

Record Number: 1280
Author, Monographic: Fortin, J. P.//Morin, G.//Dupont, L.//Lacroix, J.//Leblanc, D.//Plante, B.
Author Role:
Title, Monographic: Étude du réseau météorologique du Québec en vue de sa rationalisation.
Tome 4 : analyse du réseau d'acquisition des températures minimales
journalières

Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1980
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: viii, 101
Packaging Method: pages
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 127
Location/URL:
ISBN: 2-89146-124-X
Notes: Rapport annuel 1979-1980
Abstract: Rapport rédigé pour Environnement Québec
15.00\$
Call Number: R000127
Keywords: rapport/ ok/ dl

ETUDE DU RESEAU METEOROLOGIQUE
DU QUEBEC EN VUE DE SA RATIONALISATION
Tome 4: Analyse du réseau d'acquisition
des températures minimales
journalières

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 127
1980

Rapport rédigé pour
Environnement Québec

par

J.-P. Fortin, G. Morin, L. Dupont,
J. Lacroix, D. Leblanc et B. Plante

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec GIV 4C7

ETUDE DU RESEAU METEOROLOGIQUE
DU QUEBEC EN VUE DE SA RATIONALISATION
Tome 4: Analyse du réseau d'acquisition
des températures minimales
journalières

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 127
1980

Rapport rédigé pour
Environnement Québec

par

J.-P. Fortin, G. Morin, L. Dupont,
J. Lacroix, D. Leblanc et B. Plante

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec GIV 4C7



TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
REMERCIEMENTS	i
TABLE DES MATIERES	ii
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	vi
CHAPITRE 1 - INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2 - TRAITEMENT DES DONNEES ENTREES DANS L'ANALYSE	4
2.1 Description des rubans de base	5
2.2 Banques de travail	5
2.3 Traitement des températures minimales journalières	7
2.4 Traitement des températures minimales mensuelles	11

CHAPITRE 3 - ESTIMATION DES ECARTS TYPES PONCTUELS	23
3.1 Températures minimales journalières	24
3.1.1 Eté	24
3.1.1.1 Définition des régions	24
3.1.1.2 Analyse du réseau région par région	27
3.1.2 Hiver	48
3.1.2.1 Définition des régions	48
3.1.2.2 Analyse du réseau région par région	51
3.2 Températures minimales mensuelles	66
3.2.1 Eté	66
3.2.1.1 Définition des régions	66
3.2.1.2 Analyse du réseau région par région	70
3.2.2 Hiver	83
3.2.2.1 Définition des régions	83
3.2.2.2 Analyse du réseau région par région	85

	<u>PAGE</u>
CHAPITRE 4 - RECOMMANDATIONS GENERALES SUR LE RESEAU D'ACQUISITION DES TEMPERATURES JOURNALIERES	97
4.1 Identification de zones d'écarts types relativement élevés	98
4.2 Rationalisation du réseau dans le Nouveau-Québec	99
4.3 Rationalisation du réseau à des fins spécifiques	100

LISTE DES TABLEAUX

	<u>PAGE</u>
2.1	Tableau des banques de travail des températures minimales journalières et mensuelles 8
2.2	Caractéristiques de la composante cyclique annuelle des températures minimales 13
3.1	Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minima- les journalières en été 30
3.2	Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minima- les journalières en hiver 53
3.3	Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minima- les mensuelles en été 71
3.4	Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minima- les mensuelles en été 88

LISTE DES FIGURES

		<u>PAGE</u>
3.1	Fonction de structure des températures minimales journalières en été, région: Saguenay - Côte-Nord	28
3.2	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en été, région: Saguenay - Côte-Nord	31
3.3	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en été	32
3.4	Fonction de structure des températures minimales journalières en été, région: Estrie - Mauricie	36
3.5	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en été, région: Estrie - Mauricie	38
3.6	Fonction de structure des températures minimales journalières en été, région: Outaouais	41
3.7	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en été, région: Outaouais	42
3.8	Fonction de structure des températures minimales journalières en été, région: Abitibi - Lac Mistassini	45
3.9	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en été, région: Abitibi - Lac Mistassini	46

	<u>PAGE</u>
3.10	Fonction de structure des températures minimales journalières en hiver, région: Lac St-Jean - Côte-Nord 52
3.11	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en hiver, région: Lac St-Jean - Côte-Nord 55
3.12	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en hiver 56
3.13	Fonction de structure des températures minimales journalières en hiver, région: Outaouais - Estrie 59
3.14	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en hiver, région: Outaouais - Estrie 60
3.15	Fonction de structure des températures minimales journalières en hiver, région: Abitibi-Témiscamingue 63
3.16	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales journalières en hiver, région: Abitibi-Témiscamingue 64
3.17	Fonction de structure des températures minimales mensuelles en été, région: Est du Québec 72
3.18	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales mensuelles en été, région: Est du Québec 73
3.19	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales mensuelles en été 74

	<u>PAGE</u>
3.20	Fonction de structure des températures minimales mensuelles en été, région: Ouest du Québec 78
3.21	Fonction de structure des températures minimales mensuelles en été, sous-région: Estrie 79
3.22	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales mensuelles en été, région: Ouest du Québec 81
3.23	Fonction de structure des températures minimales mensuelles en hiver, région: Lac Mistassini - Côte-Nord 87
3.24	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales mensuelles en hiver, région: Lac Mistassini - Côte-Nord 89
3.25	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales mensuelles en hiver 90
3.26	Fonction de structure des températures minimales mensuelles en hiver, région: Outaouais - Estrie 93
3.27	Ecart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations, pour les températures minimales mensuelles en hiver, région: Outaouais - Estrie 94

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

L'objectif de ce tome est de présenter les résultats de l'analyse du réseau d'acquisition des températures minimales journalières de l'air, par les composantes principales et l'interpolation optimale. Il importe de préciser immédiatement que nous aurions pu choisir tout aussi bien de traiter les températures maximales journalières plutôt que les températures minimales, les deux mesures étant réalisées aux stations climatologiques avec observateur. Comme toutefois ces deux mesures sont régulièrement utilisées pour déterminer la température moyenne journalière, nous avons préféré retenir la variable qui nous semblait avoir la plus forte variation spatiale, c'est-à-dire la température minimale journalière. Cette dernière est en effet beaucoup plus tributaire de son environnement que la température maximale.

A l'intérieur d'une masse d'air, la variation spatiale des températures est beaucoup plus faible que celle des précipitations, si nous ne tenons pas compte des variations micro-climatiques. Aussi, n'est-il pas étonnant de constater, comme nous le verrons au chapitre 3, que les régions homogènes définies grâce à l'analyse des données par les composantes principales, sont généralement beaucoup plus étendues que dans le cas des précipitations.

Dans le but de prendre en compte le plus possible la variabilité spatiale et temporelle des températures minimales, tout en sachant qu'elle est beaucoup plus faible que celle des précipitations, nous avons séparé les données en deux "saisons", l'été et l'hiver, et, pour chacune de ces "saisons", nous avons déterminé les limites des régions considérées comme statistiquement homogènes.

Pour une saison et une région données, nous présentons la fonction de structure des températures minimales journalières, dont nous déduisons tout d'abord l'écart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations d'un réseau à mailles régulières triangulaires. De plus, nous analysons la variation spatiale de l'écart type d'interpolation obtenu, avec le réseau existant le 1er janvier 1978.

Les aspects théoriques concernant les méthodes analytiques utilisées ayant été traités au chapitre 5 du tome 1, nous ne reviendrons pas sur ces aspects ici, mais nous y référons, lorsque le besoin s'en fera sentir. D'autre part, nous exposerons au chapitre 2 le mode de désaisonnalisation des températures journalières, que nous avons choisi pour notre étude.

Des renseignements complémentaires, pouvant aider à l'analyse des résultats présentés dans ce tome, sont contenus dans les rapports des organismes impliqués dans l'étude et seront cités en cours de rapport, lorsque nécessaire.

CHAPITRE 2

TRAITEMENT DES DONNEES ENTREES DANS L'ANALYSE

2.1 DESCRIPTION DES RUBANS DE BASE

Les données de base sont les mêmes que dans le cas des précipitations liquides et neigeuses (tomes 2 et 3); elles sont donc contenues sur bandes magnétiques. Les relevés quotidiens de température minimale sont ainsi contenus à l'intérieur de vecteurs codés. Ces vecteurs contiennent aussi les paramètres d'identification de la station météorologique concernée et sont classés par ordre croissant de numéro fédéral de station puis par année à l'intérieur d'une station. Les observations couvrent des périodes de longueur variable, continues ou non, depuis la date d'ouverture de la station jusqu'à la fin de l'année 1975 ou jusqu'à la fermeture définitive de celle-ci, si elle s'est produite avant.

2.2 BANQUES DE TRAVAIL

Les banques de travail des températures minimales journalières et mensuelles (moyennes) s'étendent respectivement sur les périodes de 1971 à 1975 et de 1962 à 1975 pour les mêmes raisons qui ont guidé notre choix de ces périodes pour les autres réseaux de mesures (pluie et neige). Comme dans le cas des chutes de neige journalières, nous incluons dans la banque de travail des températures minimales journalières, toute station n'ayant plus d'une année manquante, résultat d'une absence d'observations ou d'une hétérogénéité dans les séries chronologiques. Le seuil significatif d'une cassure est de nouveau fixé à 90%. Outre le niveau significatif de chacune des cassures, le fichier préparé par le Service de météorologie contient les facteurs de correction pouvant servir à l'homogénéisation des périodes considérées¹. Toutefois, un nouveau problème apparaît lors de l'utilisation inconditionnelle de ces facteurs pour "corriger", c'est-à-dire homogénéiser les périodes étudiées. Et ce problème, c'est la fiabilité, le degré de confiance que l'on doit attribuer à ceux-ci. En effet, est-il raisonnable de croire que l'on puisse multiplier des moyennes mensuelles de température

¹ La description de l'utilisation de ces facteurs pour fins "d'homogénéisation" ayant déjà été faite au tome 3, nous éviterons de la reprendre.

minimale par deux ou par trois (ou même plus) dans un but d'homogénéisation? Pourtant, nous avons été souventes fois confrontés à de tels facteurs ou à des facteurs inférieurs à 0,5. Les valeurs calculées de certains facteurs, dû principalement à un nombre insuffisant d'observations entre les cassures, sont donc irréalistes ou, à tout le moins, douteuses. Nous avons donc rejeté les facteurs non inclus dans l'intervalle 0,7 à 1,3 et considéré ces cassures comme "irréparables".

Une tolérance identique à celle choisie pour la banque de travail des précipitations de neige mensuelles, soit deux années, ayant été définie, une telle cassure (dite irréparable) survenue après 1964 mais antérieure à 1973 provoque l'exclusion de la station de la banque de travail des températures mensuelles. De même que l'existence simultanée de deux cassures de ce type à chacune des extrémités de la période peut mener au même résultat. Statistiquement, 18 stations ont été éliminées à cause des facteurs de correction inacceptables. En effet, dans un premier temps, nous avons sélectionné les stations des rubans de base sur le seul critère du nombre d'années d'observations disponibles et formé une première banque (banque "A" dans le tableau 2.1) de 221 stations. A partir de cette banque, nous avons entrepris l'homogénéisation des valeurs moyennes mensuelles (en degrés Celsius) tout en vérifiant les facteurs de correction et le niveau des cassures. Lorsque les facteurs ne respectaient pas la norme (0,7 - 1,3), nous avons tronqué la période la plus courte des deux périodes hétérogènes déterminées par cette cassure, puis vérifié si le nombre d'années de ladite période est suffisant (au moins douze). Par exemple, les stations Barrière Stoneham (7010478) et Mont-Louis (7055200) apparaissent dans la banque A mais n'ont pas été retenues dans la banque de travail. La station Barrière Stoneham (7010478) possède des données de 1963 à 1975; elle a toutefois une cassure (niveau: 100%) en 1973 dont le facteur de correction est 0,508, ce qui entraîne l'exclusion des années 1974 et 1975 et, conséquemment, le rejet de la station¹. Quant à la station Mont-Louis (7055200), c'est une cassure en janvier 1970

¹ L'absence de l'année 1962 porte à trois le nombre d'années manquantes, dépassant ainsi la limite admise.

(niveau: 99%) avec un facteur de correction de 1,769 qui cause le rejet. Le tableau 2.1 ci-dessus montre la répartition des stations dans les diverses banques. On remarque que la banque des températures minimales journalières (1971-1975) contient un nombre nettement supérieur de stations. Deux causes expliquent cet écart: la présence de cassures avec des facteurs de correction inutilisables et l'ouverture de nouvelles stations vers le milieu ou la fin des années soixante ou au début de 1970 ou 1971. Les stations Daveluyville (702A9ND) et Brome (7020840) notamment, ouvertes respectivement en septembre 1966 et mai 1968, apparaissent dans la banque 1971-1975 mais ne sont pas dans l'autre.

2.3 TRAITEMENT DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES

Les séries chronologiques de températures minimales journalières ont fait l'objet d'une étude différente. Cette étude a été rendue nécessaire par l'inefficacité du traitement habituel en composantes principales et du calcul des fonctions de structure. La composante interannuelle représentant environ 80% de la variance totale, il devenait pratiquement impossible de distinguer des régions homogènes à partir des séries.

Parmi les diverses méthodes disponibles, nous avons choisi d'ajuster un polynôme trigonométrique en déterminant les coefficients par la méthode des moindres carrés. L'équation (Bloomfield, 1976) est donc:

$$x(t) = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j \cos(\omega_j t) + b_j \sin(\omega_j t) + \epsilon$$

où:

$x(t)$ ($t = 1, 2, \dots, n$) = série chronologique de n observations;

ω_j : fréquences de la série Fourier;

TABLEAU 2.1 Tableau des banques de travail des températures minimales journalières et mensuelles.

REGION	BANQUES DE TRAVAIL DES TEMPERATURES JOURNALIERES 1971-1975	BANQUE DE TRAVAIL DES TEMPERATURES MENSUELLES 1962-1975	BANQUE A	NOMBRE DE STATIONS COMMUNES AUX BANQUES (jour. et mens.)
701	32	24	28	20
702	70	55	59	47
703	26	23	24	20
704	20	14	14	9
705	52	43	50	36
706	20	22	22	17
707	4	5	5	3
708	9	4	6	3
709	7	9	9	6
710	1	2	2	1
711	1	2	2	1
TOTAL	242	203	221	163

a_j : coefficients des cosinus de la série de Fourier;

b_j : coefficients des sinus de la série de Fourier;

ϵ : erreur;

k : nombre de fonctions trigonométriques élémentaires.

De plus, nous avons fixé la période à 365,25 jours. Lors d'essais préliminaires, celle-ci a été ajustée à partir de la densité spectrale par itérations successives (algorithme de Brent (1973) et les valeurs obtenues à diverses stations voisinaient la valeur fixée ultérieurement: 366,38 à la station Charlesbourg (7011308) et 365,79 à la station Chute Panet (7011600). Deux problèmes fondamentaux de la transformée de Fourier, soit le repliement de spectre dû à un échantillonnage trop restreint et le recouvrement de spectre causé par le fait qu'il y a un nombre fini de données sont considérablement réduits par l'utilisation d'un très grand nombre d'observations, plusieurs séries comportant au-delà de 1 000 observations.

Nous n'avons toutefois pas tenu compte de la modulation de l'amplitude, plus importante en hiver, ce qui peut occasionner un déplacement du spectre. Les effets néfastes de la non-utilisation de ce filtre sont cependant diminués par le traitement par saison des séries. Les calculs des coefficients tiennent également compte de la possibilité de corriger leurs valeurs en fonction de la fenêtre. Nous avons donc recherché une valeur d'amplitude et une phase pour une période fixée à 365,25 jours, la phase étant calculée par rapport à la première journée de la série chronologique la plus longue. La correction de la phase ramenait les séries au premier janvier 1971 (début de la banque de travail) en utilisant les propriétés des fonctions trigonométriques pour effectuer une translation. Nous avons ainsi un modèle uniforme pour la suite du traitement.

Les calculs d'ajustement, pour être suffisamment précis, doivent porter sur des séries d'une longueur au moins égale à la période (365,25 jours) afin d'éviter une trop grande oscillation des valeurs. Certaines stations

de la banque de travail 1971-1975 des températures minimales journalières ne pourront donc être utilisées parce qu'elles ne possèdent pas de séries continues d'une longueur satisfaisante. C'est le cas notamment des stations Kipawa - Laniel (7083480) et Taschereau (7098360). D'autres, telle la station Saint-Malo d'Auckland (7027520), possèdent deux périodes de longueur satisfaisante entre 1971 et 1975 et l'ajustement d'un polynôme trigonométrique à ces deux séries a été effectué. Les paramètres correspondant à la série la plus longue ont toutefois été retenus dans les calculs des résidus. Les résultats de ces ajustements trigonométriques apparaissent au tableau 2.2 ci-dessous. Le nombre de stations est ainsi réduit à 203. Une nouvelle banque, celle des résidus, est formée: nous enlevons la valeur calculée par le polynôme trigonométrique d'ajustement pour la station concernée à la valeur observée pour chacune des journées de la période 1971-1975. Les données manquantes sont évidemment conservées.

Conformément aux conclusions de Desrochers et al., (1980), un intervalle de trois (3) jours doit être prévu afin d'assurer l'indépendance des événements. L'hiver, défini du 1er novembre au 15 avril, compte donc 43 données par année (1 observation suivie d'un saut de trois (3) jours); l'été, du 15 mai au 15 octobre, compte 38 données par année. Une tolérance de 40 données manquantes (sur 215 possibles) en hiver et de 33 données manquantes en été (sur 190 possibles) a permis de retenir des listes d'environ 125 stations dont la répartition permet d'étudier la structure spatiale de la température minimale journalière. La banque des résidus est aussi utilisée avec le même intervalle de trois (3) jours pour le calcul des fonctions de structure. Les mêmes tolérances y sont appliquées.

Soulignons, en terminant, qu'outre la modulation de l'amplitude, d'autres sources de bruit sont présentes et affectent le signal. Les conditions locales ("le micro-climat") et l'altitude de la station en sont des exemples. Une autre possibilité intéressante s'offre par l'utilisation exhaustive des résultats de l'analyse de Fourier. On pourrait ainsi calculer les coefficients après avoir enlevé la composante fondamentale et la modulation de l'amplitude. Les 50 ou 100 premiers coefficients de la transformée de

Fourier rapide¹ pourraient alors être directement employés pour l'analyse en composantes principales plutôt que les quelque 190 ou 215 observations autrement nécessaires.

2.4 TRAITEMENT DES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES

Les températures mensuelles moyennes (minimales) ont fait l'objet d'un traitement différent. Comme nous l'avons déjà indiqué à la section 2.2, une première banque (banque A) a d'abord été formée en sélectionnant les stations possédant des observations lors d'au moins douze des quatorze années de la période 1962-1975. Puis, à partir de cette banque où les données sont conservées au pas de temps journalier et, sous forme codée, en degrés Fahrenheit, nous avons sélectionné les stations en homogénéisant les périodes lorsque la valeur du facteur de correction est acceptable. Dans le cas contraire, une période d'observation plus ou moins longue est tronquée et ceci peut mener au rejet de la station (s'il y a plus de deux années exclues). En plus de l'homogénéisation des moyennes mensuelles des périodes retenues, la conversion en degrés Celsius est effectuée et ce sont ces moyennes mensuelles homogénéisées que l'on a enregistrées dans la banque de travail.

Nous avons également tenu compte des événements lors de la formation de cette banque. Ainsi, puisque nous nous intéressons aux mois de janvier et de février pour la saison d'hiver, les deux premiers épisodes, débutant respectivement le premier et le trente-et-unième jour de chaque année, comptent 30 et 29 jours. Ce deuxième épisode, pour chacune des années, fait exception et il est le seul qui ne comporte pas 30 jours (à cause du mois de février qui est plus court). De même, pour représenter l'été, les septième et huitième épisodes de chaque année débutent au 175ième jour et au 205ième jour, soit le 23 juin et le 22 juillet. Cette période de 60 jours comprend généralement les maxima du cycle et l'ensemble des valeurs quotidiennes observées sont plus élevées qu'à tout autre moment dans l'année.

¹ Fast Fourier transform. Voir Bergland (1969) et Brigham (1974).

A raison de deux épisodes pour chacune des saisons et des années de la période étudiée (1962-1975), soit les deux premiers pour l'hiver et les septième et huitième pour l'été, nous avons donc une possibilité de 28 observations pour l'une et l'autre de ces saisons. Ayant fixé à quatre (4) manques la tolérance afin d'assurer un minimum d'observations communes pour le calcul des corrélations, 84 stations en hiver et 83 stations en été ont été retenues pour les dernières étapes du traitement. Outre la sous-représentation des régions 707, 708 et 710 et l'absence lors des deux saisons de stations de la région 711, la piètre conditionnement de la matrice des corrélations reste à souligner. Ceci entraîne une certaine instabilité dans les résultats, surtout aux limites des régions, ainsi que l'apparition de sous-régions ou de phénomènes locaux (en été, principalement) difficiles à analyser. Le calcul des fonctions de structure en été rencontre les mêmes obstacles: une assez grande dispersion des nuages de points sans qu'il soit toujours possible d'identifier clairement les sources et la nature du bruit. Nous avons tenté de tenir compte de ces faits dans l'analyse des résultats et d'en dégager les enseignements qu'ils suggèrent.

TABLEAU 2.2 CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE (M)	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE* (RAD)	(JOURS)	DATE DU MINIMUM
1	7011308	46.900	71.300	CHARLESBOURG-JAR	152.40	-1.913	365.250	15.882	2.7461	159.63	22.99
2	7011600	46.867	71.867	CHUTE-PANET	152.40	-2.613	365.250	15.727	2.7580	160.33	22.30
3	7011947	45.317	74.167	COTEAU-DU-LAC	49.38	.318	365.250	15.478	2.7566	160.24	22.38
4	7012240	46.867	71.650	DUCHESNAY	166.12	-1.488	365.250	15.490	2.7572	160.28	22.35
5	7013100	46.667	72.600	HEROUXVILLE	137.16	-1.914	365.250	15.350	2.7636	160.65	21.97
6	7013678	46.667	72.867	LAC-MINUGAMI	259.08	-2.452	365.250	16.409	2.7532	160.04	22.58
7	7014160	45.817	73.433	L'ASSUMPTION-COA	21.03	-.056	365.250	15.691	2.7526	160.01	22.61
8	7014260	45.933	73.317	LAVALTRIE-COA	30.48	.069	365.250	15.609	2.7646	160.71	21.91
9	7014290	45.300	74.050	LES CEDRES	47.24	2.206	365.250	15.111	2.7206	158.15	24.47
10	7015730	45.500	74.067	OKA	91.44	-.175	365.250	14.995	2.7605	160.47	22.16
11	7016294	46.800	71.383	QUEBEC-A	73.15	-.976	365.250	15.379	2.7642	160.68	21.94
12	7016470	45.517	74.367	PIGARD	45.72	1.130	365.250	15.558	2.7506	159.90	22.73
13	7016800	46.717	72.083	SAINT-ALBAN	76.20	-1.359	365.250	16.061	2.7516	159.95	22.67
14	7016810	46.433	73.150	SAINT-ALEXIS-DES	158.19	-3.695	365.250	16.337	2.7578	160.31	22.31
15	7016900	46.733	71.500	SAINT-AUGUSTIN	57.91	-.271	365.250	15.404	2.7418	159.39	23.24
16	7016932	46.850	71.617	SAINTE-CATHERINE	152.40	-1.851	365.250	15.551	2.7507	159.90	22.72
17	7017032	45.383	74.250	SAINT-CLET-NORD	60.96	.229	365.250	14.676	2.7676	160.89	21.74
18	7017080	46.283	73.750	SAINT-COME	259.08	-3.261	365.250	15.890	2.7513	159.94	22.69
19	7017100	46.317	74.217	SAINT-DONAT	400.81	-2.320	365.250	16.059	2.7212	158.19	24.44
						-2.172	365.250	15.345	2.6869	156.19	26.43
20	7017270	46.300	73.383	SAINT-GABRIEL-DE	198.12	-.842	365.250	15.838	2.7432	159.47	23.16
21	7017380	45.950	73.583	SAINT-JACQUES	57.91	-.363	365.250	15.996	2.7729	161.19	21.44
22	7017480	45.850	73.750	SAINT-LIN-DES-LA	64.01	-.852	365.250	15.924	2.7772	161.44	21.18

* LA PHASE EN JOURS REPRESENTE L'INTERVALLE ENTRE LE MAXIMUM DU CYCLE ET LA FIN DE LA PERIODE.

TABLEAU 2.2 A- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	PHASE (JOURS)	DATE DU MINIMUM
23	7017640	46,417	73,017	SAINT-PAULIN	167,03	-1,516	365,250	15,727	2,7169	157,94	24,69
24	7017755	45,650	73,883	SAINTE-THERESE-U	60,96	,261	365,250	15,315	2,7695	160,99	21,63
25	7017760	46,733	72,567	SAINT-TITE	141,73	-1,731	365,250	15,920	2,7311	158,77	23,86
26	7018000	46,567	72,717	SHAWNIGAN	93,27	-,054	365,250	15,701	2,7389	159,21	23,41
27	7018564	46,367	72,000	TROIS-RIVIERES	53,34	-,222	365,250	15,692	2,7579	160,32	22,30
28	7018577	46,950	71,500	VALCARTIER-FES	184,40	-1,953	365,250	15,332	2,7460	159,63	23,00
29	702A9ND	46,200	72,133	DAVELUYVILLE	83,82	-,751	365,250	15,364	2,7784	161,51	21,11
						-,770	365,250	14,829	2,7268	158,51	24,11
30	7020040	45,033	72,667	AMERCORN	149,35	-,574	365,250	14,641	2,7417	159,38	23,25
31	7020360	45,767	71,950	ASBESTOS	228,60	,905	365,250	14,556	2,7583	160,34	22,28
32	7020560	46,200	70,767	BEAUCEVILLE	160,02	-,816	365,250	14,586	2,7547	160,13	22,49
33	7020570	46,350	72,433	RECANCOUR	12,19	-,342	365,250	15,312	2,7489	159,80	22,83
34	7020828	45,400	72,267	RONSECOURS	297,18	-,222	365,250	14,466	2,7514	159,94	22,68
35	7020840	45,183	72,567	BROME	205,74	1,607	365,250	15,384	2,7695	160,99	21,63
36	7020860	45,500	71,967	BROMPTONVILLE	129,54	,415	365,250	14,731	2,7599	160,44	22,19
37	7021918	45,417	71,633	COOKSHTRF	212,75	-,545	365,250	14,255	2,7393	159,24	23,39
38	7022160	45,883	72,483	DRUMMONDVILLE	82,30	1,346	365,250	15,290	2,7543	160,11	22,51
39	7022280	45,483	71,667	FAST ANGUS	188,98	-1,251	365,250	14,411	2,7371	159,11	23,51
40	7022306	45,267	71,433	FATON SECOND HRA	491,64	,186	365,250	14,656	2,7454	159,59	23,03
41	7022320	45,300	72,933	FARNHAM	68,58	,623	365,250	15,628	2,7648	160,72	21,90
						,993	365,250	14,620	2,7600	160,44	22,18
42	7022375	45,800	73,000	FLEURY	30,48	,020	365,250	15,781	2,7856	161,93	20,70
						,672	365,250	14,854	2,7443	159,53	23,10

TABLEAU 2.2 B- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	PHASE (JOURS)	DATE DU MINIMUM
43	7022800	45,383	72,700	GRANBY	167,64	1,700	365,250	14,585	2,7598	160,43	22,20
44	7023070	45,867	72,450	HEMMINGS FALLS	86,87	1,166	365,250	14,990	2,7906	162,22	20,41
45	7023075	45,050	73,650	HEMMINGFORD FOUR	70,10	,975	365,250	14,484	2,7627	160,60	22,02
46	7023240	45,083	74,183	HUNTINGDON	48,77	,872	365,250	15,297	2,7289	158,64	23,99
47	7023270	45,317	73,250	IBERVILLE	30,48	2,595	365,250	14,811	2,7590	160,39	22,24
48	7023312	45,383	71,467	ISLAND BROOK	345,64	-1,515	365,250	14,562	2,7285	158,61	24,01
49	7024000	45,833	71,083	LAMBTON	365,76	-,897	365,250	14,996	2,7562	160,22	22,40
50	7024080	45,400	71,250	LA PATRIE	381,00	-1,550	365,250	14,564	2,7308	158,75	23,88
51	7024256	45,533	73,700	LAVAL-DES-RAPIDE	36,58	2,099	365,250	15,280	2,7578	160,31	22,31
52	7024263	45,417	71,433	LAWRENCE	417,27	-,764	365,250	14,219	2,7122	157,66	24,96
53	7024400	45,417	73,933	MACDONALD COLLEGE	27,43	1,707	365,250	14,994	2,7430	159,45	23,17
54	7024440	45,267	72,117	MAGOG	266,70	1,257	365,250	14,078	2,7787	161,53	21,10
55	7024624	45,333	71,400	MAPLE LEAF EAST	444,70	,340	365,250	14,442	2,7519	159,97	22,66
56	7024920	45,583	71,117	MILAN	481,58	-1,891	365,250	14,398	2,7343	158,95	23,68
57	7025250	45,467	73,750	MONTREAL-INTERNA	36,27	1,209	365,250	15,093	2,7653	160,75	21,88
58	7025257	45,567	73,550	MONTREAL-JARDIN-	45,72	2,711	365,250	14,585	2,7784	161,51	21,11
59	7025260	45,500	73,617	MONTREAL-JEAN-RR	132,59	3,053	365,250	15,067	2,7540	160,10	22,53
60	7025280	45,500	73,583	MONTREAL-MCGILL	57,00	3,645	365,250	15,243	2,7438	159,50	23,12
61	7025440	46,217	72,617	NICOLET	21,34	,420	365,250	15,860	2,7538	160,08	22,54
62	7025745	45,117	74,050	ORMSTOWN	45,72	1,497	365,250	14,688	2,7508	159,91	22,72
63	7026739	46,133	71,167	SACRE-COEUR-DE-M	467,87	-1,036	365,250	15,200	2,7780	161,49	21,13
64	7026836	45,133	74,350	SAINTE-ANICET	53,34	1,148	365,250	15,100	2,7384	159,19	23,44
						1,673	365,250	14,460	2,7332	158,88	23,74

TABEAU 2.2 C- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	PHASE (JOURS)	DATE DU MINIMUM
65	7026915	46,050	70,800	SAINT-RENOIT-LAB	304,80	-1,533	365,250	14,850	2,7493	159,82	22,80
66	7027040	45,167	73,683	SAINTE-CLOTILDE-	56,39	1,084	365,250	14,581	2,7502	159,87	22,75
67	7027083	46,050	70,517	SAINT-COME-DE-LI	243,84	-2,084	365,250	14,952	2,7439	159,51	23,12
68	7027200	46,067	70,967	SAINT-EPHREM	312,42	-1,578	365,250	14,946	2,7482	159,76	22,87
69	7027267	46,483	71,933	SAINTE-FRANCOISE	91,44	-,948	365,250	15,321	2,7730	161,20	21,43
70	7027277	45,867	70,617	SAINT-GEDEON	281,94	-1,623	365,250	14,397	2,7344	158,95	23,67
71	7027280	45,483	73,867	SAINTE-GENEVIEVE	22,86	1,943	365,250	15,478	2,7337	158,91	23,71
72	7027302	45,883	72,767	SAINT-GUILLAUME	44,20	-,058	365,250	15,182	2,7575	160,30	22,33
73	7027320	45,517	73,417	SAINT-HUBERT-A	27,13	,618	365,250	14,493	2,7990	162,71	19,91
74	7027361	45,617	72,967	SAINT-HYACINTHE-	31,09	1,774	365,250	14,873	2,7856	161,93	20,69
75	7027391	46,717	71,217	SAINT-JEAN-CHRYS	53,34	-1,491	365,250	15,399	2,7625	160,59	22,04
76	7027516	45,750	70,683	SAINT-LUDGER	327,66	-,758	365,250	14,588	2,7793	161,57	21,06
77	7027520	45,200	71,500	SAINT-MALO-D'AUC	536,45	,403	365,250	14,836	2,7628	160,60	22,02
						,455	365,250	14,064	2,7371	159,11	23,51
78	7027560	45,350	73,533	SAINT-MATHIEU	30,48	1,616	365,250	14,138	2,8019	162,88	19,74
79	7027593	46,350	70,650	SAINT-ODILON	358,14	-1,826	365,250	15,003	2,7544	160,12	22,51
80	7027660	46,217	70,500	SAINT-PROSPER	289,56	-2,380	365,250	15,015	2,7374	159,13	23,50
81	7027690	45,283	73,600	SAINT-REMI	53,34	1,173	365,250	14,623	2,7587	160,37	22,26
82	7027785	46,117	70,383	SAINT-ZACHARIE	480,06	-1,808	365,250	15,115	2,7666	160,83	21,80
83	7027802	45,367	71,533	SAWYERVILLE-NORD	345,95	,411	365,250	14,103	2,7595	160,41	22,21
84	7027840	46,500	71,083	SCOTT	144,78	-1,158	365,250	15,539	2,7434	159,48	23,15
85	7028200	46,033	73,117	SOPEL	14,63	1,393	365,250	15,541	2,7574	160,29	22,34
86	7028280	45,017	72,100	STANSTEAD	312,42	,132	365,250	14,159	2,7441	159,52	23,11

TABEAU 2.2 D- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	(JOURS)	DATE DU MINIMUM
87	7028295	45,150	72,633	SUTTON-JONCTION	213,36	,749	365,250	14,530	2,7596	160,42	22,20
88	7028441	46,100	71,367	THETFORD MINES	426,72	-,792	365,250	15,243	2,7553	160,17	22,46
89	7028676	46,383	70,933	VALLEE-JONCTION	152,40	-1,481	365,250	15,590	2,7546	160,13	22,50
90	7028700	45,783	73,350	VERCHERES	15,24	1,307	365,250	15,070	2,7545	160,12	22,50
91	7028906	45,400	71,300	WEST DITTON	507,80	-,437	365,250	14,476	2,7458	159,62	23,01
92	7030170	45,517	75,517	ANGERS	60,66	-,618	365,250	15,382	2,7432	159,47	23,16
93	7030310	45,950	74,617	ARUNDEL	191,41	-2,308	365,250	15,880	2,7482	159,76	22,87
						-2,381	365,250	14,403	2,7375	159,14	23,49
94	7030874	45,583	75,417	BUCKINGHAM	137,16	,207	365,250	15,489	2,7282	158,60	24,03
95	7031360	45,517	75,783	CHELSEA	112,47	,648	365,250	15,770	2,7130	157,71	24,91
96	7032370	46,700	75,450	FERME-NEUVE	213,36	-2,719	365,250	17,080	2,7468	159,68	22,95
97	7032997	45,850	74,633	HARRINGTON FRES	182,88	-1,543	365,250	15,422	2,7295	158,67	23,96
98	7033650	45,650	74,333	LACHUTE	91,44	-,071	365,250	15,121	2,7688	160,95	21,67
99	7033700	45,933	74,300	LAC-SAINT-DENIS-	406,30	-2,246	365,250	15,841	2,7230	158,29	24,33
100	7033940	46,400	74,783	LA MACAZA-A	245,06	-3,822	365,250	15,884	2,7348	158,98	23,65
101	7034480	46,367	75,983	MANIWAKI	170,38	-2,272	365,250	15,781	2,7254	158,43	24,19
102	7034635	45,533	75,417	MABSON	54,86	-,157	365,250	14,755	2,7295	158,67	23,96
103	7035110	45,700	74,933	MONTEBELLO-SEDBE	196,60	-,136	365,250	14,592	2,7716	161,12	21,51
104	7035112	45,650	74,950	MONTEBELLO-SEIGN	52,43	-,117	365,250	15,197	2,7279	158,58	24,05
105	7035160	46,550	75,533	MONT-LAURIER	243,84	-2,089	365,250	16,152	2,7459	159,63	23,00
106	7035520	46,383	75,050	NOMININGUE	274,32	-3,313	365,250	15,572	2,7387	159,21	23,42
107	7036762	46,050	74,283	SAINTE-AGATHE-DE	394,72	-2,247	365,250	15,220	2,7540	160,09	22,53
108	7037310	45,983	74,000	SAINTE-HIPPOLYTE	365,76	-1,328	365,250	16,162	2,7441	159,52	23,11

TABEAU 2,2 E- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	PHASE (JOURS)	DATE DU MINIMUM
109	7037400	45,600	74,050	SAINTE-JEROME	169,47	-0,437	365,250	15,466	2,7587	160,36	22,26
110	7038040	45,617	76,467	SHAWVILLE	167,64	-0,893	365,250	14,941	2,7482	159,76	22,87
111	7038080	46,000	77,250	SHEENBROOK	121,92	-1,242	365,250	15,449	2,6915	156,46	26,17
112	7038350	46,933	75,133	TAPINI FARM	289,56	-3,271	365,250	15,675	2,7124	157,68	24,95
113	7038500	45,600	75,267	THURSO	54,86	0,920	365,250	15,785	2,7499	159,86	22,77
114	7038835	45,600	75,900	WAKEFIELD	152,40	-1,224	365,250	15,262	2,7191	158,06	24,56
115	704FLGO	50,283	64,767	RIVIERE-AU-TONNE	15,24	-4,274	365,250	14,415	2,7707	161,07	21,56
116	7040MLR	49,233	68,183	HAIE-COMEAU	68,58	-2,566	365,250	15,678	2,7317	158,80	23,83
117	7040440	49,133	68,200	HAIE-COMEAU-A	22,25	-3,499	365,250	15,467	2,7352	159,00	23,62
118	7040812	51,417	57,217	BLANC-SABLON-A	19,20	-3,833	365,250	13,332	2,6177	152,17	30,45
119	7041530	49,133	68,383	CHUTE-AUX-OUTARD	15,24	0,2963	365,250	15,117	2,7930	162,36	20,26
120	7042378	48,733	69,083	FORESTVILLE	76,20	-2,408	365,250	15,556	2,7517	159,96	22,66
121	7042388	47,317	71,150	FORET-MONTMORENC	640,38	-5,626	365,250	15,451	2,7106	157,57	25,05
122	7042590	51,950	68,133	GAGNON-A	571,80	-7,937	365,250	18,526	2,7472	159,70	22,93
123	7042749	49,317	67,600	GODBOUT	15,24	-4,055	365,250	15,210	2,7798	161,59	21,03
124	7043000	50,533	59,500	HARRINGTON HARBO	7,62	-3,317	365,250	14,106	2,6360	153,23	29,39
125	7043540	49,300	69,550	LARRIERVILLE-B1	152,40	-4,796	365,250	18,198	2,7357	159,03	23,60
126	7043740	51,850	61,283	LAC EON-A	560,83	-8,922	365,250	18,309	2,7179	157,99	24,63
127	7047770	47,567	70,550	SAINTE-UKRAIN	91,44	-2,656	365,250	15,503	2,7676	160,88	21,74
128	7050MGC	48,367	67,933	BARRIERE-MITTS	236,22	-4,350	365,250	15,330	2,7273	158,54	24,08
129	7050140	48,483	67,450	ARBOIT	167,64	-2,697	365,250	15,801	2,6925	156,52	26,11
130	7050245	46,717	70,617	ARMAGH-STATION	312,42	-1,323	365,250	15,058	2,7524	160,00	22,62
131	7050455	47,650	69,517	BARRAGE-LAC-MORI	198,12	-2,271	365,250	15,721	2,7335	158,90	23,72

TABEAU 2.2 F- CARACTERISITQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	PHASE (JOURS)	DATE DU MINIMUM
132	7051160	49,250	65,333	CAP-MADELEINE	28,35	-0,989	365,250	13,553	2,7158	157,87	24,75
133	7051175	49,017	66,400	CAP-SEIZE	213,36	-3,415	365,250	15,203	2,7538	160,08	22,54
134	7051200	48,350	67,217	CAUSAPSCAL	149,35	-3,525	365,250	16,003	2,7414	159,36	23,27
135	7052605	48,767	64,483	GASPE-A	33,22	-2,726	365,250	14,822	2,7261	158,47	24,15
136	7052820	48,400	64,483	GRANDE-RIVIERE	15,24	-0,965	365,250	13,530	2,6805	155,82	26,80
137	7052960	47,383	61,867	ILE-DU-CAP-AUX-M	59,74	1,176	365,250	12,601	2,5493	148,20	34,43
138	7053140	46,683	70,867	MONFLEUR	213,36	-1,524	365,250	15,608	2,7562	160,22	22,40
139	7053980	47,083	70,350	LAMARTINE	67,06	-0,280	365,250	14,849	2,7291	158,65	23,98
140	7054095	47,350	70,033	LA POCATIERE-CDA	30,48	-0,458	365,250	14,613	2,7353	159,01	23,62
141	7054355	48,517	68,367	LUCEVILLE	38,10	-1,321	365,250	14,911	2,7420	159,39	23,23
142	7055120	48,600	68,200	MONT-JOLI-A	52,12	-1,915	365,250	14,702	2,7237	158,33	24,29
143	7055200	49,217	65,733	MONT-LOUIS	15,24	-1,547	365,250	14,142	2,7108	157,58	25,04
144	7055210	46,967	70,583	MONTMAGNY	15,24	0,190	365,250	15,071	2,7273	158,54	24,08
145	7055380	48,950	65,517	MURDOCHVILLE	574,55	-2,612	365,250	15,047	2,7187	158,04	24,58
146	7055430	48,150	65,850	NEW RICHMOND	7,62	-1,931	365,250	15,120	2,7237	158,33	24,29
147	7055675	47,617	68,800	NOTRE-DAME-DU-LA	173,74	-1,850	365,250	15,516	2,7106	157,57	25,06
148	7055770	48,300	68,217	QUIMET	243,84	-4,683	365,250	16,117	2,7471	159,69	22,93
149	7056480	48,450	68,517	RIMOUSKI	35,66	-0,359	365,250	14,169	2,7509	159,91	22,71
150	7056563	49,017	64,400	RIVIERE-AU-RENARD	40,84	-0,950	365,250	13,562	2,6766	155,59	27,03
151	7056600	47,433	69,050	RIVIERE-BLEUE	196,90	-3,267	365,250	16,370	2,7592	160,40	22,23
152	7056615	47,800	69,550	RIVIERE-DU-LOUP	148,44	-1,289	365,250	14,870	2,7437	159,50	23,13
153	7056890	47,933	68,417	SAINTE-ARSENE	76,20	-1,447	365,250	14,507	2,7435	159,49	23,14
154	7056922	47,450	69,750	SAINTE-BRUNO-KAMO	213,36	-2,196	365,250	15,283	2,7477	159,73	22,90

TABLEAU 2.2 G- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	PHASE (JOURS)	DATE DU MINIMUM
155	7056930	46,467	70,183	SAINT-CAMILLE	388,62	-2,718	365,250	14,861	2,7527	160,02	22,61
156	7056970	48,333	68,050	SAINT-CHARLES-GA	323,09	-2,082	365,250	15,352	2,7544	160,12	22,51
157	7057024	47,917	69,100	SAINT-CLEMENT	259,08	-3,191	365,250	15,896	2,7557	160,19	22,43
158	7057145	47,483	69,283	SAINT-ELEUTHERE	288,65	-2,592	365,250	15,485	2,7459	159,62	23,00
159	7057287	46,417	70,467	SAINTE-GERMAINE	510,54	-1,870	365,250	14,827	2,7678	160,89	21,73
160	7057304	48,033	68,783	SAINT-GUY	247,19	-2,995	365,250	15,444	2,7503	159,88	22,74
161	7057395	48,883	67,117	SAINTE-JEAN-DE-CH	350,52	-4,607	365,250	15,380	2,7368	159,09	23,53
162	7057600	46,967	69,783	SAINT-PAMPHILE	394,72	-1,716	365,250	15,371	2,7514	159,95	22,68
163	7057650	47,050	69,917	SAINTE-PERPETUE	411,48	-2,208	365,250	15,433	2,7617	160,54	22,09
164	7057680	46,817	70,750	SAINT-RAPHAEL	106,68	-,117	365,250	15,028	2,7565	160,24	22,39
165	7057720	47,567	68,633	SAINTE-ROSE-DU-D	150,88	-3,645	365,250	16,068	2,7575	160,30	22,33
166	7058220	47,883	68,733	SQUATECK	167,64	-3,000	365,250	16,167	2,7369	159,10	23,52
167	7058560	48,150	69,133	TROIS-PISTOLES	45,72	-,533	365,250	14,124	2,7407	159,32	23,30
168	7058590	48,517	64,383	VAL-D'ESPOIR	91,44	-3,328	365,250	15,307	2,7585	160,35	22,27
169	7060320	48,433	71,167	ARVIDA	102,11	-2,153	365,250	16,655	2,7639	160,67	21,96
170	7060400	48,333	71,000	BAGOTVILLE-A	159,11	-3,616	365,250	17,163	2,7642	160,69	21,94
171	7060825	50,733	71,050	BUNNARD	505,97	-8,234	365,250	19,102	2,7237	158,33	24,29
172	7061440	48,417	71,083	CHTCOUTIMI	15,24	-1,636	365,250	16,902	2,7444	159,53	23,09
173	7062368	48,200	70,833	FERLAND	198,12	-4,864	365,250	17,041	2,7501	159,87	22,76
174	7063090	49,067	72,600	HEMUN	182,88	-5,586	365,250	18,977	2,7353	159,01	23,62
175	7063560	48,267	72,200	LAC-ROUCHETTE	320,04	-4,415	365,250	17,890	2,7141	157,78	24,85
176	7064890	48,267	71,683	MESY	384,05	-5,594	365,250	16,863	2,7611	160,51	22,12
177	7064998	48,867	72,200	MISTASSINI	109,73	-3,989	365,250	17,869	2,7597	160,43	22,20

TABLEAU 2.2 H- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY. (CEL.)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL.)	PHASE (RAD)	(JOURS)	DATE DU MINIMUM
178	7065640	48,850	72,533	NORMANDIN=CDA	137,16	-4,940	365,250	17,980	2,7353	159,01	23,62
179	7065960	48,767	72,033	PERIMONCA	106,68	-4,130	365,250	18,358	2,7379	159,16	23,47
180	7066080	48,300	71,217	PORTAGE-DES-ROCH	164,59	-3,505	365,250	17,542	2,7133	157,73	24,90
						-3,778	365,250	17,417	2,7211	158,18	24,45
181	7066685	48,517	72,267	POBERVAL=A	179,83	-3,528	365,250	17,319	2,7617	160,54	22,08
182	7066820	48,550	71,333	SAINT-AMBROISE	106,68	-4,862	365,250	17,912	2,7751	161,32	21,31
183	7067060	48,633	71,717	SAINT-COEUR-DE-M	106,68	-3,908	365,250	17,593	2,7277	158,56	24,06
184	7067460	48,667	71,517	SAINT-LEON-DE-LA	131,06	-5,044	365,250	18,159	2,7607	160,48	22,14
185	7068160	48,450	71,217	SHIPSHAW	22,86	-3,228	365,250	17,565	2,7312	158,77	23,86
186	7070454	48,350	74,100	BARRAGE-GUJIN	403,86	-4,311	365,250	16,727	2,7416	159,37	23,25
187	7070456	46,850	73,650	BARRAGE-MATTAWIN	365,76	-4,347	365,250	17,632	2,7255	158,44	24,19
						-3,473	365,250	16,922	2,6832	155,98	26,65
188	7074240	47,450	72,800	LA TUQUE	124,97	-2,496	365,250	16,839	2,7248	158,40	24,23
189	70808CE	47,433	79,017	LATUIPE	274,32	-4,202	365,250	17,205	2,7164	157,91	24,72
190	708FG80	48,217	78,217	ROUYN-MCWATTERS	286,51	-4,628	365,250	17,153	2,7061	157,31	25,32
191	7080468	46,717	79,100	BARRAGE-TEMISCAM	181,36	-0,856	365,250	15,020	2,6787	155,72	26,91
192	7080600	47,383	78,700	RELLETFRRE	321,56	-3,897	365,250	17,061	2,7127	157,69	24,93
193	7084560	48,550	78,483	MANNEVILLE	311,20	-5,591	365,250	17,370	2,7064	157,32	25,30
194	7086460	47,767	79,217	REMIGNY	274,32	-4,542	365,250	17,146	2,6997	156,94	25,69
195	7088760	47,383	79,467	VILLE-MARIE	213,36	-2,030	365,250	16,044	2,7466	159,66	22,96
196	7090120	48,567	78,133	AMOS	309,98	-4,406	365,250	17,013	2,7510	159,92	22,71
						-4,171	365,250	17,100	2,7111	157,60	25,03
197	7091305	49,783	74,850	CHAPAIS-2	396,24	-5,668	365,250	17,843	2,7539	160,09	22,53

TABEAU 2.2 1- CARACTERISTIQUES DE LA COMPOSANTE CYCLIQUE ANNUELLE DES TEMPERATURES MINIMALES

NO	NUMERO	LATITUDE	LONGITUDE	NOM	ALTITUDE	T. MOY, (CEL)	PERIODE (JOURS)	AMPLITUDE (CEL)	PHASE (RAD)	(JOURS)	DATE DU MINIMUM
198	7094026	48,583	77,650	LA MORANDIERE	312,42	-5,792	365,250	16,308	2,7265	158,49	24,13
199	7095000	50,417	73,883	MISTASSINI POST	379,78	-6,613	365,250	19,633	2,7035	157,16	25,46
200	7095480	53,200	70,900	NITCHEQUON	536,14	-10,058	365,250	20,776	2,6879	156,25	26,37
201	7098600	48,050	77,783	VAL-D'OR-A	337,72	-4,643	365,250	16,976	2,7272	158,54	24,09
202	7106210	55,283	77,767	POSTE-DE-LA-BALE	17,98	-9,281	365,250	18,434	2,5454	147,97	34,66
203	7112400	58,100	68,417	FORT-CHIMO-A	35,66	-10,625	365,250	18,320	2,6149	152,01	30,62

CHAPITRE 3

ESTIMATION DES ECARTS TYPES PONCTUELS

3.1 TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES

3.1.1 Eté

3.1.1.1 Définition des régions

Comme dans le cas des précipitations de pluie ou de neige, l'ensemble des données disponibles a été subdivisé, afin de satisfaire aux contraintes liées aux programmes d'analyse disponibles, ainsi qu'à l'ordinateur. Nous avons donc préparé deux listes de stations pour l'analyse des données par les composantes principales, la seconde étant moins restrictive que la première, quant au nombre de données manquantes (voir chapitre 2), mais ne comprenant pas les régions météorologiques 704, 705 et 706.

L'analyse en composantes principales de ces deux ensembles de stations a permis de déterminer les régions présentées sur la planche T-1. Nous remarquons que le nombre de régions dans la moitié sud du Québec est moindre que précédemment.

Effectivement, l'analyse des données de la première liste n'a fait ressortir dans la moitié sud du Québec, que trois groupes de stations, celles de la région de l'Outaouais n'étant pas distinctes de celles de la région de l'Estrie - Mauricie. En dépit de la dimension des régions, à l'intérieur des limites d'une région donnée, il ne s'est trouvé aucune station reliée de façon prépondérante à un facteur autre que celui qui caractérisait la région. Dans la moitié nord du Québec, c'est-à-dire aux latitudes supérieures à 52° nord, seulement deux stations étaient disponibles, les stations 7095480, Nitchequon et 7112400, Fort-Chimo. Ces deux stations sont reliées au même facteur.

L'analyse de la seconde liste de stations, liste excluant l'est du Québec (régions météorologiques 704, 705 et 706), a permis d'ajouter une station dans le nord, la station 7106210, Poste-de-la-Baleine, aux

deux autres déjà présentes sur la première liste. Les trois stations sont reliées au même facteur, indiquant la possibilité que dans le cas des températures, il n'y ait qu'une seule vaste région, dans la moitié nord du Québec. Evidemment, il faudrait d'autres stations pour confirmer cette hypothèse.

En même temps, l'exclusion des stations de l'est du Québec et l'augmentation du nombre de données manquantes acceptées pour les stations retenues ont permis l'inclusion de nouvelles stations dans la moitié sud du Québec. Les stations des régions 703, 704 et 705 n'étant pas incluses dans cette seconde analyse, la région du Saguenay - Côte-Nord n'a pu être détectée, ce qui est tout à fait normal. Par contre, une nouvelle région est apparue dans le sud-ouest du Québec, celle de l'Ouataouais. La présence de cette région n'ayant pas été notée grâce à la première analyse, nous croyons que cette dernière ne se différencie pas de façon vraiment marquée de l'Estrie - Mauricie. Nous l'avons toutefois conservée dans notre répartition du territoire québécois en régions statistiquement distinctes.

Compte tenu de ces remarques, le Québec est donc divisé en 5 régions:

A - Saguenay - Côte-Nord

La région du Saguenay - Côte-Nord se situe au nord-est d'une ligne qui part de St-Pamphile vers Montmagny, puis remonte vers St-Tite-des-Caps, avant de bifurquer vers l'ouest en direction de La Tuque. Elle change à nouveau de direction, avant de parvenir à La Tuque, pour remonter jusqu'au nord du lac St-Jean, le long de 72° ouest, puis se dirige vers le nord-nord-est, traversant les lacs Péribonca, Manouane et Plétipi. La limite nord de la région a été tracée arbitrairement à 52° nord.

Comme nous pouvons le constater, le relief de la région est très varié, les régions les plus montagneuses se situant sur la Côte-Nord, à l'ouest de Havre-St-Pierre, de chaque côté du Saguenay et dans le centre de la Gaspésie.

B - Estrie - Mauricie

L'appellation seule de cette région ne décrit pas tout le territoire qui y est compris. En effet, la région déborde les "régions" de la Mauricie et de l'Estrie, que nous avons décrites précédemment aux tomes 2 et 3. Approximativement, elle se situe à l'intérieur d'une limite dont le tracé passe par St-Pamphile, Montmagny et St-Tite-des-Caps, d'où il bifurque vers l'ouest avant de remonter vers le nord le long de 72° ouest, jusqu'au nord-est de Van Bruyssel. De ce point, le tracé continue jusqu'à Parent, puis redescend vers le sud-ouest, jusqu'à Kazabazua, sur la rivière Gatineau. Il revient alors vers l'est jusqu'à Ste-Agathe, avant de virer vers le sud et atteindre la frontière américaine près d'Ormstown. La région comprend donc toute la rive sud du St-Laurent, de Québec à Montréal. Sur la rive nord, nous remarquons, en particulier, une fraction importante du bassin de la rivière St-Maurice.

C - Outaouais

Détectée uniquement par l'une des analyses en composantes principales, la région de l'Outaouais est très peu étendue. Elle se situe au sud d'une ligne partant de Chalk River (Ontario) sur la rivière Outaouais puis passant par Kazabazua, Ste-Agathe, St-Jérôme, St-Eustache et finalement Ormstown. La partie de la région qui nous intéresse est située entre cette ligne et la rivière Outaouais.

D - Abitibi - Lac Mistassini

Autre grande région, l'Abitibi - Lac Mistassini se situe au nord-ouest des trois régions précédentes avec lesquelles elle partage une limite commune. Brièvement, cette limite part de Chalk River (Ontario) vers Kazabazua, sur la rivière Gatineau. De là, elle remonte vers Parent, puis bifurque vers l'est, jusqu'au nord-est de Van Bruyssel, avant de remonter vers le nord, puis le nord-nord-est

en traversant les lacs St-Jean, Péribonca, Manouane et Plétiipi. La limite nord de la région a été fixée arbitrairement à 52° nord.

Nous notons, en particulier, la présence du futur complexe NBR dans cette région, de même que les réservoirs Gouin, Cabonga, Baskatong et Decelles, pour ne nommer que ceux-là.

E - Nouveau-Québec

La région du Nouveau-Québec comprend tout le territoire du Québec au nord de 52° nord. Il est possible, contrairement au cas des autres réseaux, que ce vaste territoire corresponde à une seule région. Le nombre de stations dont nous disposons ne nous permet pas, cependant, d'étayer davantage cette hypothèse.

3.1.1.2 Analyse du réseau région par région

A - Région du Saguenay - Côte-Nord

- Fonction de structure

Comme nous pouvons le constater sur la figure 3.1, la fonction de structure dans la région du Saguenay - Côte-Nord est définie jusqu'à plus de 700 km. En d'autres termes, il existe dans cette région des couples de stations dont la distance atteint environ 700 km. D'autre part, la région étant suffisamment étendue et se situant dans le sud du Québec, un nombre relativement élevé de couples de stations servent à déterminer la fonction de structure, ainsi que l'indique les poids associés aux points, sur la figure 3.1. Ainsi, 122 couples de stations ont servi à calculer le quatrième point de la fonction de structure, en partant de l'origine.

Même aux grandes distances, presque tous les points se situent très près de la courbe qui leur est ajustée, et dont le type et les

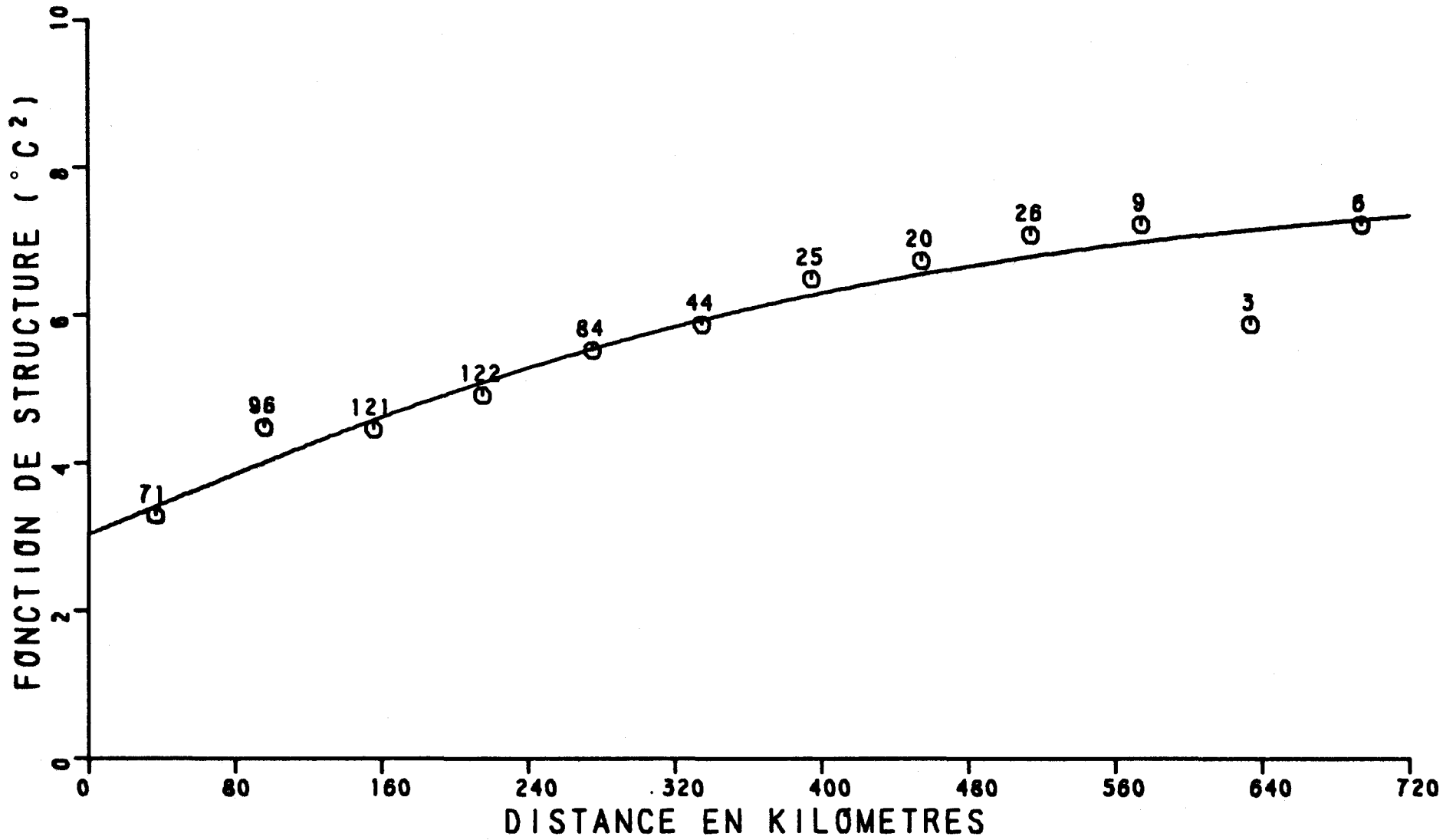


FIGURE 3.1 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION : SAGUENAY - COTE NORD

paramètres apparaissent au tableau 3.1. Le champ des températures est donc homogène sur des distances plus grandes que dans le cas des précipitations.

Enfin, la fonction de structure n'a pas encore atteint de palier, même à une distance de 700 km entre les stations, ce qui indique que même les stations situées à des distances relativement grandes du point où se fait l'interpolation peuvent apporter une certaine information. L'importance relative de l'information recueillie à grande distance dépend toutefois de la densité et de la géométrie du réseau.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Les écarts types d'interpolation en fonction de la distance, présentés aux figures 3.2 et 3.3, sont ceux qui affecteraient une interpolation en un point situé au centre d'un réseau de six (6) stations implantées aux sommets de deux triangles équilatéraux emboîtés, de côtés 1 et 2 l respectivement.

Comme nous pouvons le constater sur la figure 3.2, les écarts types d'interpolation atteignent à peine 1°C, dans les 100 ou 150 premiers kilomètres. Les régions étant relativement grandes (planche T-1), en plus de la variation de l'écart type dans les premiers 180 km, nous présentons, en complément, la variation de ce même écart type sur une distance de 360 km, dans la figure 3.3. La figure 3.2 constitue donc un "gros plan" de la figure 3.3, centré sur le comportement des écarts types aux courtes distances. Sur la base des deux figures, nous remarquons donc que les écarts types valent 0.71, 0.95, 1.13, 1.42 et 1.63 °C à des distances de 0, 60, 120, 240 et 360 km entre les stations. Rappelons que les distances indiquées sur les figures correspondent à la distance l entre les stations. Donc, lorsque nous considérons l'écart type pour une distance de 360 km, il s'agit de l'écart type au centre d'un réseau de six (6) stations implantées aux

Tableau 3.1 Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minimales journalières en été.

Région	Type *	Valeur des paramètres		
		A	B	C
A - Saguenay - Côte-Nord	4	0.384581	0.996372	7.89801
B - Estrie - Mauricie	4	0.337222	0.993811	4.88308
C - Outaouais	4	0.503177	0.988124	2.61641
D - Abitibi - Lac Mistassini	4	0.219672	0.993676	7.16963

* Les fonctions ajustées sont les suivantes:

1: $Y = A + BX$

3: $Y = A - Be^{-x/c}$

2: $Y = AX^B + C$

4: $Y = CA^{B^X}$

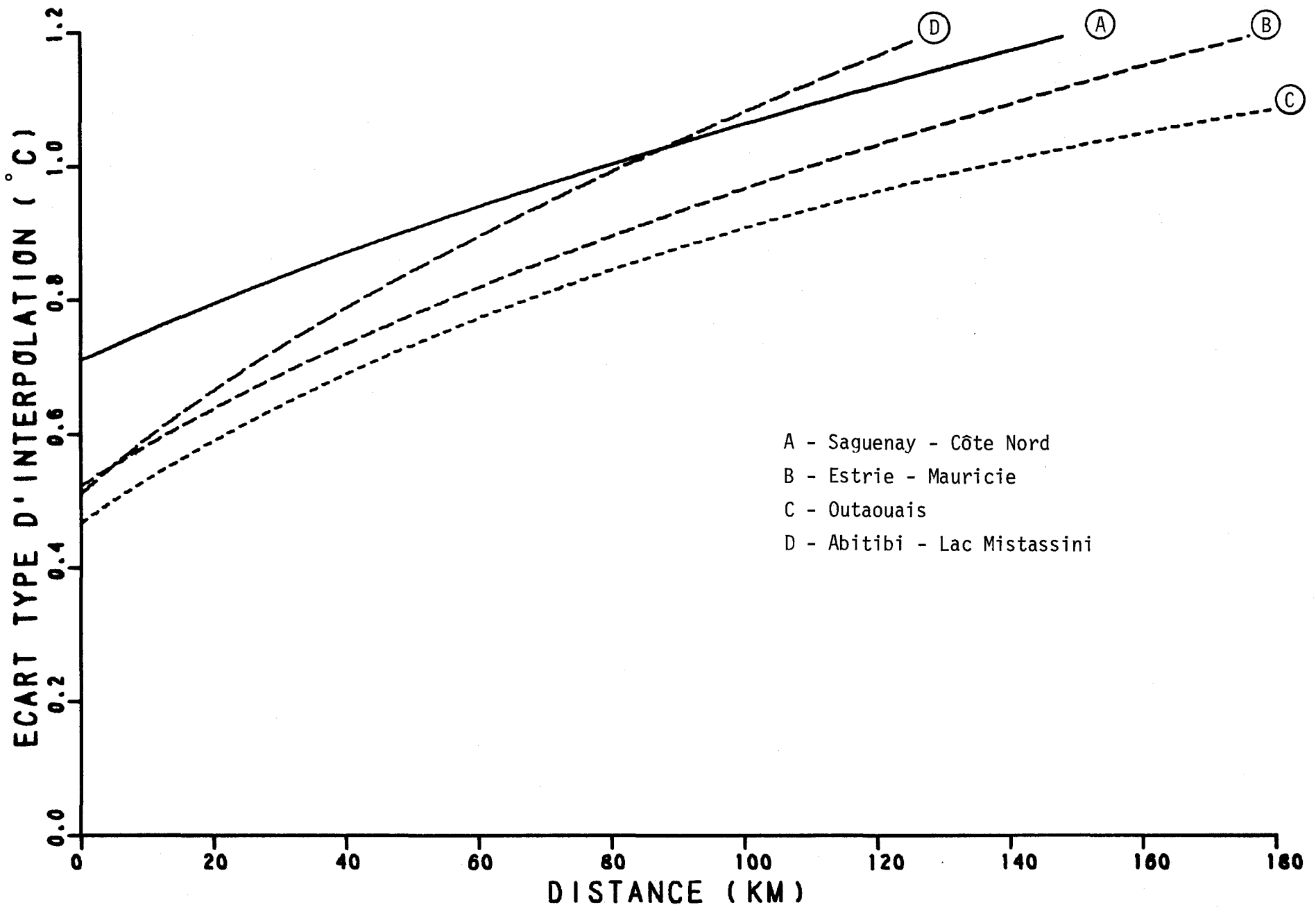


FIGURE 3.2 ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION DU SAGUENAY - COTE NORD.

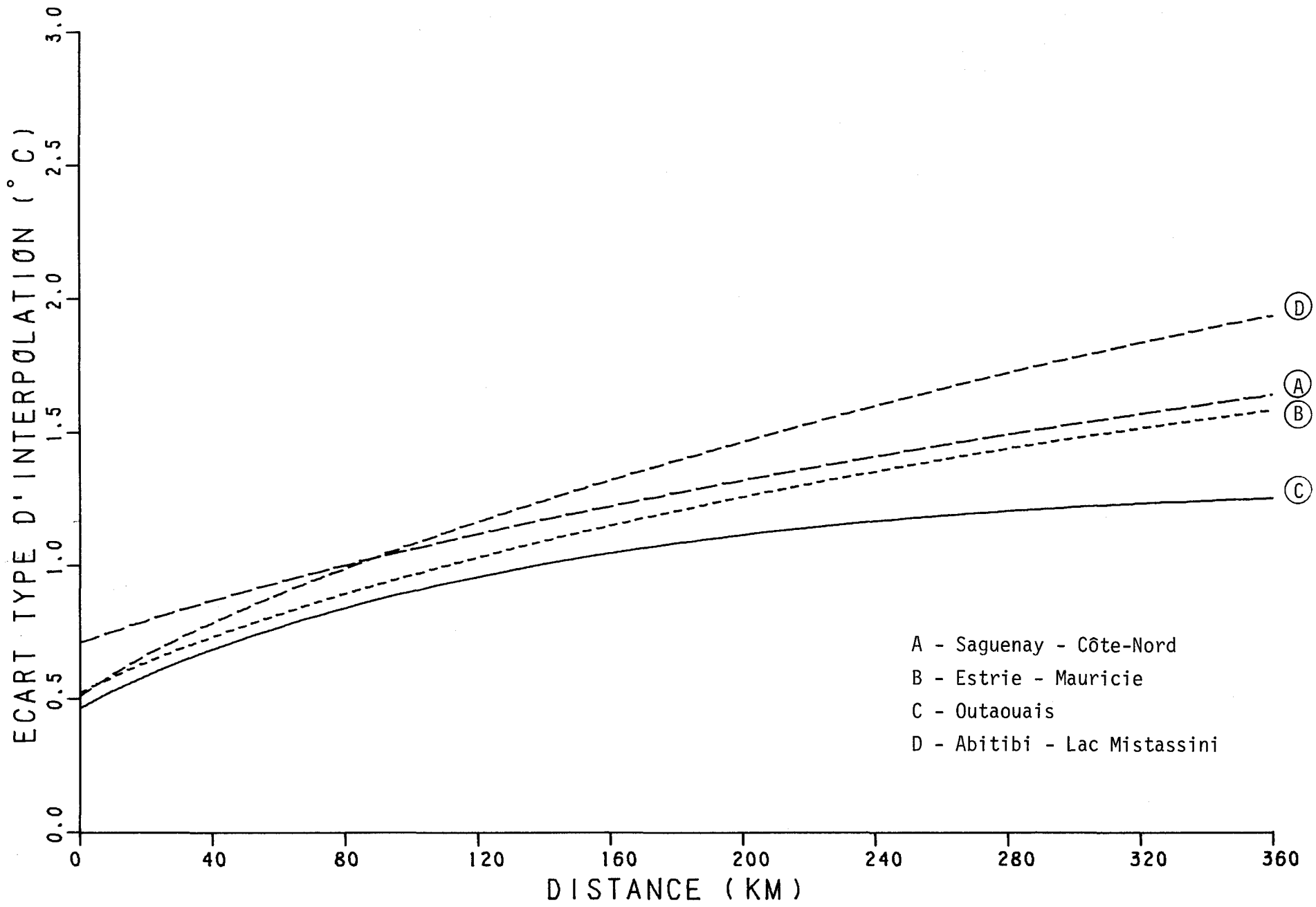


FIGURE 3.3

ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS,
POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE,

sommets de deux triangles équilatéraux emboîtés. Les distances entre les stations du triangle intérieur sont alors de 360 km, tandis que celles entre les stations du triangle extérieur sont de 720 km. Le point où se fait l'interpolation est donc situé respectivement à 208 ($1/\sqrt{3}$) et 416 km ($2/\sqrt{3}$) des stations intérieures et extérieures (tel qu'expliqué sur la figure 5.9 du tome 1).

Par ailleurs, nous indiquons les valeurs interpolées au centième de degré, non pas parce que nous croyons que c'est la précision atteinte, mais tout simplement pour mieux indiquer la valeur attribuée à la courbe aux différentes distances.

Les écarts types paraissent relativement faibles, mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'une caractéristique saisonnière moyenne. En d'autres termes, l'écart type entre la valeur estimée et la valeur vraie, pour une journée donnée, peut s'avérer fort différent, c'est-à-dire nettement plus élevé que les valeurs présentées à la figure 3.2. Leduc et al. (1979), à la suite d'une mesure simultanée des températures en divers points de l'agglomération métropolitaine de Québec, sous les conditions météorologiques propices à de fortes variations spatiales de température, constatent, en effet, des différences de températures allant jusqu'à 8 °C entre deux des points de mesure pourtant situés à des distances de quelques kilomètres l'un de l'autre. Il ne faut donc pas conclure trop vite, sur la base des résultats présentés sur les figures 3.2 et 3.3, que la densité du réseau pourrait être considérablement réduite. Nous y reviendrons, certains besoins requérant la connaissance des températures à l'échelle micro-climatique, en particulier, en agriculture.

Enfin, nous constatons que toute diminution de la distance entre les stations peut contribuer à améliorer l'écart type d'interpolation. Le long de sa limite ouest, la région du Saguenay - Côte-Nord est en contact avec les régions de l'Estrie - Outaouais et de l'Abitibi -

Lac Mistassini. Dans la zone d'influence de la première région, les écarts types auront tendance à diminuer légèrement, tandis que près de la seconde, ils diminueront si la distance entre les stations est inférieure à 85 km et augmenteront dans le cas contraire.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Le nombre de stations formant le réseau d'acquisition des températures minimales journalières est plus faible que celui des précipitations. En effet, Fréchette (1978) indique que le pourcentage de stations où l'on observe la température par rapport à celles où les précipitations sont mesurées, est maintenant de 87%, soit 495 stations de température contre 567 stations de précipitations. Dans la région qui nous concerne actuellement, ce rapport est davantage près de un (1). La planche T-1 présente, par ailleurs, la distribution spatiale des stations pour cette région.

Quant à la distribution spatiale des écarts types, nous pouvons l'observer sur la carte A de la planche T-2. Rappelons, encore une fois, au début de ce tome, que notre analyse vise essentiellement la variation des écarts types dans la région étudiée. Les écarts types ont été calculés dans la zone d'influence de la région pour fins de comparaison avec les autres régions et assurer davantage la continuité aux limites de ces régions.

Dans la région du Saguenay - Côte-Nord, les écarts types varient entre 0.6 °C, dans les environs de La Malbaie et de Kamouraska ainsi qu'autour de Chicoutimi, à 1.6 °C le long de la limite nord de la région, à l'est de Havre-St-Pierre. Leur distribution spatiale est caractérisée par un double gradient. Nous remarquons, en effet, que les écarts types augmentent généralement du sud-ouest au nord-est, le long de l'axe que constitue le fleuve Saint-Laurent et le littoral de la Côte-Nord. Mais, en plus, ils augmentent selon un axe perpendiculaire au fleuve, étant plus élevés loin du fleuve que près de ce dernier.

Dans les parties de la région situées dans les zones d'influence des régions de l'Estrie - Mauricie et de l'Abitibi - Lac Mistassini, les écarts types auraient tendance, en fonction de la distribution actuelle de stations et en accord avec la figure 3.3, à diminuer dans le sud-ouest et à augmenter dans le nord-ouest. Cependant, ces variations ne seraient que de 0.1 à 0.2 °C.

- Modifications suggérées au réseau

La distribution spatiale des stations (planche T-1), de même que celle des écarts types (carte A de la planche T-2), indiquent très nettement que la Côte-Nord, surtout à l'est de Sept-Iles, devrait être l'objet d'une attention spéciale dans les plans de développement du réseau québécois d'acquisition des températures de l'air.

Il n'est pas inutile de souligner encore une fois ici que les écarts types obtenus représentent une caractéristique saisonnière des températures minimales et que les variations micro-climatiques ne sont prises en compte dans cette étude que par le biais de l'effet de pente dans la fonction de structure. Les besoins peuvent donc conduire à une densité de réseau plus élevée que celle qui serait requise pour connaître les caractéristiques saisonnières.

B - Région de l'Estrie - Mauricie

- Fonction de structure

La région de l'Estrie - Mauricie étant de dimensions plus faibles que celle du Saguenay - Côte-Nord, la fonction de structure n'est définie que jusqu'à 300 km. Par contre, la densité de stations étant plus grande dans cette région que dans les autres, nous comptons jusqu'à 140 couples de stations, dans une classe de distances donnée, telles qu'indiquées par les poids associés aux points, sur la figure 3.4. Presque tous les points sont très près de la courbe qui leur est ajustée. Par

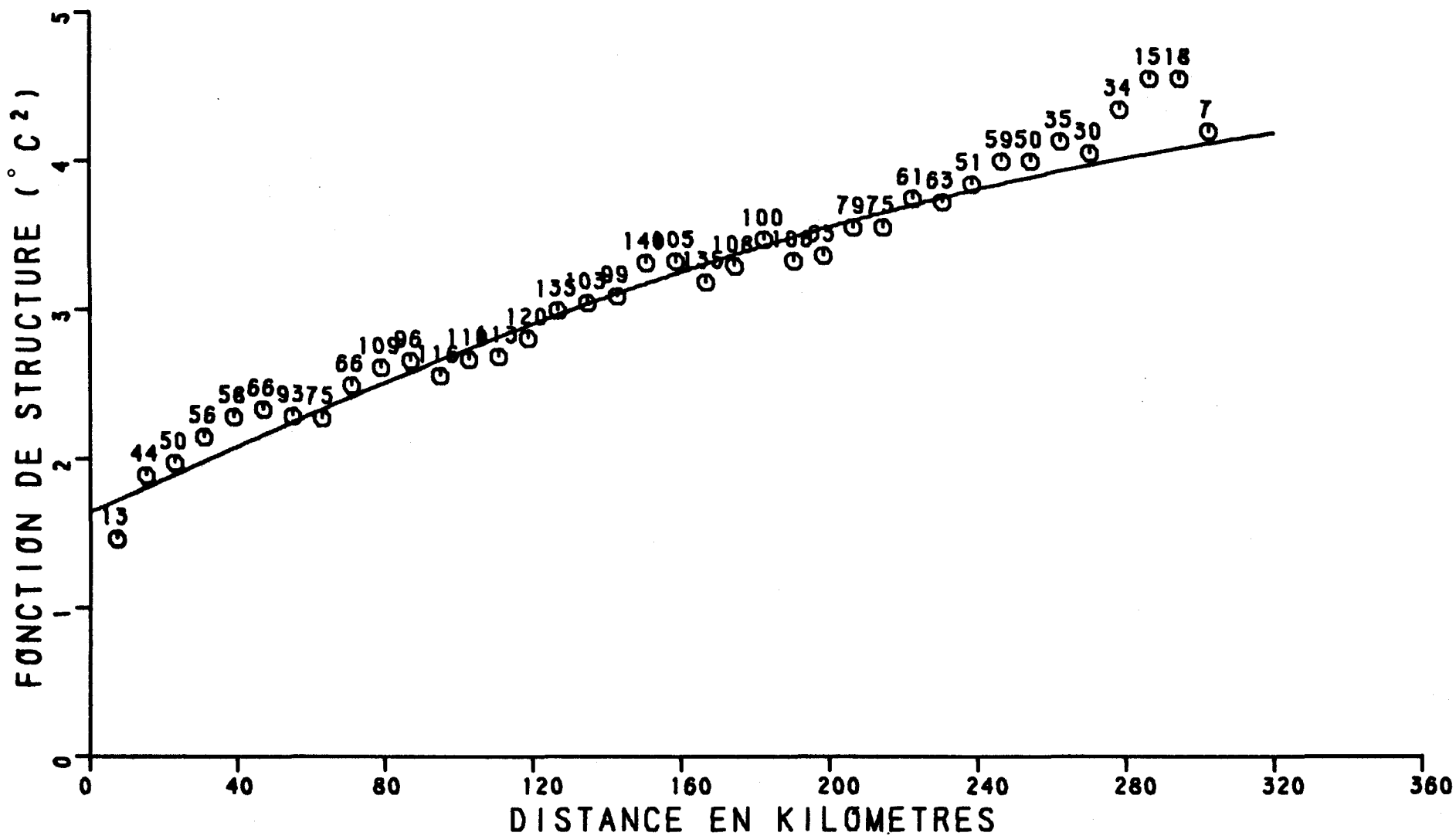


FIGURE 3.4 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION : ESTRIE - MAURICIE

ailleurs le type et les valeurs attribuées aux paramètres de cette courbe sont présentés au tableau 3.1.

L'effet de pépite, indiqué par l'ordonnée à l'origine, pourrait être éventuellement inférieur, si nous ne tenions pas compte des poids associés aux points, mais la différence ne serait pas vraiment significative. D'autre part, malgré des poids relativement importants, les points situés à des distances supérieures à 240 km sont tous au-dessus de la courbe. Il y a donc lieu de penser qu'au delà de cette distance, la fonction de structure n'est pas aussi stable qu'aux distances plus courtes.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Dans la région de l'Estrie - Mauricie, l'écart type à l'origine est plus faible que dans la région précédente, valant 0.52 °C contre 0.71 °C. Le taux d'augmentation avec la distance est cependant plus élevé de 0 à 120 km, de sorte que l'écart type double sur cette distance. Plus précisément, sur la base des figures 3.5 et 3.3, les écarts types valent 0.52, 0.82, 1.03, 1.34 et 1.58 °C pour des distances entre les stations de 0, 60, 120, 240 et 360 km. Nous constatons donc que, si l'écart type double dans les premiers 120 km, il n'augmente pas de façon aussi rapide sur les 240 kilomètres suivants.

Cette région est en contact avec les trois autres régions déterminées dans le sud du Québec. Dans la zone d'influence de la région de l'Ou-taouais, d'après la figure 3.5, les écarts types devraient être légèrement inférieurs, mais pas de façon significative. Dans l'est de la région, près de celle du Saguenay - Côte-Nord, les écarts types devraient être supérieurs de 0.1 à 0.2 °C et dans l'ouest et le nord, dans la zone d'influence de la région de l'Abitibi - Lac Mistassini, les écarts types devraient avoir tendance à augmenter et ce, d'autant plus que la distance entre les stations sera grande. Remarquons, enfin, que les zones d'influence des régions environnantes étant relati-

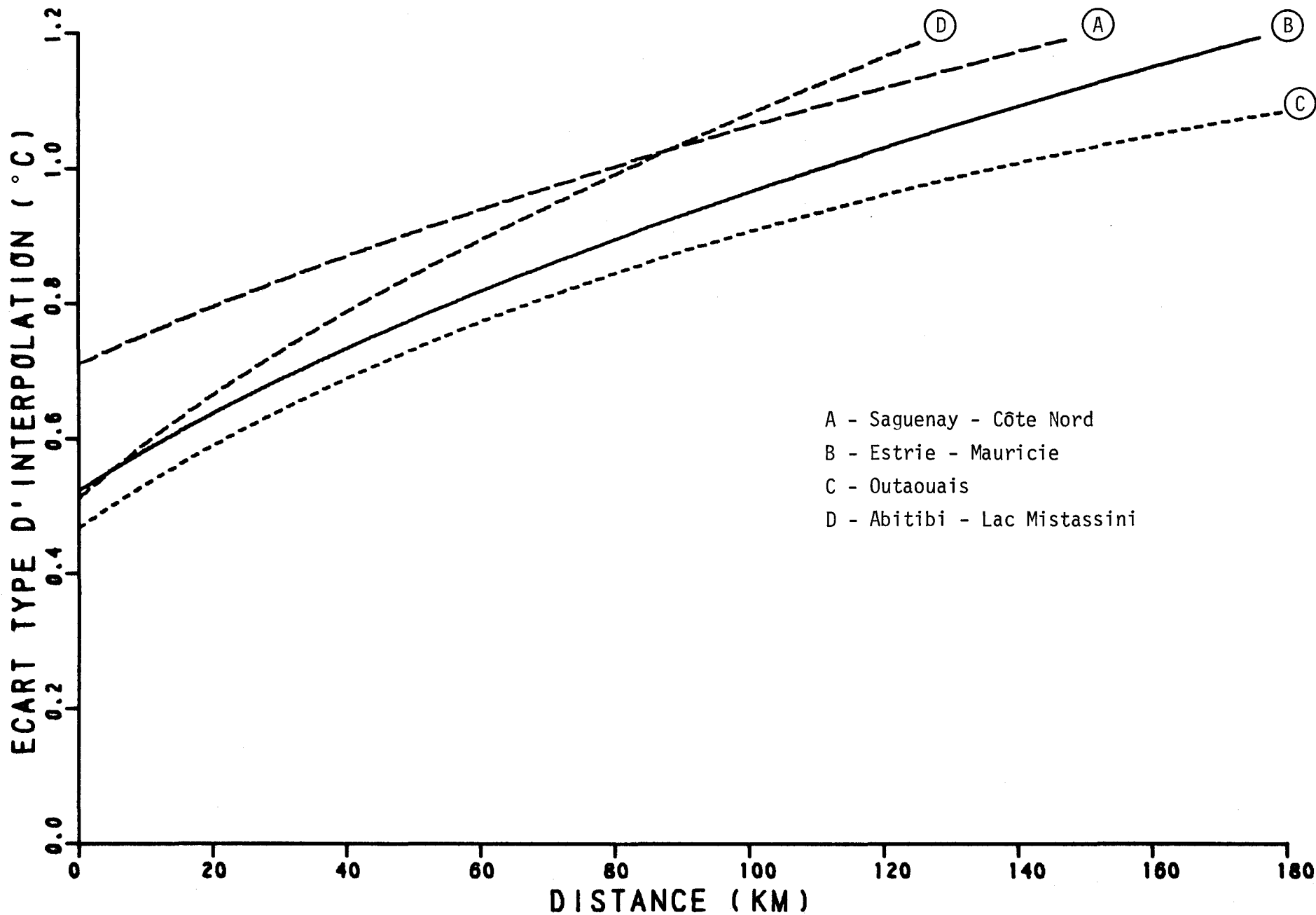


FIGURE 3.5

ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION DE L'ESTRIE - MAURICIE.

vement étendues et se recouvrant (planche T-1), plusieurs influences simultanées contribueront à la détermination des écarts types effectifs. Nous croyons que, compte tenu d'influences allant en sens inverse, les écarts types ne devraient pas être significativement différents de ceux qui sont présentés sur la carte B de la planche T-2.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Comme l'indique la carte B de la planche T-2, les écarts types, dans la région de l'Estrie - Mauricie, sont relativement uniformes. Environ la moitié de la région est, en effet, affectée aux écarts types inférieurs à 0.6 °C. Cette fraction de la région se situe de part et d'autre du fleuve Saint-Laurent. Quant aux écarts types maxima, ils sont légèrement plus élevés que 0. °C et se retrouve dans le nord de la région, de Manouane à Van Bruyssel.

Dans les parties de la région situées dans les zones d'influence des régions du Saguenay - Côte-Nord et de l'Abitibi - Lac Mistassini, les écarts types pourraient être légèrement plus élevés, ainsi que le suggèrent les cartes A et D, en accord avec la figure 3.5. Par contre, dans la zone d'influence de la région de l'Outaouais, la tendance contraire serait observée. Compte tenu que ces influences diverses se superposent, nous ne croyons pas que des changements significatifs devraient être apportés aux écarts types présentés à la carte B.

- Modifications suggérées au réseau

L'augmentation des écarts types dans le nord de la région reflète très bien la diminution de la densité des stations que nous y remarquons sur la planche T-1. Par ailleurs, c'est dans une zone située entre Manouane et Van Bruyssel, que les écarts types sont les plus élevés. Une augmentation de la densité des stations dans le nord de la région, particulièrement dans la zone que nous avons soulignée,

serait souhaitable. Notons, toutefois, que cette augmentation devrait être consécutive à une étude des besoins démontrant qu'il est nécessaire d'ajouter des stations dans cette partie de la région.

C - Région de l'Outaouais

- Fonction de structure

De dimensions réduites par rapport aux autres régions, la région de l'Outaouais ne permet de définir la fonction de structure que jusqu'à 150 km environ. Comme nous pouvons le noter sur la figure 3.6, le nombre de couples de stations servant à définir la fonction de structure est plus faible que dans les deux régions précédentes, ce qui était à prévoir, compte tenu des dimensions de la région. Les points sont toutefois tous relativement près de la courbe qui leur est ajustée, et dont le type et les valeurs attribuées aux paramètres apparaissent au tableau 3.1.

Nous remarquons enfin que l'effet de pente est relativement plus important que l'augmentation de la valeur de la fonction de structure en fonction de la distance entre les stations.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

La région de l'Outaouais possède l'écart type le plus faible à l'origine soit 0.47 °C, comme nous pouvons le constater sur la figure 3.7. C'est aussi la région où les écarts types sont les plus faibles, quelle que soit la distance considérée. Les écarts types valent en effet 0.47, 0.77, 0.96, 1.18 et 1.25 °C pour des distances entre les stations de 0, 60, 120, 240 et 360 km. Il s'en suit que c'est surtout aux distances inférieures à 120 km que se fait sentir toute diminution de la distance entre les stations.

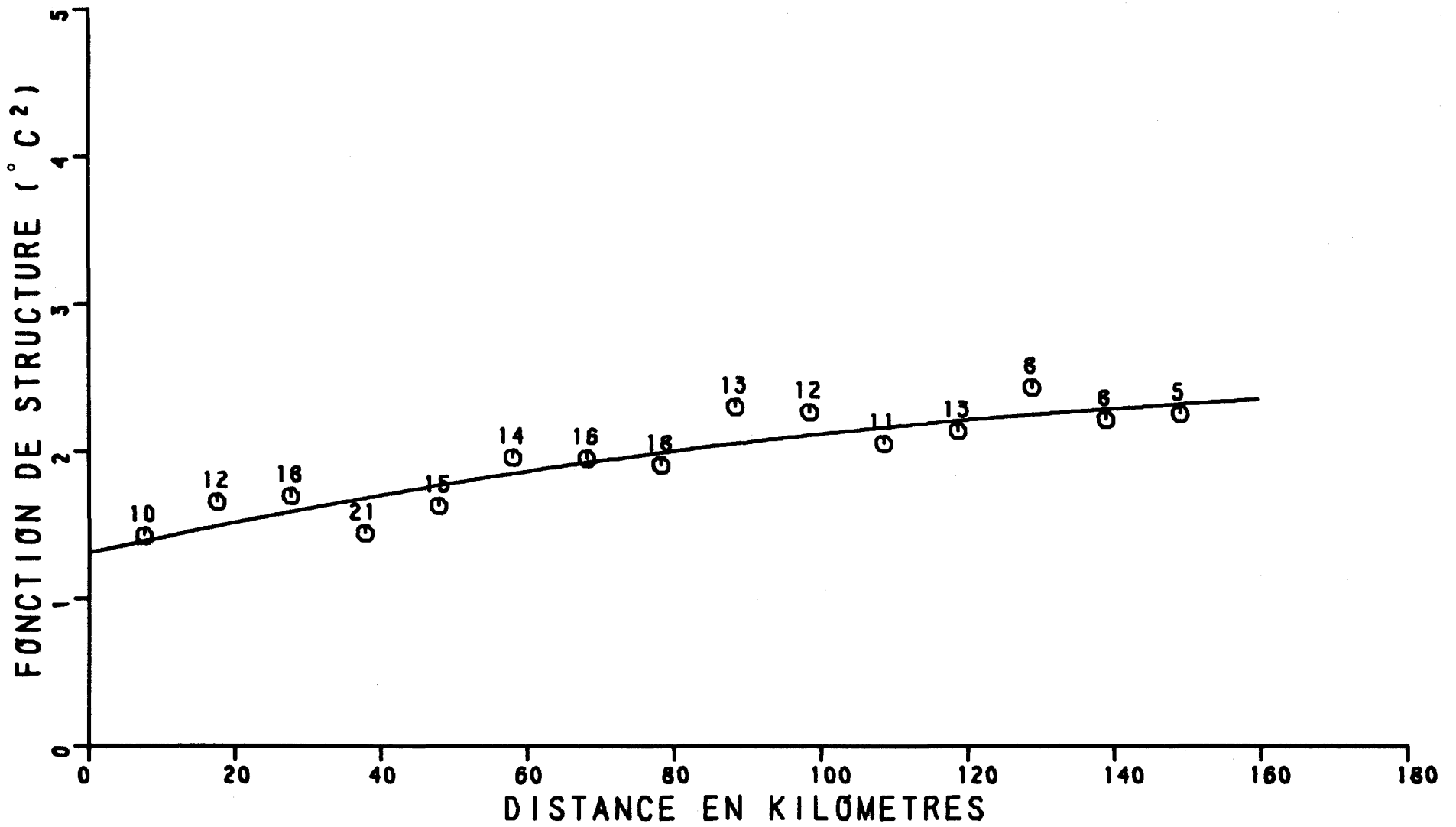


FIGURE 3.6 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION : OUTAOUAIS

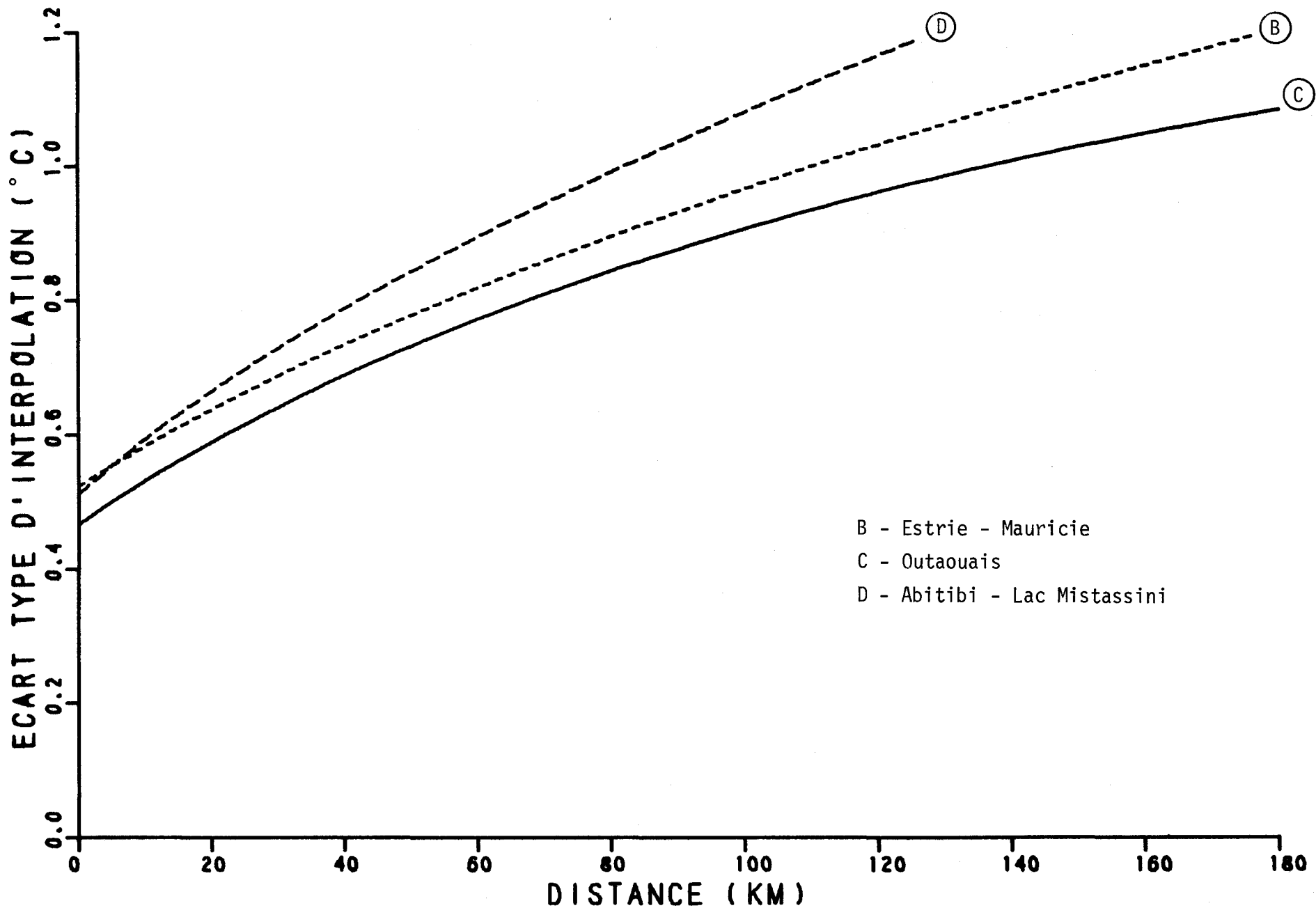


FIGURE 3.7 ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION DE L'OUTAOUAIS.

En ce qui a trait à la modification des écarts types dans les zones d'influence des régions environnantes, la planche T-1 nous apprend que deux zones d'influence recouvrent entièrement la région. La figure 3.7 (ou la figure 3.3) nous précise par ailleurs que les écarts types sont plus élevés dans chacune des régions environnantes. Nous pouvons donc supposer que les écarts types types présentés sur la carte C de la planche T-2 pourraient être plus élevés de quelques dixièmes de degré Celsius.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

La description de la variation spatiale est des plus simples. En effet, comme l'indique la carte C de la planche T-1, une seule isoligne traverse la région. La moitié est de la région est donc affectée d'écarts types inférieurs à 0.6 °C, tandis que, dans la moitié ouest, les écarts types sont supérieurs à 0.6 °C. Rappelons que les écarts types sont tracés à tous les 0.2 °C.

Tel que précisé plus haut, les zones d'influence des deux régions environnantes recouvrent entièrement la région. Les écarts types observés sur les cartes B et C confirment les remarques faites à partir de la figure 3.6, en ce sens que, dans les parties des zones d'influence de ces régions qui coïncident avec la région de l'Outaouais, les écarts types sont légèrement plus élevés que dans cette dernière région. Encore une fois, ces différences ne sont pas très significatives.

- Modifications suggérées au réseau

Nous ne pensons pas que des modifications importantes doivent être apportées au réseau dans la région de l'Outaouais. Tout au plus, devrait-on penser à augmenter la densité des stations, dans l'ouest de la région, si les besoins l'exigent.

D - Région de l'Abitibi - Lac Mistassini

- Fonction de structure

Avec la fonction de structure du Saguenay - Côte-Nord, celle de la région de l'Abitibi - Lac Mistassini est la plus élevée, en été. L'effet de pépite y est moins prononcé que dans le Saguenay - Côte-Nord, mais l'augmentation de la fonction de structure avec la distance entre les stations, plus rapide.

Malgré l'étendue de la région, relativement peu de stations ont pu être utilisées pour estimer la fonction de structure jusqu'à un peu plus de 500 km. De 0 à 300 km, les points se maintiennent près de la courbe qui a été ajustée à l'ensemble des points. La dispersion n'est que légèrement plus élevée à des distances plus grandes, compte tenu du faible nombre de couples de stations ayant servi à déterminer les points au delà de 300 km (figure 3.8).

Le type et les valeurs attribuées aux paramètres de la courbe sont présentés au tableau 3.1.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

A l'origine, l'écart type d'interpolation dans la région de l'Abitibi - Lac Mistassini est essentiellement le même que celui des régions de l'Estrie - Mauricie et de l'Outaouais, soit 0.51, indiquant un effet des erreurs de mesures et du micro-climat essentiellement identique dans toute la moitié ouest du Québec méridional (figure 3.9). Le taux d'augmentation des écarts types en fonction de la distance entre les stations est cependant plus élevé que dans les autres régions, de sorte que les écarts types valent 0.51, 0.89, 1.16, 1.60 et 1.93, pour des distances entre les stations de 0, 60, 120, 240 et 360 km.

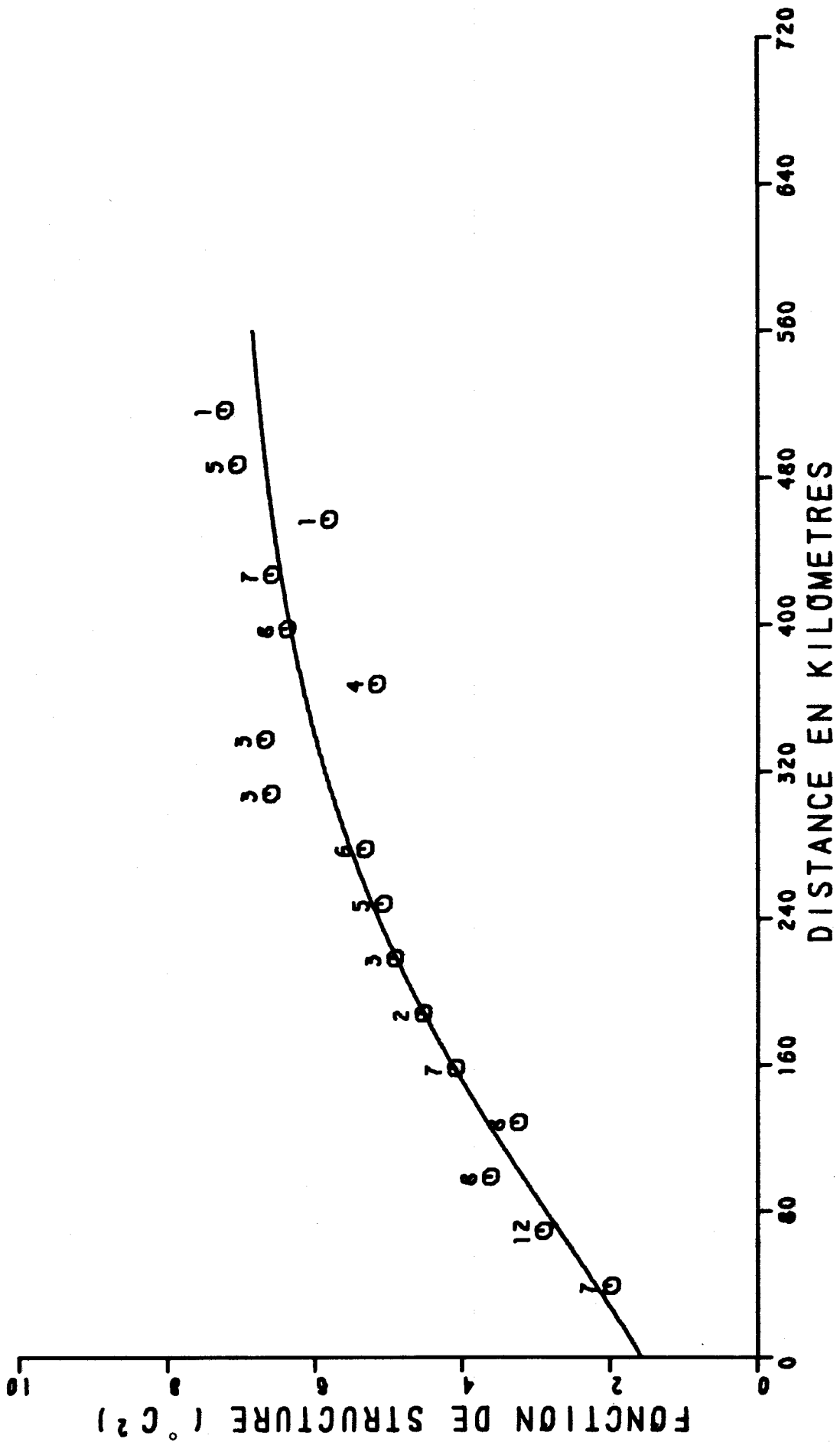


FIGURE 3.8 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION : ABITIBI - L. MISTASSINI

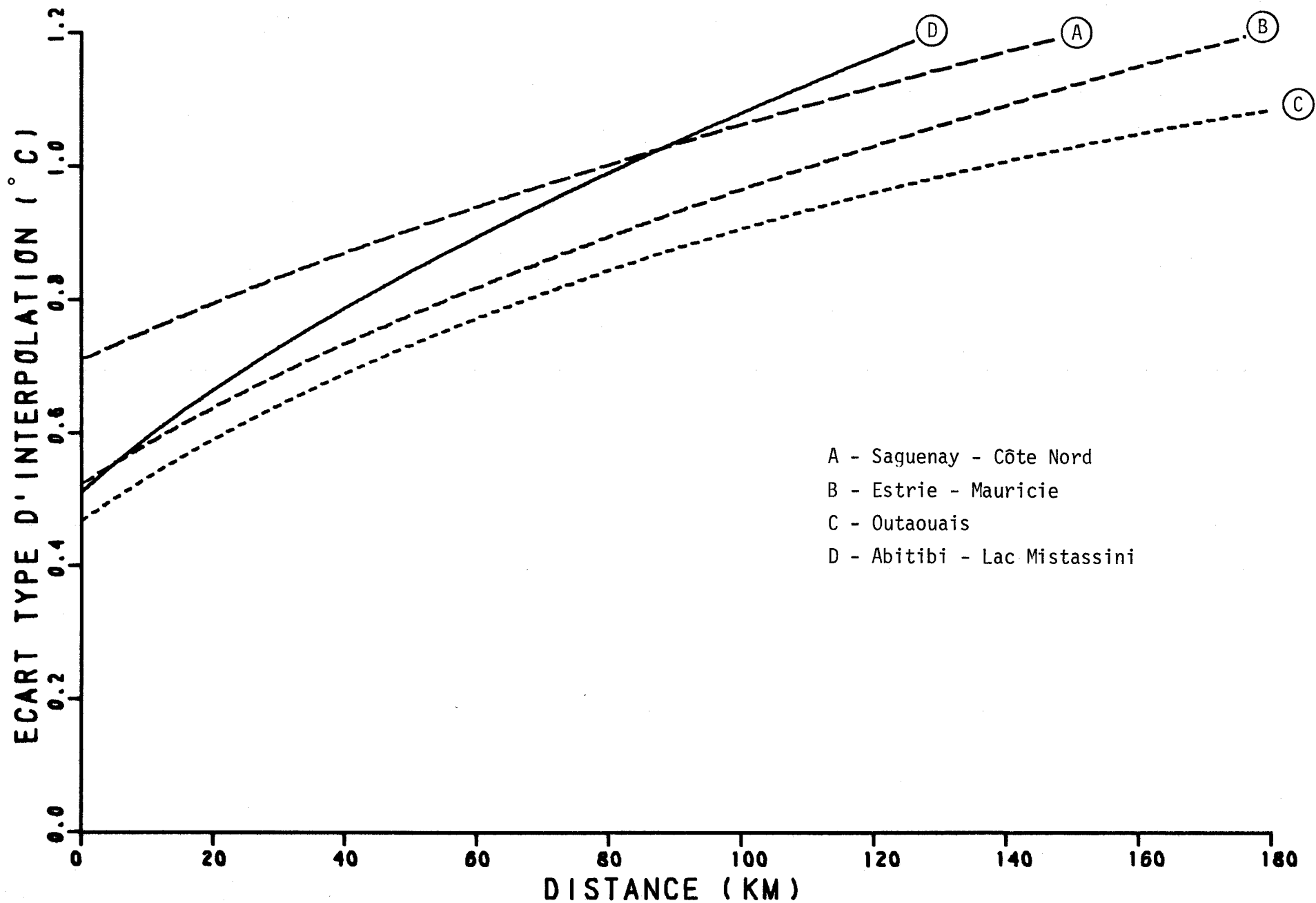


FIGURE 3.9

ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS,
POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN ETE, REGION DE L'ABITIBI - L. MISTASSINI.

Toute diminution de la distance entre les stations peut donc contribuer à améliorer l'écart type d'interpolation. La figure 3.9 nous apprend, en outre, que dans les parties de la région situées dans les zones d'influence des régions de l'Outaouais et de l'Estrie - Mauricie, les écarts types auront d'autant plus tendances à baisser que la distance entre les stations sera grande. Dans la zone d'influence de la région du Saguenay - Côte Nord, les écarts types devraient augmenter ou diminuer selon que la distance entre les stations est inférieure ou supérieure à 85 km environ.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Nous retrouvons, dans la région de l'Abitibi - Lac Mistassini, essentiellement la même gamme de variations d'écarts types que dans la région du Saguenay - Côte-Nord. Des écarts types minima de 0.8 °C sont, en effet, remarquables de Ville-Marie à Amos, dans l'ouest de la région ainsi qu'au réservoir Cabonga, au réservoir Michinamécus et près du lac Saint-Jean. Quant aux écarts types maxima, ils sont observés dans le nord-ouest de la région tout près de la baie James. Ils atteignent 1.6 °C. Nous n'observons pas pour autant de gradient général bien défini, dans une direction ou l'autre. Mise à part la zone d'écart type élevé dans le nord ouest de la région, nous observons plutôt un dôme d'écart type presque centré sur le réservoir Gouin. Les écarts types valent, en effet, 1.2 °C juste au nord-ouest du réservoir. A partir de cette zone, nous remarquons une diminution des écarts types dans toutes les directions.

Dans les parties de la région situées dans les zones d'influence des régions environnantes, les cartes A et B n'indiquent pas de différences appréciables. Nous pourrions éventuellement noter une tendance à la baisse.

- Modifications suggérées au réseau

Comme dans la région du Saguenay - Côte-Nord, la densité de stations dans la région de l'Abitibi - Lac Mistassini est nettement plus faible que dans le sud du Québec (planche T-1).

Une augmentation générale de la densité du réseau dans cette région serait donc souhaitable, particulièrement près du réservoir Gouin et dans le nord-ouest de la région sur le complexe hydro-électrique Nottaway-Broadback-Rupert.

E - Région du Nouveau-Québec

- Remarques générales sur les caractéristiques de cette région

Compte tenu du nombre trop restreint de stations, nous ne pouvons obtenir une idée même imprécise de la fonction de structure des températures minimales journalières en été dans le Nouveau-Québec. Nous suggérons donc, en première approximation, de considérer que les écarts ty-pes dans cette région ont un comportement similaire à ceux des régions du Saguenay - Côte Nord et de l'Abitibi - Lac Mistassini. Les courbes A et D de la figure 3.3 peuvent donc servir à déterminer les écarts types qui pourraient vraisemblablement en résulter, selon la densité de réseau choisie.

3.1.2 Hiver

3.1.2.1 Définition des régions

Dans le cas de l'analyse des températures journalières en hiver, comme dans tous les cas précédents, nous avons préparé deux listes de données afin de satisfaire, d'une part, aux exigences de notre système informatique et, d'autre part, d'étudier le comportement du plus grand nombre possible de stations.

Les résultats de notre analyse des deux listes sont présentés sur la planche T-3. Nous constatons rapidement que la moitié sud du Québec ne compte que trois régions, soit une de moins qu'en été. Effectivement, les deux listes de stations conduisent approximativement à la même répartition des stations en trois régions, sans compter le Nouveau Québec. Considérant que la deuxième liste ne comprend pas les stations des régions météorologiques 704, 705, 706, 710 et 711, nous croyons que l'analyse en composantes principales risque de produire des régions plus détaillées que la première liste. Toutefois, la différence la plus marquée entre les résultats des deux listes est la superficie occupée par la région de l'Outaouais - Estrie, nettement plus faible dans le cas de la seconde liste que dans le cas de la première. La limite entre cette région et les deux autres, telle que tracée sur la planche T-3, occupe effectivement une position intermédiaire entre les limites qui résulteraient de chacune des deux listes. Nous pouvons donc interpréter cette limite davantage comme une large zone de transition que comme une frontière très marquée entre la région de l'Outaouais - Estrie et les autres régions.

La même remarque s'applique entre le Lac St-Jean - Côte Nord et l'Abitibi-Témiscamingue, la faible densité de stations ne permettant pas de déterminer la position de cette limite de façon vraiment précise. Notons, de plus, que les zones d'influence des régions sont très étendues.

Enfin, encore une fois, les stations 7095480, Nitchequon et 7112400, Fort-Chimo, sont reliées au même facteur. Il est donc possible que le Nouveau-Québec ne forme qu'une seule grande région, mais plus de données seraient nécessaires pour vérifier cette assertion.

Les régions apparaissant sur la planche T-3 sont donc:

A - Lac St-Jean - Côte-Nord

Après le Nouveau-Québec, la région du Lac St-Jean - Côte-Nord est nettement la plus étendue. La limite entre cette région et celle de l'Outaouais - Estrie part de Ste-Rose-de-Watford, dans la Beauce, pour se rendre à Parent, presque en ligne droite. De ce point, le tracé monte droit au nord, séparant la région du lac St-Jean - Côte-Nord de l'Abitibi-Témiscamingue. Enfin, la limite nord de la région suit le 52° parallèle.

Cette vaste région comprend donc un relief très varié, les parties les plus montagneuses se situant de part et d'autre du Saguenay, entre le réservoir Manicouagan et Havre-St-Pierre et au centre de la Gaspésie.

B - Outaouais - Estrie

La région de l'Outaouais - Estrie se situe au sud d'une ligne qui va tout d'abord de Ste-Rose-de-Watford, dans la Beauce, à Parent, puis redescend vers le sud-ouest vers Petawawa (Ontario), en coupant le réservoir Baskatong. C'est la plus petite des régions, en hiver.

Le long du fleuve, elle est caractérisée par les basses-terres du Saint-Laurent, mais ses parties sud-ouest et nord-ouest sont plus accidentées par suite de la présence respective des Appalaches et des Laurentides.

C - Abitibi-Témiscamingue

Située au nord-ouest d'une ligne qui va de Petawawa (Ontario) vers le nord-est jusqu'à Parent, puis de là qui monte droit vers le nord avant de se diriger vers l'ouest le long du 52° parallèle, la région de l'Abitibi-Témiscamingue n'a pas un relief aussi marqué que

les régions précédentes. Elle renferme toutefois le futur complexe hydro-électrique NBR, de même que les réservoirs Gouin et Cabonga.

D - Nouveau-Québec

La région du Nouveau-Québec comprend tout le territoire québécois au nord du 52° parallèle. Il est difficile, pour le moment, de déterminer si cette région est vraiment homogène. D'autres études seront, par conséquent, nécessaires pour le savoir, dès que suffisamment de données seront disponibles.

3.1.2.2 Analyse du réseau région par région

A - Région du Lac St-Jean - Côte-Nord

- Fonction de structure

En hiver, les fonctions de structure sont nettement plus élevées qu'en été. Les erreurs de mesure et le micro-climat contribuent tout d'abord à produire un effet de pépète environ deux fois plus élevé qu'en été. De plus, l'ensemble de la fonction de structure indique une détérioration plus rapide de l'information acquise aux stations.

En ce qui a trait plus particulièrement à la région du Lac St-Jean - Côte-Nord, la fonction de structure est définie jusqu'à près de 600 km (figure 3.10). De l'origine à 350 km, les points se maintiennent très près de la courbe qui est ajustée à l'ensemble des points. A des distances supérieures à 350 km, la dispersion est plus forte, à la fois en raison de la distance entre les stations et du nombre plus restreint de couples de stations disponibles pour déterminer la fonction de structure à ces distances.

Le type et les valeurs attribuées aux paramètres de la courbe sont présentés au tableau 3.2.

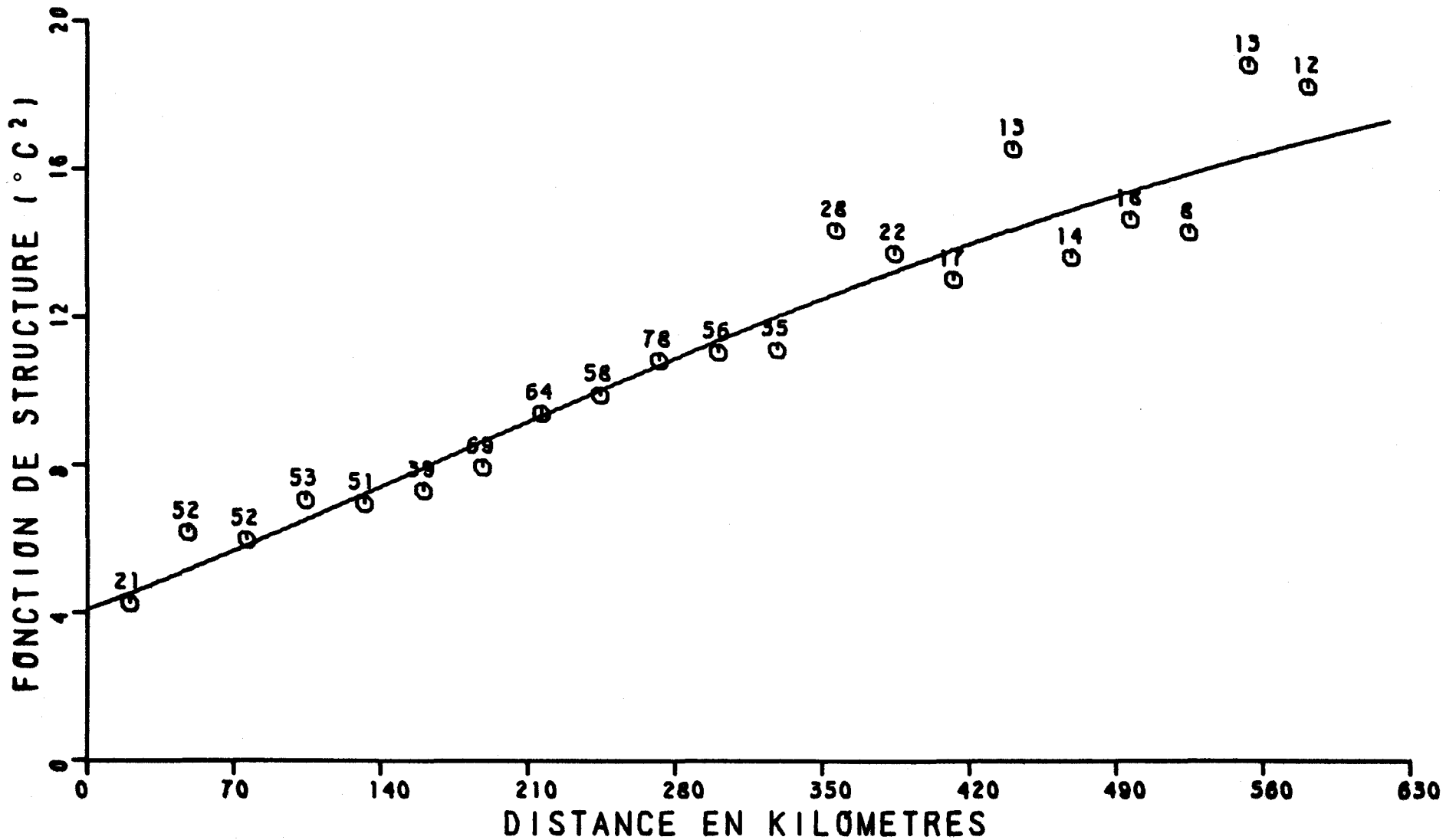


FIGURE 3.10 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN HIVER, REGION : LAC ST-JEAN - COTE NORD

Tableau 3.2 Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minimales journalières en hiver.

Région	Type *	Valeur des paramètres		
		A	B	C
A - Lac St-Jean - Côte-Nord	4	0.182901	0.996943	22.4421
B - Outaouais - Estrie	4	0.255106	0.99407	11.427
C - Abitibi-Témiscamingue	4	0.159843	0.993997	19.597

* Les fonctions ajustées sont les suivantes:

1: $Y = A + BX$

3: $Y = A - Be^{-x/c}$

2: $Y = AX^B + C$

4: $Y = CA^{B^X}$

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Comme précédemment, la figure 3.11 présente la variation de l'écart type en fonction de la distance entre les stations au centre d'un "réseau" de six (6) stations placées aux sommets de deux triangles équilatéraux emboîtés, de côtés 1 et 2 l respectivement.

Les écarts types valent 0.8, 1.2, 1.5, 2.0 et 2.4 °C à des distances de 0, 60, 120, 240 et 360 km entre les stations, tels qu'estimés d'après les figures 3.11 et 3.12. Nous remarquons donc que l'écart type à l'origine double si la distance entre les stations passe à 120 km et qu'il faut 360 km entre les stations pour le faire tripler. Les erreurs de mesure et le micro-climat ont donc un effet important sur l'écart type.

L'allure générale de la courbe indique, de plus, que toute diminution de la distance entre les stations est susceptible d'améliorer les écarts types, mais que cette amélioration sera lente.

Les figures 3.11 et 3.12 nous indiquent, en outre, que dans les parties de la région situées dans les zones d'influence des régions environnantes, les écarts types ne changeront que très peu. Dans la zone d'influence de la région de l'Outaouais - Estrie, les changements seront négligeables. La position exacte de la limite entre ces deux régions n'a donc qu'une importance relative.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Comme dans tous les cas précédents, la répartition des stations dans la région du Lac St-Jean - Côte-Nord (planche T-2) ressort très bien dans la distribution spatiale des écarts types présentés sur la carte A de la planche T-3. Les valeurs minimales se retrouvent le long du fleuve et du littoral de la Côte-Nord, tandis que les écarts types sont maxima dans le nord-est de la région.

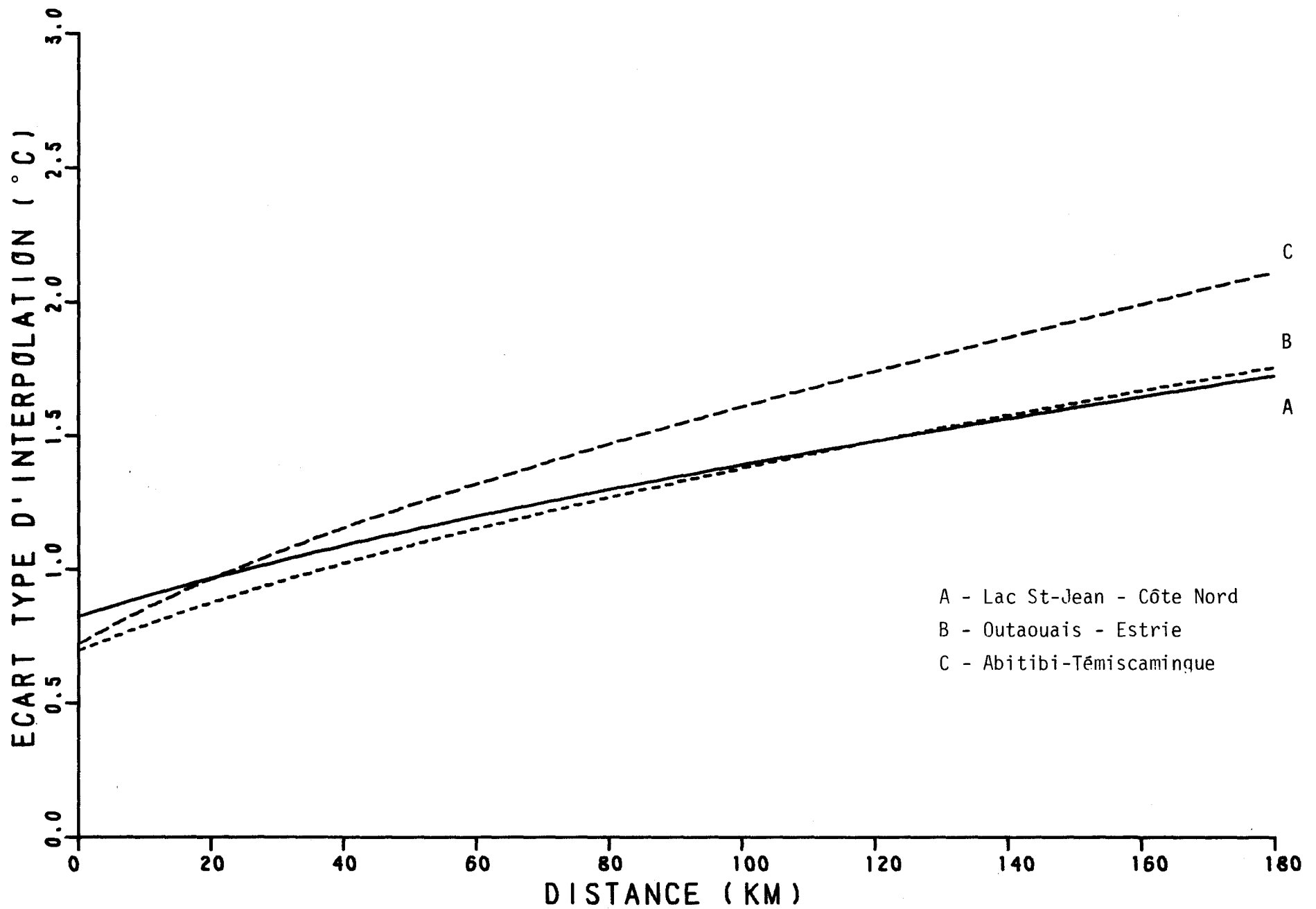


FIGURE 3.11

ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS,
 POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN HIVER, REGION DU LAC ST-JEAN - CÔTE NORD.

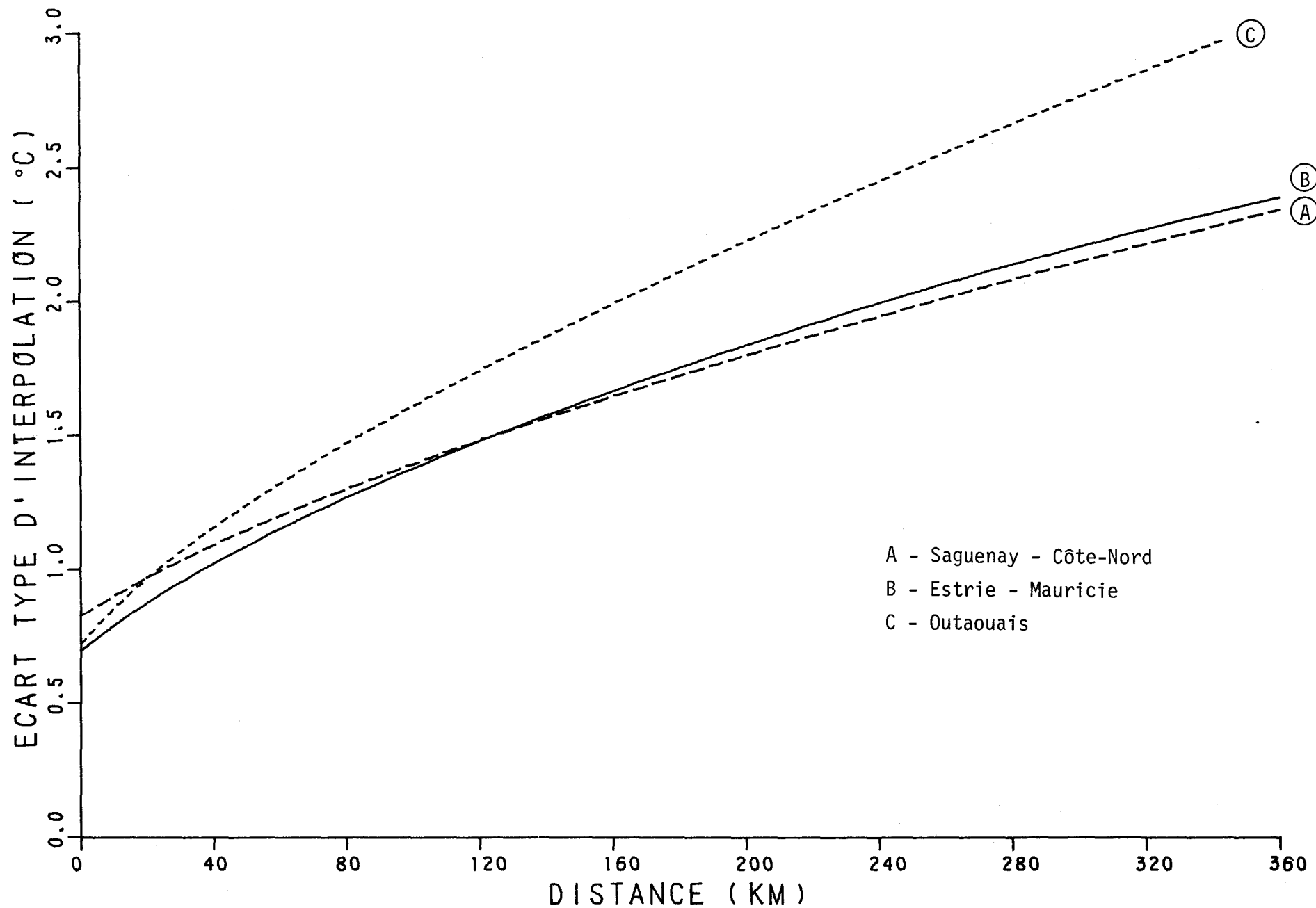


FIGURE 3.12 ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN HIVER,

Plus précisément, des écarts types minima de 0.8 °C et moins sont notés sur les deux rives du fleuve Saint-Laurent, à l'ouest du Saguenay, de même que dans le voisinage de Rimouski et de Chicoutimi. Ces écarts types ont tendance à augmenter d'ouest en est, le long du fleuve, de sorte que de Québec à Blanc-Sablon, ils passent de 0.8 °C à 1.8 °C. A mesure que l'on s'éloigne du fleuve vers le nord, les écarts types deviennent aussi de plus en plus élevés, atteignant plus de 1.4 °C au réservoir Manicouagan et 2.4 °C, le long de la limite nord de la région, à l'est de Havre-St-Pierre. Notons, enfin, que les écarts types présentent un minimum relatif autour du lac St-Jean et le long du Saguenay, alors qu'au contraire, le centre de la Gaspésie est le lieu d'un maximum relatif.

Dans les parties de la région situées dans la zone d'influence de la région de l'Abitibi-Témiscamingue, la carte C indique que les écarts types pourraient avoir 0.2 °C de plus. Par contre, la carte B, correspondant à la région de l'Outaouais - Estrie et à sa zone d'influence, présente des écarts types essentiellement identiques à ceux du Lac St-Jean - Côte-Nord. Les zones d'influence des deux régions voisines se recouvrant, sauf dans le nord-ouest, à la hauteur du lac Mistassini, nous pouvons penser que les écarts types ne changeront guère au sud de 50° nord et pourraient être légèrement plus élevés au nord de cette latitude.

- Modifications suggérées au réseau

Encore une fois, nous pouvons suggérer de renforcer le réseau d'acquisition des températures journalières principalement sur la Côte-Nord et au centre de la Gaspésie. Ce n'est, toutefois, qu'après une analyse des besoins et de la précision requise pour satisfaire ces besoins que l'on pourra vraiment décider de la densité adéquate des stations pour cette région.

B - Région de l'Outaouais - Estrie

- Fonction de structure

La région de l'Outaouais - Estrie était, en 1978, celle qui comprenait la densité de stations la plus élevée. Aussi, il n'est pas étonnant de constater, sur la figure 3.13, que jusqu'à 154 couples de stations ont été utilisés pour déterminer l'un des points de la fonction de structure. Par ailleurs, comme nous pouvons le remarquer sur la figure 3.13, les points sont pratiquement tous très près de la courbe qui leur est ajustée et dont le type et les valeurs attribuées aux paramètres sont présentés au tableau 3.2.

Tout au long des 400 km sur lesquels elle est déterminée, la fonction de structure croît sans qu'apparaisse de palier. Il s'en suit que les stations situées à l'intérieur de cette distance peuvent contribuer à fournir de l'information au point d'interpolation.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Les figures 3.12 et 3.14 nous indiquent que les écarts types dans la région de l'Outaouais - Estrie ne sont que très légèrement différents de ceux de la région du Lac St-Jean - Côte-Nord. Effectivement, la différence la plus importante se situe à l'origine et vaut environ 0.1 °C. Les écarts types valent donc 0.7, 1.15, 1.5, 1.95 et 2.3 °C, selon que la distance entre les stations est de 0, 60, 120, 240 et 360 km.

Encore une fois, l'écart type à l'origine est élevé et il faut que la distance entre les stations atteigne presque 120 km, pour qu'il soit doublé. Toute diminution de la distance entre les stations contribue donc à améliorer l'écart type, mais de façon relativement lente.

Enfin, dans la partie de la région située dans la zone d'influence de la région du Lac St-Jean - Côte-Nord, les écarts types ne subiront

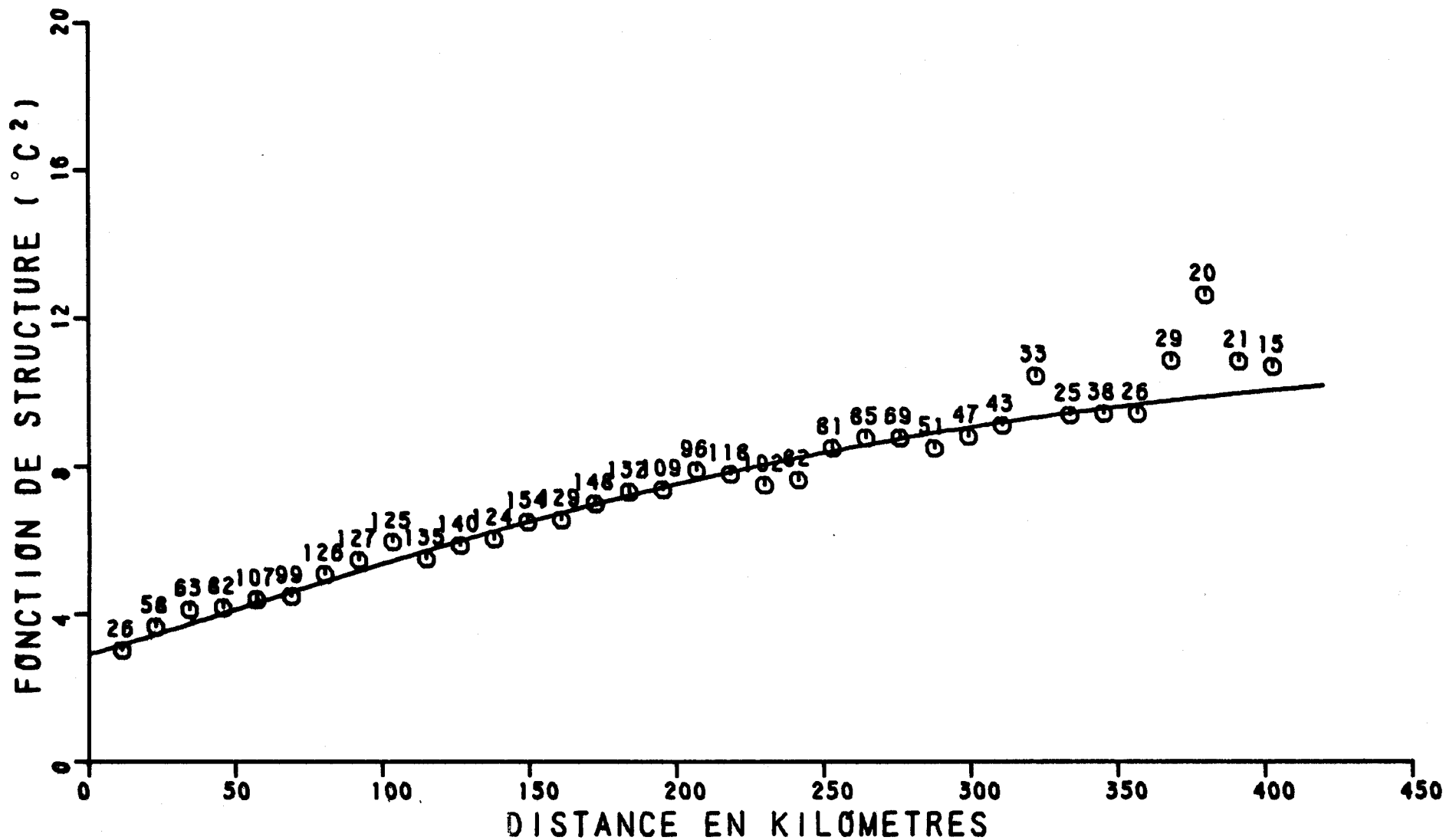


FIGURE 3.13 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN HIVER, REGION : OUTAOUAIS - ESTRIE

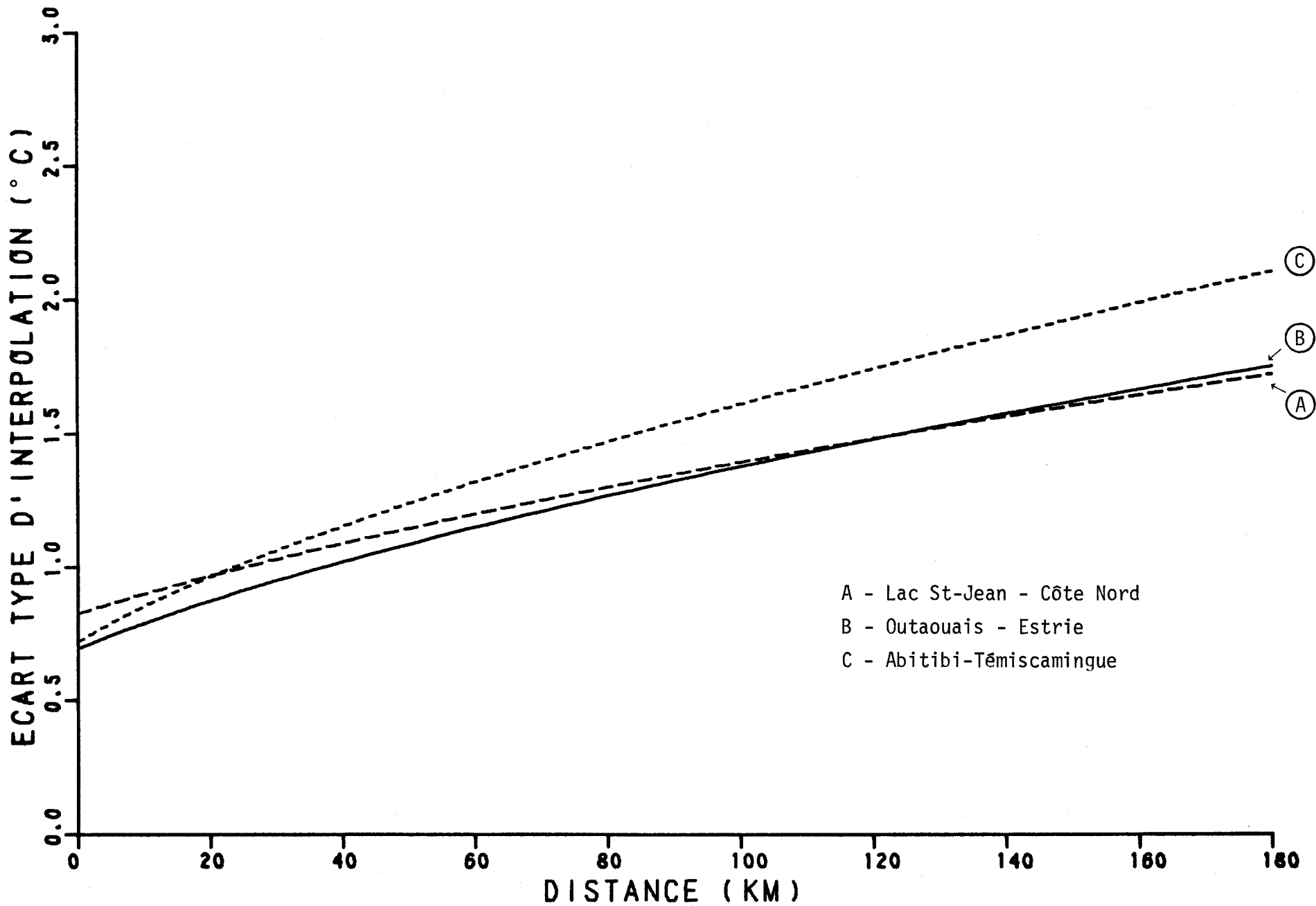


FIGURE 3.14

ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS,
 POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN HIVER, REGION DE L'OUTAOUAIS - ESTRIE.

aucun changement appréciable. Par contre, dans la zone d'influence de la région de l'Abitibi-Témiscamingue, les écarts types auront tendance à augmenter.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

La distribution spatiale des écarts types dans la région de l'Ou-taouais - Estrie est relativement peu variable. Les écarts types minima sont observés sur le bassin de la rivière Eaton. Ils valent 0.6 °C. Il est à remarquer que cette zone d'écart types minima est très peu étendue. Par conséquent, à toutes fins utiles, les écarts types minima sont inférieurs à 0.8 °C et occupent la moitié sud de la région. Dans cette partie de la région, il y a toutefois lieu de noter que les écarts types sont légèrement supérieurs à 0.8 °C sur le bassin de la rivière Nicolet, et autour de Sorel.

Dans la moitié nord de la région, les écarts types augmentent lentement, pour atteindre des valeurs supérieures à 1.2 °C au sud-est du réservoir Michinamécus.

En ce qui a trait aux écarts types dans les parties de la région situées dans les zones d'influence des régions voisines, rappelons tout d'abord que la zone d'influence de la région du Lac-St-Jean - Côte-Nord recouvre presque toute la région et que les écarts types y sont essentiellement identiques. Quant à la région de l'Abitibi-Témiscamingue, elle n'affecte que la partie de la région située sur la rive nord du fleuve. Les écarts types y sont environ 0.2 °C plus élevés. Aucun changement n'est donc à prévoir sur la rive sud du fleuve, alors que les écarts types pourraient être très légèrement plus élevés sur la rive nord.

- Modifications suggérées au réseau

La région de l'Outaouais - Estrie est celle où la densité du réseau est la plus élevée. Par conséquent, à moins que les besoins ne le nécessitent, nous ne pensons pas que le réseau devrait être augmenté, sauf peut-être dans le nord de la région.

C - Région de l'Abitibi-Témiscamingue

- Fonction de structure

La fonction de structure des températures minimales journalières en hiver dans l'Abitibi-Témiscamingue est celle qui croît le plus rapidement, indiquant que l'information acquise aux stations se détériore plus rapidement dans cette région que dans les deux autres. De plus, le nombre de couples de stations ayant servi à déterminer la fonction de structure est beaucoup plus faible que dans la région de l'Outaouais - Estrie, comme la figure 3.15 le confirme.

La dispersion des points autour de la droite qui leur est ajustée est plus grande que dans les autres régions, mais cette dispersion est prévisible, compte tenu du nombre de couples de stations disponibles.

Notons enfin que la fonction est définie jusqu'à un peu plus de 350 km et que le type et les valeurs attribuées aux paramètres de la courbe sont présentés au tableau 3.2.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Ainsi que les figures 3.12 et 3.16 le montrent, la variation de l'écart type d'interpolation en fonction de la distance entre les stations dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue est plus rapide que dans les autres régions. En effet, les écarts types valent 0.7, 1.3, 1.75, 2.45 et 3.05 °C pour des distances entre les stations égales à

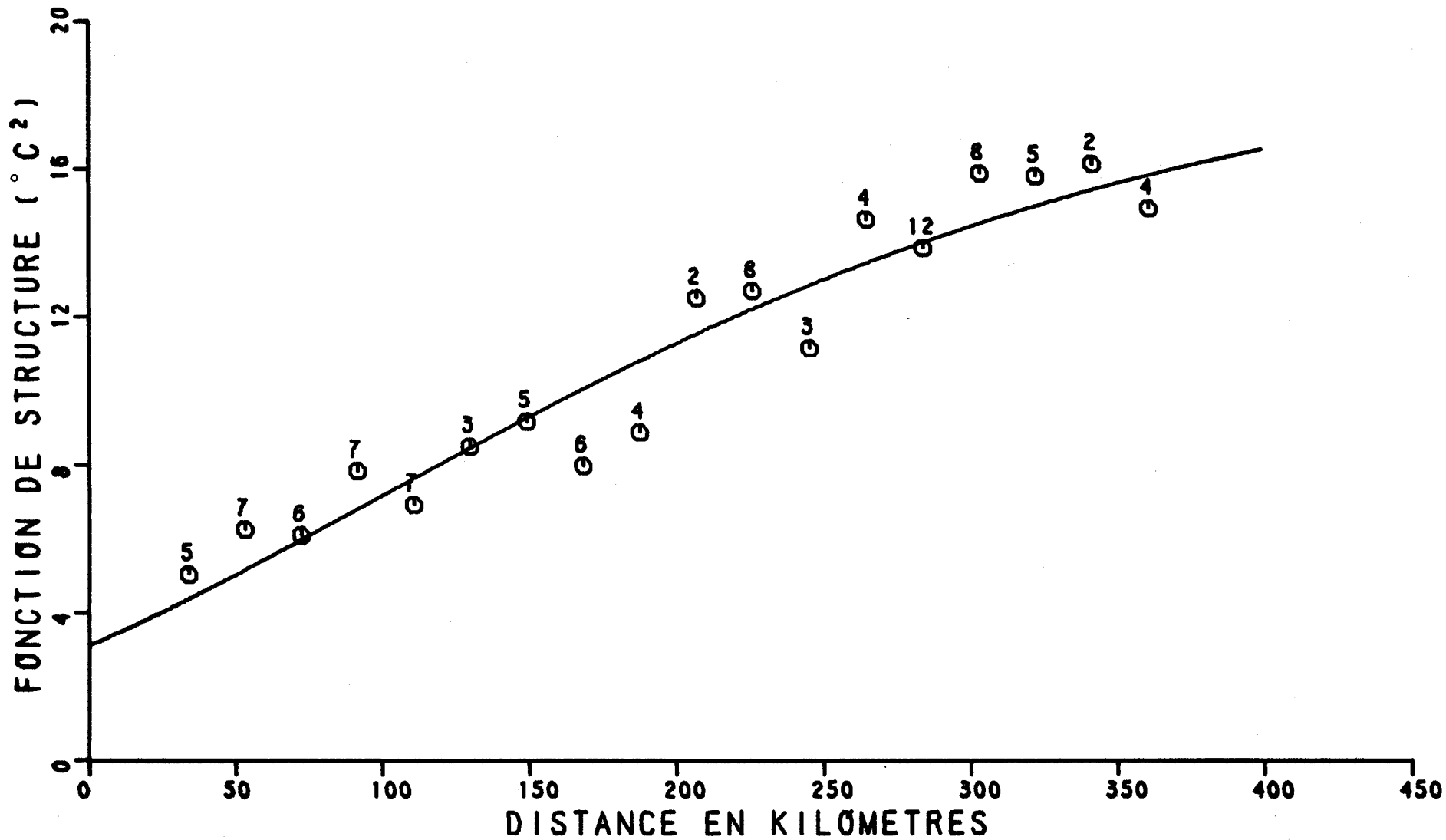


FIGURE 3.15 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN HIVER, REGION : ABITIBI - TEMISCAMINGUE

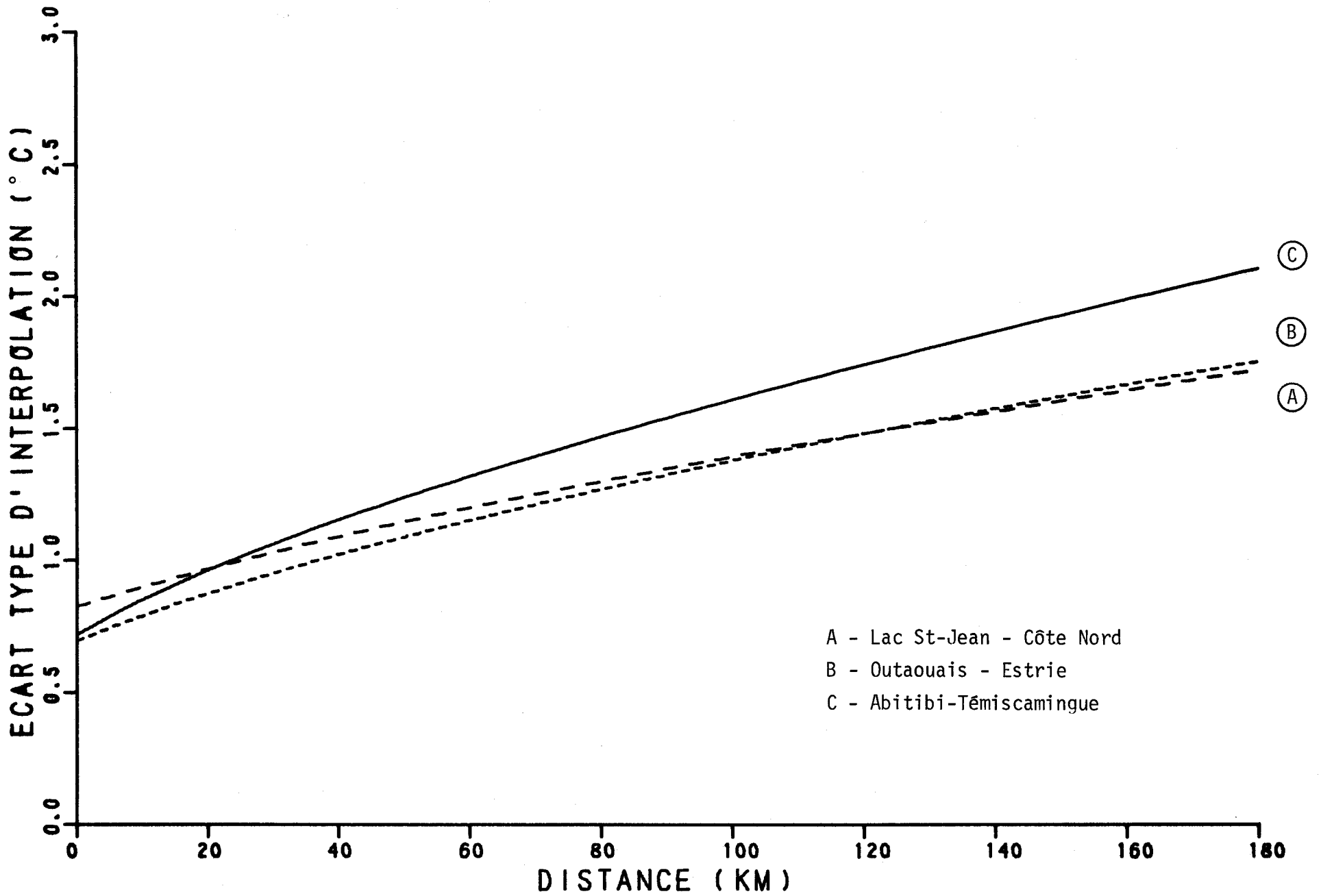


FIGURE 3.16

ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS,
 POUR LES TEMPERATURES MINIMALES JOURNALIERES EN HIVER, REGION DE L'ABITIBI - TEMISCAMINGUE.

0, 60, 120, 240 et finalement 360 km. L'écart type double presque dans les 60 premiers kilomètres, alors qu'il lui fallait près de 120 km dans les autres régions. Toute diminution de la distance entre les stations peut donc se traduire par une réduction des écarts types d'interpolation.

Enfin, dans les parties de la région situées dans les zones d'influence des régions voisines, les écarts types auront tendance à diminuer.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

La distribution spatiale des stations dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue étant très irrégulière, cette région présente des zones où il existe des groupes de stations, des stations isolées et des zones encore plus grandes sans stations (planche T-2). La carte C est le reflet de tout cela. Avec une valeur de 1 °C, les écarts types minima situés entre Ville-Marie et Amos sont plus élevés que dans les deux régions précédentes. Quant aux écarts types maxima, ils se situent dans le nord-ouest de la région, tout près de la baie James et valent plus de 2.6 °C. Entre autres caractéristiques de la distribution spatiale des écarts types dans cette région, nous notons, tout d'abord, une zone d'écarts types relativement élevés (1.8 °C) au nord-ouest du réservoir Gouin et une autre d'écarts types supérieurs à 1.8 °C sur le futur complexe hydro-électrique Nottaway-Broadback-Rupert.

Les zones d'influence des deux régions voisines recouvrant à peu près toute la région sauf le complexe NBR, les écarts types demeureront inchangés sur le complexe NBR, mais pourraient être plus faible ailleurs dans la région.

- Modifications suggérées au réseau

Il devrait être clair, à la suite de ce que nous venons d'écrire, qu'il faudrait augmenter la densité du réseau d'acquisition des températures journalières sur le complexe NBR. En deuxième lieu, il faudrait penser à le faire près du réservoir Guin. Ailleurs dans la région, c'est moins clair. Une analyse des besoins pourrait permettre de savoir si la densité du réseau devrait être augmentée dans le sud-ouest de la région, par exemple.

D - **Nouveau-Québec**

- Remarques générales sur les caractéristiques de cette région

En l'absence de tout renseignement pouvant être fourni par les données mêmes de la région, nous suggérons d'utiliser la figure 3.12 pour obtenir des indications préliminaires sur la densité de stations requises pour obtenir une précision donnée.

Les courbes de la figure 3.12 sont, en effet, relativement semblables et devraient fournir une approximation relativement satisfaisante des valeurs qui pourront être obtenues dès que des données adéquates permettront d'effectuer les calculs voulus.

3.2 TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES

3.2.1 Eté

3.2.1.1 Définition des régions

L'analyse des températures minimales mensuelles a été réalisée à partir d'une seule liste de stations, le nombre de stations retenues, après avoir tenu compte des divers critères de sélection, étant inférieur au nombre permis, tel que précisé au chapitre 2.

Alors que dans le cas de l'hiver, comme nous le verrons en 3.2.2, l'analyse en composantes principales permet de définir des régions relativement bien homogènes, tel n'est pas le cas en été. Il semble que plusieurs influences locales ou sous-régionales se superposent aux caractéristiques "régionales".

Comme pour les températures journalières, le Québec a d'abord été divisé en deux parties, l'une au sud de 52° nord et l'autre au nord, compte tenu des résultats de l'analyse en composantes principales. Nous identifierons cette dernière partie sous l'appellation de "Nouveau-Québec". Seulement deux stations y sont situées, les stations 7103282, Inoudjouac et 7106210, Poste-de-la-Baleine. Ces deux stations sont reliées au même facteur, mais l'absence d'autres stations à l'intérieur de ce vaste territoire nous empêche d'en dire plus.

Dans la partie méridionale du Québec, l'analyse nous indique la présence d'un facteur prépondérant étendant son influence surtout sur la moitié ouest du territoire concerné. La partie est du Québec méridional est associée, quant à elle, à deux autres facteurs. Le faible nombre de stations qui s'y trouvent et une certaine superposition des zones d'influence de ces facteurs nous ont fait décider de ne pas y définir deux régions distinctes mais plutôt une seule région. Le Québec méridional a donc été divisé en seulement deux régions que nous décrivons ci-après. Il y a lieu de noter cependant que, tel que mentionné plus tôt, des facteurs locaux ou sous-régionaux viennent affaiblir l'homogénéité spatiale de ces régions.

En d'autres termes, même si la majorité des stations de la moitié ouest du Québec méridional sont toutes reliées à un même facteur, il existe des groupes de stations pour lesquelles ce facteur n'est pas prépondérant et qui sont reliées à un autre facteur. Un premier groupe de stations se situe sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, entre Montréal et Québec. Nous pouvons donc penser à la présence d'une sous-région dans cette zone. Une seconde sous-région peut aussi être détectée juste à l'ouest de Montréal, sous-région correspondant approximati-

vement à la région de l'Outaouais définie pour les températures minimales journalières en été. Dans le cas de la première sous-région, il a été possible de déterminer une fonction de structure que nous présentons dans le cadre de l'analyse de l'ensemble de la région. Pour la seconde sous-région, la dispersion des points n'a pas permis de définir de fonction de structure.

Les deux régions que nous avons retenues et qui sont présentées sur la planche T-5, sont donc les suivantes:

A - Est du Québec

Cette région correspond grossièrement à la région du "Saguenay - Côte-Nord" définie pour les températures minimales journalières en été. Sur la rive nord du fleuve, la différence est minime, comme nous pouvons le constater en comparant les planches T-1 et T-5, alors que toute la rive sud à l'est de Montmagny était comprise dans la région, au pas de temps journalier, il semble plus approprié, au pas de temps mensuel, de ne considérer comme faisant partie de la région que la partie de la Gaspésie située à l'est de Matane.

La limite qui sépare l'Est du Québec de l'Ouest du Québec part donc du nord-est du lac Plétipi à 52° nord pour se diriger droit au sud jusqu'au lac Manouane à partir duquel elle oblique vers le sud-ouest jusqu'au lac Saint-Jean. De là, elle suit le Saguenay jusqu'à Chicoutimi, d'où elle se dirige vers l'île d'Orléans. Elle descend alors le fleuve Saint-Laurent jusqu'à un point situé entre Matane et Les Méchins et traverse la Gaspésie en suivant approximativement la rivière Cascapédia. De New-Richmond sur la Baie-des-Chaleurs, la limite continue alors jusqu'à Newcastle (Nouveau-Brunswick) en passant par Bathurst (Nouveau-Brunswick).

La région comprend donc le Saguenay, la Côte-Nord et la moitié est de la Gaspésie. Le relief y est donc assez varié, les zones les

plus accidentées étant situées sur la rive nord à l'ouest de Havre-St-Pierre, à l'est du Saguenay et au centre de la Gaspésie.

B - Ouest du Québec

Si nous comparons les planches T-1 et T-5 de nouveau, nous constatons que le territoire occupé par cette région, au pas de temps mensuel, est subdivisé en trois régions au pas de temps journalier. Les remarques que nous avons faites précédemment quant à la présence de sous-régions dans l'Ouest du Québec trouvent là une bonne partie de leur explication. En d'autres termes, le fait d'utiliser des données au pas de temps mensuel plutôt qu'au pas de temps journalier a augmenté l'homogénéité spatiale de trois régions définies au pas de temps journalier, mais pas assez pour faire disparaître toutes les différences, d'où l'apparition de sous-régions de dimensions plus réduites qu'au pas de temps journalier.

Comme il n'y a que deux régions et que la limite entre ces deux régions a été décrite plus haut, nous n'allons pas la répéter ici. En ce qui a trait au relief, l'Ouest du Québec est beaucoup moins accidenté que l'Est. On y remarque en particulier les basses-terres du Saint-Laurent.

C - Nouveau-Québec

Le Nouveau-Québec comprend tout le territoire québécois situé au nord de 52° nord. Il est impossible pour le moment de savoir si cette vaste région devrait être subdivisée en régions plus petites, étant donné que nous n'avons que deux stations, toutes deux situées sur la baie d'Hudson. Notons, toutefois, que ces deux stations font partie d'une même région homogène, d'après notre analyse en composantes principales.

3.2.1.2 Analyse du réseau région par région

A - Région de l'Est du Québec

- Fonction de structure

Un nombre de stations beaucoup moindre qu'au pas de temps journalier a pu être retenu pour définir la fonction de structure de l'Est du Québec, en été. La figure 3.17 nous indique, en effet, que neuf (9) couples de stations a pu être utilisé au maximum pour calculer l'un des points de la fonction de structure. Quoique les dimensions de la région permettaient de prendre des couples de stations dont la distance était supérieure à 540 km, nous nous en sommes tenus à cette distance, considérant qu'elle était assez grande. La courbe a cependant été ajustée en tenant compte de stations distantes de plus de 540 km.

Ainsi que nous pouvons le constater, la proximité des points par rapport à la courbe pourrait être meilleure, particulièrement aux courtes distances, mais si nous nous rappelons que cette région pourrait être plus homogène qu'elle ne l'est, nous pouvons considérer la fonction de structure comme représentant suffisamment bien les caractéristiques de la région, compte tenu des informations disponibles.

Quant aux valeurs des paramètres attribuées à la courbe, elles apparaissent au tableau 3.3.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Rappelons une dernière fois que l'écart type que nous présentons aux figures 3.18 et 3.19 est celui qui serait obtenu au centre d'un réseau de six (6) stations placées aux sommets de deux triangles équilatéraux emboîtés de côtés 1 et 2 1 respectivement.

Tableau 3.3 Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minimales mensuelles en été.

Région	Type *	Valeur des paramètres		
		A	B	C
A - Est du Québec	4	0.295803	0.996792	5.49063
B - Ouest du Québec	4	0.492295	0.997318	0.675199
C - Estrie (sous-région de)	4	0.0633906	0.989526	4.76206

* Les fonctions ajustées sont les suivantes:

1: $Y = A + BX$

3: $Y = A - Be^{-x/c}$

2: $Y = AX^B + C$

4: $Y = CA^{B^X}$

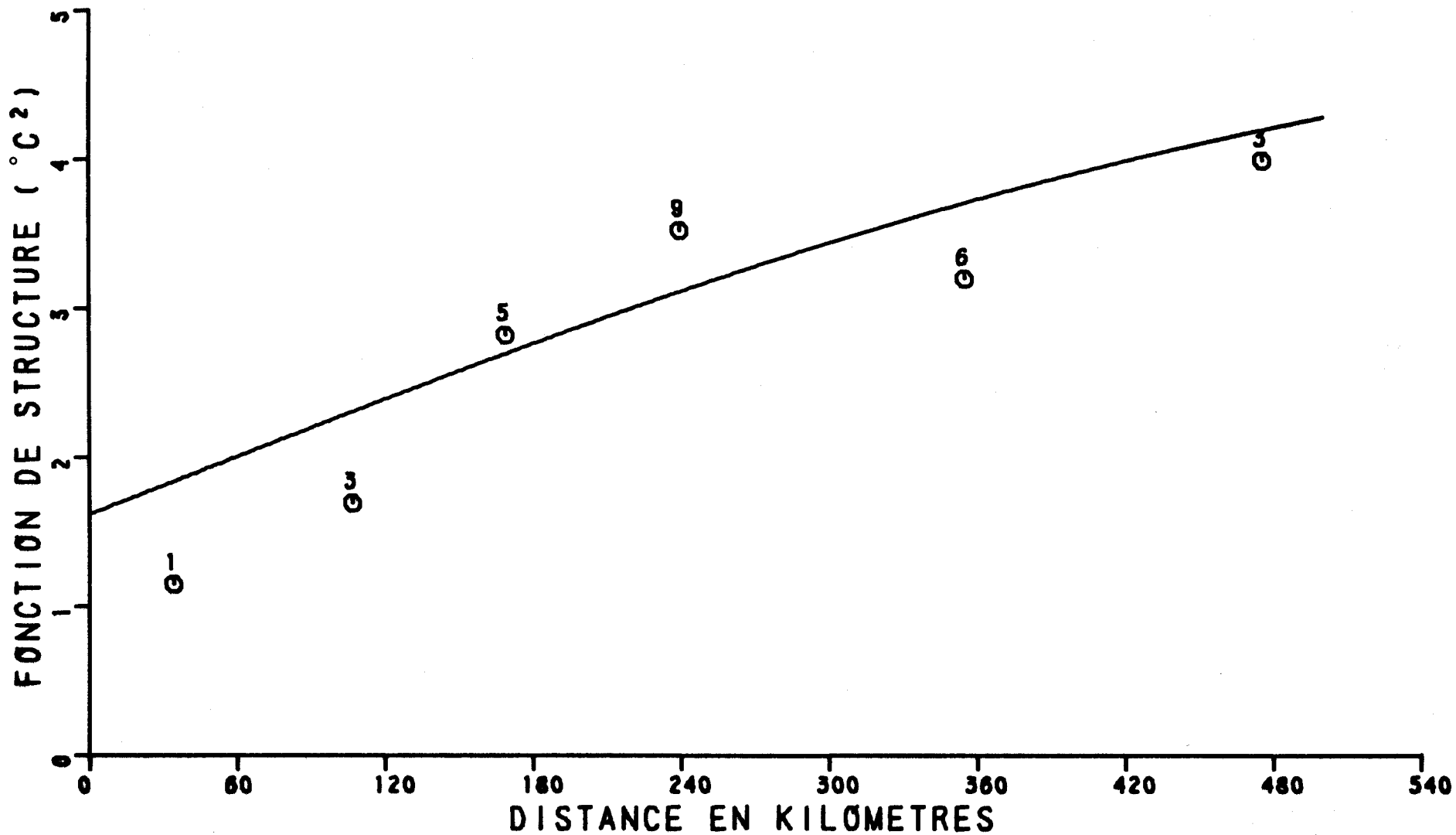


FIGURE 3.17 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN ETE, REGION : EST DU QUEBEC

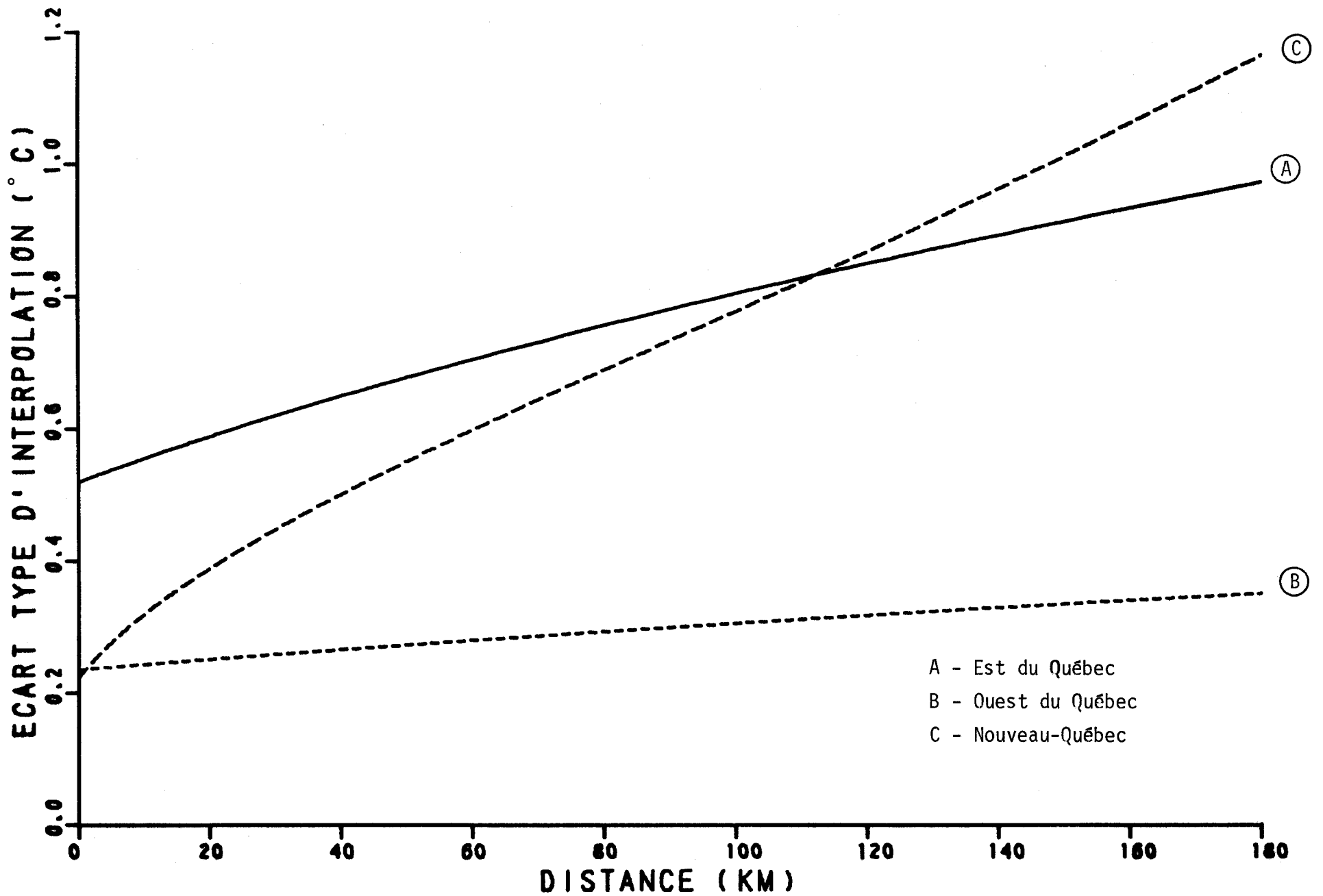


FIGURE 3.18 · ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN ETE, REGION EST DU QUEBEC.

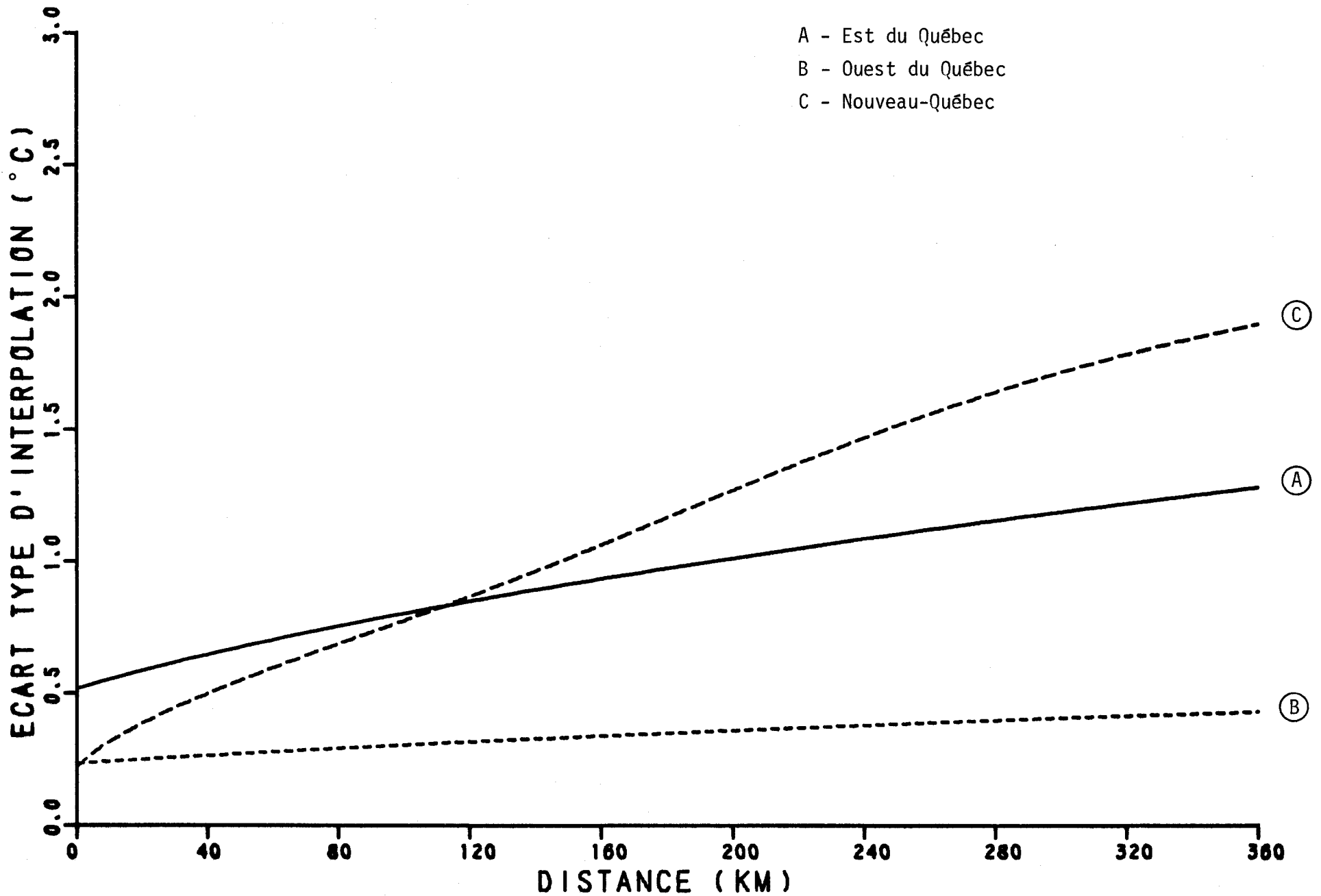


FIGURE 3.19 ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN ETE,

L'ordonnée à l'origine est relativement élevée, avec 0.52 °C, mais ainsi que nous pouvons le constater sur la figure 3.17, cette valeur pourrait être plus faible. La figure 3.18 nous indique, de plus, que l'effet de micro-climat, tel qu'exprimé par l'ordonnée à l'origine, conduit à une erreur d'interpolation relativement plus importante que celle qui provient de la distance entre les stations et le point où l'on désire interpoler. Les écarts types sont, en effet, de 0.52, 0.71, 0.85, 1.08 et 1.28 à des distances de 0, 60, 120, 240 et 360 km entre les stations. Toute diminution de la distance entre les stations contribue donc à améliorer l'écart type, mais cette amélioration est relativement lente.

Par rapport à l'Ouest du Québec, les écarts types estimés dans l'Est du Québec sont plus que deux fois plus élevés. Cette différence implique que dans la partie de la région de l'Est du Québec située dans la zone d'influence de l'Ouest du Québec, les écarts types pourraient être de 0.2 à 0.3 °C plus faibles que prévu.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Ainsi que nous pouvons le constater sur la carte A de la planche T-6, les écarts types d'interpolation de la température minimale mensuelle en été sont à peine plus faibles qu'au pas de temps journalier (carte A de la planche T-2). Les écarts types les plus faibles valent en effet 0.5 °C ou un peu moins. Une première zone d'écarts types inférieurs ou égaux à 0.5 °C s'étend sur les deux rives du fleuve Saint-Laurent, de l'île d'Orléans à Mont-Joli. Une seconde zone, d'étendue plus faible, se situe le long du Saguenay et du Lac St-Jean. Enfin, une dernière, beaucoup plus localisée, est centrée sur Gaspé. Quant aux écarts types maxima, nous les retrouvons, comme dans toutes les cartes précédentes, dans la partie amont des rivières de la Côte-Nord. Ils y atteignent 1.3 °C.

Le réseau de mesure des températures, tout en étant moins dense que celui des précipitations, coïncide habituellement avec ce dernier, de sorte que le patron général d'écart types est, en pratique, le même pour les précipitations et les températures. Seuls changent la valeur des écart types minima qui y sont rencontrés, de même que les gradients, ces deux caractéristiques étant fonctions de la structure du phénomène. Par conséquent, comme dans les cas précédents, nous remarquons un double gradient des écart types dans l'Est du Québec. Le premier suit l'orientation générale du fleuve et du littoral de la Côte Nord. Les écart types augmentent alors généralement de l'île d'Orléans à Blanc-Sablon, mais avec des minima relatifs entre ces deux points. Quant au second gradient, il est perpendiculaire au premier, les valeurs minimales étant rencontrées près du fleuve et les écart types augmentant à mesure que la distance augmente par rapport au fleuve Saint-Laurent.

Enfin, dans la partie de la région située dans la zone d'influence de l'Ouest du Québec, les écart types pourraient être nettement plus faibles de 0.2 à 0.3 °C, comme l'indique la carte B.

- Modifications suggérées au réseau

Au pas de temps mensuel comme au pas de temps journalier, le réseau accuse une faiblesse sur la Côte-Nord, particulièrement. C'est là que devraient porter les premières initiatives d'augmentation du réseau, compte tenu des projets hydro-électriques qui y sont prévus.

Ailleurs, l'augmentation du réseau devrait se faire, comme d'ailleurs sur la Côte Nord, en fonction de la précision requise pour satisfaire les besoins, compte tenu des impératifs d'ordre économique ou autre.

B - Région de l'Ouest du Québec

- Fonction de structure

Dans l'ouest du Québec, le nombre de stations est nettement plus élevé que dans l'Est, ainsi que nous pouvons le vérifier sur la figure 3.20. La fonction de structure, définie jusqu'à 540 km, est, quant à elle, beaucoup plus faible que celle de l'Est.

Les points se maintiennent relativement près de la courbe qui leur est ajustée, surtout jusqu'à 360 km. Au delà de cette distance, la dispersion augmente, quoique les poids associés aux points ne soient pas négligeables.

Comme au moins deux sous-régions ont été dénotées au sein de cette région, nous avons tenté d'obtenir des fonctions de structure pour chacune de ces sous-régions, mais n'avons pu y réussir que pour la sous-région située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent et que nous avons identifiée sous l'appellation "Estrie". Notons, en passant, que nous aurions pu considérer cette sous-région comme une région entourée de toutes parts par la région plus vaste qu'est l'Ouest du Québec. La figure 3.21 nous montre que la fonction de structure de cette sous-région, tout en ayant un effet de pépète moindre que celui de la région environnante, a un taux de croissance plus élevé. La dispersion des points est élevée, en raison, au départ, de poids unitaires, mais très probablement aussi par suite des caractéristiques mêmes de la sous-région, impliquant une homogénéité spatiale relativement faible.

Le type et les valeurs attribuées aux paramètres des courbes tracées sur les figures 3.20 et 3.21 apparaissent au tableau 3.3.

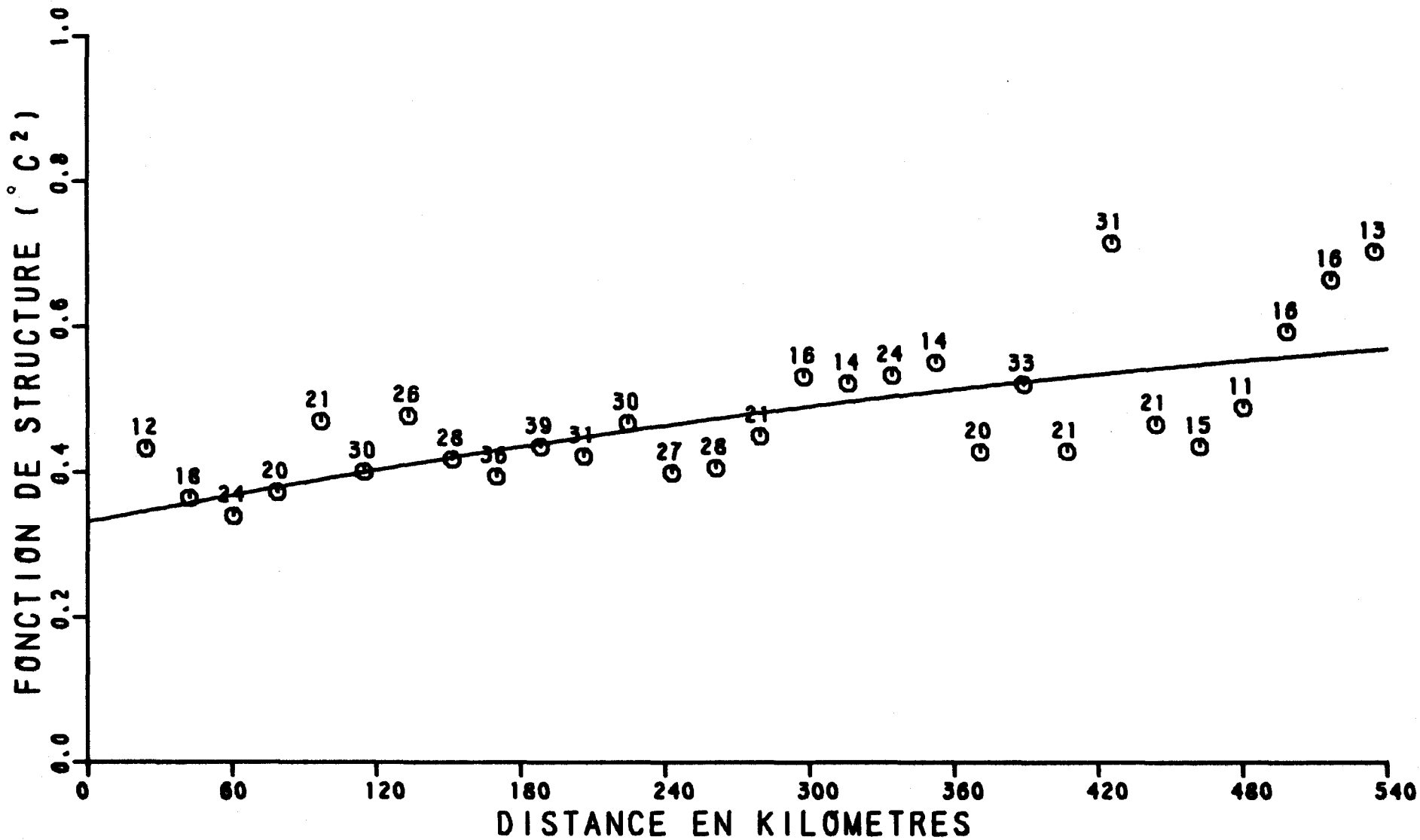


FIGURE 3.20 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN ETE, REGION : OUEST DU QUEBEC

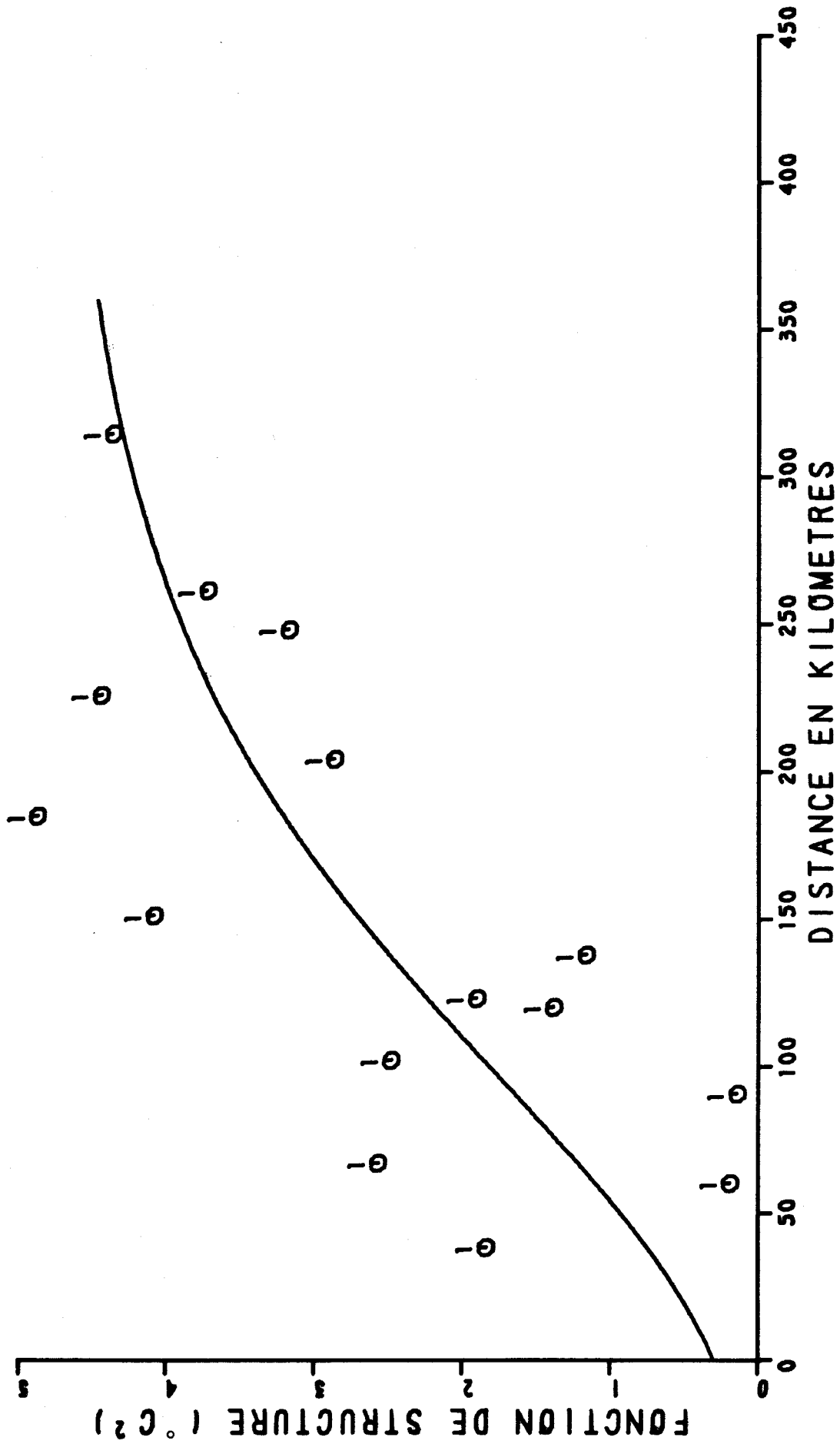


FIGURE 3.21 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN ETE, SOUS-REGION : ESTRIE

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

A partir d'une ordonnée à l'origine égale à 0.24 °C, la courbe présentant la variation des écarts types en fonction de la distance n'augmente que très lentement avec cette dernière. Les écarts types sont en effet de 0.24, 0.28, 0.32, 0.38 et 0.43 °C pour des distances de 0, 60, 120, 240 et 360 km entre les stations, c'est-à-dire que les écarts types n'augmentent que de 0.19 °C entre 0 et 360 km. Rappelons ici que nous indiquons les écarts types au centième de degré non parce que nous croyons que c'est la précision atteinte, mais tout simplement pour mieux indiquer la valeur déterminée mathématiquement pour la courbe, à une distance donnée. Selon ces résultats, il ne semble pas que diminuer la distance entre les stations puisse améliorer notablement l'écart type, qui de toute façon, est relativement faible.

Par contre, les écarts types varient beaucoup plus dans la sous-région de l'Estrie. Les écarts types valent, en effet, 0.22, 0.60, 0.87, 1.47 et 1.90 °C selon que la distance entre les stations est de 0, 60, 120, 240 ou encore 360 km. Au moins dans cette sous-région, une diminution de la distance entre les stations pourrait améliorer les écarts types. Il en est de même dans la zone d'influence de la région de l'Est du Québec, comme nous le montrent les figures 3.19 et 3.22.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Ainsi que le laissait prévoir la figure 3.22, la variation d'écarts types dans l'Ouest du Québec n'est pas très élevée (carte B de la planche T-6), variant d'à peine 0.2 °C. Tout d'abord, une large zone d'écarts types inférieurs à 0.2 °C s'étend de part et d'autre du Saint-Laurent, de la frontière Ontarienne à Matane. Cette zone est ponctuée çà et là de zones d'étendue beaucoup plus restreinte dans lesquelles les écarts types sont légèrement supérieurs à 0.2 °C, près

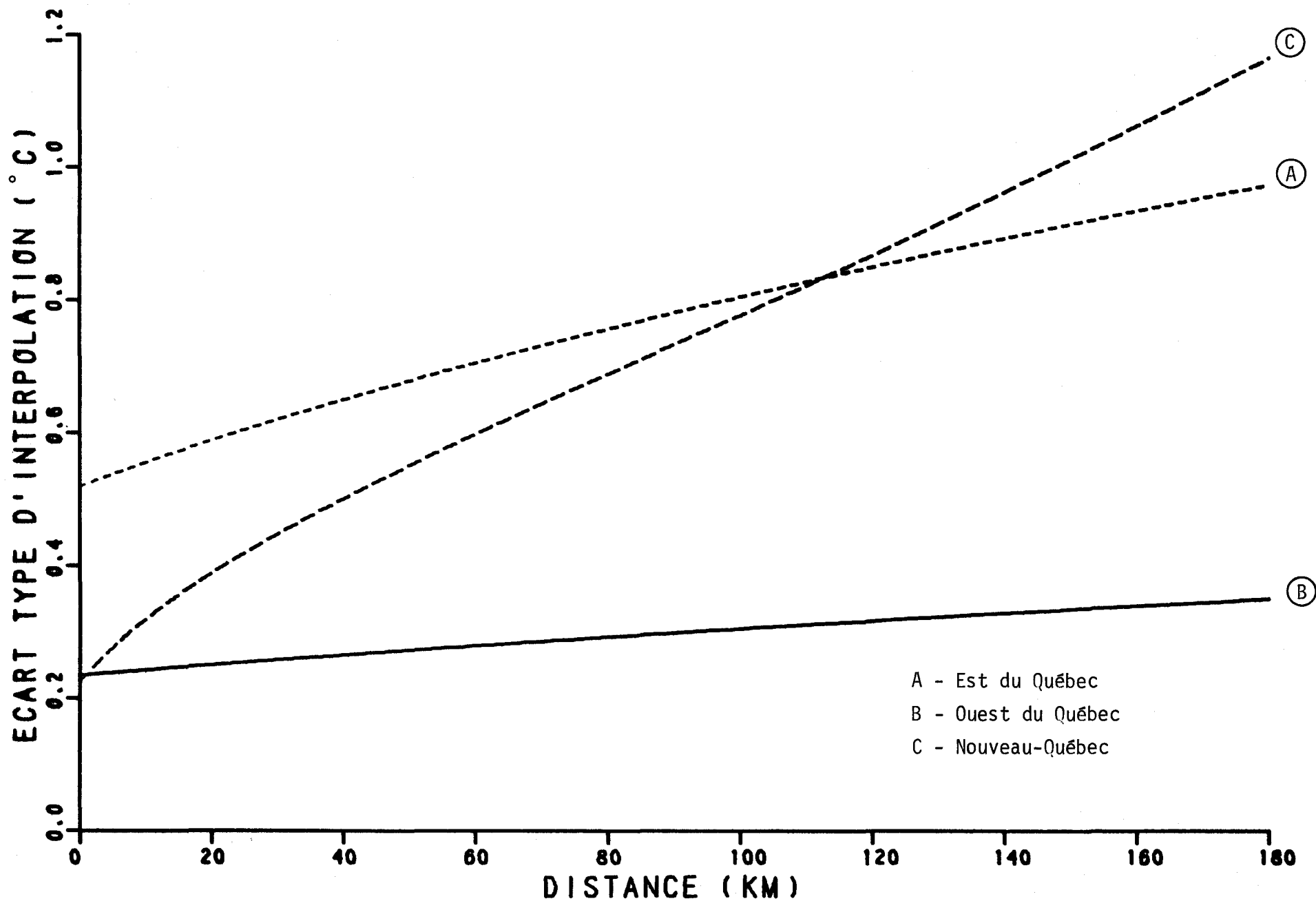


FIGURE 3.22 ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN ETE, REGION OUEST DU QUEBEC.

de Lacolle, St-Hyacinthe, Asbestos et Montmagny, sur la rive sud du fleuve, et Lachute et Portneuf, sur la rive nord. Quant aux valeurs maximales, elles n'atteignent même pas 0.4 °C et se situent dans le nord de la région. Il ne faut pas oublier, toutefois, que ces valeurs correspondent à des caractéristiques saisonnières.

D'autre part, la figure 3.22 nous indique que, sur la rive sud du Saint-Laurent dans la sous-région de l'Estrie, les écarts types pourraient atteindre plutôt 0.3 à 0.4 °C, compte tenu de la densité de stations (planche T-5). En d'autres termes, les valeurs présentées pourraient s'avérer inférieures à celles que nous pourrions déterminer dans certaines parties de la région, si suffisamment de données étaient disponibles.

En accord avec les remarques précédentes et avec les valeurs d'écarts types déterminées sur la carte A, la partie de l'Ouest du Québec, située dans la zone d'influence de l'Est du Québec, pourrait voir ses écarts types augmenter d'au moins quelques dixièmes de degrés Celsius.

- Modifications suggérées au réseau

Il est difficile de suggérer des modifications au réseau à partir d'une distribution spatiale d'écarts types comme celle qui apparaît à la carte B. Il est toutefois clair que la zone la plus faiblement pourvue en stations, c'est-à-dire le nord de la région, donne lieu à des écarts types plus élevés. La différence n'est toutefois pas énorme. C'est donc en fonction des besoins essentiellement que pourront être déterminés les sites des futures stations, dans l'Ouest du Québec, si nous nous en tenons à la précision atteinte pour la température minimale mensuelle en été.

Par contre, il faudrait faire attention à la présence de sous-régions dans lesquelles les écarts types pourraient être nettement plus élevés. Il y a donc lieu de revoir l'analyse de cette région, lorsque plus de données seront disponibles.

C - Région du Nouveau-Québec

- Remarques générales sur les caractéristiques de la région

Les courbes indiquant la variation des écarts types en fonction de la distance étant très différentes, comme nous avons pu nous en rendre compte sur la figure 3.22, il nous est difficile de suggérer l'une de ces courbes pour obtenir une idée préliminaire de la précision atteinte ou pouvant l'être dans le Nouveau-Québec.

Compte tenu de notre analyse en composantes principales, nous aurions cependant tendance à croire que les écarts types se rapprocheraient davantage de ceux que nous retrouvons dans l'Ouest du Québec, que de ceux que nous avons obtenus dans l'Est.

3.2.2 Hiver

3.2.2.1 Définition des régions

En hiver, le Québec méridional est nettement divisé en trois régions, chacun des facteurs auxquels les stations sont associées étendant son influence sur une grande partie du territoire, comme nous pouvons le constater sur la planche T-7, en observant le tracé des zones d'influence des régions. Par rapport au pas de temps journalier, la comparaison des planches T-3 et T-7 nous apprend, en outre, que la région de l'Abitibi-Témiscamingue (telle que définie au pas de temps journalier) a diminué de façon appréciable au profit des deux autres régions. Contrairement à l'été où des sous-régions étaient détectées au sein des régions, toutes les stations d'une région donnée sont reliées au même facteur. Notons enfin que les limites entre les régions peuvent être considérées davantage comme des zones de transition plus ou moins larges, que comme des sauts brusques d'une région à une autre, comme nous l'avons précisé à l'occasion, précédemment.

Les régions que nous avons retenues pour l'hiver sont donc les suivantes:

A - Lac Mistassini - Côte-Nord

Cette région est très vaste. Sa limite nord étant fixée arbitrairement à 52 °N, la ligne qui la sépare de la région de l'Abitibi, à l'ouest, part d'un point situé à 77° de longitude ouest et 52° de latitude nord pour descendre vers le sud-sud-est jusqu'à 50° nord, puis directement vers le sud jusqu'à l'ouest du réservoir Gouin. De ce point, la limite de la région traverse le réservoir Gouin en direction est, puis s'incurve graduellement vers le sud-est, passant près de Van Bruyssel et du lac Edouard, avant de traverser le fleuve à l'est de St-Tite-des-Caps pour atteindre la rive sud tout près de St-Jean-Port-Joli. Elle continue alors vers le sud-est jusqu'à St-Pamphile.

Le relief de cette vaste région est très varié. Nous pouvons y remarquer, en particulier, les massifs montagneux qui environnent le réservoir Manicouagan. Il ne faut pas oublier non plus que le centre de la Gaspésie et les deux rives du Saguenay présentent des zones montagneuses. Nous y dénombrons aussi de nombreux lacs et réservoirs importants.

B - Outaouais - Estrie

La région de l'Outaouais - Estrie s'étend au sud d'une ligne qui part d'un point situé environ 40 km au sud de Ville-Marie, dans l'Abitibi, pour remonter vers le réservoir Gouin, en passant près de Belleterre et Forsythe. Après avoir traversé le réservoir Gouin en direction est, elle s'incurve graduellement vers le sud-est et traverse le fleuve Saint-Laurent un peu à l'est de St-Tite-des-Caps, après être passé près de Van Bruyssel et du lac Edouard. Elle atteint la rive sud tout près de St-Jean-Port-Joli, puis continue jusqu'à St-Pamphile.

Nous y notons les basses-terres du Saint-Laurent mais aussi de nombreux réservoirs artificiels, surtout sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent.

C - Abitibi

Plus petite qu'au pas de temps journalier, la région de l'Abitibi se situe dans l'ouest du Québec, comme son appellation l'indique. Elle se situe à l'ouest d'une ligne qui part approximativement de Nouveau-Comptoir, sur la baie James, en direction sud-est tout d'abord, puis de plus en plus directement vers le sud, passant un peu à l'est de Némiscau et de Desmaraisville, pour atteindre un point situé à une cinquantaine de kilomètres à l'ouest du réservoir Gouin. De là, elle se dirige vers un point un peu au sud de Ville-Marie, en passant par Forsythe, le réservoir Décelles et Belleterre.

Le relief de cette région est nettement moins accidenté que celui des deux régions précédentes. Nous y dénotons, en particulier, une partie du futur complexe hydro-électrique Nottaway-Broadback-Rupert.

D - Nouveau-Québec

Le Nouveau-Québec comprend tout le territoire québécois situé au nord de 52° nord. C'est une vaste région au relief varié renfermant plusieurs rivières importantes du point de vue hydro-électricité.

3.2.2.2 Analyse du réseau région par région

A - Région du Lac Mistassini - Côte-Nord

- Fonction de structure

Dans le cas des températures minimales mensuelles, l'analyse en composantes principales, comme nous l'avons mentionné plus haut, a permis

de déterminer des régions plus homogènes qu'en été. Cette homogénéité est effectivement traduite sur la figure 3.23. Les points expérimentaux de la fonction de structure, ou plus précisément les moyennes de ces points par classes de distance, se maintiennent relativement près de la courbe qui leur est ajustée et ce jusqu'à plus de 500 km.

Quant à l'effet de pépîte, il est du même ordre de grandeur que celui de l'été dans la région de l'Ouest du Québec. Il semble donc, comme nous l'avons suggéré en 3.2.1.2, que l'effet de pépîte de l'Est du Québec en été pourrait être plus faible, surtout si nous nous rappelons qu'au pas de temps journalier, l'effet de pépîte était plus élevé en hiver qu'en été. Nous considérons, cependant, que l'analyse effectuée au pas de temps mensuel est moins précise qu'au pas de temps journalier, en raison notamment du nombre de données disponibles nettement inférieures.

Enfin, le type et les valeurs attribuées aux paramètres de la courbe sont présentés au tableau 3.4.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Les figures 3.24 et 3.25 présentent les écarts types d'interpolation de la température minimale mensuelle dans la région du Lac Mistassini - Côte-Nord. Nous remarquons que les écarts types valent 0.24, 0.39, 0.50, 0.68 et 0.84 °C selon que la distance entre les stations est de 0, 60, 120, 240 ou encore 360 km. L'effet des erreurs de mesure et du micro-climat est donc plus faible au pas de temps mensuel qu'au pas de temps journalier. D'autre part, l'allure générale de la courbe indique que toute diminution de la distance entre les stations est susceptible de diminuer l'écart type d'interpolation mais de façon relativement lente.

Enfin, dans la zone d'influence de la région de l'Outaouais - Estrie, les figures 3.24 et 3.25 nous apprennent que les écarts types pourraient

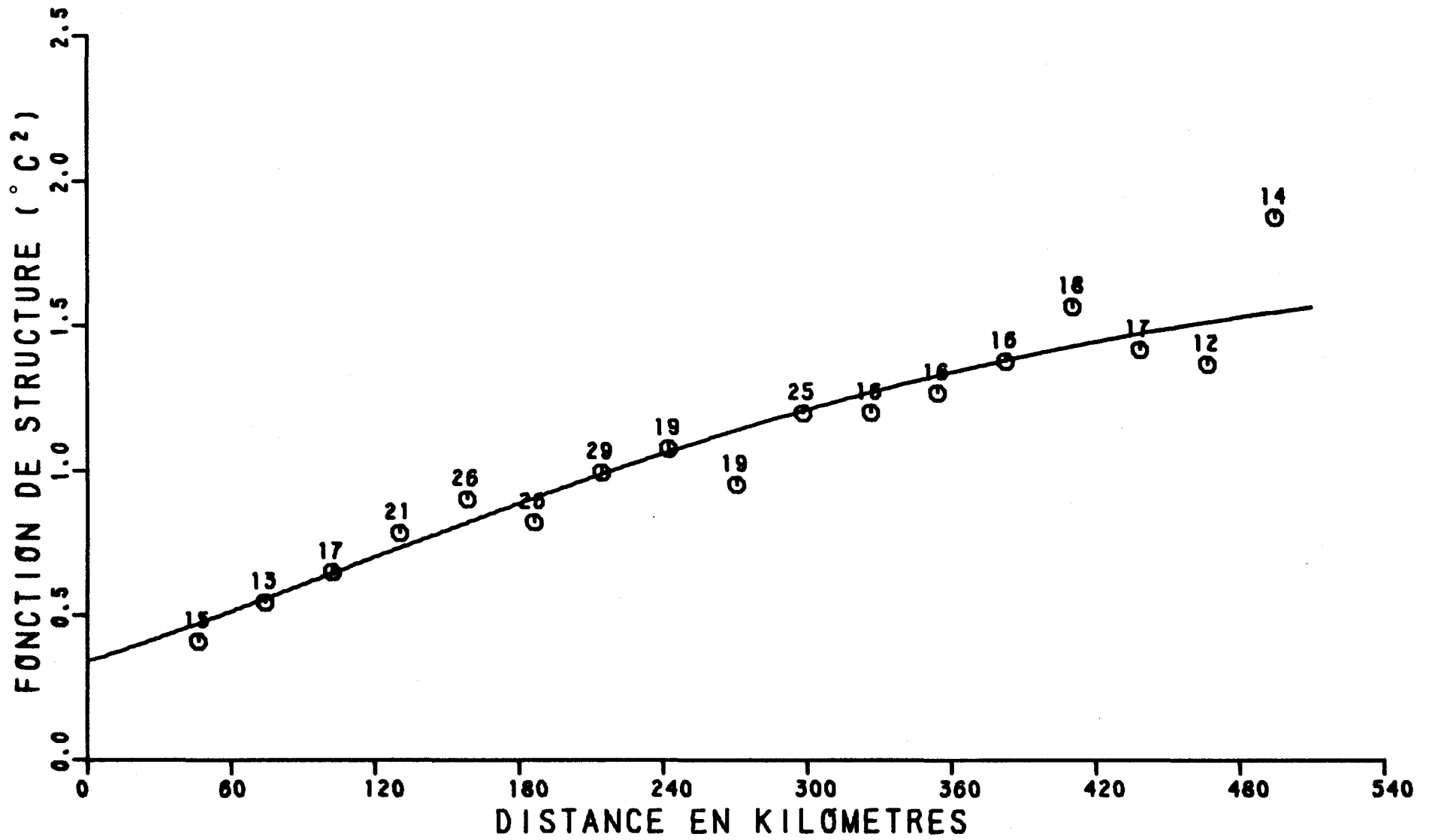


FIGURE 3.23 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN HIVER, REGION : LAC MISTASSINI - COTE NORD

Tableau 3.4 Type et valeur des paramètres des courbes ajustées aux fonctions de structure des températures minimales mensuelles en été.

Région	Type *	Valeur des paramètres		
		A	B	C
A - Lac Mistassini - Côte-Nord	4	0.281970	0.991595	5.49063
B - Outaouais - Estrie	4	0.186345	0.99532	1.83347

* Les fonctions ajustées sont les suivantes:

1: $Y = A + BX$

3: $Y = A - Be^{-x/c}$

2: $Y = AX^B + C$

4: $Y = CA^{B^X}$

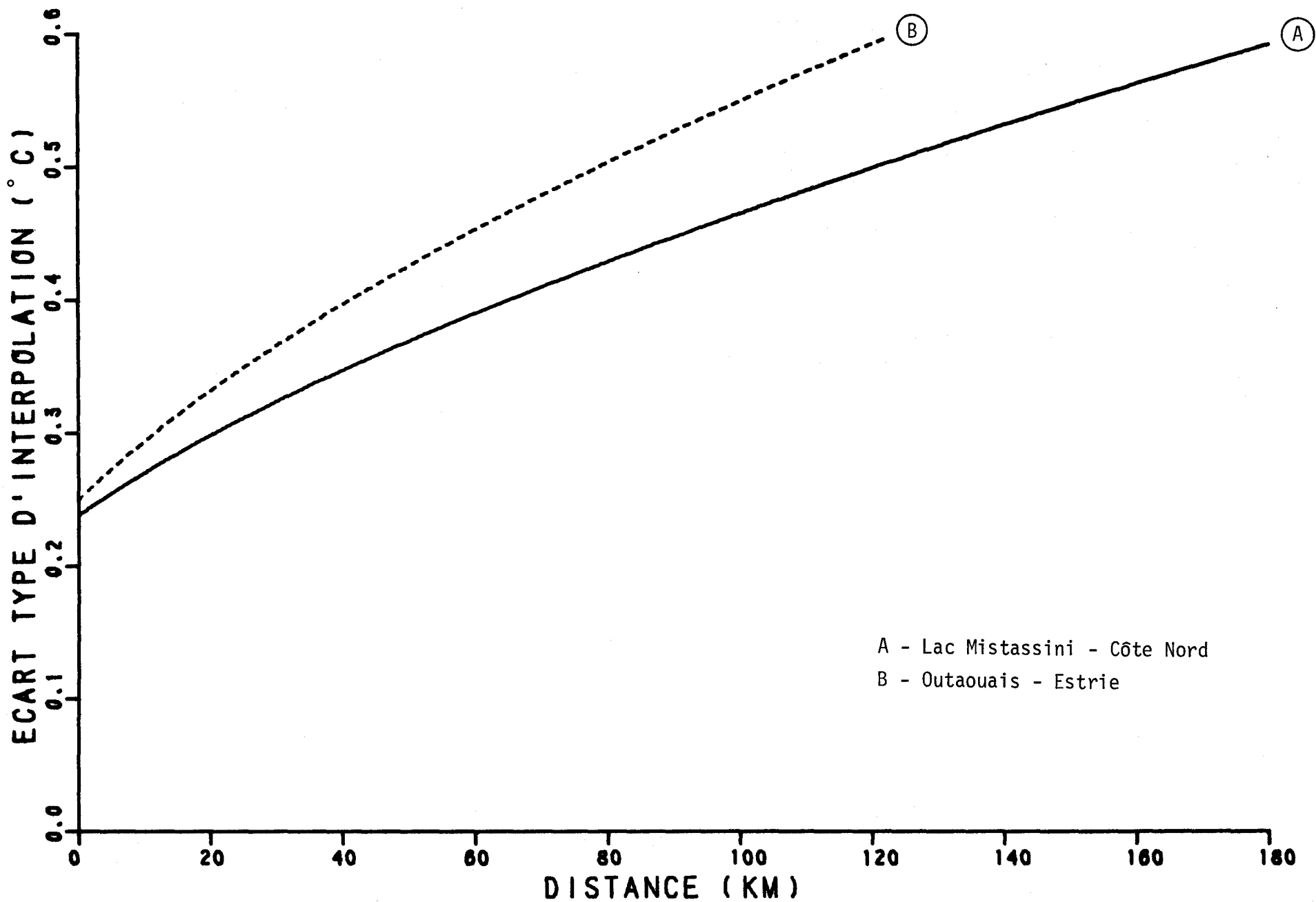


FIGURE 3.24 ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN HIVER, REGION DU LAC MISTASSINI - CÔTE NORD

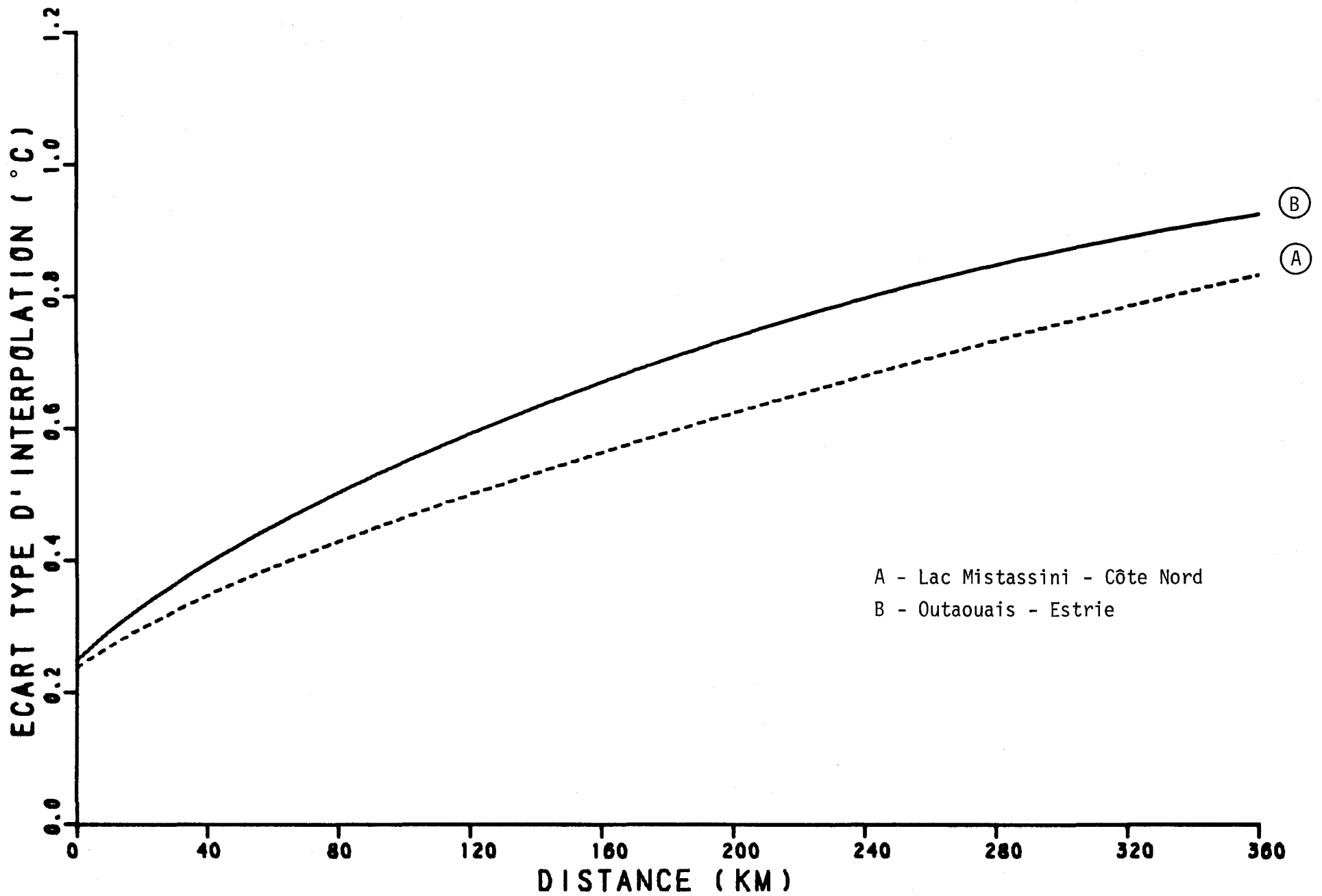


FIGURE 3.25 ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN HIVER,

être légèrement plus élevés. Nous croyons, cependant, que la différence entre ces courbes, qui atteint à peine 0.1 °C, n'est pas vraiment significative.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Dans le cas des températures minimales mensuelles en hiver dans la région du Lac Mistassini - Côte-Nord, les écarts types les plus faibles valent 0.3 °C, ainsi que nous pouvons le constater sur la carte A de la planche T-8. La zone la plus importante d'écarts types minima s'étend le long du Saint-Laurent de Matane vers le sud-ouest, ainsi que le long du Saguenay et du lac Saint-Jean. D'autres zones, d'étendue beaucoup plus restreinte, se situent près de Baie-Comeau et de Gaspé. Les écarts types maxima apparaissent, pour leur part, sur la partie amont des rivières de la Côte-Nord. Ils atteignent plus de 0.8 °C.

La distribution spatiale des écarts types dans cette partie du Québec est dominée, comme dans les cas précédents, par un double gradient, compte tenu de la distribution spatiale des stations de mesure des températures. D'une valeur de 0.3 °C dans le sud-ouest de la région, ils atteignent 0.6 °C à Blanc Sablon, suivant un gradient parallèle au fleuve et au littoral de la Côte-Nord. D'autre part, les écarts types augmentent aussi à mesure que nous nous éloignons de cet axe. Suivant cette direction, les valeurs maximales, valant plus de 0.6 °C, apparaissent sur le complexe Nottaway-Broadback-Rupert, ainsi que sur la partie amont de la rivière Eastmain.

Enfin, dans les parties de la région situées dans la zone d'influence de la région de l'Outaouais - Estrie, les écarts types pourraient être très légèrement plus élevés. Nous ne croyons pas, cependant, que cette augmentation soit vraiment très significative, étant de l'ordre de 0. °C.

- Modifications suggérées au réseau

Les points faibles du réseau apparaissent nettement sur la carte A. Il s'agit plus précisément des parties amont des rivières de la Côte-Nord et du complexe NBR. Ailleurs, les écarts types sont plus faibles et seuls des besoins spécifiques pourraient nécessiter une augmentation du réseau.

B - Région de l'Outaouais - Estrie

- Fonction de structure

Tout comme dans la région du Lac Mistassini - Côte-Nord, la fonction de structure de la région de l'Outaouais - Estrie présente des points dont la dispersion, par rapport à la courbe qui leur est ajustée, est relativement faible, même si la fonction de structure a été déterminée jusqu'à près de 500 km (figure 3.26).

L'effet de pépité est à peu près le même que celui de la région précédente, mais l'allure générale de la courbe par rapport à celle de la courbe de la figure 3.23, indique une tendance plus marquée au plafonnement. En d'autres termes, nous remarquons l'approche d'un palier au-delà de 500 km.

Enfin, le type et les valeurs attribuées aux paramètres de la courbe apparaissent au tableau 3.4.

- Ecart type d'interpolation en fonction de la distance

Dans la région de l'Outaouais, les écarts types d'interpolation valent 0.25, 0.45, 0.59, 0.80 et 0.93 °C selon que la distance entre les stations est de 0, 60, 120, 240 ou 360 km (figures 3.25 et 3.27). C'est donc dire que toute diminution de la distance entre les stations peut contribuer à améliorer l'écart type quoique de façon très lente.

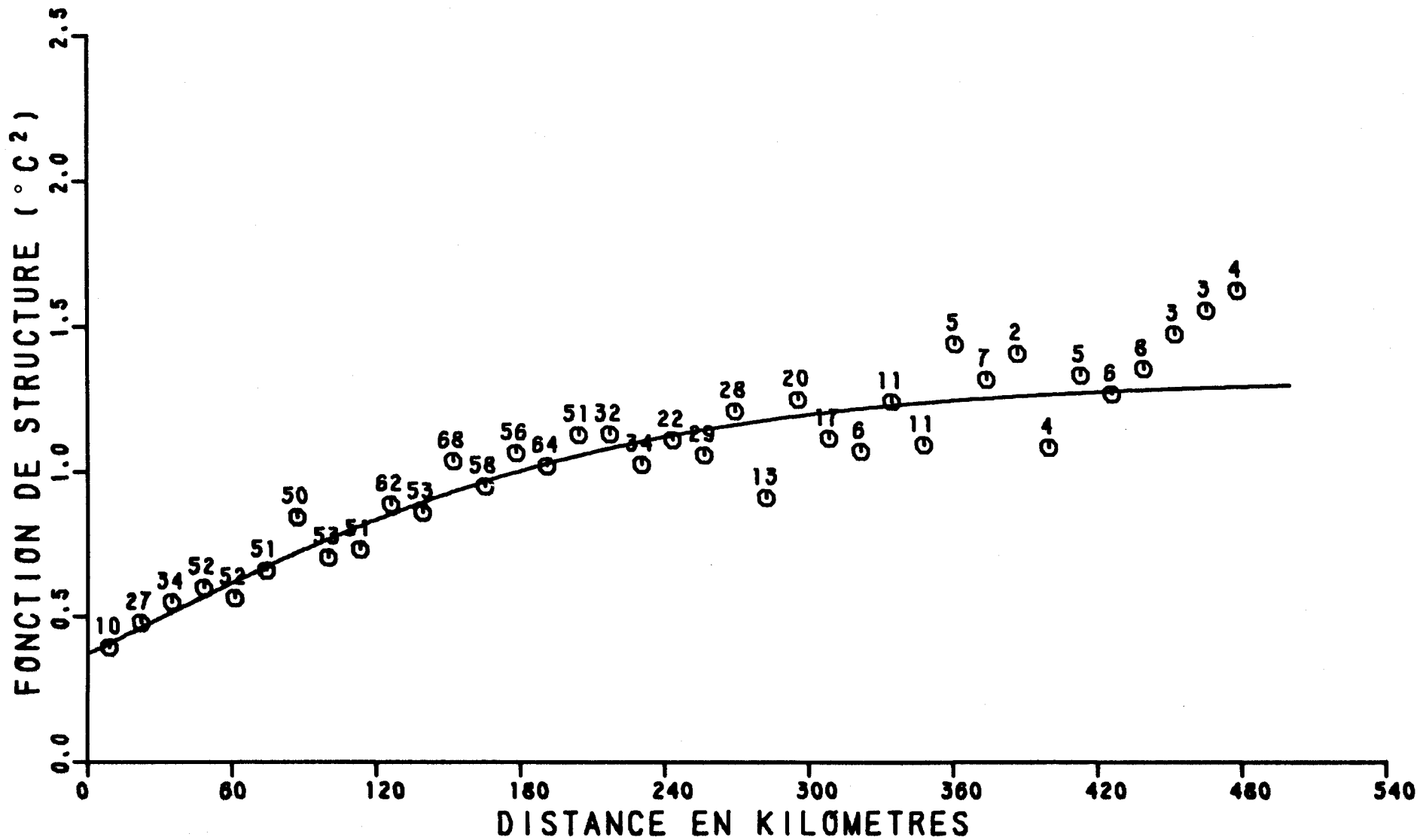


FIGURE 3.26 FONCTION DE STRUCTURE DES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN HIVER, REGION : OUTAOUAIS - ESTRIE

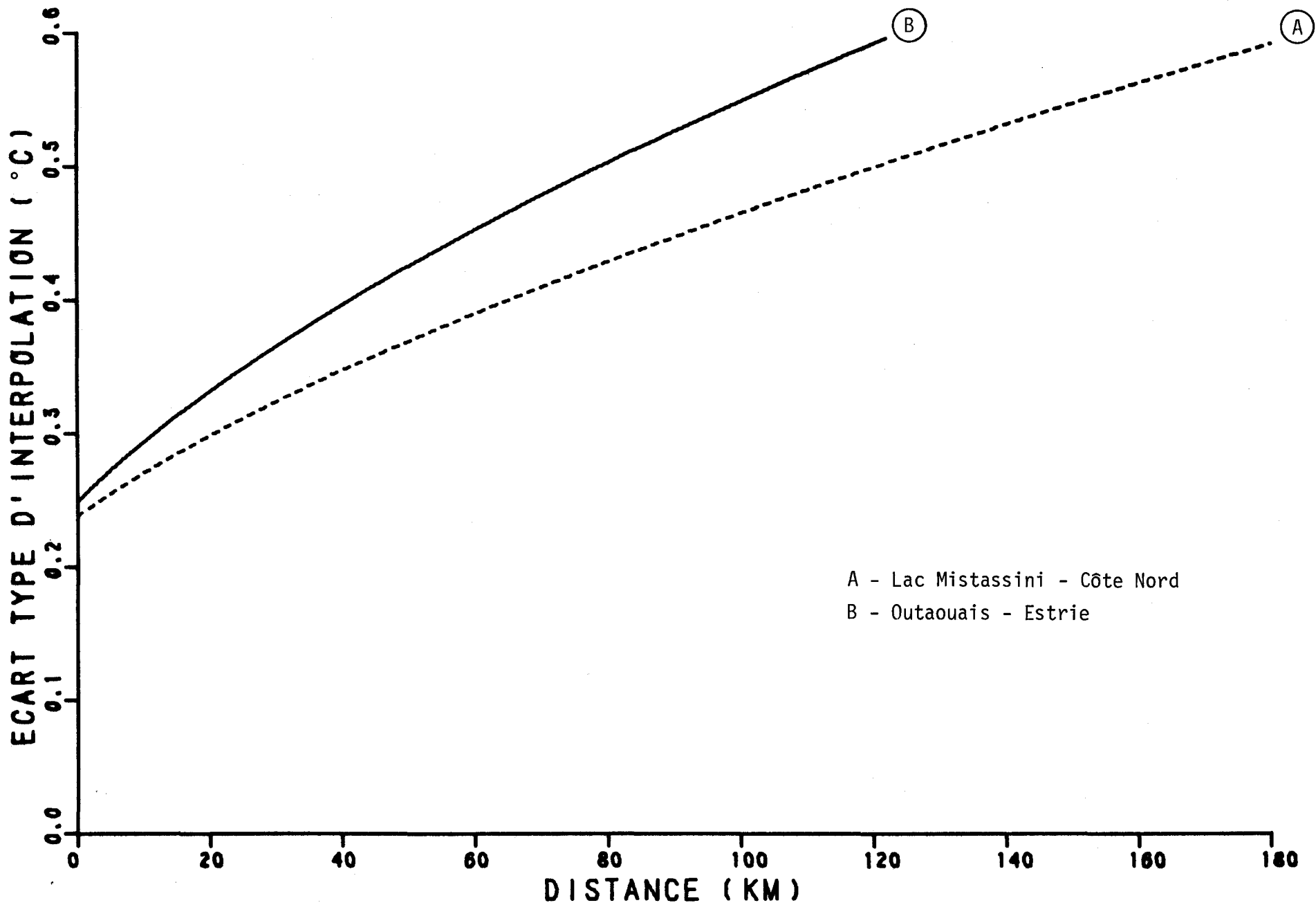


FIGURE 3.27

ECART TYPE D'INTERPOLATION EN FONCTION DE LA DISTANCE ENTRE LES STATIONS, POUR LES TEMPERATURES MINIMALES MENSUELLES EN HIVER, REGION DE L'OUTAOUAIS - ESTRIE.

La fonction de structure présentée à la figure 3.27 indique, par ailleurs, que les stations situées au-delà de 300 km n'auront qu'une influence secondaire sur l'écart type, ce qui fait que la région de l'Outaouais - Estrie présente des écarts types supérieurs à ceux de la région du Lac Mistassini - Côte-Nord. Tel que précisé dans l'analyse des résultats de cette dernière région, toutefois, la différence n'est pas vraiment significative.

Il s'en suit que même si, en théorie, les figures 3.25 et 3.26 indiquent que les écarts types devraient être légèrement plus faibles dans la zone d'influence de la première région, en pratique, cette différence n'est pas vraiment significative.

- Distribution spatiale des écarts types d'interpolation du réseau existant le 1er janvier 1978

Dans les parties de la carte B de la planche T-8 qui coïncident avec celles de la carte A, les écarts types ont la même distribution spatiale, à 0.1 °C près environ. Les écarts types minima valant un peu moins que 0.3 °C sont observés dans le sud-est de la région entre Montréal et Québec. Ils forment un anneau discontinu, la partie de la région située entre Beloeil et St-Gilles de Lotbinière, d'une part, et entre Windsor et le fleuve, d'autre part, étant affectée d'écarts types légèrement plus élevés.

Les écarts types maxima, quant à eux, se situent tout juste à l'ouest du réservoir Gouin et atteignent 0.6 °C. La différence entre les valeurs maximales et minimales rencontrées dans la région n'est donc que de 0.3 °C environ, ce qui n'est pas beaucoup.

Toute la région de l'Outaouais - Estrie est située dans la zone d'influence de la région du Lac Mistassini - Côte-Nord. Comme nous l'avons mentionné plus haut, les différences entre les cartes A et B ne sont pas vraiment significatives, de sorte que nous ne pouvons vraiment prévoir de modifications aux écarts types.

- Modifications suggérées au réseau

Les parties de la région de l'Outaouais - Estrie qui nous apparaissent prioritaires sont celle qui est située au sud-ouest du réservoir Gouin et celle qui s'étend au sud du réservoir Décelles, dans l'ouest.

Par contre, d'autres parties de la région peuvent devenir prioritaires en fonction des besoins, spécialement dans les zones agricoles.

C et D Régions de l'Abitibi et du Nouveau-Québec

- Remarques générales sur les caractéristiques de ces régions

L'analyse en composantes principales indiquant que le facteur auquel sont reliées les stations de la région du Lac Mistassini - Côte-Nord n'est pas négligeable dans la région de l'Abitibi et surtout dans celle du Nouveau-Québec, nous croyons que la variation de l'écart type dans ces régions peut être déterminée à partir des figures 3.24 et 3.25 en utilisant la courbe correspondant à la région du Lac Mistassini - Côte-Nord.

De plus, dans le cas de l'Abitibi, la carte A couvre toute la région et permet de nous faire une idée relativement bonne de ce que peut être la distribution spatiale des écarts types dans cette région. Nous constatons donc que dans cette région, les écarts types varieraient entre 0.3 °C, à l'ouest d'Amos, à un peu plus de 0.7 °C, dans la partie aval de la rivière Harricana. Le complexe Nottaway-Broadback-Rupert apparaît comme étant la partie de la région la plus mal pourvue en stations de mesures de la température de l'air.

Quant au Nouveau-Québec, la carte A de la planche T-9 présente aussi une approximation valable des écarts types dans le sud de la région. Il faut se méfier, cependant, de l'augmentation des écarts types près de la limite de la carte, les stations situées au nord de cette limite n'entrant pas dans le calcul.

CHAPITRE 4

RECOMMANDATIONS GENERALES SUR LE RESEAU D'ACQUISITION DES TEMPERATURES JOURNALIERES

4.1 IDENTIFICATION DE ZONES D'ECARTS TYPES RELATIVEMENT ELEVES

A partir de quand un écart type est-il vraiment élevé? La question est posée. Quant à la réponse, elle est plus difficile à formuler. Rappelons une dernière fois que les écarts types qui sont présentés au chapitre 3 sont déduits de caractéristiques moyennes saisonnières, le but de l'étude étant d'évaluer le réseau de mesure des températures en fonction de ces caractéristiques saisonnières, tant au pas de temps journalier qu'au pas de temps mensuel. Il doit donc être évident qu'il ne faut pas prétendre être capable, avec le réseau actuel, d'estimer par interpolation la température en n'importe quel point du Québec, pour une journée et encore moins pour un instant donné, avec une précision équivalente aux valeurs présentées au chapitre 3 (l'écart type maximal estimé pour l'ensemble des planches T-2, T-4, T-6 et T-8 est égal à 2.8 °C). Les zones que nous allons souligner comme étant celles où les écarts types se sont avérés les plus élevés par comparaison avec ceux qui ont été estimés pour l'ensemble du Québec, tant en été qu'en hiver, au pas de temps journalier ou au pas de temps mensuel, ne sont donc pas les seules où une amélioration du réseau pourrait être nécessaire, en fonction des besoins.

Quatre zones d'écarts types relativement élevés ont pu être dénotées sur les planches T-2, T-4, T-6 et T-8. Ainsi, au pas de temps journalier, les écarts types dépassent 1.4 °C en été et 2.0 °C en hiver sur la partie amont des rivières de la Côte-Nord. Au pas de temps mensuel, les écarts types y sont moins élevés, mais atteignent quand même plus de 1.1 °C en été et 0.7 °C en hiver.

Les environs immédiats du réservoir Gouin, surtout un peu à l'ouest, sont aussi affectés d'écarts types relativement élevés. Au pas de temps journalier, ceux-ci atteignent, en effet, plus de 1.2 °C en été et 1.8 °C en hiver.

Le futur complexe hydro-électrique Nottaway-Broadback-Rupert nous apparaît aussi comme une zone d'écarts types élevés. Nous pouvons, en effet, y

dénoter des valeurs supérieures à 1.4 °C en été et 2.2 °C en hiver, au pas de temps journalier, ce qui en fait la zone où les écarts types sont les plus élevés.

Une quatrième zone peut enfin être soulignée. Elle se situe dans l'ouest du Québec, entre la rivière Outaouais et le réservoir Décelles. Toujours au pas de temps journalier, les écarts types y atteignent 1.0 °C en été et 1.6 °C en hiver.

D'autres zones pourraient être considérées comme affectées d'écarts types élevés en fonction de besoins requérant non la connaissance des caractéristiques saisonnières de la température minimale, mais plutôt celle de la température instantanée sur un site défini. Nous y reviendrons en 4.3.

4.2 RATIONALISATION DU RESEAU DANS LE NOUVEAU-QUEBEC

Le 1er janvier 1978, le Québec avait dix (10) stations de mesure des températures au nord de 54 °C nord. Ce chiffre à lui seul est éloquent.

Si l'on désire connaître avec un minimum de précision le champ des températures dans le Nouveau-Québec, il faudrait penser à ouvrir des stations supplémentaires dans les plus brefs délais. Notons ici que ce que nous avons écrit en 5.2 du tome 2, à propos du réseau de précipitations, s'applique aussi bien aux températures.

Il y a donc lieu de se demander tout d'abord quels sont les besoins à satisfaire dans cette partie du Québec. De la réponse qui sera donnée à cette interrogation dépendra la distribution spatiale des stations qui y seront ouvertes. Notons qu'il s'agit ici non seulement des besoins à satisfaire à court terme mais aussi de ceux que l'on peut prévoir, puisque pour satisfaire certains de ces besoins, il pourrait être nécessaire de compter sur une série chronologique de température d'une durée suffisante.

4.3 RATIONALISATION DU RESEAU A DES FINS SPECIFIQUES

Connaître la température moyenne journalière de mai dans l'Estrie avec un écart type de 0.6 °C est une chose. Estimer, avec une précision donnée, la température minimale atteinte au niveau du sol ou par la végétation sur une pente orientée au nord, pendant une durée d'une heure, par exemple, en est une autre.

Cet exemple, et bien d'autres que nous pourrions présenter à partir de problèmes de mesure des températures de l'air en agriculture et en foresterie en particulier, illustre bien que répondre à des besoins spécifiques peut demander un réseau spécifique, intégré toutefois au réseau général. Il nous semble donc opportun de noter ici qu'en fonction des échelles d'espace et de temps voulues et aussi, et peut-être surtout, en fonction du problème spécifique à résoudre, il peut s'avérer extrêmement profitable d'avoir recours à des mesures prises par des capteurs fonctionnant dans l'infra-rouge thermique et placés à bord de satellites, avions ou ballons.

En d'autres termes, il faut être capable de créer un réseau souple qui soit apte à répondre aux besoins des régions spécifiques, par l'intégration rationnelle des mesures au sol et de la télédétection. Mais en plus, à l'heure où des besoins de plus en plus insistants apparaissent pour l'obtention de données en temps réel, il faut être non seulement en mesure, dès les débuts, de fournir ces renseignements désirés à des fins opérationnelles immédiates, mais en même temps de déterminer la forme sous laquelle ces données peuvent former des séries chronologiques compatibles avec d'autres types de mesures.

Enfin, la température étant une variable qui entre dans l'estimation d'autres variables météorologiques et hydrologiques, lorsque des mesures directes de ces variables ne sont pas disponibles, il faut aussi penser à ces utilisations des données de température, lors de la rationalisation du réseau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERGLAND, G.P. (1969).

A guided tour of the Fast Fourier transform. IEEE Spectrum,
VI(7): 41-52.

BLOOMFIELD, P. (1976).

Fourier analysis of time series: an introduction. J. Wiley and Sons,
Toronto, 1976.

BRENT, R. (1973).

Algorithms for minimisation without derivatives. Prentice-Hall, Engle-
wood Cliffs, N.J.