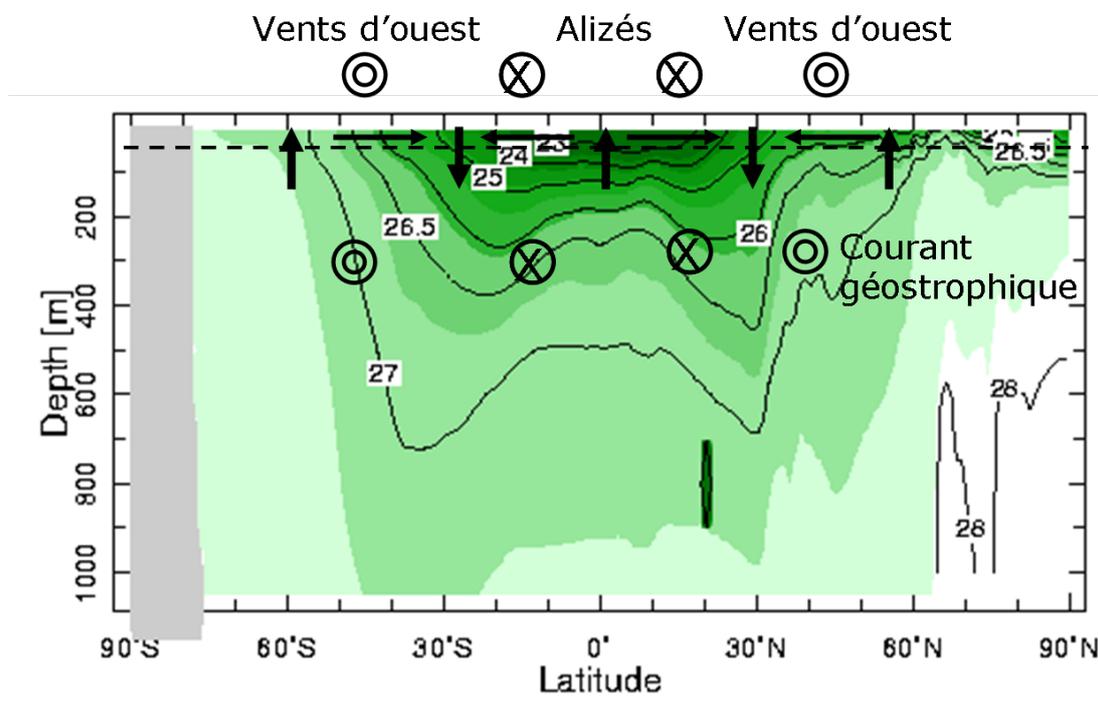


Physique du Climat

TD N°5: Transports méridiens d'énergie

I Transport océanique

La figure 1 montre le schéma de la circulation océanique méridienne moyenne forcée par les vents, ainsi que la densité moyenne en fonction de la profondeur.



Structure verticale de Densité

FIGURE 1: Coupe de la densité moyenne dans l'océan, et schéma de la circulation méridienne moyenne : transports d'Ekman (flèches) et courants géostrophiques ouest-est (cercles). Le trait pointillé note la couche limite de surface.

1. Sachant que les différences de densité sont dues principalement à celles de température, estimer la direction du transport d'énergie méridien à différents endroits de l'océan par cette circulation. On pourra pour cela comparer l'énergie transportée par les parcelles en surface, et celle des courants de retour en profondeur.

2. Quel est la circulation atmosphérique analogue ? (du point de vue structure et mécanisme de transport d'énergie)
3. Quels autres mécanismes de transport existent dans l'océan ?

II Ondes stationnaires tropicales

Les cartes de surface dans les tropiques (figures 2 et 3) montrent les moyennes annuelles de la température de l'océan T , la pression p et le vent de surface (u, v) . On cherche le signe du transport méridien de chaleur dans les basses couches en moyenne zonale $[\overline{v^*T^*}]$, où $[\cdot]$ dénote la moyenne zonale, et \cdot^* les anomalies par rapport à cette moyenne.

1. Déterminer le signe de v^* et T^* dans les parties ouest et est des bassins océaniques, et dans les 2 hémisphères.
2. En déduire le signe de la moyenne zonale $[\overline{v^*T^*}]$. Le transport de chaleur est-il vers l'équateur ou le pôle ?
3. Qu'en est-il du transport de vapeur d'eau dans les basses couches ?

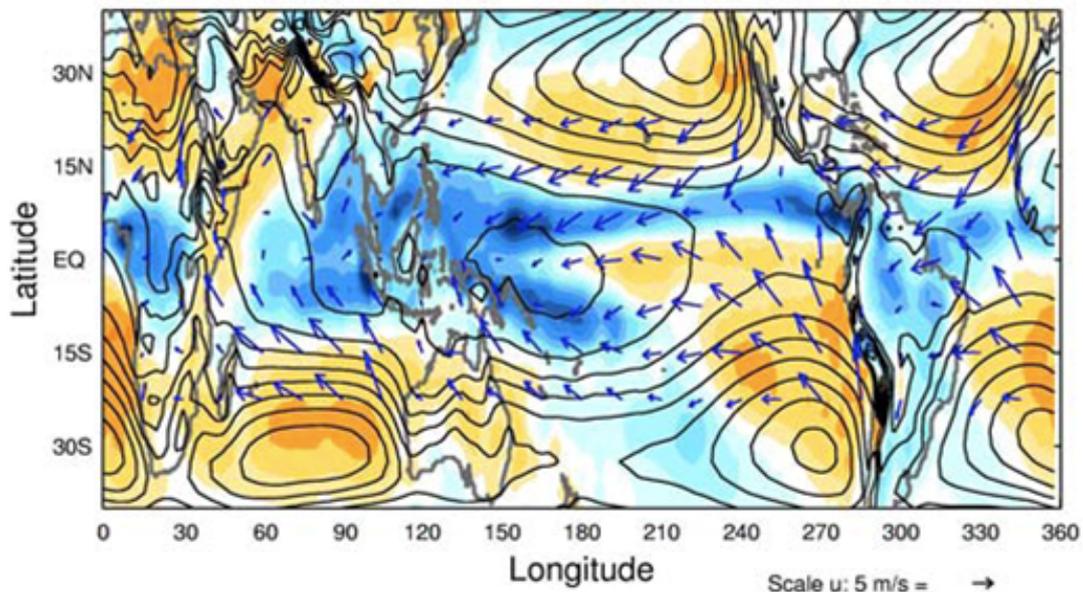


FIGURE 2: Pression (contours) et vent de surface moyens. Les couleurs indiquent les précipitations

III Clôture diffusive et changement climatique

On modélise les transport méridien de chaleur et d'humidité par les ondes transitoires par une fermeture diffusive dont le coefficient de diffusion K est identique dans les deux cas :

$$\overline{v'X'} = -K \frac{\partial \bar{X}}{\partial y}$$

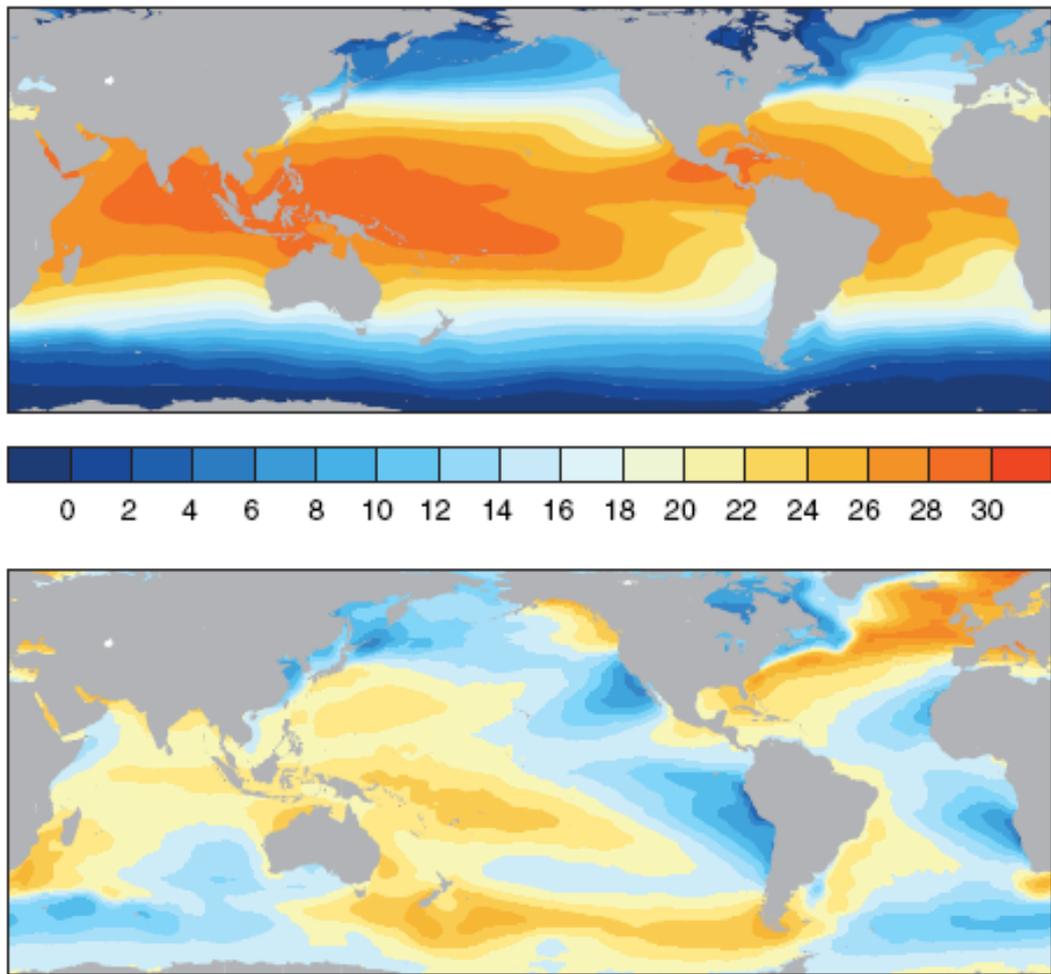


FIGURE 3: Température de surface de l'océan T (haut), et écart à la moyenne zonale T^* (bas)

1. Ecrire la forme du transport d'énergie totale en fonction des gradients moyens de température et d'humidité (rapport de mélange), puis en faisant apparaître uniquement le gradient de température (utiliser Clausius-Clapeyron en supposant l'humidité relative constante).
2. En cas de réchauffement climatique, comment varie ce transport si T augmente mais son gradient méridien est inchangé ?
3. Si le transport total d'énergie est inchangé, comment varie le gradient méridien de T ? Le rapport entre transport sensible et latent ?