

Rapport sur les événements violents du 4 juillet 2001

Note technique,
Région du Québec, 01N-002

auteur : Pierre Vaillancourt

BSME, Montréal

© TOUS DROITS RÉSERVÉS PAR :



Environnement Canada
Environment Canada

**RÉGION DU QUÉBEC
QUEBEC REGION**

SITUATION SYNOPTIQUE

Le 4 juillet 2001 à 06 TU (02 HAE), le sud du Québec se retrouvait dans le secteur chaud arctique d'une dépression se situant sur la baie d'Hudson. Les points de rosée étaient de l'ordre de 11 à 13 degrés Celsius et le ciel généralement couvert à cause d'un autre système nuageux passant le long de la côte est américaine. Un front froid s'étire de la dépression vers le lac Supérieur. Un secteur chaud maritime, avec quelques orages le long de son front froid, est visible sur les Grands Lacs où les points de rosée remontent à 17 degrés.

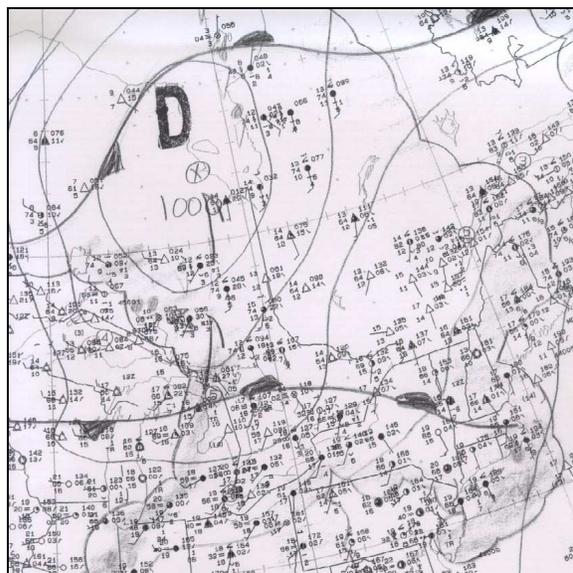
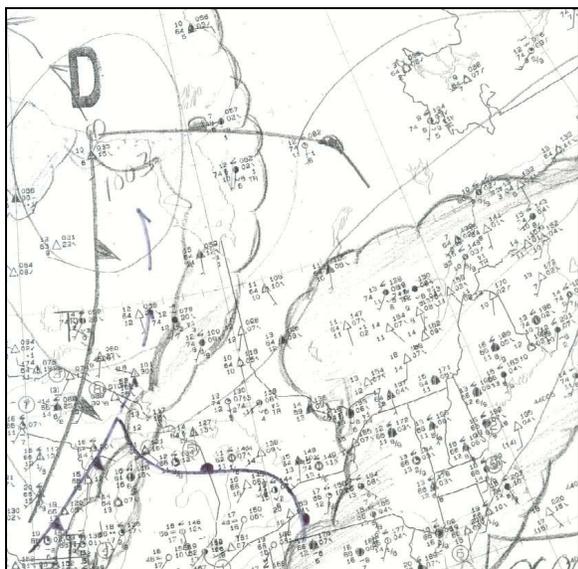


Figure 1: Cartes analysées de surface du matin du 4 juillet 2001. À gauche, la carte de 06 TU (02h HAE) et à droite, celle de 12 TU (8h HAE). On note le secteur maritime passant sur les Grands Lacs avec des points de rosée de 17 degrés.

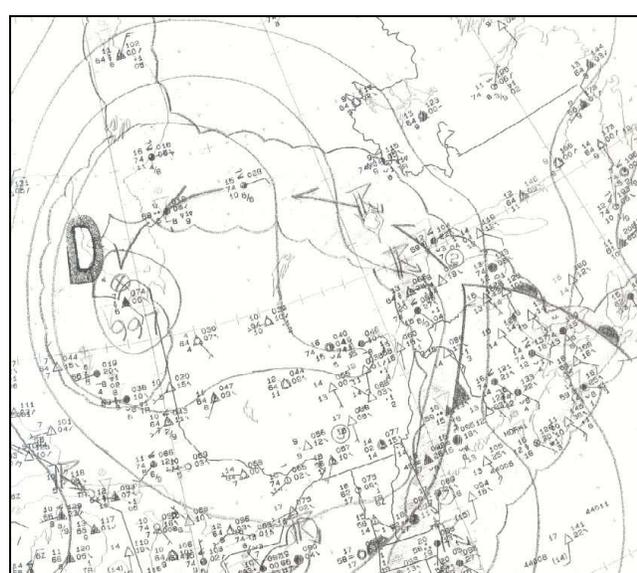
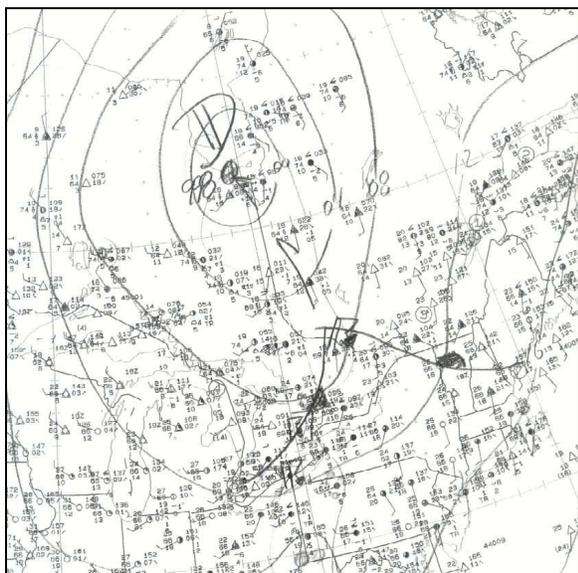


Figure 2: Cartes analysées de surface du matin du 4 juillet 2001. À gauche, la carte de 18 TU (14h HAE) et à droite, celle de 00 TU le 5 juillet (20h HAE). Le secteur maritime passe sur le sud-ouest du Québec au cours de la journée.

Au cours de la journée, la dépression bouge peu mais le secteur maritime et son front se déplacent vers l'est pour se retrouver du Nouveau-Brunswick vers le New-Hampshire à 00 TU le 5 (20h HAE le 4 juillet). Les point de rosée sont de 14 à 17 degrés sur la région autour de Montréal ainsi qu'à l'est du front. De plus, la masse nuageuse qui recouvrait le sud du Québec s'est déplacée vers l'est et un trou s'est formé après 18 TU sur l'Outaouais et la région autour de Montréal, dans le secteur chaud.

En altitude, une faible onde courte est associés avec le front froid dans la circulation cyclonique d'une dépression se verticalisant à 50 kPa (500 mb). Il y a un jet de bas niveau de 40 nœuds et selon la carte de 85 kPa (850 mb), il se déplaça de l'Abitibi vers la région au nord de Montréal. La sortie gauche d'un courant-jet d'altitude, plus ou moins parallèle au précédent, se retrouve au-dessus du front.

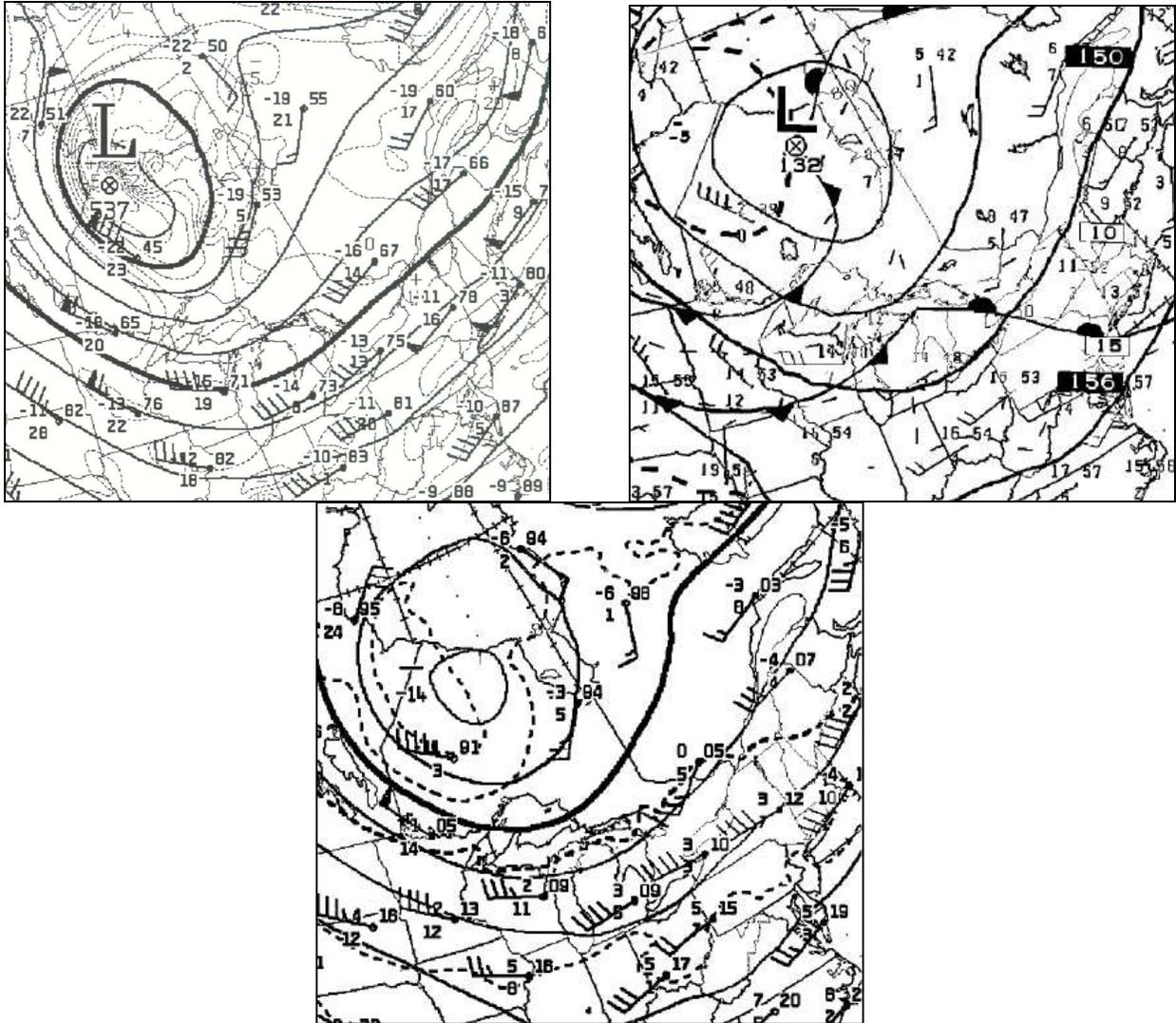


Figure 3: Carte d'altitude à 12 TU (08h HAE), le 4 juillet 2001. À gauche en haut, nous retrouvons la carte de 500 mb, à droite, celle de 850 mb et en bas celle de 700 mb.

L'analyse de téphigrammes de Maniwaki, QC (CWMW) et de Gaylord, MI (KAPX) montrent une forte instabilité. Avec une températures de 24 degrés Celsius, comme fût le maximum de cette journée, et un point de rosée de 18 degrés, nous obtenons une énergie hydrostatique de 2500 à 3000 Joules par kg. Le cisaillement est assez linéaire dans le cas de Maniwaki mais il devient important et hélicoïdal sur celui de Gaylor, plus près du front. Ceci donne la possibilité de cumulonimbus de sommet de 14 km (40 à 45,000 pieds) donnant des pluies torrentielles, de la grêle de plus de 2 cm de diamètre, des rafales de plus de 90 km et même de tornade de force F2.

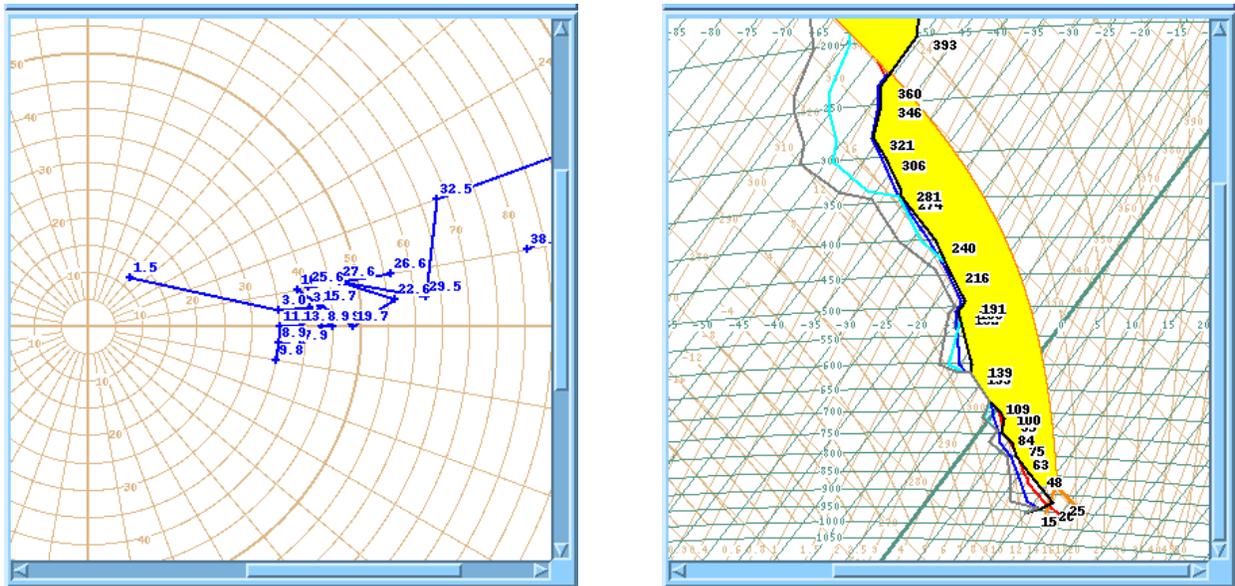


Figure 4: Odographe (gauche) et téphigramme (droite) et de la station aérologique de Gaylord, MI (KAPX) qui est la plus représentative du secteur maritime. La zone ombré en jaune dans le téphigramme montre le trajet de la particule convective avec $T=24$ degrés et $Td=18$ qui correspondent aux données de l'après-midi.

PRÉVISION

Dès 1531 TU (11h31 HAE), une veille météorologique a été émise pour les régions du Gatineau-Lièvre-Papineau, Lachute-St-Jérôme, Lanaudière, Laurentides, Estrie, Beauce et Drummondville-Bois Francs, soit les zones où l'ensoleillement et la dynamique semblaient les plus favorables au développement d'orages violents. Cette veille a été ensuite réémise à quelques reprises pour agrandir la zone couverte pour aller jusqu'au Témiscamingue vers l'ouest, jusqu'au Mont-Tremblant vers le nord et jusqu'à Montréal vers le sud-ouest.

À 1709 TU (13h09 HAE), la première alerte météorologique a été émise pour le secteur de Fort-William-Shawville sur une ligne d'orages qui donnaient des signes d'être violents sur le radar de Franktown (banlieue sud d'Ottawa). Par la suite l'alerte a été mise à jour régulièrement pour des secteurs de plus en plus à l'est. Le Gatineau-Lièvre-Papineau a été couvert à partir de 1804 TU (14h04), les Laurentides/Mont-Tremblant à partir de 2045 TU (16h45 HAE), Lanaudière à partir de 2209 TU (18h09 HAE), la région de Montréal à 2250 TU (18h50) et les alentours du lac St-Pierre à 2312 TU (19h12 HAE).

À 2107 TU (17h06 HAE), une alerte de tornade a été envoyée pour le secteur des Laurentides et de Papineauville-Cheneville pour une section de la ligne d'orages qui était particulièrement intense et où des circulations mésocycloniques avaient été signalées par le radar de McGill (Montréal). Cette alerte a été en vigueur jusqu'à 2158 TU (17h58 HAE).

Les alertes se sont terminés graduellement d'ouest en est et la dernière fût terminée à 0043 TU le 5 juillet 2001 (20h43 HAE le 4 juillet). La dernière veille fût terminée à 0247 TU (22h47 HAE).

DESCRIPTION DES DÉGÂTS

La ligne d'orages a fait des dégâts par le vent dans les régions Gatineau-Lièvre (Lac Sainte-Marie, Notre-Dame-de-la-Salette et à Notre-Dame du Laus), les Laurentides (Brébeuf, Saint-Sauveur et Saint-Hyppolite), Lanaudière (Saint-Calixte, Sainte-Julienne, Sainte-Mélanie), Saint-Jérôme, Richelieu (Sorel) et dans les Bois-Francs

(Nicolet). En général, ce sont de gros arbres qui ont été arrachés ou cassés mais quelques toitures sont également parties au vent.

Certains de ces endroits ont également reçu de la petite grêle (diamètre de 1 cm) mais à Sorel la grêle a atteint 2 cm de diamètre. Dans le secteur de Joliette, surtout à Saint-Mathias, la grêle et le vent ont causé des dommages estimés entre 5 et 6 millions de dollars aux cultures de tabac. Comme ce secteur produit la majorité du tabac au Québec, la très grande majorité de la récolte québécoise 2001 est détruite.

J'ai été enquêter sur les dégâts dans les Laurentides et Lanaudière qui semblent les régions les plus touchées. Dans les sections subséquentes, je décrirai ce qui est arrivé à Sainte-Julienne et à Brébeuf.

ANALYSE DU CAS DE BRÉBEUF (PRÈS DE SAINT-JOVITE)

Les photos satellitaires visibles et infra-rouges montrent la ligne d'orages au moment où les événements se sont produits, soit vers 2115 TU (17h15 HAE). Les réflectivités du radar de McGill (à 1,5 km d'altitude) sont surimposées sur la photo (Figure 5) ci-dessous. Nous pouvons observer que les orages sont très bien organisés et que les échos les plus intenses (rouge à violet) forment un arc de cercle associé avec des lignes de grain. On peut même remarquer que les échos forment une tête de virgule près de WJT, ce qui est un signe d'une tornade possible.

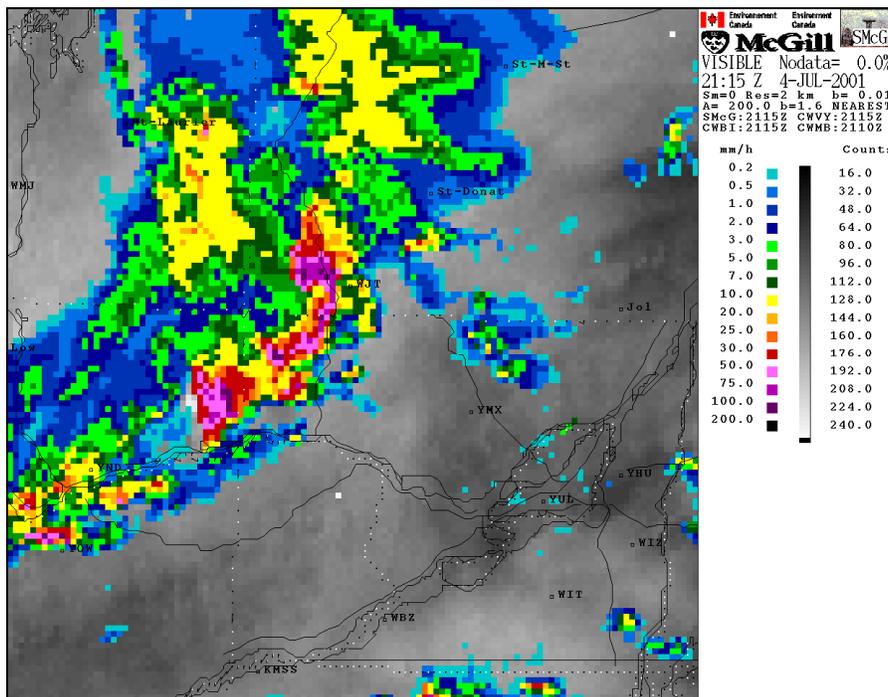


Figure 5: Photo satellitaire visible de 2115 TU (17h15 HAE) le 4 juillet 2001 avec les réflectivités radars à 1,5 km d'altitude ajoutées. Cette photo montre la ligne d'orages très bien organisée qui passe sur Brébeuf.

Les Cappis de 7 km (Figure 6) montrent que des surplombs ont été détectés, signes d'orages supercellulaires. Les images Doppler (Figure 7) montrent la détection d'une circulation mésocyclonique avant et après les événements et l'image du cisaillement (Figure 8) dans les bas niveaux montrent une forte rafale sous cette circulation.

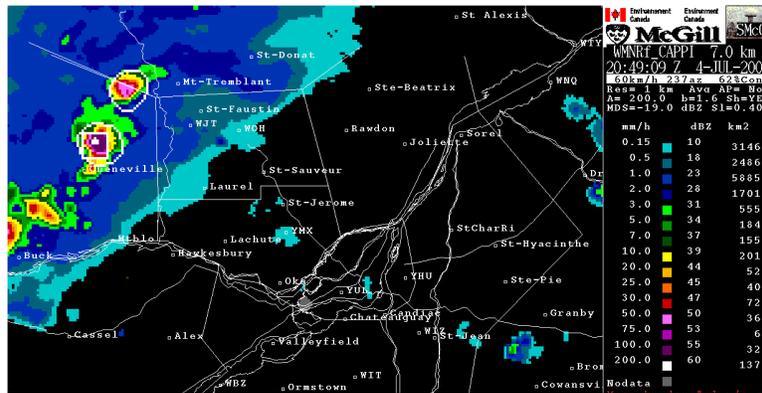


Figure 6: Image de la réflectivité à 7 km d'altitude vue par le radar de McGill à 2049 TU sur la ligne d'orages qui est encore à l'ouest de Brébeuf (près de WJT). On remarque des cercles blanc sur les réflectivité les plus intenses qui indique l'endroit où il y a surplomb des réflectivités par rapport aux bas niveaux. Les carrés indique la détection des circulations mésocycloniques.

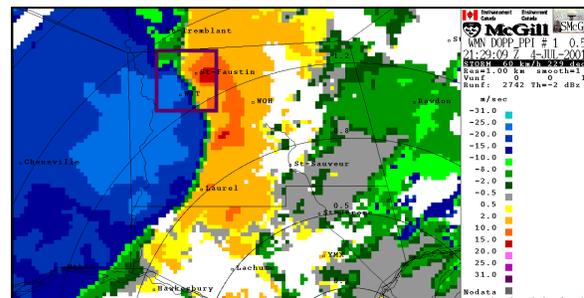
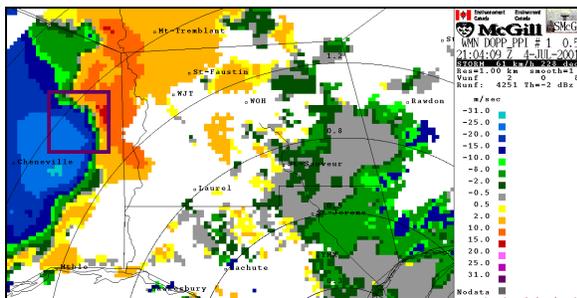


Figure 7: Images des vitesses radiales détectés par le radar de McGill (0,5 degrés d'élévation) à 2104 TU et 2129 TU, soit au passage de la ligne d'orage sur Brébeuf (près de WJT). Sur cette ligne (gauche en haut), nous remarquons une boîte de détection de circulation mésocyclonique signe de rotation dans le nuage.

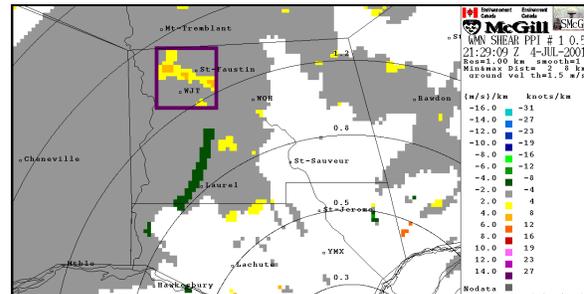
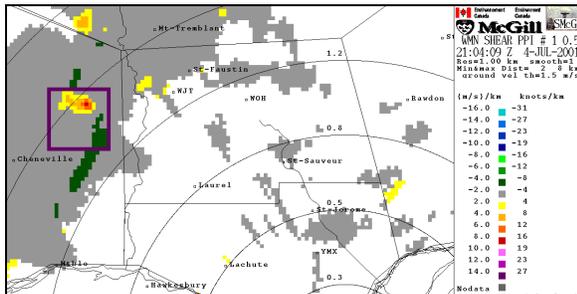


Figure 8: Images de 2104 TU et 2129 TU du cisaillement à bas niveau sur la ligne d'orage passant à Brébeuf (près WJT). Nous remarquons que le cisaillement maximal (dans la boîte de détection de mésocyclones) est plus de 16 m/s/km (60 km/h/km) avant le passage et diminue à 10 m/s/km ou moins (40 km/h/km) après celui-ci. À noter également, la ligne de verte au sud du carré qui indique un cisaillement linéaire important de ligne de grain.

La détection radar montrent donc deux possibilités pour les dégâts causés lors du passage de la ligne d'orages dans le secteur Brébeuf-Saint-Jovite. La visite des lieux est nécessaire pour évaluer le cas.

Description des dégâts

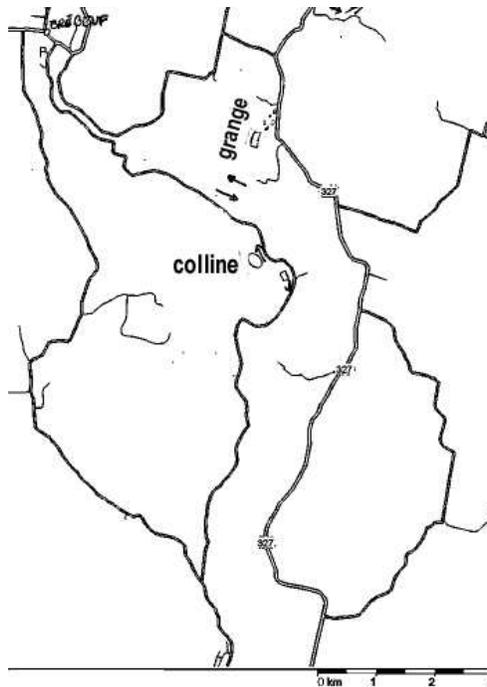


Figure 9: Carte géographique de la région de Brébeuf. Les dégâts débutent dans le secteur marqué "colline" et se termine au nord-est de la zone "grange". La direction de chute des arbres est indiquée par les flèches et les débris de la grange sont indiqués par des petits cercles. L'échelle des distance est indiquées en bas à droite.

Sur la carte, on peut voir le patron des dégâts. Nous remarquons que la plupart de ceux-ci sont sur une ligne qui va de la Rivière La Rouge vers Saint-Jovite sur un corridor de 3 à 5 km de long par 30 à 100 m de large. Celle-ci commence et se termine dans des collines et passe dans une zone couverte de champs cultivés, entrecoupés de rangées d'arbres. D'autres dégâts ont été signalés au nord-ouest de cette trajectoire.

Les arbres ont subi la majorité des dégâts. Ils ont été généralement cassés à 3 ou 4 m du sol mais certains ont été déracinés. La carte géographique montre les dégâts et la direction dans laquelle les débris sont tombés. On remarque que la direction de chute n'est pas uniforme et parfois à 180 degrés d'un endroit à l'autre. Dans les collines, la trace est plus marquée à cause de la densité des arbres mais dans la vallée, elle est plus difficile à suivre. Les dégâts fait dans les collines boisées montrent une nettoyage complet.

Les orages ont également arraché le toit d'une grange (Ferme Meilleur), démolit un garage double attenant et renversé plusieurs remises tout en épargnant une maison à 10 m de là (son toit a cependant été brisé par la chute d'un arbre déraciné). Le toit de la grange n'est pas en un morceau mais en pièces de différentes grosseurs.

J'ai parlé à plusieurs témoins. Voici quelques commentaires :

- * Diane Pévost/Yvon Meilleur de la ferme Meilleur :
 - * La grande était très solide et faite en tenon et mortaise.
 - * Toutes les ouvertures de la grande et du garage double était fermées.



Figure 10: À gauche, vue vers l'ouest de la grange de la ferme Meilleur dont le toit s'est envolée (en arrière-plan) et le garage double (en avant-plan) qui a été démoli . À droite, débris du toit dans un champ voisin (vue vers le nord-est).



Figure 11: Tôle roulée par le vent sur le toit d'une remise juste à côté de la grange et abris pour le bois démoli.

- * Clément Meilleur (maison juste à côté de la grange de ferme) :
 - * Temps de l'incident 17h20 HAE
 - * Visibilité nulle dans la pluie qui était poussée à l'horizontale par les vents
 - * Durée estimée de 1 minute
 - * Entendu un gros bruit
 - * Grêle mêlée à la pluie et de grosseur de gros pois.



Figure 12: Maison de M. Clément Meilleur dont le toit à légèrement été endommagé par la chute de l'arbre en avant-plan (vue vers l'est).

- Raymond Perreault (ferme Ray-Lou) :
 - La ferme est juste le long de la rivière La Rouge (côté est). Des rangées d'arbres bordent la rivière et un étang qui se trouve à environ 50 m à l'est de la rivière. On peut voir un corridor d'arbres cassés allant du côté ouest de la rivière, la traversant et passant à travers l'étang. Ce corridor a de 30 à 100 m de large selon l'endroit.
 - De cette ferme, on peut voir les dégâts vers l'est et l'ouest aux collines.
- Denis Perreault (819-425-2874) :
 - Du côté ouest de la route : Remise à foin démolie mais les débris se retrouvent juste à côté. Autre bâtiment de ferme non touché. Quelques arbres tombés vers l'est. Ancienne cheminée effondrée (il avait essayé de la démolir avec un tracteur l'année précédente mais n'y était pas parvenu).
 - Du côté est de la route : Bardeaux de toit et gouttière de la maison ont été emportés par le vent.
 - M. Perreault mentionne qu'il a vu que la remise est partie par le vent fort et non un tourbillon. Par contre, il mentionne qu'à l'est de sa maison, c'était très noir. et c'est dans cette direction que la trajectoire principale se trouve.



Figure 13 : À gauche, remise à foin de la ferme de M. Denis Perreault dont le toit et le côté ont été renversés par le vent. À droite, colline dont les arbres ont été rasés.

CONCLUSION

La direction aléatoire de chute des débris, le fait que la majorité des arbres ont été coupés et non renversés et le déchiquetage du toit de la grange me porte à croire qu'on a eu affaire à une tornade à cet endroit. Je l'estimerai de force F1 (120 à 180 km/h). Cependant, le fait que d'autres dégâts ont été signalés en dehors de la trajectoire et le témoignage de M. Denis Perreault me porte à croire que des rafales violentes (de type ligne de grain) accompagnaient également l'orage.

ANALYSE DU CAS DE SAINTE-JULIENNE (PRÈS DE RAWDON)

La région de Lanaudière a été frappée vers 2220 TU (18h20 HAE) par le même système. Des dommages par le vent et localement par de la grosse grêle ont été rapportés de Saint-Calixte à Joliette. J'ai été enquêter sur ces dommages dans le secteur de Rawdon, plus particulièrement juste au nord du village de Sainte-Julienne, à l'intersection des routes 125 et 337.

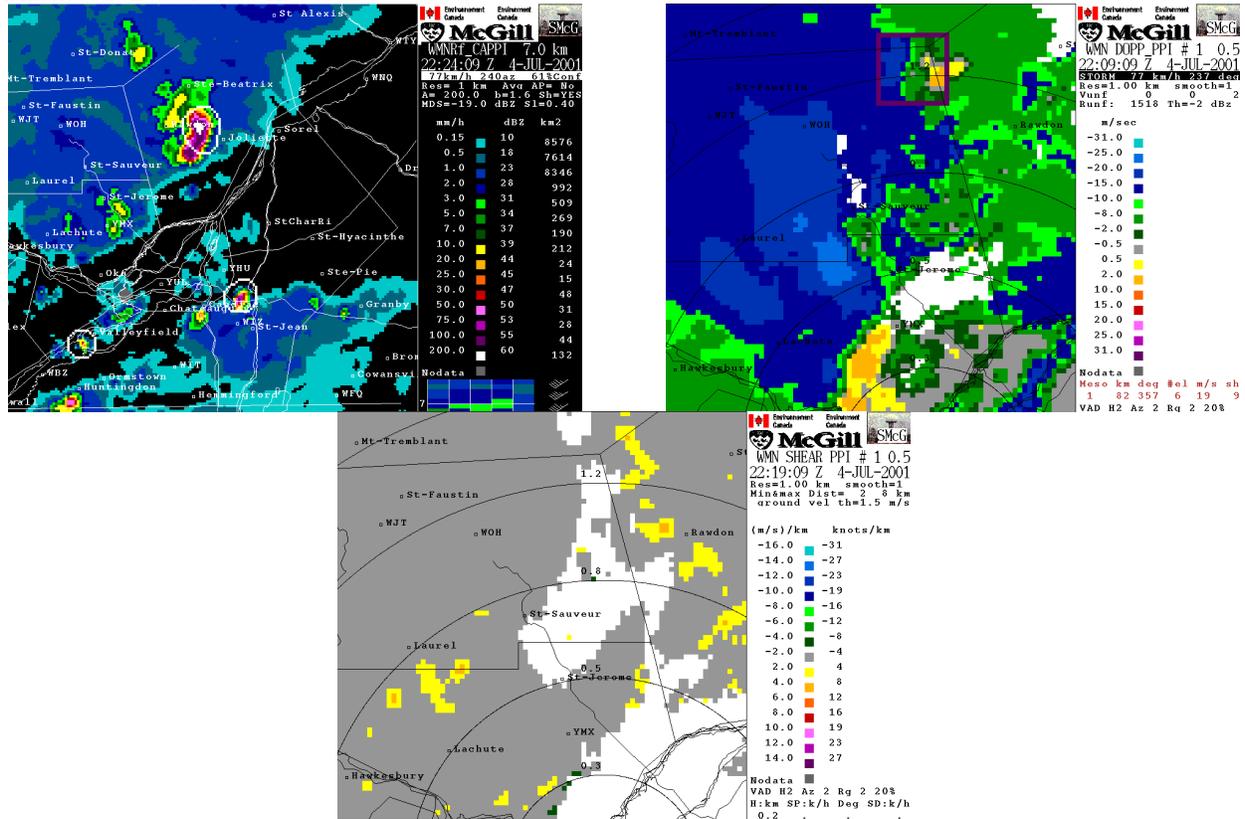


Figure 14: Vers 2220 TU (18h20 HAE) on a en haut à gauche la réflectivité à 7 km d'altitude montrant de forts échos et la détection de surplombs (cercles blancs). À droite, les vitesses Doppler avec détection d'un mésocyclone (carré noir) bien au nord de RAWDON. En bas, image du cisaillement des vents à bas niveau.

Les images radars (réflectivité et Doppler Figure 14) montrent qu'on a toujours affaire à une ligne d'orages bien organisée où des surplombs sont détectés. On voit la détection d'un mésocyclone sur l'image Doppler (carré noir) mais il est bien au nord de Sainte-Julienne (situé près de Rawdon dans l'image). L'image du cisaillement (Figure 14) montre une variation du vent linéaire de l'ordre de 8 à 12 m/s/km (40 km/h/km) associé avec la rafale sous l'orage.

La carte géographique montre que les dégâts sont alignés d'ouest en est selon un corridor assez large et que la direction de tombée est en général vers l'est (indiqués par les flèches). Il s'agit presque exclusivement d'arbres de (15 à 24 pouces) de diamètre. Un poteau métallique triangulaire supportant des lumières pour un parc de balle ainsi que le toit d'un petit garage sont également au nombre des victimes du vent.

Les dégâts se sont produits sur une distance de 1 à 2 km sur le Chemin de la Dame (Lac Quinn), le 3^{ième} et 4^{ième} rang de Sainte-Julienne, ainsi que le long de la route 337 près de l'intersection avec la route 125. D'autres dégâts du même genre ont été rapportés près de Saint-Sauveur-des-Monts, Saint-Calixte et Joliette, soit dans une ligne ouest-est passant par Sainte-Julienne et suivant le déplacement des orages intenses.

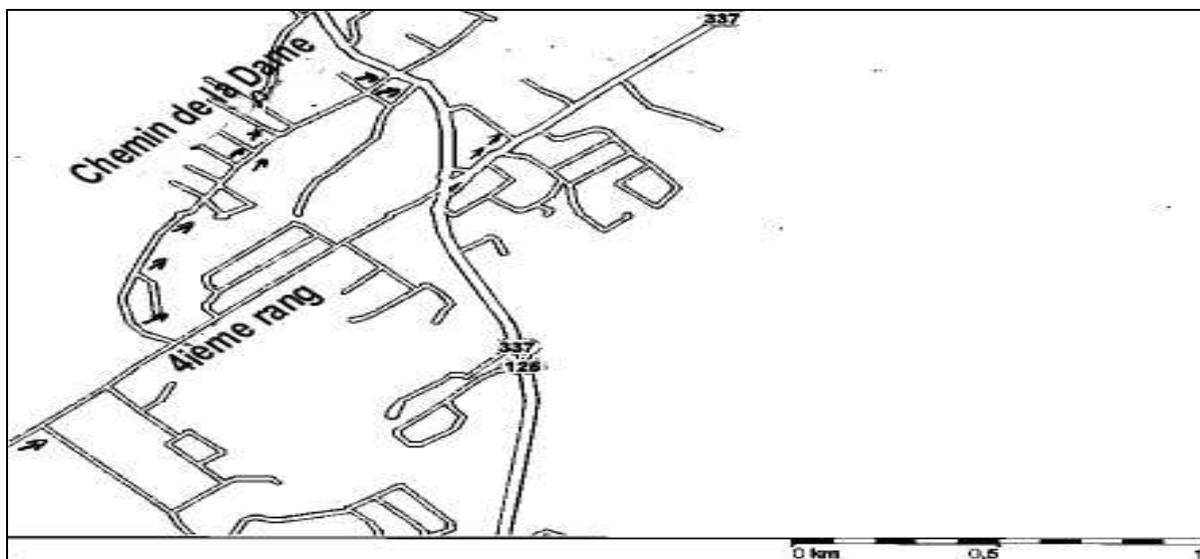


Figure 15: Carte de l'alignement des dégâts dans le cas de Sainte-Julienne. Les flèches montrent la direction de chutes des arbres et autres débris.

J'ai interrogé plusieurs habitants du Chemin de la Dame qui m'ont tous confirmés que la visibilité était nulle dans la pluie. Cette pluie était poussée par le vent et tombait presque à l'horizontal. Monsieur Yvon Brassard m'a mentionné que le niveau de sa piscine avait augmenté d'au moins 5 cm



Figure 16: Sur le Chemin de la Dame (Lac Quinn), un des multiples arbres déracinés par le vent et le poteau d'éclairage plié dans un parc de balle. À remarquer, un petit bout de toit envolé sur le bâtiment de la photo de droite.

M. Bocage, dont la maison est située près de l'intersection des routes 125 et 337, m'a relaté son expérience qui est particulièrement édifiante. Lui et toute sa famille étaient partis en auto pour Montréal quand ils rebroussèrent chemin ayant oublié quelque chose à la maison. Lorsqu'ils arrivèrent à Saint-Julienne, la pluie était accompagnée de grêle dont M. Bocage ne connaît pas la grosseur parce que la visibilité était presque nulle.

Ils ont continué vers leur demeure et en y arrivant, le vent était violent. Ils ont alors vus les arbres déracinés sur leur terrain, tombés en direction est. Leur chien, qui était en laisse près de la maison, faisait de la lévitation. Il y eu une accalmie dans la précipitation et le vent durant quelques secondes avant une autre vague. Cette dernière ne causa pas de nouveaux dégâts mais déplaça leur auto stationnée le long de la route 337 et dans laquelle tous prenaient place.



Figure 17: Dégâts sur la route 337, un peu à l'est de l'intersection avec la route 125. À gauche, arbres tombés en éventails sur la propriété de M. Bocage. À droite, un des nombreux arbres tombés et le garage dont le toit a été soufflé sur le terrain de Mme Daoust, un peu à l'est de celui de M. Bocage.

CONCLUSION

Les données radar montrent une forte ligne de grain avec surplombs et fort cisaillement à bas niveau, sans mésocyclone, dans le secteur de Rawdon/Sainte-Julienne. Les témoignages recueillis et la direction vers l'est de tombée des arbres et autres débris montrent également les effets d'un vent linéaire. En conclusion, dans le cas des dégâts de Sainte-Julienne, on ne peut parler de tornade mais plutôt d'une rafale de vents destructeurs (probablement d'une micro-rafale à cause du corridor de destruction qui est de 1 à 2 km de long et de large).

CONCLUSION POUR LE 4 JUILLET 2001

Le 4 juillet 2001, une ligne d'orage intense est passée de l'Outaouais à la région au nord de Montréal (Laurentides et Lanaudière) au cours de la fin de l'après-midi. Les données radar et satellitaires montrent que cette ligne comportait des orages de type supercellulaires (surplombs) et que des circulations mésocycloniques de longue vie ont été détectées.

L'enquête sur le terrain montre qu'à Brébeuf, près de Saint-Jovite, les dégâts peuvent être associés surtout à une tornade de force F1 mais qu'à Sainte-Julienne, près de Rawdon, ce sont plutôt des vents linéaires sous l'orage qui sont la cause des dommages.

Nous avons eu des signalements de dégâts dans l'Outaouais que nous n'avons pu enquêter. Cependant, quelques photos et témoignages téléphoniques semblent indiquer des vents de rafales linéaires bien que des circulations soient décelables sur les images du radar de Franktown. Il est donc possible que certains de ces dégâts aient été également le fruit de tornades.