

ACTIVITÉ**L'atmosphère à la verticale**

Après avoir complété cette activité, vous devriez être en mesure de :

- Décrire la structure verticale de l'atmosphère dans la troposphère (la couche "météo") et dans la stratosphère inférieure.
- Comparer l'atmosphère type avec des sondages réels de la basse atmosphère.

Introduction

L'atmosphère a une épaisseur ainsi qu'une extension horizontale. Pour avoir une compréhension plus approfondie de la météo, il est essentiel d'avoir une connaissance des conditions atmosphériques à la verticale. Fluide, hautement comprimable, l'air est retenu à la Terre par la gravité et perd rapidement de sa densité en prenant de l'altitude. L'atmosphère est réchauffée principalement par le bas, elle est presque toujours en mouvement, et elle contient une substance (eau) qui subit de fréquents changements d'état.

Matériel

- Crayon, règle

Investigations

1. La figure complémentaire de la page 9, nommée diagramme de Stüve, est conçue pour restituer et interpréter les données de la haute atmosphère obtenues par des radiosondes. Les gammes de températures atmosphériques en degrés Celsius pouvant être restituées (pointage) sur le diagramme varient de -70 à _____. La pression de l'air est restituée en hectopascals (hPa) avec des valeurs décroissantes en montant et l'échelle d'altitude approximative est en kilomètres

(km) au-dessus du niveau de la mer. La plus basse pression indiquée sur le diagramme est ____ hPa . On trouve cette pression à une altitude d'environ ____ km au-dessus du niveau de la mer.

2. Restituez sur le diagramme de Stüve qui vous est fourni, les points des données ci-après. Reliez les points adjacents par une ligne droite solide.

Altitude (km)	Température (° C)
0	+15,0
11	-56,5
16	-56,5

3. Vous avez dessiné le profil de température de la portion inférieure de ce qu'on nomme atmosphère type. L'atmosphère type décrit les conditions moyennes de l'atmosphère à la verticale. La portion de l'atmosphère type de la surface jusqu'à 11 km représente la couche la plus basse de l'atmosphère, appelée _____, ou "couche météo" où la plupart des nuages se forment. Au-dessus de 11 km, où les températures demeurent stables avec l'altitude, se trouve la portion inférieure de _____, ou "couche stable." La limite entre les deux couches se nomme tropopause.
4. La troposphère réelle est généralement caractérisée par une température qui diminue avec l'altitude, des mouvements verticaux significatifs, une importante vapeur d'eau, et la météo. D'après les données fournies en (2) ci-dessus, le taux de diminution de la température troposphérique dans l'atmosphère type est de _____ degrés C par km.
5. La pression d'air, qui est très près de 1000 hPa au niveau de la mer dans l'atmosphère type, diminue le plus rapidement avec l'altitude dans la partie inférieure de l'atmosphère. Le

graphique démontre que près du niveau de la mer, la pression de l'air tombe de 100 hPa (de 1000 hPa à 900 hPa) sur une distance verticale d'environ 1 km. Cependant, la chute de pression de 100-hPa de 400 hPa à 300 hPa se produit sur une distance verticale d'environ **(1) (2) (3)** km. La même chute de pression de 200 hPa à 100 hPa se produit sur une distance verticale de près de **(1) (2) (3) (4) (5)** km.

6. Le graphique démontre que la pression atmosphérique de 500 hPa (la moitié de celle au niveau de la mer) se produit à une altitude d'environ ____ km.
7. Parce que la pression de l'air est déterminée par le poids de l'air sus-jacent, la moitié de l'atmosphère en termes de poids ou de masse est au-dessus de l'altitude où la pression est de 500 hPa et l'autre moitié est au-dessous de cette altitude. Exprimé autrement, la moitié de l'atmosphère en termes de poids ou en termes de masse est à ____ km ou moins du niveau de la mer. D'après le diagramme, 90% de l'atmosphère en termes de poids ou de masse se situe à ____ km ou moins du niveau de la mer.
8. Les données d'observation de la haute atmosphère sont recueillies deux fois aux 24 heures à environ 100 stations nord-américaines. Les données suivantes ont été mesurées par une radiosonde à Buffalo, NY à 00 Z 15 février 1996 (19h HNE le 14 février). Restituez (pointez) ces points de données sur le diagramme de Stüve. Reliez les points adjacents avec une ligne droite pointillée.

Pression (hPa)	Température (°C)
100 hPa	-48,9 °C
200 hPa	-46,3 °C
300 hPa	-49,7 °C
400 hPa	-38,9 °C
500 hPa	-32,7 °C
700 hPa	-19,7 °C
850 hPa	-13,9 °C
976 hPa (surface)	-6,1 °C

9. Comparez le profil de température d'atmosphère type et ceux de Buffalo que vous avez dessinés sur le diagramme de Stüve. Au moment de l'observation, la troposphère au-dessus de Buffalo était généralement plus **(chaude) (froide)** que ce qui est prévu à l'atmosphère type.
10. D'après les profils de température obtenus, la tropopause (trouvée à la base de la stratosphère où les températures sont constantes ou augmentent avec une augmentation de l'altitude) est située au niveau de pression 250 hPa environ dans l'atmosphère type. À Buffalo, elle était située à ____ hPa. L'épaisseur verticale de la troposphère à Buffalo était **(plus grande) (moindre)** que l'épaisseur de l'atmosphère type de la troposphère.
11. Ces profils illustrent la relation générale entre la température troposphérique moyenne et l'extension verticale de la troposphère; c'est-à-dire que plus la troposphère est **(chaude) (froide)**, plus elle est mince.
- 12 Cette relation signifie qu'en moyenne, à une échelle globale, l'épaisseur de la troposphère **(augmente) (diminue)** au fur et à mesure que la latitude augmente.

Activité additionnelle —

Utilisation du téphigramme

- Répétez les étapes 2 et 8 de l'activité précédente en restituant les données sur le formulaire du téphigramme simplifié fourni à la page 10.

Le téphigramme est un outil complexe utilisé par les météorologues canadiens non seulement pour restituer les données mais pour effectuer un certain nombre de calculs et pour utiliser les données dans un certain nombre d'applications de prévisions.

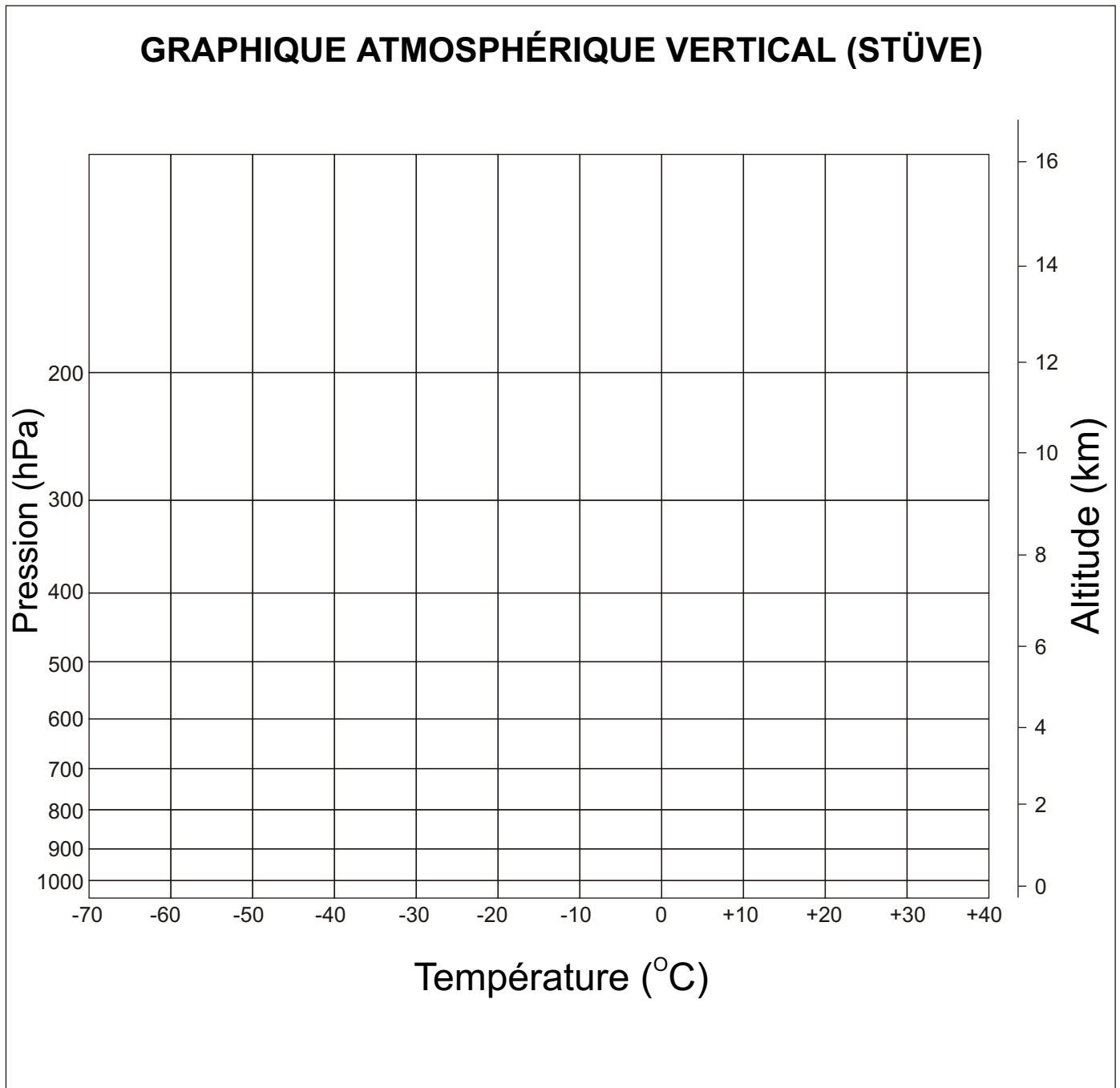


Figure 3 - Diagramme de Stüve

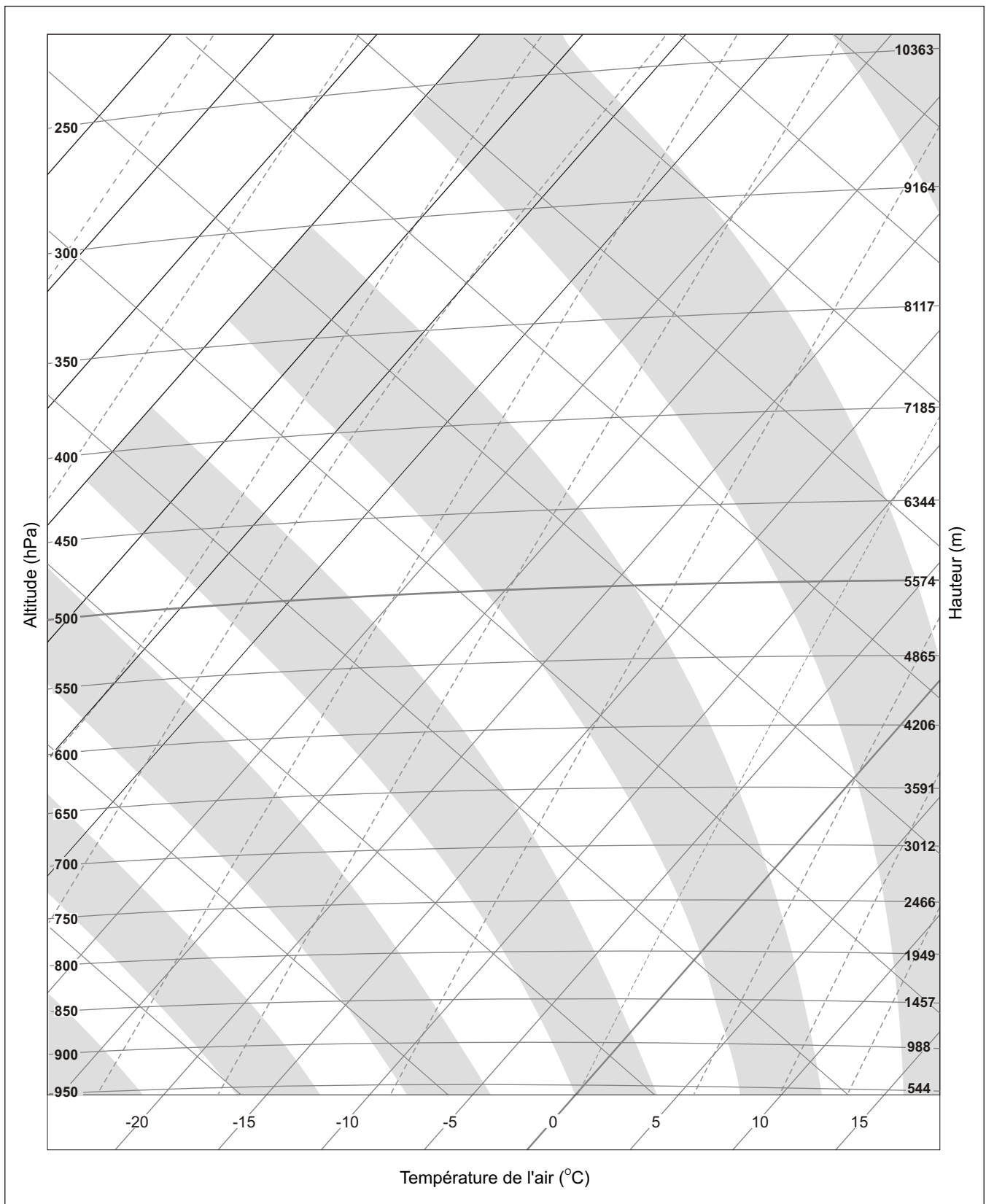


Figure 4 - Le téphigramme

ACTIVITÉ**Cartes météorologiques de l'atmosphère supérieure**

Après avoir complété cette activité, vous devriez être en mesure de :

- Décrire la topographie de surfaces à pression constante en vous basant sur les contours de la hauteur, y compris l'identification d'anticyclones, de dépressions, de crêtes et de creux.
- Décrire la relation générale entre les contours de la hauteur et la température moyenne de la température sous-jacente.
- Décrire la relation générale entre les contours de la hauteur et la direction du vent sur des cartes de l'atmosphère supérieure.

Résultats éducationnels :

Telle que rapportée sur des cartes météorologiques de surface, la météo nous fournit essentiellement une vue à deux dimensions de l'état de l'atmosphère, c'est-à-dire des conditions météorologiques observées à la surface de la Terre. Les conditions atmosphériques rapportées sur les cartes météorologiques de l'atmosphère supérieure fournissent la troisième dimension, à savoir les conditions à diverses altitudes au-dessus de la surface de la Terre. Donc, pour une compréhension plus complète de la météo, il importe de consulter des cartes météorologiques à la fois de la surface et de l'atmosphère supérieure.

Matériel :

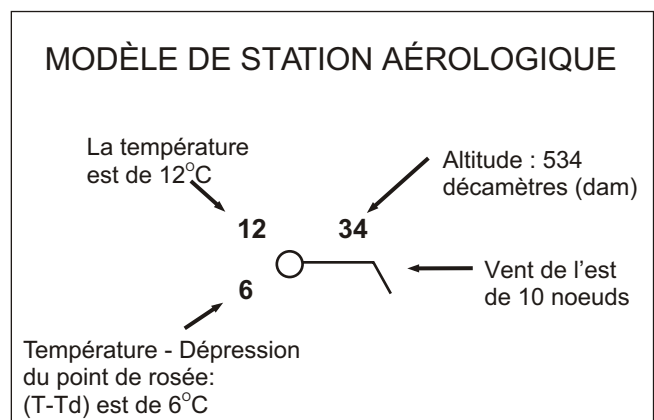
- Crayon

Investigations :

1. Les cartes météorologiques de l'atmosphère supérieure diffèrent des cartes météorologiques de la surface. Alors que les conditions météorologiques sont restituées sur

une carte à altitude constante (normalement au niveau de la mer), des conditions météorologiques de l'atmosphère supérieure sont restituées sur une carte de pression d'air constante. On indique sur ces cartes l'altitude à laquelle cette pression particulière se situe. On prépare à toutes les 12 heures des cartes pour divers niveaux de pression, y compris par exemple, 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa, et 250 hPa. Les données pour ces cartes sont obtenues de messages de sondes radiovent. Les radiosondes sont des sondes qui sont suivies de près par radio pour fournir des renseignements additionnels au sujet des vitesses horizontales et de la direction des vents.

2. On restitue sur les cartes météorologiques de l'atmosphère supérieure la température de l'air (T) (en °C), l'écart entre la température et le point de rosée (T-Td) (en °C), la vitesse du vent (en nœuds), la direction du vent, et la hauteur de la surface de pression au-dessus de la surface de la mer (en décimètres). L'écart entre la température et le point de rosée est obtenu en soustrayant la température du point de rosée Td de la température de l'air T, c.-à-d. (T-Td). Si l'écart est de 4 degrés C ou moins, il y a de fortes chances que suffisamment d'humidité soit présente pour permettre la formation de nuages. Familiarisez-vous avec le modèle de station aérologique présenté ci-après.



3. La figure 5 est l'analyse de la carte 500 hPa pour 12Z (7h HNE), le 17 août 2000. Ces données sont assemblées à partir des messages de chaque station pour le niveau 500 hPa au même moment d'observation. Les météorologues utilisent souvent la carte 500 hPa à cause de son importance pour décoder la direction des vents dominants, c'est-à-dire les vents qui gouvernent les systèmes météorologiques au niveau de la surface de la Terre. (La lettre "Z" dans la date et l'heure de la carte est le symbole utilisé pour signifier TUC (Temps Universel Coordonné) ou UTC (Universal Coordinated Time) que l'on désigne parfois par TMG (Temps Moyen de Greenwich).
4. Des lignes solides sur la carte 500 hPa réunissent des endroits où 500-hPa est à la même altitude. Ces lignes, appelées contours de hauteur, sont dessinées à des intervalles de 6 (dam). À 12Z, le 17 août 2000, la plus basse hauteur rapportée pour une lecture de pression 500 hPa était _____ décimètres (dam), et la hauteur la plus élevée rapportée était de _____ décimètres. N'oubliez pas d'ajouter le premier chiffre aux valeurs restituées.
5. La carte 500 hPa, ainsi que les autres cartes à pression constante d'atmosphère supérieure, sont similaires à des cartes topographiques. C'est-à-dire que la configuration des contours révèle les "collines" et les "vallées" de la surface à pression constante. En général, la surface 500 hPa (la surface où la pression est de 500 hPa) se produit à une altitude plus **(élevée) (basse)** au-dessus du Canada qu'au-dessus des États-Unis.
6. Des lignes de contour fermées sur des cartes à pression constante d'atmosphère supérieure identifient les anticyclones et les dépressions topographiques. La ligne de contour 558-dam fermée sur cette carte au-dessus du Golfe d'Alaska renferme des élévations 500 hPa plus **(basses) (élevées)**. Cette ligne de contour renferme un(e) **(anticyclone) (dépression)** topographique.
7. La configuration en forme de vagues de la plupart des lignes de contour est composée de crêtes et de creux topographiques, c'est-à-dire respectivement des crêtes et des dépressions allongées. Un(e) large **(crête) (creux)** apparaît au-dessus de l'est du Canada sur la figure 5. Un(e) **(creux) (crête)** apparaît au-dessus de l'Alberta.
8. Une colonne d'air froid est plus dense qu'une colonne d'air chaud. En conséquence, la pression d'air diminue plus rapidement avec l'altitude dans l'air froid que dans l'air chaud. La hauteur de la surface 500 hPa est plus basse là où l'air sous-jacent est relativement plus **(froid) (chaud)** et à une altitude plus élevée là où l'air sous-jacent est relativement **(froid) (chaud)**. Dans la figure 5, l'air en dessous de la dépression 500 hPa est plus **(froid) (chaud)** que l'air en dessous des surfaces 500 hPa environnantes plus élevées.
9. Les lignes pointillées sur la carte 500-hPa sont appelées lignes d'épaisseur 100-500 hPa qui représentent en décimètres l'épaisseur de la couche entre le niveau 500-hPa et le niveau 1000-hPa. Normalement, plus la couche est épaisse, plus la température est chaude à l'intérieur de cette couche. L'intervalle entre les lignes d'épaisseur est de 6 dam. La diminution générale de la température à 500 hPa est accompagnée d'une **(augmentation) (diminution)** de l'altitude de la surface 500-hPa au fur et à mesure que l'altitude augmente.
10. Supposez que le 16 août 2000 à 12Z vous montez à bord d'un avion et que vous volez directement de la ville de Québec à Atlanta,

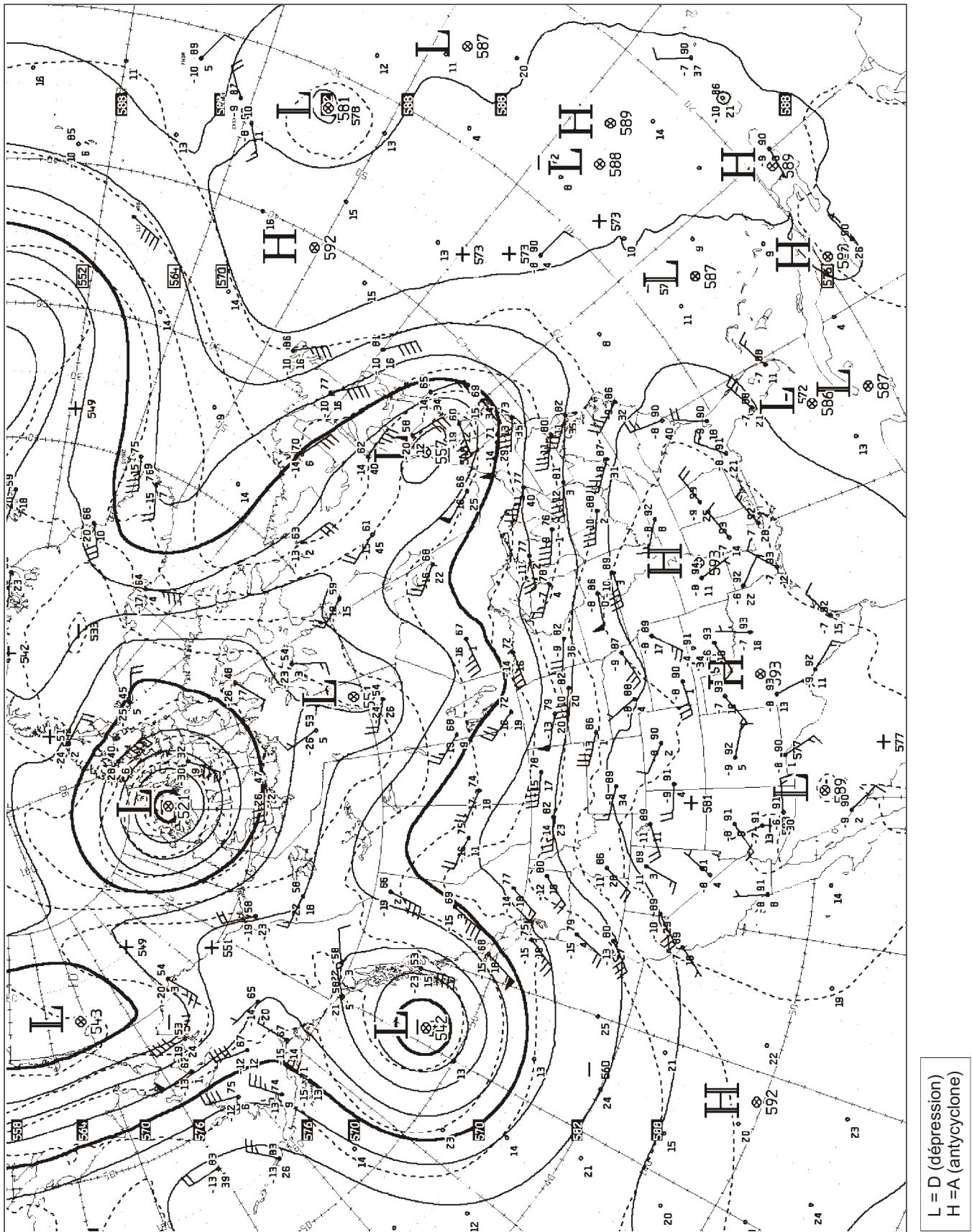


Figure 5 - Analyse d'une carte 500-hPa pour 12Z (7h HNE), le 17 août 2000

en Georgie. En route, l'avion vole le long de la surface 500 hPa. En volant de Québec à Atlanta, l'altitude à laquelle l'appareil vole (**augmente**) (**diminue**) (**ne change pas**). Au même moment la température de l'atmosphère sous l'avion (**augmente**) (**diminue**).

11. Il existe une relation entre l'orientation des contours de hauteur et la direction horizontale des vents sur les cartes 500 hPa, surtout à des vitesses de vent plus élevées. Comme on le voit à la figure 5, la direction du vent est généralement (**perpendiculaire**) (**parallèle**) aux lignes de contours voisines.

Activité facultative, carte de l'atmosphère supérieure

On peut construire un modèle tridimensionnel représentant le relief d'une carte de l'atmosphère supérieure en transférant la carte à un matériau de construction d'épaisseur modérée. La procédure qui suit explique comment un tel modèle peut être assemblé.

1. En utilisant un photocopieur, agrandissez la version modifiée de la carte de 500 hPa fournie à la figure 6 d'environ 175%. Faites 12 copies de la carte agrandie.
2. Collez les cartes sur des morceaux de carton ondulé mince. On suggère d'utiliser du carton provenant de boîtes servant à la livraison de pizzas, à la condition qu'il ne soit pas trop épais et donc difficile à couper avec des ciseaux.
3. Sur une des cartes montées, découpez les portions à l'intérieur des lignes de contours de 522 décimètres. Alignez et collez la carte avec le trou sur une copie non trouée de la carte.
4. Découpez et jetez les portions des plus basses altitudes de cartes montées successives le long des lignes de contour de 528, 534, 540, 546, 552, 558, 564, 570, 576, 582, et 588 décimètres. Collez les morceaux successifs des cartes qui restent en séquence pour produire un assemblage de carte de relief à gradins.
5. Examinez la carte assemblée sous différents angles, y compris directement au-dessus pour voir la carte au complet. Reportez-vous à l'activité Carte de l'atmosphère supérieure et référez-vous au modèle pour répondre ou réviser vos réponses aux investigations. Assurez-vous de comparer les positions des basses pressions, des crêtes et des creux tels qu'ils apparaissent sur la carte et au modèle.

Mise en garde : La carte de relief physique que vous avez construite a une échelle verticale grandement exagérée par rapport à l'échelle horizontale. De plus le relief à gradins présenté dans le modèle est contraire à la pente unie et continue de l'atmosphère véritable.

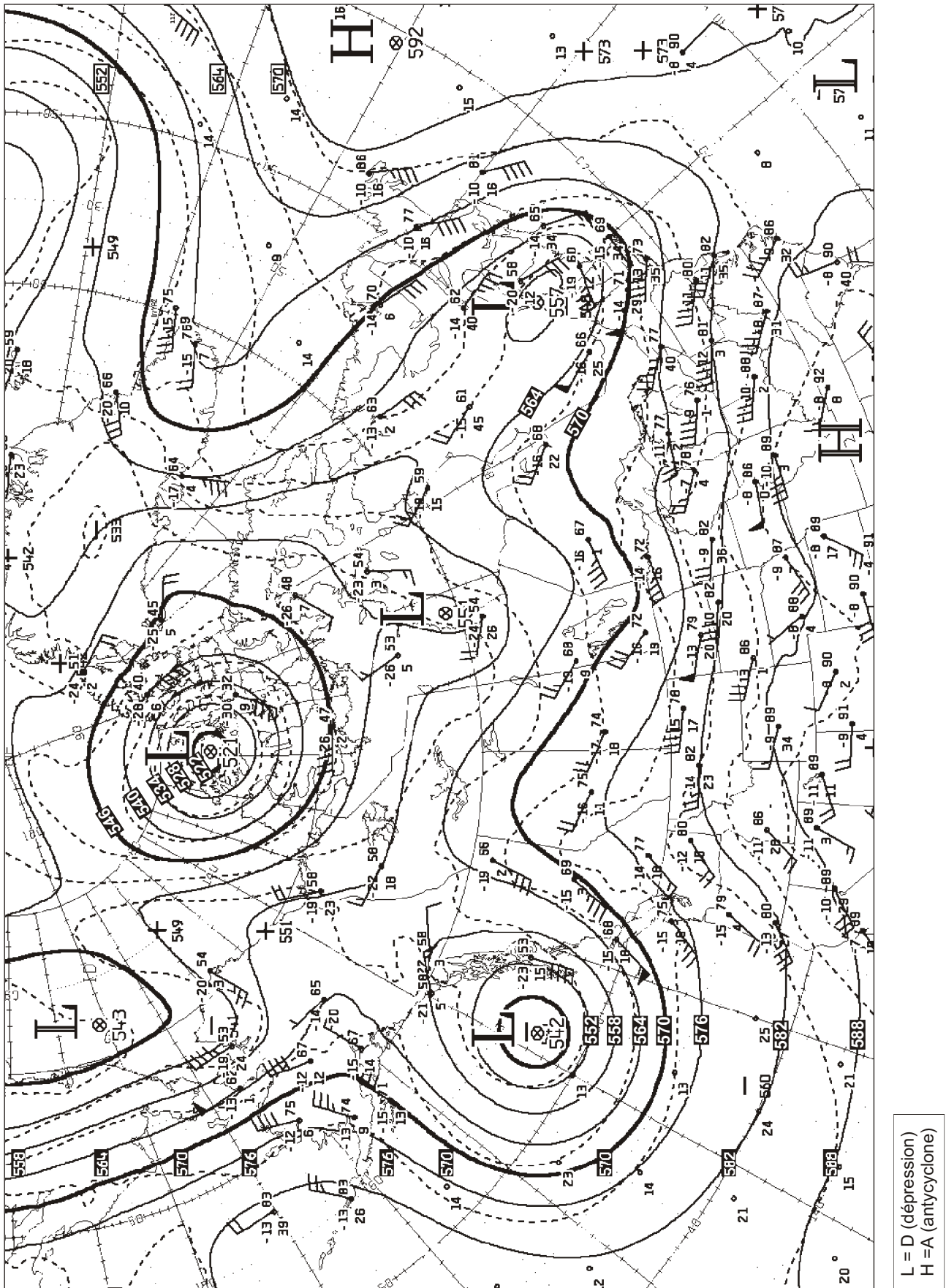


Figure 6 - 500-hPa map analysis for 12Z (7 am EST), 17 August 2000