

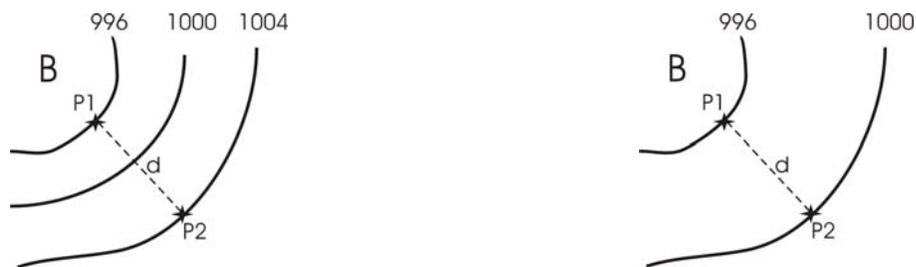
TP#5 : l'atmosphère en mouvement. L'origine des vents (les forces)

Objectif : Comprendre les causes du vent (l'air en mouvement).

Les forces dans l'atmosphère

- L'air circule des hautes pressions vers les basses pressions. L'action du **gradient de pression** est à l'origine du vent. Le vent est plus fort là où le gradient de pression est le plus élevé. Le gradient de pression entre deux points s'estime par le rapport entre la différence de pression entre les deux points et la distance qui les sépare (exemple 5.1).
- **Règle de pouce** : Les gradients de pression et, par conséquent, la force de gradient de pression et le vent, sont plus élevés là où les isobares ou les isohypses sont les plus serrées.
- L'action du **frottement** de l'air sur la surface terrestre s'oppose constamment au vent et le ralentit. Le frottement est généralement négligeable en altitude.
- L'action de la **rotation de la Terre** (force de Coriolis) est essentielle pour établir la direction du vent.

Exemple 5.1 : La figure 5.1 représente un détail d'une carte de pression au niveau moyen de la mer. En a), le gradient de pression entre les points P1 et P2 est deux fois supérieur à celui de b) parce que la distance entre P1 et P2 n'a pas changé mais la pression en P2 a diminué. La différence de pression entre les deux points est de 8 mb en a) et de 4 mb en b).



a) Champ de pression le 23 mars 2011

b) Champ de pression le 24 mars 2011

Figure 5.1 : Carte de pression à la surface. B indique le centre de basse pression. Les lignes noires continues représentent les isobares, dont l'étiquette est la pression en mb. P1 et P2 représentent deux villes séparées par la distance d.

Les vents

- La **force de Coriolis** et le **frottement** ne sont pas à l'origine des vents mais apparaissent plutôt lorsque le vent est déjà présent. Leur action modifie la direction et la vitesse du vent.
- Dans l'**hémisphère nord**, l'écoulement du vent est dans le sens **anti-horaire** autour d'une **basse pression** et dans le sens **horaire** autour d'une **haute pression**. Les vents sont orientés à peu près parallèlement aux isobares en laissant les **basses pressions** sur leur **gauche**.
- Dans l'**hémisphère sud**, l'écoulement du vent est dans le sens **horaire** autour d'une **basse pression** et dans le sens **anti-horaire** autour d'une **haute pression**. Les vents sont orientés à peu près parallèlement aux isobares en laissant les **basses pressions** sur leur **droite**.

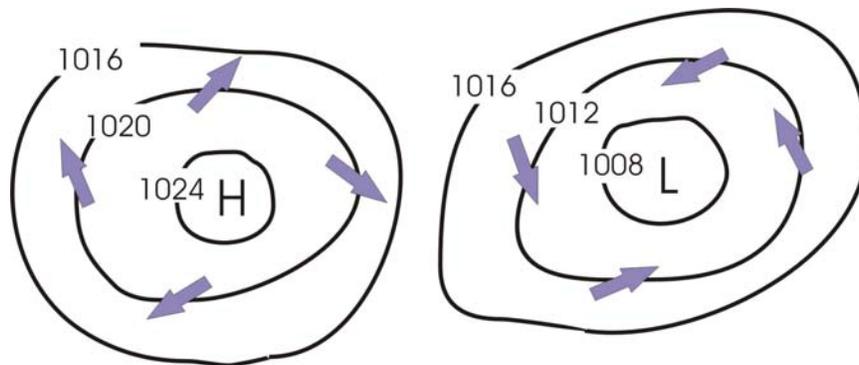


Figure 5.2 : Circulation du vent dans l'hémisphère nord autour d'un anticyclone (H) et d'une dépression (L).

- L'action de la force centripète (ou force centrifuge) est présente quand la trajectoire du vent n'est pas une ligne droite.
- Plusieurs vents résultent de l'équilibre des forces agissant sur l'air :
 - Le **vent géostrophique** : vent d'équilibre entre la force de gradient de pression et la force de Coriolis.
 - Le **vent gradient** : vent d'équilibre entre la force horizontale de pression, la force de Coriolis et la force centrifuge.
- Dans la haute atmosphère, le vent souffle parallèlement aux isohypses.
- À cause du frottement, dans la basse atmosphère, le vent croise les isobares dans la direction des basses pressions (figure 5.2).

Mouvements verticaux de l'air

- Quand, dans une région donnée, le flux d'air entrant est supérieur au flux sortant, on dit qu'il y a de la **convergence** d'air.
- Si le flux entrant est inférieur au flux sortant, il y a de la **divergence** d'air.
- La **convergence** d'air à la surface provoque des **mouvements ascendants** d'air.
- La **divergence** d'air à la surface est à l'origine des **mouvements descendants** d'air ou de la subsidence.
- À la surface, à cause du frottement, il y a **convergence** du vent :
 - dans les **centres de basse pression** (figure 5.2);
 - dans les **creux barométriques** (figure 5.3).
- À la surface, à cause du frottement, il y a de la **divergence** :

- dans les **centres de haute pression** (figure 5.2);
- dans les **crêtes barométriques**.

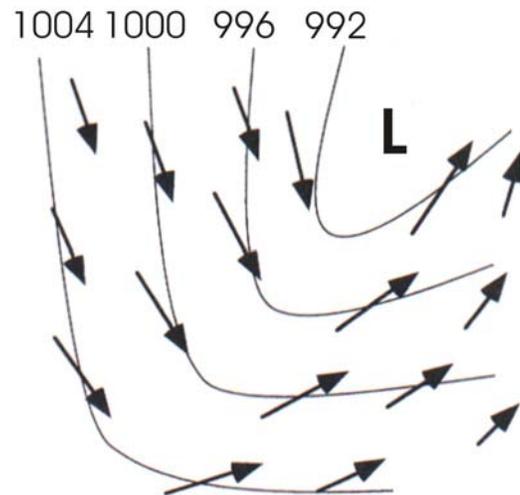


Figure 5.3 : zone de convergence dans un creux barométrique.

- Le mouvement ascendant de l'air peut amener à la formation de nuages.
- Le mouvement descendant contribue à dissiper les nuages.

Exercice 5.1 : La figure 5.4 représente une parcelle d'air qui subit l'action de trois forces représentées par les flèches noires.

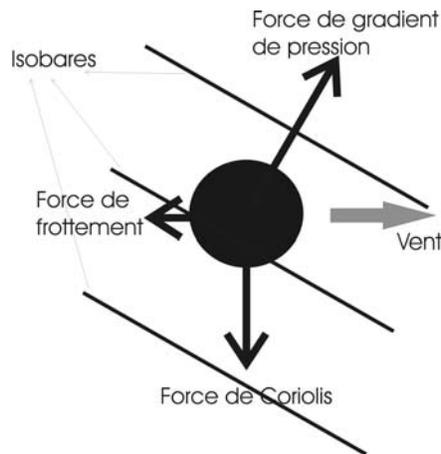


Figure 5.4 : Forces agissant sur une parcelle d'air (représentée par le cercle noir)

- La parcelle d'air se déplace-t-elle proche de la surface ou dans la haute atmosphère?
- Étiquetez les trois isobares en choisissant des valeurs compatibles avec l'altitude du niveau de déplacement de la parcelle.

Exercice 5.2 : La figure 5.5 a) représente deux isobares proches de la surface et la figure 5.5 b) deux isohypses au niveau de pression de 500 mb.

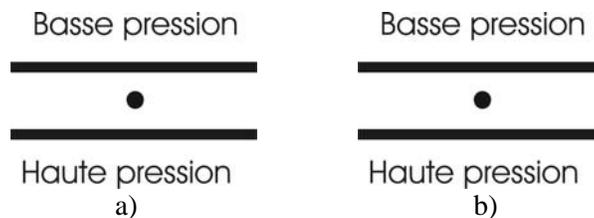


Figure 5.5 : a) surface; b) haute atmosphère.

- Indiquez par des flèches les forces qui agissent sur la parcelle (point noir) en 5.5a) et en 5.5b).
- Comment nomme-t-on le vent d'équilibre en 5.5b)?

Exercice 5.3 - Quand les isolignes sont courbées, il existe une nouvelle force qui est responsable du changement de direction (la force centripète). Les forces du point de vue de la parcelle sont alors la force de gradient de pression, la force de Coriolis, la force de frottement et la force centrifuge (égale et de signe contraire à la force centripète). La figure 5.6 montre deux isohypses, à 500 mb, également espacées. B représente un creux en altitude et A une crête.

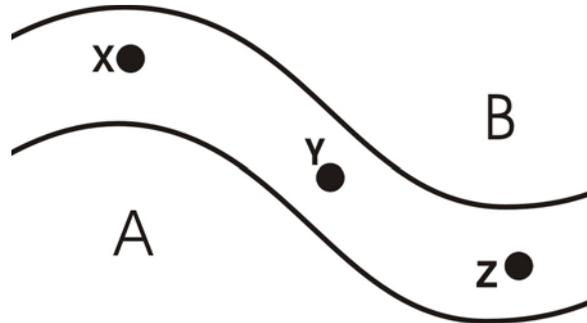


Figure 5.6 : Des isohypses également espacées au niveau de 500 mb.

- À chaque point X, Y et Z, faites le diagramme des forces (comme dans la figure 5.4 en considérant les forces pertinentes).
- Où est-ce que la vitesse est la plus élevée?
- Où est-ce que la vitesse est la moins élevée?

Exercice 5.4 : À cause de plusieurs facteurs comme la topographie, les échanges de chaleur et autres, dans la vraie vie, les contours de hauteur ne sont pas également espacés. La figure 5.7 représente une configuration d'isohypses qui montre ce fait.

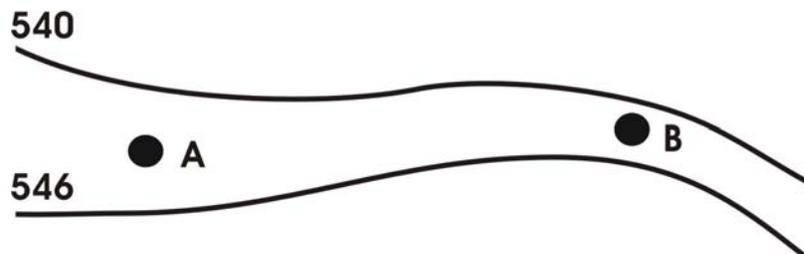


Figure 5.7 : Isohypses à 500 hPa.

- Où est-ce que la vitesse est la plus élevée : en B ou en A?
- Quelles sont les forces qui agissent sur l'air en A et B?
- Comment se nomme le vent d'équilibre en B?

Exercice 5.5 : La figure 5.8 montre un cyclone et un anticyclone dans l'hémisphère nord et, au sud de la ligne de l'équateur (0° de latitude), un anticyclone et un cyclone dans l'hémisphère sud. Montrez avec des flèches l'écoulement du vent.

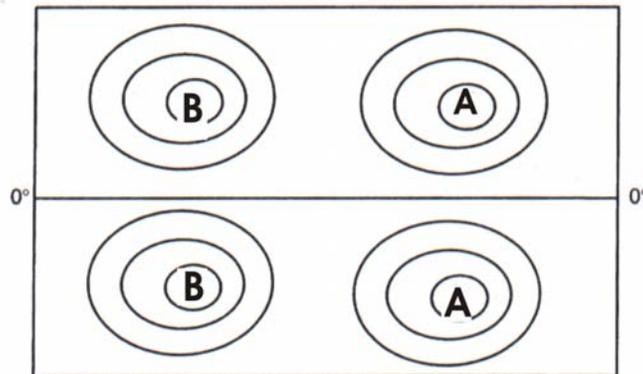


Figure 5.8 : Systèmes anticycloniques (A) et cycloniques (B), dans les deux hémisphères.

Exercice 5.6 : La figure 5.9 montre une carte de pression au niveau moyen de la mer.

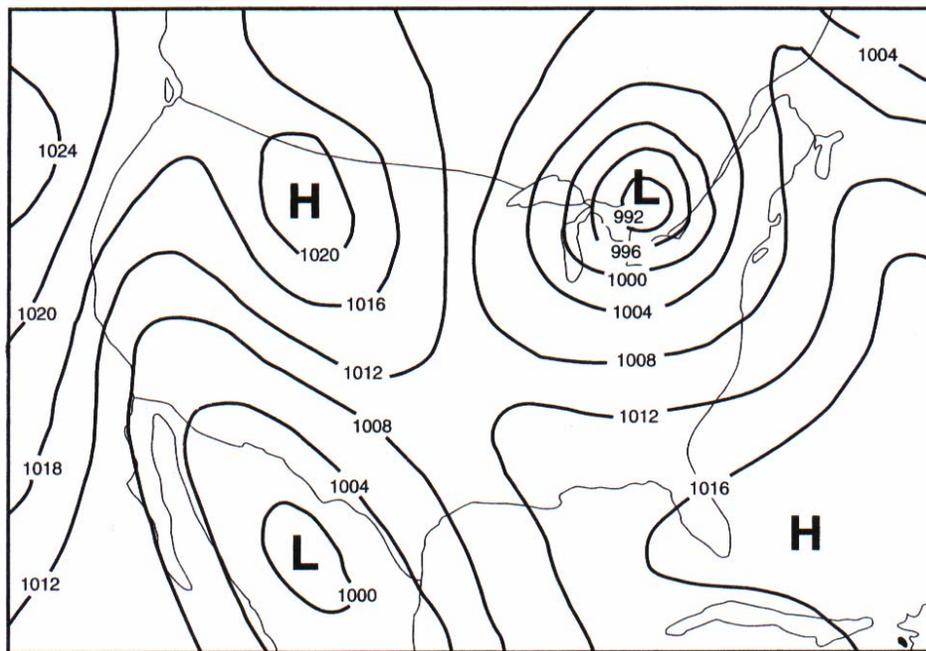


Figure 5.9 : Carte de la pression au niveau de la mer.

- Identifiez une crête et un creux dans la carte de la figure 5.9.
- Montrez le patron des vents qui résulte du patron de pression observé dans la carte de la figure 5.9. Utilisez un grand nombre de petites flèches éloignées les unes des autres d'au moins 2,5 cm.
- Marquez avec un X les régions où les vents sont plus forts.
- Identifiez deux régions où il y a de la convergence du vent et deux régions où il y a de la divergence.
- Identifiez une région où il est très probable que le temps soit nuageux.