

MÉMOIRE DE L'INRS-Eau

Présenté dans le cadre de la

CONSULTATION SUR LA GESTION DE L'EAU

au

Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE)

8 novembre 1999

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. PRÉSENTATION DE L'INRS-EAU	2
2.1 Les activités du Centre	2
2.2 La place dans le débat sur l'eau.....	3
3. DES SECTEURS PRIORITAIRES DE RECHERCHE.....	4
3.1 Contamination du milieu	4
3.2 Pollution diffuse.....	5
3.3 Assainissement des eaux usées	7
3.4 Eaux souterraines	8
3.5 Les infrastructures municipales.....	10
3.6 Gestion intégrée des eaux.....	11
3.7 Risques d'inondations.....	13
3.8 Changements climatiques	14
4. LES DONNÉES : ESSENTIELLES EN SCIENCES DE L'EAU	16
5. LA VALORISATION DE LA RECHERCHE.....	19
6. LES BESOINS DE FORMATION.....	20
7. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	22
7.1 Le rôle et les besoins de recherche	22
7.2 Recommandations.....	22
7.2.1 Les eaux souterraines.....	24
7.2.2 Les eaux de surface.....	24
7.2.3 Les infrastructures municipales	25
7.2.4 Un enjeu mondial	26

1. INTRODUCTION

Ce mémoire a été préparé par l'INRS-Eau, centre de recherche en sciences de l'eau de l'Institut national de la recherche scientifique qui est une constituante de l'Université du Québec. Par son intervention, l'INRS-Eau veut faire le point sous l'angle de la recherche scientifique sur ce que l'on sait et ce qui reste à connaître pour appuyer la gestion de l'eau au Québec. Le mémoire veut ainsi aborder l'ensemble des questions relatives à la recherche sur l'eau non pas en décrivant les réalisations de nos équipes de recherche depuis trente ans, mais plutôt à partir des expertises acquises pendant cette période. Évidemment, le contenu de ce mémoire s'inspire des résultats du Symposium sur la gestion de l'eau au Québec, organisé par l'INRS-Eau en décembre 1997, à la demande du gouvernement du Québec. Cet événement a précédé la consultation publique par le BAPE et a servi à établir une base de connaissances et de références. La synthèse du Symposium¹ a d'ailleurs été reprise dans le document de consultation préparé par le ministère de l'Environnement du Québec.

Après avoir présenté le centre de recherche et décrit ses activités dans le domaine de la gestion de l'eau, le mémoire développe les besoins de connaissances et de recherches en regard des grandes problématiques de gestion de l'eau. Des propositions sont ensuite soumises à la Commission sur des éléments à inscrire dans une éventuelle politique de gestion de l'eau au Québec dans des domaines tels que l'acquisition de connaissances, la formation d'experts et le soutien à la recherche et l'innovation.

¹ Jean-Pierre VILLENEUVE, Alain N. ROUSSEAU, Sophie DUCHESNE, *Actes du Symposium, La gestion de l'eau au Québec, Volume 3*, Québec, INRS-Eau, 1997, p. 692 à 699.

2. PRÉSENTATION DE L'INRS-EAU

2.1 LES ACTIVITÉS DU CENTRE

L'INRS-Eau est l'un des huit centres thématiques de l'Institut national de la recherche scientifique. Il s'agit donc d'un centre de recherche universitaire partageant ses activités entre la recherche orientée sur les dossiers prioritaires de l'eau, la formation de spécialistes et de chercheurs, ainsi que les services à la collectivité. Au chapitre de l'enseignement et de la formation, l'INRS-Eau offre une maîtrise professionnelle, une maîtrise de recherche et un doctorat en sciences de l'eau. Le Centre accueille aussi des stagiaires de recherche et des étudiants postdoctoraux.

La programmation scientifique du Centre vise la compréhension des phénomènes reliés aux sciences de l'eau, leur modélisation et l'expérimentation de solutions des problématiques environnementales. Les grands champs de recherche sont l'hydrologie, la biogéochimie et l'assainissement. À travers ces champs d'applications, les recherches de l'INRS-Eau touchent des sujets tels que la gestion des rivières et des ressources en eaux de surface et souterraine, la prévision des événements extrêmes et de leurs impacts, les infrastructures urbaines d'eau et leur gestion, la contamination par les matières nutritives et les substances toxiques, le traitement des eaux usées et des boues, ainsi que les modèles et les instruments de connaissance, de décision et de gestion.

En 1999, l'INRS-Eau compte 21 professeurs, 34 chercheurs, 14 techniciens de recherche et 10 employés de bureau. Le groupe en formation compte 67 étudiants et 25 stagiaires. Depuis la création du Centre 1970, 182 étudiants y ont obtenu un diplôme de maîtrise et 50 de doctorat. En majorité, ces professionnels de l'eau et de l'environnement sont aujourd'hui actifs au Québec dans des institutions (ministères, universités, centres de recherche, associations) ou des entreprises du secteur de l'environnement. Le budget de fonctionnement de l'INRS-Eau est de près de 6 millions de dollars. De ce budget, 65 % est autofinancé par les activités de recherche des professeurs.

Cette masse critique de chercheurs fait du centre INRS-Eau le plus important groupe de recherche au Canada et l'un des plus importants au monde dans le domaine des sciences de l'eau.

Dans le cadre de ses activités de recherche, l'INRS-Eau travaille en étroite collaboration, et souvent en partenariat formel, avec les ministères, les organismes majeurs et les universités, tant au Québec et au Canada qu'ailleurs dans le monde. Les contributions scientifiques des chercheurs de l'INRS-Eau croissent d'année en année, le nombre total de publications atteignant maintenant 3060 depuis 1970. De nouveaux secteurs d'activités sont en développement et prendront de l'importance au cours des années 2000, notamment dans le champ des changements globaux, des impacts des grands aménagements, des risques environnementaux, des eaux atmosphériques, des technologies environnementales et des aspects institutionnels.

2.2 LA PLACE DE L'INRS-EAU DANS LE DÉBAT SUR L'EAU

Fort de ces acquis en recherche et formation dans le domaine des sciences de l'eau au Québec, l'INRS-Eau a accepté de jouer un rôle et d'apporter sa contribution dans le débat actuel sur la gestion de l'eau. Le Centre veut ainsi faire valoir l'importance des dimensions scientifiques dans ce débat et y situer le rôle de l'acquisition des connaissances et des activités de recherche. La pertinence et la justesse des actions à envisager ne peuvent être identifiées que par les mesures exactes des situations et le diagnostic fiable des problèmes. Au moment où le Québec est engagé dans le processus d'adoption d'une politique de gestion de l'eau, les savoirs et les expertises dans les secteurs névralgiques de celle-ci sont déterminants.

L'expertise de l'INRS-Eau a d'ailleurs été sollicitée au cours des dernières années dans plusieurs dossiers que votre Commission examine présentement. Pensons seulement aux inondations du Saguenay, à la crise du verglas, aux projets d'exploitation des eaux souterraines, à la situation des infrastructures d'eau municipales ou à l'expérimentation de la gestion par bassin versant. Les différents modèles développés par les équipes de l'INRS-Eau s'avèrent de puissants outils de compréhension des événements, d'évaluation des conséquences et de gestion des risques, ainsi que des moyens efficaces de prévision et d'aide à la décision pour les gestionnaires aux prises avec ces situations.

Une revue et une analyse exhaustives des questions soumises à la consultation durant la présente audience publique ont été réalisées à l'occasion du *Symposium sur la gestion de l'eau au Québec*, ayant réuni à Montréal en décembre 1997 l'ensemble des intervenants actifs dans l'un ou l'autre des dossiers de l'eau. Il n'est pas possible de reprendre dans le cadre du présent mémoire l'ensemble des résultats de cet exercice. L'état des connaissances établi à cette fin reste néanmoins la référence essentielle sur laquelle la Commission peut s'appuyer. Les conclusions qu'on en tire peuvent servir de bases scientifiques aux propositions que la Commission soumettra au Ministre de l'Environnement et au gouvernement. Nous assurons la Commission de notre entière collaboration dans l'interprétation des conclusions du Symposium et de leur utilisation.

3. DES SECTEURS PRIORITAIRES DE RECHERCHE

Certaines problématiques du secteur de l'eau occupent une grande place dans le débat actuel et méritent une attention prioritaire. Cette section du mémoire examine certaines de ces problématiques ; pour chacune d'elles, on fait le point sur les connaissances que l'on en a, sur les avenues prometteuses d'intervention et sur les besoins de recherche pour fonder les actions à prendre.

Certains de ces dossiers concernent des questions étudiées depuis plusieurs années, et parfois moins présentes dans l'actualité, mais qui sont encore pertinentes et qui nécessitent qu'on s'y intéresse encore pour les résoudre. La contamination des eaux par les substances organiques et par les substances toxiques et ses conséquences sur la qualité de l'eau potable sont toujours d'intérêt. L'état d'avancement et les besoins au chapitre de la pollution diffuse et de l'assainissement des eaux usées ont reçu une grande attention au cours des années 1980 et ont fait l'objet d'interventions majeures depuis; mais, là aussi, beaucoup reste à faire.

D'autres dossiers prioritaires sont au cœur de l'actualité sociale et politique et sont l'objet d'une grande attention des scientifiques. Ces dossiers sont plus récents et, quoique faisant déjà l'objet de préoccupations très intensives, soulèvent de grands besoins de recherche à cause de la complexité des problématiques. C'est le cas notamment de l'exploitation des eaux souterraines, de la gestion intégrée des eaux et de l'évolution des infrastructures municipales d'eau. Les changements climatiques, et surtout les événements extrêmes qui semblent y être associés notamment les inondations, posent aussi des défis scientifiques considérables en termes de prévision et de prévention.

3.1 CONTAMINATION DU MILIEU

Les problèmes de pollution reliés aux matières organiques sont en grande partie réglés grâce à l'assainissement des effluents urbains et industriels (pâtes et papiers, agro-alimentaire). L'attention porte maintenant sur les micropolluants organiques. Ces contaminants, par exemple les insecticides et les herbicides, certains détergents et des composés tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les biphenyles polychlorés (BPC), sont maintenant mesurés à des concentrations extrêmement faibles grâce aux progrès de la chimie analytique. Leur cheminement dans l'environnement et leurs effets sur les organismes restent encore mal connus. Des efforts soutenus doivent viser à diminuer les apports de ces substances dans l'environnement attribués aux activités humaines. Toutefois, à cause des rejets du passé, ils persisteront encore dans le milieu et pendant longtemps. Il peut aussi apparaître actuellement impossible d'éliminer complètement ces produits.

La contamination par les polluants inorganiques, surtout les métaux, est aussi prise en charge depuis de nombreuses années. Des interventions ont été menées sur de grandes sources de pollution ponctuelle, par exemple les effluents des mines et des usines de transformation des métaux. Mais, des métaux d'origine anthropique sont encore omniprésents dans la nature, leur concentration s'ajoutant aux concentrations naturelles, peuvent affecter les organismes et la santé humaine. D'autres processus, par exemple les précipitations acides, contribuent à

remettre en circulation les polluants métalliques. L'intensité de ces mécanismes et l'ampleur des risques auxquels ils exposent les écosystèmes et les humains ne sont pas encore déterminés avec précision au Québec. Ces problèmes sont encore bien réels pour le mercure, le cadmium et l'aluminium.

Des recherches écotoxicologiques continuent donc à être nécessaires pour comprendre les comportements de ces substances organiques et inorganiques et déterminer les seuils à partir desquels leurs effets sont néfastes.

L'INRS-Eau estime que les recherches écotoxicologiques destinées à comprendre les comportements des substances organiques et inorganiques doivent être poursuivies, sinon accentuées :

- ***pour tenir compte des particularités climatiques, hydrologiques, géologiques et écologiques du Québec ;***
- ***pour bien comprendre les phénomènes d'accumulation et de synergie influençant l'évolution des concentrations dans le milieu ;***
- ***pour bien identifier les seuils à partir desquels leurs effets sont néfastes.***

De telles recherches sont en cours dans plusieurs pays et le Québec doit y participer en tenant compte de ses particularités. Il faut des recherches écotoxicologiques spécifiques au Québec pour tenir compte de particularités telles que le régime hivernal, la douceur de l'eau, la présence d'espèces indigènes et les modes de vie des populations notamment les communautés autochtones. On ne parle plus ici de pollutions évidentes, mais de contaminations plus subtils exposant de façon chronique les écosystèmes et les gens à des substances toxiques.

En regard de la problématique de l'acidification du milieu, d'importantes améliorations de la situation sont observées depuis les efforts de réduction de diminution des rejets à la source imposés par les législations gouvernementales. La récupération demeure toutefois lente, ce qui incite à une approche de prudence face à cette problématique, notamment en ce qui concerne l'influence de l'acidification sur l'appauvrissement de nos sols forestiers. Non seulement faut-il poursuivre les efforts de réduction à la source, mais il faut encore accentuer les recherches sur les mécanismes d'accumulation et les phénomènes de synergie entre les processus influençant l'évolution des concentrations de polluants dans le milieu. Ainsi, le réchauffement climatique pourrait conduire à une accélération du processus de réintroduction dans le milieu de métaux polluants.

3.2 POLLUTION DIFFUSE

La pollution diffuse est très intimement reliée aux contaminations décrites précédemment, surtout en ce qui concerne les retombées atmosphériques. Au Québec, la problématique de la pollution diffuse est essentiellement associée au ruissellement provenant des terres agricoles, causant la dégradation de la qualité des lacs et de tronçons de rivières (eutrophisation, perte

de frayères, dégradation des plages). Dans les régions agricoles, l'analyse de l'évolution de la qualité des cours d'eau indique une tendance à la hausse des concentrations d'azote et de nitrates et d'importantes concentrations de phosphore.

Le caractère épisodique de la pollution diffuse d'origine agricole et son étendue sur le territoire compliquent grandement la prise de mesure et le suivi de toute intervention de contrôle des rejets. Par conséquent, il devient difficile de déterminer la provenance des plus grandes charges polluantes et par corollaire d'identifier les responsabilités des pollueurs et de prévoir l'efficacité, à l'échelle de bassins versants, des interventions de contrôle et de réduction.

La modélisation mathématique des processus physico-chimiques responsables du transport et du devenir de l'azote et du phosphore constitue une approche scientifique privilégiée pour tenter de retracer les sources et leurs effets, de même que pour quantifier les performances des interventions dans un cours d'eau donné. C'est là un secteur où les besoins de recherche sont importants. D'autres recherches sont nécessaires pour évaluer l'efficacité réelle des moyens d'action disponibles et présentement utilisés sans en connaître véritablement l'impact en terme de diminution de la pollution diffuse. C'est le cas par exemple pour l'établissement de bandes riveraines, et pour les modifications des pratiques agricoles (rotation des cultures, travail minimal des sols, etc.).

L'INRS-Eau souligne que les besoins de recherche sont importants pour le développement de la modélisation mathématique applicable :

- ***aux processus physico-chimiques déterminant le devenir de l'azote et du phosphore dans l'environnement ;***
- ***à l'évaluation de l'efficacité de mesures disponibles pour prévenir la pollution et en diminuer les impacts ;***
- ***à l'élaboration d'approches et de moyens techniques d'intervention, particulièrement dans le domaine de la production agricole.***

Des approches originales de gestion, et des moyens techniques nouveaux de prévision et d'évaluation, seront nécessaires pour soutenir les actions concertées pour lutter contre la pollution diffuse. Ces outils techniques, par exemple l'élaboration de scénarios d'intervention comparés selon leur efficacité environnementale, doivent être développés pour être facilement utilisables par les intervenants aux prises avec les problèmes sur le terrain.

Enfin, les technologies de traitement des fumiers et lisiers à la ferme sont parmi les solutions envisagées pour réduire leur impact environnemental et optimiser l'utilisation des éléments nutritifs. Pour le moment, peu de solutions technologiques sont applicables à l'échelle d'une seule ferme. Des efforts devraient donc être faits pour mettre au point des technologies simples et peu coûteuses, applicables à court terme et adaptables aux fermes individuelles. Il y a encore beaucoup de place pour l'innovation dans ce secteur d'activités, et les besoins de R & D sont criants dans ce domaine.

3.3 ASSAINISSEMENT DES EAUX USÉES

Le Programme d'assainissement des eaux usées du Québec est sans contredit la réalisation environnementale majeure des dernières décennies en dépollution des eaux québécoises. Ses effets sont notables en termes d'amélioration de la qualité des rivières et en sensibilisation des municipalités et des industries à la prévention de la pollution. Près de 98% des eaux usées municipales sont maintenant traitées avec efficacité comme le démontre le bilan annuel de rendement des stations d'épuration municipales publié par le ministère de l'Environnement du Québec.

Toutefois, la capacité des stations d'épuration est un sujet d'inquiétude, puisque les débits actuels traités se situent à 96% de la capacité disponible. Si des mesures vigoureuses d'économie d'eau et de réduction des débits ne sont pas faites, la capacité et les performances des stations en place devront être revues. Ceci pourrait conduire à des modifications ou à des changements de procédés pour augmenter les performances. Il y a là un premier besoin de recherche et développement en rapport avec les technologies de traitement.

Le maintien des gains environnementaux obtenus par l'assainissement des eaux usées municipales suppose aussi de s'assurer du bon entretien, de l'opération diligente et de la pérennité des équipements. L'information sur ces différents aspects de la gestion des infrastructures urbaines d'assainissement des eaux reste à acquérir.

L'INRS-Eau croit que, pour maintenir dans l'avenir les gains environnementaux obtenus par l'assainissement des eaux usées municipales et industrielles, des efforts de recherche importants doivent être consacrés pour :

- ***acquérir une bonne connaissance sur la gestion des infrastructures mises en place ;***
- ***développer les solutions techniques permettant la valorisation sécuritaire des boues d'épuration ;***
- ***réévaluer, voire repenser, les procédés conduisant aux rejets d'eaux usées afin d'en diminuer la quantité et le contenu en polluants (réingénierie des procédés).***

D'importants efforts sont requis pour une meilleure gestion des boues d'épuration pour en permettre la valorisation. Déjà, certaines technologies développées au Québec permettent de diminuer les teneurs en métaux toxiques et d'éliminer les micro-organismes pathogènes, problèmes qui sont des obstacles à leur réutilisation. Il faut continuer à développer ces technologies, à améliorer leurs performances et à déterminer les conditions optimales de leur implantation. Et surtout, les gouvernements devraient favoriser leur application par les municipalités à l'aide de programmes incitatifs adéquats.

Des développements technologiques analogues devraient être envisagés pour le traitement et la valorisation des boues organiques d'origine industrielle. En effet, le traitement biologique des eaux usées industrielles, maintenant obligatoire pour l'industrie des pâtes et papiers, produit des quantités considérables de boues valorisables. Toutefois, il reste à développer des méthodes efficaces pour le traitement et la valorisation de ces boues particulières. Ces développements technologiques pourraient même amener à revoir les procédés de production pour les rendre plus performants en termes de quantité et de composition des rejets.

La philosophie actuelle d'assainissement des eaux consiste à traiter les rejets industriels et municipaux, sans se questionner sur les mécanismes de production de ces rejets. Ne devrait-on pas plutôt s'interroger sur la mise en place de nouveaux procédés et de nouvelles technologies moins polluantes ? Les efforts de recherche et de développement ne devraient-ils pas porter d'abord sur la réingénierie des procédés afin d'en diminuer les effets néfastes plutôt que sur le développement de nouvelles technologies d'assainissement.

3.4 EAUX SOUTERRAINES

L'exploitation des eaux souterraines est au cœur même du débat actuel sur la gestion de l'eau. La situation de l'eau souterraine, tant en quantité qu'en qualité, a été décrite et consignée aussi bien au cours du Symposium sur la gestion de l'eau que dans le cadre des séances thématiques de la présente audience publique. Ces portraits de situation ont néanmoins en commun les limites des connaissances disponibles de la ressource en eau souterraine. Tous s'entendent d'ailleurs sur la nécessité d'améliorer nos connaissances sur la nature, la localisation et la disponibilité des eaux souterraines, pour pouvoir gérer adéquatement et protéger cette ressource. D'importants moyens techniques et financiers sont requis pour faire une cartographie adéquate de l'hydrogéologie du territoire québécois et surtout pour acquérir une connaissance fine des aquifères locaux très convoités et faisant l'objet de conflits d'usage.

Même si plusieurs travaux de caractérisation du milieu ont été réalisés à l'échelle locale, jusqu'à maintenant, un nombre très limité d'études a été réalisé à l'occasion de projets régionaux. Certaines données issues de ces études ont été regroupées jusqu'à 1986, portant sur plus de 100 000 puits. Sachant que plus de 250 000 puits existent au Québec, une réactivation de la collecte des données s'avère souhaitable, afin de bâtir graduellement un système intégré d'information hydrogéologique sur le territoire québécois.

De plus, les lacunes de connaissances sont majeures sur l'hydrogéologie des eaux souterraines. Des recherches sont requises sur la localisation et les propriétés des formations aquifères, sur les zones et les taux de recharge, sur les quantités et les impacts de l'extraction d'eau, ainsi que sur les relations entre les eaux souterraines et les eaux de surface. Ces recherches sont d'autant plus urgentes que la pression pour utiliser les eaux souterraines augmente et que les conflits d'usage sont de plus en plus nombreux. L'INRS-Eau tient à souligner qu'il faut rapidement caractériser et cartographier les principaux aquifères du Québec.

Dans la perspective de l'amélioration des connaissances nécessaires à la gestion des eaux souterraines, l'INRS-Eau identifie que les secteurs prioritaires de recherche devraient être :

- ***l'acquisition de connaissances sur la nature, la localisation, la disponibilité et l'hydrogéologie des formations aquifères du Québec ;***
- ***le développement de méthodes de collecte de données ;***
- ***le développement d'outils de modélisation du fonctionnement et de la vulnérabilité des eaux souterraines en fonction de leur utilisation ;***
- ***l'évaluation des impacts des activités humaines sur la qualité et la pérennité des nappes d'eau souterraine.***

Les recherches doivent aussi porter sur les méthodes d'acquisition des données et sur la modélisation du fonctionnement de l'eau souterraine. Il s'agit de classer les nappes, d'établir le profil des usages, d'évaluer l'impact des projets de captation et de développer les instruments d'aide à la décision pour la gestion des eaux souterraines qui soient aussi élaborés et accessibles que ceux déjà disponibles pour la gestion des eaux de surface.

Une sérieuse volonté gouvernementale s'impose pour rattraper les retards de connaissances concernant les eaux souterraines afin de s'ajuster rapidement aux nouvelles intentions de commercialisation et d'exploitation. Des modifications législatives, une clarification de la propriété et des responsabilités, des mécanismes d'arbitrage des conflits et la désignation d'un organisme responsable sont des conditions préalables pour l'instauration d'un véritable régime de gestion des eaux souterraines au Québec.

Parmi ces priorités de recherche, les études sur la contamination des eaux souterraines par les activités humaines sont, sans aucun doute, à privilégier. Les données disponibles pour caractériser la situation québécoise sont encore peu nombreuses. Mais en s'inspirant des problématiques connues dans d'autres pays industrialisés comparables, on peut présumer que des situations de contamination par les nitrates, par les pesticides, par divers composés inorganiques, par des métaux et par l'eau salée sont à craindre. Ceci démontre le besoin de répertorier les sources de contamination et de les hiérarchiser. Une vaste enquête sera nécessaire pour identifier les sources potentielles de contamination, pour mesurer leur impact sur les nappes d'eau et pour préciser les interférences avec les autres usages des mêmes nappes.

Une synthèse de toutes les données disponibles et des nouvelles données à acquérir est aussi nécessaire pour élaborer une cartographie de la vulnérabilité des sources d'eaux souterraines, pour délimiter des périmètres de protection des puits d'eau potable, et pour prévenir les cas de contamination. Le développement d'outils de prédition du devenir des contaminants dans le sous-sol et de méthodes de protection contre les risques compte aussi parmi les domaines de recherche à intensifier.

3.5 LES INFRASTRUCTURES MUNICIPALES

Les travaux scientifiques de l'INRS sur la situation des infrastructures municipales d'eau potable et d'égout sont connus. Leurs résultats ont d'ailleurs été mentionnés et discutés à maintes reprises au cours du débat sur l'eau. Ces travaux font d'une part ressortir la méconnaissance générale que les municipalités ont de l'état exact des réseaux par les municipalités. D'autre part, il appert que le vieillissement des conduites pourrait conduire à une détérioration généralisée des réseaux si rien n'est fait pour prévenir et réparer les bris d'une façon continue. Qu'il suffise de mentionner qu'une projection sur 20 ans montre que si rien n'est fait, le nombre de bris annuel moyen pourrait croître de 68% à l'échelle du Québec dans les réseaux d'eau potable. Durant la même période, la moitié des réseaux d'égout deviendrait en mauvais état.

Il existe donc un besoin pressant de bien suivre l'évolution du transport de l'eau dans les infrastructures, c'est-à-dire, les réseaux d'aqueducs et d'égouts. Ceci est autant plus important lorsque l'on considère que plusieurs usines de traitement de l'eau de consommation fonctionnent déjà à un niveau voisin de leur capacité maximale. La détection de toutes les fuites dans un réseau d'aqueducs permettra d'intervenir et ainsi de réduire la demande en volume d'eau à traiter. En ce qui a trait aux réseaux d'égouts, il va sans dire que tout programme de détection des fuites permettra de prévenir la contamination de l'eau du sol aux points de ces fuites illicites. Au niveau des ouvrages d'assainissement, le suivi de la qualité des effluents et des boues ne doit pas être négligé surtout en ce qui concerne la détection de métaux toxiques tels que le plomb, l'arsenic, le zinc et le cadmium pour n'en nommer que quelques-uns. Tous ces travaux de suivi doivent faire partie intégrante de la nouvelle politique de la gestion de l'eau du Québec dans le but d'optimiser les interventions et d'assurer aux citoyens un meilleur service et un rendement efficace des infrastructures d'eau (réseaux d'aqueduc, d'égouts et ouvrages d'assainissement).

L'INRS-Eau soutient qu'une intervention est urgente sur cette problématique et que pour ce faire les municipalités ont besoin d'un soutien de l'État. Une évaluation précise de l'état des réseaux est nécessaire, ce qui passe par une phase de diagnostic des infrastructures existantes. Une fois identifiées les interventions prioritaires et réalisés les travaux, les municipalités auront besoin d'outils et d'approches pour suivre l'évolution des réseaux et agir de façon préventive. Ces outils restent à développer.

L'INRS-Eau croit qu'une politique de gestion des infrastructures municipales doit prévoir la conception d'outils opérationnels pour :

- ***le suivi de l'évolution des réseaux sur la base d'un diagnostic de l'état des infrastructures existantes ;***
- ***la gestion intégrée des eaux pluviales à des fins de protection des cours d'eau et de prévention des dommages.***

Un autre aspect de la gestion de l'eau dans les municipalités est préoccupant et touche directement les infrastructures : les eaux pluviales. Les problèmes de contamination des cours d'eau lors de débordements des réseaux d'égout, de refoulements d'égout et d'inondations lors

de fortes pluies sont bien identifiés. Ces derniers soulèvent par ailleurs la problématique plus générale du ruissellement urbain. Ces problèmes sont devenus plus évidents après la réalisation de l'assainissement des eaux usées municipales, puisque ces événements intervenant en temps de pluie viennent annuler les avantages du traitement des eaux usées par temps sec.

De nouvelles approches de gestion des eaux pluviales sont nécessaires pour permettre aux municipalités de prévenir les dommages et de protéger leurs cours d'eau lors de précipitations importantes. Des plans directeurs de gestion des eaux pluviales doivent d'abord être élaborés, tirant le meilleur parti des équipements en place, indiquant les interventions souhaitables sur les infrastructures actuelles et planifiant, éventuellement, l'implantation de nouvelles installations. Cette planification de la gestion des eaux pluviales est complexe puisqu'elle doit tenir compte d'un système hydrologique naturel, le bassin versant, en même temps que des caractéristiques d'occupation du territoire et des modalités administratives de sa gestion.

Des approches scientifiques existent pour développer des solutions efficaces à ces problèmes. Ainsi, les techniques de pointes appliquées à la gestion du territoire, tels que les systèmes d'information à référence spatiale et les bases de données numérisées, peuvent être transposées avec profit dans le domaine de la gestion des eaux. De plus, la modélisation hydrologique et hydraulique s'avère performante pour répondre aux besoins d'une planification et d'une gestion adéquates et concertées des eaux pluviales. Des outils opérationnels peuvent être développés à l'aide de ces modèles pour faire face aux événements majeurs, pour contrôler les débits par des aménagements appropriés (contrôles informatisés, bassins de rétention, etc.) et pour planifier les interventions futures de drainage. Déjà, cette approche de gestion est appliquée aux États-Unis. Au Québec, l'expertise existe pour recueillir les connaissances et développer les outils à l'intention des municipalités. La généralisation de la gestion intégrée des eaux pluviales à l'ensemble des municipalités du Québec devrait être inscrite comme un objectif important dans la future politique de gestion de l'eau du Québec.

3.6 GESTION INTÉGRÉE DES EAUX

Sous l'angle très concret de la gestion des eaux pluviales que nous venons de commenter, la nécessité d'une gestion intégrée des eaux à l'échelle des bassins versants est déjà apparue. Le concept de gestion des eaux par bassin versant est la seule approche de gestion apte à intégrer toutes les dimensions environnementales, tous les secteurs d'activités et tous les utilisateurs. Cette forme de gestion recouvre plus largement tous les aspects de l'utilisation et de la conservation de l'eau, tant en quantité qu'en qualité. Sans reprendre ici les fondements théoriques de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, sujet largement abordé dans le cadre des séances régulières et thématiques de la présente consultation, nous nous contentons de souligner l'énorme défi qui consiste à intégrer l'ensemble des processus hydrologiques, écologiques et socio-économiques pour la gestion d'une ressource partagée par une multiplicité d'utilisateurs d'un territoire soumis à un nombre élevé de niveaux de juridiction!

Malgré le haut degré d'acceptation de l'approche de gestion intégrée des eaux par bassin versant, adhésion que nous avons pu constater lors du Symposium sur la gestion de l'eau (1997), force est de reconnaître la lenteur avec laquelle cette approche de gestion de l'eau s'implante. Et on ne peut que déplorer les conséquences néfastes d'approches trop sectorielles. Pensons ici aux inondations du Saguenay reliées à l'opération des barrages, aux difficultés de restauration de la rivière Saint-Charles malgré les centaines de millions consacrées à l'assainissement des eaux usées et à la récupération de la qualité des rivières à la suite du vaste programme québécois d'assainissement des eaux.

Des outils modernes d'aide à la décision doivent être développés pour appuyer cette approche de gestion intégrée. Encore ici, les approches de modélisation peuvent être appliquées à plusieurs aspects de la gestion. La modélisation mathématique des processus physico-bio-chimiques responsables du transport et du devenir d'un polluant en est une illustration. Ces modèles peuvent aussi être développés pour quantifier les effets des diverses interventions de contrôle de la pollution, que ce soit l'assainissement des eaux usées municipales ou le traitement des rejets industriels.

L'INRS-Eau propose que, pour soutenir la gestion des rivières par bassin versant, la politique de l'eau prévoie que des ressources importantes soient consacrées au développement d'instruments d'aide à la décision aux fins suivantes :

- ***la modélisation mathématique des processus physico-bio-chimiques reliés à la pollution et la dépollution de l'eau ;***
- ***l'évaluation des effets des diverses interventions de contrôle et de gestion et l'identification des décisions optimales ;***
- ***le soutien aux processus socio-économiques déterminants pour rechercher les consensus préalables aux interventions.***

Des travaux de recherche sont nécessaires pour développer ces outils de modélisation, pour en élargir l'application à l'ensemble des dimensions de la gestion de l'eau et pour en faire des instruments d'évaluation et de concertation utiles aux utilisateurs et aux décideurs d'un bassin versant. L'élaboration de scénarios d'intervention, la comparaison de leur efficacité et de leurs coûts, et la prévision de l'évolution du milieu sont des atouts qui facilitent la recherche des consensus et la prise de décisions concertées par un éventail large et diversifié d'intervenants aux intérêts multiples. Le défi est aussi d'étendre l'approche de modélisation aux processus socio-économiques et d'en concevoir l'interface avec les modèles hydrologiques et physico-chimiques. Quelques percées semblent prometteuses, par exemple le recours aux techniques d'analyse multicritères dans l'identification des décisions optimales et dans la pondération des choix. Cependant, des ressources suffisantes devront être consacrées à ces aspects socio-économiques qui sont déterminants pour établir les consensus et favoriser l'efficacité des interventions en gestion de l'eau par bassin versant.

3.7 RISQUES D'INONDATIONS

La préparation à faire face aux événements naturels extrêmes et même exceptionnels est aussi une préoccupation qui prend de plus en plus de place en gestion de l'eau. Les catastrophes naturelles récentes, soit les inondations au Saguenay, la crise du verglas ou la sécheresse globale des dernières années, avec la faible hydraulité qui en découle, témoignent de l'actualité de ces questions. Au plan hydrologique, le problème des inondations est celui dont on s'occupe depuis le plus longtemps mais pour lequel les approches de prévention et de gestion restent encore fortement déficientes. Des mesures sont déjà instaurées par exemple la cartographie des zones inondables et des restrictions au développement dans ces zones. Elles ne semblent pas suffisantes puisque les risques d'inondation et les événements causant des dommages importants restent encore très présents.

Le caractère aléatoire des phénomènes naturels, la diversité des milieux et les caractéristiques des comportements individuels face aux risques sont des éléments qui rendent la gestion des événements hydrologiques extrêmes très difficile. Le risque est au cœur de cette difficulté, tant sous les aspects de l'analyse et de l'évaluation que sur ceux de la perception qu'en ont les individus et les groupes. Le concept de risque procure qualitativement et quantitativement une vision d'ensemble de la problématique des zones inondables, en plus de préparer le terrain en vue d'interventions efficaces et intégrées. Diverses avenues de recherche peuvent être envisagées en vue d'améliorer nos connaissances et nos capacités d'évaluation et d'intervention face à de tels risques.

Dans un premier temps, il faut mettre à jour les techniques d'analyse. Il ne suffit pas de tracer des cartes statiques des territoires exposés aux inondations, en y appliquant diverses mesures d'intervention. Une connaissance plus fine et dynamique des risques doit être introduite dans cette cartographie. La cartographie des risques fait appel à des techniques élaborées de simulation combinant les systèmes d'information géographique, les techniques de caractérisation topographique (balayage laser aéroporté) et les outils de modélisation numérique de terrain. Cette approche axée sur la réduction des risques fait aussi intervenir d'autres ensembles technologiques, notamment la modélisation hydrogéologique et hydraulique, la dynamique des glaces et l'estimation de statistiques des événements extrêmes. On pense aussi à l'utilisation de modèles pour permettre l'alerte précoce de risques d'inondation et à l'estimation de diverses variables environnementales par télédétection pour améliorer la précision des prévisions. Il s'agit là de domaines de recherche à développer et intensifier dans le cadre d'une politique de gestion de l'eau qui se veut préventive et efficace.

De l'avis de l'INRS-Eau, plusieurs recherches sont nécessaires en vue d'améliorer les connaissances et les capacités d'intervention face aux risques d'inondation, de façon à :

- pouvoir compter sur des techniques d'analyse dynamique intégrant plusieurs ensembles de variables (climatologiques, hydrologiques, environnementales) ;*

- *réexaminer les critères de conception et les modalités d'opération des ouvrages hydrauliques en fonction d'une meilleure connaissance des risques potentiels ;*
- *développer des techniques d'évaluation environnementale intégrant le rôle des inondations dans les processus hydrologiques naturels ;*
- *documenter et comprendre les aspects économiques et sociologiques de la prévention des risques d'inondation.*

Les méthodologies et les critères utilisés dans le passé pour la conception des ouvrages ont évolué au rythme de l'accroissement des connaissances et de notre capacité à évaluer les risques. Dans une perspective d'une meilleure connaissance des risques associés à la gestion des ouvrages hydrauliques et à leur exploitation, on devrait réexaminer et réévaluer les risques actuels sur la base des connaissances acquises et des nouveaux critères de conception.

D'autres aspects méritent attention. Ainsi, il faut continuer à développer les techniques d'évaluation environnementale intégrant le rôle naturel des inondations dans l'hydrologie et l'écologie d'un cours d'eau. Des préjudices significatifs peuvent être causés à la qualité des rivières si ces aspects ne sont pas pris en considération dans les plans de réduction des risques et dans les interventions de protection. Ainsi, les aspects économiques et sociologiques des risques d'inondation doivent aussi être documentés et compris par des recherches appropriées. Encore ici, le recours à des modèles de vulnérabilité du milieu et la caractérisation du risque pour les populations exposées constituent des pistes intéressantes. De telles recherches font appel à des expertises relevant davantage des sciences humaines, allant jusqu'à la psychologie.

3.8 CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le réchauffement de l'atmosphère terrestre représente probablement la problématique environnementale recevant le plus d'attention en ce moment sur la planète. À cause des conséquences sur l'eau des modifications climatiques, cette question est cruciale dans le débat sur une éventuelle politique de gestion de l'eau au Québec. Déjà d'importantes activités scientifiques de prévision hydrométéorologiques sont entreprises dans plusieurs pays du monde, dont le Canada. Nous examinons cette problématique dans la perspective québécoise.

Déjà, le Québec a sa part d'événements qui peuvent être reliés au phénomène des changements climatiques, que ce soit le réchauffement ou l'augmentation de la variabilité des événements extrêmes qui l'accompagne. Nous avons mentionné précédemment les inondations du Saguenay, la crise du verglas et la faible hydraulité de la dernière décennie ayant ses impacts sur le niveau du fleuve Saint-Laurent et sur les volumes d'eau accumulés dans les barrages d'Hydro-Québec.

À l'échelle de la planète et des continents, des recherches d'envergure sont en cours pour détecter et quantifier les changements climatiques, en déterminer les causes et évaluer les conséquences prévisibles si les tendances observées se maintiennent. Au niveau des régions, et c'est le cas en Amérique du Nord incluant le Canada, des recherches du même type sont

entreprises pour tenter de répondre aux mêmes questions, mais d'en appliquer les réponses à une échelle plus réduite.

Au Québec, il s'agit ici d'un nouveau champ de recherche encore à peu près inexistant et qu'il faut développer. Déjà, certaines initiatives sont prises mais elles restent très limitées en regard de la portée des problèmes. Ainsi, à cause de l'importance de la qualité des données utilisées, des efforts ont porté sur le développement d'un réseau hydrométrique pour le suivi des modifications climatiques. Les études actuelles visent à optimiser ce réseau. Des équipes de chercheurs québécois commencent aussi à intervenir dans la modélisation des phénomènes climatiques notamment à l'échelle canadienne.

Face à la vaste problématique de l'éventualité de changements climatiques et de leurs répercussions sur les ressources en eau au Québec, l'INRS-Eau recommande qu'une politique québécoise de gestion de l'eau prévoie d'importantes ressources pour :

- ***étudier les dimensions spécifiques de cette problématique au Québec ;***
- ***élaborer des modèles de changements climatiques et évaluer leurs répercussions à l'échelle du territoire québécois et ce, particulièrement sur les cours d'eau majeurs comme le fleuve Saint-Laurent;***
- ***préparer et adapter la gestion de l'eau au Québec aux changements prévisibles et prévus.***

Les dimensions scientifiques reliées à l'étude des changements climatiques sont de deux ordres, soit la mesure et la compréhension de l'évolution passée sur la base de données historiques, et la prévision de l'évolution future et des conséquences appréhendées à partir des modèles de simulation hydrométéorologiques. Ce sont là les deux grands champs de recherche à prendre en compte dans la politique de gestion de l'eau pour préparer le Québec et adapter sa gestion de l'eau aux changements prévus. Ces recherches, il faut le rappeler, nécessitent la mobilisation des ressources techniques et financières d'une ampleur sans précédent. Les chercheurs québécois, que ce soit directement dans le domaine de l'eau ou dans ceux des sciences de la terre et de l'atmosphère, ont toute l'expertise nécessaire pour effectuer des travaux de calibre international dans ce domaine. Encore faut-il qu'ils aient les moyens pour ce faire.

Dans le champ de recherches historiques, l'analyse de séries historiques suppose de disposer de données fiables sur de longues durées et de les utiliser dans des modèles. De la même façon, le recours à la modélisation pour élaborer des scénarios de changements et pour en prédire les répercussions sont des approches scientifiques utilisées par quelques équipes de chercheurs québécois, notamment à l'UQAM et à l'INRS-Eau. Reste que ces méthodes doivent être modifiées et adaptées pour répondre aux besoins spécifiques des études de changements climatiques, notamment pour ramener à une échelle plus régionale et locale les résultats des simulations planétaires et continentales. Ces recherches touchent des secteurs déterminants de l'économie québécoise, que ce soit sa capacité de production hydroélectrique et les coûts astronomiques reliés aux catastrophes d'origine climatique.

4. LES DONNÉES : UN FACTEUR ESSENTIEL EN SCIENCES DE L'EAU

La gestion des ressources en eau doit reposer sur des bases de données fiables et de bonne qualité. Nous avons souligné précédemment les lacunes majeures de connaissances dans le cas des eaux souterraines et l'urgence pour le Québec de se doter d'un système intégré d'information hydrogéologique de son territoire. Il s'agit d'une priorité incontournable en matière d'acquisition de connaissances pour la gestion de l'eau. En matière d'eaux de surface, nous devons noter l'importance de disposer de données sur l'hydrométéorologie et sur la qualité des écosystèmes pour prévoir les changements à tous les niveaux et pour évaluer l'impact des interventions. Depuis sa création, l'INRS-Eau s'est particulièrement intéressé aux réseaux d'acquisition de connaissances sur les eaux de surface.

Au cours des trente dernières années, les différents réseaux de mesure ont fait l'objet de rationalisations périodiques pour assurer la collecte la plus efficace des données tout en réduisant les coûts d'opération. Les stations de mesure les plus importantes pour la compréhension du cycle de l'eau et des changements climatiques ont été maintenues. Le programme de collection des données hydrométéorologiques reste ainsi relativement fiable.

En ce qui concerne les réseaux de mesure de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, la situation a évolué au cours des années récentes. Le Québec opère plusieurs réseaux qui permettent de surveiller les principales pollutions. Un réseau de 200 stations mesure l'évolution de la qualité de l'eau des rivières, auquel s'ajoutent des réseaux de mesure des substances toxiques dans les organismes aquatiques et de suivi des indicateurs de la qualité biologique du milieu. Le principal réseau de surveillance systématique de la qualité des lacs a cessé ses activités en 1984. Une soixantaine de lacs du nord-ouest et une quarantaine de lacs du sud font encore l'objet de mesures pour en surveiller l'acidité. Ces réductions de réseaux de mesure de qualité sont dues aux coupures budgétaires gouvernementales dans le domaine de l'environnement. Des études récentes sur des problématiques telles que la pollution par les nitrates ou les métaux toxiques aéroportés montrent que les efforts de surveillance de la qualité des eaux de surface sont devenus nettement insuffisants.

La situation dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air et des précipitations est analogue. Les réseaux de mesure ont été grandement réduits depuis les années 1980. Le Québec s'était en effet doté en 1980 d'un réseau d'échantillonnage de la qualité des précipitations. Ce réseau qui comptait 42 stations à l'origine a été combiné avec un autre réseau de mesure des polluants atmosphériques en milieu forestier et agricole. Il ne compte au total aujourd'hui qu'une trentaine de stations. Aucun réseau de mesure de contaminants dans les précipitations n'est en place. Le suivi de la qualité touche des paramètres tels que les particules fines, l'ozone et les polluants gazeux, mais ne mesure pas les polluants organiques (organochlorés, pesticides) ni les métaux toxiques (plomb, cadmium, mercure, arsenic, etc.).

En faisant référence à la description des problématiques faite précédemment, on constate que les déficiences des réseaux de collecte de données doivent être corrigées pour fournir aux

utilisateurs des données fiables et sur des durées suffisamment longues pour détecter les changements de situations. Ces corrections doivent être prévues dans une politique de gestion de l'eau, car elles sont à la base même de la pertinence des interventions. La fonction essentielle de ces réseaux d'acquisition de connaissances doit être reconnue dans une politique de l'eau et des moyens doivent être prévus non seulement pour les maintenir, mais aussi pour les améliorer.

L'INRS-Eau croit que des travaux doivent être faits pour assurer une meilleure conception et une meilleure gestion des réseaux de mesure qui sont à la base des différentes composantes de la gestion de l'eau, plus particulièrement pour :

- ***doter le Québec d'un système intégré d'information hydrogéologique de son territoire ;***
- ***assurer une surveillance adéquate de la qualité des eaux et de l'air ;***
- ***suivre l'évolution du transport de l'eau dans les infrastructures municipales ;***
- ***suivre l'évolution à long terme des ressources ainsi que détecter les variations et en prévenir les effets néfastes pour le Québec.***

En premier lieu, il s'agit d'examiner et d'analyser les différents réseaux en place à toutes les étapes du cycle de l'eau et à tous les niveaux de sa gestion. Une fois cette analyse complétée un effort de planification et de rationalisation doit être fait pour bien identifier les besoins de tous les utilisateurs et pour répartir de façon optimale les stations de mesure des différents réseaux d'observation pour obtenir les données nécessaires aux utilisateurs identifiés, dans le présent et le futur. Enfin, des modalités d'opération devront être élaborées pour valoriser les données recueillies au plan économique et pour assurer leur gestion au meilleur coût, ce qui suppose d'étudier la possibilité d'une gestion intégrée des divers réseaux hydrométriques incluant aussi bien les réseaux gouvernementaux que ceux opérés par des organismes tels qu'Hydro-Québec et des entreprises telles qu'ALCAN. Cette intégration a été faite dans le cas du Réseau Météorologique Coopératif Québécois (RMCQ) qui optimise la couverture météorologique au Québec. Le RMCQ intègre près de 150 stations météorologiques automatiques gérées par ALCAN, Environnement Canada, Hydro-Québec, MENV, MRN et SOPFEU.

Dans le cas spécifique des eaux souterraines, la collecte de données met à contribution un nombre élevé d'intervenants s'en approvisionnant (individus, puisatiers, experts hydrogéologues, municipalités, industries et entreprises) en fonction des usages et des projets. Ceci indique l'ampleur de l'exercice à faire pour organiser le réseau de surveillance à ce niveau et pour intégrer les données ainsi recueillies.

Le suivi de l'évolution à long terme des ressources en eau est aussi crucial dans l'étude des changements climatiques et la détection des variations dont les conséquences peuvent être majeures pour le Québec. Les travaux récents effectués sur les besoins scientifiques dans le cadre du Comité interministériel sur les changements climatiques démontrent à quel point il est capital de suivre de près les changements climatiques à l'échelle du Québec, notamment à

cause de leurs effets significatifs sur la disponibilité des ressources en eau et sur la probabilité d'événements hydrologiques extrêmes. L'INRS-Eau a participé à l'étude sur le réseau canadien de stations le plus adapté au suivi du climat et de ses impacts sur le cycle hydrologique. De telles études doivent être poursuivies et intensifiées pour raffiner ces réseaux et les rendre efficaces dans la production de connaissances fiables pour détecter les changements et en prévenir les conséquences néfastes au Québec.

5. LA VALORISATION DE LA RECHERCHE

L'hypothèse d'exportation de l'eau québécoise à l'étranger est une autre composante très présente dans le débat actuel sur la gestion de l'eau. Différentes options sont envisagées, ont été étudiées et sont en discussion. Le Symposium sur la gestion de l'eau au Québec a d'ailleurs accordé beaucoup d'attention à cette question, visant à apporter un éclairage sur les possibilités, sur les limites et sur les défis de la mise en valeur des ressources en eau du Québec à l'échelle mondiale. Une des conclusions des échanges sur ce point, qui touche directement les préoccupations du présent mémoire et qui rejoint les activités des chercheurs québécois en eau, identifie l'exportation d'expertises et de technologies comme plus réaliste que le transfert de masses considérables d'eau d'un bassin hydrographique à l'autre et même entre les continents.

La valorisation de la recherche en eau doit d'ailleurs être présente dans une politique de recherche en eau. C'est directement dans la mission d'INRS-Eau de contribuer à la formation de spécialistes en eau et de bâtir de solides expertises scientifiques et techniques dans les secteurs de pointe. Les recherches sont toujours réalisées avec l'intention de produire des résultats qui soient applicables pour résoudre les problématiques québécoises et qui puissent aussi être exportables pour répondre aux besoins mondiaux. Il n'est pas, bien sûr, toujours dans le mandat des chercheurs et des organismes de recherche de voir par eux-mêmes à l'application des résultats de leurs recherches et à les commercialiser nationalement et internationalement.

L'INRS-Eau suggère que soient inclus dans la politique de gestion de l'eau des mécanismes pour :

- ***faciliter le transfert des résultats de recherche vers les entreprises susceptibles de les utiliser et de les exporter ;***
- ***développer et mettre en valeur l'expertise québécoise du domaine des sciences de l'eau.***

Il faut éviter une lacune soulignée dans la mise en œuvre par le Québec du gigantesque programme d'assainissement des eaux. En effet, ce vaste programme n'a pas su provoquer les opportunités de développement technologique et les innovations qui aujourd'hui pourraient être offertes dans les pays encore aux prises avec des problèmes graves de pollution des eaux. Une nouvelle politique québécoise de l'eau doit intégrer cet objectif de développement, de valorisation et de transfert de l'expertise québécoise acquise du domaine de l'eau. C'est probablement une des meilleures avenues pour donner une valeur ajoutée à la richesse en eau du Québec.

6. LES BESOINS DE FORMATION

La demande de formation en sciences de l'eau devient de plus en plus importante, non seulement au Québec, mais à l'échelle mondiale. D'abord, avec la prise de conscience de plus en plus aiguë des limites quantitatives et qualitatives des ressources en eau au niveau mondial, on exigera des solutions que seuls des spécialistes ayant une formation multidisciplinaire seront aptes à formuler. Ensuite, au Québec, les récents événements extrêmes (verglas, inondations) questionnent la gestion des ressources eau, et l'évaluation et la gestion des risques associés à ces événements. Ces problématiques, leur ampleur et leur impact, justifient le besoin croissant de spécialistes formés en sciences de l'eau, et de programmes de formation en constante évolution. Cette demande provient en partie des organismes gouvernementaux qui désirent obtenir les expertises nécessaires préalablement aux interventions dans les différentes problématiques, connaissances que nous avons commentées dans les sections précédentes. D'autres entreprises, grandes et petites, expriment aussi un grand besoin de professionnels dotés des expertises requises par les nouvelles exigences de la conservation, de la gestion et parfois de l'exploitation commerciale des ressources en eau. Au niveau international, la demande est également forte pour des scientifiques et des gestionnaires qui participent à la compréhension des grands phénomènes planétaires et à la préparation des solutions pour y faire face.

Au Québec, plusieurs universités sont présentes dans ces domaines de formation, certaines l'abordant sous l'angle plus général de la gestion de l'environnement. Œuvrant dans le réseau de l'Université du Québec, l'INRS-Eau comme nous l'avons dit au début de ce mémoire contribue significativement à cet effort de formation de spécialistes et de gestionnaires des ressources en eau. C'est là d'ailleurs une des spécificités de l'INRS-Eau d'offrir une formation multidisciplinaire axée sur les sciences de l'eau. De plus, les chercheurs de l'INRS-Eau sont engagés depuis plusieurs années dans la formation continue du personnel pour diverses entreprises dont les activités nécessitent des connaissances solides dans des domaines associés aux sciences de l'eau. Pour répondre à cette demande, notre centre a récemment élaboré un programme de formation modulaire touchant l'analyse des systèmes hydriques, la télédétection hydrologique, les méthodes statistiques et les grandes disciplines de l'hydrologie, de la biologie et de la chimie environnementale. L'expertise de l'INRS-Eau est aussi mise à contribution par sa participation à des programmes de formation offerts à l'échelle internationale.

Cependant, certains besoins de formation pour des spécialistes et des gestionnaires du domaine de l'eau ne trouvent pas de réponse complètement satisfaisante dans l'offre de formation existante. Ainsi, des besoins d'une formation plus poussée apparaissent dans certains domaines de pointe des sciences de l'eau, notamment dans les applications orientées vers les grandes problématiques décrites précédemment.

Les statistiques récentes démontrent que les diplômés en sciences de l'eau trouvent rapidement des emplois reliés à leur expertise. Et des postes sont encore disponibles pour de jeunes diplômés au fait de tous derniers développements. Ces postes très spécialisés

supposent des formations assez longues, coûteuses pour les étudiants et les institutions qui les offrent.

La politique de gestion de l'eau doit prévoir des moyens qui assurent la disponibilité d'enseignants, d'experts et de chercheurs compétents en regard des priorités du Québec et des nouveaux secteurs de développement scientifique qu'elles entraînent.

La tendance des dernières années dans le domaine de l'éducation et la recherche est à la diminution du financement public de base, ce qui conduit à consacrer une part non négligeable des efforts du personnel d'enseignement et de recherche à des travaux rentables orientés sur des besoins spécifiques de clients publics et privés. Ainsi, de nouvelles sources de financement doivent être identifiées et des financements statutaires devraient être mis en place pour des programmes susceptibles de combler les besoins en personnel scientifique qualifié. C'est pourquoi la nouvelle politique de gestion de l'eau devrait ainsi prévoir ces besoins de formation et en garantir le financement adéquat.

7. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

7.1 LE RÔLE ET LES BESOINS DE RECHERCHE

Le mémoire de l'INRS-Eau porte spécifiquement sur les aspects de la gestion de l'eau reliés aux connaissances et à la recherche. Nous avons cru nécessaire de rappeler ces aspects et de préciser les actions qu'ils supposent en présentant l'état de situation dans certaines problématiques majeures de la gestion de l'eau. Ces descriptions des problématiques visent aussi à faire ressortir l'état des connaissances actuelles et à identifier les besoins de recherche pour approfondir cette connaissance et combler les lacunes mises en évidence.

Diverses propositions ont été faites dans la perspective d'appuyer, par des connaissances fiables et des instruments scientifiques, les interventions des futurs gestionnaires de l'eau. Ces propositions font ressortir les rôles de la science en gestion de l'eau :

- description et diagnostic de situations sur la base de données observées et de prévisions ;
- élaboration d'instruments pour l'interprétation des données et pour l'acquisition de connaissances ;
- développement d'outils d'aide à l'évaluation, à la prédiction, à la décision et à la gestion ;
- conception de méthodes et de techniques pour prévenir les problèmes et pour les résoudre au besoin ;
- mise en place des moyens de suivi pour surveiller l'évolution des situations et détecter les changements significatifs.

Les champs d'application retenus sont parmi les principales préoccupations actuelles en gestion de l'eau. Ces champs comprennent aussi bien des problématiques prises en charge depuis plusieurs années que de nouvelles problématiques ayant émergé récemment dans les milieux de l'environnement. Quelles que soient ces problématiques, elles ont en commun de nécessiter d'importants efforts de recherche et d'innovation pour maintenir le Québec à la pointe des capacités de compréhension et d'intervention dans le cadre des problèmes en sciences de l'eau et de l'environnement.

7.2 RECOMMANDATIONS

En faisant ses recommandations sur les aspects scientifiques de la gestion de l'eau, l'INRS-Eau veut rappeler certains principes qui doivent sous-tendre toutes les actions à quelque niveau que ce soit de la gestion de l'eau. Ainsi, sur la base des trente années d'activités de recherche en sciences de l'eau, et en nous inspirant des résultats du Symposium de 1997, nous croyons que la politique de gestion de l'eau doit prendre en considération les éléments suivants :

- l'eau est une ressource renouvelable mais limitée qui requiert une gestion respectueuse de sa qualité et de sa pérennité;
- la gestion de l'eau doit être faite dans une perspective de long terme et de développement durable tenant compte des générations futures ;

- le principe de précaution doit servir de référence dans la gestion des risques face aux événements extrêmes et aux changements globaux ;
- la gestion par bassin versant est la seule approche apte à intégrer toute la complexité de la gestion de l'eau.

De façon générale, les recommandations de notre mémoire visent à faire inscrire les fonctions scientifiques, soit l'acquisition de connaissances, la recherche et l'innovation, ainsi que la formation à l'intérieur même d'une future politique de gestion de l'eau au Québec. Ceci suppose que de nouvelles ressources soient prévues dans le cadre des moyens d'intervention en gestion de l'eau pour répondre aux grands besoins de recherche et d'expertise dans les approches et les techniques de pointe en environnement.

En ces sens, le maintien et l'amélioration des réseaux de collecte de données comptent au nombre des priorités pour fonder les interventions sur des connaissances fiables et des évaluations valides.

L'INRS-Eau croit que des travaux doivent être faits pour assurer une meilleure conception et une meilleure gestion des réseaux de mesure qui sont à la base des différentes composantes de la gestion de l'eau, plus particulièrement pour :

- doter le Québec d'un système intégré d'information hydrogéologique de son territoire ;
- assurer une surveillance adéquate de la qualité des eaux et de l'air ;
- suivre l'évolution du transport de l'eau dans les infrastructures municipales ;
- suivre l'évolution à long terme des ressources ainsi que détecter les variations et en prévenir les effets néfastes pour le Québec.

En outre, le développement et la valorisation de la recherche, ainsi que de l'expertise qui en découle et y est associée, est une autre priorité qui concerne l'ensemble des secteurs de recherche et d'intervention.

La politique de gestion de l'eau doit prévoir des moyens qui assurent la disponibilité d'enseignants, d'experts et de chercheurs compétents en regard des priorités du Québec et des nouveaux secteurs de développement scientifique qu'elles entraînent.

Enfin, les moyens de soutien de la recherche et de la formation doivent être adaptés et précisés en fonction des diverses problématiques abordées. La majorité des propositions du mémoire porte sur ces besoins de recherche en précisant la nature et l'utilité de cette recherche. Ces propositions sont regroupées ici selon l'ordre des sujets abordés dans le document de consultation publique réalisé par le ministère de l'Environnement du Québec.

7.2.1 Les eaux souterraines

Dans la perspective de l'amélioration des connaissances nécessaires à la gestion des eaux souterraines, l'INRS-Eau identifie que les secteurs prioritaires de recherche devraient être :

- l'acquisition de connaissances sur la nature, la localisation, la disponibilité et l'hydrogéologie des formations aquifères du Québec ;
- le développement de méthodes de collecte de données ;
- le développement d'outils de modélisation du fonctionnement et de la vulnérabilité des eaux souterraines en fonction de leur utilisation ;
- l'évaluation des impacts des activités humaines sur la qualité et la pérennité des nappes d'eau souterraine.

7.2.2 Les eaux de surface

L'INRS-Eau estime que les recherches écotoxicologiques destinées à comprendre les comportements des substances organiques inorganiques doivent être poursuivies, sinon accentuées :

- pour tenir compte des particularités climatiques, hydrologiques, géologiques et écologiques du Québec ;
- pour bien comprendre les phénomènes d'accumulation et de synergie influençant l'évolution des concentrations dans le milieu ;
- pour bien identifier les seuils à partir desquels leurs effets sont néfastes.

L'INRS-Eau souligne que les besoins de recherche sont importants pour le développement de la modélisation mathématique applicable :

- aux processus physico-chimiques déterminant le devenir de l'azote et du phosphore dans l'environnement ;
- à l'évaluation de l'efficacité de mesures disponibles pour prévenir la pollution et en diminuer les impacts ;
- à l'élaboration d'approches et de moyens techniques d'intervention, particulièrement dans le domaine de la production agricole.

L'INRS-Eau croit que, pour maintenir dans l'avenir les gains environnementaux obtenus par l'assainissement des eaux usées municipales et industrielles, des efforts de recherche importants doivent être consacrés pour :

- acquérir une bonne connaissance sur la gestion des infrastructures mises en place ;
- développer les solutions techniques permettant la valorisation sécuritaire des boues d'épuration ;

- réévaluer, voire repenser, les procédés conduisant aux rejets d'eaux usées afin d'en diminuer la quantité et le contenu en polluants (réingénierie des procédés).

L'INRS-Eau propose que, pour soutenir la gestion des rivières par bassin versant, la politique de l'eau prévoie que des ressources importantes soient consacrées au développement d'instruments d'aide à la décision aux fins suivantes :

- la modélisation mathématique des processus physico-bio-chimiques reliés à la pollution et la dépollution de l'eau ;
- l'évaluation des effets des diverses interventions de contrôle et de gestion et l'identification des décisions optimales ;
- le soutien aux processus socio-économiques déterminants pour rechercher les consensus préalables aux interventions.

De l'avis de l'INRS-Eau, plusieurs recherches sont nécessaires en vue d'améliorer les connaissances et les capacités d'intervention face aux risques d'inondation, de façon à :

- pouvoir compter sur des techniques d'analyse dynamique intégrant plusieurs ensembles de variables (climatologiques, hydrologiques, environnementales) ;
- réexaminer les critères de conception et les modalités d'opération des ouvrages hydrauliques en fonction d'une meilleure connaissance des risques potentiels ;
- développer des techniques d'évaluation environnementale intégrant le rôle des inondations dans les processus hydrologiques naturels ;
- documenter et comprendre les aspects économiques et sociologiques de la prévention des risques d'inondation.

Face à la vaste problématique de l'éventualité de changements climatiques et de leurs répercussions sur les ressources en eau au Québec, l'INRS-Eau recommande qu'une politique québécoise de gestion de l'eau prévoie d'importantes ressources pour :

- étudier les dimensions spécifiques de cette problématique au Québec ;
- élaborer des modèles de changements climatiques et évaluer leurs répercussions à l'échelle du territoire québécois, et ce particulièrement sur les cours d'eau majeurs comme le fleuve Saint-Laurent ;
- préparer et adapter la gestion de l'eau au Québec aux changements prévisibles et prévus.

7.2.3 Les infrastructures municipales

L'INRS-Eau croit qu'une politique de gestion des infrastructures municipales doit prévoir la conception d'outils opérationnels pour :

- le suivi de l'évolution des réseaux sur la base d'un diagnostic de l'état des infrastructures existantes ;

- la gestion intégrée de gestion des eaux pluviales à des fins de protection des cours d'eau et de prévention des dommages.

7.2.4 Un enjeu mondial

L'INRS-Eau suggère que soient inclus dans la politique de gestion de l'eau des mécanismes pour :

- faciliter le transfert des résultats de recherche vers les entreprises susceptibles de les utiliser et de les exporter ;
- développer et mettre en valeur l'expertise québécoise du domaine des sciences de l'eau.