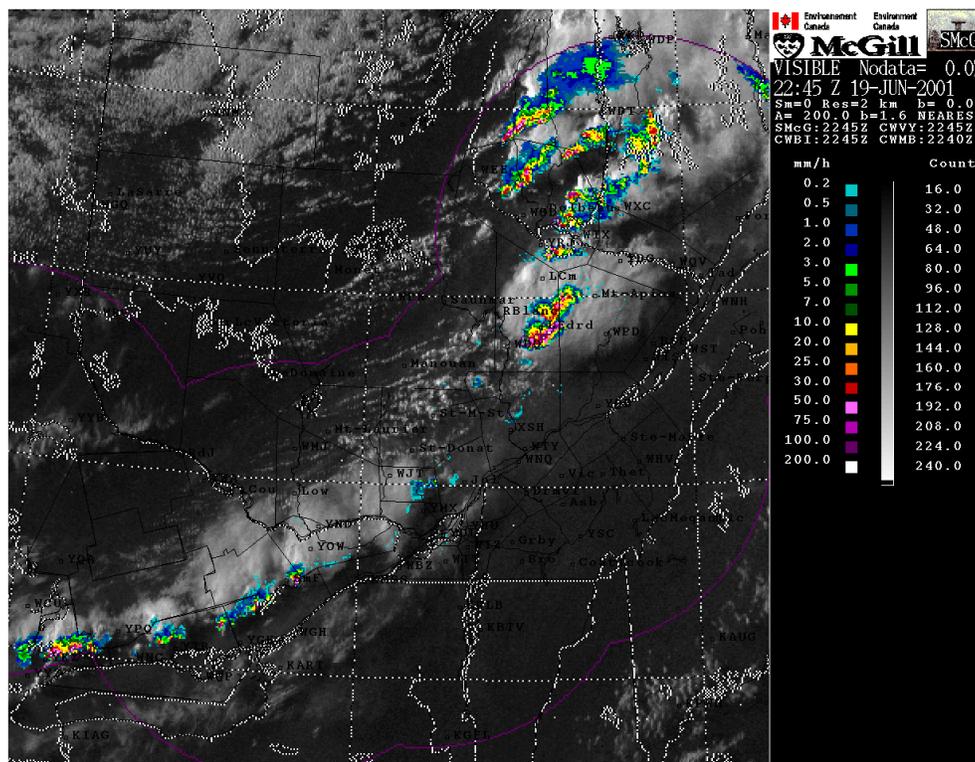


# RAPPORT DE TEMPS VIOLENT ESTIVAL POUR LES SAISONS 1999 ET 2000

NOTE TECHNIQUE  
RÉGION DU QUÉBEC  
2001N-004  
DÉCEMBRE 2001



AUTEUR : PIERRE VAILLANCOURT

© TOUS DROITS RÉSERVÉS PAR :



Environnement Canada  
Environnement Canada

RÉGION DU QUÉBEC  
QUEBEC REGION

## **REMERCIEMENTS**

L'auteur tient à remercier les autres membres réguliers de l'équipe du temps violents estival: J. Morissette, René Héroux et Serge Mainville, ainsi que les collaborateurs occasionnels, pour leur travail quotidien à la sécurité du public et pour avoir rendu possible la prise des données de ce rapport.

Remerciements également à Stan Siok, Gaétan Deaudelin et Mario Gaudette et leurs équipes au BSME d'Ottawa, Québec et Rimouski pour leur aide dans la détection et les enquêtes de temps violents.

Enfin, nous ne saurions passer sous silence l'appui toujours renouvelé de la direction du Bureau des services météorologiques et environnementaux de Montréal (BSME - Montréal) pour le programme de prévision du temps violent estival.

# TABLES DES MATIÈRES

<b><i>TABLES DES MATIÈRES</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b><i>TABLE DES FIGURES</i></b>	<b><i>3</i></b>
<b><i>TABLE DES TABLEAUX</i></b>	<b><i>4</i></b>
<b><i>1. INTRODUCTION</i></b>	<b><i>5</i></b>
<b><i>2. TYPES DE PHÉNOMÈNES VIOLENTS ET LEURS CAUSES</i></b>	<b><i>6</i></b>
<b><i>3. LA PRÉVISION DE PHÉNOMÈNES VIOLENTS</i></b>	<b><i>8</i></b>
<b><i>3.1 Bulletins de prévisions</i></b>	<b><i>8</i></b>
<b><i>3.2 Phase de veille: Évaluation du potentiel de développement</i></b>	<b><i>8</i></b>
<b><i>3.3 Phase de veille: Délimitation de la zone menacée</i></b>	<b><i>9</i></b>
<b><i>3.4 Limites de l'approche de la région du Québec</i></b>	<b><i>9</i></b>
3.4.1 Cas de rafales violentes descendantes (microbursts humides)	10
3.4.2 Les environnements tornadiques	10
3.4.3 Cas de pluie soudaine	11
<b><i>3.5 La phase d'alerte: Les données radars</i></b>	<b><i>11</i></b>
<b><i>3.7 Importance des études de cas</i></b>	<b><i>13</i></b>
<b><i>4.1 Production des messages</i></b>	<b><i>14</i></b>
<b><i>4.2 Dissémination et MÉTÉOCOPIE</i></b>	<b><i>14</i></b>
<b><i>5. ACTIVITÉS CONNEXES ET RÉSEAU D'OBSERVATEURS VOLONTAIRES</i></b>	<b><i>16</i></b>
<b><i>5.1 Ateliers SAM</i></b>	<b><i>16</i></b>
<b><i>5.2 Enquêtes de phénomènes violents</i></b>	<b><i>16</i></b>
<b><i>5.3 Réseau d'observateurs volontaires</i></b>	<b><i>16</i></b>
<b><i>5.4 Intervenants privilégiés</i></b>	<b><i>17</i></b>
<b><i>6. SOMMAIRE DU TEMPS VIOLENT</i></b>	<b><i>18</i></b>
<b><i>6.1 TEMPS VIOLENT DE 1988 À 2000</i></b>	<b><i>18</i></b>
6.1.1 Distribution annuelle	18
6.1.2 Distribution mensuelle	18
6.1.3 Distribution horaire	18
<b><i>6.2 SAISON 1999</i></b>	<b><i>22</i></b>
6.2.1 Pluie torrentielle soudaine	25
6.2.2 Pluie abondante	25
6.2.3 Événements tornadiques :	25
6.2.4 Vents violents	25
6.2.5 Événements de grêle	25
6.2.6 Événements de nombreux éclairs	26
<b><i>6.3 SAISON 2000</i></b>	<b><i>30</i></b>

6.3.1 Pluie torrentielle soudaine	32
6.3.2 Pluie abondante	34
6.3.3 Événements tornadiques	34
6.3.4 Vents violents	35
6.3.5 Événements de grêle	36
6.3.6 Événements de foudre	36
<b>7. VÉRIFICATION</b>	<b>37</b>
<b>7.1 DÉFINITIONS</b>	<b>37</b>
7.1.1 Discrimination des événements	37
7.1.2 Événements confirmés	37
7.1.3 Événements probables	37
7.1.4 Indices de vérification POD et crédibilité	39
<b>7.2 VÉRIFICATION ÉTÉ 1999</b>	<b>39</b>
7.2.1 Vérification globale	40
7.2.2 Vérification par type de message	41
<b>7.3 VÉRIFICATION ÉTÉ 2000</b>	<b>43</b>
7.3.1 Vérification globale	43
7.3.2 Vérification par type de message	43
<b>7.4 VÉRIFICATION HORAIRE pour 1999 et 2000</b>	<b>46</b>
<b>7.5 VÉRIFICATION RÉGIONALE pour 1999 et 2000</b>	<b>47</b>
<b>7.6 VÉRIFICATION COMPARATIVE 1984-2000</b>	<b>49</b>
<b>ANNEXE A : SOMMAIRE 1999</b>	<b>I</b>
<b>ANNEXE B : SOMMAIRE 2000</b>	<b>XIV</b>

## TABLE DES FIGURES

Figure 1: Variation annuelle du nombre et du type de cas violents de 1988 à 2000. ....	19
Figure 2: Variation mensuelle du nombre et du type d'événements violents de 1988 à 2000 .....	20
Figure 3: Distribution horaire des cas de temps violent estival de 1988 à 2000 .....	20
Figure 4: Cartes des régions publiques du Québec utilisées dans ce rapport. ....	21
Figure 6: Distribution régionale des événements de temps violent estivaux de 1988 à 2000. ....	21
Figure 5: Moyenne annuelle de détection de foudre (nuage-nuage et nuage-sol) en coups/(km <sup>2</sup> -année) de février 1998 à décembre 2000. ....	22
Figure 7 :Distribution mensuelle et par type des événements violents de l'été 1999 .....	23
Figure 8: Distribution régionale des événements violents estivaux en 1999. ....	24
Figure 9: Distribution horaire des événements violents estivaux en 1999. ....	24
Figure 10: Distribution mensuelle et par type de temps violent estival en 2000. ....	30
Figure 11:Distribution régionale des événements violents estivaux en 2000. ....	32
Figure 12:Distribution horaire des événements violents estivaux en 2000. ....	32
Figure 13: Distribution horaire des POD (courbe) et des événements(histogrammes) de temps violent en 1999 et 2000. ....	46
Figure 14: Graphiques de la distribution régionale de la probabilité de détection versus le nombre d'événements en 1999 et 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe. ....	47
Figure 15: Graphiques de la distribution régionale de la crédibilité versus le nombre de cas en 1999 et 2000. . Nombre de cas en histogrammes et CRÉDIBILITÉ en courbe. ....	48
Figure 16: Carte des régions publiques utilisées dans ce rapport. ....	50
Figure 17: Distribution horaire des événements et de la probabilité de détection (POD) entre 1988 et 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe. ....	50
Figure 18: Probabilité régionale de détection des événements violents estivaux de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe. ....	51
Figure 19: Probabilité annuelle de détection des événements violents estivaux de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et PODs en courbes. ....	53
Figure 20: Crédibilité annuelle des avertissements/veilles/alertes de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et CRÉDIBILITÉ en courbe. ....	53

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Critères et causes du temps violent estival.....	7
Tableau 2 : Phénomènes violents confirmés de 1988 à 2000.....	19
Tableau 3: Distribution mensuelle du temps violent estival en 1999. ....	23
Tableau 4: Principaux événements de pluie torrentielle sous orage en 1999. ....	26
Tableau 5 Principaux événements de pluie abondante synoptique estivale en 1999. ....	27
Tableau 6 : Tornades en 1999.....	28
Tableau 7 : Principaux événements de grêle en 1999.....	28
Tableau 8: Principaux événements de vents violents estivaux en 1999. ....	29
Tableau 9: Distribution mensuelle des événements violents à l'été 2000. ....	31
Tableau 10: Distribution par type du nombre de cas de temps violent estival en 2000 comparée à période de 1988 à 2000 .	31
Tableau 11: Distribution mensuelle du nombre de jours de temps violent estival en 2000 comparée à la période de 1988 à 2000. ....	31
Tableau 12: Principaux événements de pluies torrentielles sous orage en 2000. ....	33
Tableau 13: Principaux événements de pluie synoptique abondante estivale en 2000 . ....	34
Tableau 14 : Tornades signalées en 2000.....	35
Tableau 15: Principaux événements de vents violents de l'été 2000. ....	35
Tableau 16 : Principaux événements de grêle en 2000.....	36
Tableau 17: Critères de temps violent et définition de la probabilité de détection et de la crédibilité. ....	38
Tableau 18 : Statistiques de 1999 pour tous les types d'avertissements confondus. ....	40
Tableau 19 : Statistiques de 1999 par type d'avertissements... ..	41
Tableau 20: Statistiques des messages d'alertes de 1999 avec préavis d'au moins zéro minute. ....	42
Tableau 21 Statistiques de 2000 pour tous les types d'avertissements confondus. ....	43
Tableau 22 : Statistiques de 2000 par type d'avertissements... ..	44
Tableau 23: Statistiques des messages d'alertes de 2000 avec préavis d'au moins zéro minute. ....	45
Tableau 24: Statistiques annuelles du temps violent estival de 1984 à 2000. ....	52

## 1. INTRODUCTION

Dans ce rapport, vous trouverez une revue détaillée des différents aspects du temps violent au Québec: définitions, méthodes de prévision, émissions des messages d'avertissement, détection et résultats. De plus, une section décrira certaines activités externes et connexes du BSME de Montréal tels le réseau d'observateurs volontaires et la coopération avec des organismes externes.

## 2. TYPES DE PHÉNOMÈNES VIOLENTS ET LEURS CAUSES

Des critères nationaux de temps violent ont été établis pour la vitesse des vents, la grosseur des grêlons, le taux de pluie et bien entendu les tornades (voir Tableau 1). Malgré des variations régionales dans le taux de pluie, ces critères sont assez cohérents à travers tout le pays et sont appliqués dans le schème de vérification (voir section 7).

Une grande partie de la recherche et des connaissances du temps violent obtenue depuis plus d'une décennie était en termes de supercellules orageuses. La raison pour une telle préoccupation est qu'on a démontré "qu'une partie disproportionnée de dommages matériels et blessures attribuables aux orages est reliée aux supercellules" (voir Moller et Doswell).

Même si c'est le cas avec des épisodes de grêle de grande étendue et des événements tornadiques majeurs de force F2 et plus, ce ne sont pas toutes les tornades qui sont le fruit d'orages super-cellulaires. En effet, des tornades non-super-cellulaires ont été observées aux États-Unis (voir Wakimoto et Wilson), et plusieurs ont été notées au Québec (voir Biron et Siok, Gaudette, Vaillancourt).

Des rafales descendantes violentes (downbursts) et des microrafales (microbursts, voir Roux), accompagnent souvent des supercellules, surtout quand il s'agit de dommages de grande étendue. Néanmoins, des microrafales isolées peuvent être également associées à un orage qui paraît anodin, qu'on appelle un orage en pulsation (pulse storm, voir Siok et Biron).

Des vents violents à l'échelle synoptique sont rares en été au Québec. Cependant, un ou deux événements de ce genre peuvent se produire chaque saison estivale, particulièrement sur la péninsule gaspésienne.

Des cas de forte pluie soudaine peuvent être le résultat de cellules super-cellulaires ou multicellulaires violentes. Cependant les cas les plus destructeurs sont le résultat des "échos en train", ou plusieurs cellules de suite, qui sans être nécessairement intenses, suivent le même corridor.

## PHÉNOMÈNES VIOLENTS CONFIRMÉS ET LEURS CAUSES

<b>Grêle <math>\geq 20</math> mm</b>	-	Associée aux supercellules ou aux orages multicellulaires violents.
<b>Vents <math>\geq 90</math> km/h</b>	-	Vents synoptiques (rares en été, surtout sur la péninsule gaspésienne).
	-	"Downburst" et "microburst" (micro-rafale) associés aux orages super-cellulaires et multicellulaires violents ou aux orages en pulsation.
<b>Tornades F0 à F5</b>	-	Super-cellulaires ou non-super-cellulaires.
<b>Fortes pluie soudaine <math>\geq 25</math> mm/h ou <math>\geq 40</math> mm/3h (crue subite)</b>	-	Super-cellulaires, multicellulaires violents ou orages en train.
<b>Pluie abondante synoptique <math>\geq 50</math> mm/24h</b>	-	Dépression synoptique

Tableau 1: Critères et causes du temps violent estival.

## 3. LA PRÉVISION DE PHÉNOMÈNES VIOLENTS

### 3.1 *Bulletins de prévisions*

À cause de l'importance des phénomènes concernés, des bulletins spéciaux sous formes d'**avertissements**, de **veilles** et d'**alertes** météorologiques ont été élaborées afin de prévenir la population en général, de même que les usagers particuliers.

Pour les épisodes de forte pluie à grande échelle, de même que les vents violents reliés aux systèmes synoptiques, des **avertissements** sont émis avec un préavis visé d'au moins trois (3) heures. Cependant, en pratique, des préavis allant de six (6) à douze (12) heures ne sont pas rares pour de tels événements.

En ce qui concerne les phénomènes violents purement convectifs, le souci principal en été, un système de **veilles** et d'**alertes** a été élaboré et les préavis sont beaucoup plus courts que pour les phénomènes violents non-convectifs. Ainsi, pour des situations de temps violent synoptiquement évidentes et caractérisées par une grande instabilité de même qu'une forte dynamique, des **veilles** sont émises avec des préavis variant de 2 à 6 heures pour une superficie couvrant une ou plusieurs régions publiques.

Une fois le phénomène confirmé par un appel d'observateur volontaire, ou est jugé probable basé sur la télédétection, une **alerte** est émise avec un préavis qui est souvent inférieur à une heure et idéalement pour des secteurs plus petits qu'une région publique. Dans les cas de situations marginales, (i.e. les cas où le forçage dynamique est faible), la phase de **veille** ne s'applique pas. Dans de telles situations, il est difficile d'émettre des bulletins avec un préavis dépassant une heure et **l'alerte** sera le message de choix.

### 3.2 *Phase de veille: Évaluation du potentiel de développement*

Durant la phase de veille, on utilise les données à l'échelle synoptique dans un processus à deux volets: évaluation du potentiel de développement et délimitation de la zone menacée. Malgré le fait que cette approche soit demeurée essentiellement intacte depuis son développement à Kansas City dans les années cinquante (voir Miller 1972), le type de données utilisées et la manière dont ces données sont affichées ont subi une profonde évolution au fur et à mesure que de nouvelles connaissances et de nouvelles technologies sont devenues disponibles.

L'évaluation du potentiel de développement consiste à estimer la force du courant ascendant convectif que l'atmosphère peut générer en une journée particulière. En calculant l'énergie hydrostatique disponible (EHD), qui dépend de la distribution verticale de la température (T) et du point de rosée (Td), on obtient un tel estimé. Dans les années quatre-vingt, les chercheurs ont montré que le cisaillement dans les premiers quatre (4) km jouait un rôle aussi important que l'EHD dans la force du courant ascendant, de même que dans son maintien. Suite à une étude publiée par Rasmussen et Wilhelmson (1983), on a combiné l'EHD et le cisaillement du vent à bas niveau dans le développement du Storm Severity Index (SSI) c.à.d indice de sévérité (Turcotte et al, 1985).

### **3.3 Phase de veille: Délimitation de la zone menacée**

Suivant l'approche de Miller (1972), une fois qu'on établit que le potentiel de temps violent existe, la prochaine étape est de délimiter le secteur où la forte convection devrait se matérialiser (délimitation de la zone menacée) en considérant les **termes de forçage**. Ainsi, les zones de convergence et de divergence reliées aux jets de bas et de haut niveaux, les zones d'APT, les creux de surface, etc. sont identifiés en employant une combinaison d'analyses de surface et d'altitude de même que divers champs provenant des modèles numériques. Des changements de stabilité associés aux advections différentielles de température ou d'humidité doivent également être considérés. Ce forçage dynamique est essentiel afin d'éliminer une inversion qui pourrait supprimer la convection et pour maintenir la forte convection une fois qu'elle a éclatée. Dans des situations où il n'y a pas de forçage à l'échelle synoptique, une frontière nuageuse peut favoriser le développement d'une circulation de type brise de mer, la convergence qui en résulte peut dans certaines circonstances favoriser le déclenchement d'orages forts (voir Vigneux et al).

Le forçage calculé à partir de données de surface devrait permettre un meilleur raffinement de la zone menacée, en raison de la meilleure résolution (dans l'espace et dans le temps) de ces données. Le CMQ a déjà une expérience avec la convergence d'humidité de surface, de même qu'avec les champs de Laplacien de pression et de tendance de pression (voir Zwack). Ces champs sont calculés à partir de données de surface recueillies au Centre Météorologique Canadien (CMC).

### **3.4 Limites de l'approche de la région du Québec**

### 3.4.1 Cas de rafales violentes descendantes (microbursts humides)

Comme on l'a vu à la section deux (2), une grande partie des connaissances du temps violent obtenue dans les dernières années était en terme d'orages super-cellulaires ou multicellulaires violentes. De tels orages se produisent dans des environnements caractérisés par de la forte EHD et un fort cisaillement vertical (voir Moller et Doswell). Quand de telles conditions sont atteintes, ce qui se produit dans des situations qu'on appelle synoptiquement évidentes, les valeurs du SSI sont relativement élevées.

Par contre, des orages en pulsation (voir Doswell) se produisent souvent dans des conditions de faible cisaillement mais d'EHD au moins modérée, et ainsi avec des valeurs de SSI relativement faibles. Ces derniers orages peuvent quand même provoquer des microrafales destructrices. Aitkins et Wakimoto (1991) ont trouvé que l'environnement favorable aux "microbursts" humides est caractérisé par la présence d'air très sec aux niveaux moyens.

Ces chercheurs ont montré qu'on peut identifier de tels environnements par la variation verticale de  $\Theta_e$  (température potentielle équivalente) i.e.  $\Delta\Theta_e$ . Des cas vérifiés au CMQ (Siok-Biron, 1992) indiquent que ce paramètre semble être utile dans la discrimination des conditions propices aux microrafales. Ainsi,  $\Delta\Theta_e$  est incorporé dans le logiciel STRATUS depuis 1994.

### 3.4.2 Les environnements tornadiques

La connaissance des tornades a progressé de façon considérable au cours de la dernière décennie. En plus d'un orage super-cellulaire persistant, les tornades importantes sont caractérisées par la présence d'un mésocyclone aux niveaux moyens.

Davies-Jones (1991) et Doswell (1992) ont montré qu'un important paramètre relié à la génération des méso-cyclones est **l'hélicité relative**. Ce paramètre peut être calculé à partir du profil des vents troposphériques de bas niveaux dans logiciel **STRATUS** pour le cisaillement sous les 3 km.

Comme on l'a mentionné à la section 2, des tornades non-supercellulaires se produisent également au Québec. Ce type d'épisode tornadique, qui n'a pas été étudié aussi profondément que le type super-cellulaire, pose un défi aux techniques prévisionnelles existantes. Il semble que le cisaillement et la présence d'un courant-jet de très bas niveau soit les facteurs majeurs mais que leurs effets ne soit pas cohérents d'un cas à l'autre.

### 3.4.3 Cas de pluie soudaine

Des cas de fortes ondées ne peuvent pas également être expliqués uniquement en termes de supercellules ou de cellules multicellulaires violentes. En effet, les plus importants cas de pluie forte en été sont associés aux "échos en train", ou plusieurs cellules de suite, qui sans être nécessairement très intenses aux niveaux moyens, suivent le même corridor.

Maddox et al. (1979) ont identifié un système de classification synoptique où ces situations sont aptes à se produire. Moore (1992) et Doswell et Brooks (NSSL) se penchent davantage sur ce phénomène. Malgré ces efforts, les vérifications montrent que ces cas continuent de poser des problèmes prévisionnels.

### **3.5 La phase d'alerte: Les données radars**

Comme on l'a mentionné à la section 3.1, une alerte est émise quand un phénomène est confirmé par un appel d'observateur volontaire ou est jugé probable basé sur la télédétection: radars, données de foudre et images satellitaires. De ces trois sources de télédétection utilisées au stade d'alerte, le radar est le plus fiable et le plus précis.

Basé sur des études d'observations de cellules orageuses violentes, un modèle conceptuel de la structure tridimensionnelle des supercellules et des multi-cellules violentes a été établi (voir Chisholm et al, Browning). Ceci a mené aux techniques d'identification et de détection basées sur de fortes réflectivités radar aux niveaux moyens et supérieurs de la troposphère qui, selon les études de Lemon (1977), étaient fortement corrélées à l'occurrence de temps violent.

L'utilisation de CAPPI plutôt que de PPI a grandement amélioré et facilité l'application de ces techniques, en particulier pour la détection du surplomb, structure caractéristique d'un orage violent. L'arrivée du prototype RDP (Radar Data Processor) à la fin des années quatre-vingt a permis aux prévisionnistes de visualiser la structure verticale des complexes orageux. La détection des orages violents s'est encore améliorée par le développement des algorithmes **SURPLOMB** et **GUST**. Le premier détecte automatiquement la présence d'un surplomb dans l'orage tandis que GUST, produit dérivé de VIL (Vertically Integrated Liquid) et des sommets des échos (Stewart, 1991), donne un estimé des rafales maximales possibles.

Ces algorithmes sont de très bons indicateurs de temps violent et GUST est un meilleur discriminant que les réflectivités seules pour distinguer les cellules pouvant donner de fortes rafales. Nous les utilisons couramment.

Bien que les radars et leurs systèmes d'exploitation s'améliorent constamment et que les algorithmes produisent une analyse primaire des données, il est toujours essentiel de bien connaître l'interprétation de ces données (réflectivité et Doppler). ***L'oeil exercé d'un météorologue est encore essentiel.***

### **Chronologie des améliorations aux radars :**

En 1993, avec l'installation du système RDP à Villeroy, et la dopplérisation du radar de McGill, nos capacités de détection des phénomènes violents convectifs sur le sud-ouest québécois ont connu un essor important.

En 1994, la transformation en CAPPI des échos radars de Britt, près de North Bay, et du mont Castor, au Saguenay a amélioré grandement la couverture radar du CMQ.

Un algorithme a été développé à l'université McGill en 1994 à partir des travaux de D.S. Zrníc et al. (1985) pour détecter les méso-cyclones sur la partie Doppler de leur radar. M. Biron a raffiné cet algorithme lors de son introduction et j'ai moi-même fait une étude exhaustive des cas de détections de 1993 à 1996 pour en ajuster les paramètres (Vaillancourt 1997). Il donne maintenant d'excellents résultats s'il est utilisé en conjonction avec les autres algorithmes.

Depuis 1995, les données du radar de McGill sont traitées par le logiciel RAPID sur serveur UNIX (Radar data Analysis, Processing and Interactive Display) et qui intègre tous ces algorithmes. À l'automne 1997, un nouveau serveur plus puissant a été installé, permettant depuis avril 1998 de traiter les données (réflectivité seulement) des radars de BRITT, de CARP et de VILLEROY. Ainsi, le météorologiste peut passer d'un radar à l'autre rapidement, bénéficie de l'analyse des algorithmes et peut faire des coupes verticales sur tous ces radars.

Un algorithme sur le cisaillement dans les bas niveaux a été introduit en 1997 au radar de McGill et la polarisation prochaine de ce radar promet encore des informations supplémentaires sur la structure des orages et de leur environnement.

Finalement, le plan national radar amène la dopplérisation des radars conventionnels existants et l'ajout de deux nouveaux radars (Abitibi et Amqui) entre 1999 et 2002. Ceci étendra notre couverture radar à presque 80% de la population québécoise, ce qui est très important pour une protection efficace du temps violent.

### 3.6 Données de foudre

Pour la première fois en 1993, cinq (5) antennes, utilisant le système LPATS (Lightning Position and Tracking System), ont été installés sur le sol québécois. Des études menées par Hydro-Québec

ont estimé que l'efficacité de détection du réseau n'a été alors que vingt-deux (22) pour cent.

Par une entente avec Hydro-Québec, nous recevions les données de LPATS directement au BSME de Montréal et Mario Gaudette a analysé quelques cas de temps violent accompagnés de fréquents éclairs de la saison 1993. Son étude a effectivement montré qu'une surveillance attentive du taux de foudre aurait mené à une meilleure prévision dans plusieurs cas, surtout lorsque le temps violent se produit en dehors de la portée des radars.

En 1994, Hydro-Québec a installé un sixième détecteur sur le Québec tout en modifiant son logiciel de détection. Ceci a augmenté l'efficacité globale du taux de détection de l'activité orageuse à l'échelle de la province, qui est passée de 22% à 58% entre 1993 et 1994. L'expérience depuis ce temps confirme les analyses de M. Gaudette.

Au cours de 1998, un réseau national de détection de foudre a été mis sur pied, remplaçant le réseau d'Hydro-Québec. Ce réseau améliore le taux de détection et la précision de la localisation des éclairs.

### **3.7 Importance des études de cas**

Historiquement, l'approche d'études de cas constituait la pierre angulaire sur laquelle les techniques de prévisions des phénomènes violents, en été comme en hiver, ont été développées. Elles forment la base sur laquelle de nouveaux modèles conceptuels, des approches prévisionnelles et des logiciels de détection peuvent être vérifiés avant d'être implantés. Ainsi, l'indice SSI, le concept de  $\Delta\Theta_e$  dans des situations de microrafales, les logiciels SURPLOMB et GUST ont été vérifiés avant d'être implantés. L'application du radar Doppler et les données de foudre devraient suivre la même route.

Des événements majeurs qui n'ont pas été traités convenablement par le système prévisionnel devraient être étudiés à fond. Un répertoire de cas bien documentés constitue une source importante de connaissances qui peuvent être transmises aux générations successives de prévisionnistes.

Idéalement, ces études de cas devraient être faites aussitôt que possible après l'événement. Un effort est fait pour au moins ramasser le matériel pertinent aussitôt après l'événement et pour conclure l'étude quand les ressources le permettent.

En 1999, deux études sur des tornades non-supercellulaires survenus en 96 et 98 ont été publiés par le BSME de Montréal (99N-002 et 99N-003). On a pu également faire une étude sur la tornade de Drummondville de 1999 (99N-004) et une dernière sur le Dérécho (forte ligne de grain) la même année (99N-005).

## **4. PRODUCTION ET DISSÉMINATION**

### **4.1 Production des messages**

La production des messages de veille, d'alerte et d'avertissement devient particulièrement cruciale durant les épisodes de temps violent généralisé. Comme on vient de le mentionner, l'outil indispensable pour l'émission d'alertes sur le sud québécois est le radar. Le météorologue doit observer l'évolution des échos, identifier les phénomènes cohérents (tels que les lignes de grain) s'il y a lieu, et anticiper l'évolution de ces échos avant de rédiger le texte sur un autre écran. Ceci peut prendre plusieurs minutes et peut amener des erreurs de rédaction ce qui nuit à l'utilité du message.

Nous avons déjà cherché à solutionner ce problème de deux façons. Premièrement, en utilisant des messages standards où seules la position des orages et les régions affectées sont ajoutées. Deuxièmement, en 1994, en ayant recours à deux personnes en cas de temps violent, l'une spécialiste-radar et l'autre comme analyste et émetteur des messages. Cette approche a donné d'excellents résultats.

Avec les contraintes de personnel depuis 1995, il n'a été possible d'avoir qu'un spécialiste assigné au poste de temps violent et ceci sera la norme dans le futur. Ce dernier a un quart de travaille plus long de façon à couvrir le plus la période diurne de temps violent.

Avec la multiplication des régions publiques depuis deux ans, il a parfois peine à suivre le temps et à émettre les messages d'alertes. Un affichage où les données radar, de foudre et satellitaires pourraient être vues en superposition avec les régions publiques seraient d'une grande aide, surtout s'il permettait de choisir graphiquement les régions à mettre en alerte. Notre unité DOMAF travaille à un poste d'affichage universel et il est à souhaiter que cette idée y soit adjointe.

### **4.2 Dissémination et MÉTÉOCOPIE**

Pour accélérer la dissémination des veilles ou alertes météo, nous utilisons depuis plusieurs années MÉTÉOCOPIE, une technologie développée par DATA-RADIO, qui permet de transmettre des bulletins (sous forme de texte ou graphique) à un grand nombre d'usagers ciblés, via les ondes de RADIO-MÉTÉO. Il existe un grand nombre d'antennes émettrices à travers la province et MÉTÉOCOPIE peut donc une large clientèle mais à condition que celle-ci soit équipée du matériel nécessaire.

Nous avons également, jusqu'à octobre 2000, une entente avec la CUM (Communauté Urbaine de Montréal) pour leur envoyer des messages d'alertes graphiques lorsque le temps violent devinait imminent sur leur territoire. L'expérience a été très mitigée.

Nous nous tournons de plus en plus vers l'autoroute électronique pour disséminer nos avertissements, les moyens décrits ci-dessus devenant périmés ou lents.

- Un site Internet a déjà été créé. Il affiche les veilles, alertes et avertissements.
- Il y a développement d'envois ciblés vers des utilisateurs abonnés.
- Un projet-pilote de bande déroulante à la télévision a donné des résultats satisfaisants et sa mise-en-oeuvre généralisée est en cours de réalisation.

## **5. ACTIVITÉS CONNEXES ET RÉSEAU D'OBSERVATEURS VOLONTAIRES**

### **5.1 Ateliers SAM**

Une des faiblesses du programme de temps violent, qu'on a commencé à redresser ces dernières années, concerne l'éducation publique. Il est crucial que des groupes d'intervenants majeurs soient bien informés à propos du programme de veilles et d'alertes, et qu'ils aient les moyens de recevoir ces informations en temps opportun. Tels sont les objectifs principaux des ateliers SAM qui sont en train d'être ravivés.

### **5.2 Enquêtes de phénomènes violents**

Le but principal des enquêtes de temps violent est l'amélioration des techniques de prévisions et de détection radar. Afin d'atteindre cet objectif, il est essentiel non seulement d'évaluer l'étendue des dommages associés à une tempête particulière, mais aussi de constater s'il s'agit de dommages de vent associés à une tornade ou à un "downburst".

Un des aspects de ces enquêtes est la visibilité qu'elles offrent à Environnement Canada. Dans certains cas, la présence du personnel professionnel se déplaçant dans un véhicule ministériel sur les lieux d'un important sinistre météorologique a eu l'effet d'attirer l'attention des médias pour des entrevues.

La diffusion de ces entrevues est primordiale pour établir l'expertise en temps violent d'Environnement Canada dans l'opinion publique. Ainsi, on propose que ces enquêtes soient fortement supportées. Afin qu'elles soient efficaces tant du point de vue médiatique que scientifique, ces enquêtes devraient être menées dans les plus brefs délais après l'événement, au plus tard le lendemain matin, afin de statuer le plus rapidement possible sur la nature des événements.

Afin qu'elles soient menées de façon professionnelle, une trousse d'enquête incluant des caméras vidéo et 35 mm est déjà disponible.

### **5.3 Réseau d'observateurs volontaires**

La détection de phénomènes à l'échelle méso, tels que le temps violent estival, requiert un réseau d'observation de forte densité. Ainsi, en plus des réseaux du SEA, Forêt et Agro-Météo,

La région du Québec a recruté environ 900 observateurs volontaires, surtout parmi des organisations telles que le SMQ (Société de météorologie du Québec), la SQ (Sûreté du Québec) et la RAQI (Radio-amateurs du Québec Inc.).

Depuis quelques années, un minimum de ressources a été consacré au maintien et au recrutement de ce réseau volontaire. Mais en 2000, un nouvel effort a été entrepris pour rajeunir notre liste et pour créer des cellules de volontaires que l'on pourrait mettre en état d'alerte lors de situations significatives. Ce dernier réseau est formé par les membres de certains clubs RAQI du sud-ouest québécois et il suit le modèle du réseau CANWARN (CANadian WARNing system). Il s'agit de communiquer avec un répartiteur de chaque club lorsque la situation est propice au temps violent et ce dernier met alors ses membres sur un pied d'alerte. Lorsque du temps significatif survient, le répartiteur contacte le centre de prévision.

#### **5.4 Intervenants privilégiés**

Nous avons un contact régulier avec la Sécurité civile du Québec, organisme du gouvernement provincial, qui reçoit tous nos messages d'avertissement et qui nous appelle régulièrement lors d'émission d'alerte. Ceci permet de mieux les renseigner lors de dégâts potentiels.

Le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, ainsi que certains gestionnaires des bassins hydrographiques, sont tenus au courant des situations de forte pluie et peuvent nous donner des observations en retour.

Finalement, la Sûreté du Québec est sur la liste de nos observateurs volontaires et nous donne de précieux renseignements sur les lieux sinistrés.

## 6. SOMMAIRE DU TEMPS VIOLENT

### 6.1 TEMPS VIOLENT DE 1988 À 2000

#### 6.1.1 Distribution annuelle

La moyenne de cas de temps violent estival est de 97 cas entre 1984 et 2000. Les Tableau 2 et Figure 1 montrent une grande variation dans le nombre d'événements violents entre 1988 et 2000 (nous n'avons pas ces données séparées avant 1988). Il ne semble pas y avoir de tendance particulière quant au nombre, ni au type de temps violent estival durant cette période de 13 ans.

#### 6.1.2 Distribution mensuelle

Du point de vue de la distribution mensuelle par type, on voit dans la Figure 2 que le nombre de cas suit une forme de cloche dont le maximum se situe en juillet. Les types varient également avec le mois. Vents violents et pluies abondantes, ainsi que certains événements de grêle prédominent en mai et en septembre montrant l'effet des systèmes synoptiques.

En juin, les systèmes convectifs commencent à prendre la vedette. La grêle, les vents violents et la pluie torrentielle sous orages prennent alors le dessus. Enfin en juillet et août, les événements de pluie torrentielle sous orages dominent, accompagnés surtout de vents violents.

#### 6.1.3 Distribution horaire

Du point de vue horaire, la Figure 3 montre que le temps violent estival est essentiellement diurne avec un pic à 16-17 heures HAE, soit la fin de l'après-midi. Cependant, un nombre non négligeable de cas se produisent le soir et la nuit. Ceux du soir sont surtout dus à de la convection organisée qui persiste plus longtemps et ceux de la nuit, à des systèmes plus synoptiques. À remarquer qu'il y a un pic à 8 heures du matin qui est artificiel car il vient du fait que les données de pluie sont reçues aux heures synoptiques (12 TU = 8 HAE) et qu'il est parfois difficile de juger la période exacte du début de cette précipitation.

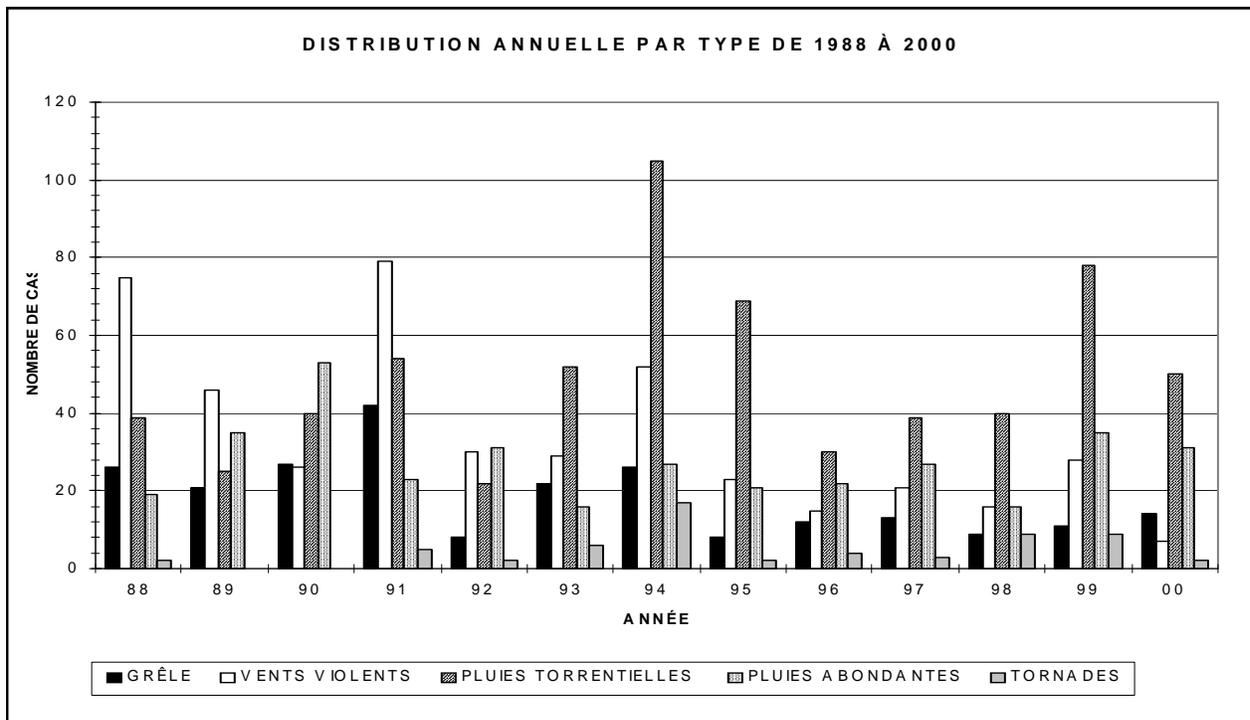


Figure 1: Variation annuelle du nombre et du type de cas violents de 1988 à 2000.

**PHÉNOMÈNES VIOLENTS CONFIRMÉS 1988-2000**

Période: 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre

ANNÉE	2000	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88
TORNADE (PROBABLES)	2 (0)	9 (2)	9 (6)	3 (0)	4 (1)	2 (3)	19 (9)	6 (5)	2 (2)	5 (13)	0 (3)	0 (2)	2 (7)
VENTS VIOLENTS	7	28	16	21	15	23	52	29	30	79	26	46	75
GRÊLE	14	11	9	13	12	8	26	23	8	42	27	21	26
PLUIE TORRENTIELLE SOUS ORAGE	50	78	47	39	30	69	105	52	22	54	40	25	39
PLUIE ABONDANTE SYNOPTIQUE	31	35	16	27	22	21	27	16	31	23	53	35	19
NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS VIOLENTS CONFIRMÉS *	100	151	82	95	77	115	202	112	80	94	93	78	103

Tableau 2 : Phénomènes violents confirmés de 1988 à 2000

\* Ceci n'est pas un total de la colonne au-dessus, mais un total des événements confirmés. Chaque événement confirmé peut être formé de deux ou plus des phénomènes individuels.

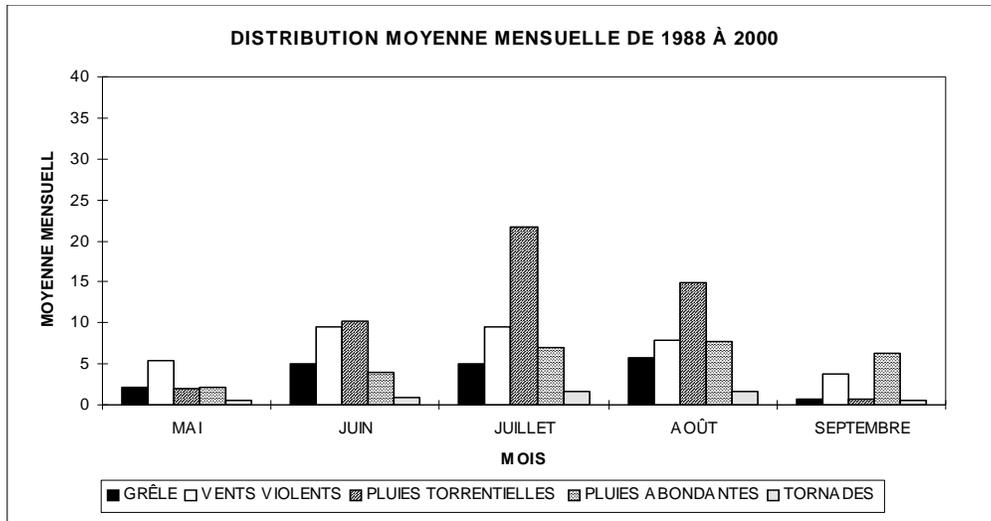


Figure 2: Variation mensuelle du nombre et du type d'événements violents de 1988 à 2000

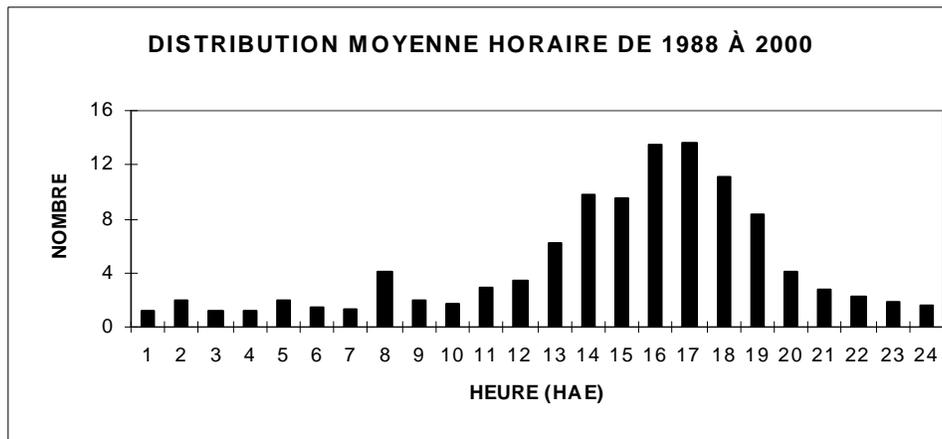


Figure 3: Distribution horaire des cas de temps violent estival de 1988 à 2000

#### 6.1.4 Distribution régionale

Les régions publiques du Québec sont indiquées sur la **Figure 4**. À noter que la région numéro 27, Baie-des-Chaleurs, est une nouvelle zone de responsabilité pour la région du Québec depuis 1994 et que la région 5, Ottawa-Hull-Cornwall, est passée sous le contrôle de la région de l'Ontario en novembre 1994. Cette dernière n'est donc plus vérifiée dans ce rapport et la partie québécoise de l'Outaouais est passée à la région 3.

On peut remarquer qu'on a un maximum de détection dans les régions du sud-ouest québécois (Figure 5), soit là où on a la plus grande densité de population (régions autour de Montréal). Cependant, les signalements sont quand même importants dans les régions 1 (Abitibi-Témiscamingue) et 8/9 (Québec/Estrie-Beauce).

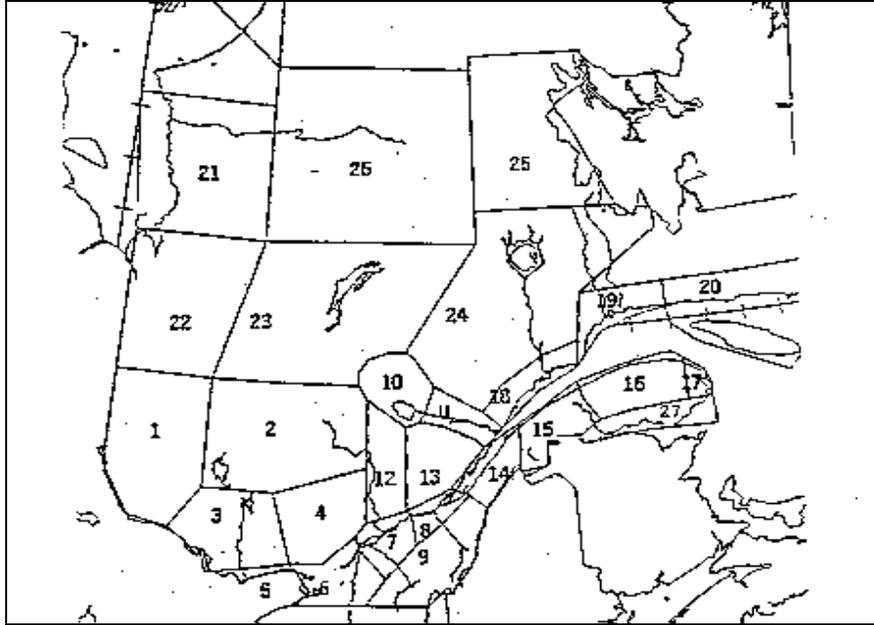


Figure 4: Cartes des régions publiques du Québec utilisées dans ce rapport.

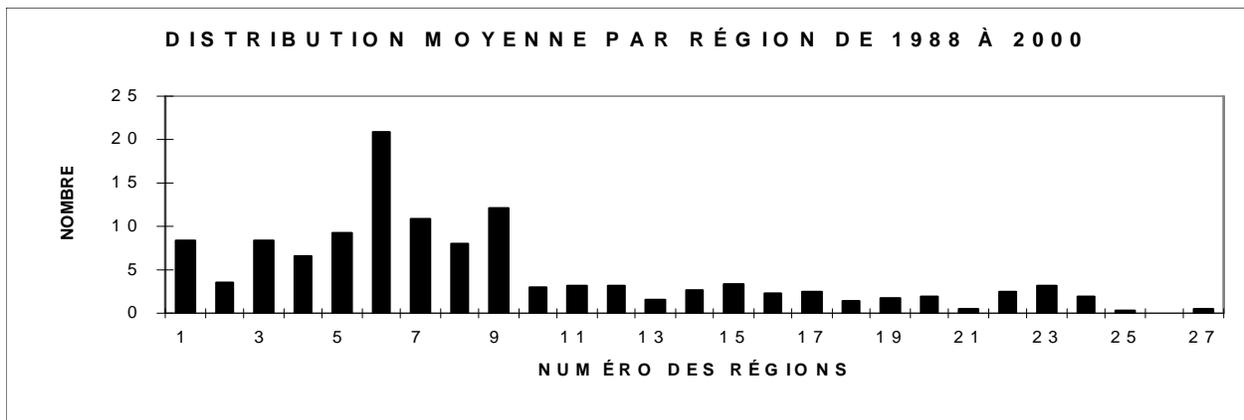


Figure 5: Distribution régionale des événements de temps violent estivaux de 1988 à 2000.

En fait, une étude de la distribution de la foudre (Figure 6, Burrows et al. 2002) montre que les systèmes orageux, se distribuent de façon similaire à la Figure 5. Comme ils sont la cause des principaux événements violents estivaux, nous pouvons penser que ce graphique n'est pas trop loin de la réalité de la distribution du temps violent régional bien qu'il faille tenir compte d'un certain biais dû à la densité de population. Cependant, ce biais pourrait être moins fort que l'on pense à cause de la diversité des sources de signalement de temps violent (observateurs, stations forestières, stations agricoles, stations du SMC et partenaires, etc...).

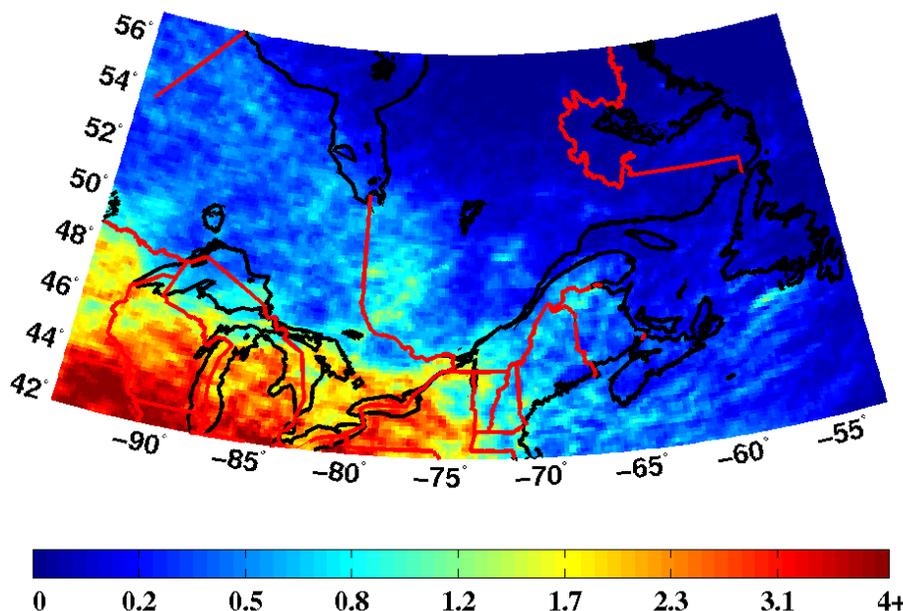


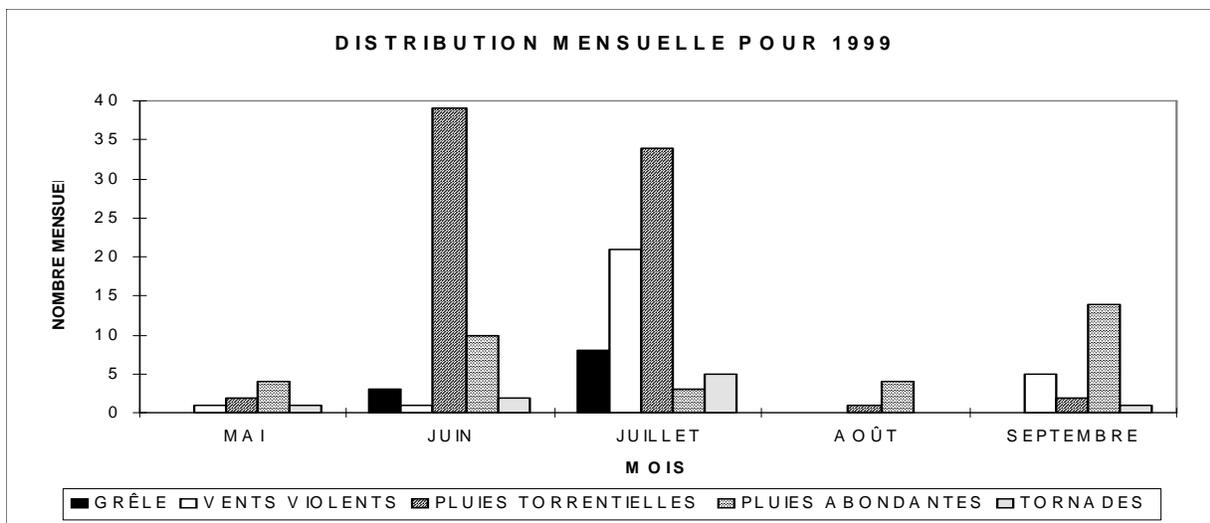
Figure 6: Moyenne annuelle de détection de foudre (nuage-nuage et nuage-sol) en coups/(km<sup>2</sup>-année) de février 1998 à décembre 2000.

## 6.2 SAISON 1999

La période de mai à septembre 1999 a été caractérisée par des températures au-dessus de la normale sur le Québec amenant des conditions thermodynamiques favorables au développement d'orages. Cette saison a été la première depuis 1994 où l'on a signalé un nombre d'événements bien supérieur à la moyenne.

Elle a été marquée par cent cinquante et un (151) cas de temps violent, soit bien au-dessus la moyenne annuelle (1984 à 1998) de quatre-vingt-treize(97). Un nombre important de faibles tornades (9 confirmées), dont celle de DRUMMONDVILLE le 6 juillet, et le passage d'un Dérécho (ligne intense d'orages), la nuit du 4 au 5 juillet, ont été les faits les plus marquants.

La distribution du type d'événements violents est assez semblable aux autres années et est caractérisée par un grand nombre de cas de pluie torrentielle sous des orages. Cependant, la distribution mensuelle a été particulièrement différente de la normale alors que 77% des événements se sont produits durant le mois de juillet et la première moitié de juin. Cette répartition très restreinte montre que les déclencheurs dynamiques, tels que passages de fronts ou de dépressions organisées, ont souvent manqué à l'appel.



**Figure 7 :Distribution mensuelle et par type des événements violents de l'été 1999**

La distribution entre les événements essentiellement de pluie et ceux ayant d'autres phénomènes (Tableau 3) montre la prédominance du premier. Seulement en juillet a-t-on eu un nombre égal, ce qui correspond à la période la plus favorable au développement de supercellules. Les mêmes données montre le surnombre important de cas avec pluie seulement par rapport à la moyenne de 84 à 2000. Cela est surtout causé par l'augmentation des stations qui ne rapportent que ce type de phénomène (stations forestières, agricoles, etc...)

MOIS	ÉVÉNEMENTS CONFIRMÉS	PLUIE ABONDANTE OU TORRENTIELLE (Sans autre événement convectif)	AUTRES ÉVÉNEMENTS (Grêle,rafales ou tornades mais pouvant être accompagnés de pluie)	NOMBRE DE JOURS AVEC ÉVÉNEMENTS CONFIRMÉS OU PROBABLES	ÉVÉNEMENTS PROBABLES (voir définition section 7.3)
mai	7	5	2	2	18
Juin	53	47	6	10	15
Juillet	64	32	32	18	21
août	5	5	0	3	7
Septembre	22	17	5	8	6
TOTAL	151	106	45	41	77
MOYENNE 84-2000	92	54	38	N/A	N/A

**Tableau 3:Distribution mensuelle du temps violent estival en 1999.**

La distribution régionale (Figure 8) montre la cloche habituelle dans le sud-ouest québécois (régions 4 à 9) mais comporte également un nombre supérieur à la moyenne d'événements dans les régions 1 à 4 (Abitibi-Témiscamingue et Outaouais), ainsi que dans les régions 22 à 24 (Matagami, Chibougamau et Manicouagan). Ceci semble concorder avec une poussée du temps chaud vers les régions plus septentrionales du Québec.

Quant à la distribution horaire (Figure 9), nous pouvons voir que le maximum que l'on retrouve généralement vers la fin de l'après-midi (17 HAE) s'est élargi. Il n'y a plus un seul maximum bien défini mais plutôt deux : 17 HAE et 23 HAE. Les événements se sont donc produits sur une plus large période en 1999 ce qui tend à conclure que les systèmes ont été de plus longue durée de vie. Le cas du Dérécho du 4 au 5 juillet 1999 a également contribué à augmenter les signalements nocturnes.

Ci-après, vous trouverez les événements marquants de l'été 1999 par type de phénomènes violents.

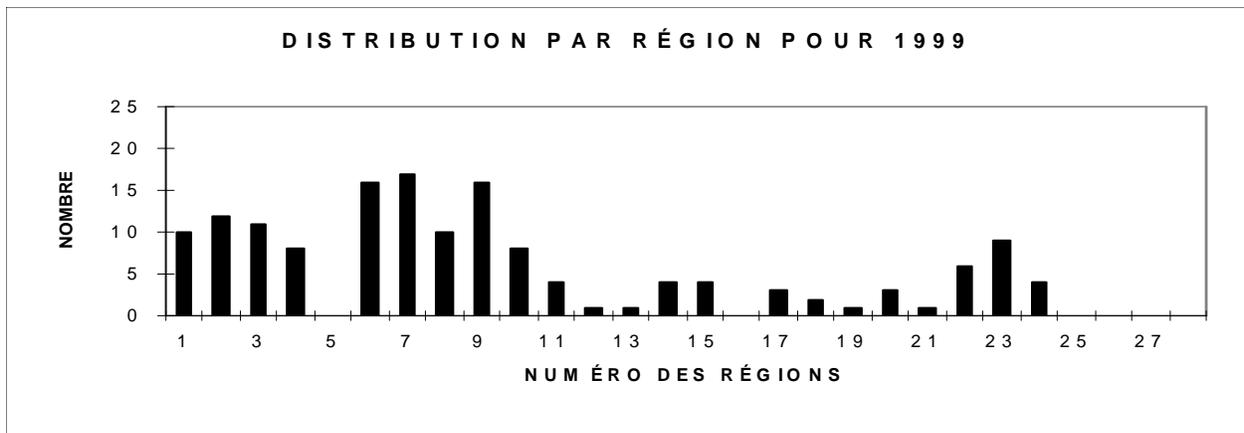


Figure 8: Distribution régionale des événements violents estivaux en 1999.

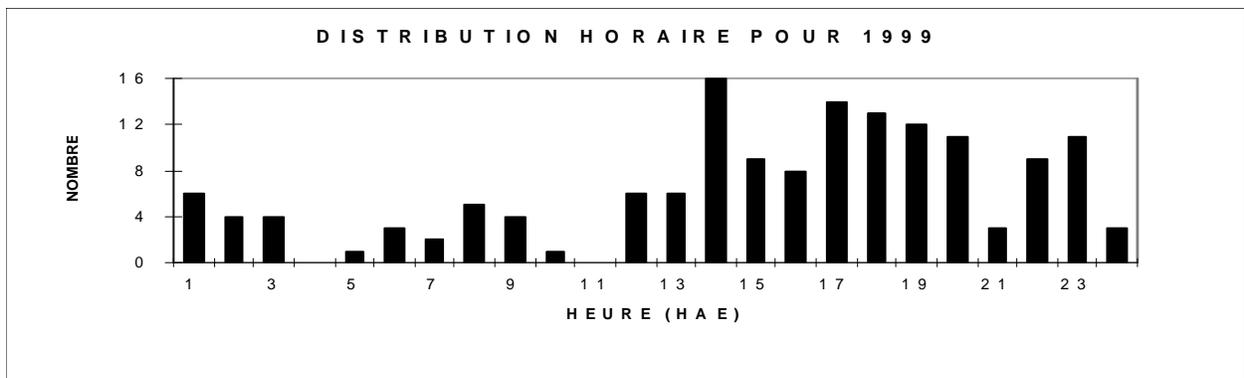


Figure 9: Distribution horaire des événements violents estivaux en 1999.

### 6.2.1 Pluie torrentielle soudaine

Il y a eu 78 cas de pluie torrentielle sous orages en 1999, soit le double de la moyenne. Juin fut le mois ayant le plus de cas, comme le montre la (Figure 7), suivi de près par juillet. Les cas principaux sont répertoriés dans le (Tableau 4)

### 6.2.2 Pluie abondante

Il y a eu 35 cas de pluie abondante synoptique en 1999, soit près de 50% de plus que la moyenne de 26. Ces cas ont eu surtout lieu en juin et en septembre selon la (Figure 7). Les cas principaux sont répertoriés dans le (Tableau 5)

### 6.2.3 Événements tornadiques :

Neuf(9) tornades ont été confirmées en 1999. Donc ce fut une année bien au-dessus de la normale (5). Dans plusieurs de ces cas, les cellules orageuses ne correspondaient pas à la description classique des supercellules alors que ces orages n'avaient qu'une faible extension verticale mais un cisaillement important des vents dans les bas niveaux. Le Tableau 6 donne une description de toutes les tornades signalées en 1999.

Les dégâts furent généralement moyens et on ne rapporte aucune perte de vie. Le cas le plus important, et le plus médiatisé, fût celui d'une cellule tornadique qui s'est formée au Nord-Ouest du Lac Saint-Pierre en soirée du 6 juillet. Elle a causé des dégâts espacés le long d'une ligne allant de Berthierville à Yamaska puis Drummondville et se terminant dans le secteur de Danville près d'Asbestos. Un secteur de la ville de Drummondville a particulièrement été touché avec une cinquantaine de toits arrachés.

### 6.2.4 Vents violents

Le nombre de cas de vents violents en 1999 est de vingt-huit(28), bien sous la normale annuelle de 39. La Figure 7 montre qu'ils furent presque exclusivement signalés en juillet et le cas le plus important est sans conteste celui causé par un Dérécho, la nuit du 4 au 5 juillet. Le Tableau 8 montre les principaux cas.

### 6.2.5 Événements de grêle

En 1999, il y a eu 11 cas: début juin et fin juillet mais rien d'autre pour le reste de la saison. La moyenne annuelle étant de 20 événements, 1999 fut très calme du point de vue de la

grêle et les cas sont énumérés dans le Tableau 7.

## 6.2.6 Événements de nombreux éclairs

À notre connaissance, la foudre n'a fait aucune victime ni dommages au cours de la saison 1999. En général, le taux de foudre ne fut pas exceptionnel sauf durant quelques cas plus organisés.

Le Dérécho, une ligne d'orage longue de deux cents kilomètres et large d'une vingtaine, qui s'est déplacé du Témiscamingue à l'Estrie entre 22 heures le 4 juillet et 4 heures du matin le 5 juillet, fut sans contredit l'événement orageux de la saison. Les témoins ont vu un feu roulant d'éclairs lors de son passage et la détection de la foudre a donné entre 3000 et 4000 coups à l'heure le long de cette ligne.

DATE	RÉGION	ENDROITS	DESCRIPTION
03-06-99 (03-06 TU)	Réservoirs Cabonga-Gouin	Lu-Nic	55 mm
	Gatineau-Lièvre	Maniwaki Mont-Saint-Michel	Respectivement : 67 et 76 mm de pluie
07-06-99 16 HAE (20 TU)	Matagami		Série de lignes d'orages dans un secteur chaud donnant :
		Mistouac	53 mm
	Réservoirs Cabonga-Gouin	Balbusard Clova Galifet	38 mm 59 mm 48 mm
Au	Mauricie- Drummonville	Saint-Narcisse Lac-à-la-Tortue Arthabasca Fortierville	66.4mm 44 mm 56.6 mm
08-06-99	Québec	Ste-Brigitte-de- Laval Montmagny	Inondations de sous-sol.
00 HAE (04 TU)	Estrie-Beauce	La Patrie/Ditton Disraëli/Thetford Lac Mégantic Stanstead/Stukely Saint-Ludger	71.3 mm 39.4 mm 48.8 et 54.6 mm 39 mm
08-06-99 (18-20 TU)	Mauricie	Rivière-Matawin Lac-aux-Sables La Pérade	35.8 mm 34.4 mm
	La Tuque	Panache Lac-des-Commissaires	68.6 mm 40.6 mm
17-07-99 (01-03 TU)	Abitibi	Harricana	46.6 mm
	Réservoirs Cabonga-Gouin	Obedjiwan Gouin	74.2 mm 42 mm
24-07-99 (00 TU)	Abitibi	Val d'Or	68 mm
05-08-99 (18 TU)	Rimouski- Matapédia	Amqui	61 mm, rues remplies d'eau

**Tableau 4: Principaux événements de pluie torrentielle sous orage en 1999.**

DATE	RÉGION	DESCRIPTION
24-05-99	Saguenay	55 mm
	Baie-Comeau Forestville	60 mm
14-06-99	Abitibi-Témiscamingue	60 à 76 mm
28-06-99	Gatineau-Lièvre	50 mm
	Montréal Montérégie Lanaudière et Lachute	53 à 64 mm
	Laurentides Mont-Tremblant	50 mm
	Mauricie Drummondville	64 mm
	Estrie-Beauce	61.1 à 75 mm
01-07-99 au 02-07-99	Réservoirs Cabonga-Gouin	39 à 61.6 mm
	Pontiac-Gatineau-Lièvre Lac Saint-Jean	53 à 62 mm 55 mm sur le Nord de la région
09-08-99	Basse Côte-nord Anticosti	72.2 Mm à Natashquan 40 à 42 mm
13-08-99	Montréal (Montérégie)	52 mm
	Beauce	60 mm
17-08-99	Rimouski-Matapédia	65.5 mm
10-09-99	Rimouski-Matapédia	60 à 82 mm
11-09-99	Basse Côte-nord	59 mm à Havre-Saint-Pierre
16-09-99 au 17-09-99	Montréal	50 à 75 mm
	Mauricie Drummondville	50 à 70 mm
	Québec	40 à 86 mm
	Réserves faunique des Laurentides	54 mm
	Gaspé-Parc Forillon	50 à 54 mm
22-09-99	Gaspé-Parc Forillon	30 à 75 mm en 36 heures
	Basse Côte-nord Anticosti	115 mm à Natashquan 134 mm à Heath Point en 36 heures
28-09-99	Abitibi-Témiscamingue	55 à 92 mm
	Matagami	57.5 mm en 48 heures
	Chibougamau	112 mm

**Tableau 5 Principaux événements de pluie abondante synoptique estivale en 1999.**



DATE	RÉGION	ENDROIT	DESCRIPTION
14-06-99	Pontiac	Fort-Coulonge	Arbres matures déracinés, bateaux et chaloupes renversés, tuyaux de ventilation arrachés
05-07-99  Durant la nuit	Témiscamingue	Toute la région	Rafales à 105 km/h à Angliers et Témiscaming
	Pontiac-Gatineau-Lièvre	Toute la région	Nombreux arbres déracinés au Lac Nominique
	Laurentides Mont-Tremblant	Toute la région	Nombreux arbres déracinés, un mort à Val-des-Lacs par chute d'un arbre
	Montréal Montréal Lachute Lanaudière	Toute la région	Rafales de 95 à 120 km/h, nombreux arbres déracinés, toits arrachés, pannes électriques
	Estrie-Beauce	Toute la région	Rafales de 95 à 115 km/h à Sherbrooke, lourds dégâts aux érablières dans le secteur de Sawyerville
05-07-99 en soirée	Pontiac-Gatineau-Lièvre	Île-aux-Allumettes	Nombreux arbres déracinés, grange soufflée (\$20,000 de dommages)
17-07-99	Pontiac-Gatineau-Lièvre	Bristol	Gros arbres déracinés
	Mauricie	Trois-Rivières	Gros arbres déracinés
	Québec	Québec Sainte-Foy Saint-Henri-de-Lévis	Rafales à 104 km/h à l'aéroport et lourds dégâts sur la rive sud
	Lac Saint-Jean	Saint-Bruno	Dizaines d'arbres cassés
	Saguenay	Chicoutimi/Jonquière	Toits endommagés, arbres et poteaux cassés
21-07-99	Lac Saint-Jean	Saint-Prime Pointe-Bleue Saint-Gédéon	Centaine d'arbres déracinés, roulottes endommagées, entonnoir vu sur le lac

**Tableau 8: Principaux événements de vents violents estivaux en 1999.**

### 6.3 SAISON 2000

De mai à septembre 2000, cent (100) cas de temps violent ont été signalés dans la région couverte par les trois BSME du Québec. Le Tableau 9 et Tableau 10, ainsi que la Figure 10, montrent la distribution mensuelle des événements confirmés et leur type.

Nous pouvons remarquer que c'est une année assez moyenne. La distribution montre que les cas sont surtout arrivés en juillet et août. Pour ce qui est des types, la grêle domine en mai, la pluie torrentielle sous orage en juillet et août, la pluie abondante synoptique en juin et septembre. Le Tableau 10 montre que l'été 2000 n'a pas été l'été des vents destructeurs et des tornades mais que pour les autres phénomènes, il s'est révélé moyen.

C'est surtout en juin (Tableau 11) que le nombre de jours avec des cas a été sous la normale alors que le nombre total de jours a été légèrement au-dessus de la moyenne. Cela fait que les événements ont été plus dispersés dans le temps et décalés vers la fin de l'été.

Les graphiques (Figure 11 et Figure 12) montrent la répartition par région et par heure de la journée où se sont produits des événements violents. On y remarque que la distribution par région est assez similaire à la moyenne annuelle. La distribution horaire montre un fort nombre de cas nocturnes, bien au-delà de la normale.

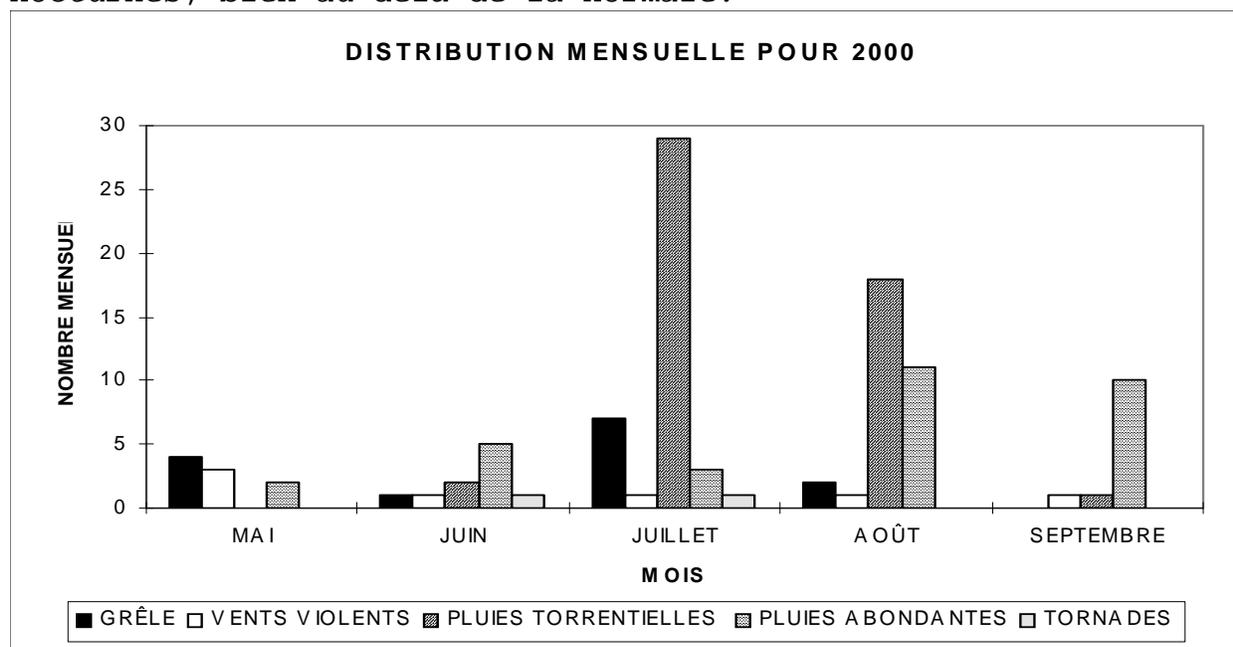


Figure 10: Distribution mensuelle et par type de temps violent estival en 2000.

MOIS	ÉVÉNEMENTS CONFIRMÉS	PLUIE ABONDANTE OU SUBITE (Sans autre événement convectif)	AUTRES ÉVÉNEMENTS (Grêle, rafales ou tornades mais pouvant être accompagnés de pluie)	ÉVÉNEMENTS PROBABLES (voir définition section 7.3)
Mai	7	2	5	6
Juin	10	7	3	14
Juillet	40	32	8	32
Août	31	28	3	75
Septembre	12	11	1	14
TOTAL	100	80	20	151
MOYENNE 84-2000	92	54	38	N/A

**Tableau 9: Distribution mensuelle des événements violents à l'été 2000.**

TYPE	NOMBRE DE CAS EN 2000	MOYENNE ANNUELLE 1988 À 2000
GRÊLE	14	18
VENTS VIOLENTS	7	36
PLUIES TORRENTIELLES	50	49
PLUIES ABONDANTES	31	27
TORNADES	2	5

**Tableau 10: Distribution par type du nombre de cas de temps violent estival en 2000 comparée à période de 1988 à 2000**

	Nombre de jours en 2000	Moyenne de jours 1988-2000
Mai	4	4
Juin	5	7
Juillet	17	13
Août	11	9
Septembre	12	4
TOTAL	2049	25

**Tableau 11: Distribution mensuelle du nombre de jours de temps violent estival en 2000 comparée à la période de 1988 à 2000.**

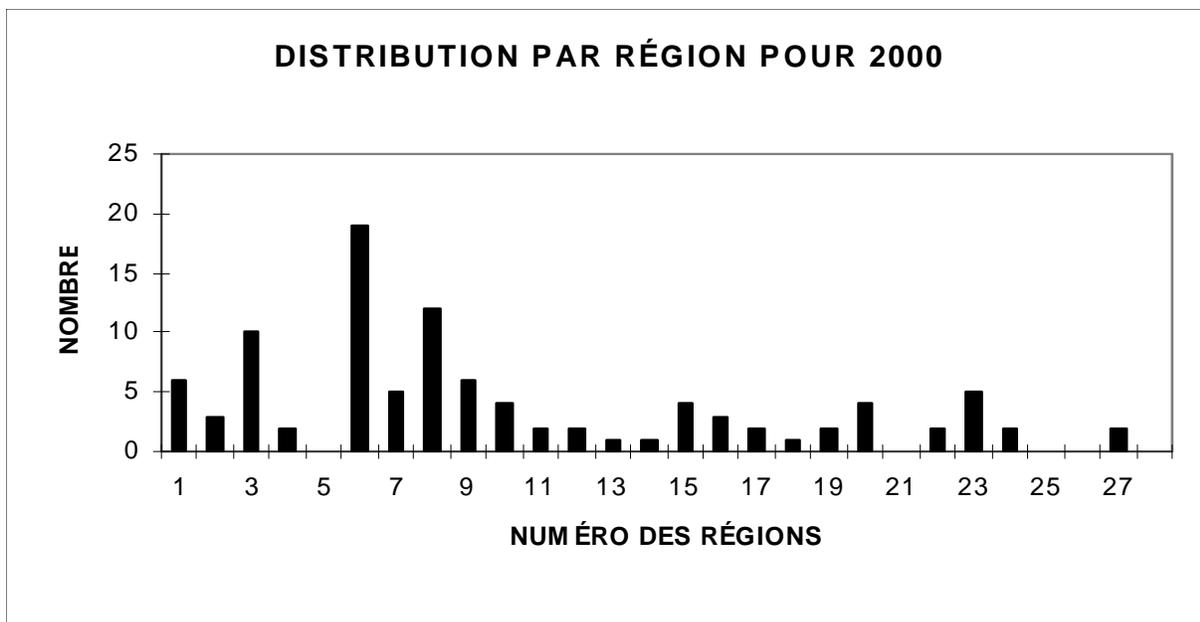


Figure 11: Distribution régionale des événements violents estivaux en 2000.

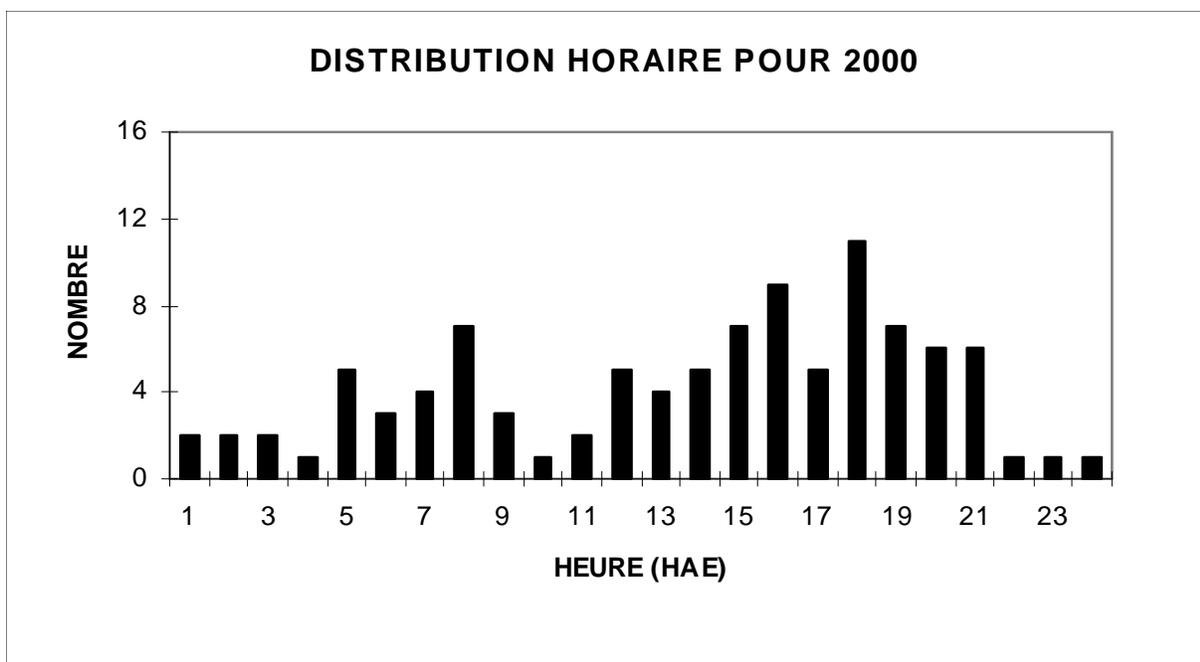


Figure 12: Distribution horaire des événements violents estivaux en 2000.

### 6.3.1 Pluie torrentielle soudaine

Il y a eu 50 cas de pluie torrentielle soudaine à l'été 2000, soit la moyenne annuelle depuis 1988. Les cas principaux

sont énumérés dans le Tableau 12, ci-dessous.

Les deux cas les plus spectaculaires du point de vue médiatique sont ceux de Québec, le 2 août, et de Trois-Rivières le 8. Bien que les orages associés aient été assez anodins comparativement à d'autres cas, leur pluie ont causé des glissements de terrain très localisés bouchant les égoûts ou brisant des fenêtres de sous-sols menant à des inondations. Ceci démontre que les effets des pluies torrentielles ne sont pas toujours liés à la quantité tombé mais à un ensemble de facteurs.

DATE	RÉGION	ENDROIT	COMMENTAIRES
15-06-00	ABITIBI- TEMISCAMINGUE	ROUYN	31 mm(09-10z), 20 sous-sols et plusieurs cours inondés, 42 mm(00-11z)
05-07-00	GASPE-PARC FORILLON	CORTEREAL/RIVIERE- AU-RENARD	53.8 mm de 09 À 11z, fort taux d'éclairs
	BAIE DES CHALEURS	NEW CARLISLE	77 mm entre 06 et 10z, fort taux d'éclairs
06-07-00	BASSE COTE- NORD- ANTICOSTI	RIVIERE-AU- TONNERRE	72.6 mm de 00 à 05z
		LONGUE-POINTE-DE- MINGAN	30 mm de 04 à 05z, 43 mm de 03 a 08z et 63.6 mm de 12z/5 à 08z/6
18-07-00	LAC ST-JEAN	ALMA	17-18z: inondation de 4 rues du centre-ville, glissements de terrain
27-07-00	LAC ST-JEAN	LAC LIBERAL (QLLI RMCQ)	78.8 mm de 18 a 19z, avec vents 67 km/h, confirmé par accumulation-radar
28-07-00	LA TUQUE	LA TUQUE	Selon observateur volontaire : refoulement d'égout et arbres déracinés
02-08-00	MONTREAL	SABREVOIX/L'ACADIE	Respectivement: 72 et 27.2 mm.
	QUEBEC	STE-FOY	WJB 37mm 22-23z... Éboulis au Cap Diamant causant des inondations au pied de la falaise.
07-08-00	ABITIBI- TEMISCAMINGUE	DUMOINE (FORET)	90,6mm entre 1740z et 2400z
08-08-00	TROIS- RIVIERES- DRUMMONDVILLE	TROIS- RIVIERES/CHARRETTE	29mm (1730-1810Z), coulée de boue, hôpital inondé. Charrette 23,7mm (17-22Z).
26-08-00	PONTIAC- GATINEAU ET LIEVRE	LA PECHE	Ligne de CB Quyon a Cheneville bougeant lentement: 42 et 67mm(deux stations)
30-08-00	QUEBEC	NOTRE-DAME-DU- ROSAIRE	De 20 a 24z: 64.8 mm

**Tableau 12:Principaux événements de pluies torrentielles sous orage en 2000.**

### 6.3.2 Pluie abondante

Nous avons eu 31 cas/régions de pluie abondantes sur 24 heures au Québec au cours de la saison estivale 2000. Les dates principales ainsi que leurs effets se retrouvent dans le Tableau 13.

DATE	RÉGION	COMMENTAIRES
09-05-00	PONTIAC-GATINEAU ET LIEVRE MONTREAL	40 à 60 mm de pluie dans l'Outaouais et sur la rive sud de Montréal. Route emportée à Campbell's Bay.
25-06-00	PONTIAC-GATINEAU ET LIEVRE LAURENTIDES MONTREAL TROIS- RIVIERES- DRUMMONDVILLE QUEBEC	45 à 60 mm de pluie. Outaouais: plus de 30 sous-sols inondés, petits glissement de terrains surtout à Angers. Laurentides : inondations des résidents à Ste-Sophie.
01-08-00	PONTIAC-GATINEAU ET LIEVRE CHIBOUGAMAU	Station forêt donnant 85mm dans le Pontiac. 56 à Chibougamau.
09-08-00	LAC ST-JEAN SAGUENAY LA TUQUE RIMOUSKI-MATAPEDIA BAIE COMEAU SEPT-ILES	50 à 114 mm de pluie. Petits glissements de terrains, ponts emportés(Hébertville au Lac St-Jean.) Niveau du lac Kénogami augmente de 1 pied (30 cm).
16-08-00	MONTREAL ESTRIE-BEAUCE MANICOUAGAN-SECTEUR DE GAGNON	46 et 55 mm avec localement de fortes cellules orageuses.
14 au 16 09-00	PONTIAC-GATINEAU ET LIEVRE LAURENTIDES QUEBEC LA MALBAIE-RIVIERE DU LOUP BAIE DES CHALEURS SEPT-ILES BASSE COTE-NORD- ANTICOSTI	De 42 à 80 mm de pluie sous un système qui a pris 36 heures à traverser le sud du Québec d'Ouest en est.
23-09-00	MONTREAL QUEBEC	46.2 à 65.6 mm le long d'une bande sur la rive sud de ces deux régions.

**Tableau 13: Principaux événements de pluie synoptique abondante estivale en 2000**

### 6.3.3 Événements tornadiques

Année très tranquille en 2000 pour ce qui est des tornades. Seulement deux événements de très faible intensité ont été signalés.

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	ENDROIT	COMMENTAIRES
22-06-00	PONTIAC-GATINEAU ET LIEVRE	1950	QUYON (30 KM W DE HULL)	F0, dommages mineurs signalés par 2 observateurs, heure incertaine
18-07-00	QUEBEC	2020	ST-JEAN-CHRYSOSTOME	F0:1 cabanon endommagé, entonnoir vu par plusieurs témoins, grêle de 1.5cm de diamètre à St-Rédempteur

**Tableau 14 : Tornades signalées en 2000**

FORCE selon l'échelle de Fujita:    0 - vents de moins de 120 km/h  
     1 - vents de 120 à 180 km/h  
     2 - vents de 180 à 250 km/h  
     3 - vents de 250 à 330 km/h

### 6.3.4 Vents violents

Il y a eu seulement 7 cas de vents violents au cours de l'été 2000.

DATE	RÉGION	ENDROIT	COMMENTAIRES
07-05-00	QUÉBEC	SECTEUR DE PORTNEUF	Dommages mineurs, vitesse estimée à 100 km/h; YQB 45 noeuds à 2045Z
10-05-00	MONTRÉAL	HUNTINGDON	Entonnoir nuageux observé; toiture endommagée et arbres cassés
25-05-00	MONTRÉAL	SAINT-AMABLE	Quelques arbres et poteaux d'Hydro tombés, bardeaux de toit envolés
	PARC DE LA GASPÉSIE	CAP MADELEINE	WSF rafales de 52 à 57 noeuds de 0450 à 0510Z
21-07-00	MONTRÉAL	CAZAVILLE à HUNTINGDON	Grêle de 1.5 à 2cm de diamètre(trajectoire =2000 pieds x 2 mi.), champs détruits, arbres cassés(« downburst »)
	QUÉBEC	LORRETTEVILLE LAC ST-CHARLES	Vents estimés 100 km/h. Arbres déracinés.
21-09-00	TROIS-RIVIÈRES-DRUMMONDVILLE	LAC ST-PIERRE	Rafales à 50 noeuds au passage d'un front froid

**Tableau 15:Principaux événements de vents violents de l'été 2000.**

### 6.3.5 Événements de grêle

Il y a eu 14 cas de grêle de 2 cm de diamètre ou plus durant l'été 2000 (ainsi que plusieurs cas de petite grêle lors de dépressions froides). Ci-dessous une liste de ceux où des dommages ont été rapportés:

DATE	RÉGION	ENDROIT	DESCRIPTION
07-07-00	MONTREAL	SUD DE JOLIETTE	Reportage à la télévision... grêle de 1.5 à 2.0cm de diamètre, cultures de tabac endommagées
14-07-00	SAGUENAY	SAINT-AMBROISE BEGIN	7 producteurs de patates touchés. 80 à 100 hectares détruits(0.5 à 1 million \$)
21-07-00	MONTREAL	CAZAVILLE à HUNTINGDON	Grêle de 1.5 à 2cm de diamètre(trajectoire =2000 pieds x 2 mi.), champs détruits, arbres cassés(« downburst »)

**Tableau 16 : Principaux événements de grêle en 2000.**

### 6.3.6 Événements de foudre

Le 19 août, deux hommes ont été foudroyés à l'intérieur d'un cabanon. Il semble que la foudre soit entrée par la porte ouverte. C'est là le seul signalement de blessures que nous ayons pour l'été 2000. La foudre associée aux orages a causé des pannes électriques et quelques incendies. Cependant, rien de spectaculaire comme en 1994.

## 7. VÉRIFICATION

### 7.1 DÉFINITIONS

#### 7.1.1 Discrimination des événements

La définition des événements a subi peu d'évolution dans la dernière décennie. En pratique, tous les événements qui se sont produits à l'intérieur d'une région publique, mais qu'on peut relier à un complexe orageux, sont considérés comme un événement.

Le critère utilisé pour différencier les événements est celui de trente (30) minutes et de trente (30) kilomètres. C'est-à-dire que tous les phénomènes supplémentaires qui se produisent en dedans de ces limites sont considérés comme faisant partie du même événement.

#### 7.1.2 Événements confirmés

Le Tableau 17 indique les critères objectifs pour les événements confirmés, en termes de grosseur de grêlons, vitesse des vents et quantité de pluie. À l'exception du dernier, les critères sont similaires pour l'ensemble du pays. Les différences dans les critères pour les quantités de pluie peuvent être expliquées par le fait que les variations du type de topographie ont un impact sur le ruissellement et ainsi le potentiel d'inondations. Un tel critère pour les Prairies devrait être plus élevé que pour les régions où la topographie est accidentée comme le Québec, et c'est en effet le cas.

#### 7.1.3 Événements probables

Même si les critères confirmés ne sont pas atteints, un événement peut quand même être significatif pour la population en général et par ce fait justifierait l'émission de veilles ou d'alertes.

Ainsi, on a également défini des critères légèrement inférieurs à ceux des événements confirmés, en termes de grosseur de grêlons, vitesse de vent et quantité de pluie, comme étant des événements probables (voir Tableau 17).

On a également inclus dans cette même définition les critères radar fortement reliés aux phénomènes violents confirmés, sachant qu'il est toujours facile pour un événement d'échapper à la détection même dans des endroits où la densité de population est assez forte.

On pourra éventuellement songer à inclure à ces critères un certain taux de coups de foudre. Historiquement, la raison pour laquelle nous avons noté les événements probables dans la région du Québec, c'est pour avoir une mesure plus juste de la crédibilité de

nos veilles et alertes.

### CRITÈRES DE TEMPS VIOLENT

a) Événements confirmés

Critères objectifs

Grêle  $\geq 20$  mm  
Vents  $\geq 90$  km/h  
Tornade  
Forte pluie  $\geq 25$  mm/h  
 $\geq 40$  mm/3h  
 $\geq 50$  mm/24h

Critères subjectifs

Rapport de dommages matériels ou de blessures directement reliées.

b) Événements probables

Critères radar: Réflectivité  $> 47$  dBZ à 7 km et surplomb vertical des échos.

Vents  $\approx 80-90$  km/h  
Grêle  $\approx 10$  à 20 mm  
Pluie  $\approx 40$  mm/6h

c) Indices de vérification

$$PROBABILITÉ DE DÉTECTION(POD) = \frac{\sum SUCCES}{\sum(SUCCES + MANQUÉS)}$$

$$CRÉDIBILITÉ(CRED) = \frac{\sum SUCCES}{\sum(SUCCES + FAUSSES ALARMES)}$$

- **SUCCES:** événements confirmés précédés d'au moins 30 minutes par une VEILLE, une ALERTE ou un AVERTISSEMENT.
- **MANQUÉS:** événements imprévus mais confirmés.
- **FAUSSES ALARMES:** VEILLE, ALERTE ou AVERTISSEMENT qui n'est pas suivi par le rapport d'un événement confirmé ou probable.

Tableau 17: Critères de temps violent et définition de la probabilité de détection et de la crédibilité.

#### 7.1.4 Indices de vérification POD et crédibilité

Le **POD** (i.e. "Probability of Detection") est une mesure de l'habilité à prévoir les phénomènes confirmés. Ce n'est en effet rien d'autre que le pourcentage de phénomènes observés qui sont précédés par un message d'avertissement, de veille ou d'alerte.

D'autre part, l'approche traditionnelle de la région du Québec pour calculer le POD consiste à évaluer conjointement les veilles et les alertes. Ainsi, un événement confirmé et précédé soit par une veille ou une alerte émise au moins une demi-heure à l'avance, constitue un **succès** (voir Tableau 17). De cette façon, on obtient une mesure de l'utilité à avertir la population des phénomènes violents (à la section 7.6 on calcule le POD pour chaque type de message séparément).

D'autre part, la crédibilité mesure le taux de fausse alarme. Dans le Tableau 17, on voit que selon l'approche historique de la région du Québec, une fausse alarme est enregistrée quand un avertissement, une veille ou une alerte n'est pas suivie d'un événement confirmé **ou** probable. La raison pour laquelle on considère les phénomènes probables dans ce calcul en est une d'accommodement à la difficulté de confirmer un phénomène violent à l'échelle méso. En effet, notre principe de base est qu'il est déraisonnable de postuler qu'on peut confirmer tous les phénomènes violents avec les observateurs volontaires et les autres sources de données.

### 7.2 VÉRIFICATION ÉTÉ 1999

La vérification globale (Tableau 21) montre que le POD est de 57% pour l'été 1999, quel que soit le type de temps violent vérifié (pluie versus convectif sans pluie) ou le groupement de régions. Ceci est dans la moyenne depuis 1984 et une remontée par rapport à 1998 (Tableau 24). La crédibilité est de 51% mais dans les cas de pluie torrentielle/abondante, elle remonte à 83%. Comme ces derniers constituent 106 des 151 de temps violent de l'été, les messages envoyés pour les deux-tiers(2/3) des cas en 1999 ont une excellente crédibilité.

La vérification par type d'avertissement (Tableau 19) montre que les avertissements synoptiques (vents violents et pluie abondantes) ont été assez mal prévus avec un POD de 40% et une crédibilité de 52% alors que le sud-ouest du Québec a souffert le plus avec un POD de 19%. Les veilles par contre, ont eu de bien meilleurs POD et crédibilité, et que c'est le sud-ouest qui a eu les meilleurs chiffres dans ces cas (POD 63% et crédibilité 58%). Finalement, les alertes (avec 0 ou 30 minutes de préavis minimum)



## 7.2.2 Vérification par type de message

### SOMMAIRE DE VÉRIFICATION DU TEMPS VIOLENT PAR LA MÉTHODE DU CMQ POUR TOUTES LES RÉGIONS DU QUÉBEC AVEC PRÉAVIS MINIMUM DE 30 MINUTES

Période vérifiée: du 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre 1999.

#### Vérification des AVERTISSEMENTS

CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	16	24	15	0,40	0,52	14,55
Pluies abondantes	14	22	12	0,39	0,54	15,23
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	3	13	4	0,19	0,43	11,81
2) ailleurs	13	11	11	0,54	0,54	15,18

#### Vérification des VEILLES

CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	69	47	64	0,59	0,52	4,03
Événements convectifs	23	19	64	0,55	0,26	3,19
Pluies torrentielles sous orage	46	24	0	0,62	1	4,45
Pluies abondantes						
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	41	24	30	0,63	0,58	4,08
2) ailleurs	28	23	34	0,55	0,45	4,62

#### Vérification des ALERTES

CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	45	71	4	0,39	0,92	1,90
Événements convectifs autres que pluies torrentielles sous orage	18	24	4	0,43	0,82	1,34
Pluies torrentielles sous orage	27	47	0	0,36	1	2,27
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	34	31	1	0,52	0,97	2,17
2) ailleurs	11	40	3	0,22	0,79	1,07

**Tableau 19 : Statistiques de 1999 par type d'avertissements.**

## Vérification des ALERTES

<b>PRÉAVIS MINIMUM DE 0 MINUTES</b>						
CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	51	65	4	0,44	0,93	1,69
Événements convectifs autres que pluies torrentielles sous orage	23	19	4	0,55	0,85	1,08
Pluies torrentielles sous orage	28	46	0	0,38	1	2,19
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	37	28	1	0,57	0,97	2,01
2) ailleurs	14	37	3	0,27	0,82	0,84

**Tableau 20: Statistiques des messages d'alertes de 1999 avec préavis d'au moins zéro minute.**

### 7.3 VÉRIFICATION ÉTÉ 2000

La vérification globale (Tableau 21) montre une sérieuse dégradation des statistiques de 2000 par rapport à 1999. Le POD n'est que de 34% et la crédibilité de 30%. Il y a peu de variation entre les groupes de régions mais le POD est un peu meilleur pour les événements ne comprenant que de la pluie (synoptique ou convective).

**Encore une fois, les vérifications par type de bulletin (** Tableau 22) montre que ce sont les événements synoptiques qui ont été mal prévus. Les veilles et alertes ont de meilleurs chiffres mais c'est surtout la crédibilité qui est plus grande avec 36% pour les veilles et 57% pour les alertes.

#### 7.3.1 Vérification globale

**SOMMAIRE DE VÉRIFICATION DU TEMPS VIOLENT PAR LA MÉTHODE DU CMQ  
POUR TOUTES LES RÉGIONS DU QUÉBEC ET TOUS LES TYPES DE BULLETINS RÉUNIS**

Période vérifiée: du 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre 2000

<b>PRÉAVIS MINIMUM DE 30 MINUTES</b>						
CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	34	66	80	0,34	0,30	3,42
Événements convectifs	11	9	60	0,55	0,15	2,46
Pluies torrentielles/ Pluies abondantes	23	57	20	0,29	0,53	8,94
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	18	36	29	0,33	0,38	2,04
2) ailleurs	16	30	51	0,35	0,24	4,97
<b><u>NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS</u></b>	<b><u>PRÉVUS</u></b>	<b><u>MANQUÉS</u></b>	<b><u>TOTAL</u></b>			
Confirmés	34	66	100			
Probables	80	90	170			
TOTAL	114	156	270			

**Tableau 21 Statistiques de 2000 pour tous les types d'avertissements confondus.**

#### 7.3.2 Vérification par type de message

**SOMMAIRE DE VÉRIFICATION DU TEMPS VIOLENT PAR LA MÉTHODE DU CMQ**  
**POUR TOUTES LES RÉGIONS DU QUÉBEC**  
**AVEC PRÉAVIS MINIMUM DE 30 MINUTES**

Période vérifiée: du 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre 2000.

**Vérification des AVERTISSEMENTS**

CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	4	27	15	0,13	0,21	10,93
Pluies abondantes	4	25	15	0,14	0,21	10,93
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	0	13	2	0	0	0
2) ailleurs	4	14	13	0,22	0,24	10,93

**Vérification des VEILLES**

CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	28	40	50	0,41	0,36	3,92
Événements convectifs	10	7	49	0,59	0,17	3,80
Pluies torrentielles sous orage	18	33	1	0,35	0,95	3,99
Pluies abondantes						
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	17	23	19	0,49	0,47	3,89
2) ailleurs	11	17	31	0,39	0,26	3,97

**Vérification des ALERTES**

CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	14	52	15	0,21	0,48	1,34
Événements convectifs autres que pluies torrentielles sous orage	5	11	11	0,31	0,31	1,08
Pluies torrentielles sous orage	9	41	4	0,18	0,69	1,48
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	9	29	8	0,24	0,53	1,31
2) ailleurs	5	23	7	0,18	0,42	1,39

**Tableau 22 : Statistiques de 2000 par type d'avertissements.**

## Vérification des ALERTES

<b>PRÉAVIS MINIMUM DE 0 MINUTES</b>						
CONDITION	SUCCÈS	MANQUÉS	FAUSSES ALERTES	POD	CRÉDIBILITÉ	PRÉAVIS MOYENS (HR)
Tous les événements	20	46	15	0,30	0,57	0,98
Événements convectifs autres que pluies torrentielles sous orage	10	6	11	0,63	0,48	0,62
Pluies torrentielles sous orage	10	40	4	0,20	0,71	1,34
Tous les événements						
1) sud-ouest du Québec	14	24	8	0,37	0,64	0,90
2) ailleurs	6	22	7	0,21	0,46	1,17

**Tableau 23: Statistiques des messages d'alertes de 2000 avec préavis d'au moins zéro minute.**

#### 7.4 VÉRIFICATION HORAIRE pour 1999 et 2000

La distribution horaire des POD montre un léger décalage avec le nombre d'événements en 1999. Il semble donc qu'il y ait eu une certaine anticipation des événements tôt en après-midi (12-13 HAE), une détérioration tôt en soirée (19-20 HAE) puis une reprise à 21HAE. Comme le quart du poste de temps violent se termine vers 18HAE, à moins de temps violent présent ou anticipé, il semble que la période de 18 à 20HAE ait été l'occasion pour une reprise de la convection non anticipée.

La distribution pour l'été 2000 donne une correspondance exacte entre le POD et le nombre de cas. Il semble donc que les situations aient été mieux suivies bien que les PODs soient inférieurs à ceux de 1999.

Dans les deux cas, le POD nocturne est de 20% ou moins. Il s'agit d'un moment où il n'y a personne au pupitre du temps violent. Bien que le nombre à chacune de ces heures soit faible, le total représente un nombre non négligeable.

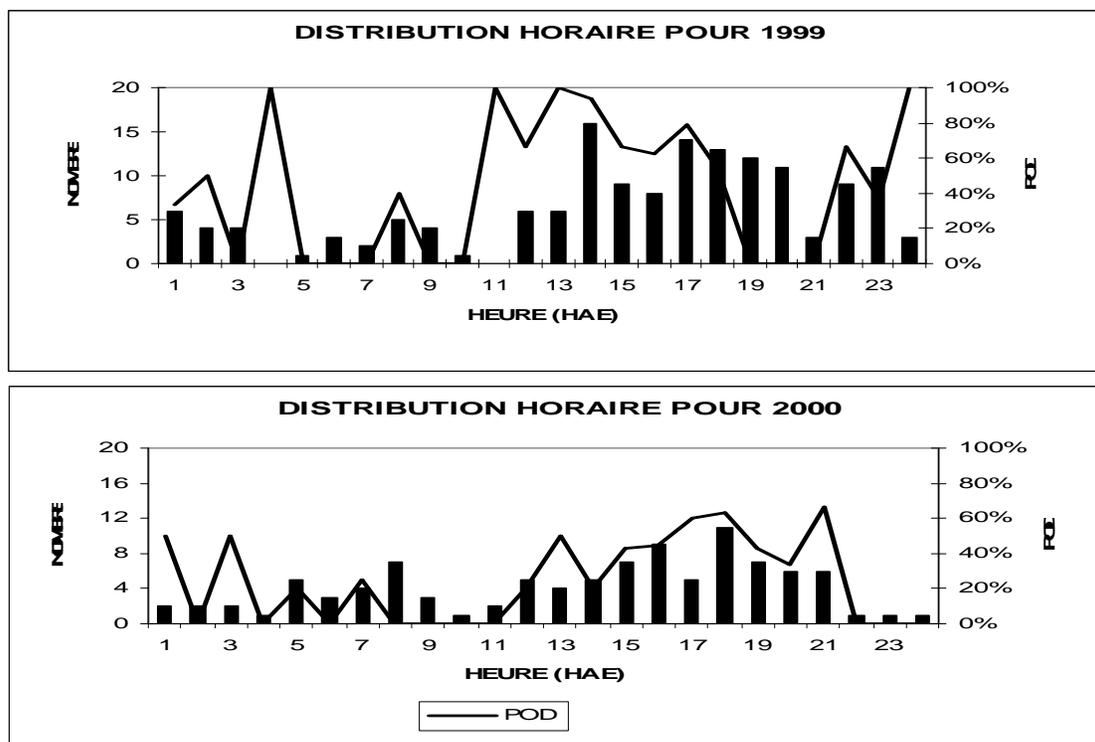


Figure 13: Distribution horaire des POD (courbe) et des événements (histogrammes) de temps violent en 1999 et 2000.

## 7.5 VÉRIFICATION RÉGIONALE pour 1999 et 2000

Comme dans le cas des statistiques générales, le POD régional est meilleur en 1999 comparativement à 2000. La distribution régionale du POD (probabilité de détection) pour les deux années suit cependant assez bien le nombre de cas dans les régions populeuses (1 à 11) où on a un nombre important de signalements.

Dans les autres régions, le POD est assez aléatoire. Cela peut s'expliquer par la faible densité de population de ces régions et par le fait que la climatologie montre que ces régions sont beaucoup moins sujettes au temps violent estival (régions à faible taux d'orages). Quand on a de zéro à 5 observations durant tout l'été, le POD a tendance à être 0 ou 100%.

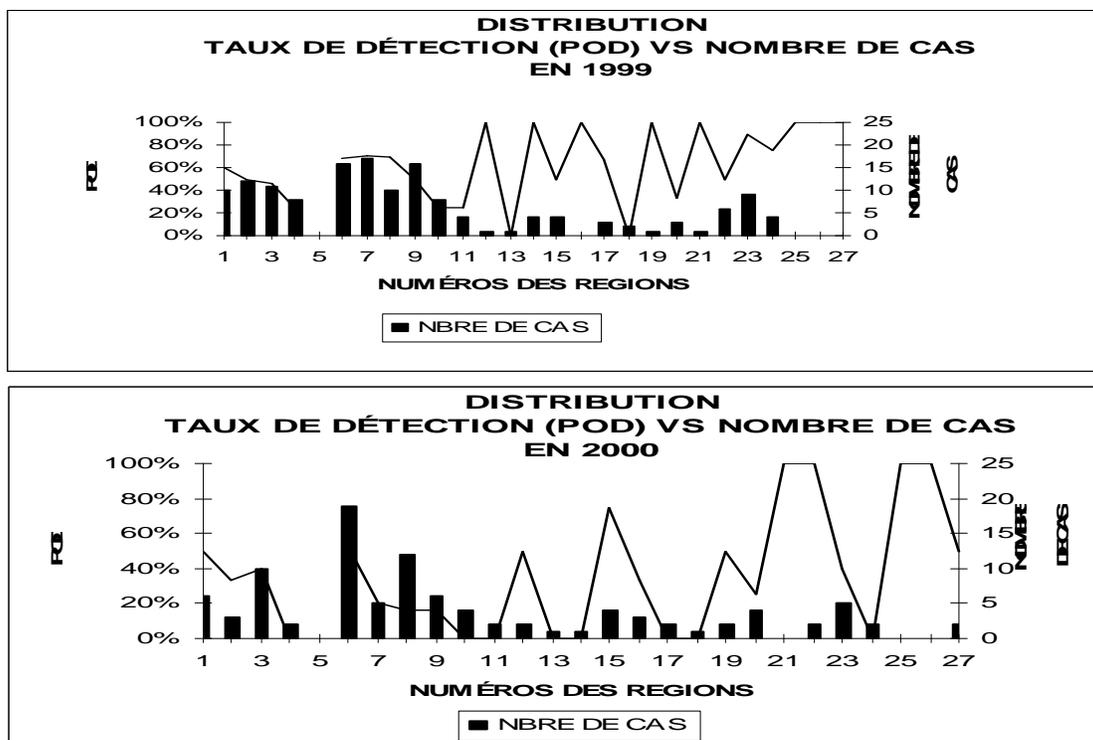


Figure 14: Graphiques de la distribution régionale de la probabilité de détection versus le nombre d'événements en 1999 et 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe.

La crédibilité suit le même patron: plus nous avons de cas de temps violent dans une région, meilleure est la crédibilité. Encore une fois, 1999 est meilleure pour toutes les régions que la saison 2000. On y a même des valeurs jusqu'à 80 % dans les régions 6 à 9 qui représentent le sud-ouest du Québec (Montréal, Laurentides, Mauricie/Bois-Francs et Estrie) où la moitié du

Québec réside.

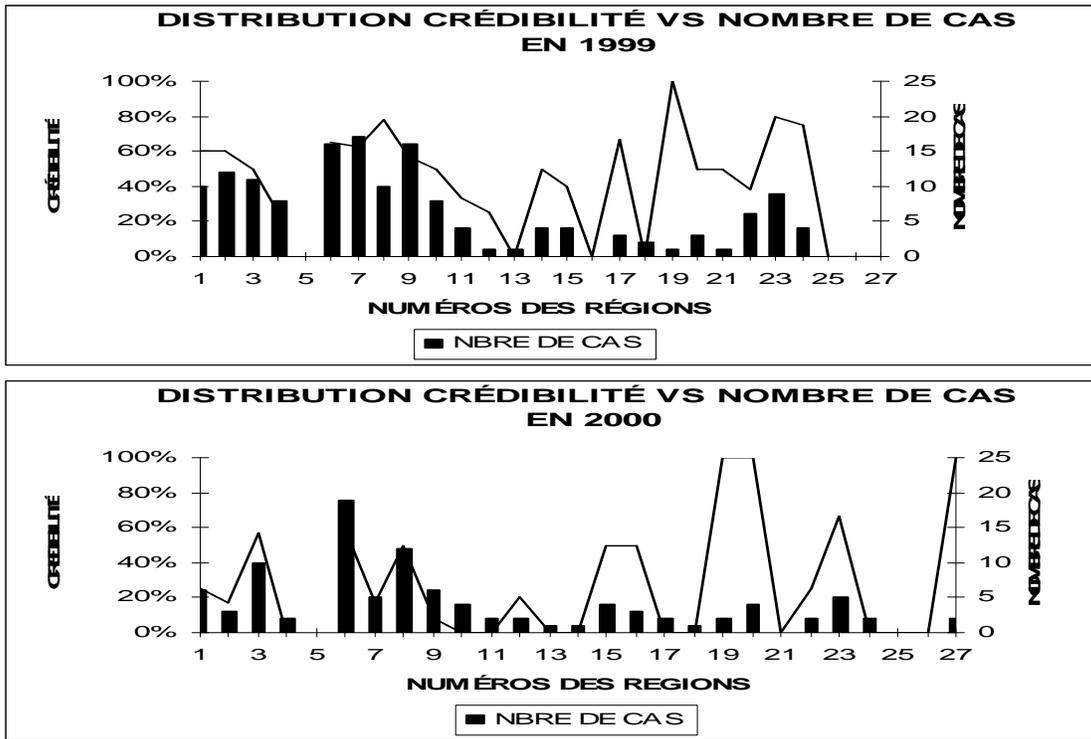


Figure 15: Graphiques de la distribution régionale de la crédibilité versus le nombre de cas en 1999 et 2000. .  
 Nombre de cas en histogrammes et CRÉDIBILITÉ en courbe.

## 7.6 VÉRIFICATION COMPARATIVE 1984-2000

Au Tableau 24, on trouve le nombre d'événements de même que les statistiques de **POD** et de **CRED** depuis 1984. On obtient une moyenne de 97 événements violents annuellement durant cette période dont 57 sont des événements avec seulement des pluies torrentielles sous orages ou abondantes synoptiques et 41 pour les autres phénomènes convectifs.

Une étude du taux de détection (POD) régional (Figure 18) montre qu'il suit fidèlement le nombre moyen d'événements sauf pour les régions 11 à 13 (Saguenay/La Tuque/Réserve Faunique des Laurentides). Le premier maximum correspond aux régions les plus habitées (3 à 9, soit le sud-ouest du Québec). Le suivant, correspond aux régions immédiatement au nord de Québec. Le POD horaire (Figure 17) suit également la même tendance.

Comme le nombre d'événements signalés est directement fonction de la densité des observations, il est facile qu'un message d'avertissement ne soit pas confirmé par une observation directe ou qu'une observation soit signalée dans une région plus peuplée voisine à celle qui est en avertissement amenant une distorsion du POD et de la crédibilité.

Comme mentionné à la section 7.1.3, nous essayons d'éliminer le biais régional en tenant compte des événements probables mais leur détection dépend beaucoup des sources indirectes disponibles. Nous avons également essayé d'éliminer le biais horaire en ajustant l'horaire de travail du pupitre au temps violent pour couvrir la période de 8 à 18 HAE où se produisent le plus de cas.

Les graphiques suivants (Figure 19 Figure 20) montrent la probabilité de détection (POD) et la crédibilité des messages d'avertissement (avertissements/veilles/alertes) de 1984 à 2000. Le POD est en moyenne d'environ 60% mais a décru graduellement depuis 1995. La crédibilité moyenne est de 54% mais on remarque un fort déclin durant les années 1990 à 2000 sauf pour les années à plus forte quantité d'événements qu'ont été 1994 et 1999. Les problèmes de décroissance des POD et de la crédibilité coïncident avec plusieurs facteurs:

- L'augmentation du nombre des stations forestières, agricoles et des observateurs hors des grands centres depuis 1990.
- L'ouverture des BSME a augmenté le signalement en région.
- L'ouverture des BSME a augmenté la demande de surveillance et d'émission en régions plus éloignées.
- Augmentation de la couverture radar.
- Grands bouleversements de l'unité de temps violents depuis l'ouverture des BSME.

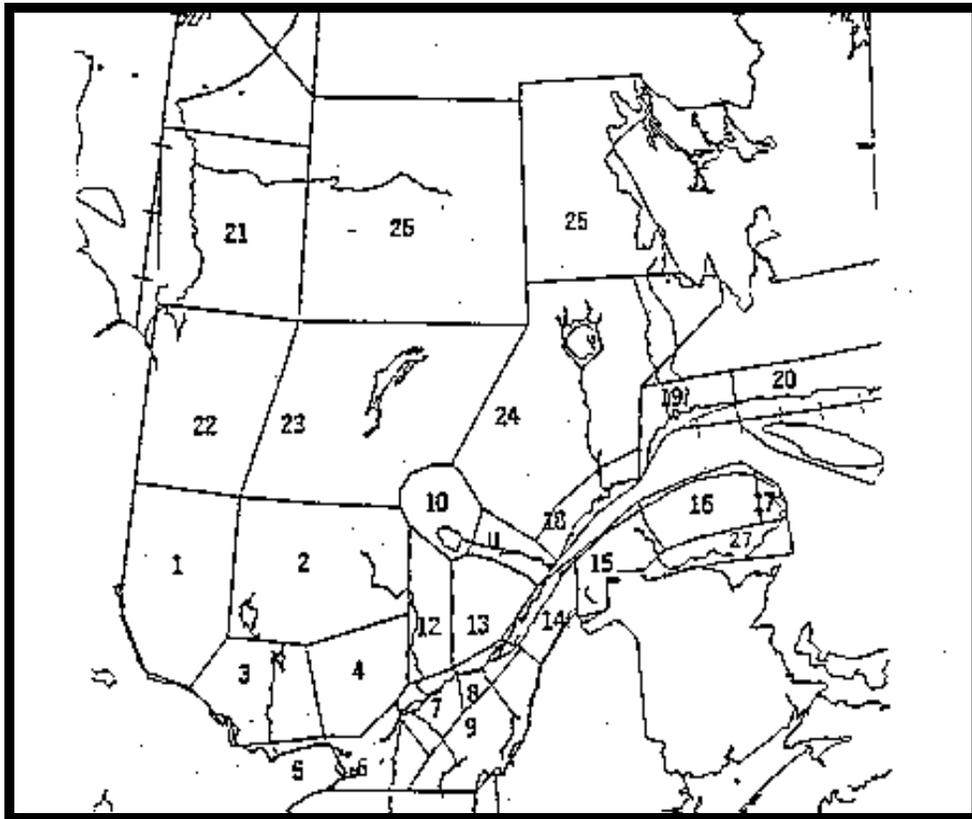


Figure 16: Carte des régions publiques utilisées dans ce rapport.

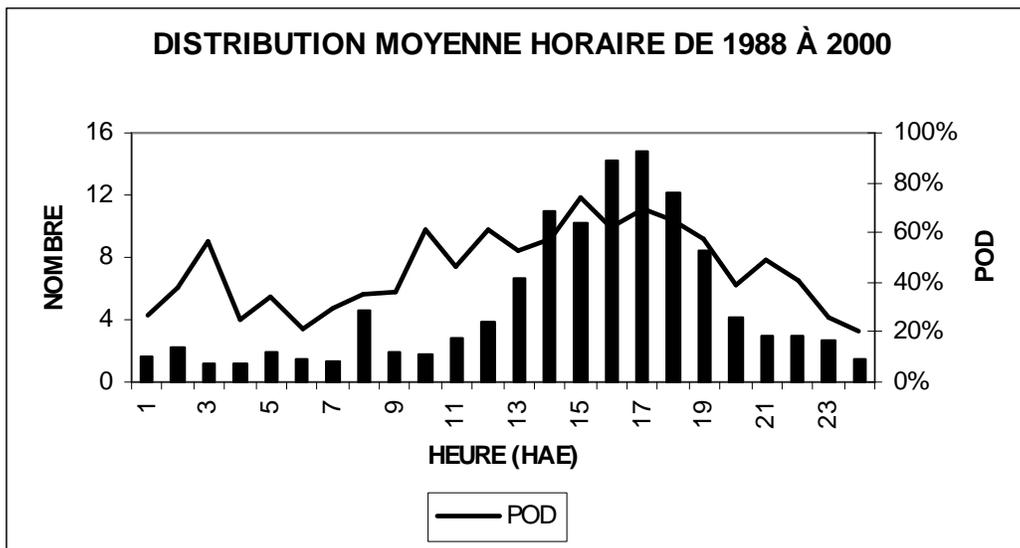
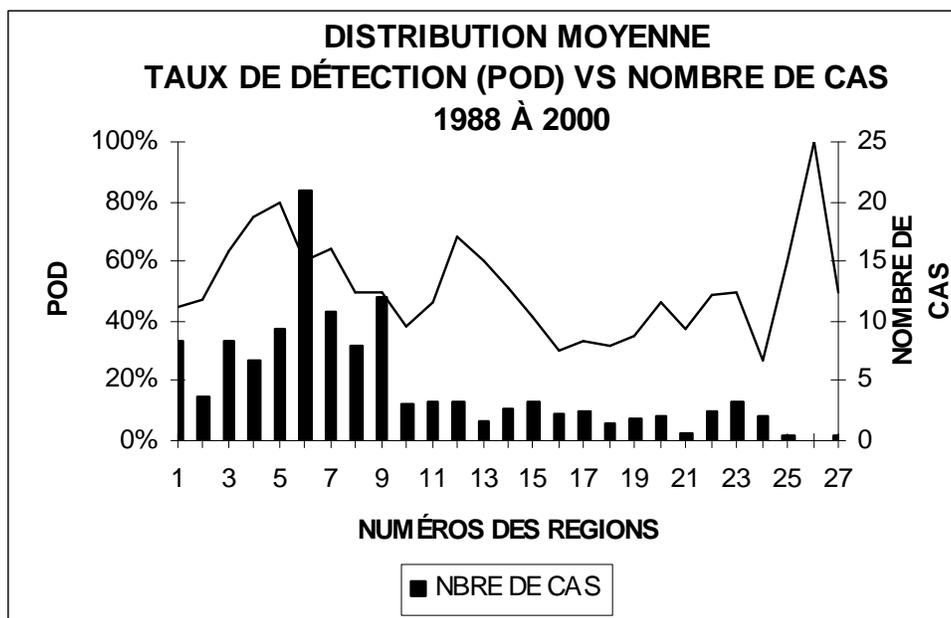


Figure 17: Distribution horaire des événements et de la probabilité de détection (POD) entre 1988 et 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe.



**Figure 18: Probabilité régionale de détection des événements violents estivaux de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe.**

Ces changements ont probablement amené à un plus grand signalement aléatoire dans les régions périphériques. Il semble donc que la détérioration des statistiques soit en partie associée avec une difficulté de prévoir de façon uniforme et sur un vaste territoire alors que le nombre d'observations augmente en régions plus éloignées.

Cependant, la stratégie du pupitre du temps violent est également en cause. Le taux de fausses alertes étant grand, surtout en régions moins peuplées, il se peut que le personnel exagère la menace. D'autre part, le taux de POD diminuant montre un problème d'estimation de certaines situations. Comme le POD et la crédibilité sont meilleurs les années de plus grande activité avec des systèmes météorologiques mieux organisés. Il semble donc qu'il y ait une difficulté en situations plus sporadiques.

Une étude interne faite par Jim Abraham (chef du programme canadien de recherche en météo), et rapportée par le journal The Gazette (SOLYOM, 2001), montre une détérioration semblable des prévisions publiques et maritimes durant la même période. Il semble donc que le temps violent ne soit pas le seul pupitre à connaître ces problèmes. Une des recommandations de ce rapport est d'augmenter la formation.

**SOMMAIRE DE VÉRIFICATION DU TEMPS VIOLENT**  
**PAR LA METHODE DU CMQ**  
**POUR TOUTES LES RÉGIONS DU QUÉBEC**

Période vérifiée: du 1<sup>er</sup> mai au 30 septembre.

ANNÉE	CONFIRMÉS						CONFIRMÉS ET PROBABLES	CRÉDIBILITÉ
	Nombre total d'événements	POD	Nombre d'événements convectifs sans pluie	POD	Nombre d'événements de pluie abondante ou pluie torrentielle	POD	Nombre d'événements	
1984	73	0,52	23	0,52	50	0,52	197	0,62
1985	50	0,54	29	0,69	21	0,33	110	0,68
1986	88	0,67	31	0,79	48	0,56	125	0,64
1987	61	0,78	39	0,89	22	0,59	149	0,67
1988	103	0,68	72	0,72	32	0,56	194	0,75
1989	78	0,62	46	0,72	32	0,47	128	0,64
1990	93	0,77	36	0,67	63	0,84	138	0,73
1991	94	0,57	56	0,71	38	0,37	196	0,68
1992	80	0,66	32	0,75	48	0,60	159	0,50
1993	112	0,59	50	0,68	62	0,52	290	N/D
1994	202	0,73	87	0,83	115	0,66	517	0,57
1995	115	0,56	31	0,71	84	0,50	265	0,52
1996	77	0,61	28	0,50	49	0,67	193	0,23
1997	95	0,48	35	0,60	60	0,42	257	0,32
1998	82	0,48	31	0,65	51	0,37	250	0,28
1999	151	0,57	46	0,57	106	0,57	426	0,51
2000	100	0,34	20	0,55	80	0,29	270	0,30
<b>MOYEN 84-2000</b>	97	0,60	41	0,68	57	0,52	227	0,16

**Tableau 24: Statistiques annuelles du temps violent estival de 1984 à 2000.**

N/D: non-disponible

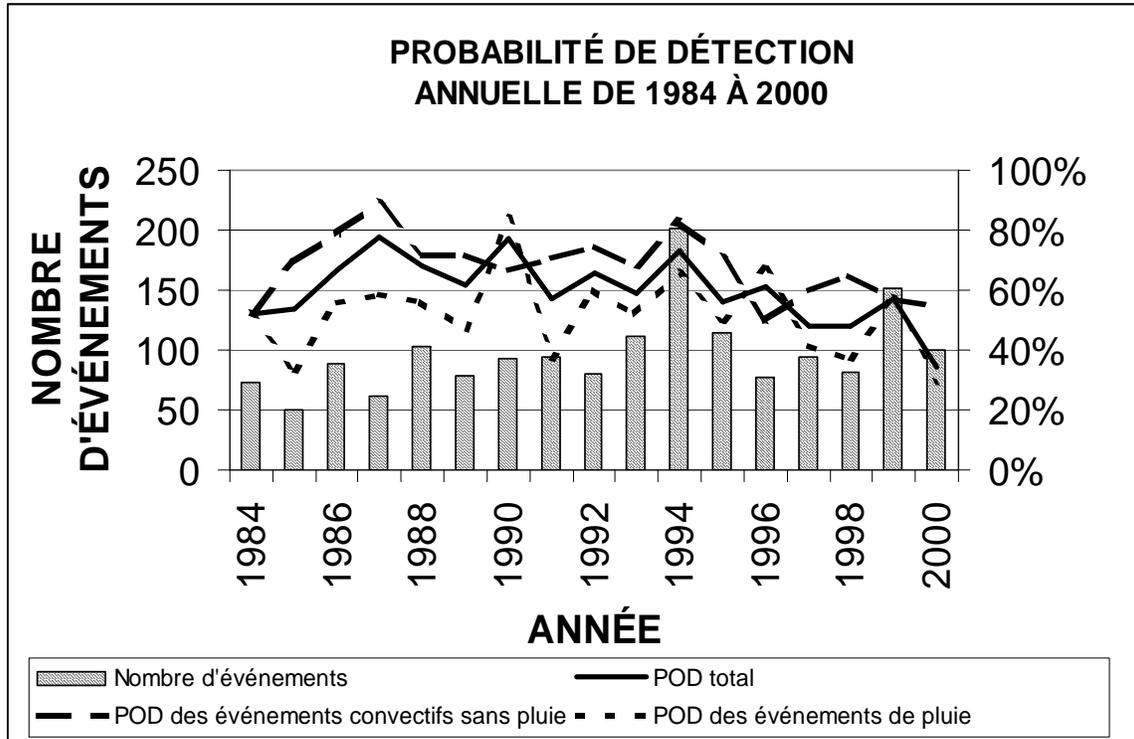


Figure 19: Probabilité annuelle de détection des événements violents estivaux de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et PODs en courbes.

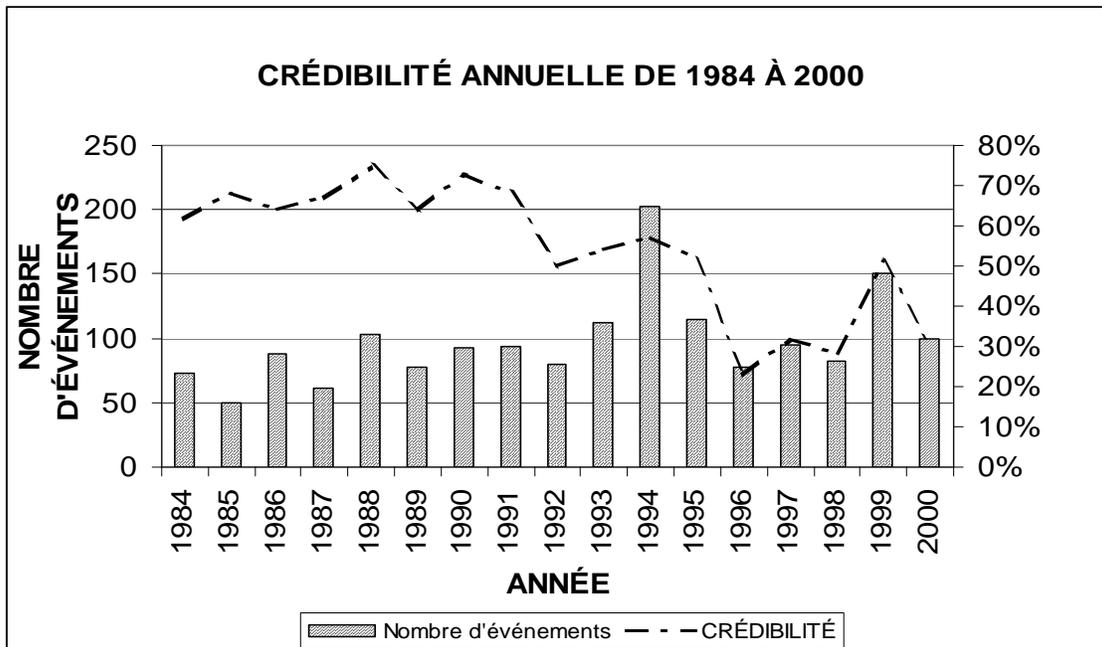


Figure 20: Crédibilité annuelle des avertissements/veilles/alertes de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et CRÉDIBILITÉ en courbe.

## 8. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Voici quelques points qui sont sujets à un examen :

### 1) **Formation:**

Vu les résultats des dernières années, des stages de formations locaux et dans d'autres centres (Prairies, Toronto, É.-U.) sont fortement suggérés.

### 2) **Meilleure définition de la stratégie de prévision:**

Pour limiter le taux de fausses alertes et augmenter le taux de réussite, concentrer les efforts sur les régions les plus peuplées.

### 3) **Techniques de prévision:**

- a) Incorporer un logiciel d'analyse correspondant à "GUST" dans STRATUS car il a prouvé son utilité sur RAPID.
- c) Le futur poste de travail universel qui est en ce moment développé par l'unité DOMAF ou le logiciel Met Manager devraient être d'une très grande aide en permettant de superposer plusieurs champs météorologiques dont les échos radars. Afin d'exploiter le réseau grandissant de stations automatiques, implanter des analyses pour la convergence d'humidité, T et Td dans ce futur poste de travail universel ainsi que les champs des modèles.

### 4) **Horaires des spécialistes:**

Garder les heures couvertes par un spécialiste de façon régulière de 08h00 jusqu'à 20h00, durant la période où la probabilité climatologique de phénomènes violents est très élevée. Si possible, avoir un spécialiste 24 heures sur 24 car les POD et la crédibilité sont particulièrement mauvais entre 20H et 8H.

### 5) **Dissémination et observations:**

- a) Il faudrait penser pouvoir se servir du poste universel de travail pour choisir les régions qui seront mises dans un message d'alerte. Ceci permettrait de perdre moins de temps à trouver le nom de ces régions et accélérer l'envoi, augmentant ainsi notre préavis.
- b) Il est fortement espéré que l'expérience pilote de dissémination par bande de défilement des messages d'alerte à la télévision sur câble sera généralisée bientôt.

c) Il serait bon d'étendre le réseau d'observateurs de la RAQI que l'on peut mettre en alerte lors de situations propices au temps violent (réseau style CANWARN).

d) Un effort devrait être fourni afin de rejoindre diverses organisations pour augmenter le bassin d'observateurs volontaires.

#### **6) Études de cas:**

Malgré les contraintes, supporter les études de cas surtout en ce qui concerne la vérification de nouvelles techniques de prévisions, logiciels, où systèmes de détection (i.e. radar DOPPLER, données de foudre).

#### **7) Radars:**

a) S'assurer du bon calibrage des radars et de maintenir un contrôle au cours de l'année.

b) S'assurer que le nouveau programme national de traitement des données radar (URP) ait une option d'archivage et qu'il permette un accès complet à ces archives.

c) S'assurer que toute nouvelle version de URP soit implantée le plus tôt possible.

d) Que les archives accumulées du système antérieur (RDP) soit également désarchivables bien que l'on change de programme (conservation d'une unité de ruban de 4 mm et programme de lecture du ruban).

e) Donner une formation adéquate au personnel opérationnel afin qu'il soit en mesure de bien manipuler le système et interpréter toutes les données, incluant les vitesses DOPPLER.

f) S'assurer de continuer d'obtenir les données brutes des radars de Franktown, Britt, Villeroy, Lac Castor, Landrienne et Val d'Irène pour les logiciels URP (national) et RAPID(McGill).

#### **8) Visibilité du Service:**

Afin que l'expertise d'Environnement Canada soit visible à l'oeil du public, continuer à supporter les ateliers SAM, et encourager les enquêtes d'événements violents importants sur le site.

## BIBLIOGRAPHIE

- AITKINS, N.T., R.M. WAKIMOTO 1991: Wet microburst activity over the southeastern United States: implications for forecasting. *Weather and Forecasting*, Vol, 6, 470-482.
- BROOKS H.E., DOSWELL C.A., WICKER L.J., 1992: Stormtipe: a forecasting experiment using a three-dimensional cloud model. 4e Atelier SEA/SCMO de Météorologie Opérationnelle, Whistler, C.B.
- BROOKS H.E., C.A. DOSWELL, WILHELMSSEN R.B., 1993: The role of the mid-level mesocyclones in supercell thunderstorms. A être publié.
- BROWNING, K.A., 1968: The organization of severe local storms. *Weather*, 23, (Roy. Met. Soc) 429-434.
- BURROWS, W.R., KING P., LEWIS P.J., KOCHTUBAJDA B., SNYDER B. and TURCOTTE V., 2002: Lightning Occurrence Patterns Over Canada and Adjacent United States From Lightning Detection Network Observations. Preprint for Atmosphere-Ocean.
- CHISHOLM, A.J. and J.H. RENICK, 1972: The kinematics of multicell and supercell Alberta hailstorms, Alberta Hail Studies, Research Council of Alberta Hail Studies Rep. No. 72-2)
- DAVIES-JONES R. P., D. W. Burgess, M. Foster, 1990: Test of helicity as a tornado forecast parameter. 16th Conf. Severe Local Storms (Kananaskis Park, Alberta) AMS.
- DOSWELL C.A., Splitt, M.E., Kay, M., 1992: On storm motion and operational assessment of supercell storm potential using hodographs. 4e Atelier SEA/SCMO de Météorologie Opérationnelle, Whistler, C.B.
- DOSWELL C.A. III, 1985: the operational meteorology of convective weather, Vol II: storm scale analysis, NOAA Technical Memorandum ERL ESG 15.
- HART, J.A. and W.D. KOROTKY, 1991: The SHARP workstation - vl.50. A skew T/ hodograph analysis and research program for the IBM and compatible PC. User's manual. NOAA/NWS Forecast Office, Charleston, WV., 62pp.
- KANE, R.J., 1991: Correlating lightning to severe local storms in the northeastern United States. *Weather and Forecasting*, Vol 6, No.1, 3-12.
- LEMON, L.R., 1977: Severe thunderstorm evolution: its use in a new technique for radar warnings. 10th Conf. on Severe Local

Storms, AMS.

MADDOX, CHAPPEL, HOXIT, 1979: synoptic and meso scale aspects of flash flood events, Bull. AMS, Vol. 60, No 2 (February).

MAROIS, B.P., 1977: Évaluation du programme SHARP dans l'exploitation d'un Bureau de prévisions météorologique, rapport interne, CMQ.

MILLER, R.C., 1972: Notes on analysis and severe storm forecasting procedures of the air force global weather central, air weather service, Technical Report 200 (Rev.)

MOLLER, A.R., and C.A. DOSWELL III, 1988: A proposed advanced storm spotters training program. Preprints, 15th conf. severe local storms. A.M.S. 173-177.

MOORE J.T. and F.H. Glass, 1992: Mesoscale convective systems: initiation and propagation. 4e Atelier SEA/SCMO de Météorologie Operationnelle, Whistler, C.B.

RASMUSSEN, E.N. and R.B. WILHELMSON, 1983: Relationship between storm characteristics and 1200 GMT hodographs, low level shear and stability. 13th Conf. on Severe Local Storms, AMS.

ROUX, FRANK, 1991: Les orages: météorologie des grains, de la grêle et des éclairs. Les éditions Payot, 106, bd Saint-Germain, Paris VI<sup>e</sup>.

SIOK, S. et H.P. BIRON, 1992: Wet microbursts. 4e Atelier SCMO/SCMO de Météorologie opérationnelle, Whistler, C.B.

SIOK, S., H.P. BIRON et A. Bellon, 1994: Miniature supercellular and non-supercellular tornadoes seen on the McGill DOPPLER radar. Soumis comme présentation au 28ième Congrès de la Société Canadienne Météorologique et Oceanographique.

SOLYOM, Catherine, 2001: Tough times predicting weather: Study reveals disturbing downhill trend in ability of meteorologists to forecast accurately. The Gazette Newspaper(Montreal), p. A7

STEWART, S.R., 1991: The prediction of pulse-type thunderstorm gusts using vertically integrated liquid water content and cloud top penetrative downdraft mechanism. NOAA Tech. Memo. NWS SR-136.

TURCOTTE, V., S. SIOK et G. DEAUDELIN, 1985: Relationship between between wind shear and hydrostatic energy in summer severe weather. Note technique 85N-002, Région du Québec.

VICKERS, G.: 1992 Alberta Weather Centre summer severe weather

program.

VAILLANCOURT, P. : 1997 An Operational Analysis of the Severe Thunderstorms of August 4th, 1994. Note technique/Technical Note 97N-001, Région du Québec.

VIGNEUX, D. et S. SIOK, 1985: Effets d'une circulation directe sur le déclenchement d'orages violents. Note technique Région de Québec, 85N-001.

WAKIMOTO, R.M. AND J.W. WILSON, 1989: Non supercellular tornadoes. Mon. Wea. Rev. 112, 2479-2489.

ZWACK, P., and B. Okossi, 1986: A new method for solving the quasi-geostrophic omega equation by incorporating surface pressure tendency data. Mon. Wea. Rev., 114, 655-666.

**ANNEXE A :  
SOMMAIRE  
1999**

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
29 avril 99	GASPÉ-PARC FORILLON	0200	CAP D'ESPOIR	X	-	-	-	-	Rafales de 90 km/h de 02 à 11 TU
24 mai 99	SAGUENAY	1200	SAGARD	-	-	-	-	X	55mm en 24hres
	BAIE COMEAU	1200	ROUTE 385	-	-	-	-	X	60 mm en 24 hres
25 mai 99	LA MALBAIE- RIVIÈRE DU LOUP	1800	SQUATEC ASTER NORTRE-DAME-DU-LAC	-	X	-	X	-	Diamètre de la grêle 2 cm, 37 mm à Notre-Dame-du-Lac
25 mai 99	LA MALBAIE- RIVIÈRE DU LOUP	1800	ST-CLÉMENT	-	-	-	X	-	27 mm avec cellules
	RIMOUSKI- MATAPÉDIA	1830	ST-GABRIEL-DE-RIMOUSKI	-	-	X	-	X	F0, estimé entre 1730 et 1800 TU selon rapport de Jean Brassard. 48.2 mm à Duchénier
	BAIE COMEAU	0600	BAIE-COMEAU (AÉROPORT)	-	-	-	-	X	70 mm entre 06 et 01 TU
	SEPT-ÎLES	1100	SEPT-ÎLES	X	-	-	-	-	Rafales de 90 à 110 km entre 11 et 16 TU
03 juin 99	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	0200	GOUIN	-	-	-	X	-	47.2 mm entre 03 et 06 TU
	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	0300	LU-NIC	-	-	-	X	-	55 mm entre 0300 et 0600 TU
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0200	MANIWAKI	-	-	-	X	-	De 0200 à 0300 TU: 46,1 mm. 67 mm de 02 à 12 TU
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0300	MONT-ST-MICHEL	-	-	-	X	-	76 mm entre 0300 et 0600 TU
	LAURENTIDES	0400	HARRINGTON	-	-	-	X	-	Entre 0400 et 0600 TU 47,6 mm
	MONTRÉAL	0230	CÔTEAU-DU-LAC RIGAUD	-	-	-	X	-	Respectivement: 49 et 34 mm. 36 mm à st-polycarpe
06 juin 99	MONTRÉAL	1810	SHERRINGTON	-	-	X	-	-	F0. Entonnoir nuageux, entrepôt détruit par

DATE	RÉGION	HEURE ( TU )	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
									l'entonnoir.
07 juin 99	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	2000	BALBUZARD CLOVA	-	-	-	X	-	De 1915 TU à 21 TU: 59 mm(Clova), 38 mm(balbuzzard), surplombs, forts "GUST"
	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	2100	GALIFET	-	-	-	X	-	Plusieurs cellules de 2025 TU à 04 TU/8: 48 mm
	MONTRÉAL	2235	KIRKLAND MONTRÉAL-OUEST	-	X	-	-	-	Grêle grosseur de pois à boule-à-mites, g36 noeuds(YUL)
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	2150	ST-NARCISSE LAC-À-LA-TORTUE	-	X	-	X	-	Grêle 1.5 cm à balle de tennis, couvre 45% du sol, dégâts(+\$600k), 66.4 mm
	TROIS-RIVIÈRES-D RUMMONDVILLE	2245	ARTHABASCA ST-WENCESLAS VICTORIAVILLE	-	-	-	X	-	R+: 26 mm(St-Léonard-d'Aston) à 44(Arthabasca), grêle grosseur inconnue(Victoriaville)
	QUÉBEC	2300	STE-CHRISTINE D'AUVERNE	-	-	-	X	-	22 TU à 00 TU: 31.5 mm
	QUÉBEC	2300	LYSTER	-	-	-	X	-	23 TU à 01 TU: 43.9 mm
	ESTRIE-BEAUCE	2220	LA PATRIE DITTON	-	X	-	X	-	Grêle de 2 à 2.5 cm de diamètre, 71.3 mm de pluie (21 TU à 04 TU)
	ESTRIE-BEAUCE	2300	DISRAËLI THETFORD-MINES	-	-	-	X	-	23 TU/7 à 04 TU/8: plusieurs cellules donnant 56 mm
	ESTRIE-BEAUCE	2325	LAC MÉGANTIC	-	-	-	X	-	39.4 mm entre 2325 TU à 04 TU
WASKAGANISH- MATAGAMI	2245	MISTAOUAC	-	-	-	X	-	53 mm	
08 juin 99	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	0000	LAC-AUX-SABLES ST-UBALDE	-	-	-	X	-	00-04 TU: 58 mm
	TROIS-RIVIÈRES-	0200	STE-ANNE-DE-LA-PERADE	-	-	-	X	-	36.8 mm

DATE	RÉGION	HEURE ( TU )	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
	DRUMMONDVILLE								
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	0300	FORTIERVILLE	-	-	-	X	-	56.6 mm dont 30 mm(radar) de 03 à 04 TU
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	0340	VILLEROY	-	-	-	X	-	51 mm de 23 TU/7 à 06 TU/8 dont 36 mm de 0340 TU à 06 TU le 8
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1615	STE-MARTHE	-	-	X	-	-	F1, toits arraches
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1815	RIVIÈRE-MATAWIN LAC-AUX-SABLES	-	-	-	X	-	35.8 mm à Lac-aux-Sables
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1900	STE-ANNE-DE-LA-PERADE	-	-	-	X	-	De 1900 à 2030 TU 34,4 mm à station agro.
	QUÉBEC	0300	STE-BRIGITTE DE LAVAL	-	-	-	X	-	Inondations de sous-sol par crue de la RIVIÈRE Jacques-Cartier(pluie 00-08 TU)
	QUÉBEC	0340	DESCHAMBEAULT	-	-	-	X	-	31 mm
	QUÉBEC	0500	MONTMAGNY	-	-	-	X	-	05-06 TU: 32.2 mm causant inondations de sous-sol
	ESTRIE-BEAUCE	0000	ST-LUDGER	-	-	-	X	-	Autour de 00 TU: 39 mm
	ESTRIE-BEAUCE	0540	STANSTEAD STUKELY	-	-	-	-	X	05 TU à 13 TU: 48.8 mm et 54.6 mm
	LA TUQUE	1800	PANACHE LAC DES COMMISSAIRES	-	-	-	-	X	Respectivement 68,6 et 40,6 mm entre 18 et 23 TU
11 juin 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	1730	ROQUEMAURE LA SARRE	-	-	-	X	-	37 mm Roquemaure, 25 mm la Sarre(agro)
	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	1808	VAL D'OR	-	-	-	X	-	Sous-sols inondes
	WASKAGANISH-	2000	WASWANIPI	-	-	-	X	-	43 mm

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
	MATAGAMI								
	CHIBOUGAMAU	2200	CHIBOUGAMAU	-	-	-	X	-	35 mm de 21 TU à 23 TU mais surtout après 22 TU
12 juin 99	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	2100	BERTHELOT	-	-	-	X	-	27,2 mm, de 2100-2200 TU
	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	2100	OBEDJIWAN	-	-	-	X	-	33,8 mm, foudre de 2100-2300 TU
	LAC ST-JEAN	2100	HÉMOND DOLBEAU	-	-	-	X	-	Respectivement: 20.6 et 22.8 mm sous un orage, routes de bois lavées
	CHIBOUGAMAU	2000	LAC LIBÉRAL LAC ALBANEL	-	-	-	X	-	31,2 mm avec forte foudre de 20 à 21 TU
	MANICOUAGAN- SECTEUR DE GAGNON	0000	MANOUANE	-	-	-	X	-	45.8 mm de 00 TU à 03 TU
13 juin 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	2100	MATCHI-MANITOU	-	-	-	X	-	49,0 mm, de 2100-2200 TU
	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	1900	BERTHELOT	-	-	-	X	-	43,6 mm, foudre de 1900-2100 TU
	LAC ST-JEAN	2050	HÉMOND	-	-	-	X	-	26,8 mm
14 juin 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	0000	ROUYN VAL D'OR BARRAGE ANGLIER	-	-	-	-	X	63,3 mm, 76 mm et 69,8 mm de 00 TU/14 à 0000 TU/15
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	2200	FORT-COULONGE	X	-	-	-	-	Arbres matures déracinés, chaloupes/bateaux renversés, tuyaux de ventilation arrachés
	WASKAGANISH- MATAGAMI	0000	WASWANIPI MATAGAMI	-	-	-	-	X	Respectivement: 68 mm(00 à 24 TU) et 33 mm(14-03 TU)
28 juin 99	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0300	MANIWAKI	-	-	-	-	X	49mm entre 03-12 TU, accum-radar Low/Fort Coulonges 50 mm et +

DATE	RÉGION	HEURE ( TU )	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	2300	DAVIDSON	-	-	-	X	-	27,2 mm entre 2230 et 2330 TU
	LAURENTIDES	0500	MONT-ST-MICHEL	-	-	-	-	X	50 mm entre 05 et 14 TU, semblable RÉSERVE Rouge Matawin
	MONTRÉAL	0300	MIRABEL ST-HUBERT ST-HYACINTHE	-	-	-	-	X	Respectivement: 64.8 , 53, et 56 mm, St-Marcel sur Richelieu 125 mm (03 et 21 TU)
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	0700	NICOLET	-	-	-	-	X	64 mm entre 07 et 22 TU
	ESTRIE-BEAUCE	0700	ORFORD BEAUCEVILLE	-	-	-	-	X	Respectivement: 61,1 et 75 mm entre 07 et 22 TU. Ste-marguerite: 60 mm(7-18 TU)
29 juin 99	LA GRANDE- BAIE JAMES	1800	LA GRANDE RIVIÈRE	-	-	-	-	X	Entre 18 TU le 29 et 13 TU le 30, 50 mm, 37 mm à Moosonee
01 juillet 99	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	2100	LE DOMAINE SHANNON LANDRON	-	-	-	-	X	61.6, 53 et 39 mm 21-05 TU dans parc Lavérendrye
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	1900	RAPIDE-DES-JOACHIMS BRULÉ	-	-	-	-	X	53,3 et 62 mm entre 19 et 02 TU
02 juillet 99	LAURENTIDES	0200	ARUNDEL SAINT-JOVITE	-	-	-	X	-	Respectivement: 52.4 mm et 39 mm entre 02 et 05 TU
	LAC ST-JEAN	0400	NORMANDIN	-	-	-	-	X	55.0 mm entre 04 et 09 TU, sud du Lac-St-Jean 10 mm
03 juillet 99	CHIBOUGAMAU	1630	CHIBOUGAMAU	-	X	-	-	-	Grêle 3 cm, selon observateur. Forêt, aussi YMT g80 km/h à 1630 TU
05 juillet 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	0230	ANGLIERS TÉMISCAMING	X	-	-	X	-	Rafales à 105 km/h à WRC et 90 km/h à WBA par un Dérécho, 26 mm de 0230-03

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
									TU(WBA)
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0525	LAC NOMININGUE	X	-	-	-	-	Nombreux arbres déracinés par Dérécho.
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	2300	CHAPEAU (ÎLES-AUX- ALLUMETTES)	X	-	-	-	-	Nombreux arbres déracinés à chapeau et Demers Center, grange soufflée(\$20,000)
	LAURENTIDES	0555	VAL-DES-LACS MT-TREMBLANT	X	-	-	-	-	Nombreux arbres déracinés et un mort(Val-des-Lacs) par arbre tombe sur tente
	MONTRÉAL	0605	LACHUTE ST-JÉROME POINTE-FORTUNE	X	-	-	-	-	Rafales à 120 km/h sous un Dérécho. Arbres déracinés et pannes électriques.
	MONTRÉAL	0630	MONTRÉAL DORVAL ST-HYACINTHE	X	-	-	-	-	Vents à 95+ km/h sous Dérécho(0630-07 TU).toits, arbres arrachés, panne électrique
	ESTRIE-BEAUCE	0710	SHERBROOKE SAWYERVILLE	X	-	-	-	-	Dérécho 0710-0750: vents 95 à 115 km/h. Lourds dégâts: arbres, érablières, toits, etc...
06 juillet 99	MONTRÉAL	1603	MONTÉRÉGIE	-	-	-	X	-	35-42 mm de 16 à 17 TU
	MONTRÉAL	1700	NOTRE-DAME-DU-MONT- CARMEL	-	-	X	-	-	F0
	MONTRÉAL	2200	BERTHIERVILLE YAMASKA	-	-	X	-	-	F0: arbres arrachés, garage et toit de grange envolés (porcelets morts).  Berthierville : 22 TU Yamaska : 2220 TU
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	2318	DRUMMONDVILLE	-	-	X	-	-	F1: 50 maisons endommages(toits), corridor de 100m x 800m, autobus brisés(\$1m)
	ESTRIE-BEAUCE	1730	SAINTE-CATHERINE-DE-	-	-	X	-	-	F0

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
			HATLEY						
	ESTRIE-BEAUCE	1730	BROME MAGOG EAST-ANGUS LA PATRIE	-	-	-	X	-	40 à 70 mm selon le radar de 16 à 20 TU.
07 juillet 99	MONTRÉAL	2330	HUNTINGDON	X	-	-	-	-	Rafales à 115 km/h, grêle grosseur de pois.
	ESTRIE-BEAUCE	0000	DANVILLE TINGWICK TROIS-LACS	-	-	X	-	-	F0: granges endommagés(Danville), 40 érables brisés(Tingwick) de 00 à 0020 TU
16 juillet 99	CHIBOUGAMAU	2300	LAC LIBÉRAL	-	-	-	X	-	30.6 mm de 23 TU à 00 TU
17 juillet 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	0100	QUÉVILLON	-	-	-	X	-	34.4 mm de 01 à 02 TU
	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	0100	HARRICANA	-	-	-	X	-	46.6 mm de 01 à 02 TU
	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	0300	OBEDJIWAN	-	-	-	X	-	74.2 mm de 03 à 06 TU
	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	0300	GOUIN	-	-	-	X	-	42 mm de 03 à 06 TU
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	1830	BRISTOL	X	-	-	-	-	Gros arbres déracinés de 1830 à 19 TU.
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1900	CHAMPLAIN STE-MARTHE-DU-CAP	X	-	-	-	-	Gros arbres déracinés
	QUÉBEC	1821	QUÉBEC STE-FOY ST-HENRI LÉVIS	X	-	-	X	-	Rafales à 104 km/h à YQB, 42 mm à l'Université, lourds bris par le vent(1821-1840
	LAC ST-JEAN	0100	HÉMOND	-	-	-	X	-	35 mm de 01 à 03 TU
	LAC ST-JEAN	1300	ST-BRUNO	X	-	-	X	-	St-Bruno: dizaines d'arbres cassés, bardeaux

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
			ALMA						envoles. Alma: refoulement d'égouts
	SAGUENAY	1400	CHICOUTIMI JONQUIERE	X	-	-	-	-	Bardeaux de toit arraches, arbres et poteaux électriques cassés(28 mm WJO (11/2h)
21 juillet 99	LAC ST-JEAN	2100	ST-PRIME POINTE-BLEUE	X	-	-	-	-	Centaine d'arbres déracinés, roulottes endommages, entonnoir vu sur le lac
	LAC ST-JEAN	2150	SAINT-GÉDÉON	X	-	-	-	-	Rafale à 90 km/h, arbres déracinés
22 juillet 99	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1845	ST-JOSEPH-DE-MÉKINAC PARC MAURICIE	X	X	-	-	-	Grêle de 1 à 2 cm de diamètre couvrant le sol, toit de silo arraché, arbres déracinés
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1900	SHAWINIGAN	-	-	-	X	-	Forte cellule de 1830 TU à 21 TU. 30.2 mm de 19 TU à 20 TU.
23 juillet 99	LAURENTIDES	0000	SAINT-DONAT	-	X	-	-	-	Grosse grêle selon Météo- Média
	LAURENTIDES	1930	HARRINGTON	-	-	-	X	-	31,4 mm de 1930 TU à 2030 TU
24 juillet 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	0000	VAL D'OR	-	-	-	X	-	68 mm de pluie de 00 à 03 TU
	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	2200	SHANNON	-	-	-	X	-	40 mm de 22 à 23 TU
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	2200	LAC CAYAMANT	X	X	-	-	-	Une galerie arrachée, toits endommages. Grêle de moins de 1 cm de diamètre
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1130	TROIS-RIVIÈRES	-	-	-	X	-	29 mm de 1130 à 1230 TU
	ESTRIE-BEAUCE	0900	FRELIGHSBURG	-	-	-	X	-	26,8 mm de pluie de 09 à 10 TU

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
25 juillet 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	0015	LAC OPASATICA (S-O ROUYN)	-	X	-	-	-	Grêlons assez gros pour percer une toile neuve d'hydravion
	MONTRÉAL	1330	JOLIETTE	-	-	-	X	-	25,2 mm de 1330 à 1415 TU
	ESTRIE-BEAUCE	1300	LENNOXVILLE	-	-	-	X	-	44,2 mm de 13 à 14 TU
	ESTRIE-BEAUCE	1630	BEAUCEVILLE	-	-	-	X	-	31,3 mm de 1630 TU à 18 TU
27 juillet 99	SAGUENAY	2045	JONQUIERE SHIPSHAW	X	-	-	-	-	Arbres déracinés, i toit et une vitrerie endommages. Grêle de grosneur inconnue
28 juillet 99	QUÉBEC	1800	STE-FOY CAP-ROUGE ST-RÉDEMPTEUR	-	X	-	X	-	Ligne d'orage: grêle diamètre 1.5 à 2.5 cm, 33.6 mm(WJB), inondation sous-sols
	QUÉBEC	1830	DESCHAMBEAULT	-	-	-	X	-	29.6 mm de 18 à 19 TU
29 juillet 99	WASKAGANISH- MATAGAMI	2330	CAMP JEREMY	-	-	-	X	-	25 mm de pluie de 2330 à 00 TU
30 juillet 99	MONTRÉAL	1930	SAINTE-BÉATRIX	-	X	-	X	-	De 19 à 1930 TU: grêle de 1 cm de diamètre s'accumulant au sol, 40 mm de pluie
	MONTRÉAL	2100	BLAINVILLE	-	X	-	-	-	Grêle de 2 cm de diamètre
	MONTRÉAL	2130	SAINTE-ANNE-DE-BELLEVU E	-	-	-	X	-	De 2130 TU à 2230 TU: 49.3 mm de pluie, rafale à 76 km/h
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1645	ST-JOSEPH-DE-MÉKINAC	X	-	-	-	-	Plusieurs arbres cassés(diamètre<=20 po.),2 abris d'auto permanents soulevés, grêle<1.5cm
	SAGUENAY	1700	POINTE-CLAVEAU ANSE-DE-ROCHE	X	-	-	-	-	Rafales de 80 km/h(WGV) et de 140 km/h(77 noeuds) par plaisancier
	WASKAGANISH-	0000	MAICASAGI	-	-	-	X	-	30 mm de pluie de 00 à 01

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
	MATAGAMI								TU
	CHIBOUGAMAU	0000	LAC ALBERT	-	-	-	X	-	31.8 mm de 00 à 01 TU
	CHIBOUGAMAU	0200	LAC ALBANEL	-	-	-	X	-	25 mm de 02 à 03 TU
31 juillet 99	LAC ST-JEAN	1830	NORMANDIN ALBANEL	X	-	-	-	-	80 km/h à Normandin(1824 TU), récolte détruite à Albanel près de Dolbeau
	CHIBOUGAMAU	1700	ALBANEL	-	-	-	X	-	25 mm de 17 à 18 TU
	CHIBOUGAMAU	2000	MANOUANE	-	-	-	X	-	38 mm de 20 à 21 TU
	MANICOUAGAN-SECTEUR DE GAGNON	2000	DANIEL	-	-	-	X	-	40 mm entre 20 et 22 TU
	MANICOUAGAN-SECTEUR DE GAGNON	2100	LAC DES BOIS	-	-	-	X	-	31.6 mm quelque part entre 21 et 23 TU
	MANICOUAGAN-SECTEUR DE GAGNON	2215	MILLAGE 91 FOX	-	-	-	X	-	Respectivement: 38 et 28.8 mm
05 août 99	RIMOUSKI-MATAPÉDIA	1800	AMQUI DÉPÔT JOHN	-	-	-	X	-	De 18 à 22 TU: 61 mm. Eau arrive au trottoir à Amqui selon sq.
09 août 99	BASSE COTE-NORD-ANTICOSTI	1200	NATASHQUAN ANTICOSTI	-	-	-	-	X	De 12 TU/9 à 06 TU/10: 51.2 mm(YNA), 72.2 mm(WHP), 40 mm(Cerf-Sau), 42.2 mm(Jupiter)
13 août 99	MONTRÉAL	2000	ACTON VALE	-	-	-	-	X	52 mm de 2000 TU/13/08 à 0200 TU/14/08
	ESTRIE-BEAUCE	2200	BEAUCEVILLE	-	-	-	-	X	60 mm de 2200 TU/13/08 à 0400 TU/14/08
17 août 99	RIMOUSKI-MATAPÉDIA	0200	MARGUERITE	-	-	-	-	X	65,4 mm entre 0200-1000 TU
09 sept. 99	ESTRIE-BEAUCE	0200	LENNOXVILLE (WQH)	-	-	-	X	-	32 mm entre 01 TU et 03 TU
	LAURENTIDES	2130	ROUGE MATAWIN	-	-	-	X	-	Forêt météo 21-22 TU 43 mm et surplomb radar nord de Mont-Tremblant

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
10 sept. 99	LA MALBAIE- RIVIÈRE DU LOUP	1800	KAMOURASKA TEMISCOUATA	-	-	-	-	X	YYY= 82 mm début= 1910 TU, CAR= 60 mm début 1900 TU, WMH= 12 mm début 17 TU
	RIMOUSKI- MATAPÉDIA	1900	RIMOUSKI	-	-	-	-	X	82.2 mm YYY, début à 1910, WYQ= 39.4 mm
11 sept. 99	BASSE COTE-NORD- ANTICOSTI	1230	HAVRE-ST-PIERRE	-	-	-	-	X	YGV= 59 mm dont 50 mm entre 1230 TU et 1800 TU, YNA= 12 mm
16 sept. 99	MONTRÉAL	2300	DORVAL	-	-	-	-	X	67 mm, pour la région de 50 à 75 mm
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	2300	NICOLET	-	-	-	-	X	Nicolet 70 mm, pour la région 50 à 70 mm
17 sept. 99	QUÉBEC	0300	VILLEROY	-	-	-	-	X	WVY= 86 mm, région 40 à 86 mm
	QUÉBEC	0600	ILE D ORLEANS	X	-	-	-	-	WER entre 06 TU et 17 TU 90 à 118 km/h
	ESTRIE-BEAUCE	1000	BEAUCE-EST	X	-	-	-	-	Dommages causes par le vent, voir vents WER et WIG
	PARC DES LAURENTIDES	0400	L ETAPE	-	-	-	-	X	WPD= 54 mm
	LA MALBAIE- RIVIÈRE DU LOUP	0500	RIVIÈRE-DU-LOUP	-	-	-	-	X	WNH= 57 mm, Charlevoix, 76 mm, la Pocatière 48 mm
	GASPÉ-PARC FORILLON	1000	GASPÉ	-	-	-	-	X	YGP= 54 mm, WRZ= 50 mm
	GASPÉ-PARC FORILLON	1630	CAP D ESPOIR	X	-	-	-	-	WRZ= g85 km/h 16 à 18 TU
20 sept. 99	RÉSERVOIRS CABONGA-GOUIN	2200	RÉSERVE MANOUANE	X	-	-	-	-	Dommages dans la RÉSERVE selon sécurité civile, voir St-Michel-Saints
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	1930	LA PECHE DUCLOS	X	-	-	-	-	Arbres déracinés, toitures arrachées
	LAURENTIDES	2200	ST-MICHEL-DES-SAINTS	-	-	X	-	-	Tornade f1, toit de l

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORRENT.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
									école du village envolé, témoins nombreux
22 sept. 99	GASPÉ-PARC FORILLON	0700	GASPÉ	-	-	-	-	X	50 à 75 mm en 36 heures dans la région
	BASSE COTE-NORD- ANTICOSTI	1000	NATASHQUAN	-	-	-	-	X	115 mm en 36 heures, Anticosti Heath point 134 mm
28 sept. 99	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	1200	VAL DOR	-	-	-	-	X	92 mm début à 1015 TU, YUY 55mm début à 14 TU, TÉMISCAMINGUE 87 mm
	WASKAGANISH- MATAGAMI	1345	MATAGAMI	-	-	-	-	X	57.5 mm en 48 heures
	CHIBOUGAMAU	2100	CHIBOUGAMAU	-	-	-	-	X	112 mm à YMT
13 oct. 99	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	1830	WAKEFIELD	-	X	-	-	-	Observateur grêle 2 cm, surplomb sur radar CARP entre 18 et 19 TU
	LAURENTIDES	1400	ST-JOVITE	-	-	-	-	X	WJT 52 mm entre 14 TU le 13 et 06 TU le 14
14 oct. 99	GASPÉ-PARC FORILLON	1200	GASPÉ	-	-	-	-	X	YGP= 51.4 mm entre 12 TU le 14 et 02 TU le 15
15 oct. 99	PARC DE LA GASPÉSIE	0100	CAP MADELEINE	X	-	-	-	-	WSF entre 90 et 100 km/h de 01 TU à 11 TU le 15/10
	BASSE COTE-NORD- ANTICOSTI	1500	CHEVERY BLANC SABLON	X	-	-	-	-	Vents entre 90 et 100 km/h entre 1500 et 2100 TU
16 oct. 99	ESTRIE-BEAUCE	2100	SHERBROOKE	-	-	-	-	X	YSC= 83 mm, région Estrie-Beauce 80 à 110 mm

**ANNEXE B :**  
**SOMMAIRE**  
**2000**

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORREN.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
07 mai 00	QUÉBEC	2030	SECTEUR DE PORTNEUF	X	X	-	-	-	Dommages mineurs, vitesse estimée à 100 km/h; YQB 45 noeuds à 2045Z
09 mai 00	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0000	MANIWAKI CAMPBELL'S BAY LOW	-	-	-	-	X	00-18Z: Maniwaki 50 mm, Notre-dame-de-la-Paix 50.7 mm, route emportée à Campbell's Bay
	MONTRÉAL	1200	RIVE NORD RIVE SUD LAVAL	-	-	-	-	X	12Z/9-12Z/10:40 à 60 mm...Auteuil(50),Saint-Jacques(53),Oka(54),Huntingdon(53),etc.
10 mai 00	MONTRÉAL	1830	HUNTINGDON	X	-	-	-	-	Entonnoir nuageux observé; toiture endommagée et arbres cassés
24 mai 00	MONTRÉAL	2230	SAINTE-ANNE-DES- PLAINES	-	X	-	-	-	Grêle de 2 cm de diamètre, selon Denis Bachand
	MONTRÉAL	2325	VARENNES	-	X	-	-	-	Grêle, balles de golf
25 mai 00	MONTRÉAL	0010	SAINTE-AMABLE	X	X	-	-	-	Grêle (grosseur de balles de golf), quelques arbres et poteaux d'Hydro tombés, bardeaux de toit envolés
15 juin 00	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	0900	ROUYN	-	-	-	X	-	31 mm(09-10Z), 20 sous-sols et plusieurs cours inondés, 42 mm(00-11Z)
21 juin 00	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	2300	SAINTE-THOMAS- DE-CAXTON	-	-	-	X	-	23Z/21 à 01Z/22: 45 mm
22 juin 00	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	1950	QUYON (30 KM OUEST DE HULL)	-	-	X	-	-	F0, dommages mineurs, 2 observateurs, heure incertaine
	PARC DE LA GASPÉSIE	0500	CAP MADELEINE	X	-	-	-	-	WSF rafales de 52 à 57 noeuds de 0450 à 0510Z
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0700	ANGERS HULL BUCKINGHAM LUSKVILLE	-	-	-	-	X	07-16Z: plus de 30 sous-sols inondés, petits glissement terrains, Angers(82 mm)
	LAURENTIDES	1000	SAINTE-JOVITE SAINTE-SOPHIE	-	-	-	-	X	De 10Z à 18Z: 51 mm de pluie à WJT, inondations des résidents à Sainte-Sophie
	MONTRÉAL	1000	SAINTE-MELANIE JOLIETTE	-	-	-	-	X	De 10-19Z: 53 mm (Sainte-Mélanie), 65 mm(Saint-Jacques), 49 mm(Saint-Thomas)
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1100	TROIS-RIVIÈRES NICOLET	-	-	-	-	X	De 11-23Z: WTY(50 mm), WGQ(47 mm), Fortierville(45 mm), Champlain(49 mm), etc...
25 juin 00	QUÉBEC	1300	SAINTE-FOY NOTRE-DAME DU ROSAIRE	-	-	-	-	X	WJB et WHQ: 53 mm 13-19Z, Notre-Dame-du-Rosaire: 57 mm entre 17 et 22Z
30 juin 00	MONTRÉAL	2355	LES CÈDRES	-	X	-	-	-	Grêle de 1.5 à 2.0 cm de diamètre de Vaudreuil à l'île-Perrot
01 juillet 00	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	2000	NOMININGUE	-	-	-	X	-	34.4 mm

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORREN.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
02 juillet 00	PARC DES LAURENTIDES	2200	L'ETAPE	-	-	-	-	X	51 mm (12-23Z) cellules banales mais probablement répétitives
04 juillet 00	CHIBOUGAMAU	2230	LAC LIBERAL	-	-	-	X	-	42.4 mm avec fort taux d'éclairs
05 juillet 00	QUÉBEC	0000	LAURIERVILLE	-	X	-	-	-	Grêle de diamètre de 1.5 à 2 cm entre 00Z et 0030Z
	QUÉBEC	0105	LAC ST-CHARLES	-	X	-	-	-	Grêle de 2 cm de diamètre, surplombs(2305Z/4 à 03Z) de Tewksbury à Montmagny, entonnoir vu
	RIMOUSKI-MATAPEDIA	2200	DUCHENIER	-	-	-	X	-	29.2 mm de 22 à 23Z
	GASPÉ-PARC FORILLON	0900	CORTEREAL RIVIÈRES-AU- RENARD	-	-	-	X	-	53.8 mm de 09 à 11Z, fort taux d'éclairs
	GASPÉ-PARC FORILLON	0900	CAP D'ESPOIR	-	-	-	X	-	31 mm de 09 à 11Z, fort taux de foudre
	BAIE DES CHALEURS	0600	NEW CARLISLE	-	-	-	X	-	77 mm entre 06 et 10Z, fort taux d'éclairs
06 juillet 00	BASSE CÔTE-NORD- ANTICOSTI	0000	RIVIÈRES-AU- TONNERRE	-	-	-	X	-	72.6 mm de 00 à 05Z
	BASSE CÔTE-NORD- ANTICOSTI	0400	LONGUE-POINTE- DE-MINGAN	-	-	-	X	-	30 mm de 04 à 05Z, 43 mm de 03 à 08Z et 63.6 mm de 12Z/5 à 08Z/6
07 juillet 00	MONTRÉAL	1920	SUD DE JOLIETTE	-	X	-	-	-	Reportage à la télévision.. grêle de 1.5 à 2.0cm de diamètre, cultures de tabac endommagées
08 juillet 00	QUÉBEC	1610	QUÉBEC	-	X	-	-	-	Grêle de 1.5 à 2.0 cm de diamètre couvrant le sol par endroits
09 juillet 00	BASSE CÔTE-NORD- ANTICOSTI	1100	NATASHQUAN	-	-	-	X	-	25 mm/h... 40 mm entre 6-12Z
10 juillet 00	MANICOUAGAN-GAGNON	1000	CHUTE DES PASSES	-	-	-	-	X	WDT rapporte 50 mm entre 10/10Z et 11/10Z
14 juillet 00	MONTRÉAL	1900	SAINTE-ANICET SAINTE-BARBE	-	X	-	-	-	Petite grêle mais assez pour couvrir le sol sur 2 à 3 km de large.
17 juillet 00	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	2200	HARRICANA	-	-	-	X	-	28 mm vers 22Z avec fort taux de foudre
	ESTRIE-BEAUCE	0930	RICHMOND	-	-	-	X	-	51.5 mm vers 0930Z
	WASKAGANISH-MATAGAMI	2100	CAMP JÉRÉMIE	-	-	-	X	-	32.2 mm
18 juillet 00	RESERVOIRS CABONGA- GOUIN	0200	BALBUZARD BERTHELOT	-	-	-	X	-	Respectivement: 26 et 35 mm entre 02Z et 04Z
	RESERVOIRS CABONGA- GOUIN	0600	GALIFET	-	-	-	X	-	52.8 mm entre 00Z et 12Z mais surtout vers 06-07Z selon la foudre
	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1100	ARTHABASCA	-	-	-	X	-	De 11 à 12Z: 51.2 mm selon station agricole
	QUÉBEC	2020	SAINT-JEAN- CHRYSOSTOME	-	-	X	-	-	F0:1 cabanon endommagé, entonnoir (plusieurs témoins), grêle(1.5 cm de diamètre) à Saint-Rédempteur

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORREN.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
	QUÉBEC	2100	SAINTE-FOY CAP TOURMENTE DESCHAMBEAULT	-	-	-	-	X	53 mm de 07Z/18 à 01Z/19 dont 36 mm de 21Z à 24Z. Trois orages.
	ESTRIE-BEAUCE	1200	BEUCEVILLE SAINT-ÉPHREM-DE- BEUCE	-	-	-	X	-	De 12 à 13Z: 30 mm(WHV), 37.2 mm(Saint-Éphrem), 24.8 mm(Saint-Prosper)
	ESTRIE-BEAUCE	1300	THETFORD-MINES	-	-	-	X	-	26.6 mm de 13 à 14Z selon station agricole
	ESTRIE-BEAUCE	1640	DUNHAM	-	-	-	X	-	28.4 mm selon station agricole sous orage
	LAC SAINT-JEAN	1600	ALMA	-	-	-	X	-	17-18Z: inondation de 4 rues du centre-ville, glissements de terrain
	SAGUENAY	1630	SAINT-AMBROISE BEGIN	-	X	-	-	-	7 producteurs de patates touchés. 80 à 100 hectares détruits(0.5 à 1 million \$)
21 juillet 00	MONTRÉAL	2145	CAZAVILLE à HUNTINGDON	X	X	-	-	-	Grêle de 1.5 à 2cm de diamètre(trajectoire =2000 pieds x 2 mi.), champs détruits, arbres cassés(« downburst »)
22 juillet 00	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	1900	MATCHI-MANITOU	-	-	-	X	-	29 mm sous CB de 19-20Z
	RIMOUSKI-MATAPEDIA	1900	CÔTE-OUIMET	-	-	-	X	-	51.6 mm dont la majorité sous orage 19-21Z/22
22 juillet 00	RIMOUSKI-MATAPEDIA	2000	DEPOT JOHN	-	-	-	X	-	55 mm de pluie entre 20Z/22 et 12Z/23 dont la majorité sous CB 20-22Z/22
	PARC DE LA GASPÉSIE	2000	DUNIÈRE	-	-	-	X	-	43.2 mm de 17Z/22 à 12Z/23Z, surtout sous CB 20-22Z/22
27 juillet 00	LAC SAINT-JEAN	1830	LAC LIBERAL	-	-	-	X	-	78.8 mm de 18 à 19Z, avec vents de 67 km/h, confirmé par accumulation-radar
28 juillet 00	LAC SAINT-JEAN	1730	NORMANDIN (WOD)	-	-	-	X	-	28 mm de 17 à 18Z
	LA TUQUE	2030	LA TUQUE	-	-	-	X	-	Selon observateur volontaire : refoulement d 'égout et arbres déracinés
29 juillet 00	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	1900	LA PÊCHE	-	-	-	X	-	Station forêt.. 52 mm..19-20Z
	MONTRÉAL	1830	SABREVOIS	-	-	-	X	-	33.6 mm selon station agricole
	ESTRIE-BEAUCE	2030	COATICOOK	-	-	-	X	-	31.2 mm selon station agricole
01 août 00	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0100	FORANT	-	-	-	-	X	Station forêt : 85 mm en 5 heures
	CHIBOUGAMAU	1200	CHIBOUGAMAU	-	-	-	-	X	YMT : 56 mm entre 1 août 12Z et 2 août 12Z
02 août 00	MONTRÉAL	2110	SABREVOIS L'ACADIE	-	-	-	X	-	Respectivement: 72 et 27.2 mm. Mésocyclone et 47dBZ à 7km sur radar
	QUÉBEC	2200	SAINTE-FOY	-	-	-	X	-	WJB 37 mm 22-23Z... Non intense à

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORREN.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
									7km.. Aucun surplomb. Inondations de la rue sous la falaise du Cap Diamants à cause d'éboulement qui ont bouchés les égoûts.
07 août 00	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	1740	DUMOINE (FORET)	-	-	-	X	-	90,6 mm entre 1740Z et 2400Z
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	2130	RUPERT	-	X	-	-	-	Grêle de 1,5 à 2,5 cm
	MONTRÉAL	2030	NORD DE VALLEYFIELD	-	X	-	-	-	2 cm heure inconnue forte cellule vers 2030Z
08 août 00	TROIS-RIVIÈRES-DRUMMONDVILLE	1730	TROIS-RIVIÈRES CHARETTE	-	-	-	X	-	29 mm 1730-1810Z, coulée de boue, hôpital inondé. Charette 23,7 mm 17-22Z.
	QUÉBEC	1845	LORRETTEVILLE LAC ST-CHARLES	X	-	-	X	-	Entre 1845-1900 : 25 mm et vents estimés 100 km/h. Arbres déracinés.
09 août 00	LAC SAINT-JEAN	1300	ROBERVAL PÉRIBONKA HÉBERTVILLE SAINT-PRIME	-	-	-	-	X	13-03Z: Respectivement 50, 55, 108 et 77,6 mm. Petits glissements de terrain et ponts emportés à Hébertville
09 août 00	SAGUENAY	1400	JONQUIERE BAGOTVILLE LAC KÉNOGAMI SAGARD	-	-	-	-	X	14Z à 11Z/10: Respectivement 73, 62.4, 96 et 52 mm. Niveau du lac Kénogami augmente de 1 pied.
09 août 00	LA TUQUE	1200	LAC EDOUARD LAC DES COMMISSAIRES LA TUQUE	-	-	-	-	X	12Z/09 à 06Z/10: Respectivement 77, 113,6 et 59 mm.
	RIMOUSKI-MATAPEDIA	2000	RIMOUSKI MONT-JOLI	-	-	-	-	X	Respectivement: 57,4 et 57,2 mm entre 09/20Z et 10/18Z
	BAIE COMEAU	1600	FORESTVILLE ESCOUMINS BAIE-COMEAU	-	-	-	-	X	Respectivement: 73.2, 69.8 mm et 62.8 mm de 09/16Z au 10/16Z
	SEPT-ILES	1800	POINTE-DES-MONTS	-	-	-	-	X	70,5 mm entre 09/18Z et 10/18Z
15 août 00	ABITIBI-TÉMISCAMINGUE	2230	ROQUEMAURE	-	-	-	X	-	31mm 2230-2300Z
	MONTRÉAL	0500	MCTAVISH	-	-	-	X	-	34 mm 05-06Z et 51,6 mm 05-10Z
	WASKAGANISH-MATAGAMI	2200	NOTTAWAY	-	-	-	X	-	30,2 mm 22-23Z
16 août 00	RESERVOIRS CABONGA-GOUIN	0100	OBEDJIWAN	-	-	-	X	-	49,8 mm 01-04Z
	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	0100	GATINEAU	-	-	-	X	-	01-03Z: 40.5 mm sous orage
	MONTRÉAL	0700	FLEURY (SUD DE SOREL)	-	-	-	X	-	54 mm de 07 à 11Z
	MONTRÉAL	0900	SAINT-GUILLAUME (PRES BOIS-FRANCS)	-	-	-	X	-	43 mm 09-11Z
	MONTRÉAL	1500	ST-HYACINTHE	-	-	-	-	X	07-21Z: Respectivement 46, 51 et

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORREN.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
			STE-MADELEINE SAINT-SIMON						34,2 mm dont fortes cellules de 15 à 17Z.
16 août 00	ESTRIE-BEAUCE	0840	SHERBROOKE THETFORD-MINES	-	-	-	-	X	Respectivement de 0842 à 2200Z: 52.2 et 53.5 mm
	MANICOUAGAN-SECTEUR DE GAGNON	1200	MANOUANE EST (WDP)	-	-	-	-	X	55 mm 12Z-04Z
17 août 00	PARC DE LA GASPÉSIE	1730	MURDOCHVILLE	-	-	-	X	-	30,4 mm 1730-1830Z
25 août 00	CHIBOUGAMAU	2200	FROTET	-	-	-	X	-	22Z à 00Z: 43.2 mm, fort taux de foudre sur ligne de CB bougeant lentement
	CHIBOUGAMAU	2300	LAC LIBERAL DANIEL	-	-	-	X	-	23Z à 01Z: respectivement 57.8 et 24.6 mm, fort taux de foudre sur ligne CB
26 août 00	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	2200	LA PÊCHE	-	-	-	X	-	Ligne de CB Quyon à Chenéville bougeant lentement: 42 et 67 mm(deux stations)
30 août 00	QUÉBEC	0000	NOTRE-DAME-DU- ROSAIRE	-	-	-	X	-	De 20 à 24Z: 64.8 mm
31 août 00	ABITIBI- TÉMISCAMINGUE	2300	ROQUEMAURE (WGQ)	-	-	-	X	-	Entre 22 et 24Z 51.1. Mm
01 sept. 00	CHIBOUGAMAU	0100	CHAPAIS- CHIBOUGAMAU	-	-	-	-	X	3 obs. De 54 à 61 mm entre 22Z le 31 et 0700Z le 01/09
12 sept. 00	MONTRÉAL	2300	SAINTE-AMABLE	-	-	-	X	-	De 23Z à 02Z/13: 52 mm sous ligne d'orages passant au nord de Saint-Hubert.
14 sept. 00	PONTIAC-GATINEAU ET LIÈVRE	1200	MONT-ST-MICHEL NOMININGUE	-	-	-	-	X	De 12Z/14 à 12Z/15: 66.8 et 51.6 mm. 42 mm à Maniwaki et 42.6 mm à Mont-Laurier.
	LAURENTIDES	1900	ROUGE-MATAWIN	-	-	-	-	X	54 mm entre 12Z le 14 et 12Z le 15, 42 mm pour Maniwaki
15 sept. 00	QUÉBEC	0300	QUÉBEC CHATEAU-RICHER	-	-	-	-	X	Respectivement: 51 et 41 mm entre 03 et 23Z le 15
	LA MALBAIE-RIVIÈRES DU LOUP	1200	LA POCATIÈRE LA MALBAIE	-	-	-	-	X	Respectivement: 62 et 51.5 mm entre 00Z et 24Z le 15, 58 mm pour Charlevoix(WIS)
	BAIE DES CHALEURS	2300	NEW CARLISLE (WOC)	-	-	-	-	X	59 mm entre 22Z le 15 et 22Z le 16
16 sept. 00	SEPT-ILES	0000	SEPT-ILES	-	-	-	-	X	Entre 22Z le 15 et 22Z le 16, 76 mm
	BASSE CÔTE-NORD- ANTICOSTI	0100	LONGUE-POINTE- DE-MINGAN	-	-	-	-	X	80 mm entre 00Z et 24Z le 16/09
21 sept. 00	TROIS-RIVIÈRES- DRUMMONDVILLE	1157	LAC ST-PIERRE	X	-	-	-	-	Rafales à 50 noeuds au passage d'un front froid
23 sept. 00	MONTRÉAL	1500	FRANKLIN ROUGEMONT L'ACADIE	-	-	-	-	X	De 15Z/23 à 09Z/24: En Montérégie les accumulations vont de 46.2 mm(Franklin) à 65.6 mm(Saint- Paul-d'Abbotsford).
	QUÉBEC	2200	SAINTE-ANSELME	-	-	-	-	X	De 22Z/23 à 12Z/24:54.4 et 54.2

DATE	RÉGION	HEURE (TU)	LOCALITÉ	R A F A L E S	G R Ê L E	T O R N A D E	PLUIE TORREN.	PLUIE ABOND.	COMMENTAIRES
			LYSTER						mm. Zone de pluie forte au sud du fleuve.
10 oct. 00	BASSE CÔTE-NORD-ANTICOSTI	1600	PORT-MENIER BLANC-SABLON	X	-	-	-	-	Vents synoptiques donnant respectivement: 90 km/h à WBY à 16Z 90-95 km/h entre 1900Z et 2200Z à YBX
20 oct. 00	BASSE CÔTE-NORD-ANTICOSTI	0552	BLANC-SABLON	X	-	-	-	-	90-102 km/h entre 0552Z et 1150Z
28 oct. 00	SAGUENAY	0212	POINTE-DE- L'ISLET POINTE CLAVEAU	X	-	-	-	-	Vents synoptiques donnant respectivement: 90-98km/h entre 0212 et 0600Z à WQD 90 km/h entre 0356 et 0529Z à WQV
29 oct. 00	RIMOUSKI-MATAPEDIA	1800	ILE BICQUETTE	X	-	-	-	-	91 km/h
	GASPÉ-PARC FORILLON	0400	CAP D'ESPOIR	X	-	-	-	-	90-100km/h de 04 à 19Z
	BASSE COTE-NORD-ANTICOSTI	0000	HEATH POINT CAPE WHITTLE PORT- MENIER CHEVERY	X	-	-	-	-	Vents synoptiques donnant respectivement: 90-120km/h entre 00-21Z à WHP 90-110km/h entre 04Z le 29/10 et 01Z le 30/10 à WQW 92km/h à 09Z à WBY 96 km/h à WDM à 16Z