

ACTIVITÉ**Le courant-jet****Investigation du courant-jet**

L'emplacement du courant-jet du front polaire est souvent étroitement lié à la configuration quotidienne de la météo à travers l'Amérique du Nord. Les deux activités ci-après étudient les causes des courants-jets et les relations du courant-jet du front polaire à la météo de surface.

Chaque activité peut être autonome. Il n'est pas nécessaire de faire une activité avant une autre. Cependant, l'activité 1 exige la construction de deux ensembles de cinq blocs de pression. Il y a deux groupes d'instructions pour la fabrication des blocs de pression. La première suggestion est de construire un ensemble permanent de blocs de pression alors que la deuxième option utilise des matériaux plus facilement disponibles mais moins durables pour des exercices en salle de classe. Finalement, l'activité 1 exige plus de temps pour la réaliser que l'activité 2.

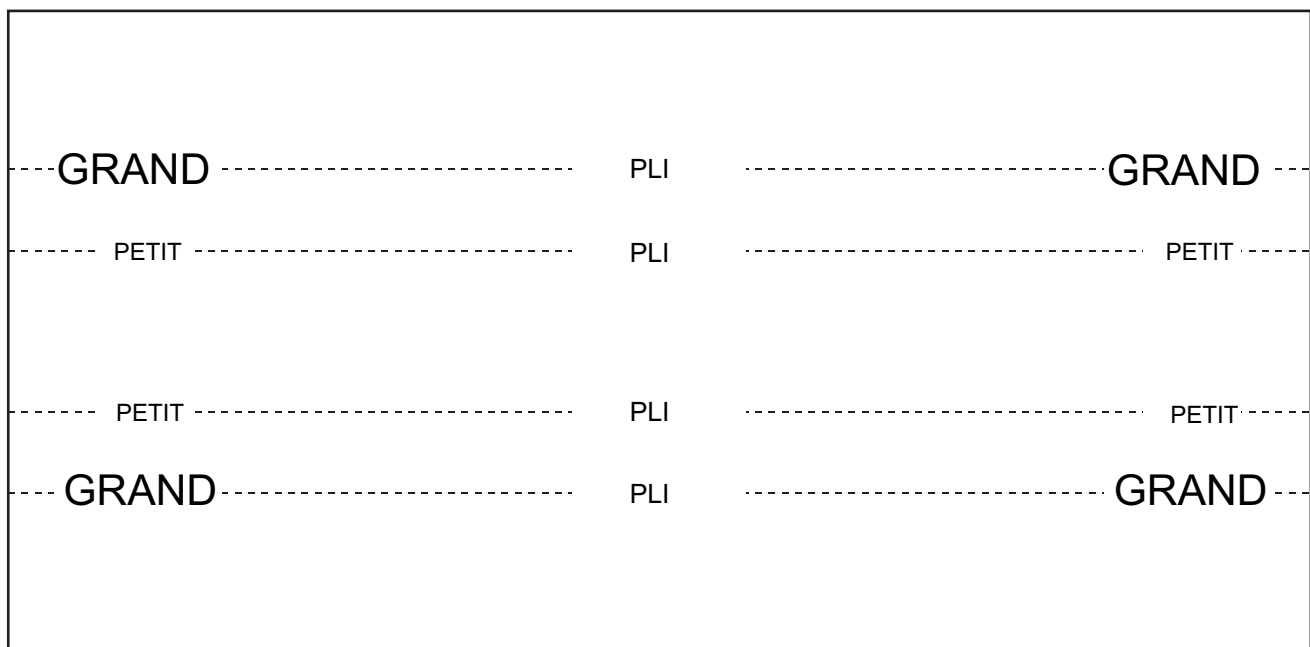
Construction de blocs de pression

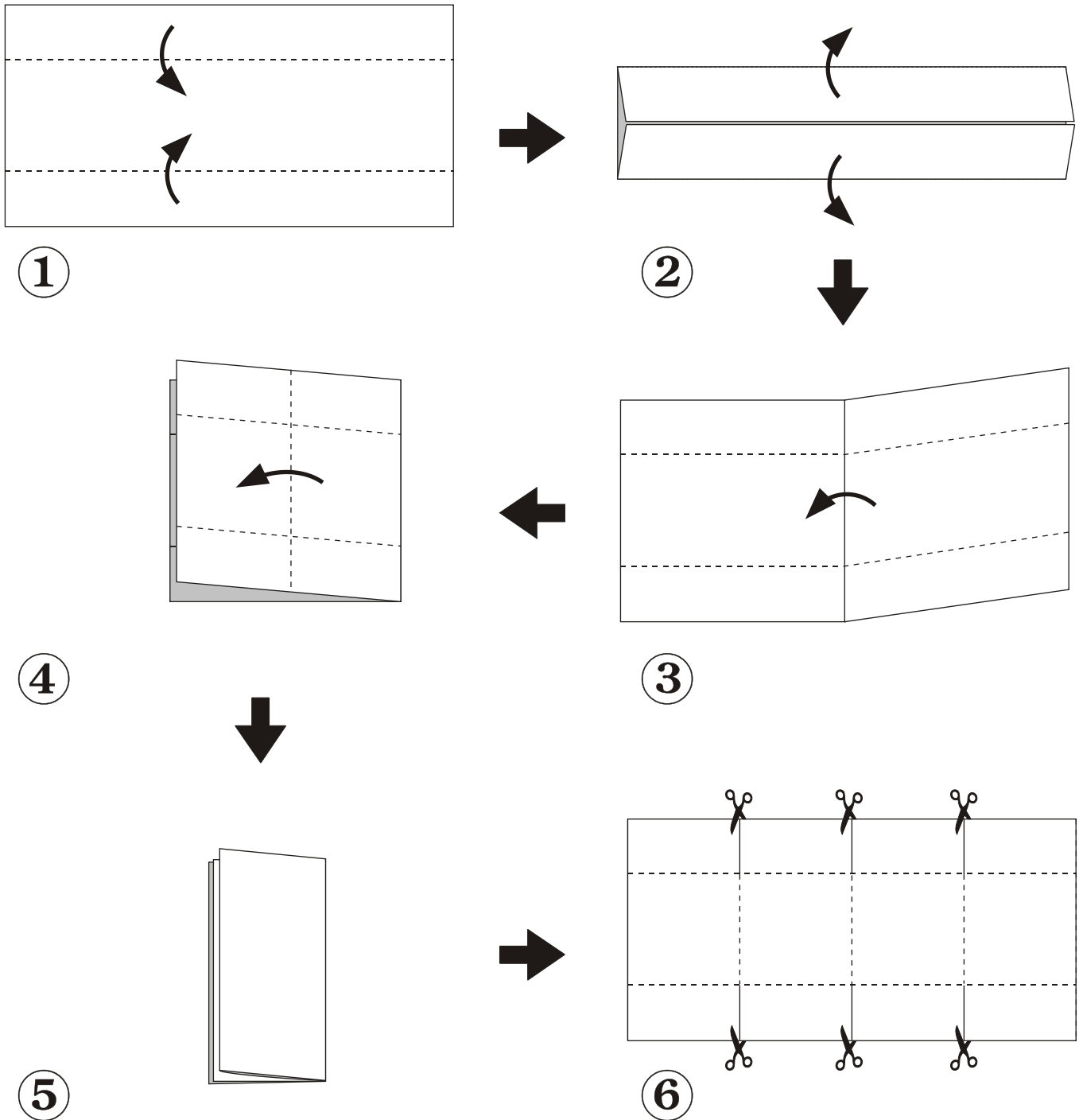
Matériel

- 1 chemise de classement rouge, 1 chemise de classement bleue, ruban gommé, ciseaux, règle, crayon

Procédure

1. Vous ferez deux ensembles de blocs de pression, 5 blocs rouges de grande dimension et 5 blocs bleus de petite dimension. Les deux tailles de blocs seront construites de la même dimension que celle de la carte illustrée ci-dessous.
2. Le patron ci-dessous a des lignes guides pour les blocs de grande et petite dimension. Copiez et découpez le patron. Sur la chemise de classement rouge, tracez les contours du patron pour former un ensemble de cinq cartes. Faites les marques pointillées indiquant la position des GRANDES lignes guides. TRACEZ les GRANDES lignes guides sur chaque carte. Répétez le processus sur la chemise de classement bleue, en inscrivant des lignes pointillées et en traçant les PETITES lignes guides sur chaque carte. Découpez la totalité des 10 cartes.
3. Pour former un bloc, pliez une carte le long des lignes guides du haut et du bas que vous avez tracées. Faites un pli prononcé. Dépliez la carte.
4. Pliez la carte en deux, en ramenant les deux côtés courts ensemble. Faites un pli prononcé. Pliez à nouveau la carte de moitié et dans le même sens. Faites un pli prononcé. Dépliez la carte.
5. À l'aide de ciseaux, découpez le long coté de la carte sur la crête du pli jusqu'à la ligne que vous avez tracée.
6. Pliez la carte pour en faire une boîte (les côtés courts ensemble). Appliquez du ruban gommé à la bordure. Pliez et appliquez du ruban gommé au rabat à chaque extrémité. Répétez pour toutes les cartes (blocs).
7. Puisqu'on a utilisé une carte de même dimension pour chaque bloc, vous avez maintenant 10 blocs de poids égal. Les blocs ont également des bases de même taille.





Construction d'un ensemble permanent de blocs de pression

Coupez des blocs de matériaux solides tels du bois ou un matériau d'isolation. Les blocs devraient tous avoir des bases carrées de même dimension. Les grands blocs devraient être deux fois plus hauts que les petits blocs. Tous les blocs devraient avoir le même poids. Ajustez le poids en perçant des trous et en y insérant des poids de métal. Peinturez les blocs courts en bleu et les grands blocs en rouge.

ACTIVITÉ 1**Pression, pression d'air et courants-jets**

Quand vous aurez terminé cette activité, vous devriez être en mesure de :

- Expliquer en quoi consiste la pression et comment elle peut varier verticalement et horizontalement.
- Décrire comment des contrastes de densité entre l'air chaud et l'air froid produisent des différences de pression à différents niveaux dans l'atmosphère.
- Expliquez comment les différences de pression dans l'atmosphère peuvent mener à des vents de haute vitesse nommés courants jets.

Introduction

La pression de l'air est une des plus importantes propriétés de l'atmosphère. Elle est importante parce que les différences dans la pression de l'air d'un endroit à un autre mettent l'air en mouvement de la même façon que l'air fuit rapidement à travers la valve ouverte d'un pneu gonflé. Des différences de pressions d'air à des altitudes de neuf kilomètres ou plus mènent au développement de vents de haute vitesse appelés courants-jets.

Dans cette activité un ensemble de blocs représentatifs de la pression nous permet d'en explorer les notions fondamentales et les différences de pression dues aux changements de densité. L'application de ces connaissances à l'atmosphère élucide ce qui cause, principalement, la formation des courants-jets.

Matériel

- Deux ensembles de 5 blocs de pression chacun (Voir **Construction de blocs de pression**).
- Deux cartes 8 cm X 13 cm (ou fiches signalétiques), crayon, règle droite

Investigations

Pour étudier la pression, nous devons commencer par la définir. La pression est une force agissant sur une unité de surface. La pression est le poids (le poids est une force) d'une colonne d'air agissant sur une unité de surface horizontale, p. ex. : le kilopascal (kPa) est une unité de pression. Pour représenter concrètement le concept de pression, on utilise deux ensembles de blocs ayant les caractéristiques suivantes :

- a) tous les blocs ont le même poids ;
- b) tous les blocs ont des bases carrées de même taille ;
- c) tous les blocs exercent la même pression vers le bas sur la surface sous-jacente (parce que le même poids agit sur une base de même taille).

1. Prenez un bloc de chaque ensemble et déposez-le sur sa base carrée sur la surface d'une table. Parce que les deux blocs ont le même poids et que leurs bases ont la même superficie, les blocs exercent une pression (**égale**) (**inéga**le) sur la table.
2. Les blocs plus courts ont la moitié du volume des blocs plus hauts tout en contenant la même masse (nous savons ceci puisqu'ils ont le même poids). Parce que la densité est la masse par unité de volume, les petits blocs sont (**deux fois**) (**la moitié**) aussi denses que les blocs plus grands.
3. Placez une autre boîte identique sur le dessus de chaque bloc déjà sur la table. Chaque pile exerce maintenant (**la même**) (**deux fois plus de**) pression sur la table qu'elle ne le faisait initialement. La pression exercée sur la table par la pile haute est (**égale**) (**inéga**le) à la pression exercée sur la table par la petite pile.

4. Positionnez les piles côte à côte et ajoutez un autre bloc identique à chaque pile (pour un total de 3 dans chaque pile). Insérez une fiche signalétique à l'horizontale à travers les deux piles de sorte que deux blocs plus courts et un bloc plus haut soient positionnés sous la carte. Comparez les pressions exercées sur la carte par les blocs sus-jacents. La pile de plus grands blocs exerce une pression (**plus grande**) (**égale**) (**moindre**) sur la fiche que ne le fait la pile de blocs plus courts.
5. Ajoutez un bloc court à sa propre pile. Levez le restant des blocs et recouvrez les piles d'une autre fiche signalétique. Ajoutez le restant des blocs à leurs piles respectives. La pression exercée sur la table par la pile plus haute demeure (**égale**) (**inégale**) à la pression exercée sur la table par la pile plus courte.
6. Chaque bloc exerce une unité de pression (1 UP) sur la surface sous-jacente. Dans le tableau ci-après, indiquez la pression en unités UP que chaque pile exerce sur chaque surface. Pour chaque surface, calculez et enregistrez la différence de pression entre les deux piles.
7. En commençant au niveau de la surface de la table et en montant, la différence dans la pression vers le bas exercée par les portions sur-jacentes des piles (**augmente**) (**diminue**). La pression diminue plus rapidement avec la hauteur dans la pile la (**plus haute, moins dense**) (**plus courte, plus dense**).
8. Examinez la figure 5 : blocs de pression, vue de côté. En suivant les exemples montrés, tracez des lignes sur le graphique pour enregistrer les positions des hauts/bas de tous les blocs de sorte que le graphique représente une vue de côté des deux piles. Placez un gros point à mi-chemin de chaque ligne haut/bas que vous avez tracée. En suivant les exemples donnés, utilisez une règle pour tracer des lignes des points dans une pile, aux points dans une autre pile représentant les mêmes pressions. Ces lignes reliant les points d'égale pression deviennent (**plus**) (**moins**) inclinées avec une augmentation en hauteur.
9. Figure 6 : La section verticale de pression montre une section de l'atmosphère basée sur des sondages de l'atmosphère supérieure obtenus simultanément à Norman, Oklahoma (OUN) et à The Pas, Manitoba (YQD) environ 2 175 kilomètres au nord de Norman. Les valeurs de la pression de l'air en hectopascals (hPa) sont restituées comme des points aux altitudes où elles ont été observées, en commençant avec des valeurs presque identiques à la surface. À Norman (OUN), la pression de l'air à environ 12 300 mètres au-dessus du niveau de mer était de (**300**) (**250**) (**200**) hPa.
10. L'air au-dessus de The Pas, station YQD, était plus froid et donc plus dense que l'air au-dessus de la station plus au sud, OUN. En

	Pression du grand bloc (UP)	Pression du petit bloc (UP)	Différence de pression (UP)
Sur carte du haut			
Sur carte du bas			
Sur surface de table			

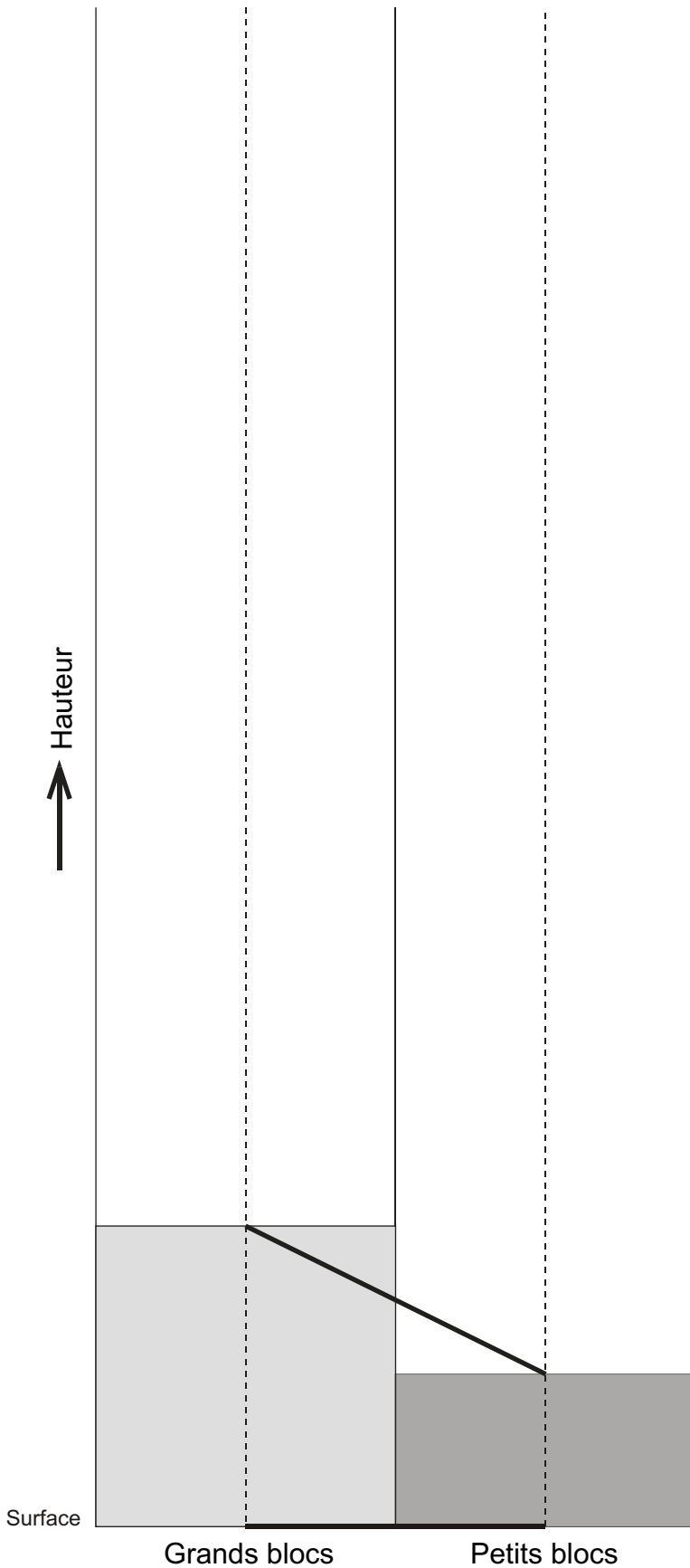


Figure 5 - Blocs de pression, vue de côté

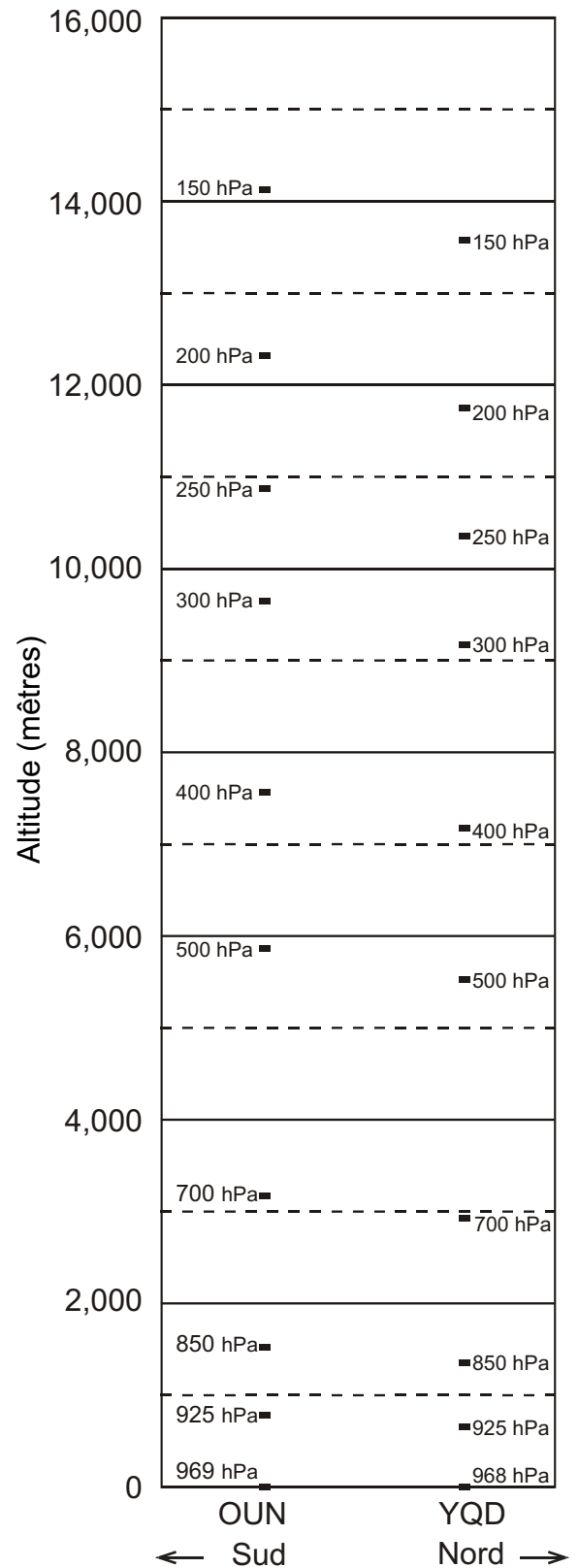


Figure 6 - Section verticale de la pression de l'air (00Z 12 Sept. 1993)

suivant les exemples montrés à la surface et à 925 hPa, tracez des lignes droites reliant les points de pression d'air égale sur le graphique. Au-dessus de la surface de la Terre ces lignes représentant des pressions d'airs égales sont **(horizontales) (inclinées)**.

11. Comparez les lignes de pression égale que vous avez tracées sur les deux figures. Elle semblent très différentes parce que l'une traite avec des blocs rigides alors que l'autre traite avec de l'air, et deuxièmement, leurs échelles sont très différentes. Cependant, les deux révèlent l'effet de la densité sur la pression. Les lignes de pression égales sont inclinées vers le **(bas) (haut)** depuis les hauts blocs de moindre densité ou de la colonne d'air chaud au-dessus d'OUN en direction des courts blocs de plus grande densité ou la colonne d'air froid au-dessus de YQD, respectivement.
12. À cause de l'inclinaison des lignes de pression égale dans la figure 6, on peut voir qu'à 12 300 mètre au-dessus du niveau de la mer la pression de l'air dans l'air plus chaud à OUN est **(plus élevée) (égale) (plus basse)** que la pression de l'air dans l'air plus froid à YQD.
13. Parce que l'air est gazeux, la pression de l'air agit à tout point dans toutes les directions. Les différences dans la pression de l'air provenant des différences de densité de l'air produisent des forces horizontales venant depuis la pression plus élevée vers la pression la moins élevée. Ainsi, la pression est mise en mouvement à l'horizontal à partir de l'endroit où la pression est plus élevée vers là où la pression est plus basse. Tracez une flèche horizontale à l'altitude de 12 300 mètres pour indiquer dans quelle direction la force horizontale agit à cette altitude. Cette flèche pointe en direction du **(nord) (sud)**.
14. L'air mis en mouvement par ces forces horizontales ne circule pas directement en direction de la pression plus basse. Il est dévié par la rotation de la Terre. Ce changement

de direction se nomme effet de Coriolis. Dans l'Hémisphère Nord, l'air est dévié à la droite de la direction vers laquelle il se déplace jusqu'à ce qu'elle se déplace le long d'un tracé perpendiculaire à la force produite par la pression. Quelle affirmation décrit le mieux le mouvement de l'air sous l'influence d'une force produite par la pression (représentée par votre flèche) et l'effet de Coriolis ?

a) L'air se déplaçant vers le sud tourne vers la droite jusqu'à ce qu'il se déplace vers l'ouest.

b) L'air se déplaçant vers le nord tourne vers la droite jusqu'à ce qu'il se déplace vers l'est.

15. Au moment où les observation de haute altitude ont été effectuées, les vitesses de vent les plus élevées ont été enregistrées où la pression de l'air était près de 200 hPa. En conséquence, la vitesse maximum du vent se produisait probablement près d'une altitude de **(10 000), (12 000), (14 000)** mètres au-dessus du niveau de la mer.
16. Ces vents de haute vitesse de la haute atmosphère, produits dans une large mesure par les différences de densité entre l'air chaud et l'air froid, ont tendance à se concentrer en "rivières" d'air. On les appelle courants-jets. Dans la figure 7, Carte d'exercice en altitude, la ligne foncée représente l'emplacement approximatif du courant-jet au moment où les observations OUN et YQD ont été effectuées. Tracez une tête de flèche à une extrémité du courant-jet pour indiquer la direction dans laquelle l'air circule.

ACTIVITÉ 2

Le courant-jet polaire

Quand vous aurez terminé cette activité, vous devriez être en mesure de :

- Déterminer l'emplacement du courant-jet polaire en se basant sur les données des vents en haute-atmosphère.
- Décrire les influences du courant-jet polaire sur la météo et l'aviation.

Introduction

Le courant-jet polaire est comme une rivière d'air à grande vitesse dans l'atmosphère supérieure. Il sépare les régions chaudes et froides à la surface de la Terre. Il peut s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres du nord au sud, être de 1 500 à 3 000 mètres d'épaisseur à une altitude de 9 000 à 13 000 mètres. Le courant-jet polaire souffle généralement de l'ouest vers l'est et est plus fort en hiver quand les vitesses du vent au centre du courant-jet sont parfois aussi élevées que 400 kilomètres heure. Des changements dans le courant-jet indiquent des changements de l'atmosphère et de la température locale associée.

Matériel

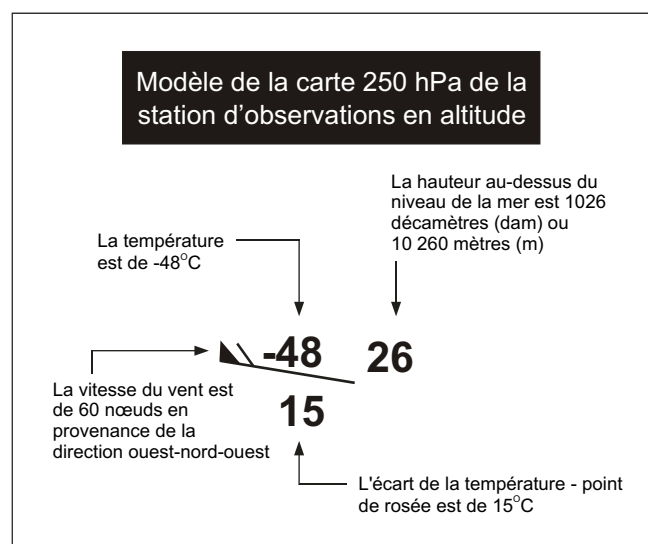
- crayon

Investigations

On observe souvent les vitesses des vents de niveau supérieur les plus élevées à des altitudes de 9 à 13 kilomètres au-dessus du niveau de la mer. Dans la figure 8, le graphique des données de haute atmosphère affiche des données restituées représentant la vitesse et la direction des vents observé à 12Z (7h HNE) à des altitudes où la pression de l'air était de 250 hectopascals (hPa). Au moment de préparer la carte, les

altitudes réelles auxquelles la pression était 250 hPa variait de 9,030 à 10,970 mètres au-dessus du niveau de la mer. Les données de niveau supérieur sont couramment présentées sur des cartes à pression constante à cause de l'utilité de ces cartes pour les météorologues. Les données ont été acquises en faisant le suivi d'instruments météorologiques, appelés radiosondes, transportés par des ballons. Ces instruments mesurent et émettent des données météorologiques au fur et à mesure qu'ils grimpent dans l'atmosphère.

Les données relatives au vent sont représentées par des "flèches" ou barbules aux emplacements sur la carte d'où les radiosondes ont été lancées. Sur la barbule, la ligne droite représente la direction du vent alors que les plumes représentent la vitesse du vent. Les vents sont nommés en fonction de la direction de laquelle ils soufflent. On rapporte la vitesse des vents en nœuds (un nœud est égal à 1,9 kilomètres/heure) ; chaque plume pleine longueur représente 10 nœuds, chaque demi-plume signifie 5 nœuds et chaque fanion représente 50 nœuds. Par exemple, à la figure 8, les données restituées de l'atmosphère supérieure à 250 hPa pour The Pas, MB à 12Z le 13 septembre 2000 représentent un vent ouest-nord-ouest d'une vitesse de 60 nœuds (ou 114 km/h).



Les données des vents au niveau 250 hPa reçues de chaque radiosonde peuvent être restituées sur une carte et servir à analyser les configurations de l'atmosphère supérieure et à localiser le courant-jet. Vous trouverez restituées à la figure 9 les données 250 hPa de l'atmosphère supérieure pour 12Z le 13 octobre 2000, ainsi qu'un certain nombre de régions ombrées. À l'intérieur des régions ombrées, les vitesses des vents à 250 hPa sont de 60 nœuds ou plus. Plus le l'ombrage est foncé, plus la vitesse est élevée, p. ex.: 60 kt, 90 kt et 120 kt, ce qui vous aidera à identifier le courant-jet et les maxima locaux du courant-jet ou jet max (ou maximum). Dans ce cas les maximum excèdent 100 nœuds. Les lignes pointillées qui entourent ces régions ombrées relient les points où la vitesse des vents est de 60 nœuds et sont appelées isotaches.

1. En utilisant la figure 8, tracez une ou des lignes avec un crayon pour renfermer la/les régions ou les vitesses de vents 250 hPa sont de 60 nœuds ou plus. Ombrez légèrement la région encadrée. Tracez une flèche recourbée foncée, épaisse et lisse à travers le centre des vents à vitesses plus élevées. Ajoutez un tête de flèche pour montrer la direction du vent. Nota : dans la figure 8, vous verrez 4 stations entourées d'un cercle en pointillé, qui ont été étiquetées par l'ordinateur pour signaler que certains aspects des fichiers de données pourraient contenir une erreur. N'utilisez donc pas ces stations encadrées dans votre analyse.
2. La grande flèche que vous avez dessinée sur votre carte donne une approximation du courant-jet polaire existant à travers l'Amérique du nord. Imaginez maintenant que vous êtes dans l'une nacelle attachée à un ballon rempli d'hélium qui est situé au-dessus de Prince George, CB. En supposant que votre ballon demeure au niveau 250-hPa, décrivez votre trajet pendant que vous voyagez à travers le pays. Au-dessus de quelles villes, provinces ou états américains êtes-vous susceptibles de passer dans votre

déplacement au-dessus de l'Amérique du Nord. À quel endroit est-ce que vous quitteriez la côte est ?

3. Quelle est votre vitesse approximative mesurée en relation avec la surface de la Terre ?

4. Même si la vitesse du vent est de 60 nœuds ou plus, telle que mesurée en relation avec le sol, un anémomètre fixé à la nacelle indique que le vent est calme. Expliquez pourquoi.

5. Regardez Le vent de chaque côté du jet. Les vents de chaque côté du jet sont **(plus lents)** **(plus rapides)** que les vents du courant-jet et ont **(la même)** **(une différente)** direction.
6. Le courant-jet polaire est comme une « rivière » d'air à grande vitesse incrustée dans la circulation de l'atmosphère à l'échelle planétaire. Les

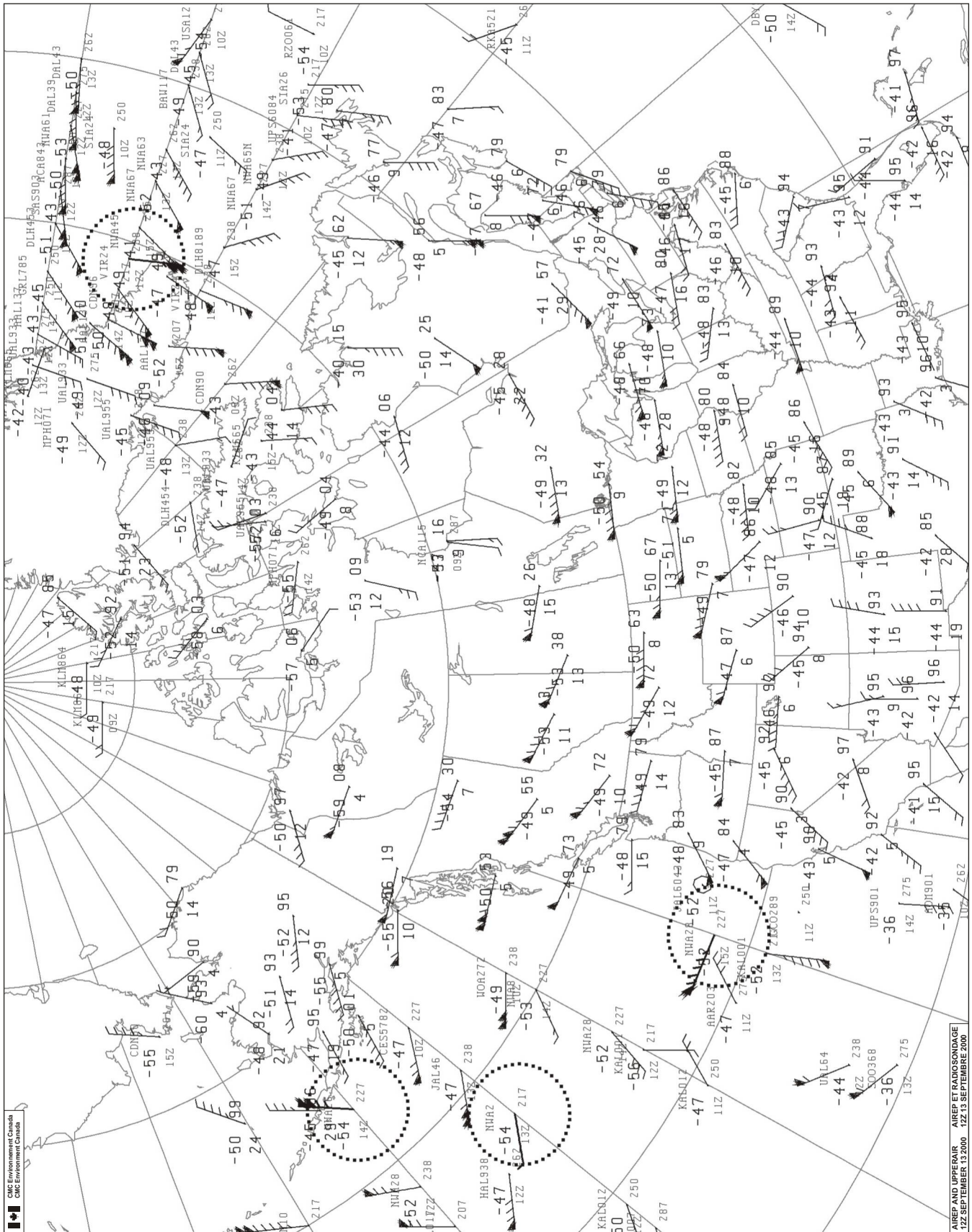


Figure 8 - Carte de l'atmosphère supérieure 250 hPa de CMC Environnement Canada présentant les données restituées pour 12Z 13 septembre 2000. Les vitesses des vents sont restituées en nœuds (un nœud est égal à 1,9 km/h).

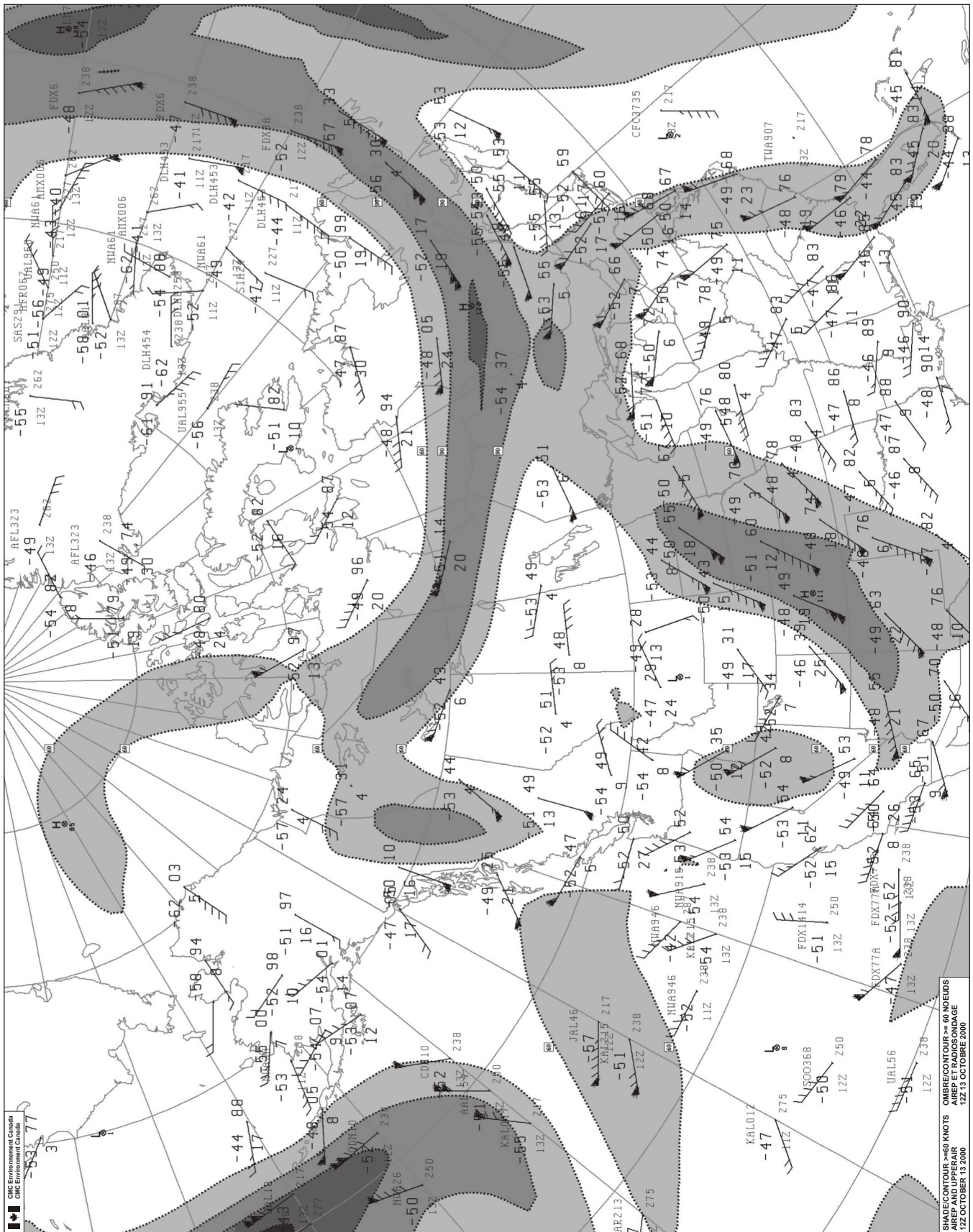


Figure 9 - Carte de l'atmosphère supérieure 250 hPa de CMC Environment Canada présentant des données restituées et une analyse du courant-jet pour 12Z 13 octobre 2000. Les vitesses des vents sont restituées en nœuds (un nœud est égal à 1,9 km/h)

dessins ci-après dans les figures 10a et 10b illustrent les méandres du courant d'air de l'ouest (ou vers l'est) à des niveaux supérieurs dans les latitudes moyennes de l'Hémisphère Nord (circulation à l'échelle planétaire). La configuration en vagues peut varier considérablement en amplitude (gamme de latitude).

- a) Indiquez quel dessin (**10a**) ou (**10b**) correspond le mieux à la circulation de l'atmosphère supérieure de la figure 4.
- b) Quel dessin (**10a**) ou (**10b**) correspond le mieux à la circulation de l'atmosphère supérieure de ce jour telle que présentée à l'analyse 250 hPa trouvée sur le site d'Environnement Canada ?

- 7. Au niveau de l'ensemble de l'Amérique du Nord, les tempêtes ont tendance à suivre le trajet du courant-jet du front polaire. Dans la figure 9, une tempête dans la région de Denver au moment de préparer la carte est susceptible de se déplacer vers (**les Grands Lacs**) (**la Floride**).

- 8. Il est important pour l'aviation commerciale de connaître la position du courant-jet. Expliquez pourquoi au moment de préparer la carte à la figure 8, un vol d'avion de Montréal à Vancouver prendrait beaucoup plus de temps qu'un vol de Vancouver à Montréal.

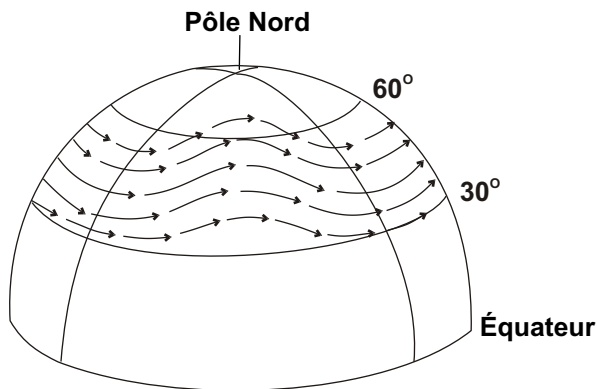


Figure 10a

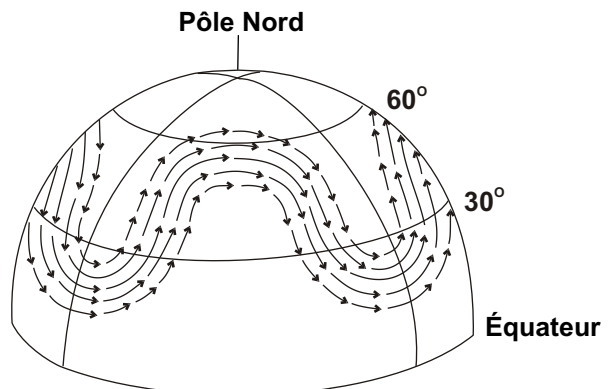


Figure 10b