelle entre les pics de pollution atmosphérique, les visites médicales et la hausse ponctuelle de la mortalité (De Kermikri, 1995). De Kermikri écrit (p. 884) : «Plusieurs études épidémiologiques montrent maintenant sans doute possible que la pollution urbaine accroît la mortalité.»

12usage d'énergie cause plusieurs autres problèmes environnementaux. La pollution par les véhicules conduit à la formation d'ozone.

La déforestation dans les pays en développement (PD) est liée pour une bonne part au haut niveau d'usage des hydrocarbures des PA. Une grande partie de la population des PD utilise le bois comme combustible pour cuire ses aliments, la plupart du temps de façon extrêmement inefficace dans des feux ouverts qui utilisent jusqu'à huit fois plus d'énergie pour le même service de cuisson qu'une énergie moderne (WCED, 1987, p. 196). Doit-on s'étonner que la ressource diminue dans plusieurs pays, surtout en Afrique au sud du Sahara (WCED, 1987, p. 189) ? Cette population ne peut acheter de pétrole ou de gaz naturel parce que le niveau d'usage de ces énergies par les PA hausse leur prix sur le marché international à un niveau qui le met hors de portée des populations des PD.

L'usage d'énergie conduit aussi à la perte de territoires et d'habitats, comme par la construction d'énormes ouvrages hydroélectriques au Québec et dans plusieurs pays.

L'usage mondial d'énergie progresse d'environ 2 %/an en moyenne (hausse autour de 1 % dans les PA, plus élevée dans les PD). La hausse de la population des PD portera la population mondiale de 5,6 à 8 ou 9 milliards d'individus en 2040, soit en deux générations seulement. Les populations des PD aspirent de façon légitime à améliorer leurs conditions de vie. Cela consiste généralement à vouloir imiter le modèle de développement des PA. Comme la population mondiale semble devoir augmenter d'au moins 50 % et que l'usage d'énergie per capita des PA fait trois fois la moyenne mondiale, les aspirations légitimes des PD pourraient multiplier l'usage mondial d'énergie par un facteur de 4,5.

Si les PA n'accélèrent pas leur transition énergétique vers des systèmes à impact environnemental faible ou nul et ne facilitent pas la transition des PD, les problèmes d'énergie deviendront beaucoup plus complexes et les risques augmenteront plus rapidement que la population.

Le défaut de réussir cette transition énergétique risquerait de causer plusieurs dommages environnementaux irréversibles. Aujourd'hui, nous prenons conscience qu'au lieu de se manifester lentement et de façon linéaire et réversible, la dégradation environnementale pourrait survenir vite, sournoisement et avec des effets imprévisibles et chaotiques. La capacité de l'environnement d'éliminer nos déchets polluants n'est pas illimitée. L'environnement a des seuils de capacité d'absorption. Si nous allons au delà de ces seuils, nous provoquons une dégradation de l'environnement qui peut être irréversible.

Le développement des connaissances change notre perception de la nature et nous montre enfin que le domaine de la nature est celui de la dynamique des effets non linéaires. On lira en Annexe 2 une longue citation du physicien et prix Nobel, Ilya Prigogine. Il y explique comment l'évolution des connaissances bouleverse notre compréhension de l'environnement et de nos relations avec lui. Il insiste sur l'importance de saisir le caractère non linéaire des comportements de l'environnement. S'étonnera-t-on que maintenant les climatologues commencent à nous dire que le changement climatique suscité par les activités humaines reliées surtout à l'énergie puisse se produire de façon brutale-et non linéaire (Kempf, 1996, p. 11) ?

Devant une situation si complexe et hautement incertaine, que faire et comment planifier notre évolution ?

## **2.2 - La prise de décision en situation d'incertitude**

On ne peut bien sûr pas prédire l'avenir. Certains observateurs de la scène énergétique avancent que l'incertitude est trop grande pour justifier des mesures coercitives, et qu'il vaut mieux attendre d'avoir une information de meilleure qualité avant de prendre des décisions qui peuvent menacer notre niveau de vie et notre système économique.

Un autre argument consiste à dire que les énergies fossiles sont les moins chères, que le gaz naturel apporte des bénéfices environnementaux importants comparés aux énergies qu'il remplace (charbon et pétrole dans les autres pays, pétrole surtout au Québec).

Qu'en est-il par exemple de la question des ÉGES ? Voyons ce que certains acteurs du monde économique commencent à en dire.

La Munich Reinsurance Company (Munich), la plus grosse société de réassurance au monde, note une hausse du nombre de catastrophes naturelles majeures, surtout climatiques, dont les dommages assurés excèdent 1 \$ US milliard (une seule avant 1983, deux de 1987 à 1990 et 11 depuis 1990) et, depuis 1960, une hausse exponentielle des pertes économiques et des pertes assurées (Reinsurance, 1994). Munich note aussi l'expansion des déserts et la hausse de l'incidence des maladies tropicales hors de leur zone d'origine.

Même si certaines catastrophes, par exemple les tremblements de terre, n'ont rien à voir avec les ÉGES, Munich y voit une preuve circonstancielle de l'influence croissante des changements du climat sur la fréquence et l'intensité des désastres naturels.

La question première pour Munich n'est pas de savoir si la longue liste de changements environnementaux est concluante, mais si les données et les modèles climatiques peuvent nous informer assez bien et assez tôt pour évaluer les changements futurs et préparer une stratégie de prévention et une adaptation appropriée. Selon elle, le risque d'erreur est grand et, pour cela, elle privilégie une approche souple, susceptible de nous éviter les culs-de-sac. C'est ce qu'on appelle le principe de prudence.

Pour Munich, il est grand temps d'agir et, comme responsables des changements en cours, les PA doivent accepter la responsabilité principale de développer et d'adopter les mesures de prévention. Elle incite les PA signataires de la convention-cadre de Rio sur les changements climatiques à respecter leurs engagements.

Cette prise de position publique de la plus grosse société de réassurance au monde constitue un développement politique majeur. Le monde économique, industriel et financier est maintenant divisé sur les ÉGES. La



conclusion est limpide : le discours des producteurs d'énergie (surtout de combustibles fossiles) appelant à choisir entre le développement économique et la protection de l'environnement n'aura toujours été qu'une diversion pour tenter de camoufler leurs véritables intérêts.

Dans une publication officielle, le gouvernement du Québec défend une position complètement opposée (MRN, 1995 B, p. 6 et 13) - « ... il faut prévoir une période d'adaptation qui occasionnera probablement des coûts économiques et sociaux importants ... Pour le moment, le gouvernement du Québec préfère ne pas adopter une attitude directive par l'entremise d'une approche législative et réglementaire qui placerait les acteurs concernés et les gouvernements dans un carcan trop rigide et coûteux. Il est préférable d'adopter et de favoriser une approche qui tient compte des incertitudes scientifiques liées au phénomène des changements climatiques, du contexte économique et technique des partenaires québécois et de la compétitivité internationale de ces derniers.»

Cette position du gouvernement du Québec est d'autant plus étonnante que le même document évalue la part du transport dans les émissions de CO<sub>2</sub> à 37 %, et celle des automobiles à 70 % des émissions du transport, soit à 25 % des émissions de CO<sub>2</sub>, et que l'organisation actuelle du secteur des transports nous pénalise grandement au niveau macroéconomique (voir la section 2.4.3 sur l'ÉE culturelle et comportementale).

De plus, il n'est pas sûr qu'une stratégie ambitieuse de lutte aux ÉGES comporte des coûts importants, sauf exception. Dans une analyse exhaustive des modèles économiques et technologiques de lutte aux ÉGES, Grubb et al. (1994) indiquent sans l'ombre d'un doute que tous les modèles concluant que les coûts seront élevés pour baisser les ÉGES reposent sur des hypothèses hautement improbables. Ils ajoutent que les modèles qui concluent que ces coûts pourraient être faibles reposent sur des hypothèses parfaitement acceptables et envisageables.

Révolution du climat n'est pas seule à nous échapper. Il y a aussi l'évolution technologique. Depuis quelques décennies, elle a paru s'accélérer d'une façon générale. Ces dernières années, elle a singulièrement compliqué le travail des planificateurs conventionnels de l'énergie. Selon l'argument de Prigogine (Annexe 2), nous devons apprendre à vivre avec l'incertitude. Dans ce contexte, comment peut-on prendre des décisions ? Ce contexte ne met-il pas l'accent sur l'urgence de maximiser la flexibilité de notre société, sa capacité et sa vitesse de réaction, et sur l'importance du principe de prudence ?

Plus l'incertitude est grande, plus grande doit être la marge de manoeuvre que le Québec doit se donner pour pouvoir faire face à TOUTES les éventualités possibles. Nous devons nous doter d'un plus grand nombre de degrés de liberté. Le principe de prudence n'équivaut pas à faire preuve d'attentisme. Au contraire, il s'énonce comme une stratégie énergétique qui évite les culs-de-sac en mettant l'accent sur toutes les mesures qui sont bénéfiques aujourd'hui, et vise à modifier les comportements et usages d'énergie qui comportent un trop grand danger, un danger tel que les conséquences pourraient être bien plus lourdes que les bénéfices que nous pouvons en retirer aujourd'hui.

### **2.3 - L'économie : contraintes et possibilités de développement**

Nous retenons quatre éléments : l'évolution technologique, les finances publiques, le taux de chômage et d'assistés sociaux et, enfin, la fiscalité.

Depuis quelques années, l'évolution technologique multiplie les possibilités dans le domaine de l'énergie, tant du côté des sources que de l'usage d'énergie dans les procédés industriels, les bâtiments et les transports. Nadel et al. (1993) donnent un aperçu de nouvelles technologies très performantes pour les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel. En plus de l'évolution technologique, l'ouverture des marchés et la tertiarisation de l'économie introduisent d'autres éléments d'incertitude et compliquent le travail des planificateurs.

La crise environnementale causée par l'usage d'énergie crée aussi des possibilités de développements technologiques et économiques inédites. Pour illustrer ce point, il faut bien saisir le potentiel des stratégies possibles à partir du bilan énergétique actuel.

Principal gaz à effet de serre (GES), le CO<sub>2</sub> est en effet responsable de plus de 50 % de l'effet de serre anthropique. Toute stratégie de stabilisation de la teneur atmosphérique en GES repose donc principalement sur le CO<sub>2</sub>.

Patrick Criqui propose une équation simple illustrant la valeur relative de trois stratégies de lutte aux GES (Criqui, 1989 - voir Annexe 3). Elle a le mérite de montrer que le plus grand potentiel de baisse des ÉGES réside dans la baisse de l'intensité énergétique (ou l'amélioration de l'EE). Criqui indique que la prospective énergétique montre une variation du simple au double du niveau d'usage d'énergie dans les prochains 25 ans. Cette variation repose uniquement sur les hypothèses relatives à la diffusion plus ou moins grande des techniques d'usage d'énergie les plus efficaces. Ces techniques sont connues, leur rendement aussi.

Le Tableau 3 de l'Annexe 1 montre quelques projections de l'usage mondial d'énergie en 2020 ou 2025. On y voit bien que les projections varient beaucoup à l'intérieur des scénarios qualifiés de «bas» ou de «haut». Les compétences de leurs auteurs ne peuvent être mises en doute. La seule différence qui explique de tels écarts, nous le répétons, se trouve dans les hypothèses que retiennent les auteurs sur la possibilité de diffuser plus ou moins rapidement les techniques de meilleure EE.

Avec la montée des pressions contre les ÉGES, des PA importants et plutôt pauvres en énergie nationale à impact environnemental faible voudront protéger leur sécurité et leur vulnérabilité en minimisant l'importation d'énergie par le recours aux concepts avancés en efficacité énergétique (CAEE). Ce sera certainement le cas de l'Allemagne et du Japon. Or, vu les capacités technologiques et industrielles de ces deux pays, les CAEE y connaîtront sûrement un développement rapide.

L'ouverture des marchés permettra aux pays ayant une avance technologique, industrielle et commerciale dans les CAEE d'exporter certains de leurs éléments. Les pays disposant comme le Québec d'une abondance d'ENR en sont réduits à deux possibilités pour développer leurs marchés d'exportation : développer les CAEE au même rythme que les pays soumis aux plus fortes contraintes d'approvisionnement en ENR, ou encore développer les techniques des ENR avant les autres. À l'heure actuelle, le Québec n'est un innovateur ni dans l'un ni dans l'autre cas; il a tout misé sur l'hydroélectricité ...

L'état actuel des finances publiques empêche le gouvernement d'apporter une contribution financière significative au développement des CAEE et des ENR. Mais l'État peut jouer un rôle majeur. La nouvelle politique énergétique qu'il entend adopter avec le Débat public sur l'énergie peut amener les pouvoirs publics à repenser la fiscalité de l'énergie, la réglementation, la planification urbaine, les institutions pour qu'ils poussent naturellement tous les acteurs vers les CAEE et les ENR. Il s'agit là d'un des plus importants défis du Débat public.

Un autre élément mérite réflexion et s'imposera probablement avec force dans les prochaines années. Il s'agit du chômage chronique d'une large partie de la population. Le nombre record de citoyens dépendants de l'aide sociale et le taux officiel de chômage au-dessus de 10 % donnent un taux de non-emploi de près de 25 % ! Une politique ambitieuse d'EE peut faire baisser le taux de chômage. Selon Hydro-Québec, l'EE crée un peu plus d'emplois que la production d'énergie. On aurait tort de s'en priver.

Tous ces éléments concourent pour souligner l'intérêt d'une réforme de la fiscalité de l'énergie. Le Québec a un impôt élevé sur le revenu, ce qui diminue le revenu disponible. Le taux d'épargne est trop bas. Le Québec se voit forcé de se financer en bonne partie sur les marchés étrangers de capitaux, ce qui contribue à fragiliser notre situation. Bien conçue, une baisse des impôts sur le revenu, compensée par une hausse des taxes sur l'énergie pour garantir des revenus équivalents au gouvernement, augmenterait le revenu disponible, pourrait hausser le taux d'épargne et contribuerait à rendre le Québec moins dépendant des marchés étrangers de capitaux et des fluctuations des monnaies.

Du point de vue du citoyen, une taxe plus élevée sur l'énergie est évitable par un grand nombre de mesures d'EE et est donc préférable à des taxes sur le travail (l'impôt sur le revenu) qui, par définition, ne sont pas évitables.

Les possibilités de plus en plus nombreuses de l'EE d'ans tous les secteurs offrent au gouvernement une occasion unique de revoir la fiscalité de l'énergie. Bien conçue et appliquée, une taxation plus progressive sur l'énergie offre aux citoyens l'avantage d'être évitable par le recours à l'EE. Elle peut stimuler grandement le progrès du Québec en EE, un progrès nécessaire pour diminuer les impacts environnementaux de la production et de l'usage d'énergie, tirer parti le plus vite possible de l'avantage de l'EE en terme de coût, et enfin stimuler le développement technologique et industriel lié à l'EE.

## **2.4 - L'efficacité énergétique**

L'efficacité énergétique comporte trois volets - structurel, technologique et culturel ou comportemental. À cause de ses promesses multiples, l'ÉE représente le choix des emplois, le choix social. Hydro-Québec reconnaît que l'ÉE crée plus d'emplois que la production d'énergie.

### **2.4.1 - L'efficacité énergétique structurelle**

L'ÉE structurelle elle-même réfère à quatre types de changements :

- la densification de l'habitat qui suppose une hausse de la proportion des habitations multifamiliales dans le parc de logements;
- la planification par l'application du concept de l'écosystème urbain-industriel;
- la réutilisation des objets et la fabrication avec une proportion croissante de matière recyclée;
- la proportion croissante des déplacements, tout autant urbains qu'interurbains, assurés par le transport en commun.

Les ensembles de bâtiments multifamiliaux ont un budget de chauffage des locaux environ moitié moindre que celui des habitations unifamiliales.

Le Québec peut prendre avantage du concept d'écosystème urbain-industriel. Il s'agit d'organiser les activités sur un territoire donné pour récupérer le maximum de pertes énergétiques et de matériel qui résultent de ces activités. Ce concept se base sur la possibilité pour les firmes manufacturières de cesser de traiter ou de rejeter leurs résidus pour les valoriser comme intrants pour une autre firme.

La récupération des pertes énergétiques se fait en maillant des industries et/ou bâtiments dont les besoins en chaleur sont à des températures variées. On fait circuler la chaleur dans toute la chaîne d'industries, depuis l'usine qui requiert la température la plus élevée jusqu'à celle qui requiert la température la plus basse, en passant par toutes les autres. De cette façon, les rejets de chaleur de la première usine sont utilisés par la deuxième et ainsi de suite, à des températures de plus en plus basses.

Voici l'exemple de Kalundborg au Danemark. Une raffinerie utilise de la chaleur rejetée par une centrale thermique et vend le soufre extrait du pétrole à une société chimique ainsi qu'à un fabricant de panneaux muraux qui substitue le soufre (sous forme de sulfate de calcium) au gypse. Le sur-plus de vapeur de la centrale thermique sert aussi à chauffer de l'eau pour l'aquaculture, pour des serres de production horticole et pour des habitations (Frosch, 1995).

La fabrication avec une proportion plus élevée de matière recyclée peut baisser l'intensité énergétique des matériaux de base jusqu'à 50 % et plus (Ross et Steinmeyer, 1990).

De son côté, le transport en commun offre un potentiel d'amélioration encore plus important . un passager-kilomètre par voiture particulière utilise cinq fois plus d'énergie que par autobus. Le rapport est encore plus prononcé si on compare la voiture au métro et au train.

Il y a peu d'études sur le potentiel global de l'ÉE structurelle. On sait néanmoins qu'il est très important, de l'ordre d'au moins 30 % (Spatial Energy Analysis, 1989).

### **2.4.2 - L'efficacité énergétique technologique**

L'ÉE technologique offre un potentiel très important dans tous les secteurs. Surtout par les CAEE. Mais avant de définir les CAEE, il faut voir le discours d'Hydro-Québec et du ministère des Ressources naturelles du Québec sur l'ÉE et comprendre sur quelles analyses ces institutions ont élaboré leur discours.

#### **2.4.2.1 - L'efficacité énergétique selon le ministère des Ressources naturelles du Québec et Hydro-Québec**

La méthodologie d'analyse du MRN et d'HQ n'est présentée nulle part de façon explicite (MÉR, 1992 A et B).

Toutefois, on sait qu'il s'agit de la méthodologie la plus conventionnelle pour les raisons suivantes :

- elle se limite aux technologies éprouvées;
- elle n'analyse les effets croisés qu'au premier niveau;
- elle croit à tort que le potentiel lié aux mesures solaires n'est pas quantifiable;
- elle utilise parfois le prix du marché comme base de comparaison pour le coût des mesures d'EE (au lieu des coûts marginaux de l'énergie);
- elle se limite à des incitatifs frileux pour la diffusion sociale des technologies d'EE dans la population, ce qui lui fait prévoir une très lente diffusion des mesures étudiées;
- elle ne tient pas compte des bénéfices positifs autres que la seule économie d'énergie;
- elle ne tient pas compte des impacts négatifs de l'usage d'énergie, notamment des impacts environnementaux et autres nuisances.

Pour illustrer ce qu'apportent une méthodologie et des hypothèses différentes, notons que les pays d'Europe ayant commencé à évaluer le potentiel d'économie d'énergie lié aux mesures solaires dans la rénovation des bâtiments (il ne s'agit ici que des bâtiments existants) estiment que ces mesures baisseraient leur usage d'énergie de 10 % (IEA, 1993). Elles ne concernent pas toutes le chauffage des locaux, mais le chauffage représente la majeure partie de ce potentiel. Comme le rayonnement solaire global (RSO) d'automne et d'hiver du Québec est environ le double de celui des pays d'Europe du nord (voir section 2.5.2 sur la filière solaire, page 18), on peut croire que l'ajout des mesures solaires à la rénovation des bâtiments donnerait au moins le même résultat qu'en Europe et probablement plus.

Le chauffage résidentiel requiert une capacité de presque 20 000 MW au plus fort de la période de pointe pour les habitations chauffées à l'électricité, soit 70 % du nombre total d'habitations. Un potentiel de 10 % lié à la rénovation solaire représente donc environ 2 000 MW (nous prenons ici pour acquis que le RSG plus élevé du Québec donnerait ce potentiel de 2 000 MW, ce qui paraît raisonnable) pour le réseau électrique et 2 857 MW équivalents pour toutes les habitations «100 %/70 %)(2 000 MW». La rénovation majeure des habitations se fait au taux d'environ 1 % par an. On pourrait le porter à 2 % par an par une politique ambitieuse en EE. Un taux de 2 % par an donne donc 57 MW équivalents par an ou 1 142 MW équivalents sur une période de 20 ans.

L'énergie solaire n'est qu'un des sept aspects méthodologiques notés ci-haut. On peut donc croire raisonnablement qu'un changement de la méthodologie d'analyse et des hypothèses hausserait le potentiel d'EE de façon marquée. Pour saisir l'importance d'un tel changement, il faut se tourner vers les concepts avancés en efficacité énergétique.

#### **2.4.2.2 - Les concepts avancés en efficacité énergétique**

On ne trouve nulle part de définition des CAEE, sauf pour les secteurs industriel et du transport. Litt et Meier (1994) notent la difficulté de chercher une définition universelle de l'habitation à basse énergie parce que les contraintes varient d'un pays à l'autre. Cette observation concerne aussi les bâtiments commerciaux et institutionnels. 12UQC propose de définir les CAEE comme la combinaison de trois éléments :

- le recours à la combinaison d'ensembles bien intégrés des meilleures technologies d'EE (celles qui donnent l'économie d'énergie unitaire la plus élevée par mesure utilisée ou par intervention), à l'échelle d'un bâtiment, et des mesures d'EE structurelle;
- la rentabilisation des mesures d'EE non encore rentables par la recherche d'économies d'échelle;
- des approches commerciales, nouvelles qui utilisent la dynamique de la diffusion des innovations pour accélérer la diffusion sociale des meilleures technologies d'EE.

En transport, alors que le parc de voitures au Québec utilise en moyenne un peu plus de 11 litres aux 100 kilomètres (l/100 km), les voitures les plus économes disponibles ici n'utilisent que la moitié, soit guère plus de 5 l/100 km. Des voitures encore plus économes (4 l/100 km) sont disponibles à l'étranger. Leurs fabricants ne les commercialisent malheureusement pas ici.

Le potentiel est du même ordre pour les camions, autobus et autres véhicules courants.

Dans le secteur industriel, l'intensité énergétique des procédés se réduit en moyenne de 1% à 7% sur longue période et même en l'absence de hausse importante des prix de l'énergie. Des percées techniques permettent parfois de hausser ce pourcentage. Cette tendance se poursuivra encore de nombreuses années tout simplement

parce que tous les procédés industriels utilisent encore beaucoup plus d'énergie que le minimum requis par les lois de la thermodynamique (Ross et Steinmeyer, 1990).

À la fin des années 1980, des études sectorielles réalisées pour le Département de l'Énergie des États-Unis concluaient que le recours aux technologies avancées pouvait alors générer les réductions suivantes de l'intensité énergétique des industries de base (Schipper, 1992, p. 256) -

- fer et acier 46 %;
- pâte et papier 49 %;
- ciment 55 %;
- verre 44 %;
- textiles 53 %.

Il n'y a aucune raison particulière de croire que ce potentiel ne s'applique pas au Québec.

Par ailleurs, il faut souligner les particularités du secteur des bâtiments et des appareils qu'on y utilise. Le modèle de réfrigérateur qui a gagné le concours de la société Super Efficient Refrigerator Program (SERP) utilise 40 % moins d'énergie qu'un modèle semblable de même volume (Goldstein, 1994). Tous les appareils ont des potentiels élevés.

Optimisation des systèmes d'éclairage, pompage, ventilation et climatisation offre un potentiel au moins égal, sinon supérieur. Ceci est confirmé par des études exhaustives dont celles du projet de Pacific Gas & Electric Company (PO&E) appelé Advanced Customer Technology Test for Maximum Energy Efficiency, ACTT ou ACT2 en bref. Ainsi le nouveau bâtiment de l'Association de l'automobile de la Californie utilise 72 % moins d'énergie qu'il n'en utiliserait avec une conception et une construction conventionnelles (PO&E, juin 1994).

Les habitations peuvent bénéficier de baisses d'usage d'énergie très importantes, de 60-65 % dans le projet ACTT. Celui-ci n'intègre que des mesures rentables, soit celles dont le coût par unité d'énergie économisée est égal ou inférieur au coût d'une production marginale dans le contexte de PG&E.

La raison pour laquelle PO&E obtient des pourcentages si élevés d'économie d'énergie est qu'elle utilise une méthodologie d'analyse intégrée très différente de celle utilisée par Hydro-Québec et le MRN du Québec. Cette méthodologie repose sur trois choix fondamentaux et originaux (Elberling et Bourne, 1994) :

- les mesures d'EE ne sont pas étudiées une par une, mais par ensembles cohérents dont les mesures se renforcent mutuellement;
- des mesures jugées non rentables en elles-mêmes deviennent souvent rentables par une analyse fine et combinée : quand une telle mesure augmente l'économie d'énergie d'une autre mesure déjà rentable, la mesure initialement non rentable obtient le crédit de cette hausse, ce qui contribue à rentabiliser plusieurs des mesures initialement non rentables (c'est ce qu'on pourrait appeler l'analyse des effets croisés de second niveau);
- pour les mesures d'EE à faible déploiement commercial, leur prix n'est pas le prix commercial affiché au moment de l'analyse, mais le prix qu'elles auraient dans un marché mûr. Comme plusieurs de ces mesures nouvelles ne font qu'entamer leur carrière commerciale, leur fabricant choisit souvent un prix initial élevé pour récupérer plus rapidement une partie de ses frais de RDD. Un prix plus élevé ralentit leur diffusion commerciale, mais un programme de diffusion accélérée fait vite baisser le prix de ces mesures.

Le projet ACTT de PO&E a investi des millions de dollars en analyse, conception des nouveaux bâtiments et suivi. Il ne fait maintenant aucun doute que leur méthode donne des résultats meilleurs. Qu'attend le MRN du Québec pour réagir ?

Le projet ACTT soulève deux questions importantes -

- les résultats de PO&E sont-ils transposables au Québec ?
- les résultats de PO&E sont-ils transposables aux bâtiments existants ?

À la première question, on répond qu'il est certain que le recours à la méthode de PG&E au Québec donnera des résultats semblables et ce, même si le contexte et les prix de l'énergie sont différents. Le concepteur québécois Luc Muyltermans a montré depuis longtemps qu'on peut obtenir une économie semblable dans des habitations. La raison est simple. Le contexte différent explique que des mesures différentes seront retenues

À la deuxième question, on répond qu'il est tout aussi certain qu'on ne peut obtenir des pourcentages aussi élevés dans des bâtiments existants que dans des bâtiments neufs. Mais le projet ACTT a un volet pour les bâtiments existants, et il entend prouver que l'économie d'énergie découlant de l'application de sa méthode donnera des résultats largement supérieurs à ceux qu'on obtient généralement dans ces bâtiments.

Le Tableau 5 donne une nomenclature des habitations selon leur EÉ dans le chauffage.

**TABLEAU 5  
NOMENCLATURE DES HABITATIONS SELON LEUR EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE  
CHAUFFAGE**

Type d'habitation	Budget de chauffage *	Indice (base 100)
- conventionnelle	75	100
- R-2000	40	53
- ACTT	30	40
- performante **	23	30
- AIF ***	10-15	13-20

Notes. \* les unités sont en kVNmètre carré d'aire de plancher pour des habitations unifamiliales;  
 \*\* performante s'entend ici selon la définition et les exigences de rendement de Ressources naturelles Canada;  
 \*\*\* AIE réfère au Groupe de travail 13 du programme de chauffage et rafraîchissement solaires de l'Agence internationale de l'énergie. Les travaux de Groupe 13 portent sur les bâtiments solaires avancés à basse énergie.

Sources: Carpenter (1995) pour R-2M et performante; IEA (1995) pour AIE; PO&E (1990 à 1994) pour ACTT.

Le Tableau 5 présente ici des habitations unifamiliales. Les habitations dans un ensemble multifamilial utilisent jusqu'à 50 % moins d'énergie de chauffage par unité de surface de plancher que les habitations unifamiliales. Bien que ce tableau se concentre sur l'énergie économisée et non sur le pic de demande instantanée à la pointe d'hiver, la baisse du pic de demande instantanée est du même ordre que l'économie d'énergie.

L'inertie thermique de ces habitations est beaucoup plus grande que celle des habitations conventionnelles. Ceci leur permet de déplacer leur charge de chauffage très facilement. En d'autres mots, on peut couper le chauffage de ces habitations durant plusieurs heures sans causer de problème de confort. Ceci les rend particulièrement attrayantes pour notre réseau électrique très sensible aux périodes de grands froids et vu l'introduction éventuelle d'une tarification différenciée dans le temps. Enfin, cet aspect présente une convergence opérationnelle naturelle avec un parc de production qui intégrerait une part importante de production éolienne, comme nous le verrons à la section 2.5.1.

Les habitations du Groupe de travail 13 du programme de chauffage et de rafraîchissement solaires de l'AIE, appelées habitations solaires avancées à basse énergie (HSABÉ), ne représentent pas le stade ultime dans le domaine. Aujourd'hui, en Europe et aux États-Unis, il existe plusieurs habitations chauffées entièrement à l'énergie solaire. L'habitation expérimentale de Fribourg en Allemagne produit toute son énergie (chauffage des locaux, chauffage de l'eau, éclairage, cuisson des aliments, etc.-) avec la seule énergie solaire (Goetzberger et al, 1994).

Contrairement à ce qu'ont toujours clamé le MRN et Hydro-Québec, il n'y a quasi aucune relation entre la sévérité du climat et l'usage d'énergie pour le chauffage des locaux si les habitations sont bien conçues et construites (IEA, 1996). Ceci est bien mis en évidence par le fait que l'habitation conçue et construite par la Finlande dans le cadre des activités du Groupe de travail 13 de l'AIE se situe sous la moyenne des habitations au niveau de la quantité d'énergie requise pour le chauffage des locaux et ce, en dépit du fait que le climat de la Finlande est le plus dur parmi tous les pays participants à ce Groupe de travail.

Il ne fait aucun doute dans les milieux de la recherche de l'AIE sur les HSABÉ que, dans quelques années, nous pourrions construire à coût abordable des habitations entièrement chauffées à l'énergie solaire.

L'EÉ entraîne plusieurs bénéfices autres que la seule économie d'énergie. En fait, ces autres effets bénéfiques sont souvent dominants (Mills et Rosenfeld, 1994)

Dans le secteur des bâtiments, mentionnons les effets suivants :

- une amélioration de l'environnement intérieur, du confort, de la santé et de la sécurité ;
- une atténuation du bruit extérieur;
- une plus grande abondance de lumière naturelle;
- une économie d'eau;
- une baisse du volume des déchets.

Dans le secteur industriel, on observe comme autres effets :

- une économie de main-d'oeuvre et de temps;
- une amélioration du contrôle des procédés de fabrication;
- une économie d'eau;
- une baisse du volume des déchets;
- divers bénéfices résultant de l'élimination d'équipement ou du recours à des équipements plus petits.

Dans le secteur des transports, on note les effets suivants :

- une baisse du coût d'importation des véhicules;
- une baisse de la pollution de l'air;
- une baisse de la pollution par le bruit.

Comme ces effets sont souvent qualitatifs, les évaluations conventionnelles du potentiel d'EE n'en tiennent pas compte, comme s'ils n'existaient pas. C'est une raison majeure pour laquelle ces évolutions conventionnelles sous-estiment largement les possibilités de l'EE. Nous n'abordons pas ici les effets macroéconomiques (sauf pour la baisse du coût d'importation des véhicules), qui peuvent être substantiels. Pour ces raisons, il faut étudier cette question de façon plus précise.

La conclusion est claire. Le MRN et Hydro-Québec disent que le potentiel d'EE est d'environ 20 %. En Europe et aux États-Unis, les milieux de la recherche la plus pointue en EE convergent vers une évaluation du potentiel à 40 % à 50 %, sans inclure le potentiel structurel. La différence avec l'évaluation d'Hydro-Québec et du MRN est assez grande pour justifier l'urgence d'une réorientation majeure de la politique énergétique du Québec.

Chaque année, on construit quelques milliers de nouveaux bâtiments dans lesquels on néglige d'intégrer un grand nombre de mesures d'EE. Souvent, il est impossible par la suite d'intégrer ces mesures lors d'une rénovation parce que le coût devient alors prohibitif. Comme exemple, mentionnons l'isolation sous la dalle de béton de la cave d'une habitation. On n'ira jamais casser la dalle par la suite pour isoler. Ce sont là ce qu'on appelle des occasions perdues, que nous définissons comme des mesures d'EE à rentabilité temporaire. Passé le stade de la conception et de la construction, elles ne sont plus rentables et donc, considérées comme perdues. La priorité en EE devra consister à minimiser les occasions perdues.

### **2.4.3 - L'efficacité énergétique culturelle et comportementale**

On peut s'étonner qu'à peu près personne ne soulève les aspects culturels et comportementaux de l'usage d'énergie. Nous présentons ici quelques données. Nous présentons aussi notre perception de l'aspect culturel de ces données.

#### **2.4.3.1 - Le transport des personnes**

Le premier aspect qu'il importe de souligner concerne l'évolution du taux de motorisation au Québec, défini comme le nombre de véhicules par 1 000 citoyens. On voit au Tableau 6 que le taux de motorisation est passé de 101,8 en 1951 à 430,7 en 1991.

Nous avons vu plus haut que l'usage de voitures privées explique aujourd'hui plus de la moitié de la pollution de l'air en milieu urbain. Il s'ensuit que toute stratégie de lutte à la pollution de l'air doit s'attaquer d'abord aux voitures privées.

Par ailleurs, selon Schipper (1995), la possession d'une voiture accroît la mobilité. Ceci veut dire qu'une personne possédant une voiture se déplace sur une distance beaucoup plus longue (jusqu'à cinq fois) que si elle n'a pas de voiture.

Au delà des effets sur la pollution urbaine, on peut vouloir connaître le coût du type de développement urbain que nous avons privilégié depuis la fin de la guerre, soit dans les 50 dernières années, et qui est entièrement centré sur la voiture privée.

**TABLEAU 6**  
**L'ÉVOLUTION DU TAUX DE MOTORISATION AU QUÉBEC**

Année	Population	Véhicules*	Taux de motorisation
1951	4 055 681	522 916	101,8
1956	4 628 378	890 468	152,0
1961	5 259 211	1 267 602	190,4
1966	5 780 845	1 733 256	236,8
1971	6 027 765	1 467 667	243,5
1976	6 234 445	2 032 609	326,0
1981	6 438 400	2 331 584	362,1
1986	6 532 461	2 605 808	398,9
1991	6 895 963	2 970 232	430,7

Note. \* On n'inclut ici les véhicules de promenade qu'à compter de 1971. Les données de 1951 à 1966 incluent les remorques et d'autres biais par rapport aux données de 1971 à 1991. M. Alain Auger de la SAAQ conseille de corriger les données brutes des années 1951 à 1966 par la moyenne des ratios des données des véhicules de promenade des années 1971 et 1976 sur les données brutes des mêmes années. Le taux de motorisation des années 1951 à 1966 est calculé en multipliant le nombre de véhicules indiqués dans le tableau par ce ratio. Selon M. Auger, ceci élimine le biais principal, mais non les autres. Il faut donc comprendre que ces données (de 1951 à 1966) restent en partie imprécises. 1

Sources. BSQ, 1989 et 1996; SAAQ, 1990,1994 et 1996.

Le Tableau 7 amorce un calcul du coût macroéconomique, pour le Québec, du transport des personnes par voiture de promenade. Ce calcul est incomplet. Il manque les données sur la valeur des achats de véhicules de promenade fabriqués au Canada dans d'autres provinces (essentiellement l'Ontario), et les achats de pièces de rechange. Il est donc raisonnable d'établir à plus de 5 \$ milliards par an le coût total pour le Québec.

**TABLEAU 7**  
**COÛT DU TRANSPORT DES PERSONNES PAR VOITURE DE PROMENADE - APPROXIMATION**

	Coût (\$)	Total(\$)
Importation des véhicules*	3,428 MM	3,428 MM
Pétrole et produits pétroliers	2,464 MM	
dont 63,43 % au transport	1,563 MM	
dont 54,8 % au transport des personnes par véhicule de promenade	0,855 MM	0,855 MM
<b>TOTAL</b>		<b>4,283 MM</b>

Note - \* L'importation des véhicules n'inclut que les importations des autres pays, et exclut les achats de véhicules en provenance des autres provinces du Canada (essentiellement l'Ontario). De plus, ce tableau ne comptabilise pas les achats de pièces de rechange en provenance des autres provinces et pays.

Sources: BSQ, 1989, p. 977; MRN, 1995 A, p. 10, 12 et 52; MRN, 1993, p. 88 pour le pourcentage d'usage des produits pétroliers par le transport des personnes par véhicule de promenade en 1991. Il n'y a pas eu de changement important entre 1987 et 1991.

Le Québec n'est pas un important fabricant de voitures. Il ne le sera jamais. Il est illusoire d'essayer de régler ce problème par une hausse de la production de voitures au Québec. Il est plus fertile dans cette discussion de demander ce que rapporterait au Québec une baisse du coût total. Si on peut compter 20 emplois par million de dollars qui sortent du Québec à chaque année pour acheter des voitures à l'étranger, on conclut qu'une baisse du



coût total de 20 %, soit d'un milliard de dollars, représente un potentiel de 20 000 emplois directs Pour le Québec, et de 40 000 emplois totaux en ajoutant un emploi indirect par emploi direct créé. Une baisse du coût total de 40 % ou deux milliards de dollars pourrait créer 80 000 emplois au Québec ! Les gens qui se préoccupent d'emploi sont-ils à l'écoute ?

On peut comprendre qu'en parler ouvertement pourrait susciter des difficultés politiques pour le gouvernement du Québec, car les États-Unis verraient cela d'un mauvais oeil. Mais le poids du transport des personnes par voiture privée sur la pollution et les ÉGES constitue un motif suffisant pour bouger.

Or, le gouvernement ne bouge pas. Doit-on conclure de son silence et de son inaction que le gouvernement partage la perception de nombreux citoyens qui croient que la possession d'une voiture équivaut à une forme de liberté, voire à la liberté? Nous croyons malheureusement que le silence du gouvernement accrédite cette perception erronée.

Shipper écrit (1995, p. 379) . «So it is that the "determinants" of energy use for travel demand an understanding of why people move around so much.»

Dans un court texte intitulé «Why Go Anywhere ? Millions of people could be liberated from their cars» (Pourquoi aller où que ce soit ? Des millions de personnes pourraient se voir libérer de leurs voitures), Robert Cervero (1995) montre que le défi ne consiste pas à hausser la mobilité, mais à améliorer l'accessibilité. La nuance entre les deux est importante.

#### **2.4.3.2 - L'efficacité énergétique en habitat unifamilial et multifamilial**

L'habitat multifamilial permet l'adoption de mesures d'ÉÉ qui ne sont pas rentables pour l'habitat unifamilial. On pense à certains types de pompes à chaleur, par exemple, et à certains procédés d'accumulation thermique. La baisse d'usage d'énergie dans l'habitat multifamilial peut donc être plus élevée en pourcentage par le recours à toutes les mesures d'ÉÉ rentables que dans l'habitat unifamilial.

Cela a-t-il des implications pour l'intérêt public ? 12UQCN croit que cela constitue une raison additionnelle pour favoriser l'habitat multifamilial. Pourtant, le gouvernement reste encore une fois silencieux sur ce sujet. Pire, le ministère des Ressources naturelles ne fait aucune recherche en ce sens. Dans ce cas aussi, son silence accrédite la perception erronée de plusieurs citoyens à l'effet que l'habitat unifamilial est intrinsèquement meilleur que l'habitat multifamilial.

De toute façon, l'habitat unifamilial constitue un mode de développement extensif du territoire qui nous pénalise gravement. Le Groupe de travail sur Montréal et sa région a exprimé sa conviction qu'il faut maîtriser le phénomène de l'étalement urbain (1993). Le temps n'est-il pas venu d'intégrer ces dimensions que sont un aménagement du territoire plus dense, un meilleur système de transport en commun, une recherche de plus grande efficacité énergétique dans un tout qui s'appelle une évolution culturelle désirable ?

## **2.5 Les énergies nouvelles et renouvelables**

Les ENR connaissent un progrès rapide, voire très rapide dans le cas de la filière éolienne. Ces énergies bénéficient aussi d'avantages incontestables sur les énergies conventionnelles dont l'hydroélectricité comme nous le verrons.

### **2.5.1 - La filière éolienne**

Ces dernières années, on a fait état d'un potentiel éolien du Québec de l'ordre de plusieurs milliers de mégawatts (MW). Une de ses caractéristiques en fait une filière particulièrement bien adaptée au contexte du Québec: le Québec a plus de vent en hiver, Ceci comporte les trois implications suivantes.

D'abord, la filière éolienne est mieux adaptée que la filière-hydraulique à la distribution temporelle des besoins du Québec parce que le pic de production éolienne se produit en hiver et il épouserait donc ainsi celui de la demande liée à la chauffe des locaux (HQ, 1993, p. 154).

De plus, déjà comparable au coût de l'hydroélectricité, le coût de l'énergie éolienne serait moins élevé en hiver et aurait un avantage sur le précédent à la pointe. Selon M. Paul Gipe, conférencier lors des séances de travail du Débat public sur l'énergie en mai 1995, on entame la commercialisation d'éoliennes de 1 MW et plus qui, quoique coûtant environ le double des éoliennes de 500 kW, produisent trois fois la quantité d'électricité de ces dernières. Leur coût moyen au kWh sera donc réduit de 33 %.

Comme Hydro-Québec évaluait le coût de l'énergie éolienne entre 0,061 \$ et 0,076 \$/kWh en 1992 (HQ, 1993, p. 152), cela suppose que le coût avancé par Gipe serait entre 0,041 \$ et 0,051 \$/kWh aujourd'hui. Hydro-Québec hausse le coût à 0,085 \$/kWh pour garantir la puissance. Hydro-Québec n'a pas raison sur ce point. La raison est simple. Au printemps, à l'été et en automne, Hydro-Québec dispose toujours d'un surplus de puissance. En hiver, Hydro-Québec ne tient pas compte du fait qu'à la pointe, elle utilise environ les deux tiers de sa puissance pour produire de la chaleur. Or, il n'y a pas besoin de garantie de puissance pour la chaleur parce qu'elle s'emmagasine très bien. Il y a une convergence opérationnelle naturelle entre la filière éolienne et les HSABÉ - la grande inertie thermique de ces habitations leur permet d'absorber sans problème l'intermittence de la production éolienne, surtout si elles sont équipées d'accumulateurs thermiques, et ce sans qu'Hydro-Québec n'ait besoin de recourir à un équipement additionnel pour garantir la puissance. Cette réalité infirme la position d'Hydro-Québec sur la filière éolienne. L'Annexe 4, page 51, présente le modèle de convergence opérationnelle naturelle entre les HSABÉ et la filière éolienne.

Enfin, l'impact environnemental de la filière éolienne est moins élevé que celui de la filière hydraulique surtout en hiver. L'usage massif d'hydroélectricité en hiver est responsable d'une érosion importante des berges des rivières et de dégradation du milieu; de plus, le recours au suréquipement pour répondre à la demande plus forte en hiver exacerbe le problème. L'impact de la filière éolienne est moins élevé en hiver qu'en été vu la quasi absence des oiseaux en hiver; enfin, l'impact de la filière éolienne est réversible alors que celui de la filière hydroélectrique est irréversible.

Il y a des gens à Hydro-Québec qui croient que le raccordement d'éoliennes au réseau hausserait la vitesse et les effets du marnage parce que, lorsque le vent ne soufflerait pas, un équipement hydraulique devrait prendre la relève des éoliennes. Cet équipement hydraulique aurait donc un fonctionnement plus irrégulier et intermittent qu'aujourd'hui, et l'ajout de suréquipement ne ferait qu'aggraver le problème du marnage.

L'UQCN ne partage pas cet avis. Tout en étant logique, l'argument d'Hydro-Québec est erroné parce qu'il s'appuie sur une conception étroite tant de l'obligation que lui impose la loi d'assurer le Service, que des possibilités techniques nouvelles qui permettent de contourner le recours à un équipement hydraulique pour assurer la continuité du service. F-n effet, dans le cas d'une source d'énergie intermittente comme le vent, la continuité du service ne dépend pas nécessairement de l'existence d'un équipement d'appoint du côté du producteur. L'équipement d'appoint peut se situer chez le client. Rappelons que nous avons mis la production éolienne d'hiver en rapport avec le besoin de chauffe.

Le développement important de l'accumulation thermique, de l'électronique de contrôle, et le recours au chauffage solaire passif permettent d'envisager dès maintenant le recours exclusif à la filière éolienne pour satisfaire les nouveaux besoins de chauffage qui se manifesteront à l'avenir par la croissance du parc de logements.

Voici une explication sommaire de ce modèle. On construit environ 35 000 nouveaux logements par an en moyenne. Presque tous utilisent l'électricité comme source de chauffage. Leur demande moyenne d'électricité pour le chauffage ne dépasse pas 10 kW/logement en pointe ou 350 MW au total. Une capacité nominale de 1 000 MW en éoliennes suffirait pour chauffer ces logements. Le facteur d'utilisation des éoliennes est d'environ 35 % en moyenne annuelle. Comme la production d'hiver est plus élevée, le facteur d'utilisation atteint 40 % en hiver ou même un peu plus.

Lorsque le vent souffle, le parc d'éoliennes produirait avec une capacité maximale de 1 000 MW. Les 35 000 logements n'ont besoin que de 350 MW. Dans ces logements, des accumulateurs thermiques accumulent la chaleur au delà de leurs besoins du moment, et utilisent ainsi la différence entre les 1 000 MW des éoliennes et le besoin du moment de 350 MW. Le calibre des accumulateurs doit permettre d'accumuler en une période de temps la chaleur requise pour le chauffage de trois périodes. Ces accumulateurs existent déjà. Le Laboratoire des technologies électrochimiques et des électrotechnologies (LTÉE) d'Hydro-Québec les a déjà mis à l'essai. Les études ont montré que ces accumulateurs peuvent accumuler en huit heures la chaleur requise sur une période de 24 heures.

Une vigoureuse politique d'EE permettrait d'abaisser la demande de pointe de ces logements à 4 kW en moyenne ou moins pour le chauffage ou 140 MW au total pour un groupe de 35 000 logements construits en une année. Un parc d'éoliennes de 1 000 MW pourrait alors à lui seul alimenter 87 500 logements en électricité de chauffage, ou un nombre équivalant à deux ans et demi de construction de nouveaux logements. Ce système serait beaucoup plus robuste du fait que des logements ayant en moyenne une demande de 4 kW/logement au lieu de 10 kW ont par définition une inertie thermique beaucoup plus grande. Les bris d'éoliennes en hiver et l'interruption prolongée d'électricité pour le chauffage les affecteraient beaucoup moins qu'ils n'affecteraient des logements conventionnels.

Qu'on examine cette question sous un angle ou un autre, on sera obligé d'admettre que le recours à la filière éolienne aurait un avantage environnemental décisif et absolu sur la filière hydraulique pour le chauffage des locaux SI on la combine aux accumulateurs thermiques selon le modèle présenté ici. Tout ce qu'il reste à faire consiste à valider que ce modèle aurait des coûts inférieurs à celui d'aujourd'hui.

Il va de soi que l'UQCN n'appuie pas ici un développement aveugle et anarchique de la filière éolienne semblable au développement qu'a connu la filière hydraulique dans ses meilleures ou pires années, selon le point de vue que préférera le lecteur.

l'UQCN appuie un développement sensé et raisonnable de la filière qui doit respecter les contraintes environnementales, au premier rang desquelles il faut mentionner les milieux fragiles (les dunes des Îles-de-la-Madeleine sont un bon exemple), les oiseaux, surtout les oiseaux migrateurs, et les paysages de première valeur. Ainsi, s'il s'avérait que les éoliennes menaçaient les oiseaux migrateurs, il faudrait prévoir un arrêt absolu et total des éoliennes durant les migrations. l'expérience danoise semble cependant indiquer que les éoliennes ne sont pas une menace critique pour les oiseaux (Grubb et Meyer 1993).

La réticence affichée par Hydro-Québec face à la recherche, développement et démonstration et à de nouveaux modèles d'usage de la filière éolienne a comme résultat que le Québec n'y sera jamais qu'un joueur de second ordre alors qu'il aurait pu se placer à l'avant-garde mondiale s'il avait entrepris le développement plus tôt.

### **2.5.2 - La filière solaire**

On apprendra peut-être avec surprise que le potentiel solaire est très élevé au Québec en hiver. Le Tableau 4 de l'Annexe 1 montre le rayonnement solaire global (RSG) d'automne et d'hiver de plusieurs villes de pays européens, du Japon, des États-Unis, de l'Ontario et du Québec. Ce tableau montre qu'en automne et en hiver, le Québec dispose en moyenne du double du RSG des pays d'Europe du nord, dont le climat se compare par ailleurs au nôtre.

Est-il valable de comparer le RSG de villes de latitudes différentes ? La durée du jour baisse (de façon non linéaire) avec la hausse de la latitude. On peut penser que, situées à des latitudes plus élevées, les villes d'Europe disposent normalement d'un RSG moins élevé en automne et en hiver. Le Tableau 5 de l'Annexe 1 répond à cette question. Il montre que, quelle que soit la latitude, le Québec dispose d'un RSG d'automne et d'hiver en moyenne double de celui des pays d'Europe du nord.

La durée du jour est la plus courte au solstice d'hiver. La valeur globale du RSG d'automne et d'hiver du Québec masque-t-elle un RSG plus faible au creux de l'hiver qu'en automne ? En ventilant la valeur globale sur une base mensuelle, le Tableau 6 de l'Annexe 1 montre un RSG beaucoup plus élevé en mars, février et janvier qu'en octobre, novembre et décembre respectivement, et ce malgré des durées du jour semblables. La durée du jour n'est donc pas le seul facteur qui influence le RSG. Le couvert nuageux semble jouer un rôle plus déterminant. Un peu comme avec la filière éolienne, on voit que la ressource solaire est abondante lorsque le froid entraîne une forte demande de chauffage.

L'application systématique des meilleures connaissances en chauffage solaire passif peut permettre de baisser de façon rentable la demande d'énergie de chauffage, jusqu'à 60 %. Ceci est documenté dans les habitations du concepteur Luc Muyldermans. Pourtant, en dépit des résultats exceptionnels qu'ils obtiennent, les concepteurs comme Luc Muyldermans reçoivent peu de soutien et de reconnaissance des institutions.

### **2.5.3 - La filière de la biomasse**

L'importance de la production de biomasse au Québec permet d'envisager un développement important à l'avenir. Mais la filière de la biomasse restera cantonnée à des systèmes de chauffage au rendement plutôt faible et rien d'intéressant ne se passera si le MRN reste dans une attitude de passivité.

Certains mémoires soumis au Débat public notent que plusieurs villages et villes du Québec ont une quantité importante de biomasse inutilisée, entre autres là où il y a une scierie ou un moulin à pâte et/ou à papier. Une partie de cette biomasse s'accumule et cause des problèmes environnementaux. Pourquoi ne pas la valoriser dans des systèmes de chauffage urbain ? On peut alors à la fois solutionner un problème environnemental à la source, valoriser une source locale d'énergie et, ce faisant, contribuer à créer de l'emploi au niveau local.

Dans ces villages et villes le recours à un chauffage urbain aurait un avantage environnemental additionnel. En faisant la combustion dans un endroit centralisé, on peut l'équiper d'un système adéquat de contrôle des émissions nocives, ce qui n'est pas possible avec une combustion décentralisée dans les habitations individuelles.

On peut transformer la biomasse et produire de l'éthanol pour servir de carburant dans les transports. Les producteurs de maïs du Québec parrainent un tel projet. Le gouvernement ne saurait approuver ce projet pour des raisons fondamentales. La production d'éthanol avec du maïs a habituellement un rendement énergétique négatif, ou rarement au mieux à peine positif. En comparaison, la production d'éthanol avec la cellulose est largement positive au plan énergétique (Wyman et al., 1993). Or, comme le Québec a une plus grande abondance de biomasse cellulosique que de maïs, il serait contre-indiqué d'approuver un projet de production d'éthanol à partir de maïs.

### **2.6 - La Table de consultation et le processus d'élaboration de la politique de l'énergie**

M. François Gendron, ancien ministre des Ressources naturelles, a pris une bonne décision en lançant un vaste Débat public sur l'énergie. Comme plusieurs autres groupes environnementaux et d'intérêt public, l'UQCN réclamait un tel débat depuis plusieurs années.

Toutefois, pour l'UQCN, le processus choisi par le gouvernement se démarquait de l'expérience importante de consultation du public acquise au Québec, entre autres par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE); cette expérience a recours à des commissions indépendantes des intérêts en cause pour mener la consultation. L'UQCN a donc décliné l'invitation du Ministre de siéger à la Table de concertation. Par contre, l'UQCN a toujours reconnu le rôle des tables de concertation qui réunissent les intéressés - ce qui constitua, en effet, la Table finalement mise sur pied - lorsque leur mandat n'est pas confondu avec la consultation. De concert avec d'autres groupes, elle a suggéré au Ministre de séparer les deux mandats associés au Débat public sur l'énergie.

Il se peut que le rapport de la Table qui deviendra public au début d'avril reflète assez bien les limites de la négociation menée par les membres de la Table depuis le dépôt des mémoires des intervenants. Il faut maintenant espérer que l'étape de ce rapport contribue à donner à la nouvelle politique de l'énergie la légitimité qui a cruellement fait défaut à l'actuelle politique.

Hourcade et Kostopoulou (1994) proposent une analyse fine de la nature de la légitimité de la politique de l'énergie. On lira une longue citation de ces auteurs à l'Annexe 5, page 52. En bref, ils avancent que, face à la controverse générale à laquelle le monde de l'énergie se voit confronté, controverse qui ne peut aller qu'en augmentant, la difficulté du monde de l'énergie ne consiste plus à résoudre des problèmes d'ordre technique, mais à trouver un consensus sur des règles d'étude de la prospective et d'analyse des enjeux économiques, sociaux et environnementaux liés à l'énergie.

Nous croyons cette citation bien utile parce qu'elle donne une perspective fertile au Débat public et à ce qui doit suivre. L'UQCN est d'accord avec le fondement de la légitimité tel qu'énoncé par Hourcade et Kostopoulou. Tel qu'il fut conçu, le Débat n'a pas cherché à susciter des consensus sur de telles règles d'étude et d'analyse des enjeux. Les consultations menées en 1995 par la Table ne menaient pas sur de telles règles ou sur une proposition gouvernementale soumise pour susciter des réactions et commentaires.

Nous comprenons que la préparation du projet de nouvelle politique de l'énergie sera enclenchée dès le dépôt du rapport. Il sera d'une importance majeure que, résultant d'arbitrages entre divers acteurs de la scène énergétique au Québec ainsi que d'une réflexion du ministère des Ressources naturelles, ce projet de nouvelle politique de l'énergie soit ouvert à des avis, dont celui du BAPE, pour vérifier s'il s'insère résolument dans une perspective de développement énergétique durable.

La réforme de l'évaluation environnementale, actuellement en cours, engage les principaux acteurs économiques et sociaux et se bute à une absence marquée d'engagement à reconnaître l'importance critique des évaluations de politiques et programmes. Ces évaluations de politiques et de programmes peuvent permettre d'alléger de façon significative l'évaluation de projets qui en découlent, répondant aux attentes des promoteurs eux-mêmes qui manifestent des réticences devant l'évaluation environnementale.

UUQCN déplore que, face à quatre représentants du milieu de la production d'énergie, la Table de consultation n'ait aucun représentant de l'ÉÉ. La composition même de la Table risque de privilégier un accent sur l'offre d'énergie plutôt que sur la maîtrise de la demande, seul véritable défi de la société d'aujourd'hui et de demain dans le domaine de l'énergie.

Avant le début du Débat public, M. André Caillé, président de Gaz Métropolitain, déclarait publiquement que l'objectif recherché par Gaz Métropolitain dans le Débat public consistait à trouver le moyen de lui permettre de hausser sa part de marché jusqu'à plus de 30 %.

Dans ce contexte, au delà de l'engagement moral auquel se sentirait liée la personne issue de Gaz Métropolitain en travaillant à la Table de consultation, il serait étonnant que cette personne ne se sente pas complètement écartelée entre l'intérêt public qu'elle doit défendre à la Table de consultation et l'intérêt privé qui lui est dicté par son patron.

Nous touchons ici à la contradiction même du Débat public. Le champ de l'énergie est occupé quasi totalement par une demi-douzaine d'entreprises de grande taille dont les intérêts économiques sont colossaux. Elles veillent farouchement à la défense de leurs intérêts privés. Dans le cas d'Hydro-Québec, nous ferons la nuance de dire qu'elle veille farouchement à la défense de ses intérêts propres. La sociologie des organisations nous apprend que nous ne devons pas nous surprendre que la direction d'Hydro-Québec cherche à détourner l'entreprise de son objectif social pour l'asservir à ses intérêts de pouvoir. Mais défi de la démocratie consiste justement à équilibrer les pouvoirs.

La question la plus pertinente aujourd'hui est de savoir si l'intérêt public et les intérêts privés de ces entreprises convergent. Pour l'UQCN et pour un nombre grandissant d'observateurs de la scène de l'énergie, il est évident que l'intérêt public et les intérêts privés de ces entreprises ne convergent pas. Nous y reviendrons au chapitre 3 sur la politique de l'énergie.

Si notre analyse est juste, s'il y a divergence entre l'intérêt public et les intérêts privés du monde de l'énergie, il s'ensuit que tout ce qui peut ressortir du Débat public serait un compromis qui risque de sembler boîteux pour à peu près tout le monde. Au lieu de fournir un cadre permettant de régler les problèmes qui nous concernent, le Débat public ne nous donnerait alors que l'amorce d'un processus, peut-être très long, permettant éventuellement d'arriver à une solution, et permettant aux entreprises, pendant ce temps, de réajuster leurs stratégies.

UQCN souhaite se tromper dans cette analyse. UQCN souhaite que tous les membres de la Table de consultation dépassent le cercle restreint de leurs intérêts privés et prennent fait et cause pour l'intérêt public. Mais nous nous permettons d'en douter.

D'autres acteurs de la scène énergétique ne s'embarrassent même pas de ces nuances. Ils affirment catégoriquement qu'autant les décisions des utilisateurs d'énergie que les choix socio-politiques ne peuvent être dictés autrement que par les prix actuels du marché sans égard aux conséquences à long terme. Dans un article publié par *Le Devoir* le 28 février 1996, M. Hung Bui-Quang, vice-président aux Affaires corporatives chez Gaz Métropolitain, ne voit que des avantages environnementaux au gaz naturel puisque ce dernier aurait des impacts environnementaux moins élevés que ceux des énergies qu'il a remplacées.

M. Bui-Quang écrit (1996) : « ...[Le gaz naturel] est l'hydrocarbure le plus propre et son utilisation devrait être favorisée plutôt que dénigrée. En effet, l'utilisation du gaz naturel en Amérique du Nord a contribué

indéniablement à la réduction tant des pluies acides que des émanations de gaz à effet de serre. Dans les régions où il est disponible, le gaz naturel a généralement eu pour effet de déplacer d'autres sources d'énergie plus polluantes. »

L'analyse de M. Bui-Quang est toute entière tournée vers le passé récent lorsque le gaz naturel a apporté certains avantages. Toutefois, il ignore complètement l'avenir qui permet de faire encore mieux en remplaçant le gaz naturel par des énergies encore meilleures. Mais, en les ignorant M. Bui-Quang donne raison aux craintes de l'UQCN dans son analyse. Si M. Bui-Quang et les autres membres de la Table de consultation, producteurs d'énergie et autres, ont eu la même attitude durant les délibérations de la Table, quel résultat cela peut-il donner dans le rapport final de la Table ?



## **Chapitre 3**

# **LA POLITIQUE DE L'ÉNERGIE**

Le chapitre 3 comprend cinq sections. La première élabore le principe et les fondements de la nouvelle politique de l'énergie. La section 3.2 touche au développement des connaissances. La section 3.3 départ-age les rôles respectifs de la technologie et des adaptations de comportement dans l'évolution énergétique. La section 3.4 souligne l'importance de la diffusion des connaissances et de l'information des citoyens. La section 3.5 énumère les moyens avec lesquels l'État peut infléchir de façon positive les tendances de l'énergie et créer une nouvelle donne.

### **3.1 - Principe et fondements de la politique de l'énergie**

Un seul principe doit guider l'élaboration de la nouvelle politique de l'énergie - le principe du développement durable.

#### **3.1.1 - Les Implications du développement durable pour le secteur de l'énergie**

On définit souvent le développement durable comme le développement qui permet de satisfaire les besoins des citoyens d'aujourd'hui sans compromettre la capacité des générations futures de satisfaire leurs propres besoins. Conceptuellement intéressante, cette définition ne nous donne pourtant pas le cadre d'analyse requis pour la nouvelle politique de l'énergie. Il faut aller plus loin.

Les six caractéristiques les plus importantes du bilan énergétique mondial sont les 'suivantes :

- les combustibles fossiles dominent à presque 90 % le bilan des énergies commerciales;
- au taux d'usage actuel, les durées de vie respectives du pétrole, du gaz naturel et du charbon sont d'environ 40, 60 et de 200 à 300 ans;
- l'usage actuel n'est pas stable, mais croît au rythme annuel moyen d'environ 2% ;
- le niveau d'usage d'énergie per capita des PA dépasse de 40 fois celui des pays les plus pauvres comme le Niger et le Mali (Martin, 1990, p. 7);
- l'usage des combustibles fossiles cause nombre dépollutions et dégradations environnementales dont on contrôle certaines aujourd'hui, Mais l'émission de CO<sub>2</sub>, par contre intrinsèque à l'usage de ces combustibles, est encore incontrôlable;
- une part élevée d'électricité vient de la filière nucléaire qui crée des produits radioactifs dont la demi-vie dépasse les milliers d'années dans certains cas, et imposera des coûts très élevés de confinement aux générations futures.

Ces six caractéristiques du bilan énergétique mondial permettent de le qualifier de non durable pour les raisons suivantes :

- les énergies les plus utilisées sont non renouvelables. Il faut deux conditions pour qualifier de durable l'usage d'énergies non renouvelables ;
- l'usage de ces énergies se fait à un rythme qui permet la mise en place d'énergies renouvelables en quantité juste suffisante pour remplacer les premières lorsqu'elles arrivent à épuisement;
- l'usage de ces énergies se fait à un rythme qui n'épuise pas la capacité des écosystèmes d'absorber nos rejets. Comme il ne répond pas à ces deux critères, l'usage actuel des énergies non renouvelables ne peut être qualifié de durable;
- leur usage va croissant;
- certaines de leurs pollutions menacent d'entraîner des effets locaux et globaux irréversibles, qui vont donc à l'encontre de l'objectif du maintien de la santé des écosystèmes;
- la disparité dans les niveaux d'usage per capita entre les PA et les PD est foncièrement inéquitable et entrene une situation politique explosive.

Le développement énergétique durable nous impose une transition essentielle et urgente qui comporte quatre exigences pour renverser les caractéristiques énoncées ci-haut :

- il faut réduire la hausse annuelle d'usage d'énergie pour atteindre la croissance énergétique zéro au plan mondial et la décroissance dans les PA;
- il faut réduire la part relative des combustibles fossiles dans le bilan mondial, et hausser celle des ÉNR;
- il faut contrôler toutes les pollutions pour les maintenir bien en deçà du seuil de régénération des écosystèmes ;



- et enfin il faut faire converger le niveau d'usage d'énergie des PA et des PD afin que la population de ces derniers ait les moyens d'assurer son développement intégral, et que le développement énergétique se fasse dans la paix.

En vertu de leurs capacités financières et techniques inégalées, et de leur niveau très élevé d'usage d'énergie, les PA ont la responsabilité d'avancer les premiers sur cette voie.

Nous constatons qu'en 20 ans, soit de 1975 à 1995, nous sommes passés d'une crise des approvisionnements d'énergie à une crise des rejets et pollutions liés à un usage d'énergie mal maîtrisé.

John Holdren de l'Université de Californie a proposé un modèle de convergence de l'usage d'énergie per capita entre les PA et les PD qu'il tente de concilier avec le développement durable (Holdren, 1992). Le Tableau 8 le reproduit.

Le modèle de Holdren a le mérite de la simplicité avec laquelle il met en perspective les liens entre la transition énergétique et la transition démographique des PD et leur importance commune et cruciale. Notons les aspects principaux du modèle :

- de 1990 à 2050, baisse d'usage d'énergie per capita de 60 % dans les PA; ceci implique une baisse moyenne de 2 %/an en valeur absolue (ou une amélioration de l'EE de 3 % avec un développement économique au taux moyen de 1 %/an, etc.);
- la montée de l'usage d'énergie des populations des PD est jugée irrépessible (par Holdren et aussi par l'AIE et, virtuellement, par tous les organismes internationaux);
- malgré une hausse substantielle de l'EE des PA, l'usage mondial d'énergie passerait de 13,1 térawatts (TW) à au moins 27,3 TW/an;
- l'échec des transitions démographiques et énergétiques porterait l'usage mondial d'énergie de 13,1 TW à 62,5 TW/an.

**TABLEAU 8  
POPULATION ET USAGE D'ÉNERGIE À LONG TERME**

		POPULATION (milliards)	USAGE D'ÉNERGIE (kW per capita)	USAGE TOTAL (térawatts)
1990	PA *	1,2	7,5 **	9,0
	PD *	4,1	1,0	4,1
	Total	5,3		13,1
2025	PA	1,4	3,8	5,3
	PD	6,8	2,0	13,6
	Total	8,2		18,9
2050	Convergence	9,1	3,0	27,3
2100+	Convergence	10,0	3,0	30,0
	Pour comparaison	12,5	3,0	37,5
		10	5,0	50,0
		12,5	5,0	62,5

\* PA = pays avancés; PD = pays en voie de développement

\*\* Au Québec, l'usage d'énergie était de 10,7 kW/capita en 1990.

Note : L'usage de l'unité térawatt n'a pas pour but de singulariser l'électricité. Elle inclut toutes les sources d'énergie qui, selon le cas, sont converties ici par Holdren en térawatts pour simple raison de commodité.

Source : Holdren 1992

Le modèle de Holdren soulève plusieurs questions fondamentales. Le système énergétique mondial n'est déjà pas durable comme l'attestent de nombreux écosystèmes rendus au point de rupture dans plusieurs endroits du monde en raison d'un usage d'énergie au delà de la capacité de ces écosystèmes de fournir des services sur une base durable. Ainsi, plusieurs PD souffrent des effets de la déforestation et de la désertification, qui causent des

inondations catastrophiques. Plusieurs villes des PA connaissent une dégradation de la qualité de l'air qui rend les citoyens malades. Citons aussi les déversements de pétrole en mer, et plus récemment en Sibérie, la baisse de l'espérance de vie dans certaines régions d'Europe de l'Est ou de l'ex-URSS.

Dans ces conditions, comment penser qu'une multiplication par deux, voire par trois ou même quatre, de l'usage mondial annuel d'énergie pourrait être durable ? Cela ne peut certainement pas se faire sur la base des combustibles fossiles. Il faut donc présumer que la hausse de la production d'énergie se ferait entièrement par les ENR et plus. Il y a là un énorme défi.

Plus hardis que Holdren, Goldemberg et al. (1990) préconisent un niveau d'usage de 3,2 kW/an per capita dès 2020 dans les PA (contre 3,0 kW/an per capita en 2050 avancé par Holdren). Pour Goldemberg et al., la clé du succès réside dans les concepts avancés en EE.

Certains préconisent d'attendre avant d'agir. Ils soulignent que toute précipitation à agir alors que la controverse continue sur nombre de questions risquerait de nous coûter cher.

L'UQCN propose de s'en tenir au principe de prudence. Attendre pour agir signifierait la perte d'un temps précieux qui équivaut à plusieurs degrés de liberté (au sens statistique du terme). Cela rétrécirait notre marge de manoeuvre jusqu'à nous acculer à la nécessité d'un large recours à des mesures coercitives dans un avenir prévisible. Voici pourquoi. Le Tableau 9 montre les pourcentages annuels d'amélioration de l'EE (ou de baisse de l'usage d'énergie per capita, ce qui est la même chose) que nous devrions rencontrer selon l'année du début de l'amélioration de l'EE pour arriver en 2050 à la baisse de 60 % de l'usage d'énergie préconisée par Holdren. Les données varient en fonction du taux annuel moyen de développement économique sur la période.

Le tableau se lit ainsi : pour un développement économique moyen de 1 % sur la période 1995-2050, le pourcentage annuel moyen de baisse de l'usage d'énergie per capita doit être de 3,2 % si on commence en 2005 à planifier une baisse de l'usage d'énergie per capita de 60 % en valeur absolue sur la période 1995-2050.

Nous pouvons faire une analogie avec le régime enregistré d'épargne-retraite (REÉR). Dans un REÉR, pour atteindre un montant cumulatif donné à la retraite, les contributions sont basses si le cotisant commence à faire ses versements tôt. Plus il attend, plus les cotisations annuelles sont importantes pour obtenir le même résultat. Le Tableau 9 fait état du même phénomène des effets composés.

**TABLEAU 9**  
**POURCENTAGES ANNUELS MOYENS DE BAISSSE DE L'USAGE D'ÉNERGIE PER CAPITA POUR OBTENIR UNE BAISSSE DE 60 % EN VALEUR ABSOLUE DE 1995 À 2050**

Année (1)	Pourcentage moyen de développement économique sur la période 1995-2050			
	0,0	1,0	2,0	3,0
1995	1,65	2,62	3,58	4,52
2000	1,82	2,88	3,93	4,96
2005	2,02	3,20	4,36	5,49
2010	2,26	3,59	4,89	6,16
2015	2,58	4,10	5,57	7,01
2020	3,01	4,76	6,47	8,12
2025	3,60	5,69	7,71	9,67
2030	4,48	7,06	9,54	11,94
2035	5,93	9,30	12,51	15,59
2040	8,76	13,61	18,17	22,45
2045	16,74	25,38	33,04	39,85

Note : Année du début de la politique d'EE visant une baisse de l'usage d'énergie per capita de 60 % en valeur absolue de 1995 à 2050.

Comparons ces pourcentages avec les pourcentages les plus élevés d'amélioration de l'EE des derniers 20 ans pour obtenir une idée du rythme auquel il faut procéder. Dans les derniers 20 ans, le plus haut taux de hausse de l'EE des PA fut de 3 %/an environ (Rosenfeld et Price, 1994). Il résulta de l'action des forces du marché face aux hausses subites des prix du pétrole et d'une gamme d'initiatives gouvernementales en faveur de l'EE. Il n'y eut pas alors de mesures proprement coercitives, soit des mesures ayant un élément d'interdiction (exemple - bannir les voitures utilisant plus de 10 litres d'essence aux 100 km). La réglementation n'est pas coercitive si elle s'appuie sur une analyse coût-bénéfice justifiant les mesures imposées.

Sur la base de cette expérience historique, l'UQCN estime que l'amélioration de l'EE par l'action des forces du marché et des initiatives gouvernementales, mais hors de mesures coercitives, ne pourrait pas dépasser environ 3,5 % par an.

Quelles conclusions peut-on tirer du Tableau 9 ?

Première conclusion : on ne peut attendre pour mettre en place une ambitieuse politique d'EE car cela signifierait un recours inévitable à des mesures coercitives au delà de l'an 2000 et ce, sur la base d'un développement économique annuel moyen de 2 % prévu pour la période.

Deuxième conclusion 1 à ce rythme, nous aurons, en 2005, épuisé les possibilités liées aux mesures conventionnelles d'EE. Pour poursuivre la hausse de l'EE au delà de 2005, nous aurons besoin des CAEE au delà de 2005. Il faut donc commencer à les préparer dès maintenant.

Troisième conclusion . quand le milieu économique affirme qu'un objectif ambitieux en EE risque de compromettre le développement économique et qu'il faut laisser le champ libre aux forces du marché, il fait la promotion d'éléments incompatibles. Comme nous l'avons vu, le libre marché ne peut absorber une hausse de l'EE supérieure à un taux de 3 % à 3,5 % par an. Or, seule une hausse de cette ampleur, planifiée dès maintenant, peut permettre un taux de développement économique moyen de 2 %/an souhaité par ces milieux économiques. En d'autres termes, un taux de hausse de l'EE inférieur à 3,58 % à partir d'aujourd'hui compromet le développement économique ou nous contraindra au recours à des mesures coercitives tôt ou tard.

Quatrième conclusion : la recherche d'un taux de développement économique supérieur à 3 % par an nous pousse automatiquement vers des mesures coercitives.

Examinons maintenant l'évolution énergétique du Québec depuis 1973, année de la première crise du pétrole, à la lumière des exigences du développement durable.

### **3.1.2 - L'évolution énergétique du Québec depuis 1973, à la lumière des exigences du développement durable**

Les fondements de la nouvelle politique énergétique doivent tenir compte de l'évolution énergétique du Québec depuis la crise du pétrole de 1973.

Les faits saillants depuis 1973 sont les suivants (Ministère des Ressources naturelles, 1995). Le Québec a presque atteint la croissance énergétique zéro depuis 1973 - la hausse moyenne d'usage n'est que de 0,117 %/an. La période se divise en trois sous-périodes - hausse de 1973 à 1979 (moyenne de 0,82 %/an), baisse de 1979 à 1983 (moyenne de -4,25 %/an), hausse de 1983 à 1993 (moyenne de 1,49 %/an). L'évolution du niveau d'usage d'énergie des derniers 10 ans paraît inquiétante.

Depuis 1973, la part de l'énergie renouvelable a doublé, passant de 20 % à 40 % du bilan (en 1993, la part de l'électricité fut de 41,79 % dont il faut soustraire les fractions nucléaire et thermique). Le gaz naturel a haussé sa part de 5 % à 16 %. Le pétrole a vu sa part baisser de 72,8 % à 41 %. Cette évolution est positive, sauf pour la progression du gaz naturel. La progression de la part des énergies renouvelables doit se poursuivre. Il faut aussi arrêter la progression du gaz naturel.

Pour l'UQCN, cette évolution doit se poursuivre non par une hausse substantielle de la production d'électricité avec quelque filière que ce soit, mais prioritairement par l'EE.

Avant de préciser comment cela peut se faire, il faut mieux comprendre l'évolution. Distinguons entre les trois principaux usages génériques d'énergie : le transport, la chauffe et les usages captifs de l'électricité. Par définition l'électricité couvre ses usages captifs. Ce que l'électricité a gagné depuis 1973, elle l'a gagné dans le marché de la chauffe. En ce moment, le marché du transport est fermé à l'électricité, sauf pour le métro à Montréal et pour une possible électrification des autobus urbains, dont l'usage d'électricité est et serait respectivement négligeable. Le seul marché où l'électricité peut progresser, de façon importante à court terme est donc celui de la chauffe.

L'ÉÉ diminuera les besoins de combustibles fossiles et libérera une partie, de la capacité hydraulique existante. Il faut alors que la capacité hydraulique libérée par l'ÉÉ déplace des combustibles fossiles pour éviter qu'elle reste inutilisée, et pour assurer une montée de la part de l'énergie renouvelable dans notre bilan. Cette substitution de l'énergie renouvelable aux combustibles fossiles ne peut évidemment se faire que dans la chauffe comme noté ci-haut. On peut évidemment penser aussi aux transports et à l'électrification des autobus urbains et du transport ferroviaire des personnes, mais les quantités d'électricité que cela représenterait ne sont guère importantes.

Actuellement, le gaz naturel et le pétrole bénéficient d'un avantage au niveau des coûts. L'électricité peut gagner des parts de marché dans la chauffe de deux façons : Hydro-Québec doit mieux contrôler ses coûts pour pouvoir offrir des tarifs avantageux et, comme cela risque d'être lent ou de ne pas suffire, le gouvernement doit assurer la progression de l'électricité et des ÉNR au besoin par la taxation des ÉGES.

De 1973 à 1993, les secteurs d'usage ont connu l'évolution suivante

- secteur résidentiel : hausse moyenne de 0,013 %/an;
- secteur commercial : hausse moyenne de 0,74 %/an;
- secteur industriel : hausse moyenne de 0,52 %/an;
- secteur des transports : baisse moyenne de 0,44 %/an.

Au Québec, ces tendances sont curieusement à l'inverse de celles de presque tous les pays membres de l'AIE qui connaissent un dérapage dans les transports et maîtrisent mieux leur usage dans les autres secteurs (AIE, 1994).

Malgré une faible amélioration, le secteur des transports demeure le plus problématique pour deux raisons : il est captif du pétrole, et le ministère des Ressources naturelles prévoit une hausse de 26,4 % de son usage d'énergie d'ici à 2011, et aussi une hausse de sa part dans le bilan énergétique. L'aménagement du territoire et le transport devraient recevoir une attention prioritaire dans la nouvelle politique de l'énergie.

Les facteurs qui expliquent l'évolution de l'usage d'énergie dans le secteur des transports sont d'une grande complexité. Schipper (1995) tente une analyse en s'appuyant sur des données inédites. Il faut noter que la réglementation peut donner des résultats intéressants. Par exemple, les normes américaines d'efficacité spécifique des voitures ont permis aux États-Unis de connaître une baisse de l'usage d'énergie per capita dans le transport des personnes. Par contre, cette baisse est annulée par une hausse de la distance moyenne parcourue et du taux de motorisation.

La ventilation de l'usage d'énergie dans les transports montre que le problème est surtout lié aux transports des personnes par voiture individuelle, surtout en milieu urbain. Le transport des personnes par voiture privée (204,96 pétajoules) accapare 54,2% de tout le budget d'énergie des transports (374,8 pétajoules). Les Tableaux 10 et 11 donnent les précisions.

Notons que, malgré que le transport urbain des personnes ait la plus faible hausse prévue entre 1991 et 2011, c'est l'évolution du transport des marchandises qui est la plus préoccupante.

Les Tableaux 11 et 12 ventilent les données selon le mode de transport pour le transport des personnes et des marchandises respectivement.

Ces tableaux montrent que, selon les tendances actuelles et sans une intervention du gouvernement, le problème restera entier dans les transports. On prévoit que l'usage d'énergie restera élevé. La solution passe par la hausse de la part des transports en commun pour le transport des personnes et, pour le transport des marchandises, par une hausse de la part du train.

**TABLEAU 10**  
**VENTILATION DE L'USAGE D'ÉNERGIE DANS LES TRANSPORTS AU QUÉBEC**  
**(en pétajoules)**

Transport des...	1991	%	2011	%	Hausse %
... personnes	243,3	64,9	277,0	58,5	13,9
- urbain	189,1	50,5	205,3	43,3	8,6
- inter-urbain	54,2	14,5	71,7	15,1	32,2
... marchandises	131,5	35,1	196,7	41,5	49,6
<b>TOTAL</b>	<b>374,8</b>	<b>100,0</b>	<b>473,6</b>	<b>100,0</b>	<b>26,4</b>

Source - MRN. Évolution de la demande d'énergie finale au Québec: scénario 1991-2011. 1993.

**TABLEAU 11**  
**VENTILATION DE L'USAGE D'ÉNERGIE DU TPANSPORT DES PERSONNES**  
**(en pétajoules)**

	1991	%	2011	%	Hausse %
Automobile	204,96	84,24	226,90	81,97	10,70
- urbain	181,76	74,70	197,74	71,43	8,79
- interurbain	23,20	9,54	28,79	10,40	24,09
Autobus	5,33	2,19	5,42	1,96	1,69
- urbain	3,83	1,57	3,75	1,35	-2,09
- interurbain	1,50	0,62	1,67	0,60	11,33
Métro	1,16	0,48	1,53	0,55	31,90
Autobus scolaire	2,36	0,97	1,91	0,69	19,07
Train	1,43	0,59	1,92	0,69	34,26
Avion	28,07	11,54	39,14	14,14	39,44
<b>TOTAL</b>	<b>243,31</b>	<b>100,0</b>	<b>276,82</b>	<b>100,00</b>	<b>13,77</b>

Source: Même que pour le Tableau 10.

**TABLEAU 12**  
**VENTILATION DE L'USAGE D'ÉNERGIE DU TRANSPORT DES MARCHANDISES**  
**(en pétajoules)**

	1991	%	2011	%	Hausse %
Camion	97,31	74,02	149,08	75,74	53,20
- urbain	46,17	35,12	66,43	33,75	43,88
- interurbain	51,14	38,90	82,54	41,93	61,40
Train	6,39	4,86	9,72	4,94	52,11
Avion	2,16	1,64	2,99	1,52	38,43
Bateau	25,61	19,48	35,04	17,80	36,42
<b>TOTAL</b>	<b>131,47</b>	<b>100,00</b>	<b>196,83</b>	<b>100,00</b>	<b>49,71</b>

Source: Même que pour le Tableau 10.

Au Québec, la stagnation ou la réduction des déplacements assurés par les transports en commun s'expliquent par plusieurs facteurs, notamment par le fait que, depuis 1981, les hausses de prix ont été beaucoup plus prononcées pour l'utilisation du transport en commun que pour le transport privé individuel (Transport 2000 Québec, 1995). De 1983 à 1994, la hausse du prix de l'essence en dollars constants fut quasi nulle, mais les hausses respectives furent de 50 % et 30 % pour l'indice des prix à la consommation et le prix de la carte mensuelle de la Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal (Ministère des Transports, 1996).

Le développement extensif de la région de Montréal ne cesse de dégrader la situation du transport en commun en dépit de la Loi de protection du territoire agricole (loi de protection) qui devait contrer l'étalement urbain et protéger le territoire agricole. Presque 20 ans après son adoption, l'agriculture a changé et, à court terme, le Québec n'a pas besoin de tous les sols classés agricoles. La loi de protection n'a pas protégé les sols agricoles aux abords des villes - puisque celles-ci, dont celles de la région de Montréal, ne cessent de s'étendre, aux dépens de la ville de Montréal dont les problèmes financiers deviennent critiques en partie à cause de l'étalement urbain.

L'étalement urbain entraîne un véritable piège :

- une faible densité d'occupation et donc des territoires où il est impossible d'offrir le transport en commun car la clientèle potentielle est insuffisante;
- la perte définitive de sols agricoles; dans le cas de la région de Montréal) il s'agit des meilleurs sols du Québec (les plus productifs et ceux dont la saison de culture - le nombre de jours sans gel est la plus longue);
- le financement des infrastructures par des emprunts sans avoir l'assurance qu'on pourra maintenir ces infrastructures assez longtemps pour payer les emprunts.

L'étalement urbain explique pour une bonne part le fait que le taux de déplacement en transport en commun soit inférieur à 25 % à Montréal, et même largement inférieur si on le mesure dans la grande région de la métropole, alors qu'il dépasse 30 % dans toutes les grandes villes européennes, et même 40 % dans plusieurs d'entre elles (Berne, Munich, Stuttgart, etc.).

En 1995, le ministère des Transports a présenté un plan de transport pour la région de Montréal (1995). Ce plan couvre la région métropolitaine. Il a une approche multimodale et utilise la planification intégrée. Il recourt aux instruments de gestion de la demande plutôt qu'à la gestion de l'offre. Cela lui confère des avantages certains par rapport à l'approche suivie dans le passé par le Ministère. Il représente donc un très bon pas en avant. Mais il passe trop vite sur les facteurs fondamentaux et déterminants qui expliquent les tendances lourdes. Par exemple, on ne fait qu'une très brève mention de la mixité ou de la séparation des fonctions urbaines (habitat, commerce, industrie) comme élément explicatif des choix de transport.

Les moyens envisagés par le Ministère suffiront-ils à endiguer une situation dont on prévoit que l'empirera ? Comment concevoir les transports urbains dans une optique de développement durable ? Respectivement chef de la division des affaires urbaines au service du développement territorial de l'OCDE et secrétaire général adjoint de la conférence européenne des ministres des transports (CEMT), Ariel Alexandre et Jack Short écrivent (1995-1996, p. 21) : «De très nombreuses études montrent que les transports entraînent des coûts qui ne sont pas assumés par leurs utilisateurs».

Ils présentent une stratégie en trois volets pour combattre la dépendance à l'égard de l'automobile :

- «[L]e premier volet consisterait à appliquer les meilleures pratiques de gestion de la circulation( ... ) et de planification de l'utilisation du sol». Il vise à «arrêter la détérioration de la situation » ;
- «[L]e second volet consisterait à mettre en oeuvre de façon intégrée et concertée les innovations récentes en matière de transports et de planification de l'utilisation du sol. Un espace pourrait être aménagé de façon à ce que les bureaux, les centres commerciaux et les autres sites suscitant d'importants déplacements de populations soient localisés à proximité des services de transports en commun. Les lieux de vie pourraient être mieux intégrés aux lieux de travail et aux commerces grâce à une planification mixte favorisant les déplacements à pied et à bicyclette» ;
- «[L]e troisième volet propose( ... ) un complément indispensable à toutes les autres mesures( ... ), à savoir une augmentation régulière et sur une longue période des prix réels du carburant. Le groupe de travail sur "Les déplacements urbains et le développement durable", créé conjointement par l'OCDE et la CEMT, préconise une augmentation de 7 % par an pendant 20 ans (soit un quadruplement du prix du carburant en fin de période). Cela permettrait d'atteindre l'objectif d'une réduction de 60 % des émissions de CO<sub>2</sub> proposé par le Groupe d'experts des Nations unies sur l'évolution du climat.

Vu l'évaluation et le scénario présentés par Alexandre et Short, il est permis de douter que, aussi important et essentiel que soit l'effort actuel, le plan de transport pour la région de Montréal suffise à amorcer une solution globale et définitive aux problèmes de transports à Montréal.

On présente parfois comme insurmontables les difficultés politiques de réaliser des changements significatifs dans les transports, par exemple hausser l'achalandage du transport en commun, sur la base de notions aussi nébuleuses que le fait que le Québec est une société américaine et non européennes.

Pour l'UQCN, cet argument ne tient pas. Nous donnerons l'exemple de la ville de Curitiba, capitale de l'état de Parana, au Brésil. Sous l'impulsion d'un maire très progressiste, M. Jaime Lerner, il y a 25 ans, Curitiba a choisi délibérément d'axer son développement sur le transport en commun au lieu de la voiture privée, d'intégrer la dimension environnementale plutôt que de la contrer, d'adopter des solutions appropriées plutôt que de recourir aveuglément à des hautes technologies et de susciter la participation des citoyens de façons innovatrices plutôt que de développer uniquement sur la base d'un plan d'ensemble.

Curitiba a encouragé la mixité des fonctions urbaines. Elle a conçu un système de transport en commun par autobus intégré presque aussi rapide qu'un métro, mais à un coût 300 FOIS MOINDRE (275 000 \$/km au lieu de 80 \$ millions/km). Ce système comporte une hiérarchie de routes d'autobus complémentaires les unes par rapport aux autres avec cinq types de routes: des voies rapides appelées «express», des routes interquartiers, des routes directes (du centre à la périphérie), des routes d'alimentation et des routes de travailleurs. Les arrêts d'autobus se trouvent face à des structures fermées à l'intérieur desquelles on accède après avoir payé son passage, ce qui accélère l'embarquement des nouveaux passagers.

Le résultat est que, bien que les résidents de la ville aient un nombre élevé de voitures, 75 % des déplacements se font en transport en commun. La consommation d'essence est 25 % inférieure à celle de villes brésiliennes comparables. Curitiba a un des taux de pollution de l'air parmi les plus bas du Brésil. La leçon que l'on peut tirer de l'expérience de Curitiba est qu'il faut donner la priorité au transport en commun plutôt qu'aux voitures privées et aux piétons plutôt qu'aux véhicules motorisés. Les voies cyclables et piétonnes (nombreuses à Curitiba) doivent être intégrées au système (Rabinovitch et Leitman, 1996).

Le secteur du bâtiment devrait aussi recevoir une attention importante, et ce pour des raisons diverses. On a vu que le secteur résidentiel a connu une hausse annuelle moyenne de l'usage d'énergie de seulement 0,013 % depuis 1973. Cette situation cache une évolution problématique.

Dans le secteur résidentiel, il y a un fort effet de pointe lié au chauffage des locaux durant les périodes de grand froid. Notre réseau hydraulique subit lui-même une forte instabilité en raison des écarts d'hydraulicité qui peuvent atteindre l'équivalent de 40 TWh en réserve d'eau d'une année sur l'autre. Ces dernières années, la faible hydraulicité a entraîné des frais élevés pour Hydro-Québec. Ces frais furent de 212 \$ millions en 1989, de 240 \$ millions en 1990, de 18 \$ millions de en 1991, de 81 \$ millions de en 1992 pour un total de 551 \$ millions, sans compter le manque à gagner des ventes excédentaires que l'entreprise n'a pu faire à cause de cette faible hydraulicité (Hydro-Québec, rapports annuels de 1988 à 1992).

Cette situation illustre à merveille le fait qu'un système à deux variables (le froid et l'hydraulicité, tous deux imprévisibles par nature) peut être fortement instable comme le savent fort bien les analystes en systèmes. Pour stabiliser le système et hausser sa résilience il faut introduire au moins un et de préférence deux autres éléments. Ces éléments ne peuvent être qu'une diffusion à grande échelle des habitations performantes (du côté de l'usage d'énergie), et une capacité éolienne (du côté de la production).

Les habitations performantes ont une charge de chauffage moitié moindre que celle des habitations conventionnelles. Elles diminuent donc le phénomène de pointe de façon importante.

Quant aux éoliennes, elles produisent plus d'électricité en hiver que durant les autres saisons, à cause d'une plus grande intensité des vents durant l'hiver. Elles sont donc le complément idéal du réseau hydraulique pour le chauffage des locaux.

### 3.1.3 - Les fondements avancés par l'UQCN

L'UQCN met de l'avant sept fondements à privilégier pour la nouvelle politique de l'énergie -

- 1 - Le premier fondement consiste à augmenter notre temps d'apprentissage vu que le système de l'énergie évolue maintenant dans une incertitude généralisée. Incertitude économique, technologique, environnementale. Ce fondement s'inspire du principe de prudence auquel l'UQCN croit capable de rallier nombre d'acteurs de la scène de l'énergie.

L'augmentation de notre temps d'apprentissage se fera par l'accélération de la hausse de l'ÉE. Il faut tout mettre en oeuvre pour épuiser, dans un délai maximal de 10 ans, l'essentiel du potentiel d'ÉE de plus ou moins 20 % évalué par Hydro-Québec et le ministère des Ressources naturelles (nous utilisons ce pourcentage de 20 % pour les besoins de l'argument, non parce que nous y souscrivons; pour nous, le potentiel est beaucoup plus élevé que l'évaluation officielle ne veut le laisser croire).

L'exercice d'épuiser un potentiel d'ÉE de plus ou moins 20 % dans un délai de 10 ans équivaut à une sorte de répétition générale. Il visera à mettre à l'épreuve notre capacité sociale d'efficacité organisationnelle, et à l'affiner au besoin, si le problème des ÉGES devait nous forcer à réduire la part des combustibles fossiles à quelque 20 % ou moins de notre bilan énergétique d'ici à 2050, voire même avant.

L'augmentation de notre temps d'apprentissage nous impose aussi de développer les CAEE dans le même délai d'au plus 10 ans car, au-delà de 2005, nous en aurons besoin pour continuer sur la voie de l'ÉE.

Il faut se fixer comme objectif à long terme une baisse nette de 1%/an de l'usage d'énergie, ce qui sera possible avec les CAEE. Une telle baisse est parfaitement réaliste dans le contexte d'un développement économique de 2%/an en moyenne. Nous passerions alors de 32,7 millions de tep aujourd'hui à 28,1 en 2010, 24,17 en 2025, 20,8 en 2040 et 18 en 2050.

- 2 - Il faut défendre l'intérêt public par la promotion active et prioritaire des moyens qui n'ont pas ou peu d'effets environnementaux négatifs et ce, dans l'ordre suivant - l'efficacité énergétique sous toutes ses formes en cherchant d'abord et avant tout à éliminer les occasions perdues, l'énergie solaire passive (pour le chauffage des locaux et l'éclairage naturel), la filière éolienne et les applications durables et circonscrites de la biomasse (dans la chauffe d'abord là où il y a surplus de biomasse et, ensuite, dans les transports si on peut produire les biocarburants à coût acceptable et en ayant des impacts environnementaux moindres que ceux liés à l'usage du pétrole).

La filière hydraulique devrait être de dernier recours pour trois raisons. Cette filière a déjà connu un développement massif au Québec. De plus, il faut bannir les mégaprojets à cause de leurs effets pervers importants sur la hausse de la demande pour couvrir les frais d'intérêts de la dette créée pour construire le mégaprojet. Enfin, nous avons désormais le choix entre la filière éolienne et la filière hydraulique. La première est modulaire, réversible et comporte un court délai d'installation. La seconde n'est pas très modulaire, est irréversible et comporte un long délai d'installation (pour les mégaprojets). Comme le coût de l'éolienne se rapproche de celui de l'hydraulique, l'ajout d'une prime de risque à l'hydraulique pour refléter son long délai d'installation peut faire pencher la balance en faveur de l'éolienne.

- 3 - Il faut assurer les approvisionnements en énergie. Le Québec a fait un progrès notable en la matière puisqu'il assure désormais un peu plus de 40 % de ses besoins par une production nationale renouvelable. Il faut faire passer ce taux à 55 % dans un délai de 15 ans et à 70 % dans un délai de 30 ans.

Si la capacité de production d'électricité restait au niveau d'aujourd'hui, la hausse de l'ÉE préconisée ci-haut ferait à elle seule grimper notre taux d'autosuffisance à 62,9 %. Un ajout de capacité de seulement 3 400 MW suffirait à hausser ce taux à 70 %. L'UQCN préconise que cet ajout se fasse entièrement par les ENR, soit par le solaire passif à raison de 1 000 MW équivalents, la filière éolienne pour 4 000 MW nominaux (soit 1 400 MW de capacité effective) et, enfin, par 1 000 MW équivalents en biomasse.

- 4 - Il faut choisir les énergies de moindre coût. Ce moindre coût n'est pas celui de la production ou de l'achat sur les marchés internationaux. Il doit inclure les coûts sociaux et environnementaux. Lorsqu'on ne peut xxx permet d'arriver à une évaluation satisfaisante pour la prise de décision.



La méthode de substitution implique le recours à une autre source d'énergie ou une quantité équivalente d'énergie par l'ÉE pour remplacer la source d'énergie évaluée et ainsi contourner la difficulté causée par l'impossibilité de quantifier l'impact étudié. Le coût additionnel de l'autre source d'énergie ou d'une quantité équivalente d'énergie par VEÉ représente alors une bonne approximation de l'impact de la source d'énergie évaluée parce que cette substitution permet d'éliminer l'impact étudié de la même façon qu'une mesure de contrôle ou de mitigation. La méthode de substitution permet donc de quantifier indirectement l'impact d'une source d'énergie qu'on ne peut quantifier directement.

Une fois l'évaluation faite, s'il est impossible d'adopter des mécanismes incluant directement les coûts environnementaux et sociaux dans le prix des énergies sur le marché, le gouvernement peut utiliser la taxation pour ajouter l'équivalent de ces coûts et ainsi refléter le juste coût social de ces énergies.

- 5 - Le secteur des transports requiert une approche particulière vu sa dépendance quasi totale au pétrole, vu les nombreuses nuisances qu'il génère ou cause en plus des émissions polluantes (congestion, bruit, particules nocives, déchets, neiges usées, etc.) et vu sa vulnérabilité en cas de rupture des approvisionnements. Le fondement de la politique consiste à privilégier l'organisation de l'espace qui minimise le besoin de déplacements et à prioriser les modes de transport les moins polluants, soit les transports en commun, le vélo et la marche.

Le gouvernement doit donc poser les gestes suivants :

- ralentir l'étalement urbain le plus possible et éventuellement l'arrêter de façon complète et définitive;
- privilégier un urbanisme convivial qui minimise le besoin de déplacements motorisés, entre autres par la mixité des fonctions pour rapprocher les services et les lieux de travail des lieux de résidence;
- hausser par la taxation le coût de possession et d'usage de la voiture en milieu urbain;
- contraindre, au besoin, les villes à restreindre le stationnement dans les centres-villes (au lieu de l'augmenter);
- étudier sérieusement l'électrification des transports publics urbains (autobus) et des trains.

Comme Schipper (1995) et nombre d'autres analystes, l'UQCN croit que le problème des transports ne se résoudra que par une approche intégrée utilisant une panoplie de moyens. Cela exige la collaboration des villes. Par exemple, la Ville de Montréal exige des nouveaux développeurs de tours à bureaux de prévoir un nombre MINIMAL de places de stationnement en sous-sol. Par comparaison, certaines villes européennes interdisent aux développeurs de tours à bureaux d'intégrer des places de stationnement en sous-sol à leurs immeubles. Elles veulent logiquement favoriser les transports en commun et rentabiliser les investissements qui leur sont consentis.

Il y a environ 10 ans, la Suède a adopté une loi obligeant les villes à minimiser l'usage d'énergie dans leurs plans d'urbanisme (Swedish Council for Building Research, 1988). Comme on peut aisément l'imaginer, certaines villes voudront s'opposer à cette orientation urbaniste; le gouvernement verra au besoin à les obliger par une loi sur le modèle de celle de la Suède. On conçoit que, dans le contexte du Québec, une telle éventualité rencontre une vive opposition. Mais les villes n'ont-elles pas l'obligation de se préoccuper de développement durable elles aussi ? ...

- 6 - L'évolution positive du secteur de l'énergie repose sur la participation active des citoyens, et surtout de ceux qui y attachent une grande importance. Il faut aussi assurer que la nouvelle politique de l'énergie jouisse d'une légitimité qui a tant fait défaut à l'actuelle politique. La citation de Hourcade et Kostopoulou à l'Annexe 5 indique bien que le problème du monde de l'énergie n'est pas un problème d'optimisation technique car l'optimisation technique est aujourd'hui bien maîtrisée. Il s'agit plutôt d'un problème de « Coordination des anticipations des acteurs ».

Ceci se fera par la création de nouveaux organismes : une Régie de l'énergie, légère et non bureaucratifiée, devant laquelle les producteurs d'énergie auront à justifier leurs projets; mais surtout un organisme de collaboration pour l'ÉE (au sens large et comprenant donc les aspects structurels dont l'aménagement du territoire) et les ÉNR.

- 7 - À lui seul, myope aux enjeux du long terme, le libre marché ne s'oriente pas dans la direction définie ici. Cette orientation ne se réalisera donc pas spontanément. Elle ne deviendra réalité que si l'État utilise tous les moyens à sa disposition, dont la réglementation, les instruments économiques et la taxation, pour s'assurer de l'atteinte des objectifs qui auront été fixés par la prudence.

Au sujet de l'insuffisance des mécanismes du marché pour faire face aux exigences actuelles, l'AIE écrit (1994, p. 555) : « (...) il existe de vastes possibilités techniques d'accroissement des rendements énergétiques, mais des obstacles économiques et sociaux importants empêchent toutefois de les exploiter pleinement. Un rôle prioritaire dans la concrétisation des améliorations du rendement devrait être dévolu aux mécanismes du marché. Il est toutefois peu probable que l'on parviendra à surmonter ces obstacles si l'on s'en remet exclusivement à ces mécanismes (...). »

Pour l'UQCN, le principe et les fondements mis de l'avant ici forment un tout cohérent. Le gouvernement doit s'assurer que sa nouvelle politique énergétique ait toute la légitimité requise et qu'elle lance le Québec sur la voie du développement énergétique durable. Il serait donc pertinent de demander à des responsables respectés un avis sur le projet de nouvelle politique. Nous suggérons que le ministère des Ressources naturelles le soumette au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement et sollicite son évaluation du projet de nouvelle politique énergétique dans une perspective de développement énergétique durable.

### **3.1.4 - Le rôle des combustibles possibles à bas coût**

Lors des séances de travail du Débat public sur l'énergie, certains intervenants ont avancé que le Québec aurait avantage à hausser la part du gaz naturel dans son bilan énergétique pour permettre à son économie de profiter des bas prix actuels de cette énergie. À notre connaissance, tous ces intervenants acceptent officiellement que le coût de l'énergie doive refléter son coût social véritable.

Pour l'UQCN, cette position constitue une sorte de paradoxe. D'un côté, on met de l'avant une énergie dont le bas coût est fixé par les lois du marché. De l'autre, on accepte une hausse éventuelle de son prix par un mécanisme qui lui ajouterait la valeur des impacts environnementaux de l'usage de cette énergie. Ces intervenants font évidemment le pari que la hausse ne changerait aucunement la position concurrentielle relative de cette énergie. Le débat sur les ÉGES nous apprend que ce pari est risqué.

Si le prix du gaz naturel paraît si bas aujourd'hui, c'est en partie parce que les tarifs d'Hydro-Québec sont trop élevés dans la chauffe. Hydro-Québec peut et doit trouver le moyen d'abaisser ses tarifs pour la chauffe.

Elle peut baisser ses coûts de production en baissant le nombre de ses employés par attrition. Chaque année, environ 600 employés partent à la retraite. Elle peut assez rapidement réduire ses charges d'exploitation de 200 \$ millions à ce chapitre. De plus, en réduisant sa dette à long terme de 5 %, elle baisserait ses charges d'intérêt de 165 \$ millions. La combinaison de ces deux éléments améliorerait son bénéfice de 365 \$ millions par an et la placerait alors dans une position pour faire face à la concurrence du gaz naturel. L'UQCN ne prétend pas que cette amélioration de son bénéfice sera facile pour Hydro-Québec. Mais a-t-elle vraiment le choix ?

Le Québec émet relativement moins de GES et d'autres polluants liés à l'énergie que le reste du Canada et que les États-Unis. Cette situation lui permet-elle de laisser les autres PA réduire leurs émissions jusqu'au niveau des nôtres avant de mettre en place des mécanismes de baisse de nos ÉGES ?

Cette situation ne résulte pas d'efforts particuliers du Québec pour maîtriser sa demande d'énergie, mais de l'existence sur le territoire d'un grand nombre de rivières qu'il a harnachées à bas coût pour son propre bénéfice. Aussi la solution des EGE ne peut se concevoir que sur une base de solidarité internationale puisqu'il s'agit d'une pollution globale. Bien que le contrôle des ÉGES soit très lent à se mettre en place, le Québec peut et doit bouger en raison de son énorme potentiel d'ÉE et de ses possibilités très intéressantes en ENR.

Si nous attendons encore avant de bouger, nous perdrons de belles occasions. Prenons l'exemple de la Suède. Ce pays a toujours eu beaucoup d'intérêt pour la qualité de la construction. Cet intérêt l'a amené à développer de nouveaux produits avant les autres. Le résultat est que la Suède a aujourd'hui la plus grosse part des exportations de produits du bâtiment dans le monde. Projeté à l'échelle du Québec, le surplus dont elle disposait dans les années 1980 se montait à 2,5 \$ milliards (Bevington et Rosenfeld, 1990).

### **3.2 - Le développement des connaissances et les rôles respectifs de la technologie et des adaptations de comportement**

L'augmentation de notre temps d'apprentissage s'inspire du principe de prudence. Cette augmentation nous permet de prendre des décisions dans une séquence dont l'enchaînement s'appuie sur l'évolution de la situation. Hourcade et Chapuis (1995) présentent un argument très fort à ce sujet.

Selon plusieurs analystes, nous pourrions devoir baisser nos ÉGES de 20 % par décennie. Pour l'UQCN, cela veut dire qu'il faut développer nos connaissances surtout du côté de l'ÉÉ, ainsi que du côté de l'efficacité organisationnelle et des changements culturels.

En parlant du potentiel d'ÉÉ dans le secteur résidentiel, nous avons indiqué qu'on peut aujourd'hui réduire de façon rentable la demande de chauffage d'environ 60 %, et que les milieux de la recherche de l'AIE croient que les habitations entièrement chauffées à l'énergie solaire deviendront abordables d'ici peu, même avec notre climat.

Pour en arriver là, il y a beaucoup de travail à faire. La performance de ce genre d'habitation repose sur de nouveaux matériaux qui ont leurs exigences. Il va donc falloir que les concepteurs, les constructeurs et les divers corps de métiers de la construction acceptent de s'ouvrir à la nouveauté. Quand on observe l'attitude plutôt négative que plusieurs d'entre eux ont à l'égard de l'innovation, on comprend mieux que le défi n'est pas d'ordre technique dans ce cas, mais plutôt social.

Dans les milieux spécialisés de l'ÉÉ, on commence à réfléchir aux meilleures façons d'étendre la réglementation d'ÉÉ aux bâtiments existants. Certaines villes de Californie l'auraient fait, mais il n'y aurait pas d'évaluation de ces initiatives.

Avant d'en arriver là, il faut d'abord commencer par mettre en place un système d'affichage du rendement énergétique des bâtiments. Toutefois, il se peut que cela ne suffise pas à hausser de façon importante le rythme de rénovation des bâtiments existants. Il faudrait alors étendre la réglementation aux bâtiments existants. Il faut commencer dès aujourd'hui à examiner les différentes façons de le faire pour être en mesure de choisir la meilleure si le besoin se présentait.

L'aménagement du territoire doit faire l'objet de recherche. Rappelons que notre urbanisme repose sur la notion de séparation des fonctions urbaines d'habitat, de commerce et d'industrie. Le modèle de la séparation des fonctions s'est imposé au XIX<sup>e</sup> siècle parce que, lorsque l'industrie a commencé à se développer, il fallait protéger la population de la pollution industrielle qu'on ne savait pas contrôler à cette époque. Comme nous savons aujourd'hui contrôler cette pollution et même l'éliminer, la notion de séparation des fonctions n'a plus toujours de sens, mais elle perdure à cause de l'inertie des institutions et des modes de pensée.

Il faut trouver les meilleures façons d'assurer la mixité des fonctions dans les villes déjà bâties. La mixité des fonctions est un élément absolument essentiel pour permettre aux citoyens de se déplacer autrement que par des moyens motorisés.

La solution du problème des transports repose sur quatre éléments :

- mixité des fonctions pour favoriser des déplacements non motorisés ;
- priorités aux transports en commun urbains et interurbains;
- baisse du taux de motorisation;
- hausse de l'ÉÉ du parc de véhicules, mais surtout des voitures privées.

La nécessité de faire baisser le taux de motorisation peut surprendre certaines personnes. Selon Schipper (1995), il a été établi que l'achat d'une voiture a comme effet de multiplier les déplacements par un facteur pouvant atteindre cinq. Son analyse montre que c'est la croissance du nombre de voitures, et non la distance moyenne parcourue, qui hausse la distance totale parcourue par les voitures et la mobilité totale.

Le gouvernement doit utiliser la taxation pour faire baisser le taux de motorisation. Dans la situation actuelle, cela risquerait de provoquer un rejet par une partie de la population. Il faut donc procéder par étapes qu'il faut définir avec soin. Nous entrons dans une ère nouvelle. Ces exemples indiquent sans doute possible qu'il y a beaucoup à faire pour développer nos connaissances des moyens de mobiliser la population. Nous croyons comprendre que la

population peut être prête à accepter les nouveaux objectifs que nous mettons de l'avant ici. Mais nous doutons que l'ensemble de la population soit prête à accepter de modifier son comportement, et ce à cause de perceptions erronées qui prendront un certain temps à se corriger et de comportements développés depuis plusieurs décennies et dont on commence à peine à reconnaître que leur justification n'existe plus au vu de l'exacerbation des problèmes de transport.

Nous en concluons encore une fois que le défi principal n'est pas technique, mais bien plutôt social.

Nous observons le même phénomène dans le secteur des transports, de même que dans le choix entre une habitation unifamiliale ou dans un ensemble multifamilial. Plusieurs personnes ont une idée négative du transport en commun et des habitations multifamiliales. Elles sont donc réticentes à utiliser les premiers et à habiter dans les seconds. L'UQCN croit que le silence du gouvernement à ce sujet présente le risque d'accréditer ces perceptions dans la population. Il y a donc beaucoup d'éducation populaire à faire.

### **3.3 - Diffusion des connaissances et information des citoyens**

Il y a un effort important à fournir au niveau de la diffusion des connaissances. UEÉ de nature technologique se développe très rapidement, au point que même les analystes qui suivent l'évolution dans ce domaine ont parfois des difficultés à se tenir à la frontière de la connaissance. Dans ces conditions, on peut comprendre que la population se trouve perdue devant cette évolution.

À notre avis, la vitesse des changements nous impose de revoir toute notre façon de communiquer avec la population. La question se pose de savoir entre autres comment on peut faciliter la diffusion des connaissances lorsque celles-ci changent rapidement. Cela soulève des problèmes organisationnels particuliers.

Les citoyens peuvent aisément comprendre où se trouve leur intérêt lorsque le prix de l'essence monte. Il leur est facile de calculer l'économie de carburant qu'ils pourraient alors réaliser en achetant une voiture plus petite.

Dans le domaine de l'habitat, la situation est nettement plus complexe surtout pour les occupants d'habitations qui n'utilisent que l'électricité comme source d'énergie. Comment alors calculer la part du chauffage des locaux ? Celle du chauffage de l'eau ? Celle de la cuisinière ? Kempton et Layne (1994) soulignent l'inutilité de la facturation actuelle de l'électricité comme aide à la décision pour des investissements en EE. Pour mieux faire comprendre leur point, Kempton et Layne font une analogie avec une facture d'aliments achetés au marché et pour lesquels la facture ne serait que mensuelle ou bimensuelle et afficherait un montant de plusieurs centaines de dollars pour quelques centaines d'aliments divers. C'est ainsi qu'on facture l'électricité. N'est-il pas temps d'ajouter quelques informations sur la facture ? On pourrait par exemple indiquer le nombre de degrés-jours de chauffe de l'année et le nombre moyen des dernières années comme base de comparaison.

À défaut d'une information adéquate, comment espérer que la population puisse comprendre les nouveaux objectifs, les faire siens et les réaliser ?

### **3.4 - Les moyens de l'État**

L'État a tous les moyens à sa disposition pour effectuer la transition énergétique que l'UQCN préconise. Mais il faut que nos dirigeants comprennent le sens de cette transition et son caractère inévitable pour commencer à écrire leur agenda d'action. Cette transition est inévitable même si nous cherchons à la contourner car tôt ou tard elle s'imposera à nous, soit par des crises environnementales à répétition ou encore par l'économie mondiale, sous l'effet des innovateurs et des Munich de ce monde.

#### **3.4.1 - La recherche, le développement, la démonstration**

Le premier moyen de l'État, c'est bien sûr la recherche, le développement et la démonstration (RDD)- Le Québec est déjà actif en RDD de l'énergie. il y a deux problèmes. D'abord, l'effort est insuffisant. De plus, il est mal orienté. Pourquoi le Québec dépense-t-il plus de 17 \$ millions/an sur la fusion nucléaire (MRN, 1995 C) ? La même somme utilisée en RDD pour l'EE, et les ENR aurait des retombées beaucoup plus importantes et beaucoup plus immédiates

### 3.4.2 - L'aménagement du territoire

Le deuxième moyen de l'État, c'est son pouvoir en aménagement du territoire. Le gouvernement du Québec doit changer l'orientation de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme au Québec et favoriser la mixité des fonctions en milieu urbain. Rappelons qu'il y a là un potentiel d'économie d'énergie évalué à quelque 30 % (Spatial Energy Analysis, 1989). Au besoin, l'État amendera ses lois régissant les municipalités et les municipalités régionales de comtés (MRC) pour les obliger à intégrer la préoccupation d'EE dans leurs plans d'aménagement et leur urbanisme comme cela se fait déjà en Suède. L'État aidera les municipalités et les MRC en développant et en mettant à leur disposition des outils d'aide à la décision sous forme de logiciels, par exemple.

### 3.4.3 - La réglementation

Le troisième moyen de l'État, c'est la réglementation. Aux séances de travail du Débat public sur l'énergie, on a beaucoup fait état de la déréglementation en cours dans le secteur de l'énergie, surtout aux États-Unis. On présente souvent cette déréglementation comme si elle affectait tout le secteur de l'énergie. Rien n'est plus faux. La réglementation se développe aussi vite sinon plus vite que la déréglementation dans le monde de l'énergie. La déréglementation ne touche que le côté de la production d'énergie. Le côté de l'usage d'énergie est, quant à lui, soumis à une réglementation toujours plus exigeante. '

La réglementation se répand géographiquement. Ainsi, les pays d'Europe de l'Est n'avaient pas de réglementation thermique pour leurs bâtiments jusqu'à maintenant. Aujourd'hui, ils ont tous un projet à l'étude (United Nations, 1992). Alors qu'il y a moins de 10 ans, aucun pays au monde n'avait de réglementation sur les appareils ménagers, aujourd'hui un nombre grandissant de pays adoptent une telle réglementation (AIE, 1994, p. 27).

La réglementation étend aussi son domaine d'application. Aux États-Unis, on se prépare à ajouter des appareils à la liste de ceux déjà soumis à la réglementation.

Enfin, la réglementation devient plus pointue en haussant ses exigences, tant sur les appareils que sur les bâtiments. Dans les milieux de la recherche, on croit que la réglementation thermique devra bientôt passer d'une obligation de moyens (l'approche prescriptive qui indique par exemple le niveau d'isolation requis dans un mur) à une obligation de résultat (l'approche de performance qui requiert qu'un bâtiment respecte l'usage maximal d'énergie normalisé, soit par mètre carré de surface de plancher par exemple, défini dans la réglementation).

Il est intéressant de comparer l'évolution de la réglementation au Québec avec celle de la Suède et de la France. Le Tableau 13 montre cette comparaison.

**TABLEAU 13**  
**ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE SUR LES BÂTIMENTS AU QUÉBEC, EN FRANCE, ET EN SUÈDE**

	Année d'introduction	Nombre de révisions
France	1974	Trois, la dernière date de 1989. La prochaine, prévue en 1997, introduira une cote énergétique pour les logements neufs.
Québec	1983	Une mineure et une en préparation pour introduction en 1996 ou 1997
Suède	1946	Six révisions en 1950, 1960, 1967, 1977, 1983 et 1988

Sources - Datiaporta, 1990, pour la France; Lindström, 1996, pour la Suède.

Au Québec, la réglementation ne joue pas son rôle autant qu'elle pourrait le faire. La raison est bien simple. La réglementation est intéressante dans la mesure où on peut la réviser souvent et hausser les normes et exigences à chaque révision. Or, la fréquence de la révision influence le dynamisme du secteur visé par la réglementation. Ce dynamisme est lui-même d'abord influencé par la présence ou l'absence d'un programme d'encouragement des meilleurs (par meilleurs, on entend ici meilleurs produits, meilleurs concepteurs, meilleurs constructeurs, etc.).

Cette dynamique illustre l'argument de Michael Porter (1990). Les industriels américains s'objectent souvent à la réglementation car ils croient qu'en faisant hausser leurs coûts, elle les pénalise sur les marchés internationaux. Porter observe plutôt que la situation environnementale requiert des exigences croissantes et ce, partout dans le monde. En anticipant cette évolution, un pays peut devancer les autres dans la hausse des exigences réglementaires. Ce faisant, il donne à son industrie un cadre qui lui permet de prendre de l'avance sur ses concurrents des autres pays et, loin de pénaliser son industrie, ce cadre lui offre au contraire l'avantage de développer plus vite des procédés et techniques de contrôle plus avancés, ce qui lui confère un avantage en terme de nouveaux débouchés sur les marchés mondiaux.

Comparons les situations de la France et du Québec. Le Québec a introduit sa Loi sur l'économie de l'énergie dans le bâtiment en 1983. Il n'y a pas eu de révision substantielle depuis ce temps. La France a introduit sa réglementation sur le bâtiment en 1974. Elle a connu trois révisions depuis lors et prépare sa quatrième révision pour une introduction en 1997. Chaque révision a réduit le budget de chauffage des nouvelles habitations de 25 % par rapport aux exigences précédentes.

Les analystes en France s'entendent pour créditer le programme Promotelec du dynamisme qui a permis des révisions de la réglementation aux cinq à six ans en moyenne. Promotelec n'est rien d'autre qu'un programme d'encouragement aux meilleurs.

L'UQCN croit qu'il est essentiel et urgent d'adopter au Québec de tels programmes d'encouragement aux meilleurs pour dynamiser la population et tout le marché de l'ÉÉ.

La réglementation ne concerne pas que les bâtiments. Elle concerne aussi les transports. Nous nous limitons à un seul exemple. Konvitz (1995-1996, p. 17) rapporte qu'au Danemark, «les entreprises à forte densité d'emplois des environs doivent être installées à 500 m au maximum des transports en commun - ce qui permet d'alléger d'autant la pression de l'automobile sur le centre-ville.» Pourquoi ne pas s'en inspirer puisque le Plan de transport pour la région de Montréal souligne que la géographie de Montréal avec ses voies d'eau complexifie les problèmes ?

#### **3.4.4 - Les instruments économiques**

Le quatrième moyen de l'État, ce sont les instruments économiques. Le problème des transports et des ÉGES ne se règlera pas sans un recours aux outils que la tarification de l'énergie et la fiscalité met à la disposition du gouvernement. On voit mal comment, en dehors d'une crise internationale, le Québec pourrait connaître une baisse de son taux de motorisation et de l'ÉÉ des voitures privées sans un modèle de taxation différent de la voiture privée.

La taxe de vente actuelle sur les voitures est à taux fixe. Le gouvernement doit la changer pour une taxe à taux variable suivant l'ÉÉ de la voiture, comme le font déjà certains pays européens. La question se pose de savoir s'il faut baisser le taux de taxe sur les voitures économes pour que l'effet de ce changement fiscal soit neutre sur les revenus du gouvernement.

D'après Schipper (1995), il a été démontré que l'achat d'une voiture hausse considérablement la mobilité. On en déduit que la baisse du taux de taxé sur les voitures économes stimulerait le taux de motorisation et aurait des effets pervers importants susceptibles d'annuler les gains sur les grosses voitures. Dans ces conditions, il est nettement préférable de procéder à une baisse du taux de taxe soit sur les revenus soit sur des objets d'usage courant afin d'éviter ces effets pervers anticipés.

Le gouvernement verra aussi à introduire une taxe sur le carbone en s'inspirant possiblement de ces taxes mises en place par la Finlande, la Suède, la Norvège, le Danemark et les Pays-Bas. Dans ce cas aussi, l'effet pourrait être neutre sur les revenus du gouvernement s'il baissait en même temps l'impôt sur le revenu ou les taxes sur les objets d'usage courant.

Une telle taxe aurait deux effets bénéfiques importants. Elle contribuerait à faire baisser notre usage de combustibles fossiles et donc les pollutions qui leur sont associées, dont les ÉGES. Elle contribuerait aussi à rééquilibrer la position concurrentielle de l'électricité produite à partir de sources renouvelables face aux bas prix du gaz naturel et du pétrole.

Il faut aussi revoir la tarification de l'électricité. En ce moment, Hydro-Québec perd des parts de marché dans la chauffe industrielle, commerciale et institutionnelle au profit du gaz naturel. Il faut trouver un mécanisme pour contrer cette évolution. La solution doit être partagée à part égale entre une baisse des tarifs d'Hydro-Québec pour la chauffe dans ce marché et l'introduction d'une hausse sur les ÉGES.

Dans le secteur résidentiel, le problème vient surtout de l'acuité de la pointe. Le gouvernement a le pouvoir de modifier les comportements des citoyens en pointe en haussant la progressivité du coût final pour l'utilisateur. Cela peut se faire de trois façons :

- par l'introduction du tarif différencié dans le temps promis par Hydro-Québec, mais non encore disponible; l'UQCN croit que le gouvernement doit obliger Hydro-Québec à offrir cette option tarifaire pour les nouvelles habitations chauffées à l'électricité, et ce dans un délai maximal de six mois;
- par l'ajout d'un troisième bloc à la structure tarifaire d'Hydro-Québec ou l'introduction d'une structure tarifaire basée sur la puissance souscrite;
- en abolissant la taxe de vente du Québec sur la redevance quotidienne et les premiers 15 kw quotidiens utilisés et en haussant le taux de taxe sur le solde de l'usage pour garantir des revenus équivalents au gouvernement.

Des changements importants dans la structure tarifaire ou fiscale de l'électricité affaibliraient sa position concurrentielle face à l'huile à chauffage et au gaz naturel. Pour cette raison, le gouvernement doit introduire des changements fiscaux équivalents pour l'huile à chauffage et le gaz naturel pour maintenir intacte la position concurrentielle de l'électricité dans le chauffage résidentiel.

D'une façon générale, l'UQCN est convaincue du caractère incontournable de l'outil des instruments économiques (prix, tarifs, internalisation des nombreux coûts externes, fiscalité) pour appuyer les objectifs de réduction de l'usage d'énergie que nous préconisons.

### **3.5 - Les institutions**

#### **3.5.1 - Le ministère des Ressources naturelles**

Pour l'UQCN, les fonctionnaires du ministère des Ressources naturelles semblent avoir une vision complaisante et passiviste de l'énergie. En voici quelques exemples.

En 1992, dans le document intitulé *L'efficacité énergétique au Québec : Évaluation du potentiel théorique*, le Ministère écrivait (1992 B, p. 8) : «( ... ) le caractère très incomplet des informations dont on dispose [sur l'énergie solaire passive] a conduit à exclure les effets de cette technologie du potentiel d'efficacité énergétique».

En écrivant une telle fausseté, le Ministère mine sa crédibilité vu que la conférence annuelle des États-Unis tenue depuis 1976 a publié des actes de 1 000 pages dans ses meilleures années et que ses organisateurs et plusieurs de ses participants, souvent des chercheurs de haut calibre, sont parfois docteurs en physique diplômés du Massachusetts of Technology, des universités de Californie à Berkeley et de Harvard, etc.

En 1995, dans le Cahier spécial d'information publié dans tous les grands quotidiens du Québec, le Ministère récidivait au sujet de l'énergie solaire en modifiant le Tableau 4 de l'Annexe 4 que Jean-François Turrel lui avait fait parvenir. Les modifications majeures apportées par le Ministère dénaturaient complètement le tableau et lui enlevaient tout son sens.

Dans ce même Cahier spécial d'information, le Ministère écrivait (MRN, 1995 D, p. 3) : -Au Québec, l'essence coûte plus cher qu'aux États-Unis. Mais ON PEUT SE CONSOLER EN COMPARANT NOTRE SITUATION A CELLE DE L'EUROPE. Dans la plupart des pays européens, les taxes très élevées font que l'essence coûte deux fois plus cher qu'ici (... ) (les majuscules sont ajoutées par l'UQCN).

Nous reprenons ici la citation d'Ariel et Short (1995-1996, p.21): «De très nombreux travaux montrent que les transports entraînent des coûts qui ne sont pas assumés par leurs utilisateurs.» Dans ce contexte, on peut se demander ce qui inspire la pensée du Ministère au sujet des taxes sur l'essence ou la fiscalité sur la voiture privé en général. Comment le Ministère peut-il être à ce point myope ?

### 3.5.2 - Hydro-Québec

«Power producers all over the world are currently undergoing a process of transformation into energy service companies.»

Ingvar Wivstad, vice-président, RDD, Vattenfall, 1988

«En défendant sa stratégie, la grande entreprise publique peut bloquer des innovations technologiques ou organisationnelles prometteuses.»

Jean-Marie Martin, Ex-directeur de l'Institut d'Économie et de Politique de l'Énergie de Grenoble, France, 1990

Ces deux citations en introduction cadrent bien l'analyse que nous faisons d'Hydro-Québec. Pour l'UQCN, Hydro-Québec ne sert plus très bien l'intérêt public. Espérons que la nouvelle direction mise en place par le gouvernement arrive à saisir les nouveaux enjeux mieux que la précédente et à mobiliser tout le corps d'employés vers l'atteinte de nouveaux objectifs. Les soubresauts d'Hydro-Québec, régulièrement couverts par les médias, nous indiquent que la réorientation d'Hydro-Québec sera une oeuvre de longue haleine.

Depuis quelques mois, la question d'une privatisation partielle voire même totale d'Hydro-Québec est évoquée ouvertement par plusieurs acteurs. L'argument invoqué par ces observateurs du monde de l'énergie est principalement lié à l'état des finances publiques. En retirant des milliards de la vente partielle ou totale d'Hydro-Québec, le gouvernement du Québec pourrait rembourser jusqu'à 15 \$ milliards de sa dette.

L'UQCN estime le gouvernement n'a pas à vendre Hydro-Québec pour générer des revenus plus importants. Le Tableau 14 montre certains aspects de la situation financière d'Hydro-Québec depuis 1971, soit les ventes, le bénéfice net, l'actif total et la dette à long terme.

**TABLEAU 14**  
**ÉVOLUTION DE LA SITUATION FINANCIÈRE D'HYDRO-QUÉBEC**

	Ventes	Revenu net	(%) *	Actif total	Dette terme à long	(%) **
1971	524	128	24,4	4 249	2 928	68,9
1972	569	99	17,4	4 640	3 229	69,6
1973	662	121	18,3	5 088	3 513	69,0
1974	783	177	22,6	5 814	4 062	69,9
1975	904	230	25,4	7 068	5 001	70,8
1976	1 071	311	29,0	9 133	6 647	72,8
1977	1 263	382	30,2	10 649	7 653	71,9
1978	1 600	523	32,7	12 886	9 095	70,6
1979	1 956	746	38,1	15 505	10 687	68,9
1980	2 413	746	30,9	18 012	12 492	69,4
1981	2 770	559	20,2	20 700	13 713	66,2
1982	3 257	800	24,6	23 162	15 628	67,5
1983	3 593	707	19,7	25 179	16 453	65,3
1984	4 101	301	7,3	27 129	18 326	67,6
1985	4 423	209	4,7	29 183	20 123	70,0
1986	4 673	303	6,5	30 588	20 349	66,5
1987	5 040	508	10,1	31 659	21 198	67,0
1988	5 223	619	11,9	31 762	20 576	64,8
1989	5 503	565	10,3	33 952	21 957	64,7
1990	5 885	404	6,9	36 684	24 072	65,6
1991	6 284	760	12,1	41 851	28 111	67,2
1992	6 807	724	10,6	44 864	31 174	69,5
1993	7 036	761	10,8	47 879	33 204	69,3
1994	7 297	667	9,1	51 608	36 047	69,8

Note: \* Revenu net en pourcentage des ventes.

\*\* Dette à long terme en pourcentage de l'actif total

Source : Hydro-Québec, rapports annuels.



Depuis 1979, la tendance générale fut à la baisse pour la marge bénéficiaire. Malgré qu'Hydro-Québec ait ajouté 28 \$ milliards d'actif depuis 1982, elle réalisait en 1994 un bénéfice moindre qu'en 1982, pour des ventes 124 % plus élevées. Depuis 1982, Hydro-Québec a ajouté 20,5 \$ milliards de dette à long terme.

On voit donc que le problème se situe dans le fait qu'Hydro-Québec a installé des actifs improductifs. On pourrait aussi dire que le gouvernement qui autorise les projets et décide des tarifs s'est placé dans une position contradictoire en autorisant des projets pour lesquels il a refusé les hausses de tarifs lorsque les projets furent complétés.

Quoi qu'il en soit, la situation suggère elle-même la solution : Hydro-Québec ne peut ajouter des actifs importants à son portefeuille si elle n'a pas les moyens de les rendre productifs. On a vu plus haut que la baisse du nombre d'employés et la réduction de sa dette à long terme de 5 % permettrait à Hydro-Québec de hausser son bénéfice annuel de 365 \$ millions. En 1994, ses frais d'intérêt furent près de 3 \$ milliards. On peut donc voir qu'une réduction graduelle de sa dette à long terme dégagerait éventuellement des sommes annuelles importantes.

Ce scénario est très réaliste et deviendra réalité si le gouvernement adopte les objectifs que nous suggérons en EÉ. En effet, une politique ambitieuse en EÉ permettrait à Hydro-Québec de ne plus construire de nouveaux équipements. Elle pourrait alors utiliser une partie de son bénéfice pour baisser sa dette à long terme de façon à pouvoir reprendre le paiement de dividendes au gouvernement. Nous croyons que ce scénario est bien plus intéressant qu'une vente même partielle.

Les partisans d'une vente d'Hydro-Québec semblent ne pas tenir en compte qu'aucun investisseur potentiel ne pourrait s'intéresser à l'achat d'actions d'Hydro-Québec sur la promesse d'un retour de 3 % ou 4 % sur son investissement, soit le retour sur l'avoir propre que l'entreprise dégage en ce moment. La seule possibilité de hausser le retour sur l'investissement à court terme serait de hausser les tarifs. Qui en serait le bénéficiaire sinon les investisseurs privés ?

Les adversaires de la privatisation avancent que les actifs d'Hydro-Québec ont une valeur beaucoup plus élevée que la valeur aux livres. À notre avis, cet argument ne résiste pas à l'analyse. Il semble reposer sur la conviction de ces personnes que la lutte aux filières polluantes de production d'électricité donnerait une plus grande valeur à l'hydroélectricité. Cet argument minimise le potentiel d'EÉ et des ÉNR à remplacer les filières polluantes à un coût pas nécessairement beaucoup plus élevé que l'hydroélectricité du Québec.

### **3.5.3 - Le besoin de nouvelles Institutions**

L'UQCN estime que les changements suggérés pourront se produire avec plus de facilité avec la création de deux nouveaux organismes. Le premier et le plus important serait un organisme spécialisé en EÉ rassemblant tous les intéressés et travaillant sur une base de collaboration.

Il existe quelques exemples intéressants de tels organismes. Le Super Efficient Refrigerator Program (SERP) est un bon exemple, tout comme Consortium for Energy Efficiency (CEE). Vu l'état des finances publiques, l'État verra à le faire financer par une cotisation annuelle obligatoire des producteurs d'énergie. La mission de ce nouveau groupe couvrira tous les aspects de l'EÉ, sauf ceux du domaine industriel.

Les processus de collaboration sont à l'origine des initiatives les plus fructueuses dans le domaine de l'EÉ aux États-Unis comme l'indiquent le succès de SERP et de CEE. Ils s'inscrivent dans une démarche de transformation des marchés qui est une des plus prometteuses pour la stimulation de l'EÉ et de sa diffusion dans le marché (Geller et Nadel, 1994).

L'autre organisme serait une Régie de l'énergie. L'UQCN ne croit pas qu'une Régie de l'énergie soit absolument essentielle si le gouvernement met sur pied le nouveau groupe de collaboration en EÉ. Toutefois, dans le cas de refus des producteurs d'énergie de coopérer avec ce nouveau groupe, la Régie pourrait avoir un effet déterminant. L'UQCN préfère une Régie légère et non bureaucratisée.

### **3.6 - Les exportations d'électricité**

Le sujet des exportations d'électricité est-il un enjeu important ? Plusieurs personnes le croient parce qu'à leur avis la substitution d'électricité québécoise renouvelable à une électricité américaine thermique est très intéressante surtout pour ses avantages environnementaux.

Pour l'UQCN, cet argument est relatif. La raison est simple. Des études pointues montrent que les États-Unis pourraient produire toute leur électricité avec des sources renouvelables à un coût total à peu près équivalent à celui d'aujourd'hui (incluant les coûts environnementaux) ou moindre (*Renewable Energy*, 1993). Dans le cas de l'énergie éolienne, les analystes à l'origine de ces études travaillent pour PO&E et le National Renewable Energy Laboratory de Golden, Colorado. Il est difficile de mettre en doute leurs analyses compte tenu de la rapidité du développement de ces filières aux États-Unis et ailleurs dans le monde.

Nous croyons que l'exportation importante d'électricité québécoise aux États-Unis peut avoir des effets pervers importants en confortant les Américains dans leur position de plus grands utilisateurs d'énergie au monde, surtout que nous supporterions les effets environnementaux et non eux. De plus, comme notre électricité est renouvelable, elle pourrait certainement contribuer à leur donner bonne conscience.

Nous demandons au Québec de se tourner résolument vers l'EÉ. Il faut être encore plus exigeants avec les Américains dont l'usage d'énergie est sensiblement plus élevé que le nôtre. Leur offrir de leur vendre des quantités appréciables d'énergie n'est pas le geste approprié pour les inciter à aller aussi dans la direction d'une plus grande EE. Stratégiquement, nous aurions certainement beaucoup plus d'avantages à retirer à nous associer avec les organismes comme ACEEE (American Council for an Energy-Efficient Economy), CEE (Consortium for Energy Efficiency), etc. pour stimuler les Américains à faire beaucoup plus en EÉ.

Toutefois, l'UQCN comprend l'intérêt de contrats d'exportation de diversité pour prendre avantage des aspects complémentaires entre notre réseau et celui de Consolidated Edison (Con ED) par exemple parce que le nôtre connaît une pointe d'hiver et celui de Con Ed une pointe d'été. L'exportation de diversité peut donc comporter des avantages pour les deux parties.

Il faut aussi examiner ces exportations dans un contexte plus large. En 1995, Hydro-Québec a exporté 24 TWh d'électricité sur la base surtout de transactions à court terme, à un coût probablement proche de 0,025 \$/kWh. Ne serait-il pas plus intéressant pour le Québec d'utiliser cette électricité ici même en remplacement du gaz naturel, et probablement à un coût au moins égal à 0,025 \$/kWh ?

La seule restriction que nous poserions à ces exportations serait de les voir examiner par une autorité indépendante. Le fait que de telles exportations soient à l'avantage d'Hydro-Québec ne signifie pas automatiquement qu'elles soient dans l'intérêt public du Québec sous tous leurs aspects. Il ne faut pas croire que les intérêts d'Hydro-Québec et l'intérêt public du Québec sont les mêmes ou coïncident toujours.

### **3.7 - Principes de développement des ressources**

L'UQCN favorise le développement intégré des ressources et appuie la planification intégrée des ressources quand vient le temps d'examiner l'opportunité d'un projet donné.

En partie à cause du développement massif que la filière hydraulique a connu ici, les rivières sont maintenant une ressource convoitée. La filière souffre maintenant de son trop grand développement. Peu importe, on ne peut continuer d'harnacher des rivières sans étudier toutes leurs possibilités, dont leur potentiel récréatif et leur potentiel écologique. Il y a lieu de renforcer la procédure d'examen des rivières et du classement de celles jugées ayant une valeur patrimoniale.

On doit faire de même avec les autres filières. Imagine-t-on possible d'ériger des centaines d'éoliennes dans les plus beaux paysages du Québec ? Cela serait certainement condamné par une vaste majorité de la population. Pourquoi donc avoir deux poids, deux mesures et considérer que toutes les rivières peuvent être harnachées ?

La procédure d'examen des projets peut utiliser la méthodologie de la planification intégrée des ressources. Comme nous l'avons indiqué, l'impossibilité de quantifier certains voire même plusieurs impacts environnementaux de certaines filières ne constitue pas un obstacle incontournable pour cette méthodologie.

Pour jouer pleinement son rôle, la planification intégrée des ressources suppose une mise à niveau des connaissances. Par exemple, au Ministère des Ressources naturelles, certains analystes semblent ne pas avoir encore compris le potentiel solaire. Les discussions sur ce potentiel risquent donc d'être improductives si on n'accepte pas de voir la réalité.

### **3.8 - L'encadrement de la production privée**

Les déboires des initiatives entourant la production privée d'électricité nous portent à suggérer au gouvernement d'encadrer cette production, à défaut de quoi elle continuera à susciter des convoitises et à opposer promoteurs et populations locales.

Pour l'UQCN, il n'y a pas de problème fondamental avec la production privée en elle-même. Le problème vient du fait que les promoteurs n'ont pas intérêt à développer la ressource dans le respect de l'environnement et des populations locales. La raison de cette divergence d'intérêts vient en bonne partie du fait que les promoteurs ne font pas partie de la communauté locale et n'ont donc pas intérêt à la respecter ni à respecter l'environnement.

Le Danemark a trouvé un bon moyen de réconcilier ces intérêts divergents. Il favorise les développements communautaires de la filière éolienne. Ainsi les coopératives bénéficient d'avantages au niveau du prix du rachat de l'électricité par le réseau (Maegaard. 1992). Ceci favorise l'implication des populations locales dans le développement de la ressource. Ceci favorise aussi le respect de l'environnement. En effet, nous concevons mal comment une population donnée pourrait promouvoir un projet qui aurait des impacts très négatifs sur son propre environnement.

Le Québec peut et doit s'inspirer de l'exemple danois dans la production privée. Cela vaut autant pour la filière éolienne, que la biomasse et la filière hydraulique. Il faut donc que les droits appartiennent au domaine public et que les règles d'attribution de licences d'exploitation favorisent nettement les coopératives locales.

## **CONCLUSION**

Analysée dans le contexte international, la situation énergétique actuelle du Québec nous amène à penser que le Québec peut trouver des avantages considérables à réorienter sa politique énergétique de façon majeure.

Ces bénéfices seraient bien sûr environnementaux. Mais nous croyons que, loin d'être opposés, l'environnement et l'économie présentent une convergence que nous avons tenté de mettre en lumière.

Basée sur le transfert modal et la recherche d'une plus grande économie de carburants pour les voitures privées, une réorganisation des transports peut donner au Québec des bénéfices macroéconomiques substantiels. Les sommes d'argent que nous y épargnerions à chaque année suffiraient dans une large mesure à financer un vaste programme de corvée rénovation nationale qui pourrait s'étendre sur de nombreuses années.

La réorientation énergétique que nous préconisons ne peut fonctionner que par une approche intégrée. Il faut donc que l'État utilise tous les moyens à sa disposition pour garantir l'atteinte des nouveaux objectifs.

D'autres pays ont déjà commencé à mettre en place les éléments d'une telle politique, notamment la Finlande, la Suède, la Norvège, le Danemark et les Pays-Bas. Si le Québec tarde trop à s'engager sur la voie du développement énergétique durable, il en paiera un coût sans doute parce qu'il n'aura pas développé les nouvelles connaissances, techniques et produits nécessaires dans le monde énergétique de demain qui ne peut manquer de mettre l'accent sur l'efficacité énergétique et les énergies nouvelles et renouvelables tant leurs attraits sont déterminants tant pour la qualité de vie des citoyens que pour le développement technologique et économique.



# ANNEXES

## Annexe 1 - TABLEAUX

**TABLEAU 1**  
**COMPOSÉS RESPONSABLES DE LA HAUSSE ANTHROPIQUE DE L'EFFET DE SERRE**

Gaz	Part du total (1)	Sources des émissions
CO2	66 %	Charbon 32 %, pétrole 31 %, déforestation nette 22 %, gaz naturel 13 %, fabrication du ciment 2 %.
Méthane	17 %	Culture du riz 25 %, animaux domestiques 22 %, combustibles fossiles 20 %, feux de biomasse 18 %, enfouissement 15 %.
CFC	12 %	Refrigération, climatisation, agent gonflant pour des mousses, solvants, aérosols.
Oxyde nitreux	5 %	Transformations des sols et usage de fertilisants 64 %, feux de biomasse 24 %, combustibles fossiles 12 %.

Note (1) . part du potentiel total de réchauffement dû à toutes les émissions de la fin des années 1980.

Source . Holdren, 1992, p. 22

**TABLEAU 2**  
**ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES POLLUANTES AU QUÉBEC**  
**En milliers de tonnes (part de l'énergie en pourcentage du total)**

	1974	1980	1985	1990	1993
SO2	1 497 (27,4 %)	1 098 (32,8)	693 (18,6 %)	395 (30,6 %)	379 (24,4 %)
Hydro	547 (85,2 %)	345 (58,8 %)	*	389 (55,1 %)	342 (54,7 %)
CO	3 044 (84,1 %)	2 131 (79,5 %)	1 915 (73,0 %)	2 087 (84,1 %)	2 054 (77,1 %)
Nox	424 (95,5 %)	291 (94,7 %)	240 (79,8 %)	301 (97,2 %)	266 (96,7 %)
Particules	668 (12,3 %)	457 (18,5 %)	310 (30,2 %)	237 (38,1 %)	204 (45,4 %)

Note : SO2 = dioxyde de soufre ; Hydro – hydrocarbures ; CO – monoxyde de carbone ; NOx – oxydes d'azote

Sources : Environnement Canada, 1978, 1986, 1990; ministère de l'Environnement et de la faune du Québec, 1996.

**TABLEAU 3**  
**PROJECTIONS DE L'USAGE MONDIAL D'ÉNERGIE, EN 2020, COMPARÉES À L'USAGE DE 1990**  
**En térawatts**

Auteurs ou organismes	1990	Bas	Haut
CME		19.1	24.6
IIASA		19	28.4
HOLDREN	13.5	20.3	20.3
GC)LDEMBERG et al.		11.2	11.2
DAVIS, estimé du potentiel des énergies renouvelables	10	15	

Note . La projection de Holdren vise l'année 2025. L'unité, les térawatts, ne vise pas l'électricité puisque ces projections visent l'usage total d'énergie, toutes sources confondues et incluses. Cette unité n'est utilisée que par commodité.

Sources :

- pour CME, IIASA, GOLDEMBERG et al., voir Goldemberg et al., 1990;
- pour HOLDREN, voir Holdren, 1992;
- pour DAVIS, voir Davis, 1990.

**TABLEAU 4**  
**CLIMAT (1), PRINCIPAUX PAYS AVANCÉS (au site du projet de la Tâche 13, programme solaire de l'Agence internationale de l'énergie) ET QUÉBEC**

	DCJC (2)	RSG (3)
JAPON, Iwaki	2 031	488
PAYS-BAS, Amstelveen	2 200	280
ALLEMAGNE, Berlin	2 814	239
SUISSE, Zurich	3 100	370
DANEMARK, Kolding	3 124	296
ÉTATS-UNIS, Grand Canyon	3 361	885
ALLEMAGNE, Rottweil	3 393	327
CANADA, Brampton, Ontario	3 860	434
NORVEGE, Hamar	4 025	257
FINLANDE, Pietarsaari	4 567	112
QUÉBEC		
Sherbrooke	4 124	545
Montréal	4 179	525
St-Hubert	4 189	627
Québec	4 451	600
Rivière-du-Loup	4 649	581
Baie-Comeau	4 723	623
Ste-Agathe	4 746	625
Sept-Îles	4 935	620

Notes:

(1) Les données couvrent la période du 1<sup>er</sup> octobre au 31 mars.

(2) DCJC : Degrés-Celsius-jours de Chauffage, base 20 degrés.

(3) RSG : Rayonnement solaire global en kWh/mètre carré sur une surface verticale orientée plein sud. Indique le potentiel du chauffage solaire passif des locaux et de l'éclairage naturel l'automne et l'hiver.

Sources : Environnement Canada, 1982 et 1985, pour les DCJC et le RSG du Québec respectivement ;  
International Energy Agency, 1992, pour les données des autres pays.

**TABLEAU 5**  
**LATITUDE ET RAYONNEMENT SOLAIRE GLOBAL (RSG), VILLES D'EUROPE, DU**  
**JAPON, DES ÉTATS-UNIS, DU CANADA ET DU QUÉBEC**

Villes du Québec	RSG	L	RSG	Pays, Ville
		61	257	Norvège, Hamar
		60	280	Suède, RËskÅr
Kuujjuaq	547	58		
Poste-de-la-Baleine	585	55		
Schefferville	584	55	296	Danemark, Kolding
		53	239	Allemagne, Berlin
		52,5	280	Pays-Bas, Amstelveen
		51	280	Belgique *
Sept-Iles	620	50		
Baie-Comeau	623	49		
Mont-Joli	536	48,5		
Rivière-du-Loup	581	48	327	Allermagne, Rottweil
		47,5	310	Autriche, Lustenau
Québec	600	47		
Montréal	525	45,5		
St-Hubert	627	45,5		
	44	434		Canada, Ontario,
Branpton				
	37	488		Japon, Iwaki **

Notes: La colonne identifiée L donne la latitude par ordre croissant. Le RSO est en kWh/mètre carré durant la période du 1er octobre au 31 mars pour une surface verticale orientée plein sud.

\* Louvain-la-Neuve

\*\* Au 37e parallèle, la ville d'Iwaki est à la même latitude que la ville de Norfolk en Virginie, près de la Caroline du nord.

Sources. Mêmes qu'au Tableau 4 et International Energy Agency, 1995.



**TABLEAU 6**  
**VENTILATION MENSUELLE D'OCTOBRE À MARS DU RAYONNEMENT SOLAIRE,**  
**GLOBAL DE 15 VILLES DU QUÉBEC**

Ville	MOIS						Total
	O	N	D	J	F	M	
Bagotville	75	52	83	107	117	134	569
Baie-Comeau	90	74	91	106	123	139	623
Kuuujuaq	60	57	59	87	113	171	547
Mont-joli	89	64	65	86	103	128	536
Montréal	88	57	67	90	106	117	525
Poste-de-la-baleine	55	45	67	101	140	177	585
Québec	89	67	87	111	117	129	600
Rivière-du-Loup	91	69	76	97	112	135	581
Roberval	79	61	95	113	125	142	614
Ste-Agathe	95	70	96	112	121	130	625
St-Hubert	101	70	89	114	123	130	627
Schefferville	62	59	75	101	126	162	584
Sept-Iles	91	70	90	106	124	140	620
Sherbrooke	92	60	72	98	109	116	545
Val-d'Or	72	56	93	107	128	138	594

Note. le RSO est en kWh/m<sup>2</sup> pour une surface verticale orientée plein sud.

Source: Même qu'au Tableau 4 pour le Québec.

## Annexe 2 - CITATION DE PRIGOGINE

«La vision que nous pouvons avoir des rapports entre l'homme et la nature est bien évidemment liée à notre conception des lois de la nature. Or nous vivons une époque où celle-ci est en train de changer rapidement : la science classique mettait l'accent sur la stabilité, la permanence, le déterminisme; aujourd'hui, à tous les niveaux, nous découvrons des fluctuations, des bifurcations, des probabilités. Curieusement, non seulement nos sciences, mais aussi l'ensemble de notre système social, se situent à un tournant, comme en témoigne, par exemple, l'explosion démographique( ... ).

«Tout cela conduit à poser le problème de ce que peut être une éthique de l'environnement à notre époque. Si l'éthique se préoccupe d'une fa@on générale de régler le comportement humain, l'éthique de l'environnement nous amène à relier ce comportement aux lois de la nature. Le comportement humain est au centre de sciences telles que l'économie, la sociologie.... qui, classiquement, supposent des comportements de prise de décision rationnels et susceptibles d'optimisation globale et parfaite. Or c'est justement cette possibilité d'optimisation qui vient d'être remise en cause( ... ).

«[Le concept de] rationalité limitée s'oppose à l'idéal qu'illustre en particulier la dynamique classique( ... ).  
«Y a-t-il des limites naturelles à nos capacités de calcul et au volume d'information que nous pouvons traiter ?

«Ces questions s'imposent singulièrement lorsqu'on étudie notre environnement naturel(...).  
«( ... ) il existe différentes classes de systèmes dynamiques avec des comportements complètement différents. Certains d'entre eux sont conformes à la rationalité classique; d'autres, au contraire, conduisent à l'instabilité, l'imprévisibilité, brisent la symétrie temporelle et imposent le recours aux probabilités. Il se trouve que c'est précisément ce type de lois dynamiques qui s'applique à l'environnement( ... ). L'émergence de la notion de rationalité limitée rapproche l'homme de la nature, ce qui conduit à une attitude moins anthropocentrique, et en quelque sorte, à un nouveau partenariat entre l'homme et la nature.

«Deux observations relativement évidentes ont été à l'origine de notre nouvelle vision. Dans la Plupart des systèmes importants, et notamment en écologie, nous sommes en présence d'ensembles ouverts( ... ).  
«De plus, ces systèmes obéissent à des contraintes correspondant à des conditions de non-équilibre, par exemple le flux d'énergie solaire; la plupart de ces systèmes présentent des comportements non linéaires, lorsqu'ils sont placés dans des conditions hors équilibre( ... ).

«La caractéristique majeure des systèmes chaotiques est leur sensibilité aux conditions d'origine qui rend leur comportement hautement instable. Cela signifie que deux trajectoires, même extrêmement proches au départ divergeront dans le temps de façon exponentielle( ... ).

«Ces concepts s'appliquent à beaucoup de situations écologiques( ... ).  
«L'observation des variations climatiques à long terme fournit un autre exemple de chaos déterministe( ... ).

«On se pose actuellement une autre question. quelles sont les caractéristiques déterminant un comportement chaotique ? Grâce aux expérimentations chimiques telles que la réaction de Belousov-Zhabotinsky, on sait que de faibles changements dans les paramètres peuvent apporter des transformations drastiques telles que les passages d'un comportement de type périodique à celui d'un type chaotique, ou inversement. L'intérêt du problème pour l'étude des écosystèmes est évident( ... ).

«Des phénomènes non linéaires s'observent aussi dans ces grands systèmes que forment les êtres vivants, et singulièrement les humains. L'explosion démographique humaine va intensifier la non-linéarité des relations entre l'homme et la nature; il en ira de même pour celles des hommes entre eux( ... ).

«On est à même de comprendre maintenant pourquoi la dynamique non linéaire aura un impact considérable sur les sciences de l'écologie. Un comportement nouveau à l'égard de l'environnement dans son ensemble devrait être induit par la récente prise de conscience d'un monde peuplé de transitions à grande échelle, de répercussions à longue échéance et où les possibilités de prédiction sont limitées(...).»

Prigogine, Ilva. «Le chaos et l'enthousiasme» *Science et Technologie*. Numéro 19 - pp. 46-52.  
Paris, France. Parution interrompue. Octobre 1989.

### Annexe 3 - L'ÉQUATION DE PATRICK CRIQUI

L'équation de Patrick Criqui décompose la relation entre l'émission de CO<sub>2</sub> et le produit intérieur brut:

$$CO_2/PIB = (CO_2/UCF) (UCF/UÉP) (UÉP/PIB)$$

où      PIB = produit intérieur brut,  
          UCF = usage de combustibles fossiles,  
          UÉP = usage d'énergie primaire.

Le premier ratio, CO<sub>2</sub>/UCF, mesure la quantité de CO<sub>2</sub> émise par les combustibles fossiles utilisés. Le charbon en émet le plus, le gaz naturel le moins, le pétrole venant entre les deux. La possibilité de baisse des ÉGES est ici assez mince puisque le gaz naturel n'émet qu'environ 20 % moins de GES que la proportion actuelle des énergies fossiles.

Le deuxième ratio, UCF/UÉP, mesure la part d'énergie fossile dans l'ensemble du bilan énergétique. Les énergies fossiles dominent le bilan mondial à 89 %. La stabilisation de la teneur atmosphérique du CO<sub>2</sub>, jugée susceptible d'arrêter la dérive des climats, exigerait une baisse d'environ 80-85 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> (Fulkerson et al., 1990). Une stratégie de remplacement des énergies fossiles par les énergies nouvelles et renouvelables (ÉNR) pour combattre les ÉGES est illusoire au niveau mondial - cette stratégie impliquerait la multiplication de la production des ÉNR par un facteur d'environ 12 en quelque 40-45 ans, soit un taux annuel moyen de hausse de 6 %.

Avec un petit nombre d'autres pays, le Québec fait bande à part avec un bilan dominé par une énergie renouvelable. Dans notre cas, une stratégie de baisse des ÉGES par la substitution d'énergies renouvelables serait théoriquement envisageable. En réalité, une telle stratégie serait risquée.

Le troisième ratio, UÉP/PIB, mesure l'intensité énergétique. Il constitue le moyen le plus prometteur pour baisser les ÉGES parce que la prospective énergétique montre que la demande pourrait varier du simple au double dans un horizon de 25 ans. Pour cette raison, Criqui conclut ainsi (p. 268) : «( ... ) la maîtrise de la demande apparaît bien aujourd'hui comme le champ d'action privilégié d'éventuelles stratégies de limitation des émissions de C(D2).»

## **Annexe 4 - MODÈLE DE CONVERGENCE OPÉRATIONNELLE NATURELLE ENTRE LES HABITATIONS SOLAIRES AVANCÉES À BASSE ÉNERGIE ET LA FILIÈRE ÉOLIENNE**

La convergence opérationnelle naturelle entre les habitations solaires avancées à basse énergie (HSABÉ) et la filière éolienne, pour le chauffage des locaux, repose sur le fait que la grande inertie thermique des HSABÉ leur permet d'absorber sans problème l'intermittence de la production éolienne et ce, sans besoin de garantie de puissance pour éliminer l'intermittence éolienne, mais en recourant peut-être à des accumulateurs thermiques.

Le système nécessite aussi des éléments d'électronique de contrôle et la télécommunication, éléments qu'apporte la domotique. Le système peut fonctionner comme suit.

- 1 - Quand il vente, Hydro-Québec envoie un signal sur le réseau (ceci peut se faire automatiquement par des senseurs-émetteurs qui enregistrent le fait que l'éolienne est en marche et produit de l'électricité).
- 2 - Sur réception de ce signal, le système de chauffage des HSABÉ se met en marche si le thermostat indique que la température est inférieure à la température de consigne.
- 3 - Si la température est supérieure à la température de consigne, le système de chauffage ne se met en marche que s'il est équipé d'accumulateurs thermiques et si ceux-ci ne sont pas à pleine charge.
- 4 - Si les HSABÉ sont équipés d'accumulateurs thermiques, le système de chauffage s'arrête lorsque les accumulateurs atteignent la pleine charge.
- 5 - Quand le vent cesse de souffler, Hydro-Québec envoie un autre signal sur le réseau (un signal différent du premier). Le système de chauffage des HSABÉ s'arrête alors de fonctionner s'il était en fonctionnement.

Durant l'hiver, les arrêts causés par l'intermittence de la filière éolienne ne durent que quelques heures. Ces périodes sont trop courtes pour dépasser la capacité thermique des HSABÉ.

Selon la prévision de la demande future d'électricité, la hausse de la demande viendra surtout du secteur industriel et la demande du secteur résidentiel tend à plafonner. Ceci n'invalide pas le modèle. Avec l'ajout de quelques milliers de MW en capacité éolienne, Hydro-Québec pourrait réduire ses programmes de bi-énergie et/ou de puissance interruptible. Ceci baisserait l'usage de combustibles fossiles, et améliorerait l'autosuffisance énergétique et la qualité de l'air. Ce sont tous là des objectifs que la nouvelle politique énergétique doit viser.

## Annexe 5 - CITATION DE HOURCADE ET KOSTOPOULOU

-( ... ) il nous faut(...) traiter les États nationaux( ... ) comme des lieux d'articulation de comportements privés et collectifs. Dans un domaine comme l'énergie, on trouve en effet une configuration d'acteurs négociant auprès d'une tutelle le fonctionnement des marchés réels et qui comprend, outre les entreprises énergétiques,, les experts techniques incontournables dans le "formatage" des décisions, et les opérateurs financiers (publics ou privés) dont dépend la marge de manoeuvre laissée aux opérateurs pour faire la preuve de la viabilité économique de leurs choix techniques. On trouve aussi un deuxième cercle d'acteurs qui conditionne le déploiement de toute solution - personnel des entreprises concernées, collectivités territoriales avec leur poids politique spécifique, et l'ensemble des réseaux d'opinion, en particulier les mouvements écologiques qui déterminent l'acceptabilité des projets.

«Dans ce contexte, en raison de paramètres décisionnels incertains et objets de controverses d'experts que ce soit sur l'évolution de la demande, les performances des techniques en compétition et le contexte extérieur (prix de l'énergie, enjeux géopolitique), la décision publique ne relève plus d'un problème d'optimisation, mais d'un problème de coordination des anticipations des acteurs. Des stratégies ne peuvent être menées sur la longue durée que si l'action collective se forme autour de "règles du jeu" (tarifs, modes de financement, normalisation) ou de projets techniques( ... ) constituant des conventions suffisamment stables pour que soient bloquées ce que J. P. Dupuy appelle des processus de "spécularité infinie". Sans quoi, les décisions butent rapidement sur une crise de légitimité( ... ).

- [Voici] les deux conclusions les plus solides à tirer....

«La première est l'idée que le futur est moins "lié" par des contraintes technico-économiques que par l'état des jeux des forces internes et celui des processus institutionnels organisant une convergence vers des conventions communément acceptées. La seconde conclusion est que, confrontées à des chocs externes, les sociétés mobilisent en fait des atouts et modes de comportement préparés de longue date; ces atouts sont technologiques bien sûr, mais aussi organisationnels. En d'autres termes, alors qu'au niveau strictement technico-économique, les marges de manoeuvre apparaissent plus importantes qu'on ne le reconnaît généralement, leur utilisation va dépendre de la façon dont, dans ses processus de coordination interne, chaque société sélectionne les données de la prospective, de la science et de l'analyse économique. C'est donc pour ces raisons institutionnelles que, lors d'un "choc", les marges de manoeuvre formellement disponibles ne peuvent jamais être exploitées à parité. Les sociétés mettent en oeuvre des rationalités fortement déterminées par leur passé, comme si selon l'expression de Elster, elles étaient "poussées de derrière par des forces quasi inertielles". Il n'y a là aucun déterminisme, simplement l'attention attirée sur le fait que toute décision, ou toute "négociation" au sein d'un agent collectif sur les procédures à engager, se passe dans un univers des possibles déterminé de longue date et lu à travers des automatismes collectifs eux aussi mis en place de longue date.

«On extrapolera, pour finir, la définition de K. J. Arrow, de l'organisation comme "opérateur d'information". Dans la sélection des projets et des visions de l'avenir, dans la façon dont certains problèmes viennent sur l'agenda des discussions, toute société réagit en fonction des "codes" qu'elle a appris "pour recevoir des messages". Ces codes, ce sont les investissements d'information auxquels elle a précédemment consenti - organisation de l'expertise scientifique, efforts de recherche/développement, mais aussi ensemble des conventions implicites passées pour stabiliser des controverses et des discours de légitimation d'un projet. Pour Arrow, ces coûts d'information "constituent typiquement un investissement irréversible", qu'il compare avec "l'apprentissage d'une langue étrangère""Cet investissement constitue l'irréversibilité absolue "dans la mesure où il est prisonnier de l'esprit de celui qui l'a fait".

«il n'est pas indifférent que la prospective puisse faire remonter des informations du futur et intervenir pour fournir à temps des éléments de déplacement des "codes" internes aux institutions et rouvrir, quand nécessaire, la discussion sur l'univers des possibles.»

Hourcade, Jean-Charles et Maria Kostopoulou. «Quelles politiques face aux chocs énergétiques, France, Italie, Japon, RFA. quatre modes de résorption des déséquilibres.» Dans *Futuribles*. Numéro 189: pp. 7-27. Paris, France. Juillet-août 1994.

## RÉFÉRENCES

- Agence internationale de l'énergie. *Perspectives énergétiques mondiales*. Paris, France. 1993.
- Agence internationale de l'énergie. *Politiques énergétiques des pays membres*. Examen 1992. Paris, France. 1994.
- Alexandre, Ariel et Jack Short. «Améliorer les transports urbains en agissant sur les prix». Dans *L'Observateur de l'OCDE*. Numéro 197, p. 20-21. Paris, France. Décembre 1995-janvier 1996.
- Bevington, Rick et Arthur H. Rosenfeld. «Energy for Buildings and Homes». Dans *Scientific American*. Volume 263, numéro 3, p. 77-86. New York, New York, États-Unis. 1990.
- Brosseau, Réjean. Communauté urbaine de Montréal, Service de l'environnement, Direction de l'assainissement de l'air et de l'eau. Communication personnelle le 28 février 1996.
- Bui-Quang, Hung. «Pleins Gaz!»- Dans *Le Devoir*, mercredi le 28 février 1996, p. A9. Montréal, Québec. 1996.
- Bureau de la statistique du Québec. *Le Québec statistique* 1989. Les Publications du Québec. Québec, Québec. 1989.
- Bureau de la statistique du Québec. Communication personnelle. 1996.
- Carpenter, Stephen. «Learning from Experiences with Advanced Houses of the World». Center for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies. *CADDET Analyses Series*, Numéro 14. Sittard, Pays-Bas. 1995.
- Cervero, Robert. «Why Go Anywhere? Millions of people could be liberated from their cars.» Dans *Scientific American*. Volume 273, numéro 3, pp. 118-120. Septembre 1995.
- Criqui, Patrick. «Tendances de la demande et enjeux pour le long terme.» Dans *Énergie Internationale* 1989-1990, pp. 263-271. Publié par l'Institut d'Économie et de Politique de l'Énergie. F-dition Economica. Paris, France. 1989.
- Dallaporta, Jean-Paul, Chef du service Habitat et Tertiaire, ADEME. Communication personnelle. 1990.
- Davis, Ged R. Energy for Planet Earth. Dans *Scientific American*, volume 263, numéro 3, septembre 1990, pp. 55-62. New York, New York, États-Unis.
- De Kermikri, Ion. «L'air des villes rend bien malade.» Dans *La Recherche*. Numéro 279 -. pp. 884-888. Paris, France. Septembre 1995.
- Dutch National Team. «Collaboration vital for successful traffic and transport projects». Dans *CADDET Energy Efficiency Newsletter*. Numéro 4, pp. 8-10. Sittard, Pays-Bas. Décembre 1995.
- Elberting, Lance E. et Richard C. Bourne. «ACT2 Project - Maximizing Residential New Construction Energy Efficiency.» Dans *Proceedings of the 1994 American Council for an Energy-Efficient Economy Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*. Volume 3, p. 57-66. American Council for an Energy-Efficient Economy. Berkeley, Californie, États-Unis. 1994.
- Environnement Canada. *Analyse des données sur le rayonnement solaire pour le Canada 1967-1976*. Volume 2: Québec. Ottawa, Ontario, Canada. 1985.
- Environnement Canada. *Émissions des principaux polluants atmosphériques au Canada et tendances (1970 à 1980)*. Ottawa, Ontario, Canada. 1986.
- Environnement Canada. *Inventaire canadien des émissions des principaux contaminants atmosphériques (1985)*. Ottawa, Ontario, Canada. 1990.
- Environnement Canada. *Inventaire national des rejets de polluants dans l'atmosphère (1974)*. Ottawa, Ontario, Canada. 1978. Environnement Canada. *Normales climatiques au Canada*. Volume 4 - Degrés-jours de chauffe. Ottawa, Ontario, Canada. 1982.
- Frosch, Robert A. «The Industrial Ecology of the 21st Century.» Dans *Scientific American*, volume 273, numéro 3, pp. 178-181. New York, New York, États-Unis. Septembre 1995.
- Fulkerson, W, R. R. Judkins et M. K. Sanghvi. «Energy from fossil fuels.» Dans *Scientific American*. Volume 263, numéro 3. pp. 128-135. New York, New York, États-Unis. Septembre 1990.
- Geller, Howard et Steven Nadel. «Market Transformation Strategies To Promote End-Use Efficiency.» *Annual Review of Energy and Environment*. Volume 19, p. 301-346. Palo Alto, Californie, États-Unis.
- Goetzberger, A., W. Stahi, O. Bopp, A. Heinzel, K. Voss. «The Self-Sufficient Solar House Freiburg.» *Advances in Solar Energy*. Volume 9, p. 1-70. American Solar Energy Society. Boulder, Colorado, États-Unis. 1994.
- Goldemberg, José, Thomas B. Johansson, Amulya K. N. Reddy et Robert H. Williams. *Énergie pour un monde viable*. Co-édité par le Ministère de la Coopération et du Développement de France, International Conseil Énergie, Paris, France, et par l'Institut de l'Énergie des Pays ayant en commun l'usage du français, Québec, Québec. Diffusé par La Documentation Française. Paris, France. 1990.
- Goldstein, David. «Market Transformations to Super Efficient Products : The Emergence of Partnership Approaches.» Dans *Proceedings of the ACEEE 1994 Summer Study on Energy-Efficiency in Buildings*. Volume 6, p. 6.91-6.99. American Council for an Energy-Efficient Economy. Berkeley, Californie, États-Unis. 1994.
- Goodland, Robert. «Environmental sustainability and the power sector». Dans *Le développement durable*. Forum organisé par Hydro-Québec. Montréal, Québec. 6 et 7 septembre 1994.

- Groupe de travail sur Montréal et sa région. *Montréal – une ville-région*. Diffusé par le ministère des Affaires municipales, 1993.
- Grubb, Michael, Jae Fdmonds, Patrick ten Brink et Michael Motrison. «The Costs of Limiting Fossil-Fuel CO2 Emissions. A Survey and Analysis.» *Annual Review of Energy and Environment*. Volume 18, pp. 397-478. Palo Alto, Californie, États-Unis. 1993.
- Grubb, Michaci J. et Neils I. Meyer. «Wind Energy: Resources, Systems, and Regional Strategies.» Dans *Renewable Energy - Sources for Fuels and Electricity*. Édité par Thomas B. Johansson, Henry Kelly, Amulya K. N. Reddy et Robert H. Williams. Island Press. Covelo, Californie, États-Unis. 1993. P. 157-212.
- Holdren, John P. «The transition to costlier energy.» Prologue de *Energy Efficiency and Human Activity» Past Trends, Future Prospects*. Par Lee Schipper et Stephen Meyers avec Richard B. Howarth et Ruth Steiner. Cambridge University Press. New York, New York. 1992.
- Hôurcade, Jean-Charles et Maria Kostopoulou. «Quelles politiques face aux chocs énergétiques, France, Italie, Japon, RFA: quatre modes de résorption des déséquilibres.» Dans *Futuribles*. Numéro 189 : pp. 7-27. Paris, France. juillet-août 1994.
- Hourcade, Jean-Charles et Thierry Chapuis. «No-regret potentiels and technical innovation. A viability approach to integrated assessment of climate policies.» *Energy Policy*, Volume 23, numéro 4/5, p. 433-445. Elsevier Science Ltd., Oxford, Royaume-Uni. 1995.
- Hydro-Québec. *L'équilibre énergétique, l'efficacité énergétique et l'hydraulicité*. Rapport particulier au 31 décembre 1995. Montréal, Québec. 1995 A.
- Hydro-Québec. *Rapport d'avant-projet - Complexe Grande-Baleine*. Partie 1 - justification du projet. Tome 2 - Analyse détaillée. Volume 3 : L'offre et les paramètres financiers. Montréal, Québec. 1993.
- Hydro-Québec. *Rapports annuels*. Montréal, Québec. 1980 à 1994.
- Hydro-Québec. *Une politique énergétique pour le Québec du XXI siècle. La vision d'Hydro-Québec*. Mémoire adressé à la Table de consultation du Débat public sur l'énergie. Montréal, Québec. 1995 B.
- Institut d'Économie et de Politique de l'Énergie. *Énergie Internationale 1990-1991*. Édition Économica. Paris, France. 1990.
- International Energy Agency. *Design summaries of solar low energy houses*. Working Document. Préparé par Solar Task 13. Advanced solar low energy houses. Solararchitektur. Zurich, Suisse. 1992.
- International Energy Agency. *Solar Energy in Building Renovation - IEA Task 20. Status Reports, Case Studies, Solar Renovation Potential*. Préparé par Arne Elmroch et Elisabeth Kjellsson. Department of Building Physics. Lund University. Lund, Suède. 1993.
- International Energy Agency. *Solar Low Energy Houses of IEA Task 13*. Édité par Robert Hastings. James & James (Science Publishers) Ltd, Londres, Angleterre. 1995.
- International Energy Agency. *Ways to Zero Energy Houses : Design Principles and Example Projects*. Édité par Robert Hastings et Anne Grete Hestnes. James & James (Science Publishers) Ltd, Londres, Angleterre. 1996. À paraître.
- Johnson, Timothy E. «Materials and Components.» Dans *Passive Solar Buildings*. Édité par J. Douglas Balcomb. p. 199-234. MIT Press. Cambridge, Massachusetts, États-Unis. 1992.
- Kempf, Hervé. «Climat. l'hypothèse du chaos officialisés» Dans *La Recherche*, numéro 283, janvier 1996, p. 11. Paris, France. 1996.
- Kempton, Willett et Linda L. Layne. «The consumers energy analysis environment.» Dans *Energy Policy*. Volume 22, numéro 10, p. 857-866. Elsevier Science Limited, Oxford, Royaume-Uni. Octobre 1994.
- Konvitz, Josef W. «L'environnement et les villes.» Dans *L'Observateur de l'OCDE*. Numéro 197, pp. 17-22. Paris, France. Décembre 1995-janvier 1996.
- Lauzon, Lyne. «Objectif : zéro déversements Dans *Franc-Nord*, volume 7, numéro 5, septembre-octobre 1990. Publié par l'Union québécoise pour la conservation de la nature. Québec, Québec.
- Lindström, Bengt, Agence Nationale de l'Habitation, du Bâtiment et de la Planification, Suède. Communication personnelle. 1996.
- Litt, Barbara R. et Alan K. Meier. «What Is a Low-Energy House ?» Dans *Proceedings of the 1994 American Council for an Energy-Efficient Economy Summer Study, on Energy Efficiency in Buildings*. Volume 9, p. 213-220. American Council for an Energy-Efficient Economy. Berkeley, Californie, États-Unis. 1994.
- Lovins, Amory B. *Soft Energy Paths : Toward a Durable Peace*. Fitzhenry and Whiteside Limited. Toronto, Ontario, Canada. 1977.
- Mægaard, Preben. «Advanced Wind Power Implementation: The Danish Example.» Dans *The Yearbook of Renewable Energies*. 1992. P 123-128. Eurosolar. Ponte Press Bochum. Bochum, Allemagne. 1992.
- Martin, Jean-Marie, *L'économie mondiale de l'énergie*. Collection Repères. Éditions La Découverte. Paris, France. 1990.
- Martin, Jean-Marie. *Économie et politique de l'énergie*. Collection Cursus. Armand Colin. Paris, France. 1992.

- Milis, Evan et Art Rosenfeld. «Consumer Non-Energy Benefits as a Motivation for Making Energy-Efficiency Improvements.» Dans *Proceedings of the 1994 American Council for an Energy-Efficient Economy Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*. Volume 4, p. 201-213. American Council for an Energy-Efficient Economy. Berkeley, Californie, États-Unis. 1994.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources. *L'énergie : force motrice du développement économique*. Gouvernement du Québec. Québec, Québec. 1988.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources. *La stratégie québécoise d'efficacité énergétique - Une contribution au développement durable*. Gouvernement du Québec, Charlesbourg, Québec. 1992 A.
- Ministère de l'Énergie et des Ressources. *L'efficacité énergétique au Québec : évaluation du potentiel théorique*. Gouvernement du Québec. Charlesbourg, Québec. 1992 B.
- Ministère de l'Environnement et de la faune du Québec. Communication personnelle. Québec, Québec. 1996.
- Ministère des Ressources naturelles. *L'évolution de la demande d'énergie finale au Québec: scénario 1991-2011*. Charlesbourg, Québec. 1993.
- Ministère des Ressources naturelles. *L'énergie au Québec*. Édition 1995. Gouvernement du Québec. Publications du Québec, Charlesbourg, Québec. 1995 A. ,
- Ministère des Ressources naturelles. *Mise en oeuvre de la Convention-Cadre des Nations unies sur les changements climatiques - Plan d'action du Québec*, Charlesbourg, Québec. 1995 B.
- Ministère des Ressources naturelles. *Inventaire des activités de recherche, développement et démonstration en énergie au Québec en 1992*. Débat public sur l'énergie au Québec. Gouvernement du Québec. Charlesbourg, Québec. 1995 C.
- Ministère des Ressources naturelles. «Nos ressources naturelles.» Cahier spécial d'information diffusé dans plusieurs quotidiens importants, dont *Le Devoir*. Avril. 1995 D.
- Ministère des Transports. *Vers un plan de transport pour la région de Montréal. Phase 1 - Choisir - Diagnostic et Orientations* - Document de consultation et Document de référence. Programme d'intervention 1995 et 1996. Cadre institutionnel et financier du transport des personnes - Proposition ministérielle. Analyses techniques de systèmes de transport en commun - Rapport synthèse des résultats fournis par les mandataires. Québec, Québec. 1995.
- Ministère des Transports. Communication personnelle de Sylvain Sauvé, Service des politiques en transport des personnes. Compilation du ministère des Transports. 1996.
- Morin, Edgar. «Espérer en cherchant l'inespéré.» Dans *Le courrier de l'Unesco*, p. 29. Paris, France. Mars 1995
- Nadel, Steven, Dick Bourne, Michael Shepard, Leo Rainer et Loretta Smith. *Emerging Technologies to Improve Energy Efficiency in the Residential and Commercial Sectors*. American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, IDCI États-Unis. 1993.
- Pacific Gas & Electric Company. «ACT2 for Maximum Energy Efficiency. CSAA Energy Efficiency Demonstration Project»- Fact sheet; «Form and Siting Evolution at the CSAA Site » Fact Sheet; «Custom HVAC System at the CSAA Site » - Fact Sheet; «Daylighting Measures at the CSAA Site» - Fact Sheet. San Ramon, Californie, États-Unis. Juin 1994.
- Pacific Gas & Electric. *Facts on ACT2 for Maximum Energy Efficiency*. San Ramon, Californie, États-Unis. Numéros 1 à 20, d'octobre 1990 à hiver 1995.
- Poirier, Jean. *Histoire des moeurs*. Volume 1. Préface. Encyclopédie de la Pléiade. Éditions Gallimard. Paris, France. 1990.
- Porter, Michael. «Americas green strategy» Dans *Scientific American*. Volume 264, numéro 2, p. 168. New York, New York, États-Unis. Avril 1991.
- Prigogine, Ilya. «Le chaos et l'enthousiasme.» Dans *Science et Technologie*. Numéro 19 - pp. 46-52. Paris, France. Parution interrompue. Octobre 1989.
- Rabinovitch, Jonas et Josef Leitman. «Urban Planning in Curitiba.» Dans *Scientific American*. Volume 274, numéro 3, pp. 46-53. New York, New York, États-Unis. Mars 1996.
- Reinsurance. Weather Patterns*. Technical Report. Timothy Benn Publishing Ltd. Londres, Angleterre. Septembre 1994.
- Renewable Energy. Sources for Fuels and Electricity*. Édité par Thomas B. Johansson, Henry Kelly, Amulya K. N. Reddy et Robert H. Williams, avec Laurie Burnham, éditrice exécutive. Island Press. Covelo, Californie, États-Unis. 1993.
- Rosenfeld, Arthur et Lynn Price. «Energy-Efficient Technologies and Policies Can Help Us Win the Race to Save the Planet.» Dans *Comptes rendus de la conférence -L'Habitation à la Fine Pointe*», juin 1993, Vancouver. Ministère d'Approvisionnement et Services Canada. Ottawa, Ontario, Canada. 1994.
- Ross, M. H. et Daniel Steinmeyer. Energy for hidustry.» Dans *Scientific American*. Volume 263, numéro 3 . pp. 88-98. New York, New York, Étau-Unis. Septembre 1990.
- Schipper, Lee et Stephen Myers, avec Richard B. Howarth et Ruth Steiner. «Energy Efficiency and Human Activity.» Dans *Past Trends, Future Prospects*. Cambridge University Press. New York, New York, États-Unis. 1992.
- Schipper, Lee. «Determinants of automobile use and energy consumption in OECD countries». Dans *Annual Review of Energy and Environment*. Volume 20 - 325-386. Palo Alto, Californie, États-Unis. 1995.



- Société canadienne d'hypothèques et de logement. *Statistiques du logement*. Montréal, Québec. 1987 et 1995.
- Société de l'assurance automobile du Québec. *Statistiques du parc des véhicules routiers au Québec - 1970 - 1988*. Québec, Québec. 1990.
- Société de l'assurance automobile du Québec. *Bilan 1993 - Accidents, parc automobile, permis de conduire*. Québec, Québec. 1994.
- Société de l'assurance automobile du Québec: Alain Auger, Direction de la statistique. Communication personnelle. Québec, Québec. 1996.
- Spatial Energy Analysis. *Models for Strategic Decisions in an Urban and Regional Context*. Édité par L. Lundqvist, L.-G Matuson et E. A. Eriksson. Avebury. Gower Publishing Company. Brookfield, Vermont, États-Unis. 1989.
- Swedish Council for Building Research. *Energy in the Built Environment. The Way Forward to the 1990s*. Stockholm, Suède, 1988.
- Thisgaard, Preben. «User-friendly and energy-efficient public transport in rural areas». Dans *CADDET Energy Efficiency Newsletter*, numéro 4, pp. 13-14. Sittard, Pays-Bas. Décembre 1995.
- Transport 2000 Québec. «Transports: pour une utilisation efficace et responsable des ressources.» Mémoire de l'Association présenté au Secrétariat de la Table de consultation du Débat public sur l'énergie. Montréal, Québec. 1995.
- Union québécoise pour la conservation de la nature. Besoins d'expertise en matière d'efficacité énergétique au Québec. Québec, Québec. 1993.
- United Nations. *East-West Energy Efficiency. Policies - Programmes - Technologies & Who's Who*. Economic Commission for Europe.- ECE Energy Series No. 10. New York, New York, États-Unis. 1992.
- Wivstad, Ingvat. «Foreword-». Dans *Electricity - Efficient End-Use and New Generation Technologies, and Their Planning Implications*. Édité par Thomas B. Johansson, Birgit Bodlund et Robert H. Williams. Lund University Press. Lund, Suède. 1989.
- World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. Oxford University Press. New York, New York, États-Unis. 1987.
- Wyman, Charles E., Richard L. Bain, Norman D. Hinman, Don J. Stevens. «Fthanol and methanol from cellulosic biomass.» Dans *Renewable Energy - Sources for Fuels and Electricity*. Édité par Thomas B. Johansson, Henry Kelly, Amulya K. N. Reddy et Robert H. Williams. Island Press. Covelo, Californie, États-Unis. 1993.