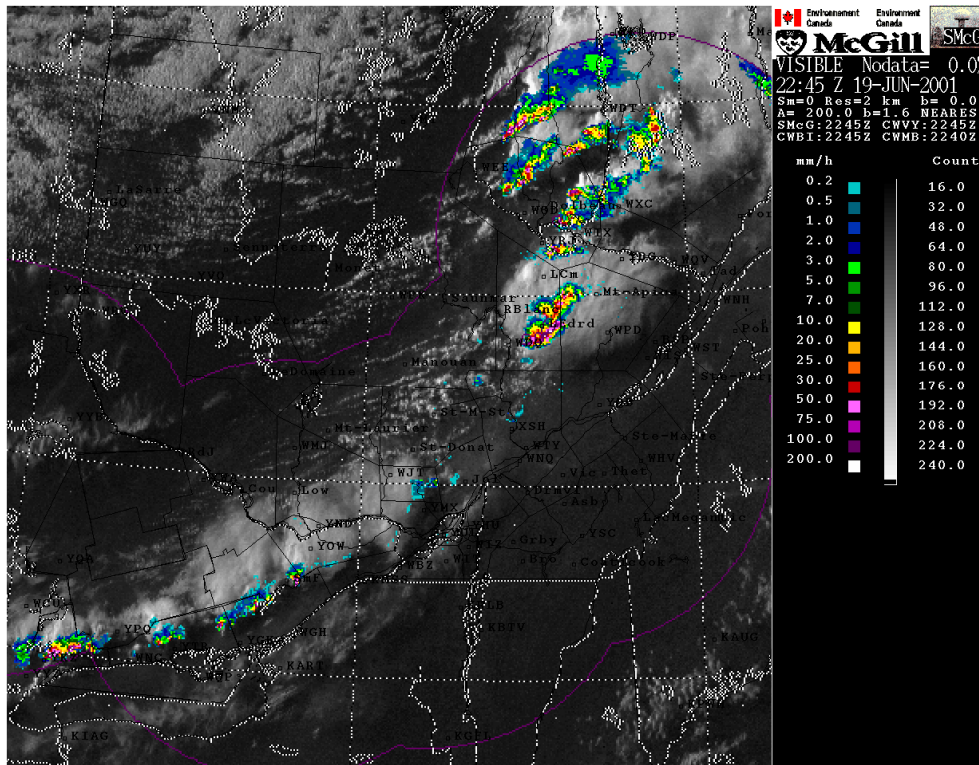


RAPPORT DE TEMPS VIOLENT ESTIVAL POUR LES SAISONS 1999 ET 2000

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

| | |
|---|------------------|
| <i>TABLES DES MATIÈRES</i> | <i>1</i> |
| <i>TABLE DES FIGURES</i> | <i>3</i> |
| <i>TABLE DES TABLEAUX</i> | <i>4</i> |
| <i>1. INTRODUCTION</i> | <i>5</i> |
| <i>2. TYPES DE PHÉNOMÈNES VIOLENTS ET LEURS CAUSES</i> | <i>6</i> |
| <i>3. LA PRÉVISION DE PHÉNOMÈNES VIOLENTS</i> | <i>8</i> |
| <i>3.1 Bulletins de prévisions</i> | <i>8</i> |
| <i>3.2 Phase de veille: Évaluation du potentiel de développement</i> | <i>8</i> |
| <i>3.3 Phase de veille: Délimitation de la zone menacée</i> | <i>9</i> |
| <i>3.4 Limites de l'approche de la région du Québec</i> | <i>9</i> |
| 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 |
| <i>3.5 La phase d'alerte: Les données radars</i> | <i>11</i> |
| <i>3.7 Importance des études de cas</i> | <i>13</i> |
| <i>4.1 Production des messages</i> | <i>14</i> |
| <i>4.2 Dissémination et MÉTÉOCOPIE</i> | <i>14</i> |
| <i>5. ACTIVITÉS CONNEXES ET RÉSEAU D'OBSERVATEURS VOLONTAIRES</i> | <i>16</i> |
| <i>5.1 Ateliers SAM</i> | <i>16</i> |
| <i>5.2 Enquêtes de phénomènes violents</i> | <i>16</i> |
| <i>5.3 Réseau d'observateurs volontaires</i> | <i>16</i> |
| <i>5.4 Intervenants privilégiés</i> | <i>17</i> |
| <i>6. SOMMAIRE DU TEMPS VIOLENT</i> | <i>18</i> |
| <i>6.1 TEMPS VIOLENT DE 1988 À 2000</i> | <i>18</i> |
| 6.1.1 Distribution annuelle | 18 |
| 6.1.2 Distribution mensuelle | 18 |
| 6.1.3 Distribution horaire | 18 |
| <i>6.2 SAISON 1999</i> | <i>22</i> |
| 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 |
| <i>6.3 SAISON 2000</i> | <i>30</i> |

| | |
|---|------------|
| 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 |
| 7. VÉRIFICATION | 37 |
| 7.1 DÉFINITIONS | 37 |
| 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 |
| 7.2 VÉRIFICATION ÉTÉ 1999 | 39 |
| 7.2.1 Vérification globale | 40 |
| 7.2.2 Vérification par type de message | 41 |
| 7.3 VÉRIFICATION ÉTÉ 2000 | 43 |
| 7.3.1 Vérification globale | 43 |
| 7.3.2 Vérification par type de message | 43 |
| 7.4 VÉRIFICATION HORAIRE pour 1999 et 2000 | 46 |
| 7.5 VÉRIFICATION RÉGIONALE pour 1999 et 2000 | 47 |
| 7.6 VÉRIFICATION COMPARATIVE 1984-2000 | 49 |
| ANNEXE A : SOMMAIRE 1999 | I |
| ANNEXE B : SOMMAIRE 2000 | XIV |

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 ² -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

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

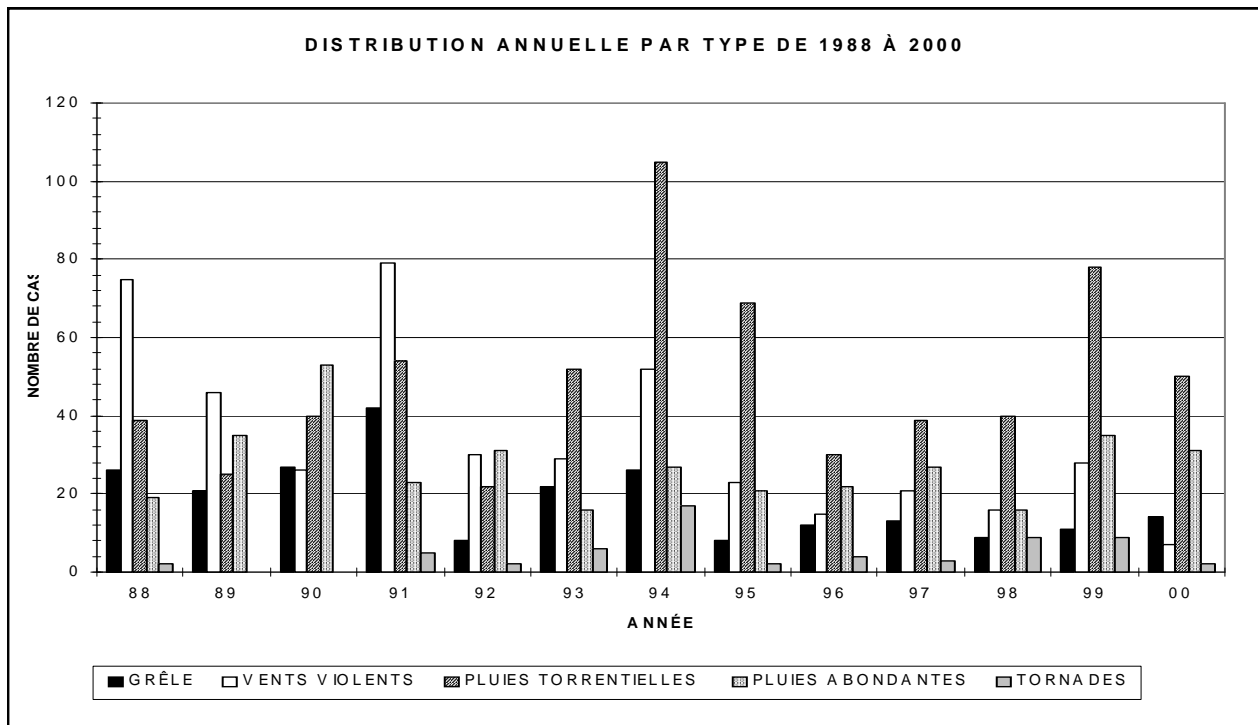


Figure 1: Variation annuelle du nombre et du type de cas violents de 1988 à 2000.

PHÉNOMÈNES VIOLENTS CONFIRMÉS 1988-2000

Période: 1^{er} 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.

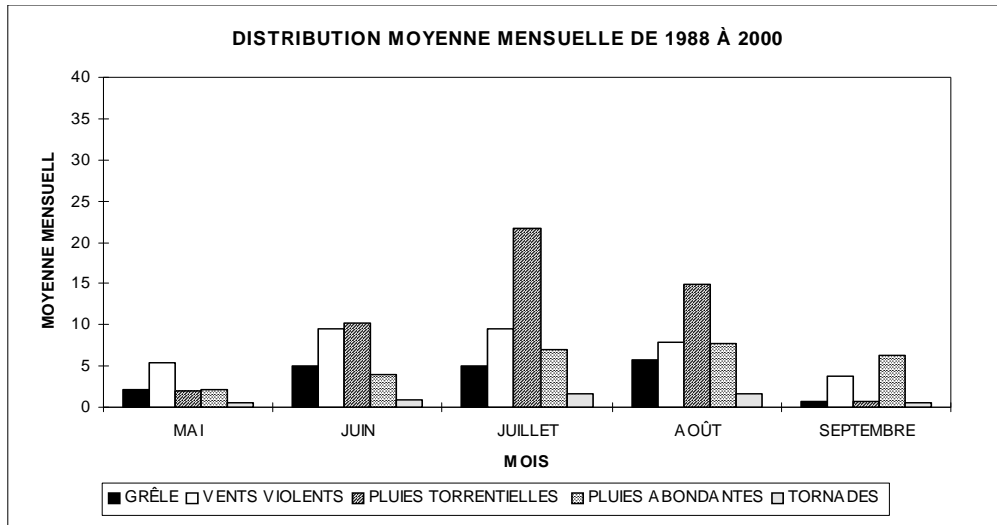


Figure 2: Variation mensuelle du nombre et du type d'événements violents de 1988 à 2000

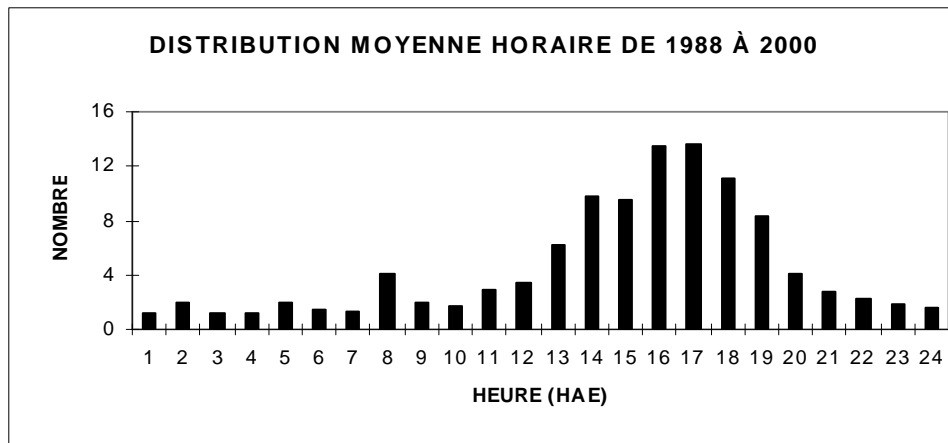


Figure 3: Distribution horaire des cas de temps violent estival de 1988 à 2000

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).

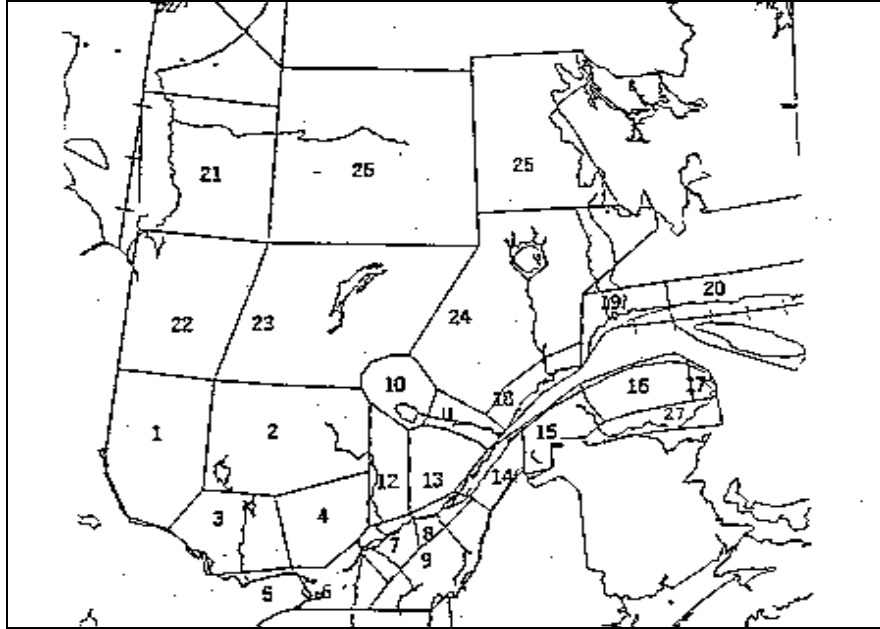


Figure 4: Cartes des régions publiques du Québec utilisées dans ce rapport.

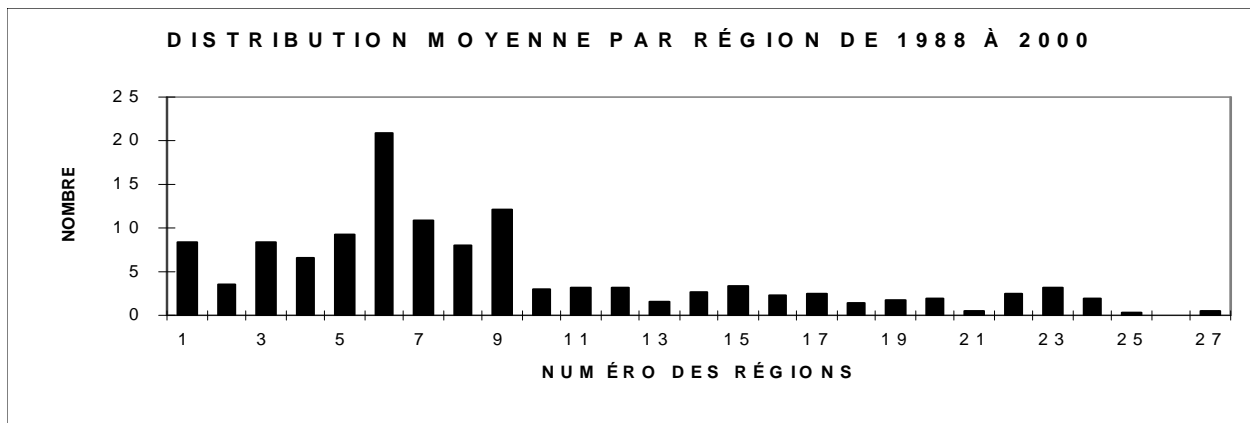


Figure 5: Distribution régionale des événements de temps violent estivaux de 1988 à 2000.

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...).

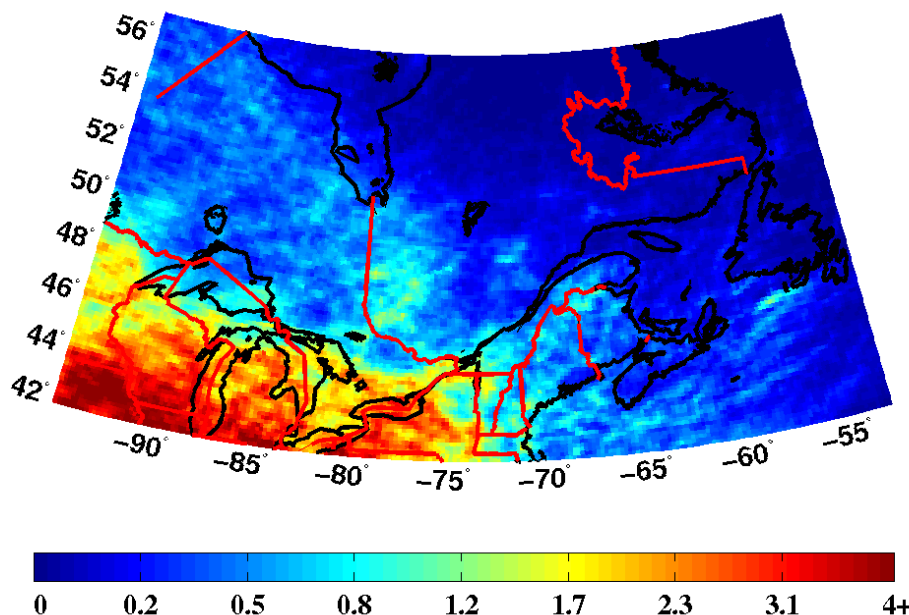


Figure 6: Moyenne annuelle de détection de foudre (nuage-nuage et nuage-sol) en coups/(km²-année) de février 1998 à décembre 2000.

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.

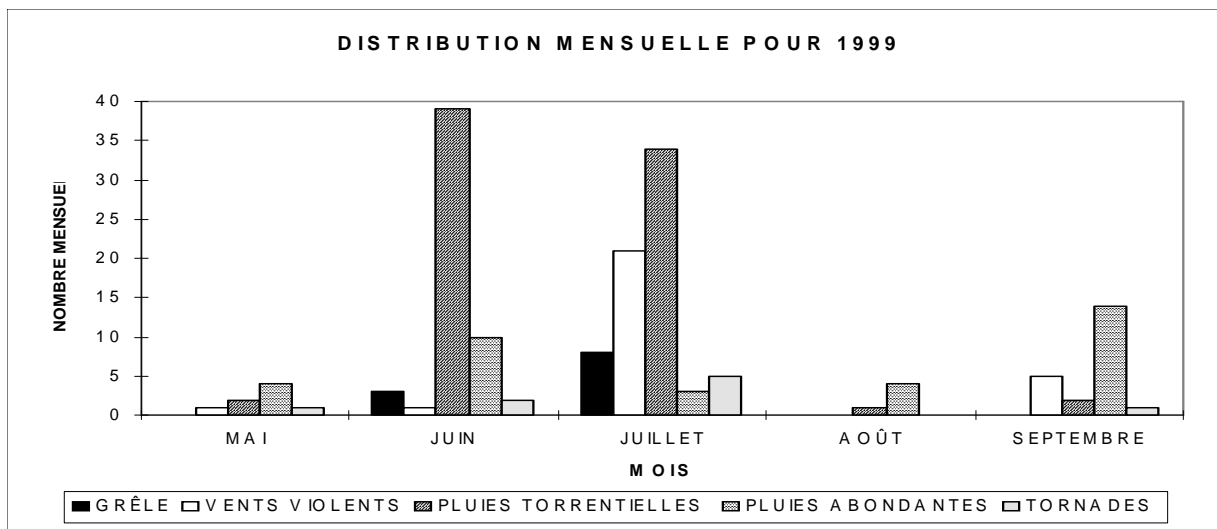


Figure 7 :Distribution mensuelle et par type des événements violents de l'été 1999

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.

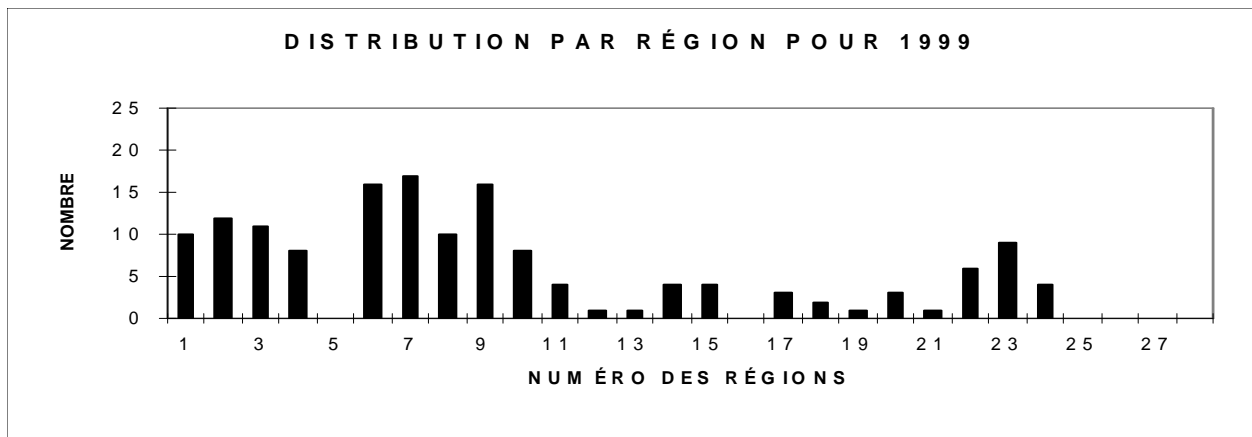


Figure 8: Distribution régionale des événements violents estivaux en 1999.

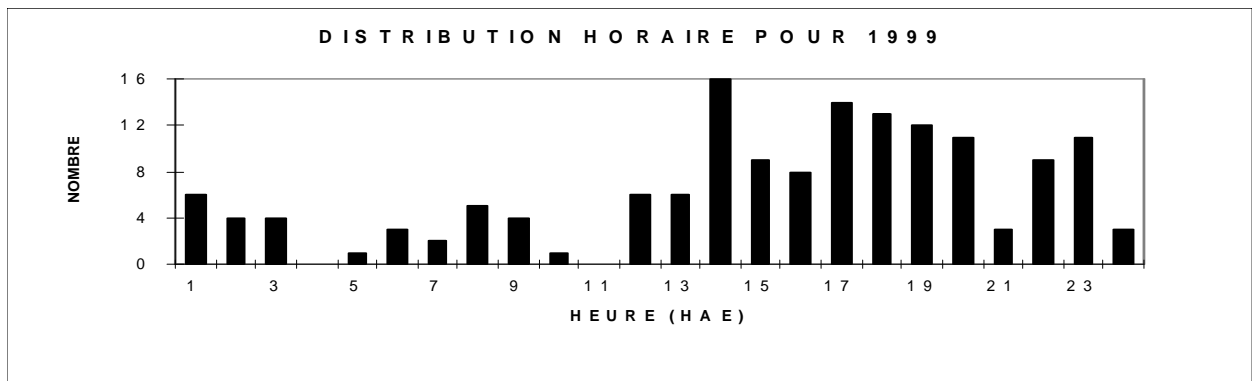


Figure 9: Distribution horaire des événements violents estivaux en 1999.

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 Montréal 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 (Montréal) | 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 Mauricie Drummondville | 50 à 75 mm 50 à 70 mm |
| | Québec Réserves faunique des Laurentides Gaspé-Parc Forillon | 40 à 86 mm 54 mm 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 | ENDROIT | FORCE |
|----------|--|---|
| 25-05-99 | Saint-Gabriel-de-Rimouski | F0 |
| 06-06-99 | Sherrington (Montérégie) | F0 (Toit d'entrepôt détruit) |
| 08-06-99 | Sainte-Marthe (Mauricie) | F1 (Toits de maisons arrachés) |
| 06-07-99 | Notre-Dame-du-Mont-Carmel (Montérégie) | F0 |
| | Berthierville/Yamaska | F0 (Arbres arrachés et toits de grange endommagés, porcelets morts) |
| | Drummondville | F1 (corridor de dégâts de 100m X 800 m: 50 toits de maisons endommagés, dégâts de \$1M à des autobus, etc...) |
| | Sainte-Catherine-de-Hatley (Estrie) | F0 |
| | Danville/Tingwick/Trois-Lacs (Estrie) | F0 (Granges et arbres endommagés) |
| 20-09-99 | Saint-Michel-des-Saints | F1 (Toit d'école envolé). |

Tableau 6 : Tornades en 1999.

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

| DATE | RÉGION | ENDROIT | DESCRIPTION |
|----------|-----------------------|--|--|
| 07-06-99 | Montréal | Kirkland Montréal-Ouest | Grosseur de boules-à-mites |
| | Mauricie | Saint-Narcisse Lac-à-la-Tortue | Diamètre de 1.5 cm à balle de tennis |
| | Estrie | La Patrie Ditton | Diamètre de 2 à 2.5 cm |
| 03-07-99 | Chibougamau | Chibougamau | Diamètre de 3 cm |
| 22-07-99 | Mauricie | Saint-Joseph-de-Mékinac | Diamètre de 1 à 2 cm couvrant le sol |
| | Laurentides | Saint-Donat | Grosse grêle |
| 25-07-99 | Abitibi | Lac Opasatica (S.-O. de Rouyn) | Grêlons assez gros pour percer une toile neuve d'hydravion |
| 28-07-99 | Québec | Ste-Foy Cap-Rouge Saint-Rédempteur | Diamètre de 1.5 à 2.5 cm |
| 30-07-99 | Montréal (Lanaudière) | Sainte-Béatrix Blainville | Diamètre de 1 à 2 cm couvrant le sol par endroits |

Tableau 7 : Principaux événements de grêle 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.

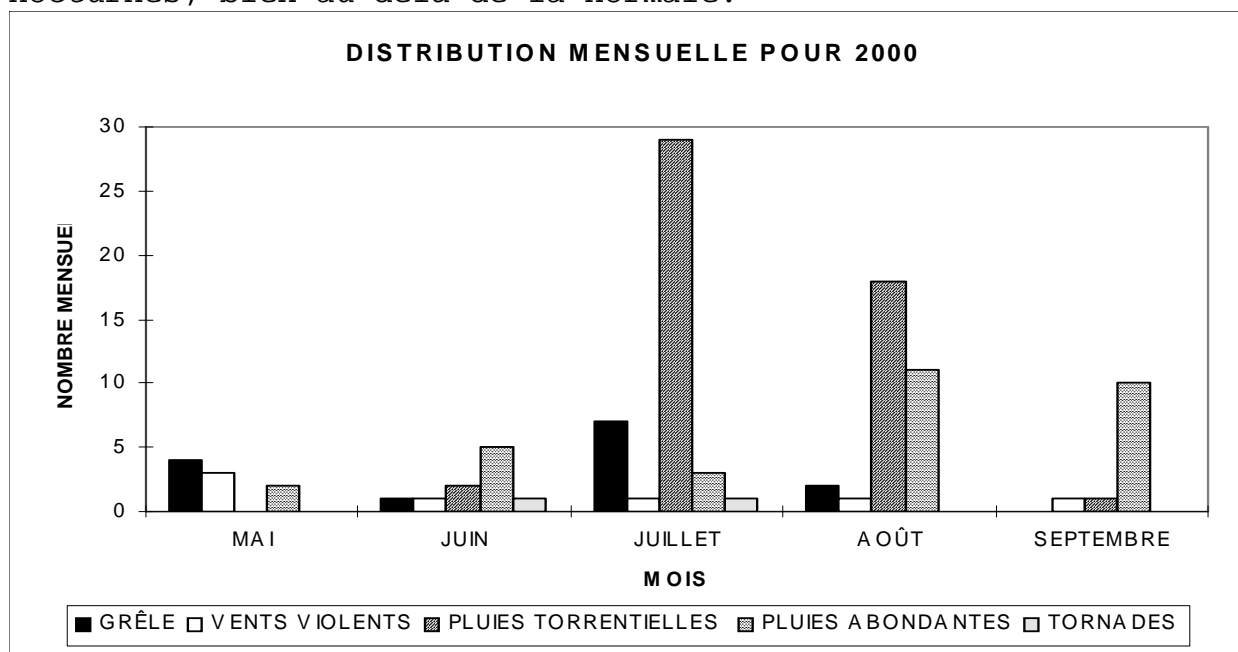


Figure 10: Distribution mensuelle et par type de temps violent estival en 2000.

| 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.

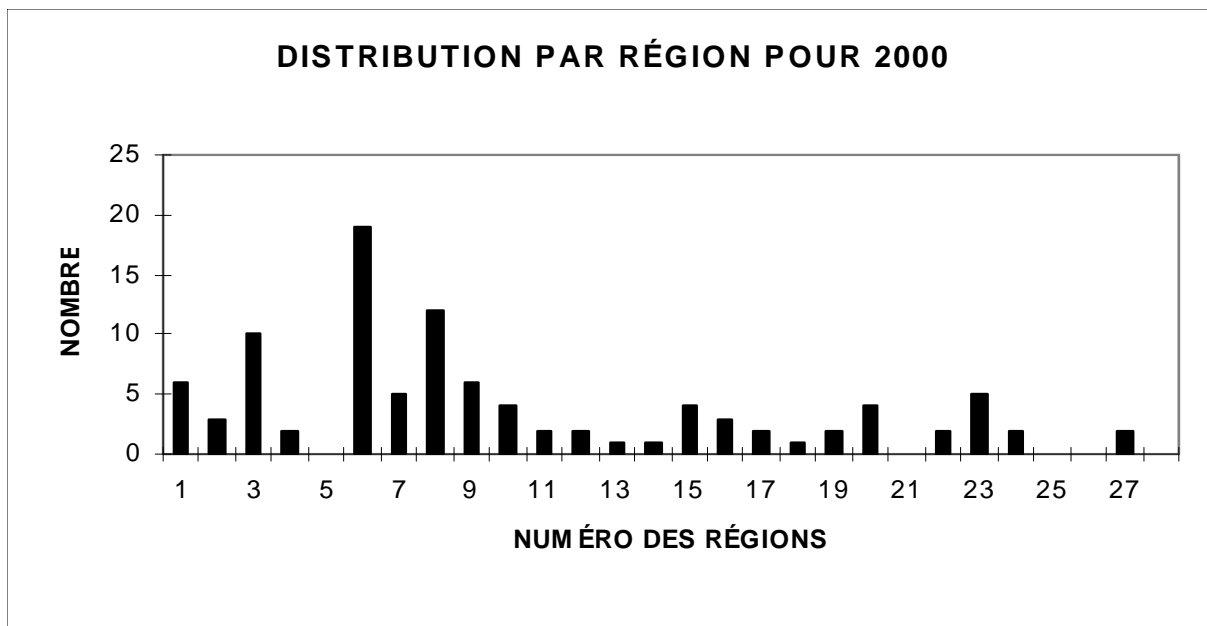


Figure 11: Distribution régionale des événements violents estivaux en 2000.

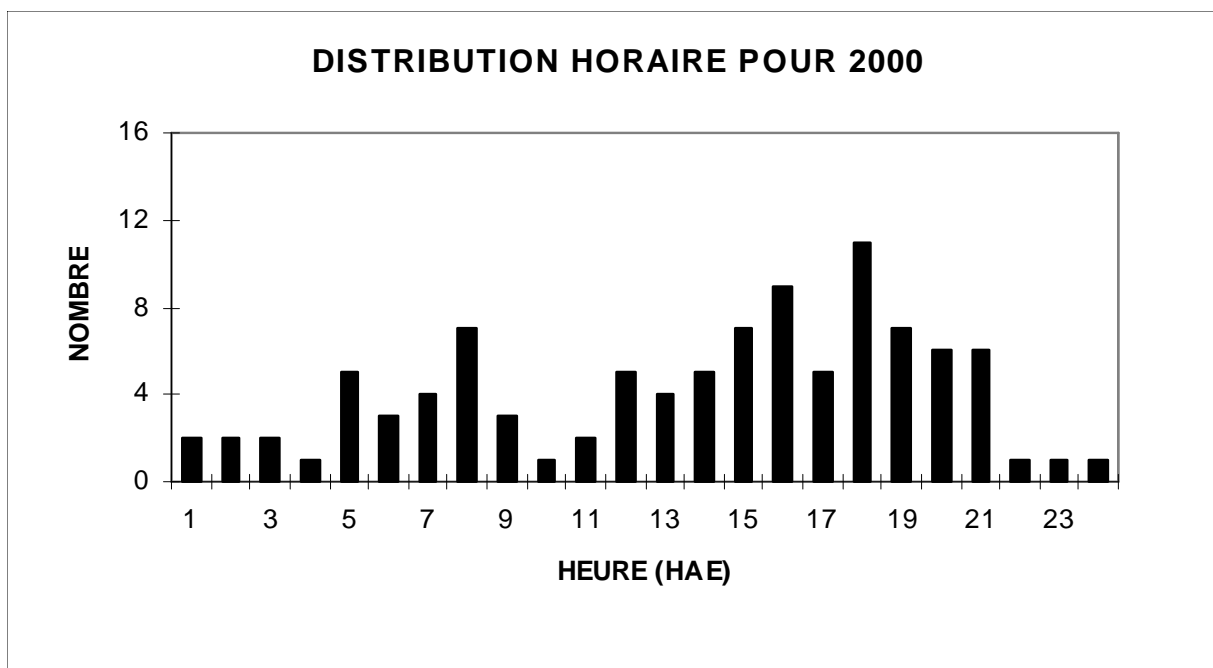


Figure 12: Distribution horaire des événements violents estivaux en 2000.

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 | MONTRÉAL | 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 | MONTRÉAL | 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 ≥ 20 mm
Vents ≥ 90 km/h
Tornade
Forte pluie ≥ 25 mm/h
 ≥ 40 mm/3h
 ≥ 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 ≈ 10 à 20 mm
Pluie ≈ 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)

n'ont qu'un POD de 40% mais une crédibilité de 92%.

On peut donc conclure que les avertissements synoptiques, qui constituent seulement 40 des 151 événements de 1999 (26%) et dont la majorité est due à des pluies abondantes (36/40), sont assez mal prévus. Les événements convectifs couverts par les veilles, puis les alertes, ont cependant des statistiques bien meilleures et les alertes ont même un taux de crédibilité excellent à 97% sur le sud-ouest.

7.2.1 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^{er} mai au 30 septembre 1999

| PRÉAVIS MINIMUM DE 30 MINUTES | | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-------------|---------------------|
| CONDITION | SUCCÈS | MANQUÉS | FAUSSES ALERTES | POD | CRÉDIBILITÉ | PRÉAVIS MOYENS (HR) |
| Tous les événements | 86 | 65 | 83 | 0,57 | 0,51 | 3,34 |
| Événements convectifs | 26 | 20 | 71 | 0,57 | 0,27 | 2,42 |
| Pluies torrentielles/ Pluies abondantes | 60 | 46 | 12 | 0,57 | 0,83 | 7,28 |
| Tous les événements | | | | | | |
| 1) sud-ouest du Québec | 45 | 34 | 35 | 0,57 | 0,56 | 2,76 |
| 2) ailleurs | 41 | 31 | 48 | 0,57 | 0,46 | 3,98 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| <u>NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS</u> | <u>PRÉVUS</u> | <u>MANQUÉS</u> | | <u>TOTAL</u> | | |
| Confirmés | 86 | 65 | | 151 | | |
| Probables | 169 | 106 | | 275 | | |
| TOTAL | 255 | 171 | | 426 | | |

Tableau 18 : Statistiques de 1999 pour tous les types d'avertissements confondus.

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^{er} 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

| PRÉAVIS MINIMUM DE 0 MINUTES | | | | | | |
|--|--------|---------|-----------------|------|-------------|---------------------|
| 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^{er} mai au 30 septembre 2000

| PRÉAVIS MINIMUM DE 30 MINUTES | | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------|---------------------|------|-------------|---------------------|
| 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 |
| | | | | | | |
| <u>NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS</u> | <u>PRÉVUS</u> | <u>MANQUÉS</u> | <u>TOTAL</u> | | | |
| 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^{er} 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

| PRÉAVIS MINIMUM DE 0 MINUTES | | | | | | |
|--|--------|---------|-----------------|------|-------------|---------------------|
| 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.

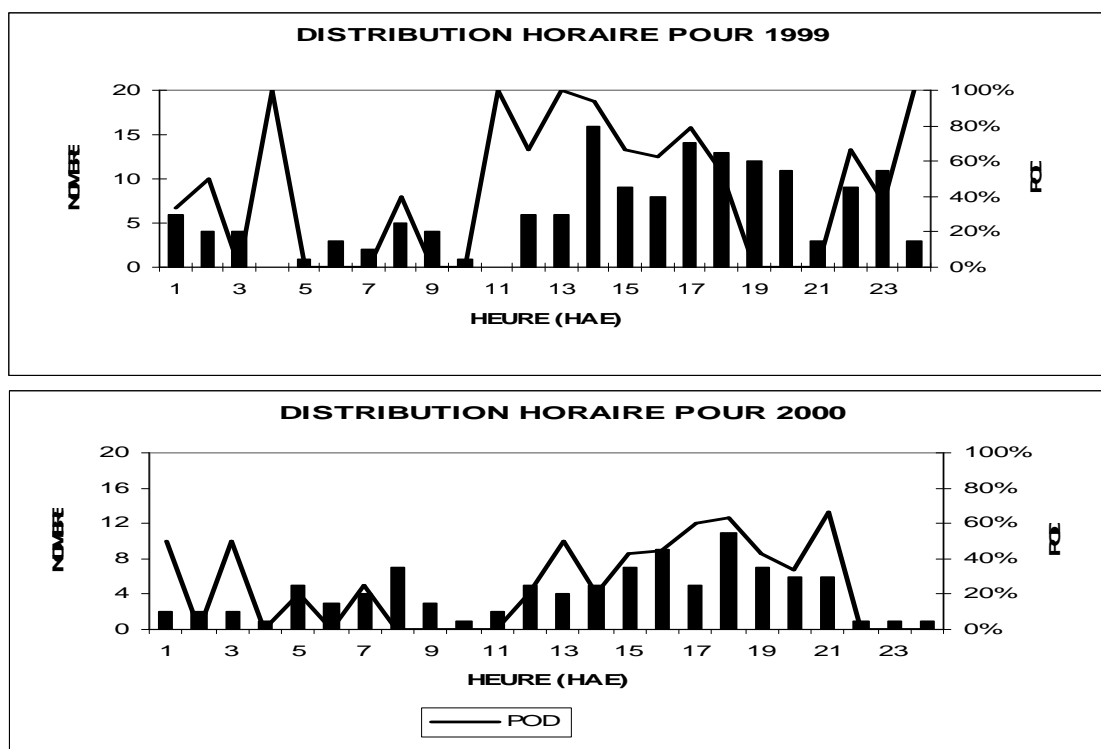


Figure 13: Distribution horaire des POD (courbe) et des événements (histogrammes) de temps violent en 1999 et 2000.

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%.

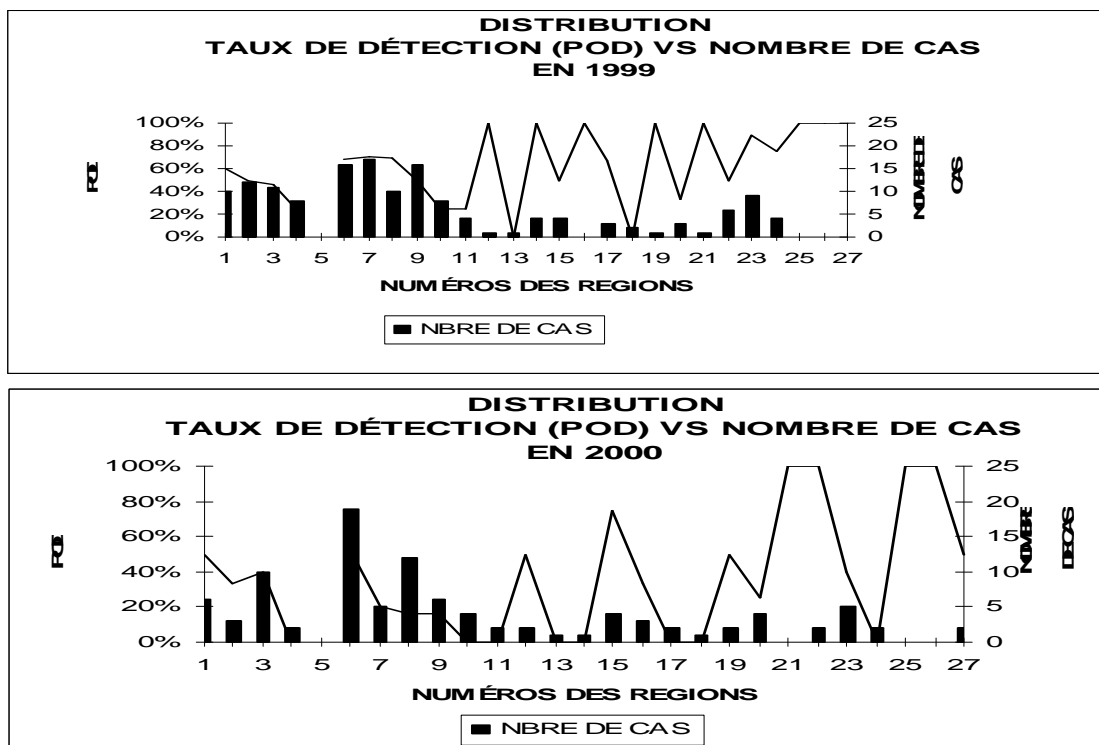


Figure 14: Graphiques de la distribution régionale de la probabilité de détection versus le nombre d'événements en 1999 et 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe.

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.

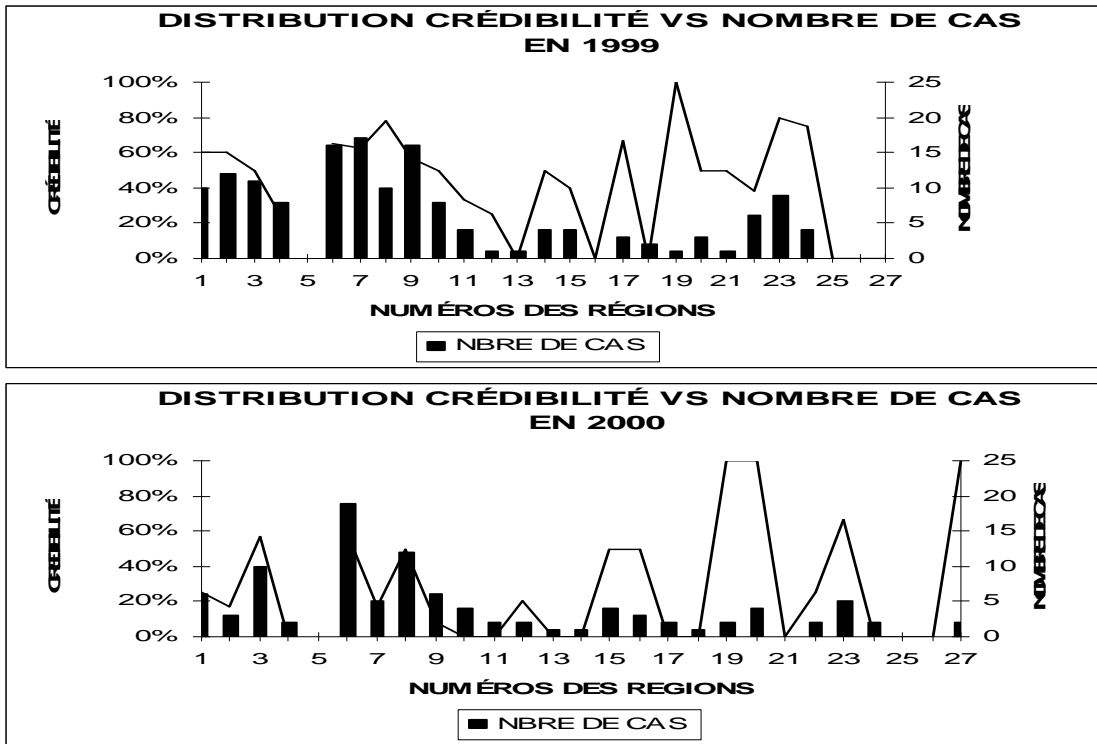


Figure 15: Graphiques de la distribution régionale de la crédibilité versus le nombre de cas en 1999 et 2000. . Nombre de cas en histogrammes et CRÉDIBILITÉ en courbe.

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 habités (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.

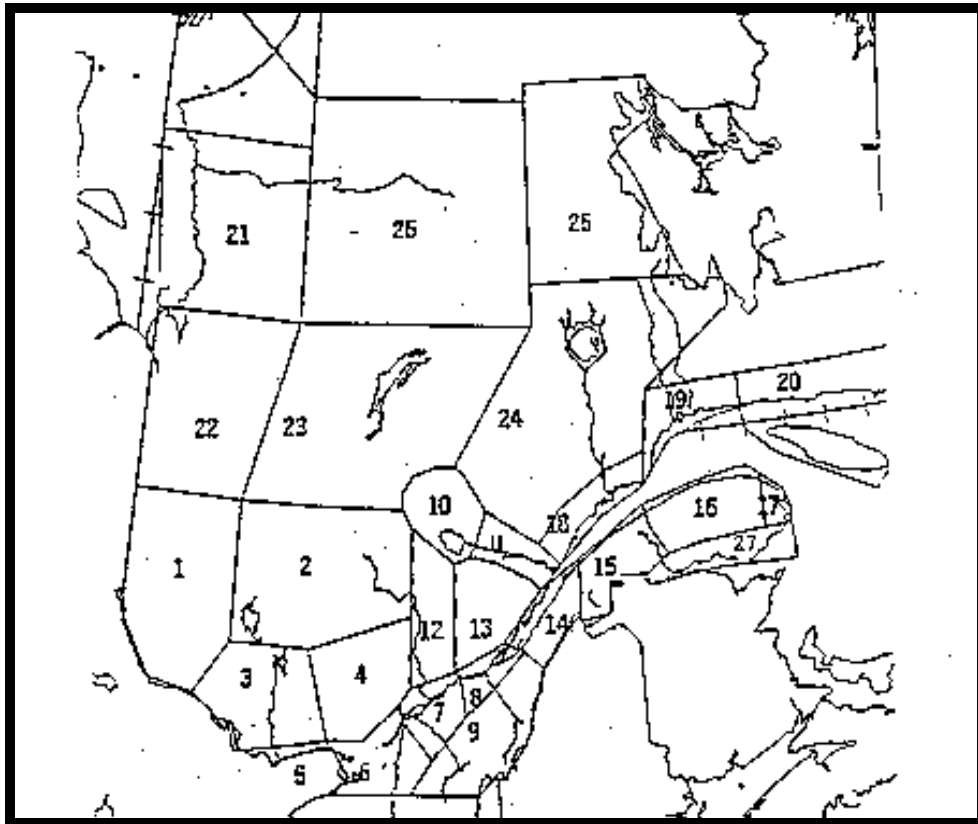


Figure 16: Carte des régions publiques utilisées dans ce rapport.

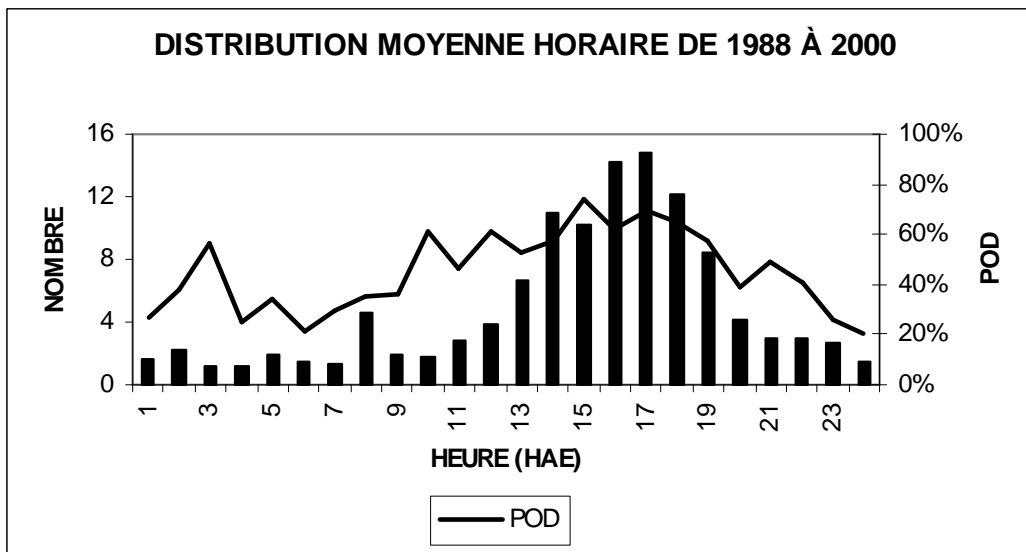


Figure 17: Distribution horaire des événements et de la probabilité de détection (POD) entre 1988 et 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe.

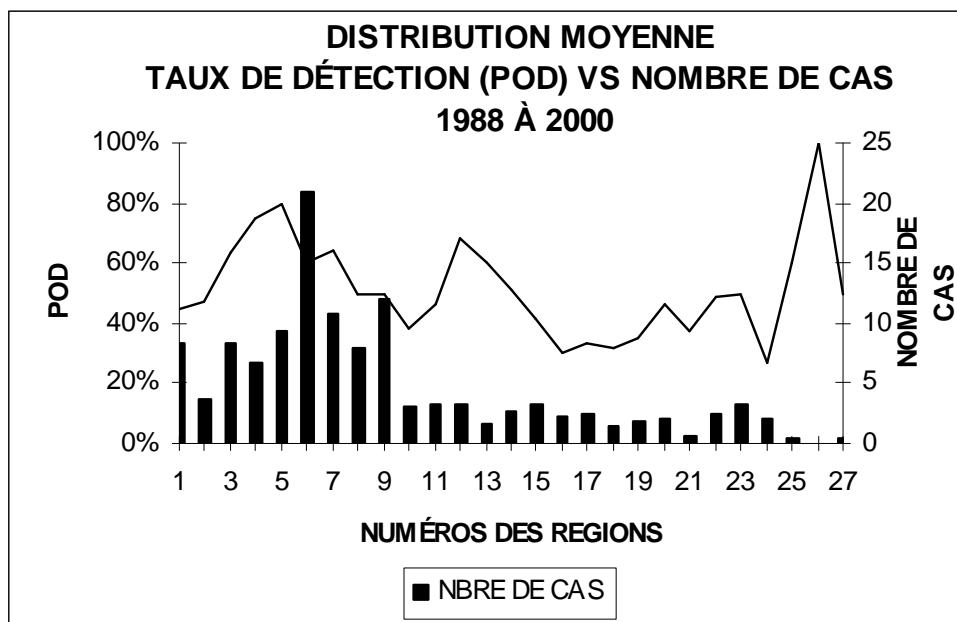


Figure 18: Probabilité régionale de détection des événements violents estivaux de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et POD en courbe.

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^{er} 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 |
| MOYEN 84-2000 | 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

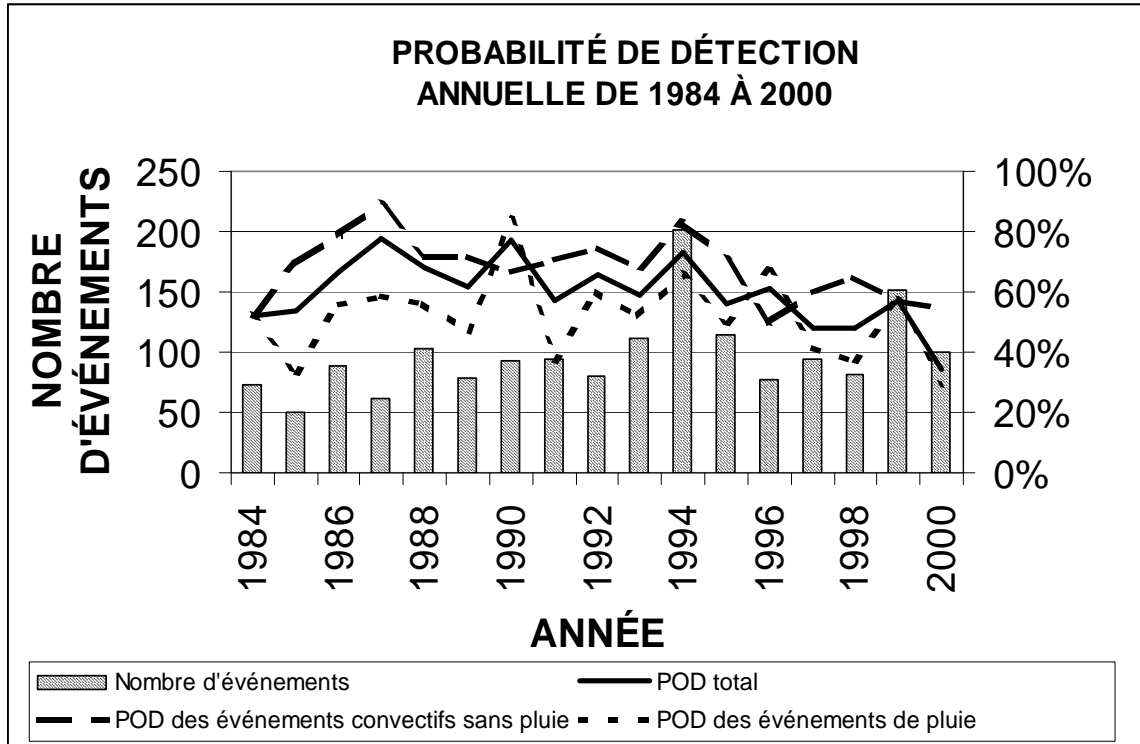


Figure 19: Probabilité annuelle de détection des événements violents estivaux de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et PODs en courbes.

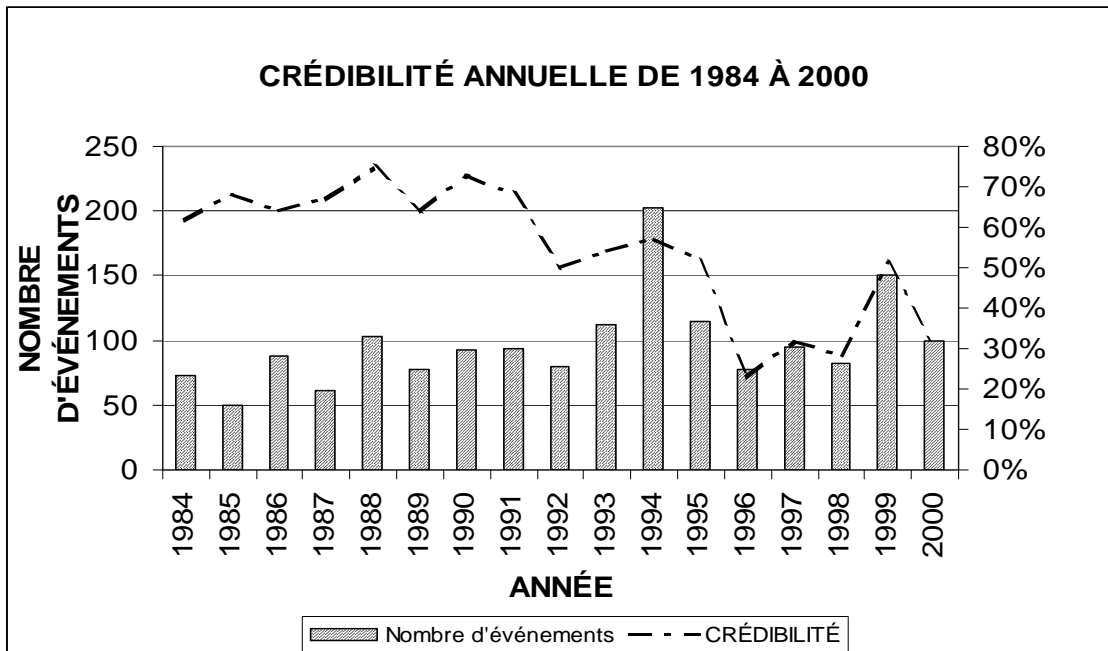


Figure 20: Crédibilité annuelle des avertissements/veilles/alertes de 1984 à 2000. Nombre de cas en histogrammes et CRÉDIBILITÉ en courbe.

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^e.

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 brises(\$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 | SAINTE-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 | SAINTE-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 |