

QC
875
.C3
.Q2
C35
1994

Rapport sur la tornade survenue à Aylmer le jeudi 4 août 1994

Note technique
Environnement Canada
Région du Québec

21 octobre 1994

QC
875
.C3
.Q2
C35
1994

Rég. Québec Biblio. Env. Canada Library



38 002 309

Tornade d'Aylmer

1. INTRODUCTION

Dans l'après-midi du jeudi 4 août 1994, une série de tornades ont frappé le sud-ouest du Québec et l'est de l'Ontario. Plus de cinq tornades ont été observées; une première a frappé la localité de Carp, Ontario, avant de s'abattre sur Aylmer, Québec, une deuxième à St-Pascal, Ontario, une troisième à Alexandria, Ontario, une quatrième à Laurel, Québec, et finalement une cinquième à Rawdon, Québec.

Dans l'est de l'Ontario, d'autres localités ont subi des dommages plus ou moins importants. Des maisons ont été endommagées ainsi que des arbres déracinés ou brisés dans les municipalités de Franktown et de Calabogie. D'après la description des dommages signalés par les gens d'Environnement Canada du bureau des services météorologiques à Ottawa, ces dommages pourraient avoir été causés par le passage d'une tornade. Néanmoins, le manque d'information et de témoins oculaires ne permettait pas de confirmer avec certitude la présence de tornade.

Au Québec, les municipalités de Saint-Ambroise de Kildare, de Morin-Heights, de Maskinongé, de Saint-Joseph-de-Maskinongé et de Drummondville ont subi des dommages causés par le temps violent. Comme pour les localités en Ontario, le manque d'information et de témoignages ne permet pas de conclure quant à la nature des phénomènes qui ont touché ces municipalités.

Dans cette étude, nous nous concentrerons sur le cas d'Aylmer qui est la municipalité qui a subi, et de loin, les dommages les plus importants. Dans un premier temps, nous ferons une description des dommages tel que signalés par le Ministère de la Sécurité Publique, les médias et les responsables d'Environnement Canada qui se sont rendu sur les lieux. Par la suite, nous décrirons et analyserons les conditions météorologiques présentes lors de cette journée. Nous suivrons l'évolution de la situation météorologique et verrons comment s'insère l'utilisation des radars conventionnels et Doppler dans l'évaluation du potentiel de temps violent. De même, le travail fait par les météorologues d'Environnement Canada sera apprécié en fonction des connaissances scientifiques à ce jour. Finalement, des recommandations seront formulées dans le but de fournir les meilleurs préavis possibles sur les services d'alertes météorologiques.

2. DESCRIPTIONS DES DOMMAGES

La tornade, d'intensité F2 à F3 (vents de 180 à 330 km/h), a frappé la ville d'Aylmer vers 15 h HAE. D'après le Ministère de la Sécurité Publique, elle a laissé des traces le long d'un couloir orienté d'ouest-sud-ouest à est-nord-est d'environ 8 km de longueur et de 100 à 300 mètres de largeur. Plus de 284 propriétés ont été endommagées dont dix (10) furent des pertes totales. Trente-trois (33) ont subi de lourds dommages. La facture des dommages aux propriétés privées atteignait près de 5 millions de dollars. Ce montant exclut les dommages causés aux équipements publics et aux infrastructures municipales.

Quatre (4) personnes ont subi des blessures mineures et deux cent cinquante (250) familles ont dû être évacuées.

3. CARACTÉRISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES

3.1 Analyses de surface et photos satellitaires

Le matin du 4 août 1994, une dépression à 100,8 kPa près de la Baie Georgienne (figure 1) avait déjà amené des nuages sur la majeure partie de l'Ontario et du Québec (figure 2). Le ciel était généralement nuageux sur la région de la capitale nationale alors qu'il était voilé sur la région de Montréal. Un front chaud s'étendait de la dépression vers Ottawa et Montréal. À proximité et au sud de ce front, l'air était humide et instable. Déjà les photos satellitaires ainsi que le détecteur de foudre montraient des orages dans les environs du lac Huron et de la baie Georgienne. Au nord-est de ce front et de la dépression, une zone d'averses recouvrait le sud du Témiscamingue et du Pontiac.

La dépression continua de se déplacer vers l'est et atteignit la vallée de l'Outaouais tôt en après-midi, précédé du front chaud qui s'étendait jusqu'à la région de Montréal (figure 3). Sur les photos satellitaires, de fortes cellules orageuses étaient observables sur les secteurs des lacs Érié et Ontario alors que d'autres cellules commençaient à apparaître sur la vallée de l'Outaouais (figure 4). Les températures au sud de ce système variaient de 24 degrés à Ottawa à 29 degrés Celsius dans le nord de l'état de New York, avec des températures de point de rosée de 19 à 21; ce qui témoignait d'une masse d'air très humide. La zone de précipitations s'étendait jusqu'au lac St-Jean et restait confinée au nord de la vallée du Saint-Laurent.

Vers 17 h HAE, la dépression était près de Mirabel avec son front chaud vers la Beauce (figure 5). La zone de pluie, qui était de modérée à forte, recouvrait tout le sud du Québec. Dans le secteur chaud, les photos satellitaires montraient de nombreux orages qui sévissaient sur l'est de l'Ontario et le sud-ouest du Québec (figure 6).

4. ANALYSE ET DIAGNOSTIC

Plusieurs facteurs propres au temps violent étaient présents le matin du 4 août. L'intensité et l'orientation des vents en altitude étaient favorables au développement d'orages violents. L'air était humide et instable. Les indices thermodynamiques de temps violent montraient une forte probabilité de temps violent pour cette journée. Parmi ces indices, le SSI (**Summer Severe Index** ou indice de potentiel de temps violent estival) atteignait 118. Cette valeur rendait la manifestation de temps violent très probable. Un autre indice soit le EHI (**Energy-Helicity Index** ou indice combiné d'énergie et de cisaillement) atteignait 2.29: ce qui rendait probable la formation de tornades.

Il est à noter que le calcul de l'indice EHI est basé sur un déplacement hypothétique des orages, soit une vitesse équivalente à 70% du vent moyen de la basse atmosphère et à une direction de 30 degrés à droite de ce vent moyen. Dans le cas du SSI, tout changement aux vents à basse altitude modifiera sa valeur. Nous verrons plus loin comment l'utilisation du radar Doppler permet de corriger ces deux indices et d'obtenir ainsi une évaluation plus précise des conditions atmosphériques.

5. CHRONOLOGIE DES ÉVÉNEMENTS

Après cette analyse et ce diagnostic, une zone où le potentiel de temps violent était présent fut délimitée (figure 7). Une veille météorologique de temps violent fut émise à 10 h 56 HAE le matin pour les régions d'Ottawa-Hull-et-Cornwall (qui inclut Aylmer), Montréal, Trois-Rivières-et-Drummondville et Estrie-et-Beauce. Une mention de risque d'un orage fort fut ajoutée dans la mise à jour de la prévision publique de 11 h 30 HAE pour ces régions.

À 14 h 10 HAE, le radar de Carp montrait des orages vigoureux à 30 kilomètres au nord-ouest du site et une autre zone d'orages de même intensité près de Papineauville (figure 8). Cinq minutes plus tard (14 h 15 HAE), le radar de Montréal montrait ces deux mêmes orages, mais celui de Papineauville était plus intense et semblait potentiellement violent (figure 9). Cet orage se dirigeait vers les Laurentides. Quinze minutes plus tard (14 h 30 HAE), une alerte météorologique d'orage violent était émise pour la région des Laurentides.

À 14 h 30 HAE, la carte de 40 décibels du radar de Carp (figure 10) montrait que l'orage en direction des Laurentides était toujours vigoureux, mais que celui au nord-ouest du site l'était moins et n'apparaissait pas sur cette image.

À 14 h 50 HAE, le radar de Montréal montrait un orage extrêmement violent sur le sud de la région des Laurentides (figures 11 et 12). Cinq minutes auparavant,

ce radar Doppler indiquait de la rotation dans cet orage (figure 13), ce qui est souvent signe précurseur de temps violent. D'autres cellules orageuses étaient présentes, dont celles à l'ouest d'Aylmer (figure 14), mais aucune d'entre elles ne rencontrait les critères de temps violent (annexe 1) appliqués aux données du radar de Montréal. Le radar de Carp montrait aussi une cellule d'orage violent sur le sud-ouest des Laurentides (figures 15 et 16), mais les orages qui se dirigeaient vers Aylmer disparurent dans la zone d'atténuation du radar. Quelques minutes plus tard (14 h 52 HAE), l'alerte d'orages violents était mise à jour pour la région des Laurentides avec mention de possibilité de tornade.

À 15 h HAE, le radar de Montréal montrait trois cellules orageuses importantes. Une première près de Laurel (à l'ouest de Saint-Sauveur), une deuxième entre Buckingham et Papineauville et une troisième près d'Aylmer (figure 17). Des trois cellules, cette dernière était la plus faible. Plusieurs données générées par le radar de Carp ne furent pas disponibles à ce moment et ce, jusqu'à 15 h 40 HAE, dû à un engorgement des systèmes informatiques d'Environnement Canada.

À 15 h 35 HAE, le bureau météorologique d'Environnement Canada à Ottawa contacta le Centre Météorologique du Québec pour l'informer que cinq maisons avaient été endommagées à Aylmer vers 15 h 15 HAE. De plus, le bureau d'Ottawa avait pris l'initiative (entre 15 h 20 et 15 h 30 HAE) d'émettre une alerte locale de temps violent sur Radiométéo ainsi que sur les répondeurs automatiques. Quelques minutes plus tard (15 h 42 HAE), l'alerte météorologique de temps violent fut mise à jour pour y ajouter la région d'Ottawa-Hull avec mention de possibilité de tornade.

À 17 h HAE, le bureau d'Ottawa rappela le Centre Météorologique de Québec pour l'informer qu'un témoin avait vu un nuage en entonnoir à Aylmer, confirmant ainsi la présence d'une tornade.

6. DISCUSSION

6.1 Les Radars de Montréal et de Carp

Un radar (contraction de Radio Detection And Ranging) est un instrument composé principalement d'un émetteur, d'un récepteur et d'un système de traitement de données. L'émetteur produit des ondes électromagnétiques qui sont réfléchies par des particules telles que des gouttelettes et des cristaux de glace. Ces signaux sont ensuite captés par le récepteur puis décodés par le système de traitement de données. Les résultats nous parviennent sous deux formes principales: réflectivité et vitesse. La réflectivité nous permet de connaître l'intensité des précipitations, la vitesse nous montre le mouvement de ces précipitations et du vent environnant. On dira qu'un radar est de type conventionnel s'il ne détecte que les réflectivités et qu'il est Doppler, si en plus de détecter les réflectivités, il montre le mouvement des précipitations et du vent environnant.

Le secteur d'Aylmer est sous la couverture de deux radars météorologiques: Le radar de Carp situé à l'ouest d'Ottawa et le radar de Montréal situé à Sainte-Anne-de-Bellevue sur l'ouest de l'île de Montréal.

Le radar de Montréal est un radar Doppler; en plus de générer des produits de réflectivité dans un rayon de 240 kilomètres, ce radar produit des champs de vent jusqu'à 120 kilomètres autour du site. La résolution du radar varie d'un kilomètre carré à l'intérieur de 120 kilomètres à quatre kilomètres carrés entre 120 et 240 kilomètres. Ce radar permet donc de voir l'intensité des échos, leur répartition dans l'espace (réflectivité) ainsi qu'une estimation de la vitesse du vent (Doppler). Sa couverture conventionnelle s'étend sur une bonne partie du sud du Québec ainsi que sur l'est de l'Ontario ce qui comprend la région de la capitale nationale. Sa couverture Doppler est plus restreinte de sorte qu'elle ne couvre pas la région d'Ottawa-Hull.

Les produits de ce radar sont générés par un logiciel appelé RDP (Radar Data Processor). Ce logiciel permet de voir différents champs tels que les échos à 1.5, 3.0, 5.0, 7.0 kilomètres au-dessus du sol, les sommets des nuages, le champ de vent, etc... De plus, il permet à un spécialiste du temps violent de générer une variété de produits sur demande tels qu'une coupe verticale au travers d'un orage et des prévisions de points. Ce logiciel très polyvalent est un outil puissant qui permet au prévisionniste de bien saisir la nature du phénomène qu'il observe. Des critères de temps violent fondés sur les données de ce radar ont été développés au Centre Météorologique du Québec (annexe 1). Ceux-ci sont le fruit de plusieurs années d'observations et de développement.

Le radar de Carp est un radar conventionnel (non-Doppler) dont la couverture est de 240 kilomètres. Les produits générés par ce radar sont moins nombreux que ceux générés par celui de Montréal. Au nombre de cinq, ces produits sont: les intensités à 1.5 kilomètres, la carte des sommets, la carte des réflectivités maximum au-dessus de 4.0 kilomètres et la carte de 40 décibels au-dessus de 5.5 kilomètres. Ces champs, bien que très utiles pour la détection des orages, n'offrent pas autant de détails que ceux utilisés à partir d'un radar comme celui de Montréal. Les critères de temps violent font appel à des champs de réflectivité tels que les échos à trois (3) et à sept (7) kilomètres avec surplomb, au champ de rafales produit par le RDP et à la structure interne de la cellule. La détection de rotation de l'air (mésocyclones) par le radar Doppler est un autre critère de temps violent. Ces produits n'étant pas disponibles sur le radar de Carp, l'interprétation de la sévérité de l'orage n'en est que plus difficile.

Ce radar est situé une vingtaine de kilomètres à l'ouest d'Ottawa. Comme les systèmes météorologiques se déplacent généralement d'ouest en est, ceux-ci passent donc aux environs du radar quelques minutes avant d'atteindre Ottawa-Hull. Par ailleurs, chaque radar a ce que l'on appelle une zone d'atténuation qui couvre un rayon d'environ dix (10) kilomètres autour du site. C'est une région où le radar est incapable techniquement d'obtenir des données; ce qui le rend pour ainsi dire aveugle. Toute perturbation provenant de l'ouest devient ainsi "invisible" pour quelques minutes lorsqu'elle atteint ce zone d'atténuation. Dans le cas d'orages violents, ceux-ci

disparaissent donc durant quelques minutes pour réapparaître sur le secteur d'Ottawa-Hull. De plus, les orages violents peuvent se former ou se détruire en quelques minutes seulement. Ce manque de données juste en amont de ce secteur à forte densité de population, peut donc se révéler très problématique dans une telle situation.

6.2 Interprétation des données radars

6.2.1 Données conventionnelles

L'orage qui a frappé Aylmer ne correspond pas à une super cellule orageuse classique sous plusieurs aspects. Alors que les orages violents ont généralement des sommets qui dépassent la tropopause (inversion au sommet de la troposphère), celui de la tornade d'Aylmer est toujours demeuré en-deça de ce niveau avec un sommet qui n'a jamais dépassé 12 km (40000 pieds) (figures 18). D'après les rapports des météorologues, la structure de cet orage, tel que vue sur les radars, correspond à un orage vigoureux mais pas violent. On n'y remarquait aucune pente dans les intensités. Le coeur de la cellule était à une altitude de cinq kilomètres, mais il était beaucoup moins intense (75 mm/heure au lieu de 300 mm/heure) qu'au sein des autres cellules orageuses importantes.

6.2.2 Données Doppler

Bien qu'Aylmer ne se trouve pas sous la couverture Doppler du radar de McGill, nous verrons comment l'utilisation des données Doppler permet de mieux diagnostiquer l'état de l'atmosphère.

Les indices de temps violent calculés le matin du 4 août pour le secteur comprenant le sud-ouest du Québec et l'est de l'Ontario, étaient basés sur des valeurs critiques de températures de 26 à 27 degrés Celsius et de point de rosée de 20 à 21 degrés. Les vents maximums à basse altitude étaient du sud-ouest à 35 noeuds. Le logiciel qui calculait la vitesse et la direction de propagation des orages donnait des vitesses de près de 26 noeuds, avec des directions variant de 270 à 280 degrés.

Néanmoins, les conditions météorologiques de l'après-midi furent différentes de ce qui avait été prévu. La température à l'aéroport international d'Ottawa ne dépassa pas 24 degrés, avec un point de rosée de 20 degrés. Le radar Doppler de Montréal (figure 19) indiquait des vents à basse altitude du sud-ouest beaucoup plus forts: jusqu'à 58 noeuds (108 km/h). Ces données permirent aux prévisionnistes de modifier le champ de vent à basse altitude. De plus les échos conventionnels montraient des cellules orageuses voyageant à environ 35 noeuds en provenance du sud-ouest. Avec ces nouvelles données, les indices de temps violent se trouvaient ainsi modifiés.

Comme la température à Ottawa n'atteignait pas la valeur critique, les prévisionnistes auraient pu conclure qu'il n'y aurait pas de temps violent et mettre ainsi un terme à la veille météorologique. Mais les conditions de vents, de cisaillement et de propagation provenant du radar Doppler de Montréal montraient une structure atmosphérique différente de ce qu'on avait analysé le matin. Les vents en altitude étant assez semblables dans le secteur chaud du système, les météorologues considérèrent que ces données étaient, à ce moment, la meilleure estimation de la situation au-dessus de toute la région y compris Ottawa. Les indices de temps violents indiquaient une diminution dans l'énergie hydrostatique, mais une augmentation dans les termes de cisaillement par rapport au sondage de Maniwaki. Par conséquent, la veille fut maintenue.

7. CONCLUSION

Plusieurs éléments favorables au temps violent étaient présents lors du 4 août 1994. Au moins cinq tornades ont causé des millions de dollars en dommages à plusieurs municipalités. Parmi elles, la tornade d'Aylmer fut la plus dévastatrice en terme d'intensité et de coûts.

Environnement Canada avait en service son équipe de météorologues et de spécialistes radar pour faire face à la situation. Le travail a été accompli de façon professionnelle conformément aux standards et aux pratiques établis. L'analyse et le diagnostic de la situation météorologique s'avérèrent clairs et précis. Il en résulta une veille météorologique d'orages violents émise dans la matinée, soit plus de quatre heures avant le déclenchement de la tornade. La situation fut suivie de très près avec des alertes météorologiques dont les préavis atteignaient 45 minutes dans le cas de la tornade de Laurel. Ce suivi fut possible grâce à l'utilisation du radar Doppler de Montréal.

Aucune alerte n'était valide lorsque la tornade s'abattit sur Aylmer. L'intensité des échos détectés au-dessus de cette ville par le radar de Montréal, qui a une résolution quatre fois plus faible à cette distance, ne justifiait pas l'émission d'une alerte. De plus:

- 1- les échos détectés par le radar de Carp s'avérèrent utiles pour voir la cellule s'approcher de la municipalité, mais furent peu utiles dans ce cas précis pour évaluer la sévérité de cet orage à cause des limitations du système d'affichage actuel;
- 2- l'orage passa dans la zone d'atténuation du radar, le rendant ainsi "aveugle" dans les minutes précédant la tornade;
- 3- il y a eu finalement une interruption de transmission de plusieurs images radar de Carp durant l'événement, dû à un engorgement des systèmes informatiques au Centre Météorologique du Québec.

Quelques études, tant américaines que canadiennes, traitent de ces orages qui, avec des intensités moyennes, produisent malgré tout des tornades. Selon ces études ce type d'orages est très difficile à détecter; ils ressemblent à la plupart des orages communs. En ce sens, la solution se trouve peut-être dans l'intensité du cisaillement du vent à basse altitude. La recherche doit se poursuivre pour améliorer les techniques de détection ainsi que les critères radar.

Nous aimerions formuler certaines recommandations qui permettraient d'améliorer de façon importante la détection et le préavis de temps violent pour ce secteur de l'Outaouais.

8. RECOMMANDATIONS

8.1 Accès aux données radar

Il faut s'assurer que les systèmes informatiques en place puissent faire face aux surcharges des périodes de pointe.

8.2 Système de traitement d'images radar de Carp

L'implantation d'un système plus raffiné de traitement des images nommé RDP (Radar Data Processor) au radar de Carp, qui aurait permis de faire un meilleur diagnostic de la situation. Ce système sera implanté d'ici à 1995.

8.3 Dopplérisation du radar de Carp

Par ailleurs, la dopplérisation du radar permettrait d'améliorer les capacités de détection et d'accroître la précision sur la violence améliorant par le fait même les préavis de temps violent.

8.4 Relocalisation du site du radar de Carp

Lors de la dopplérisation, il serait judicieux de réévaluer l'emplacement du radar de Carp, de façon à maximiser sa couverture et d'éliminer les régions "aveugles" dans le couloir propice au temps violent.

8.5 Amélioration de la science

La recherche doit se poursuivre pour mieux comprendre le comportement et la structure de ce type d'orages ainsi que ses mécanismes de formation. Les efforts devraient probablement porter sur l'influence du cisaillement dans les vents à basse altitude dans le développement des tornades.

8.6 Amélioration des techniques de détection

Développer des techniques radar visant détecter ce type d'orages et d'améliorer les méthodes de lecture.

-FIN-

ANNEXE 1

CRITERES RADAR DU CENTRE MÉTÉOROLOGIQUE DU QUÉBEC

1. Échos à sept kilomètres dont l'intensité est plus grande ou égale à 47 dBz (ou 30 millimètres à l'heure). (figure 20, point A).
2. Surplomb indiquant un écart d'au moins 30 dBz entre les niveaux de sept et de trois kilomètres. (figure 20, point A).
3. Présence d'un méso-cyclone (air en rotation) sur le radar Doppler. (figure 21, point A).
4. Présence d'une pente dans les échos (visible sur une coupe verticale). (figure 22, ligne A).
5. Des rafales d'au moins 26 mètres par seconde (51 noeuds ou 94 km/h). (figure 23, point A).

LEXIQUE

Échos radar

Type conventionnel: détecte le taux de précipitation, l'intensités des échos.

Type Doppler: détecte le déplacement des particules dans l'air.

EHI : Energy-Helicity Index. Indice météorologique incluant l'énergie hydrostatique et l'hélicité.

Interprétation :

si $EHI > 1$, possibilité de tornade F2 à F3

si $EHI > 5$, possibilité de tornade F4 à F5

SSI : Summer Severe Index. Indice météorologique incluant l'énergie hydrostatique et le cisaillement (un des meilleurs indices pour le temps violent).

Interprétation :

si $SSI \geq 100$,	temps violent
si $95 \leq SSI < 100$,	probabilité de temps violent
si $SSI < 95$,	pas de temps violent

Tornado : Colonne d'air en rotation intense.

Catégories (selon l'échelle de Fujita):

F0 : vents de 90 à 120 km/h

F1 : vents de 120 à 180 km/h

F2 : vents de 180 à 250 km/h

F3 : vents de 250 à 330 km/h

F4 : vents de 330 à 420 km/h

F5 : vents de 420 à 510 km/h

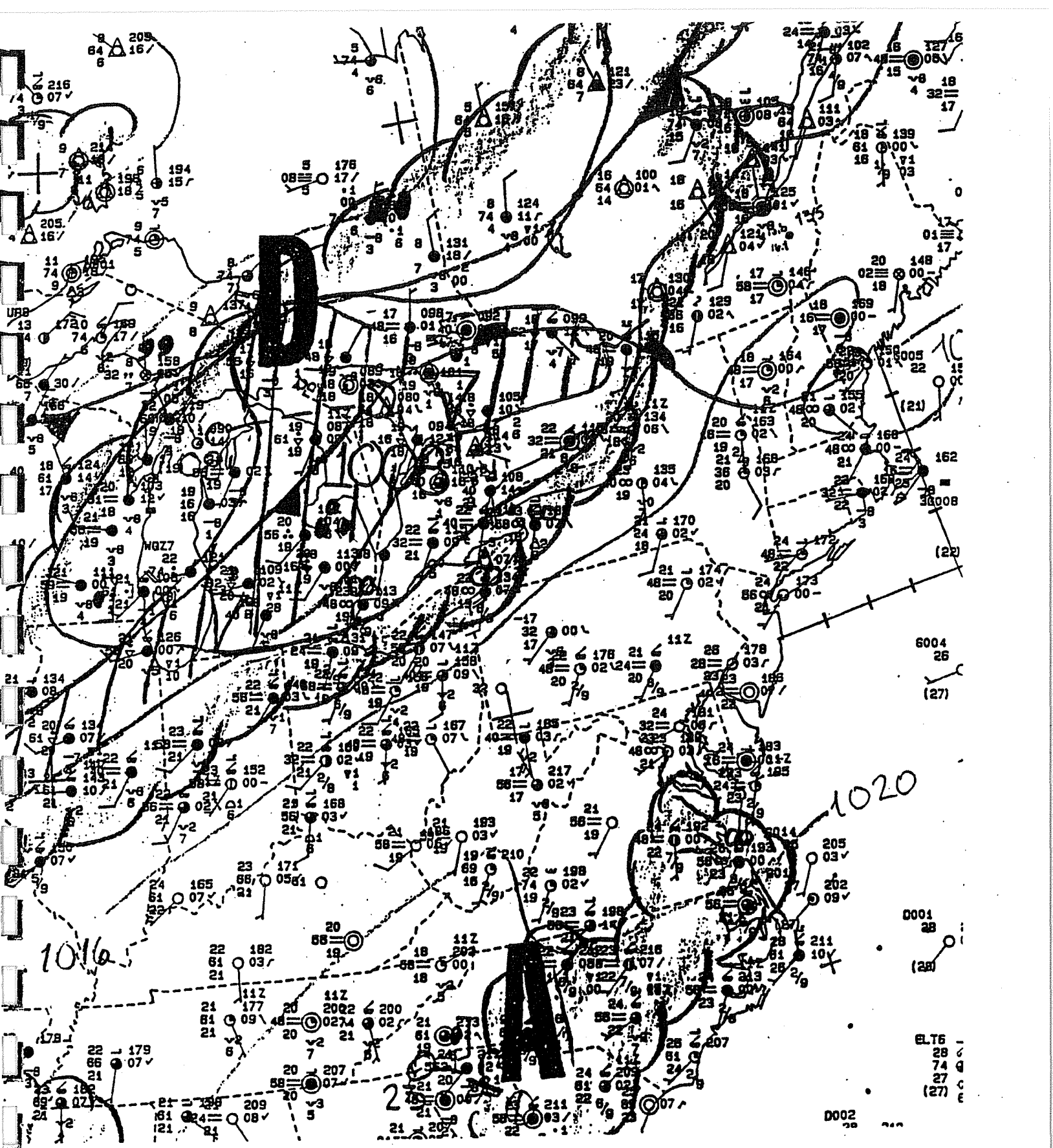


Figure 1. Analyse de surface à 8 h HAE (12:00 TU)

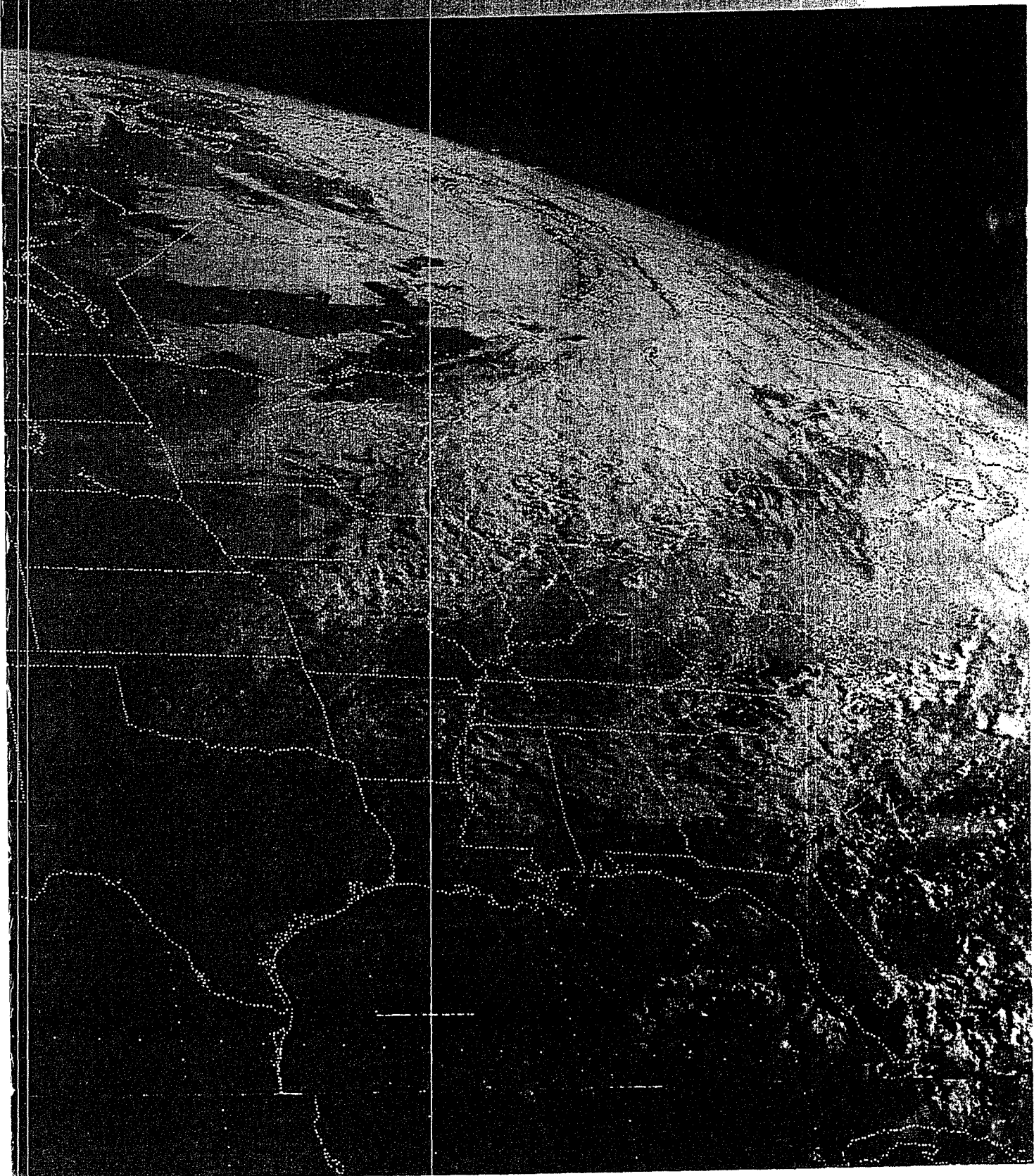


Figure 2. Photo satellitaire à 8 h HAE (12:00 TU)

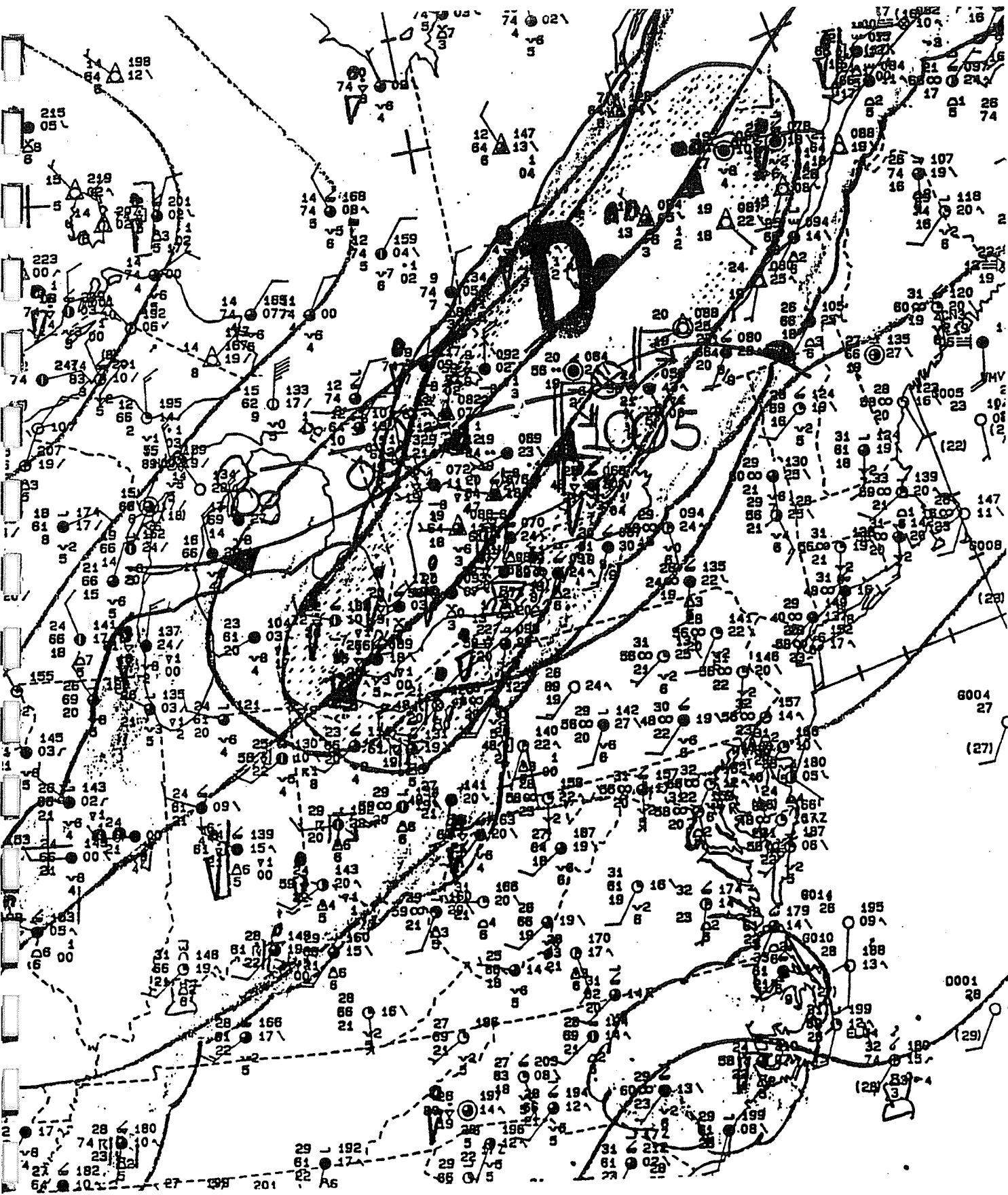


Figure 3. Analyse de surface à 14 h HAE (18:00 TU)

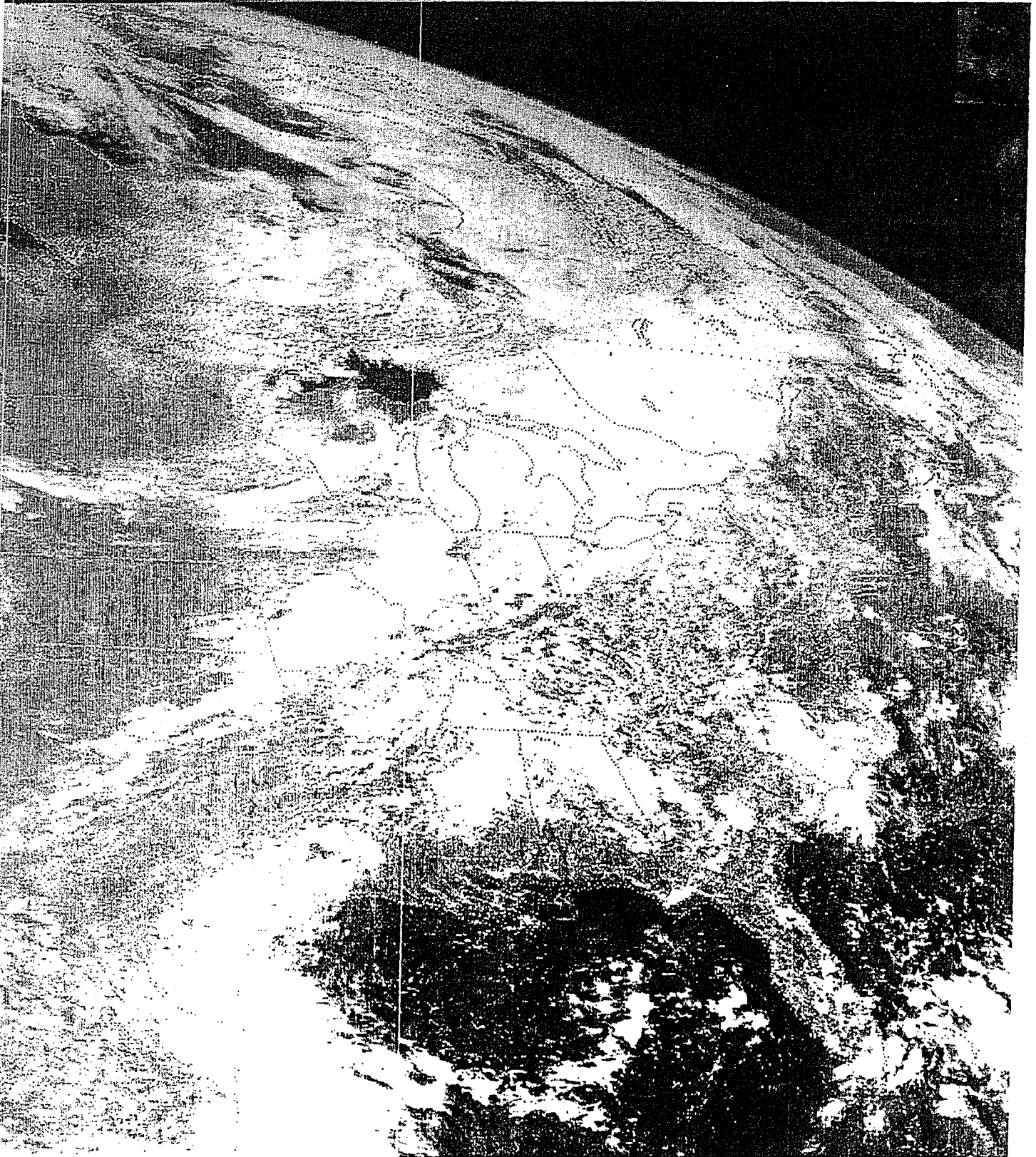


Figure 4. Photo satellitaire à 14 h HAE (18:00 TU)

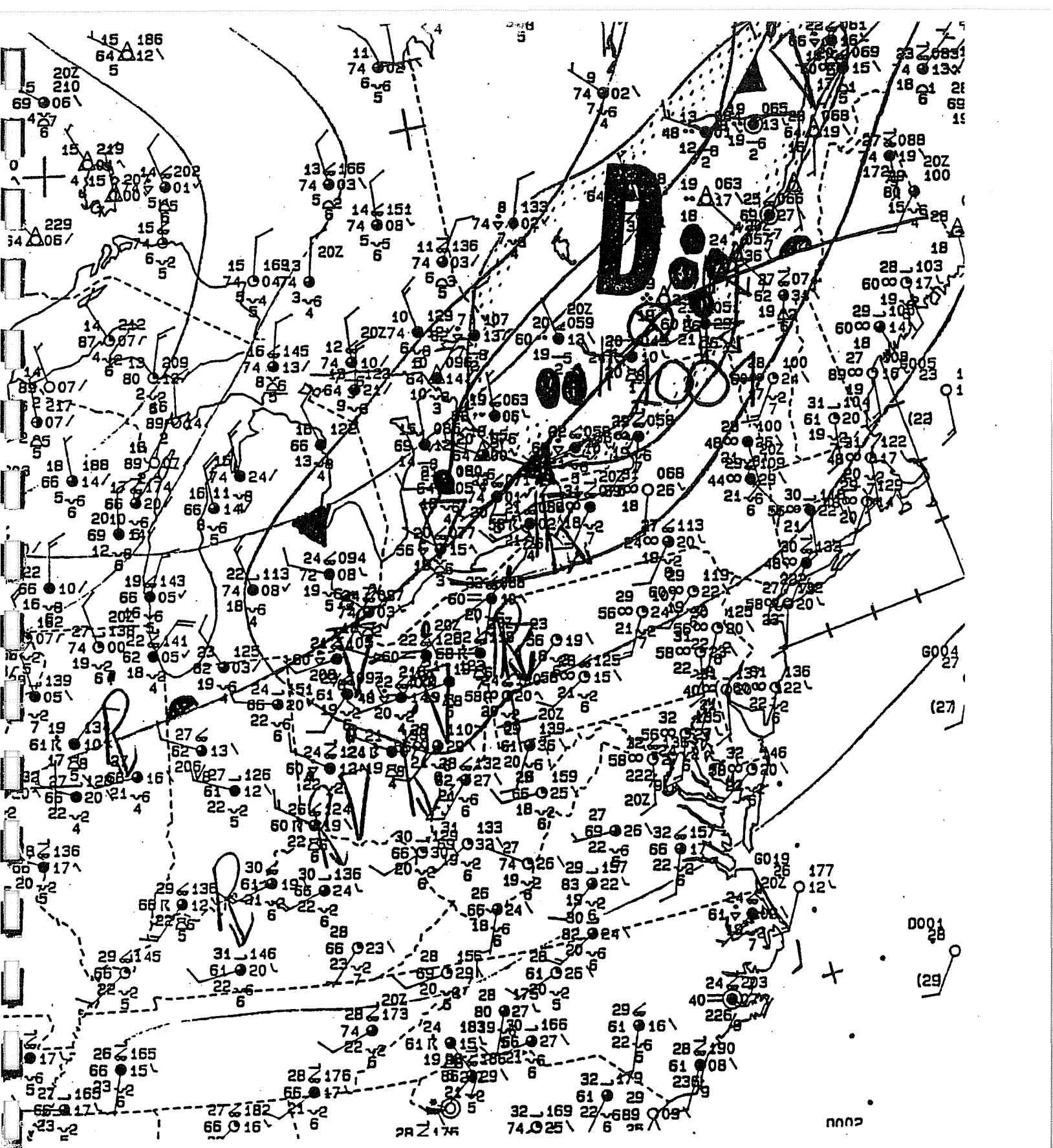


Figure 5. Analyse de surface à 17 h HAE (21:00 TU)

50 -45 -40 -35 -30 -25 -20 -15 -10 -5 0 5 10 15

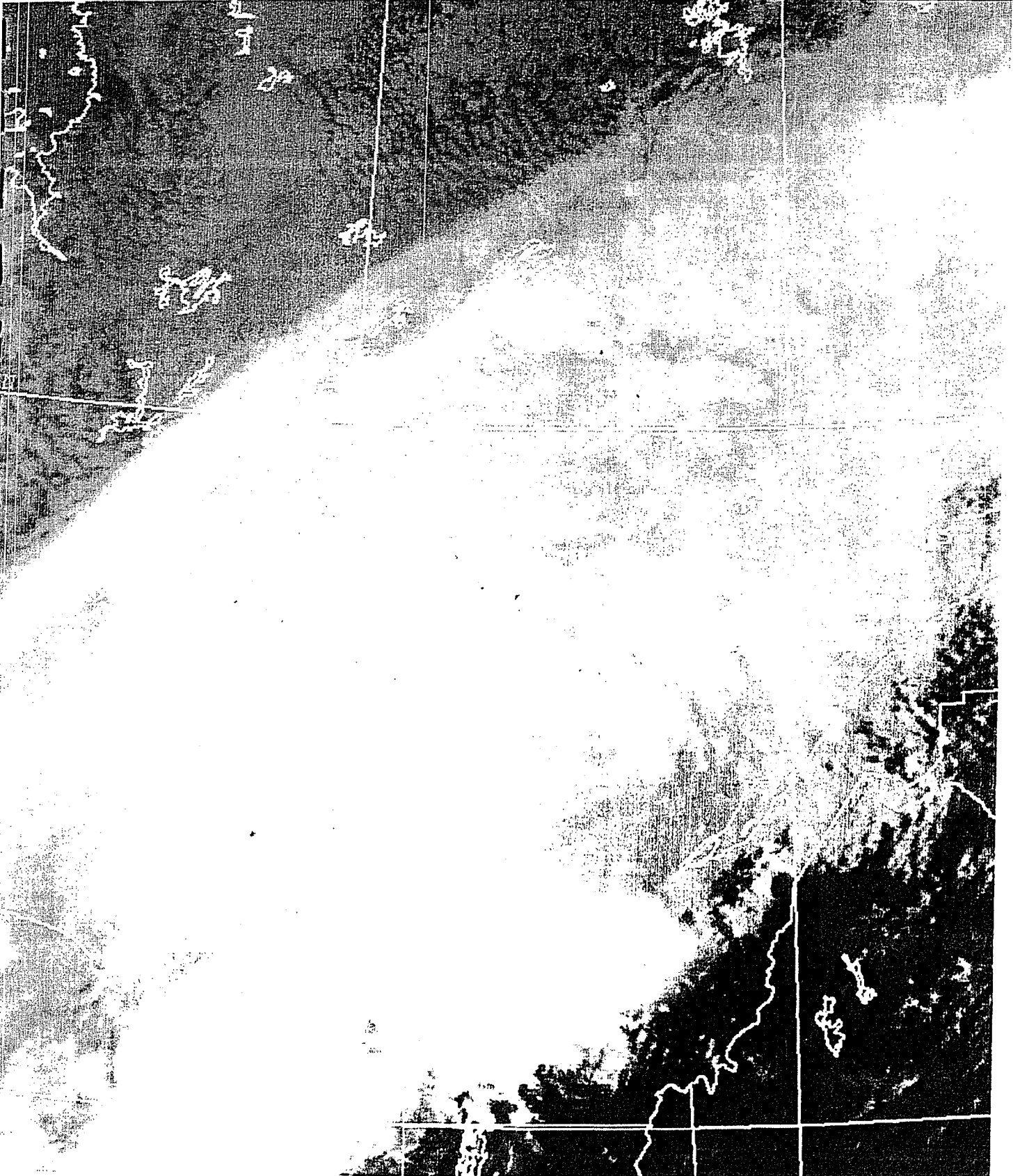


Figure 6. Photo satellitaire à 16 h 42 HAE (20:42 TU)

APERCU DE LA CONVECTION POUR USAGE INTERNE SEULEMENT

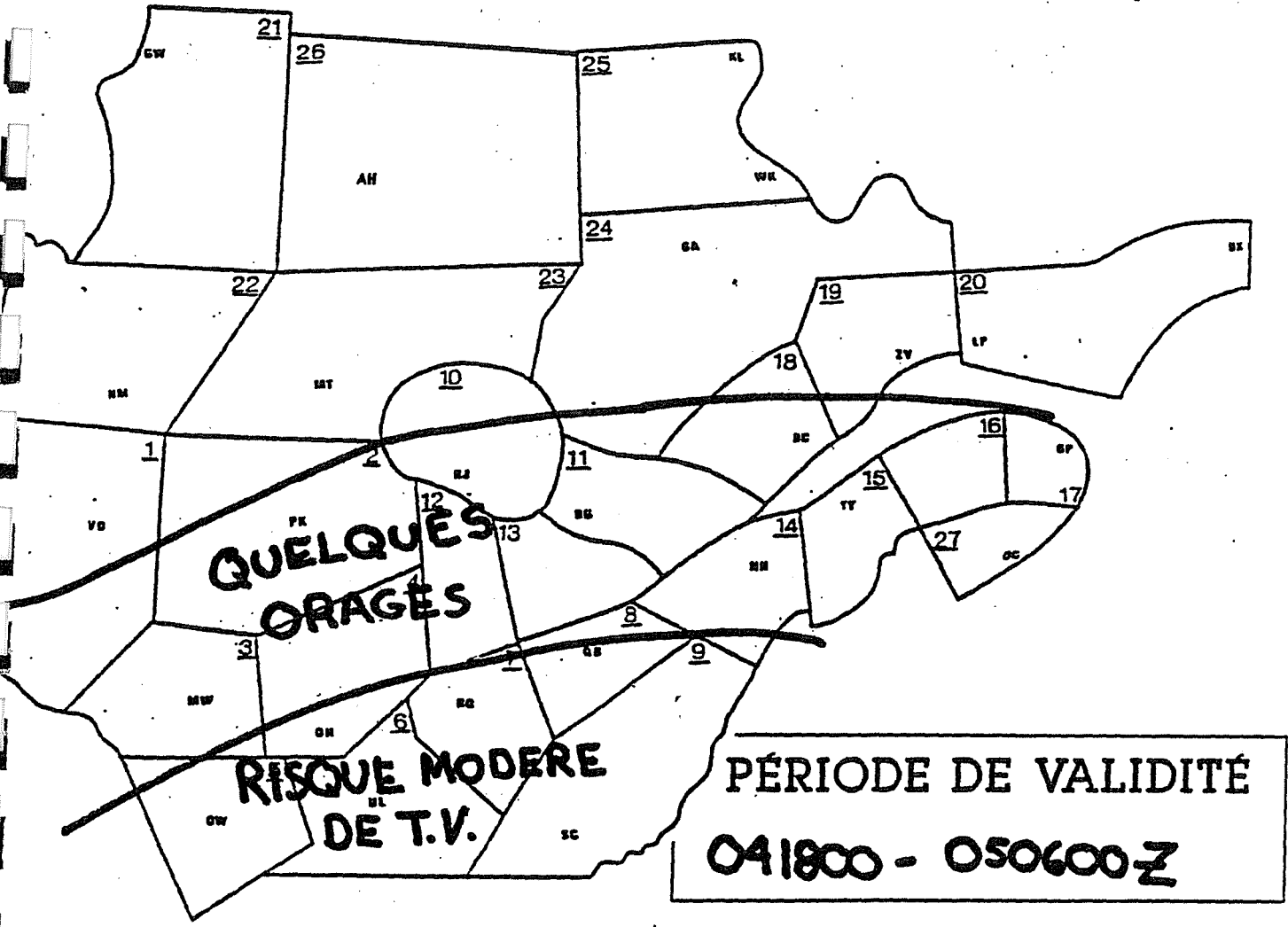


Figure 7. Potentiel de temps violent de 14 h HAE le 4 août à 02 h HAE le 5 août.

1810 Z
04 AUG 94

1810 Z
04 AUG 94

1810 Z
04 AUG 94

1810 Z
04 AUG 94

1810 Z
04 AUG 94

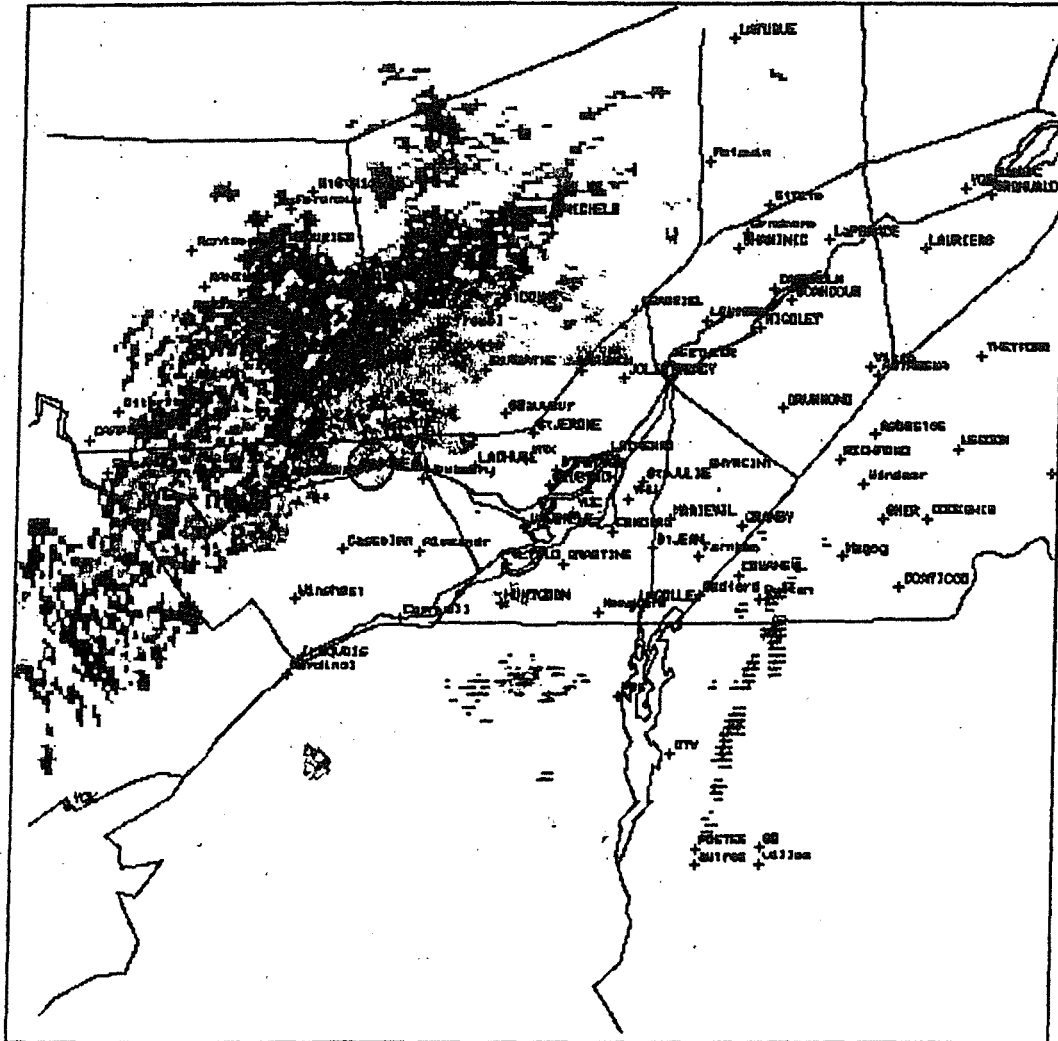
1810 Z
04 AUG 94



Figure 8. Réflectivités maximum au-dessus de 4 km à 14 h 10 HAE (18:10 TU). Radar de Carp.

WMN 3.0 KM CAPPI 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 FIX RNG/RES:M/C
ALG: AVGE

18:15 Z



mm/hr	dBZ	sq km
0.5	18	2816
1.0	23	9764
2.0	28	6984
3.0	31	5276
5.0	34	1576
8.0	37	1064
13.0	41	516
20.0	44	316
30.0	47	176
50.0	50	24
75.0	53	4
100.0	55	0
150.0	58	0
200.0	60	0
300.0	63	0

Total cov 28504
VAD data unavailable

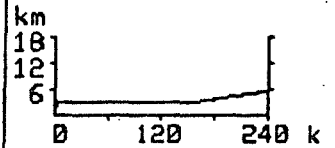
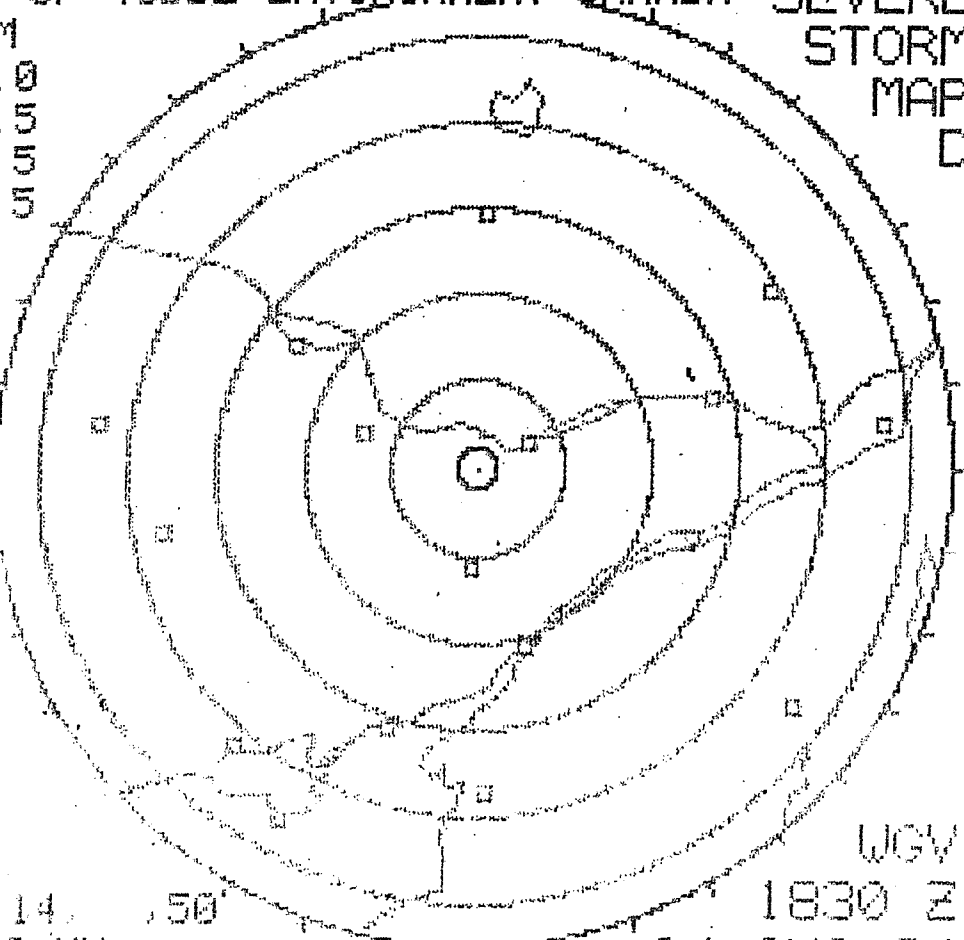


Figure 9. Réflectivités à 3 km avec surplomb près de Papineauville à 14 h 15 HAE (18:15 TU).
Radar de Montréal.

MAX HT OF 40DBZ ENVIRONMENT CANADA SEVERE
 KM STORM
 MAP
 D

12.0
 10.5
 8.5
 5.5

PIX
 0
 0
 0
 3



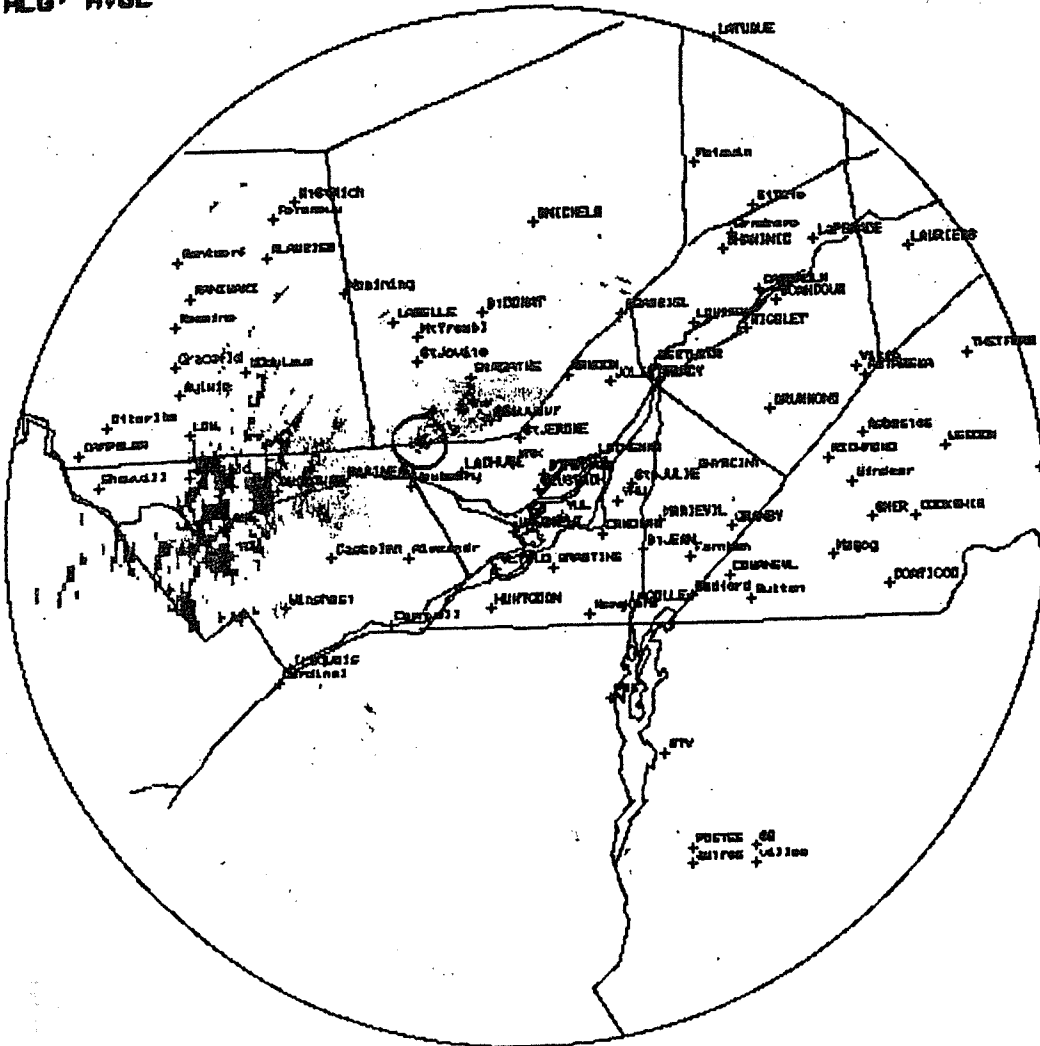
E 309 14 50
 SCALE 40 KM

WGV
 1830 Z
 04 AUG 94

Figure 10. Réflectivités de plus de 40 dBz à 14 h 30 HAE (18:30 TU). Radar de Carp.

MMN 7.0 KM CAPPI 94-06-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 FIX RNG/RES:N/C
 ALG: AVGE

18:50 Z



mm/hr	dBZ	sq km
5.0	18	2940
1.0	23	2932
2.0	28	352
3.0	31	168
5.0	34	60
8.0	37	64
13.0	41	28
20.0	44	16
30.0	47	8
50.0	50	8
75.0	53	8
100.0	55	4
150.0	58	8
200.0	60	8
300.0	63	24

Total cov 6684
 VAD data unavailable

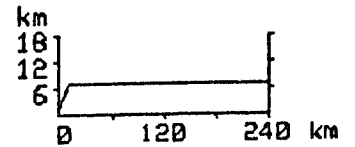
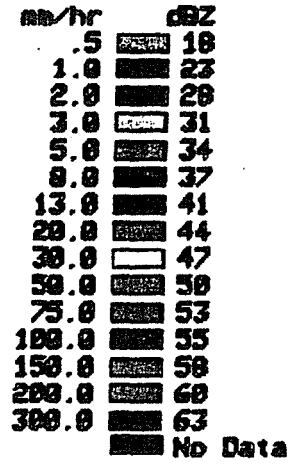
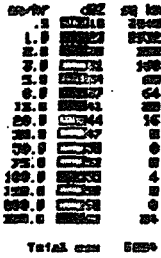
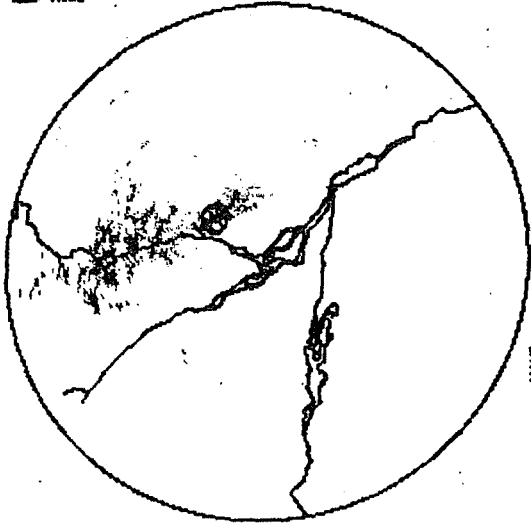


Figure 11. Réflectivités à 7 km avec surplomb à 14 h 50 HAE
 (18:50 TU). Radar de Montréal.

WIND 7.0 KT DDP93 84-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 INT
 ALG: AVGE

18:50 Z

18:50 Z



WIND VERT X-SECT 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 INT
 ALG: AVGE CORRIDR: 1.0 KM HORIZONTAL RES. = 1.0 KM

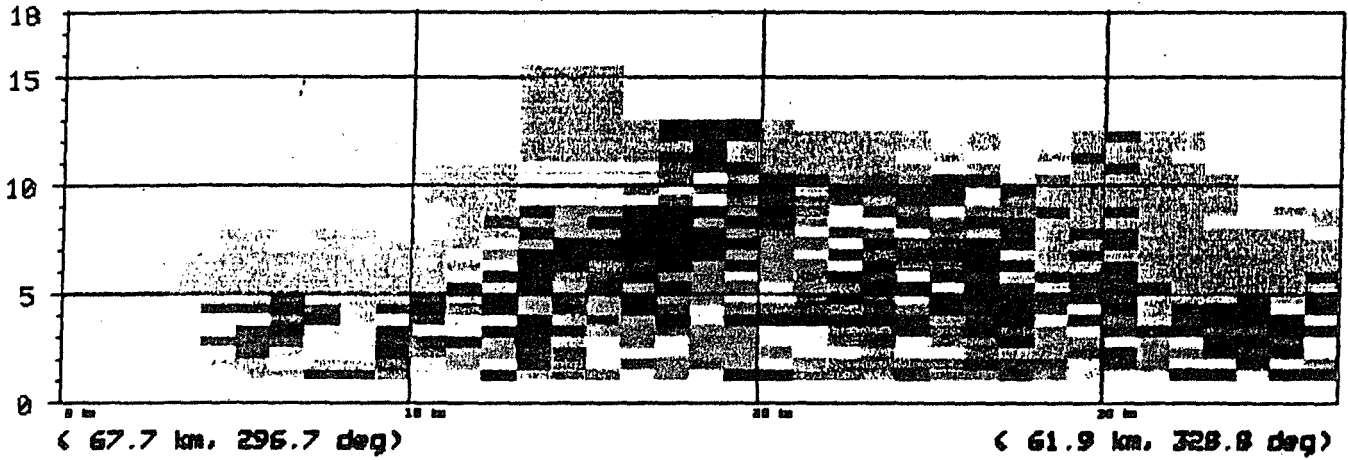
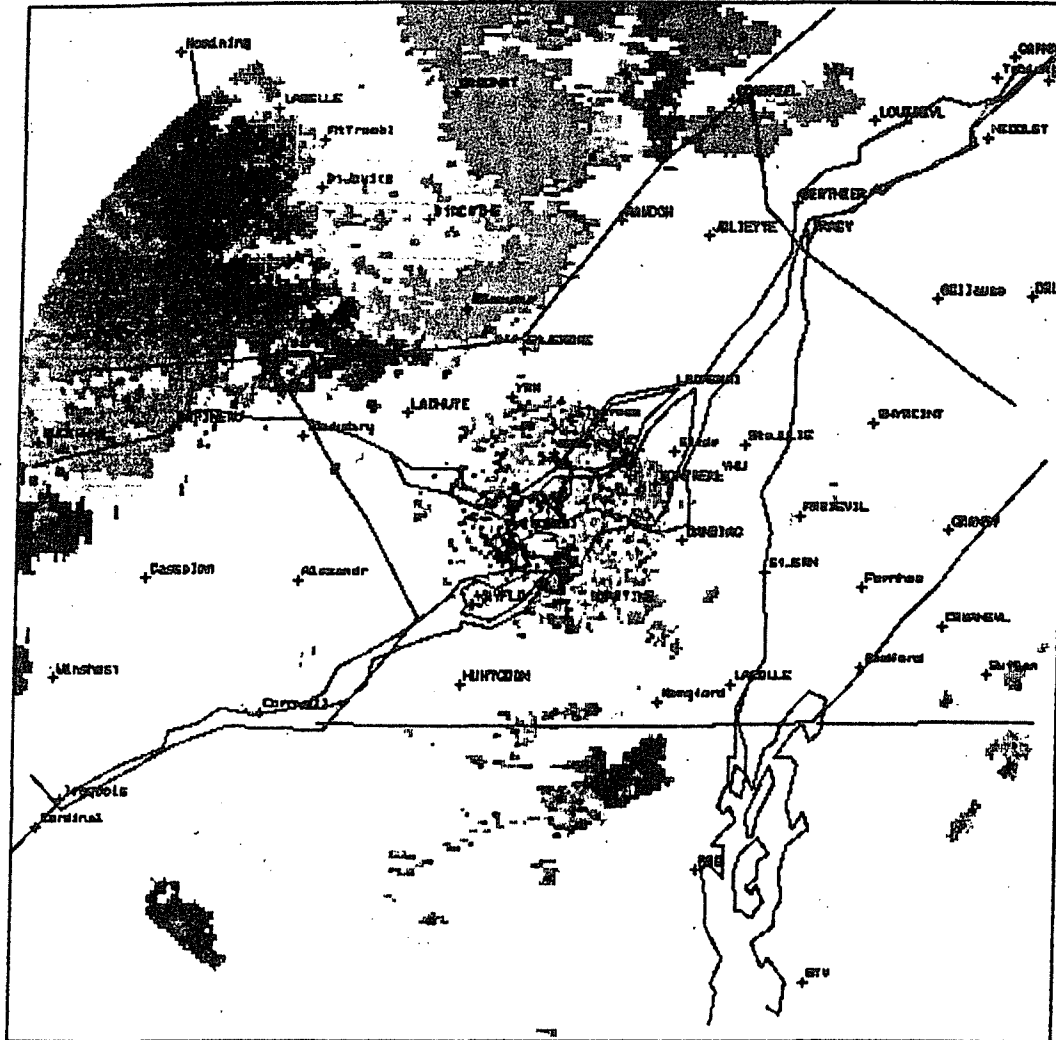


Figure 12. Coupe verticale à 14 h 50 HAE (18:50 TU) de l'orage au sud des Laurentides. Radar de Montréal.

WMN 4.0 KM CAPPI 94-08-04 DOPPLER VELOCITY NYG VEL=31.25 M/S
 ALG: PEAK

18:45 Z



M/S	Folded
-31.2	31.2
-26.0	36.5
-21.0	41.5
-17.0	45.5
-13.0	49.5
-9.0	53.5
-5.0	57.5
-1.0	61.5
1.0	-61.5
5.0	-57.5
9.0	-53.5
13.0	-49.5
17.0	-45.5
21.0	-41.5
26.0	-36.5

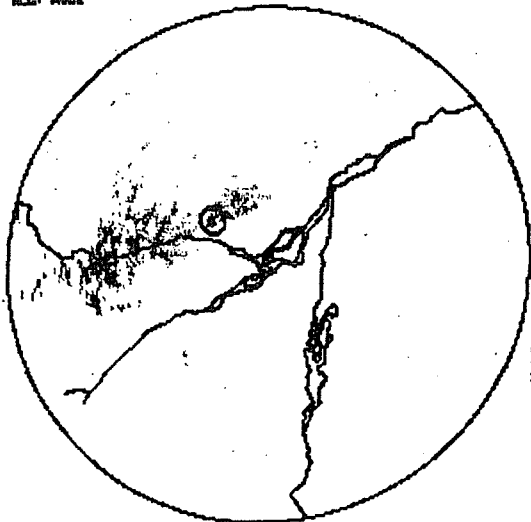
H1	ZRU	2	2	SD	7
HGT	SP	DIR	SD		
km	k/h	Deg	k/h		
.5	24	234	10		
1.0	-9	-9	-9		
1.5	-9	-9	-9		
2.0	-9	-9	-9		
2.5	-9	-9	-9		
3.0	58	245	3		
3.5	64	245	6		
4.0	65	248	6		
4.5	71	236	8		
5.0	-9	-9	-9		
5.5	-9	-9	-9		
6.0	-9	-9	-9		
Rng	Az	Dv	SH	VEL	
66	301	10	10	15	

Figure 13. Vitesses Doppler avec rotation détectée (boîte carrée) à 14 h 45 HAE (18:45 TU). Radar de Montréal.

UMN 7.8 07 0001 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 INT
 ALG: AVCE

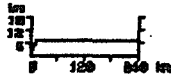
18:50 Z

18:50 Z



mm/hr	dBZ	dB
1.0	18	2000
2.0	23	1500
3.0	28	1000
5.0	31	500
7.5	34	200
12.0	37	100
20.0	41	50
30.0	44	20
50.0	47	10
75.0	50	5
100.0	53	4
150.0	55	3
200.0	58	2
300.0	63	1

Total mm 0000



mm/hr	dBZ
1.0	18
2.0	23
3.0	28
5.0	31
7.5	34
12.0	37
20.0	41
30.0	44
50.0	47
75.0	50
100.0	53
150.0	55
200.0	58
300.0	63

■ No Data

UMN VERT X-SECT 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 INT
 ALG: AVCE CORRIDOR: 1.0 KM HORIZONTAL RES. = 1.0 KM

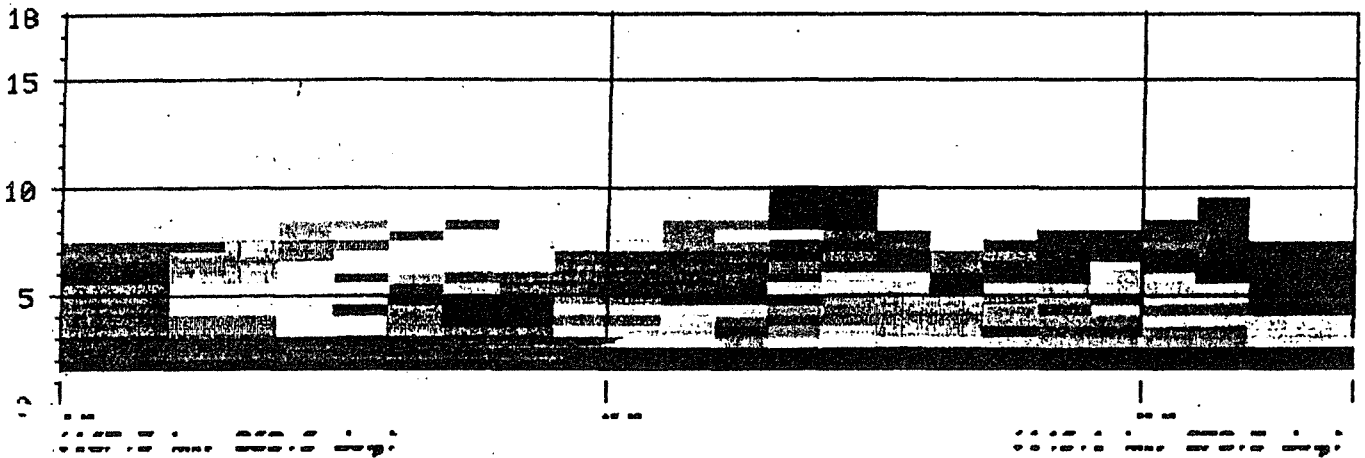


Figure 14. Coupe verticale à 14 h 50 HAE (18:50 TU) de l'orage près d'Aylmer. Radar de Montréal.

ENVIRONNEMENT CANADA
MAX R
ABOVE
4.0KM D

UGV
1850 Z
04 AUG 94

ENVIRONNEMENT CANADA

MAX R
ABOVE
4.0KM D

122.50
40 KM
1850 Z
04 AUG 94



0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

0000000000
0000000000
0000000000
0000000000
0000000000
0000000000
0000000000
0000000000
0000000000
0000000000

Figure 15. Réflectivités maximums au-dessus de 4 km à 14 h 50 HAE (18:50 TU). Radar de Carp.

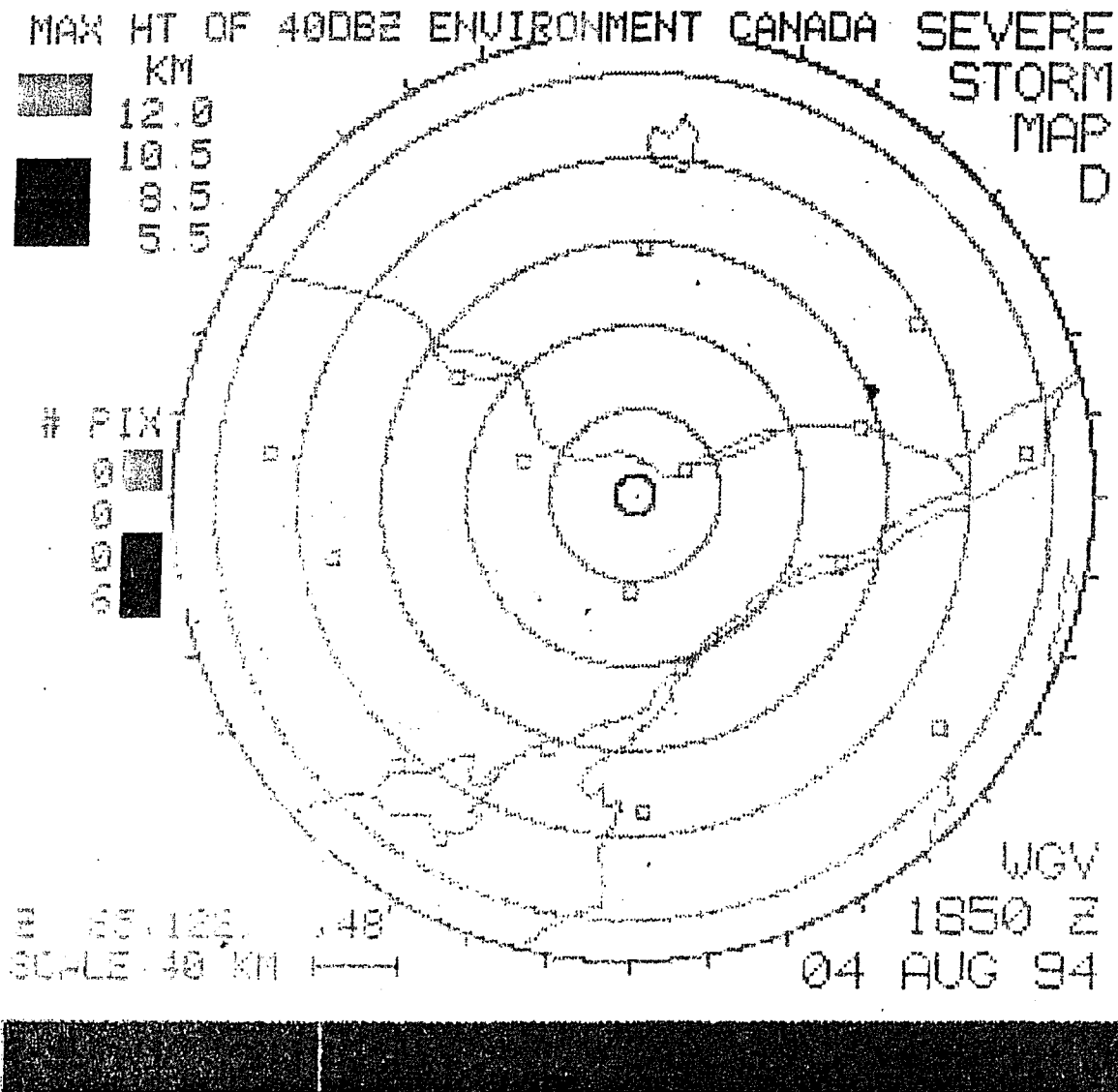
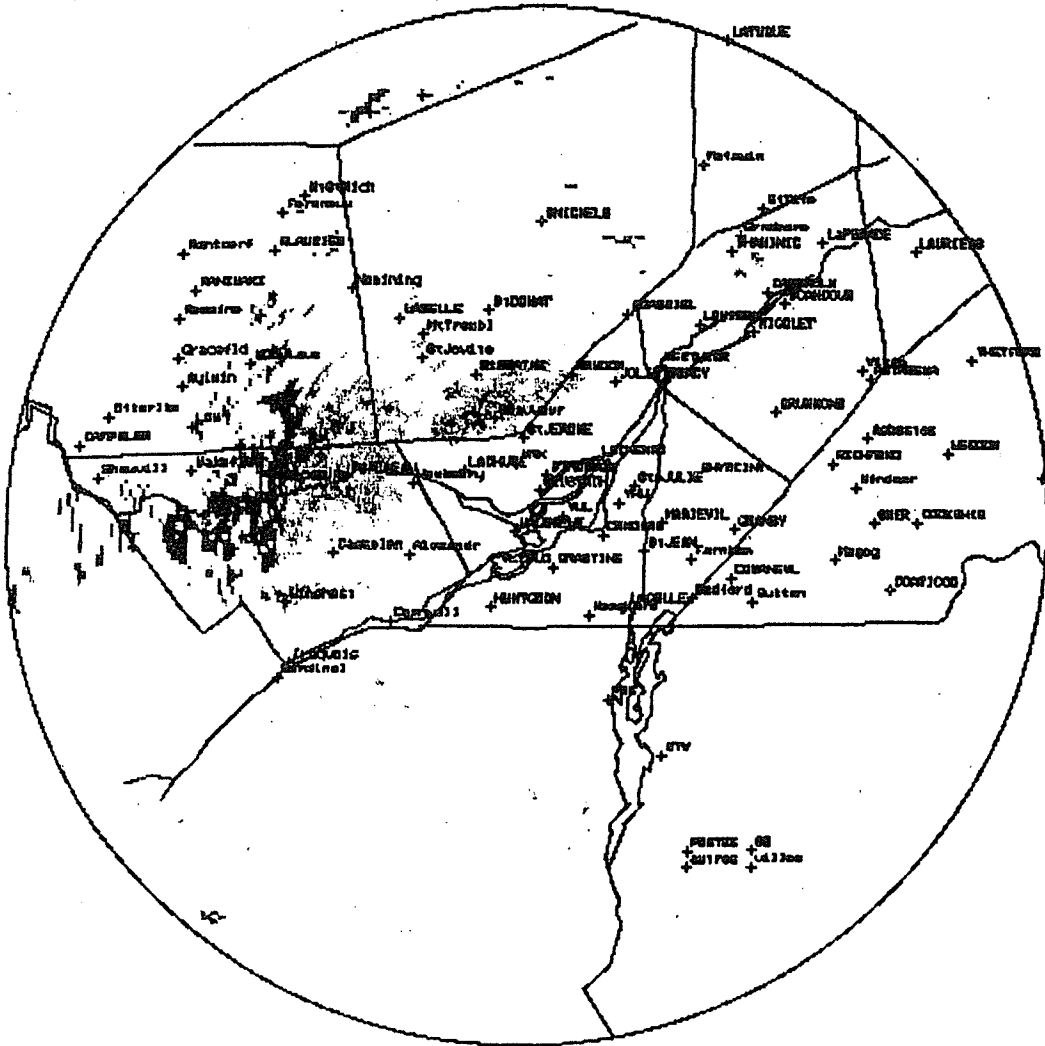


Figure 16. Réflectivités de plus de 40 dBz à 14 h 50 HAE (18:50 TU). Radar de Carp.

WMM 7.0 KM CAPPI 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 FIX RNG/RES:N/C
 ALG: AVGE

19:00 Z



mm/hr	dBZ	sq km
.5	18	3948
1.0	23	3392
2.0	28	424
3.0	31	284
5.0	34	64
8.0	37	28
13.0	41	44
20.0	44	44
30.0	47	24
50.0	50	4
75.0	53	8
100.0	58	8
150.0	58	4
200.0	60	8
300.0	63	8

Total cov 81%
 VAD data unavailabl

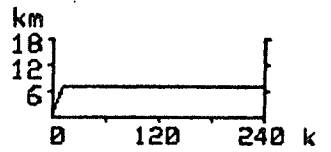
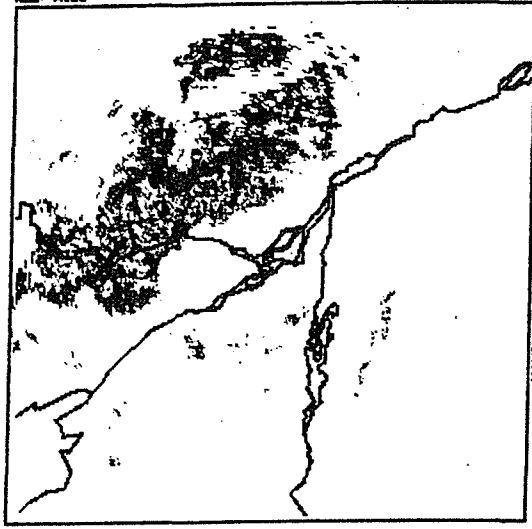


Figure 17. Réflectivités à 7 km à 15 h HAE (19:00 TU).
 Radar de Montréal.

WPN 3.0 KPI DAPP3 84-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 FEN 180/263.5 W/V
 ALG: AVGE

19:00 Z



mm/hr	dBZ	sq km
0.0	10	2200
1.0	11	1100
2.0	12	800
3.0	13	400
4.0	14	200
5.0	15	100
7.5	16	50
10.0	17	25
15.0	18	12
20.0	19	6
30.0	20	3
40.0	21	2
50.0	22	1
75.0	23	0
100.0	24	0
150.0	25	0
200.0	26	0
300.0	27	0

TOTAL cum 20000



19:00 Z

mm/hr	dBZ
0.5	18
1.0	23
2.0	28
3.0	31
5.0	34
8.0	37
13.0	41
20.0	44
30.0	47
50.0	50
75.0	53
100.0	55
150.0	58
200.0	60
300.0	63
	No Data

WPN VERT X-SECT 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 Rng Az Ov SH VEL
 ALG: AVGE CORRIDOR: 1.0 KM HORIZONTAL RES. = 1.0 KM 180 211: 6 10 17

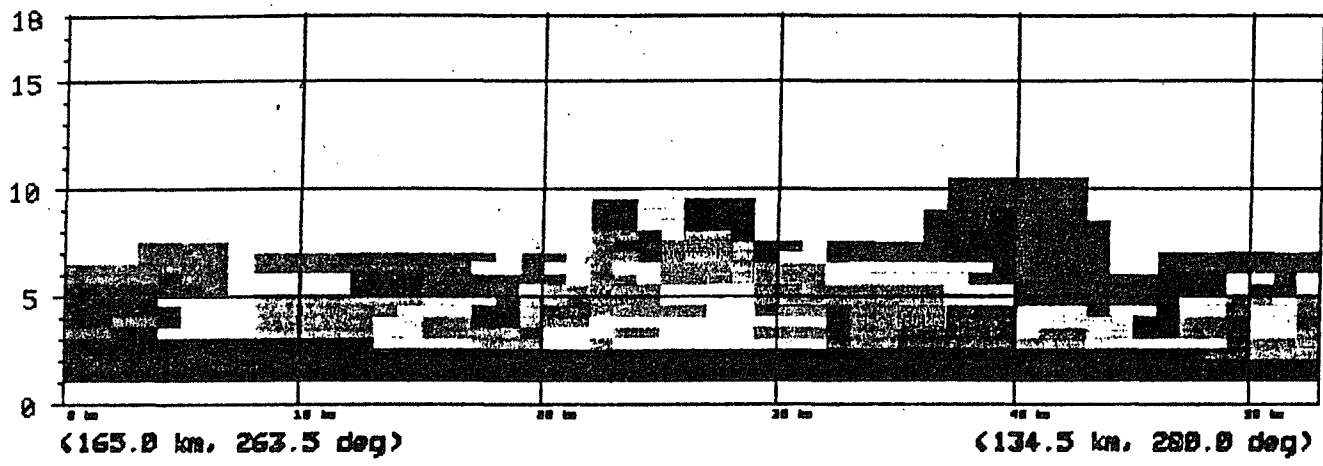
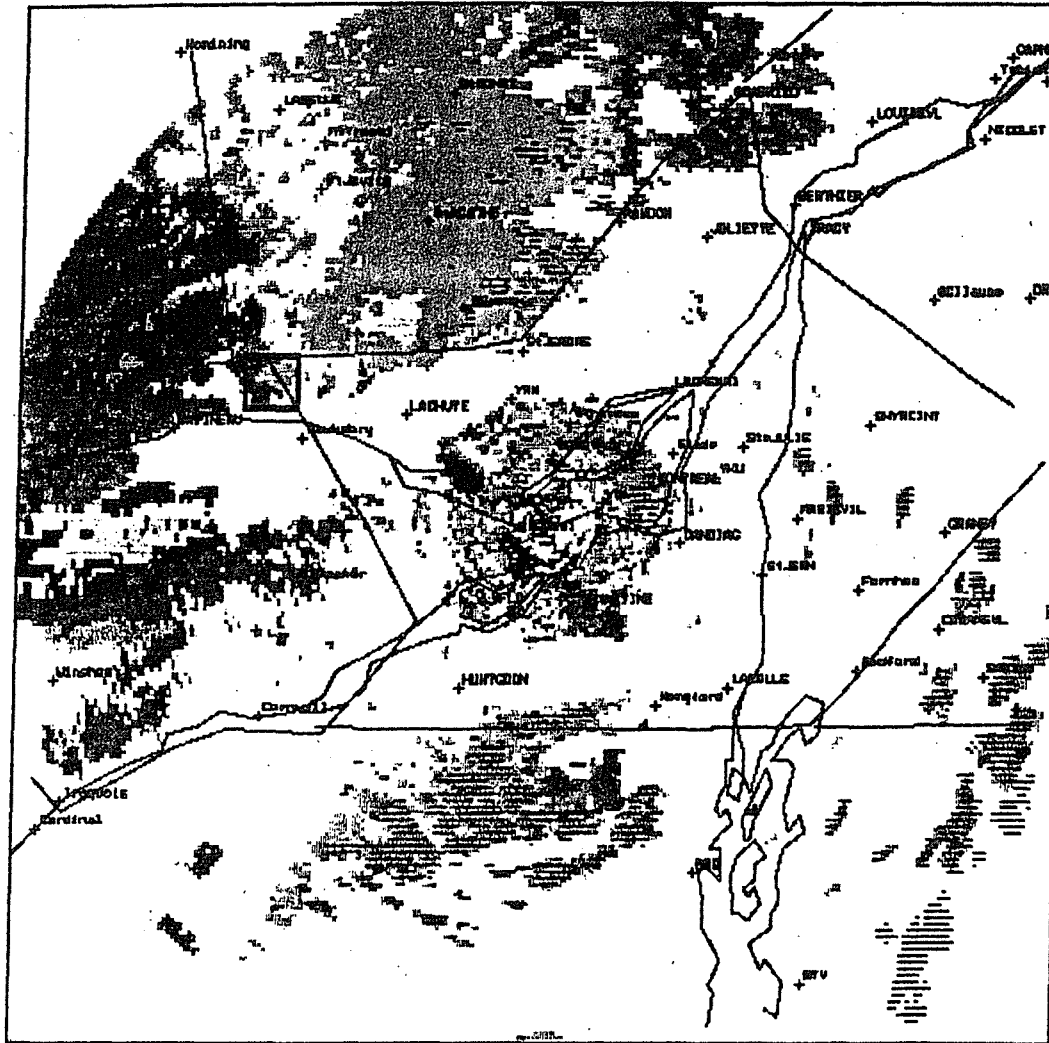


Figure 18. Coupe verticale de l'orage près d'Aylmer à 15 h HAE (19:00 TU). Radar de Montréal.

LWN 2.0 KM CAPP1 94-08-04 DOPPLER VELOCITY NYG VEL=31.25 m/s
 ALG: PEAK

18:40 Z



m/sec	Folded
-31.2	31.2
-25.0	36.5
-21.0	41.5
-17.0	45.5
-13.0	49.5
-9.0	53.5
-5.0	57.5
-1.0	61.5
1.0	61.5
5.0	57.5
9.0	53.5
13.0	49.5
17.0	45.5
21.0	41.5
26.0	36.5

H1 ZRU: P 2 SD=11

HGT	SP	DIR	SD
km	k/h	Deg	k/h
.5	21	253	11
1.0	48	227	19
1.5	-9	-9	-9
2.0	-9	-9	-9
2.5	-9	-9	-9
3.0	-9	-9	-9
3.5	-9	-9	-9
4.0	67	248	6
4.5	76	228	7
5.0	-9	-9	-9
5.5	-9	-9	-9
6.0	-9	-9	-9

Rng	Az	Dv	SH	VEL
70.298	8	8	8	12

Figure 19. Vitesses Doppler atteignant 30 m/s (couleur bleu-pâle) à 14 h 40 h HAE (18:40 TU). Radar de Montréal.

LWN 7.0 KM CAPPI 94-08-04 ZR:RAIN A-0200,B-1.6 FIX RNG/RES:9/H
 ALG: AVGE

18:30 Z

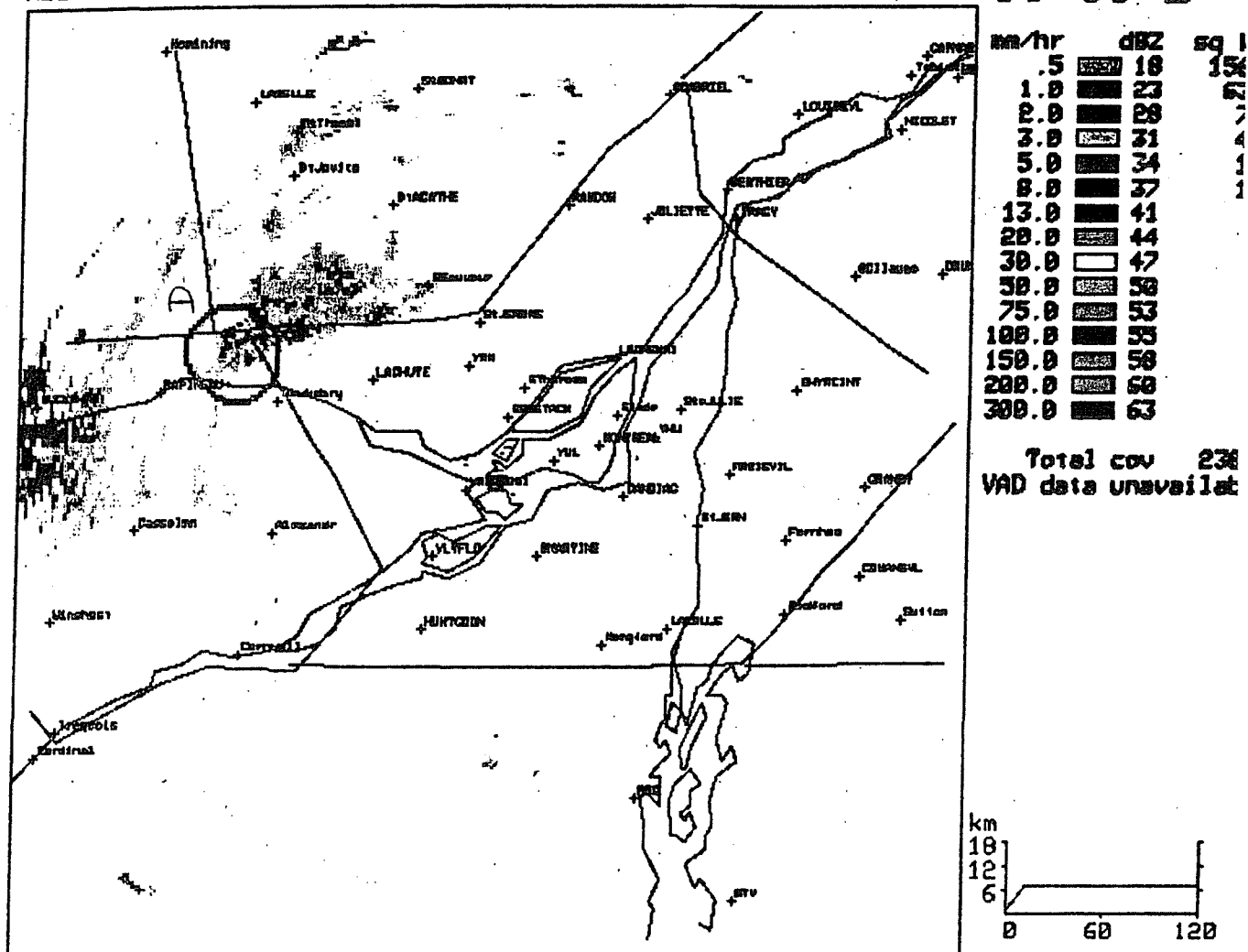
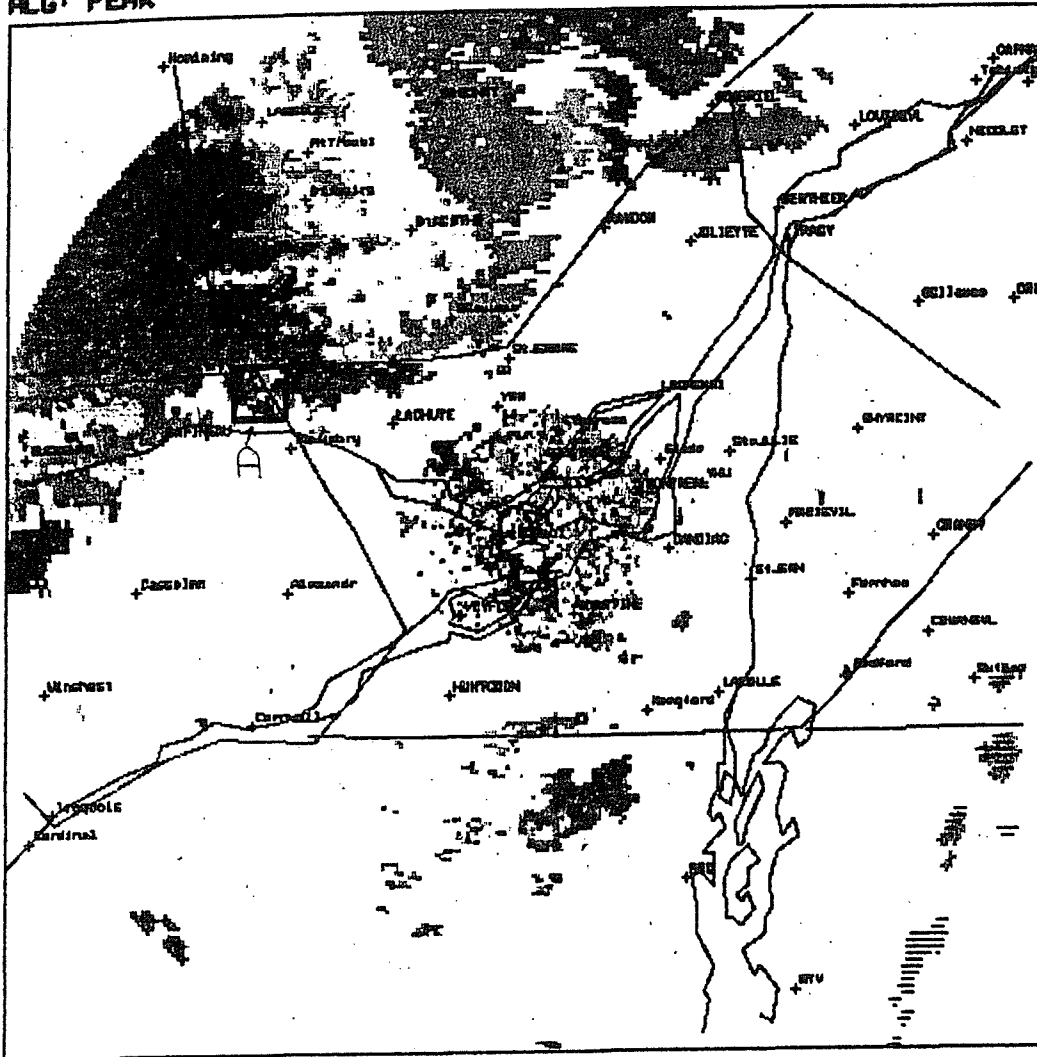


Figure 20. Súrplomb (cercle A) au nord-ouest de Hawkesbury.
 Radar de Montréal.

WMN 4.0 KM CAPPI 94-08-04 DOPPLER VELOCITY NYD VEL=31.25 m/s
 ALG. PEAK

18:40 Z



R/SEC	Folded
-31.2	31.2
-26.0	36.5
-21.0	41.5
-17.0	45.5
-13.0	49.5
-9.0	53.5
-5.0	57.5
-1.0	61.5
1.0	61.5
5.0	57.5
9.0	53.5
13.0	49.5
17.0	45.5
21.0	41.5
26.0	36.5

H1 ZRW: 2 2 9D=11

HGT	SP	DIR	SD
km	k/h	Deg	k/h
0.5	21	253	11
1.0	48	227	19
1.5	-9	-9	-9
2.0	-9	-9	-9
2.5	-9	-9	-9
3.0	-9	-9	-9
3.5	-9	-9	-9
4.0	67	248	6
4.5	76	238	7
5.0	-9	-9	-9
5.5	-9	-9	-9
6.0	-9	-9	-9

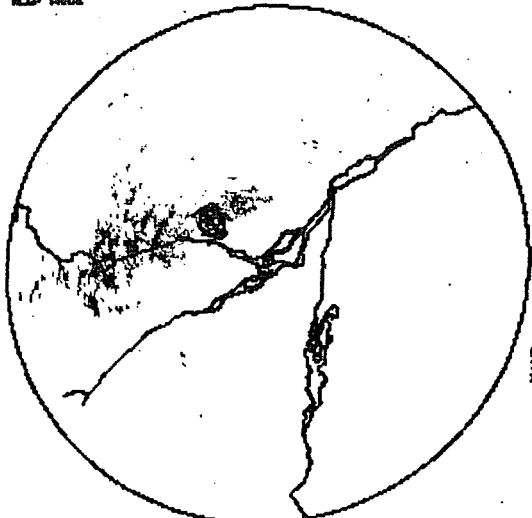
Rng Az Dv SH VEL
 70,298: 8 8 12

Figure 21. Mésocyclone (carré A) au nord-ouest de Hawkesbury.
 Radar de Montréal.

UMN 7.0 KM DDPD 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 INT
 ALG: AVGE

18:50 Z

18:50 Z



mm/hr	dBZ
0.5	18
1.0	23
2.0	28
3.0	31
5.0	34
8.0	37
13.0	41
20.0	44
30.0	47
50.0	50
75.0	53
100.0	55
150.0	58
200.0	60
300.0	63

mm/hr	dBZ
0.5	18
1.0	23
2.0	28
3.0	31
5.0	34
8.0	37
13.0	41
20.0	44
30.0	47
50.0	50
75.0	53
100.0	55
150.0	58
200.0	60
300.0	63

UMN VERT X-SECT 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 INT
 ALG: AVGE CORRIDOR: 1.0 KM HORIZONTAL RES. = 1.0 KM

■ No Data

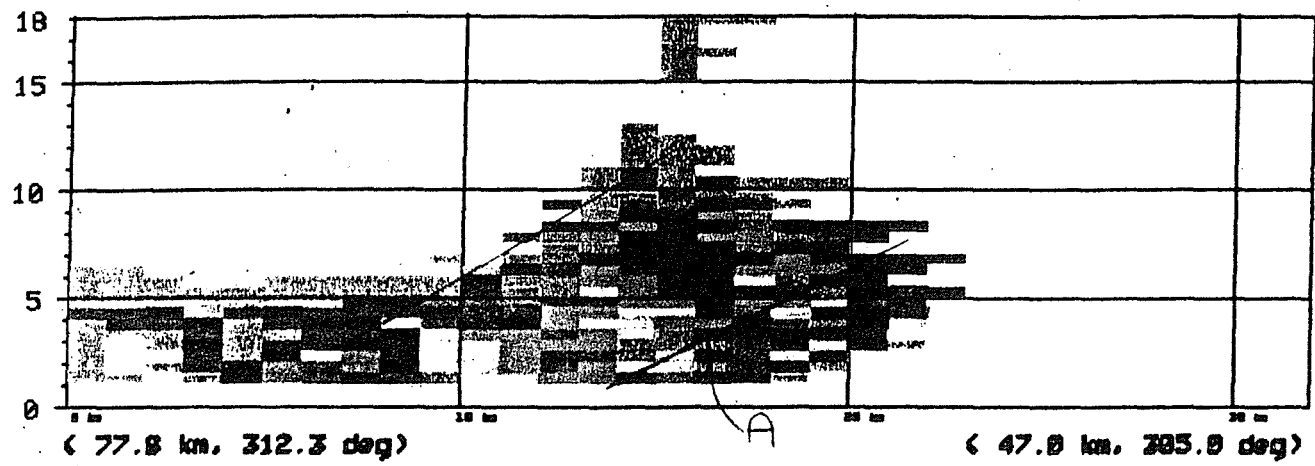


Figure 22. Pente (ligne A) dans l'orage.
 Radar de Montréal.

MMN 3.0-21 KM GUST 94-08-04 ZR:RAIN A=0200,B=1.6 SEL RNC/RES:M/C
 Max_LL_P_HT:5.0km Min_ANV_HT:5.0km Thresh: .1mm/hr SURF=1

19:05 Z

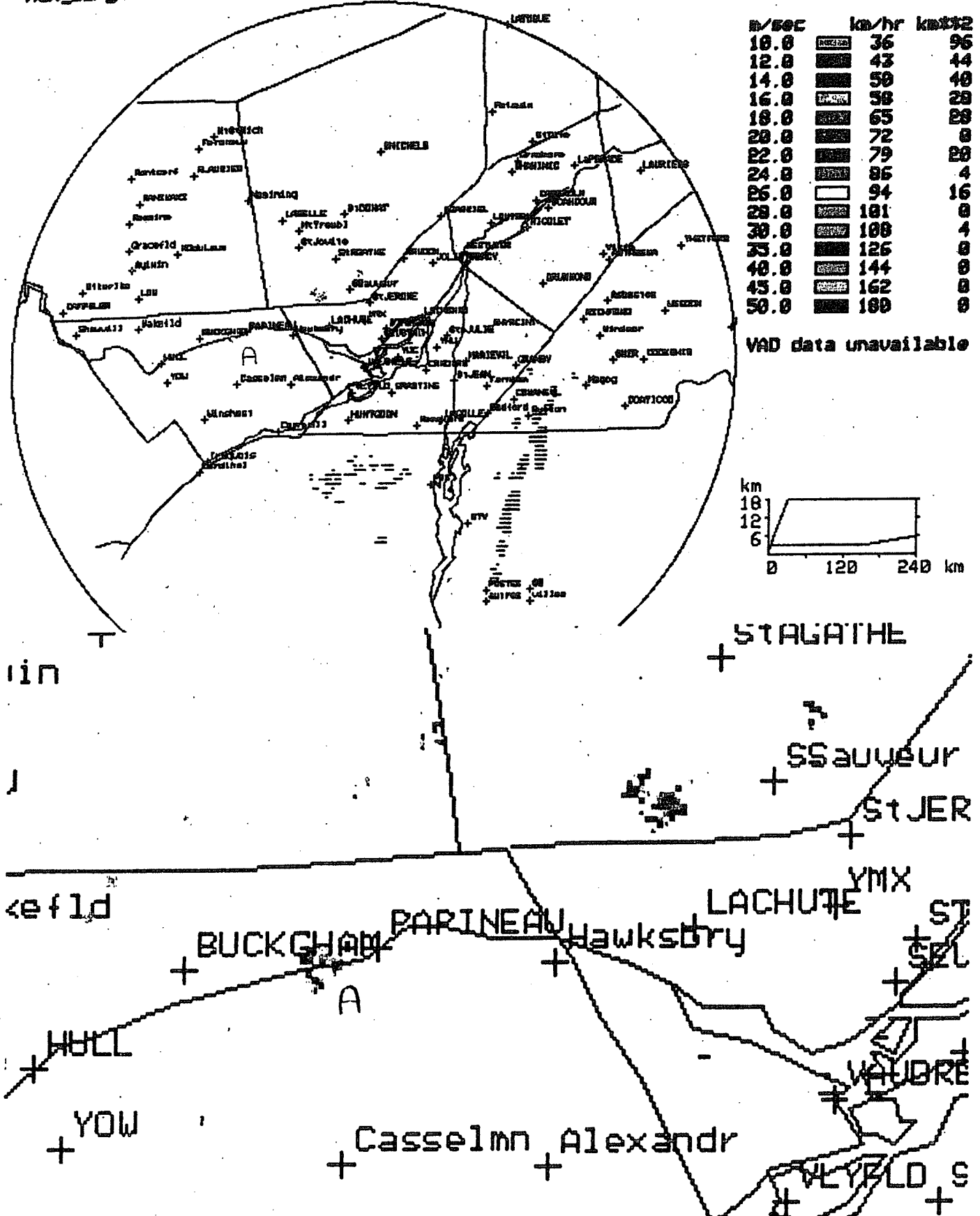


Figure 23. Rafales atteignant 106 km/h (point A).
 Radar de Montréal.