

QC
981.8
.C5
E88
1997
Vol. 5.2

RÉSUMÉ SYNTHÈSE

TOME V



CHAPITRE QUÉBÉCOIS

DE

L'ÉTUDE PAN-CANADIENNE SUR LES IMPACTS ET L'ADAPTATION À LA VARIABILITÉ ET AU CHANGEMENT DU CLIMAT

par

Luc Bergeron, Consultant en Environnement
Gérald Vigeant, Environnement Canada, Région du Québec
Jacinthe Lacroix, Présidente de l'Association de Climatologie du Québec

Octobre 1997

La rédaction d'un tel rapport nécessite la collaboration de plusieurs personnes. Nous aimerions remercier chaleureusement les personnes qui ont participé à la révision finale de ce résumé synthèse (par ordre alphabétique):

Michel Allard
Alain Bourque
Pierre Dumont
Denis Gilbert
Pierre Gosselin
Christiane Hudon

Jacques Lavigne
Claude Lavoie
Yves Mailhot
Marc Mingelbier
Roch Ouimet
Allan Penn

Catherine Potvin
Bhawan Singh
Michel Slivitzky
Louis Varvalfy
Claude Villeneuve

Données de catalogage avant publication (Canada)

Bergeron, Luc

Chapitre québécois de l'étude pan-canadienne sur les impacts
et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique :
Tome V - Résumé synthèse

ISBN 0-662-82197-1

No de cat. En56-119/3-1997F

- I. Climat -- Changements -- Québec (Province) -- Prévision.
- I. Vigeant, Gérald.
- II. Lacroix, Jacinthe, 1960- .
- III. Canada. Environnement Canada.
- IV. Titre.

QC981.8C5B47 1997 551.69715 97-980391-8

L'ÉTUDE PAN-CANADIENNE SUR LES IMPACTS ET L'ADAPTATION À LA VARIABILITÉ ET AU CHANGEMENT DU CLIMAT : le chapitre québécois - résumé synthèse

INTRODUCTION

Le Québec est caractérisé par un climat variable. Les exemples sont très nombreux démontrant l'ampleur des répercussions que les fluctuations climatiques peuvent avoir sur notre vie de tous les jours. L'augmentation des gaz à effet de serre, observée au niveau mondial, met une pression additionnelle sur le système climatique terrestre. Les mécanismes d'ajustement du climat face à ces nouveaux facteurs anthropiques sont très mal connus et le niveau des connaissances actuelles ne nous permet pas de savoir avec exactitude comment les océans, les régions polaires et les écosystèmes, entre autres, contribuent directement ou indirectement à ces mécanismes.

Le Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du climat (GIEC) qui regroupe 135 pays et plus de 350 scientifiques reconnus a, pour la première fois dans son 2^e rapport d'évaluation déposé en 1995, énoncé que « *l'homme a une influence perceptible sur le climat global* ». Par contre, aux échelles régionale et locale, l'ampleur, la vitesse et les caractéristiques des changements du climat font et feront encore l'objet de discussions, d'argumentations et de controverses scientifiques pour les années à venir. Sur ces aspects, les défis pour la communauté scientifique demeurent considérables.

Afin d'assurer une adaptation harmonieuse et adéquate de la société québécoise à une modification potentielle du climat, nous nous devons de connaître beaucoup mieux les éléments importants du climat québécois, ainsi que les répercussions positives et négatives que les fluctuations climatiques parfois extrêmes ont sur l'ensemble des ressources, des usages et des activités. En documentant mieux la relation climat-nature-société, la capacité de s'ajuster et de s'adapter à une variation même faible de la gamme des conditions climatiques futures n'en sera que rehaussée. C'est dans ce contexte que l'Étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique vient à point.

L'Étude pan-canadienne est divisé en deux (2) étapes. La phase I débuta à l'été 1996 et se terminera à l'automne 1997. Cette étape présente une revue et une évaluation la plus exhaustive possible de la littérature existante traitant des répercussions et de l'adaptation à la variabilité et au changement climatique au Canada. Les lacunes actuelles seront identifiées et des recommandations traitant des avenues de recherche future pour combler ces lacunes seront proposées pour une phase II éventuelle qui est prévue débiter à la fin de 1997 et s'étendre sur une période de 5 ans.

Dans la phase I, des résumés-synthèse seront publiés, soit: un résumé national dédié aux responsables des politiques, un résumé national d'intérêt général et 6 résumés régionaux

d'intérêt général. Les résumés seront élaborés à partir des informations contenues dans 25 rapports/articles publiés dans 8 tomes:

- Tome I - La Colombie-Britannique et le Yukon
- Tome II - L'Arctique
- Tome III - Les Prairies
- Tome IV - L'Ontario
- *Tome V - Le Québec*
- Tome VI - Les Maritimes

- Tome VII - Les changements climatiques vus à travers une douzaine de secteurs stratégiques d'intérêt national tels l'agriculture, les infrastructures, l'énergie, la foresterie, les pêcheries, la santé humaine, les loisirs et tourisme, le transport, les écosystèmes et les milieux humides, les ressources en eau, etc..

- Tome VIII - Les changements climatiques vus à travers sept enjeux intégrateurs d'intérêt national. Ces enjeux sont: les aménagements du territoire en évolution, le commerce intérieur, les influences transfrontalières, les événements extrêmes, les enjeux atmosphériques, le développement durable et les deux économies.

Environnement Canada et *l'Association de climatologie du Québec* sont très heureux de vous offrir le *chapitre québécois de l'Étude pan-canadienne - tome V*. Tout au long de ce document, un effort particulier a été consacré à bien positionner la problématique du changement climatique dans un contexte québécois en faisant toujours référence à des événements climatiques passés et présents, déjà observés et parfois documentés, afin de nous faire réaliser l'ampleur, le spectre et l'importance de leurs répercussions au Québec.

L'approche utilisée dans l'élaboration et la préparation de la composante québécoise de l'Étude pan-canadienne peut se diviser en 3 étapes :

- 1) un inventaire exhaustif et rigoureux des articles, des études, des rapports et des initiatives afin, d'une part, de quantifier le lien existant entre les fluctuations climatiques passées et présentes au Québec et 10 secteurs stratégiques et, d'autre part, de faire la synthèse des connaissances des répercussions d'un changement climatique induit par l'augmentation des gaz à effet de serre ;

- 2) la tenue de deux (2) forums à Montréal et Québec en avril 1997. Ces deux ateliers ont regroupé des spécialistes dans les divers secteurs et avaient comme objectifs de sensibiliser les participants, de valider les informations recueillies jusqu'à ce jour sur notre niveau de connaissances et finalement de réfléchir collectivement sur les moyens et les étapes à prendre pour assurer le développement de mesures efficaces d'adaptation au changement climatique ;

- 3) la rédaction et la révision du présent document.

Sans la contribution et la collaboration active de la centaine de spécialistes et experts de divers milieux contactés au cours de cette étude, il aurait été difficile de compléter ce rapport qui se veut une étape initiale à une meilleure adaptation à une variabilité climatique modifiée.

CONTEXTE RÉGIONAL

Le Québec s'étend sur plus de 1 950 km du nord au sud et, sous certaines latitudes, sur plus de 1 500 km d'est en ouest. La province compte un peu moins de 1,5 million de km² de terres, dont 940 000 km² occupés par la forêt et 184 000 km² par l'eau douce. Sa population, estimée à 7,2 millions en 1994, représente 25,1% de la population canadienne.

Le Saint-Laurent constitue la pièce maîtresse du paysage québécois et se classe au 17^e rang mondial pour sa longueur, au 13^e quant à la superficie de son bassin versant et au 15^e pour le plus grand débit d'eau. Il est alimenté par quelques 350 affluents et plus de 1 250 îles le parsèment. On évalue que 97 % des Québécois et des Québécoises vivent à l'intérieur des limites du bassin versant du Saint-Laurent et que les 2/3 de sa population (69,5 %) résident sur une bordure riveraine de 10 km de chaque côté du fleuve.

L'économie du Québec est principalement basée sur un fort secteur économique tertiaire, avec ses 96,9 milliards de dollars (1991) qui représentent 71,8% du produit intérieur brut (PIB). Le secteur secondaire (industries manufacturières, construction), avec des revenus de 33,6 milliards de dollars contribue pour sa part à 24,9% du PIB. Finalement, le Québec voit également une bonne partie de ses activités économiques fondées sur l'utilisation des ressources (agriculture, foresterie, mines) avec 3,2% du PIB.

LE CLIMAT DU QUÉBEC

Le Québec a connu des fluctuations climatiques importantes depuis la fin de la dernière époque glaciaire. On estime qu'il y a 6 000 ans, la température moyenne était d'environ 1 °C supérieure à celle que l'on connaît aujourd'hui.

La prise systématique d'observations météorologiques au Québec ne date que d'environ 125 ans ce qui ne nous permet pas de remonter loin dans l'histoire climatique de la province. Cependant, des études en géomorphologie (fossiles), en écologie (pollen) et en dendrochronologie (cernes des arbres) font en sorte que l'on peut avoir des indications du régime thermique et parfois des conditions d'humidité qui ont prévalu au cours du dernier millénaire. Le tableau ci-dessous tente, avec toute la prudence qui s'y prête, de dresser un portrait synthèse du climat récent du Québec.

Histoire climatique du Québec au cours du dernier millénaire

Période considérée	De 900 à 1200	De 1200 à 1400	De 1400 à 1570	De 1570 à 1880	De 1880 à 1900	De 1900 à 1930	De 1930 à 1960	De 1960 à nos jours
Tendance du climat	Chaud et humide	Froid et sec	Doux et humide	Étés frais et humides Hivers froids et venteux	Réchauffement marqué	Froid ou frais	Doux	Près ou légèrement sous la normale
Source des données ¹ et Zone du Québec considérée	Géo Éco Dendro pour le Québec subarctique	Eco Dendro pour le Québec subarctique	Géo Éco Dendro pour le Québec subarctique	Eco Dendro pour le Québec subarctique	Météo pour le sud du Québec Dendro pour le Québec subarctique	Météo pour le sud du Québec pour tout le Québec	Météo pour tout le Québec	Météo pour tout le Québec
Période de référence pour déterminer la normale : 1951-1980 <i>chaud</i> : plus de 0,5 °C au-dessus de la normale <i>doux</i> : de 0,25 à 0,5 °C au-dessus de la normale <i>frais</i> : de 0,25 à 0,5 °C sous la normale <i>froid</i> : plus de 0,5 °C sous la normale								
Note 1 : Spécifie les types de données utilisées pour déterminer la tendance climatique soient Géo : données géomorphologiques (e.g. fossiles) Éco : données écologiques (e.g. pollen) Dendro : données dendrochronologiques (analyse des cernes des arbres) Météo : données tirées des réseaux météorologiques ou climatologiques								

LE CLIMAT FUTUR TEL QUE PERÇU PAR LES SCÉNARIOS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE (2xCO₂)

L'augmentation du gaz carbonique et des gaz à effet de serre ne fait plus aucun doute auprès de la communauté scientifique, alors qu'on évalue que la concentration du CO₂ atmosphérique est passé de 280 ppm au début de l'ère pré-industrielle à plus de 360 ppm en 1996. Or, depuis les 15 dernières années, l'utilisation des modèles de circulation générale (MCG), outils voulant simuler le bilan énergétique de l'atmosphère terrestre, est mondialement acceptée comme étant une façon d'anticiper et de prévoir les effets possibles qu'aurait une tendance à la hausse des gaz à effet de serre. Les résultats des modèles de circulation générale sont appelés des « scénarios de changement climatique ou scénarios 2xCO₂ ».

Les modèles de circulation générale (MCG) consistent en des représentations mathématiques de lois physiques voulant simuler, de la façon la plus complète possible et en 3 dimensions, le système climatique global. Ils incluent de l'information sur les concentrations présentes et futures des gaz à effet de serre et les plus récentes versions commencent à inclure les aérosols atmosphériques particulièrement depuis l'éruption volcanique du Pinatubo en 1991. Une dizaine de MCG existent à travers le monde dont un est canadien (CCC MCG II - 1992).

Tous les MCG actuellement disponibles ont la capacité de faire et de comparer des simulations entre des conditions de référence (concentrations de $1xCO_2$ se situant entre 300 et 330 ppm) et des situations où les concentrations sont doublés ($2xCO_2$ i.e. entre 600-660 ppm). Un MCG va d'abord diviser la planète en un nombre très grand de « points de grille », puis fera des estimés des conditions climatiques actuelles qui caractérisent chaque point de grille. Ainsi, l'utilisation du sol, la présence ou non de plans d'eau importants, la topographie, les océans et les zones glaciaires constituent un ensemble de paramètres individualisant chacun des points de grille et jouant ainsi un rôle certain dans le bilan énergétique de la Terre, que ce soit sous des conditions récentes (scénario de $1xCO_2$) ou futures (scénario de $2xCO_2$).

Chaque MCG effectue ces simulations en utilisant une formulation mathématique et physique pouvant être différente. La résolution spatiale entre les points de grille des MCG varie selon les modèles se situant présentement entre 200 et 300 km. Bien que le modèle de circulation générale canadien possède une résolution plus forte (distance entre les points de grille plus faible) que plusieurs de ses concurrents, on doit tout de même admettre que tous les MCG, par leurs caractéristiques intrinsèques et le coût élevé à effectuer ces simulations, ne constitue qu'une représentation limitée des conditions environnementales réelles.

Il peut être hasardeux de comparer aveuglement les scénarios des divers MCG ayant des formulations mathématiques et physiques différentes. On peut énumérer rapidement une série d'arguments appuyant la nécessité d'être prudents dans l'utilisation des MCG. Mais on ne peut laisser de côté ou limiter l'utilité des MCG à donner des *tendances et des pistes* sur ce que sera le climat futur sous un doublement des concentrations de CO_2 .

Bien que les MCG peuvent être utilisés pour indiquer l'ampleur de la réponse climatique à une augmentation importante des gaz à effet de serre à une échelle planétaire, le degré d'incertitude dans l'application des MCG à une échelle régionale demeure très élevé. Les différences dans la distribution régionale des températures et des précipitations, selon le MCG utilisé, nous incitent à la prudence et à ne pas les utiliser aveuglement. C'est pour cette raison que le développement associé aux modèles régionaux du climat doit être suivi avec grand intérêt. Fonctionnant à des résolutions suffisamment fines pour permettre une meilleure représentation des champs physiques de l'air, de l'eau et du sol, les modèles régionaux deviennent alors des outils d'interface entre les MCG et les outils de prise de décision dans les divers secteurs affectés par une variabilité climatique accrue.

Que représente un changement futur du climat pour le Québec ?

Un examen comparatif des divers scénarios de changement climatique tirés des MCG et applicables au Québec, permet de faire les observations suivantes sur les régimes de températures et de précipitations qui pourraient prévaloir dans un environnement où la concentration du CO₂ atmosphérique est doublée:

- a) *une tendance générale au réchauffement de +1 à +4 °C partout sur le sud du Québec et de +2 à + 6 °C dans la partie septentrionale de la province. Ce réchauffement sera plus accentué lors de la saison hivernale et plus important et intense dans le Nord du Québec;*
- b) *le sud du Québec recevrait, sous des conditions de doublement de CO₂ atmosphérique, des quantités de précipitation près ou légèrement au-dessus des normales saisonnières (de 0% à +10%). Les régions plus nordiques du Québec, pour leur part, recevraient entre 10 et 20% plus de précipitations que les valeurs actuellement observées. Les divergences spatiales (selon les régions de la province) et temporelles (selon les saisons) sont cependant plus importantes pour les scénarios de précipitations des MCG que pour le champ de température anticipé sous des conditions de 2xCO₂.*

Aucune indication n'est cependant donnée, à partir des scénarios de changement climatique, sur la fréquence, la durée et l'intensité prévue des événements climatiques extrêmes (sécheresse, inondations, vagues de froid et de chaleur, tempêtes hivernales, etc.), ni sur les modifications à la trajectoire moyenne des systèmes météorologiques affectant le Québec.

Variation de la température moyenne et des précipitations saisonnières à partir des divers scénarios de changement climatique faisant l'hypothèse d'un doublement de CO₂

	<u>Sud du Québec</u>	<u>Nord du Québec</u>
<u>Printemps</u> (mars à mai)	Réchauffement de 1 à 4 °C De 0 à 20% plus de précipitations	Réchauffement de 2 à 4 °C De 0 à 20% plus de précipitations
<u>Été</u> (juin à août)	Réchauffement de 1 à 4 °C Précipitations à plus ou moins 10% des valeurs actuelles	Réchauffement de 2 à 4 °C De 0 à 20% plus de précipitations
<u>Automne</u> (sept à nov)	Réchauffement de 1 à 3 °C Les MCG sont en désaccord sur les précipitations pouvant aller de +10% à -30% des valeurs actuelles	Réchauffement de 2 à 5 °C De 0 à 20% plus de précipitations
<u>Hiver</u> (déc à fév)	Réchauffement de 2 à 6 °C De 5 à 20% plus de précipitations	Réchauffement de 2 à 9 °C De 0 à 20% plus de précipitations

IMPORTANCE DES ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES

Le climat peut être traité comme une distribution statistique représentant l'ensemble des situations météorologiques affectant une région donnée. La fréquence, l'amplitude, la durée et la séquence de ces situations météorologiques peuvent résulter en des épisodes climatiques extrêmes causant parfois des dommages d'une intensité inouïe à la société québécoise et aux écosystèmes qui l'entoure.

L'histoire du Québec est parsemé de tels événements climatiques dramatiques d'origine naturelle et qui font partie du paysage climatique québécois. Comment passer sous silence l'« année sans été » ou « l'été noir » de 1816 qui occupe, sans contredit, une place privilégiée dans les annales météorologiques de l'Amérique du Nord. On le soupçonne d'être directement lié à l'intense éruption volcanique de Tambora, près de Java en Indonésie en avril 1815, qui a éjecté, selon les estimations, 150 millions de tonnes de poussières volcaniques dans l'atmosphère. Les répercussions de l'été 1816 ont été renversantes pour le Québec.

Des anomalies climatiques se sont déjà produites dans le passé. Elles font partie des caractéristiques intrinsèques du climat passé et présent. Mais qu'en serait-il du climat futur sachant que les activités humaines y jouent un rôle de plus en plus important? Aurons-nous davantage ou moins de vagues de froid, de tornades, de crues subites et de périodes de sécheresse sous des conditions futures de concentrations rehaussées des gaz à effet de serre? La réponse à ces questions suscite une grande controverse au sein de la communauté scientifique qui tente, depuis les 20 dernières années, de mieux comprendre et anticiper la réaction du système climatique terrestre face à une augmentation des gaz à effet de serre et ainsi évaluer les impacts de cette réaction sur la fréquence, la durée et l'intensité des événements climatiques extrêmes ainsi que sur la trajectoire des systèmes météorologiques qui affectent quotidiennement nos régions.

On ne saurait trop insister sur l'importance de bien connaître la distribution spatiale et temporelle des événements climatiques anormalement intenses en plus d'avoir une connaissance quantitative la plus précise et exacte possible de la fourchette de répercussions qu'ils apportent avec eux. Si l'augmentation des gaz à effet de serre à l'échelle mondiale se traduit effectivement par un changement dans la fréquence, la durée et l'intensité des phénomènes climatiques extrêmes, il est primordial d'être en mesure de le détecter rapidement et d'en évaluer l'ensemble des impacts.

Cinq catégories d'événements climatiques extrêmes ont été examinées dans le chapitre québécois : elles sont considérées comme les plus dommageables et les plus typiques du climat québécois. Ce sont :

- ⇒ *les inondations ;*
- ⇒ *les périodes de sécheresse ;*
- ⇒ *les tempêtes hivernales ;*
- ⇒ *les vagues de froid intense et de chaleur accablante ;*
- ⇒ *le temps violent estival de nature convective (venant d'orages) plus particulièrement les tornades et les chutes de grêle.*

CE QUI CARACTÉRISE LES PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES EXTRÊMES AU QUÉBEC

INONDATIONS

- présentent diverses formes: fonte printanière, par embâcle, crue subite
- au moins une inondation majeure par année
- toutes les régions du Québec, sont affectées, surtout au sud du 50° parallèle
- une augmentation appréciable des risques et des dommages lors d'hiver/printemps présentant de grandes fluctuations de température (gel/dégel)
- une problématique grandissante de crues associées aux pluies abondantes
- des impacts majeurs sur les populations riveraines, les bâtiments et les infrastructures liées au transport (routes, ponts, ponceaux)
- des dommages moyens annuels estimés à 10 - 15 millions de dollars

SÉCHERESSE

- un phénomène insidieux et rarement prévisible affectant surtout le sud-ouest du Québec au moins une fois par été
- les premiers impacts se font sentir en agriculture (rendement des cultures, irrigation), augmentent les risques de feux de forêt, réduisent la qualité et la quantité d'eau et perturbent l'approvisionnement en eau potable
- une sécheresse prolongée (déficience hydrique sur plusieurs semaines) peut affecter les nappes phréatiques, les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent (impacts sur la navigation commerciale et de plaisance), les niveaux des réservoirs hydro-électriques (impact sur la production) et les écosystèmes des milieux humides (assèchement des marais)

VAGUES DE CHALEUR

- elles se produisent au moins une fois par année, surtout en juillet
- elles affectent principalement le sud et sud-ouest du Québec avec exacerbation du phénomène dans les grands îlots urbains
- les impacts potentiels portent sur le bien-être des populations des enfants, de personnes âgées et sur la santé de personnes avec des problèmes cardio-respiratoires
- une vague de chaleur hivernale (température > 0 °C) a des impacts majeurs sur: les risques d'inondation par embâcle, la mortalité des pommiers, la production de sève des érables

TEMPÊTES HIVERNALES

- elles se produisent, sous diverses formes (tempête de neige, blizzard, verglas) plusieurs fois par année
- elles affectent principalement l'axe du Saint-Laurent (où se retrouve plus du 2/3 de la population) et augmentent d'intensité d'ouest en est
- ont un impact négatif marqué sur le transport terrestre (pertes de vie et blessures, dommages matériels, mobilité des utilisateurs, coûts d'entretien des réseaux)
- les tempêtes avec verglas entraînent les impacts les plus lourds: pannes électriques et ses conséquences diverses, destruction de végétation sylvestre et arbustive, paralysie des transports, etc.

TEMPS VIOLENT ESTIVAL

- des phénomènes variables dans le temps et l'espace - prévision et suivi difficiles
- concentré sur le sud du Québec
- une moyenne de plus de 100 événements confirmés par année
- un impact négatif marqué sur plusieurs secteurs économiques (agriculture, infrastructures et bâtiments, loisirs, sécurité des personnes et des biens)
- les coûts liés à ces phénomènes sont énormes mais non comptabilisés globalement

VAGUES DE FROID

- se produisent au moins une fois par année, surtout en janvier et février
- elles affectent surtout les zones au nord du 48° parallèle
- une bonne adaptation des québécois (meilleurs vêtements, déplacements et sorties réduits), mais problème potentiel chez les sans-abris
- un impact sur le milieu hydrique (baisse des températures, production de frasil dans les rivières) qui affecte la santé des espèces aquatiques

Finalement, il nous apparaît important de le répéter. Bien qu'il y ait de plus en plus de travaux de recherche faits sur l'impact d'un changement climatique sur les extrêmes climatiques, on ne peut trouver, à partir des scénarios de 2xCO₂ actuels, d'indications sur la fréquence, la durée et l'intensité prévue des extrêmes climatiques, ni sur les modifications apportées à la trajectoire moyenne des systèmes météorologiques affectant le Québec. Cependant, des premières ébauches de recherche, particulièrement aux États-Unis, dénotent que les phénomènes climatiques violents pourraient augmenter dans un climat plus chaud.

UN PORTRAIT GLOBAL DE LA SITUATION

Le chapitre Québécois de l'Étude pan-canadienne nous a permis, notamment, d'examiner systématiquement le niveau de connaissances actuelles sur le lien existant entre les fluctuations climatiques passées, présentes et futures et une dizaine de secteurs stratégiques pour le Québec. Cet examen nous a démontré clairement à quel point plusieurs de ces secteurs d'activités sont sensibles à des événements climatiques extrêmes.

La somme d'informations, de connaissances, de lacunes, de pistes de solutions et d'avenues de recherche recueillies dans l'élaboration du chapitre québécois de l'Étude pan-canadienne sur les répercussions et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique est tout simplement phénoménale. Cependant, alors que certains secteurs sont bien documentés, d'autres n'en sont qu'à leurs balbutiements en ce qui concerne la connaissance du lien climat-secteur. Le défi ici était d'établir une liste de lacunes qui soit la plus objective et réaliste possible, tout en tenant compte de ce déséquilibre dans la compréhension que nous pouvons avoir, au Québec, des répercussions de la variabilité climatique sur nos ressources, nos usages et nos activités.

Pour chaque secteur retenu, un tableau synthèse a été élaboré visant à :

- résumer le niveau de connaissance actuel du lien entre le climat et le secteur selon 5 catégories (très faible, faible, moyen, bon, très bon);
- résumer le niveau de connaissances actuelles sur l'ampleur et l'intensité des répercussions d'un changement climatique sur ce secteur selon 5 catégories (très faible, faible, moyen, bon, très bon);
- l'identification, par ordre de priorité, des lacunes actuelles caractérisant ce secteur;
- pour chaque lacune, des pistes de solutions et des recommandations spécifiques voulant combler, à court et à moyen terme, ces lacunes.

<u>RESSOURCES EN EAU</u>		
ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (6)	RECOMMANDATIONS (7)
<p><u>la sensibilité au climat :</u> <u>BON</u></p> <p>Des études spécifiques et ponctuelles, principalement sur le Saint-Laurent, liant les variations des niveaux d'eau aux usages, à l'évolution des écosystèmes riverains et aux cycles vitaux de la faune aquatique</p> <p><u>les répercussions d'un changement climatique :</u> <u>MOYEN</u></p> <p>Une estimation quantitative a été faite seulement pour les besoins futurs en eau sur le sud de la province, les variations sur les niveaux et débits d'eau dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent ainsi que l'apport net en eau par bassin dans le nord du Québec</p>	<p><u>L.1</u> La documentation systématique et globale des niveaux d'eau extrêmes historiques (hauts et bas) et de leurs répercussions sur l'ensemble du Saint-Laurent (fleuve, estuaire et golfe) est déficiente et urgente à combler.</p>	<p><u>R.1</u> Rassembler, documenter et énumérer l'ensemble des impacts des niveaux d'eau extrêmes historiques du Saint-Laurent sur le transport des particules, la qualité de l'eau, le front salin, la circulation marine et la stratification verticale.</p>
	<p><u>L.2</u> Il y a un manque évident d'indicateurs adéquats visant à évaluer quantitativement la quantité/qualité de l'eau face aux fluctuations climatiques anormales et significatives.</p>	<p><u>R.2</u> Développer, valider et rendre accessibles rapidement des indicateurs climatiques représentatifs des fluctuations anormales du climat pouvant agir sur les usages et ressources en eau au Québec.</p>
	<p><u>L.3</u> Le lien entre les cycles hydrologiques décennaux et les systèmes climatiques ne sont pas bien compris, particulièrement dans le nord du Québec.</p>	<p><u>R.3a</u> Sélectionner 1 ou 2 sous-bassins du Québec où une analyse intégrée et globale du cycle hydrologique en tenant compte des contraintes spatiales et temporelles des données climatologiques et hydrologiques disponibles.</p>
	<p><u>L.4</u> Un examen plus accentué de la qualité et de l'approvisionnement en eau face aux fluctuations extrêmes du climat est requis pour mieux aborder les besoins futurs en eau potable.</p>	<p><u>R.3b</u> Analyse et suivi minutieux des inondations extrêmes (e.g. Saguenay en 1996)</p>
	<p><u>L.5</u> Les mécanismes liant l'érosion des berges et l'intensité/trajectoire des systèmes météorologiques doivent être mieux compris et quantifiés.</p>	<p><u>R.4</u> Colliger les statistiques sur les usages d'eau potable dans les agglomérations urbaines importantes du Québec et quantifier leur sensibilité aux fluctuations climatiques extrêmes et au changement climatique prévu</p>
	<p><u>L.6</u> La capacité du Québec à exporter de l'eau douce dans le contexte d'une variabilité climatique accrue est mal connue.</p>	<p><u>R.5</u> Documenter et analyser la fréquence, l'amplitude, la trajectoire et la durée des systèmes météorologiques traversant le Québec en mettant l'emphase sur les précipitations et les vents</p> <p><u>R.6</u> Établir les avantages comparatifs, par rapport aux régions limitrophes, de la disponibilité en eau au Québec sous un scénario de changement climatique</p>

SANTÉ ET ASPECTS SOCIAUX

ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (3)	RECOMMANDATIONS (7)
<p><u>la sensibilité au climat</u> : <u>FAIBLE</u></p> <p>Très peu d'études sont disponibles liant les répercussions des fluctuations climatiques extrêmes sur la santé humaine et les comportements sociaux au Québec, sauf dans des cas indirectement associés au climat ou à des contaminants spécifiques</p>	<p><u>L.7</u> Quantification de la sensibilité directe et indirecte de la santé humaine et des comportements sociaux à des phénomènes climatiques extrêmes (inondations, vagues de froid et de chaleur, tempêtes hivernales, etc...)</p>	<p><u>R.7a</u> Initier des études multi-disciplinaires visant à évaluer quantitativement les répercussions directes sur la morbidité et la mortalité humaine et sur le comportement social de la population en milieu urbain ou semi-urbain au Québec à des épisodes de chaleur accablante, des inondations, des vagues de froid intense et des tempêtes hivernales</p> <p><u>R.7b</u> Aborder les relations indirectes existant entre la variabilité climatique, la qualité de l'air/eau et la santé et faire un suivi des maladies transportées par l'eau</p> <p><u>R.7c</u> Suivre de près les maladies infectieuses émergentes et celles associées aux cultures agricoles liées directement à l'alimentation</p>
<p><u>les répercussions d'un changement climatique</u> : <u>TRÈS FAIBLE</u></p> <p>À l'exception d'une étude estimant le nombre de décès causés par l'augmentation des vagues de chaleur accablante à Montréal, tout reste à faire</p>	<p><u>L.8</u> On doit mieux comprendre comment une variabilité climatique accentuée ici ou ailleurs à travers le monde peut influencer, au Québec, sur l'identité des communautés, la sécurité, l'intégration, la densité, la perte du lieu de résidence et la capacité des institutions sociales existantes à s'adapter.</p> <p><u>L.9</u> Le niveau de sensibilisation du milieu médical/social aux impacts d'un changement climatique sur la santé humaine et les comportements sociaux doit être prioritairement rehaussé.</p>	<p><u>R.8a</u> En utilisant les scénarios 2xCO2 par tranches de 10 ans, afin de déterminer la tendance dans le nombre de phénomènes climatiques extrêmes (particulièrement, les vagues de froid intense et de chaleur accablante), estimer qualitativement les impacts de premier niveau sur la santé humaine et le comportement social de la population au Québec</p> <p><u>R.8b</u> Sous l'afflux actuel ou futur de réfugiés-climatiques, dresser un tableau qualitatif des pressions d'un changement climatique sur le tissu social, les habitudes culturelles, alimentaires et sociales dans un nombre limité de régions du Québec</p> <p><u>R.9a</u> Inscrire un programme santé-climat dans les cours de formation professionnelle en médecine et en sciences</p> <p><u>R.9b</u> Appuyer et promouvoir la recherche interdisciplinaire liant la santé au climat ; actualiser les banques de données et en faciliter l'accès aux chercheurs, médecins et intervenants sociaux</p>

AGRICULTURE

ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (4)	RECOMMANDATIONS (7)
<p><u>la sensibilité au climat :</u> <u>MOYEN</u></p> <p>Les effets positifs et négatifs des fluctuations quotidiennes du climat sont connus du milieu agricole à un niveau local ou régional. Sa capacité d'adaptation à court terme est grande</p>	<p><u>L.10</u> On note une absence d'indicateurs permettant de suivre et d'identifier les fluctuations climatiques anormales responsables de répercussions positives ou négatives sur l'agriculture</p>	<p><u>R.10a</u> Conserver prioritairement les stations climatiques ayant une longue série de données et permettant de cerner toute tendance au changement de la variabilité climatique au Québec</p> <p><u>R.10b</u> Développer, valider et rendre accessible des indicateurs climatiques permettant d'identifier les saisons climatiques où les rendements ont atteint des niveaux records</p>
	<p><u>L.11</u> La documentation des dommages aux cultures causés par des événements climatiques extrêmes est insuffisante et non systématique</p>	<p><u>R.11</u> Pour l'ensemble des épisodes de sécheresse, grêle et gel/dégel hivernal des 20 dernières années, établir un lien quantitatif entre l'occurrence et l'intensité de ces événements et les dommages aux cultures</p>
	<p><u>L.12</u> Il existe un besoin pressant de formation des agriculteurs en vue d'une meilleure gestion de l'information climatique dans les opérations routinières</p>	<p><u>R.12</u> D'une perspective de plans de ferme, examiner les facteurs climatiques susceptibles d'optimiser et de faciliter la gestion de l'eau, la prise de décision, le travail de sol, les traitements phytosanitaires et la construction de bâtiments.</p>
<p><u>les répercussions d'un changement climatique :</u> <u>MOYEN</u></p> <p>Un bon nombre d'études quantitatives de qualité existent traitant des conséquences d'un doublement de CO₂ sur les rendements de plusieurs cultures au Québec et la réponse de quelques plantes</p>	<p><u>L.13</u> Les modèles actuels liant les plantes aux paramètres climatiques sont trop généraux et empiriques en plus d'être souvent confrontés à des problèmes d'échelle (e.g. la ferme versus la résolution des MCG, les impacts à des événements ponctuels versus des répercussions cumulatives). L'avantage comparatif de l'agriculture québécoise à un niveau international doit être mieux cerné.</p>	<p><u>R.13a</u> Réaliser des études liant la disponibilité en eau, la croissance végétale, la teneur en CO₂ et les conditions climatiques par l'utilisation de modèles adaptés à une échelle locale ou régionale</p> <p><u>R.13b</u> Modéliser la variation dans les rendements des plantes sous divers stimuli climatiques probables dans un scénario 2xCO₂ au Québec (incluant le développement des insectes ravageurs, parasites, utilisation des fongicides et pesticides). Déterminer les cultures ayant un fort potentiel d'importation dans des pays climatiquement affectés</p> <p><u>R.13c</u> Adapter le développement des hybrides à un spectre climatique plus large (e.g. : maïs-grain)</p>

ÉCOSYSTÈMES ET MILIEUX HUMIDES

ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (5)	RECOMMANDATIONS (10)
<p><i>la sensibilité au climat :</i> <u>MOYEN</u></p> <p>Pour des événements spécifiques et ponctuelles de bas niveaux d'eau sur le Saint-Laurent, on connaît assez bien l'ampleur des impacts sur les écosystèmes et les milieux humides. Peu de choses ont été faites ailleurs au Québec (à l'exception de la faune avienne) et quasiment rien dans le Grand Nord Québécois</p>	<p><u>L.14</u> On doit mieux connaître le fonctionnement du Saint-Laurent et des interactions entre les écosystèmes et le climat actuel</p>	<p><u>R.14a</u> Étudier et interpréter l'historique du climat du Saint-Laurent et ses impacts sur les écosystèmes / milieux humides</p> <p><u>R.14b</u> Réaliser des études sur l'impact d'une augmentation de CO₂ sur la croissance des espèces végétales (riveraines et aquatiques)</p>
	<p><u>L.15</u> Il existe peu d'études sur l'adaptation à un changement climatique entre Cornwall et Québec</p>	<p><u>R.15</u> Entreprendre une étude multi-disciplinaire permettant de lier les variations de niveaux d'eau historiques et actuelles dans le Saint-Laurent. Le secteur du lac Saint-Pierre est privilégié.</p>
	<p><u>L.16</u> Les niveaux de tolérance des milieux humides et des espèces végétales à des événements climatiques extrêmes ne sont pas les mêmes et doivent être mieux compris principalement pour les écosystèmes en situation précaire ou aux limites de leur aire de distribution</p>	<p><u>R.16a</u> Développer, valider et rendre accessible des indicateurs climatiques caractérisant les situations climatiques extrêmes ayant le plus d'impacts sur les écosystèmes et les milieux humides au Québec</p> <p><u>R.16b</u> Mise en place d'un réseau de suivi ichtyologique permettant d'établir un portrait au moment « zéro » et mieux s'équiper pour pouvoir identifier un changement dans les écosystèmes et les milieux humides</p> <p><u>R.16c</u> Établir des sites de suivi à long terme des écosystèmes dans des régions témoins (e.g. lac Saint-Pierre)</p> <p><u>R.16d</u> Compléter l'établissement d'un nombre limité de stations d'observations multi-disciplinaires de longue durée (données climatiques et écologiques)</p>
<p><i>les répercussions d'un changement climatique :</i> <u>FAIBLE</u></p> <p>On ne peut trouver que des évaluations qualitatives des impacts potentiels d'un changement climatique sur les écosystèmes et les milieux humides</p>	<p><u>L.17</u> Les facteurs responsables de la variabilité naturelle des populations animales doivent être mieux connues</p> <p><u>L.18</u> Des dispositifs d'évaluation des changements écologiques selon les scénarios 2xCO₂ les plus probables doivent être mis sur pied</p>	<p><u>R.17</u> Identifier les stades critiques dans le développement des espèces et déterminer les facteurs physiques et biologiques affectant la survie, la croissance et la fécondité des individus</p> <p><u>R.18a</u> Simuler et examiner les conséquences fauniques probables de divers scénarios 2xCO₂ en fonction des décisions sur la régularisation des eaux du lac Ontario et du Saint-Laurent</p> <p><u>R.18b</u> Amorcer et expérimenter des stratégies de gestion</p>

PÊCHERIES

ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (4)	RECOMMANDATIONS (7)
<p><u>la sensibilité au climat :</u> <u>MOYEN</u></p> <p>On connaît bien les facteurs climatiques qui influent sur les populations d'eau douce mais essentiellement sur le sud de la province. Ce n'est guère le cas en ce qui concerne l'ensemble des espèces en eau salée.</p>	<p><u>L.19</u> L'occurrence, l'ampleur et la synchronisation d'une fluctuation des niveaux/débits d'eau en fonction des habitudes de vie différentes de plusieurs espèces de poissons doivent faire l'objet d'une meilleure connaissance. Il faut poursuivre ou amorcer l'identification des courbes de satisfaction et la mesure de force des cohortes de certaines espèces fragiles à des bas et hauts niveaux d'eau</p>	<p><u>R.19a</u> Analyser systématiques des épisodes où le niveau d'eau du Saint-Laurent ont atteint des valeurs extrêmes (hauts, bas)</p>
<p><u>les répercussions d'un changement climatique :</u> <u>FAIBLE</u></p> <p>L'évaluation des impacts sur les espèces d'eau douce est faite indirectement en utilisant les connaissances actuelles liées aux niveaux d'eau extrêmes. Aucune analyse quantitative sous un environnement 2xCO₂ n'est disponible, surtout pour les populations marines ou nordiques</p>	<p><u>L.20</u> On connaît très peu de choses sur le comportement des populations d'eau douce et salée dans les régions plus septentrionales du Québec</p> <p><u>L.21</u> L'influence de facteurs tels la température et la direction des vents (phénomène de résurgence) selon les saisons sur la présence, la vitalité, le recrutement et la mortalité de certaines espèces est peu étudiée et comprise.</p> <p><u>L.22</u> Les modèles océaniques et climatiques doivent être couplés pour estimer les régimes thermiques et de circulation dans l'estuaire/golfe du Saint-Laurent et dans la baie d'Hudson afin de pouvoir dégager les répercussions sur les populations et la santé des espèces de poissons vivant dans ces eaux.</p>	<p><u>R.19b</u> Examiner les impacts de tels niveaux d'eau sur la force des cohortes d'espèces (perchaude, grand brochet, doré jaune, poulamon) dans des secteurs clés du Saint-Laurent par le biais de plan de pêche ou d'un réseau de suivi ichthyologique;</p> <p><u>R.19c</u> Effectuer un suivi de la pêche sportive en des endroits stratégiques pour cette activité (taille, poids, captures, âge)</p> <p><u>R.20</u> Identifier des zones où des études multi-partites pourront être entreprises pour faire les relevés sur les populations des espèces de poissons les plus importantes des plans d'eau du Nord Québécois</p> <p><u>R.21a</u> Sous des conditions spécifiques de froid intense ou de chaleur, connaître les limites correspondantes de tolérance et de mortalité d'espèces sensibles à ce phénomène (e.g. sébaste);</p> <p><u>R.21b</u> Comprendre la fréquence chronologique et les processus météorologiques, physiques, biologiques et hydrologiques expliquant les variations dans la présence ou le recrutement de certaines espèces</p> <p><u>R.22</u> La température de l'eau, la vitesse et la direction du vent, les courants ainsi que les débits d'eau douce provenant du Saint-Laurent et des grandes rivières de la Côte-Nord du Québec devraient être considérées lors de l'élaboration des modèles prédictifs des débarquements sous un scénario 2xCO₂ et pour des espèces vivant en surface. Tout effort d'arrimer la modélisation océanique, climatique, hydrologique et de glaces à une échelle suffisamment fine devra être encouragé.</p>

FORESTERIE

ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (4)	RECOMMANDATIONS (6)
<p><u>la sensibilité au climat</u> : <u>MOYEN</u></p> <p>Pour un nombre limité d'espèces forestières, les mécanismes liant l'écosystème forestier, l'atmosphère et le sol sont bien connus. Il devient cependant difficile de transposer ces connaissances sur une longue période ou pour l'ensemble de la province</p>	<p><u>L.25</u> Le réseau de monitoring actuel montre des signes d'instabilité quant au suivi de l'état de santé des populations forestières au Québec face à des stress climatiques accentués</p>	<p><u>R.25</u> Maintenir un réseau de monitoring ayant une résolution spatiale et temporelle suffisante pour faire un suivi au Québec:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de la composition et l'évolution des populations; • des régions où les forêts sont particulièrement sensibles aux perturbations climatiques; • des interactions entre la croissance, la mortalité, le bilan hydrique, le contenu en carbone/azote et le climat
	<p><u>L.26</u> Le rôle des facteurs climatiques dans la distribution et le déplacement des populations forestières doit être mieux connu</p>	<p><u>R.26</u> Afin de prévoir les variations dans les types de peuplements, un couplage entre les modèles biologiques et climatiques est requis à court terme, intégrant le cycle du carbone et de l'azote dans l'écosystème forestier, le bilan hydrique, la faune et les habitats</p>
	<p><u>L.27</u> Les perturbations naturelles extrêmes (feux de forêt, verglas, etc..) doivent être modélisées afin d'estimer, à moyen terme, les impacts sur les populations forestières touchées</p>	<p><u>R.26b</u> Favoriser des projets multi-disciplinaires applicables à court terme mettant en contact les gestionnaires forestiers et des spécialistes en climatologie, en biologie et en écologie</p> <p><u>R.27</u> Considérant qu'une fréquence plus élevée dans le nombre de perturbations « naturelles » pourrait être un signe précurseur d'un changement climatique, il devient urgent de mieux décrire les interactions biologiques et écologiques existant entre un événement extrême (feux de forêt, tempête de verglas, etc..) et les populations</p>
<p><u>les répercussions d'un changement climatique</u> : <u>FAIBLE</u></p> <p>Plusieurs simulations climat-végétation ne tenant cependant pas compte des sols, des caractéristiques biologiques et de l'incidence des extrêmes climatiques ont été faites sur les principaux biomes forestiers du Québec. Un couplage des modèles biologiques et des modèles régionaux du climat a été amorcé</p>	<p><u>L.28</u> Suscité par la capacité des forêts boréale et tempérée à emmagasiner le carbone, il est important de parfaire notre compréhension des échanges existant entre l'écosystème forestier, l'atmosphère et le sol.</p>	<p><u>R.28a</u> Si on désire que les travaux sylvicoles choisis optimisent à la fois la production forestière et la séquestration du carbone dans l'écosystème forestier, mener des études spécifiques sur le lien entre les conditions climatiques et l'allocation de carbone par diverses populations forestières</p> <p><u>R.28b</u> Préciser les conséquences cumulatives sur les populations forestières sous divers scénarios 2xCO₂; connaître les impacts de l'augmentation du CO₂ et de la température sur la croissance des essences; adapter les techniques d'aménagement forestier</p>

<u>ÉNERGIE</u>		
ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (2)	RECOMMANDATIONS (2)
<p><u>la sensibilité au climat :</u> <u>BON</u></p> <p>Bien que l'on saisit très bien l'importance du climat sur l'offre et la demande énergétique, les indicateurs climatiques habituellement utilisés sont généraux et peu développés</p>	<p><u>L.23</u> Il n'existe pas de méthodes efficaces pour lier les fluctuations climatiques régionales aux besoins en chauffage et en climatisation, en apport net d'eau dans les réservoirs du Nord du Québec et à la capacité des centrales hydro-électriques le long du Saint-Laurent</p>	<p><u>R.23</u> En se basant sur les données des 30 dernières années au Québec, développer et valider des indicateurs climatiques ayant une résolution spatiale et temporelle suffisante pour corrélérer ces indicateurs aux données effectives d'utilisation d'énergie pour fins de chauffage et de climatisation en tenant compte des améliorations technologiques mises en place pour réduire la consommation d'énergie</p>
<p><u>les répercussions d'un changement climatique :</u> <u>MOYEN</u></p> <p>Les études existantes se sont limitées à estimer les variations en apport d'eau dans les réservoirs hydro-électriques et les bassins versants les plus importants du Nord du Québec</p>	<p><u>L.24</u> La répartition énergétique du Québec dans un environnement 2xCO₂ doit être évaluée afin de suffire aux besoins domestiques tout en estimant le potentiel d'exportation d'énergie vers les régions limitrophes au Québec</p>	<p><u>R.24</u> Par le biais des modèles régionaux du climat (résolution 30-40 km) et l'utilisation des indicateurs climatiques, indiquer le positionnement stratégique du secteur énergétique québécois dans un contexte nord-américain en comparant l'offre et la demande d'énergie sous un scénario 2xCO₂.</p>

<u>TRANSPORT</u>		
ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (2)	RECOMMANDATIONS (2)
<p><u>la sensibilité au climat :</u> <u>MOYEN</u></p> <p>Un bon nombre d'études techniques liant un type de transport et les conditions climatiques existent. On n'a cependant aucune vue d'ensemble de l'importance du climat sur le transport au Québec</p>	<p><u>L.30</u> La quantification des répercussions des conditions hivernales actuelles et futures sur le transport routier devra être accentuée et adéquatement documentée</p>	<p><u>R.30</u> Le coût global des répercussions des tempêtes hivernales et des conditions de gel/dégel devrait être évalué et documenté en attendant que les modèles régionaux du climat puissent donner des indications fiables sur la trajectoire et l'intensité des dépressions météorologiques dans un environnement 2xCO₂</p>
<p><u>les répercussions d'un changement climatique :</u> <u>TRÈS FAIBLE</u></p> <p>Seul le domaine du transport maritime sur le Saint-Laurent a été indirectement considéré sous un scénario 2xCO₂</p>	<p><u>L.31</u> Des mesures d'adaptation devront être développées dans le milieu maritime pour minimiser les impacts des épisodes (durée et intensité) anormalement basses des niveaux d'eau dans le Saint-Laurent</p>	<p><u>R.31</u> Le couplage de modèles économétriques et hydrodynamiques permettant de prévoir les niveaux/débits d'eau sur le Saint-Laurent sont encouragés afin de déterminer les modifications à être apportées à la morphologie future des navires et aux types de cargo à favoriser pour assurer un positionnement stratégique avantageux aux ports maritimes du Québec</p>

INFRASTRUCTURES ET PERGÉLISOL

ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (1)	RECOMMANDATIONS (4)
<p><u>la sensibilité au climat :</u> <u>FAIBLE</u></p> <p>On est en mesure de cerner l'importance relative du régime thermique dans le comportement du pergélisol du Nord du Québec. Mais les données disponibles ne nous permettent pas de quantifier ces processus sur une échelle spatiale et temporelle</p> <p><u>les répercussions d'un changement climatique</u> <u>TRÈS FAIBLE</u></p> <p>Une seule étude spécifique au Québec. On doit utiliser et adapter les études faites ailleurs au pays (e.g. bassin du Mackenzie)</p>	<p><u>L.29</u> Un réchauffement climatique dans le Nord du Québec augmentera la profondeur de la couche active du pergélisol, en réduira la capacité portante et fera croître l'instabilité des versants et du relief. Tous ces aspects ont un impact direct sur les infrastructures routières, maritimes, hydro-électriques et gouvernementales.</p>	<p><u>R.29a</u> Les réseaux de mesures thermiques (air et sol) doivent être maintenus et automatisés afin de pouvoir suivre l'évolution du climat et du pergélisol dans le Nord du Québec</p> <p><u>R.29b</u> Dresser la carte des régions arctiques et subarctiques établies des sols sensibles et riches en glace permettant, sous un scénario 2xCO₂, de cerner les endroits où des changements écologiques majeurs sont vulnérables à la fonte de pergélisol</p> <p><u>R.29c</u> Déterminer, sous un environnement 2xCO₂, les facteurs de sécurité requis pour la conception de construction afin de prévenir les dégâts onéreux résultant de l'affaissement d'infrastructures sous un pergélisol en processus de fonte</p> <p><u>R.29d</u> Évaluer les coûts actuels des dommages aux infrastructures directement liés aux événements climatiques extrêmes</p>

LOISIRS ET TOURISME

ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (1)	RECOMMANDATIONS (2)
<p><u>la sensibilité au climat :</u> <u>FAIBLE</u></p> <p>Seuls le ski alpin, le golf et indirectement la navigation de plaisance ont été examinés</p> <p><u>les répercussions d'un changement climatique :</u> <u>FAIBLE</u></p> <p>Rien à part deux études sur le ski et le golf</p>	<p><u>L.32</u> Les seules études faites dans le domaine des loisirs et du tourisme ont traité du ski alpin et du golf en plus de toucher indirectement à la navigation de plaisance. Considérant l'importance de ce secteur au Québec, il est primordial que l'approche soit élargie à l'ensemble des activités récréatives et du potentiel touristique régional</p>	<p><u>R.32a</u> Identifier, en les documentant au maximum, les critères de satisfaction requis pour la tenue d'activités récréatives au Québec, incluant les alternatives disponibles à chacune de ces activités de loisirs</p> <p><u>R.32b</u> Évaluer les retombées économiques actuelles des loisirs au Québec et tenter de les lier à des indicateurs climatiques qui leur sont représentatifs</p>

<i>PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES EXTRÊMES</i>		
ÉVALUATION SYNTHÈSE DU NIVEAU DE CONNAISSANCES SUR	LACUNES ACTUELLES (2)	RECOMMANDATIONS (3)
<p><i>la sensibilité au climat : FAIBLE</i></p> <p>Bien qu'il existe un nombre important de références, rapports, études sur des événements climatiques extrêmes, la majorité d'entre elles ont considéré les répercussions économiques des dommages matériels et en pertes de vie. Les aspects sociaux et biologiques ont été, sauf en de rares occasions, ignorés.</p>	<p><u>R.33</u> La liste des phénomènes climatiques extrêmes qui se sont produits dans le passé au Québec est incomplète, parfois contradictoire, mal documentée tout en ne contenant pas assez d'informations pour en évaluer la portée globale au niveau physique, social, économique et biologique.</p>	<p><u>R.33a</u> Que l'information concernant le coût et les conséquences physiques, biologiques et sociales des phénomènes climatiques extrêmes, plus particulièrement les inondations, les sécheresses, les vagues de froid et de chaleur ainsi que les épisodes de temps violent plus spécifiquement les tornades et la forte grêle et les tempêtes hivernales soit rassemblée et maintenue à la disposition des preneurs de décision;</p> <p><u>R.33b</u> Qu'une méthodologie d'analyse et d'évaluation des répercussions des phénomènes climatiques extrêmes à partir de données directes ou indirectes soit développée et appliquée systématiquement pour fins de planification</p>
<p><i>les répercussions d'un changement climatique : TRÈS FAIBLE</i></p> <p>Aucune étude n'est disponible au Québec sur les changements à la fréquence, à l'intensité et à la durée des événements extrêmes sous un scénario 2xCO₂</p>	<p><u>L.34</u> Les scénarios de changement climatique actuels ne sont pas en mesure d'indiquer si la fréquence, l'intensité ou la durée des phénomènes climatiques extrêmes varieront, de façon significative, dans un environnement de 2xCO₂.</p>	<p><u>R.34</u> En attendant que les scénarios de changement climatique puissent adéquatement fournir une indication valable des répercussions de l'augmentation des gaz à effet de serre sur les phénomènes climatiques extrêmes, il est recommandé de déterminer la sensibilité des divers secteurs et l'ampleur des impacts aux extrêmes climatiques en faisant varier, par un facteur déterminé, la fréquence, la durée et l'intensité de ces événements climatiques anormaux</p>

CONCLUSION

Le présent chapitre québécois de l'Étude pan-canadienne sur les répercussions et l'adaptation au changement climatique tire les conclusions suivantes :

- il existe une quantité impressionnante d'informations scientifiques portant sur le lien climat-secteurs au Québec, mais qui est très variable selon le secteur ;
- les ressources en eau, l'agriculture et la foresterie semblent être les secteurs où on a le plus d'informations, autant sur le lien actuel et passé avec le climat, mais également où on retrouve le plus grand nombre d'études ayant considéré les répercussions potentielles d'un scénario 2xCO₂ ;
- tout reste à faire dans les domaines de la santé humaine et des aspects sociaux, des pêcheries, du maintien et de la pérennité des infrastructures ainsi que pour les loisirs et le tourisme ;
- l'étude a clairement démontré notre grande sensibilité aux phénomènes climatiques extrêmes qui, malgré leurs impacts majeurs sur le Québec, doivent être beaucoup mieux documentés et analysés spatialement et temporellement.

Avec ses 34 lacunes de connaissances et ses 57 recommandations, le chapitre québécois (tome V) de l'Étude pan-canadienne vise d'être le tremplin pour le développement, l'élaboration et l'implantation de mesures d'adaptation judicieuses et concrètes à une modification de la variabilité climatique d'origine naturelle ou anthropique.



Carte montrant la province de Québec et sa topographie générale
Map showing the province of Quebec and the main features of its topography