

Mise à jour de certains paramètres du *Manuel de conception des ponceaux* et des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF)
PHASE I

Alain Mailhot, Guillaume Talbot, Gérémy Panthou

INRS-Eau, Terre et Environnement

Travail réalisé pour le
Ministère des Transports du Québec

Rapport de recherche R1505

Version finale

16 juin 2014

ISBN : 978-2-89146-828-2

Table des matières

Liste des figures	v
Liste des tableaux	ix
1 Introduction	1
2 Données disponibles et méthode d'analyse proposée des séries de pluies intenses	3
2.1 Données de précipitations utilisées	3
2.2 Construction des séries des maxima annuels	4
2.3 Analyse préliminaire des séries et traitement des données manquantes	5
3 Mise à jour des éléments du <i>Manuel de conception des ponceaux</i>	7
3.1 Analyse statistique des séries des maxima annuels	7
3.2 Procédure du <i>Manuel de conception des ponceaux</i> pour l'estimation des intensités des MA	8
3.3 Cartes des intensités des MA interpolées sur l'ensemble du Québec	9
3.4 Cartes des Figures 3.5.1b et 3.5.1c du <i>Manuel de conception des ponceaux</i>	12
3.5 Équations 3.5.1b et 3.5.1c du <i>Manuel de conception des ponceaux</i>	15
3.6 Tableau 3.7.2 du <i>Manuel de conception des ponceaux</i>	19
3.7 Méthode d'interpolation retenue	21
3.7.1 Description de la méthode	21
4 Conclusion et perspectives	25
Références	29
A Liste et caractéristiques des stations	31
B Liste des séries rejetées suivant la procédure de Wijngaard <i>et al.</i> (2003) et non-stationnaires selon le test de Mann-Kendall	47
C Liste des stations retenues et nombres d'années valides pour chaque durée	49
D Cartes des isohyètes des maxima annuels pour le Québec	59

Liste des figures

2.1	Carte des stations pluviométriques utilisées pour l'estimation des intensités des MA.	6
3.1	Cartes des stations utilisées pour l'interpolation des intensités des MA pour les différentes durées.	11
3.2	Isohyètes des moyennes des MA d'une durée 1 heure (en mm).	13
3.3	Isohyètes des écart-types des MA d'une durée 1 heure (en mm).	14
3.4	Régressions entre le logarithme du rapport des intensités des MA de diverses durées et de durée 1 heure en fonction du logarithme de la durée	16
3.5	Histogrammes des écarts relatifs entre les rapports η estimés à partir de l'équation 3.11 utilisant les paramètres de régression combinant toutes les périodes de retour et les valeurs à chaque station pour les différentes durées (estimée - station)/station	18
3.6	Box plots des rapports $\theta_{T,d}$ en fonction de la durée pour les différentes périodes de retour.	20
3.7	Exemple de variogramme.	23
D.1	Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 2 ans (en mm).	60
D.2	Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 5 ans (en mm).	61
D.3	Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 10 ans (en mm).	62
D.4	Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 25 ans (en mm).	63
D.5	Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 50 ans (en mm).	64
D.6	Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 100 ans (en mm).	65
D.7	Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 2 ans (en mm).	66
D.8	Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 5 ans (en mm).	67
D.9	Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 10 ans (en mm).	68
D.10	Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 25 ans (en mm).	69
D.11	Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 50 ans (en mm).	70

D.12 Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 100 ans (en mm).	71
D.13 Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 2 ans (en mm).	72
D.14 Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 5 ans (en mm).	73
D.15 Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 10 ans (en mm).	74
D.16 Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 25 ans (en mm).	75
D.17 Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 50 ans (en mm).	76
D.18 Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 100 ans (en mm).	77
D.19 Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 2 ans (en mm).	78
D.20 Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 5 ans (en mm).	79
D.21 Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 10 ans (en mm).	80
D.22 Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 25 ans (en mm).	81
D.23 Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 50 ans (en mm).	82
D.24 Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 100 ans (en mm).	83
D.25 Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 2 ans (en mm).	84
D.26 Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 5 ans (en mm).	85
D.27 Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 10 ans (en mm).	86
D.28 Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 25 ans (en mm).	87
D.29 Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 50 ans (en mm).	88
D.30 Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 100 ans (en mm).	89
D.31 Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 2 ans (en mm).	90
D.32 Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 5 ans (en mm).	91
D.33 Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 10 ans (en mm).	92
D.34 Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 25 ans (en mm).	93
D.35 Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 50 ans (en mm).	94
D.36 Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 100 ans (en mm).	95
D.37 Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 2 ans (en mm).	96
D.38 Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 5 ans (en mm).	97

D.39 Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 10 ans (en mm)	98
D.40 Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 25 ans (en mm)	99
D.41 Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 50 ans (en mm)	100
D.42 Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 100 ans (en mm)	101

Liste des tableaux

3.1	Nombre de séries/stations retenues pour chaque durée.	10
3.2	Valeurs des paramètres de régression de l'équation 3.11 pour les différentes périodes de retour et lorsque les valeurs de toutes les périodes de retour sont considérées. . . .	16
3.3	Valeurs des coefficients $\theta_{T,d}$ (voir équation 3.13) pour les différentes durées et lorsque les valeurs de toutes les durées sont considérées.	19

Chapitre 1

Introduction

Le présent rapport rend compte des travaux réalisés pour le compte du *Ministère des Transport du Québec* dans le cadre d'un mandat visant trois objectifs : 1) la mise à jour des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) utilisées par le Ministère; 2) la mise à jour de certains paramètres du *Manuel de conception des ponceaux*; et 3) la formulation de recommandations sur les majorations à appliquer aux courbes IDF en climat futur afin de tenir compte des changements climatiques. Le projet a été divisé en deux phases, la première couvrant les deux premiers objectifs alors que la deuxième phase concerne le troisième objectif. Le présent rapport présente certains des résultats et des conclusions de la première phase.

Les objectifs spécifiques de la phase I sont :

1. Produire des cartes des valeurs interpolées des maxima annuels pour le Québec (incluant les régions du grand-nord) pour les périodes de retour 2, 5, 10, 25 et 50 et 100 ans et pour les durées 10, 15, 30 minutes et 1, 2, 6 et 12 heures;
2. Mettre à jour les cartes utilisées pour estimer les intensités de précipitation de durée 1 heure et de période de retour 25 ans (Cartes 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel de conception des ponceaux*);
3. Mettre à jour les régressions utilisées pour estimer les facteurs de correction entre les intensités des différentes durées (Équations 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel de conception des ponceaux*);
4. Mettre à jour les coefficients de conversion pour l'estimation des intensités de périodes de retour 2, 5, 10, 50 et 100 ans (Tableau 3.7.2 du *Manuel de conception des ponceaux*);
5. Produire les courbes IDF aux stations ayant 15 ans et plus de données avec les équations permettant d'interpoler les valeurs des intensités en fonction de la durée

Le document est organisé comme suit. Le Chapitre 2 présente les données utilisées pour la construction des courbes IDF, décrit les tests statistiques préliminaires effectués sur ces données, explique comment ont été traitées les données manquantes et enfin explique comment les séries des maxima annuels ont été construites. Le Chapitre 3 décrit les différents éléments du *Manuel* à mettre

à jour et explique la procédure utilisée à l'origine pour estimer ces éléments. Les deux premières sections de ce chapitre décrivent respectivement la méthode statistique utilisée (Section 3.1) et la procédure proposée dans le *Manuel* pour estimer les intensités des maxima annuels de différentes durées et périodes de retour (Section 3.2). Les sections suivantes du Chapitre 3 reprennent un à un les éléments mis à jour et présentent les résultats de ces mises à jour. Enfin le Chapitre 4 présente un résumé des travaux, discute des hypothèses sous-jacentes et des limites de la procédure actuelle et propose une liste de modifications susceptibles d'améliorer la procédure actuelle d'estimation des quantiles de pluies intenses. Il convient de noter que les courbes IDF aux stations ayant 15 ans et plus de données et les équations permettant d'interpoler les valeurs des intensités en fonction de la durée seront intégrées au rapport couvrant la phase II du projet.

Chapitre 2

Données disponibles et méthode d'analyse proposée des séries de pluies intenses

Le présent chapitre décrit les données de base utilisées (Section 2.1), explique comment les données manquantes ont été traitées (Section 2.2), les traitements préliminaires et la procédure utilisée pour construire les séries de maxima journaliers (Section 2.3).

2.1 Données de précipitations utilisées

Les données utilisées pour le Québec proviennent des stations d'*Environnement Canada* (EC) et du *Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs* (MDDEFP) et se présentent sous deux formes : 1) les séries des maxima journaliers (MJ), et 2) les séries des données horaires. Les premières correspondent aux maxima enregistrés à chaque jour pour les durées 5 min., 10 min., 15 min., 30 min., 1h., 2 h., 6 h. et 12 h. alors que les secondes correspondent aux totaux de pluie enregistrés à chaque heure. Les MJ sont obtenus à partir des données recueillies à l'aide d'un pluviomètre à auget dont les données sont généralement compilées aux cinq minutes. Quant aux précipitations horaires, elles sont enregistrées à l'aide de pluviomètres à pesée (pour une description de ces pluviomètres voir CSA, 2012). Il est important de noter que les MJ sont associés à un jour donné (8 h 00 à 8 h 00 le lendemain), ce qui signifie que l'intensité d'un événement de pluie majeur chevauchant deux journées sera vraisemblablement sous-estimée et ce d'autant plus que la durée considérée est importante. A noter que puisque les pluviomètres ne sont généralement pas en opération durant l'hiver, seule la période du 1^{er} mai au 31 octobre est considérée dans ce suit. Ainsi, pour les stations situées au sud du 49°N de latitude, le maximum annuel de pluie pour une durée donnée désignera dans la suite de ce document la pluie maximale enregistrée pour cette durée durant la période du 1^{er} mai au 31 octobre d'une année donnée. Pour les stations situées au nord du 49°N de latitude, considérant que la période estivale est plus courte, la période correspondante est fixée du 1^{er} juin au 30 septembre. A noter que la période du 1^{er} mai au 31 octobre est également appliquée aux stations situées aux États-Unis.

Les séries de stations localisées en Ontario, au Nunavut et dans les Maritimes (Nouveau-

Brunswick, Nouvelle-Écosse, Ile-du-Prince-Édouard et Terre-Neuve et Labrador) et des états américains situées à proximité du Québec (Maine, Massachusetts, New Hampshire, New York, Vermont) ont également été utilisées. L'utilisation des séries à ces stations apporte une information très utile pour l'interpolation des intensités de pluies extrêmes dans les régions situées près de la frontière (voir la Section 3.7 où l'on explique comment ces données sont prises en compte dans le processus d'interpolation).

Les données des provinces canadiennes proviennent d'EC et leur format est similaire aux stations du Québec (séries des MJ et horaires). Les données des stations aux États-Unis sont tirées du site de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA; <http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/datasets>) et sont archivées à un pas de temps de 15 minutes ou d'une heure selon la station.

2.2 Construction des séries des maxima annuels

La construction des séries des maxima annuels (MA) pour les durées 10 min., 15 min., 30 min., 1h., 2 h., 6 h., 12 h. et 24 h. nécessite de combiner les séries des MJ et les séries horaires d'une même station. En effet, les séries des MJ, puisqu'elles sont extraites de séries de hauteurs de pluie enregistrées à toutes les cinq minutes, sont directement utilisables pour les durées inférieures à une heure. Il s'agit dans ce cas, pour une année donnée, de prendre la valeur maximale des MJ pour la durée correspondante. Quant aux données horaires, une fenêtre mobile de durée fixe (p. ex. sur 2, 6 ou 12 heures) est utilisée et les cumuls de pluie enregistrés durant cette durée sont estimés. Le MA correspond alors à la valeur maximale annuelle de cette valeur. Cette approche présente toutefois le défaut de sous-estimer les cumuls de pluie chevauchant deux périodes d'une heure. Par exemple, supposons un événement de pluie d'intensité uniforme débutant à 16h30 et se terminant à 17h30 et générant un total de 10 mm de pluie. L'estimation du maximum sur une heure à l'aide d'une fenêtre mobile se déplaçant par saut de cinq minutes conduira à une valeur de 10 mm. Par contre, si la fenêtre mobile se déplace par saut d'une heure, des cumuls de 5 mm entre 16 et 17 heures et 5 mm entre 17 et 18 h seront estimés. Le maximum retenu sera dans ce dernier cas de 5 mm au lieu de 10 mm. Ce problème est particulièrement important pour les durées près d'une heure (1 h et 2 h) mais se résorbe progressivement au fur et à mesure que la durée augmente.

Quant aux séries des MJ, elles présentent le défaut de ne pas traiter les données de façon continue lors des changements de journée. Cela signifie que lorsqu'un événement pluvieux chevauche deux journées, les deux parties (avant et après le début de la journée) sont traitées indépendamment, ce qui conduira vraisemblablement à une sous-estimation de la valeur maximale lorsque l'événement de pluie survient au moment du passage d'une journée à une autre. Cet effet se fait peu sentir pour les courtes durées (il est peu probable que le maximum sur cinq minutes survienne au moment de la transition d'une journée à la suivante), mais devient non négligeable pour les durées plus longues (ainsi la probabilité que le maximum sur 12 heures chevauche deux journées est importante). L'utilisation des séries horaires pour ces durées permet de pallier en partie ce problème.

Le cas de la durée 6 heures est plus problématique. En effet, une fenêtre mobile de 6 heures se

déplaçant par saut d'une heure risque de sous-estimer le maximum sur 6 heures (séries horaires), de même que la probabilité qu'un maximum sur 6 heures chevauche deux journées reste élevée (séries MJ ; pour une discussion plus détaillée de ce point voir Mailhot & Talbot, 2011). La stratégie adoptée dans le cadre des présents travaux est la suivante :

1. Dans le cas des séries de durées inférieures à 1 heure, le MA est estimé en prenant le maximum des valeurs des MJ à chaque année ;
2. Dans le cas des durées de 1 heure à 6 heures, pour une année donnée, le MA issu des séries des valeurs horaires est estimé et comparé au MA estimé à partir des MJ et la plus grande valeur est retenue. Cette procédure ne peut évidemment être appliquée qu'aux stations pour lesquelles nous disposons simultanément de séries horaires et de séries de maxima journaliers ;
3. Dans le cas de la durée 24 h., le MA est estimé à partir de la série horaire.

Dans le cas où seules les séries horaires sont disponibles, les MA pour les durées 6, 12 et 24 heures sont estimés alors que les MA pour les durées 10 min., 15 min., 30 min., 1h., 2 h. et 6 h. sont estimés lorsque seules les séries des MJ sont disponibles. A noter que les règles précédentes concernent les stations situées en territoire canadien. Pour les stations situées aux États-Unis, les stations avec des archives aux 15 minutes ont été utilisées pour construire les séries des MA pour toutes les durées égales ou supérieures à 15 minutes et, de façon similaire, les stations avec des séries horaires pour la construction des séries des MA de durée 1, 2, 6 et 12 heures. Lorsque les deux séries sont disponibles à une station la valeur maximale d'une année donnée est retenu pour les durées d'une heure ou plus. Ce choix s'est imposé considérant que l'application de règles similaires à celles utilisées pour les stations canadiennes auraient fait en sorte de réduire considérablement le nombre de stations américaines disponibles pour certaines durées.

2.3 Analyse préliminaire des séries et traitement des données manquantes

Le critère suivant a été appliqué pour définir une année 'valide', c'est-à-dire pour laquelle le MA sera évalué : une année (période de mai à octobre ou juin à septembre selon la station) est valide lorsqu'elle compte moins de 17 % de données manquantes (un mois sur les six mois de la période du 1^{er} mai au 31 octobre). Seules les stations comportant 15 ans ou plus de données valides ont été considérées. L'Annexe A présente la liste et les caractéristiques de ces stations.

Les séries à ces stations ont par la suite été soumises à un ensemble de tests afin d'éliminer les séries non-homogènes (Wijngaard *et al.*, 2003). Ces non-homogénéités apparaissent lors de changement d'appareils, de relocalisation des stations ou encore lors de modifications de l'environnement près des stations et se manifestent sous la forme de tendances ou de ruptures dans les séries (Metcalf *et al.*, 1997; Beaulieu *et al.*, 2008; Founda *et al.*, 2013). Les tests proposés par Wijngaard *et al.* (2003) pour évaluer l'homogénéité des séries sont au nombre de quatre : 1) *Standard Normal Homogeneity test* ; 2) le test de Pettitt ; 3) le test de Buishand ; et 4) le *Von Neuman Ratio test* (pour les

références pertinentes à chacun de ces tests voir Wijngaard *et al.*, 2003). Ces quatre tests vérifient l'hypothèse nulle suivant laquelle les séries sont indépendantes et identiquement distribuées. Wijngaard *et al.* (2003) proposent de classer les séries selon trois groupes en fonction du nombre de tests non rejetés au seuil de 1%. Les séries sont classées 'utiles' (*useful*) si trois tests ou plus ne rejettent pas l'hypothèse nulle, 'douteuses' (*doubful*) si deux tests ne rejettent pas l'hypothèse nulle et 'suspectes' si trois tests ou plus ne rejettent pas cette hypothèse. Dans le cas présent, seules les séries 'utiles' ont été retenues pour fin d'analyse.

Le test de Mann-Kendall a également été appliqué aux séries des MA aux diverses stations et pour les diverses durées (au sujet du test de Mann-Kendall voir p. ex. Yue *et al.*, 2002). Ce test permet de vérifier la stationnarité des séries. Le test a été appliqué au seuil de 99% et les séries classées non stationnaires n'ont pas été retenues pour la suite de l'analyse. Un total de 42 stations ont au moins une série qui a été rejetée à cause du test des tests de Wijngaard ou de Mann-Kendall. L'Annexe B présente la liste de ces séries (stations et durées).

Les séries de 387 stations comportant au moins une durée valide ont été retenues dont : a) 121 au Québec ; b) 115 dans les autres provinces canadiennes ; et c) 151 aux États-Unis.

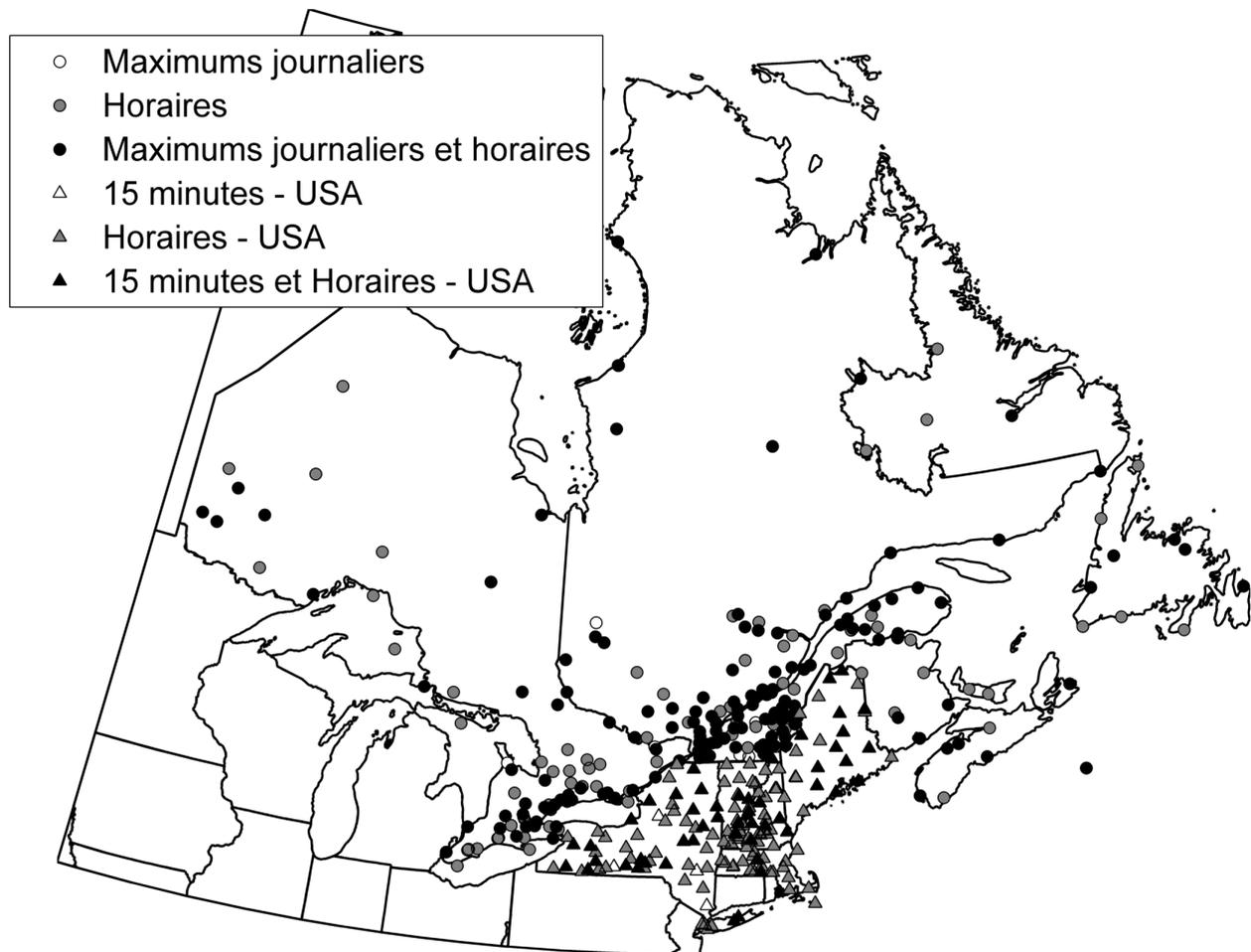


Figure 2.1: Carte des stations pluviométriques utilisées pour l'estimation des intensités des MA.

Chapitre 3

Mise à jour des éléments du *Manuel de conception des ponceaux*

Les deux premières sections de ce chapitre expliquent, successivement, la méthode statistique utilisée pour estimer les intensités des MA et la procédure proposée dans le *Manuel* pour estimer ces intensités en un point quelconque du territoire québécois. Les sections suivantes reprennent chacun des éléments mis à jour, expliquent comment ces mises à jour ont été effectuées et présentent les résultats de ces mises à jour.

3.1 Analyse statistique des séries des maxima annuels

L'analyse réalisée dans le cadre de ce mandat reprend celle présentée dans Hogg & Carr (1985) qui est à la base de l'approche proposée dans le *Manuel de conception des ponceaux*. La présente section donne une brève description de l'approche utilisée qui s'inspire de celle d'Environnement Canada (CSA, 2012) où les séries des MA de diverses durées sont ajustées à la distribution Gumbel. La fonction de densité de probabilité de cette distribution, $f(x)$, s'écrit sous la forme (Coles, 2001; CSA, 2012) :

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{(x - \xi)}{\alpha} \right] \exp \left\{ -\exp \left[-\frac{(x - \xi)}{\alpha} \right] \right\} \quad (3.1)$$

et la fonction de répartition correspondante, $F(x)$, est :

$$F(x) = \exp \left\{ -\exp \left[-\frac{(x - \xi)}{\alpha} \right] \right\} \quad (3.2)$$

où ξ est le paramètre de position et α est le paramètre d'échelle ($\alpha > 0$). L'inversion de cette dernière expression permet de calculer les intensités de précipitations associés à une probabilité de non-dépassement F . Cette expression s'écrit :

$$x(F) = \xi - \alpha \ln [-\ln(F)] \quad (3.3)$$

Les paramètres de la distribution peuvent être estimés en utilisant la méthode des moments, du maximum de vraisemblance ou encore les L-moments (Coles, 2001). La méthode des moments est considérée dans ce qui suit. Il s'agit dans ce cas d'exprimer les deux premiers moments de la distribution en fonction de ses paramètres et d'utiliser les estimateurs empiriques des moments pour calculer les paramètres de la distribution. La moyenne \bar{x} et l'écart-type s_x d'une série des MA s'écrivent en fonction des paramètres ξ, α :

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \xi + \gamma\alpha \\ s_x &= \pi \frac{\alpha}{\sqrt{6}}\end{aligned}\tag{3.4}$$

où γ est la constante d'Euler ($\gamma \approx 0.5772$). Après inversion de ces équations, on trouve :

$$\begin{aligned}\xi &= \bar{x} - \gamma\alpha \\ \alpha &= s_x \frac{\sqrt{6}}{\pi}\end{aligned}\tag{3.5}$$

Sachant que la période de retour, T , exprimée en année, s'écrit en fonction de F de la façon suivante :

$$F = 1 - \frac{1}{T}\tag{3.6}$$

et en combinant les expressions 3.3, 3.5 et 3.6, on obtient l'expression suivante qui permet d'exprimer les quantiles des différentes périodes de retour en fonction de \bar{x} et de l'écart-type s_x :

$$x(T) = \bar{x} + K_T s_x\tag{3.7}$$

avec pour K_T :

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ \gamma + \ln \left[\ln \frac{T}{(1-T)} \right] \right\}\tag{3.8}$$

Les équations 3.7 et 3.8 sont celles utilisées dans le *Manuel de conception des ponceaux*, le Tableau 3.5.1. (p. 3-19 du *Manuel*) fournissant les valeurs obtenues à partir de l'équation 3.8 pour diverses périodes de retour.

3.2 Procédure du *Manuel de conception des ponceaux* pour l'estimation des intensités des MA

La présente section présente les éléments de la procédure proposée dans le *Manuel de conception des ponceaux* pour l'estimation de l'intensité de pluie de durée, t_c (correspondant au temps de concentration du bassin sous étude) et de période de retour donnée, T , en un site donné.

Deux approches sont possibles. Dans le premier cas où l'on dispose de courbes IDF à une station météorologique à proximité, les courbes IDF à cette station sont utilisées. Dans le cas contraire, la procédure suivante est proposée :

1. Les cartes des Figures 3.5.1b et 3.5.1c (p. 3.20 et 3.21 respectivement du *Manuel de conception des ponceaux*) sont utilisées pour estimer les valeurs de \bar{x} et de s_x (à noter que la notation utilisée ici diffère de celle du *Manuel* où ces variables sont identifiées par μ et α) ;
2. L'équation 3.5.1a (p. 3-19 du *Manuel* correspondant à l'équation 3.7) est ensuite utilisée pour estimer $x(T = 25 \text{ ans}, t_c = 1 \text{ heure})$ l'intensité du MA de durée une heure et de période de retour 25 ans ($K(T) = 2.044$ dans ce cas ; voir Tableau 3.5.1 du *Manuel*) ;
3. Si la durée à considérer est différente d'une heure ($t_c \neq 1 \text{ h.}$) alors les équations suivantes sont utilisées pour estimer les intensités des MA de durée t_c et de période de retour 25 ans (Équations 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel* ; à noter que dans le *Manuel* le coefficient de correction est désigné par F_i mais que pour éviter toute confusion avec la fonction de répartition, il est représenté ici par η) :

$$\begin{aligned} \eta &= 12.25 t_c^{-0.612} & 10 \text{ min} < t_c < 1 \text{ h} \\ \eta &= 17.07 t_c^{-0.693} & 1 \text{ h} < t_c < 24 \text{ h} \end{aligned} \quad (3.9)$$

L'intensité du MA est alors donnée par :

$$x(T = 25 \text{ ans}, t_c) = \eta x(T = 25 \text{ ans}, t_c = 1 \text{ h}) \quad (3.10)$$

4. Si la période de retour d'intérêt est différente de 25 ans alors un facteur de correction est utilisée (Tableau 3.7.2. du *Manuel*) pour convertir l'intensité de la période de retour 25 ans à celle de la période de retour d'intérêt.

3.3 Cartes des intensités des MA interpolées sur l'ensemble du Québec

Les séries des MA aux diverses stations retenues ont été construites (voir la section précédente pour une description de la méthodologie utilisée). Le Tableau 3.1 présente le nombre de séries retenues pour chacune des durées pour les stations situées sur le territoire du Québec. L'Annexe C présente la liste des stations retenues et le nombre d'années valides pour chaque durée. Les moyennes et les écarts-type des MA en chaque station ont ensuite été estimés pour chacune des durées. Ces moyennes et écart-types ont ensuite été interpolés sur l'ensemble du territoire. Les équations 3.7 et 3.8 ont enfin été utilisées pour construire les cartes des valeurs interpolées des intensités des MA pour les diverses durées (10, 15, 30 min, 1, 2, 6 et 12 heures) et périodes de retour (2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans) pour un total de 42 couples durées-périodes de retour. Les cartes des isohyètes pour chacun

Tableau 3.1: Nombre de séries/stations retenues pour chaque durée.

Durée	Québec	Autres provinces	États-Unis	Total
10 min.	87	58	0	145
15 min.	88	57	54	199
30 min.	90	59	53	202
1 heure	94	57	144	295
2 heures	93	58	148	299
6 heures	119	114	139	372
12 heures	115	111	137	363

de ces couples ont ensuite été produites pour un total de 42 cartes. La procédure d'interpolation utilisée est décrite à la Section 3.7. Les 42 cartes des isohyètes sont regroupées en Annexe D.

La procédure utilisée est cohérente avec celle utilisée pour l'estimation des intensités des MA de durée 1 heure (voir Section 3.2) et permet d'assurer la cohérence des valeurs interpolées pour les diverses périodes de retour. Cependant elle ne garantit pas la cohérence des valeurs associées aux différentes durées en chaque point du territoire et ce d'autant que les stations utilisées pour l'interpolation changent d'une durée à une autre. Les cartes de la Figure 3.1 montrent d'ailleurs les stations utilisées pour l'interpolation des valeurs de chaque durée. Le développement d'une approche d'interpolation permettant d'assurer une cohérence globale des intensités interpolées dépasse très largement le cadre du présent mandat.

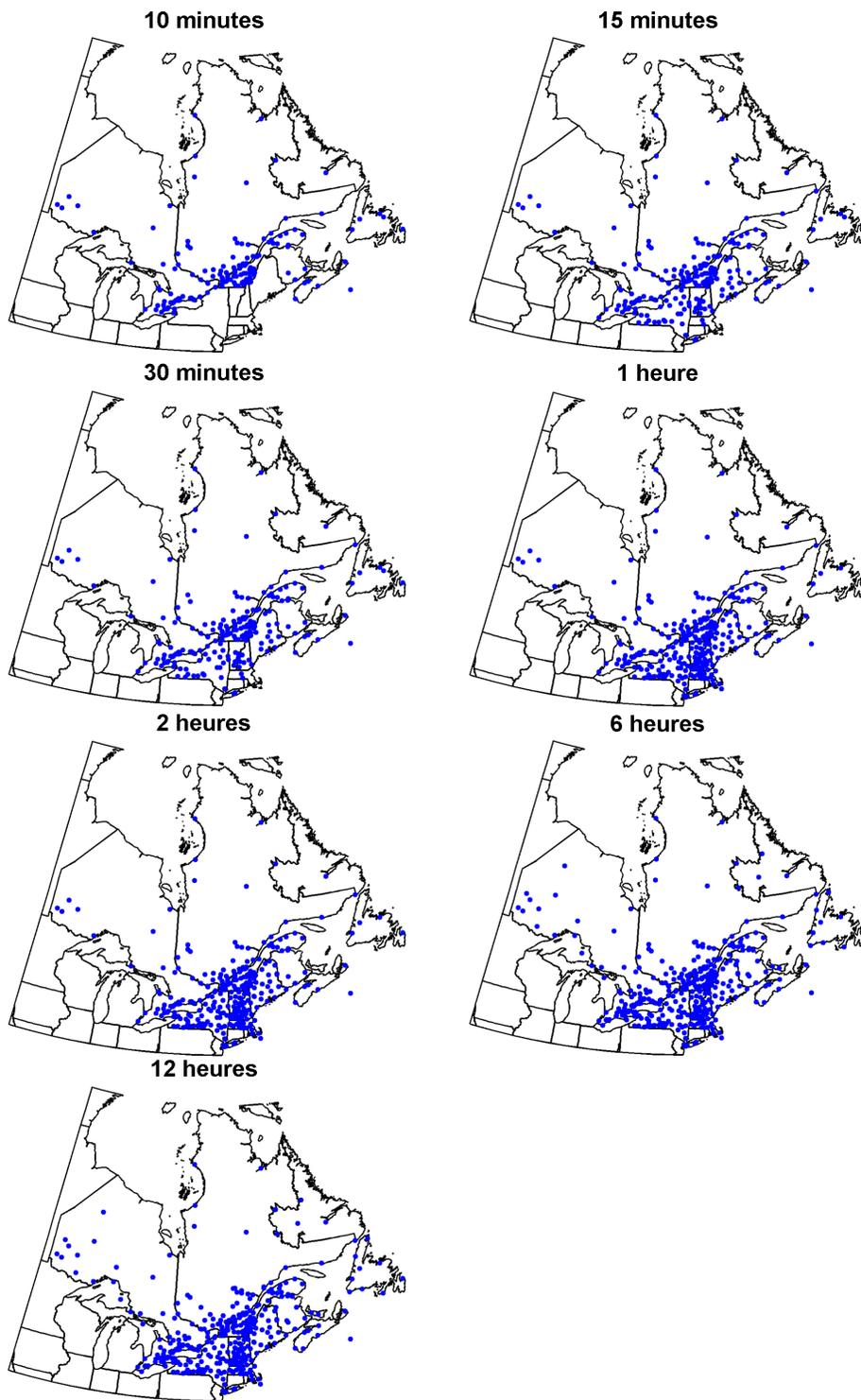


Figure 3.1: Cartes des stations utilisées pour l'interpolation des intensités des MA pour les différentes durées.

3.4 Cartes des Figures 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel de conception des ponceaux*

Les séries des MA aux diverses stations du territoire québécois et des provinces et états américains à proximité du Québec ont été considérées (voir Chapitre 2 pour une description des données utilisées et de la procédure de construction des séries des MA aux différentes stations). Les valeurs moyennes et les écart-types des séries des MA pour la durée 1 heure ont été estimés à chacune de ces stations. Deux cent quatre-vingt-quinze (295) stations ont été considérées pour l'interpolation (voir Tableau 3.1). La procédure d'interpolation utilisée est décrite à la Section 3.7. Il est important de noter qu'une pondération égale à celle des stations du Québec a été accordée aux stations situées hors du Québec. Différents tests ont été réalisés afin de s'assurer que les isohyètes obtenues étaient peu sensibles à cette pondération. Les Figures 3.2 et 3.3 présentent les cartes des isohyètes des moyennes et des écart-types des MA respectivement.

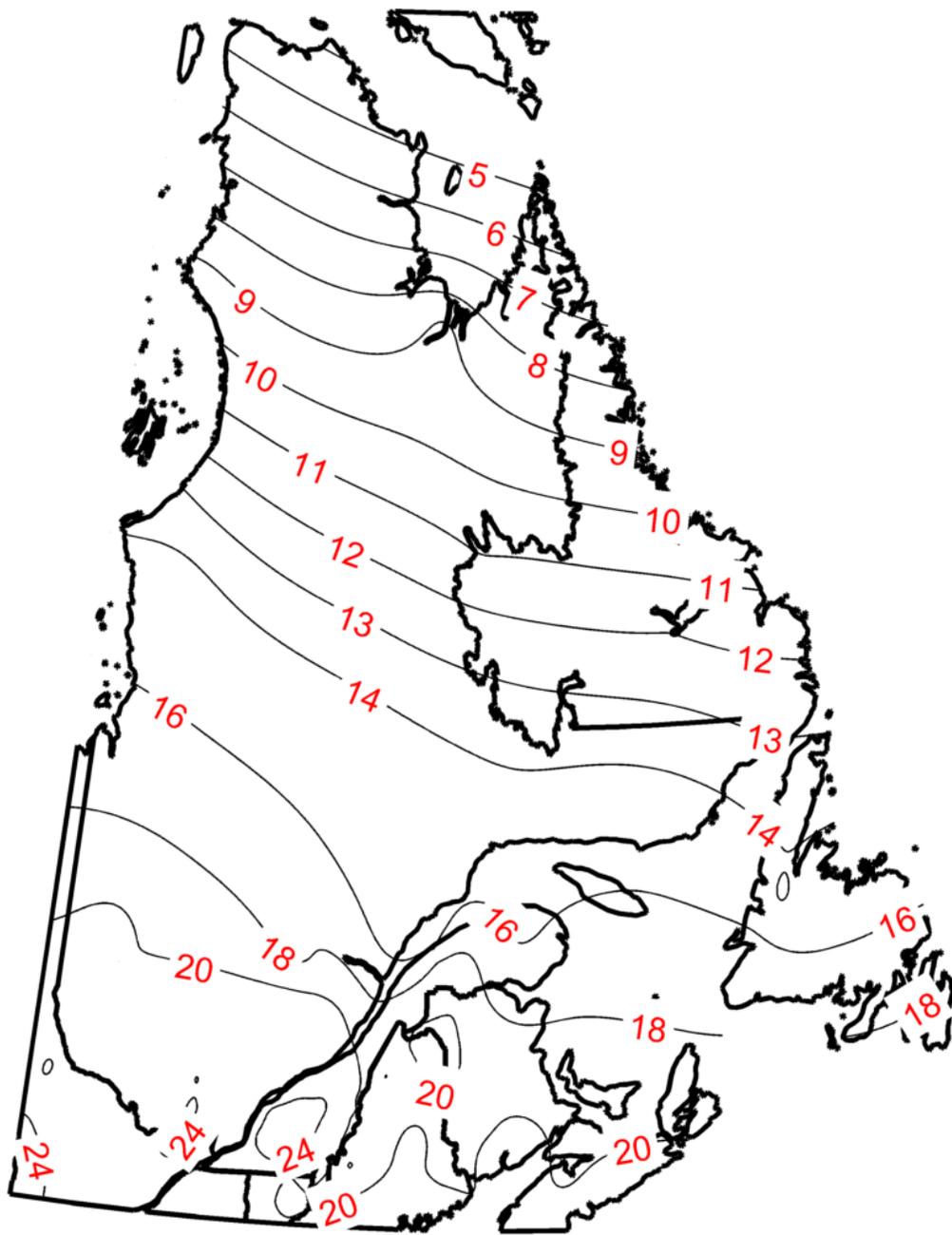


Figure 3.2: Isohyètes des moyennes des MA d'une durée 1 heure (en mm).

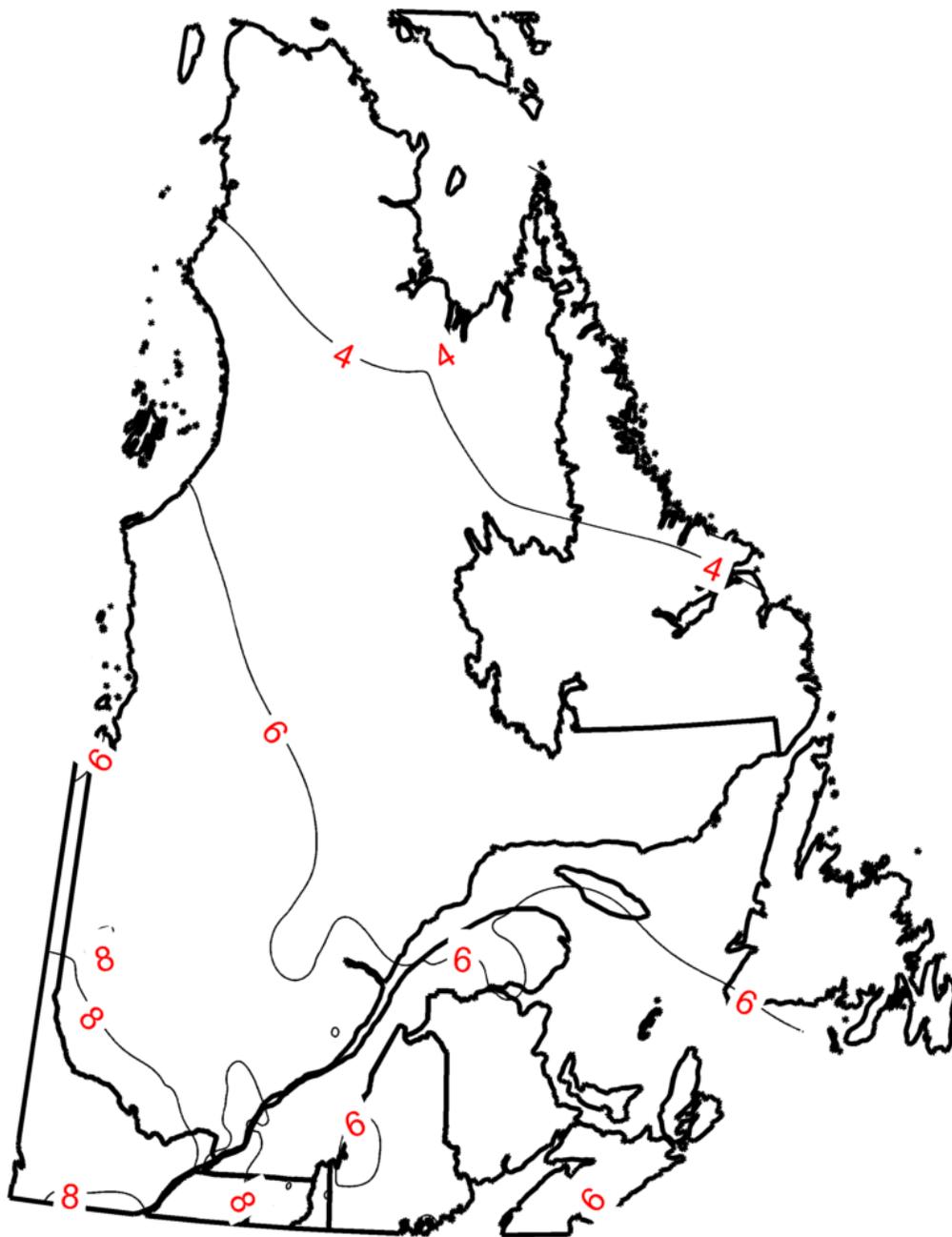


Figure 3.3: Isohyètes des écart-types des MA d'une durée 1 heure (en mm).

Une comparaison visuelle des cartes des Figures 3.2 et 3.3 avec les cartes 3.5.1.b et 3.5.1.c du *Manuel* montrent que, globalement, bien que la forme des isohyètes soit sensiblement différente les valeurs associées aux diverses régions du Québec sont comparables. Plusieurs raisons peuvent expliquer ces différences dont les plus importantes sont les séries disponibles (les cartes du *Manuel* sont tirées de Hogg & Carr, 1985) et les méthodes d’interpolation utilisées (aucune information n’est disponible relativement à la méthode d’interpolation utilisée pour construire les cartes du *Manuel*).

3.5 Équations 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel de conception des ponceaux*

Selon les informations transmises par M. Christian Poirier du *Ministère des Transports* du Québec, les équations liant les intensités des MA de durée 1 heure et de période de retour 25 ans aux MA d’autres durées mais de même période de retour (Équations 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel*), ont été établies à partir des régressions entre les intensités de durée 1 heure et les autres durées pour la période de retour 25 ans pour l’ensemble des stations alors disponibles. Le même exercice a donc repris pour chacune des périodes de retour sous étude.

Les équations 3.9 sont de la forme :

$$\eta = a t_c^\beta \quad (3.11)$$

où a et β sont les paramètres de régression. On réécrit cette expression sous la forme :

$$\ln(\eta) = \ln(a) + \beta \ln(t_c) \quad (3.12)$$

Cette régression a donc été appliquée aux intensités des différentes durées pour chacune des périodes de retour sous étude. La Figure 3.4 présente les résultats pour les six périodes de retour considérées et le Tableau 3.2 les valeurs des paramètres de régression obtenues pour chaque période de retour. À noter que deux régressions ont été réalisées, l’une pour les durées inférieures à une heure et une seconde pour les durées supérieures à une heure conformément à ce qui avait été considéré dans le *Manuel*. Un total de 94 stations localisées au Québec ont été considérées pour l’ajustement de l’équation 3.12. Une station était retenue si la série de durée 1 heure était valide et si au moins une série d’une autre durée était valide.

Un examen des graphiques de la Figure 3.4 montre que, globalement, les régressions reproduisent bien les relations observées et que les valeurs des paramètres de régression varient peu en fonction de la période de retour. Elles sont toutefois légèrement différentes des valeurs actuellement dans le *Manuel*. Une régression regroupant l’ensemble des valeurs pour toutes les périodes de retour a également été réalisée (voir Tableau 3.2).

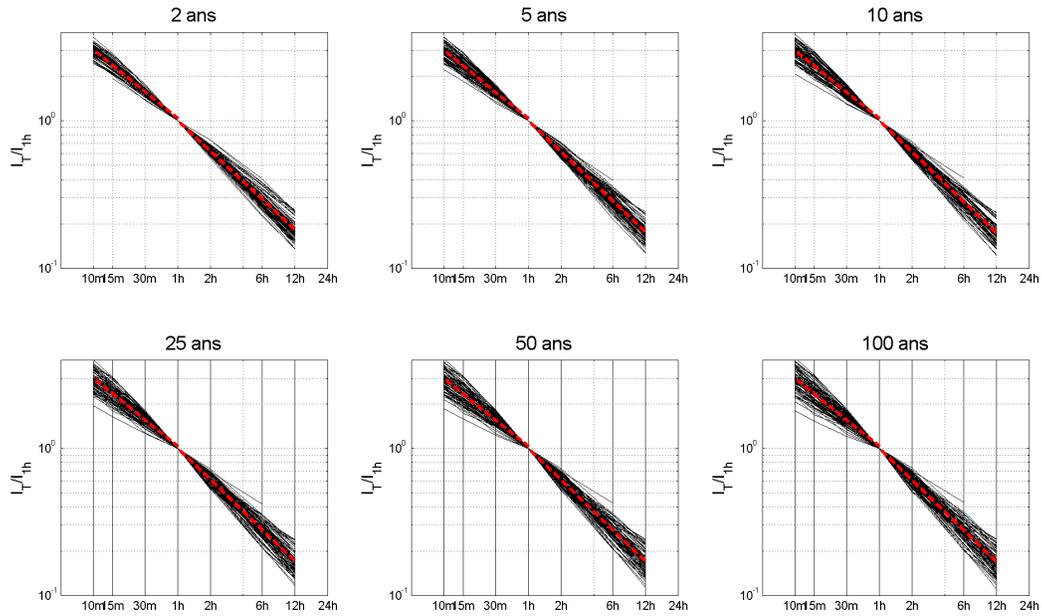


Figure 3.4: Régressions entre le logarithme du rapport des intensités des MA de diverses durées et de durée 1 heure en fonction du logarithme de la durée. Les courbes en tiret correspondent aux régressions obtenues en considérant la relation 3.12 (voir le Tableau 3.2 pour les valeurs des paramètres de la régression).

Tableau 3.2: Valeurs des paramètres de régression de l'équation 3.11 pour les différentes périodes de retour et lorsque les valeurs de toutes les périodes de retour sont considérées.

Période de retour	10 min. à 1 h.		1 h. à 12 h.	
	a	β	a	β
2 ans	12,01	-0,598	16,50	-0,684
5 ans	11,83	-0,595	17,53	-0,699
10 ans	11,78	-0,594	17,94	-0,705
25 ans	11,75	-0,594	18,31	-0,710
50 ans	11,74	-0,594	18,51	-0,713
100 ans	11,73	-0,594	18,67	-0,715
Toutes périodes de retour confondues	11,81	-0,595	17,89	-0,704
Valeurs actuelles du <i>Manuel</i>	12,25	-0,612	17,07	-0,693

Les régressions utilisées pour calculer les facteurs de pondération η feront en sorte que les estimations seront d'autant meilleures que la durée considérée est près de 1 heure puisqu'il s'agit de la durée de référence. La Figure 3.5 présente les histogrammes des écarts relatifs entre les rapports η estimés à partir de l'équation 3.11 utilisant les paramètres de régression combinant toutes les périodes de retour et les valeurs à chaque station. Tel qu'attendu, les écarts relatifs augmentent pour les durées qui s'éloignent de la durée de référence de 1 heure. Ainsi pour les durées les plus éloignées, 10 minutes et 12 heures, les erreurs relatives pourront être de plus 20% dans de nombreux cas.

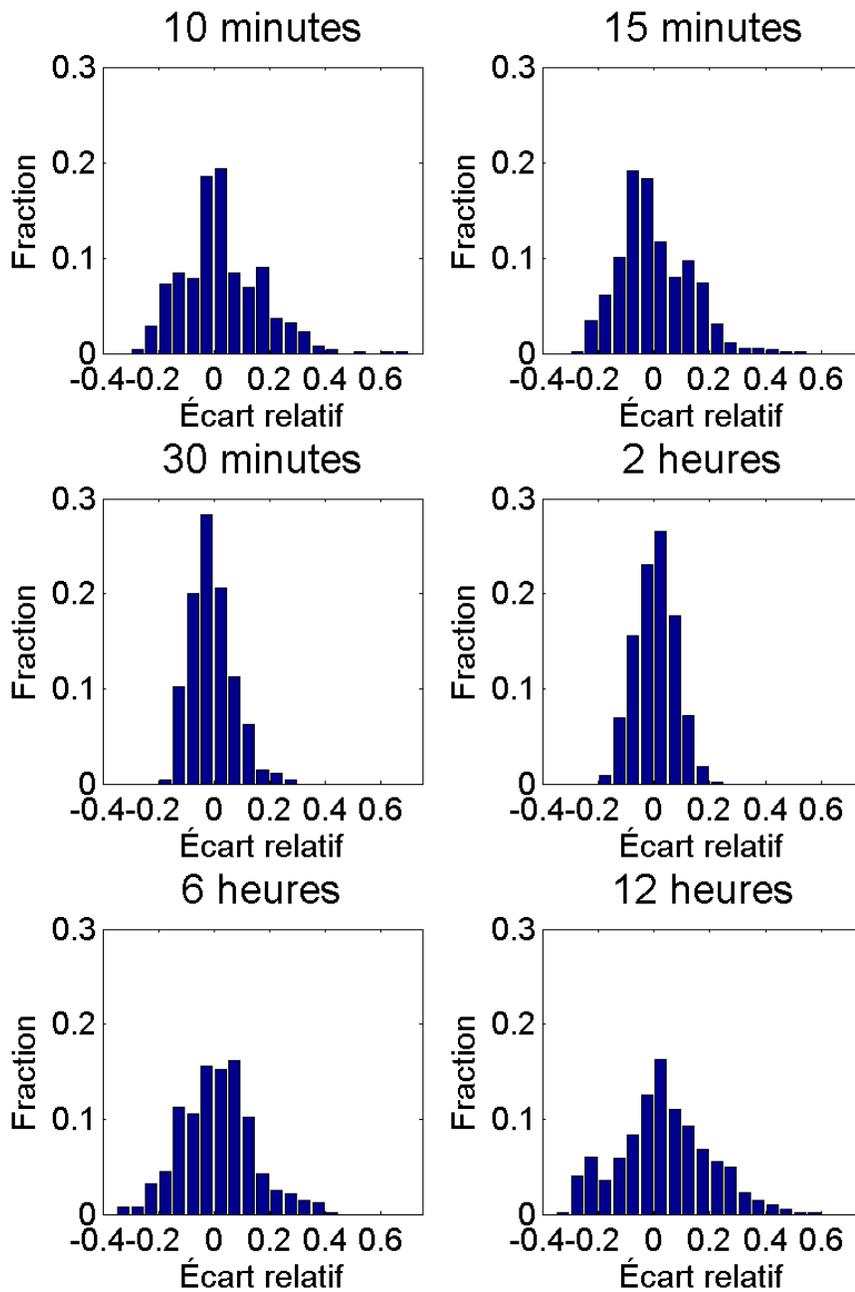


Figure 3.5: Histogrammes des écarts relatifs entre les rapports η estimés à partir de l'équation 3.11 utilisant les paramètres de régression combinant toutes les périodes de retour et les valeurs à chaque station pour les différentes durées (estimée - station)/station. Un écart positif signifie une surestimation de la valeur à la station lorsque l'équation 3.11 est utilisée.

Tableau 3.3: Valeurs des coefficients $\theta_{T,d}$ (voir équation 3.13) pour les différentes durées et lorsque les valeurs de toutes les durées sont considérées.

Période de retour	Durée								
	10 min	15 min	30 min	1 h	2 h	6 h	12 h	Toutes	<i>Manuel</i>
2 ans	0.54	0.55	0.54	0.54	0.55	0.56	0.56	0.55	0.54
5 ans	0.73	0.73	0.72	0.72	0.73	0.74	0.74	0.73	0.72
10 ans	0.85	0.85	0.85	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
20 ans	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
25 ans	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
50 ans	1.11	1.11	1.11	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
100 ans	1.23	1.22	1.23	1.23	1.22	1.22	1.22	1.22	1.23

3.6 Tableau 3.7.2 du *Manuel de conception des ponceaux*

Selon les informations transmises par M. Christian Poirier du *Ministère des Transports* du Québec, les valeurs du Tableau 3.7.2 ont vraisemblablement été établies en considérant les intensités des MA de durée une heure et en comparant donc les intensités des MA de durée une heure associées à différentes périodes de retour. Le même exercice a été repris dans ce qui suit mais en considérant également les durées autres qu'une heure, le but étant de vérifier dans quelle mesure ce rapport dépend de la durée considérée. Désignant par $\theta_{T,d}$ le rapport suivant (qui correspond au coefficient F_q du *Manuel*) :

$$\theta_{T,d} = \frac{x(T, d)}{x(25, d)} \quad (3.13)$$

où $x(T, d)$ est l'intensité du MA de période de retour T et de durée d et $x(25, d)$ l'intensité du MA de même durée mais de période de retour 25 ans. Les valeurs de $\theta_{T,d}$ sont donc estimées à chaque station et les valeurs pour une durée d et une période de retour T comparées entre elles. Les graphiques de la Figure 3.6 montrent les box-plots des valeurs de $\theta_{T,d}$ aux stations pour les différentes périodes de retour et durées. L'examen de cette figure montre que les valeurs de ce coefficient dépendent peu de la durée considérée (validant dans une certaine mesure l'approximation utilisée dans *Manuel* où les valeurs de la durée 1 heure sont utilisées). Les valeurs mises à jour sont présentées au Tableau 3.3. Une comparaison des valeurs de coefficients mis à jour en considérant la moyenne sur toutes les périodes de retour (pénultième colonne du Tableau 3.3) avec les coefficients actuels du *Manuel* (dernière colonne de ce même Tableau) montre que cette mise à jour entraîne très peu de changement.

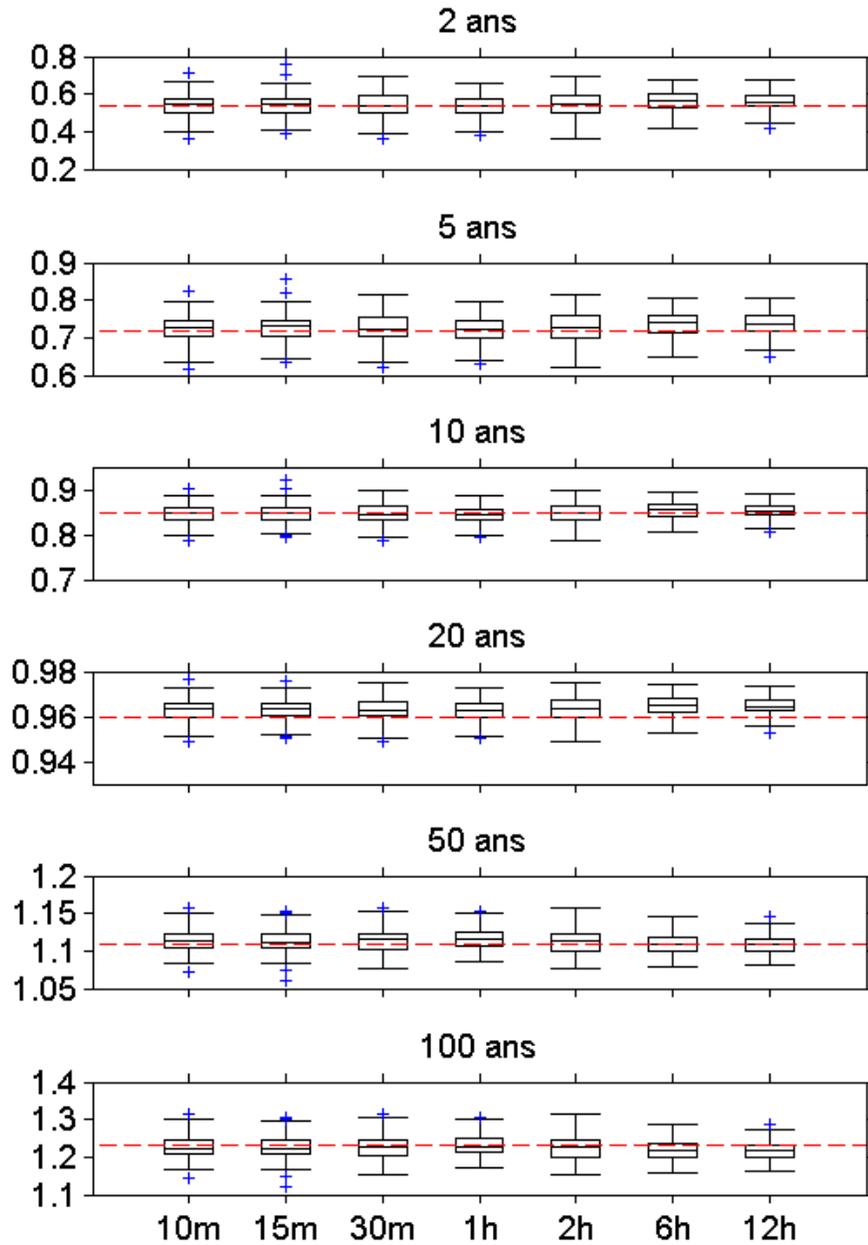


Figure 3.6: Box plots des rapports $\theta_{T,d}$ en fonction de la durée pour les différentes périodes de retour. Les lignes en tiret horizontales correspondent aux valeurs actuelles du *Manuel de conception des pontons*.

3.7 Méthode d'interpolation retenue

Ce chapitre décrit la méthode utilisée pour construire les cartes interpolées des estimateurs IDF, soit le krigeage ordinaire. Des études, comme par exemple Goovaerts (2000) et Watkins *et al.* (2005), ont en effet montré que les différents types de krigeage étaient préférables aux méthodes d'interpolation classiques (polygones de Thiessen, régression linéaire, etc.) dans le cas des précipitations. De plus, le krigeage est devenu une méthode standard dans de nombreux autres domaines d'applications.

Plusieurs types de krigeage existent, comme par exemple le krigeage simple, le cokrigeage et le krigeage universel (pour plus de détails voir, par exemple, Webster & Oliver, 2007). Le krigeage simple est le plus facile à utiliser, mais nécessite de connaître *a priori* l'espérance de la variable aléatoire, ce qui n'est pas le cas ici. Le cokrigeage permet d'inclure une variable secondaire (ou covariable), par exemple l'altitude, dans l'estimation de la variable aléatoire. Toutefois, une étude préliminaire de la corrélation entre les estimateurs IDF et l'altitude a montré que celle-ci était très faible dans le cas du Québec. Hogg & Carr (1985) estiment également que cette corrélation n'est pas très significative pour des altitudes de moins de 800 m. Ces auteurs conseillent par contre d'appliquer un facteur d'augmentation de 1.5 sur les indicateurs IDF dans les régions situées au-dessus de 800 m pour les événements de type orographique (durée de 12 heures et plus).

Le krigeage universel permet de tenir compte des tendances spatiales pouvant influencer les extrêmes. Or, une étude préliminaire a effectivement montré que la latitude et la longitude avaient une influence sur les estimateurs IDF. Cette méthode aurait donc pu être la plus appropriée, toutefois il a été décidé de manipuler indépendamment les tendances avant et après le krigeage afin d'éviter les problèmes d'anisotropie dans la conception du variogramme (voir Section pour les détails). La méthode retenue, le krigeage ordinaire, nécessite uniquement que l'espérance de la variable soit constante sur tout le territoire, même si elle est inconnue. Cette dernière condition peut être obtenue en enlevant préalablement les tendances spatiales afin de ne conserver que le résidu.

En bref, les données utilisées respectent les hypothèses préalables pour utiliser le krigeage ordinaire, et des versions plus complexes de krigeage apporteraient peu de bénéfices par rapport aux efforts supplémentaires nécessaires. Par ailleurs, le krigeage ordinaire est très simple à réaliser et est disponible dans de nombreux logiciels.

3.7.1 Description de la méthode

L'interpolation comme telle se fera sur les valeurs moyennes, \bar{x} , et les écart-types, s_x des séries des MA de différentes durées aux différentes stations. Ces deux valeurs sont interpolées indépendamment, puis les cartes des quantiles de pluie pour les différents temps de retour sont générées à partir des valeurs en chaque point de grille (Équations 3.7 et 3.8). Cette méthode présente l'avantage d'assurer une cohérence entre les valeurs intensités des différents temps de retour, par rapport au fait d'interpoler directement les quantiles, où cette cohérence ne sera pas nécessairement assurée.

Les données à interpoler sont de la forme Latitude (°N) - Longitude (°E) - Paramètre. Pour la région concernée, le rapport entre une distance d'un degré de latitude et d'un degré de longitude est d'environ 1.4 lorsque ceux-ci sont transformés en kilomètres. Comme la distance entre deux stations doit être prise en compte lorsque l'on effectue du krigeage ordinaire, on doit, dans un premier temps, transformer les coordonnées Latitude - Longitude (en degrés) dans un système X-Y (en km) afin d'éviter des problèmes d'anisotropie (pour la méthode, voir Maling, 2007). La transformation inverse (de X-Y à Latitude-Longitude) est effectuée à la toute fin, lorsque toutes les autres étapes ont été complétées.

Dans un second temps, une régression bivariée du 2^e ordre est calée sur les données aux stations, puis est soustraite des valeurs à interpoler afin de ne conserver que le résidu. Pour illustrer ceci, définissons la variable $Z(x_i, y_i)$, associée au site de coordonnées (x_i, y_i) laquelle est composée d'un résidu ϵ et d'une moyenne μ variant selon la position (x_i, y_i) des stations :

$$Z(x_i, y_i) = \mu(x_i, y_i) + \epsilon(x_i, y_i) \quad (3.14)$$

On suppose que $\mu(x_i, y_i)$ est de la forme :

$$\mu(x_i, y_i) = \mu_0 + \mu_{x1} x_i + \mu_{x2} x_i^2 + \mu_{y1} y_i + \mu_{y2} y_i^2 \quad (3.15)$$

Les paramètres permettant d'estimer $\mu(x, y)$ sont d'abord calculés en effectuant une régression. Le résidu s'obtient ensuite par :

$$\epsilon(x_i, y_i) = Z(x_i, y_i) - \hat{\mu}(x_i, y_i) \quad (3.16)$$

La troisième étape consiste à caler un modèle de variogramme approprié sur $\epsilon(x_i, y_i)$. Le variogramme se définit comme étant la relation entre la covariance des données et la distance entre les stations. Différents modèles ont été envisagés dont les modèles Gaussien, Linéaire, Exponentiel, et Sphérique (pour une description de ces modèles, voir Chiles & Delfiner, 1999). L'équation générale d'un variogramme est généralement de la forme suivante (la Figure 3.7 présente un exemple de variogramme) :

$$\gamma(h) = a + (b - a) g(h, c) \quad (3.17)$$

où γ correspond à la variance, h à la distance entre les stations, $g(h, c)$ le variogramme sélectionné, a, b et c sont les paramètres de forme définis comme suit :

- a est la « pépite » ou valeur de la semi-variance lorsque la distance entre deux stations tend vers zéro ;
- b est le seuil ou la valeur maximale de la semi-variance lorsque la distance entre deux stations tend vers l'infini ;
- c est la portée ou la distance minimale à partir de laquelle la semi-variance ne varie plus en

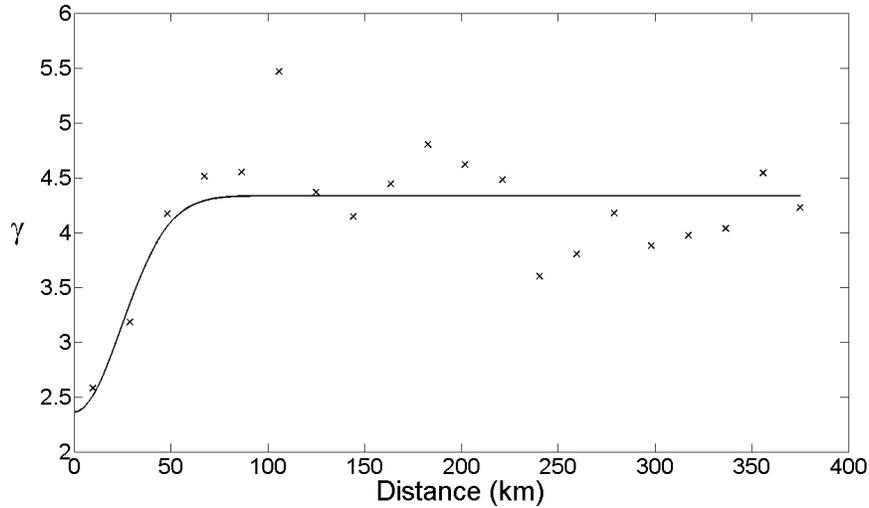


Figure 3.7: Exemple de variogramme.

fonction de la distance.

Le choix du modèle de variogramme et le calage ont été effectués dans l’optique de minimiser l’erreur quadratique moyenne sur l’ensemble des stations (*RMSE*). L’erreur à chaque station est d’abord calculé à l’aide de la technique de la validation croisée (voir p. ex. Isaaks & Srivastava, 1989). Pour ce faire, chaque station est éliminée une à la fois. Lorsqu’une station est éliminée du jeu de données, la valeur à cette station est estimée en utilisant le modèle d’interpolation en utilisant les stations restantes. Enfin, pour chaque station, la valeur réelle à la station est comparée à celle estimée par krigeage à partir des stations restantes. L’erreur (notée $e(x_i, y_i)$) et le *RMSE* sont définis par :

$$e(x_i, y_i) = Z(x_i, y_i) - \hat{Z}(x_i, y_i) \quad (3.18)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e(x_i, y_i)^2} \quad (3.19)$$

où $\hat{Z}(x_i, y_i)$ est la valeur estimée par krigeage, $Z(x_i, y_i)$ la valeur réelle au point de coordonnées (x_i, y_i) et n représente le nombre de stations.

L’étape suivante consiste à effectuer le krigeage ordinaire sur $\epsilon(x, y)$, en utilisant le modèle de variogramme calé précédemment. Pour ce faire, le logiciel GSTAT est utilisé. Ce dernier est piloté à partir du logiciel Matlab et de la librairie MGSTAT (version 0.99), afin d’automatiser le processus. Les données ont été krigées sur une grille ayant une résolution de 0.0025° , qui s’étend de 44.25°N à 63°N , et de 52°O à 80°O . Il est à noter que cette grille a également été convertie en coordonnées X-Y. Pour illustrer cette dernière étape, soit x' et y' , les coordonnées de la grille pour lesquelles on

désire estimer les valeurs interpolées. On calcule d'abord par krigeage $\hat{\epsilon}(X, Y)$, les valeurs estimées du résidu :

$$\hat{\epsilon}(x', y') = \text{Krigage } \epsilon(x_i, y_i) \quad (3.20)$$

Il est à noter que la variance d'estimation des valeurs \bar{x} et s_x associées à chaque station a été prise en compte lors du krigeage estimée à partir d'un ré-échantillonnage bootstrap (1000 répétitions) sur l'échantillon des MA. Par ailleurs, cette approche offre la possibilité d'augmenter arbitrairement l'incertitude associée aux stations américaines en raison des différences au niveau de l'acquisition des données pour ces stations par rapport aux stations canadiennes. Toutefois, il a été constaté que cela induisait peu de différence par rapport aux résultats d'interpolation sur le territoire québécois.

L'avant-dernière étape consiste à ajouter la composante de la moyenne estimée $\hat{\mu}(x', y')$ au résidu estimé :

$$\hat{Z}(x', y') = \hat{\mu}(x', y') + \hat{\epsilon}(x', y') \quad (3.21)$$

Enfin, la dernière étape consiste à reconvertir les coordonnées spatiales (x', y') en coordonnées Latitude-Longitude. Après avoir estimées les valeurs interpolées de \bar{x} et s_x en chaque point de grille, on peut par la suite estimer la valeur des quantiles de pluie pour les différents temps de retour en utilisant l'équation 3.7.

Chapitre 4

Conclusion et perspectives

Le présent rapport fait état des travaux visant à mettre à jour certains éléments d'information du *Manuel de conception des ponceaux* touchant spécifiquement l'estimation des quantiles de pluie intenses. La démarche utilisée a consisté à reprendre la méthodologie originelle et à l'appliquer aux séries pluviométriques les plus récentes. Les éléments mis à jour et présentés dans le cadre du présent rapport sont :

1. Cartes des valeurs interpolées des maxima annuels (MA) pour le Québec (incluant les régions du grand-nord) pour les périodes de retour 2, 5, 10, 25 et 50 et 100 ans et pour les durées 10, 15, 30 minutes et 1, 2, 6 et 12 heures ;
2. Cartes des intensités de précipitation de durée 1 heure et de période de retour 25 ans (Cartes 3.5.1a et 3.5.1b du *Manuel de conception des ponceaux*) ;
3. Coefficients de conversion pour les périodes de retour 2, 5, 10, 50 et 100 ans (Tableau 3.7.2 du *Manuel de conception des ponceaux*) ;
4. Coefficients de correction de l'intensité des MA en fonction de la durée (Équations 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel de conception des ponceaux*) ;

Les courbes IDF avec interpolation des durées pour l'ensemble des stations ayant 15 ans et plus de données (graphiques et équations) seront intégrés au rapport couvrant la phase II du projet.

Il importe de noter les points suivants concernant la démarche d'estimation des pluies intenses telle que proposée dans le *Manuel* et mise à jour dans le cadre du présent rapport :

1. L'estimation des intensités des MA de durées différentes d'une heure à partir des intensités de durée 1 heure (Équations 3.5.1b et 3.5.1c du *Manuel*) peut résulter en des sous-estimations ou des surestimations importantes de ces intensités. Ces écarts seront d'autant plus importants que ces durées seront différentes de la durée 1 heure (voir Figure 3.5).
2. L'utilisation conjointe des cartes des moyennes et des écarts-types de durée 1 heure (Cartes 3.5.1a et 3.5.1b du *Manuel de conception des ponceaux*) et des équations 3.5.1b et 3.5.1c

pour l'estimation des intensités en divers points du territoire repose sur l'hypothèse que les isohyètes pour les intensités différentes de 1 heure sont semblables à celles d'une heure. Rien ne permet *a priori* de supporter cette hypothèse et bien qu'il s'agisse d'une approximation utile, il demeure difficile d'en mesurer l'exactitude. Un examen rapide des figures de l'Annexe D suggère d'ailleurs qu'il existe des différences parfois importantes pour certaines régions. Les intensités estimées à partir de ces dernières cartes diffèreront donc de celles obtenues en considérant les Cartes 3.5.1a et 3.5.1b.

3. L'utilisation du Tableau 3.7.2 du *Manuel de conception des ponceaux* pour établir les intensités des MA de diverses périodes de retour à partir des intensités de la période de retour 25 ans représente également une approximation (voir Figure 3.6).
4. Il est important de rappeler que la construction des cartes de l'Annexe D se fait par interpolation des moyennes et des écart-types des séries des MA en chaque station. Chaque durée est traitée indépendamment. Or les stations utilisées pour l'interpolation diffère d'une durée à une autre et donc la couverture spatiale du territoire diffère également (voir la Figure 3.1). Conséquemment, la 'cohérence' des estimations et les incertitudes associées pour un point donné du territoire variera d'une durée à une autre.

Un certain nombre d'améliorations sont proposées afin d'améliorer la procédure actuelle d'estimation des intensités des pluies intenses :

1. Plusieurs études ont montré que la distribution *Generalized Extreme Values* (GEV) décrit mieux les quantiles les plus extrêmes et que l'utilisation de la distribution Gumbel (qui correspond à une distribution GEV de paramètre de forme nul) peut conduire à une sous-estimation des intensités pour les grandes périodes de retour (voir p. ex. Koutsoyiannis, 2003, 2004; Das *et al.*, 2013). Les incertitudes sur le paramètre de forme de la distribution GEV demeurent toutefois importantes lorsque les séries des MA disponibles sont courtes. Dans un tel contexte, considérant que ce paramètre de forme est souvent près de zéro, l'utilisation de la distribution Gumbel reste une approximation valable. Les courbes IDF d'Environnement Canada ont d'ailleurs été conçues en considérant la distribution Gumbel. Toutefois, l'utilisation de la distribution GEV permettrait d'améliorer l'estimation des intensités des MA de période de retour plus élevés et d'éviter une possible sous-estimation des ces intensités.
2. Une autre amélioration possible consiste à utiliser l'analyse fréquentielle régionale (ARF, *Regional Frequency Analysis* ; Hosking & Wallis, 1997, voir également Mailhot & Talbot 2011). Ce type d'approche repose sur l'hypothèse que certains des paramètres de la distribution des extrêmes possèdent un caractère régional et sont donc identiques pour certaines régions dites 'homogènes'. Dans le cas de la distribution GEV, les paramètres d'échelle et de forme sont régionalisés ce qui permet d'utiliser toutes les séries des MA disponibles dans ces régions pour en estimer les valeurs. L'inférence de ces valeurs est ainsi améliorée et les incertitudes réduites. Ce type d'approche a été utilisé par Mailhot & Talbot (2011) qui ont montré par ailleurs que,

pour plusieurs durées, le paramètre de forme régional était significativement différent de zéro ce qui justifiait du même coup le recours à la distribution GEV.

3. De 'nouveaux' ensembles de données de précipitations, appelés réanalyses, ont été récemment proposés dans la littérature (pour une description des réanalyses voir p. ex. Bosilovich *et al.*, 2008). Les réanalyses sont créées en assimilant des ensembles de données observées à des modèles. Les modèles sont ainsi 'contraints' par les observations et l'ensemble de données générées représente en quelque sorte une interpolation 'dynamique' des observations. L'avantage de ce type d'approche est qu'il permet une couverture spatio-temporelle complète (pas de données manquantes) d'un territoire. Les données sont généralement fournies sur une grille de résolution fixe (p. ex. 50 km x 50 km) avec une résolution temporelle donnée (p. ex. données journalières). Plusieurs réanalyses ont été développées et sont actuellement disponibles dont le *North American Regional Reanalysis* (NARR) (Mesinger *et al.*, 2006), le *NCEP-NCAR reanalysis* (Kanamitsu *et al.*, 2002) ou encore plus récemment le *Climate Forecast System Reanalysis* (CFSR) (Saha *et al.*, 2010). Ces jeux de données représentent une source appréciable d'informations pour les régions mal pourvues en données historiques tel le nord du Québec. Un important travail de validation reste toutefois à compléter avant que ces ensembles ne puissent être utilisés notamment pour l'estimation des quantiles extrêmes de pluie.

Références

- Beaulieu C, Seidou O, Ouarda TBMJ, Zhang X, Boulet G & Yagouti A (2008). Intercomparison of homogenization techniques for precipitation data. *Water Resources Research*, 44(2). Times Cited : 17.
- Bosilovich MG, Chen J, Robertson FR & Adler RF (2008). Evaluation of global precipitation in reanalyses. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47(9):2279–2299. Times Cited : 70.
- Chiles JP & Delfiner P (1999). *Geostatistics, Modelling Spatial Uncertainty*. Wiley-Interscience.
- Coles S (2001). *An introduction to statistical modeling of extreme values*. Springer, 208 pages.
- CSA (2012). *Development, interpretation and use of rainfall intensity-duration-frequency (IDF) information : Guideline for Canadian water resources practitioners*. Canadian Standard Association, Mississauga, Ontario, 2nd edition, 190 pages.
- Das S, Millington N & Simonovic SP (2013). Distribution choice for the assessment of design rainfall for the city of London (Ontario, Canada) under climate change. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 40(2):121–129. Times Cited : 0.
- Founda D, Giannakopoulos C, Pierros F, Kalimeris A & Petrakis M (2013). Observed and projected precipitation variability in Athens over a 2.5 century period. *Atmospheric Science Letters*, 14(2): 72–78. Times Cited : 0.
- Goovaerts P (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, 228(1-2):113–129.
- Hogg W & Carr D (1985). Atlas de la fréquence des pluies au Canada. Ministère des Approvisionnements et Services Canada. Ottawa, Canada, 94 pages.
- Hosking JRM & Wallis JR (1997). *Regional Frequency Analysis An Approach Based on L-Moments*. Cambridge Press University, 222 pages.
- Isaaks EH & Srivastava RM (1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press.
- Kanamitsu M, Ebisuzaki W, Woollen J, Yang SK, Hnilo JJ, Fiorino M & Potter GL (2002). Ncep-doe amip-ii reanalysis (r-2). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83(11):1631–1643. Times Cited : 825.
- Koutsoyiannis D (2003). On the appropriateness of the Gumbel distribution in modelling extreme rainfall. *Proceedings of the ESF LESC Exploratory Workshop. Hydrological Risk : recent advances in peak river flow modelling, prediction and real-time forecasting. Assessment of the impacts of land-use and climate changes*, pages 303–319.

- Koutsoyiannis D (2004). Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall : II. Empirical investigation of long rainfall records. *Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques*, 49(4):591–610.
- Mailhot A & Talbot G (2011). Mise à jour des estimateurs Intensité-Durée-Fréquence (IDF) et Hauteur-Durée-Fréquence (HDF) pour le sud-Québec, Tome I – Données et méthodes. INRS-Eau, Terre et Environnement. Québec, Canada, 60 pages.
- Maling D (2007). *Coordinate Systems and Map Projections*. 2nd edition.
- Mesinger F, DiMego G, Kalnay E, Mitchell K, Shafran PC, Ebisuzaki W, Jovic D, Woollen J, Rogers E, Berbery EH, Ek MB, Fan Y, Grumbine R, Higgins W, Li H, Lin Y, Manikin G, Parrish D & Shi W (2006). North american regional reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87(3):343–360. Times Cited : 530.
- Metcalfe JR, Routledge B & Devine K (1997). Rainfall measurement in Canada : Changing observational methods and archive adjustment procedures. *Journal of Climate*, 10(1):92–101. Times Cited : 42.
- Saha S, Moorthi S, Pan HL, Wu X, Wang J, Nadiga S, Tripp P, Kistler R, Woollen J, Behringer D, Liu H, Stokes D, Grumbine R, Gayno G, Wang J, Hou YT, Chuang HY, Juang HMH, Sela J, Iredell M, Treadon R, Kleist D, Van Delst P, Keyser D, Derber J, Ek M, Meng J, Wei H, Yang R, Lord S, Van den Dool H, Kumar A, Wang W, Long C, Chelliah M, Xue Y, Huang B, Schemm JK, Ebisuzaki W, Lin R, Xie P, Chen M, Zhou S, Higgins W, Zou CZ, Liu Q, Chen Y, Han Y, Cucurull L, Reynolds RW, Rutledge G & Goldberg M (2010). The ncep climate forecast system reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91(8):1015–1057. Times Cited : 369.
- Watkins DJ, Link G & Johnson D (2005). Mapping Regional Precipitation Intensity-Duration-Frequency Estimates. *Journal of the American Water Resources Association*, 41(1):157–170.
- Webster R & Oliver M (2007). *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley and Sons Ltd.
- Wijngaard JB, Tank A & Konnen GP (2003). Homogeneity of 20th century European daily temperature and precipitation series. *International Journal of Climatology*, 23(6):679–692. Times Cited : 164.
- Yue S, Pilon P & Cavadias G (2002). Power of the Mann-Kendall and Spearman’s rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 259(1-4):254–271.

Annexe A

Liste et caractéristiques des stations

Le tableau suivant présente la liste des stations retenues pour fin d'analyse avec leurs principales caractéristiques. Les acronymes utilisés pour désigner les types de données sont 'MJ' pour maxima journaliers, 'H' pour horaire, '15m' pour les stations avec des séries aux 15 minutes (stations américaines).

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
7011309	CHARLESBOURG PARC ORLEAN	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.8667	-71.2667
7011982	DESCHAMBAULT	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.6667	-71.9167
7012232	DUBERGER	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.8167	-71.3000
7012240	DUCHESNAY	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.8667	-71.6500
7040813	BLANC-SABLON A	QUÉBEC	EC	MJ/H	51.4500	-57.1833
7013362	JOLIETTE VILLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.0167	-73.4333
7014160	L'ASSOMPTION	QUÉBEC	EC	MJ/H	45.8094	-73.4347
7015730	OKA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.5000	-74.0667
7016294	QUEBEC/JEAN LESAGE INTL A	QUÉBEC	EC	MJ/H	46.8000	-71.3833
7016800	ST ALBAN	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.7167	-72.0833
7016900	ST AUGUSTIN	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.7333	-71.5000
7016902	STE BEATRIX	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.2000	-73.6000
7016932	STE CATHERINE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.8500	-71.6167
7017100	ST DONAT	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.3167	-74.2000
7017BFN	STE FOY (PIE XII)	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.7833	-71.3167
7018000	SHAWINIGAN	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.5667	-72.7500
701HE63	TROIS RIVIERES AQUEDUC	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.3833	-72.6167
7020305	ARTHABASKA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ	46.0167	-71.9500
7020840	BROME	QUÉBEC	MDDEFP	MJ	45.1833	-72.5667
7022160	DRUMMONDVILLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.8833	-72.4833
7022494	FORTIERVILLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.4833	-72.0500
7022720	GEORGEVILLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ	45.1333	-72.2333
7022800	GRANBY	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.3833	-72.7167

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
7023677	LAC MEGANTIC 2	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.6000	-70.8667
7024280	LENNOXVILLE	QUÉBEC	EC	MJ/H	45.3689	-71.8236
7024320	LINGWICK	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.6333	-71.3667
7025250	MONTREAL/PIERRE ELLIOTT TRUDEAU INTL A	QUÉBEC	EC	MJ/H	45.4667	-73.7500
7025280	MONTREAL MCGILL	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.5000	-73.5833
7025440	NICOLET	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.2000	-72.6167
7025745	ORMSTOWN	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.1167	-74.0500
7026839	STE ANNE DE BELLEVUE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.4333	-73.9333
7027040	STE CLOTHILDE CDA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.1667	-73.6833
7027120	STE EDWIDGE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.2000	-71.6833
7027200	ST EPHREM	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.0667	-70.9667
7027248	ST FERDINAND	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.1000	-71.5833
7027283	ST GEORGES	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.1500	-70.7000
7027302	ST GUILLAUME	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.8833	-72.7667
7027320	MONTREAL/ST-HUBERT A	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.5167	-73.4167
7027517	STE MADELEINE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.6167	-73.1333
7027656	ST PIERRE DE BROUGHTON	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.2500	-71.2167
7027725	ST SEBASTIEN	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.7667	-70.9500
7027750	ST THEOPHILE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.9333	-70.4833
7027785	ST ZACHARIE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.1167	-70.3833
7027802	SAWYERVILLE NORD	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.3667	-71.5333
7028124	SHERBROOKE A	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.4333	-71.6833
7028441	THETFORD MINES	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.1000	-71.3500
7028676	VALLEE JONCTION	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.3833	-70.9333
7028680	VALLEYFIELD	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.2833	-74.1000
7028906	WEST DITTON	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.4000	-71.3000
7028946	WOBURN	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.3833	-70.8667
7031375	CHENEVILLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.9000	-75.0833
7034480	MANIWAKI UA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.3019	-76.0061
7035290	MONTREAL/MIRABEL INT'L A	QUÉBEC	EC	MJ/H	45.6667	-74.0333
7035520	NOMININGUE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.4000	-75.0833
7036762	STE AGATHE DES MONTS	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.0500	-74.2833
7037400	ST JEROME	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.8000	-74.0500
7038040	SHAWVILLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	45.6167	-76.4667
7040440	BAIE-COMEAU A	QUÉBEC	EC	MJ/H	49.1333	-68.2000

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
7040446	BAIE ST PAUL	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	47.4167	-70.5000
7042378	FORESTVILLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.7333	-69.0833
7042388	FORET MONTMORENCY	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	47.3167	-71.1500
7045400	NATASHQUAN A	QUÉBEC	EC	MJ/H	50.1833	-61.8167
7047910	SEPT-ILES A	QUÉBEC	EC	MJ/H	50.2167	-66.2667
7051160	CAP MADELEINE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	49.2333	-65.3167
7051175	CAP SEIZE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	49.0167	-66.4000
7052605	GASPE A	QUÉBEC	EC	MJ/H	48.7769	-64.4781
7053649	LAC HUMQUI	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.2833	-67.5667
7054095	LA POCATIERE CDA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	47.3500	-70.0333
7055120	MONT-JOLI A	QUÉBEC	EC	MJ/H	48.6000	-68.2167
7055705	NOUVELLE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.1000	-66.3000
7056480	RIMOUSKI	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.4500	-68.5167
7056814	ST ALEXIS DE MATAPEDIA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	47.9833	-67.0667
7056922	ST BRUNO KAMOURASKA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	47.4500	-69.7833
7056970	ST CHARLES GARNIER	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.3333	-68.0500
7057287	STE GERMAINE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.4167	-70.4667
7057395	ST JEAN DE CHERBOURG	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.8833	-67.1167
7057518	ST MALACHIE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.5500	-70.8167
7060400	BAGOTVILLE A	QUÉBEC	EC	MJ/H	48.3333	-71.0000
7063690	LAC STE CROIX	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.4167	-71.7500
7065640	NORMANDIN CDA	QUÉBEC	EC	MJ/H	48.8500	-72.5333
7066685	ROBERVAL A	QUÉBEC	EC	MJ/H	48.5167	-72.2667
7074240	LA TUQUE	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	47.4000	-72.7833
7077570	ST MICHEL DES SAINTS	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	46.6833	-73.9167
7080452	BARRAGE ANGLIERS	QUÉBEC	EC	MJ/H	47.5519	-79.2358
7080468	BARRAGE TEMISCAMINGUE	QUÉBEC	EC	MJ/H	46.7097	-79.1011
7090120	AMOS	QUÉBEC	MDDEFP	MJ	48.5667	-78.1333
7093715	LA GRANDE RIVIERE A	QUÉBEC	EC	MJ/H	53.6333	-77.7000
7095480	NITCHEQUON	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	53.2000	-70.9000
7096621	RIVIERE HEVA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	48.2000	-78.1333
7098600	VAL-D'OR A	QUÉBEC	EC	MJ/H	48.0564	-77.7867
7103282	INUKJUAK UA	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	58.4667	-78.0833
7103536	KUUIJUAPIK A	QUÉBEC	EC	MJ/H	55.2833	-77.7500
7113534	KUUIJUAQ A	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	58.1000	-68.4167

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
7117825	SCHEFFERVILLE A	QUÉBEC	MDDEFP	MJ/H	54.8000	-66.8167
7067060	ST COEUR DE MARIE	QUÉBEC	MDDEFP	H	48.6333	-71.7170
7110830	BORDER A	QUÉBEC	MDDEFP	H	55.3333	-63.2170
7080449	BARRAGE CABONGA	QUÉBEC	MDDEFP	H	47.3167	-76.4670
7102919	GREAT WHALE RIVER	QUÉBEC	MDDEFP	H	55.2833	-77.7670
7010453	BARRAGE SAINT-DIDACE	QUÉBEC	MDDEFP	H	46.3270	-73.2782
7011307	CHARETTE	QUÉBEC	MDDEFP	H	46.4411	-72.8928
7012307	ÉDOUARD	QUÉBEC	MDDEFP	H	47.6472	-72.2906
7020M48	BARRAGE JULES-ALLARD	QUÉBEC	MDDEFP	H	45.9509	-71.2741
7022010	DITTON	QUÉBEC	MDDEFP	H	45.3739	-71.2500
7023130	HILAIRE	QUÉBEC	MDDEFP	H	45.8247	-70.8558
7027736	SAINT-SIMON	QUÉBEC	MDDEFP	H	45.7158	-72.8403
7028284	STUKELY	QUÉBEC	MDDEFP	H	45.3658	-72.2650
7028502	TINGWICK	QUÉBEC	MDDEFP	H	45.9075	-71.9492
7029230	ZÉPHIRIN	QUÉBEC	MDDEFP	H	46.0425	-72.6600
7032362	FAUSTIN	QUÉBEC	MDDEFP	H	46.0350	-74.4808
7034085	LA-PÊCHE	QUÉBEC	MDDEFP	H	45.6222	-76.0178
7035334	MONT-ST-MICHEL	QUÉBEC	MDDEFP	H	46.7686	-75.4319
7041097	CAP-ÉTERNITÉ	QUÉBEC	MDDEFP	H	48.2522	-70.4083
7042557	FRANÇOIS	QUÉBEC	MDDEFP	H	47.0147	-70.8644
7046710	ROUTE-385 (FORESTVILLE)	QUÉBEC	MDDEFP	H	48.8558	-69.0978
7050388	AUCLAIR	QUÉBEC	MDDEFP	H	47.7333	-68.7072
7051942	CÔTE-OUMET	QUÉBEC	MDDEFP	H	48.2942	-68.1136
7051970	DÉPOT-JOHN	QUÉBEC	MDDEFP	H	48.6348	-67.2701
7054626	MARGUERITE	QUÉBEC	MDDEFP	H	48.3178	-67.0683
7055405	NOTRE-DAME-DU-ROSAIRE	QUÉBEC	MDDEFP	H	46.8508	-70.4528
7063647	LAC-HA !HA !	QUÉBEC	MDDEFP	H	47.9836	-70.7786
7065900	PEMONCA	QUÉBEC	MDDEFP	H	48.8097	-72.7389
2400600	CAMBRIDGE BAY A	NUNAVUT	EC	MJ/H	69.1081	-105.1383
6012198	EAR FALLS	ONTARIO	EC	MJ/H	50.6333	-93.2167
6034075	KENORA A	ONTARIO	EC	MJ/H	49.7903	-94.3653
6036904	RAWSON LAKE	ONTARIO	EC	MJ/H	49.6500	-93.7167
6037775	SIOUX LOOKOUT A	ONTARIO	EC	MJ/H	50.1167	-91.9000
6048261	THUNDER BAY A	ONTARIO	EC	MJ/H	48.3694	-89.3272
6057592	SAULT STE MARIE A	ONTARIO	EC	MJ/H	46.4833	-84.5094
6068150	SUDBURY A	ONTARIO	EC	MJ/H	46.6256	-80.7978
6073960	KAPUSKASING CDA	ONTARIO	EC	MJ/H	49.4000	-82.4333
6075425	MOOSONEE UA	ONTARIO	EC	MJ/H	51.2667	-80.6500

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
6085700	NORTH BAY A	ONTARIO	EC	MJ/H	46.3636	-79.4228
6100971	BROCKVILLE PCC	ONTARIO	EC	MJ/H	44.6000	-75.6667
6101901	CORNWALL ONT HYDRO	ONTARIO	EC	MJ/H	45.0333	-74.8000
6104175	KINGSTON PUMPING STATION	ONTARIO	EC	MJ/H	44.2439	-76.4806
6105976	OTTAWA CDA	ONTARIO	EC	MJ	45.3833	-75.7167
6106000	OTTAWA MACDONALD-CARTIER INT'L A	ONTARIO	EC	MJ/H	45.3225	-75.6692
6106400	PETAWAWA NAT FORESTRY	ONTARIO	EC	MJ/H	45.9833	-77.4333
6110557	BARRIE WPCC	ONTARIO	EC	MJ/H	44.3758	-79.6897
6116132	OWEN SOUND MOE	ONTARIO	EC	MJ/H	44.5833	-80.9333
6119500	WIARTON A	ONTARIO	EC	MJ	44.7458	-81.1072
6127514	SARNIA AIRPORT	ONTARIO	EC	MJ/H	42.9922	-82.3047
6131982	DELHI CDA	ONTARIO	EC	MJ/H	42.8667	-80.5500
6136606	PORT COLBORNE	ONTARIO	EC	MJ/H	42.8833	-79.2500
6137287	ST CATHARINES A	ONTARIO	EC	MJ/H	43.2000	-79.1667
6139525	WINDSOR A	ONTARIO	EC	MJ/H	42.2756	-82.9556
6140954	BRANTFORD MOE	ONTARIO	EC	MJ/H	43.1333	-80.2333
6142400	FERGUS SHAND DAM	ONTARIO	EC	MJ/H	43.7347	-80.3303
6144475	LONDON INT'L AIRPORT	ONTARIO	EC	MJ/H	43.0331	-81.1511
6148105	STRATFORD MOE	ONTARIO	EC	MJ/H	43.3689	-81.0047
6149387	WATERLOO WELLINGTON A	ONTARIO	EC	MJ/H	43.4500	-80.3833
6150689	BELLEVILLE	ONTARIO	EC	MJ/H	44.1506	-77.3947
6150830	BOWMANVILLE MOSTERT	ONTARIO	EC	MJ/H	43.9167	-78.6667
6151042	BURKETON MCLAUGHLIN	ONTARIO	EC	MJ/H	44.0333	-78.8000
6153020	GREENWOOD MTRCA	ONTARIO	EC	MJ/H	43.9000	-79.0667
6153194	HAMILTON A	ONTARIO	EC	MJ/H	43.1717	-79.9342
6153300	HAMILTON RBG	ONTARIO	EC	MJ/H	43.2833	-79.8833
6155878	OSHAWA WPCP	ONTARIO	EC	MJ/H	43.8667	-78.8333
6156533	PICTON	ONTARIO	EC	MJ/H	44.0167	-77.1333
6158350	TORONTO	ONTARIO	EC	MJ/H	43.6667	-79.4000
6158520	TORONTO ELLESMERE	ONTARIO	EC	MJ/H	43.7667	-79.2667
6158733	TORONTO LESTER B. PEARSON INT'L A	ONTARIO	EC	MJ/H	43.6772	-79.6306

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
6158875	TRENTON A	ONTARIO	EC	MJ/H	44.1167	-77.5333
6166418	PETERBOROUGH A	ONTARIO	EC	MJ/H	44.2333	-78.3667
8100880	CHARLO A	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	MJ/H	47.9833	-66.3333
8101600	FREDERICTON CDA	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	MJ/H	45.9167	-66.6167
8103200	MONCTON A	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	MJ/H	46.1039	-64.6877
8104900	SAINT JOHN A	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	MJ/H	45.3181	-65.8856
8202000	GREENWOOD A	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	MJ/H	44.9833	-64.9167
8202800	KENTVILLE CDA	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	MJ/H	45.0667	-64.4833
8204700	SABLE ISLAND	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	MJ/H	43.9322	-60.0094
8205090	SHEARWATER A	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	MJ/H	44.6333	-63.5000
8205700	SYDNEY A	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	MJ/H	46.1667	-60.0481
8206500	YARMOUTH A	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	MJ/H	43.8308	-66.0886
8401259	COMFORT COVE	TERRE-NEUVE	EC	MJ/H	49.2667	-54.8833
8401501	DEER LAKE A	TERRE-NEUVE	EC	MJ/H	49.2167	-57.4000
8401700	GANDER INT'L A	TERRE-NEUVE	EC	MJ/H	48.9464	-54.5769
8403506	ST JOHN'S A	TERRE-NEUVE	EC	MJ/H	47.6222	-52.7428
8403800	STEPHENVILLE A	TERRE-NEUVE	EC	MJ/H	48.5333	-58.5500
8501900	GOOSE A	TERRE-NEUVE	EC	MJ/H	53.3167	-60.4167
2300500	BAKER LAKE A	NUNAVUT	EC	H	64.2989	-96.0778
6010738	BIG TROUT LAKE	ONTARIO	EC	H	53.8333	-89.8667
6016525	PICKLE LAKE (AUT)	ONTARIO	EC	H	51.4492	-90.2178
6016975	RED LAKE A	ONTARIO	EC	H	51.0669	-93.7931
6020379	ATIKOKAN	ONTARIO	EC	H	48.7500	-91.6167
6041221	CARIBOU ISLAND	ONTARIO	EC	H	47.3333	-85.8333
6042716	GERALDTON A	ONTARIO	EC	H	49.7828	-86.9306
6047810	SLATE ISLAND	ONTARIO	EC	H	48.6211	-86.9958
6055210	MISSISSAGI ONT HYDRO	ONTARIO	EC	H	46.4333	-83.3833

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
6093004	GREAT DUCK ISLAND	ONTARIO	EC	H	45.6500	-82.9667
6104025	KEMPTVILLE	ONTARIO	EC	H	45.0000	-75.6333
6104146	KINGSTON A	ONTARIO	EC	H	44.2186	-76.5967
6112072	DORSET MOE	ONTARIO	EC	H	45.2167	-78.9333
6113490	HONEY HBR BEAUSOLEIL	ONTARIO	EC	H	44.8500	-79.8667
6115820	ORILLIA TS	ONTARIO	EC	H	44.6167	-79.4167
6131415	CHATHAM WPCP	ONTARIO	EC	H	42.3900	-82.2153
6131416	CHATHAM WATERWORKS	ONTARIO	EC	H	42.4167	-82.1833
6134610	LONG POINT	ONTARIO	EC	H	42.5500	-80.0500
6135638	NIAGARA FALLS	ONTARIO	EC	H	43.1333	-79.0833
6137147	RIDGETOWN	ONTARIO	EC	H	42.4500	-81.8833
6137361	ST THOMAS	ONTARIO	EC	H	42.7833	-81.1667
6137362	ST THOMAS WPCP	ONTARIO	EC	H	42.7683	-81.2050
6137730	SIMCOE	ONTARIO	EC	H	42.8500	-80.2667
6139145	VINELAND STATION	ONTARIO	EC	H	43.1833	-79.4000
613FN58	POINT PELEE	ONTARIO	EC	H	41.9500	-82.5167
6141095	CAMBRIDGE GALT MOE	ONTARIO	EC	H	43.3333	-80.3167
6145503	MOUNT FOREST	ONTARIO	EC	H	43.9833	-80.7500
6146714	PRESTON WPCP	ONTARIO	EC	H	43.3833	-80.3500
6149625	WOODSTOCK	ONTARIO	EC	H	43.1361	-80.7706
6151137	CAMPBELLFORD	ONTARIO	EC	H	44.3000	-77.8000
6154820	MAIN DUCK ISLAND	ONTARIO	EC	H	43.9333	-76.6333
6158443	TORONTO DOWNSVIEW A	ONTARIO	EC	H	43.7500	-79.4833
6158525	TORONTO ETOBICOKE	ONTARIO	EC	H	43.6333	-79.5333
6158665	TORONTO ISLAND A	ONTARIO	EC	H	43.6286	-79.3950
6158764	TORONTO OLD WESTON RD	ONTARIO	EC	H	43.6500	-79.4667
6160298	APSLEY	ONTARIO	EC	H	44.7667	-78.1000
6161683	COBOCONK DHO	ONTARIO	EC	H	44.6667	-78.8167
6164432	LINDSAY FILTRATION PLANT	ONTARIO	EC	H	44.3500	-78.7333
6165840	ORMSBY	ONTARIO	EC	H	44.8833	-77.7167
6166450	PETERBOROUGH STP	ONTARIO	EC	H	44.2833	-78.3167
6168847	TORY HILL	ONTARIO	EC	H	44.9833	-78.2000
8100514	BELLEDUNE	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	H	47.9000	-65.8333

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
8101000	MIRAMICHI A	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	H	47.0095	-65.4678
8104480	ROYAL ROAD	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	H	46.0500	-66.7167
8104928	ST LEONARD A	NOUVEAU-BRUNSWICK	EC	H	47.1578	-67.8319
8205126	SHELBURNE	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	H	43.7167	-65.2500
8205990	TRURO	NOUVELLE-ÉCOSSE	EC	H	45.3667	-63.2667
8300400	CHARLOTTETOWN CDA	ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD	EC	H	46.2500	-63.1333
8300700	SUMMERSIDE A	ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD	EC	H	46.4389	-63.8317
8400798	BURGEO	TERRE-NEUVE	EC	H	47.6167	-57.6167
8401400	DANIELS HARBOUR	TERRE-NEUVE	EC	H	50.2364	-57.5811
8402975	PORT AUX BASQUES	TERRE-NEUVE	EC	H	47.5739	-59.1547
8403401	ST ANTHONY	TERRE-NEUVE	EC	H	51.3667	-55.6000
8403615	ST LAWRENCE	TERRE-NEUVE	EC	H	46.9167	-55.3833
8501132	CHURCHILL FALLS A	TERRE-NEUVE	EC	H	53.5500	-64.1000
8504175	WABUSH LAKE A	TERRE-NEUVE	EC	H	52.9272	-66.8742
170100	ACADIA NATIONAL PARK ME US	MAINE	NOAA	15m/H	44.3500	-68.2667
170200	ALLAGASH ME US	MAINE	NOAA	15m/H	47.0667	-69.0833
170273	AUGUSTA ME US	MAINE	NOAA	15m/H	44.3000	-69.7833
172878	FORT KENT ME US	MAINE	NOAA	15m/H	47.2500	-68.5833
173250	GRAND LAKE MATAGAMON ME US	MAINE	NOAA	15m/H	46.1500	-68.7833
173261	GRAND LAKE STREAM ME US	MAINE	NOAA	15m/H	45.1833	-67.7833
173944	HOULTON 5 N ME US	MAINE	NOAA	15m/H	46.2000	-67.8333
174086	JACKMAN ME US	MAINE	NOAA	15m/H	45.6333	-70.2667
175304	MILLINOCKET ME US	MAINE	NOAA	15m/H	45.6500	-68.7000
175347	MILO ME US	MAINE	NOAA	15m/H	45.2667	-69.0000
176435	ORONO 2 ME US	MAINE	NOAA	15m/H	44.8833	-68.6667

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
177255	ROCKLAND 1 W ME US	MAINE	NOAA	15m/H	44.1000	-69.1167
177827	SKOWHEGAN ME US	MAINE	NOAA	15m/H	44.7667	-69.7167
190408	BARRE FALLS DAM MA US	MASSACHUSSETS	NOAA	15m/H	42.4333	-72.0333
190998	BUFFUMVILLE LAKE MA US	MASSACHUSSETS	NOAA	15m/H	42.1167	-71.9000
270741	WEBSTER NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	43.3167	-71.7167
272174	DURHAM NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	43.1333	-70.9333
273850	HANOVER NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	43.7000	-72.2833
275780	NEW DURHAM 3 NNW NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	43.4833	-71.1833
275868	NEWPORT NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	43.3833	-72.1833
276550	OTTER BROOK LAKE NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	42.9500	-72.2333
276856	PITTSBURG RESERVOIR NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	45.0500	-71.3833
278885	WARREN NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	15m/H	43.9167	-71.8833
300270	ARNOT FOREST NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.2667	-76.6333
301708	CONKLINGVILLE DAM NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	43.3167	-73.9333
302454	EAST SIDNEY NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.3333	-75.2333
302953	FORT PLAIN NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.9333	-74.6167
303851	HIGHMARKET NY US	NEW-YORK	NOAA	15m	43.5833	-75.5167
303979	HORNBY NY US	NEW-YORK	NOAA	15m	42.2333	-77.0500
303983	HORNELL ALMOND DAM NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.3500	-77.7000
304070	HUNTS CORNERS NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.4333	-76.1167
304102	INDIAN LAKE 2 SW NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	43.7500	-74.2833
304555	LAKE PLACID 2 S NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	44.2833	-73.9833
305597	MOUNT MORRIS 2 W NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.7333	-77.9000
305682	NEWARK VALLEY 1 N NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.2167	-76.2000
306314	OSWEGO EAST NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	43.4667	-76.5000

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
307134	RIVERHEAD RES FARM NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	40.9667	-72.7167
307398	SALAMANCA NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.1667	-78.7333
308406	TANNERSVILLE 2 SE NY US	NEW-YORK	NOAA	15m	42.1667	-74.1500
308507	TICONDEROGA B MILL NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	43.8333	-73.4333
308586	TRIBES HILL NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.9500	-74.2833
308720	UPTON NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	40.8667	-72.8667
308910	WALES NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.7500	-78.5167
308944	WANAKENA RANGER SCHOOL NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	44.1500	-74.9000
309000	WATERTOWN NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	43.9667	-75.8667
309072	WELLSVILLE NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.1167	-77.9500
309374	WHIPPLEVILLE NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	44.8167	-74.2667
309389	WHITEHALL NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	43.5500	-73.4000
309442	WHITNEY POINT DAM NY US	NEW-YORK	NOAA	15m/H	42.3500	-75.9667
309670	YORKTOWN HEIGHTS 1 W NY US	NEW-YORK	NOAA	15m	41.2667	-73.8000
430277	BALL MOUNTAIN LAKE VT US	VERMONT	NOAA	15m/H	43.1167	-72.8000
431565	CORINTH VT US	VERMONT	NOAA	15m/H	44.0167	-72.2833
434749	LUDLOW NUMBER 2 VT US	VERMONT	NOAA	15m/H	43.3833	-72.6833
435740	NORTHFIELD 3 SSE VT US	VERMONT	NOAA	15m/H	44.1000	-72.6167
435768	NORTH HARTLAND LAKE VT US	VERMONT	NOAA	15m/H	43.6000	-72.3500
171175	CARIBOU MUNICIPAL AIRPORT ME US	MAINE	NOAA	H	46.8667	-68.0167
171472	CLAYTON LAKE ME US	MAINE	NOAA	H	46.6167	-69.5333
172426	EASTPORT ME US	MAINE	NOAA	H	44.9000	-66.9833
172700	EUSTIS ME US	MAINE	NOAA	H	45.2167	-70.4833
173353	GREENVILLE MAINE FORESTRY SERVICE ME US	MAINE	NOAA	H	45.4667	-69.5833
173897	HOULTON ME US	MAINE	NOAA	H	46.1333	-67.8333
176905	PORTLAND INTERNATIONAL JETPORT ME US	MAINE	NOAA	H	43.6500	-70.3167

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
177325	RUMFORD 1 SSE ME US	MAINE	NOAA	H	44.5333	-70.5333
177330	RUMFORD ME US	MAINE	NOAA	H	44.5500	-70.5500
177385	ST AURELIE 4 ENE ME US	MAINE	NOAA	H	46.2000	-70.2833
178641	SWANS FALLS ME US	MAINE	NOAA	H	44.0333	-70.9833
190120	AMHERST MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.4000	-72.5333
190575	BELLINGHAM MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.1000	-71.4833
190666	BIRCH HILL DAM MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.6333	-72.1167
190736	EAST MILTON BLUE HILL OBSERVATORY MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.2167	-71.1167
190770	BOSTON LOGAN INTERNATIONAL AIRPORT MA	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.3667	-71.0333
190840	BRIDGEWATER MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	41.9500	-70.9500
192107	EAST BRIMFIELD LAKE MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.1167	-72.1333
193821	HYANNIS MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	41.6500	-70.2667
193985	KNIGHTVILLE DAM MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.2833	-72.8667
194246	LITTLEVILLE LAKE MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.2667	-72.8833
194667	MENDON MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.1000	-71.5667
195159	NANTUCKET MEMORIAL AIRPORT MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	41.2500	-70.0667
195246	NEW BEDFORD MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	41.6333	-70.9333
196322	PETERSHAM 3 N MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.5333	-72.1833
196414	PITTSFIELD MUNICIPAL AIRPORT MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.4333	-73.2833
196977	ROCKPORT 1 ESE MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.6500	-70.6000
198159	STERLING 2 NNW MA US	MASSACHUSSETTS	NOAA	H	42.4667	-71.8000

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
198843	WASHINGTON 2 MA US	MASSACHUSSETS	NOAA	H	42.3667	-73.1500
199093	WEST BRIMFIELD MA US	MASSACHUSSETS	NOAA	H	42.1667	-72.2667
199923	WORCESTER REGIONAL AIRPORT MA US	MASSACHUSSETS	NOAA	H	42.2667	-71.8667
270998	BRISTOL NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.6000	-71.7167
271683	CONCORD MUNICIPAL AIRPORT NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.2000	-71.5167
271950	DEERING NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.0833	-71.8833
272842	ERROL NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	44.7833	-71.1333
272870	EVERETT LAKE NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.1000	-71.6500
273182	FRANKLIN FALLS DAM NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.4667	-71.6500
274062	HILLSBORO 2 W NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.1167	-71.9333
274218	HOPKINTON LAKE NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.1833	-71.7500
274234	HUDSON 1 SSE NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	42.7833	-71.4333
274568	LANDAFF NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	44.1833	-71.9000
274732	LINCOLN NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	44.0500	-71.6667
275013	MACDOWELL DAM NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	42.9000	-71.9833
275639	MOUNT WASHINGTON NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	44.2667	-71.3000
276234	NORTH STRATFORD NH US	VERMONT	NOAA	H	44.7500	-71.6333
276818	PINKHAM NOTCH NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	44.2667	-71.2500
278539	SURRY MOUNTAIN LAKE NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	43.0000	-72.3167
279726	WINCHESTER NH US	NEW-HAMPSHIRE	NOAA	H	42.7667	-72.3833
300042	ALBANY AIRPORT NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.7500	-73.8000

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
300331	AURORA RESEARCH FARM NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.7333	-76.6500
300687	BINGHAMTON GREATER AP NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.2167	-75.9833
300766	BOLIVAR NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.0667	-78.1667
300785	BOONVILLE 4 SSW NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.4500	-75.2833
301012	BUFFALO NIAGARA INTERNATIONAL AIRPORT NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.9333	-78.7333
301185	CANTON 4 SE NY US	NEW-YORK	NOAA	H	44.5833	-75.1667
301521	CLARYVILLE NY US	NEW-YORK	NOAA	H	41.9167	-74.5667
301979	DANSVILLE MUNICIPAL AIRPORT NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.5833	-77.7167
303970	HOPE NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.2833	-74.2000
304025	HUDSON CORRECTIONAL NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.2500	-73.7833
304174	ITHACA CORNELL UNIVERSITY NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.4500	-76.4667
304207	JAMESTOWN 4 ENE NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.1167	-79.1667
305129	MASSENA SNELL LOCK NY US	NEW-YORK	NOAA	H	44.9333	-74.8833
305377	MINEOLA NY US	NEW-YORK	NOAA	H	40.7333	-73.6333
305801	NEW YORK CENTRAL PARK OBS BELVEDERE TOWER NY	NEW-YORK	NOAA	H	40.7833	-73.9667
305803	NEW YORK J F KENNEDY INTERNATIONAL AIRPORT NY US	NEW-YORK	NOAA	H	40.6500	-73.7833
305811	NEW YORK LAGUARDIA AIRPORT NY US	NEW-YORK	NOAA	H	40.7667	-73.8667
306184	OLD FORGE NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.7167	-74.9667
306623	PISECO NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.4500	-74.5333
306685	PLYMOUTH NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.6167	-75.6000
306825	POUGHKEEPSIE 1 N NY US	NEW-YORK	NOAA	H	41.7167	-73.9333
306839	PRATTSVILLE NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.3167	-74.4333

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
307167	ROCHESTER GREATER ROCHESTER INTERNATIONAL AIRPORT NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.1167	-77.6667
307549	SCHUYLERVILLE NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.1000	-73.5833
307830	SMITHVILLE FLATS NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.4000	-75.8167
308248	STILLWATER RESERVOIR NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.8833	-75.0333
308383	SYRACUSE HANCOCK INTERNATIONAL AIRPORT NY US	NEW-YORK	NOAA	H	43.0667	-76.2667
308498	THURSTON NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.2000	-77.3333
308839	VICTOR 2 NW NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.9833	-77.4000
309229	WEST JASPER NY US	NEW-YORK	NOAA	H	42.1500	-77.5667
430568	BENNINGTON 3 N VT US	VERMONT	NOAA	H	42.9167	-73.1833
431081	BURLINGTON INTERNATIONAL AIRPORT VT US	VERMONT	NOAA	H	44.4667	-73.1500
433400	GRAFTON 1 NW VT US	VERMONT	NOAA	H	43.1833	-72.6167
433914	HIGHGATE FALLS VT US	VERMONT	NOAA	H	44.9333	-73.0500
434887	MANCHESTER DEPOT VT US	VERMONT	NOAA	H	43.1833	-73.0500
435366	MORRISVILLE VT US	VERMONT	NOAA	H	44.5667	-72.6000
435492	NEWFANE VT US	VERMONT	NOAA	H	42.9833	-72.6500
435542	NEWPORT VT US	VERMONT	NOAA	H	44.9333	-72.2000
435632	NORTH DANVILLE VT US	VERMONT	NOAA	H	44.4667	-72.1167
435733	NORTHFIELD VT US	VERMONT	NOAA	H	44.1333	-72.6667
435982	NORTH SPRINGFIELD LAKE VT US	VERMONT	NOAA	H	43.3333	-72.5000
437054	SAINT JOHNSBURY VT US	VERMONT	NOAA	H	44.4167	-72.0167
437152	SEARSBURG STATION VT US	VERMONT	NOAA	H	42.8667	-72.9167
438057	PITTSFIELD VT US	VERMONT	NOAA	H	43.8000	-72.7833
438428	TOWNSHEND LAKE VT US	VERMONT	NOAA	H	43.0500	-72.7000
438512	TYSON VT US	VERMONT	NOAA	H	43.4667	-72.7000

Numéro	Nom	État ou province	Source	Type de données	Latitude	Longitude
438556	UNION VILLAGE DAM VT US	VERMONT	NOAA	H	43.8000	-72.2667

Annexe B

Liste des séries rejetées suivant la procédure de Wijngaard *et al.* (2003) et non-stationnaires selon le test de Mann-Kendall

Le tableau suivant dresse la liste des stations/séries rejetées suivant la procédure de Wijngaard (Wijngaard *et al.*, 2003) et le test de Mann-Kendall (seuil de 95 %). Seules les séries classées 'utiles' selon la procédure de Wijngaard sont retenues (voir Section 2.3). La lettre 'H' signifie que la série a été classée 'douteuse' ou 'suspecte' selon la procédure de Wijngaard (aucune indication signifie que la série est classée 'utile'). La lettre 'S' signifie que la série est non stationnaire selon le test de Mann-Kendall (aucune indication signifie que la série est classée stationnaire).

Numéro	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
7011309		H					
7040813	H						
7015730						S	
7027320	S						
7027517							H
7027656	S	S					
7040446							HS
7054095					HS		
7056814	S	S					
7096621			H				
7063647						H	
6137287				S			
6139525	S						
6150689		S					
6150830		H					
8401700				H	H	H	HS
6137362							HS
172878							H
173250						H	
177255				H			
177827							S
302454			H				

Numéro	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
304555				S			
305682		H	H				
307398				S			
308507						S	
309374							HS
309389				S	HS	HS	HS
309442				S			
431565						S	
199093						S	S
199923						H	H
274218							S
275639					S	S	S
300042					H	H	H
300785				S			
301979				HS			S
306184						S	HS
308248						HS	HS
433914							H
437054						H	
438556						HS	HS

Annexe C

Liste des stations retenues et nombres d'années valides pour chaque durée

Le tableau suivant présente les stations retenues pour l'établissement des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) avec le nombre d'années valides pour chaque durée. Le symbole '-' signifie qu'aucune série valide n'est disponible pour cette durée. Les abréviations suivantes sont utilisées pour identifier les provinces et états américains où sont situées ces stations : 'QC' pour Québec ; 'NU' pour Nunavut ; 'ON' pour Ontario ; 'NB' pour Nouveau-Brunswick ; 'NE' pour Nouvelle-Écosse ; 'TN' pour Terre-Neuve et Labrador ; 'IPE' pour l'île du Prince Édouard ; 'ME' pour Maine ; 'MA' pour Massachusetts ; 'NH' pour New Hampshire ; 'NY' pour New York ; 'VT' pour Vermont.

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
7011309	QC	1971	1998	24	-	24	24	24	24	24
7011982	QC	1972	2009	22	22	22	22	22	22	22
7012232	QC	1971	1990	-	-	-	17	17	17	17
7012240	QC	1970	1993	18	18	18	19	19	19	19
7040813	QC	1982	2007	-	17	17	17	17	17	17
7013362	QC	1967	2009	27	27	27	28	28	28	28
7014160	QC	1963	1994	29	29	29	30	30	30	30
7015730	QC	1966	2009	25	25	25	26	26	-	26
7016294	QC	1961	1995	29	29	29	29	29	29	29
7016800	QC	1966	2009	31	31	31	34	34	34	34
7016900	QC	1965	1989	21	21	21	21	21	21	21
7016902	QC	1976	2009	25	25	25	25	25	25	25
7016932	QC	1968	1990	21	21	21	22	22	22	22
7017100	QC	1967	2009	21	21	21	22	22	22	22
7017BFN	QC	1972	1997	-	-	-	20	20	20	20
7018000	QC	1968	2009	26	26	26	27	27	27	27
701HE63	QC	1974	2009	22	22	22	23	23	23	23
7020305	QC	1969	2009	18	18	18	18	18	18	-
7020840	QC	1970	2009	32	32	32	32	32	32	-
7022160	QC	1967	2009	18	18	18	20	20	20	20
7022494	QC	1972	2009	32	32	32	32	32	32	32
7022720	QC	1966	2009	28	28	28	28	28	28	-

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
7022800	QC	1968	2009	33	33	33	33	33	33	33
7023677	QC	1968	2009	20	20	20	21	21	21	21
7024280	QC	1960	1995	28	28	28	28	28	28	28
7024320	QC	1966	2009	29	29	29	29	29	29	29
7025250	QC	1943	1994	50	50	50	51	51	51	51
7025280	QC	1960	1993	26	26	26	27	27	27	27
7025440	QC	1982	2009	19	19	19	19	19	19	19
7025745	QC	1963	2009	37	37	37	38	38	38	38
7026839	QC	1969	1992	20	20	20	20	20	20	20
7027040	QC	1967	1990	-	-	-	19	19	19	19
7027120	QC	1966	1984	15	15	15	15	15	15	15
7027200	QC	1965	2009	31	31	31	32	32	32	32
7027248	QC	1976	2009	26	26	26	26	26	26	26
7027283	QC	1965	2009	31	31	31	33	33	33	33
7027302	QC	1972	2009	28	28	28	28	28	28	28
7027320	QC	1964	1999	-	24	24	25	25	25	25
7027517	QC	1979	2009	15	15	15	15	15	15	-
7027656	QC	1972	2009	-	-	29	29	29	29	29
7027725	QC	1972	2009	30	30	30	30	30	30	30
7027750	QC	1966	2009	28	28	28	28	28	28	28
7027785	QC	1972	1994	18	18	18	19	19	19	19
7027802	QC	1965	2009	33	33	33	33	33	33	34
7028124	QC	1962	1995	31	31	31	32	32	32	32
7028441	QC	1967	2009	38	38	38	38	38	38	38
7028676	QC	1965	2009	30	30	30	30	30	30	31
7028680	QC	1986	2009	21	21	21	21	21	21	21
7028906	QC	1965	1992	21	21	21	22	22	23	23
7028946	QC	1972	1997	18	18	18	18	18	18	18
7031375	QC	1970	2009	19	19	19	19	19	19	19
7034480	QC	1964	1993	23	23	23	23	23	24	24
7035290	QC	1976	2007	19	19	19	19	19	19	19
7035520	QC	1969	2009	20	20	20	21	21	21	21
7036762	QC	1965	1992	23	23	23	24	24	24	24
7037400	QC	1969	2009	25	25	25	25	25	25	25
7038040	QC	1970	2009	27	27	27	28	28	28	28
7040440	QC	1968	2004	27	27	27	27	27	27	27
7040446	QC	1979	2009	25	25	25	25	25	25	-
7042378	QC	1968	1996	21	21	21	21	21	21	21
7042388	QC	1967	2009	31	31	31	31	31	31	31
7045400	QC	1969	2004	26	26	26	26	26	26	26
7047910	QC	1966	1995	19	19	19	19	19	19	19
7051160	QC	1967	1994	24	24	24	25	25	25	25
7051175	QC	1969	2009	28	28	28	28	28	28	28
7052605	QC	1977	2006	15	15	15	16	16	16	16

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
7053649	QC	1972	2009	28	28	28	28	28	28	28
7054095	QC	1962	1996	29	29	29	29	-	29	29
7055120	QC	1968	2005	23	23	23	24	23	24	24
7055705	QC	1970	2009	30	30	30	30	30	30	30
7056480	QC	1964	2009	21	21	21	23	23	23	23
7056814	QC	1980	2009	-	-	23	24	24	24	24
7056922	QC	1966	2009	31	31	31	35	35	35	35
7056970	QC	1969	1994	15	15	15	15	15	15	15
7057287	QC	1965	2009	27	27	27	27	27	27	27
7057395	QC	1970	2009	24	24	24	24	24	24	24
7057518	QC	1965	1990	18	18	18	19	19	19	19
7060400	QC	1960	2008	30	30	30	32	32	32	32
7063690	QC	1971	2009	28	28	28	28	28	28	28
7065640	QC	1961	1992	25	25	25	28	28	28	28
7066685	QC	1970	2007	18	18	18	19	19	20	20
7074240	QC	1967	2009	23	23	23	24	24	24	24
7077570	QC	1969	2009	25	25	25	25	25	25	25
7080452	QC	1966	1995	24	24	24	24	24	24	24
7080468	QC	1968	1995	22	22	22	22	22	22	22
7090120	QC	1968	2009	22	22	22	22	22	22	-
7093715	QC	1977	2007	19	19	19	19	19	19	19
7095480	QC	1968	1985	16	16	16	16	16	16	16
7096621	QC	1984	2009	15	15	-	15	15	15	15
7098600	QC	1961	1995	32	32	32	32	32	32	32
7103282	QC	1969	1993	20	20	20	20	20	20	20
7103536	QC	1969	2007	23	23	23	23	23	23	23
7113534	QC	1970	2008	24	24	24	24	24	24	24
7117825	QC	1965	1993	23	23	23	23	23	23	23
7067060	QC	1967	1993	-	-	-	-	-	15	15
7110830	QC	1967	2007	-	-	-	-	-	24	24
7080449	QC	1966	2000	-	-	-	-	-	18	18
7102919	QC	1960	1995	-	-	-	-	-	31	31
7010453	QC	1995	2010	-	-	-	-	-	15	15
7011307	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	19	19
7012307	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	19	19
7020M48	QC	1986	2010	-	-	-	-	-	16	16
7022010	QC	1991	2010	-	-	-	-	-	18	18
7023130	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	17	17
7027736	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	18	18
7028284	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	15	15
7028502	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	19	19
7029230	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	20	20
7032362	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	16	16
7034085	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	16	16

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
7035334	QC	1991	2010	-	-	-	-	-	15	15
7041097	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	17	17
7042557	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	19	19
7046710	QC	1992	2010	-	-	-	-	-	16	16
7050388	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	17	17
7051942	QC	1991	2010	-	-	-	-	-	17	17
7051970	QC	1995	2010	-	-	-	-	-	15	15
7054626	QC	1991	2010	-	-	-	-	-	17	17
7055405	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	16	16
7063647	QC	1980	2010	-	-	-	-	-	-	14
7065900	QC	1990	2010	-	-	-	-	-	16	16
2400600	NU	1968	2002	25	25	25	25	25	25	25
6012198	ON	1960	1997	24	24	24	30	30	30	30
6034075	ON	1965	2007	38	38	38	38	38	38	38
6036904	ON	1969	2001	26	26	26	26	26	26	26
6037775	ON	1963	2007	37	37	37	37	37	37	37
6048261	ON	1960	1994	35	35	35	35	35	35	35
6057592	ON	1961	2007	40	40	40	42	42	42	42
6068150	ON	1971	2007	30	30	30	32	32	32	32
6073960	ON	1967	1999	27	27	27	28	28	28	28
6075425	ON	1967	2003	28	28	28	28	28	28	28
6085700	ON	1964	2006	33	33	33	34	34	34	34
6100971	ON	1965	2007	34	34	34	35	35	35	35
6101901	ON	1960	1993	23	23	23	28	28	28	28
6104175	ON	1960	2007	41	41	41	41	41	41	41
6105976	ON	1960	2001	34	34	34	34	34	34	-
6106000	ON	1967	2007	32	32	32	33	33	33	33
6106400	ON	1962	1995	24	24	24	26	26	26	26
6110557	ON	1968	2007	25	25	25	25	25	25	25
6116132	ON	1964	2007	27	27	27	29	29	29	29
6119500	ON	1972	2007	26	26	26	26	26	26	-
6127514	ON	1970	2007	31	31	31	32	32	32	32
6131982	ON	1962	1995	30	30	30	33	33	33	33
6136606	ON	1964	2007	29	29	29	29	29	29	29
6137287	ON	1971	2005	22	22	22	-	27	27	27
6139525	ON	1960	2007	-	43	43	43	43	43	43
6140954	ON	1961	2001	32	32	32	33	33	33	33
6142400	ON	1960	2007	39	39	39	42	42	42	42
6144475	ON	1960	2002	38	38	38	39	39	39	39
6148105	ON	1965	2007	31	31	31	31	31	31	31
6149387	ON	1970	2007	24	24	24	25	25	25	25
6150689	ON	1975	2007	31	-	31	31	31	31	31
6150830	ON	1966	2001	28	-	28	30	30	30	30
6151042	ON	1969	2001	28	28	28	28	28	28	28

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
6153020	ON	1960	1993	15	15	15	18	18	18	18
6153194	ON	1970	2006	31	31	31	31	31	31	31
6153300	ON	1962	1996	27	27	27	29	29	29	29
6155878	ON	1969	2007	24	24	24	25	25	25	25
6156533	ON	1965	1995	24	24	24	24	24	24	24
6158350	ON	1937	2002	56	56	56	58	58	58	58
6158520	ON	1966	1995	22	22	22	22	22	22	22
6158733	ON	1960	2007	44	44	44	45	45	45	45
6158875	ON	1964	2009	30	30	30	30	30	30	30
6166418	ON	1971	2006	27	27	27	27	27	27	27
8100880	NB	1966	2002	32	32	32	32	32	32	32
8101600	NB	1960	2000	33	33	33	34	34	34	34
8103200	NB	1960	2009	41	41	41	43	43	43	43
8104900	NB	1960	2002	34	34	34	37	37	37	37
8202000	NE	1964	2009	40	40	40	40	40	40	40
8202800	NE	1960	1996	32	32	33	33	33	33	33
8204700	NE	1961	2009	44	44	44	45	45	45	45
8205090	NE	1955	2007	44	44	44	48	48	48	48
8205700	NE	1960	2006	34	34	34	43	43	43	43
8206500	NE	1971	2009	34	34	34	34	34	34	34
8401259	TN	1967	1996	25	25	25	26	26	26	26
8401501	TN	1965	2002	35	35	35	35	35	35	35
8401700	TN	1960	2008	41	41	41	-	-	-	-
8403506	TN	1961	1997	31	31	31	33	33	33	33
8403800	TN	1967	2009	36	36	36	38	38	38	38
8501900	TN	1961	2009	43	43	43	44	44	44	44
2300500	NU	1987	2007	-	-	-	-	-	16	16
6010738	ON	1966	1992	-	-	-	-	-	26	26
6016525	ON	1974	2003	-	-	-	-	-	16	16
6016975	ON	1978	2003	-	-	-	-	-	19	19
6020379	ON	1966	1988	-	-	-	-	-	22	22
6041221	ON	1965	1988	-	-	-	-	-	22	22
6042716	ON	1981	2003	-	-	-	-	-	18	18
6047810	ON	1966	1989	-	-	-	-	-	15	15
6055210	ON	1970	1996	-	-	-	-	-	17	17
6093004	ON	1967	1985	-	-	-	-	-	15	15
6104025	ON	1969	1996	-	-	-	-	-	19	19
6104146	ON	1982	2003	-	-	-	-	-	15	15
6112072	ON	1977	2001	-	-	-	-	-	16	16
6113490	ON	1977	2001	-	-	-	-	-	16	16
6115820	ON	1965	1992	-	-	-	-	-	22	22
6131415	ON	1983	2003	-	-	-	-	-	16	16
6131416	ON	1965	1983	-	-	-	-	-	16	16
6134610	ON	1967	1985	-	-	-	-	-	16	16

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
6135638	ON	1965	1990	-	-	-	-	-	24	24
6137147	ON	1960	1985	-	-	-	-	-	24	24
6137361	ON	1960	1980	-	-	-	-	-	18	18
6137362	ON	1980	2003	-	-	-	-	-	20	-
6137730	ON	1962	1986	-	-	-	-	-	21	21
6139145	ON	1963	1989	-	-	-	-	-	20	20
613FN58	ON	1974	1994	-	-	-	-	-	16	16
6141095	ON	1971	1992	-	-	-	-	-	15	15
6145503	ON	1962	1986	-	-	-	-	-	25	25
6146714	ON	1970	1996	-	-	-	-	-	20	20
6149625	ON	1961	2003	-	-	-	-	-	16	16
6151137	ON	1973	1999	-	-	-	-	-	19	19
6154820	ON	1966	1986	-	-	-	-	-	17	17
6158443	ON	1964	1982	-	-	-	-	-	15	15
6158525	ON	1963	1980	-	-	-	-	-	15	15
6158665	ON	1971	1994	-	-	-	-	-	22	22
6158764	ON	1966	1990	-	-	-	-	-	18	18
6160298	ON	1970	1989	-	-	-	-	-	17	17
6161683	ON	1970	1989	-	-	-	-	-	15	15
6164432	ON	1964	1989	-	-	-	-	-	21	21
6165840	ON	1970	1989	-	-	-	-	-	17	17
6166450	ON	1964	1992	-	-	-	-	-	25	25
6168847	ON	1970	1989	-	-	-	-	-	15	15
8100514	NB	1971	1990	-	-	-	-	-	18	18
8101000	NB	1964	1991	-	-	-	-	-	25	25
8104480	NB	1965	1992	-	-	-	-	-	22	22
8104928	NB	1985	2009	-	-	-	-	-	23	23
8205126	NE	1973	1988	-	-	-	-	-	15	15
8205990	NE	1960	2002	-	-	-	-	-	23	23
8300400	IPE	1960	1990	-	-	-	-	-	23	23
8300700	IPE	1963	1991	-	-	-	-	-	26	26
8400798	TN	1967	1995	-	-	-	-	-	26	26
8401400	TN	1969	1996	-	-	-	-	-	22	22
8402975	TN	1974	1997	-	-	-	-	-	21	21
8403401	TN	1970	1996	-	-	-	-	-	23	23
8403615	TN	1968	1996	-	-	-	-	-	25	25
8501132	TN	1969	1992	-	-	-	-	-	20	20
8504175	TN	1973	2003	-	-	-	-	-	18	18
170100	ME	1982	2011	-	16	16	22	22	22	22
170200	ME	1975	2011	-	19	19	27	27	27	27
170273	ME	1952	2011	-	22	22	40	40	40	40
172878	ME	1953	2011	-	21	21	40	40	40	-
173250	ME	1975	2011	-	17	17	24	24	-	24
173261	ME	1950	2011	-	19	19	43	43	43	43

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
173944	ME	1985	2011	-	20	20	23	23	23	23
174086	ME	1975	2011	-	17	17	20	20	20	20
175304	ME	1953	2010	-	20	20	45	45	45	45
175347	ME	1975	2011	-	23	23	31	31	31	31
176435	ME	1954	2011	-	18	18	46	46	46	46
177255	ME	1950	2011	-	17	17	-	46	46	46
177827	ME	1950	2011	-	21	21	49	49	49	-
190408	MA	1958	2008	-	19	19	35	35	35	35
190998	MA	1958	2008	-	19	19	37	37	37	37
270741	NH	1948	1992	-	16	16	42	42	42	42
272174	NH	1948	2011	-	18	18	44	44	44	44
273850	NH	1948	2011	-	21	21	48	48	48	48
275780	NH	1948	2011	-	19	19	52	52	52	52
275868	NH	1969	2011	-	19	19	30	30	30	30
276550	NH	1958	2007	-	22	22	35	35	35	35
276856	NH	1948	2011	-	20	20	51	51	51	51
278885	NH	1948	2011	-	16	16	45	45	45	45
300270	NY	1955	2011	-	19	19	46	46	46	46
301708	NY	1950	2011	-	24	24	50	50	50	50
302454	NY	1950	2011	-	16	-	51	51	51	51
302953	NY	1949	2011	-	17	17	46	46	46	46
303851	NY	1984	2011	-	21	21	21	21	21	21
303979	NY	1975	2006	-	18	18	18	18	18	18
303983	NY	1950	2011	-	24	24	52	52	52	52
304070	NY	1948	2011	-	17	17	38	38	38	38
304102	NY	1948	2011	-	16	16	38	38	38	38
304555	NY	1948	2011	-	19	19	-	50	50	50
305597	NY	1950	2011	-	23	23	53	53	53	53
305682	NY	1954	2011	-	-	-	49	49	49	49
306314	NY	1948	2011	-	18	18	53	53	53	53
307134	NY	1948	2011	-	24	24	46	46	46	46
307398	NY	1951	2009	-	24	24	-	48	48	48
308406	NY	1976	2011	-	21	21	21	21	21	21
308507	NY	1961	2011	-	18	18	36	36	-	36
308586	NY	1948	2011	-	20	20	49	49	49	49
308720	NY	1948	2011	-	17	17	42	42	42	42
308910	NY	1948	2011	-	21	21	50	50	50	50
308944	NY	1948	2011	-	16	16	54	54	54	54
309000	NY	1948	2011	-	20	20	52	52	52	52
309072	NY	1955	2011	-	17	17	49	49	49	49
309374	NY	1948	2011	-	22	22	54	54	54	-
309389	NY	1948	2011	-	23	23	-	-	-	-
309442	NY	1948	2011	-	25	25	-	53	53	53
309670	NY	1970	2011	-	20	20	20	20	20	20

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
430277	VT	1962	2011	-	22	22	36	36	36	36
431565	VT	1950	2011	-	25	25	56	56	-	56
434749	VT	1973	2011	-	23	23	31	31	31	31
435740	VT	1974	1994	-	16	16	19	19	19	19
435768	VT	1961	2011	-	26	26	40	40	40	40
171175	ME	1950	2011	-	-	-	62	62	62	62
171472	ME	1950	2011	-	-	-	42	42	42	42
172426	ME	1950	2009	-	-	-	42	42	42	42
172700	ME	1950	1984	-	-	-	18	18	18	18
173353	ME	1950	1975	-	-	-	23	23	23	23
173897	ME	1950	1985	-	-	-	34	34	34	34
176905	ME	1950	2011	-	-	-	62	62	62	62
177325	ME	1965	2009	-	-	-	24	24	24	24
177330	ME	1950	1965	-	-	-	16	16	16	16
177385	ME	1976	2010	-	-	-	19	19	19	19
178641	ME	1950	1992	-	-	-	39	39	39	39
190120	MA	1948	2009	-	-	-	26	26	26	26
190575	MA	1978	2004	-	-	-	16	16	16	16
190666	MA	1948	2010	-	-	-	54	54	54	54
190736	MA	1948	2011	-	-	-	63	63	63	63
190770	MA	1948	2011	-	-	-	64	64	64	64
190840	MA	1956	2007	-	-	-	35	35	35	35
192107	MA	1961	2008	-	-	-	37	37	37	37
193821	MA	1948	2007	-	-	-	41	41	41	41
193985	MA	1948	2004	-	-	-	43	43	43	43
194246	MA	1965	2004	-	-	-	24	24	24	24
194667	MA	1948	1978	-	-	-	22	22	22	22
195159	MA	1948	1969	-	-	-	22	22	22	22
195246	MA	1948	2006	-	-	-	51	51	51	51
196322	MA	1954	1997	-	-	-	34	34	34	34
196414	MA	1948	1970	-	-	-	20	20	20	20
196977	MA	1948	1984	-	-	-	29	29	29	29
198159	MA	1948	1972	-	-	-	22	22	22	22
198843	MA	1951	1973	-	-	-	22	22	22	22
199093	MA	1948	2007	-	-	-	41	41	-	-
199923	MA	1948	2011	-	-	-	55	55	-	-
270998	NH	1948	2011	-	-	-	45	45	45	45
271683	NH	1948	2011	-	-	-	64	64	64	64
271950	NH	1979	2004	-	-	-	17	17	17	17
272842	NH	1948	2011	-	-	-	48	48	48	48
272870	NH	1963	1986	-	-	-	21	21	21	21
273182	NH	1948	2011	-	-	-	52	52	52	52
274062	NH	1948	1979	-	-	-	29	29	29	29
274218	NH	1963	2011	-	-	-	39	39	39	-

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
274234	NH	1950	1973	-	-	-	22	22	22	22
274568	NH	1948	1969	-	-	-	21	21	21	21
274732	NH	1948	2004	-	-	-	45	45	45	45
275013	NH	1950	2006	-	-	-	44	44	44	44
275639	NH	1948	2009	-	-	-	61	-	-	-
276234	VT	1968	2011	-	-	-	26	26	26	26
276818	NH	1948	2011	-	-	-	44	44	44	44
278539	NH	1948	2007	-	-	-	51	51	51	51
279726	NH	1948	1985	-	-	-	35	35	35	35
300042	NY	1948	2011	-	-	-	64	-	-	-
300331	NY	1958	2009	-	-	-	37	37	37	37
300687	NY	1951	2011	-	-	-	60	60	60	60
300766	NY	1948	2001	-	-	-	44	44	44	44
300785	NY	1949	2007	-	-	-	-	44	44	44
301012	NY	1948	2011	-	-	-	64	64	64	64
301185	NY	1948	2011	-	-	-	56	56	56	56
301521	NY	1948	2011	-	-	-	19	19	19	19
301979	NY	1948	2010	-	-	-	-	22	22	-
303970	NY	1948	1999	-	-	-	46	46	46	46
304025	NY	1957	2011	-	-	-	22	22	22	22
304174	NY	1948	2011	-	-	-	49	49	49	49
304207	NY	1960	2011	-	-	-	23	23	23	23
305129	NY	1952	1992	-	-	-	27	27	27	27
305377	NY	1948	2011	-	-	-	44	44	44	44
305801	NY	1948	2011	-	-	-	64	64	64	64
305803	NY	1949	2011	-	-	-	45	45	45	45
305811	NY	1948	2011	-	-	-	63	63	63	63
306184	NY	1948	2011	-	-	-	45	45	-	-
306623	NY	1948	2011	-	-	-	42	42	42	42
306685	NY	1948	1997	-	-	-	35	35	35	35
306825	NY	1953	2011	-	-	-	29	29	29	29
306839	NY	1948	2006	-	-	-	43	43	43	43
307167	NY	1948	2011	-	-	-	64	64	64	64
307549	NY	1948	2011	-	-	-	47	47	47	47
307830	NY	1948	2006	-	-	-	42	42	42	42
308248	NY	1948	2011	-	-	-	48	48	-	-
308383	NY	1948	2011	-	-	-	63	63	63	63
308498	NY	1948	2011	-	-	-	35	35	35	35
308839	NY	1948	2006	-	-	-	17	17	17	17
309229	NY	1948	2011	-	-	-	34	34	34	34
430568	VT	1976	2001	-	-	-	18	18	18	18
431081	VT	1950	2011	-	-	-	62	62	62	62
433400	VT	1950	2011	-	-	-	39	39	39	39
433914	VT	1950	2011	-	-	-	49	49	49	-

Numéro de station	Province ou état	Année début	Année fin	10 min.	15 min.	30 min.	1 h.	2 h.	6 h.	12 h.
434887	VT	1961	1979	-	-	-	16	16	16	16
435366	VT	1950	2011	-	-	-	42	42	42	42
435492	VT	1957	1981	-	-	-	20	20	20	20
435542	VT	1950	2002	-	-	-	45	45	45	45
435632	VT	1958	1985	-	-	-	22	22	22	22
435733	VT	1950	2011	-	-	-	29	29	29	29
435982	VT	1961	2010	-	-	-	39	39	39	39
437054	VT	1950	2011	-	-	-	47	47	-	47
437152	VT	1950	1998	-	-	-	40	40	40	40
438057	VT	1950	1992	-	-	-	25	25	25	25
438428	VT	1961	2007	-	-	-	40	40	40	40
438512	VT	1950	1973	-	-	-	21	21	21	21
438556	VT	1950	1999	-	-	-	48	48	-	-

Annexe D

Cartes des isohyètes des maxima annuels pour le Québec

La présente annexe contient l'ensemble des cartes des isohyètes des maxima annuels pour les durées 10, 15, 30 minutes, 1, 2 6 et 12 heures et les périodes de retour 2, 5, 10, 25, 50 et 100 ans.

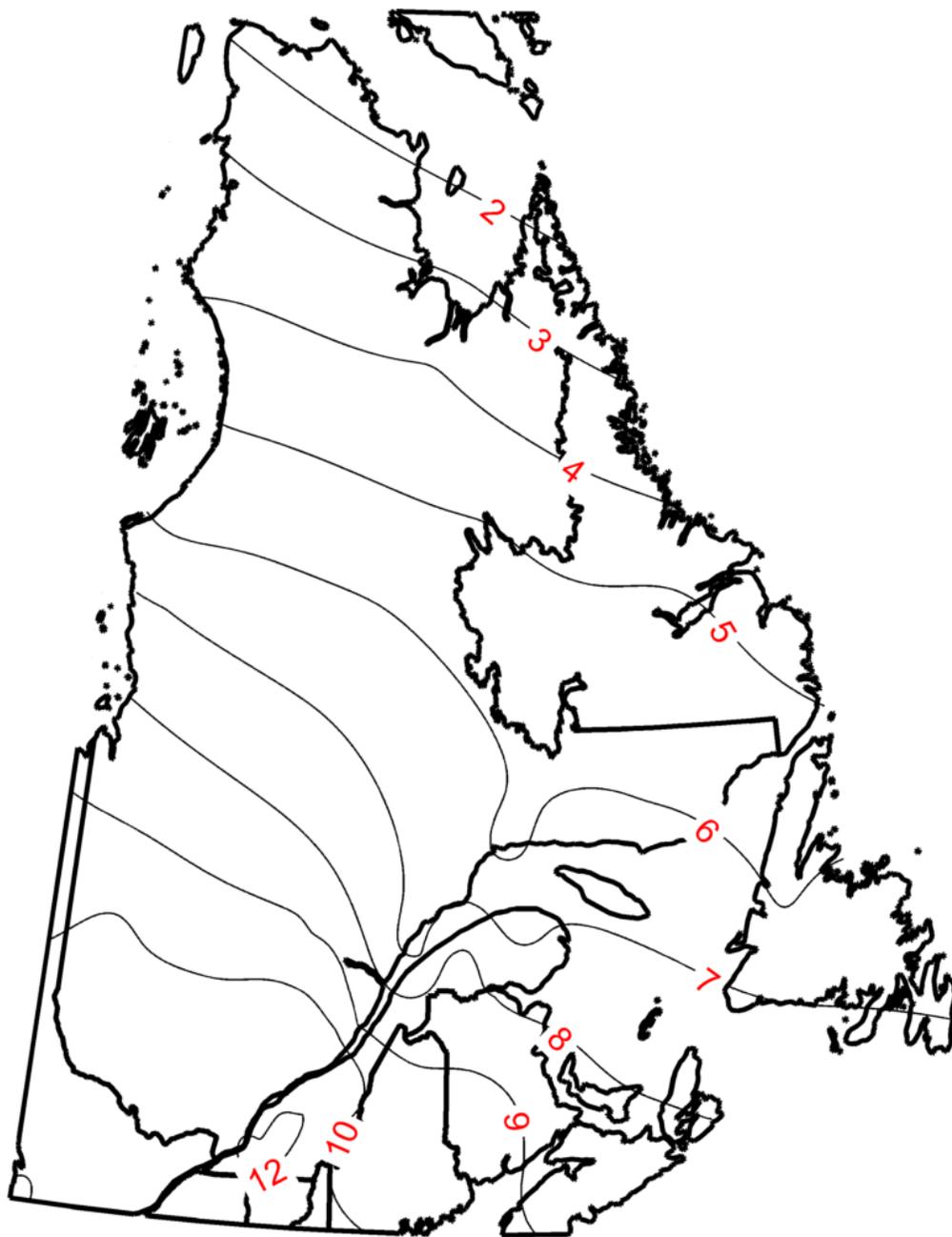


Figure D.1: Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 2 ans (en mm).

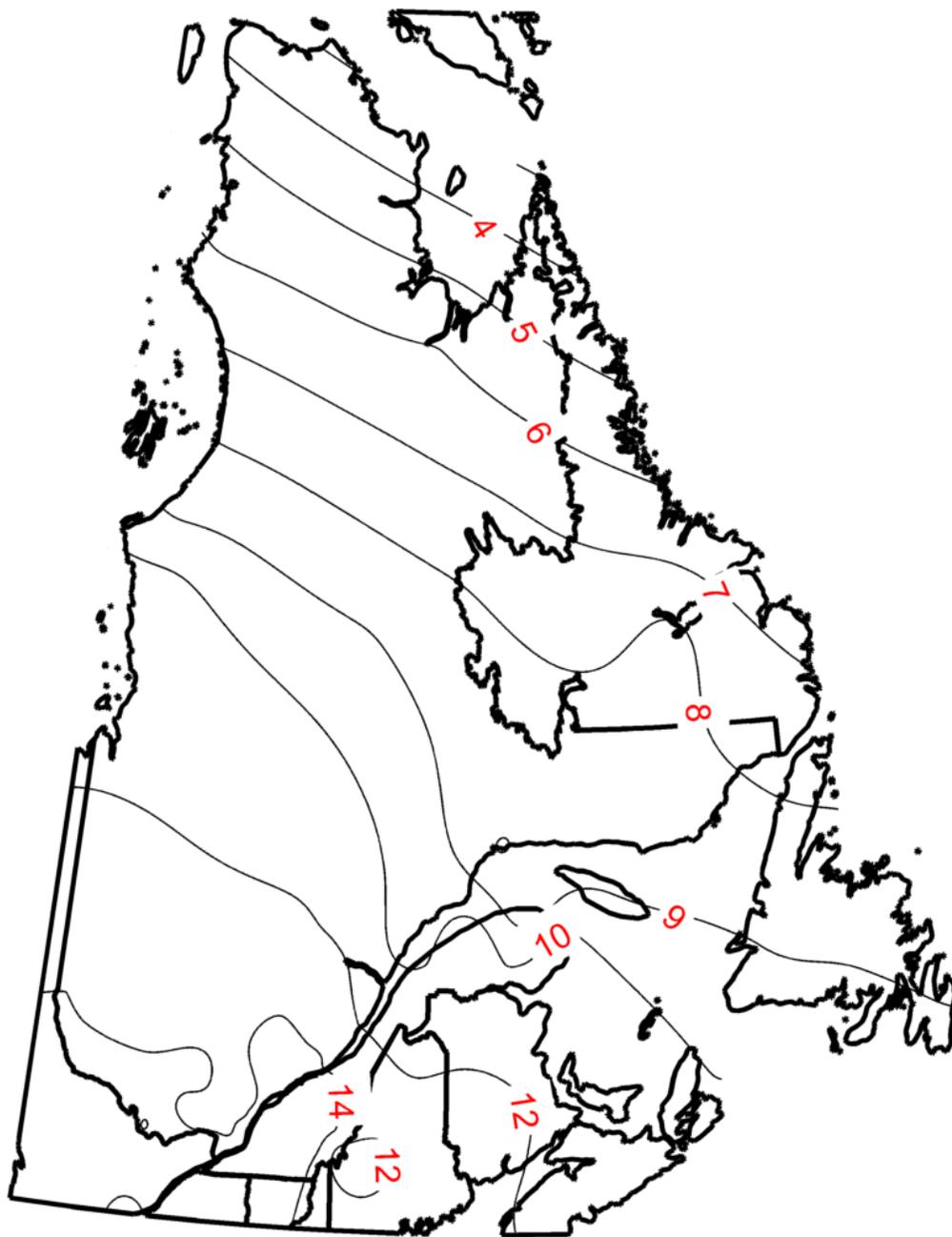


Figure D.2: Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 5 ans (en mm).

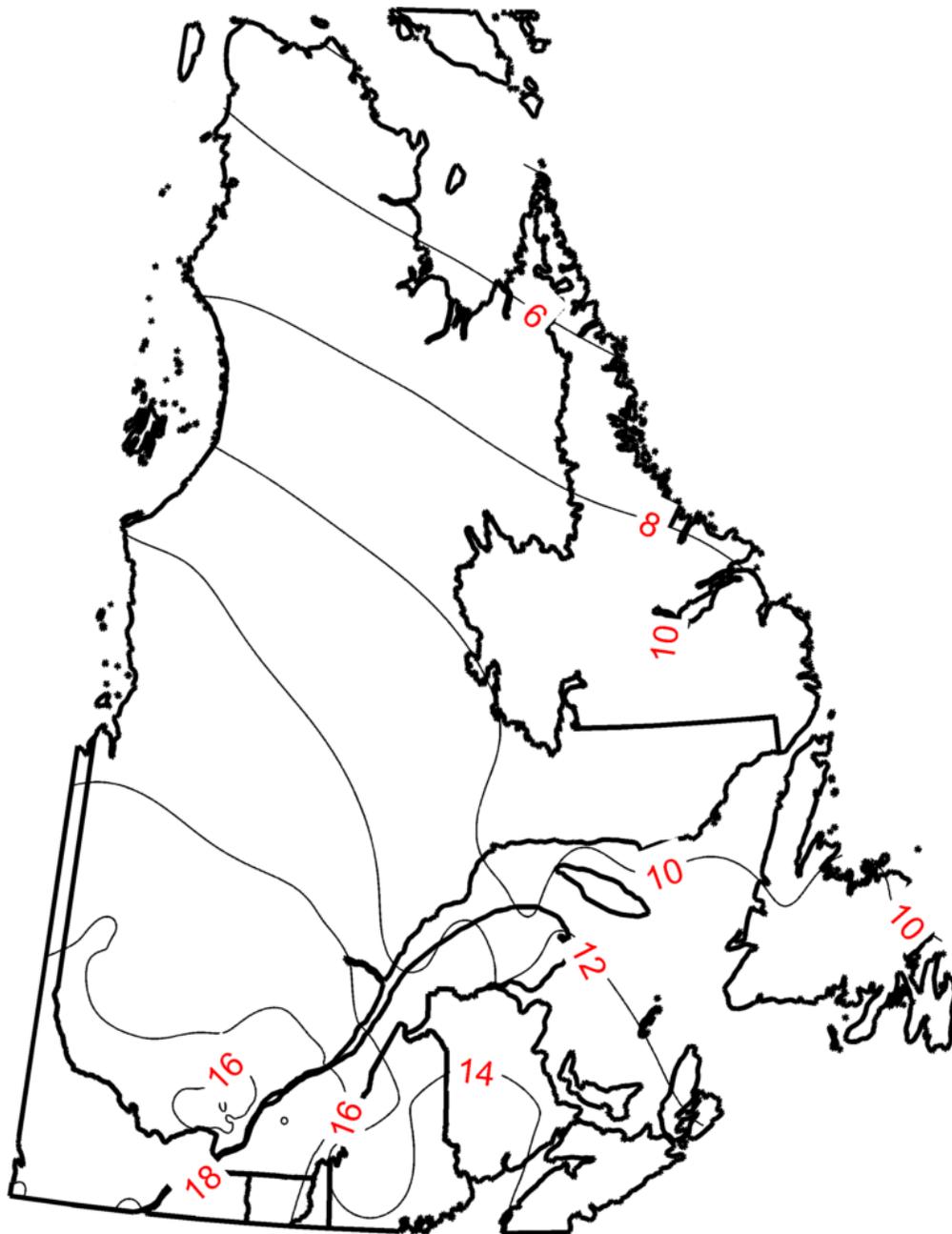


Figure D.3: Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 10 ans (en mm).

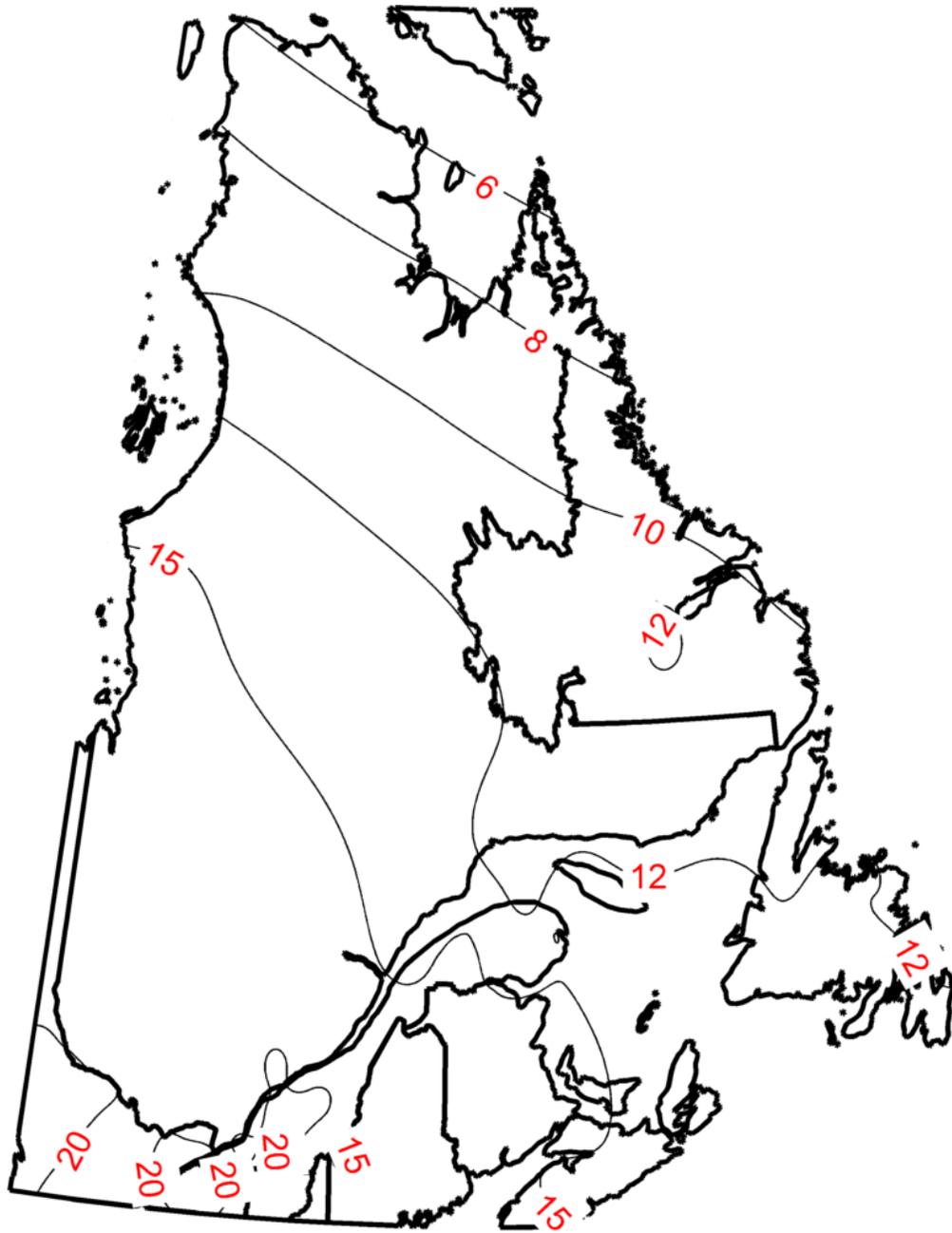


Figure D.4: Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 25 ans (en mm).

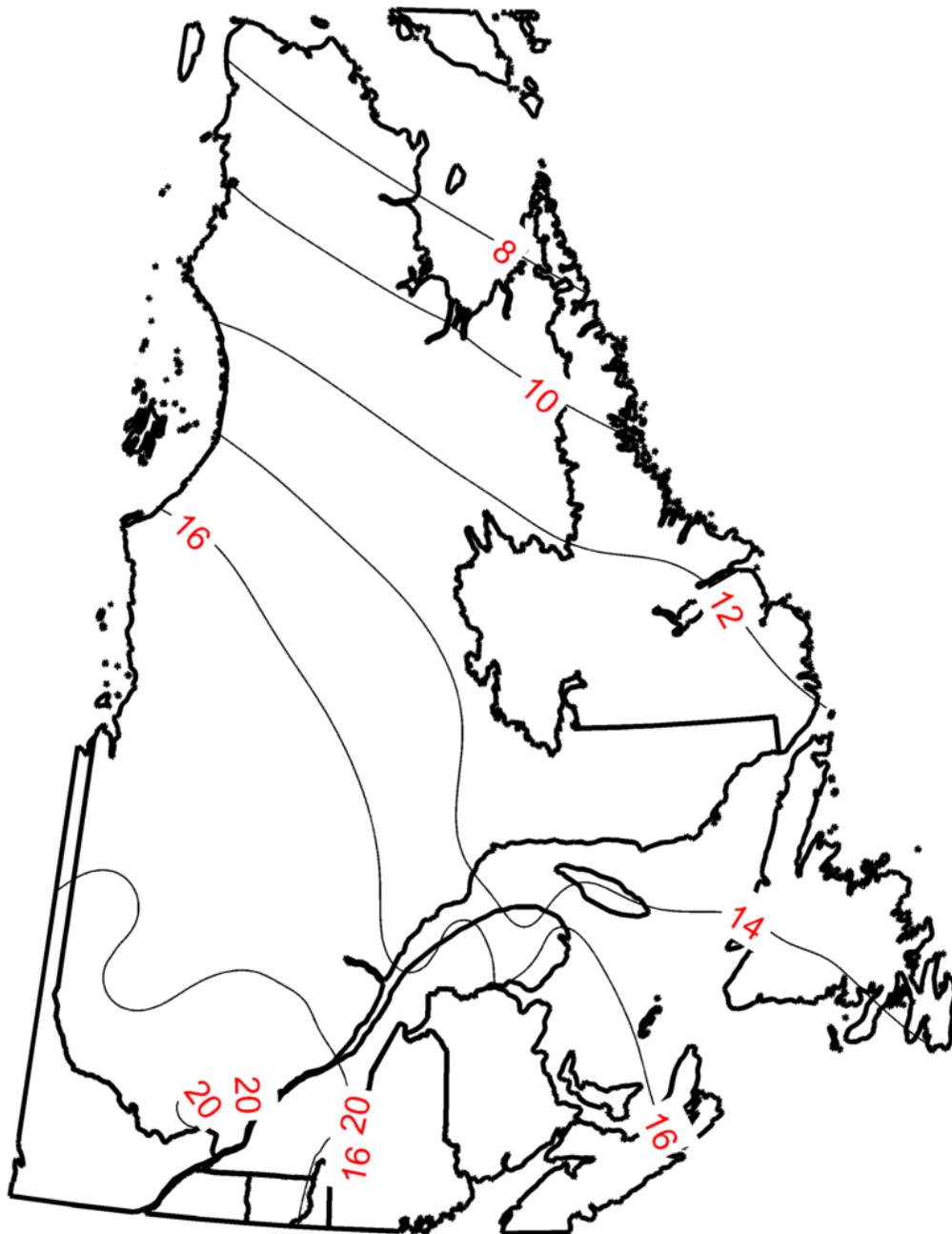


Figure D.5: Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 50 ans (en mm).

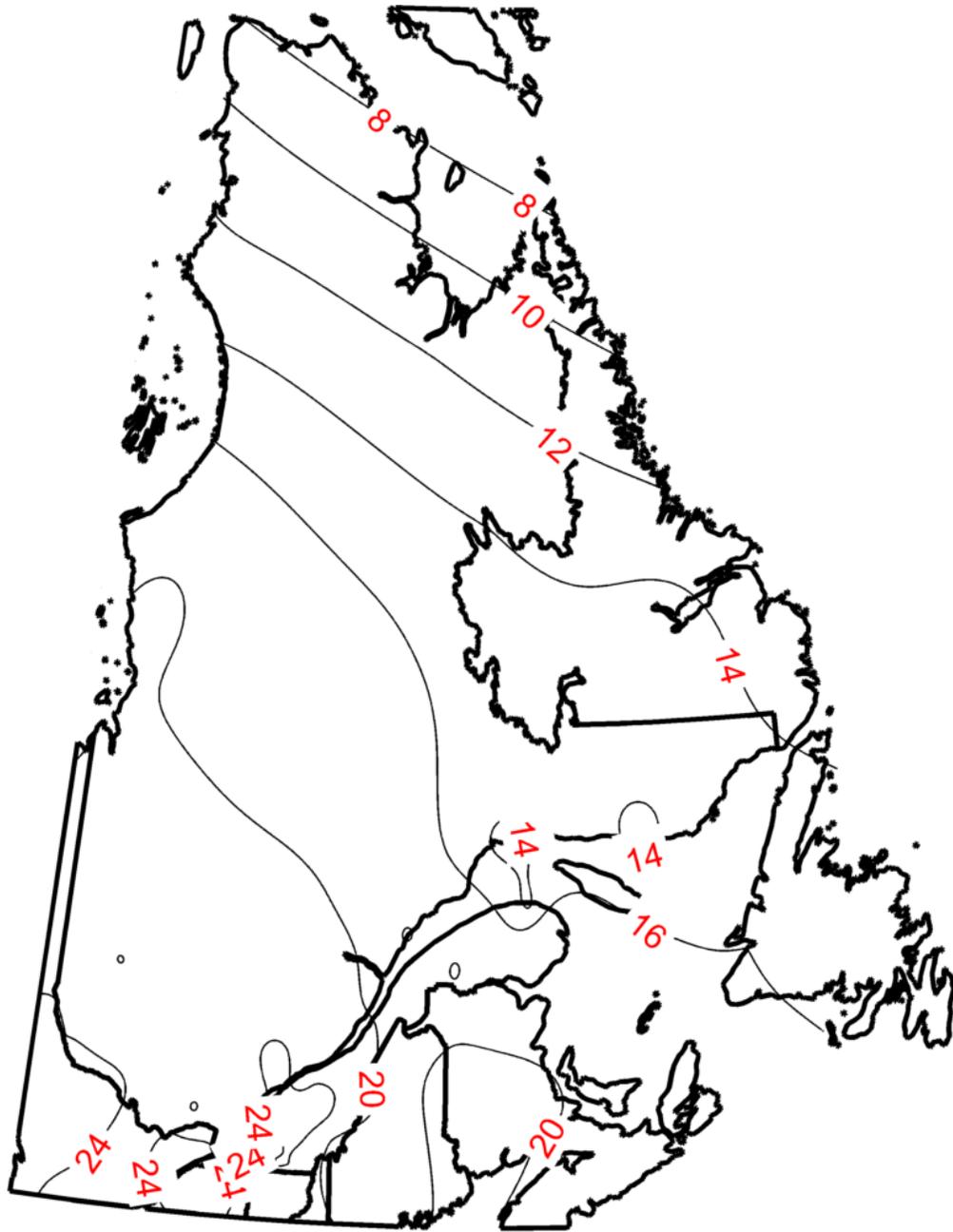


Figure D.6: Isohyètes des maxima annuels de durée 10 minutes et de période de retour 100 ans (en mm).

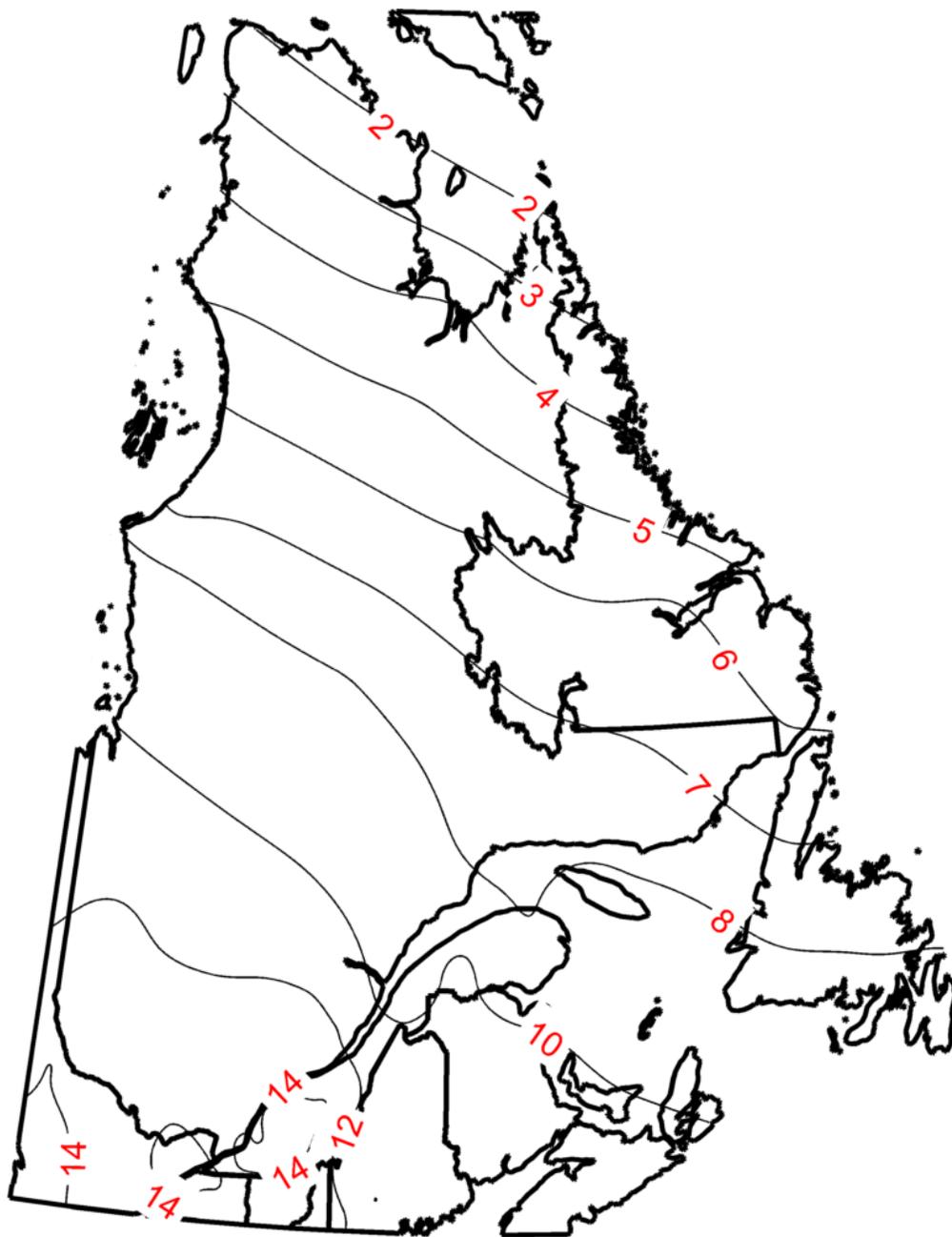


Figure D.7: Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 2 ans (en mm).

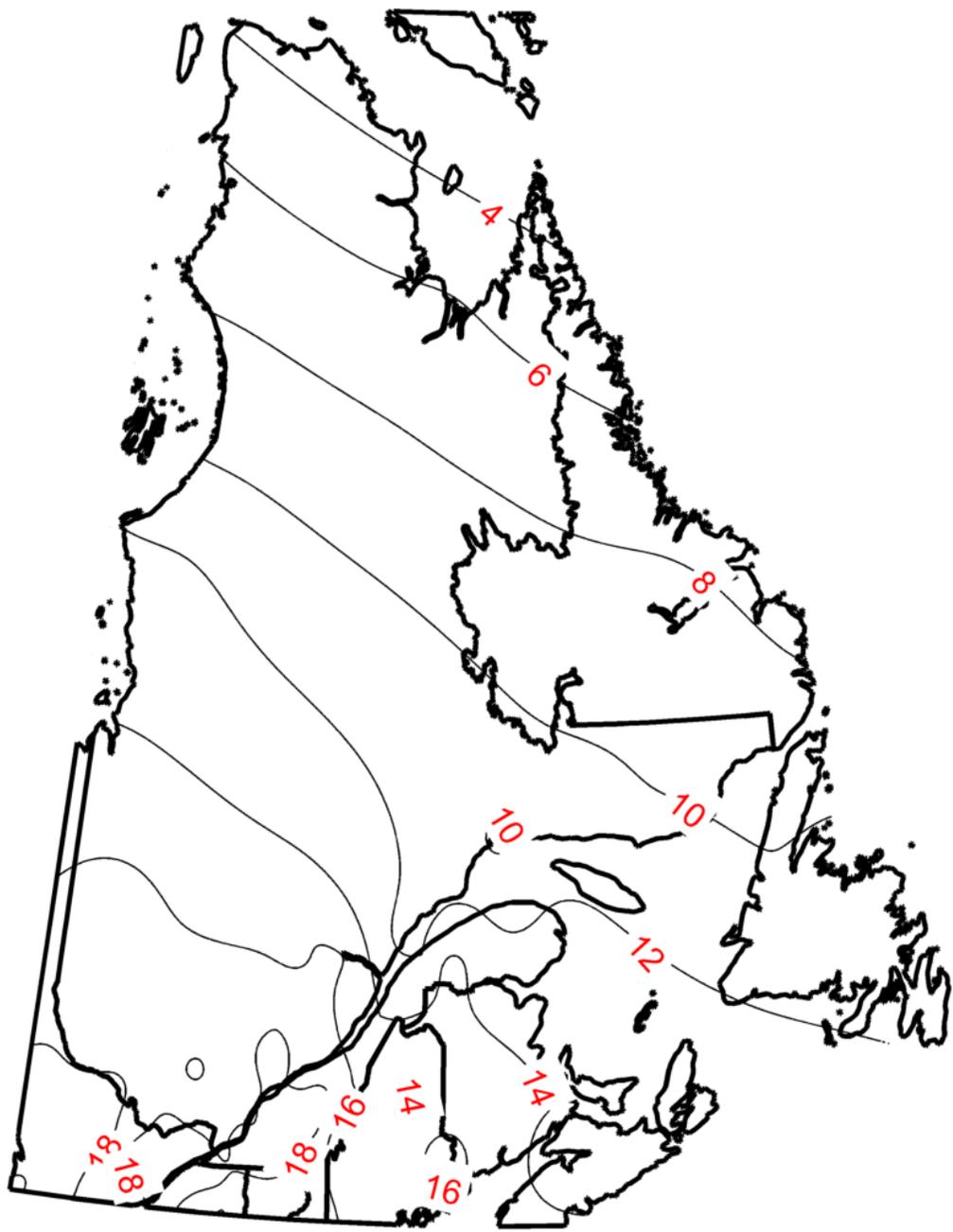


Figure D.8: Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 5 ans (en mm).

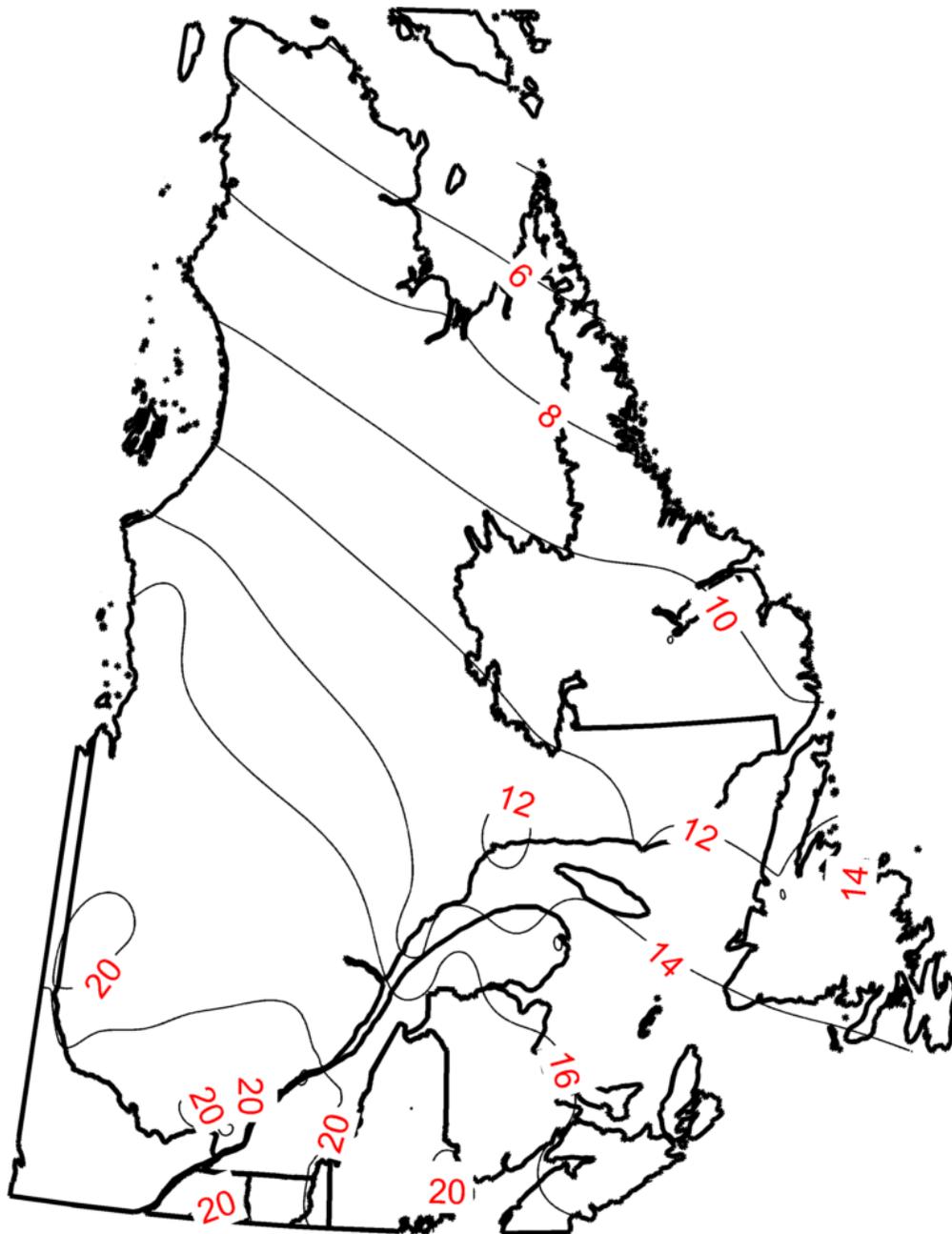


Figure D.9: Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 10 ans (en mm).

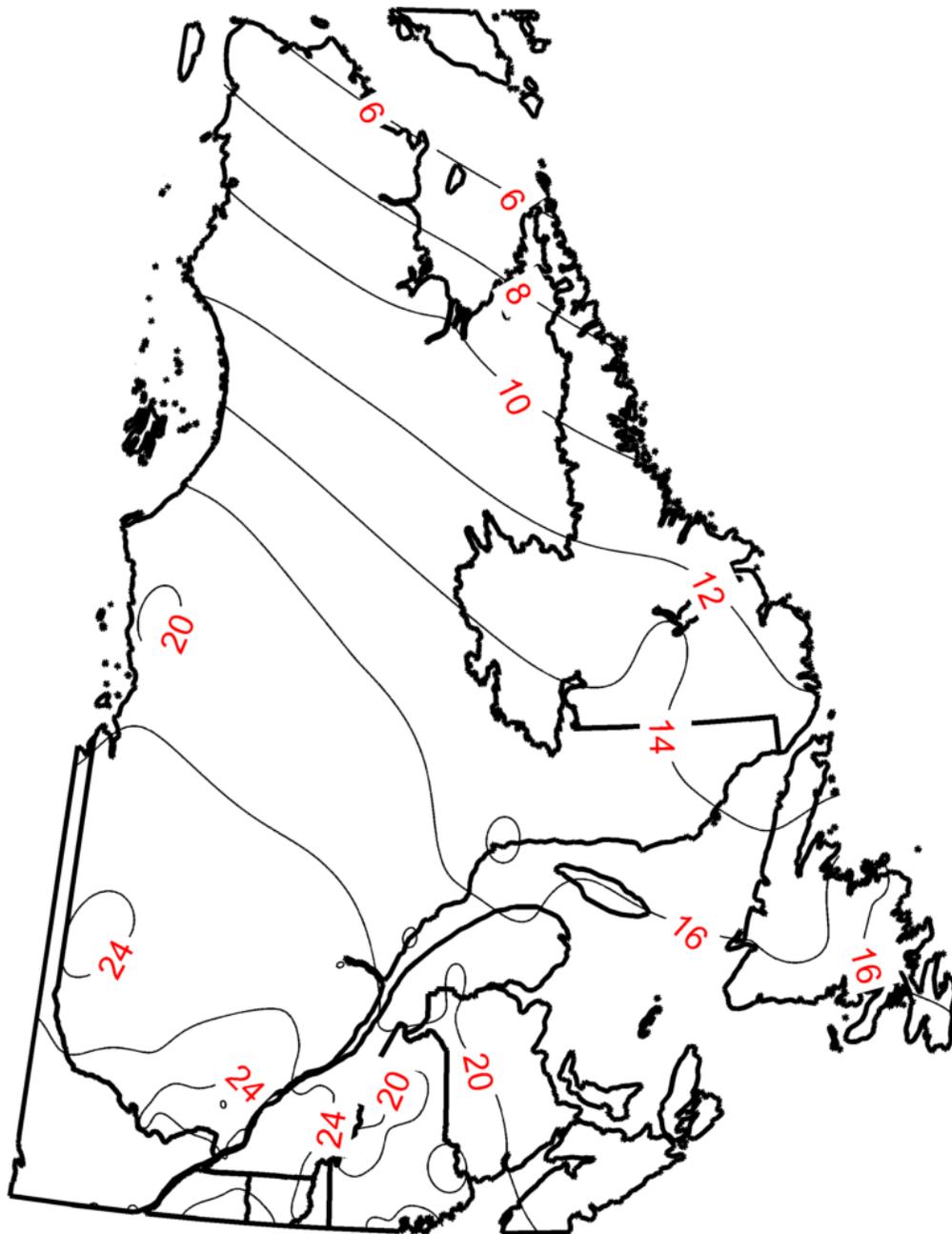


Figure D.10: Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 25 ans (en mm).

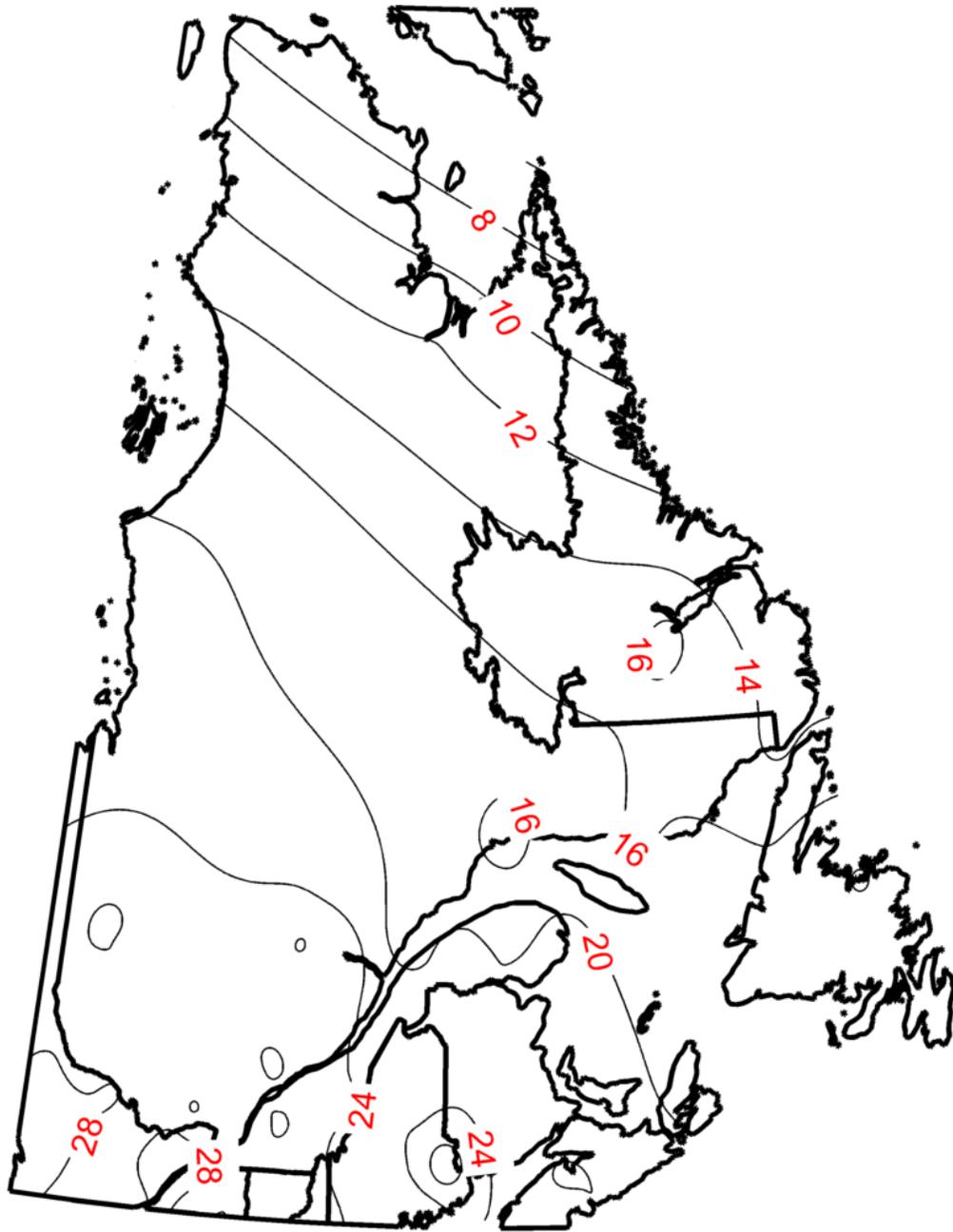


Figure D.11: Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 50 ans (en mm).

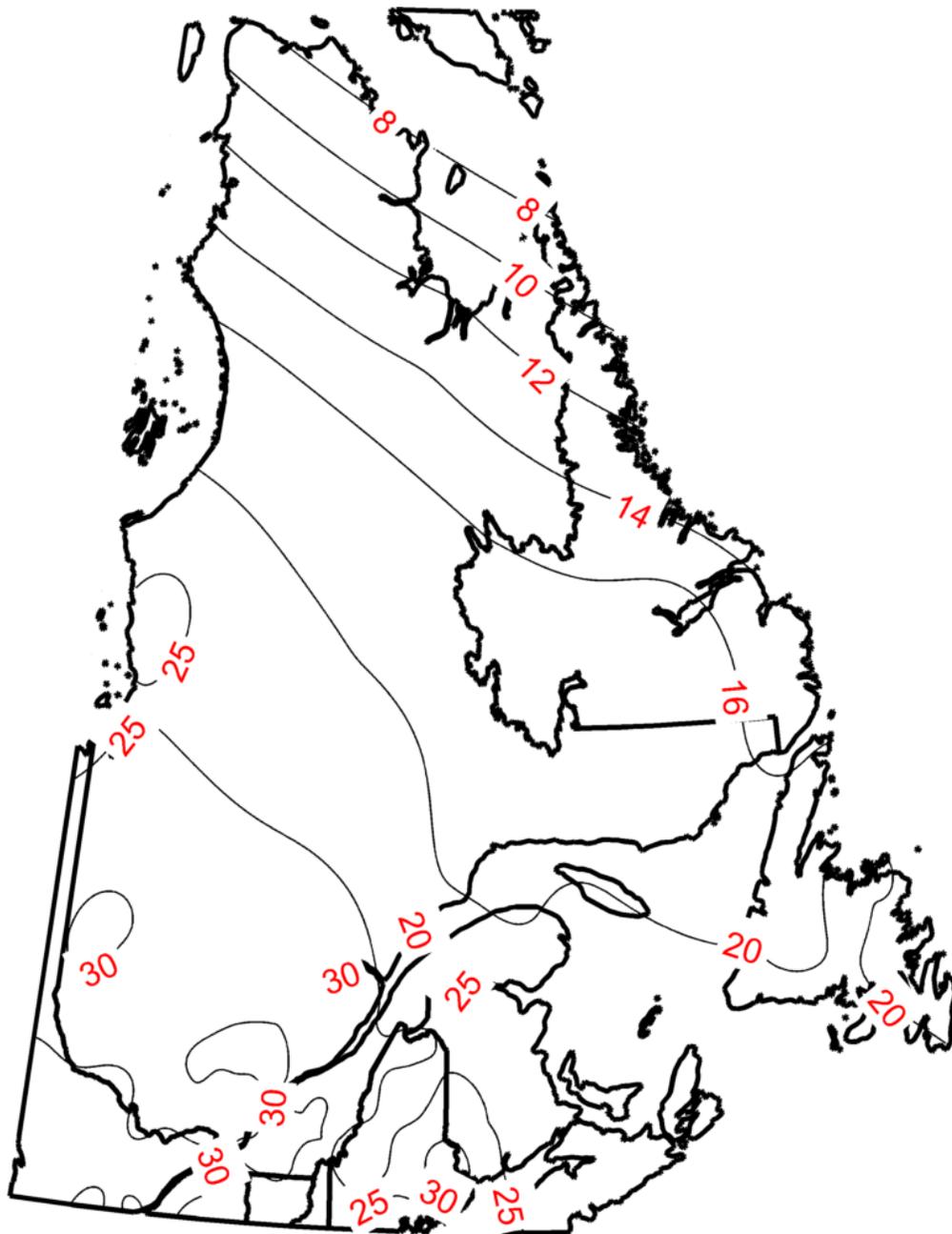


Figure D.12: Isohyètes des maxima annuels de durée 15 minutes et de période de retour 100 ans (en mm).

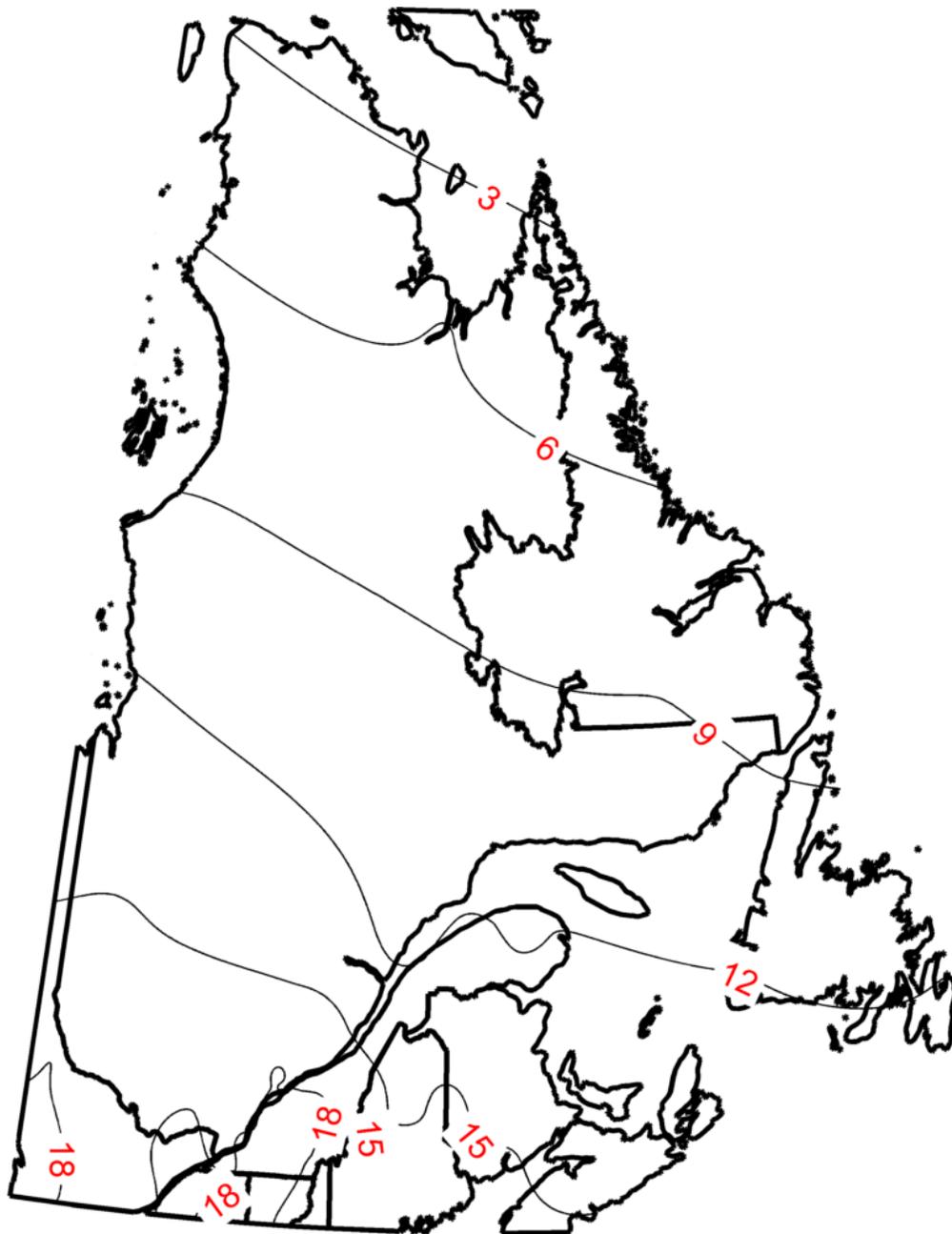


Figure D.13: Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 2 ans (en mm).

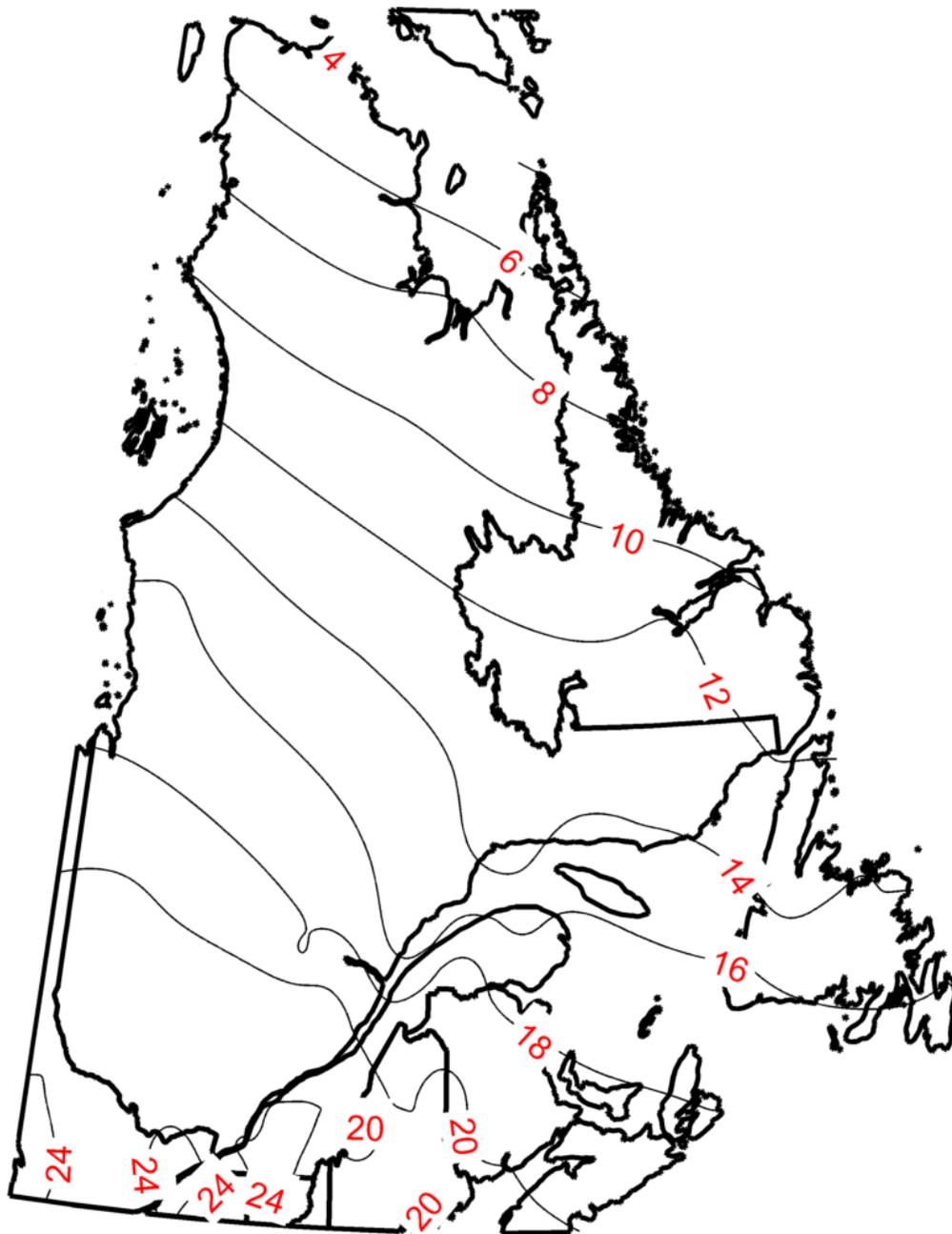


Figure D.14: Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 5 ans (en mm).

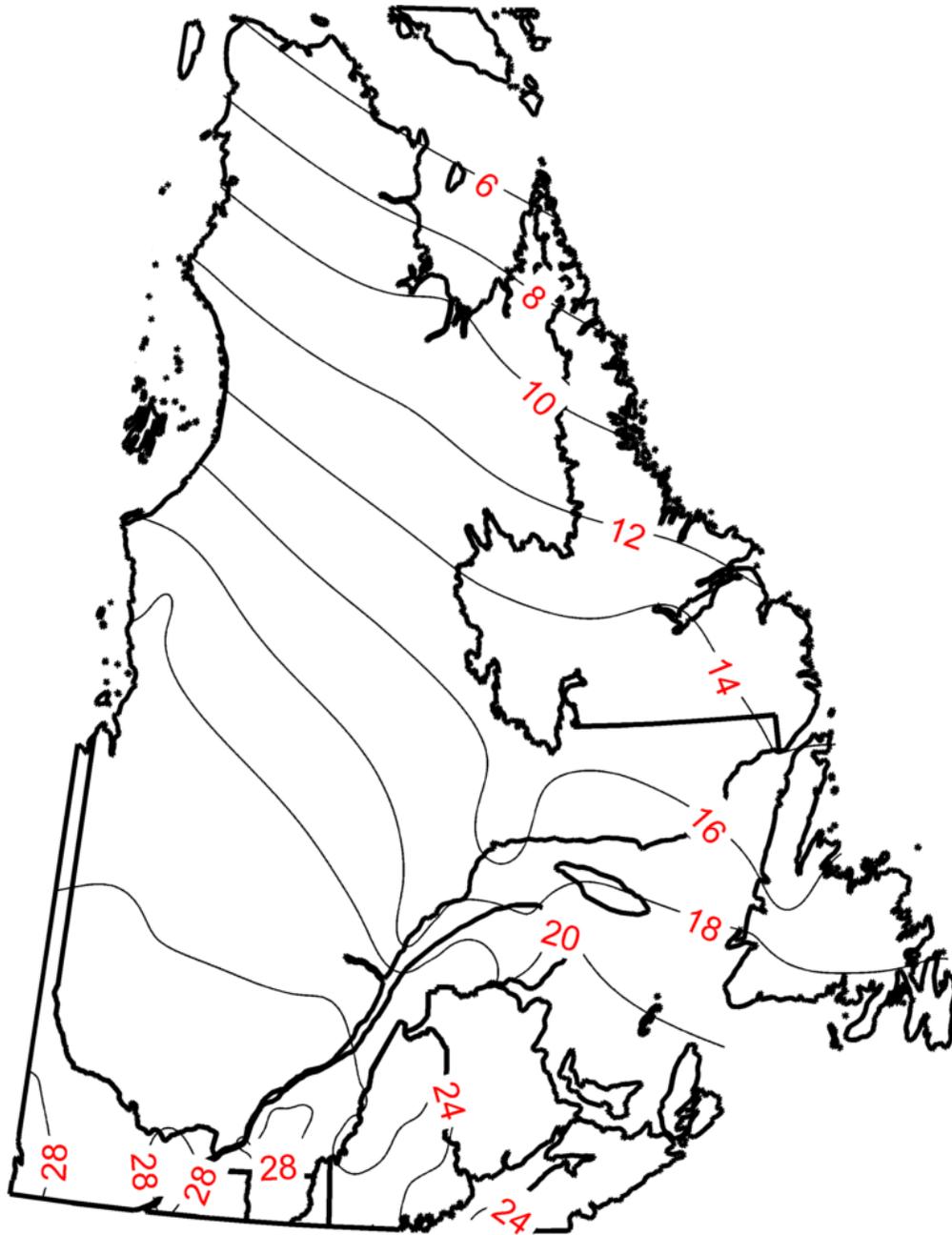


Figure D.15: Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 10 ans (en mm).

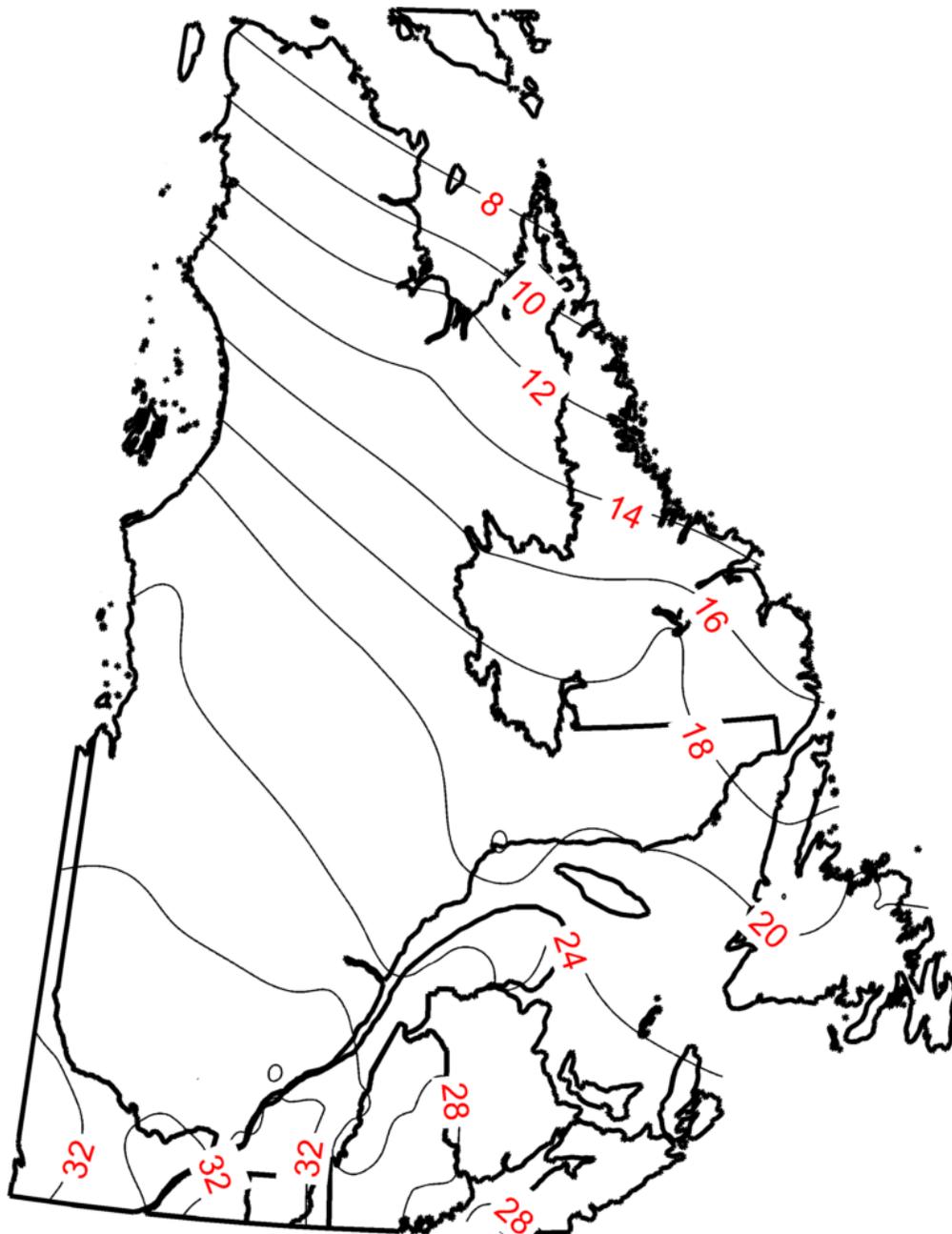


Figure D.16: Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 25 ans (en mm).

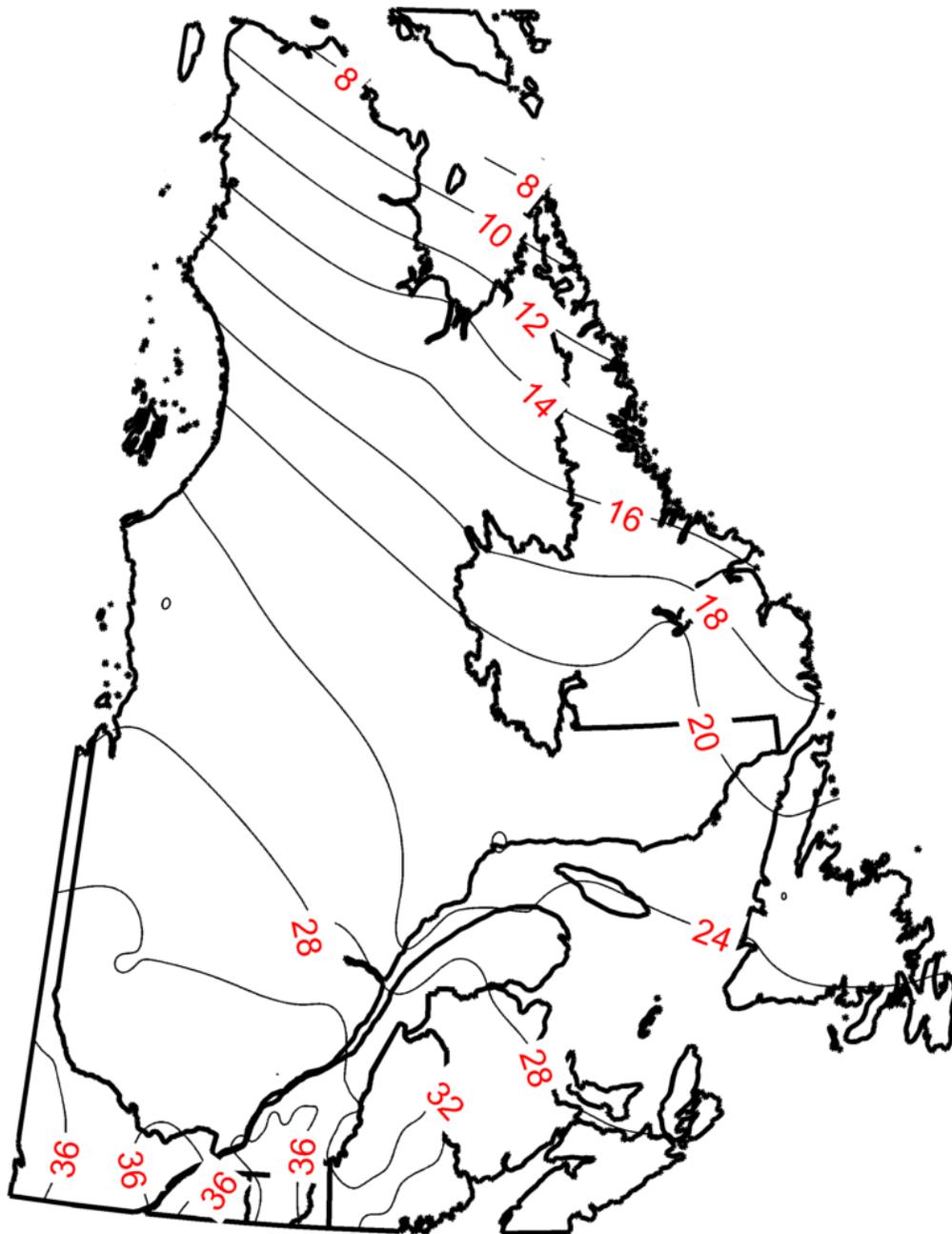


Figure D.17: Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 50 ans (en mm).

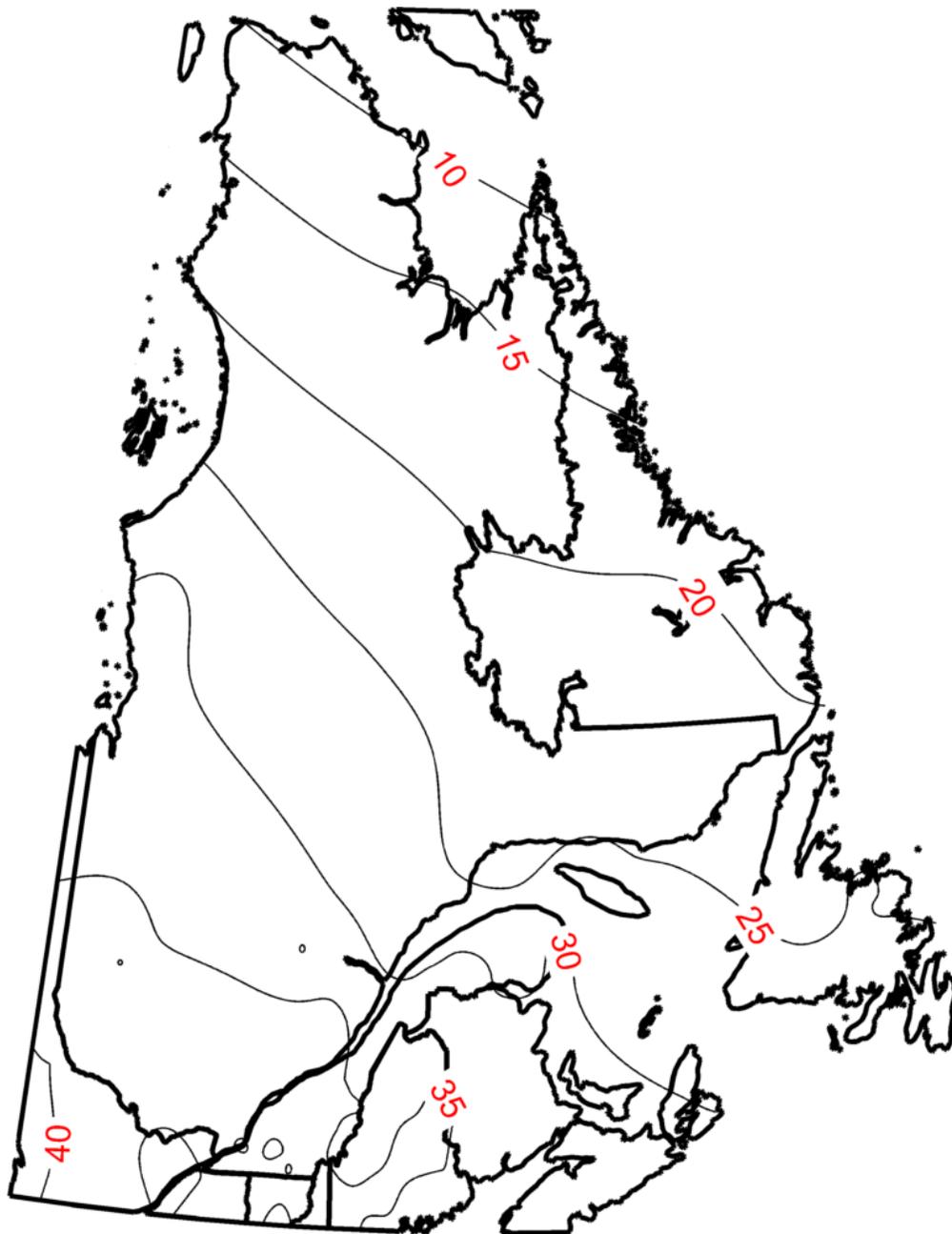


Figure D.18: Isohyètes des maxima annuels de durée 30 minutes et de période de retour 100 ans (en mm).

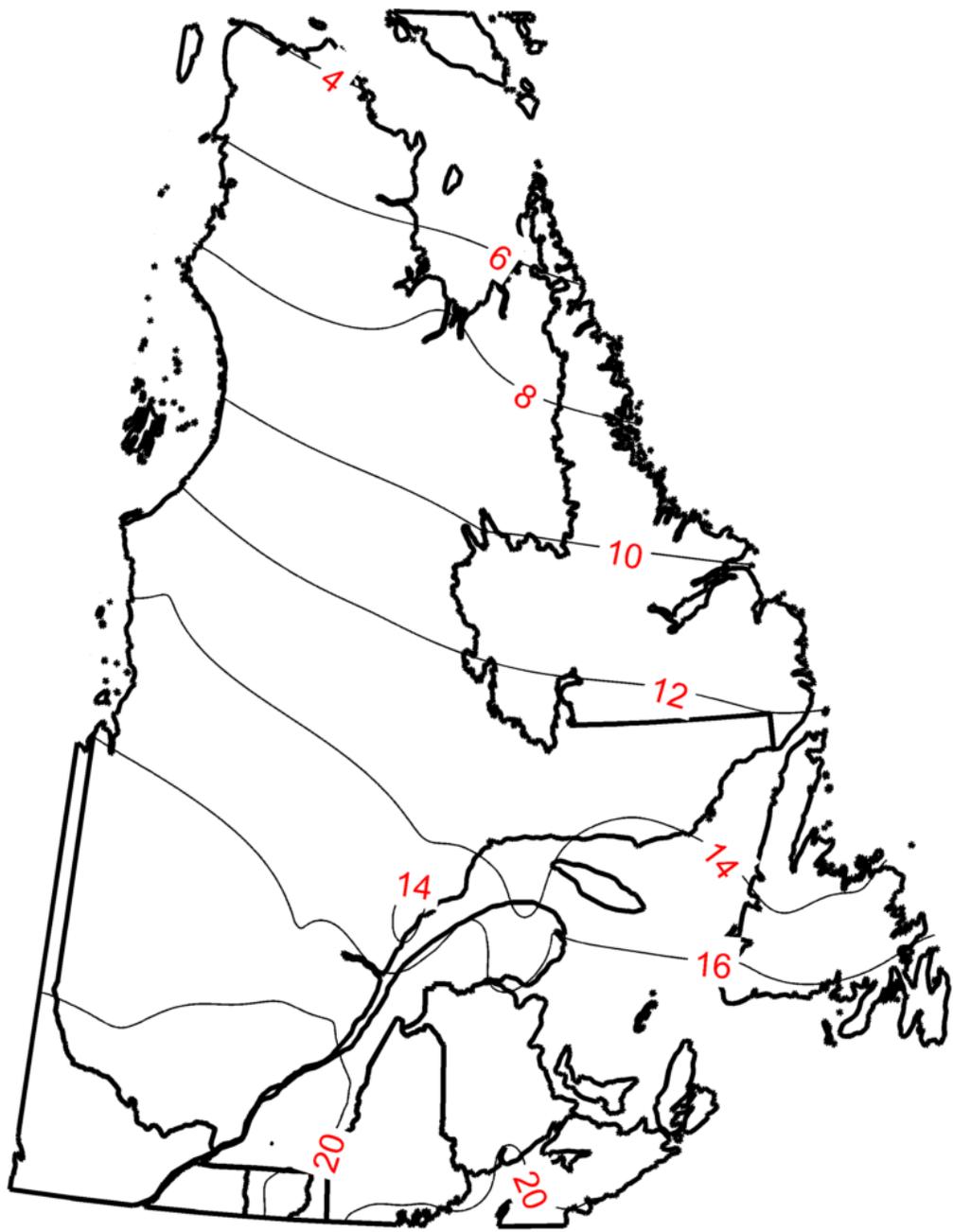


Figure D.19: Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 2 ans (en mm).

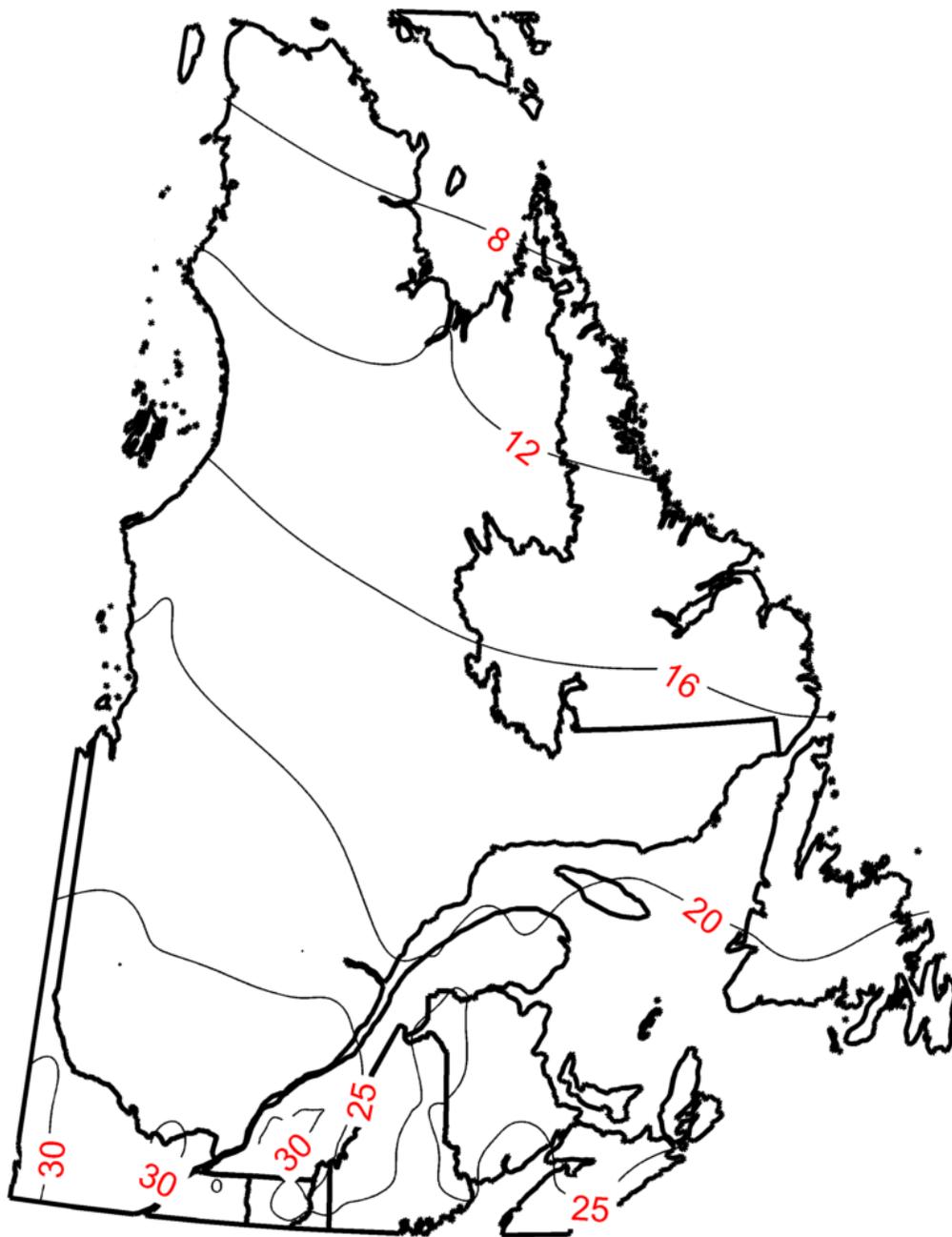


Figure D.20: Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 5 ans (en mm).

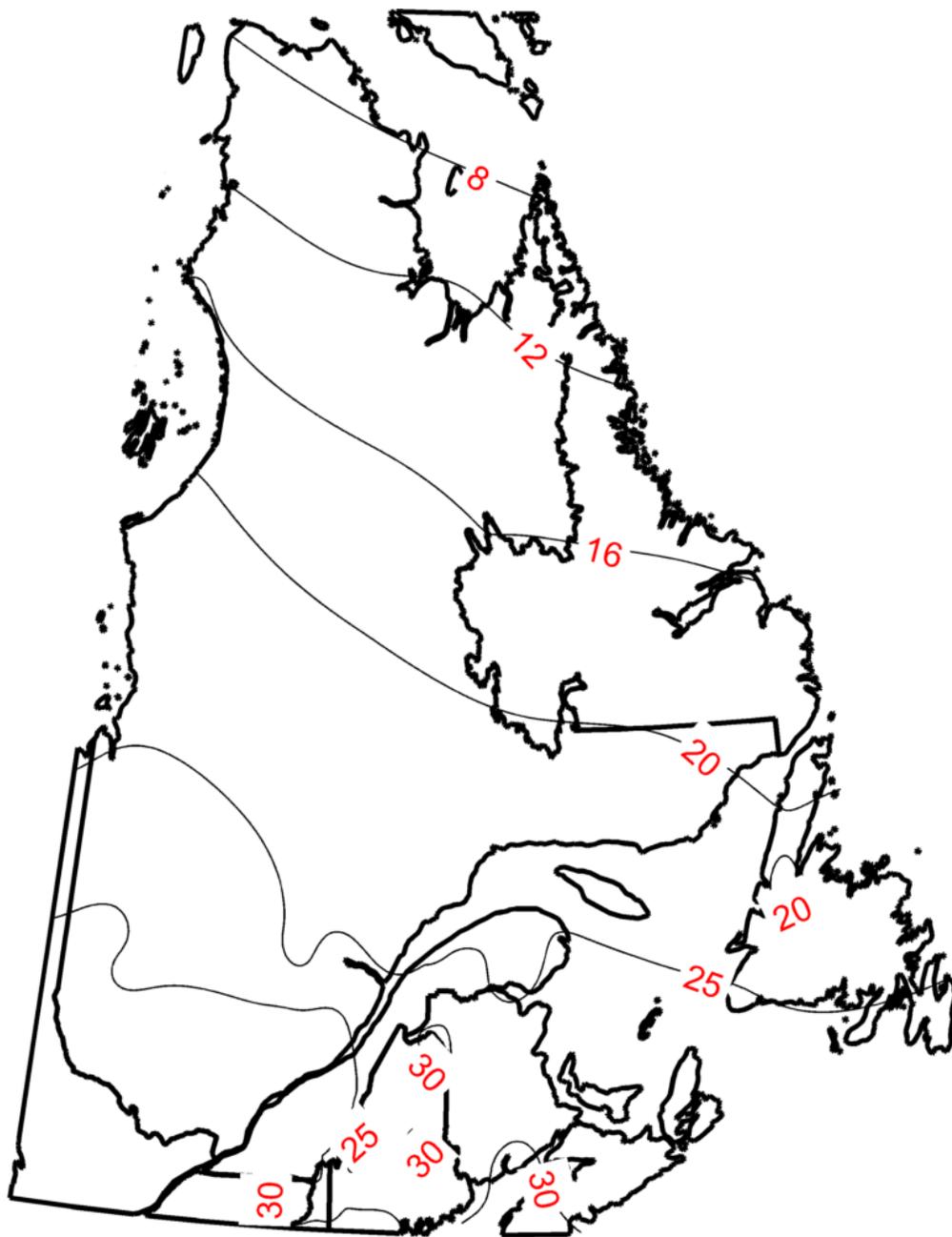


Figure D.21: Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 10 ans (en mm).

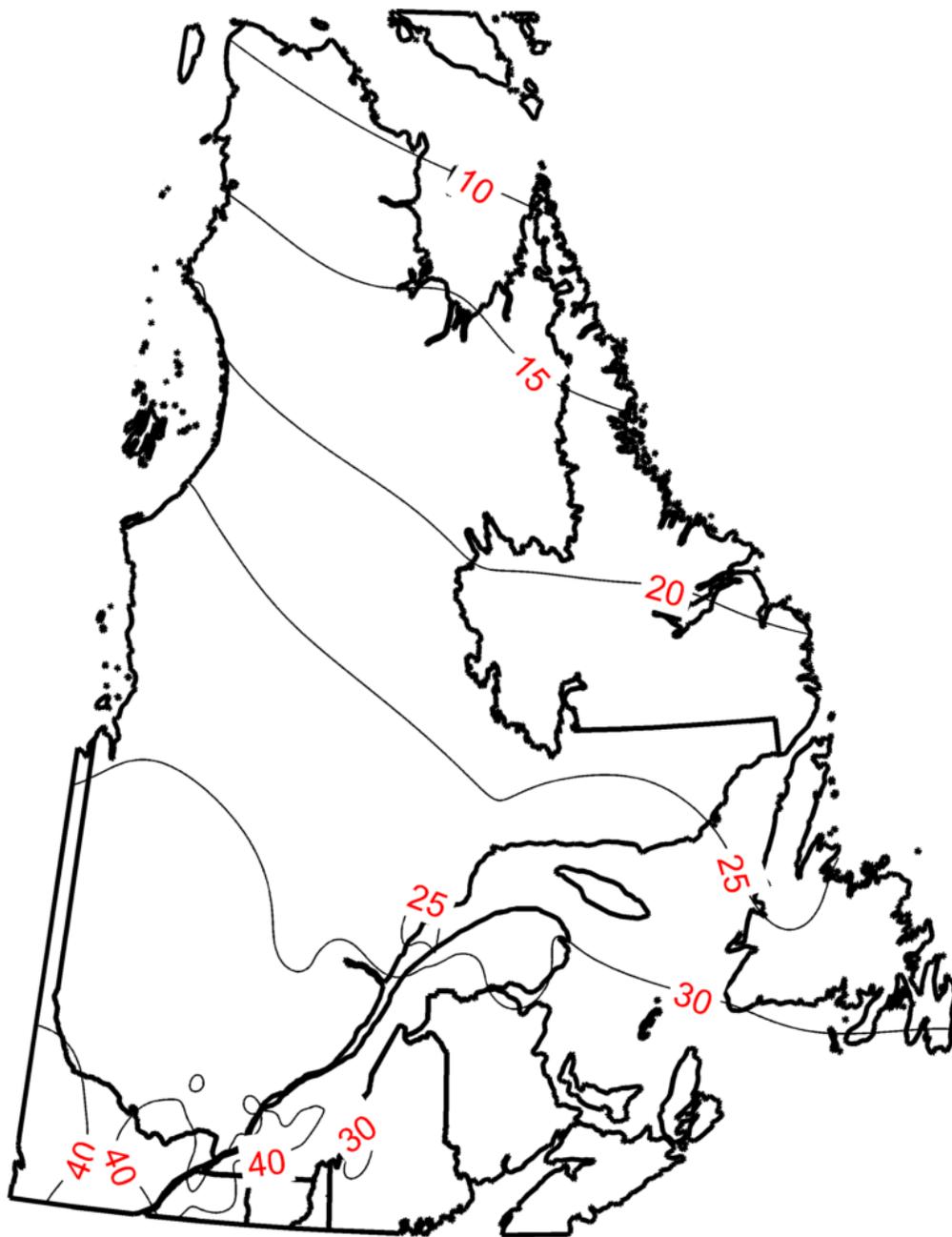


Figure D.22: Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 25 ans (en mm).

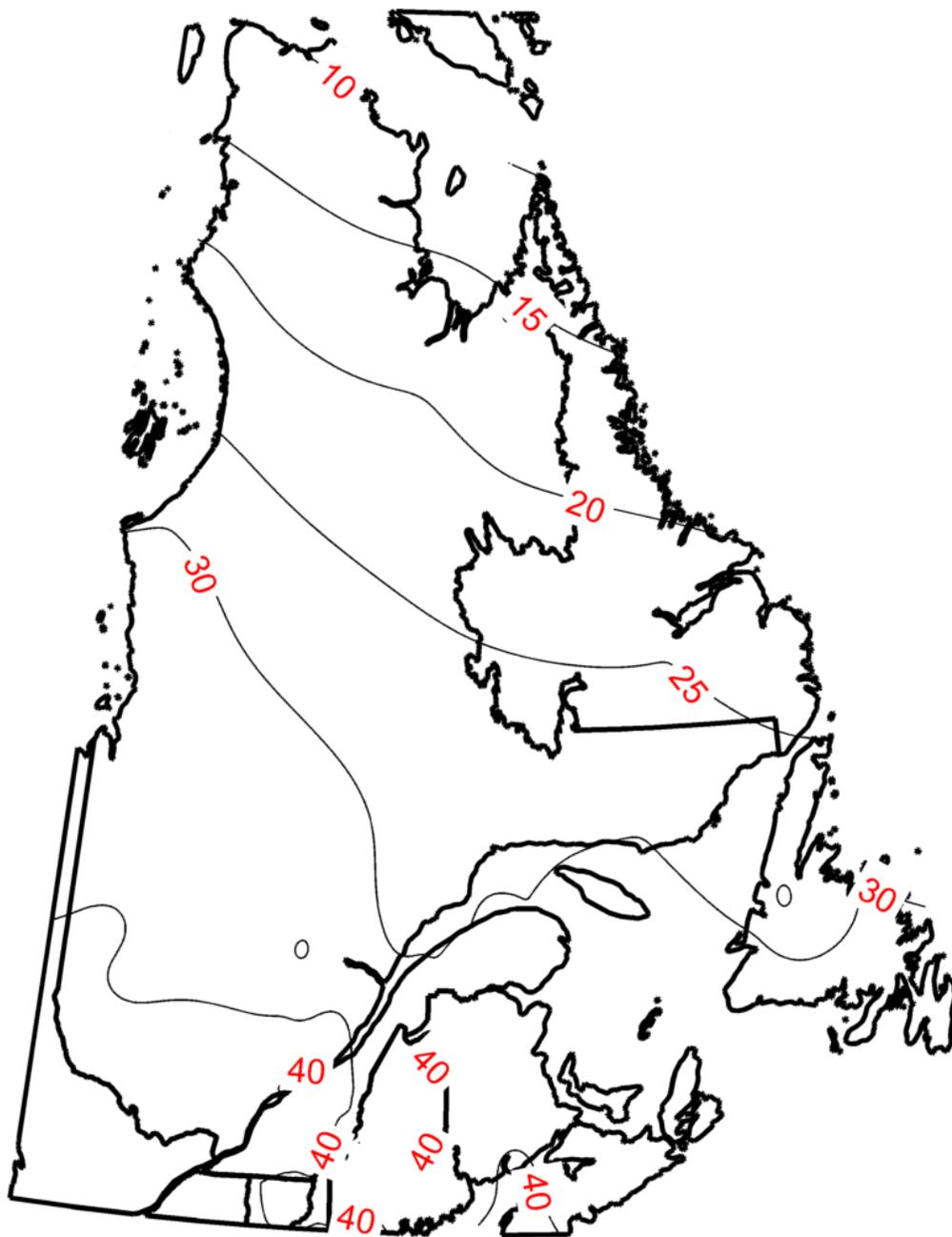


Figure D.23: Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 50 ans (en mm).

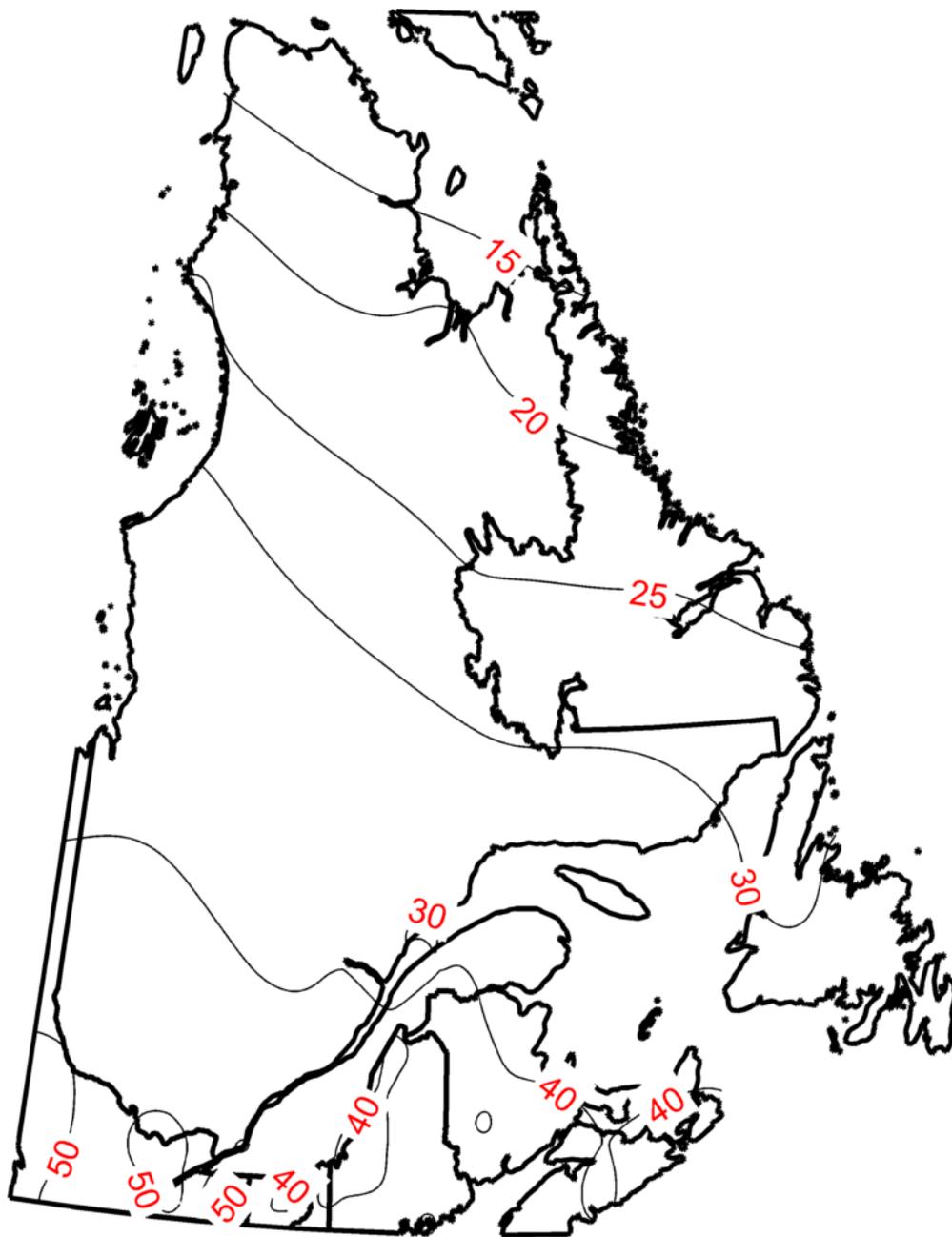


Figure D.24: Isohyètes des maxima annuels de durée 1 heure et de période de retour 100 ans (en mm).

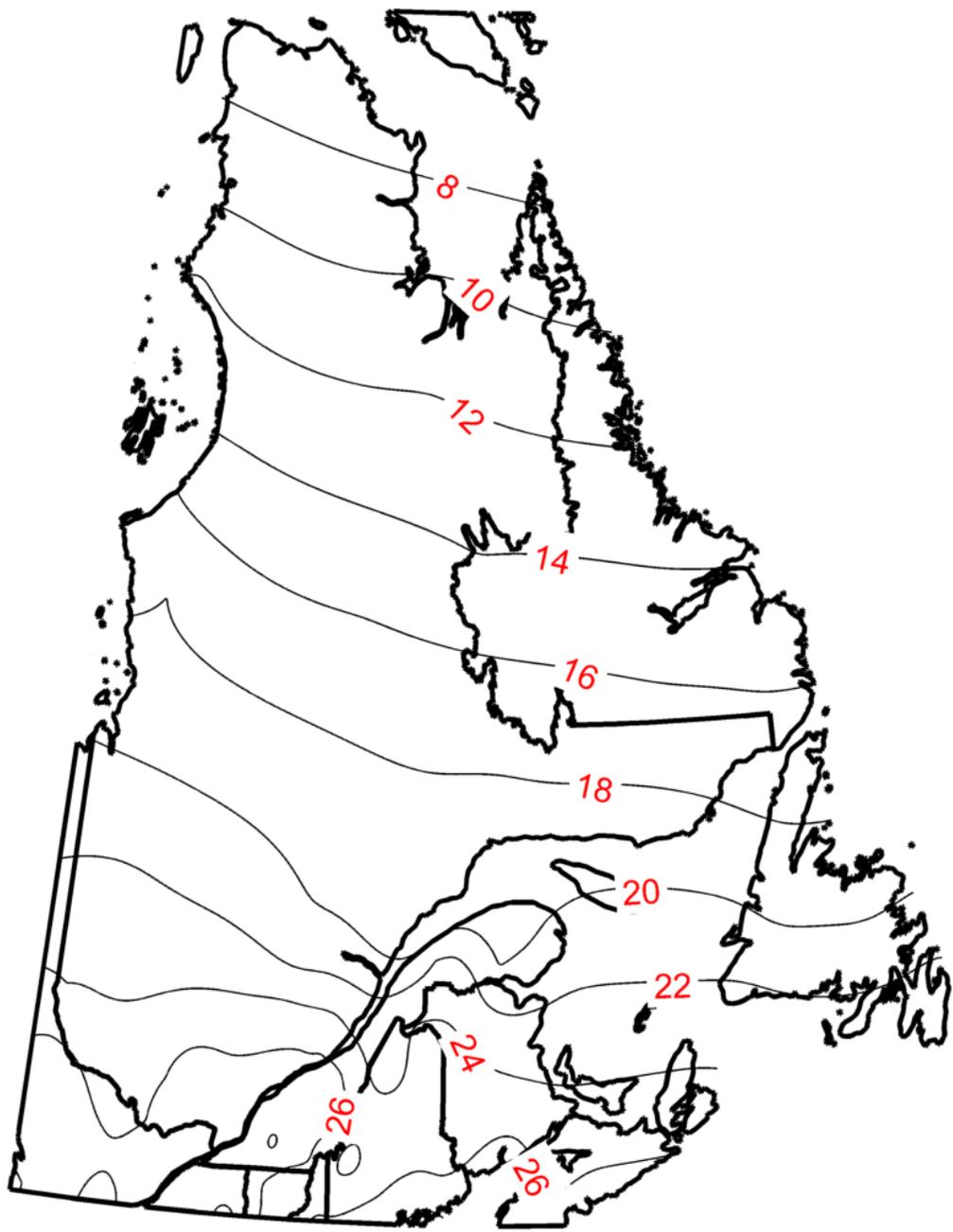


Figure D.25: Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 2 ans (en mm).

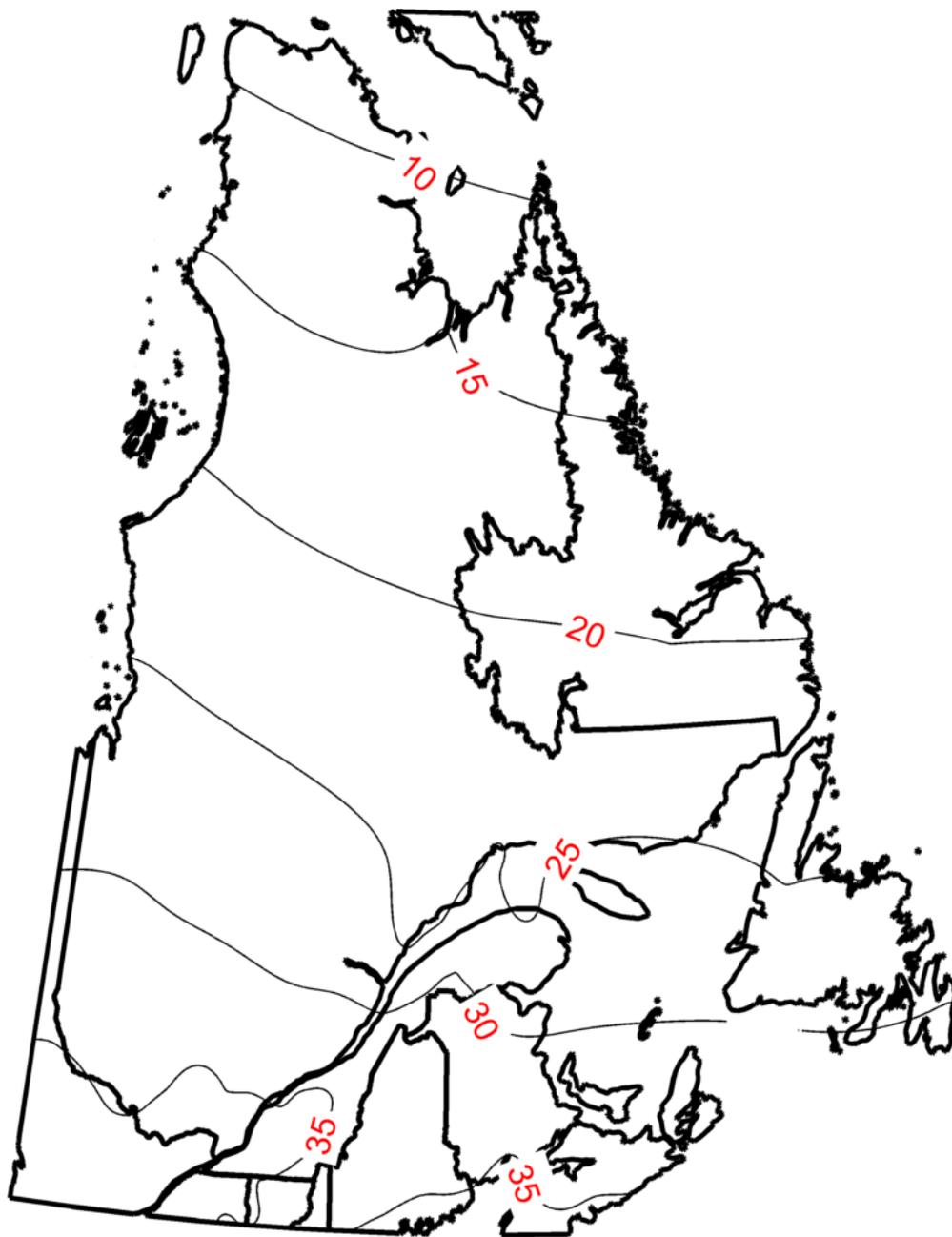


Figure D.26: Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 5 ans (en mm).

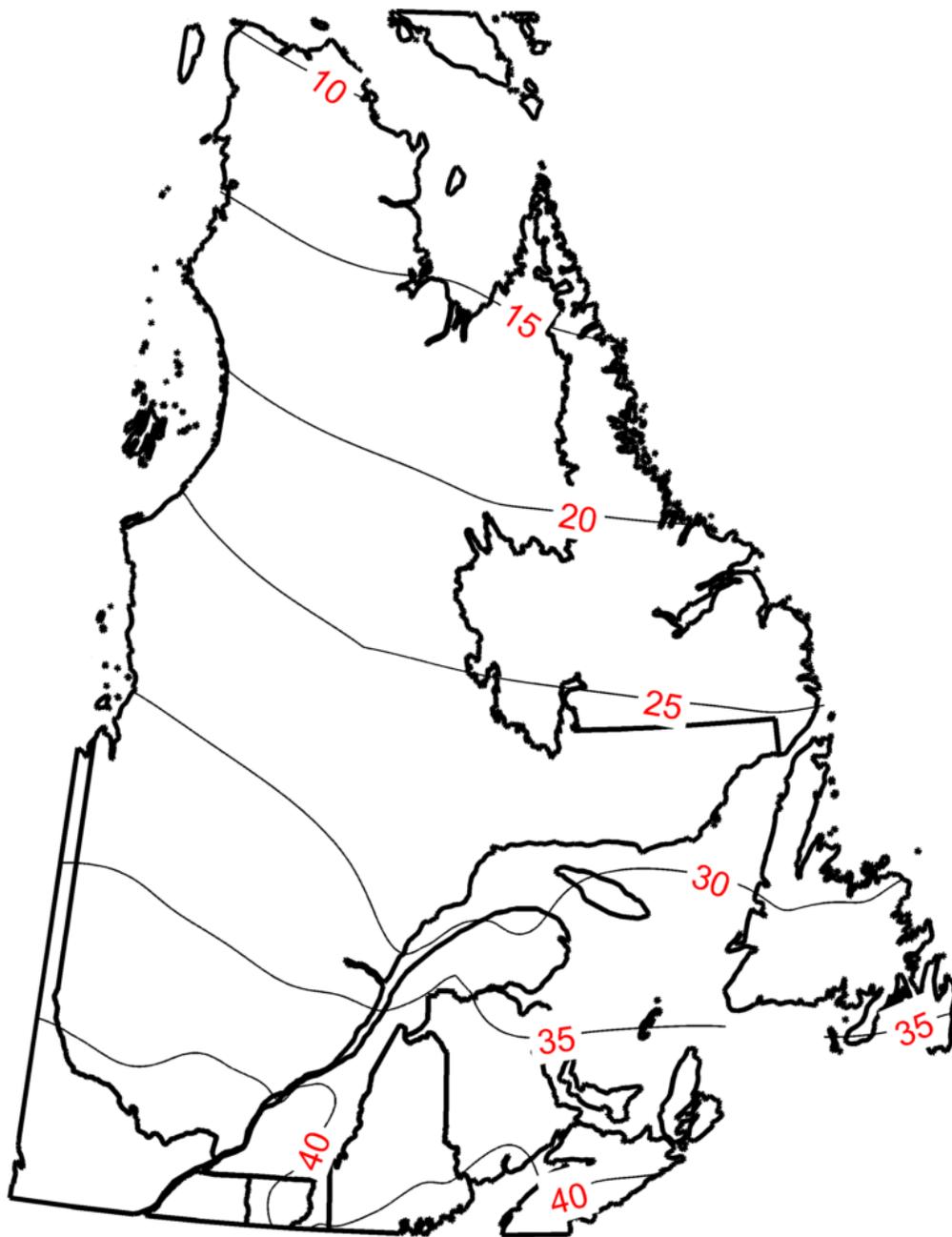


Figure D.27: Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 10 ans (en mm).

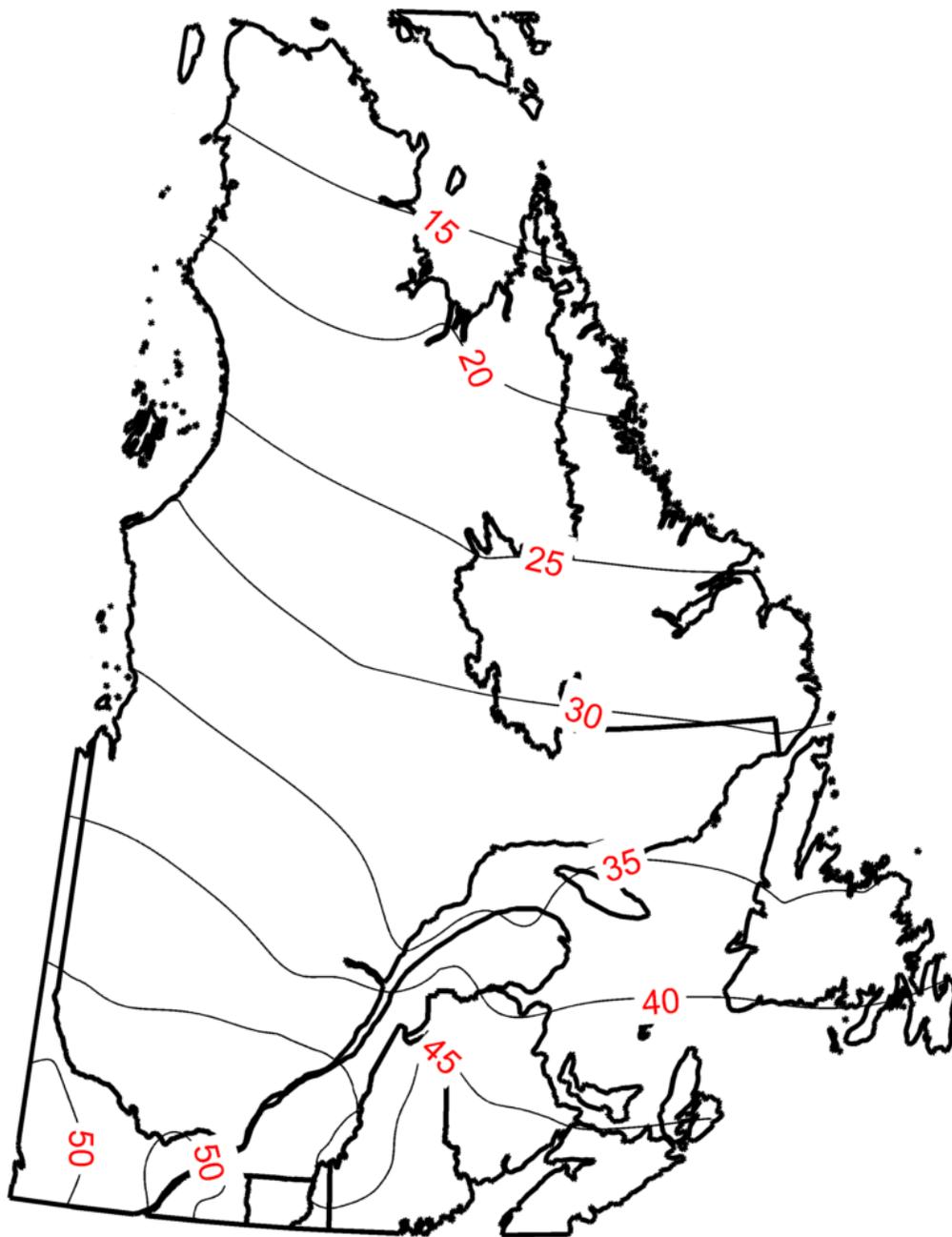


Figure D.28: Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 25 ans (en mm).

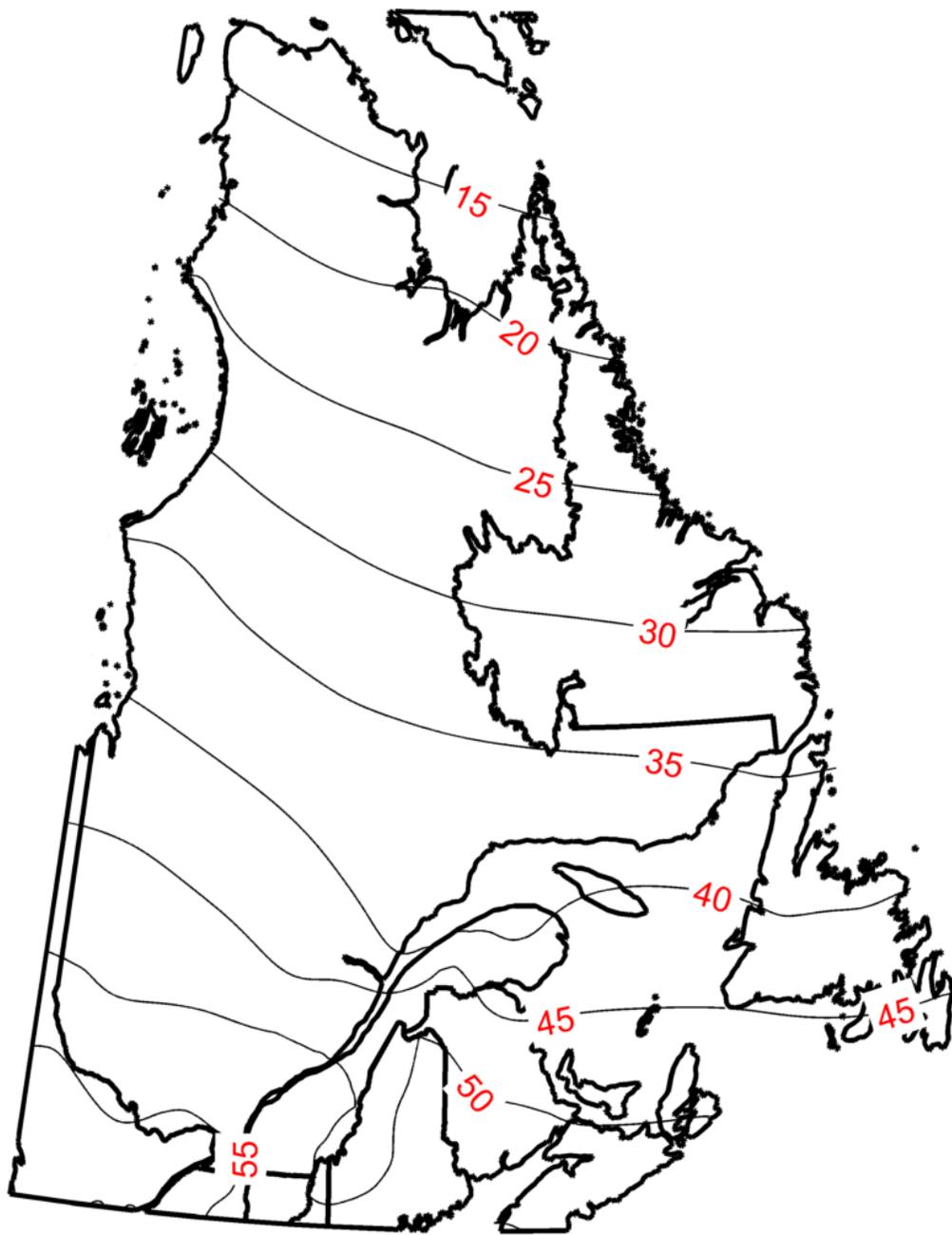


Figure D.29: Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 50 ans (en mm).

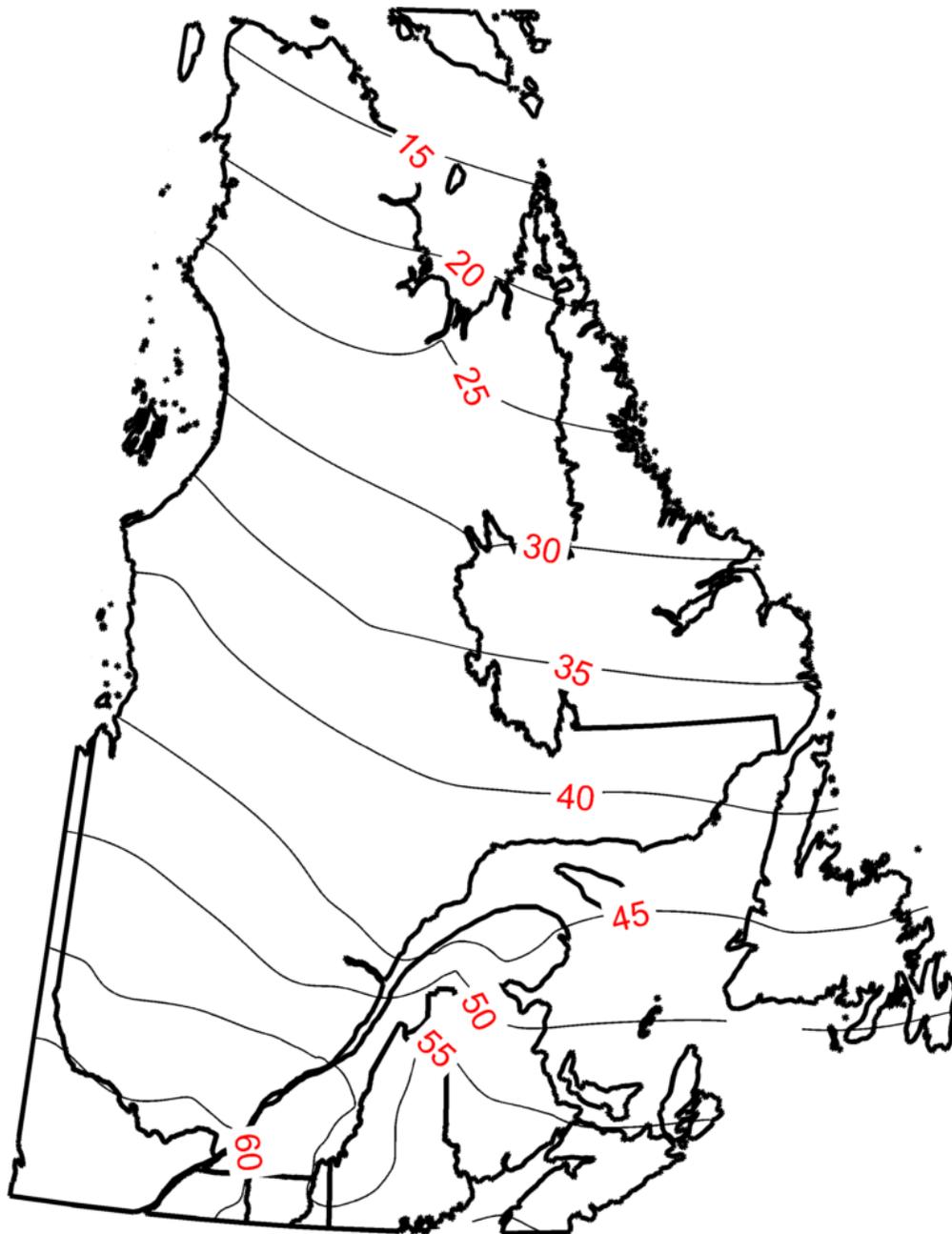


Figure D.30: Isohyètes des maxima annuels de durée 2 heures et de période de retour 100 ans (en mm).

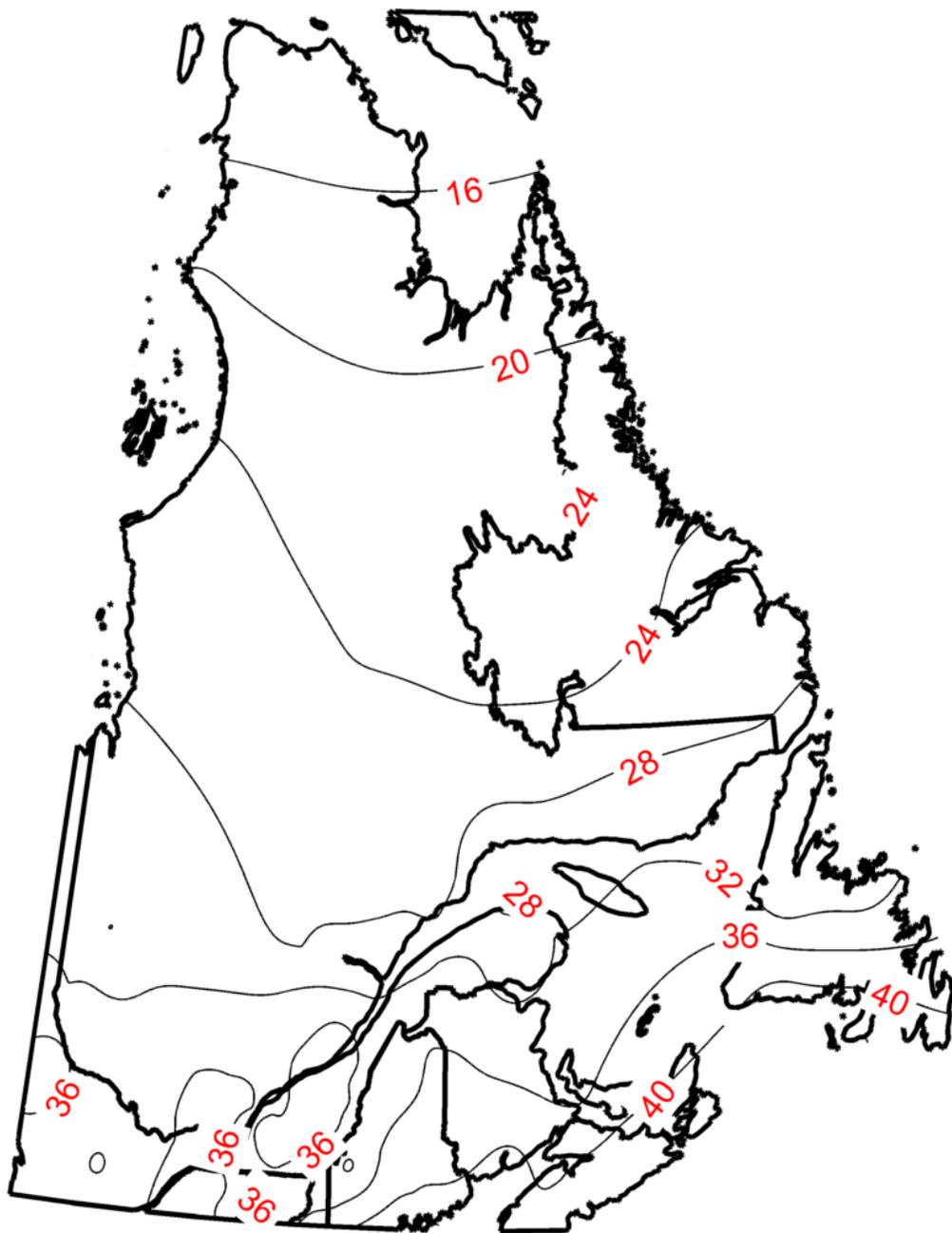


Figure D.31: Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 2 ans (en mm).

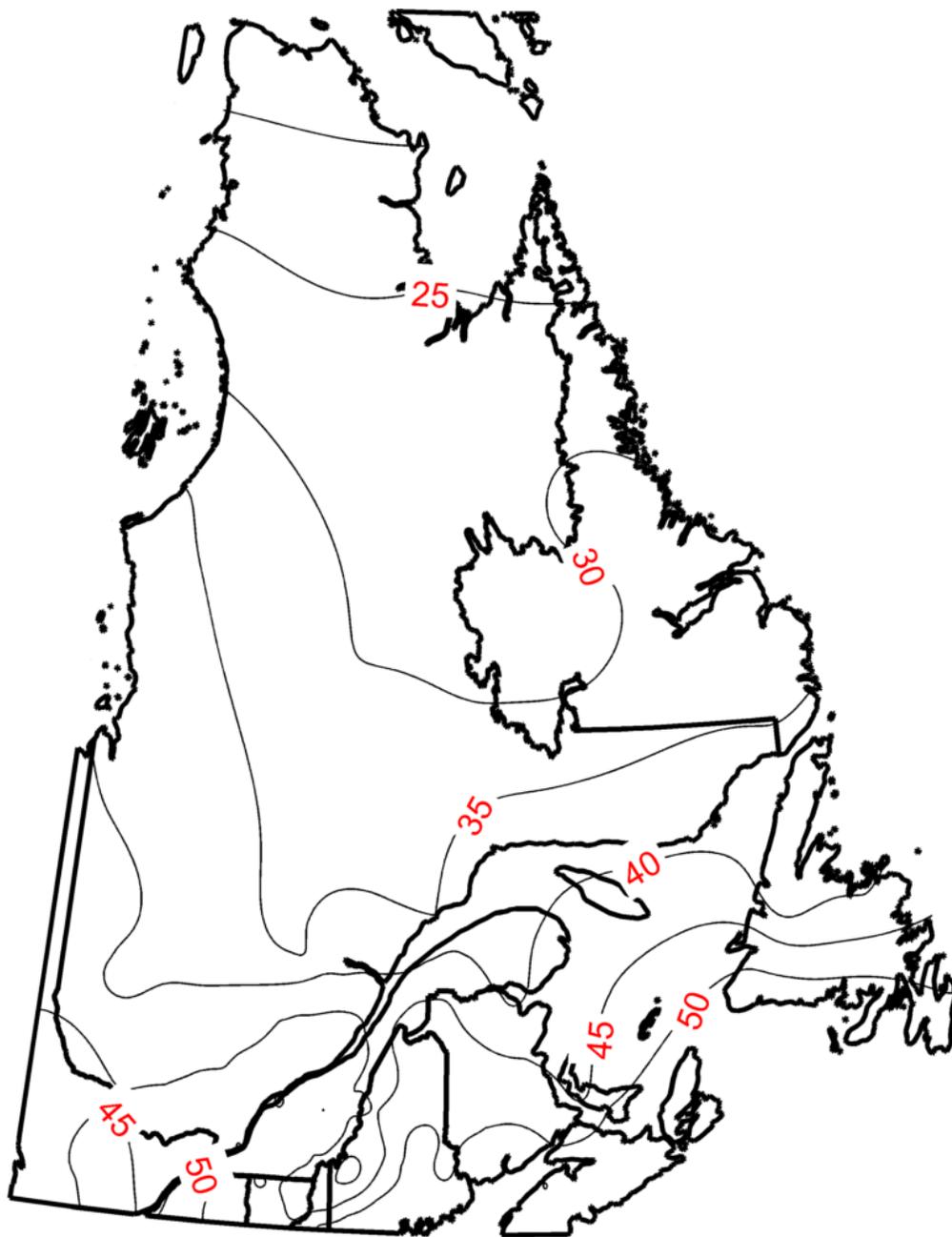


Figure D.32: Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 5 ans (en mm).

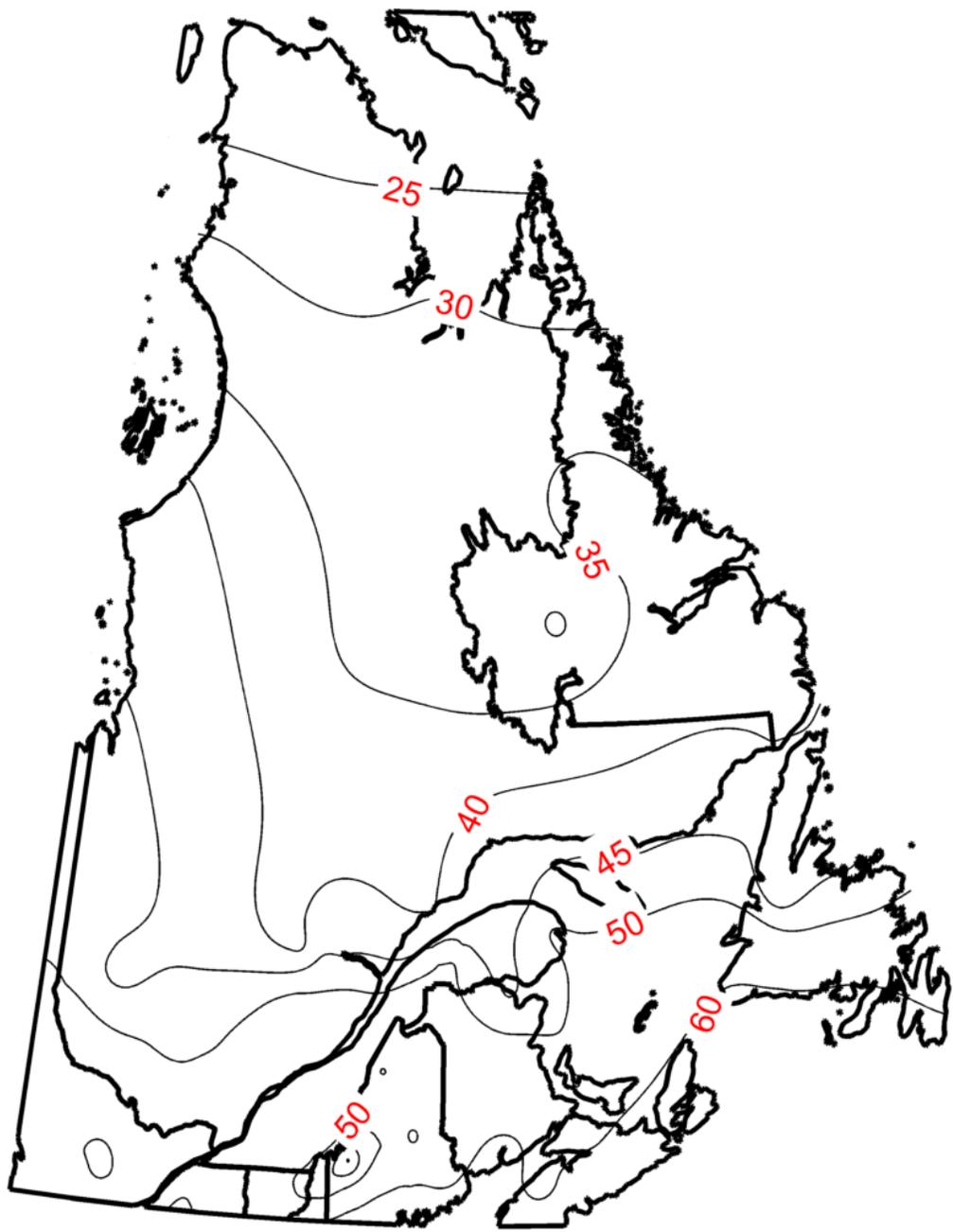


Figure D.33: Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 10 ans (en mm).

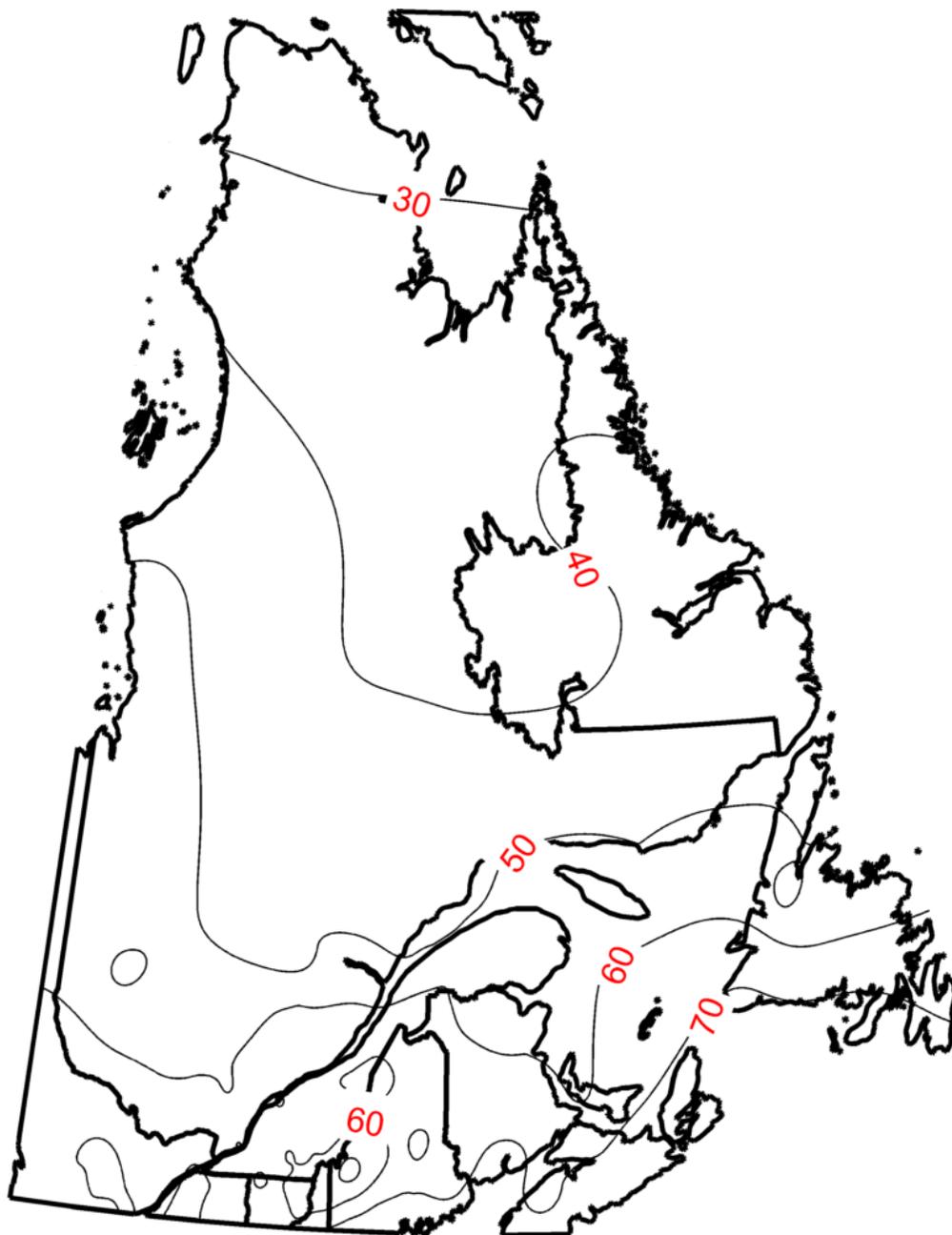


Figure D.34: Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 25 ans (en mm).

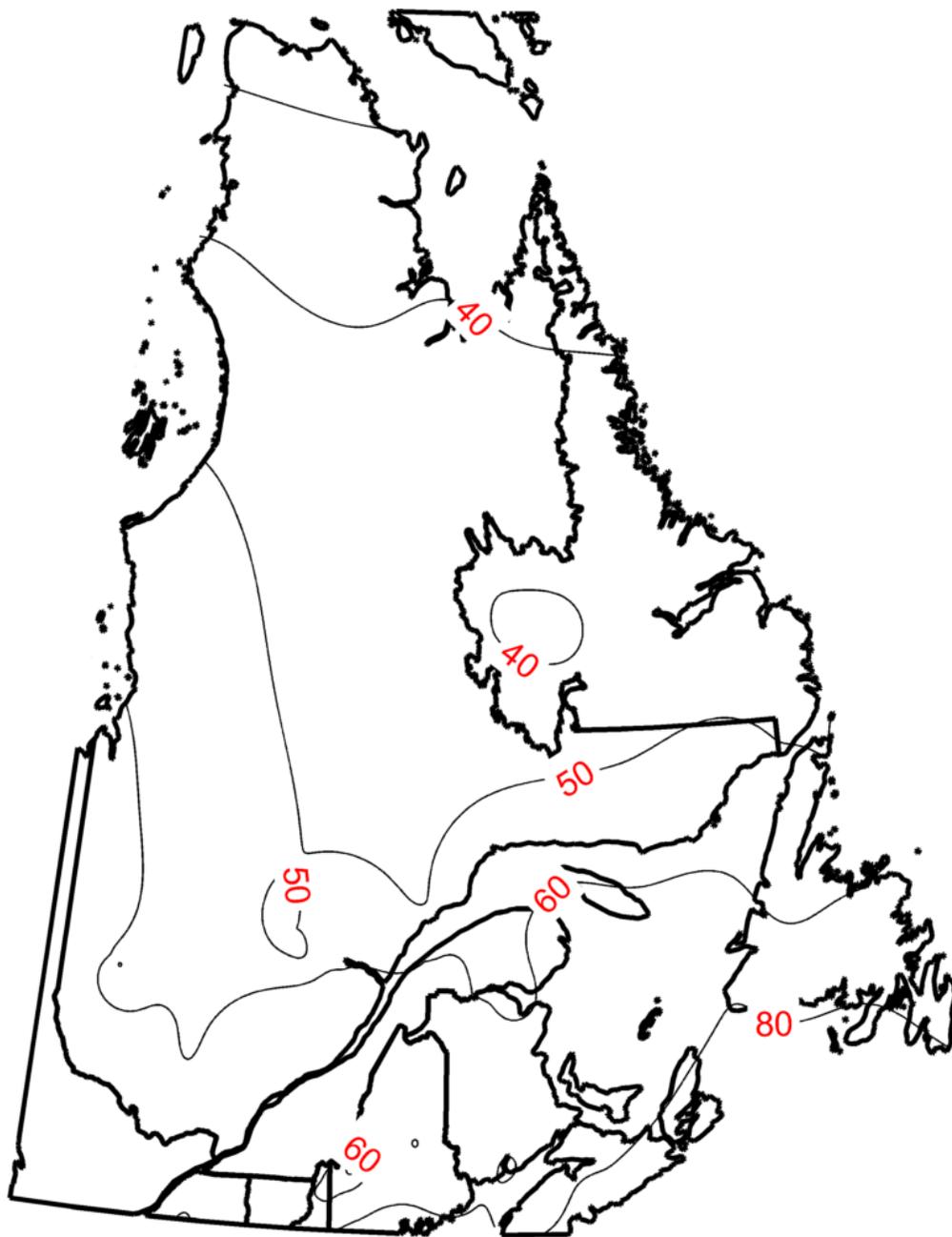


Figure D.35: Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 50 ans (en mm).

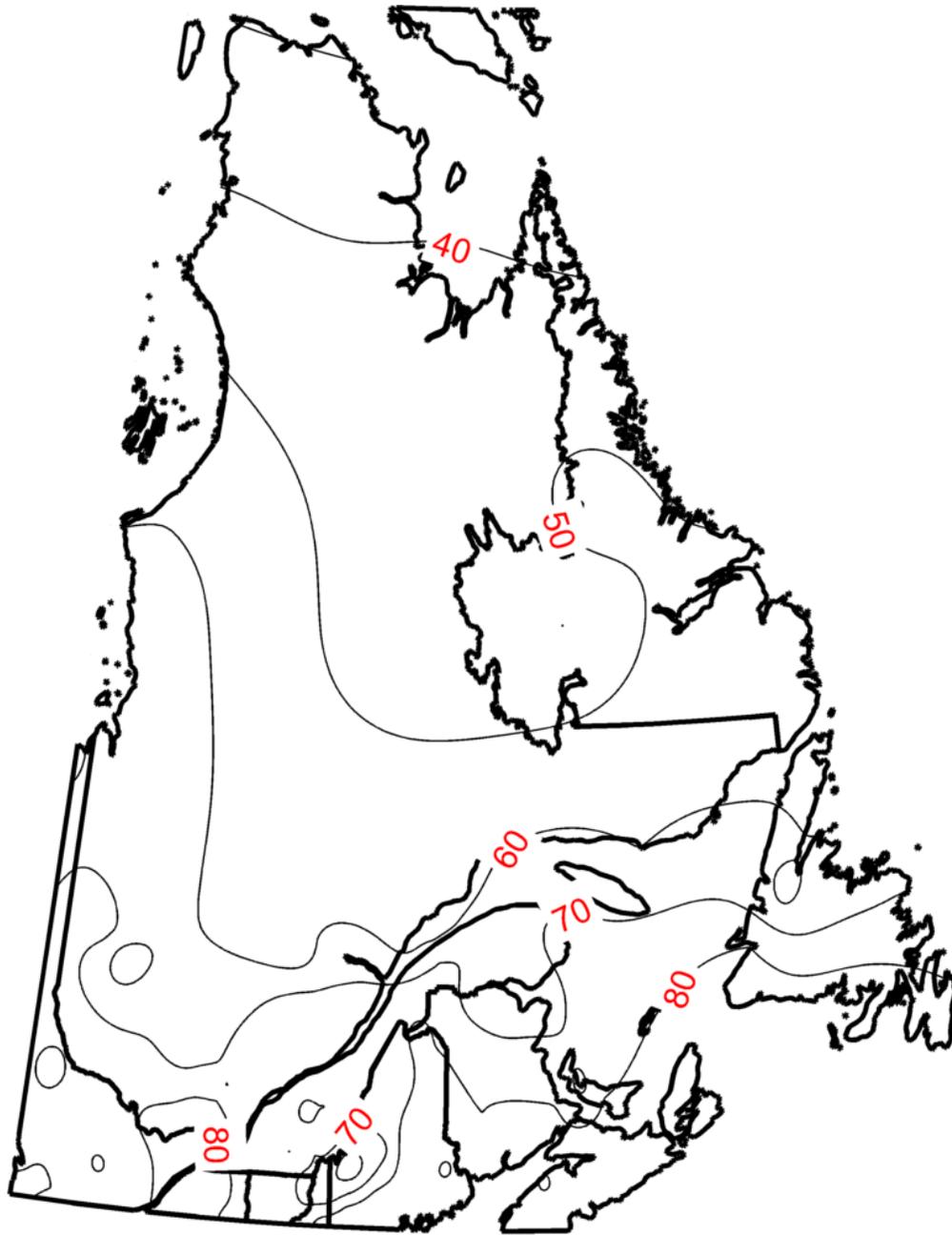


Figure D.36: Isohyètes des maxima annuels de durée 6 heures et de période de retour 100 ans (en mm).

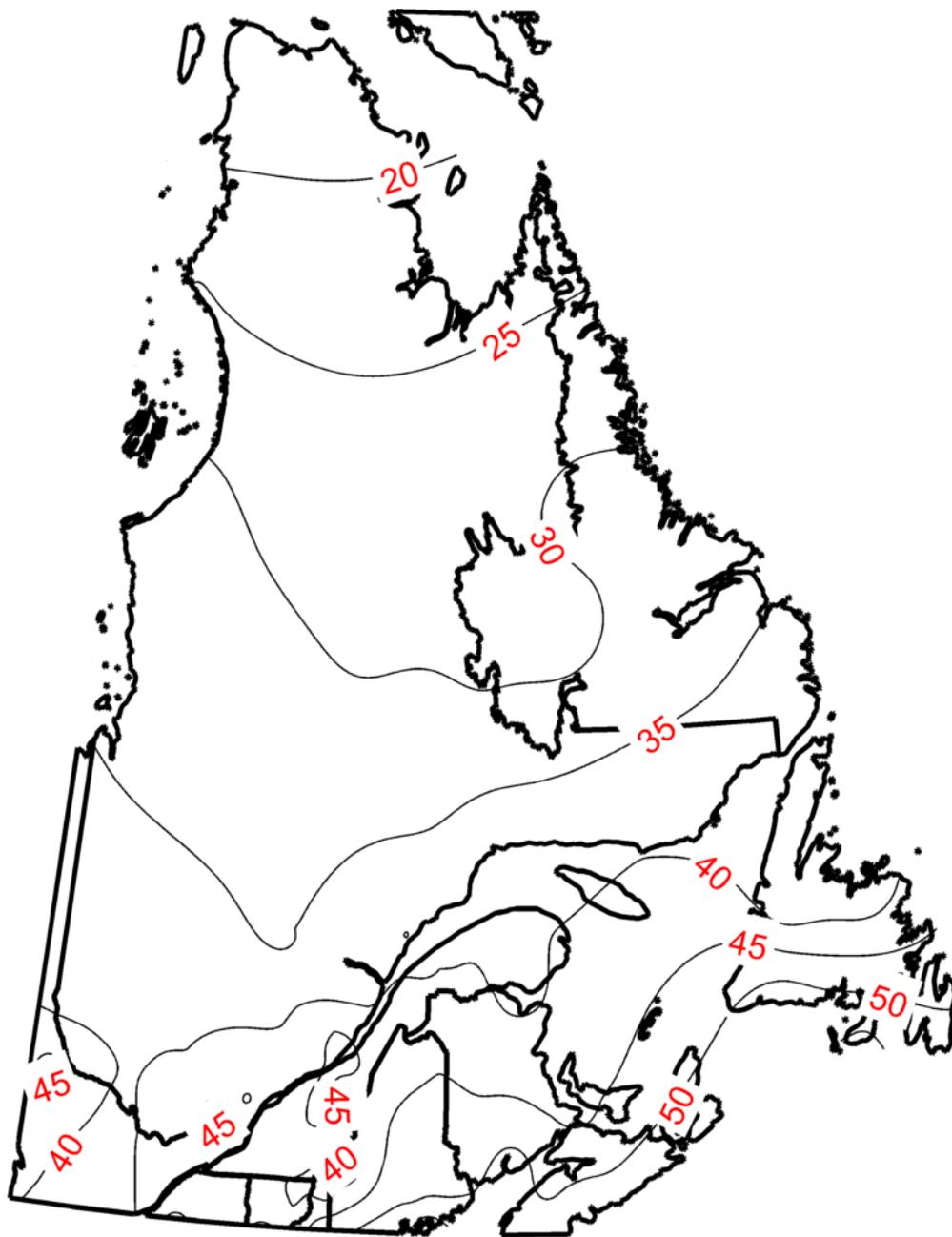


Figure D.37: Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 2 ans (en mm).

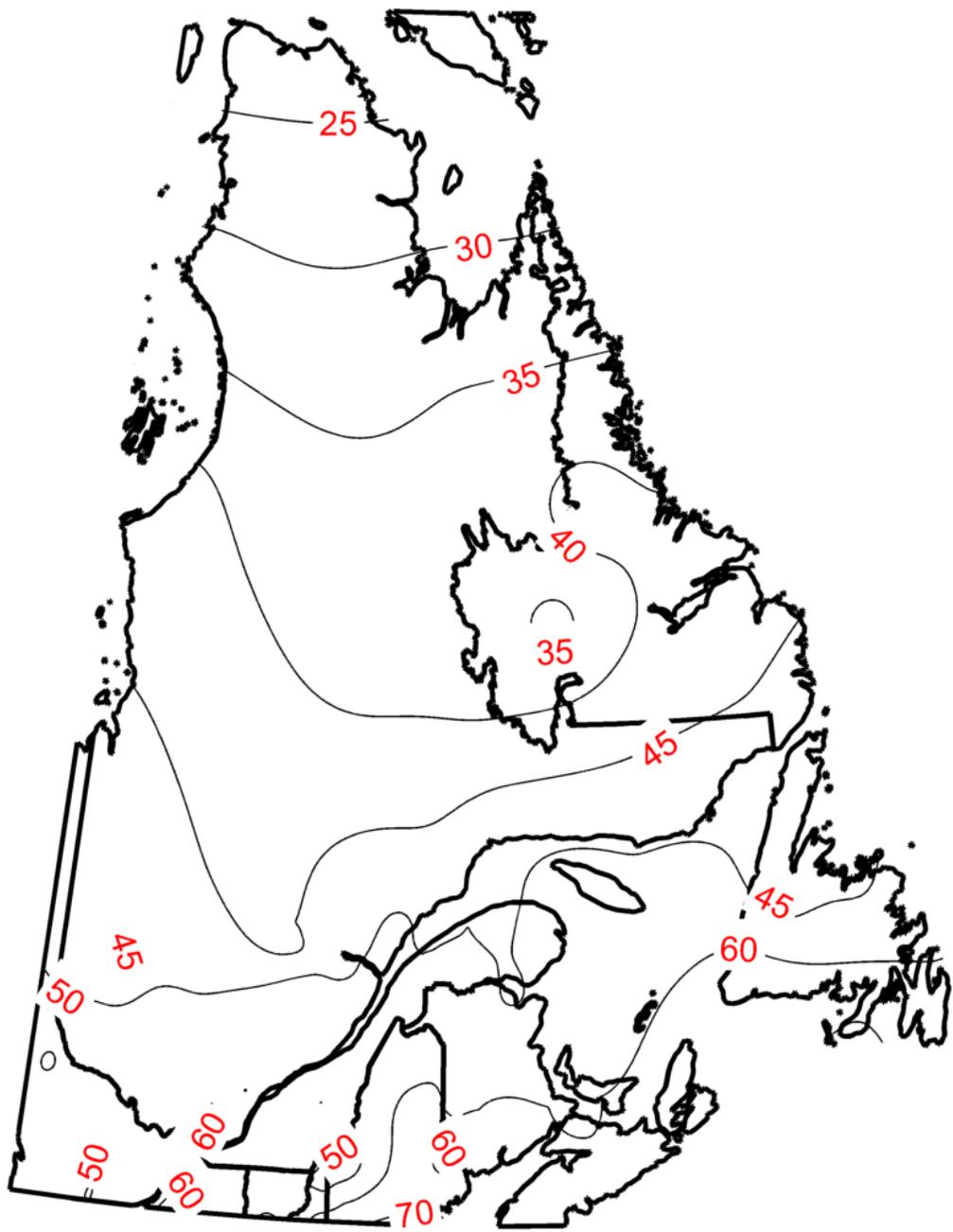


Figure D.38: Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 5 ans (en mm).

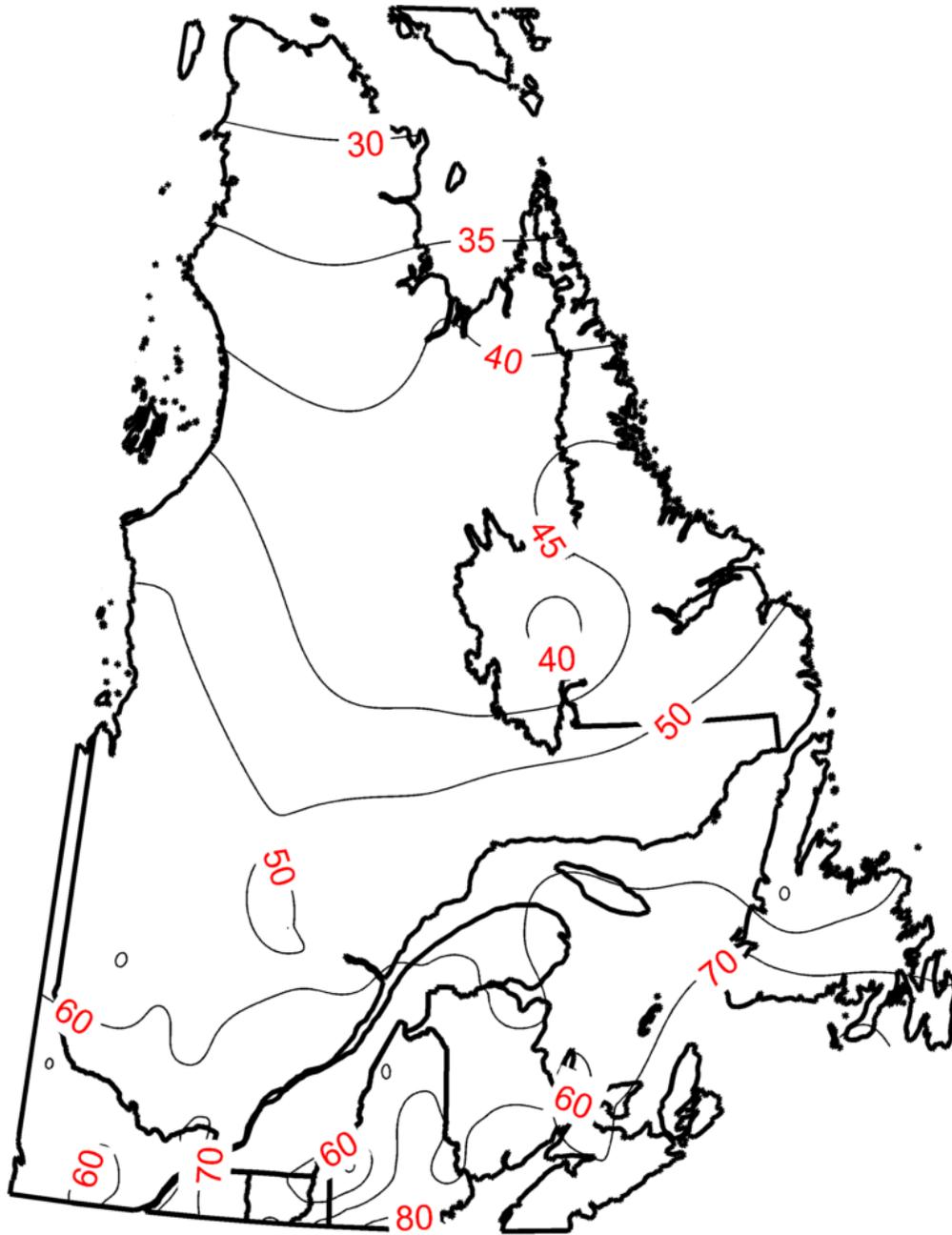


Figure D.39: Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 10 ans (en mm).

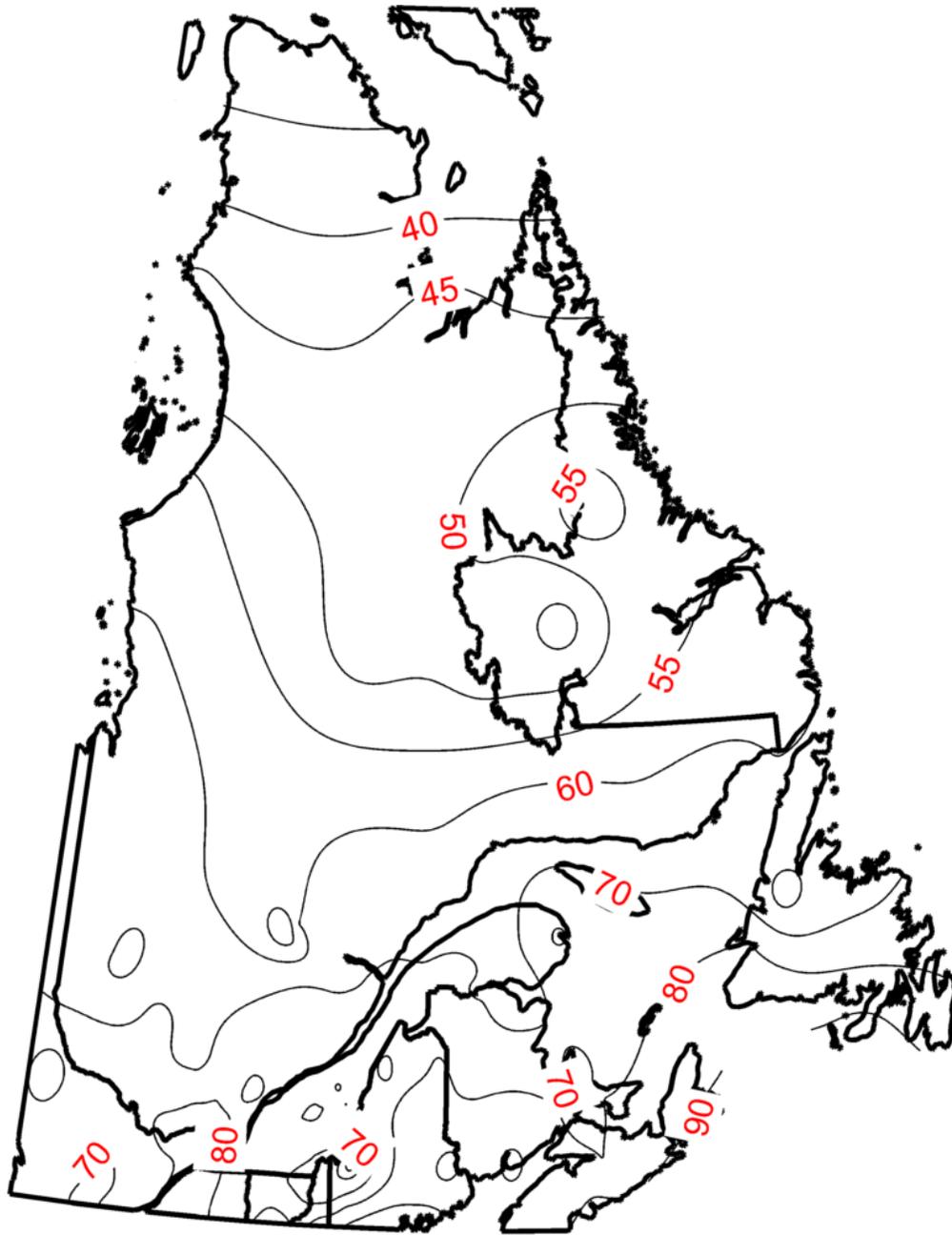


Figure D.40: Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 25 ans (en mm).

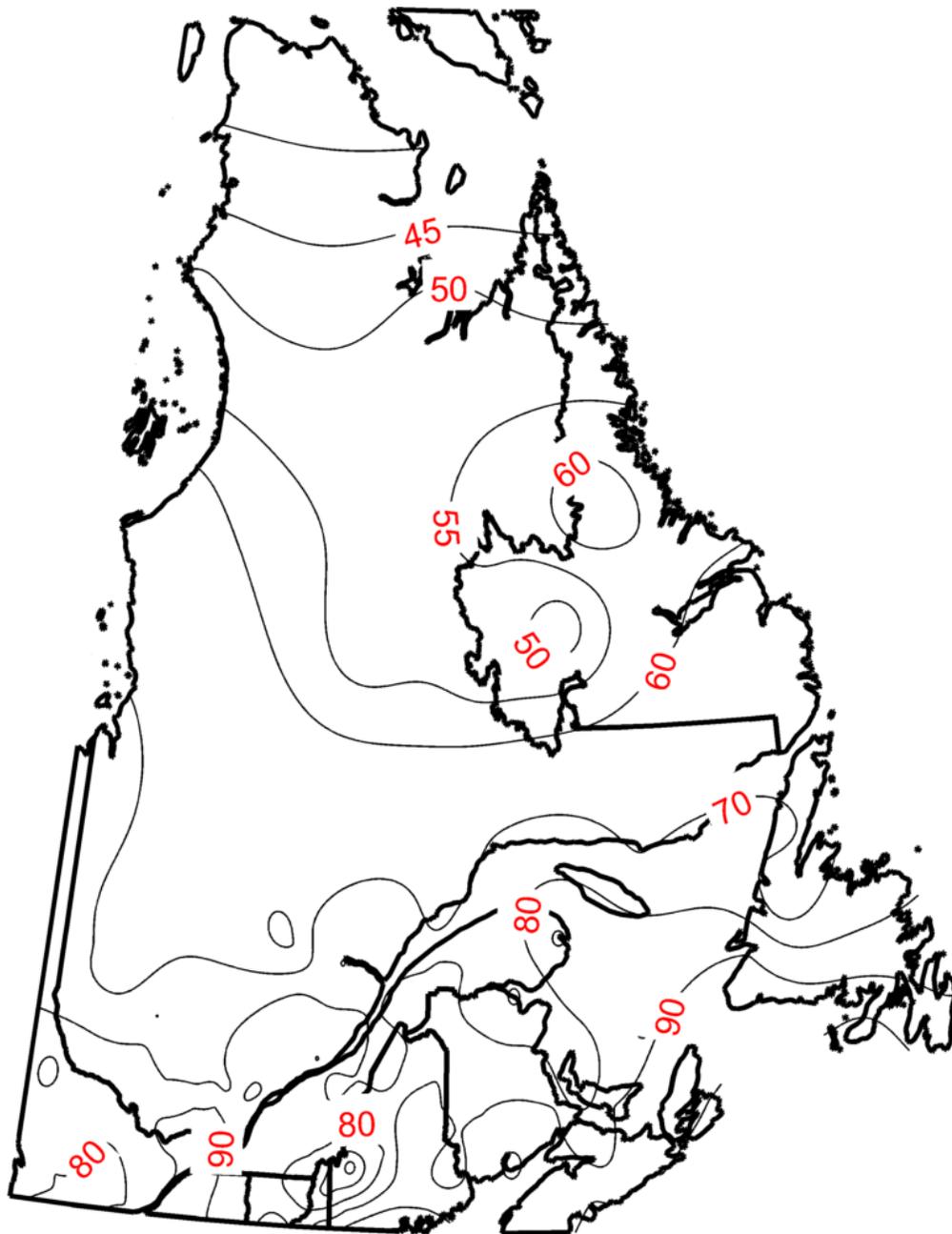


Figure D.41: Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 50 ans (en mm).

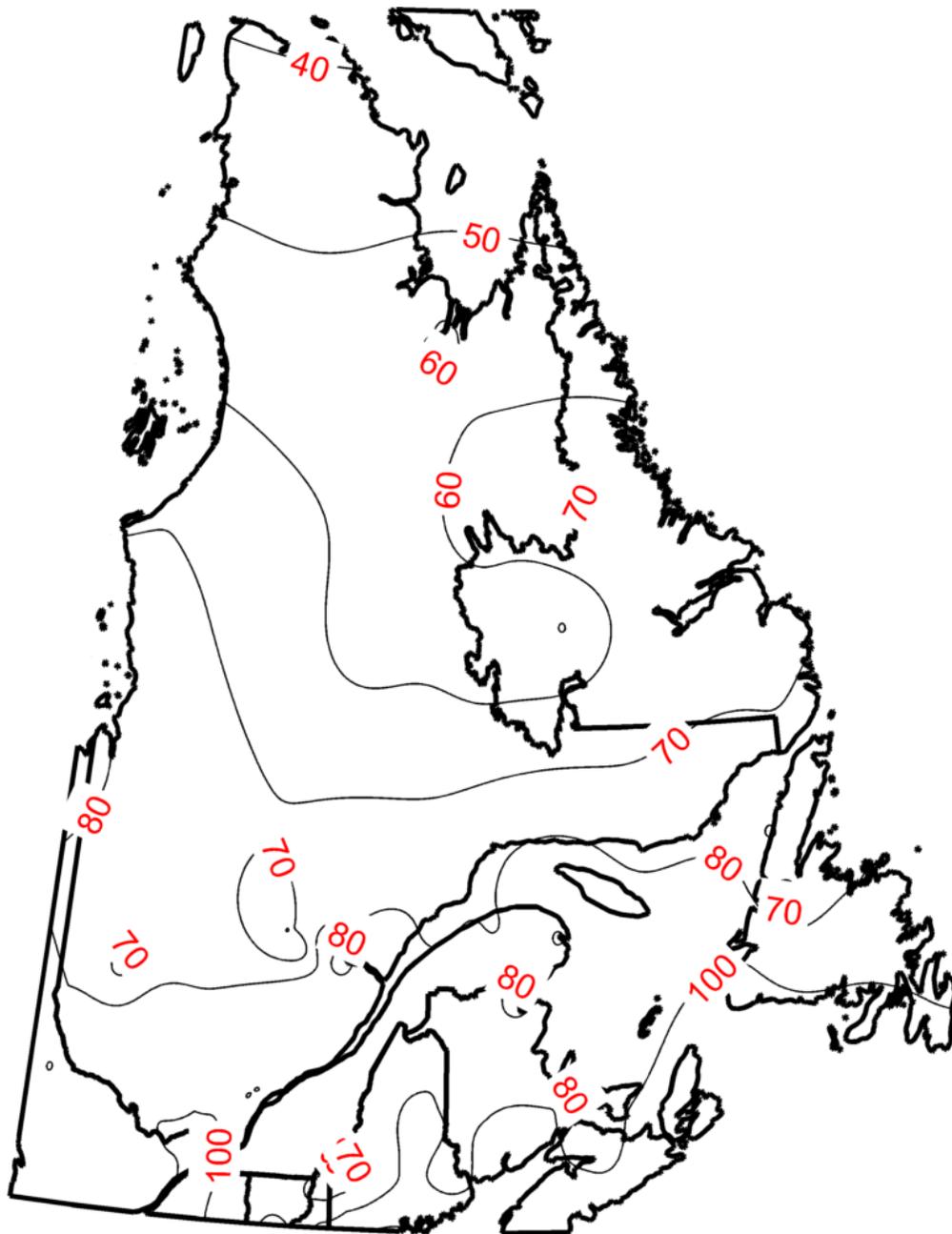


Figure D.42: Isohyètes des maxima annuels de durée 12 heures et de période de retour 100 ans (en mm).