CHAPITRE 0

RÉVISION POUR MÉTÉOROLOGIE SYNOPTIQUE

1) Dérivée ordinaire : $\left(\frac{dT}{dt}\right)_{x,\, y,\, z,t}$ **et dérivée partielle** : $\left(\frac{\partial T}{\partial t}\right)_{x,\, y,\, z,t}$

(où T est la température et t est le temps)

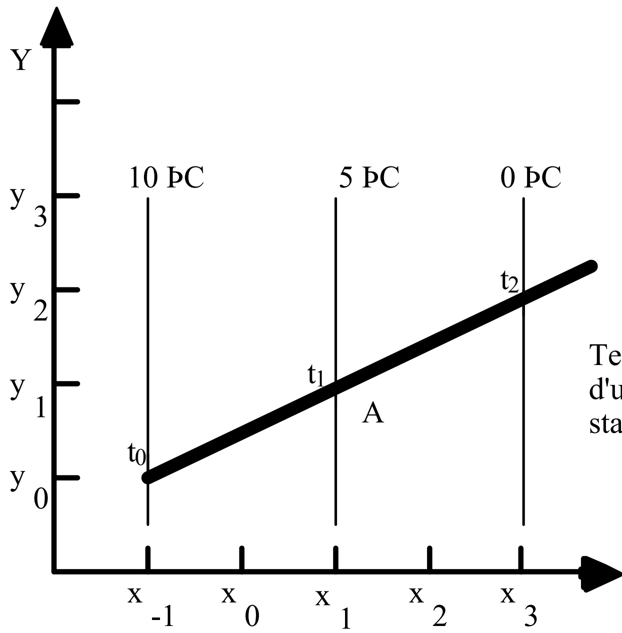
$\left(\frac{dT}{dt}\right)_{x_1,\, y_1, z_1, t_1}$ est le taux de changement temporel de la température de la particule qui se trouve au point x_1, y_1, z_1 au temps t_1 **en suivant son déplacement**.

$\left(\frac{dT}{dx}\right)_{x_1,\, y_1, z_1, t_1}$ est le taux de changement de la température par rapport au changement de position selon l'axe x pour la particule qui se trouve au temps t_1 à x_1, y_1, z_1 **en suivant son déplacement**.

$\left(\frac{\partial T}{\partial t}\right)_{x_1,\, y_1, z_1, t_1}$ est le taux de changement temporel de la température **au point x_1, y_1, z_1 au temps t_1**. Il y a des particules qui passe à travers le point.

$\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x_1,\, y_1, z_1, t_1}$ est le taux de changement de la température dans la direction x **au point x_1, y_1, z_1 au temps t_1**. Il y a des particules qui passe à travers le point .

Exemple en 3 dimension (x, y, t) pour un champ de température stationnaire:



Température le long de la trajectoire d'une particule pour une température stationnaire

Si $\dfrac{\partial T}{\partial t} = 0$, par définition T est constante localement et on dit que la température est stationnaire ou en régime permanent.

Évidemment les particules qui passent à travers le point x_1 changent leur température en se déplaçant

Exercices : Au point A, calculez approximativement $\dfrac{dT}{dt}, \dfrac{dT}{dx}, \dfrac{\partial T}{\partial x}, \dfrac{\partial T}{\partial y}$ et $\dfrac{\partial T}{\partial y}$

Utilisez les différences finies pour faire le calcul:

$$\left(\frac{dT}{dt}\right)_{x_1,\ y_1, z_1, t_1} \approx \frac{T_{x_2,y_2,z_2,t_2} - T_{x_0,y_0,z_0,t_0}}{t_2 - t_0}$$

et

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t}\right)_{x_1,\ y_1, z_1, t_1} \approx \frac{T_{x_1,y_1,z_1,t_2} - T_{x_1,y_1,z_1,t_0}}{t_2 - t_0}$$

Expansion de la dérivée totale (substantielle)

$$\frac{dT}{dt} = \frac{\partial T}{\partial t} + \overbrace{\underbrace{u\frac{\partial T}{\partial x} + v\frac{\partial T}{\partial y} + w\frac{\partial T}{\partial z}}_{\text{dérivées de l'advection}}}^{\text{dérivées convectives}}$$

Les dérivées de l'advection représentent le transport d'une propriété du flux par l'écoulement. Dans l'exemple de la page précédente, l'écoulement a tendance à transporter les températures plus froides vers le point A. **Cela ne veut pas nécessairement dire que la température au point A va refroidir**! Dans quelles circonstances la température au point A, ne refroidirait-elle pas?

2) Divergence et tourbillon

a) Divergence $\vec{\nabla}\cdot\vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$

Exemple :La divergence en 3-D représente l'expansion ou la contraction du volume (en %) des particules d'air dû aux différences de vitesse des surfaces de la particule.

En deux dimensions:$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$

la divergence représente l'expansion ou la contraction de l'aire (en %) des particules d'air dû aux différences de vitesse des cotés de la particule.

b) Tourbillon $\vec{\nabla}x\vec{V}$

Chaque composante représente deux fois le taux de rotation des particules autour d'un axe qui est dans la direction du vecteur tourbillon.

Exemple: $\left[\vec{\nabla}\times\vec{V}\right] . \vec{k} = \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right)$ [composant $\vec{k}$] qui représente deux fois le taux de rotation autour de l'axe z. Cette rotation est due aux différences de vitesse des cotés de la particule.

3) Échelle synoptique - échelle des dépressions et hautes pressions qui sont essentiellement des tourbillons en 2 dimensions

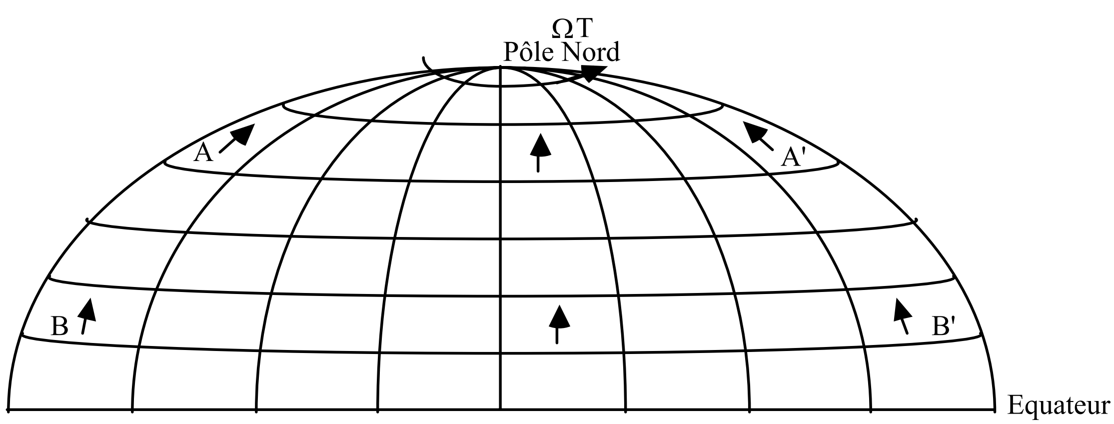
Horizontal	~500 à 5000 km	ordre ~1000 km
Vertical		ordre ~10 km

Une particule pour l'échelle synoptique:

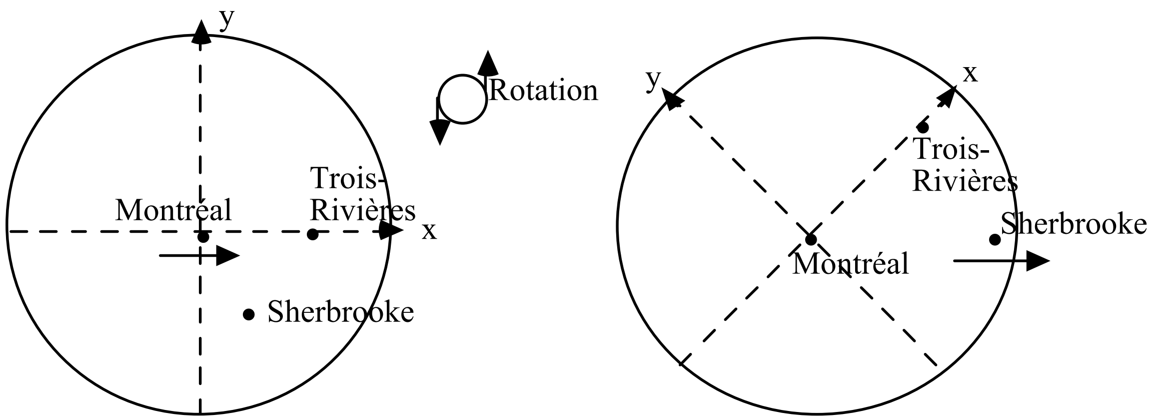
Horizontal	~100 km
Vertical	~1 km

4) Force de Coriolis due à la rotation de la Terre

La Terre tourne au taux Ω_T. Chaque élément de la surface de la Terre tourne autour d'un axe vertical local. Ce taux de rotation varie selon la latitude. Il est égal à Ω_T au pôle Nord et il est nul à l'équateur. [Regardez les orientations des flèches sur la figure ci-dessus]. La flèche en A change son orientation pour celle de A' dans la même période de temps que la flèche en B la change pour celle de B'. Le taux local de rotation autour de l'axe vertical local est égale à Ω_T sin φ où φ est la latitude.



Exemple: $t = t_o$ $t = t_o + \Delta t$



À $t = t_o$, une particule se déplace de Montréal vers Trois-Rivières à la vitesse ($\vec{V}_h$) horizontale par rapport à la Terre. Cette vitesse n'a aucune composante dans la direction y. Pendant le déplacement, le système de coordonnées subit une rotation et la particule n'arrive pas à Trois-Rivières. À $t_o + \Delta t$ la particule se trouve dirigée vers Sherbrooke et la vitesse, par rapport aux coordonnées (x, y) n'a pas la même direction. Donc, par rapport au système (x, y) il semble y avoir une accélération (qui est l'accélération du système de coordonnées) qui a changé la direction du mouvment. Calculant la grandeur de cette accélération, on trouve $a_{coriolis} = 2\ \Omega_{local}\ V_h$.