

Dynamique de l'atmosphère et l'océan

TD N°1 : Équilibre Hydrostatique, Vent Thermique

I Relation entre anomalies de T et de p ou ϕ

On considère deux points A et B à la même latitude. La température de l'atmosphère au dessus de A est plus chaude qu'en B dans toute la troposphère. L'altitude de la surface isobare 200 hPa (identifiée à la tropopause) est la même en A et B.

1. Une couche d'air comprise entre deux mêmes niveaux de pression est-elle plus épaisse au dessus de A ou B ? Donner la relation entre $d(\phi_B - \phi_A)/dp$ et $(T_B - T_A)$.
2. Tracer sur une coupe ($x-z$) entre A et B l'isobare (horizontale) 200 hPa, puis l'aspect d'autres isobares supérieures (donc d'altitude plus faible).
3. Montrer (schéma puis calcul) que le géopotential ϕ à une pression p donnée est plus faible au-dessus de A que de B, cette anomalie étant maximale près de la surface.
4. On a au contraire une anomalie négative de ϕ maximale à la tropopause au-dessus de A. De quel signe est la différence de température entre A et B? Représenter l'aspect des isobares comme en 2.
5. Indiquer la direction des forces de pression entre A et B dans les deux cas. Comment varie le vent géostrophique ?

II Advection de température

Une loi empirique pour l'hémisphère nord indique que si la direction du vent tourne dans le sens cyclonique (trigonométrique direct) quand l'altitude augmente, la température locale doit diminuer.

1. Sur un schéma tracer en un point le vent à deux niveaux de pression \mathbf{v}_1 et \mathbf{v}_2 , puis le vent thermique $\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1$.
2. En déduire la direction du gradient de température, puis le signe de l'évolution locale de T par advection horizontale entre les niveaux 1 et 2.

Application: le vent \mathbf{v}_1 à 1000 hPa en un point est dirigé vers le nord à 5 m/s. Le vent \mathbf{v}_2 à 500hPa au-dessus du même point a une composante méridienne identique et une composante vers l'est de 20 m/s.

3. Calculer les composantes du gradient de température moyen dans la couche 1000-500hPa.
4. En déduire l'évolution de T après 3 heures due à l'advection horizontale par le vent moyen $(\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2)/2$.

III Structure du vent moyen

Les cartes représentent les moyennes zonales (en longitude) de T et u (vent vers l'est) en janvier. La tropopause et la stratopause sont indiquées en tirets gras.

1. Indiquer sur les figures la direction des gradients horizontaux de température à différentes altitudes autour de 45°N et 45°S.
2. Donner le signe de la dérivée verticale de u aux mêmes endroits.
3. Vérifier que les variations de u sont cohérentes avec l'équilibre du vent thermique.

