MEM
663

Université du Québec
École nationale d'administration publique

L'EAU COMME RESSOURCE MINÉRALE STRATÉGIQUE POUR LE QUÉBEC : CARACTÉRISTIQUES, ENJEUX, RISQUES ET PERSPECTIVES

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN ADMINISTRATION PUBLIQUE

PAR

MARTIN STAPINSKY

BIBLIOTHÈQUE
ENAP
QUÉBEC

MARS 2009

ÉCOLE NATIONALE D'ADMINISTRATION PUBLIQUE

L'EAU COMME RESSOURCE MINÉRALE STRATÉGIQUE POUR LE QUÉBEC : CARACTÉRISTIQUES, ENJEUX, RISQUES ET PERSPECTIVES

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN ADMINISTRATION PUBLIQUE

PAR

MARTIN STAPINSKY

MARS 2009

Remerciements

Je voudrais d'abord remercier le Dr. Emmanuel Nyahoho pour avoir supervisé mon projet de recherche, malgré ce sujet très particulier. Ses commentaires et suggestions ont été bien appréciés. Je voudrais également remercier les membres du comité d'examen de mon projet, Dr. Denis Proulx et Dr. Robert Bernier, pour avoir pris le temps de faire la lecture et la critique du texte.

Je désire également remercier ma conjointe Céline pour m'avoir appuyé dans ma démarche et pour avoir supporté avec patience toutes mes « aspirations académiques » au cours des dernières années. Merci de tout cœur. Je désire aussi remercier mes deux fils, Christophe et William, pour être tout près et pour me rappeler quotidiennement les choses qui sont importantes de la vie.

Université de Sherbrooke

SOMMAIRE EXÉCUTIF

En contexte de mondialisation des échanges, la compétition devient très intense entre les pays. Il devient alors plus difficile pour les industries nationales d'être concurrentielles dans des secteurs où jadis elles excellaient. Parmi les avantages stratégiques que les pays peuvent posséder pour favoriser leur développement économique, mentionnons la présence sur leur territoire d'abondantes ressources naturelles ou de ressources très rares et convoitées. Les ressources en eau sont des ressources naturelles que l'on retrouve en abondance sur le territoire du Québec. Le présent travail tente de vérifier l'hypothèse voulant que celles-ci constituent bel et bien des ressources minérales stratégiques permettant de donner au Québec un avantage commercial, et il examine les façons d'utiliser ces ressources pour favoriser le développement des régions tout en assurant leur préservation pour les générations futures.

Une approche méthodologique documentaire a été privilégiée dans le cadre de ce projet de recherche puisque de nombreuses études sur des domaines et des problématiques associés aux ressources naturelles en générale et à l'eau sont disponibles. Ces études ont donc été synthétisées et analysées avant d'être intégrées dans notre démarche en tenant compte de la réalité québécoise et du cas spécifique de l'eau dans le commerce international. Les ressources en eau ont aussi été examinées dans le cadre de ce projet dans la perspective particulière qu'elles constituent une matière première disponible pour la vente directe et/ou l'approvisionnement des industries du Québec. La méthodologie adoptée se rapproche donc de celles typiquement utilisées dans l'analyse économique et politique des ressources naturelles minérales.

Le premier aspect examiné dans le cadre de ce projet a été la situation des ressources naturelles et les caractéristiques typiques des filières de l'industrie minérale et de l'eau. Ensuite, on s'est intéressé à la disponibilité mondiale des ressources en eau, et en particulier au Canada et au Québec, ainsi qu'à leur statut et leur utilisation dans l'économie à partir des nombreuses données produites par les organismes internationaux et nationaux. De nombreuses données ont aussi été puisées à même la littérature sur l'eau virtuelle, c'est-à-dire, l'eau qui est utilisée à la production de biens agricoles et industriels ou de services. Ceci a permis d'établir une liste d'industries *hydrovores* potentielles, soit les industries qui demandent beaucoup d'eau pour la production d'une unité du bien. L'importance de l'eau dans l'économie du Québec a été examinée de façon indirecte en identifiant les secteurs industriels susceptibles d'inclure des industries *hydrovores*.

Le potentiel de développement des ressources en eau pour le Québec a été évalué dans la perspective du commerce international. Les avantages comparatifs du Québec ont été déterminés à partir de l'information disponible afin de vérifier s'ils constituent réellement des avantages concurrentiels. La place des ressources minérales et de l'eau dans les accords commerciaux régionaux a aussi été examinée, puisque l'exportation de l'eau est une activité à caractère international. Le caractère stratégique de l'eau

pour l'économie du Québec a également été étudié en comparant la situation des autres ressources minérales dites stratégiques, ce qui a permis d'en faire ressortir les caractéristiques propres à ce concept. Finalement, à la lumière de l'information recueillie et analysée, les perspectives de développement des ressources en eau pour l'économie du Québec ont été présentées et discutés avec les principaux enjeux et risques qui y sont rattachés et les différentes façons d'en faire la promotion.

Ainsi, il appert que dans un contexte de changements climatiques, d'augmentation démographique et de croissance économique, les pressions sur les ressources en eau deviendront plus grandes pour de nombreuses nations dans un futur rapproché. Contrairement à d'autres pays, il semble que selon le scénario le plus probable, le Québec bénéficierait dans le futur d'une pluviométrie plus élevée dans sa partie nord. Par contre, dans la partie sud plus habitée et où sont déjà bien utilisées les ressources en eau, il y aurait un climat plus doux avec l'apparition plus fréquentes de phénomènes climatiques extrêmes pouvant produire de façon épisodique de larges volumes d'eau excédentaires. Ainsi, que ce soit dû à une plus grande disponibilité d'eau dans les régions plus au nord ou par une gestion plus efficace des ressources du sud, il demeure que les ressources en eau du Québec, qui possède entre 2 et 3 % des ressources mondiales en eau renouvelable, seront en quantité substantielle pour plusieurs décennies à venir. Il est donc souhaitable de vouloir les développer davantage pour le bénéfice des Québécoises et Québécois, notamment avec la présence d'un vaste marché potentiel à proximité, les États-Unis où la demande en eau est forte et qui pourrait être sujet à davantage de restrictions d'usage dans un futur rapproché.

Quelques approches intéressantes pour le développement commercial des ressources en eau ont pu être identifiées. D'abord, malgré que le commerce de l'eau en vrac semble démontrer un avenir limité à court terme, en plus d'être socialement difficile à justifier, il représente tout de même une option à une échelle plus régionale. En effet, sur de petites distances, le transfert d'eau en vrac est déjà pratiqué au Canada et au Québec. La présence de disparités régionales dans les ressources en eau et de pénuries locales, au Québec même, constituent un cadre potentiellement intéressant pour développer les transferts d'eau à échelle plus réduite, et possiblement plus rentable. Rappelons que la rentabilité des transferts massifs d'eau est intimement liée aux coûts de transport versus les coûts de traitement d'eau de moins bonne qualité sur place par les clients potentiels. Ces conditions pourraient donc engendrer la création d'un marché local ou régional des ressources en eau (bourse de l'eau), qui permettrait le développement d'une expertise dans ce domaine et favoriserait aussi une meilleure gestion suite à l'augmentation des connaissances sur l'état des ressources.

Il semble que le commerce de l'eau virtuelle présente plus de possibilités intéressantes à court et moyen terme. La présence d'abondantes ressources en eau, de bonne qualité et faiblement exploitées, pourrait

favoriser le développement ou l'établissement de nouvelles industries *hydrovores*, notamment les industries de transformation des métaux, celles des pâtes et papiers, des produits de pointe (matériaux composites, semi-conducteurs, produits pharmaceutique, etc.), l'industrie pétrochimique, les industries agroalimentaires (bière, pisciculture, élevage, etc.). Dans d'autres pays, ces industries pourraient se retrouver à risque dans une situation de pénurie des ressources en eau ou de limitations d'utilisation. Il s'agirait donc d'essayer d'attirer ces industries *hydrovores* au Québec en faisant la promotion d'un cadre compétitif pour la production de produits destinés à l'exportation. D'autres débouchés ont aussi été identifiés et devraient également faire preuve d'une attention particulière (eaux embouteillées; investissements dans des infrastructures; développement de technologies de conservation, traitement et recyclage de l'eau; etc.).

Ainsi, puisqu'il semble que le Québec possède un avantage par rapport à d'autres pays, il est justifié de vouloir développer le potentiel d'exportation de la ressource en eau ou de ses produits dérivés. En ce sens, il apparaît nécessaire au gouvernement du Québec d'implanter une politique stratégique économique d'attrait pour les industries ciblées. Quelques orientations de politiques économiques ont été identifiées pour le Québec et consistent en la mise en place par le gouvernement de : 1) une veille prospective afin d'identifier les besoins futurs réels et les opportunités pour mieux positionner les industries locales car les opportunités dans le commerce de l'eau découlant des changements climatiques ne seront évidentes que dans quelques années; 2) des mesures pour favoriser l'implantation d'industries *hydrovores*; 3) l'établissement d'un marché interne de l'eau basé sur les variations géographiques des besoins et des ressources en eau au Québec, avec des crédits ou en fixant un prix, pour inciter villes et industries à développer des mesures de conservation et de mise en valeur et vendre leurs surplus aux autres villes, régions ou industries qui ont des pressions sur leur ressources. En plus d'être socialement plus acceptable et de représenter une source potentielle d'enrichissement collectif, ces orientations présentent un intérêt général pour le Québec en favorisant une meilleure connaissance de la situation réelle des ressources en eau ainsi qu'une meilleure gestion.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements i

Sommaire exécutif ii

Table des matières v

Liste des tableaux vii

Liste des figures viii

Liste des annexes viii

1 INTRODUCTION 1

1.1 Contexte de l'étude et état de la question 1
1.2 Objectifs de la recherche 4
1.3 Limitations de l'étude 5
1.4 Organisation de l'étude 7

2 APPROCHE ET MÉTHODOLOGIE 8

2.1 Approche conceptuelle 8
2.2 Méthodologie et traitement des données 10

3 EAU EN TANT QUE RESSOURCE MINÉRALE 14

3.1 Perspectives mondiales du secteur des ressources minérales 14
3.2 Définitions et caractéristiques des ressources minérales 16
3.3 Filières et marchés internationaux 17
3.4 Statut particulier de l'eau comme ressource minérale 19
3.4.1 Cadre juridique 19
3.4.2 Cadre politique et réglementaire au Canada et au Québec 21

4 ÉCONOMIE DES RESSOURCES EN EAU 23

4.1 Situation mondiale des ressources en eau 23
4.1.1 Filière des ressources en eau 23
4.1.2 Ressources mondiales en eau 24
4.1.3 Ressources en eau au Canada et au Québec 26
4.2 Utilisation de l'eau dans l'économie mondiale 27
4.3 Utilisation des ressources en eau au Canada et au Québec 30
4.3.1 Utilisation de l'eau au Canada 30
4.3.2 Utilisation de l'eau au Québec 35
4.4 Eau dans les activités industrielles et commerciales 37
4.4.1 Eau industrielle 37
4.4.2 Produit de commerce 41
4.5 Consommation industrielle d'eau au Québec 42
4.5.1 Statistiques générales sur le commerce international du Québec 42
4.5.2 Principales industries consommatrices d'eau au Québec 45

TABLE DES MATIÈRES

5 AVANTAGES COMPARATIFS DES RESSOURCES EN EAU 47

5.1 Disponibilité selon les pays 47
5.2 Évaluation de la valeur de l'eau et de son coût d'utilisation et de distribution 50
5.3 Commerce international de l'eau 56
5.3.1 Facteurs susceptibles de faire varier l'offre et la demande 57
5.3.2 Avantages du Québec en ressource en eau 58

6 CONTEXTE POLITICO-ÉCONOMIQUE DU COMMERCE DE L'EAU 62

6.1 Politiques et instruments économiques pour le développement des ressources en eau 62
6.2 Particularité de l'eau dans le commerce 63
6.3 Aspects reliés aux ressources en eau dans les blocs économiques régionaux 64
6.4 Exemples de politiques et projets sur l'eau comme appui au développement économique. 67
6.4.1 Exemples de projets à l'étranger 67
6.4.2 Exemples de projets au Canada et au Québec 69

7 EAU COMME RESSOURCE STRATÉGIQUE POUR LE QUEBEC 72

7.1 Ressources minérales stratégiques 72
7.1.1 Définition des ressources minérales stratégiques 72
7.1.2 Caractère stratégique des ressources en eau 76
7.1.3 Option de politiques stratégiques 79
7.2 L'eau comme ressource minérale stratégique pour le Québec 80

8 ENJEUX, RISQUES ET PERSPECTIVES POUR LE QUEBEC 83

8.1 Potentiel de développement des ressources en eau au Québec 83
8.2 Enjeux stratégiques 85
8.3 Risques sociopolitiques, économiques et physiques 86
8.3.1 Risques sociopolitiques 86
8.3.2 Risques économiques et financiers 88
8.3.3 Risques physiques 88
8.4 Perspectives pour le Québec 89
8.4.1 Contexte favorable 89
8.4.2 Marchés potentiels 91
8.5 Ébauche de politique stratégique 94

9 CONCLUSIONS 97

RÉFÉRENCES 99

ANNEXES

TABLE DES MATIÈRES

Liste des tableaux

Tableau 3.1 Ressources minérales mondiales 15

Tableau 4.1 Ressources mondiales en eau douce renouvelable disponibles pour les 30 premiers pays 25

Tableau 4.2 Comparaison de la situation des ressources en eau renouvelable du Québec avec celle de quelques pays..... 26

Tableau 4.3: Ratio d'eau prélevée par secteur d'activité économique en fonction du volume total d'eau prélevé par continent 29

Tableau 4.4: Ratio d'eau consommée par secteur d'activité économique en fonction du volume total d'eau consommé par continent..... 29

Tableau 4.5 Secteurs d'utilisation de l'eau au Canada 31

Tableau 4.6 Utilisation industrielle de l'eau au Canada 33

Tableau 4.7 Utilisation de l'eau au Québec 35

Tableau 4.8 Activités économiques nécessitant un apport d'eau en quantité ou qualité suffisante 38

Tableau 4.9 Consommation d'eau estimée dans la fabrication de différents produits 39

Tableau 4.10 Principaux produits d'exportation et d'importation du Québec 43

Tableau 4.11 Principales destinations et provenances des exportations et importations du Québec ... 45

Tableau 4.12 Principales industries consommatrices d'eau au Québec 46

Tableau 5.1 Principaux pays exportateurs et importateurs d'eau virtuelle pour la période 1997-2001 49

Tableau 5.2 Coût de l'eau en fonction de la méthode de prélèvement, de traitement et de distribution 54

Tableau 5.3 Prix types des boissons de consommation courantes 56

Tableau 6.1 Principaux projets d'exportation d'eau du Canada 70

Tableau 7.1 Principales ressources naturelles minérales dites stratégiques et leur utilisation 73

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures

Figure 3.1 Évolution des prix des métaux et du pétrole sur les marchés 14

Figure 3.2 Structure générale de la filière de production et de transformation d'une matière première 18

Figure 5.1 Projection de l'état de disponibilité des ressources en eau en 2025 47

Figure 5.2 Commerce de l'eau virtuelle pour les produits agricoles 50

Figure 7.1 Localisation de certaines ressources minérales stratégiques 74

Figure 7.2 Zones caractérisées par des pénuries locales d'eau 77

Liste des annexes

Annexe A 50 premiers produits d'exportation et d'importation du Québec

Annexe B Méthodes d'estimation de la valeur de l'eau

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte de l'étude et état de la question

Dans un contexte de globalisation des marchés, les frontières du commerce ont été repoussées et la concurrence devient très intense entre les pays. Il devient alors de plus en plus difficile pour les industries de certaines nations d'être compétitives dans des secteurs où jadis elles excellaient. Les pays doivent donc essayer de mettre en place des conditions sociales et économiques concurrentielles pour leurs industries nationales afin qu'elles puissent se démarquer de celles des autres nations. Parmi les atouts que les pays peuvent posséder pour favoriser leur développement économique, mentionnons la présence sur leur territoire d'abondantes ressources naturelles ou la présence de ressources très rares et convoitées. En effet, la demande actuellement élevée en produits de base, matières premières et énergétiques, par des pays dont l'économie présente une tendance de croissance à long terme, tels que la Chine et l'Inde, favorise le développement d'industries du secteur des ressources naturelles des pays qui en sont pourvus.

Les ressources minérales, agricoles, forestières, halieutiques, hydriques, le gaz et le pétrole peuvent tous être considérés comme ressources naturelles (Field, 2005). L'importance accordée à certaines ressources naturelles plutôt qu'à d'autres dans l'économie mondiale variera périodiquement en fonction de phénomènes externes et internes, tels que la variation de la demande, la diminution de la ressource, l'innovation technologique nécessitant des matières premières différentes, l'apparition de matières substituts à moindre coût, etc. Ainsi, il existe une multitude de ressources naturelles qui peuvent ou pourront servir dans le futur au développement économique d'un pays. Lorsque ces ressources naturelles sont rares ou limitées par leur distribution géographique, et que leur utilisation dans l'économie est critique (défense nationale, principal produit d'exportation d'un pays, usage vital pour les besoins civils, sources d'approvisionnement limitées des industries nationales), elles peuvent alors être considérées comme stratégiques pour le développement du pays (Anderson et Anderson, 1998). Tout comme plusieurs autres nations, le Canada est pourvu de ressources stratégiques utiles à son développement, mais qui sont différentes à travers le pays du fait de la grandeur du territoire, notamment au Québec.

La présence de ressources stratégiques au Québec suggère que des pressions sur le partage et le développement des ressources naturelles à l'échelle nord-américaine pourraient surgir dans un futur rapproché, en particulier du fait des obligations du Canada dans les accords commerciaux où les ressources sont considérées comme des marchandises. Citons le cas du pétrole dans l'ALENA où le Canada se verrait obligé par l'accord de partager avec les Américains ses ressources en situation de pénurie, au détriment de leur propre économie. La situation pourrait être similaire pour le cas de l'eau qui

peut dans certaines circonstances être considérée comme une marchandise du commerce. Dans la même foulée, les discussions dans le cadre du Partenariat sur la sécurité continentale entre les États-Unis, le Canada et le Mexique concernent la garantie des approvisionnements en matières premières, énergétiques, et également en eau, pour favoriser un climat de sécurité continentale.

Le caractère stratégique des ressources naturelles peut donc être examiné de différentes façons, soit selon une vision politique ou une vision économique. L'aspect politique et stratégique des ressources a fait l'objet de quelques études détaillées, en particulier dans le contexte de la guerre froide où les deux grandes puissances rivalisaient pour l'accès aux ressources minérales et énergétiques (CBO, 1983; Haglund, 1989; Anderson et Anderson, 1998; Klare, 2001). Durant la dernière décennie, l'intérêt s'est détourné davantage vers les ressources énergétiques (DGEMP, 2001; Centre tricontinental, 2003; Chautard, 2007) et aussi les ressources hydriques (Sironneau, 1996; Lasserre et Descroix, 2002; Assouline et Assouline, 2007). L'aspect économique des ressources minérales a quant à lui aussi fait l'objet d'études et de traités élaborés, notamment pour l'évaluation des réserves des gisements (Barnes, 1988; Evans, 1993; Kesler, 1994) et économique des ressources (Perman *et al.*, 2003; Field, 2005; Rotillon, 2005), ainsi que les marchés de matières premières (Calabre, 1997; Simon et Lautier, 2006). La littérature dédiée à l'évaluation économique des ressources en eau est plus limitée et plus récente (NRC, 1997; Brouwer et Pearce, 2005; Young, 2005; Griffin, 2006), à l'opposé de celle sur les aspects techniques de l'évaluation quantitative des ressources (Walton, 1970; Twort *et al.*, 1974; Miloradov et Marjanovic, 1998).

Ainsi, le Canada, et en particulier le Québec, ne font pas exception et possèdent tous deux des ressources naturelles stratégiques qui ont assuré historiquement leur développement économique. Malheureusement, l'exploitation de certaines de ces ressources (bois, pâtes et papier, produits agricoles, poissons, etc.) a souffert récemment au Canada d'une baisse de compétitivité face à des concurrents dont les coûts de production sont souvent bien inférieurs. Par contre, pour d'autres ressources, certaines régions du pays s'en tirent plutôt bien, notamment avec le pétrole et le gaz, les métaux de base (nickel, cuivre) et précieux (or, argent, platine), les phosphates (engrais) et l'uranium. Dans ce contexte de compétitivité élevée, il est donc essentiel pour le Québec de déterminer quelles ressources naturelles stratégiques il possède et lesquelles il doit développer, ainsi que d'établir la façon la plus efficace économiquement pour les exploiter dans une perspective de développement durable et de commerce international. Dans le présent travail, l'intérêt sera dirigé plus spécifiquement vers la vision économique des ressources naturelles dites minérales.

Le secteur des ressources minérales, occupe déjà une place d'importance dans l'économie du Québec. En 2006, l'industrie minière québécoise employait plus de 15 000 travailleur(re)s. Certain(e)s d'entre eux (elles) travaillaient à l'extraction des métaux précieux (or, argent, platine), des métaux de base (cuivre, nickel, zinc, fer, niobium), et des minéraux industriels (agrégats de construction, soit sable et gravier, calcaires, etc.). D'autres étaient impliqué(e)s dans des travaux d'exploration pour les minéraux cités précédemment, mais aussi pour les substances énergétiques comme l'uranium, le pétrole et le gaz, compte tenu de leur prix actuel très élevé. Finalement, d'autres industries (fonderie, produits usinés, etc.) qui transforment des matières premières, en partie importées, en d'autres produits, donnant ainsi une plus-value à la ressource, employaient également une main d'œuvre spécialisée dans le secteur des ressources minérales. Par conséquent, peu importe le type de matière première ou ressource naturelle examiné, il y a un grand intérêt à regarder tant les industries de transformation que les industries d'extraction, puisqu'il s'agit d'une filière industrielle bien développée.

Dans ce contexte de pression mondiale, certaines des ressources minérales dont est pourvu le Québec risquent de devenir plus rares et pourraient par conséquent susciter un plus grand intérêt de la part de nos voisins ou d'autres pays. Il deviendrait alors avantageux d'exploiter ou d'exporter ces ressources de différentes façons en profitant des filières industrielles déjà présentes. Le Québec possède plusieurs gisements intéressants de métaux (or, cuivre, nickel), et aussi quelques ressources probables mais plus limitées en uranium, pétrole et gaz. Également, on cite souvent les ressources hydriques parmi les ressources naturelles dont dispose le Québec en abondance. Ces dernières englobent les eaux de surface et les eaux souterraines et sont réparties en quantités significatives sur l'ensemble du territoire.

Malgré le fait que les ressources en eau puissent être considérées comme des ressources stratégiques et qu'elles soient assujetties à des problèmes de pénurie locale du fait de leur distribution géographique inégale sur la terre, il n'y a eu historiquement que peu de conflits directs d'importance entre États pour leur utilisation (Gorelick, 2008). Des conflits ont été observés principalement à l'intérieur même des pays. Il n'y a pas eu non plus de pourparlers sérieux pour leur commerce en grande quantité et les transferts massifs d'eau ont été réalisés surtout sur courtes et moyennes distances pour des besoins d'intérêts publics.

En effet, un des facteurs limitatifs à l'exportation d'eau semble être présentement le coût prohibitif du transport d'eau sur de grandes distances par rapport aux autres options disponibles. Dans ce contexte, bien que la question de l'exportation d'eau en vrac ou en grandes quantités ait été examinée au Québec et au Canada (Sasseville, 1997; Morin, 2004; CIIA, 2005; Lasserre, 2005; Boyer, 2008), aucun projet n'a été mis de l'avant malgré l'importance des ressources. Plus modestement, des projets de transports d'eau à

l'aide de sacs imperméables ou par bateau-citerne, voir des pétroliers, ont été discutés, mais tous ne semblaient pas économiquement viables, ni techniquement au point (Mayrand *et al.*, 2002; Boyer, 2008).

L'industrie de vente d'eau embouteillée est par contre bien implantée au Québec (Rivard, 1998; GRAMI, 2003). Malgré une presse plutôt critique, notamment concernant l'usage de bouteilles de plastique non recyclables, l'industrie est très développée à travers le monde où elle est en pleine expansion (Clarke, 2007; Nestlé Waters, 2007). On note que la popularité et les ventes de ce produit sont très liées aux aspects de mise en marché et de distribution. Malgré tout, le marché de l'eau embouteillée semble limité au Québec, compte tenu notamment de la forte concurrence internationale et aussi en terme d'acceptabilité sociale.

Il apparaît donc opportun d'examiner les approches dont dispose le Québec pour utiliser de façon durable ses ressources en eau afin d'être plus concurrentiel, assurer ses approvisionnements, augmenter son pouvoir de négociation, et améliorer la qualité de vie de ses citoyens. Dans un contexte favorable, en plus de la vente directe d'eau, le développement des ressources pourrait se faire par le développement ou la consolidation de certains types d'industries reconnues comme utilisant l'eau en grandes quantités (hydroélectricité, métallurgie, pisciculture, etc.), soit comme matière première dans leur chaîne de production.

Dans cette perspective, il est impératif pour le Québec de se doter de politiques économiques innovatrices afin d'utiliser ses ressources en eau pour favoriser le développement de ses régions, tout en assurant leur protection contre la pollution et en prévenant leur épuisement. Considérant le potentiel hydrique du Québec et aussi ses besoins, est-ce que les ressources en eau deviendront stratégiques pour lui dans le contexte de mondialisation, de pression sur les ressources et de changements climatiques? Comment pouvons-nous les développer ou les protéger pour notre développement économique? Le présent travail aborde ces questions.

1.2 Objectifs de la recherche

L'objet du mémoire est de vérifier quelques hypothèses sur l'utilisation des ressources naturelles comme aide au développement économique, en particulier celles voulant que les ressources en eau soient bien des ressources minérales stratégiques pour le Québec. Pour y parvenir, il est utile d'examiner en premier lieu l'économie des ressources minérales en général afin de faire ressortir les paramètres d'importance de cette filière. Par la suite, ces paramètres seront appliqués à l'étude de la filière des ressources en eau, soit pour :

- En évaluer leur situation et leur disponibilité;

- Identifier leurs caractéristiques ainsi que leur usage dans le commerce et l'économie;
- Déterminer les secteurs industriels qui en dépendent au Québec;
- Vérifier si elles peuvent servir au développement économique du Québec au même titre que les autres ressources minérales.

En ce sens et à titre comparatif, il sera aussi pertinent d'examiner le caractère stratégique des ressources en eau par rapport aux autres ressources minérales. L'examen de ces paramètres devraient donc permettre d'identifier les différents enjeux et risques de l'utilisation des ressources en eau.

Mentionnons aussi que ce projet s'inscrit dans le contexte social actuel du Québec. En effet, l'utilisation potentielle de l'eau dans le commerce soulève de vifs débats et son statut est en voie d'être clarifié[1]. Ce travail tentera d'apporter quelques éléments de réponse à cette problématique.

1.3 Limitations de l'étude

La plupart des ressources minérales métalliques et énergétiques du Québec ont fait l'objet d'analyses détaillées dans le but d'évaluer leur apport économique, notamment dans le cadre de l'élaboration des stratégies minérales[2] (Ordre des géologues du Québec, 2007) et énergétiques[3] gouvernementales, ainsi que pour des études sectorielles[4]. Bien que le commerce de l'eau en vrac et celui des eaux embouteillées ait fait l'objet d'une certaine attention au Québec, ceci n'est toutefois pas le cas des ressources hydriques spécifiquement en tant que matière première dans l'industrie. En effet, en plus de permettre la production d'énergie hydroélectrique utilisée entre autre pour transformer les matières premières, les ressources en eau sont aussi fréquemment un élément clé dans les procédés industriels, ainsi que pour l'approvisionnement en eau potable en général.

L'approche considérant l'eau comme matière première pour favoriser le développement économique, au même titre que les autres ressources minérales, n'a pas été examinée de façon exhaustive à notre connaissance au Québec, ni au Canada. Les aspects économiques des ressources en eau ont été examinés surtout pour les besoins généraux de l'approvisionnement en eau pour les populations et l'agriculture, au détriment des besoins en eau à un niveau plus local, soit son utilisation dans le secteur industriel. Les études se sont surtout attardées à une approche avantage-coût du développement des ressources en eau

---

[1] Gouvernement du Québec, Projet de Loi No 92 – Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection, 2008.

[2] http://consultation-minerale.gouv.qc.ca/aim-min/locale.do?langue=fr

[3] http://www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/strategie/index.jsp

pour le secteur rural et agricole principalement (Kulshreshtha, 1994), ainsi que sur l'aspect économique de la préservation des ressources (Martin, 1999; Marbek Resource Consultants, 2005). Au Québec en particulier, le potentiel de développement économique à l'aide des ressources en eau a été étudié principalement tel que mentionné dans la perspective de la vente directe de volumes d'eau de surface (Sasseville, 1997; MRI, 1999, Mayrand *et al.*, 2002; Morin, 2004, Boyer, 2008). L'eau souterraine a été examinée dans une perspective similaire, soit dans le cas de la vente des eaux embouteillées (Rivard, 1998; GRAMI, 2003). C'est pourquoi dans ce projet, le cas des ressources en eau dans l'industrie est abordé principalement en fonction de l'utilisation de ces ressources comme matière première par les industries pour le développement économique.

Le gouvernement du Québec, tout comme plusieurs autres pays, a adopté pour l'utilisation et le développement des ressources en eau ce qu'on appelle la gestion intégrée par bassin versant. Cette approche, qui est assez bien établie (Burton, 2001; Environnement Québec, 2004), tient compte autant des activités naturelles que des activités humaines qui se déroulent dans un bassin versant. L'approche s'intéresse aux causes des problèmes liés à la quantité et à la qualité de l'eau et des effets qu'ils produisent sur les populations locales et les écosystèmes aquatiques dans le but de trouver des solutions s'inscrivant dans une perspective de développement durable. Cette approche de gestion permet également d'établir les priorités d'action en tenant compte des impacts cumulatifs sur le milieu aquatique. Toutefois, il s'agit d'une approche visant la protection des écosystèmes qui considère principalement les industries comme utilisateur ou pollueur de la ressource. Cette approche ne vise pas réellement à faire la promotion du développement des ressources en eau lorsque ces dernières sont disponibles en grande quantité sur le territoire.

Ainsi, considérant l'hypothèse que les ressources en eau peuvent constituer une ressource stratégique pour le Québec, ses différents rôles dans le cycle économique peuvent être abordés par une comparaison avec le traitement que l'on porte envers les autres ressources dans les politiques canadiennes et québécoises, et les accords de commerce international. En effet, l'analyse de la situation des autres ressources devrait faciliter l'élaboration de politiques pour favoriser le développement économique du Québec à l'aide des ressources en eau. Le présent travail vise à bonifier la démarche actuelle du gouvernement du Québec pour la gestion intégrée des ressources en eau. La particularité de ce projet réside dans le souci de vouloir promouvoir les ressources en eau du Québec comme matière première disponible pour l'activité industrielle sur son territoire.

---

[4] http://www.sidex.ca

1.4 Organisation de l'étude

Le travail a été divisé en deux parties faisant référence à deux éléments particuliers, soit : 1) l'étude des caractéristiques des ressources en eau et de leur place dans l'économie; et 2) le caractère stratégique des ressources en eau et la façon de les utiliser pour favoriser le développement économique du Québec.

Après avoir exposé l'approche méthodologique au chapitre 2, les caractéristiques de l'eau en tant que ressource minérale seront étudiées au chapitre 3 de la première partie et le chapitre 4 traitera des différentes composantes de l'économie de l'eau. L'aspect des avantages comparatifs des ressources en eau pour le Québec sera examiné au chapitre 5 , alors que le cadre des politiques économiques pour l'aide au développement sera discuté au chapitre 6.

Dans la dernière partie du travail, la situation des ressources en eau sera abordée en tant qu'instrument de développement économique. On vérifiera d'abord au chapitre 7 le caractère stratégique des ressources en eau et son intérêt pour le Québec. Par la suite, les enjeux reliés au développement des ressources en eau pour le commerce, les risques qui y sont associés, ainsi que les perspectives pour le Québec seront examinés dans le chapitre 8.

Finalement, des conclusions sur le potentiel d'exploitation des ressources en eaux pour le Québec seront exposées au chapitre 9 avec quelques recommandations sur les travaux et études à compléter.

2 APPROCHE ET MÉTHODOLOGIE

2.1 Approche conceptuelle

Comme il a été mentionné, le gouvernement du Québec a adopté pour l'utilisation et le développement des ressources en eau ce qu'on appelle la gestion intégrée par bassin versant. Il s'agit d'une politique visant en priorité la protection des ressources comme source d'approvisionnement d'eau potable et comme milieu récepteur des écosystèmes qui en dépendent. Cette politique de gestion n'a toutefois pas comme objectif de faire la promotion du développement des ressources en eau, en particulier pour le secteur industriel, en situation d'abondance sur le territoire. Le présent travail vise donc à compléter la démarche gouvernementale actuelle de gestion intégrée des ressources en eau en analysant plus en détail les aspect politique et économique des ressources en eau, plus spécifiquement en tant que matière première pouvant servir à l'industrie. Cette démarche est différente de celle qui a été typiquement suivie lorsqu'on étudie les ressources en eau du Québec dans le commerce, soit principalement comme produit d'exportation direct (en vrac ou en contenant).

Les ressources en eau seront donc examinées dans la perspective qu'elles constituent une matière première disponible en grande quantité pour l'approvisionnement des industries du Québec. Elles seront aussi examinées afin de vérifier si elles constituent une ressource stratégique permettant de donner au Québec un avantage commercial ou politique sur les autres pays, en permettant en autre d'augmenter les exportations de produits dont la fabrication demandent beaucoup d'eau. Les questions auxquelles il sera tenté de répondre dans le cadre de ce travail sont les suivantes :

- En tant que matière première, l'eau présente-t-elle les mêmes caractéristiques économiques que les autres ressources minérales?
- Quelle est la place des ressources en eau dans l'économie mondiale et celle du Québec?
- Quelles sont les caractéristiques des ressources minérales stratégiques et à ce titre, est-ce que l'eau peut être considérée comme ressource stratégique pour le Québec?
- Quelles sont les perspectives de développement des ressources en eau disponibles au Québec, et quels sont les principaux enjeux et risques qui y sont reliés?

Pour répondre à ces questions, une approche documentaire a été privilégiée dans le cadre de ce projet de recherche. En effet, plusieurs études sur des domaines et des problématiques associées aux ressources naturelles en général et à l'eau étant disponibles, ces dernières demandent à être examinées, puis

synthétisées et analysées afin d'être intégrées dans notre démarche pour tenir compte de la réalité québécoise. En conséquence, la littérature décrivant les caractéristiques et l'importance des ressources minérales dans l'économie mondiale, la structure des filières et marchés, les perspectives de développement dans le contexte mondial, le contexte politique et légal relié à l'exploitation des ressources sera examinée sommairement. Il sera alors possible d'établir des caractéristiques d'approvisionnement des industries et tendances dans le secteur des ressources minérales, ainsi que les éléments à considérer dans leur étude. Ces caractéristiques seront analysées ensuite pour évaluer si elles s'appliquent au cas de l'eau. Cette revue permettra d'établir le statut particulier de l'eau en faisant ressortir les différences avec les autres ressources minérales.

Le cas de l'eau sera donc étudié selon cette approche par l'examen de son utilisation dans l'économie mondiale et à travers celle du Québec. La disponibilité de la ressource en eau au Québec et à l'étranger sera d'abord évaluée, puis la situation de ces ressources sera examinée en fonction de leur distribution géographique, des problématiques qui leurs sont associées et de leurs usages. Les usages directs et indirects de l'eau seront étudiés (approvisionnement en eau potable et industrielle, irrigation, hydroélectricité, etc.), ainsi que l'eau en tant que produit d'exportation (transferts massifs, eau embouteillée en contenants ou en vrac, boisson, etc.). Ceci permettra de comparer l'importance relative des ressources en eau du Québec par rapport à celles du reste du monde.

Le cas de l'eau sera examiné comme facteur de production favorisant le développement d'industries de produits destinés à l'exportation en fonction des conditions actuelles des industries au Québec (agriculture, pisciculture, métallurgie, pâtes et papiers, autres activités industrielles, etc.). En ce sens, une attention particulière sera donnée à l'identification des industries *hydrovores*, soit les industries qui prélèvent ou consomment beaucoup d'eau dans la fabrication de leurs produits.

L'analyse du potentiel de développement des ressources en eau sera abordée selon la théorie des avantages comparatifs. Quelques paramètres spécifiques seront donc examinés en détails, soit :

- La disponibilité de la ressource (rareté, localisation des réservoirs) en fonction des besoins (demande, marchés et les industries utilisatrices);
- La formation des prix, soit l'évaluation de son coût d'extraction, de transport et de distribution;
- Les facteurs susceptibles d'influencer l'offre et la demande, ainsi que les forces et faiblesses des industries québécoises.

La situation de l'eau sera comparée à sa situation à l'étranger dans les différentes activités économiques. Une comparaison sera effectuée pour déterminer les critères pouvant faire des ressources en eau un paramètre de développement économique. Il sera alors possible d'établir si la ressource eau représente réellement un avantage concurrentiel pour le Québec.

La valeur stratégique des ressources en eau sera ensuite évaluée pour le Québec. Pour y parvenir, le concept de ressource stratégique sera d'abord examiné en identifiant les caractéristiques géopolitique et géo-économique des ressources minérales qui sont considérées comme telles. À ce titre, la situation des ressources minérales métalliques identifiées comme stratégiques sera analysée en évaluant leur importance dans l'économie et leur distribution géographique afin d'identifier les critères qui leur confèrent ce caractère stratégique par rapport à d'autres ressources plus communes. Les réponses à ces questions permettront de préciser si les ressources en eau constituent réellement une ressource stratégique pour le développement économique du Québec.

La dernière partie du projet consistera à examiner les façons de promouvoir l'usage de la ressource en eau dans l'intérêt du Québec. Elle permettra entre autre chose d'établir les enjeux, les risques et perspectives de développement de la ressource. Finalement, une stratégie pour le développement économique de la ressource eau au Québec sera proposée, inspirée sur la démarche employé dans l'économie des ressources minérales, afin de compléter la politique nationale de l'eau.

2.2 Méthodologie et traitement des données

Dans le cadre de l'approche de recherche retenue, la méthodologie adoptée est similaire à celle typiquement utilisée dans l'analyse économique des ressources naturelles en général. Ainsi, les méthodologies employées dans plusieurs des études disponibles sur des domaines reliés aux ressources naturelles seront examinées. Il existe également une littérature abondante décrivant différents aspects des ressources en eau, notamment des points de vue technique et économique, et celle-ci sera aussi étudiée. Beaucoup de données sont également disponibles à partir de bases de données accessibles par Internet sur des sites institutionnels internationaux, canadiens et québécois.

Tout d'abord, la revue de la littérature dédiée aux ressources minérales a pour but de définir les concepts théoriques propres à l'économie des ressources et à ses filières, ainsi que les perspectives des marchés. Les similitudes et différences entre les ressources minérales et les ressources en eau ont ainsi pu être mises en relief. L'analyse a été complétée en examinant le cadre politique et juridique des ressources en eau en comparaison avec les autres ressources minérales, ce qui a permis de faire ressortir le statut de l'eau en tant que ressource.

L'aspect économique des ressources en eau pouvant être abordé selon des bases similaires à celles analysant le commerce des ressources naturelles, on retrouve fréquemment dans la littérature traitant de l'économie des ressources, un chapitre dédié spécifiquement aux ressources en eau (Field, 2001; Perman et al., 2003; Rotillon, 2005). Les principaux thèmes typiquement examinés sont l'estimation de l'offre et de la demande, les consommateurs et les marchés, les investissements requis, les transferts des droits d'eau, le prix de l'eau (Brouwer et Pearce, 2005; Griffin, 2006). L'analyse de l'économie des ressources en eau peut aussi se révéler très poussée par l'examen notamment de l'allocation optimale des ressources, l'influence des institutions sociales, les politiques, les analyses coût-bénéfices, le marketing de l'eau, l'analyse et la modélisation de la demande et de l'offre (Hayes, 1987; Kalayci et Uluatam, 1991;Ashton, 2000; Um *et al.*, 2002). Certains de ces thèmes ont été explorés dans le cadre de ce travail.

La disponibilité et l'utilisation des ressources en eau dans le monde ont été déterminées à partir des études produites par l'UNESCO dans le cadre des différentes phases du programme hydrologique international (Shiklomanov et Rodda, 1998). Bien qu'elles datent de 1995, ces études dressent un portrait assez précis de l'état des ressources en eau par pays avec des projections sur leur situation future. De l'information similaire sur l'état et l'utilisation des ressources est disponible pour le Canada auprès de Ressources Naturelles Canada et Environnement Canada, ainsi qu'auprès du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP).

Il existe également des données détaillées sur l'utilisation de l'eau dans l'économie. Ces dernières ont été compilées lors de différents projets du programme des Nations Unies pour l'environnement (UNEP-FI), ainsi que par le *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD). Ces organismes ont répertorié les industries qui nécessitent un apport d'eau significatif dans leurs activités, mais sans toutefois quantifier de façon précise les volumes concernés. Leur objectif était de démontrer aux industries et aux milieux financiers, l'importance des ressources en eau dans les activités industrielles, et les risques financiers et opérationnels qu'elles courent si elles en font une mauvaise gestion. D'autres organismes possèdent aussi de l'information d'intérêt sur les usages de l'eau (*Word Water Council*, OCDE). Pour le Québec, les données sur l'utilisation de l'eau dans l'économie ont été extraites, principalement du recensement effectué à tous les 5 ans par Statistique Canada sur l'utilisation industrielle de l'eau au Canada (Statistique Canada, 2007), ainsi que de l'information provenant du MDDEP.

Pour obtenir des données plus quantitatives, une attention particulière a été accordée à la littérature sur l'eau virtuelle (Programme UNESCO-IHE : *Water Footprint*) où l'on retrouve plusieurs données sur la consommation d'eau pour la production de denrées agricoles et de quelques produits industriels. Bien que

peu d'information soit répertoriée sur les quantités utilisées par les industries, ces différentes sources ont permis d'établir une liste d'industries *hydrovores* potentielles avec leurs principales caractéristiques.

L'importance de l'eau dans l'économie du Québec a été examinée de façon indirecte à l'aide de la liste déjà produite. Les secteurs industriels susceptibles d'inclure des industries *hydrovores* qui dépendent de l'utilisation de l'eau à un niveau de leur chaîne de production ont été identifiés à travers les statistiques sur le commerce international du gouvernement du Québec (Institut de la statistique du Québec). Les produits d'exportation ont été regardés en priorité, mais également les importations afin d'évaluer si ces produits pourraient être réalisés ici à l'aide de nos ressources. Ensuite, la composition potentielle en eau comme matière première des principaux intrants dans les produits d'importation, d'exportation, et de transformation du Québec a été examinée afin d'estimer l'importance de l'eau réelle et de l'eau virtuelle dans le commerce au Québec.

Le potentiel de développement des ressources en eau pour le Québec a été évaluée en fonction de l'approche du commerce international. Les avantages comparatifs du Québec ont été déterminés à partir de l'information analysée préalablement afin de vérifier s'ils constituent bien des avantages concurrentiels, notamment en ce qui concerne les coûts de production. En effet, la détermination du prix de l'eau est une activité particulièrement complexe à effectuer et a déjà été examinée pour vérifier l'importance relative de ce paramètre (NRC, 1997; Young 2005). Il a alors été possible d'évaluer si le Québec possède bel et bien un avantage comparatif.

La place des ressources minérales et de l'eau dans les accords commerciaux régionaux concernant le Québec (ALENA et OMC) a aussi été examinée puisque l'exportation de l'eau est une activité à caractère international. À titre comparatif, une attention a été portée vers les exemples existants de politiques économiques qui ont été développées à partir des ressources en eau, en particulier celles de l'Union européenne, des pays d'Amérique latine et de l'Afrique. Ces régions présentent des exemples intéressants de politiques internationales ayant des mécanismes de gestion et de transferts d'eau, entre autre parce qu'ils partagent de nombreux cours d'eau et aquifères transfrontaliers, mais aussi compte tenu que certains de ces pays sont présentement sous stress hydrique. Plusieurs organismes internationaux, tels que l'UNCEE, l'OSCE et l'OEA, ont réalisé des travaux pertinents à ce sujet et ces derniers ont été consultés pour les besoins du travail.

Le caractère stratégique de l'eau pour l'économie du Québec a été étudié en comparant la situation pour les autres ressources minérales stratégiques, ce qui a permis d'en faire ressortir les caractéristiques propres à ce concept. Bien que beaucoup a déjà été écrit sur l'économie des ressources minérales, la

littérature est plus limitée sur les ressources minérales stratégiques. Il existe néanmoins quelques sources d'information pertinentes des gouvernements américain et français qui ont été mises à profit.

Finalement, à la lumière de l'information recueillie et analysée, les perspectives de développement des ressources en eau pour l'économie du Québec ont été présentées et discutées. Les principaux enjeux et risques qui y sont rattachés ont également pu être exposés.

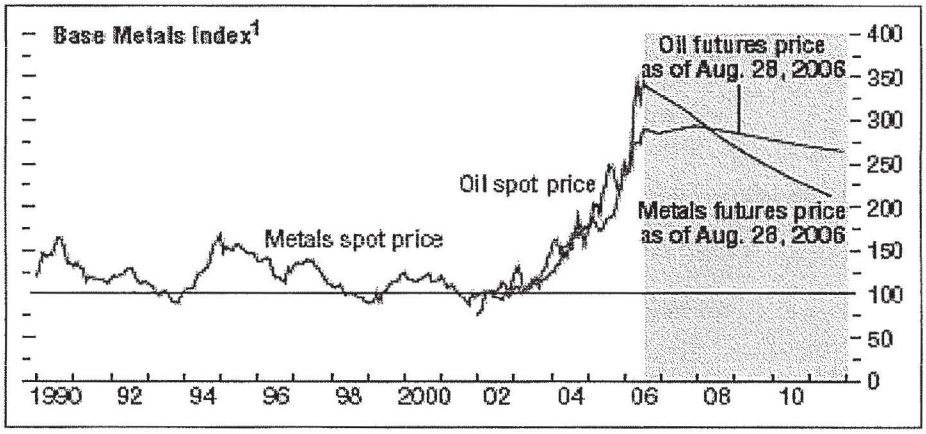
3 EAU EN TANT QUE RESSOURCE MINÉRALE

3.1 Perspectives mondiales du secteur des ressources minérales

Historiquement, certaines ressources naturelles ont joué un rôle très important dans l'économie de nombreux pays. On a seulement à penser au bois, aux métaux et au pétrole, qui ont permis le développement de pays comme le Canada, l'Australie, l'Afrique du Sud, les pays du Moyen-Orient, etc. Le développement de ces ressources s'est fait en fonction de la variation des différents besoins et lors des périodes favorables de développement économique. Aujourd'hui, la situation est également très favorable pour les nations qui possèdent des ressources naturelles et la tendance devrait demeurer ainsi à long terme.

En effet, la croissance des économies émergentes comme celles de la Chine, l'Inde, le Brésil et la Russie devrait assurer l'augmentation de la demande en produits finis, donc conséquemment en matières premières pour les fabriquer. Ces pays s'industrialisant, ils auront également un grand besoin de matières énergétiques et de denrées alimentaires. L'importation, l'exportation et la transformation de ces ressources par des industries nationales est par conséquent susceptible de favoriser l'augmentation du bien-être collectif de la population (développement de régions-sources, nouveaux emplois, taxation, etc.), surtout dans la mesure où ces bénéfices sont re-distribués équitablement (Calabre, 1997). Les ressources naturelles sont donc destinées à occuper une place importante dans l'économie de plusieurs pays pour encore plusieurs années à venir, malgré quelques soubresauts dans l'économie (Hocquart et Samama, 2006). La figure 3.1 montre l'évolution du prix au comptant pour les principaux métaux et le pétrole dans le monde en tenant compte des risques actuels de récession.

Figure 3.1: Évolution des prix des métaux et du pétrole sur les marchés



Source : IMF, 2006

Rappelons que les ressources naturelles incluent les ressources végétales (bois, plantes), les ressources animales (poissons et animaux de ferme), les ressources minérales (métaux, pétrole et gaz, eau) et ce qu'on pourrait considérer comme ressources environnementales (soleil, géothermie). Seule la situation des ressources minérales sera abordée dans ce travail, ce qui inclut les ressources hydriques. En effet, chaque catégorie de ressources naturelles possède des particularités dont le traitement se situe hors des limites de ce travail. Le tableau 3.1 indique la situation géographique de quelques gisements minéraux, ainsi que les principaux pays producteurs.

Tableau 3.1: Ressources minérales mondiales

Ressource	Principaux gisements	Principaux pays producteurs
Bauxite	[1]Guinée (25,4%); Australie (19,8%); Brésil (12,5%); Jamaïque (8,6%); Inde (5,1%); Guyane (3,9%)	[2]Australie (35%); Brésil (12%); Chine (10%); Guinée (8,8%); Jamaïque (8,2%)
Chrome	[1]Afrique du Sud (84%); Zimbabwe (11,1%); Russie (1,9%); Turquie (1,1%)	[2]Afrique du Sud (39%); Kazakhstan (19%); Inde (17%); Turquie (4,5%)
Cobalt	[1]RDC (25%); Cuba (21,7%); Nouvelle-Calédonie (10,3%); États-Unis (10,3%); Zambie (6,5%); Philippines (4,8%); Canada (3,1%)	[2]RDC (38%); Zambie (16%); Australie (10%); Canada (9,6%); Russie (8,6%); Cuba (6,2%)
Cuivre	[1]Chili (18,4%); États-Unis (17,1%); Australie (7,8%); Russie (6,8%); Zambie (6,4%); Pérou (6,1%); RDC (5,7%); Canada (4,4%)	[2]Chili (35%); États-Unis (7,6%); Indonésie (7,1%); Pérou (6,7%); Australie (6,1%)
Diamant	Afrique du Sud; Canada; Australie	[2]Bostwana (26%); Russie (25%); Canada (13,4%); Australie (9.3%)
Étain	[1]Malaisie (37,0%); Indonésie (22,7%); Thaïlande (9,0%); Australie (6,0%); Bolivie (4,6%); Royaume-Uni (3,0%); Chine (2,6%); Russie (2,6%); Brésil (2,3%)	[2]Chine (41%); Indonésie (27%); Pérou (14%); Bolivie (6,4%)
Nickel	[1]Cuba (22,5%); Nouvelle-Calédonie (15,3%); Canada (13,3%); Russie (7,3%); Indonésie (5,2%); Australie (4,8%); Philippines (4,6%)	[2]Russie (21%); Canada (13,4%); Australie (12,8%); Indonésie (10,8%); Nouvelle Calédonie (7,6%)
Or	Pays variés (Amériques, Asie, Afrique)	[2]Afrique du Sud (11,9%); Australie (10,6%); États-Unis (10,4%); Chine (9,1%); Pérou (8,4%); Russie (6,7%); Indonésie (5,3%)
Platinoïdes	[1]Afrique du Sud (80,8%); Russie (16,7%); États-Unis (1,3%); Canada (0,7%)	[2]Afrique du Sud (59%); Russie (28%)
Tungstène	[1]Chine (35,5%); Canada (19,3%); Russie (14,1%); États-Unis (8,4%); Australie (4,0%)	[2]Chine (89%); Russie (5%); Australie (1,5%)

Source : 1- Harbourgh, 1989; 2- Index Mundi, 2008.

La distribution géographique des ressources minérales étant variable, ce ne sont pas tous les pays qui profitent de cette croissance malgré une conjoncture économique favorable. En effet, le tableau 3.1 démontre que ce ne sont pas nécessairement les pays qui possèdent le plus de ressources qui sont les principaux producteurs. Dans le cas de certains pays, leur situation de monopole leur a assuré d'être le principal producteur malgré des périodes d'instabilité qui les ont secoués. Cela suggère donc que d'autres

paramètres entrent en jeu pour l'exploitation des ressources minérales d'un pays. Ces paramètres sont liés non seulement aux caractéristiques de la matière première, mais également au contexte politique, juridique, social, géographique, économique et énergétique des pays qui les possèdent, ainsi qu'aux aspects liés aux industries qui en font le commerce (concurrence, marketing, distribution, etc.).

3.2 Définitions et caractéristiques des ressources minérales

L'étude des ressources en eau en tant que ressource minérale demande en premier lieu de préciser quelques concepts et caractéristiques propres aux ressources naturelles. Field (2005) énonce la définition et les principales caractéristiques des ressources naturelles. Ces dernières sont décrites sommairement, ci-après, spécifiquement pour les ressources minérales.

On peut d'abord considérer les ressources minérales en tant que ressources extractibles et non-extractibles. Le premier terme fait référence aux ressources qui font l'objet d'un prélèvement physique de leur environnement naturel, et qui subissent le plus souvent une transformation au cours de leur utilisation. Un exemple est l'exploitation minière et pétrolière (excavation, dissolution, pompage, etc.) ou le prélèvement de l'eau pour l'approvisionnement des villes et l'irrigation. Le second terme considère les ressources qui produisent un service important sans être retirées de leur environnement naturel. Un exemple est l'utilisation de plans d'eau pour permettre le tourisme et les sports aquatiques.

On peut également distinguer les ressources dites non-renouvelables et renouvelables, ainsi que, parfois, les ressources dites recyclables (surtout les métaux). Les ressources minérales (métaux de base et précieux, matériaux de construction, pétrole et gaz) sont considérées comme des ressources non-renouvelables, à l'opposé des ressources animales et végétales qui, elles, sont dites renouvelables. L'eau est une ressource minérale considérée comme renouvelable dans la perspective où son exploitation est compensée totalement ou en partie par son renouvellement naturel. Toutefois, lorsque l'eau est exploitée jusqu'à épuisement, d'un point de vue économique (i.e. n'est pas renouvelée entièrement lors de son exploitation), on la considère comme une ressource minière non-renouvelable.

Les ressources en eau peuvent quant à elles être divisées en groupes qui sont pratiquement toujours inter-reliés. On considère d'abord les eaux de surface qui incluent les lacs, rivières, marais, étangs, etc. Viennent ensuite les eaux souterraines qui regroupent toutes l'eau contenue sous la surface du sol dans les pores et les fractures des roches et des dépôts géologiques superficiels. Finalement, il y a l'eau des glaciers. Dans les cas énumérés, il s'agit d'eau douce plus ou moins mobilisable pour les besoins humains, à l'exception des glaciers. L'eau de mer complète la liste des ressources hydriques, mais son utilisation est quant à elle plus limitée.

Tout comme pour les ressources minières, l'exploitation de l'eau fait appel à la notion de réservoir ou d'unité de gisement. Pour les eaux de surface, on fait référence au concept de bassin versant, soit une portion du territoire délimité par les lignes de crêtes topographiques et où toutes les eaux s'écoulent vers le point le plus bas pour se rejoindre et former un cours d'eau ou un lac. L'eau contenue dans la rivière en amont de la source de prélèvement, par prise d'eau directe ou par l'entremise d'un barrage, constitue la réserve ou le réservoir de la ressource. Pour les eaux souterraines, on parlera de gisement aquifère, ou tout simplement d'aquifère dont les limites peuvent parfois correspondre à celle du bassin versant. L'aquifère est défini comme une formation géologique qui possède un volume d'eau suffisant et exploitable économiquement pour l'approvisionnement.

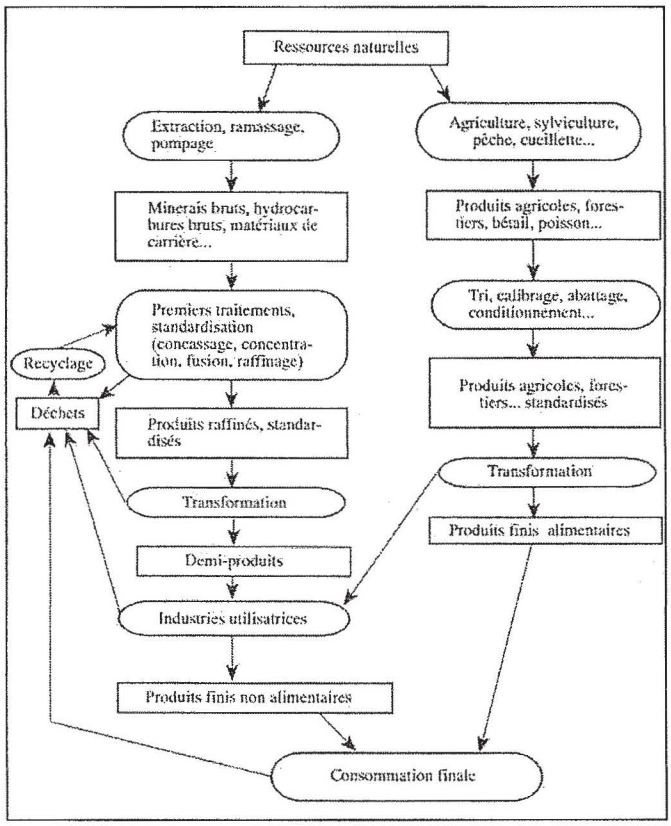
Malgré que l'on retrouve de l'eau en abondance et dans la plupart des formations rocheuses et dépôts superficiels (sols et mort-terrain) sur le territoire du Québec, son exploitation n'est pas toujours possible. Par exemple, le débit ou la qualité de l'eau de certaines rivières est trop variable durant l'année, ce qui limite leur utilisation. Également, malgré la présence de beaucoup d'eau dans les sols argileux, cette dernière ne peut être extraite car elle est fortement liée aux fines particules d'agile. D'autres fois, le niveau de l'eau dans le sol est trop profond pour permettre son exploitation économique (coûts d'énergie et d'équipements requis).

3.3 Filières et marchés internationaux

Tel que nous l'avons mentionné auparavant, la définition des ressources naturelles englobe une multitude de ressources. Ces dernières vont subir plusieurs transformations par le biais de différentes industries depuis leur extraction jusqu'à leur utilisation en produit fini. Dans le présent travail, les caractéristiques des filières et marchés des ressources dites minérales sont examinées, ce qui inclut l'eau comme substance minérale à l'état liquide. Malgré des différences, notamment dans la façon de lui attribuer une valeur et dans sa distribution (caractéristiques des producteurs), l'étude de l'économie des ressources en eau, notamment en tant que matière première aux industries, présente des similitudes avec l'étude des autres ressources minérales.

La filière économique des ressources naturelles présente donc une série d'étapes menant de la production jusqu'à la consommation de la ressource. La figure 3.2 présente schématiquement la structure générale de la filière de production et de transformation des ressources naturelles.

Figure 3.2: Structure générale de la filière de production et de transformation d'une matière première (Calabre, 1997).



Sommairement, il y a d'abord les activités reliées à l'exploration de la ressource. Celles-ci consistent en les travaux de définition (études, sondages et forages, échantillonnage, analyses chimiques, etc.) qui permettront la détermination des limites du gisement ou de la réserve, ainsi que des teneurs et de la qualité. Suite à l'estimation du volume et de la valeur du gisement (réserves prouvées, probables ou totales), il est alors possible d'établir la rentabilité potentielle de son exploitation.

On peut considérer ensuite les aspects associés à l'exploitation de la ressource. Il y a les activités d'extraction, de prélèvement ou de pompage proprement dites. Ces activités sont suivies par l'entreposage et la manutention de la ressource sur le site, puis son expédition par convoyeur, camion, train, bateau ou pipeline. Les paramètres d'exploitation importants à prendre en compte concernent principalement les dépenses d'exploitation et d'entreposage (infrastructures et opération), les coûts de transport et d'énergie, ainsi queles mesures de protection de l'environnement.

La transformation des ressources est l'étape suivante. Parfois, la ressource est vendue directement sans transformation; d'autres fois, elle subit un premier traitement (concassage, concentration, raffinage, etc.). Les transformations peuvent être réalisées sur le site d'exploitation ou à l'extérieur. La ressource peut être

transformée en produits raffinés, ou directement en produits finis ou en un demi-produits qui seront vendus à une autre industrie qui, elle, la transformera en produits finis.

La consommation finale est abordée par l'examen de l'utilisation de la ressource dans l'économie, son importance dans la société civile et les industries, la possibilité d'y trouver un substitut, les risques de ruptures d'approvisionnement, etc. En complément à la figure 3.2, on pourrait inclure ici un aspect intermédiaire qui concerne la distribution de la ressource. On considère alors la concurrence entre les différents producteurs et acheteurs, les différents marchés de transaction (gré à gré, *London Metal Stock Exchange, Chicago Mercantile Exchange, etc.*), les étapes de la chaîne d'approvisionnement, le coût du transport, etc. Finalement, on peut examiner l'aspect de la disposition finale de la ressource, soit le re-traitement, le recyclage, l'enfouissement ou le rejet dans les effluents ou dans la nature.

La filière de l'eau est globalement similaire à la filière générale des ressources minérales. Toutefois, contrairement aux autres ressources minérales, la filière de l'eau relève surtout du domaine public. Elle comprend des industries privées ou publiques, principalement de services, qui prélèvent et distribuent l'eau à différents clients pour le compte du gouvernement afin de satisfaire les besoins en eau potable des populations et ceux de l'agriculture et des industries. La vente d'eau en vrac, strictement dans le domaine privé, est plutôt rare, voir inexistante. Ainsi, l'importance des industries locales à travers les différentes composantes de la filière économique utilisant la ressource et leur dépendance face aux autres pays permettront de lui attribuer une valeur et un degré de vulnérabilité pour l'économie de la nation. Malgré les similitudes, ceci nous amène à discuter des caractéristiques qui font de l'eau une ressource minérale particulière.

3.4 Statut particulier de l'eau comme ressource minérale

3.4.1 *Cadre juridique*

Selon le droit international, les ressources naturelles minérales qu'on retrouvent dans le sous-sol d'un pays sont typiquement propriétés de ce dernier (Emanuelli, 2004). Le pays peut donc décider de les exploiter lui-même ou d'en attribuer l'exploitation à un tiers sous différentes conditions. En général, les propriétaires des terres en surface ont bien peu à dire dans l'exploitation des ressources du sous-sol, en particulier si cela est au nom de l'intérêt national. On rapporte tout de même dans quelques pays des règles associées à l'exploitation des ressources, telles que des mesures de compensation ou l'obligation de remettre les terrains dans leur état initial. Mentionnons tout de même que les principaux bailleurs de fonds internationaux (IFC et autres banques de développement) ont établi dans leurs processus d'aide des lignes directrices afin de limiter les impacts sociaux et environnementaux.

Contrairement aux ressources minérales, les ressources en eau ont un statut différent qui est moins bien défini juridiquement (Paquerot, 2005) et qui varie selon les pays (Porto, 1998; Posta, 2002; Nowlan, 2005; De Vos *et al.*, 2006); . L'eau est souvent considérée comme un bien collectif, essentiel à la vie, et qui ne devrait pas par conséquemment avoir de propriétaire. Néanmoins, la place occupée par l'eau dans le commerce ne peut faire abstraction de la notion de propriété de l'eau.

Deux doctrines s'affrontent en général sur la question de la propriété de l'eau. Il y a d'abord celle qui donne les droits absolus d'utilisation de l'eau au propriétaire des terrains adjacents à la ressource. Ce dernier a accès directement à la source (rivière ou aquifère) dont il peut puiser la quantité qu'il désire. L'autre doctrine donne l'usage prioritaire des ressources en eau à son premier utilisateur, même si ce dernier ne détient pas la propriété du terrain adjacent au cours d'eau. Par exemple, un agriculteur qui s'approvisionnait en eau à partir d'une rivière par pipeline traversant un terrain qui ne lui appartient pas, aurait préséance sur l'utilisation de la source sur le propriétaire du terrain adjacent à la rivière, si ce dernier veut démarrer un nouveau projet d'approvisionnement en eau à l'aide de cette source.

Au Canada, les lois sur l'allocation des ressources en eau ont à l'origine principalement le *common law* britannique. Dans cette perspective, quelques approches juridiques sont identifiées pour déterminer la propriété de l'eau (Nowlan, 2005), soit:

- Celle qui alloue les droits absolus d'utilisation de l'eau au propriétaire du terrain (Ontario et Maritimes);
- Celle de première allocation où un utilisateur acquiert un permis exclusif d'utilisation (Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan et Manitoba);
- Celle d'une gestion publique par une autorité gouvernementale (Yukon, Nunavut et Territoires du Nord-Ouest); et
- Celle du code civil au Québec qui permet l'exploitation des ressources en eau au propriétaire terrien en autant qu'elle ne porte pas préjudice aux voisins.

L'eau possède aussi fréquemment un caractère transfrontalier contrairement aux autres ressources minérales. Ainsi, dans le droit international pour les cours d'eau et aquifères transfrontaliers, trois principes s'affrontent également (Laserre, 2005; Salman, 2007; Gundimeda et Howe, 2008) :

- Souveraineté territoriale absolue (doctrine Harmon) : Ce principe s'appuie sur la souveraineté absolue de chaque État sur son territoire, ce qui lui permet d'utiliser l'eau sur son territoire comme bon lui semble.

- Intégrité territoriale absolue : Ce principe précise que chaque État doit permettre au cours d'eau de poursuivre son trajet naturel. Par conséquent, aucun pays ne peut en interrompre le flot ou en augmenter ou diminuer le débit. Cela implique donc nécessairement des négociations entre pays amont et aval.

- Première appropriation : Ce principe confère la propriété de l'eau à l'État qui a le premier mis en valeur la ressource, ce qui lui justifie le droit de l'utiliser à sa convenance

Inutile de rappeler que ces doctrines opposées ont été la source de nombreux litiges car aucune n'a préséance du point de vue juridique (Lasserre, 2005). De plus, l'utilisation d'eau transfrontalière est encore plus difficile à concilier lorsque les pays concernés n'ont pas des lois internes similaires.

3.4.2 *Cadre politique et réglementaire au Canada et au Québec*

Au Canada, l'exploitation des ressources minérales est principalement de compétences provinciales. Les ressources en eau relèvent quant à elles de différentes juridictions (Nowlan, 2005).

D'abord, le gouvernement fédéral possède les pouvoir législatifs sur :

- La pêche dans les eaux intérieures et le littoral;
- Le transport maritime et la navigation;
- Les infrastructures transfrontalières et trans-provinciales (ex : pipeline);
- Les bâtiments et infrastructures fédéraux;
- Les canaux, ports, rivières, lacs, écluses;
- Les terres amérindiennes.

Le gouvernement provincial possède quant à lui le contrôle premier sur la gestion des eaux à l'aide des pouvoirs législatifs suivants :

- Le pouvoir de légiférer sur la propriété et les droits civiques, incluant la réglementation sur l'usage de la propriété et des terres;
- La réglementation des infrastructures;
- La propriété de toutes les terres publiques, incluant l'eau;
- La propriété des ressources naturelles;
- La juridiction sur les municipalités;
- Les affaires strictement locales et privées;
- Les questions reliées aux ressources naturelles, la foresterie et l'énergie électrique.

Au Québec, l'eau tombe sous une multitude de lois et règlements des gouvernements fédéral, provincial et municipaux. Par exemple, on dénombrait en 2002 plus de 92 lois, règlements, guides, directives ou demandes d'autorisation pour 9 types d'usage[5]. De façon générale, la ressource appartient au propriétaire du terrain qui peut l'utiliser comme il désire à la condition de ne pas nuire à ses voisins.

Dans le cas des eaux transfrontalières, la Commission mixte internationale est l'organisme qui a été mis en place pour régler les différents potentiels entre le Canada et les États-Unis. Elle a été créée en 1909 dans le cadre du Traité relatif aux eaux limitrophes. La Commission mixte internationale tente d'aider les gouvernements des deux pays à trouver des solutions aux problèmes concernant principalement leurs eaux limitrophes, mais également les problématiques atmosphériques transfrontalières.

En terminant mentionnons que bien que le Québec possède la pleine juridiction sur la gestion de ses ressources en eau, le gouvernement fédéral possède le champ de compétences en ce qui concerne le commerce international. Il est donc nécessaire d'examiner ces deux paliers de gouvernement lorsqu'on désire discuter du commerce international de l'eau. Par contre, l'exploitation de l'eau sur le territoire par les industries est principalement de juridiction provinciale.

[5] Vers une gestion intégrée de l'eau au Québec : un encadrement juridique à prévoir. Présentation de Me P. Sinclair à l'Institut Canadien, décembre 2002.

4 ÉCONOMIE DES RESSOURCES EN EAU

4.1 Situation mondiale des ressources en eau

4.1.1 *Filière des ressources en eau*

Comme il a été mentionné précédemment, la structure de la filière des industries du domaine des ressources en eau présente des similitudes avec celle des autres ressources minérales. En effet, on y retrouve :

- Des activités reliées au prélèvement de l'eau : Cela peut être réalisé directement par les utilisateurs de la ressource (villes, industries, exploitations agricoles, etc.) ou par des intermédiaires (sociétés de services et de distribution d'eau à des utilisateurs).

- Des activités de transformation de l'eau : Celles-ci peuvent consister en le traitement de l'eau, par exemple pour la rendre potable à la consommation humaine, ou l'ajouter à d'autres produits (jus, conserves, alcool, etc.), ou l'inclure à un procédé de fabrication (solvant, refroidissement, production de vapeur, etc.).

- Des activités de distribution ou de vente : Ces dernières peuvent inclure la vente directe d'eau au consommateur sous la forme d'un produit (eau embouteillée, eau en vrac) ou d'un service (à une ville à travers un réseau d'aqueduc privé).

- Des activités de services : Elles consistent dans toutes les industries complémentaires aux activités précédentes, telles que celles pour la recherche de sources d'eau et la conception des infrastructures (sociétés de génie-conseil), la fabrication d'équipements de traitement d'eau (filtre, ozonateur, etc.), la vente (distributeur d'eau en fontaine, commerce au détail), etc.

Dans le but d'évaluer le potentiel commercial de la filière des ressources en eau, il est donc nécessaire de connaître ses caractéristiques. Les principaux éléments à considérer sont (Calabre, 1997):

- La structure et la configuration de la filière internationale du produit;

- La structure concurrentielle du marché international du produit; et

- La dynamique de la filière.

Ainsi, l'étude économique de la filière des ressources en eau se concentrera plus spécifiquement vers les éléments suivants :

- La situation des ressources en eau (offre);
- La variation de la consommation (demande);
- Les usages et utilisations;
- Les enjeux, risques et perspectives.

Beaucoup de données sont disponibles pour étude. Celles-ci sont discutées dans les sections suivantes du présent chapitre.

4.1.2 *Ressources mondiales en eau*

Environ 70 % de la Terre est recouvert d'eau sous différentes formes (Environnement Canada, 2008). La majeure partie est constituée d'eau de mer salée (97, 5%), alors que le reste est constitué d'eau douce (2,5 %). Cette dernière consiste en l'eau contenue dans les glaciers et le couvert neigeux permanent (68,9 %), les eaux souterraines (30,8 %), et l'eau des lacs et rivières (0,3 %). Malgré l'abondance des ressources en eau douce, seulement une partie infime est directement utilisable comme source d'approvisionnement; l'eau des glaciers étant immobilisée sous forme de glace et certaines eaux souterraines se trouvant à de trop grandes profondeurs pour être pompées de façon économique.

La distribution géographique des ressources en eau douce est aussi très variable. Certaines régions équatoriales sont très pluvieuses, alors que d'autres régions sont caractérisées par un climat aride avec peu ou pratiquement aucune précipitation durant de longues périodes. Le tableau 4.1 montre la situation des ressources en eau douce renouvelable dans le monde. Les ressources en eau dites renouvelables sont celles qui sont « remplacées » annuellement à travers le cycle hydrologique naturel de précipitations et écoulement. Elles consistent principalement dans l'écoulement des rivières formé localement dans le pays et de celui provenant d'apports extérieurs. Elles incluent l'écoulement de base des eaux souterraines qui font résurgence dans les rivières, ainsi que les aquifères superficielles non-drainés par les rivières. Toutefois, le volume d'eau de ces derniers est faible globalement par rapport aux écoulement de surface. Ainsi selon cette définition, les ressources en eau renouvelable n'incluent pas l'eau des lacs, ni l'eau souterraine emmagasinée dans les réservoirs profonds, ce qui sous-estime la quantité totale d'eau disponible à court et long terme.

Tableau 4.1: Ressources mondiales en eau douce renouvelable disponibles pour les 30 premiers pays.

Pays	Surface en million de km²	Population en millions	Ressources en eau km³/année						Disponibilité potentielle en eau	
			Apports (eau de surface)			Local			(en 1000m³/année)	
		1995	Moyenne	Max.	Min.	Moyenne	Max.	Min.	par km²	par capita
Brésil	8,51	159	1900	2350	1600	6220	7640	5200	730	45,2
Russie	17,08	148	222	330	144	4053	4513	3533	237	28,1
Canada	9,98	28	130	166	99,4	3287	3760	2910	329	120
États-Unis	9,36	262	148	178	107	2930	3864	2058	313	11,5
Chine	9,6	1209	0	0	0	2701	3455	2015	281	2,23
Inde	3,27	919	581	697	508	1456	1794	1065	445	1,9
Colombie	1,14	34,3	0	0	0	1200	1436	1049	1053	35
Pérou	1,28	23,3	144	204	119	1100	1526	911	859	50,3
Zaïre	2,34	42,6	313	420	248	989	1328	786	423	26,9
Bolivie	1,1	7,2	155	209	120	361	487	279	328	60,9
Chili	0,76	14	0	0	0	354	515	266	466	25,3
Australie	7,68	17,9	0	0	0	352	701	228	45,8	19,7
Mexique	1,97	94,8	2,51	5,2	0,3	345	476	236	175	3,67
Nouvelle-Zélande	0,27	3,5	0	0	0	313	405	246	1159	89,4
Nigeria	0,92	108	43,7	69,4	23,4	275	437	148	299	2,75
Argentine	2,78	34,2	623	1410	343	270	610	149	97,1	17
Équateur	0,28	11,2	0	0	0	265	324	197	946	23,7
Gabon	0,27	1,28	15,6	21	10,3	205	272	133	759	166
Nicaragua	0,13	4,5	0	0	0	176	226	134	1354	39,1
France	0,55	56,8	26,8	38,6	11,9	168	232	78,1	305	3,19
Panama	0,08	2,6	0	0	0	144	196	98	1800	55,4
Costa Rica	0,05	3,42	0	0	0	110	158	75	2200	32,1
Espagne	0,51	39,6	0	0	0	109	256	27,7	214	2,75
Honduras	0,11	5,49	0	0	0	93	128	66,2	845	17,3
Kazakhstan	2,72	16,7	55,9	97	29,7	68,4	111	38	25,1	5,77
Uruguay	0,18	3,2	74,1	150	25	68,1	201	10,3	378	32,9
Ukraine	0,6	51,4	159	233	91,8	51,2	91,9	25,6	85,3	2,54
Georgie	0,07	5,45	9,56	14,4	5,85	51,1	66,3	38,5	730	10,2
Kyrgizstan	0,2	4,67	0	0	0	48,9	71,6	37,3	245	10,5
Tadjikistan	0,15	5,93	46,9	70,444 751	30,739 775	47,2	69,7	30,4	315	11,9
MONDE	**135**	**5 633**	**42 785**				**44 751 (max)**	**39 775 (min)**	**317**	**6,7**

Source : Shiklomanov et Rodda, 1998

Bien qu'elles ne démontrent pas les disparités régionales à même les continents et les pays, ces données indiquent une abondance d'eau (apport et local) en Amérique du Sud (Brésil, Colombie, Pérou) et en Asie (Russie, Chine, Inde). L'Amérique du Nord vient au 3ième rang (Canada, États-Unis). Par contre, en terme de potentiel d'eau disponible par habitant, le Gabon se situait en premier, suivi du Canada, la Nouvelle-Zélande, la Bolivie et le Pérou. La distribution géographique des ressources en eau étant différente de la

répartition démographique, cette situation peut donc engendrer des pénuries à des endroits, alors que dans d'autres régions il y aura des excédents d'eau.

4.1.3 *Ressources en eau au Canada et au Québec*

Le Canada est pourvu de vastes ressources en eau douce (Environnement Canada, 2008). Environ 25 % du territoire est constitué de terres humides et près de 9 % est recouvert d'eau douce. Ceci contribue à attribuer au Canada la plus grande superficie de lacs au monde, soit près de 891 163 km^2. Près de 7 % de l'eau douce renouvelable est déversée chaque année par les rivières du territoire vers la mer. Environ 60 % de toute cette eau douce se draine vers le nord dans l'Arctique alors que 85 % de la population est concentrée au sud du pays.

Le Québec est également bien pourvu de ressources en eau douce (Gouvernement du Québec, 2002). Le tableau 4.2 compare la situation des ressources en eau douce renouvelable du Québec par rapport à celle du Canada et des autres pays les plus abondants en eau douce.

Tableau 4.2: Situation des ressources en eau renouvelable du Québec avec celle de quelques pays.

Rang mondial	Région	Ressources en eau renouvelable (km^3/année)	
		Moyenne[3]	Pourcentage
Situation mondiale[1]		42 785	100,0
1	Brésil[1]	8 120	19,0
2	Russie[1]	4 275	10,0
3	**Canada**[1]	3 417	8,0
4	États-Unis[1]	3 078	7,2
5	Chine[1]	2 701	6,3
6	Inde[1]	2 037	4,8
7	République Démocratique du Congo[1]	1 302	3,0
8	Pérou[1]	1 244	2,9
9	Colombie[1]	1 200	2,8
10	**Québec**[2]	990	2,3
	Région sud (vallée du St-Laurent), 410 km^3/année; région nord de la vallée du St-Laurent, 580 km^3/année		

Source : 1 : Shiklomanov et Rodda, 1998; 2 : Gouvernement du Québec, 2002; 3 : total des valeurs moyennes des apports en eau de surface et locaux, tel que présentés au tableau 4.1.

Comme le tableau l'indique, avec près de 990 km^3 d'eau renouvelable par année, le Québec disposerait de plus de 2,3% (on cite souvent dans les médias 3%) des réserves d'eau douce renouvelable du monde. Il n'est toutefois pas le seul territoire à être bien pourvu de ressource en eau (Brésil, Russie). Par rapport au reste du Canada, le Québec posséderait plus de 28 % des ressources en eau douce du pays.

Comme il est aussi possible de constater sur le tableau, la répartition des ressources en eau est légèrement différente entre le nord et le sud du Québec. Sa population est concentrée au sud dans la vallée du St-Laurent où plus de 40% des eaux douces renouvelables du territoire se retrouvent. Les eaux de ce territoire sont issues du bassin transfrontalier du fleuve St-Laurent qui draine en partie la région des Grands Lacs.

Il convient de rappeler que l'estimation des volumes d'eau douce renouvelable consiste uniquement dans le calcul des débits moyens annuels des cours d'eau, sans considérer le volume d'eau contenue en réserve dans les lacs et les aquifères profonds. En terme d'exploitation des ressources en eau, il est toujours préférable d'utiliser la portion de l'eau qui est renouvelée sans entamer les réserves de base qui servent à maintenir l'équilibre hydrologique. Ainsi, en plus de ses réserves d'eau renouvelable avec près de 4 500 rivières, environ 10 % du territoire du Québec est recouvert d'eau, soit par plus de 500 000 lacs. De plus, des réserves d'eau souterraine, approvisionnées par des précipitations efficaces d'environ 750 mm par année, seraient également disponibles en réserve. Leurs volumes seraient estimés à 2 000 km^3 dont 10% sont situées en territoire habité.

Compte tenu de sa faible population, les conditions hydrauliques du territoire attribuent au Québec un pourcentage élevé d'eau disponible per capita. La présence d'abondantes ressources en eau accessibles et peu développées pourrait donc constituer un avantage compétitif pour le Québec, notamment du fait de sa proximité avec les États-Unis, marché important et pays qui devient de plus en plus assoiffé.

4.2 Utilisation de l'eau dans l'économie mondiale

Depuis quelques années, l'augmentation de la demande en eau potable et industrielle a exercé une pression importante sur les ressources de certains pays. Cette situation est due à l'accroissement démographique et au développement économique, souvent conjugués à la diminution des réserves suite à l'assèchement de rivières ou la baisse des nappes d'eau souterraine, en particulier en contexte de changement climatique. La situation devrait même se dégrader puisqu'on estime un accroissement de plus de 50% de la demande en eau sur les 30 prochaines années (Banque Mondiale, 2004). Le Conseil Mondial de l'Eau a chiffré à plus de 180 milliards $US les dépenses nécessaires annuellement pour régler les problèmes associés aux ressources en eau déficientes, alors qu'elles sont actuellement autour de 70 et

80 milliards $US (Cosgrove et Rijsberman, 2000). Les besoins consistent surtout en infrastructures d'approvisionnement en eau et d'assainissement.

Les ressources en eau sont utilisées à travers l'économie des pays pour différents besoins. Environ 70% des prélèvements d'eau sont effectués pour l'agriculture, alors que 20 % le sont pour les industries et 10 % pour l'approvisionnement en eau potable. Selon l'OCDE (2003), les besoins en eau ne cesseront pas d'augmenter, en particulier pour les besoins domestiques. Pour l'agriculture, la consommation d'eau a peu progressé, alors que la portion d'eau destinée à l'usage industriel dans les pays industrialisés diminue depuis 30 ans. Ceci suggère en partie le déclin dans les pays industrialisés des industries fortement consommatrices d'eau (mines et métallurgie), probablement dû à l'utilisation de technologies plus efficaces et plus économes en eau, mais également par un transfert de ces industries vers certains pays en émergence (Inde, Chine). Les besoins en eau ont quant à eux augmenté dans le secteur de l'énergie.

À travers les différentes activités économiques, l'eau peut être prélevée temporairement du cycle hydrologique pour un usage spécifique. On définit le prélèvement d'eau comme étant la quantité d'eau extraite d'une source d'approvisionnement pour une activité spécifique pour une période donnée (Environnement Canada, 2008). En général, une grande partie de cette eau est retournée dans la nature, directement ou par les réseaux d'égout. Il s'agit de ce qu'on appelle l'évacuation de l'eau. Les principales activités de prélèvement d'eau concernent la production d'hydro-électricité, les activités industrielles et les besoins domestiques.

L'eau peut aussi être consommée en étant par exemple intégrée dans un produit, contaminée, ou évaporée (transformée en vapeur). La consommation d'eau est définie comme la quantité d'eau que l'on retire du réseau hydrographique et qu'on soustrait à l'usage d'autres utilisateurs situés en aval. Il s'agit donc de la différence entre les volumes d'eau prélevée et les volumes d'eau évacuée pour une période donnée. Les principales activités consommatrices d'eau sont l'irrigation des cultures, et ainsi que l'évaporation directe des grands réservoirs d'eau à ciel ouvert et des étangs de refroidissement.

Les tableaux 4.3 et 4.4 présentent l'évolution depuis 1950 et la projection pour 2025 des ratios d'eau prélevée et consommée, respectivement, en fonction des diverses utilisations des ressources en eau. Pour chaque année, les chiffres représentent le pourcentage des ressources en eau utilisée dans chacun des secteurs (agricole, industriel, domestique et réservoirs) en fonction de la région considérée.

Tableau 4.3: Ratio d'eau prélevée par secteur d'activité économique en fonction du volume total d'eau prélevé par continent.

Région	1950				1995				2025			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Europe	32,2	25,4	41,2	1,5	37,4	14,7	44,8	3,2	37,2	14,0	45,8	3,1
Amérique du Nord	53,5	7,9	36,0	2,9	43,5	10,7	41,5	4,4	41,4	12,3	41,3	4,8
Afrique	90,5	7,0	2,6	0,0	63,0	8,1	4,4	24,7	53,1	18,0	6,0	22,8
Asie	93,4	2,4	4,2	0,0	80,0	6,9	9,9	3,2	72,0	9,5	15,2	3,3
Amérique du Sud	82,4	9,5	7,9	0,4	58,6	17,2	15,4	8,7	44,2	22,7	23,8	9,2
Australie et Océanie	50,0	7,2	39,4	3,3	51,0	10,9	23,5	14,8	46,8	11,3	26,1	15,7
Monde	78,1	6,3	14,8	0,8	66,1	9,1	19,9	5,0	60,9	11,6	22,3	5,1

Eau prélevée pour: **1** – l'agriculture; **2** – l'industrie; **3** – usage domestique; **4** – réservoirs.

Source : Shiklomanov et Rodda, 1998

Tableau 4.4: Ratio d'eau consommée par secteur d'activité économique en fonction du volume total d'eau consommé par continent.

Continent	1950				1995				2025			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Europe	67,7	12,6	15,6	4,0	71,4	5,6	15,3	7,6	66,8	4,3	22,3	6,7
Amérique du Nord	83,5	4,7	3,6	8,0	75,1	5,0	7,2	12,8	72,4	6,0	7,5	14,2
Afrique	97,9	1,6	0,5	0,0	63,8	1,5	0,8	33,8	60,5	3,4	1,3	35,0
Asie	98,0	0,7	1,1	0,0	91,0	1,5	2,3	5,1	88,4	1,8	4,1	5,7
Amérique du Sud	95,0	2,5	1,9	0,6	76,4	4,0	3,2	16,3	67,4	4,7	8,3	20,0
Australie et Océanie	81,3	2,0	9,9	6,7	69,1	2,2	3,1	25,7	64,1	2,1	6,4	27,8
Monde	94,0	2,2	2,5	1,4	84,5	2,4	4,0	9,1	81,5	2,7	6,1	9,7

Eau consommée pour: **1** – l'agriculture; **2** – l'industrie; **3** – usage domestique; **4** – réservoirs.

Source : Shiklomanov et Rodda, 1998

Les chiffres des tableaux indiquent, en ce qui concerne les quantités prélevées, que la majeure partie est attribuée aux besoins de l'agriculture. Les autres grands prélèvements consistent en l'eau destinée aux usages domestiques. On constate une tendance à la baisse vers 2025 pour les besoins de l'agriculture au profit d'une augmentation systématique pour tous les autres usages. Il en ressort de ces chiffres qu'une

partie importante des besoins en eau qui étaient prélevée pour l'agriculture, et les activités agroalimentaires, serait redirigée vers d'autres secteurs, notamment le secteur des réservoirs (hydroélectricité) et les besoins domestiques.

En ce qui concerne les ratios pour l'eau consommée, la situation est différente. En effet, on observe généralement que la grande partie de l'eau consommée pour les usages agricoles directs demeurera relativement élevée dans le futur. Néanmoins, cette proportion tend à diminuer légèrement avec le temps, principalement au profit de la création de vastes réservoirs, entre autre pour l'hydroélectricité et l'approvisionnement en eau en général, dont la consommation plus élevée pourrait être attribuée à de plus grands besoins et une évaporation plus intense (changements climatiques?). Ceci est particulièrement évident pour l'Afrique, l'Amérique du Sud, l'Australie et l'Océanie. Les besoins pour les autres usages (industriels et domestiques), notamment en Amérique du Nord et en Europe, augmentent aussi, mais ils ne représentent toujours qu'un faible ratio de l'eau consommée.

Ces chiffres semblent indiquer une corrélation avec l'augmentation des besoins en eau résultant de l'industrialisation et l'urbanisation des continents africain et sud-américain. En effet, la demande devient donc plus élevée suite à l'électrification des régions, l'augmentation des connections privées à des réseaux d'aqueduc, et la production et l'achat de biens consommation. L'amélioration des pratiques agricoles d'irrigation pourrait aussi expliquer la diminution de la part de l'eau destinée à l'agriculture sur l'ensemble des continents.

4.3 Utilisation des ressources en eau au Canada et au Québec

4.3.1 *Utilisation de l'eau au Canada*

Le Canada étant un vaste pays, la distribution de ces ressources en eau varie grandement sur le territoire. Les provinces de l'est (Maritimes), du centre (Québec et Ontario) et la Colombie-Britannique où règne un climat plus tempéré avec de fortes précipitations disposent en général de ressources en eau plus accessibles. Les prairies (Alberta, Saskatchewan et Manitoba) sont typiquement plus arides. Par conséquent, les pressions sur les ressources et la compétition entre les différents usagers varieront donc aussi grandement. Par exemple, l'utilisation importante d'eau pour l'extraction pétrolière en Alberta est en compétition directe avec les besoins pour l'agriculture (Gaudet *et al.*, 2005).

À travers le pays, les eaux utilisées proviennent de différentes sources, soit les eaux de surface et les eaux souterraines. Leur utilisation est variable et est fonction surtout de la disponibilité en eau de surface qui sont plus accessibles. Pour l'approvisionnement en eau potable, le pourcentage d'utilisation des

ressources en eau souterraine par rapport aux volume total d'eau utilisé (eaux de surface et eaux souterraines) varie de 23% en Alberta à 100% à l'Île-du-Prince-Édouard (Rutherford, 2004). Au Québec le taux d'utilisation de la ressource en eau souterraine est estimé à 28% par rapport aux eaux de surface.

Le tableau 4.5 présentent quelques statistiques sur l'utilisation de l'eau par région au Canada (Environnement Canada, 2008). Il s'agit de l'utilisation brute de l'eau qui représente la quantité d'eau totale utilisée dans le cadre d'une activité. En principe, elle devrait correspondre au prélèvement d'eau, mais puisque de plus en plus d'industries recycle la même eau, cela signifie que l'utilisation brute de l'eau pourrait être plusieurs fois supérieure au prélèvement. La différence entre l'utilisation brute de l'eau et le prélèvement permet d'estimer le taux de recyclage d'eau d'une industrie, paramètre qui témoigne du degré d'efficacité de son utilisation. Également, dans ce cas-ci, il est à noter que la production d'énergie hydroélectrique est considérée comme une utilisation sur place de l'eau et c'est pourquoi ces données ne sont pas incluses dans le tableau. Contrairement aux utilisations par prélèvement, les utilisations sur place sont difficilement mesurables quantitativement car l'eau n'est pas retirée de son milieu naturel.

Tableau 4.5: Secteurs d'utilisation de l'eau au Canada

Région	Thermo-électricité	Industrie manufacturière	Industrie minière	Agriculture	Municipal	Rural	Total
	Millions de mètres cubes par années						
Maritimes	x	537,7	x	20,6	286,9	190,7	1 305,9
Québec	x	1 833,1	24,2	113,2	1 555,0	250,3	3 775,9
Ontario	26 647,9	3 486,8	42,7	174,1	1 536,4	176,3	32 064,2
Prairies	x	675,2	x	3 592,4	650,0	123,5	5 041,1
Colombie-Britannique et Nord	x	1 246,1	62,1	886,2	753,6	125,5	3 073,5
Total national	32 137,5	7 778,9	458,9	4 786,6	4 784,5	866,3	50 812,7
Pourcentage du total	63,25 %	15,31 %	0,90 %	9,42 %	9,42 %	1,70 %	100 %

Notes: x : indique que les données ne sont pas disponibles; * : Les prélèvements ne peuvent être séparés de l'utilisation totale de l'eau. Les données indiquées au tableau représentent l'utilisation totale de l'eau; ** : Certaines données régionales ne sont pas indiquées en raison de leur caractère confidentiel ou de problèmes au niveau des données. Il s'ensuit que le total national ne correspond pas à la somme des régions. Source initiale: Enquête sur l'eau potable et les eaux usées des municipalités, 2004 d'Environnement Canada, Estimation de la quantité d'eau utilisée à des fins agricoles, 2001 de Statistique Canada et Enquête sur l'utilisation industrielle de l'eau, 2005 de Statistique Canada.

Source : Environnement Canada, 2008

Malgré la présence de données confidentielles dans le tableau (indiquées par un X), les résultats permettent de dresser un portrait de la distribution des usages de l'eau au Canada. Les données

manquantes concernent les secteurs de la production thermo-électrique (centrales thermiques classiques à énergie fossiles et centrales à énergie nucléaire; production hydroélectrique exclue) pour la majorité des régions et quelques unes pour les mines. Pour le premier secteur, puisqu'il s'agit de l'eau utilisée par les centrales thermiques classiques et nucléaires uniquement, il est probable que l'Ontario soit un grand utilisateur. On peut également assumer que les volumes d'eau d'usage thermo-électrique seraient relativement faibles pour le Québec, compte tenu de l'usage prépondérant de l'hydroélectricité. En ce qui concerne le secteur minier, il s'agirait de plus petites quantités d'eau impliquées si on compare avec les chiffres pour les autres provinces, notamment du fait du recyclage important d'eau dans l'industrie minière. De plus, il n'était pas clair dans la source des données où se situait les chiffres des prélèvements d'eau pour l'exploitation pétrolière (manufacturier ou minier). Notons toutefois le fait que les chiffres du secteur minier n'étaient pas disponibles pour les Prairies, alors ces derniers pourraient être plus élevés compte tenu de l'usage significatif d'eau et de vapeur dans la production pétrolière.

Ainsi selon le tableau 4.5, les ressources en eau sont donc utilisées au Canada, par ordre décroissant, principalement dans la production d'énergie thermo-électrique (centrales thermiques et nucléaires), puis dans l'industrie manufacturière (papier et produits connexes, métaux de base, produits chimiques, etc.), l'approvisionnement en eau potable municipal (urbain et rural), l'agriculture (irrigation et abreuvement du bétail), ainsi que par le secteur minier (séparation du minerai, refroidissement des foreuses, lavage du minerai, évacuation des résidus, etc.), qui, lui, recycle beaucoup ses eaux de procédé.

En ce qui concerne l'utilisation de l'eau au Canada plus spécifiquement dans le secteur industriel (manufacturier, minier et énergétique), Statistique Canada prépare à tous les 5 ans une enquête-questionnaire destinée aux industries (voir Annexe A). Bien que de nombreuses données soient jugées confidentielles (X), les résultats de l'étude de 2005 présentés au tableau 4.6 permettent d'avoir une appréciation plus détaillée des besoins par secteur, puisqu'ils ne biaisent pas le pourcentage cumulatif total de chaque catégorie d'utilisation. Notons encore que ce tableau considère uniquement les centrales thermiques et nucléaires pour le secteur énergétique, et que l'extraction pétrolière n'y serait pas incluse. De plus, mentionnons que beaucoup d'industries recyclent une partie importante de l'eau qu'ils utilisent, ce qui réduit le volume total d'eau prélevée.

Tableau 4.6: Utilisation industrielle de l'eau au Canada

Groupe industriel	Prélèvement		Recyclage		Évacuation		Consommation[1]		Taux de consommation[2]
	Mm^3/an	*%*	*Mm^3/an*	*%*	*Mm^3/an*	*%*	*Mm^3/an*	*%*	%
Secteur manufacturier									
Aliments	1 366,8	17,6	51,2	1,5	1 094,1	16,3	272,7	25,9	20,0
Boissons et produits du tabac	160,6	2,1	2,5	0,1	79,4	1,2	81,3	7,7	50,6
Usines de textile	19,8	0,3	3,0	0,1	16,6	0,2	3,2	0,3	16,3
Produits textiles	x	x	0,4	0	x	x	0,6	0,1	x
Produits en bois	124,2	1,6	x	x	92,8	1,4	31,4	3,0	25,3
Papier	2 598,3	33,4	988,8	29,4	2 464,0	36,6	134,3	12,8	5,2
Produits du pétrole et du charbon	364,8	4,7	504,7	15,0	322,5	4,8	42,3	4,0	11,6
Produits chimiques	532,5	6,8	x	x	382,6	5,7	149,9	14,3	28,1
Produits en plastique et en caoutchouc	x	x	x	x	x	x	3,7	0,4	x
Produits minéraux non-métalliques	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Première transformation des métaux	1 606,2	20,6	1 237,4	36,8	1 367,9	20,3	238,4	22,7	14,8
Produits métalliques	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Machines	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Matériel de transport	48,7	0,6	0,3	0	46,9	0,7	1,9	0,2	3,8
Activités diverses	x	x	x	x	x	x	x	x	12,5
Autres[3]	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total	***7 778,9***	***100,0***	***3 357,9***	***100,0***	***6 727,8***	***100,0***	***1 051,1***	***100,0***	***13,5***
Secteur minier									
Mines de métaux	346,6	75,5	x	x	x	x	x	x	110,0
Mines de non-métaux	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mines de charbon	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total	***458,9***	***100,0***	***2 057,7***	***100,0***	***x***	***x***	***x***	***x***	***216,0***
Secteur énergétique									
Total	***32 137,5***	***100,0***	***4 207,3***	***100,0***	***31 247,0***	***100,0***	***890,0***	***100,0***	***2,8***

Notes : x : données confidentielles; 1 : Consommation = Prélèvement – Évacuation; 2 : Taux de consommation = Consommation comme pourcentage de prélèvement; 3 : Autres - amalgamation des groupes industriels suivantes (SCIAN à trois chiffres) : vêtements, produits en cuir, impression et activités connexes, produits informatiques et électroniques, matériels, appareils et composants électriques et meubles.

Source : Statistique Canada, 2008

En ce qui a trait aux volumes d'eau prélevés, ces résultats montrent que le secteur énergétique, principalement les centrales thermo-électriques, a été le plus grand utilisateur d'eau parmi les industries visées par l'enquête. Près de 92,1 % du volume total d'eau prélevée pour ses besoins étaient des eaux de surface provenant de rivières ou de lacs; le reste étant constitué des eaux souterraines et de l'eau de mer. Environ 98,3 % de cette l'eau prélevée était utilisée pour le refroidissement, la condensation ou la production de vapeur. Comme les chiffres le montrent, l'industrie recycle peu l'eau prélevée, qui est ensuite évacuée dans la nature après un usage unique.

L'utilisation de l'eau par les industries manufacturières vient au second rang. Les industries qui ont prélevé le plus d'eau étaient celles du secteur des pâtes et papier (49,8 %), des métaux de première transformation (31,8 %), des produits chimiques (8,4 %), ainsi que les industries du pétrole et du charbon (5,6 %). Les taux de consommation les plus élevées rapportés étaient spécifiquement pour les industries des boissons et produits du tabac, des produits chimiques, des produits en bois et les aliments. Les autres industries présentaient un taux plus élevé de recyclage de l'eau. La source d'eau douce prélevée par les industries manufacturières était principalement de l'eau de surface (61,3 %). Entre 25 et 33 % de l'eau provenait des services publics.

Toujours pour le secteur manufacturier, l'eau prélevée était surtout utilisée à des fins industrielles (52,7 %). Environ 34,7 % de l'eau prélevée servaient au refroidissement, à la condensation ou à la production de vapeur, alors que le reste était utilisé pour les services sanitaires et d'autres utilisations. Par exemple, 69,3 % de l'eau utilisée par les industries des pâtes et papier étaient à des fins industrielles, alors que 28,2 % servaient au refroidissement, à la condensation ou à la production de vapeur. Les autres grandes industries utilisatrices d'eau (métaux de première transformation, chimique, pétrole et du charbon) ont surtout utilisée l'eau pour le refroidissement et la condensation. Les industries des aliments ont utilisé 63,6 % de l'eau prélevée pour des besoins industriels.

Il convient de mentionner que plusieurs des établissements manufacturiers avaient des besoins spécifiques en ce qui concerne la qualité de l'eau prélevée. Ils devaient donc traiter l'eau prélevée avant de pouvoir l'utiliser comme eau industrielle ou pour les activités de refroidissement, de condensation ou de production de vapeur. Fréquemment, plusieurs procédés de traitement, tels que le dégrillage, la filtration et la chloration, devaient être appliqués avant d'utiliser l'eau.

Le secteur industriel qui vient en dernier lieu en terme d'utilisation d'eau est l'industrie minière. Environ 75,5 % du prélèvement d'eau est effectué par les industries métallurgiques. L'eau utilisée provient en grande partie de systèmes prises d'eau de surface (76,2 %) et le reste (19,2 %) provient de prises d'eau souterraine. L'eau prélevée était utilisée à 82,1 % pour des besoins industriels (procédé), 8,2 % servait

pour le refroidissement, la condensation ou la production de vapeur, et le reste allait pour les usages des services sanitaires et autres utilisations. Mentionnons aussi qu'une fraction significative des volumes d'eau estimés sur de nombreux sites miniers est de l'eau souterraine qui doit être drainée des mines avant de pouvoir exploiter celles-ci, ce qui explique le taux très élevé d'eau recyclée. En terminant, disons que les chiffres concernant l'utilisation de l'eau pour l'extraction pétrolière ne seraient pas comptabilisés dans ce tableau, mais ils seraient probablement important car il est reconnu que l'eau est utilisée de façon significative sous forme liquide ou de vapeur, et d'effluent dans les procédés d'extraction.

4.3.2 *Utilisation de l'eau au Québec*

L'eau possède une place importante dans l'économie du Québec (Gouvernement du Québec, 2002). Elle sert d'abord de source d'approvisionnement en eau potable pour les populations urbaines et rurales. On en utilise aussi de grandes quantités dans la production de biens industriels (papier, métaux, véhicules, pneus, etc.) à travers les procédés de fabrication et dans des activités de nettoyage, chauffage et de refroidissement. On en utilise aussi des quantités significatives pour l'irrigation des cultures et dans le secteur agroalimentaire (jus, conserve, aliments préparés, piscicultures, etc.). L'eau sert également à la production d'hydro-électricité, et est aussi utilisée comme vecteur de transfert de chaleur dans la géothermie. D'après les chiffres du tableau 4.5, on peut résumer au tableau 4.7 l'utilisation de l'eau au Québec en fonction des pourcentages indiqués.

Tableau 4.7: Utilisation de l'eau au Québec

Activité	Quantité	
	Million de mètres cubes	Pourcentage du total connu
Thermo-électricité	x[1]	x
Industrie manufacturière	1 833,1	48,5
Municipal	1 555,0	41,2
Rural	250,3	6,6
Agriculture	113,2	3,0
Industrie minière	24,2	0,6
Total	3 775,9	100,0

Note: 1 : x : indique que les données ne sont pas disponibles

Source : Environnement Canada, 2008

Bien que les volumes pour l'usage de l'eau dans le cadre des activités de production thermo-électrique ne soient pas disponibles, on est en droit d'assumer qu'ils peuvent être plus faibles compte tenu de l'usage

prépondérant de l'hydroélectricité au Québec. En effet, rappelons que ces chiffres concernent uniquement les centrales thermiques classiques et celles à l'énergie nucléaire; la production hydroélectrique est exclue.

À l'opposé, si les débits d'utilisation d'eau sur place avaient été considérés, notamment dans le cadre de la production hydroélectrique, les volumes auraient été plus importants du fait du très grand nombre de barrages hydro-électriques au Québec. En effet, on dénombrait durant l'année 2000 près de 145 petites, moyennes et grands centrales aménagées sur 50 rivières de 33 bassins versants du Québec. De plus, le potentiel hydro-électrique encore exploitable n'était toujours pas atteint.

Ainsi, le secteur manufacturier serait un des principaux consommateurs d'eau au Québec. Les secteurs des pâtes et papiers (69 %), de la métallurgie primaires (21 %), du pétrole et de la chimie organique et inorganique utilisent typiquement de grandes quantités d'eau. Les industries traitant la surface des produits manufacturés (peinture, chrome et autres) consomment également beaucoup d'eau.

Au même titre que le secteur manufacturier, le secteur de l'approvisionnement en eau municipal procède à des prélèvements d'eau élevés. Environ 45 % de la population est approvisionnée en eau potable par le fleuve St-Laurent, alors 35 % le sont par les eaux des lacs et rivières et 20 % par les eaux souterraines. Ce secteur est aussi le fournisseur d'eau de nombreuses industries.

Le monde rural ainsi que les secteurs agricole, agro-alimentaire et minier se partagent les pourcentages restants. L'agriculture québécoise requiert typiquement peu d'irrigation et d'arrosage. On rapporte plutôt à certains endroits du territoire des problèmes de surplus d'eau qui nécessitent le drainage des terres. Parmi les entreprises du secteur agroalimentaire, les pisciculture sont les plus importants utilisateurs d'eau au Québec.

Mentionnons en terminant que la principale source de l'eau consommée, notamment par les secteurs municipal, énergétique et manufacturier, est constituée des eaux de surface. Les eaux souterraines seraient utilisées principalement en région rurale pour les besoins résidentiels (54 %), les pisciculture (23 %), l'élevage et l'irrigation (16 %), des industries variées (6,5 %) et les eaux commerciales embouteillées (0,08 %) (MEF, 1996).

En ce qui concerne les eaux embouteillées, notons que les prélèvements sur les ressources sont négligeables, soit près de 0,08 % de l'eau souterraine captée sur territoire. Près de 96% de la production d'eau embouteillée consiste en de l'eau de source ayant subi peu ou pas de traitement, alors que près de

1% est de l'eau minérale et 3% de l'eau traitée. Jusqu'à la fin des années 1990, près de 33% de la production d'eau embouteillée au Québec était destinée à l'exportation.

4.4 Eau dans les activités industrielles et commerciales

4.4.1 *Eau industrielle*

Mis à part les besoins vitaux, l'utilisation des ressources en eau dans l'économie se fait souvent de façon indirecte et discrète. En effet, comme dans le secteur agricole, l'eau n'est utilisée dans plusieurs circonstances que comme intermédiaire pour la production industrielle (procédé, chaleur, nettoyage, énergie, etc.), et elle est très souvent non comptabilisée. Bien que peu documentée, elle constitue néanmoins un des éléments à considérer en tant que maillon, souvent critique, de la chaîne d'approvisionnement de nombreuses industries et ou d'activités reliées plus directement à l'usage de l'eau. Ces dernières années, un intérêt grandissant a été porté sur les risques financiers reliés à la disponibilité de l'eau dans les activités industrielles à la suite d'une augmentation de la pression sur les ressources qui a entravé la production de biens (Anheuser-Busch en Idaho, PepsiCo en Inde, DuPont en Floride[6]). Cet aspect sera discuté plus en détails au chapitre 8 lors de l'analyse de la question des risques reliés à l'usage de l'eau dans la chaîne d'approvisionnement. Néanmoins, cet intérêt croissant a permis d'identifier de façon plus précise la place de l'eau au cœur de certaines activités industrielles. Le tableau 4.8 plus loin présente des usages de l'eau qui ont été répertoriés dans les activités des différents secteurs industriels.

Dans le cas de ces usages moins directs de l'eau, on peut faire référence au concept d'eau virtuelle. Ce dernier est défini typiquement comme l'eau qui est contenue dans les marchandises, c'est-à-dire, l'eau qui est utilisée à la production de biens agricoles et industriels ou de services. Il existe peu de données précises sur les quantités d'eau utilisées dans le cadre des activités industrielles. Les données les plus fiables concernent les produits agricoles; très peu de données sont disponibles pour le secteur industriel et sont difficiles à quantifier (Dupont et Renzetti, 2001; Dietzenbacher et Velzquez, 2007; Chahed *et al.*, 2008; Chapagain et Hoekstra, 2008; Roth et Warner, 2008). Le tableau 4.9 présente une estimation des quantités d'eau utilisées pour la fabrication de certains produits agricoles et industriels. Ces estimés de volumes proviennent d'un apport naturel d'eau (précipitations) et/ou artificiel (irrigation, pompage, arrosage, etc.).

[6] Site internet du WBCSW – Case studies.

Tableau 4.8: Activités économiques nécessitant un apport d'eau en quantité ou qualité suffisante

Secteur	Activité	Usage de l'eau (quantité et qualité)
Agriculture	Horticulture, vignobles, vergers	Matière première pour l'irrigation et nettoyage
	Culture en terre	Matière première pour l'irrigation (pluie et systèmes d'irrigation)
	Bétail, fermes laitières	Matière première pour l'approvisionnement en eau et l'arrosage (herbage)
Foresterie et coupes	Bois de construction et produits associés	Matière première pour les plantations; transport par cours d'eau; agent pour l'entretien des produits
Minier; minéraux; métaux primaires	Extraction à ciel ouvert; acier; fusion d'aluminium; fusion métaux non-ferreux; récupération de métaux et recyclage	Médium pour séparation (concentration); nettoyage des agrégats; refroidisseur (forage et procédé); contrôle des poussières; matière première dans procédé de fabrication, notamment coke; décapage à la vapeur pour fonte de l'acier; dilution des effluents
Énergie; pétrole et gaz	Usine de production énergétique (conventionnelle); centrales hydro/nucléaires; structures associées	Refroidisseur; matière première (hydro); transport par effluent; nettoyage; procédé; traitement
Infrastructures d'eau	Traitement et distribution d'eau potable (pipeline/réseaux); collecte et traitement des eaux usées; désalinisation; protection incendies	Matière première (conservation, service); transport par effluent (boues usées); produit final; extrant de procédé (eau propre après traitement d'eaux usées)
Manufacturier	Pâtes et papier; moulin à papier	Procédé pour pâtes; stockage de pâtes et fabrication du papier; dilution des effluents; refroidisseur; source de vapeur
	Semi-conducteurs	Nettoyage; gravure sous pression; refroidisseur; sécurité (agent de dilution d'urgence en cas de fuite)
	Produits chimiques	Nettoyage; solvant de procédé et médium de transport; matière première; refroidisseur; vapeur pour procédé de réaction et de séparation; sécurité (agent de dilution d'urgence en cas de fuite)
	Produits pharmaceutiques	Nettoyage; solvant de procédé et médium de transport; matière première; refroidisseur (procédé de chimique et fermentation); vapeur pour procédés d'évaporation, de séparation, de réaction et de fermentation; sécurité (agent de dilution d'urgence en cas de fuite)
	Électrodéposition	Nettoyage; solvant de procédé et médium de transport; dilution des effluents; sécurité (agent de dilution d'urgence en cas de fuite)
	Aliments et breuvages	Solvant de procédé et médium de transport; refroidisseur (équipement de mélange); matière première; assistance au procédé; dilution des effluents; source de vapeur dans le procédé de cuisson
	Tannerie et travail du cuir	Nettoyage; solvant dans procédé; dilution des effluents; source de vapeur dans procédé de chauffage et nettoyage
	Galvanisation et électrodéposition	Dilution des effluents; nettoyage (bains chimiques); solvants; sécurité (agent de dilution d'urgence en cas de fuite)
	Plastique et caoutchouc	Applications pour refroidissement; source de vapeur dans procédé de chauffage et traitement
	Automobile	Refroidisseur; nettoyage; source de vapeur dans procédé et chauffage de l'espace
	Biens consommables durables	Refroidisseur; nettoyage; source de vapeur dans procédé et chauffage
	Nettoyage de vêtement	Source de vapeur dans procédé de chauffage, séchage et polissage

Tableau 4.8: Activités économiques nécessitant un apport d'eau en quantité ou qualité suffisante (suite)

Transport	Transport maritime	Permet navigation pour transport de marchandises
Construction	Développement du territoire	Sources pour l'approvisionnement en eau
Vente au détail	Appareils et textiles	Nettoyage et procédé
	Alimentation	Nettoyage et procédé
Tourisme et loisirs	Écosystèmes	Développement et survie du milieu
	Recréation	Navigation de plaisance et activités nautiques
	Hôtellerie	Construction; opération (approvisionnement); nettoyage (buanderie); soins personnels
	Golf; piscines; spas; etc.	Irrigation (golfs, pelouse, jardins); procédé (piscine); soins personnels

Source : UNEP Finance Initiative, 2007

Tableau 4.9: Consommation d'eau estimée dans la fabrication de différents produits

Catégorie	**Produit**	**Quantité d'eau (litres)**	**Unité de production**
Fruits et légumes	Coconut[1]	2 500	1 kg
	Pomme de terre[1]	900	1 kg
	Pomme[1]	70	1 pomme
	Orange[1]	50	1 orange
Produit alimentaire	Fromage[1]	5 000	1 kg
	Hamburger[1]	2 400	1 hamburger
	Sucre[1]	1 500	1 kg
	Lait[1]	1 000	1 litre
	Café[1]	140	1 tasse
	Vin[1]	120	1 verre
	Bière[1]	75	I verre
	Pain[1]	40	1 tranche de blé entier
	Thé[1]	30	1 tasse
Viande et volaille	Boeuf[1]	15 500	1 kg
	Mouton[1]	6 100	1 kg
	Porc[1]	4 800	1 kg
	Agneau[1]	4 000	1 kg
	Poulet[1]	3 900	1 kg
	Oeuf[1]	200	1 oeuf

Tableau 4.9: Consommation d'eau estimée dans la fabrication de différents produits (suite)

Culture	Millet[1]	5 000	1 kg
	Riz[1]	3 400	1 kg
	Sorgho[1]	2 800	1 kg
	Fève soya[1]	1 800	1 kg
	Blé[1]	1 300	1 kg
	Orge[1]	1 300	1 kg
	Mais[1]	900	1 kg
Produits industriels	Cuir[1]	16 600	1 kg de cuir
	Cotton[1]	2 700	1 chandail
	Papier[1]	10	1 feuille A4
	Acier[2]	50 -100	1 kg
	Sulfate d'ammonium[2]	800	1 kg
	Carbonate de calcium[2]	125	1 kg
	Savon, détergent[2]	70 -200	1 kg
	Automobile[3]	120 000	1 auto
	Produits industriels variés[1]	80	$/produit
	Énergie électrique (centrales à combustibles fossiles)[3]	140	1 kw/heure
	Énergie électrique (centrales nucléaires)[3]	205	1 kw/heure

Sources : 1 : Water Footprint Network, 2008 ; 2 : Milorado et Marjonovic, 1998; Environnement Canada, 2008.

Comme on le constate au tableau, il existe des activités que l'on peut qualifier d'*hydrovores*, c'est-à-dire qui demandent énormément d'eau pour la production d'une unité du bien. Par exemple, la production de viandes et quelques cultures (millet, riz, sorgho) sont des activités nécessitant beaucoup d'eau. The Economist (2008) rapporte qu'à eux seuls, les géants de l'alimentation et des boissons (Nestlé, Unilever, Coca-Cola, Anheuser-Busch et Danone) consomment annuellement près de 575 milliards de litres d'eau, quantité suffisante pour satisfaire les besoins quotidiens de tous les individus sur terre. La fabrication du cuir, du papier et le textile consomme aussi beaucoup d'eau en fonction des petites quantités produites.

En ce qui a trait aux autres produits industriels, la quantité d'eau utilisée pour la production du bien est difficile à estimer et varie également selon les pays. On estime par exemple qu'il faut 100 litres d'eau pour la production de chaque valeur de 1 US$ de biens aux États-Unis; 50 litres par US$ en Allemagne et aux Pays-Bas; 10-15 litres par US$ au Canada, Japon et Australie; et 20-25 litres par US$ en Chine et en Inde. La production de biens très complexes, telles que les automobiles, requiert beaucoup d'eau (plus de 120 000 litres) en considérant les besoins pour la production de chacune des composantes (acier,

plastique, etc.). Autre exemple, cela prendrait environ 13 000 litres d'eau pour la production d'une plaquette de semi-conducteur de 200 mm (The Economist, 2008). Ces chiffres suggèrent que les biens les plus sophistiqués (haute technologie, machinerie, etc.), qui sont en général plus dispendieux ou plus complexes à produire, demandent de plus grandes quantités d'eau totale pour leur production. Les raisons de cette différence sont en partie associées au plus grand nombre de composantes formant le bien, mais aussi à l'efficacité selon les pays de l'utilisation des ressources en eau par les procédés technologiques.

Ainsi, parmi toutes les activités énumérées, seule la production animale est l'activité qui semble ne pouvoir réduire sa demande en quantité d'eau. En effet, les animaux requièrent une quantité minimale d'eau pour assurer leur besoins physiologiques de base pour se développer. À l'opposé, toutes les autres activités (cultures et industries) pourraient potentiellement bénéficier, jusqu'à un certain point, de mesures d'économie d'eau suite à des progrès technologiques. Il est donc probable que certaines activités industrielles seront plus limitées dans certains pays dans le cas de futures pénuries d'eau, si ces derniers ne peuvent mettre en place des procédés de production qui consomment moins d'eau.

4.4.2 *Produit de commerce*

En plus d'être utilisée pour les besoins fondamentaux ou comme intermédiaire à la production d'un autre bien (agricole ou industriel) ou d'un service, le prélèvement de l'eau peut également se faire en vrac en tant que produit de commerce au même titre que les autres ressources minérales. L'eau peut donc être vendue à ce titre en contenants de verre ou de plastique, et parfois par pipeline et canaux. Dans ce contexte, elle se trouve assujettie aux règles du commerce international (OMC et accords régionaux).

Les transferts massifs d'eau pour l'hydro-électricité, l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation, sont effectués en général par le secteur public, au niveau national (inter-provinciaux ou inter-étatiques) principalement, et rarement entre différents pays. Peu d'exemples existent concernant la vente d'eau en grandes quantités par l'entreprise privée. On rapporte tout de même quelques tentatives au Canada (Boyer, 2008). L'exploitation des ressources en eau par l'entreprise privée se fait surtout par l'entremise de sociétés de services de prélèvement et distribution d'eau pour le compte de l'État (Lyonnaise des Eaux, Veolia, Thames Authority, etc.). Elle est aussi pratiquée par le commerce de l'eau embouteillée qui concerne toutefois de plus petits volumes.

La vente directe de l'eau dans le commerce ne fait pas l'objet d'un marché mondial réglementé. Cela se fait le plus souvent par la vente et l'achat des droits d'exploitation de l'eau liés à la propriété des terrains ou de concessions d'exploitation. On identifie présentement que quelques pays où l'on négocie des droits d'utilisation directe de l'eau dans des marchés plus ou moins bien organisés (Meinzen-Dick et Bakker,

2001; Whitford et Clark, 2007;Zekri et Al-Marshudi, 2008). Mentionnons le cas des États-Unis et de l'Australie où le système fonctionne assez bien (Boyer, 2008).

Le commerce direct de l'eau est donc souvent lié à la notion de propriété de l'eau qui varie selon les pays. Le droit de propriété influencera donc la façon d'exploiter la ressource et la manière de lui adosser une valeur. Comme il sera discuté plus loin, malgré parfois l'abondance de ressources, l'eau étant souvent considérée comme un bien collectif, sa vente est une activité qui ne fait pas toujours l'unanimité parmi la population.

4.5 Consommation industrielle d'eau au Québec

4.5.1 *Statistiques générales sur le commerce international du Québec*

Comme nous l'avons constaté, les données précises sur l'utilisation des ressources en eau dans les différentes activités commerciales et industrielles sont plutôt d'ordre général et limitées. La situation est similaire pour le Québec où seuls les besoins hydro-électriques et ceux de l'industrie de l'eau embouteillée ont fait l'objet de débats et d'études plus sérieuses pour l'évaluation de l'eau dans l'activité économique. Pour contrer cette lacune, il a donc été décidé de procéder à l'étude des industries utilisatrices d'eau au Québec de façon indirecte, soit en examinant les principaux produits d'exportation et d'importation et en les comparant aux secteurs et industries reconnus comme consommateurs d'eau (voir tableaux 4.8 et 4.9). Le tableau 4.10 de la page suivante présente les 20 principaux types de produits d'exportation et d'importation du Québec pour l'année 2007 et les données complètes se trouvent à l'annexe A.

On constate en regardant les données que plusieurs des produits d'exportation des entreprises du Québec consistent en des produits très développés et de haute technologie. On retrouve par exemple du matériel de transport (avions; moteurs d'avion; camions, tracteurs routiers et châssis; pièces de véhicules automobiles; navires, bateaux et pièces), des équipements et produits de pointe (télécommunications; instrumentations de mesure de médecine et d'optique; matériel électrique d'éclairage et de distribution); fournitures médicales, articles ophtalmiques et orthopédiques; médicaments et produits pharmaceutiques; et de la machinerie (machines industrielles d'usage général; génératrices et moteurs électriques; excavatrices et foreuses pour mines). Comme nous l'avons vu précédemment, ces produits plus sophistiquées demanderont théoriquement de plus grandes quantités d'eau pour leur fabrication.

Tableau 4.10: Principaux produits d'exportation et d'importation du Québec

Rang	Produits d'exportation (x 1000 $)		Produits d'importation (x 1000 $)	
1	Aluminium et alliages	8 033 588	Pétrole brut	13 775 157
2	Avions entiers avec moteurs	6 163 707	Automobiles et châssis	8 320 301
3	Papier journal	2 838 452	Autres dérivés du pétrole et du charbon	2 666 263
4	Moteurs d'avion et pièces	2 640 905	Avions entiers avec moteurs	2 162 997
5	Cuivre et alliages	2 286 225	Camions, tracteurs routiers et châssis	2 151 581
6	Transactions commerciales spéciales	2 100 045	Médicaments et produits pharmaceutiques, en dose	1 994 198
7	Autre matériel et outils	2 044 119	Produits chimiques inorganiques	1 990 982
8	Autres instruments de mesure, de médecine et d'optique	1 852 090	Autres minerais, concentrés et déchets métallifères	1 931 814
9	Autre équipement et matériel de télécommunication	1 281 144	Moteurs d'avion et pièces	1 894 001
10	Dérivés du pétrole et du charbon	1 264 564	Pièces d'avion, sauf moteurs	1 747 824
11	Électricité	1 246 286	Tubes électroniques et semi-conducteurs	1 610 576
12	Ouvrages de base en métal	1 156 076	Produits chimiques organiques	1 595 150
13	Viandes fraîches, réfrigérées ou congelées	1 116 748	Ordinateurs, électronique	1 564 972
14	Autres produits finis	1 108 137	Autre équipement et matériel de télécommunication	1 428 223
15	Machines et matériel de bureau	1 048 818	Transactions commerciales spéciales	1 385 506
16	Produits chimiques organiques	977 632	Cuivre et alliages	1 058 563
17	Autres demi-produits en bois	930 028	Vêtements de dessus tricotés	887 769
18	Formes de bases en matière plastique	929 046	Mazout	878 409
19	Bois d'œuvre, résineux	923 917	Vêtements de dessus non tricotés	837 721
20	Minerai et concentrés de fer	908 803	Matières plastiques non façonnées	823 445

Source : Institut de la statistique du Québec, 2008

Les produits issus de la transformation ou de l'utilisation de nos ressources naturelles forment également une partie importante des exportations, notamment par les secteurs minier (aluminium; cuivre; minerai et concentrés de fer; zinc; ouvrages de base en métal; autres produits minéraux non métalliques de base), pétrochimique (dérivés du pétrole et du charbon; produits chimiques organiques et inorganiques; matière plastique; caoutchouc synthétique et matières plastiques) et forestier (bois d'œuvre; résineux; demi-produits en bois; papier journal et autre papier d'imprimerie; imprimés; carton). Des produits alimentaires sont également exportés, soit des viandes fraîches, réfrigérées ou congelées; du sucre et des préparations à base de sucre; d'autres graines, noix et amandes oléagineuses; des aliments et matières pour aliments. Finalement, l'électricité est un produit exporté par l'utilisation de nos ressources hydriques.

Pour les produits importés par les entreprises du Québec, la liste est également variée et elle complète naturellement les produits qui ne peuvent être fabriqués sur place ou qu'on ne trouve pas ici. On retrouve donc plusieurs matières premières pour nos industries de transformation des ressources (pétrole brut; dérivés du pétrole et du charbon; produits chimiques organiques et inorganiques; mazout; certaines matières plastiques; minerais, concentrés et déchets métallifères; produits minéraux non métalliques de base; métaux précieux et alliage; tôles, feuilles et feuillard d'acier; valves; récipients et fermetures; matières en bois brut). Il y a aussi du matériel de transport (automobile, avions, camions), des produits et équipements industriels (tubes électroniques et semi-conducteurs; ordinateurs électroniques; équipement et matériel de télécommunication; matériel électrique d'éclairage et de distribution; instruments de mesure, de laboratoire; matériel téléphonique et télégraphique; machines spéciales pour les industries; moteurs et turbines d'usage général; matériel de navigation, etc.); des médicaments et produits pharmaceutiques; des fournitures médicales, articles ophtalmiques et orthopédiques. La liste se poursuit avec des articles ménagers et personnels (vêtements de dessus tricotés; vêtements de dessus non tricotés; autres vêtements et accessoires vestimentaires; effets personnels et articles ménagers; chaussures; meubles et accessoires; fournitures de maison; articles pour sports et divertissement). Malgré le fait qu'il ne figurent pas dans le tableau, plusieurs produits alimentaires et autres boissons sont aussi importés.

À ce titre, une autre statistique intéressante à analyser sur les produits d'exportation et d'importation des entreprises du Québec consiste dans l'examen des pays avec lesquels le commerce extérieur du Québec est réalisé. Le tableau 4.11 de la page suivante présente la liste des 25 premiers pays où les entreprises du Québec ont exporté et importé des produits au cours de l'année 2007.

Comme le tableau l'indique, nos échanges commerciaux dominants s'effectuent avec notre plus proche partenaire, les États-Unis. Pour les exportations, une tendance se dégage vers les pays fortement industrialisés, sans doute associée à la nature des produits industriels québécois (produits transformés, équipements de transport). Pour les importations, la liste de pays est plus variée et est fonction de la demande des entreprises du Québec pour des matières premières (produits pétroliers bruts, bauxite et alumine, etc.) et pour des produits de consommation courante (voitures, machinerie, appareils électroniques, etc.), souvent à un plus bas prix.

Tableau 4.11: Principales destinations et provenances des exportations et importations du Québec

Rang	Pays de destination des exportations du Québec (x 1000 $)		Pays d'origine des importations du Québec (x 1000 $)	
1	États-Unis	52 199 944	États-Unis	26 643 163
2	Royaume-Uni	1 700 600	Chine	6 536 330
3	Pays-Bas	1 567 884	Royaume-Uni	6 257 572
4	Allemagne	1 330 081	Algérie	5 070 280
5	France	1 186 346	Japon	3 568 929
6	Italie	1 180 806	Allemagne	3 176 724
7	Chine	994 824	Norvège	2 468 815
8	Japon	787 397	France	2 299 358
9	Mexique	670 952	Mexique	2 271 227
10	Espagne	514 124	Brésil	1 969 093
11	Belgique	447 031	Italie	1 621 540
12	Australie	379 330	Belgique	1 294 833
13	Brésil	365 525	Corée du Sud	1 003 313
14	Émirats Arabes Unis	325 259	Angola	987 602
15	Corée du Sud	313 328	Chili	913 626
16	Suisse	308 691	Pays-Bas	723 718
17	Russie	288 914	Taïwan	702 061
18	Inde	277 305	Venezuela	662 455
19	Turquie	260 124	Autriche	640 326
20	Singapour	192 544	Russie	613 694
21	Hong-Kong	175 838	Espagne	517 333
22	Arabie Saoudite	175 751	Suède	512 901
23	Chili	170 527	Australie	487 296
24	Suède	162 315	Pérou	404 039
25	Taïwan	160 715	Suriname	400 253

Source : Institut de la statistique du Québec, 2008

4.5.2 *Principales industries consommatrices d'eau au Québec*

À la lumière des informations extraites des sections précédentes (tableaux 4.7 à 4.9), il est possible d'identifier des secteurs où la fabrication de produits par les entreprises du Québec, ou par des industries étrangères pour des produits recherchés par les québécois, requièrent des quantités d'eau dans leur procédé de fabrication. Toutefois, aucune donnée quantitative n'est disponible pour appuyer ces choix. Néanmoins, certains secteurs peuvent être considérés typiquement comme *hydrovores* et présenteraient

ainsi un intérêt dans la perspective où le Québec désirerait exploiter davantage ses ressources hydriques à l'aide de ce type d'industries. Le tableau 4.12 présente les secteurs susceptibles, d'après notre analyse, de receler des entreprises *hydrovores*, en plus des autres secteurs ayant des activités reconnues comme nécessitant beaucoup d'eau.

Tableau 4.12: Principales industries consommatrices d'eau au Québec

Secteur	**Usages et produits**
Approvisionnement en eau potable	Matières premières (eau brute en vrac), services
Agriculture et agroalimentaire	Boissons, jus, eau embouteillée, bière, vin
	Viande animale
	Cultures (adaptées au climat du Québec)
	Produits transformés (fromage, lait, sucre)
Industriel	
Manufacturier	Matériel de transport (auto, avion, train) Équipements et produits de pointe (télécommunication; électronique; médecine; produits pharmaceutiques) Machinerie (industrielles d'usage général; génératrices; excavatrices et foreuses)
Forestier	Bois d'œuvre; résineux; demi-produits en bois; papier journal et autre papier d'imprimerie; imprimés; carton
Pétrochimie	Dérivés du pétrole et du charbon; produits chimiques organiques et inorganiques; matière plastique; caoutchouc synthétique)
Minier	Exploitation et transformation des métaux (aluminium, cuivre, zinc et alliages; minerai et concentrés de fer; autres produits minéraux non métalliques de base)
Énergétique	Production électrique

Tel qu'anticipé, les infrastructures de production et de distribution d'eau pour l'approvisionnement des populations, l'agriculture et l'agroalimentaire sont toujours de grands consommateurs d'eau directe. Mentionnons que la vente directe de l'eau dans le commerce pour ces activités n'est pas développée au Québec, ni au Canada. Les transferts massifs d'eau en vrac ne sont faits qu'à l'intérieur des frontières et sur de courtes distances, pour les besoins d'approvisionnement en eau potable, d'irrigation ou d'hydro-électricité du Québec (Lasserre, 2005; Boyer, 2008). Il s'agit d'intérêts publics en premier lieu.

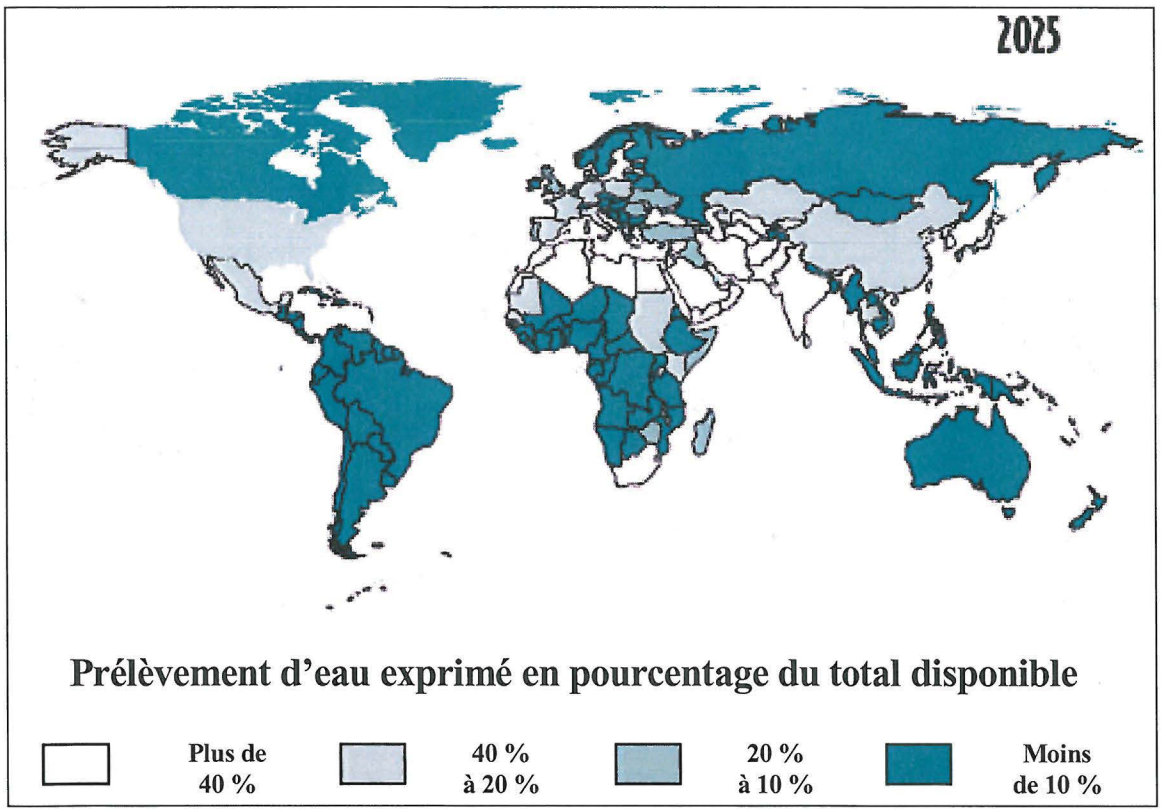
Comme nous l'avons vu précédemment, de grandes quantités d'eau sont aussi typiquement utilisée dans certains secteurs industriels déjà bien présents au Québec (métallurgie, forestier, pâtes et papiers, etc.). Malgré la présence de ces industries consommatrices d'eau au Québec, il existe aussi d'autres pays qui exportent au Québec et ailleurs des produits issus d'industries *hydrovores*. Il est donc utile d'examiner si cette situation pourrait changer dans le futur à l'avantage du Québec, notamment à la suite de bouleversements climatiques. Il est également nécessaire d'examiner s'il y a d'autres critères à considérer pour l'établissement d'industries concurrentielles pour le développement des ressources en eau au bénéfice des québécois.

5 AVANTAGES COMPARATIFS DES RESSOURCES EN EAU

5.1 Disponibilité selon les pays

Le programme de la décennie hydrologique de l'UNESCO a permis d'établir le portrait de la situation mondiale des ressources en eau, ainsi que des projections sur leur disponibilité jusqu'en 2025. Dans un contexte de changements climatiques, ces projections seront peut-être toutefois conservatrices. La figure 5.1 montre les régions des pays dans le monde qui risquent de souffrir d'un déficit important d'eau à l'horizon 2025.

Figure 5.1: Projection de l'état de disponibilité des ressources en eau en 2025



Source : OMM, 1997

La figure 5.1 témoigne des pénuries d'eau dites physiques. Celles-ci résultent d'un manque d'eau lié au peu de ressources disponibles sur le territoire du pays concerné, ou d'une surexploitation de ces dernières par rapport aux ressources disponibles dans le pays. Les pays qui pourraient être touchés de façon critique sont l'Afrique du Sud, certains pays du Maghreb et du Moyen-Orient et l'Inde. Les pays des régions plus nordiques, Canada, États-Unis, Europe, Russie et anciens pays satellites seraient moins touchés par des

pénuries d'eau. Malgré qu'elle ne soit pas montrée sur la figure, il existe un autre type de pénurie d'eau que l'on nomme «économique» et que l'on retrouve dans les pays où l'eau est en abondance relative, mais où les ressources financières pour construire des infrastructures nécessaires risquent d'être déficientes. Parmi ces pays, on retrouve le Mexique, une grande partie de l'Amérique du Sud, de l'Asie et l'Océanie.

L'utilisation des ressources en eau dans le commerce et l'économie d'une nation, pour la production de biens ou la vente d'eau directe, dépendra donc de différents facteurs. En plus de la disponibilité de la ressource dans le pays, on peut citer la présence d'industries et de main-d'œuvre appropriées, les ressources financières internes, la proximité des marchés pour les produits, etc. Il convient aussi de mentionner comme critères limitatifs les particularités climatiques pour les différents types de production agricole, ainsi que la disponibilité de sources énergétiques suffisantes. Cette utilisation discrète des ressources en eau nous ramène donc au concept déjà discuté d'eau virtuelle.

La détermination de l'eau virtuelle, soit l'eau qui a été utilisée à la production de biens agricoles et industriels ou de services, permet d'estimer l'utilisation réelle des eaux à travers les différentes composantes de l'économie d'un pays, soit son empreinte sur l'eau (*water footprint*). Cette dernière est un indicateur témoignant de l'effet de la demande en eau des pays sur les ressources en eau mondiale. Elle représente le total de la consommation domestique, plus ses importations d'eau virtuelle et moins ses exportations d'eau virtuelle. Du point de vue pratique, l'empreinte sur l'eau du pays est la quantité totale d'eau virtuelle qui est présente dans l'ensemble des produits consommés dans le pays.

Le tableau 5.1 montre les principaux pays exportateurs et importateurs d'eau virtuelle pour la période allant de 1997 à 2001 (Chapagain et Hoekstra, 2004). On constate que plusieurs pays apparaissent dans les deux listes, mais pas tous. Ceci est sans doute attribuable à la complémentarité entre les produits d'exportation et d'importation. Le Canada est un des plus importants exportateurs net d'eau virtuelle avec une valeur de +59,9 Gm^3/année, par rapport aux États-Unis (+53,5 Gm^3/année), la Chine (+9,9 Gm^3/année) et la Russie (+1,6 Gm^3/année). Ces pays importent également de grandes quantités d'eau virtuelle. Notons également la présence dans la liste d'autres grands pays exportateurs d'eau virtuelle, mais qui, quant à eux, en importent très peu, soit l'Australie, le Brésil et l'Argentine.

Tableau 5.1: Principaux pays exportateurs et importateurs d'eau virtuelle pour la période 1997-2001

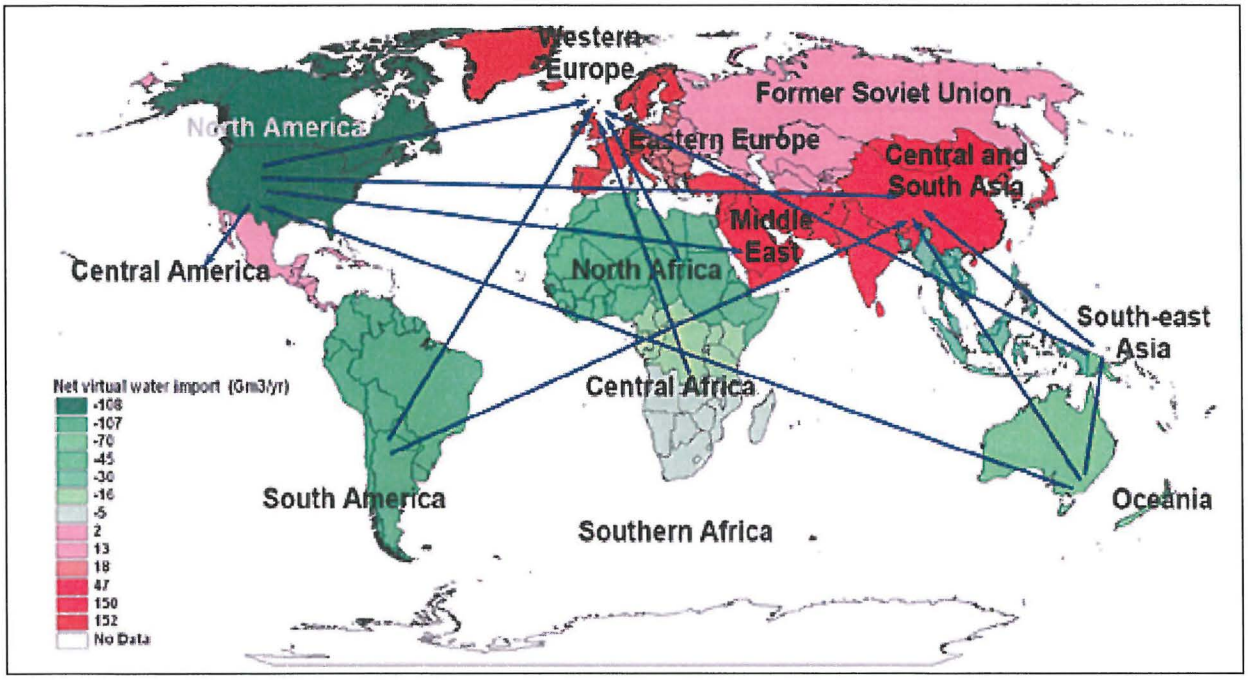
Rang	Principaux pays exportateurs d'eau virtuelle (Exportation brute en Gm^3/année)		Principaux pays importateurs d'eau virtuelle (Importation brute en Gm^3/année)	
1	États-Unis	229,3	États-Unis	175,8
2	Canada	95,3	Allemagne	105,6
3	France	78,5	Japon	98,2
4	Australie	73,0	Italie	89,0
5	Chine	73,0	France	72,2
6	Allemagne	70,5	Pays-Bas	68,8
7	Brésil	67,8	Royaume-Uni	64,2
8	Pays-Bas	57,6	Chine	63,1
9	Argentine	50,6	Mexique	50,1
10	Russie	47,7	Belgique-Luxembourg	47,1
11	Thaïlande	42,9	Russie	46,1
12	Inde	42,6	Espagne	45,0
13	Belgique-Luxembourg	42,2	Corée du Sud	39,2
14	Italie	38,2	Canada	35,4
15	Côte d'Ivoire	35,1	Indonésie	30,4

Source : Chapagain et Hoekstra, 2004

Considérant ces faits, il existe un réseau dans le commerce international des produits issus de l'utilisation de l'eau virtuelle basé sur les avantages des pays (disponibilité, industries, climat, législation, etc.). La figure 5.2 présente le cheminement du commerce de l'eau virtuelle. Les flèches indiquent la direction des exportations mondiales nettes d'eau virtuelle, c'est-à-dire à partir des pays ayant un bilan positif nette du ratio de leurs exportations et importations d'eau virtuelle, vers les pays ayant un bilan négatif. On constate donc que les Amériques, l'Afrique et l'Océanie exportent davantage de produits à contenu élevé d'eau virtuelle vers l'Europe et l'Asie (Russie, Chine et Inde).

Toutefois, notons que ce schéma s'applique principalement au commerce de l'eau virtuelle pour les denrées agricoles, soit le riz, le blé, le maïs, etc. Il est probable qu'il y aurait des différences si on faisait un exercice similaire pour le commerce des produits industriels plus sophistiqués (produits plus finis). Une plus grande partie des produits industriels vient sans doute des régions les plus industrialisées ou en voie de le devenir, notamment de l'Europe et de l'Asie, en direction de pays moins industrialisés ou à ressources limitées.

Figure 5.2: Commerce de l'eau virtuelle pour les produits agricoles



Source : Chapagain et Hoekstra, 2004

On constate aussi que plusieurs des pays exportateurs nets d'eau virtuelle sont des pays qui souffriront très peu de pénuries d'eau à l'horizon 2025. Certains de ces pays (voir chapitre 4) sont aussi des partenaires commerciaux importants des entreprises du Québec (États-Unis, France, Chine, Australie, Brésil, Russie, Mexique). Par contre, d'autres pays sont appelés à subir des pénuries récurrentes. Mentionnons que parmi ces pays, certains sont aussi des partenaires commerciaux actuels du Québec (Inde, Émirats Arabes Unis, Arabie Saoudite, Algérie). Notons que les États-Unis, la Chine et le Mexique pourraient toutefois subir des pénuries régionales. Ainsi, ces pays devront peut-être abandonner certains de leurs produits d'exportation et/ou modifier leurs sources d'approvisionnement en eau pour certains produits importés.

5.2 Évaluation de la valeur de l'eau et de son coût d'utilisation et de distribution

Pour discuter du commerce de l'eau et évaluer si son utilisation est concurrentielle, il est nécessaire d'aborder la question de sa valeur et de son coût d'extraction. Bien que comme pour les autres ressources minérales, il n'existe pas de valeur économique unique à l'eau, celle-ci varie davantage que les autres matières premières et dépend de facteurs qui lui sont propres. Malgré un encadrement juridique, l'eau est souvent considérée comme un bien public gratuit, compte tenu de son caractère vital, et sa valeur est donc difficile à déterminer. De plus, dans cette perspective, le coût réel de l'eau brute fait souvent l'objet de

subventions par les pays. La question du coût de l'eau est donc très complexe à examiner et a été abordée de plusieurs manières (Ulu, 1993; Bathla, 1999; Dasgupta *et al.*, 2001; Um *et al.*, 2002; Le Gal *et al.*, 2003; Mbata, 2006; Kumar *et al.*, 2008).

Lorsque vient le temps d'estimer la valeur de l'eau, certains type de coûts doivent être considérés dans l'analyse. Ces derniers sont :

- Les coûts d'opportunités qui tiennent compte des différentes alternatives d'utilisation de l'eau. Ceux-ci considèrent le fait qu'un utilisateur d'eau le fera, au moment présent, au détriment d'un autre ou des générations futures. Il y a donc une compétition entre les usagers.

- Les coûts des infrastructures et administratifs. Les premiers incluent les coûts des structures de captage, de stockage et de pompage; les mesures de protection de la source; l'opération des systèmes; le financement des infrastructures; le renouvellement et remplacement des équipements; etc. Les coûts administratifs concernent les activités de tarification; de suivi et de facturation; les analyses chimiques de qualité; etc.

- Les coût sociaux comprennent les dépenses engendrées sur le bien-être de la collectivité et sur la propriété par la dégradation de l'eau suite à une mauvaise utilisation (perte d'usage de la ressource comme source d'approvisionnement ou pour les loisirs).

- Les coûts environnementaux sont souvent similaires aux coûts sociaux et incluent entre autres les dépenses reliées à la dégradation d'écosystèmes, la décontamination d'une source, les intrusions salines dans les aquifères côtiers, la subsidence des terrains, etc.

Young (2005) rappelle qu'estimer la valeur de l'eau consiste en fait à évaluer l'importance du changement subi dans le bien-être de la collectivité, à la suite de la mise en place de politiques produisant des modifications aux caractéristiques d'exploitation des ressource en eau. Ces caractéristiques permettent entre autre de définir la variation de la valeur de l'eau, soit :

- Sa valeur à long terme (irrigation, industrie, hydro-électricité) en comparaison à celle à court terme (période de sécheresse, panne de système, contamination);

- Sa valeur à la source (eau brute au réservoir, à la rivière ou à l'aquifère) en comparaison avec l'eau au site d'utilisation (transport, entreposage) et en tenant compte de la variation saisonnière de la demande, et de son état pour son utilisation (après traitement);

- Sa valeur attribuée par périodes (rente, loyer) ou par capital investi dans la propriété des infrastructures;

- Sa valeur d'utilisation, de non-utilisation (options pour le futur ou pour le loisir) et la valeur totale selon les options retenues;

- Sa valeur estimée en fonction de la détermination précise des quantités d'eau disponibles pour le prélèvement, la distribution, et la consommation et avant le tarissement de la source; et

- Sa valeur déterminée suit à une analyse de sensibilité et des effets des incertitudes.

Young (2005) propose deux approches pour estimer la valeur de l'eau. La première consiste à considérer les biens et services reliés à l'eau par rapport aux domaines privé et public. Le domaine privé englobe les droits d'utilisation de l'eau comme élément de production, soit comme produit intermédiaire (eau virtuelle) ou direct à la production d'autres biens, à travers les activités industrielles et agricoles, ou comme produit de consommation pour les usages résidentiels, par exemple. Il y a alors allocation entre les différents usagers. Le domaine public quant à lui n'est pas astreint à la propriété privée et en ce sens ne diminue en rien la quantité d'eau disponibles pour les autres usagers, puisqu'il n'y a pas consommation. Il n'y a pas de compétition entre les usagers et les non payeurs ne sont pas exclus. Le coût d'opportunité est donc nul. On peut citer comme exemple l'utilisation de l'eau comme attrait touristique (marais, biodiversité, rafting, etc.). Les méthodes d'estimation de la valeur de l'eau vont différer en fonction de l'évaluation de biens privés et publics, même s'il y existe des chevauchements.

La seconde approche utilise des méthodes quantitatives, dites inductives et déductives. Les méthodes inductives permettent d'obtenir une valeur de l'eau à partir d'observations dans le but de tirer des généralisations à l'aide de méthodes économétriques et statistiques classiques. Parmi ces méthodes, les plus souvent utilisées pour l'estimation du prix de l'eau sont : la méthode d'observations des transactions sur les marchés de l'eau; la méthode d'évaluation contingente; la méthode des prix hédonistes; la méthode des coût de transport; la méthode du transfert de valeur. Ces méthodes utilisent souvent une démarche par le biais de sondages auprès des usagers pour attribuer une valeur à l'eau. La valeur est alors estimée en fonction du coût que les gens sont prêts à débourser pour obtenir une eau de qualité (volonté de payer; ou *Willingness to Pay - WTP*). Les méthodes déductives quant à elles, impliquent une approche logique permettant de raisonner à partir de prémisses générales pour aboutir à certaines conclusions. Elles utilisent des modèles élaborés très complexes utilisant de nombreux postulats sur les comportements des utilisateurs (exemple : le désir de maximiser le profit et l'utilité) et d'hypothèse empiriques applicables au

cas étudié. Les méthodes les plus souvent utilisées sont présentées en détail et décrites avec certaines de leurs caractéristiques à l'annexe 2.

Ainsi, comme nous l'avons mentionné, il n'y a pas de valeur économique unique à l'eau et il existe de nombreuses façons d'estimer cette ressource. Toutefois, la tendance est en général vers l'inclusion de tous les coûts d'opération et une tentative de recouvrement de ces coûts, ce qui est différent de l'évaluation totale du coût de l'eau (Katko, 1990; Alence, 2002; Smith et Hanson, 2003). En effet, il est plus facile d'établir le coût de l'eau en estimant le coût de son exploitation par les dépenses en capital et en opération pour les infrastructures d'approvisionnement, de traitement et de distribution d'eau (canaux, puits, pompes, électricité, entretien, etc.). Dans ce même ordre d'idées, il est également possible d'estimer assez facilement le coût de l'eau en fonction du coût de remplacement d'une source d'approvisionnement, si cette dernière devait disparaître ou devenir inutilisable suite à une contamination (nouveaux pipelines ou canaux, ou équipements de traitement). Dans tous ces cas, seuls les coûts en capitaux et en opération des installations sont considérés dans les projets, ainsi que les coûts pour les mesures d'atténuation des impacts engendrés des activités d'exploitation (diminution de débit, détérioration de la qualité de l'eau, assèchement de puits voisins, etc.). Par exemple, l'approche adoptée par l'Union européenne dans sa directive cadre sur l'eau (Nowlan, 2005) suggère d'établir le coût de l'eau sur la base du principe de récupération de tous les coûts des services en eau à partir d'une analyse économique détaillée qui considèrent les coûts environnementaux et d'extraction de la ressource, le principe du pollueur-payeur, les coûts d'acquisition des données et l'identification du meilleur scénario d'exploitation.

L'approche décrite plus haut est typiquement utilisée dans le cas de projets industriels où l'on procède d'abord à une analyse financière. Dans le cas de projets reliés aux ressources en eau, il est aussi utile de procéder à une analyse économique du projet afin d'inclure les coûts d'opportunité. L'analyse peut donc être réalisée par le biais d'analyses coûts-avantages, coûts-efficacité, ou multicritères, dans lesquelles on estime également les bénéfices produits sur les populations et l'environnement (Wichelns, 1998; Hassan, 2003; Salameh, 2008; Tewari et Kushwaha, 2008). Le tableau 5.2 présente un ordre de grandeur du coût de l'eau en fonction du type d'activités qu'elle doit subir avant son utilisation (eau brute vs eau traitée), ainsi que quelques particularités. Les coûts tiennent compte de l'achat, de l'opération et de l'entretien des équipements, ainsi que du coût énergétique. Notons que les coûts sont tous exprimés en dollars US, mais selon des quantités différentes.

Tableau 5.2: Coût de l'eau en fonction de la méthode de prélèvement, de traitement et de distribution.

Méthode	Coût de production (US $ / m^3)	Commentaires
Dessalement		
À partir de l'eau de mer[1]	0,75 à 0,85 sur 40 000 m^3/j (Abu Dhabi et Chypre)	Ressources immenses et coût en nette diminution
	0,55 sur 100 000 m^3/j (Tampa Bay)	
	3,00 sur 4 000 m^3/j	
À partir d'eau saumâtre[1]	0,60 sur 4 000 m^3/j	
	0,25 sur 40 000 m^3/j	
Traitement de l'eau		
Recyclage des eaux usées[2]	0,07 à 1,80 / m^3	Investissements élevés et ne convient pas à tous les usages
Désinfection (chlore)[3]	0,001 à 0,01 / m^3	Investissements élevés
Désinfection (ozone)[3]	0,003 à 0,02 / m^3	Investissements élevés
Traitement charbon activé[2]	150 /acre	Eau contaminée par des composés organiques non volatiles
Aération[2]	130/acre	Eau contaminée par des composés organiques volatiles
Échange ioniques[2]	130/acre	Eau contaminée par des nitrates (pollution agricoles)
Osmose-inverse[2]	400/acre	Eau contaminée par métaux, sels et nitrates
Ensemencement de nuages	0,01/acre	Ressources immenses, faible cout, volume très variable et technologie peu développé
Transport		
Aqueduc (500 km)[1]	0,80 à 3,00	Large volume, mais coûts financiers et environnementaux élevés
Sacs de plastique[1]	0,55 à 1,35	Faibles volumes, technologie peu développée
Iceberg[1]	0,50 à 0,85	Abordable pour marché urbain, technologie peu développée
Aquatier[1]	1,25 à 3,00	Faibles volumes et coûts élevés
Méthode de prélèvement		
Eau gravitaire[1]	0,0075	Peu dispendieux si près de la source
Pompage d'eau à 100 m de profondeur[1]	0,30	Coûts d'énergie et des équipements augmentent avec la profondeur

Source : 1 - Laserre et Descroix, 2002; 2 - NRC, 1997; Kawamura, 2000

On constate en examinant le tableau que le coût d'extraction et d'utilisation de l'eau dépend de plusieurs variables. La qualité de l'eau à la source, la méthode de prélèvement et la distance de distribution (mode

de transport) sont des paramètres qui influenceront grandement le coût d'utilisation de l'eau. Les progrès technologiques ont fait en sorte que les coûts de désalinisation deviennent plus compétitifs par rapport aux autres options disponibles pour l'approvisionnement, en particulier par rapport à la distance de transport de l'eau. Néanmoins, le coût pour la désalinisation de l'eau peut changer rapidement en fonction de la source d'énergie, notamment si elle consiste en combustibles fossiles. Le coût de l'eau estimé peut donc être très variable, ce qui suggère qu'il doit être examiné au cas par cas.

Dans une situation d'abondance, tel que nous le vivons présentement au Québec, il a été peu justifié d'attribuer un coût de vente à l'eau. Par contre, dans les régions où l'eau est moins disponible, on rapporte la présence de divers mécanismes d'attribution ou de tarification, de même qu'un plus grand contrôle sur l'allocation des ressources (Hayes, 1987; Margoninsky, 2006). L'OCDE (1999) rapporte différents modes de tarification selon les pays, tels que les permis, des taxes spécifiques, etc.

Dans cette perspective, indépendamment de l'usage, une autre approche pour estimer le coût de l'eau consiste à lui attribuer une valeur intrinsèque en appliquant par exemple une tarification à l'aide d'un coût fixe par volume pour son utilisation ou selon l'usage. Par exemple, notons l'émission de permis pour le prélèvement d'eau ou une tarification au volume. Au Québec, on parle actuellement de redevances, alors que d'autres types de tarification sont déjà en vigueur ailleurs au Canada. En fonction des contraintes discutées précédemment, le montant et la forme de la redevance sont difficiles à chiffrer car ce montant peut facilement être matière à litige en fonction de son utilisation (commerciale vs agricole vs eau potable). Peu d'information est disponible sur la forme du calcul utilisé pour attribuer la valeur de la redevance au Québec.

Finalement, on peut examiner la question de la valeur de l'eau et son potentiel commercial en comparant le coût de production moyen de l'eau par rapport à certains autres liquides pour des quantités similaires. Cette façon de procéder est plutôt simpliste car elle ne tient compte que des coûts de production et du profit visés, sans toutefois considérer le coût pour la matière première. L'eau du robinet étant à un coût très faible par rapport à tous les autres produits, à l'exception des eaux embouteillées, ces derniers peuvent être produits directement à partir de l'eau du robinet. Conséquemment, sur la base du prix de l'eau du robinet, on constate donc que la plus-value est énorme, même en considérant les coûts pour les autres matières premières (sucre, malt, etc.). Ceci est certainement en rapport avec la volonté de payer des gens et la demande pour ces autres produits, plus prisés socialement que l'eau. Le tableau 5.3 compare le coût pour une même quantité de différents liquides (Environnement Canada, 2008).

Tableau 5.3: Prix types des boissons de consommation courantes

Boisson	Coût ($CAN/1000 litres)
Eau du robinet[1]	1,26
Cola	850,00
Lait	985,00
Eau embouteillée/eau minérale	1500,00
Bière	2 500,00
Vin	9 000,00
Whisky, gin, etc.	26 700,00

Note : 1 Seule l'eau du robinet comprend la livraison automatique à l'utilisateur. Ce chiffre inclut également le traitement des eaux d'égout.

Source : Environnement Canada, 2008

Ainsi, il revient en définitive que la méthode d'estimation du coût de l'eau est très subjective. En plus du coût associé à l'extraction et la distribution de la ressource, la méthode retenue dépendra pour beaucoup de ce que les gens sont prêts à payer pour un bien collectif qu'ils jugent gratuit. Ainsi, la disponibilité des ressources en eau au Québec, si elle demeure à un coût abordable, pourrait représenter un avantage concurrentiel face aux autres nations dans la perspective où la demande augmente dans le futur.

5.3 Commerce international de l'eau

Il est possible d'examiner l'aspect économique de l'eau selon la théorie du commerce international. L'analyse se portera alors vers la détermination des avantages compétitifs (avantages absolus et avantages comparatifs) que peuvent présenter les ressources ou industries d'un pays par rapport aux autres. En effet, cette approche théorique implique qu'un pays a intérêt à se spécialiser dans des secteurs où il possède un avantage sur les facteurs de production (main-d'œuvre, ressources naturelles), ou dans des secteurs où il est moins désavantagé. Dans le cas présent, la présence d'abondantes ressources en eau sur le territoire pourrait constituer un avantage compétitif pour le Québec. Il s'agit donc d'examiner la validité de l'application des paramètres de cette théorie.

Toutefois, en absence d'une valeur monétaire reconnue et commune pour l'eau, l'approche est difficilement applicable. Il faut alors se baser sur d'autres facteurs de production. En ce sens, il est préférable d'établir d'abord un diagnostic sur le potentiel d'exportation de l'eau et de ses produits dérivés, notamment en fonction de facteurs liés à l'environnement interne et externe du pays. Cette approche est décrite, ci-après.

5.3.1 *Facteurs susceptibles de faire varier l'offre et la demande*

Ainsi, l'étude du potentiel commercial pour l'exportation de l'eau et de ces produits dérivés peut d'abord se faire en examinant l'environnement externe. Il existe des occasions et des menaces potentielles sur les activités d'exportation de l'eau. En effet, quelques facteurs sont susceptibles d'influencer la disponibilité des ressources en eau sur la planète et leur allocation, modifiant ainsi les rapport d'équilibre dans le commerce. Ces facteurs, en rapport principalement au Québec, sont sans s'y limiter :

Occasions :

- Le réchauffement climatique global provoquera des sécheresses ou des pénuries d'eau dans certaines régions, et des événements climatiques extrêmes dans d'autres.
- La pollution de ressources en eaux actuellement disponibles et leur sur-exploitation.
- La mise en place de réglementations plus sévères sur l'utilisation de la ressource, plus ou moins justifiées, selon la pression de l'opinion publique.
- La demande en eau aux États-Unis, plus proche partenaire commercial, est en croissance, ainsi que dans plusieurs autres pays.
- L'accroissement de la consommation en biens et services dans les pays en émergence nécessitant une plus grande production (agricole, industrielle, énergétique) qui pourrait favoriser le développement d'industries *hydrovores*.
- La mise en place d'un marché international ou régional de transactions sur l'eau.

Menaces :

- Des percées technologiques dans certaines activités industrielles, agricoles ou domestiques pourraient réduire de façon significative la demande en eau (ex : micro-irrigation; recyclage et économie d'eau de procédés, etc.).
- La compétition d'autres pays pourvus en ressources et plus près des marchés (ex : Russie, Scandinavie).
- La mise en place de mesures d'économie d'eau réduisant la demande (ex : réduction des fuites d'eau des réseaux publics).

- Une opinion publique protectionniste et très défavorable à l'exportation des ressources en eau.
- Les limitations techniques et réglementaires au mode d'exportation d'eau (volume des sacs et contenants, résistance des matériaux).
- Les revendications territoriales autochtones concernant les ressources en eau au nord de la vallée du St-Laurent.
- La présence d'industries *hydrovores* dans d'autres pays où ne séviront pas de pénuries d'eau.
- Une diminution de nos propres ressources ou une mauvaise appréciation de leur état.
- Une ouverture des marchés permettant l'établissement de compagnies étrangères exploitant les ressources du Québec.

Tous ces facteurs sont difficilement contrôlables et leurs effets sont également difficiles à prévoir. Il est par contre acquis qu'ils engendreront des mesures ou des attitudes favorisant une utilisation optimale des ressources en eau.

5.3.2 *Avantages du Québec en ressource en eau*

Dans la perspective où des opportunités existent bel et bien pour le développement commercial des ressources en eau du Québec, il convient maintenant d'examiner l'environnement interne. Il s'agit donc d'examiner les forces et faiblesses des industries du Québec. Ce diagnostic démontrera si le Québec possède certains avantages susceptibles de favoriser le développement commercial de ses ressources en eau pour l'exportation. L'évaluation des avantages concurrentiels pour l'exploitation commerciale des ressources en eau du Québec doit s'appuyer sur certains des paramètres identifiés dans le diagnostic précédent. Mentionnons parmi les plus importants :

- L'état de disponibilité des ressources en eau par rapport autres pays concurrents;
- le coût d'exploitation et de distribution des ressources en eau; et
- les caractéristiques de la concurrence.

Donc, les caractéristiques de ces paramètres sont les éléments clés qui favoriseront le développement commercial des ressources en eau pour le Québec. Ces paramètres pourraient se détailler comme suit :

Disponibilité des ressources en eau par rapport aux autres pays

Comme il a été démontré auparavant, le Québec possède entre 2 et 3 % des ressources mondiales en eau douce renouvelable, ce qui le placerait au 10^{ième} rang des pays bien pourvus en eau (voir tableau 4.2). Les autres pays sur cette liste sont : le Brésil, la Russie, les États-Unis, la Chine, l'Inde, la République Démocratique du Congo, le Pérou et la Colombie. Par rapport à ces autres pays, la situation des ressources en eau au Québec risque de subir moins de pression dans le futur, compte tenu de sa faible évolution démographique, d'où une demande interne potentiellement moins grande. Cela assurerait donc au Québec une disponibilité à plus long terme des ressources, ainsi qu'une situation probable de surplus d'eau si elle est bien gérée.

De plus, dans la perspective de la vente d'eau en vrac, en plus du critère de quantité recherché, la qualité de l'eau est un élément clé compte tenu de l'importance pour la consommation humaine. Il pourrait donc se développer un préjugé favorable pour l'utilisation de sources d'approvisionnement en eau les plus propres possibles pour ces usages et la production de biens qui en découlent (agricoles, jus, etc.) par rapport à l'eau recyclée, traitée ou désalinisée. Cela pourrait ainsi favoriser la vente de l'eau du Québec en vrac, comme matière première pour permettre aux autres pays de combler leur besoins en eau «propre», ou pour la production de biens plus «biologiques».

Coût d'exploitation et de distribution

Comme il a été démontré, il n'existe pas de coût unique à l'eau et il est nécessaire de l'examiner au cas par cas. Présentement au Québec, le coût d'exploitation de l'eau est très faible. Seules quelques industries (eau embouteillée et grands utilisateurs d'eau) doivent payer pour l'obtention d'un permis d'exploitation. On parle actuellement de la mise en place d'une redevance pour le prélèvement d'eau. Toutefois, comme il s'agit d'une nouvelle mesure, il est probable que son coût ne reflètera pas la valeur réelle de l'eau et que son montant sera relativement faible afin de ne pas compromettre les activités économiques qui dépendent actuellement de l'utilisation de l'eau.

L'élément qui est le plus susceptible d'influencer le potentiel commercial d'exploitation des ressources en eau en vrac est le coût de la distribution par canaux, pipeline, bateau, etc. En effet, le facteur limitant le plus l'exportation massive d'eau est la distance entre le Québec et les clients potentiels, soit les pays ou régions qui souffrent de stress hydriques importants (sud des États-Unis, Afrique et Asie). Par exemple, il a été rapporté par le CIIA (2005) que lorsqu'il coûtait entre 620$ et 830$ ha/m pour irriguer les champs du sud-ouest américain, il était estimé à plus de 8 300$ ha/m pour assumer ces mêmes besoins à partir d'eau du Canada (canaux). Pour les clients potentiels les plus éloignés (transport par bateau ou sacs), soit

l'Asie ou l'Afrique, il y a d'autres pays plus rapprochés de ces marchés qui pourraient entrer en concurrence avec le Québec, notamment l'Europe du Nord et la Russie, et qui pourrait exporter de leur eau par pipeline ou bateau de façon plus économique. Il semble donc que l'exportation massive d'eau ne pourrait être envisagée que vers les États-Unis dans un contexte politique, technique et économique favorable, mais aussi peut-être à l'intérieur même du territoire, entre villes ou région, où des pénuries locales ont été observées.

Par contre, l'utilisation des ressources en eau sur place par le biais d'industries *hydrovores* semble plus compétitive. L'aspect du coût de transport de l'eau n'interviendrait pas directement, mais ce dernier serait plutôt redirigé vers le coût de transport du produit fini. C'est donc la proximité des marchés pour ces produits de même que leurs caractéristiques qui détermineraient la compétitivité des industries *hydrovores*. L'établissement d'industries *hydrovores* serait favorisée par la présence de main-d'œuvre spécialisée (génie-conseil, opérateurs publiques d'usines) et d'expertise locale (organismes de gestion de bassins versants) pour exploiter les ressources de façon optimale et dans une perspective de développement durable; la présence sur le territoire ou l'établissement de grappes potentielles d'industries consommatrices d'eau (pâtes et papier, mine et métallurgie, haute technologie, etc.); des secteurs industriels bien développés et la disponibilité d'autres ressources naturelles (métaux, bois, etc.) à proximité; et par un faible coût énergétique pour la production industrielle.

Caractéristiques de la concurrence

Dans le secteur de l'utilisation commerciale des ressources en eau, les principaux concurrents sont de deux ordres, soit du domaine public et du domaine privé. Ces derniers sont:

- Domaine public : Les pays qui possèdent d'énormes ressources en eaux (Brésil, Russie, Chine, Inde, République Démocratique du Congo, Pérou et Colombie, etc.). Ces derniers pourraient décider de les développer pour le commerce à conditions que leur demande interne soit satisfaite de façon sécuritaire.

- Domaine privé : Les entreprises qui assurent le traitement et la distribution de l'eau (GDF Suez, Lyonnaise des eaux, Veolia Environnement, Thames Authority, etc.), celles qui vendent des équipement de traitement d'eau à l'aide de différentes technologies (John Meunier, Pentair, Geberit, H2O Innovation, etc.), et les entreprises de vente d'eau embouteillée (Nestlé, Danone, Coca-Cola, Pepsi, etc.).

Comme discuté auparavant, il est difficile de statuer sur l'impact de chacun de ces concurrents potentiels. En effet, il faut considérer la distance entre ces derniers et les clients potentiels, ainsi que les coûts associées aux alternatives d'exploitation de l'eau (pompage vs surface, traitement, désalinisation). Là encore, il faut procéder au cas par cas car dans différentes conditions, les ressources en eau du Québec pourraient s'avérer plus intéressantes par rapport aux autres alternatives disponibles.

Facteurs qui favorisent le développement commercial des ressources en eau

Boyer (2008) rappelle les principales conditions en faveur des projets d'exportation d'eau du Québec, soit : l'existence actuelle de transferts massifs d'eau en Amérique du Nord; l'abondance d'eau au Canada et sa sous-utilisation; et le fait que les États-Unis et plusieurs autres régions du monde devront bientôt faire face à une crise de l'eau.

Ainsi, malgré les limitations et les faiblesses des industries québécoises identifiées, il semble qu'un potentiel d'exploitation des ressources en eau du Québec en vrac existe, mais à une échelle plus locale (Québec vs. Canada et États-Unis). En effet, la limitation due aux coûts de transport pourrait être amoindrie, compte tenu de la proximité du marché américain où la demande en eau est forte et qui pourrait être sujet à davantage de restrictions d'usage dans un futur rapproché. La présence de surplus en eau sur le territoire ainsi que le faible risque de pénurie dans le futur sont des éléments qui appuient cette hypothèse.

De plus, il semble que le commerce de l'eau virtuelle présente aussi des possibilités intéressantes. L'eau utilisée dans les secteurs agricole, manufacturier, minier, pétrochimique et énergétique est principalement de l'eau virtuelle. La présence d'abondantes ressources en eau, de bonne qualité et faiblement exploitée, confère au Québec un certain avantage concurrentiel. Il convient donc d'évaluer si cet avantage peut également permettre de consolider des secteurs et des industries du Québec. Ceci fait référence au concept d'avantage géographique où une concentration d'expertise ou d'industries pourrait se développer autour d'une ressource.

Selon l'hypothèse où il existe bien un avantage compétitif, notamment du fait du faible coût de la ressource, de sa grande disponibilité, de la présence d'un vaste marché potentiel à proximité, le Québec doit ensuite sélectionner les outils qui lui permettront d'atteindre ses objectifs économiques. Il pourra s'agir de l'établissement de politiques économiques stratégiques, de mesures fiscales particulières, de subventions, etc. Les outils disponibles sont examinés au chapitre suivant en examinant la situation à l'étranger.

6 CONTEXTE POLITICO-ÉCONOMIQUE DU COMMERCE DE L'EAU

6.1 Politiques et instruments économiques pour le développement des ressources en eau

Larue (2000) définit une politique publique comme « un enchaînement d'activités, de décisions ou de mesures, cohérentes au moins intentionnellement, prises principalement par les acteurs politico-administratif d'un pays, en vue de résoudre un problème collectif ». De façon générale, l'élaboration de politiques publiques a pour objectif de modifier le comportement de groupes cibles afin de résoudre un problème collectif spécifique.

Les politiques publiques à caractère environnemental visent donc à résoudre un problème de nature environnementale ou écologique. Les politiques à caractère économique ont pour leur part comme objectif d'améliorer la situation économique générale du pays, soit plus précisément de favoriser la croissance économique, le plein emploi, la stabilité des prix et l'équilibre des comptes extérieurs. Les politiques de développement des ressources en eau qui sont discutées ici visent donc à essayer de concilier ces deux objectifs.

L'utilisation de politiques et d'outils économiques comme aide au développement des ressources naturelles a été utilisée à plusieurs reprises au Québec. Mentionnons la présence d'outils fiscaux dans le secteur minier, tel le régime d'actions accréditives, pour inciter les investissements dans l'exploration des ressources minérales métalliques. Le gouvernement participent aussi à des investissements directs dans des sociétés d'exploitation et de transformation des ressources naturelles à travers des organismes para-gouvernementaux (Investissement Québec, CDPQ, SGF).

Quelques instruments économiques sont donc disponibles pour le gouvernement afin de favoriser le développement des ressources en eau tout en s'assurant de préserver leur intégrité. Ces outils peuvent être regroupés selon leur différentes fonctions, soit (Kiersch, 2000; Marbek Resource Consultants, 2005; Ait-Ouyahia et Cantin, 2007):

- Financière : Elle consiste par exemple à imposer un tarif pour les services d'aqueduc et d'égout (principe de l'utilisateur-payeur), la mise en place de subventions financières incitatives pour la conservation de l'eau, la suppression de mesures de dissuasion (subventions adverses).

- Fiscale : Ce sont principalement des subventions pour l'investissement de capitaux pour des infrastructures en eau, et des déductions pour amortissement et ou subventions directes dans des technologies et industries de l'eau.

- Incitative : Il s'agit d'un frais de prélèvement de l'eau sous la forme d'un permis en fonction des quantités réelles, les frais de pollution (principe du pollueur-payeur, permis et allocations ou cibles et plafonds négociables pour favoriser les transferts entre industries).

- Environnementale : Elle consiste en l'évaluation des dommages et dans le recouvrement des frais de financement pour la réparation des dommages.

Parmi ces instruments, les mesures fiscales semblent être entre autres celles susceptibles d'inciter les compagnies à s'implanter dans une perspective leur assurant un approvisionnement en eau de qualité et en quantité suffisante. Les autres instruments visent surtout à l'amélioration ou au maintien de la qualité de l'eau dans un objectif de gestion durable. Ces instruments peuvent toutefois être complémentaires.

Bien que l'intérêt de ce travail soit d'examiner les possibilités d'exploitation et d'exportation des ressources en eau, il est essentiel aussi de tenir un discours visant l'application de mesures de préservation et d'économie des ressources en eau. En effet, les nombreuses incertitudes politiques, économiques et physiques qui existent font en sorte qu'il est fort possible que la disponibilité de nos réserves pourrait être affectée dans un futur rapproché par des phénomènes qui ne sont pas encore manifestés. Le principe de précaution doit donc s'appliquer.

6.2 Particularité de l'eau dans le commerce

En général, l'approche de gestion de l'eau par bassin versant vise surtout à protéger la ressource et les écosystèmes aquatiques, ainsi qu'à en améliorer la gouvernance. Elle ne vise pas spécifiquement à essayer de valoriser le développement des ressources en eau lorsqu'elles sont abondantes. Bien que le Québec se soit doté d'une politique nationale de l'eau, cette dernière souscrit principalement aux objectifs généraux de la gestion par bassin. La politique démontre les orientations privilégiées par le gouvernement du Québec, mais ces composantes demeurent toutefois très générales et demanderaient à être plus détaillées, notamment sur la dimension du développement commercial ou industriel des ressources en eau.

Il a été dit à plusieurs reprises dans les médias que les ressources en eau constituent une richesse qui devrait être exploitée davantage pour le bénéfice des Québécois. Toutefois, un sondage pour la revue Commerce (Noël, 2007) suggère qu'une partie importante des citoyens pense que malgré l'abondance et la bonne qualité de l'eau au Québec, celle-ci ne devrait pas devenir un objet de commerce, notamment à cause du risque de l'épuiser ou de détériorer sa qualité. Cette crainte avait d'ailleurs poussé le gouvernement du Québec à baliser le commerce potentiel de l'eau par la *Loi visant la préservation des ressources en eau* en 2001 qui interdit les transferts massifs d'eau à l'extérieur des frontières du Québec.

Pour le moment, aucun projet d'exportation d'eau en vrac vers les États-Unis ne s'est concrétisé au Canada et au Québec. Seulement quelques projets ont été répertoriés ailleurs dans le monde, soit entre le Lesotho et l'Afrique du Sud, entre Israël et la Turquie, entre la France et l'Espagne (Boyer, 2008). On note toutefois plusieurs projets de transferts massifs d'eau inter-bassins, notamment au Canada, aux États-Unis et en Australie, qui ont été réalisés par des instances publiques (hydro-électricité, eau potable, irrigation). Dans le commerce international de l'eau, la notion de proximité est encore très importante, notamment à cause des coûts de transport de l'eau par rapport aux coûts de traitement, de même que celles de propriété et de caractère vital de l'eau. C'est sans doute pour cela que peu de projets se sont matérialisés.

La place du secteur privé dans le commerce de l'eau est à échelle plus locale et régionale. Comme il a été déjà discuté, elle est occupée principalement par des firmes de services d'approvisionnement, de traitement et de distribution d'eau, de fabrication d'équipements d'assainissement, ou de production d'eau embouteillée. Dans plusieurs pays, ces services ont été privatisés au mécontentement des populations locales qui craignaient la dégradation de la qualité de l'eau et du service. On rapporte quelques cas, notamment en Bolivie à la fin des années 1990 où la paix sociale a été troublée (Shiva, 2003). Une filiale de Bechtel avait acquis du gouvernement les droits d'exploitation de l'eau suite à une privatisation. Le gouvernement a dû ensuite faire marche arrière à cause du mauvais service et de l'augmentation des coûts, ce qui a même mené à des affrontements. Par contre, d'autres sociétés privées, notamment aux États-Unis, au Royaume-Uni et en en France semblent opérer dans de meilleures conditions (Yoo et Yang, 1999; Aston, 2000; Alence, 2002; Boyer, 2008).

6.3 Aspects reliés aux ressources en eau dans les blocs économiques régionaux

Les ressources minérales occupent une place importante dans les accords commerciaux où elles sont considérées comme produit de commerce et sont incluses dans les textes des accords de commerce (OMC et accords régionaux). Il y est mentionné qu'elles ne doivent être assujetties à aucune restriction à l'exportation (article XI.1 du GATT; article 309 de l'ALÉNA). On note toutefois des exceptions sur leur exploitation dans le cas de risques environnementaux ou de sécurité nationale.

Le traitement de l'eau comme produit de commerce dans les accords est par contre moins détaillé. Il est considéré que l'eau à son état naturel n'est pas un objet de commerce. Elle peut par contre l'être lorsqu'elle est mise en contenant, la plupart du temps en petits volumes d'eau. Cette incertitude a forcé les

gouvernements fédéral[7] et provincial[8] à apporter des précisions pour mieux encadrer la question du commerce de l'eau dans le cadre de ces accords.

Contrairement à la plupart des ressources minérales, l'exportation de l'eau présente des aspects régionaux dans le sens où plusieurs cours d'eau et aquifères dépassent les limites des pays. C'est le cas par exemple de la gestion des Grands Lacs entre le Canada et les États-Unis. Ceci peut donc influencer la façon de gérer l'eau d'un territoire à un autre et relève comme il a été mentionné auparavant de la notion de propriété de l'eau. L'utilisation industrielle (AEP, irrigation, hydro-électricité) de ces ressources en eau communes risque donc de présenter des problèmes particuliers.

De nombreuses études politiques et base de données sur l'eau en général et les bassins transfrontaliers (aquifères et cours d'eau) ont été réalisées pour tenir compte des problématiques transfrontalières. Différents organismes internationaux s'occupent de gérer les aspects politiques. Par exemple, la Commission mixte internationale s'occupe de gérer les différends des eaux frontalières entre le Canada et les États-Unis. En Europe, la Commission économique européenne de l'ONU (UNECE) a examiné les problématiques de gestion transfrontalière des nombreux cours d'eau et aquifères communs sur le territoire. En plus, l'OSCE et l'OTAN ont réalisé des études pour évaluer les impacts environnementaux sur les ressources en eaux transfrontalières de nombreux sites contaminés en Europe orientale (eaux et sols), vestiges de la guerre froide.

Du point de vue du commerce international dans les blocs régionaux, quelques initiatives ont été réalisées afin d'évaluer la place et les limitations des ressources minérales et de l'eau dans les accords. Elles visent principalement à favoriser le bien-être des populations et le développement économique des pays concernés. Celles-ci sont décrites sommairement, ci-après.

ALENA

Tout comme dans les autres accords économiques régionaux, on retrouve dans l'accord de libre-échange nord-américain (ALENA) des références au commerce des ressources naturelles. Aucune entrave au commerces des ressources minérales et énergétiques n'est permise dans le cadre de l'ALENA. Une exception concerne le pétrole mexicain qui est assujetti à un contrôle particulier de l'État, ce qui n'est pas le cas pour les ressources pétrolières canadiennes. Le commerce de l'eau est quant à lui régi seulement pour l'eau mise en contenant de 20 litres et moins.

---

[7] Modifications à la *Loi du Traité des eaux limitrophes internationales*, 2002

[8] *Loi visant la préservation des ressources en eau*, L.R.Q., chapitre P-18.1, 2001

La Commission de coopération environnementale de l'ALENA (CCE) a effectué au début des années 2000 des travaux pour évaluer la place de l'eau dans l'accord et le rôle que devrait tenir l'organisme dans ce domaine. Les options identifiées visaient surtout une implication dans la gestion des bassins hydrographiques (diffusion de l'information), la promotion de techniques abordables d'amélioration de la gestion de l'eau, le développement d'outils économiques (tarification) favorisant l'utilisation rationnelle de l'eau, l'élaboration de politiques, approches réglementaires et normes visant à améliorer la qualité de l'eau. Très peu a été discuté concernant le commerce de l'eau en vrac. Depuis 2003, la CCE semble avoir délaissé l'étude détaillée des questions reliées à l'eau et au commerce dans le cadre de l'ALENA.

Récemment, le Partenariat pour la sécurité nord-américaine a aussi examiné le cas des ressources minérales, énergétiques et de l'eau. Bien peu d'information a filtré de ces discussions. Ces dernières auraient porté sur les moyens à mettre en œuvre pour favoriser un climat de stabilité sociale et économique en Amérique du Nord, entre autre en assurant une gestion efficace des ressources naturelles.

Communauté Économique Européenne (CEE)

Les pays européens partagent depuis des siècles des cours d'eau et aquifères qui ont parfois été la source d'affrontements, notamment pour le contrôle des accès et du transport. Plus de 150 rivières et 50 lacs franchissent les frontières de deux ou trois pays européens. Vingt de ces pays dépendent de 10 % de leur approvisionnement en eau de pays avals, alors que pour cinq autres de ces pays, il s'agit de 75%.

Les pays européens coopèrent depuis plusieurs années à la gestion de ces cours d'eau et aquifères, en autre, en fonction de la Convention sur l'eau de la UNECE. Cette dernière vise à renforcir les mesures nationales pour la protection et la gestion écologique des cours d'eau et aquifère transfrontaliers. Plusieurs projets ont permis l'inventaire des ressources, ainsi que l'élaboration de documents de travail et de lignes directrices pour assurer une meilleure gestion des ressources en eau transfrontalières. Le commerce international de l'eau entre les pays n'a pas été l'objet de beaucoup d'études, mais a toutefois été bien examiné en ce qui a trait à la coopération pour sa gestion.

MERCOSUR

Le bloc économique régional d'importance en Amérique latine est le Mercosur. Celui-ci inclut le Brésil, l'Argentine, le Paraguay et l'Uruguay. Ces pays possèdent plusieurs cours d'eau communs qu'ils utilisent entre autres pour la production hydro-électrique, notamment la centrale électrique Itaipu aux frontières entre le Paraguay, le Brésil et l'Argentine, à proximité des chutes d'Iguaçu. On trouve également sur leur territoire un vaste système aquifère (Guarani) qui s'étend sur une portion du territoire de chacun de ses

pays. Ces derniers ont vu l'importance de gérer efficacement et équitablement cette ressource. Ils réalisent actuellement un important projet de renforcement institutionnel, financé en partie par la Banque Mondiale (GEF), afin d'assurer la gestion et le développement efficace de ces ressources en eau.

Les pays du Mercosur sont peu propices à subir des pénuries d'eau dans le futur. Toutefois, des pourparlers pour l'établissement d'accord commerciaux avec les États-Unis et la CEE ont eu lieu et ont engendré des manifestations d'opposition. Tout comme pour l'ALENA, le statut de l'eau dans le commerce est un élément peu défini dans ces pourparlers.

Bassins Intra-Africains

L'Afrique possède aussi de nombreux cours d'eau et aquifères transfrontaliers. Les plus grands bassins et fleuves transfrontaliers sont : Congo, Nil, Lac Tchad, Niger, Volta, Sénégal, etc. L'accès aux ressources de certains de ces cours d'eau a historiquement fait l'objet de confrontations, notamment pour le Nil entre l'Éthiopie et l'Égypte.

La gestion politique de plusieurs de ces cours d'eau est coordonnée par des organismes publics internationaux, du type agence de bassin. Quelques initiatives intéressantes ont émané des travaux de ces organisations, mais elles demeurent toutefois encore embryonnaires.

Une des activités de coopération les plus évoluées concernent le partage des ressources en eau des bassins hydrographiques transfrontaliers des fleuves Okavango, Orange et Limpopo entre les pays de l'Afrique australe par le biais de la SADC (communauté économique de l'Afrique australe). Ces derniers sont à mettre en place des stratégies pour la gestion des ressources en eau afin de réduire les effets de la sécheresse qui sévit dans cette région depuis plusieurs années. Il est intéressant de mentionner que ces pays ont reconnu les impacts négatifs des sécheresses sur l'activité économique. Ces derniers avaient été estimés à plusieurs millions de dollars pour l'implantation de mesures d'atténuation des effets (nourriture et industries) durant la période de sécheresse qui a sévi dans la région au début des années 1990.

6.4 Exemples de politiques et projets sur l'eau comme appui au développement économique

6.4.1 *Exemples de projets à l'étranger*

Plusieurs pays ont décidé de développer à coûts très élevés des ressources en eau afin de favoriser d'autres activités économiques (Hassan, 2003; Lasserre, 2005; Salameh, 2008; Tewari et Kushwaha, 2008). Il s'agissait surtout de projets à l'intérieur des limites mêmes des pays. Les buts premiers étaient d'assurer les besoins en eau pour l'irrigation, la production hydro-électrique et l'approvisionnement

urbain en eau. Par exemple, la Libye a aménagé de vastes champs de puits exploitant les aquifères profonds du Sahara. Un pipeline transporte ensuite l'eau à partir du désert sur près de 2 000 km jusqu'à la côte méditerranéenne où elle sert pour l'eau potable des populations et pour l'agriculture. Dans un pays où les pressions sur les ressources en eau sont de plus en plus élevées, le projet hydro-électrique chinois des Trois-Gorges a fait couler beaucoup d'encre il y a quelques années en forçant le déplacement de millions de personnes et la modification drastique du régime hydrologique d'une vaste région avec les nombreuses conséquences écologiques qui en découlent. Malgré les mesures d'économie d'eau mises en place dans un environnement très aride, la ville de Las Vegas aux États-Unis continue de se développer et n'hésite pas à aménager des infrastructures de transport d'eau très onéreuses pour assurer son approvisionnement en eau. Plusieurs régions désertiques du centre de l'Arabie Saoudite ont des activités agricoles utilisant des ressources en eaux d'aquifères profonds et fossiles qui ne sont plus réalimentés.

Lasserre (2005) a répertorié plus d'une soixantaine de projets, à partir du XVI^{ième} siècle, de transferts massifs d'eau qui ont été réalisés, qui sont en construction ou projetés, ou qui ont été abandonnés. Certains des projets dignes d'intérêt qu'il discute plus en détails sont:

- Les transferts massifs d'eau visant l'approvisionnement en eau potable des villes de Mexico, Dakar, Paris, Barcelone, Tokyo;
- Les projets pour favoriser le développement économique de régions particulières en Chine, en Espagne, au Portugal, à l'Ile de la Réunion, en Afrique du Sud;
- Quelques cas de transfert d'eau transfrontaliers entre l'Albanie et l'Italie, la Thaïlande et la Birmanie, le cas de la mer d'Aral;
- De vastes transferts inter-bassins pour réduire la sécheresse dans certaines régions à l'intérieur de l'Égypte et l'Iran;
- Le projet du Grand Canal entre le Canada et les États-Unis pour satisfaire la demande en eau américaine.

La logique économique derrière ces vastes projets réside dans quelques prémisses (Sasseville et Yezza, 2005) :

- La valeur qui est attribuée à la demande en eau par les utilisateurs finaux;
- La valeur qui est attribuée aux usages finaux des transferts; et

- La valeur qui est attribuée à l'offre par les propriétaires de l'eau.

Toutes ces prémisses tiennent ensuite compte de l'ensemble des dépenses reliées à la réalisation des projets, notamment les coûts de transferts, d'exploitation, de compensation, des investissements, etc.

Les projets énumérés précédemment concernaient principalement les eaux de surface, alors que d'autres aussi importants visaient l'exploitation des eaux souterraines. Dans ce dernier cas, on peut citer :

- La Grande Rivière Artificielle en Libye où l'on procède au pompage des nappes aquifères fossiles du Sahara pour favoriser l'agriculture le long de la côte (Bakhbakhi et Salem, 1999);
- L'aquifère de Ogallala dans le Midwest américain, également intensément exploité pour l'agriculture dans des régions arides (Dennehy *et al.*, 2002);
- L'exploitation de l'aquifère de Guarani dans le Mercosur[9] pour utiliser les ressources en eau souterraine pour leur développement économique (ces derniers sont même appuyés par un financement de la Banque Mondiale).

Ces projets d'importance avaient donc pour but de favoriser le développement d'activités économiques (implantations d'industries, développement de l'agriculture, urbanisation) à partir souvent de vastes ressources en eau disponibles à proximité. À l'opposé, des impacts sur ces réserves d'eau, telles que des sécheresses, ont engendré historiquement des pertes économiques dans ces régions par des baisses de productivité (SADC). Ceci contribue donc à démontrer l'importance stratégique pour le développement économique d'un territoire d'un accès facile, permanent et sécuritaire à de vastes ressources en eau.

6.4.2 *Exemples de projets au Canada et au Québec*

Au Canada, jusqu'à maintenant, on a eu rarement recours à l'exploitation massive des ressources en eau pour aider au développement. Tel que mentionné, les ressources en eau ont été très développées et utilisées pour la production hydro-électrique, la fabrication du papier, l'approvisionnement en eau potable, l'irrigation, etc. L'utilisation des ressources dans les différents secteurs économiques est variable à travers le pays en fonction de la disponibilité de l'eau et des besoins.

Le tableau 6.1 décrit quelques projets continentaux de transferts massifs d'eau entre le Canada et les États-Unis.

[9] http://www.sg-guarani.org/index/site/index.php?language=en

Tableau 6.1: Principaux projets d'exportation d'eau du Canada.

Projet	Date	Source de prélèvement	Destination	Volume dérivé (km^3/an)	Coût de la construction à la conception (milliards de dollars)
North American Water & Power Alliance (NAWAPA)	1952	Bassins versants du Pacifique et de l'Arctique, et affluents de la Baie James	Grands Lacs, Mississipi et Californie	310	100
Grand Lacs	1963	Rivières de la Colombie-Britannique, l'Alberta et de la Saskatchewan	Grands Lacs	142	Non disponible
Plan Magnum	1965	Rivières en Alberta	Midwest américain	31	Non disponible
Plan Kuiper	1967	Rivières en Alberta et en Saskatchewan	Midwest américain	185	50
Central North American Water project (CENAWP)	1967	Rivières des Territoires du Nord-Ouest, de la Saskatchewan et du Manitoba	Sud des États-Unis	185	30 à 50
Western State Water Augmentation	1968	Rivières des Territoires du Nord-Ouest et de l'Alberta	États du centre et de l'ouest des États-Unis	49	90
NAWAPA-MUSCHEC	1968	Bassins versants du Pacifique et de l'Arctique, et affluents de la Baie James, bas-Mississipi, Sierra Madre	Grands Lacs, Mississipi, Californie, sud du Mexique	354	Non disponible
North American Water	1968	Rivières des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon, bassin versant de la Baie d'Hudson	Sud et ouest des États-Unis	1 850	Non disponible
Ogallala Replenishment	1982	Grands Lacs	Aquifère d'Ogallala	8,8	27
Grand Canal	1983	Rivières affluentes de la Baie James	Grands Lacs	347	100
Alaska Subsea Pipeline	1991	Fleuves d'Alaska	Californie	4 ,94	110

Source : Lasserre, 2002

Il convient de mentionner que tous ces projets sont restés sur la table à dessin. En effet, on peut constater que les coûts de réalisation étaient exorbitants même à l'époque de leur conception. D'autres solutions plus économiques sont actuellement disponibles, notamment l'implantation de mesures d'économie d'eau.

Parmi ces projets d'importance, un seul concernant réellement le Québec a été examiné dans les années soixante-dix. Il s'agit du projet Grand Canal (Lasserre, 2005). Il s'agissait d'exploiter les ressources en eau de la Baie de James en construisant une digue à la limite nord de cette dernière afin de recueillir l'eau douce qui s'écoulait des rivières dans la mer en « pure perte ». Cette eau devait ensuite être pompée par pipeline vers le sud. Le pompage nécessitant énormément d'énergie, jusqu'à 30 000 MW, cela aurait requis la construction de plusieurs centrales nucléaires. Le coût du projet était estimé à l'époque à près de 100 milliards de dollars, ce qui constitua la principale raison de son abandon. Nul doute qu'aujourd'hui, des considérations environnementales viendraient aussi contrecarrer ce projet.

La valeur économique des ressources en eau a fait en général l'objet d'un plus grand nombre d'études en ce qui concernent les eaux de surface que les eaux souterraines. C'est notamment le cas au Québec (MRI, 1999; Sasseville, 1997; Mayrand *et al.*, 2002). Plusieurs cours d'eau au Québec ont été aménagés à des fins de production hydro-électrique (rivières La Grande, Eastmain, Ste-Marguerite, Péribonka, etc.). Les ressources en eau souterraine ont quant à elles été davantage utilisées dans l'ouest du pays pour l'agriculture, mais aussi pour les opérations pétrolières qui demandent beaucoup d'eau (2,5 à 4 barils d'eau pour un baril de pétrole). Quelques analyses ont été réalisées pour évaluer le potentiel de développement socio-économique des ressources en eau souterraine. Parmi celles-ci, rappelons les travaux de Kulshreshtha (1994) pour l'aquifère du delta de l'Assiniboine au Manitoba, ainsi que ceux de Banton *et al.* (1995) et Martin (1999) au Québec qui ont examiné les aspects socio-économiques de la ressource, notamment dans une perspective de développement rural ou pour l'eau embouteillée.

Ainsi, dans la perspective où les ressources en eau peuvent constituer un avantage concurrentiel pour le Québec, il existe des moyens à l'aide de politiques pour favoriser l'activité économique par leur développement. Ce dernier point sera discuté au dernier chapitre. Mais d'abord, la section suivante examinera l'hypothèse voulant que l'eau soit une ressource stratégique pour le Québec et dans quelle mesure.

7 EAU COMME RESSOURCE STRATÉGIQUE POUR LE QUEBEC

7.1 Ressources minérales stratégiques

7.1.1 *Définition des ressources minérales stratégiques*

Au cours des siècles, les ressources naturelles minérales dans l'économie mondiale ont démontré une importance qui a varié en fonction des fluctuations de l'offre et de la demande au cours de différents cycles de croissance économique. Il est donc possible de concevoir qu'il existe des conditions politiques, économiques ou environnementales particulières (sur-exploitation, découvertes majeures, guerre, sécheresse, percée technologique) susceptibles d'augmenter l'intérêt envers certaines de ces ressources. L'origine et les effets de ces conditions sur la valeur des ressources minérales méritent d'être examinés pour évaluer leur influence potentielle sur l'économie, d'où leur caractère stratégique.

Tout d'abord, il existe plusieurs façons de définir ce qu'est une ressource stratégique. Mentionnons la définition présentée par Anderson et Anderson (1998) qui considère les principales caractéristiques des ressources naturelles stratégiques comme suit :

- Condition 1 : Des ressources qui sont critiques pour la défense et les industries reliées, ainsi que pour les usages civils essentiels;
- Condition 2 : Des ressources pour lesquelles il existe un degré très élevé de dépendance à l'importation;
- Condition 3 : Des ressources pour lesquelles il n'existe que quelques sources d'approvisionnement d'importance.

Le terme stratégique englobe donc dans sa définition les concepts de ressource critique, de dépendance et de vulnérabilité d'une ressource dans une économie. Dans la catégorie des ressources stratégiques, Anderson et Anderson identifient le pétrole et le gaz, certains métaux (chrome, cobalt, titane, platine, nickel, columbium, tantale, titane, niobium, tungstène), les denrées agricoles (sécurité alimentaire) et l'eau. Il convient de noter que, étant intégrés à d'autres produits, l'utilisation dans l'économie de certains de ces métaux, et aussi de l'eau (virtuelle), n'est pas toujours aussi évidente que celle pour certains métaux (fer, bauxite) ou du pétrole, ce qui n'en diminue pas moins leur importance. Le tableau 7.1 énumère les principales ressources minérales stratégiques avec certaines de leurs caractéristiques et leur utilisation dans la production de biens.

Tableau 7.1: Principales ressources naturelles minérales dites stratégiques et leur utilisation

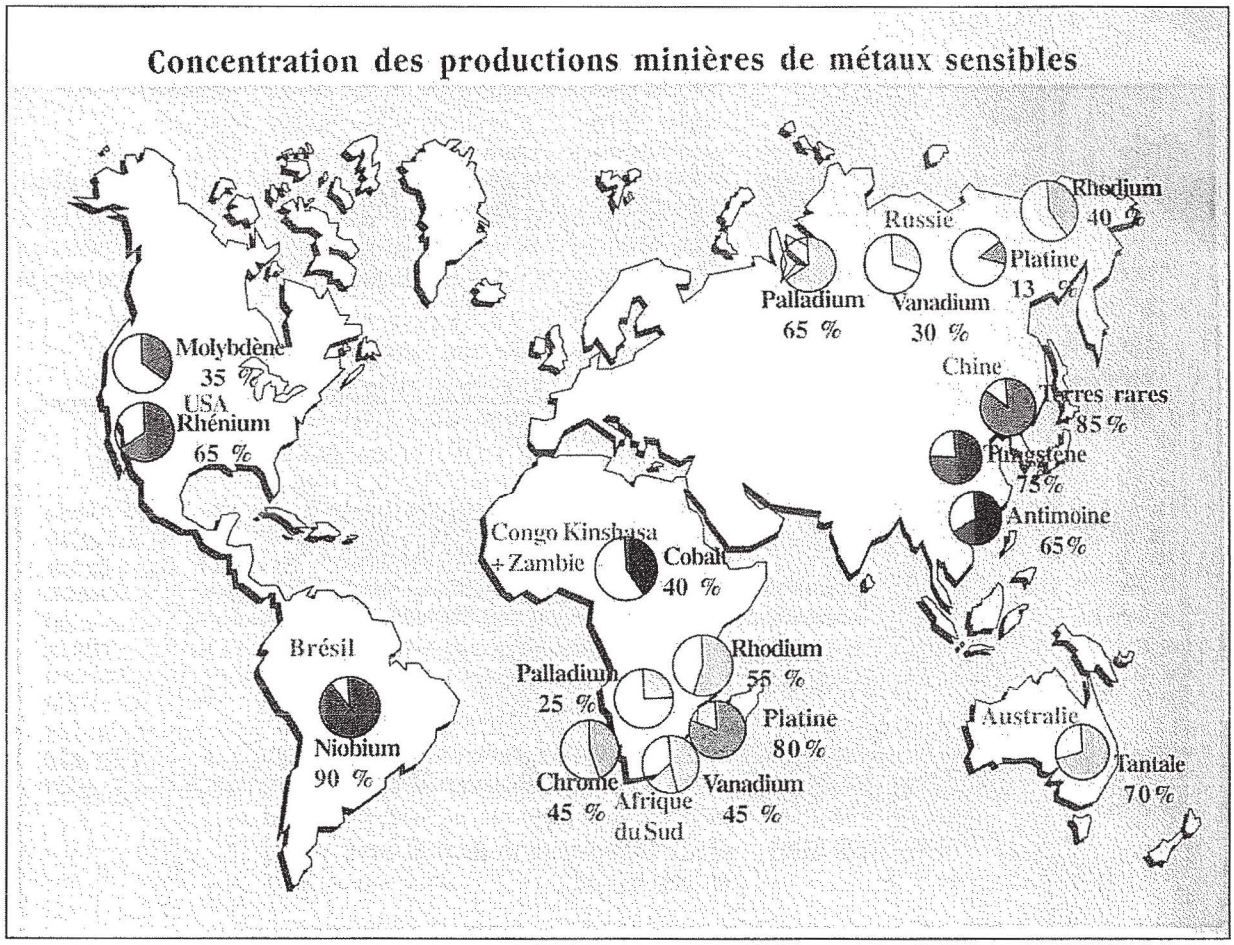
Ressource minérale stratégique	Secteur	Caractère stratégique
Métaux		
Chrome	Chimique, énergie, acier, transport	Équipements militaires (ex : turbines d'avion de chasse et moteur de char d'assaut)
Cobalt	Chimique, énergie, machinerie, acier, transport	Disponibilité restreinte Équipements militaires (ex : turbines d'avion de chasse et moteur de char d'assaut); Applications en haute technologie Aciers et alliages spéciaux
Nickel	Électronique, énergie, machinerie, acier, transport	Nombreux équipements militaires et civils
Niobium (columbium)	Énergie, acier, transport	Nombreux équipements militaires et civils Nombre limité de producteurs
Platine	Électronique, énergie (piles à combustibles), transport (bougies d'allumage), chimique, transport (pots catalytiques), joaillerie	Disponibilité restreinte
Tantale	Électronique, machinerie, acier	Disponibilité restreinte
Titane	Chimique, énergie, machinerie, acier, transport (aérospatial)	Équipements militaires (ex : turbines d'avion de chasse et moteur de char d'assaut)
Tungstène	Machinerie, acier	Applications en défense Disponibilité restreinte
Rhodium	Transport (pots catalytiques)	Disponibilité restreinte
Eau	Agriculture, approvisionnement eau potable, industries variées (voir liste au chapitre 4), hydro-électricité, transport	Répartition géographique non corrélée aux besoins; rareté à plusieurs endroits

Sources : Anderson et Anderson, 1999; auteur, 2008

La définition de ressource stratégique est associée en premier lieu aux pays qui dépendent d'un approvisionnement en cette ressource, et cette question a été examinée en particulier pour le cas de l'économie des États-Unis (CBO, 1983; Anderson et Anderson, 1998; Klare, 2001), surtout pour des questions de sécurité nationale. Au Québec, on pourrait considérer par exemple le cas de l'aluminium puisqu'il y a absence de sources de matières premières (bauxite) sur le territoire. L'aluminium est donc uniquement un produit de transformation locale. La grande quantité d'énergie requise pour le procédé de transformation (énergie qui est abondante et moins coûteuse au Québec) est la principale raison justifiant sa production sur le territoire du Québec. Les alumineries québécoises sont donc complètement dépendantes d'un approvisionnement externe en matières premières pour la production d'aluminium (Guinée, Australie).

On peut également considérer l'aspect inverse, soit celui des pays qui détiennent la ressource stratégique et qui peuvent l'utiliser dans leur stratégie commerciale et politique. Par exemple, citons le cas de la Russie (2006 et 2009), principal fournisseur de gaz naturel de l'Europe, qui n'a pas hésité à exercer des pressions politiques pour manifester ses craintes sur sa sécurité et ses intérêts. La figure 7.1 présente la localisation des principaux gisements de ressources minérales stratégiques.

Figure 7.1: Localisation de certaines ressources minérales stratégiques



Source : DGEMP, 2001

On peut constater sur la figure qu'une grande proportion de la production de plusieurs métaux est souvent concentrée dans un nombre limité de pays (États-Unis, Russie, Chine, RDC, Afrique du Sud, Australie). Certains de ces pays sont très instables politiquement (RDC) ou il peut y être difficile d'y faire des affaires (Russie). Ce contrôle géographique de l'offre a régulièrement influencé la valeur de ces ressources.

En effet, certaines ressources minérales ont connu des circonstances qui ont favorisé la flambée de leur prix, notamment du fait de leur rareté croissante due à la diminution des stocks ou à la présence de risques de rupture d'approvisionnement. C'est le cas par exemple du pétrole durant les crises de 1973 (Guerre des Six Jours) et 1979 (crise iranienne), et aujourd'hui avec un prix à la hausse causé par d'autres pressions sur la demande ou de spéculations. Cela a aussi été le cas du cobalt dont les gisements principaux sont situés en République Démocratique du Congo et dont l'approvisionnement a été perturbé en 1978 et durant les années 1990 suite à des guerres civiles (DGEMP, 2001). Notons qu'il y a eu également des «crises» pour le rhodium, le platine et le palladium. Ces métaux sont utilisées pour des applications industrielles spécifiques et leur disponibilité est très limitée (peu de gisements et de pays producteurs). Un autre facteur ayant contribué à la hausse du prix des métaux est l'augmentation de la demande en matières premières de façon générale ainsi qu'une course aux sources d'approvisionnement. Cette course avait ralenti suite à l'effondrement de l'URSS, mais elle a été reprise avec l'apparition de nouveaux joueurs (Inde et Chine).

Le concept de ressource stratégique est donc lié à celui de la sécurité nationale pour l'approvisionnement en minéraux industriels particuliers, matières énergétiques, ou en ressources en eau. Plusieurs ressources minérales (pétrole, Co, Ni, diamant) ont d'ailleurs été à l'origine de plusieurs conflits entre états durant des périodes de crise. Par exemple, on peut considérer le pétrole comme source d'affrontement entre le Koweït et l'Iraq (Première Guerre du Golfe), l'envoi de mercenaires au Katanga (RDC) pour assurer l'approvisionnement en cobalt, les conflits interne pour la possession des diamants au Sierra Leone, etc. (Klare, 2001; DGEMP, 2001; Le Billon, 2005). Des conflits similaires ont également surgi pour les ressources en eau, soit entre l'Égypte et l'Éthiopie pour l'accès au Nil, et aussi en partie lors du conflit israélo-palestinien de la Guerre des Six Jours pour la prise de contrôle des territoires du Plateau du Golan qui recèlent entre autres de vastes ressources en eau souterraine (Lasserre et Descroix, 2002).

Il est donc possible d'étudier les ressources naturelles stratégiques selon une approche géopolitique, mais aussi selon une approche économique, telle que privilégiée dans ce travail. Les différentes composantes à examiner pour l'analyse de l'économie des ressources naturelles stratégiques sont :

- La définition de ce qui constitue une ressource stratégique pour l'économie d'un pays (part des importations et exportations);
- la disponibilité des ressources dans le pays donné et les sources d'approvisionnement ailleurs dans le monde;

- son utilisation dans l'industrie ou l'économie du pays, de façon directe comme matière première, comme produit transformé, ou inclus dans la fabrication d'un autre produit;
- l'estimation de sa valeur de vente ou d'acquisition;
- son statut légal et juridique;
- la projection de la demande et de l'offre mondiale pour les prochaines années;
- les principaux enjeux et risques politiques et économiques;
- la place de ces ressources dans le commerce mondial, notamment à travers les accords existants; et
- les différentes approches politiques et économiques disponibles pour en faire la promotion.

La connaissance de ces composantes pour une ressource spécifique servira donc à préciser si cette dernière peut être considérée comme ressource stratégique pour le développement économique d'un pays. En ce qui concerne les ressources en eau, ces aspects ont été exposés dans les chapitres précédents.

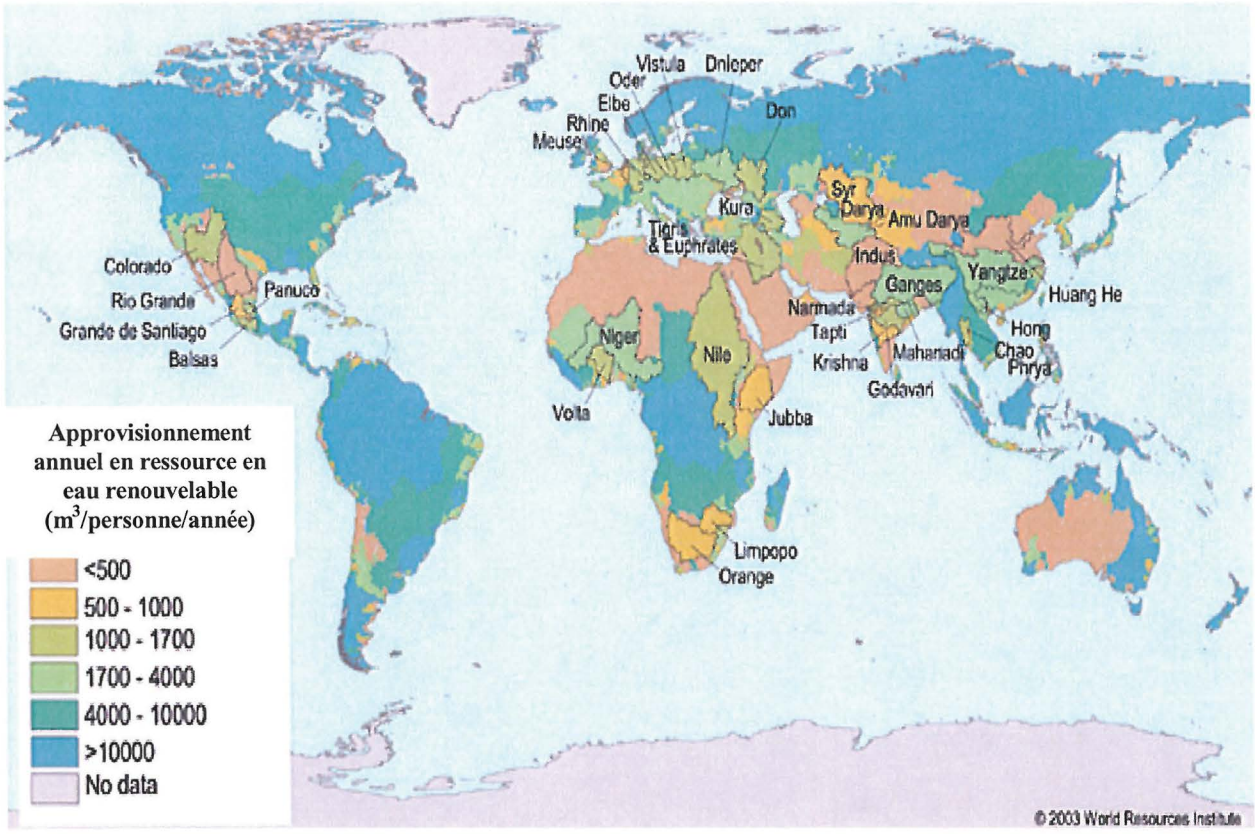
7.1.2 *Caractère stratégique des ressources en eau*

Il existe donc plusieurs manières d'évaluer le caractère stratégique d'une ressource dans l'économie d'un pays. On peut le faire selon une approche typique à l'analyse des ressources naturelles, soit par rapport à la disponibilité de la ressource, la demande internationale, son utilisation dans l'économie, la structure de l'industrie, la localisation des marchés, les facteurs influençant l'offre et la demande, etc. Comme il a été démontré, le caractère stratégique des ressources en eau peut également être étudié en fonction de ces caractéristiques, tout comme pour les autres ressources minérales (Sironneau, 1996; Lasserre et Descroix, 2002).

Malgré l'absence d'une valeur monétaire qui lui serait attribuée sur un marché d'échange, l'eau possède plusieurs caractéristiques typiques d'une ressource minérale stratégique, si on se fie aux trois conditions citées dans la section 7.1.1. Par exemple, elle est un élément critique pour certains usages civils essentiels (condition 1). En effet, elle est indispensable pour l'approvisionnement en eau potable des populations, mais aussi pour le bon fonctionnement de nombreuses industries, principalement agricoles (sécurité alimentaire), mais également minières, énergétiques et manufacturières.

Également pour certaines régions, il n'existe que quelques sources d'approvisionnement d'importance de disponibles à proximité (condition 3). Toutes pressions sur sa disponibilité seraient donc susceptibles d'en augmenter le caractère stratégique et de générer potentiellement des conflits, parfois à l'intérieur d'un même pays. La figure 7.2 illustre bien cette situation de pénurie locale des ressources en eau. En effet, malgré la grande disponibilité de ressources dans certains pays (voir figure 5.1), par exemple au Canada (sauf le Québec) et aux États-Unis, et dans certains pays d'Europe, il existe régionalement des zones présentant un stress hydrique. Pour ces pays, cela implique donc des négociations internes pour une redistribution équitable de la ressource. Cela suggère aussi une potentielle réallocation régionale des ressources par transferts massifs d'eau, ou par la délocalisation de certaines industries, soit une forme d'exportation de l'eau sur courte distance.

Figure 7.2: Zones caractérisées par des pénuries locales d'eau



Source : IWMI, 2003

Toutefois, il serait faux de penser que des pays dépendent d'importation d'eau (condition 2), en particulier par transferts massifs. Cela serait vrai à condition que l'on considère l'écoulement naturel d'un

cours d'eau ou d'un aquifère d'un pays amont vers un pays aval. Dans ce cas, il s'agirait d'une sorte d'exportation naturelle et gratuite de l'eau. Toute restriction sur cet écoulement libre de l'eau représenterait donc un risque stratégique pour le pays d'aval.

Comme mentionné auparavant, cette situation existe déjà dans quelques pays et elle aurait même été en partie à l'origine de quelques conflits. Par exemple, la Turquie a menacé l'Iraq au début des années 1990 de réduire le débit du Tigre et de l'Euphrate, fleuves coulant du premier pays vers le second, suite à des différends politiques. Gorelick (2008) a répertorié plus d'une centaine de conflits depuis 3000 av. J.-C. où les ressources en eau ont été un des éléments générateurs du conflit. La plupart de ces conflits tirent leur source du fait qu'il s'agit de cours d'eau et d'aquifères transfrontaliers où chaque pays traversé par le cours d'eau considère qu'il a certains droits sur cette eau, soit parce que le cours d'eau origine de son territoire ou de par l'usage historique qu'il en a fait (voir section 3.4.2).

Le Canada a aussi été touché, et l'est encore aujourd'hui, par quelques conflits frontaliers sur les ressources en eau, naturellement avec les États-Unis (Schindler et Hurley, 2004). Les principaux différends concernent le Manitoba et le Nord-Dakota pour la préservation de la qualité de la rivière Rouge qui se draine dans le lac Winnipeg; la Saskatchewan, le Nord-Dakota et le Manitoba pour le partage de l'eau de la rivière Souris; l'Alberta et le Montana pour le partage du peu d'eau des rivière Milk et Ste-Marie; la Colombie-Britannique et l'état de Washington pour la rivière Columbia; ainsi que l'usage des eaux des Grands Lacs. Il est aussi possible de rajouter les prétentions internationales sur le libre accès au *passage du nord-ouest* dans les eaux arctiques canadiennes suite à l'augmentation de la période d'accessibilité dû à la fonte des glaces résultant des changements climatiques.

Cette situation de conflits potentiels pour l'usage des ressources en eau pourrait davantage se dégrader, en particulier en période de changement climatique. En effet, l'augmentation de la demande en approvisionnement en eau potable ou industrielle de certains pays due à l'accroissement démographique et au développement économique, ainsi que la diminution de leurs réserves suite à l'assèchement de rivières ou de la baisse de la nappe d'eau souterraine rendent les réserves en eau des pays qui en sont pourvus attrayantes pour les autres pays qui subissent des pénuries. Puisque la commission mondiale sur l'eau estime qu'il y aura un accroissement de plus de 50% de la demande en eau durant les 30 prochaines années, cela porterait plus de 4 milliards d'individus à vivre sous d'énormes pressions sur leur réserve en eau (Banque Mondiale, 2004). La situation du Québec avec son potentiel hydrique important et du fait de sa proximité avec les États-Unis, qui deviennent de plus en plus assoiffés, favorise donc un intérêt stratégique pour le développement de cette ressource.

7.1.3 *Option de politiques stratégiques*

La mise en place de politiques économiques comme aide au développement des ressources naturelles a été utilisée à plusieurs reprises dans plusieurs pays, mais également au Québec. Par exemple, le Québec vient de se doter d'une politique énergétique (2006) et d'une politique nationale de l'eau (2002). Une politique stratégique minérale est aussi en préparation. La politique énergétique du Québec a comme objectifs de sécuriser les approvisionnements en énergie et d'utiliser davantage l'énergie comme levier de développement économique, alors que celle de l'eau vise à en améliorer la gouvernance et à en protéger la ressource. L'élaboration de politiques économiques constituerait donc une activité pouvant permettre l'utilisation des ressources en eau pour favoriser le développement économique d'une nation. Il est donc essentiel de déterminer quel type de politique serait le plus efficace.

En complément aux instruments économiques disponibles et examinés à la section 6.1, il est aussi possible d'étudier les options de politiques à retenir pour le développement des ressources en eau en examinant celles utilisées spécifiquement pour les ressources stratégiques. Celles qui sont principalement utilisées consistent en:

- Réserve stratégique (*stockpile*) : Dans ce cas-ci, il s'agit de constituer des réserves du minéral afin de prévenir les périodes de pénurie qui pourraient affecter de façon significative le prix du minéral et par conséquent la productivité des entreprises. Dans ce même ordre d'idée, il existe des façons de stocker les surplus d'eau dans des réservoirs souterrains pour son utilisation lors de périodes de sécheresse (recharge artificielles d'aquifères, mini-barrages, etc.) (Bouwer, 2002; Ensuff et Lansey, 2004).

- Diversification des sources d'approvisionnement : Une industrie peut être approvisionnée par un seul producteur. Elle est donc à la merci de son offre du produit. Dans cette perspective, il peut exister des sources d'approvisionnement en eau différentes et combinées (ex : eau de surface et eau souterraine). Il s'agit en fait de réaliser une gestion plus intégrée des ressources en eau, souvent réalisée par bassin versant (Sethi *et al.*, 2002; Elmahdi *et al.*, 2007).

- Substitution de la ressource : Certains minéraux ont des propriétés similaires et peuvent être substitués l'un à l'autre dans des applications industrielles. Ceci est rarement le cas de l'eau. Toutefois, on peut considérer par exemple dans le cas de pénuries d'eau d'opter pour un approvisionnement électrique à partir de charbon versus un approvisionnement en hydro-électricité; ou d'effectuer des activités de nettoyage en utilisant un autre solvant que l'eau (air). Il s'agit globalement de mesures d'économie d'eau.

- Accès à des terres publiques : Cette option permet l'exploitation par l'entreprise privée des ressources minérales à partir de terres appartenant au gouvernement, par exemple des parcs. En ce qui concerne l'eau, cette option est intéressante si elle permet une exploitation de l'eau de façon durable dans des parcs où sa qualité risque d'être excellente et sa protection assurée. Ce concept s'apparente à celui de réserve écologique ou naturelle.

- Recherche et développement : Toutes politiques favorisant l'utilisation de nouvelles ressources minérales pour des applications existantes ou nouvelles à partir de ressources déjà développées. Le développement des ressources en eau peut bénéficier de ce type de politiques dans la mesure où elle permettent des économies d'eau pour en assurer une allocation à d'autres fins et conséquemment aussi une meilleure gestion. De plus, n'ayant pas beaucoup d'études effectuées sur l'eau virtuelle dans le secteur industriel, les activités de R&D pourraient permettent de compléter l'information manquante, notamment sur les marchés potentiels (industries *hydrovores*).

Ces politiques semblent toutes applicables à divers degrés. Toutefois, il faut rappeler que contrairement aux ressources minérales, la mise en place de politiques économiques pour l'exploitation des ressources en eau est un domaine où l'intérêt public est très concerné et doit être considéré en priorité à cause du caractère vital de la ressource. Par exemple, l'implantation d'une politique agricole pour favoriser le développement de cultures qui demandent beaucoup d'eau mettra-t-elle en péril l'approvisionnement d'autres usagers de la ressources ou d'écosystèmes qui en dépendent? Il est donc essentiel pour le pays d'évaluer l'impact de toute nouvelle politique sur d'autres secteurs de l'activité économique et d'évaluer si cette dernière est susceptible de maintenir ou de relancer l'économie en fonction de la conjoncture économique et des politiques actuelles (taux de chômage, prix des matières premièrs, concurrence, etc.). Ces conditions dicteront donc le choix final des politiques.

7.2 L'eau comme ressource minérale stratégique pour le Québec

L'intérêt premier de ce travail résidait sur l'étude des ressources minérales dites stratégiques, plus spécifiquement l'eau, comme aide au développement de l'économie du Québec. Selon les caractéristiques propres aux ressources stratégiques, l'eau peut être considérée pour le Québec comme une ressource stratégique dans la mesure où elle est essentielle à de nombreux besoins civils, soit l'approvisionnement en eau potable des populations et de plusieurs industries (hydroélectricité, mines, pâtes et papiers, agriculture et agroalimentaire). Elle peut également être considérée comme stratégique du fait que sa disponibilité est réduite dans certaines régions limitrophes, ce qui pourrait favoriser son commerce par des transferts d'eau ou d'industries reliées. Elle peut également être considérée comme stratégique en

fonction de problématiques potentielles entre le Canada et les États-Unis (Grands Lacs, aquifères transfrontaliers entre le Québec et le Vermont).

En effet, le Québec possède de grandes quantités d'eau qu'il pourrait potentiellement utiliser pour favoriser le développement de son économie. Il a même été mentionné que nous étions les *cheikhs* de l'eau. De façon générale, il a été dit à maintes reprises à travers les médias, par de grands acteurs économiques québécois (Jean Coutu; Pierre Brunet de la Caisse de Dépôt et Placement du Québec), que les ressources en eau constituent une richesse qui devrait être exploitée davantage pour le bénéfice des québécois.

Malgré ce potentiel intéressant en eau, la caractéristique propre aux ressources stratégiques voulant que des pays dépendent de son importation est peu fondée. Certes, il y a actuellement des pénuries d'eau dans un grand nombre de pays, mais la plupart d'entre eux se sont adaptés à cette situation (concentration de la population; agriculture et industries en fonction des conditions locales; désalinisation, recyclage ou traitement de l'eau; etc.). De plus, dans la mesure où l'eau traverse d'un État à un autre, la tendance est plutôt vers la recherche de solution de partage équitable, en général, plutôt que vers des confrontations ou un échange commercial.

En ce sens, il semble que l'aspect stratégique de l'eau résiderait plutôt dans le fait que le Québec, ayant le privilège d'avoir des ressources importantes sur son territoire, aurait davantage intérêt à les utiliser sur place à travers des activités industrielles ou énergétiques, à l'opposé de les exporter en vrac compte tenu des contraintes sociales et technico-économiques. L'aspect géopolitique serait donc moins important que l'aspect géo-économique. En effet, il semble que cette attitude soit socialement plus acceptable et qu'elle permettrait aussi de favoriser le développement ou la consolidation de nos industries *hydrovores*. L'absence actuelle d'un marché organisé de transactions sur l'eau va également dans le même sens.

Il convient de garder en mémoire que le Québec n'est pas la seule nation bien pourvue en ressources en eau, et que dans une perspective de concurrence internationale, d'autres pays présentent aussi des avantages concurrentiels, notamment du point de vue de la proximité des marchés d'exportation. Néanmoins, la situation pourrait changer rapidement selon un scénario de réchauffement planétaire. Ainsi, la mise en place de réglementations plus rigoureuses sur le contrôle de l'eau dans des pays potentiellement concurrents et ayant de grands besoins internes pourrait accroître les avantages concurrentiels pour le Québec. Cela, bien entendu, dans la perspective où le Québec ne subirait pas lui aussi de pressions trop intenses sur ses propres ressources en eau.

Finalement, mentionnons que le seul avantage nettement stratégique du point de vue de négociation réside sans doute avec notre voisin le plus proche. Malgré des efforts d'économie d'eau, il est probable que la demande en eau aux États-Unis augmentera dans un avenir rapproché. Dans une perspective où l'eau est mieux gérée au Québec, il serait peut-être alors plus favorable de vendre une partie de nos surplus en eau aux Américains, ou mieux, d'accueillir certaines de leurs industries *hydrovores*. Peut-être aussi que la présence des ressources du Québec donnera un avantage de négociation politique envers les États-Unis dans d'autres secteurs de l'économie.

8 ENJEUX, RISQUES ET PERSPECTIVES POUR LE QUEBEC

8.1 Potentiel de développement des ressources en eau au Québec

L'évaluation du potentiel de développement commercial des ressources en eau pour un pays donné doit tenir compte des possibilités de positionnement de ce pays sur les marchés internationaux. Ainsi, il est essentiel de considérer les éléments suivants (adapté de Calabre, 1998) :

- Les perspectives de part du marché du pays;
- L'évolution possible du volume des exportations d'eau ou de produits issus d'industries *hydrovores*;
- Les implications en termes de compétitivité d'une stratégie de positionnement;
- Les possibilités de positionnement sur la filière de production-transformation des exportations d'eau ou de produits issus d'industries *hydrovores*;
- Les implications sur l'organisation et le fonctionnement de la filière interne des exportations d'eau ou de produits issus d'industries *hydrovores*;
- Les implications au niveau de l'insertion de la filière interne dans l'économie nationale.

Les chapitres précédents ont permis de rassembler une partie significative de l'information requise afin d'évaluer le potentiel de développement économique des ressources en eau pour le Québec. Ils ont aussi permis d'établir que les ressources en eau constituent un avantage stratégique pour le Québec à certains points de vue.

Ainsi, il semble donc que le Québec possède un avantage par rapport à d'autres pays en ce qui concerne sa grande disponibilité en eau sur le territoire et la présence d'un important client potentiel à proximité (États-Unis). Il est alors justifié de vouloir développer le potentiel d'exportation de la ressource en eau, ou des ses produits dérivés, dans la perspective où cette activité serait rentable et durable. Pour le commerce de l'eau en vrac, les ressources étant réparties sur l'ensemble du territoire, mais déjà bien exploitées dans la partie sud habitée du Québec, il serait plus acceptable socialement d'exporter les ressources moins sollicitées au nord de la vallée du Saint-Laurent. C'est d'ailleurs ces ressources qui ont fait l'objet des nombreux projets de transferts massifs d'eau à l'échelle continentale. Il faut donc considérer des coûts de transport très élevés associés à cette activité. Néanmoins, il semble que le potentiel économique de

l'exportation massive d'eau pourrait être plus intéressant dans le futur au rythme où les ressources en eau se raréfient et deviennent moins disponibles, notamment aux États-Unis.

Il semble par contre que le commerce de l'eau virtuelle présente davantage de possibilités à plus court terme du point de vue de la production industrielle, notamment par l'utilisation combinée d'électricité à faible coût et de la présence d'autres matières premières sur le territoire (forêts, mines). Puisque la quantité d'eau utilisée dans la fabrication des produits industriels semble augmenter avec la valeur du produit, il y aurait donc une meilleure valeur ajoutée à effectuer la fabrication locale de produits très développés et de haute technologie. Toutefois, à l'opposé des produits agricoles, peu de données sont disponibles sur les quantités précises et la qualité de l'eau entrant dans les produits industriels à cibler, ce qui nécessite d'aller chercher cette information. De plus, il semble que toute nouvelle percée technologique favorisant la réduction des besoins en eau de procédé risque de réduire l'avantage que pourrait procurer les vastes ressources en eau du Québec.

Néanmoins, plusieurs produits industriels nécessitant un apport d'énergie élevé dans leur fabrication (aluminium, sidérurgie et métallurgie), les ressources hydroélectriques représenteraient peut-être un avantage complémentaire pour faciliter le développement des ressources en eau du Québec. En effet, le regroupement d'activités industrielles *hydrovores* et énergivores pourrait renforcer l'avantage du Québec sur les autres pays pour la fabrication certains produits. Par exemple pour la production des métaux, des pays qui possèdent des ressources en eau ou minérales suffisantes peuvent par contre être limités par des contraintes énergétiques (cas du projet avorté d'aluminerie d'Alcan en Afrique du Sud suite à un risque sur l'approvisionnement électrique du pays). C'est aussi le cas des zones tropicales de pays en émergence qui possèdent des matières premières, mais peu d'eau et des moyens énergétiques limités (pétrole).

Une approche dans ce sens serait la création de parcs hydriques où les industries qui s'y établiraient demanderaient de grandes quantités d'eau ou une eau de qualité très spécifique pour leur production. C'est par exemple le cas de la municipalité de Saint-Mathieu-d'Harricana en Abitibi sur le territoire de laquelle on retrouve un *esker* (formation géologique très perméable) contenant de l'eau d'une qualité exceptionnelle. Un promoteur de cette municipalité désire favoriser son développement économique à l'aide de sa ressource tout en la protégeant. La présence de rivières autour de ces industries pourrait aussi permettre l'implantation de petits barrages hydro-électriques permettant aussi de bénéficier d'une énergie à faible coût.

Également, certaines industries du Québec pourraient malgré tout dans le futur subir un stress hydrique, notamment dans la région sud. En effet, le phénomène de changement climatique est susceptible de provoquer des événement extrêmes qui pourraient réduire l'approvisionnement en eau des industries, ou

abaisser le niveau d'eau de certains réservoirs hydro-électriques suite à des modifications aux patrons de précipitations. Ce phénomène pourrait aussi affecter l'approvisionnement en eau potable des grandes villes du sud du Québec (Montréal, Québec) qui sont alimentées à partir des eaux de surface. Il faudrait donc se tourner vers de nouvelles approches de gestion de l'eau, par exemple des transferts d'eau inter-municipalités avec des redevances aux municipalités. On pourrait également recourir davantage aux ressources en eau souterraine, dont le Québec est également bien nanti. Elles sont en général moins vulnérables car moins influencées par l'évaporation directe, mais aussi peu exploitées par rapport aux eaux de surface. Ainsi plusieurs options existent pour développer le potentiel commercial des ressources en eau du Québec.

8.2 Enjeux stratégiques

Le caractère vital de certaines ressources naturelles minérales et de l'eau pour l'économie de pays et leur risque d'épuisement à plus ou moins court terme ont joué un rôle direct sur la valeur et l'intérêt croissant portés envers ces dernières. En ce sens, les ressources minérales et l'eau ont fait l'objet d'analyses sous différents aspects : politique, économique, social et technique. Il est donc possible de trouver une quantité significative d'information permettant de cerner les principaux enjeux, ainsi que les risques qui sont associés à leur exploitation. La question de la protection et du développement des ressources naturelles, en particulier l'eau, est donc un sujet bien d'actualité dans le monde et au Québec.

Les ressources naturelles représentent souvent un symbole d'identité nationale. En ce sens, les populations expriment généralement le désir d'en garder le contrôle sur les usages. De plus, les ressources en eau en particulier, peuvent parfois constituer un avantage stratégique d'importance en cas de négociation international avec des pays voisins. De par son caractère essentiel à la vie, l'eau présente une valeur sociale beaucoup plus importante que les autres ressources naturelles. Une fois disparue ou contaminée, la situation de l'eau peut devenir critique pour les populations, compte tenu souvent du peu de sources de remplacement de disponible et du temps et des investissements requis pour traiter ou assainir l'eau (Salameh, 2008). Conséquemment, il est essentiel de bien connaître l'état des ressources en eau (quantité et qualité) dans la perspective de réussir la promotion de leur exploitation parmi la population.

En effet, un élément susceptible d'intervenir contre la volonté d'exploiter les ressources en eau est la méconnaissance de leur quantité. L'évaluation quantitative du potentiel de développement des ressources hydriques est une opération fastidieuse qui dépend directement de la quantité et de la précision des données disponibles. Il faut considérer d'abord l'information spatiale, telle que : la superficie du bassin versant; la topographie; le type et les propriétés des sols et du sous-sol pour l'évaluation des taux

d'infiltration, de ruissellement et l'écoulement; la distribution et le type de végétation pour le taux d'évaporation; etc. Il faut également examiner les données historiques pour évaluer la variabilité des précipitations et de la température. L'analyse de ces données permet d'estimer les quantités d'eau qui pourront être prélevées de façon sécuritaire dans la région d'étude. Si les conditions du milieu ne sont pas bien cernées et si son exploitation n'est pas bien gérée, les conséquences de prélèvements massifs d'eau peuvent s'avérer désastreuses pour les autres utilisateurs et pour les écosystèmes.

Au Québec, beaucoup de données sont disponibles sur les ressources en eau de surface, alors que l'information est plus limitée pour les eaux souterraines. De plus, on a commencé seulement récemment à s'intéresser aux relations qui existent entre les eaux de surface, les eaux souterraines et les écosystèmes. Cette information est essentielle afin d'assurer l'exploitation des ressources en eau dans une perspective de développement durable, en particulier avec les incertitudes liées aux changements climatiques.

Malgré l'abondance en eau, le Québec n'est pas à l'abri d'éventuels problèmes liés à l'exploitation de l'eau, et en a même déjà été affecté (baisse du débit de la rivière St-Charles pour l'approvisionnement de la ville de Québec; contamination de l'eau souterraine à ville Mercier et Roxton Ponds, etc.). Ces situations pourraient donc provoquer des répercussions socio-économiques et environnementales importantes. Il convient toutefois de rappeler que ces enjeux sont typiques à tous les pays qui désirent exploiter leur ressources en eau. Dans la section suivante, les principaux risques sur l'exploitation des ressources en eau seront identifiés, en particulier ceux engendrant des conséquences possibles pour le Québec.

8.3 Risques sociopolitiques, économiques et physiques

8.3.1 *Risques sociopolitiques*

Comme nous l'avons mentionné, les ressources en eau ont déjà fait l'objet de conflits entre les États ou à l'intérieur d'un même territoire. Les pressions grandissant, il est certain que la situation ne pourra que se détériorer dans les années à venir. Le Québec a déjà lui aussi vécu quelques conflits à ce sujet, notamment pour le développement de l'eau embouteillée dans la région frontalière de Franklin. En effet, des manifestations contre un projet d'eau embouteillée de la multinationale Danone dans la région de Franklin au sud de Montréal ont été un des éléments déclencheurs du grand débat national sur l'eau (INRS-Eau, 1999), et ont même mené à un moratoire sur le commerce de l'eau embouteillée. Cela a par contre permis à la société québécoise de prendre conscience du fait que peu d'information était disponible sur l'état des ressources en eau souterraine, et a ainsi poussé la commission géologique du Canada à réaliser des études détaillées pour l'évaluation quantitative des ressources dans les régions propices à l'exploitation d'eau

embouteillée (Mirabel et Lachute; vallée de la rivière Châteauguay). On rapporte aussi des querelles concernant le partage des ressources en eau entre municipalités (région de Thedford Mines). Ces conflits ont tous comme fond le caractère vital particulier de l'eau, et l'aspect de sa propriété ou de sa disposition par la collectivité de façon équitable.

C'est dans la perspective de clarifier cette situation que le statut de l'eau est sur le point d'être modifié par le gouvernement du Québec (Projet de Loi No 92, 2008). Ce projet de loi vise à conférer à l'eau un statut de bien collectif afin d'assurer sa protection et sa bonne gestion. Dans le cadre du projet de loi, on parle de possibles redevances ou de permis pour l'utilisation de l'eau (déjà en vigueur pour l'eau souterraine), ainsi qu'une plus grande responsabilisation des potentiels utilisateurs et/ou pollueurs. Le statut de l'eau, son coût d'utilisation ainsi que son usage dans le commerce pourraient donc être considérablement affectés sous peu.

Dans ce même ordre d'idées, il est possible de considérer les contraintes réglementaires et de souveraineté nationale comme risques politiques potentiels pour l'exploitation des ressources en eau. Un pays peut décider unilatéralement de nationaliser ses ressources en eau (option non retenue au Québec pour le moment) ou d'allouer des concessions d'exploitation de l'eau à certains groupes uniquement. Également, une réglementation plus serrée concernant les prélèvements alloués (quotas ou périodes) et les normes de rejets dans l'eau est aussi très plausible à court terme. L'impact de telles modifications n'a pour le moment pas été évaluée au Québec, mais influencerait sans aucun doute le prix de certains produits locaux et les usages possibles de l'eau. Néanmoins, il est probable qu'une partie des redevances prélevées seraient ensuite appliquées à des mesures de gestion et de protection de la ressource permettant ainsi d'optimiser leur utilisation à plus long terme dans une perspective de développement durable et pour sécuriser la population.

Plusieurs groupes de pressions, associations et OSBL militent pour la préservation des ressources en eau, (Eau-Secours, Conservation de la nature, UICN, etc.). À l'opposé, des sociétés privées font ou seraient tentées de faire du *lobby* dans le but de faire privatiser certains services de prélèvement et distribution d'eau. Cette dernière situation est observée ailleurs au Canada, mais il semble qu'elle ferait l'objet de vives contestations au Québec. En ce sens, un gouvernement québécois qui prônerait une politique de privatisation de certains services d'eau s'expose à un risque d'être battu lors d'élections sur ce sujet sensible auprès de la population. C'est sans doute une des raisons qui a contribué au fait que bien peu avait été réalisé jusqu'à maintenant pour la gestion de l'eau au Québec.

8.3.2 *Risques économiques et financiers*

Le développement de ressources en eau par vente directe ou par intégration dans des produits via les industries *hydrovores* est susceptible de générer une activité économique intéressante. Toutefois, la rentabilité de parcs industriels d'usines ayant recours à de grandes quantités d'eau comme matière première ou l'exportation directe d'eau risquent d'être influencée suite à une modification au régime fiscal actuel sur l'utilisation de l'eau et à un renforcement de la réglementation. Par exemple, toute redevance demandée aux agriculteurs pour l'usage de l'eau se refléterait sur le prix des produits agricoles. Il faudrait alors tenir compte de ces sommes additionnelles dans la fixation des prix des produits. Cela pourrait peut-être faire perdre l'avantage concurrentiel du Québec d'avoir des ressources en eau considérables actuellement à faible coût.

Les infrastructures qui seront mises en place pour le développement des ressources en eau ou des industries associées sont également sujettes à des risques financiers. Il y a les risques potentiels sur la construction et l'opération des infrastructures industrielles. On peut classer dans cette catégorie les dépassements de coûts de construction des infrastructures, les échéanciers reportés (surtout si cela se produit dans un climat social perturbé), les dépenses imprévues pour tenir compte d'effets néfastes sur l'environnement qui n'ont pas été anticipés, etc. Ces risques peuvent donc arrêter ou retarder des projets dans la perspective où d'autres débats sur l'eau font surface.

Un autre risque financier concerne les marchés de vente des produits générés. Dans cette catégorie, on inclut une diminution des profits par une baisse possible des ventes suite à une contraction de l'économie. Également, certains pays ciblés comme clients (rareté de l'eau) étant des pays en voie de développement, ces derniers ont souvent des priorités spécifiques en fonction de plus de contraintes économiques et pourraient donc limiter leurs importations de produits québécois des industries *hydrovores*.

Finalement, la mise en place dans des pays clients de mesures d'économie d'eau ou l'implantation de nouvelles technologies moins consommatrices d'eau risqueraient de limiter la demande en eau. Les installations déjà aménagées (usines, pipelines, etc.) seraient donc moins utilisées, ce qui réduirait leur rentabilité à long terme.

8.3.3 *Risques physiques*

L'établissement d'infrastructures pour le développement des ressources en eau peut aussi être influencé pas des facteurs physiques. Comme mentionné, les impacts des changements climatiques sont spéculatifs. Des modèles permettent d'avoir une idée sur les variations des patrons de précipitations, mais seul

l'avenir permettra de valider les hypothèses. Ainsi, une récurrence d'épisodes de sécheresse non anticipée au Québec exercerait des contraintes sur la disponibilité et les usages de l'eau pour le commerce. Dans cette perspective, il est certain que les réserves en eau seraient utilisées en priorité pour les besoins de base des collectivités au détriment des utilisations commerciales.

Également, la dégradation de la qualité d'une source d'approvisionnement en eau d'une industrie constitue une menace directe sur sa production. Un changement de qualité nécessitera l'achat d'équipements de traitement d'eau dispendieux, ou la recherche d'une nouvelle source d'approvisionnement potentiellement plus coûteuse à exploiter. Ces facteurs auront donc un impact sur la rentabilité des entreprises.

Ces situations de pénurie d'eau ou de dégradation de sa qualité auraient toutes deux la conséquence économique assimilable à une rupture dans la chaîne d'approvisionnement en matières premières d'une industrie. Cette situation est intolérable pour toute industrie. Des exemples récents - Anheuser-Busch et DuPont - ont provoqué l'interruption coûteuse de la production et nécessité la modification des procédures internes des compagnies pour faire face à des pénuries d'eau. Ceci pourrait peu-être même mener à des délocalisations d'entreprises, la fermeture d'usines, etc.

Finalement, mentionnons qu'un des éléments susceptibles d'intervenir contre la volonté d'exploiter les ressources en eau est la méconnaissance de leur quantité exacte, notamment pour les eaux souterraines. L'évaluation des ressources en eau de surface est souvent plus facile à réaliser par rapport à celle des eaux souterraines du fait du plus grand nombre d'incertitudes sur les propriétés hydrauliques du sous-sol. Tel que discuté précédemment, cette information est essentielle afin d'assurer l'exploitation des ressources dans une perspective de développement durable.

8.4 Perspectives pour le Québec

8.4.1 *Contexte favorable*

Dans un contexte de changement climatique, d'augmentation démographique et de croissance économique, les pressions sur les ressources en eau deviendront plus grandes pour de nombreuses nations dans un futur rapproché. Contrairement à d'autres pays, il semble que selon le scénario le plus probable (Bourque et Simonet, 2008), le Québec bénéficierait d'une pluviométrie plus élevée dans le secteur nord. Ceci est une excellente nouvelle pour l'industrie hydroélectrique et pour les réserves en eau en général. Toutefois, le même scénario prédit un climat plus doux dans la portion sud du Québec, associée à l'apparition plus fréquentes de phénomènes climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, orages

violents), mais qui seraient par contre susceptibles de produire de façon épisodique de larges volumes d'eau excédentaires. Ces conditions pourraient donc, du moins pour la région sud, réduire l'avantage concurrentiel du Québec en ce qui concerne l'abondance et la disponibilité en eau.

En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, les ressources en eau sont déjà bien utilisées dans la région sud plus habitée du Québec pour l'approvisionnement en eau potable des résidents des villes ainsi que pour les industries et l'agriculture. Les besoins en eau pour l'approvisionnement des collectivités et les activités économiques demeureront potentiellement les mêmes dans le futur, et risquent même d'augmenter si des mesures d'économie d'eau efficaces ne sont pas mises en place. Par conséquent, afin d'éviter un état de crise en période de pénurie, tout projet de développement commercial intense des ressources en eau localement ou pour l'exportation serait sans doute socialement plus acceptable à partir des ressources des régions moins sollicitées (nord du Québec), ou s'il est fait à l'aide des surplus provenant des événements extrêmes (sud du Québec). Ainsi, que ce soit dû à une plus grande disponibilité d'eau dans les régions plus au nord du Québec, ou par une gestion plus efficace des ressources du sud, en particulier en tenant compte des événements climatiques extrêmes, il demeure que les ressources en eau du Québec seront en quantité substantielle pour plusieurs décennies à venir. Il est donc souhaitable de vouloir les développer davantage pour le bénéfice des Québécoises et Québécois.

La présence d'importante ressources en eau disponibles au Québec pourrait permettre l'établissement de nouvelles industries ou le développement d'autres types d'agriculture. Comme il a été discuté, les industries découlant de l'eau virtuelle présentent un grand intérêt. Elles génèrent typiquement plus de valeur économique et d'emplois pour les collectivités que seulement la vente d'eau en vrac. Certaines industries peuvent diminuer substantiellement l'usage d'eau dans leur procédé industriel de différentes manières (recyclage, utilisation et traitement d'eaux usées, etc.), par contre d'autres (*hydrovores*) demanderont toujours des quantités d'eau importantes (élevage, métallurgie) ou de l'eau comme élément constituant de leur produit (jus, conserves). Malgré le facteur d'éloignement qui les rendraient moins concurrentielles compte tenu des coûts de transport plus élevés, il appert que plusieurs types d'industries nécessitant de l'eau en grande quantité, alliés à des besoins énergétiques élevés pour la production ou la disponibilité d'autres matières premières à proximité (bois, métaux, cultures), pourraient avoir un intérêt à s'implanter en des endroits où cette ressource est disponibles en quantité et qualité suffisante et à moindre coût. Ceci est particulièrement vrai dans un contexte de renforcement des réglementations sur l'usage de l'eau et sur la diminution des réserves.

8.4.2 *Marchés potentiels*

Ainsi, puisqu'il semble que le Québec possède un avantage par rapport à d'autres pays, il est justifié de vouloir développer le potentiel d'exportation de la ressource en eau ou de ses produits dérivés. Dans la perspective du commerce international où se situe le présent travail, il est nécessaire de considérer en premier lieu les industries et produits d'exportation, même s'il semble exister un potentiel de commerce de l'eau en vrac à l'intérieur des frontières du Québec. Ces deux aspects pourraient toutefois être très reliés.

Eau virtuelle

Il existe donc un potentiel de développement intéressant pour l'exportation d'eau virtuelle compte tenu de la proximité du marché américain où la demande en eau est forte et l'offre très variable. En plus de certaines cultures, quelques activités industrielles sont reconnues pour utiliser beaucoup d'eau. Ces dernières produisent également des biens de plus grandes valeurs et des produits plus finis, ce qui leur donne une valeur ajoutée supérieure. Parmi les industries *hydrovores* qui ont été étudiées à la section 5, on peut en relever quelques unes qui présentent une valeur certaine pour le Québec. Il s'agit de :

- Industries de transformation des métaux (métallurgie en général);
- Industries des pâtes et papiers;
- Produits de pointe (matériaux composites, semi-conducteurs, produits pharmaceutique, etc.)
- Industrie pétrolière (plastique, dérivés du pétroles, etc.);
- Industries agro-alimentaires (bière, pisciculture, élevage, etc.).

Ces industries *hydrovores*, dont certaines sont déjà bien implantées au Québec, dépendent de l'utilisation de l'eau à différents niveaux de leur chaîne de production. Dans certains pays, ces industries pourraient se retrouver à risque dans une situation de pénurie des ressources ou dans le cas où les règlements locaux d'utilisation de l'eau deviendraient plus stricts. Il s'agirait donc d'essayer d'attirer davantage de ces industries *hydrovores* au Québec en faisant la promotion d'un cadre compétitif pour la production de produits destinés à l'exportation. Plusieurs approches existent pour exploiter les ressources en eau de façon optimale dans une perspective de développement durable (Geng *et al.*, 2007; Chebbi *et al.*, 2008; Yang *et al.*, 2008). Également, la présence d'autres matières premières disponibles à proximité, ainsi que des coûts énergétiques faibles sont des éléments qui pourraient appuyer cette démarche.

Eaux en vrac

Plusieurs projets de détournements massifs d'eau sur de grandes distances ont été examinés dans le monde. On en identifie même plusieurs au Canada, principalement à des fins de production hydroélectrique (Boyer, 2008). Dans un même ordre d'idées, la vente d'eau par bateau-citerne, membrane ou iceberg a également été rapportée (Mayrand *et al.*, 2002). Toutefois, ces projets ont le plus souvent été écartés pour des questions économiques. En effet, en comparant les coûts de transport de l'eau aux coûts des techniques d'assainissement, qui se perfectionnent continuellement (désalinisation, adoucissement, etc.), ainsi qu'à la mise en place de mesures d'économie d'eau, la rentabilité de tout projet d'exportation diminue de façon significative. Il semble donc que l'exportation d'eau en vrac a un avenir limité à court terme, en plus d'être socialement difficile à justifier.

Sur de plus petites distances, le transfert d'eau en vrac est réalisé plus fréquemment à l'aide de pipelines pour l'approvisionnement municipal ou industriel, ainsi que par des dérivations de rivières entre bassins pour les besoins de la production électrique. La présence de disparités régionales dans les ressources en eau et de pénuries locales au Québec même constituent un cadre potentiellement intéressant pour développer les transferts d'eau à échelle plus réduite, possiblement plus rentable. Ces conditions pourraient engendrer la création d'un marché local ou régional des ressources en eau, qui permettrait en parallèle le développement d'une expertise dans ce domaine et favoriserait aussi une meilleure gestion suite à l'augmentation des connaissances sur l'état des ressources.

L'exportation d'eau en vrac serait aussi sans doute mieux perçue par le public si on utilisait seulement la partie excédentaire des ressources. Les modèles climatiques suggérant que les régions au nord recevront d'avantage de précipitations dans les années à venir que celles du sud, l'excédent des intempéries pourrait donc être stocké. Des méthodes de recharge d'aquifère par des surplus d'eau sont utilisées fréquemment aux États-Unis pour le stockage temporaire des volumes excédentaires (Bouwer, 2002; Eusuff et Lansey, 2004).

Eau embouteillée

Bien que la demande ait explosé depuis plusieurs années, le commerce de l'eau embouteillée semble aussi démontrer des limitations pour l'exportation. L'expansion de cette industrie semble intimement liée à la mise en marché du produit, au réseau de distribution et aussi à la concurrence locale. En effet, si on considère que des eaux municipales traitées (ex : *Dasani* et *Aquafina*) sont très populaires par rapport aux eaux de source naturelles, on peut se demander ce qui pourrait distinguer l'eau du Québec. Beaucoup de

pays (clients potentiels), même sous climat aride, offrent aussi des eaux embouteillées localement, moins coûteuses, qui sont très populaires.

Finalement, rappelons qu'au Québec l'industrie de l'eau embouteillée a fait l'objet de vifs débats pour la limitation de la vente d'eau dans le commerce. Il est donc incertain que la vente d'eau embouteillée soit une activité à privilégier actuellement. Néanmoins, elle ne devrait pas être écartée, au moins pour le bénéfice direct des québécois.

Investissements

À court et moyen terme, la création de partenariats public-privés (PPP) pour le prélèvement, le traitement et la distribution d'eau est difficilement envisageable au Québec, compte tenu de la forte opposition publique. Néanmoins, il est probable que des investissements pourraient être réalisés dans des activités visant la promotion de l'usage récréatif des ressources en eau, ou la protection, le stockage, l'amélioration de la qualité de l'eau. On peut citer dans ces catégories :

- Achat de terrains (modification de zonage) pour la création de réserves écologiques sur les bords de cours d'eau servant de source d'approvisionnement en eau potable ou comme aires de protection des puits d'eau potable.

- Développement de technologies innovatrices de conservation, traitement et recylage de l'eau;

- Services innovateurs, tels que des services de gestion de bassins versants, de drainage urbain, de gestion de la demande, de production d'énergie géothermique (UNEP Finance Initiative, 2007).

Il est certains que des investissements privés ont pour objectif la rentabilité. Ceci peut être réalisé aussi en terme d'investissements dans des fonds de placements (*Criterion Water Infrastructure Fund*, *Pictet Funds - Water*) qui font la promotion d'industries du secteur de l'eau (voir indice *Palisades Water Index*).

Bourses de l'eau

Finalement, un marché de transactions sur des volumes d'eau pourrait être créé dans la foulée de possibles transferts massifs d'eau à l'intérieur du territoire même du Québec ou le long de ses frontières. Ce marché pourrait être opéré à partir d'institutions boursières spécifiques. Lors de la *Conférence de Montréal* de 2008, le président de l'OCDE a suggéré la création d'une bourse de l'eau dans laquelle pourrait se transiger des crédits d'eau comme dans le cas des crédits de carbone. Ce type de bourse est plutôt régional car l'eau a un caractère moins global que les émissions atmosphériques. Néanmoins, elles

serait peut-être profitable dans les bassins versants transfrontaliers où les Américains seraient davantage des acheteurs de crédits.

Quelques exemples de ces bourses existent en Europe, notamment dans le cadre d'une gestion par bassin versant. Il s'agit surtout de transactions de crédits sur des quotas de pollution d'eau provenant des rejets des industries. Il existe aussi des marchés de transactions sur les échanges de droits d'utilisation de l'eau.

8.5 Ébauche de politique stratégique

La réalisation de ce travail a permis d'examiner le potentiel réel des ressources en eau du Québec comme instrument de développement économique. Il a été constaté que le Québec possède un avantage compétitif certain, compte tenu de la disponibilité de ces nombreuses réserves sur le territoire. Toutefois, cet avantage est limité par un aspect économique d'importance lié aux coûts de transport versus les coûts de traitement d'eau de moins bonne qualité qui diminue rapidement avec les progrès technologiques. Il y a également d'autres concurrents disposant aussi de vastes ressources en eau (Amérique du Sud et Europe du Nord) étant situé plus près des clients potentiels (Afrique, Asie). En ce sens, nous croyions que l'exportation massive d'eau en vrac présente un avenir limité à court et moyen terme, alors que le potentiel de développement des ressources en eau virtuelle semble plus intéressant à court terme. Il semble toutefois que le potentiel économique d'exploitation des ressources en eau deviendra plus intéressant dans le futur au rythme où les ressources se raréfient et deviennent moins disponibles.

En ce sens, il est nécessaire d'identifier dès que possible les façons de promouvoir et de développer les ressources du Québec pour attirer et favoriser l'établissement de nouvelles industries utilisant les ressources en eau. Conséquemment, il apparaît nécessaire au gouvernement du Québec d'implanter une politique stratégique économique d'attrait pour ces industries. Ainsi, en fonction du contexte exposé dans les chapitres précédents, quelques orientations de politiques économiques ont été identifiées pour le Québec et consistent en:

1. Veille prospective :

Les opportunités dans le commerce de l'eau découlant des changements climatiques ne seront évidentes que dans quelques années. En ce sens, il est souhaitable pour le gouvernement du Québec de procéder à une veille «prospective» afin d'identifier les besoins futurs réels et les opportunités pour mieux positionner les industries locales. Sur une base de développement économique et de nouveauté, ce rôle de promotion du développement commercial des ressources en eau devrait être attribué en priorité à un département du Ministère du Développement économique, innovation et exportation en collaboration avec d'autres ministères (MDDEP, MAPAQ).

2. Favoriser l'implantation d'industries *hydrovores* :

Une option intéressante consiste à regrouper dans des parcs hydriques des industries *hydrovores* qui requièrent de grandes quantités d'eau ou une eau de qualité très spécifique pour leur production. La création de ces parcs, serait également favorisée par la présence d'autres industries complémentaires avec d'autres matières premières disponibles localement associée à un faible coût d'énergie. Néanmoins, puisqu'il y existe encore beaucoup d'incertitudes sur les volumes d'eau requis par les différentes industries, donc sur le type d'industries à solliciter, et la disponibilité des ressources sur l'ensemble du territoire, il est souhaitable de favoriser la compilation par le gouvernement de statistiques plus précises sur l'usage de l'eau (compteurs d'eau, sondages) et également d'inciter les promoteurs à entreprendre les études de marchés nécessaires.

L'implantation de ces entreprises pourrait être réalisée à l'aide d'instruments fiscaux comme des subventions à l'investissement, tout en limitant les barrières financières et incitatives dans ces secteurs (tarifs, permis, quotas). Également, selon une perspective de politiques typiques pour le développement les ressources stratégiques, il faudrait permettre l'accès à des terres publiques (eau de meilleure qualité et protection assurée), ainsi que favoriser les activité de R&D pour optimiser l'usage des ressources.

3. L'établissement d'un marché interne de l'eau :

La nationalisation des ressources en eau ou une gestion plus étroite par l'État, à l'aide d'une société d'état par exemple, serait peut-être socialement plus acceptable pour favoriser leur développement. En ce sens, une tarification équitable pour l'utilisation des ressources en eau contribuerait sans soute à une meilleure allocation des ressources. Des transferts d'eau pourraient se faire au niveau provincial : certaines municipalités mieux nanties en eau pourraient accepter plus facilement de partager leur ressource contre un certain montant d'argent. Par la suite, l'exportation pourrait se faire à l'extérieur des frontières en profitant de l'expérience acquise et aussi, en autant que cela puisse être rentable.

Cette approche qui est basée sur les variations géographiques des ressources en eau au Québec permettrait d'établir une base pour favoriser une gestion optimale des ressources en eau. En effet, la mise en place d'un marché interne de l'eau, avec des crédits ou en fixant un prix, pourrait inciter villes et industries à développer des mesures de conservation et de mise en valeur. Elles pourraient donc vendre leurs surplus (concept de réserve stratégique) aux autres villes, régions ou industries qui ont des pressions sur leur ressources. Les revenus générées pourraient être alloués au développement d'autres industries locales ou à la mise en place de réseau de suivi pour une meilleure sauvegarde des ressources. Comme mentionné, nous croyons qu'il existe plusieurs façons d'exploiter de manière durable les ressources en eau pour les

9 CONCLUSIONS

Le présent travail avait pour objectif d'évaluer la valeur des ressources en eau du Québec comme instrument pouvant servir à son développement économique. Le travail a permis de mieux définir les caractéristiques des ressources en eau du Québec et d'identifier les enjeux, risques et perspectives qui y sont associés. Le travail a permis d'estimer la disponibilité des ressources en eau du Québec par rapport à celles des autres pays. Il a aussi permis d'établir l'importance des ressources en eau dans l'activité économique mondiale et dans celle du Québec. Finalement, le travail avait aussi comme objectif d'évaluer l'importance réelle stratégique des ressources en eau du Québec et de démystifier certains mythes qui y sont attachés.

D'abord, il a été constaté que le Québec dispose de très vastes ressources en eau douce renouvelable, soit entre 2 et 3% des ressources mondiales. Bien que leur état précis ne soit pas bien défini, les ressources en eau du Québec seraient sous-exploitées, par une utilisation principalement dans le sud du territoire. Il a été également constaté que l'eau possède une place importante dans l'économie du Québec. Elle sert de source d'approvisionnement en eau potable pour les populations urbaines et rurales, mais on en utilise aussi de grandes quantités dans la production de biens industriels à travers les procédés de fabrication et dans des activités de nettoyage, chauffage et de refroidissement. On en utilise aussi des quantités significatives dans les secteurs agricole et agroalimentaire. L'eau sert également à la production d'hydroélectricité.

Ainsi, il semble qu'il existe bel et bien un potentiel d'exploitation des ressources en eau du Québec. À court terme, il semble que le commerce de l'eau virtuelle présente des possibilités intéressantes. L'eau utilisée dans les produits et procédés de fabrication dans les industries des secteurs agricole, manufacturier, minier, pétrochimique et énergétique est principalement de l'eau virtuelle. La présence d'abondantes ressources en eau, de bonne qualité et faiblement exploitée, confèrerait donc au Québec un certain avantage concurrentiel pour l'établissement d'industries *hydrovores* dans une perspective où la réglementation dans les autres pays devienne plus stricte et aussi dans le cas ou d'autres pays feraient face à des pénuries d'eau plus fréquentes. À plus ou moins long terme, il semble aussi qu'un potentiel d'exploitation des ressources en eau du Québec en vrac existe, mais à une échelle plus locale (Québec vs Canada et États-Unis). En effet, la limitation sur la rentabilité du commerce de l'eau due aux coûts de transport pourrait être amoindrie, compte tenu de la proximité du marché américain où la demande en eau est forte et où elle pourrait être sujet à davantage de restrictions d'usage dans un futur rapproché. La présence de surplus en eau sur le territoire québécois ainsi que le faible risque de pénurie dans le futur sont des éléments qui appuient cette hypothèse. Néanmoins, il semble que la clef du succès pour rendre

tout projet d'exploitation commerciale d'eau socialement acceptable est de mettre en place une gestion optimale de la ressource dans un cadre de transparence et d'équité. Bien gérée, l'eau peut être exploitée de façon durable par une allocation optimale de la ressource.

Dans un contexte de croissance démographique mondial et de développement économique, la plus faible disponibilité de l'eau, et conséquemment les restrictions potentielles sur son allocation, risquent de susciter un intérêt pour nos ressources en eau et produits issus de son utilisation, notamment par notre voisin immédiat, les États-Unis. En ce sens, l'eau du Québec constitue donc une ressource stratégique qui pourrait servir dans un futur rapproché au développement économique.

Malgré le fait que le Québec soit doté d'importantes ressources en eau, il convient de rappeler que le Québec n'est pas la seule nation bien pourvue en ressource en eau, et que dans une perspective de concurrence internationale, d'autres pays présentent aussi des avantages concurrentiels, notamment du point de vue de la proximité des marchés d'exportation. Néanmoins, la situation pourrait changer rapidement selon un scénario de réchauffement planétaire. Ainsi, la mise en place de réglementations plus rigoureuses sur le contrôle de l'eau dans des pays potentiellement concurrents et ayant de grands besoins internes pourrait accroître les avantages concurrentiels pour le Québec. Cela, bien entendu, dans la perspective où le Québec ne subirait pas lui aussi de pressions trop intenses sur ses propres ressources en eau.

En terminant, mentionnons que dans le but de créer un climat propice à l'exploitation commerciale de l'eau au Québec, il est recommandé de procéder dès maintenant à quelques activités préparatoires. Tout d'abord, il est essentiel de poursuivre les efforts entrepris ces dernières années pour la quantification des ressources en eau de surface et souterraine du territoire. Ceci permettra d'en assurer une meilleure gestion, tout en rassurant la population. Les conditions seraient ainsi plus favorables pour la mise en place d'un commerce local de transferts d'eau entre les municipalités. Dans ce même ordre d'idées, il est essentiel d'essayer de mieux définir les industries *hydrovores* à courtiser, ainsi que les autres industries complémentaires. Il sera donc nécessaire d'implanter les politiques économiques permettant d'adapter le cadre socio-politique du Québec et favoriser l'implantation d'industries hydrovores sur les territoire. En définitive, nous croyons que les conditions existent pour que les ressources en eau du Québec servent d'instrument intéressant pour favoriser le développement économique et l'amélioration du bien-être de tous les québécoises et québécois. Le succès semble passer par la gestion optimale des ressources en eau dans un esprit de développement durable et tous les outils pour y arriver existent. Il s'agit donc de bien vouloir les appliquer.

RÉFÉRENCES

Références citées

Alence, Rod. 2002. « Sources of successful cost recovery for water: evidence from a national survey of South African municipalities ». *Development Southern Africa*, volume 19 no.5, pages 699-717.

Anderson, E. W., et L. D. Anderson. 1998. *Strategic Minerals: Resource Geopolitics and Global Geo-Economics.* West Sussex, Royaume-Uni : John Wiley & Sons Ltd., 180 pages.

Ait-Ouyahia, M. et B. Cantin. 2007. « Les instruments économiques pour une gestion intégrées de l'eau : Source ou outil de prévention de conflits? » *Lex Electronica*, volume 12 no. 2., 15 pages

Ashton, John K. 2000. « Cost efficiency in the UK water and sewerage industry ». *Applied Economics Letters*, volume 7 no.7, pages 455-458.

Asian Development Bank (ADB). 1999. *Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Projects*, Economic and Development Resource Center. Manille, Philippines: Asian Development Bank Press, 361 pages.

Assouline, S. et J. Assouline. 2007. *Géopolitique de l'eau.* France : Éditions Studyrama, 160 pages.

Bakhbakhi, M. et O. Salem. 1999. «*Why the Great Man-made River Project?*». IHP-V Technical Documents in Hydrology no 42. Paris, France: UNESCO Publishing, pages 3-16.

Banque Mondiale. 2004. *Water Resources Sector Strategy : Strategic Directions for World Bank Engagement.* Washington, D.C.: World Bank Publishing, 78 pages.

Banton, O., I. Cellier, D. Martin, M. Martin et J.-C. Samson. 1995 *Contexte social de la gestion des eaux souterraines au Québec.* Rapport INRS-Eau 441. Ste-Foy, Québec: INRS, 51 pages.

Barnes, J.W. 1988. *Ores and Minerals: Introducing Economic Geology*. Philadelphie, États-Unis: Open University Press, 181 pages.

Bathla, Seema. 1999. « Water Resource Potential in Northern India: Constraints and Analyses of Price and Non-Price Solutions ». *Environment, Development and Sustainability*, volume 1 no.2

Bourque, A. et Simonet, G. « Québec », dans Vivre avec les changements climatiques: édition 2007, D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éditeurs), Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 2008, pp. 171-226.

Bouvet, J.-P. 2005. *L'unité de gisement : hydrocarbures et autres matières minérales.* Paris, France : Éditions L'Harmattan, 508 pages.

Bouwer, Herman. 2002. « Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering ». *Hydrogeology Journal*, volume 10 no. 1

Boyer, Marcel. 2008. *L'exportation de l'eau douce pour le développement de l'or bleu québécois*, Les cahiers de l'Institut économique de Montréal. Montréal, Québec : Institut économique de Montréal, 31 pages.

Brouwer, R., et D. Pearce. 2005. *Cost-Benefit Analysis and Water Resources Management.* Northampton, MA: Edward Edgar Publishing Inc., 404 pages.

Brun, A., et F. Lasserre (dir. publ.). 2006. *Politiques de l'eau, grands principes et réalités locales,* Collection «géographie contemporaine». Ste-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec, 408 pages.

Burdon, Jean. 2001. *La gestion intégrée des ressources en eau par bassin : manuel de formation*, Québec, Canada : Institut de l'énergie et de l'environnement pour la francophonie (IEPF), 280 pages.

Calabre, Serge. 1997. *Filières nationales et marchés mondiaux de matières premières: veille stratégique et prospective.* PNUD Futurs Africains. Paris, France: Éditions Economica, 477 pages.

Canadian Institute of International Affairs (CIIA). 2005 *The transboundary water resources of Canada and the United States.* National Capital Branch study group on water resources, Toronto, Ontario: CIIA, 28 pages.

Centre tricontinental. 2003. *Économie et géopolitique du pétrole.* France : Éditions l'Harmattan, 187 pages.

Chahed, J., A. Hamdane et M. Besbes. 2008. « A comprehensive water balance of Tunisia: blue water, green water and virtual water ». *Water International*, volume 33 no. 4, pages 415-424.

Chapagain, A.K. et A.Y. Hoekstra. 2008. « The global component of freshwater demand and supply: an assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products ». *Water International*, volume 33 no. 1, pages 19-32.

Chapagain, A.K. et A.Y. Hoekstra, 2004. *Water footprints of nations - Volume 1 : Main report* , Value of water research report series No16. Delft, Pays-Bas: : UNESCO-IHE, 76 pages.

Chautard, Sophie. 2007. *Géopolitique et pétrole.* France : Éditions Studyrama, 160 pages.

Chebbi, A., M. Zammouri, M. C. Cunha, Y. Nazoumou, M. Besbes et Z. Bargaoui. 2008. « Optimization of withdrawals from an aquifer: a case study of Kairouan (Tunisia) », *Water International*, volume 33 no. 1, pages 100 –115.

Clarke, Tony. 2007. *Inside the Bottle : An Exposé of the Bottled Water Industry (2ième Édition).* Ottawa, Canada : Éditions Institut Polaris, 216 pages.

Commission de Coopération Environnementale (CCE). 2002. *Les eaux souterraines, une ressource nord-américaine.* Document de travail établi par J. Kidd. Lura Consulting, 20 pages.

Congressional Budget Office (CBO). 1983. *Strategic and Critical Nonfuel Minerals: Problems and Policy Alternatives. Congressional Budget Office.* A CBO Study. États-Unis: The Congress of the United States, 85 pages.

Cosgrove, W. J., et F. R. Rijsberman. 2000. *L'eau : L'affaire de tout le monde.* World Water Vision, Conseil Mondiale de l'Eau. Londres, Royaume-Uni: Earthscan Publications Ltd, 114 pages.

Dasgupta, S., M. Huq, D.Wheeler et C. Zhang. 2001. « Water pollution abatement by Chinese industry: cost estimates and policy implications ». *Applied Economics*, volume 33 no. 4, pages 547-557.

Dennehy, K.F., D.W. Litke, et P.B. McMahon. 2002. *The High Plains aquifer, USA: groundwater development and sustainability.* Tiré de Hiscock, K.M., Rivett, M.O., and Davison, R.M. (eds.), Sustainable Groundwater Development, Geological Society Special Publications 193, Londres, Royaume-Uni: GS, p. 99-119.

De Vos, H., R. Boelens et R. Bustamante. 2006. « Formal Law and Local Water Control in the Andean Region: A Fiercely Contested Field ». *International Journal of Water Resources Development*, volume 22 no. 1, pages 37-48.

Dietzenbacher, E. et E. Velzquez. 2007. « Analysing Andalusian Virtual Water Trade in an Input-Output Framework ». *Regional Studies*, volume 41 no. 2, pages 185-196.

Directeur général de l'énergie et des matières premières (DGEMP). 2001. « La sécurité d'approvisionnement en énergie » et « La sécurité d'approvisionnement en matières premières ». *Lettre trimestrielle Énergies et Matières premières*, n°15, 1er trimestre. France : Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, 34 pages.

Dupont, D.D. et S. Renzetti. 2001. « The Role of Water in Manufacturing ». *Environmental and Resource Economics*, volume 18 no. 4

Economist, The. 2008. « Business and water - running dry », *The Economist,* volume 388 no. 8584. Londres, Grande-Bretagne: The Economist, pages 53-54.

Elmahdi, A., H. Malano et T. Etchells. 2007. « Using system dynamics to model water-reallocation ». *The Environmentalist*, volume 27 no. 1

Emanuelli, C. 2004. *Droit international public*, deuxième édition. Montréal, Canada : Wilson et Lafleur ltée, 818 pages.

Environnement Canada. 2008. *Site web sur l'eau douce*, http://www.ec.gc.ca/water/f_main.html

Environnement Québec. 2004. *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant : concepts et application*, Québec : Direction des politiques de l'eau, Bureau de la gestion par bassin versant, Ministère de l'environnement, 46 pages.

Evans, A.M. 1993. *Ore Geology and Industrial Minerals*. Blackwell Scientific Publications, 390 pages.

Eusuff, M. M. et K. E. Lansey. 2004. « Optimal Operation of Artificial Groundwater Recharge Systems Considering Water Quality Transformations ». *Water Resources Management*, volume 18 no. 4

Field, B.C. 2005. *Natural Resource Economics: An Introduction*, deuxième édition. Long Grove, IL: Waveland Press Inc., 477 pages.

Foster, S., J. Chilton, M. Moench, F. Cardy, et M. Schiffler. 2000. *Groundwater in Rural Development*, World Bank Technical Paper no 463. Washington D.C. : World Bank Publishing , 97 pages.

Foster, S., A. Lawrence, et B. Morris. 1998. *Groundwater in Urban Development*, World Bank Technical Paper no 390. Washington D.C. : World Bank Publishing , 55 pages.

Gaudet, G., M. Moreaux et C. Withagen. 2005. *The Alberta Dilemma : Optimal Sharing of a Water Resource by an Agricultural and an Oil Sector.* Cahier du Centre interuniversitaire de recherche en économie quantitative (CIUREQ), no. 23-2005. Montréal, Québec : Département de sciences économiques, 34 pages.

Geng, Y., R. Côté et F. Tsuyoshi. 2007. « A quantitative water resource planning and management model for an industrial park level ». *Regional Environmental Change*, volume 7 no. 3

Gleick, Peter. 2008. *Water Conflict Chronology.* Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, février. site : http://www.worldwater.org/chronology.html

Gouvernement du Québec. 2002. *Politique nationale de l'eau.* Ste-Foy, Québec : Gouvernement du Québec, 94 pages.

Griffin, R.C. 2006. *Water Resource Economics: The Analysis of Scarcity, Policies and Projects.* Cambridge, MA: MIT Press, 402 pages.

Groupe d'analyse des marchés internationaux (GRAMI). 2003. *États-Unis, Région de la Nouvelle-Angleterre, Secteur de l'eau embouteillée.* Profil de marché.

Gundimeda, H. et C.W. Howe. 2008. « Interstate river conflicts: lessons from India and the US ». *Water International*, volume 33 no. 4, pages 395-405.

Haglund, D.G. (dir. publ.). 1989. *The new geopolitics of minerals : Canadian and international resource trade.* Canada : Les Presses de l'université de Colombie-Britannique, 273 pages.

Hassan, R. M. 2003. « Economy-wide benefits from water-intensive industries in South Africa: quasi-input-output analysis of the contribution of irrigation agriculture and cultivated plantations in the Crocodile River catchment ». *Development Southern Africa*, volume 20 no. 2, pages 171-195.

Hayes, K. 1987. « Cost structure of the water utility industry ». *Applied Economics*, volume 19 no. 3, pages 417-425.

Heinz, I., Pulido-Velazquez, M., Lund, J. R. et J. Andreu. 2007. « Hydro-economic Modeling in River Basin Management: Implications and Applications for the European Water Framework Directive ». *Water Resources Management*, volume 21 no. 7

Hocquart, C. J.-C. et Samama, 2006. «Cycles et super-cycles dans le domaine des matières premières minérales. Analyse des risques et des comportement des acteurs», *Les techniques de l'industrie minérale*, No 29 mars, Paris, France : Société de l'industrie minérale, pages 63-81.

Index Mundi. 2008. *Mineral Commodities Production and Trade Statistics*, données extraites du rapport *CIA World Factbook*, http://www.indexmundi.com/

INRS-Eau, 1999. *Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*, Volume 1. Ste-Foy, Québec: INRS, 283 pages.

International Monetary Fund (IMF). 2006. *Chapter 5 : The boom in nonfuel commodity prices : can it last?* extrait de *World Economic Outlook*, septembre 2006, Washington, D.C., États-Unis: IMF Publication services, 31 pages.

International Water Management Institute (IWMI). 2003. 15. *Annual renewable water supply per person by basin for 1995 and projections for 2025.* Water Resources eAtlas, http://www.iwmi.cgiar.org/WAtlas/

Kalayci, A. et S.S. Uluatam. 1991. « Cost optimization in water supply networks ». *International Journal of Environmental Studies*, volume 37 no.3, pages 193-202.

Katko, Tapio S. 1990. « Cost recovery in water supply in developing countries ». *International Journal of Water Resources Development*, volume 6 no.2, pages 86-94.

Kawamura, Susumu. 2000. *Integrated design and operation of water treatment facilities, 2ième édition.* New York, États-Unis : John Wiley & Sons inc., 691 pages.

Kesler, S.E. 1994. *Mineral Resources, Economics and the Environment.* Macmillan College Publishing Company, 391 pages.

Kiersch, Benjamin. 2000. *Instruments et mécanismes servant à établir des relations amont-aval : une examen de la littérature existante*, Relations terres-eau dans les bassins versants ruraux, Atelier électronique, 18 septembre au 27 octobre, document de travail 2. Rome, Italie : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 9 pages.

Klare, M.T. 2001. *Resource Wars*. New York, NY: Henry Holt and Company, 289 pages.

Kulshreshtha, S.N. 1994. *Valeur économique de l'eau de l'aquifère du delta de l'Assiniboine au Manitoba*. Collection «des sciences sociales»., Étude no 29. Ottawa, Ontario : Environnement Canada, 76 pages.

Kumar, M.D., D.A.K. Malla et S.K. Tripathy. 2008. « Economic value of water in agriculture: comparative analysis of a water-scarce and a water-rich region in India ». *Water International*, volume 33 no.2 , pages 214-230.

Larrue, C. 2000. *Analyser les politiques publiques d'environnement.* Paris, France : Éditions L'Harmattan, 207 pages.

Lasserre, F. (dir. publ.). 2005. *Transferts massifs d'eau, outils de développement ou instruments de pouvoir?* Collection «géographie contemporaine». Ste-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec, 576 pages.

Lasserre, F., et L. Descroix (dir. publ.). 2002 . *Eaux et territoires : Tensions, coopérations et géopolitique de l'eau.* Collection «géographie contemporaine». Ste-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec, 478 pages.

Le Gal, P.-Y., T. Rieu et C. Fall. 2003. « Water Pricing and Sustainability of Self-Governing Irrigation Schemes ». *Irrigation and Drainage Systems*, volume 17 no.3

Le Moigne, G., A. Subramanian, M. Xie, et S. Gitner, 1994. *A Guide for the Formulation of Water Resources Strategy*, World Bank Technical Paper no 263, Washington D.C. : World Bank Publishing, 102 pages.

Marbek Resource Consultants Ltd. et S. Renzetti. 2005. *Analyse des instruments économiques pour la conservation de l'eau.* Rapport soumis au Conseil canadien des ministres en environnement. Ottawa, Ontario, 82 pages.

Margoninsky, Y. 2006. « The political economy of rent seeking: The case of Israel's water sector ». *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, volume 8 no 3, pages 259-270.

Martin, M. 1999. «Estimation de la valeur économique des ressources en eaux souterraines de la région située au nord de Montréal. Application de l'approche contingente et de la méthode des coûts évités». Thèse de doctorat, Québec, INRS-Eau, 203 pages.

Mayrand, K., J.-F. Morin, et M. Paquin, 2002. *L'exportation d'eau en vrac : Survol des enjeux juridiques, socio-économiques et environnementaux.* Montréal, Québec: Centre International *Unisfera*, 9 pages.

Mbata, James N. 2006. « Estimating household willingness to pay for water services in a rural economy: The case of Kanye in southern Botswana ». *Development Southern Africa*, volume 23 no. 1, pages 29-43.

Meinzen-Dick, R. et M. Bakker. 2001. « Water Rights and Multiple Water Uses – Framework and Application to Kirindi Oya Irrigation System Sri Lanka ». *Irrigation and Drainage Systems*, volume 15 no. 2

Miloradov, M. et P. Marjanovic, 1998. *Guidelines for conducting water resources assessment.* Studies and reports in Hydrology no 55. Paris, France: UNESCO Publishing, pages 3-16.

Ministère des Relations internationales (MRI) , Direction générale de la planification et des politiques. 1999. «Les marchés internationaux de l'eau : exportations d'eau douce et marché des infrastructures et services urbains». Série sur *Les enjeux internationaux de l'eau*. Québec : Gouvernement du Québec, 19 pages.

Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune du Québec (MRNF). 2007. http://www.mrnf.gouv.qc.ca/mines/industrie/industrie-substances.jsp

Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF), 1996. *La problématique des eaux souterraines au Québec*. Ste-Foy, Québec : Gouvernement du Québec.

Morin, J.-F. 2004. «L'exportation de l'eau: comment concilier les exigences du commerce international et du développement durable». *Revue des Sciences de l'Eau*, vol. 17 no 1. pages 117-122.

National Research Council (NRC). 1997. *Valuing Ground Water: Economic concepts and approaches.* Washington DC: National Academy Press, 189 pages.

Nestlé Waters, 2007 : Dossier Le marché de l'eau embouteillée dans le monde : extrait du site Institut de l'eau, site web de Nestlé Waters, www.water-institute.com

Noël, K. 2007. «Le Québec doit-il vendre son eau?». *Commerce*, Octobre. Boucherville Québec: Transcontinental S.E.N.C.,pages 20-28.

Nowlan, L., 2005. *Buried Treasure: Groundwater permitting and pricing in Canada.* Rapport préparé pour The Walter and Duncan Gordon Foundation. Toronto, Canada: Warren's Imaging and Dryography Inc., 104 pages.

OCDE. 2003. *Environmental Performance Reviews, Water : Performance and Challenges in OECD Countries*. Paris, France : Éditions OCDE, 71 pages.

OCDE. 1999. *Le prix de l'eau : Les tendances dans les pays de l'OCDE.* Paris, France : Éditions OCDE, 205 pages.

Ordre des géologues du Québec. 2007. *Recommandations pour une stratégie minérale du Québec.* Mémoire 07-02, 26 octobre. Montréal, Québec : OGQ, 4 pages.

Organisation Météorologique Mondiale (OMM). 1997. *Comprehensive Assessment of the Water Resources of the World.* Stockholm, Suède : WMO and Stockholm Environmental Institute.

Paquerot, S. 2005. *Eau douce, la nécessaire refondation du droit international.* Ste-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec, 246 pages.

Perkins, Frances. 1994. « Cost Effectiveness of Water Supply Technologies in Rural Indonesia: Evidence From Nusa Tenggara Barat ». *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, volume 30 no.2, pages 91-117.

Perman, R., Y. Ma, J. McGilvray, et M. Common. 2003. *Natural Resource and Environmental Economics*. Malaisie : Pearson Education Ltd, 699 pages.

Peters, W.C. 1987. *Exploration and Mining Geology*, deuxième édition. John Wiley and Sons, 685 pages.

Porto, M. 1998. « The Brazilian Water Law: A New Level of Participation and Decision Making ». *International Journal of Water Resources Development*, volume 14 no. 2, pages 175-182.

Posta, A. 2002. « The Evolution of Water Law and Policy in Spain ». *International Journal of Water Resources Development*, volume 18 no. 2, pages 261-283.

Rivard, Pierre. 1998. *Les eaux embouteillées.* Symposium sur la gestion de l'eau au Québec, décembre 1997, Volume 1. Ste-Foy, Québec: INRS-Eau, pages 133-137.

Roth, D. et J.Warner. 2008. « Virtual water: Virtuous impact? The unsteady state of virtual water ». *Agriculture and Human Values*, volume 25 no. 2

Rotillon, G. 2005. *Économie des ressources naturelles*, Collection «Repères». Paris, France : Éditions La Découverte, 123 pages.

Rutherford, S. 2004. *Groundwater Use in Canada.* West Coast Environmental Law, 30 pages

Salameh, Elias. 2008. « Over-exploitation of groundwater resources and their environmental and socio-economic implications: the case of Jordan ». *Water International*, volume 33 no. 1, pages 55-68.

Saleth, R.A., et A. Dinar. 1999. *Evaluating Water Institutions and Water Sector Performance*, World Bank Technical Paper no 447. Washington D.C. : World Bank Publishing , 93 pages.

Salman M. et A. Salman. 2007. « The Helsinki Rules, the UN Watercourses Convention and the Berlin Rules: Perspectives on International Water Law ». *International Journal of Water Resources Development*, volume 23 no 4, pages 625-640.

Salman, S.M.A. (dir. publ.). 1999. *Groundwater: Legal and Policy Perspectives*, World Bank Technical Paper no 456. Washington D.C. : World Bank Publishing , 262 pages.

Sasseville, Jean-Louis. 1998. *L'exportation des eaux de surface : incertitudes et potentialités.* Symposium sur la gestion de l'eau au Québec, décembre 1997, Volume 1. Ste-Foy, Québec: INRS-Eau, pages 141-189.

Sasseville, J.-L. et A. Yezza. 2005. *La rationalité des transferts massifs d'eau douces.* Chapitre 2 de *Transferts massifs d'eau.* Collection «géographie contemporaine». Ste-Foy, Québec : Presses de l'Université du Québec, pages 55-80.

Schindler, D.W. et A.M. Hurley. 2004. *Rising Tensions: Canada/US Cross-Border Water Issues in the 21rst Century.* Notes for remarks to the Centre for Global Studies Conference on Canada/US Relations, University of Victoria. Toronto, Ontario: Munk Centre for International Studies, University of Toronto, 12 pages.

Sethi, L.N., D. N. Kumar, S.N. Panda et B. Chandra Mal. 2002. « Optimal Crop Planning and Conjunctive Use of Water Resources in a Coastal River Basin ». *Water Resources Management*, volume 16 no 2

Shiva, Vandana. 2003. *La guerre de l'eau: Privatisation, pollution et profit*. Paris, France : Éditions Parangon, 162 pages.

Shiklomanov, I.A. et J. C. Rodda (dir. publ.). 1998. *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century*. New York, NY, États-Unis : Cambridge University Press, 435 pages.

Simon, Y. et D. Lautier. 2006. *Marchés dérivés de matières premières*. Paris, France: Éditions Economica, 548 pages.

Sironneau, J. 1996. *L'eau, nouvel enjeu stratégique mondial*, Collection «Poche Géopolitique». Paris, France : Éditions Economica, 111 pages.

Smith; L. et S. Hanson. 2003. « Access to Water for the Urban Poor in Cape Town: Where Equity Meets Cost Recovery ». *Urban Studies*, volume 40 no. 8, pages 1517- 1548.

Statistique Canada. 2008. *Utilisation industrielle de l'eau – 2005*. No. 16-401-X au catalogue. Ottawa, Ontario : Gouvernement du Canada, 79 pages.

Tewari, D. D.et R. L. Kushwaha. 2008. « Socio-economics of groundwater management in Limpopo, South Africa: poverty reduction potential and resource management challenges ». *Water International*, volume 33 no. 1, pages 69-85.

Twort, A.C., R.C. Hoather et F.M. Law. 1974. *Water Supply, 2ième Édition*. New York, NY, États-Unis : American Elsevier Publishing Company, 478 pages.

Ulu, S. Erol. 1993. « Water distribution network cost estimates for small urban areas ». *International Journal of Environmental Studies*, volume 44 no.1, pages 63-75.

Um, M.-J., S.-J. Kwak et T.-Y. Kim. 2002. « Estimating Willingness to Pay for Improved Drinking Water Quality Using Averting Behavior Method with Perception Measure ». *Environmental and Resource Economics*, volume 21 no.3

United Nations Environmental Program (UNEP Finance Initiative). 2007 *Half full or half empty*. Londres, Royaume-Uni: ICF International, 80 pages.

Walton, W.C. 1970. *Groundwater Resource Evaluation*. New York, États-Unis: McGraw-Hill, 664 pages.

Water Footprint Network. 2008. site internet : http://www.waterfootprint.org/?page=files/home.

Whitford, A.B. et B.Y. Clark. 2007. « Designing property rights for water: mediating market, government, and corporation failures ». *Policy Sciences*, volume 40 no. 4

Wichelns, Dennis. 1998. « Economic issues regarding tertiary canal improvement programs, with an example from Egypt ». *Irrigation and Drainage Systems*, volume 12 no. 3

Yang, C.-C., L.-C. Chang et C.-C. Ho. 2008. « Application of System Dynamics with Impact Analysis to Solve the Problem of Water Shortages in Taiwan ». *Water Resources Management*, volume 22 no. 11

Yoo, S.-H. et C.-Y. Yang. 1999. « Role of Water Utility in the Korean National Economy ». *International Journal of Water Resources Development*, volume 15 no. 4, pages 527-541.

Young, R.A. 2005. *Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods*. Washington D.C.: RFF Press, 357 pages.

Zekri, S. et A.S. Al-Marshudi. 2008. « A millenarian water rights system and water markets in Oman ». *Water International*, volume 33 no. 3, pages 350-360.

ANNEXE A

---

50 premiers produits d'exportation et d'importation du Québec

Rang	Produits d'exportation (x 1000 $)		Produits d'importation (x 1000 $)	
1	Aluminium et alliages	8 033 588	Pétrole brut	13 775 157
2	Avions entiers avec moteurs	6 163 707	Automobiles et châssis	8 320 301
3	Papier journal	2 838 452	Autres dérivés du pétrole et du charbon	2 666 263
4	Moteurs d'avion et pièces	2 640 905	Avions entiers avec moteurs	2 162 997
5	Cuivre et alliages	2 286 225	Camions, tracteurs routiers et châssis	2 151 581
6	Transactions commerciales spéciales	2 100 045	Médicaments et produits pharmaceutiques, en dose	1 994 198
7	Autre matériel et outils	2 044 119	Produits chimiques inorganiques	1 990 982
8	Autres inst. de mesure, de médecine et d'optique	1 852 090	Autres minerais, concentrés et déchets métallifères	1 931 814
9	Autre équipement et matériel de télécommunication	1 281 144	Moteurs d'avion et pièces	1 894 001
10	Dérivés du pétrole et du charbon	1 264 564	Pièces d'avion, sauf moteurs	1 747 824
11	Électricité	1 246 286	Tubes électroniques et semi-conducteurs	1 610 576
12	Ouvrages de base en métal	1 156 076	Produits chimiques organiques	1 595 150
13	Viandes fraîches, réfrigérées ou congelées	1 116 748	Ordinateurs électroniques	1 564 972
14	Autres produits finis	1 108 137	Autre équipement et matériel de télécommunication	1 428 223
15	Machines et matériel de bureau	1 048 818	Transactions commerciales spéciales	1 385 506
16	Produits chimiques organiques	977 632	Cuivre et alliages	1 058 563
17	Autres demi-produits en bois	930 028	Vêtements de dessus tricotés	887 769
18	Formes de bases en matière plastique	929 046	Mazout	878 409
19	Bois d'oeuvre, résineux	923 917	Vêtements de dessus non tricotés	837 721
20	Minerai et concentrés de fer	908 803	Matières plastiques non façonnées	823 445
21	Autres effets ménagers et personnels	886 735	Meubles et accessoires	765 437
22	Pâte de bois et pâte similaire	886 128	Autres boissons	758 149
23	Récipients et fermetures	884 894	Pièces de véhicules automobiles, sauf moteurs	749 363
24	Vêtements et accessoires vestimentaires	807 142	Métaux précieux et alliages	666 065
25	Médicaments et produits pharmaceutiques, en dose	799 436	Autres produits finis non comestibles	657 723
26	Autres produits chimiques	759 119	Papier et carton	631 044
27	Zinc et alliages	744 946	Autres vêtements et accessoires vestimentaires	616 844
28	Caoutchouc synthétique et matières plastiques	738 500	Autres effets personnels et articles ménagers	607 747
29	Pièces de véhicules automobiles, sauf moteurs	727 688	Autre matériel électrique d'éclairage et de distribution	525 674
30	Autre papier d'imprimerie	704 711	Matériel divers et outils	517 036

31	Camions, tracteurs routiers et châssis	669 277	Autre instruments de mesure, de laboratoire, etc.	513 201
32	Imprimés	668 983	Autre matériel de transport	501 500
33	Autres produits minéraux non métalliques de base	661 651	Fournitures médicales, articles ophtalmiques et orthopédiques	497 446
34	Matériel électrique d'éclairage et de distribution	659 299	Chaussures	489 814
35	Autres véhicules moteurs	655 938	Autres produits chimiques	428 513
36	Pièces d'avion, sauf moteurs	641 244	Tôles, feuilles et feuillard d'acier	423 092
37	Carton	640 245	Instruments mesureurs-régulateurs divers	416 914
38	Autre papier	604 818	Valves	395 557
39	Autres machines industrielles d'usage général	584 875	Fournitures de maison	393 311
40	Génératrices et moteurs électriques	567 296	Matériel téléphonique et télégraphique	380 408
41	Navires, bateaux et pièces	563 945	Autres véhicules moteurs	367 636
42	Autres aliments et matières pour aliments	547 722	Récipients et fermetures	367 241
43	Excavatrices et foreuses pour mines	530 135	Autres ouvrages de base en métal	359 758
44	Autres matières travaillées non comestibles	503 840	Autres machines spéciales pour les industries	355 842
45	Autre matériel de transport	485 065	Matériel de navigation	325 703
46	Bâtiments et structures préfabriqués	451 680	Matières en bois brut	312 797
47	Fournitures médicales, articles ophtalmiques et orthopédiques	447 045	Moteurs et turbines d'usage général, n.d.a.	297 685
48	Autres produits chimiques inorganiques	439 257	Autres profilés et formes de base en matière plastique	296 986
49	Sucre et préparations à base de sucre	412 945	Articles pour sports et divertissements	296 952
50	Autres graines, noix et amandes oléagineuses	350 205	Autres produits minéraux non métalliques de base	291 646

Source : Institut de la statistique du Québec, 2008.

ANNEXE B

Méthodes d'estimation de la valeur de l'eau

Méthode	Description de la méthode et des sources de données	Utile pour l'évaluation de l'eau dans le cadre de :
Méthode inductives		
Observations des transactions sur les marchés de l'eau (*Observations of water market transactions*)	Prix observés des transactions de baux à court terme ou ventes permanentes des droits à l'eau	Volonté de payer (WTP) manifestée par les transactions locale pour les usages agricoles, industriels, municipaux et environnementaux
Estimation économétrique des fonctions de production et de coûts (*Econometric estimation of production and cost functions*)	Analyse statistique (souvent par régression) des données agricoles et industrielles primaires et secondaires d'entrée et de sortie	Évaluation de la valeur des producteurs au site d'exploitation
Estimation économétrique des fonctions de demande d'eau municipale (*Econometric estimation of municipal water demand functions)*	Analyse statistique des données municipales primaires et secondaires	Demande locale du secteur municipal (résidentiel, commercial et institutionnel)
Coût de transport (*Travel cost method - TCM*)	Approche des préférences observées utilisant l'analyse économétrique pour déduire la valeur des attributs d'un site récréatif à les dépenses variées des consommateurs pour se déplacer vers le site	Évaluation de la valeur des services récréatifs et évaluation dérivée des changement dans le demande en eau
Évaluation hédoniste des prix (*Hedonic property value method - HPM*)	Approche des préférences observées utilisant l'analyse économétrique sur des données sur des transactions réelles dans un contexte de disponibilité variable de l'approvisionnement en eau et de qualité	Demandes locales selon les variations de la quantité ou qualité d'eau révélées par transactions des propriétaires résidentiels ou de fermes
Comportement défensif (*Defensive behavior method*)	Approche des préférences observées utilisant les réductions dans les coûts des actions entreprises pour réduire ou éviter un coût externe comme mesure partielle des bénéfices des politiques par réduction des externalités	Évaluation de la valeur de la réduction de la pollution de l'eau par des contaminants biologiques et chimiques
Coût des dommages (*Damage cost methods*)	Volonté maximale de payer en tant que valeur monétaire des dommages évités	Évaluation de la valeur de la réduction de la pollution de l'eau ou des dommages d'inondations
Évaluation contingente (*Contingent valuation method – CVM*)	Méthode des préférences observées utilisant des techniques statistiques pour analyser des réponses à des sondages posant des questions sur l'évaluation de la valeur monétaire de changements proposés pour des biens et services environnementaux	Évaluation de la valeur environnement de la source d'approvisionnement en eau et évaluation de la valeur des modifications des sources d'approvisionnement en eau résidentiels
Modélisation du choix (*Choice modeling - CM*)	Méthode des préférences observées utilisant des techniques statistiques pour déduire le WTP pour des biens et services à partir des questions de sondages posant des questions à un échantillonnage de répondants de faire un choix sur des options de politique proposées	Évaluation de la valeur environnement de la source d'approvisionnement en eau et évaluation de la valeur des modifications des sources d'approvisionnement en eau résidentiels
Transfert du bénéfice (*Benefit*	Bénéfices estimés pour un ou 2 sites, ou	Adaptable en principes pour tous les

transfer)	propositions de politiques pour assigner des bénéfices ou valeur à d'autres sites ou de politiques proposés	cas : biens des producteurs et consommateurs et biens environnementaux collectifs incluant des valeurs de non-utilisations.
Transfert de la fonction de bénéfice/Méta-analyse (*Benefit function transfer/Meta-analysis*)	Synthèse statistiques des résultats d'études antérieures sur le même phénomène ou relation dans le but de tirer des généralisations	Une base potentielle de transfert de bénéfices dans tous les contextes d'évaluation de la valeur pour les producteurs et les consommateurs. Aussi utile pour servir à l'établissement des hypothèses méthodologiques dans les résultats expérimentaux
Méthodes déductives		
Résiduelle de base (*Basic residual method*)	Modèles construits pour déduire un estimé ponctuel des revenus nets ou de la rente des producteurs attribuable à l'eau via l'analyse budgétaire ou de tableur	Estimés à la source ou local pour des biens intermédiaires offstream pour le cas de produit unique (agricole et industriel)
Variation nette de la rente (*Change in net rents*)	Modèles résiduels construits pour déduire un estimé d'intervals des revenus nets ou de la rente des producteurs attribuable à des incréments via l'analyse budgétaire ou de tableur	Estimés à la source ou local pour des biens intermédiaires offstream pour le cas de produits ou technologies multiples (agricole et industriel)
Programmation mathématique (*Mathematical programming*)	Modèles résiduels construits pour déduire la rente ou les coûts marginaux des producteurs attribuable à l'eau via (habituellement) des modèles d'optimisation de prix fixé	Évaluation de la valeur à la source ou locale pour des biens intermédiaires offstream pour le cas de produits ou technologies multiples (agricole et industriel)
Valeur ajoutée (*Value-added*)	Modèles résiduels construits pour déduire les revenus nets ou la rente des producteurs attribuables à l'eau via une mesure de la valeur ajoutée à partir de modèles d'entrées et de sorties	Méthode surévaluant surtout utilisée pour des biens intermédiaires offstream (agricole et industriel)
Modèle de calcul général d'équilibre (*Computable general equilibrium models – CGE*)	Modèles résiduels construits pour déduire les revenus nets ou la rente des producteurs attribuables à l'eau via à partir de modèles d'optimisation des prix endogènes	Méthode récemment adaptée utilisée surtout pour des biens intermédiaires offstream (agricole et industriel)
Coût alternatif (*Alternative cost*)	Valeur attribuable aux économies de coûts pour la seconde meilleure source de services (ex : électricité et transport)	Évaluation de la valeur à la source ou locale pour des biens intermédiaires offstream (agricole et industriel) et instream (hydro-électricité et transport. Également pour l'eau comme bien de consommation privé et collectif résidentiel

Source : Young, 2005.