THE MONTHLY WEATHER REVIEW VOL 6, No 9
CANADIAN METEOROLOGICAL CENTRE, MONTREAL, DECEMBER 1987

THE EDMONTON TORNADO

Gérard Croteau

On Friday July 31, 1987, in the afternoon, a violent thunderstorm accompanied by tornadoes hit the Edmonton area, causing heavy damages and the loss of life. A little later, torrential rain fell over northern Alberta. After a brief review of the events, the performance and usefulness of a few of the CMC products in these circumstances will be examined.

On the morning of July 31 (1200Z), a 500 mb vorticity center was located over the Washington State's west coast (Figure 1). A trough extended from the British Columbia coast to another center over Alaska. Temperatures of -22°C to -24°C along the trough as compared to -11°C at Edmonton, revealed a strong gradient in that region. The southwest flow was slightly diffluent over Alberta and Saskatchewan.

For several days, a warm and moist air mass covered these two provinces causing frequent, sometimes violent thunderstorms. Surface temperatures were in the 11°C to 17°C range with 10°C to 15°C dew points. The presence of a vorticity center aloft was reflected on the surface by two lows, connected by a cold front and located near Jasper and over northwestern Montana, respectively (Figure 2). Note the absence of American data due to difficulties in communications. Because of a very slack isobaric gradient, the depression near Jasper was not caught by the objective analysis. Nevertheless, it did show the corresponding 850 mb disturbance (Figure 3).

LA TORNADE D'EDMONTON

Gérard Croteau

Vendredi, le 31 juillet 1987, un orage violent s'est abattu sur Edmonton, dans l'après midi, générant des tornades qui ont causé de lourds dégâts et des pertes de vie. Un peu plus tard, des pluies diluviennes ont touché le nord de l'Alberta. Après une brève revue des événements, nous examinerons la performance et l'utilité de quelques produits du CMC en ces circonstances.

Le matin du 31 juillet (1200Z), un centre de tourbillon à 500 mb se trouvait sur la côte ouest de l'état de Washington (Figure 1). Un creux s'étirait le long de la côte de la Colombie britannique jusqu'à un autre centre sur l'Alaska. Des températures de -22°C à -24°C le long du creux, comparées à -11°C à Edmonton, révélaient un fort gradient dans cette région. La circulation du sud-ouest était légèrement diffluente au-dessus de l'Alberta et de la Saskatchewan.

Une masse d'air chaud et humide recouvrait ces deux provinces depuis déjà plusieurs jours, ayant causé de fréquents orages, parfois violents. Les températures de surface étaient comprises entre 11°C et 17°C avec des points de rosée allant de 10°C à 15°C. Le centre de tourbillon en altitude se reflétait en surface par deux faibles dépressions, reliées par un front froid, et situées respectivement près de Jasper et sur le nord-ouest du Montana (Figure 2). Notons au passage l'absence de données américaines, par suite de difficultés de communications. Le gradient isobarique étant très lâche, l'analyse objective n'a pas perçu la dépression près de Jasper. Elle en a néanmoins identifié la réflexion à 850 mb (Figure 3).

The vorticity center moved to over southern British Columbia during the day, thus bringing positive vorticity advection over southwestern Alberta (Figure 4). The Montana low moved northward while deepening to 1002 mb (Figures 5 and 6). Between noon and 3 p.m. local (from 1800Z to 2100Z), the Edmonton surface pressure dropped 5.5 mb (Annex A). The other depression moved eastward while dragging the cold front (Figure 7). Ahead of the cold front, the increasing southeast flow associated with diurnal heating raised the temperatures to 29°C and dew points up to 19°C in certain areas.

Le centre de tourbillon s'est déplacé sur le sud de la Colombie britannique pendant la journée, créant ainsi de l'advection positive de tourbillon sur le sud-ouest de l'Alberta (Figure 4). La dépression du Montana s'est déplacée vers le nord en se creusant à 1002 mb (Figures 5 et 6). Entre midi et 15 heures locales (de 1800Z à 2100Z), la pression à Edmonton a chuté de 5.5 mb (Annexe A). L'autre dépression se dirigeait vers l'est, entraînant le front froid avec elle (Figure 7). En avant du front, la circulation croissante du sud-est s'alliait au réchauffement diurne pour élever les températures jusqu'à 29°C et les points de rosée jusqu'à 19°C par endroits.

The cold front, already accompanied by violent convection, reached Edmonton near 3 p.m. local time (2100Z). At that time, the tornado touched ground, reaching F4 on the Fujita scale, and causing heavy damages and 27 deaths. The storm lasted about one hour. The northward moving low caused the front to slow down or even retrogress westward. New thunderstorms, accompanied by strong winds and heavy precipitation, were triggered. These phenomenons were to continue during the night in the north of the province.

Le front froid, déjà accompagné de convection violente, a atteint Edmonton vers 15 heures locales (2100Z). C'est alors que la tornade a touché le sol, atteignant F4 sur l'échelle de Fujita, causant de lourds dégâts et 27 pertes de vie. Le tout a duré près d'une heure. À cause de la dépression venant du sud, le front a ensuite ralenti et même régressé vers l'ouest. De nouveaux orages se déclarèrent, accompagnés de vents forts et de précipitations abondantes. Ces phénomènes allaient ensuite se poursuivre pendant la nuit dans le nord de la province.

The Canadian models forecasted the low originally near Jasper approximately 300 km too far north for Friday evening July 31 (Figures 8 and 9). Note that the surface prognoses show no motion for the day. The models did not catch the rapid deepening and the pressures were not low enough. On the other hand, the Finite Element (RFE) model overdeepened the low over South Dakota. The thickness forecasts were adequate with a strong baroclinic zone over Alberta. Strong precipitation was forecasted by the two models for Friday evening, centered over northeastern British Columbia and over southwestern Saskatchewan for the RFE. Small quantities were expected for Edmonton where 44 mm fell on Friday.

Les modèles canadiens ont prévu la dépression initialement près de Jasper environ 300 km trop au nord pour le vendredi soir 31 juillet (Figures 8 et 9). Notons que les pronostics de surface n'indiquent aucun mouvement pour la journée. Le creusement rapide a aussi échappé aux modèles qui ont sous-estimé la dépression. Le modèle aux éléments finis (EFR), par contre, a trop creusé la dépression sur le Dakota du sud. Les prévisions d'épaisseurs étaient adéquates avec une forte zone barocline sur l'Alberta. Les deux modèles ont prévu de fortes précipitations pour le vendredi soir, mais centrées sur le nord-est de la Colombie britannique et, pour le EFR, sur le sud-ouest de la Saskatchewan. De faibles quantités étaient prévues pour Edmonton qui a reçu 44 mm le vendredi.

The purpose of the CMC violent summer weather charts is to assist the forecasters in this type of situation. The 250 mb chart shows that the jet stream, located over south-eastern British Columbia in the morning, was to go through a translation bringing it just to the south of Edmonton, its axis still pointing north (Figure 10). The chart sent 12 hours in advance was showing 80 knots winds, which were 20 knots stronger than on the preceding chart and confirmed by the following analysis (Figure 11). The temperature chart was showing a gradient ranging in intensity from more than 25°C over north-eastern Alberta to near 15°C over the south-west (Figure 12). The dew points were forecasted greater than 10°C. There is room for improvement here since the analysis shows values higher than 15°C. The low level wind chart (Figure 13) suggests a low center near the British Columbia border with a wind shift line extending towards southwestern Saskatchewan. This was a good approximation of the frontal position. On the other hand, the depression was too far to the northwest.

The available convection and violent weather indices were in general agreement. A high instability region over northern Alberta was extending towards a weaker center to the south of Saskatchewan. The Showalter index, with a value of less than 5, and Sweat, with more than 300, were suggesting a high probability of violent weather (Figure 14 and annex B). In agreement with the surface models, these indices were placing too high an emphasis on the possibility of severe thunderstorms in the north of the province. On the other hand, the lifting index shows the maximum probability of severe thunderstorms much closer to Edmonton, with a value of minus 5 a little farther east (Figures 15).

Les cartes de temps violent d'été émises par le CMC ont précisément pour but d'aider les prévisionnistes dans ce genre de situation. La carte de 250 mb montre que le courant-jet, qui se trouvait sur le sud-est de la Colombie britannique le matin, devait subir une translation qui l'amenait juste au sud d'Edmonton, pointant toujours vers le nord (Figure 10). La carte émise 12 heures en avance indiquait des vents de 80 noeuds, qui étaient de 20 noeuds supérieurs à ceux de la carte précédente et fut ensuite confirmée par l'analyse (Figure 11). La carte de températures montrait un gradient allant de plus de 25°C sur le nord-est de l'Alberta à près de 15°C sur le sud-ouest (Figure 12). Les points de rosée étaient prévus supérieurs à 10°C, ce qui laisse à désirer ici car l'analyse porte des valeurs de plus de 15°C. La carte des vents à bas niveaux (Figure 13) suggère un centre dépressionnaire près de la frontière de la Colombie britannique avec une ligne de changement de vent vers le sud-ouest de la Saskatchewan. C'était une bonne approximation de la position du front. La dépression, par contre, était trop loin au nord-ouest.

Tous les indices disponibles de convection et de temps violent concordaient dans l'ensemble. Une région de forte instabilité sur le nord de l'Alberta s'étirait vers un centre plus faible au sud de la Saskatchewan. Les indices Showalter, avec une valeur de moins 5, et Sweat, avec plus de 300, suggéraient une probabilité très élevée de temps violent (Figure 14 et Annexe B). Cohérents avec les modèles de surface, ces indices concentraient trop sur le nord de la province la possibilité d'orages sévères. L'indice de soulèvement, par contre, indique le maximum de probabilité d'orages violents beaucoup plus près d'Edmonton, avec une valeur de moins 5 un peu plus à l'est (Figure 15).

The northward bias of the Showalter and Sweat indices is no doubt related to the fact that the main depression was forecasted too far north. Various factors may explain this bias. The absence of American data for the morning analysis may have had an adverse effect on the models. The presence of the mountains may have had a negative impact on the analysis and the forecast fields, in view of the weak initial intensity of the lows. Also, these may be considered as meso-scale phenomenons, which are difficult to handle with the present models' resolution. Even at 500 mb, it is surprising to find that the temperature after the tornado had not changed since morning. Since violent thunderstorms generally follow a cooling aloft, a finer analysis would have, not doubt, revealed interesting details. Finally, the fact that Edmonton lied outside the threatened zone for two of the indices may be due to a smoothing of their gradients, brought about by resolution limits of the model.

Le biais vers le nord des indices Showalter et Sweat est sans doute lié au fait que la dépression principale était prévue trop au nord. Différents facteurs peuvent expliquer ce biais. L'absence des données américaines pour l'analyse du matin a pu nuire aux modèles. La présence des montagnes peut avoir perturbé les champs d'analyse et de prévision, considérant la faible intensité initiale des dépressions. De plus, on peut considérer celles-ci comme des phénomènes d'échelle moyenne, difficilement accessibles à la résolution des modèles. Même à 500 mb, il est surprenant de constater que la température après la tornade n'avait pas changé depuis le matin. Puisque les orages violents suivent généralement un refroidissement en altitude, une analyse beaucoup plus fine aurait sans doute révélé des détails intéressants. Enfin, le fait qu'Edmonton figure à l'extérieur de la zone de menace pour deux des indices peut provenir d'un lissage de leurs gradients, causé par les limites de résolution du modèle.

The July 31 situation in Alberta illustrates the usefulness and limitations of the CMC guidance. The constant improvements, and possibly the introduction of meso-scale models, should push back these limitations, bearing in mind, however, that they are somewhat inherent to this type of phenomenon.

La situation du 31 juillet en Alberta illustre la pertinence et les limites du soutien fourni par le CMC. Les perfectionnements incessants, et peut-être l'utilisation de modèles à l'échelle moyenne, parviendront à repousser ces limites, sans oublier toutefois qu'elles sont un peu inhérentes à ce genre de phénomène.

```
14Z YEG SA 1400 80 SCT 100 SCT 300 -SCT 15+ 105/16/13/0000/982/
      ACC1AC1CI1 4434=
15Z YEG SA 1500 80 SCT 120 SCT 15+ 094/19/15/0703/981/ACC2AC1 6010
      8533=
16Z YEG SA 1600 90 SCT 120 SCT 15+ 089/21/15/0609/979/ACC2AC1 7033=
17Z ...OBSERVATION FOR YEG IS 24 HOURS OLD...
18Z YEG SA 1800 28 SCT 90 SCT 300 -BKN 15+ 076/24/17/1508/977/CU5ACC1CI
      8014 9456=
19Z YEG SA 1900 M30 BKN 15+ 068/24/18/0000/974/CU9 8199=
20Z YEG SA 2000 M23 BKN 15+ 057/24/19/0806/970/SC9 TCU EMBDD SHWRS S
      0699=
21Z YEG RS 2100 22 SCT E35 OVC 3TRW+ 021/22/18/0511/960/SC4CB6
      FRESFR VSBY E QUAD 2 84XX=
22Z YEG SA 2200 7 SCT 18 SCT M35 OVC 12TRW- 029/19/15/3606/961/SF1SC3CB6
      SHWRS HVYR N-E-SE 59XX=
23Z YEG SA 2300 20 SCT E35 BKN 110 12 023/18/14/0104/960/SC3CB6AC1
      SHWRS NW-NE-E LTGCG E CC N 8199=
      YEG SP 2355 8 SCT E30 BKN 250 OVC 10TRW- 3012 SF2CB7CI1
      HVYR SHWRS N QUAD VSBY 4=
      WOA SA 0159 AUTO3       MMM/ 16/ 03/3411/-/MMMM MMMM 06MM=
 0Z YEG SA 0000 8 SCT E30 BKN 250 OVC 12TRW- 050/15/12/3016G29/967/
      SF2CB7CI1 SHWRS HVYR N QUAD PRES UNSDY /R11/ 3021 90XX=
 1Z YEG SA 0100 8 SCT 30 SCT M80 BKN 250 BKN 15+ 057/15/12/3306/968/
      SF1CB5ACC2CI2 SHWRS N QUAD 7599=
 2Z YEG SA 0200 20 SCT E90 BKN 250 BKN 15+ 064/14/11/2905/971/SC4ACC4CI
      4889=
 3Z YEG SA 0300 30 SCT 90 SCT E250 BKN 15+ 058/14/11/2607/970/SC2AC2CI2
      3010 0567=
 4Z YEG SA 0400 30 SCT 80 SCT E250 BKN 15+ 056/14/10/2605/969/SC4AC1CI1
      5867=
 5Z YEG SA 0500 40 SCT 250 -SCT 15+ 048/12/9/2403/967/SC3CI 3134=
 6Z YEG SA 0600 40 SCT 250 -SCT 15+ 044/12/8/2307/966/SC2CI 6011 2123=
 7Z YEG SA 0700 50 SCT 15+ 041/12/8/2504/965/SC1 0911=
 8Z YEG SA 0800 50 SCT 15+ 037/11/8/2004/964/SC4 8644=
 9Z YEG SA 0900 M45 BKN 15+ 036/11/8/1703/964/SC7 6007 2377=
10Z YEG SA 1000 M45 BKN 15+ 031/12/9/2002/962/SC9 5599=
11Z YEG RS 1100 25 SCT M45 BKN 15+R- 030/12/9/1903/962/SC4SC5 5599=
12Z YEG SA 1200 25 SCT M50 BKN 15+R- 034/11/8/1702/961/SC4SC5 8009
```

ANNEX B

SHOWALTER INDEX	ASSOCIATED CONVECTIVE WEATHER
> 3	Stable/No showers
3 to 0	Slightly unstable/Possible showers
0 to -3	Unstable/Probable thunderstorms
-3 to -6	Very unstable/Probable violent thunderstorms
< -6	Very unstable/Violent thunderstorms, probable tornadoes

LIFTING INDEX	ASSOCIATED CONVECTIVE WEATHER
> 3	Stable/No showers
3 to 0	Slightly unstable/Possible showers
0 to -2	Unstable/Probable thunderstorms
< 2	Very unstable/Possible violent thunderstorms

SWEAT INDEX

Designed to differentiate violent thunderstorms from normal thunderstorms;

300	Lower limit for the appearance of violent thunderstorms.
400	Lower limit of the appearance of tornadoes.

ANNEXE B

INDICE SHOWALTER	TEMPS CONVECTIF ASSOCIÉ
> 3	Stable/Pas d'averses
3 à 0	Légèrement instable/Averses possibles
0 à -3	Instable/Orages probables
-3 à -6	Très instable/Orages violents probables
< -6	Très instable/Orages violents, tornades probables

INDICE DE SOULÈVEMENT	TEMPS CONVECTIF ASSOCIÉ
> 3	Stable/Pas D'averses
3 à 0	Légèrement instable/Averses possibles
0 à -2	Instable/Orages probables
< -2	Très instable/Orages violents possibles

INDICE SWEAT

Conçu pour distinguer les orages violents des orages normaux;

300	Limite inférieure pour l'apparition d'orages violents
400	Limite inférieure pour l'apparition de tornades

FIGURE 1

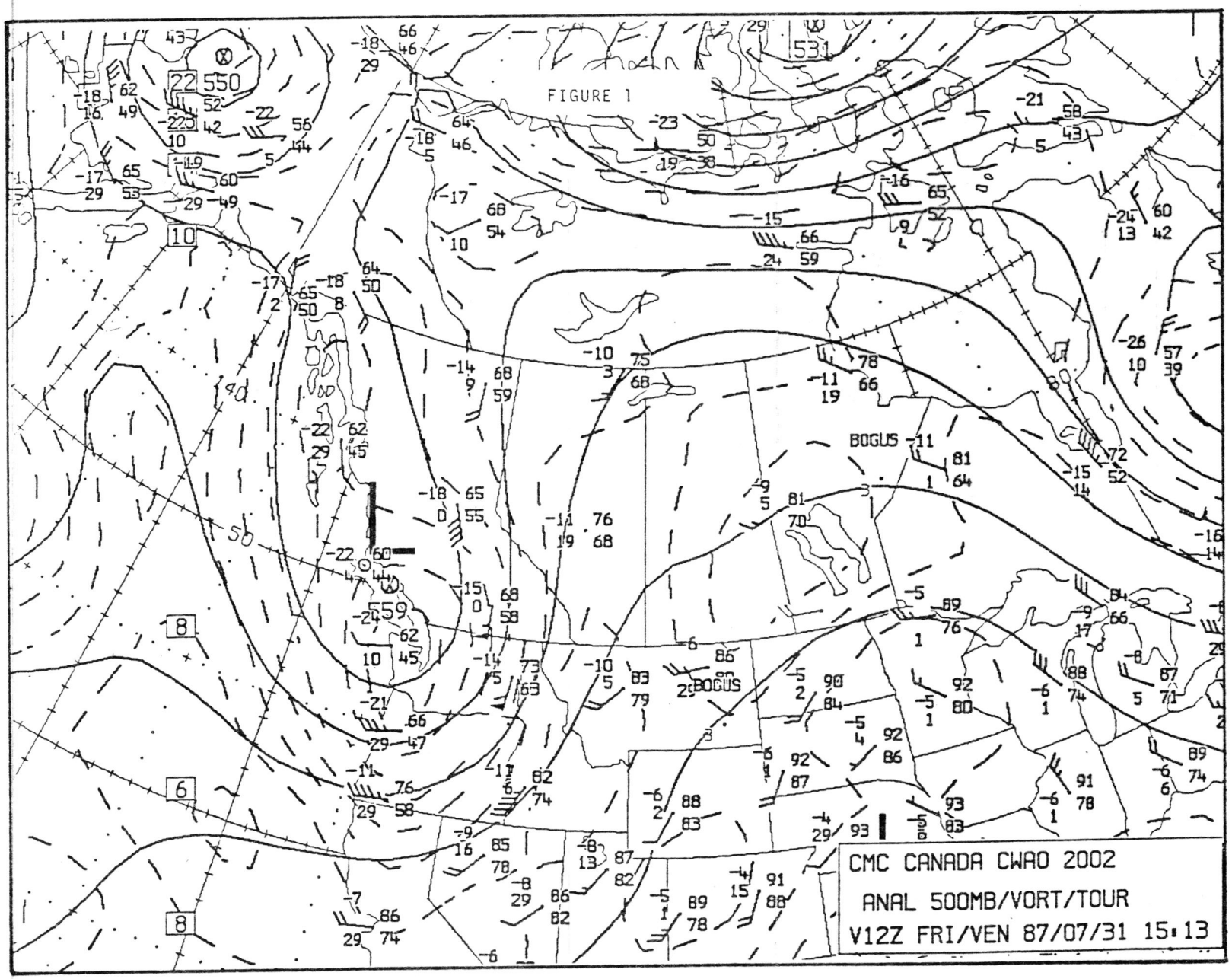


FIGURE 1
CMC CANADA CWAO 2002
ANAL 500MB/VORT/TOUR
V12Z FRI/VEN 87/07/31 15:13
BOGUS
BOGUS

FIGURE 2

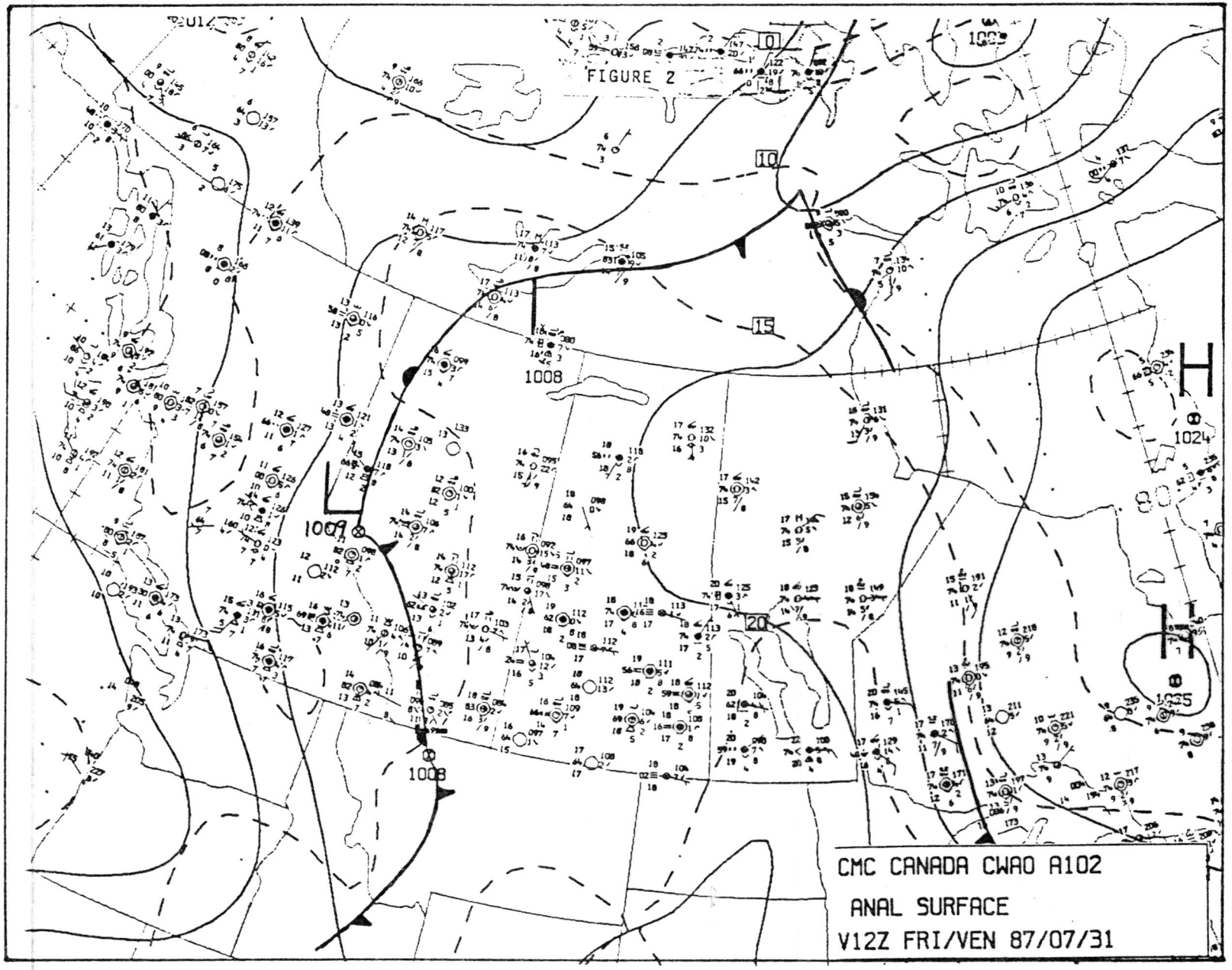


FIGURE 2
0
10
15
20
1008
1009
1008
1024
1025
CMC CANADA CWAO A102
ANAL SURFACE
V12Z FRI/VEN 87/07/31

FIGURE 3

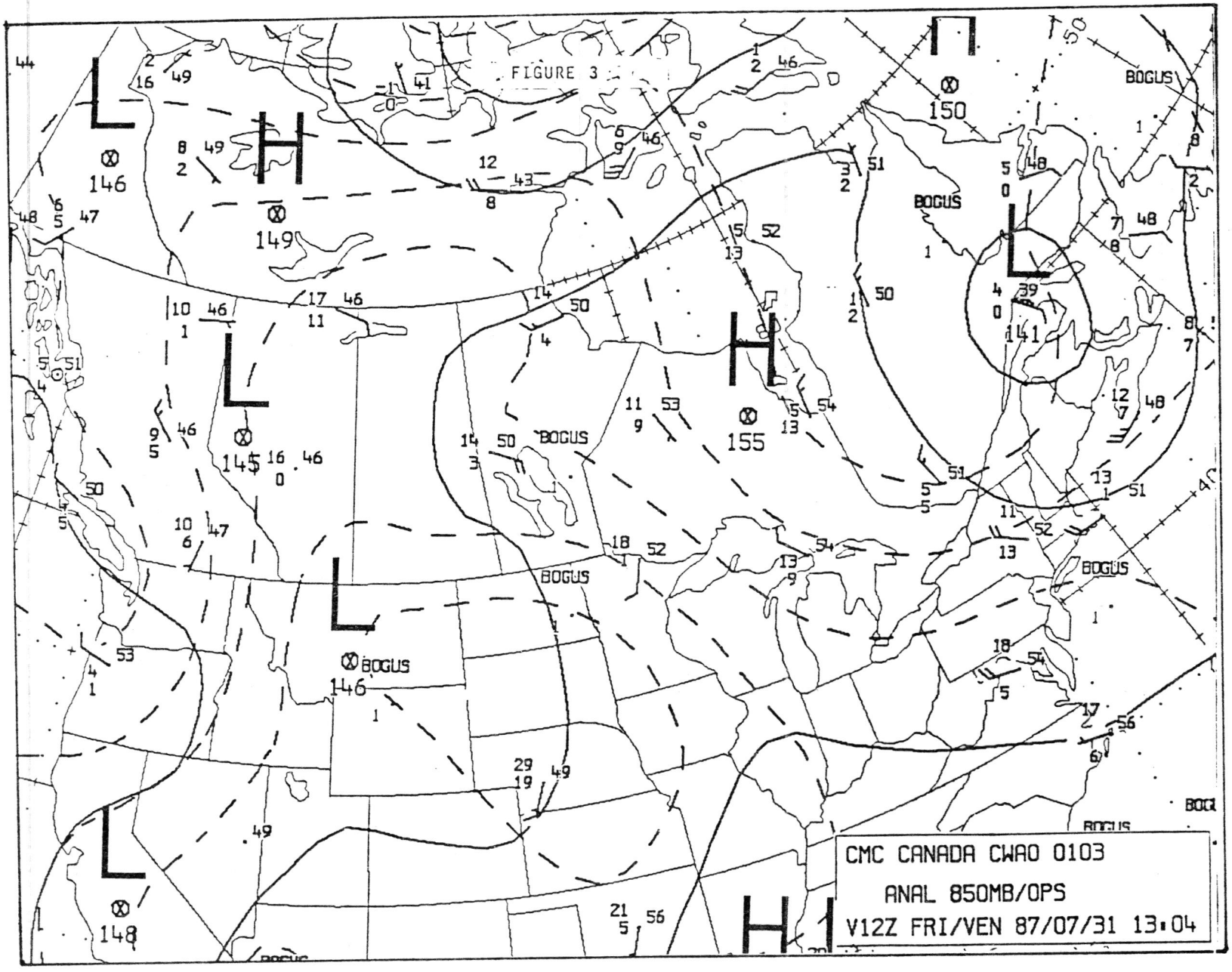


FIGURE 3
BOGUS
146
149
150
145
155
141
148
CMC CANADA CWAO 0103
ANAL 850MB/OPS
V12Z FRI/VEN 87/07/31 13:04

FIGURE 4

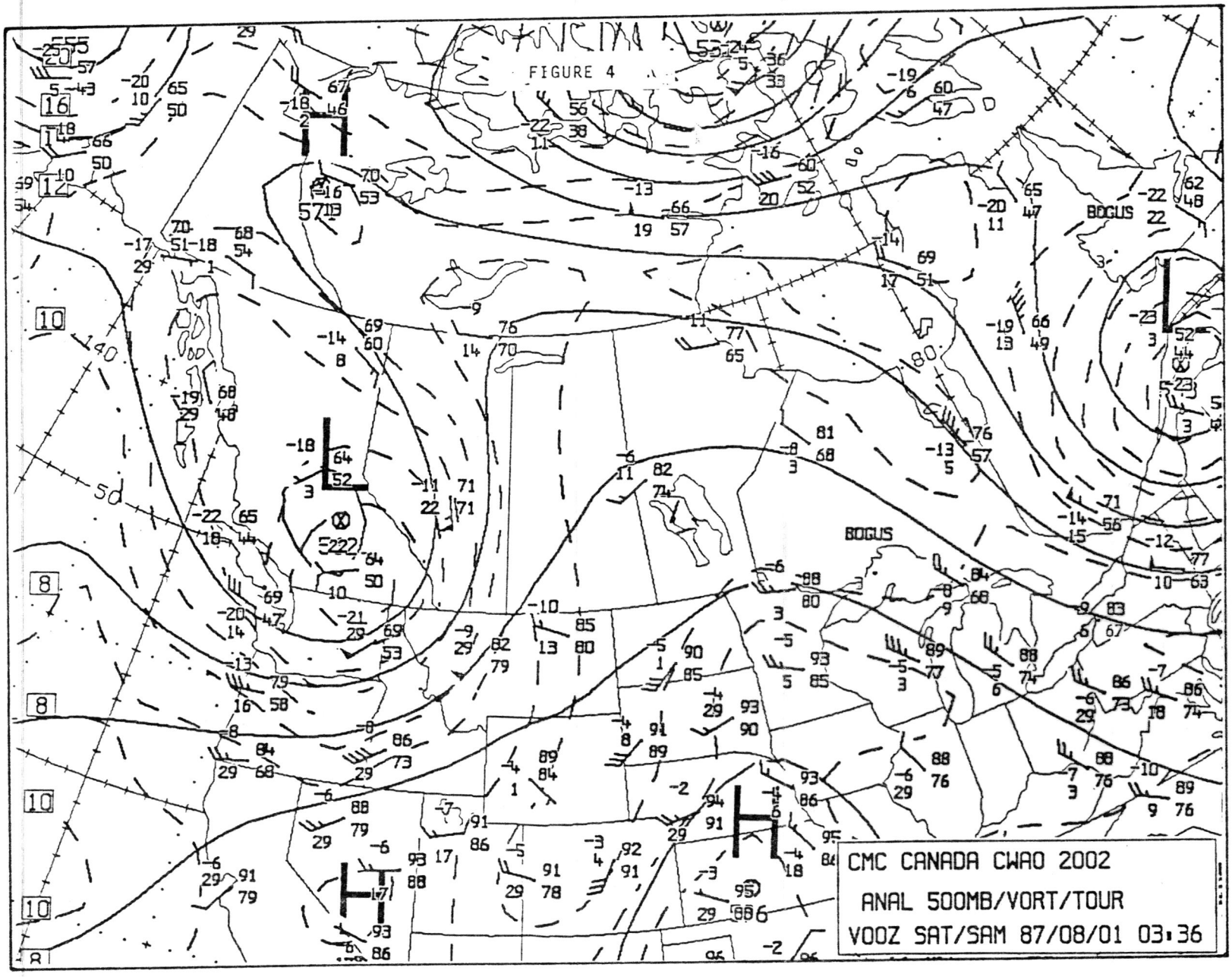


FIGURE 5

FIGURE 5

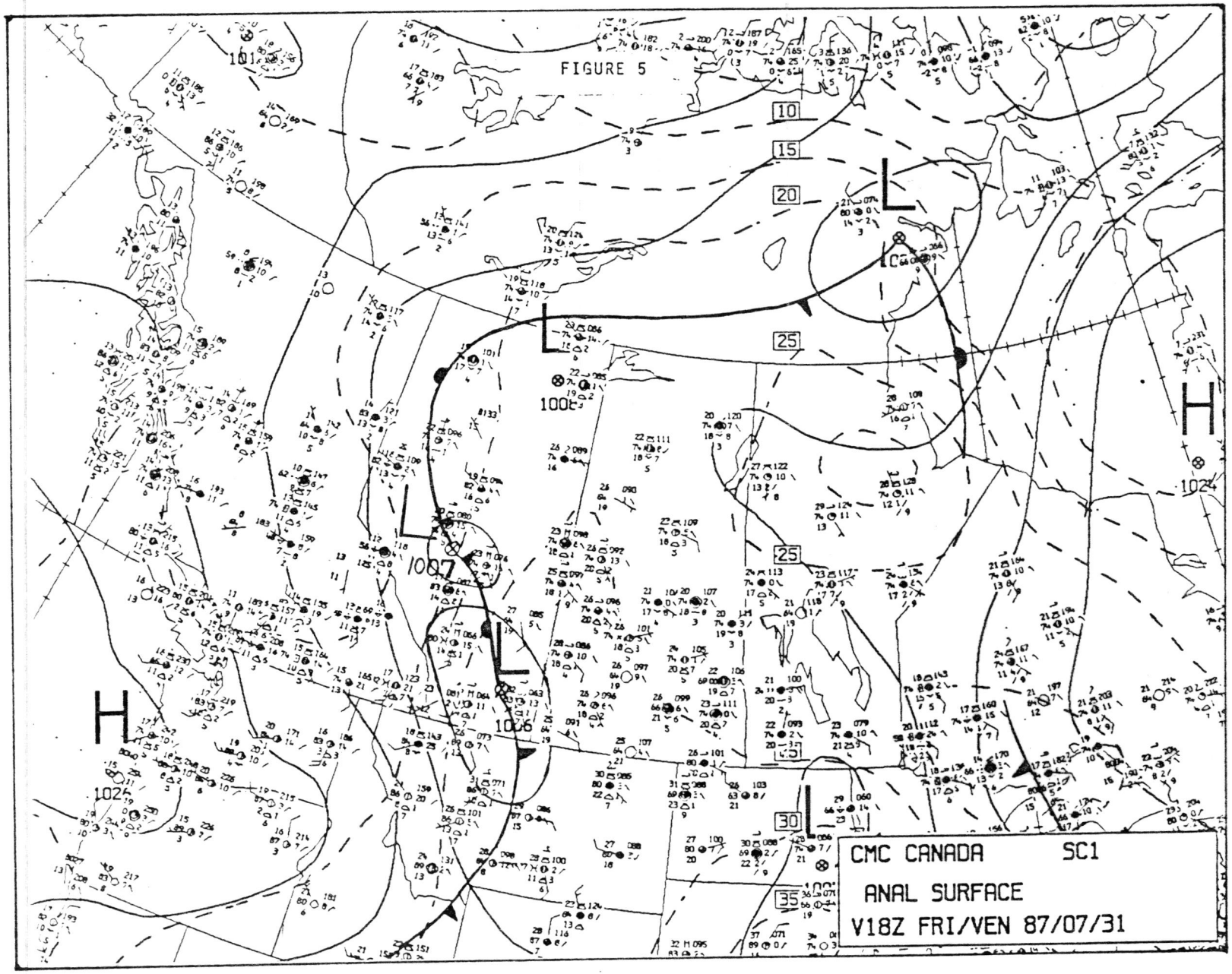


FIGURE 6

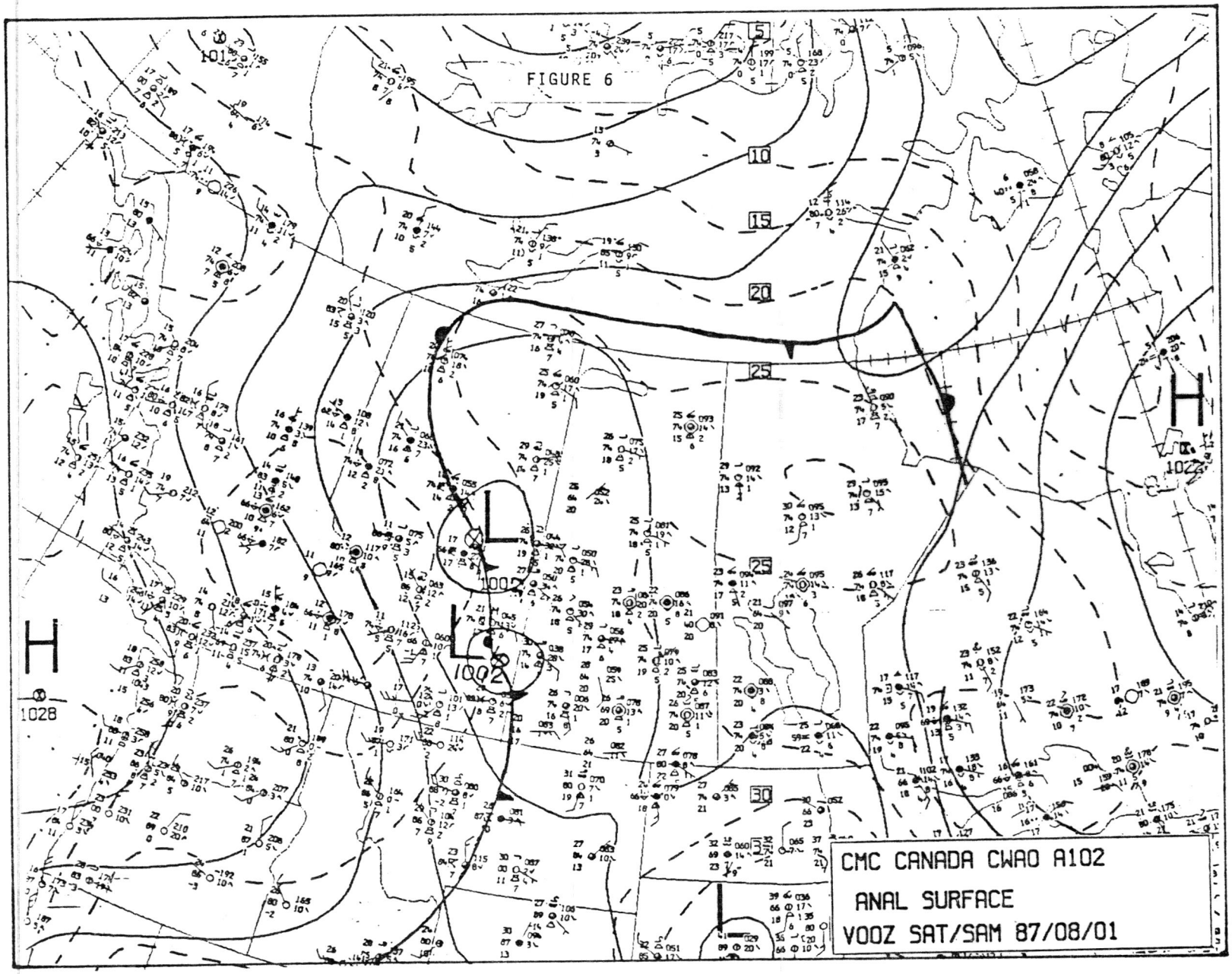


FIGURE 6
5
10
15
20
25
25
30
H
1028
H
1027
L
1002
L
1002
CMC CANADA CWAO A102
ANAL SURFACE
VOOZ SAT/SAM 87/08/01

FIGURE 7

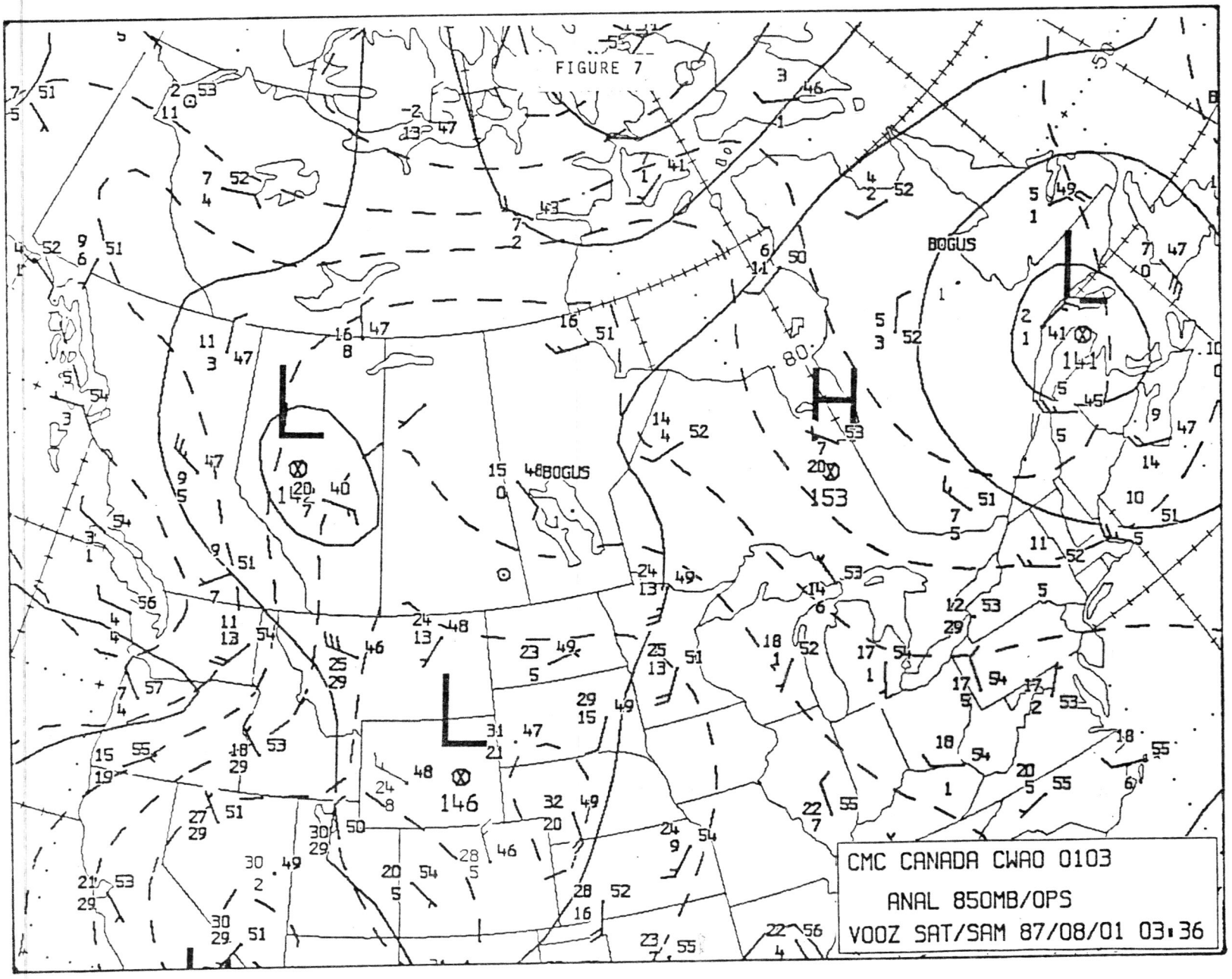
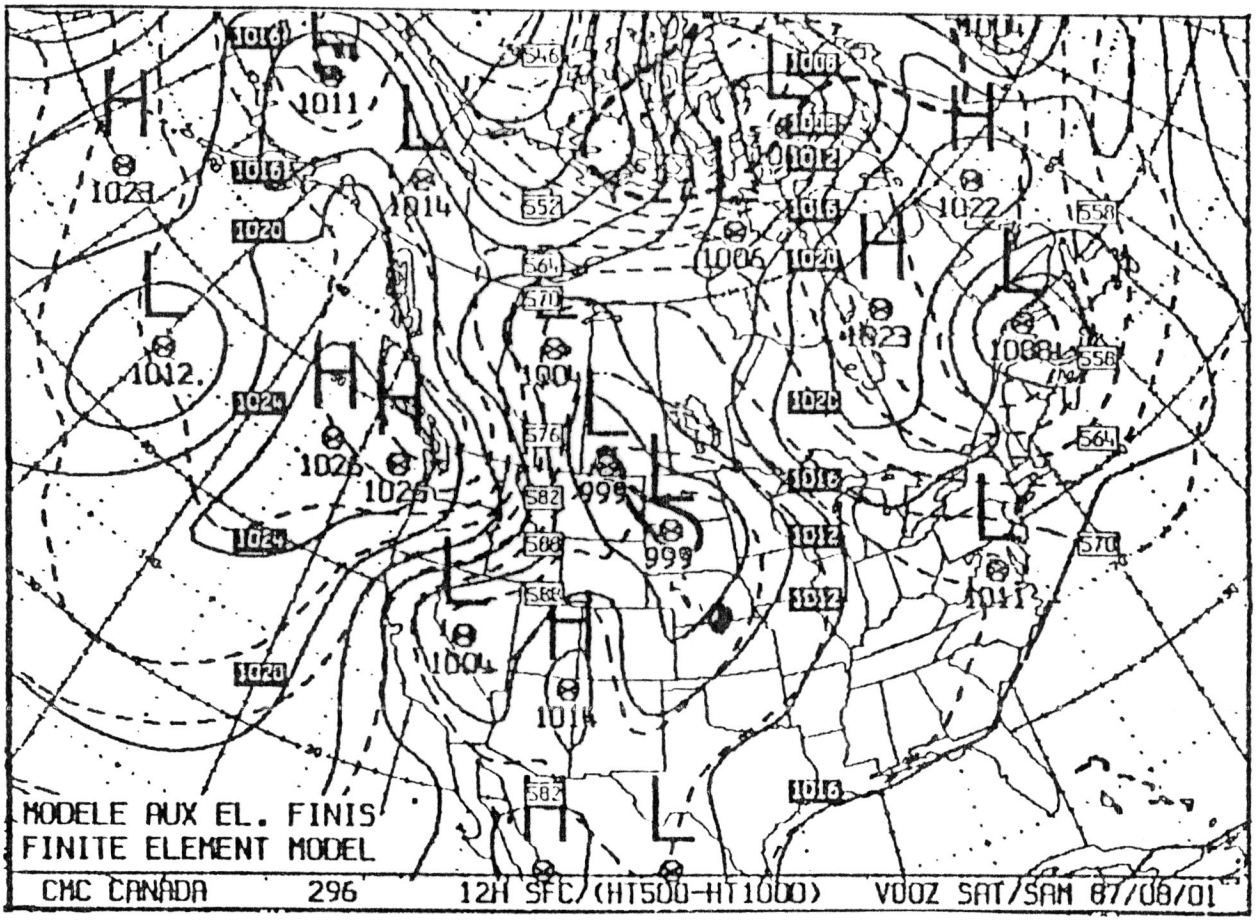


FIGURE 7
BOGUS
BOGUS
CMC CANADA CWAO 0103
ANAL 850MB/OPS
VOOZ SAT/SAM 87/08/01 03:36

FIGURE 8


MODELE AUX EL. FINIS
FINITE ELEMENT MODEL
CMC CANADA 296 12H SFC/(HT500-HT1000) V00Z SAT/SAM 87/08/01

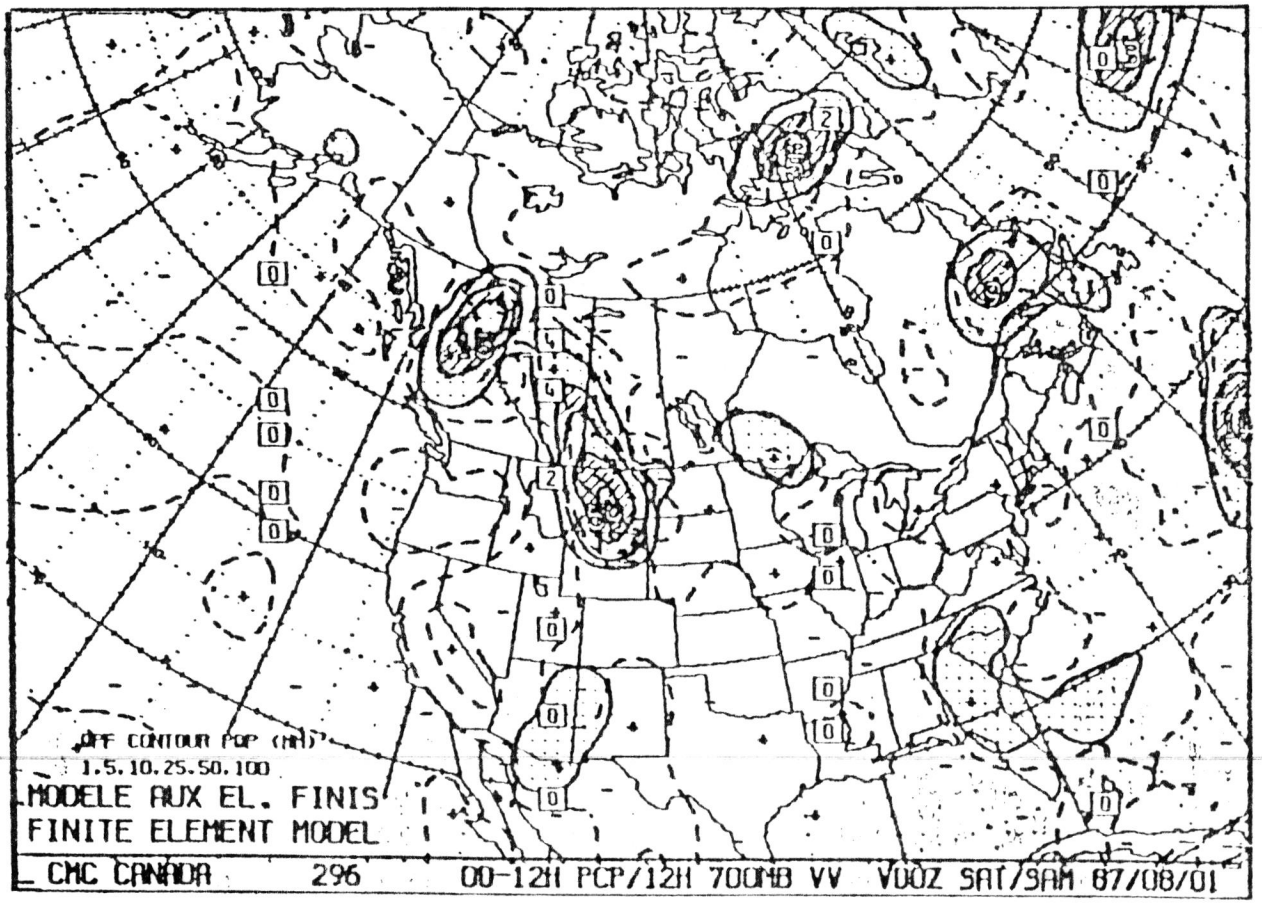

OFF CONTOUR PCP (MM)
1.5.10.25.50.100
MODELE AUX EL. FINIS
FINITE ELEMENT MODEL
CMC CANADA 296 00-12H PCP/12H 700MB VV V00Z SAT/SAM 87/08/01

FIGURE 9

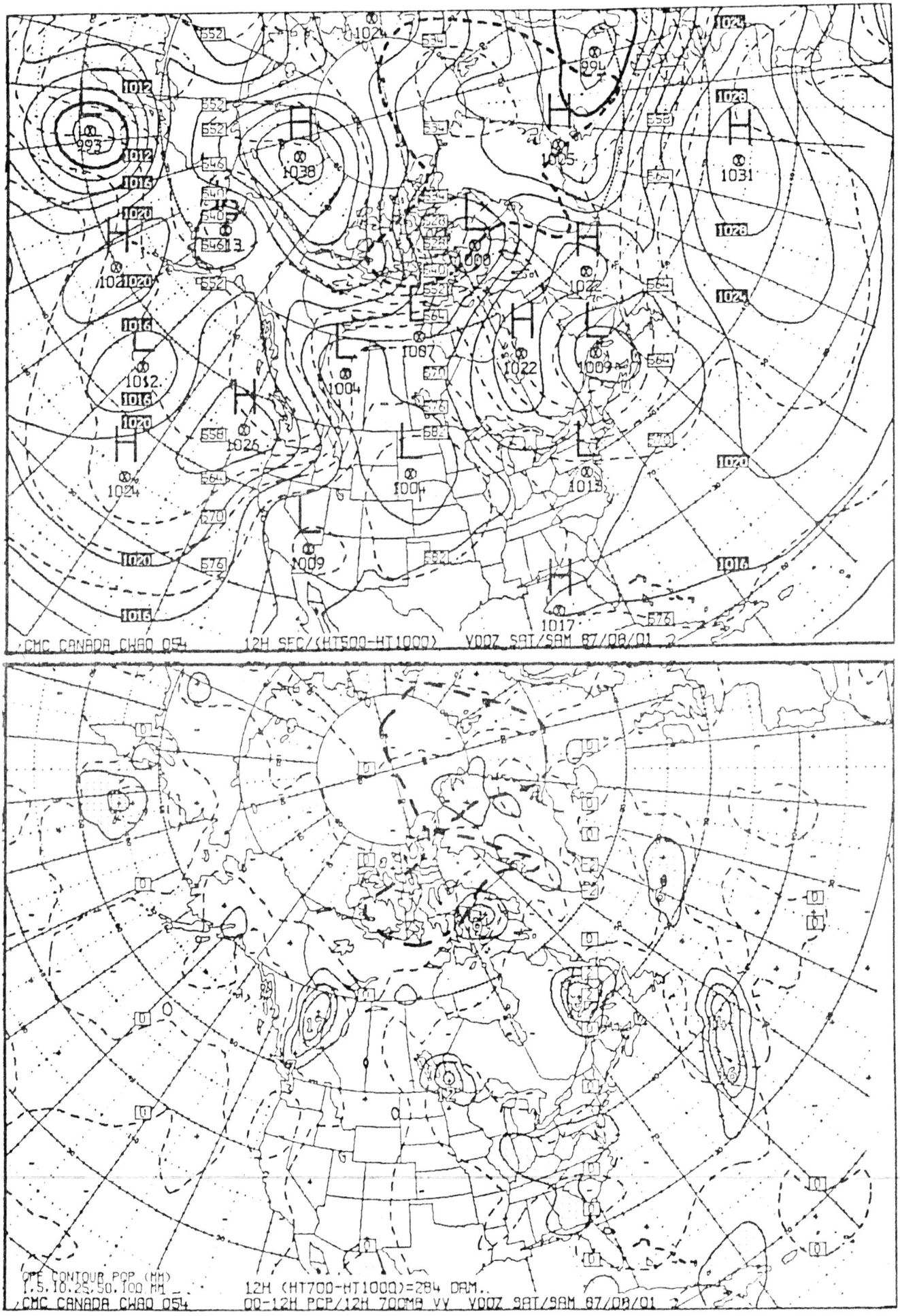

CMC CANADA CWAO 054
12H SFC/(HT500-HT1000) V00Z SAT/SAM 87/08/01
OPE CONTOUR PCP (MM)
1.5.10.25.50.100 MM
CMC CANADA CWAO 054
12H (HT700-HT1000)=284 DAM..
00-12H PCP/12H 700MB VV V00Z SAT/SAM 87/08/01

FIGURE 10

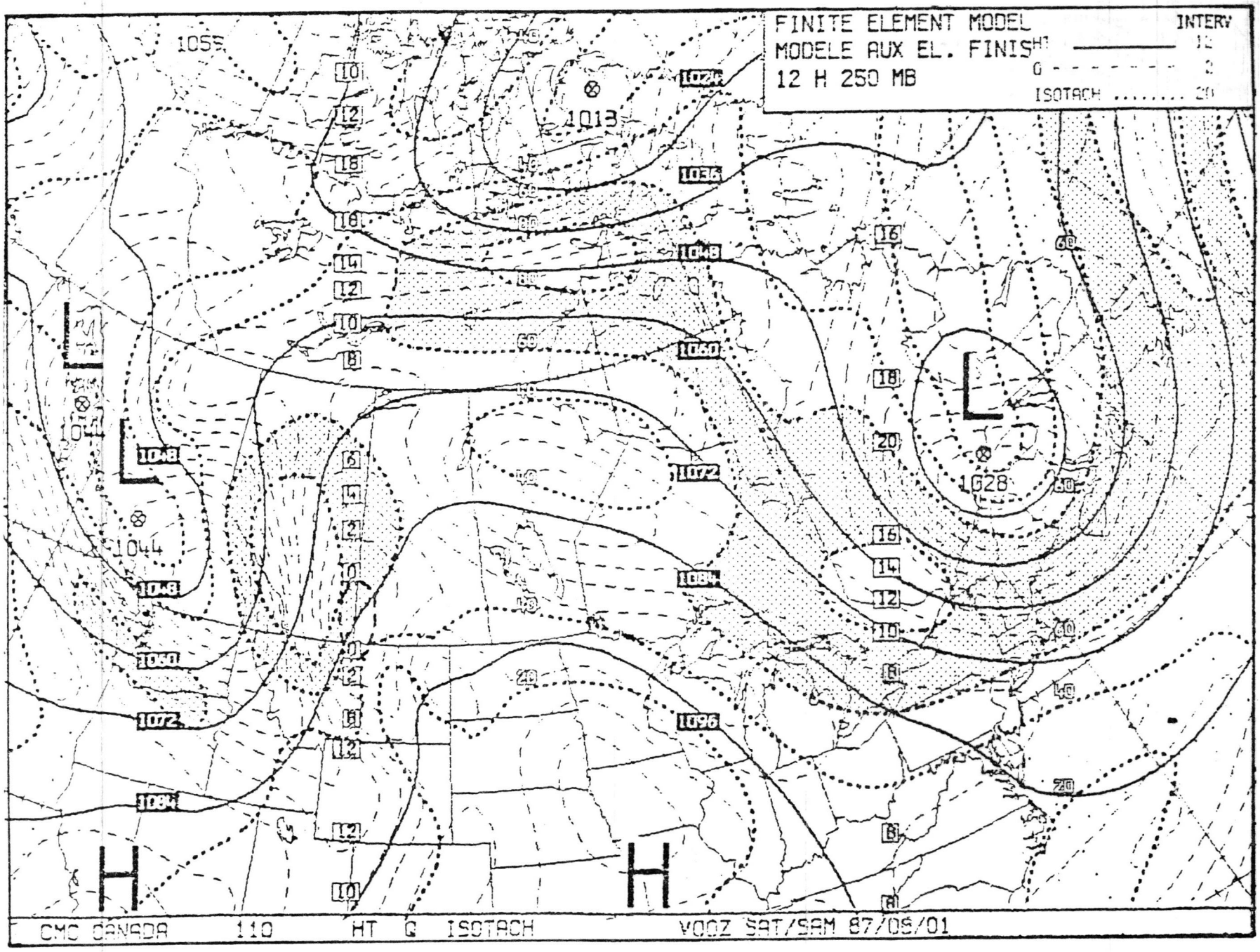

FINITE ELEMENT MODEL
MODELE AUX EL. FINIS
12 H 250 MB
INTERV
HT
G
ISOTACH
1059
1013
1024
1036
1048
1060
1072
1084
1096
1028
1044
L
H
CMC CANADA 110 HT G ISOTACH VOOZ SAT/SAM 87/05/01

FIGURE 11

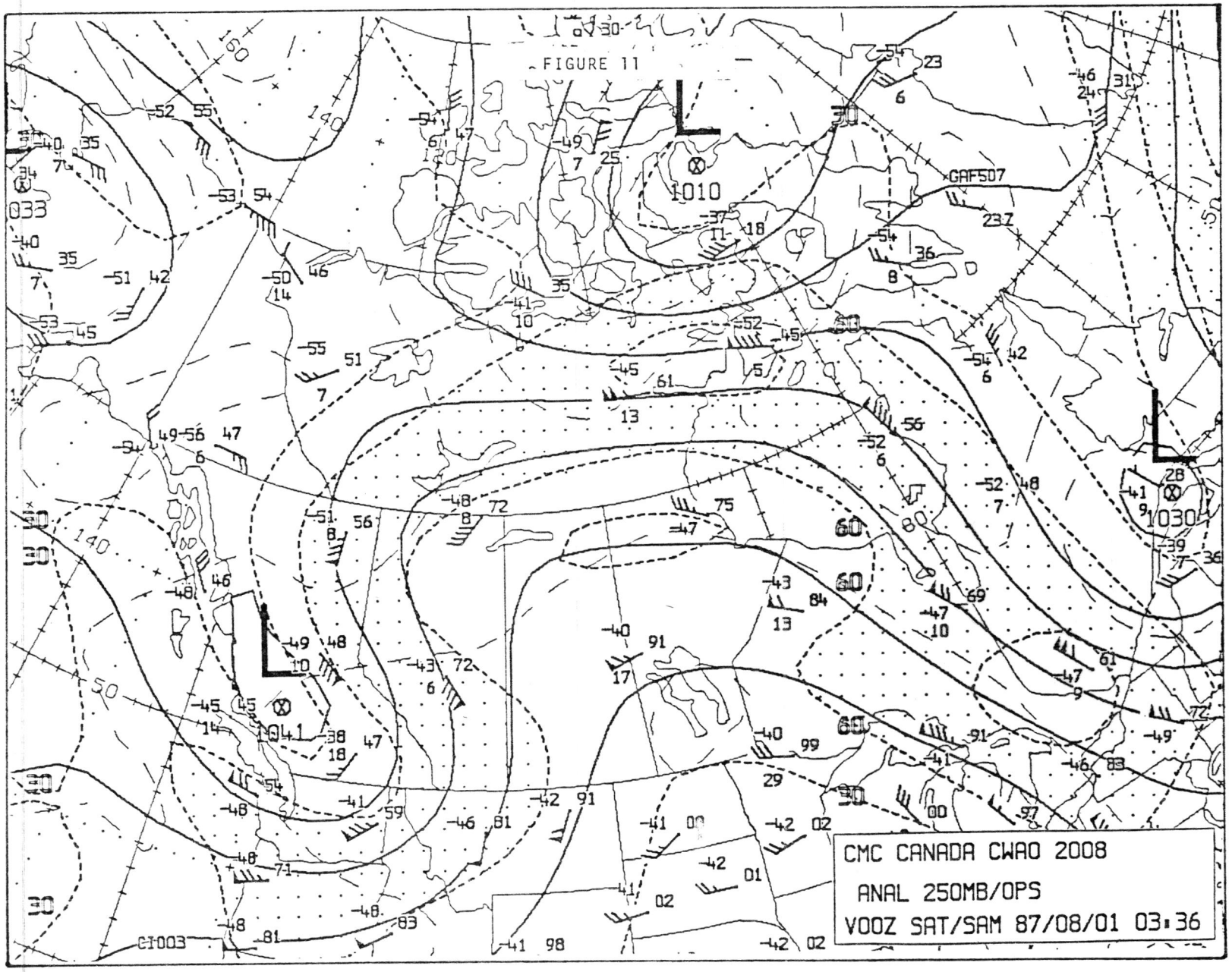


FIGURE 11
1010
1030
1041
GAF507
CMC CANADA CWAO 2008
ANAL 250MB/OPS
VOOZ SAT/SAM 87/08/01 03:36

FIGURE 12

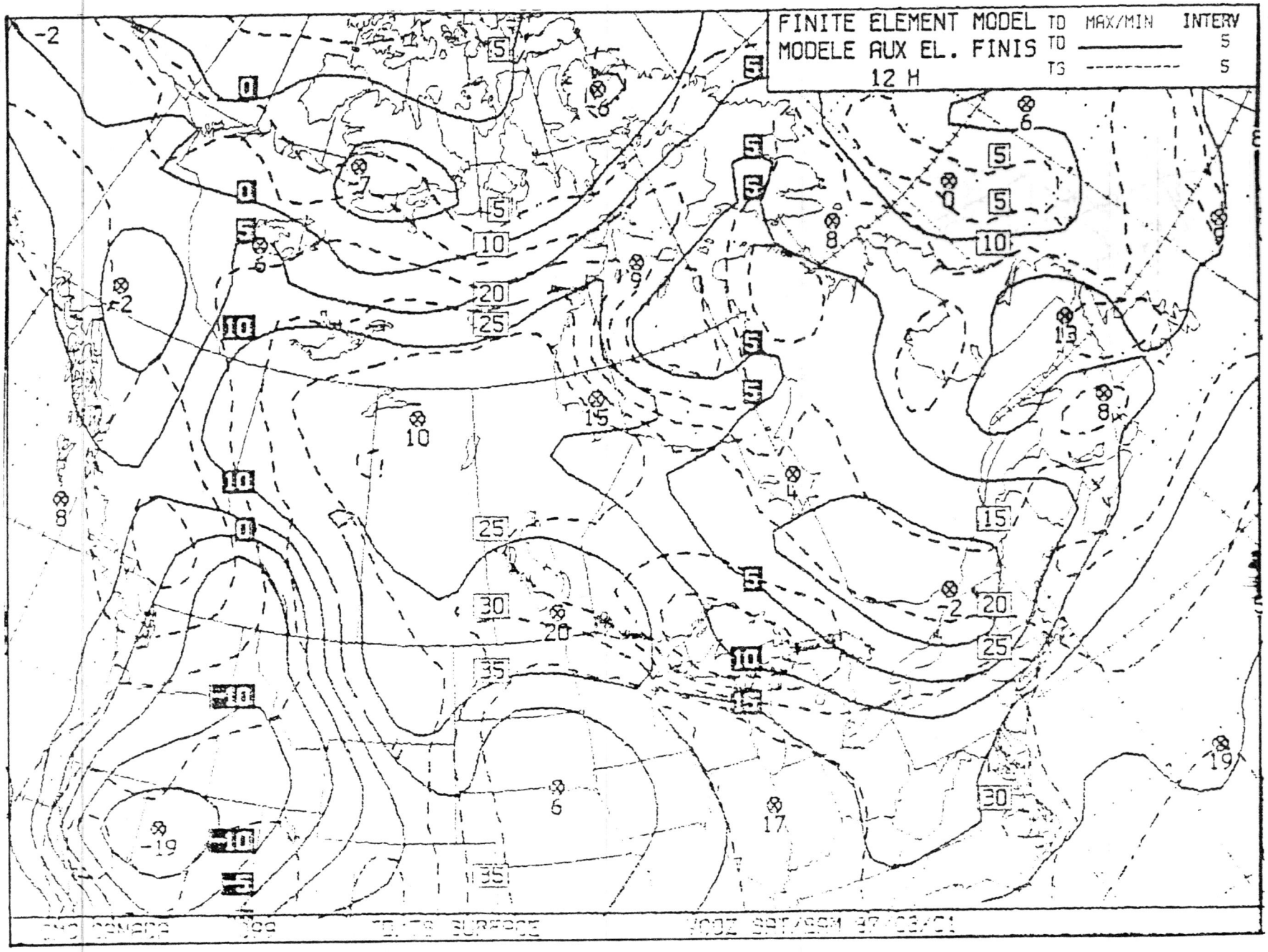

FINITE ELEMENT MODEL TO MAX/MIN INTERV
MODELE AUX EL. FINIS TO ——— 5
12 H TS ---------- 5

FIGURE 13

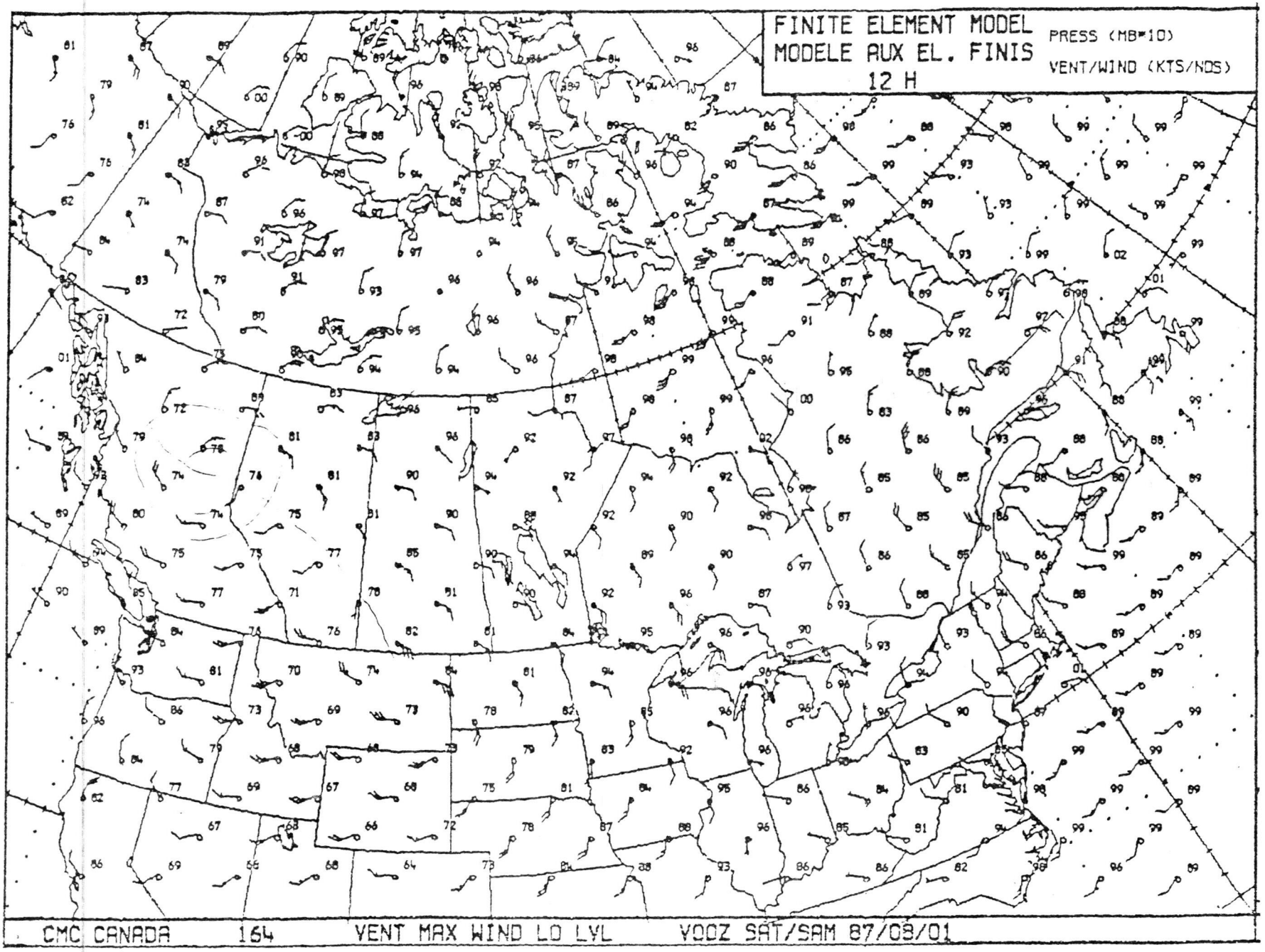

FINITE ELEMENT MODEL
MODELE AUX EL. FINIS
12 H
PRESS (MB-10)
VENT/WIND (KTS/NDS)
CMC CANADA 164 VENT MAX WIND LO LVL VOOZ SAT/SAM 87/08/01

FIGURE 14

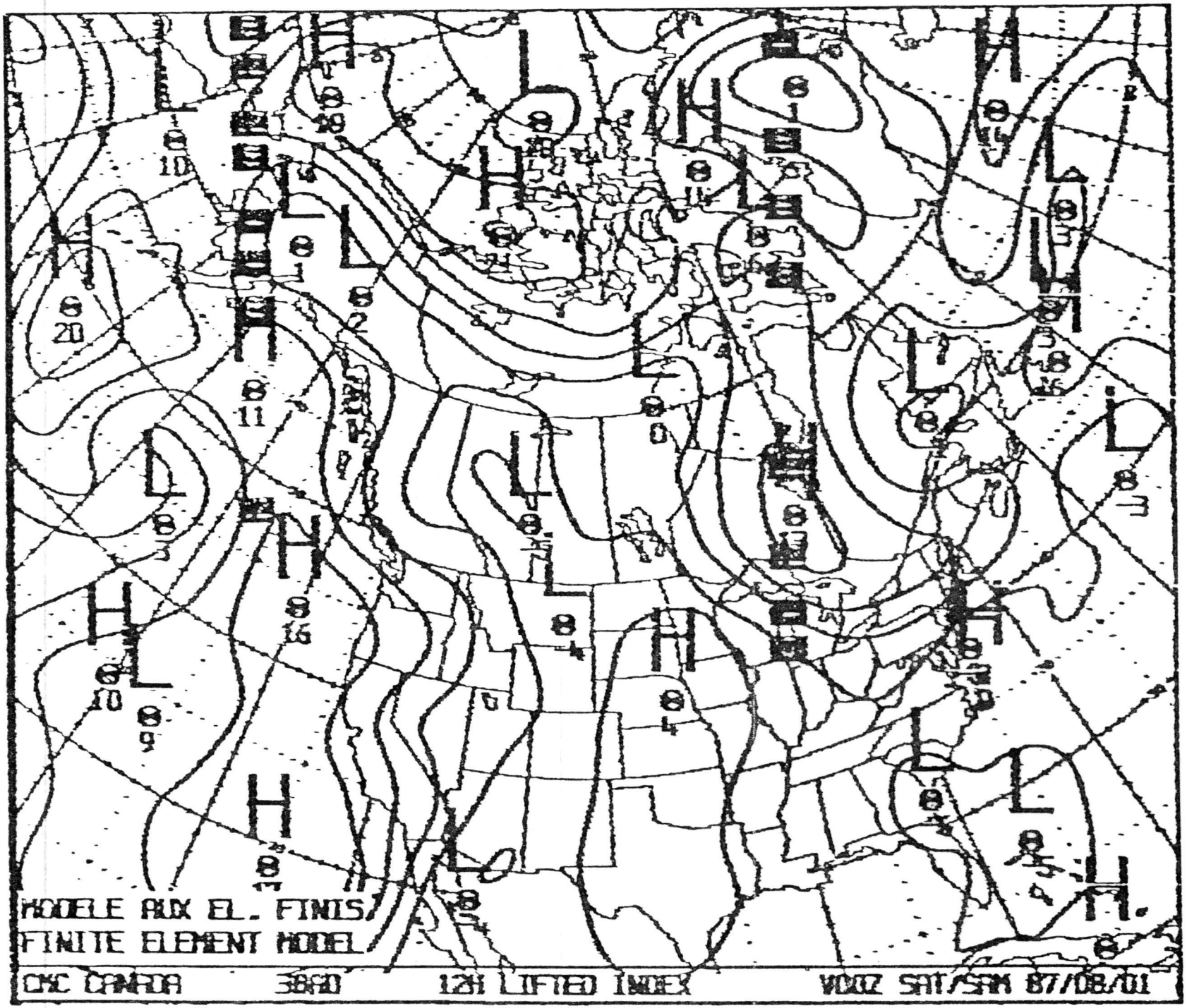
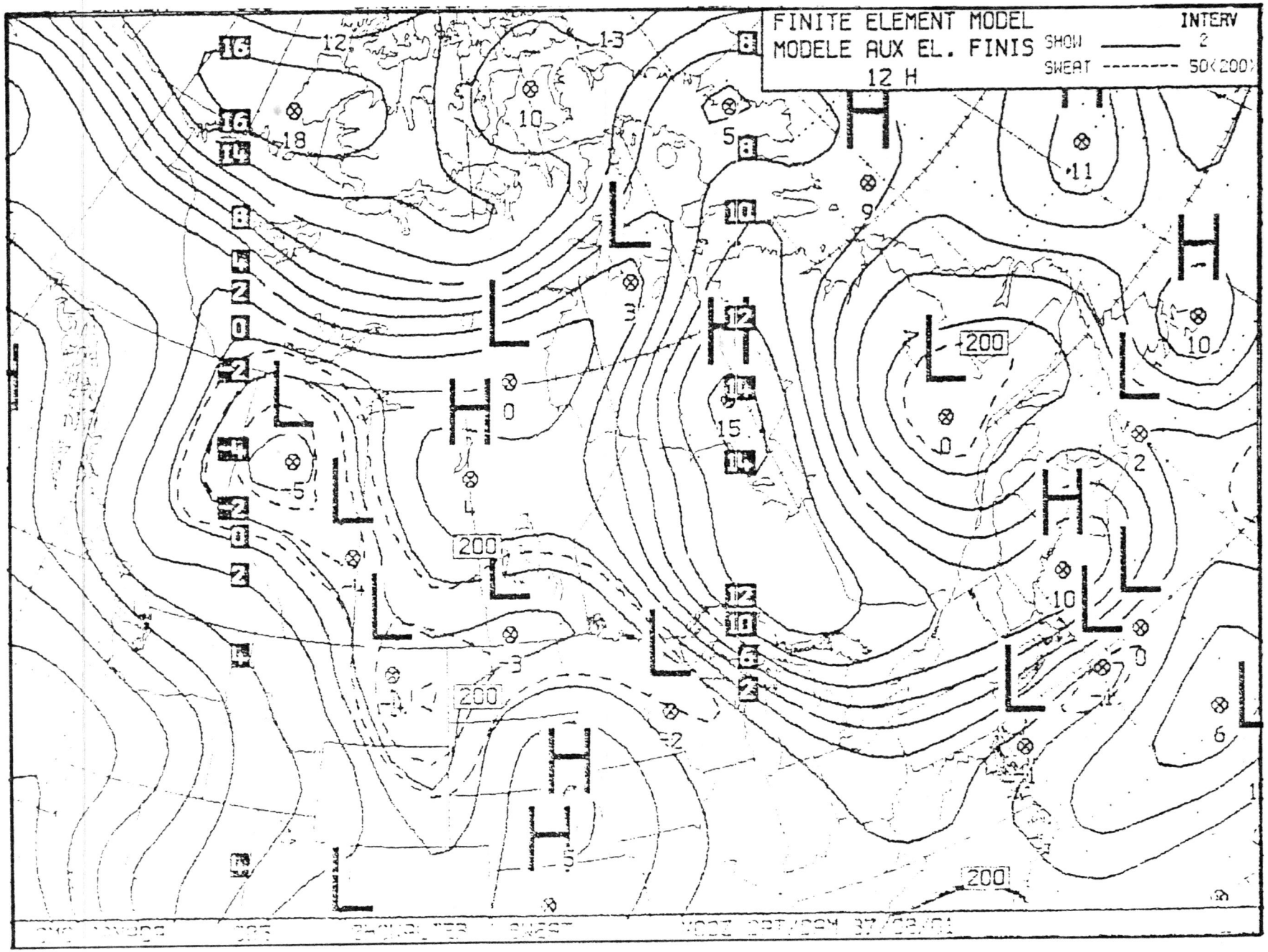

MODELE AUX EL. FINIS
FINITE ELEMENT MODEL
CMC CANADA
3840
12H LIFTED INDEX
VOOZ SAT/SAM 87/08/01

FIGURE 15


FINITE ELEMENT MODEL
MODELE AUX EL. FINIS
12 H
INTERV
SHOW 2
SWEAT 50(200)
200
200
200
200