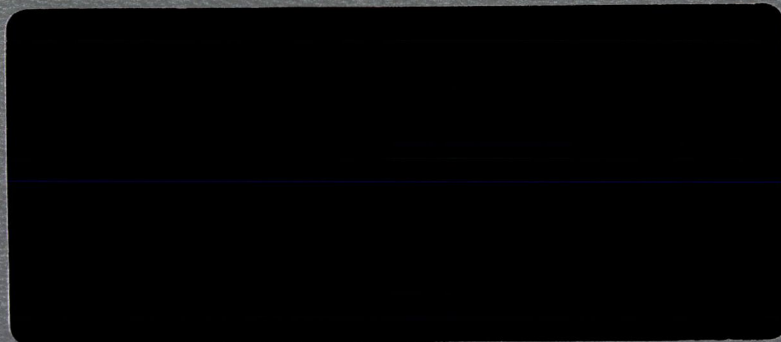


750



102280

QC
901
.Q4
A73

QC
901
Q4
A73
Ex. 1

3603871B

**DONNÉES CLIMATIQUES INDIRECTES
UTILISABLES POUR L'IDENTIFICATION
D'UNE TENDANCE CLIMATIQUE DU
50^e PARALLÈLE:
RECHERCHE D'INFORMATIONS**



Présenté à

ENVIRONNEMENT CANADA

Division des Services Scientifiques

Région de Québec

Service de l'Environnement atmosphérique

ARGUS GROUPE-CONSEIL INC.
1305, boul. Lebourgneuf
QUÉBEC (Québec)
G2K 2E4

Tél.: (418) 623-7446
Fax: (418) 623-7261

Mars 1990

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Directeur

Pierre Bertrand, M.Sc.

Chargé de projet

Pierre Bertrand, M.Sc.

Autres professionnels ayant participé à l'étude

Bernard Massicotte, Biologiste, M.Sc.

Jean Lavoie, Géomorphologue, M.Sc.

Stéphane Côté, Technicien-graphiste

Julie Grenier, Traitement de textes

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
ÉQUIPE DE TRAVAIL	i
LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES	iii
INTRODUCTION	1
1. MÉTHODOLOGIE	3
2. ÉVALUATION DES DOCUMENTS COLLIGÉS	5
3. TRAITEMENT DES DONNÉES	8
CONCLUSION	9
BIBLIOGRAPHIE (annotée)	10

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
Figure 1 La partie septentrionale du Québec	2

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Volume des principales données climatiques indirectes disponibles	7
---	---

1. INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, le Québec septentrional (figure 1) a connu un développement sans précédent suite à l'accroissement du nombre de villages et de municipalités, l'augmentation des activités économiques, la construction d'installations à vocation militaire et l'avènement de projets hydro-électriques d'envergure. Ces développements sont perçus par la population comme étant des facteurs ayant contribué à modifier le climat et perturber la qualité de l'environnement.

Il y a peu d'études qui ont tenté d'identifier un signal clair d'un changement climatique à partir des banques de données climatologiques disponibles. C'est dans ce contexte que le Service de l'Environnement atmosphérique (Environnement Canada) a mandaté la firme ARGUS GROUPE-CONSEIL pour effectuer la recherche d'autres sources fiables susceptibles d'être d'indicateurs valables des tendances climatiques au nord du 50° parallèle.

Ce rapport présente, successivement, la méthodologie utilisée, l'évaluation des documents inventoriés et une brève discussion sur le traitement des données. Les documents pouvant permettre de dégager les tendances climatiques récentes (1950 - 1990), documents autres que climatologiques ou météorologiques, sont colligés en bibliographie et accompagnés d'un court résumé.



Figure 1: La partie septentrionale du Québec.

1. MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE D'INFORMATION

La recherche comportait deux volets:

- 1) la recherche d'articles et de monographies concernant les tendances climatiques dans le nord québécois.
- 2) la recherche de données de nature autre que météorologique utilisables pour une analyse de tendances climatiques.

1) Recherche d'articles et de monographies:

a) Centres de documentation

Les différentes ressources pertinentes disponibles à l'Université Laval ont été consultées. Il s'agit des bibliothèques (générale et des sciences) et du Centre de documentation du Centre d'études nordiques.

b) Consultation de bibliographie

Consultation de la banque de références informatiques sur le moyen-nord du Québec (Domyno: Université du Québec à Chicoutimi).

Bibliographie biophysique et socio-économique de la Baie James et du nord québécois (138 microfiches; biophysique: 74 fiches). Dernière mise à jour en 1981.

2) Recherche de données climatiques indirectes

L'inventaire des données a été dirigé vers les séries continues. Les données éparses ou ponctuelles et les séries trop courtes (moins de 10 ans) étaient éliminées à cause de leurs faibles valeurs statistiques. Les types de variables recherchées étaient

les suivantes:

- Hydrologie: niveau d'eaux (douces et marines) et débits
- couvert de glace (eaux douces et marines)
- couvert nival
- dendrochronologie
- feux
- pergélisol et formes cryogènes associées
- température de l'eau (eaux douces et marines)
- qualité de l'eau

Afin d'obtenir les informations les plus à jour et de minimiser les risques de duplications de données, on a identifié dans un premier temps les ministères et les organismes impliqués dans la collecte de ce type de données au Québec septentrional. Par la suite, les responsables des bases de données ou des programmes de cueillette ont été contactés. Dans chaque cas, les informations demandées étaient les suivantes:

- variables mesurées,
- volumé des données (nombre de stations et nombre d'années de cueillette),
- disponibilité des données,
- existence d'une base informatique de données utilisable avec l'environnement IBM ou MacIntosh.

2. ÉVALUATION DES DOCUMENTS COLLIGÉS

L'ensemble des documents portant sur les données climatiques indirectes dans le nord du Québec offrent une grande variabilité temporelle. Les données disponibles peuvent être regroupées en deux catégories: 1) les données ponctuelles (1 année de données ou quelques années éparses, 2) séries continues (avec peu d'années manquantes) d'étendue variable.

Un volume considérable de données ponctuelles ou éparses a été retrouvé dans des monographies, articles ou publications spécialisées. Certaines données climatiques indirectes étaient parfois traitées. Il existe aussi plusieurs séries de documents publiés annuellement mais ne cumulant pas l'ensemble des données antérieures du programme de cueillette. Ces données ont peu de valeur dans le cadre de ce travail et ont été rejetées afin de ne conserver que les publications pertinentes.

Les séries continues sont bien entendu les plus intéressantes et les plus susceptibles de servir dans le cadre d'une étude de tendance climatique. Ces séries s'inscrivent principalement dans trois domaines: 1) la glace (mer et eau douce) et la neige; 2) l'hydrologie (niveaux et débits) des lacs, des rivières et des mers ; 3) la croissance des arbres (dendrochronologie). Les deux premiers domaines enregistrent des phénomènes en relation avec les variations du climat. Le dernier domaine, la dendrochronologie, est un outil qui, souvent appuyé par des datations par le carbone-14, peut établir les conditions de croissance des arbres et arbustes et donc d'enregistrer régionalement les variations du climat ou des phénomènes régis par le climat comme les variations du niveau de l'eau, l'historique des feux et l'évolution de formes liées à la formation ou à la dégradation du pergélisol.

Au cours de cette recherche d'informations, on n'a pas retrouvé de données sur des mammifères, des oiseaux ou des poissons dont le comportement ou les migrations auraient clairement révélé un changement climatique.

Parmi les 22 documents présentés en bibliographie, certaines séries continues (tableau 1) mériteraient d'être corrélées aux données climatologiques/météorologiques disponibles.

Tableau 1 Volume des principales données climatiques indirectes disponibles

Type de données	Variables	Nb de stations ou régions	Nb d'années
Couvert de glace et de neige	épaisseur du couvert (hebdomadaire)	6	<30
Hydrologie			
-débit	moyenne ?	48	6-56
-niveaux d'eau des mers	-hauteur des pleines et basses mers	3	20-80
	-niveaux moyens journaliers		
des lacs			
-embâcle/débâcle	-date de la première glace nouvelle permanente	7	<30
	-date de couverture de glace totale		
	-date des premières fissures		
	-date de l'eau libre de glace		
-dendrochronologie	croissance annuelle	6	>100

TRAITEMENT DES DONNÉES

Plusieurs conditions doivent être respectées pour que les données sérielles puissent être soumises à l'analyse de tendance. On doit d'abord s'assurer de l'homogénéité des données. Il est à prévoir que parmi les programmes de cueillette des données concernées ici, des changements dans les méthodes de mesures soient survenues au fil des années (e.g. changement de l'emplacement de certaines stations, renouvellement des appareils, etc.). Des entretiens avec les responsables des bases de données et des programmes de cueillette pourront permettre de mettre à jour les hétérogénéités. Si ces hétérogénéités sont importantes, il faudra utiliser les facteurs de correction adéquats, ou, si ce n'est pas possible, éliminer la série.

Les méthodes d'analyse numérique de série dans le contexte des changements climatiques sont bien établies. Quelques auteurs ont émis des recommandations à ce sujet, certaines s'appliquant spécifiquement aux données provenant des régions arctiques et subarctiques. Il est entre autres possible d'effectuer une présélection des indicateurs ou des stations à inclure dans l'analyse par des analyses préliminaires (analyse du rapport signal/bruit). Lorsque la qualité des données est assurée, que les séries disponibles sont d'une longueur adéquate, et que l'on a identifié les indicateurs et les stations les plus intéressants, on peut procéder aux analyses de tendance comme tel.

CONCLUSION

La recherche de documents concernant les tendances climatiques du nord québécois a révélé l'existence de peu de travaux sur la question. Les études basées sur des données empiriques, plutôt que des approches théoriques (prévisions d'impacts, modèles météorologiques) sont rares. On note toutefois que les études dendrochronologiques effectuées par les chercheurs du Centre d'études nordiques (Université Laval) suggèrent qu'un réchauffement climatique est survenu depuis le début de ce siècle. Ce réchauffement coïncide toutefois avec la fin du petit âge glaciaire et il n'est pas possible, pour l'instant, de discerner les composantes naturelles et anthropiques de ce phénomène.

Les données climatiques indirectes d'intérêt pour l'étude des tendances climatiques se divisent en trois (3) catégories:

- 1) données dendrochronologiques;
- 2) données hydrologiques (débits et niveaux);
- 3) données cryologiques (couverts de neige et de glace, embâcle, débâcle).

Des séries temporelles d'au moins quelques décennies sont disponibles dans chaque cas, et il apparaît, à prime abord, que ces données sont aptes à être utilisées pour des analyses de tendance.

BIBLIOGRAPHIE

Allard, M. et Seguin, M.K. 1987. The holocene evolution of permafrost near the tree line, on the eastern coast of Hudson Bay (northern Québec). Can J. Earth Sc., 24: 2206-2222.

Des données palyno-stratigraphiques reflètent un refroidissement majeur du climat à partir de 3 200 - 2 700 BP lequel culmina en une période d'aggradation du pergélisol entre 1 900 et 1 200 BP. Depuis, le pergélisol s'est surtout dégradé malgré l'occurrence possible d'autres périodes froides.

Allard, M., Seguin, M.K. et Lévesque, R. 1987. Palsas and mineral permafrost mounds in northern québec. Proc. First Intern. Symp. on Geomorphology, Manchester, U.K., 15-21 Sept.1985.

Des données thermiques et isotopiques indiquent que le pergélisol est présentement en équilibre avec le régime climatique. Cependant, l'équilibre thermique (des palses et buttes cryogènes) est contrôlé par la hauteur et la densité de la végétation qui contrôlent la distribution de la neige dans les sites. Depuis 150 ans la dégradation domine sur la formation et la croissance de palses et buttes cryogènes.

Bégin, Y. et Payette, S. 1988. Dendroecological evidence of lake-level changes during the last three centuries in subarctic Québec. Quaternary Research, 30: 210-220.

Du 17 ième siècle à aujourd'hui, les arbres sur le rivage du lac à l'Eau Claire ont été progressivement submergés par la hausse du niveau de l'eau qui a atteint son maximum dans ce siècle. La hausse du niveau de l'eau serait causée par des hivers avec plus de neige survenant en même temps qu'un réchauffement climatique.

Catchpole, A.J.W. et Ball. T.F. 1981. Analysis of historical evidence of climat change in western and northern Canada. Sylogenus 33:48-96.

Analyse des tendances climatiques basée sur les recueils historiques de la Compagnie de la Baie d'Hudson. Les données présentées incluent les dates d'embâcle et de débâcle d'estuaires de la Baie James (certains en Ontario), du détroit d'Hudson, ainsi que les dates des premières neiges et gelées. Les périodes couvertes sont variables (entre 1715 et 1940).

Couillard, L. et Payette, S. 1985. Évolution holocène d'une tourbière à pergélisol (Québec nordique). Can. J. Bot., 63: 1104-1121.

A compter de 2 700 BP, les plateaux palsiques et les paises apparaissent progressivement à la faveur de refroidissements climatiques qui se seraient produits peu après 2 700, 1 400, 1 100, 700 et 150 BP. Des dépressions thermokarstiques ont été formées vers 1 100 BP suite au passage d'un feu, tandis que d'autres sont apparues vers 340 BP et lors du réchauffement climatique récent.

Filion, L. et Payette, S. 1986. La formation de cernes pâles chez l'épinette noire (Picea marina Mill). BSP) à la limite latitudinale des forêts (Québec nordique). Naturalia Monspeliensia, colloque international sur l'arbre 1986, pp. 29-33.

Soixante-six pour cent des données de formation de cernes pâles correspondent à des années (ou triades) d'éruptions volcaniques majeures et les chutes de la température dans les régions subarctiques constituent une manifestation des effets climatiques à court terme du volcanisme.

Filion, L., Payette, S. et Gauthier, L. 1985. Analyse dendroclimatique d'un knummholz à la limite des arbres, lac Bush, Québec Nordique. Géogr. phys. et Quat., 39(2): 221-226.

Des subfossiles subarborescents ayant vécu entre la fin du XVe siècle et le début du XVIIe siècle et leur présence indique une période climatologique clémente entre 1500 et 1570 A.D. Ces arbres ont également enregistré le petit âge glaciaire (1570-1880 A.D.) avant de mal supporter le réchauffement climatique (XXe siècle). La courbe dendrochronologique représente les 500 dernières années.

Hydro-Québec, Base de données écologiques informatisées de la Société d'énergie de la Baie James.

Données hydrologiques, physico-chimiques et écologiques (26 variables) pour les bassins de La Grande 2, Opinaca et Caniapiscau, Les seules séries systématiques portent sur la période 1978-1984. Le système de consultation est présentement mis à jour.

Jacoby, G.C.Jr., 1983. A dendroclimatic study in the forest-tundra ecotone on the east shore of Hudson Bay, in: Tree line ecology, P.Morissette et S. Payette, eds. Proceeding of the Northern Québec tree line conference, Centre d'études Nordiques, Université Laval, Nordicana 47: 95-100.

Série dendrochronologique pour la région du Golfe de Richmond. Données portant sur la période 1681-1976.

Jacoby, G.C. et Ulan L.D. 1981. Review of dendroclimatology in the forest-tundra ecotone of Alaska and Canada.in: C.R. Harrington (éd.) climatic change in Canada, Syllogeus 33: musée national, pp. 97-128.

Montre que des informations relatives aux conditions de température et d'humidité sont enregistrées dans les anneaux des arbres des régions subarctiques. Les effets du petit âge glaciaire et ceux du réchauffement récent du l'Hémisphère Nord sont révélés par la croissance des arbres de plusieurs sites. Présente en appendice les collections de données dendrochronologiques recueillies en Amérique du Nord. 8 stations en sol québécois (dans zone d'étude). Les périodes couvertes vont de 1641 à 1974.

Laprise, D. et Payette, S. 1988. Évolution récente d'une tourbière à paises (québec subarctique): analyse cartographique et dendrochronologique. Can. J. Bot., 66: 2217-2227.

La dégradation du champ de paises a été plus importante entre 1957 et 1973 qu'entre 1973 et 1983. La dégradation du pergélisol, amorcée surtout à partir de 1880, s'est accentuée entre 1930 et 1965. En plus de la hausse des températures au 20 ième siècle, il semble que les conditions propices à la dégradation du champ de paises aient été liées de près à l'augmentation de l'enneigement au cours d'hivers plus doux.

Ministère de l'Environnement du Québec. Base de données hydrologiques. Direction des relevés aquatiques, Service de la gestion des données.

Ministère de l'Environnement du Québec. Base de données sur la qualité du milieu aquatique, Direction des relevés aquatiques, Services de la gestion des données.

Données sur des résultats d'analyse en laboratoire d'échantillons d'eau (surface, souterraine, précipitations). Environ 26 paramètres (métaux, alcalinité, etc.). Il s'agit en général de données éparses provenant d'études spécifiques. Quelques suivis de courte durée (6 ans ou moins).

Ministère des Pêches et Océans. Base de données sur le niveau d'eau. Service des données sur le milieu humain.

Données sur le niveau marin à 3 stations (Sept-Iles, Harrington Harbour et Innujuak). Heure et hauteur des pleines et basses mers, moyennes journalières du niveau d'eau.

Morin, A. et Payette, S. 1984. Expansion récente du mélèze à la limite des forêts (Québec nordique). Can. J. Bot., 62:1404-1408.

Des mélèzes sont apparus entre 1940 et 1970 à la faveur du récent réchauffement climatique. Le récent réchauffement du climat s'est davantage manifesté dans la végétation par une consolidation des populations arborescentes pré-existantes que par un changement dans la position de la limite des arbres.

Morin, H. et Payette, S. 1986. La dynamique récente des combes à neige du golfe de Richmond (Québec nordique): une analyse dendrochronologique. Can. J. Bot., 64: 2113-2119.

On a enregistré des périodes de surenneigement pendant le 20 ième siècle (1919, 1930-36, 1953-55, 1958-59, 1962-63, 1968, 1972, 1976-77, 1980-81. Par ailleurs la réduction de la croissance des arbres après 1970 est reliée au refroidissement du climat exprimé, entre autres, par un déneigement plus tardif

Parker, M.L., Jozsa, L.A., Johnson, S.G. et Bramhall, P.A. 1981. Dendrochronological studies on the coasts of James Bay and Hudson Bay. in: C.R. Harington (éd.) Climatic change in Canada, Syllogeus 33, musée national, pp. 129-173.

Revue des collections de données dendrochronologiques récoltées à Matagami, Radisson et Cri Lake. Les données couvrent la période 1700-1977. Certaines analyses n'étaient pas complétées: les données de Radisson et de Matagami ne sont pas présentées. Des données brutes et certaines compilations pour la région de Cri Lake sont fournies en annexe.

Payette, S. 1976. Succession écologique des forêts d'épinettes blanche et fluctuations climatiques, Poste-de-la-Baleine, Nouveau-Québec. Can. J. Bot., 54: 1394-1402.

Une courbe dendrochronologique des 300 dernières années a été confectionnée, où les parties creuses des courbes d'âge correspondent à des périodes climatiques défavorables et les pics à des périodes climatiques favorables.

Payette, S. et Fillion, L. 1985. White spruce expansion at the three line and recent climatic change. Can. J. For. Res., 15: 241-251.

Les épinettes blanches, situées à leur limite de distribution, ont entrepris une expansion d'importance au cours des 100 dernières années, suite au réchauffement du climat. Cette expansion s'est surtout manifestée entre 1920 et 1965. Les positions respectives des forêts et de la limite latitudinale des arbres n'ont pas significativement changé mais la limite altitudinale des arbres a augmenté localement de quelques dizaines de mètres. Les fluctuations de la limite des arbres du nord québécois, au cours de l'holocène, furent donc de faible amplitude et les changements climatiques ont eu plus d'influence sur le couvert forestier ou arborescent.

Payette, S., Fillion, L., Gauthier, L. et Boutin, Y. Secular climate change in old-growth tree-line vegetation of northern Quebec. nature, vol. 315, no 6015, pp. 135-138.

Le climat de l'hémisphère nord a changé depuis quelques siècles, comme le démontre l'épisode du petit âge glaciaire et la tendance à un réchauffement depuis les cent dernières années. Une courbe dendrochronologique couvre la période de 1398-1982.

Payette, S., Morneau, C., Sirois, L. et Despons, M. 1989. Recent fire history of the northern Quebec biomes. Ecology, 70 (3): 656-673.

Les grandes zones qui ont été brûlées, dans les années cinquantes, sont associées avec de grandes périodes de conditions sèches et chaudes.

Perrier, M.G. 1975. Influence des modifications de surface sur le climat (Région de la Baie James). Thèse de M.Sc., non publié Université McGill.

Utilise un modèle climatologique pour estimer les changements climatiques (température de l'air, précipitations, etc.) du territoire de la Baie James en fonction de la nature et de la superficie des surfaces modifiées (plans d'eau). Conclue que les changements anticipés sont faibles mais peuvent être importants près des sites perturbés.

