Travaux dirigés Mouvements des Enveloppes fluides

Structure verticale de la troposphère - Convection Correction

Vincent Daniel

15-16 Juin 2000

- *question 1:*

$$\rho = \frac{101992}{287 \times (6.12 + 273.13)} \tag{1}$$

$$\rho = 1.27 kg/m^3 \tag{2}$$

- *question 2:* On appliquant la loi de l'hydrostatique, en prenant pour ρ la valeur calculée au sol. Rigoureusement, il faudrait calculer ρ autour de chaque point où l'on calcule la pression puisque ρ dépend de la pression..

- *question 3:* On applique la formule:

$$P = P_{z=0} \times \exp^{-\frac{gz}{287 \times (T+273)}} \tag{3}$$

soit dans notre cas où l'on considère une atmosphère isotherme avec pour température la température au sol:

$$P = 101992 \times \exp^{-1.25e^{-4} \times z} \tag{4}$$

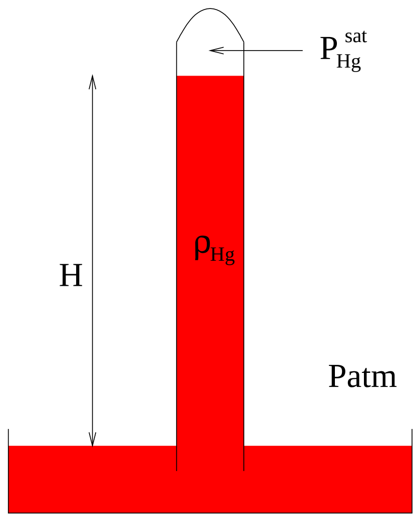
altitude (mètres)	**pression Q2** (Pa)	**pression Q3** (Pa)	**Pression mesurée** (Pa)
0	101992	101992	101992
500	95642	95812	95746
1000	89533	90007	89917
1500	83303	84554	84378
2000	77074	79431	79114

- *question 4:* Même avec les approximations de la question 2, l'accord avec les mesures est très bon. On peut remarquer que l'écart augmente au fur et à mesure que l'on s'élève puisque la masse volumique diminue progressivement.

- *question 5:* Un altimètre est équipé d'un capteur de pression qui convertit les différences de pression en différence d'altitude par application de la loi hydrostatique.

- *question 6:*

  On réalise un baromètre en renversant une colonne de mercure dans un bain de mercure. Si la colonne est assez haute, de la vapeur de mercure apparait au sommet du tube. La pression atmosphérique se calcule en appliquant la loi de l'hydrostatique entre la surface du reservoir à la pression P_{atm} et l'interface liquide-vapeur à la pression P_{Hg}^{sat}.

  On utilise du mercure car sa masse volumique est élevée (on obtient une hauteur H de l'ordre de $76cm$) et parceque sa pression de vapeur saturante est très faible (on peut la negliger et prendre $P_{Hg}^{sat} \simeq 0$

- *question 7:*

$$P_{atm}^{MB} = 56878Pa \tag{5}$$

$$P_{O_2}^{MB} = 0.21 \times P_{atm}^{MB} = 11944Pa \tag{6}$$

  La pression partielle de dioxygène est environ 2 fois plus faible qu'au niveau de la mer.

- *question 8:* La particule est soumise à son poids (force dirigée vers le bas) et à la Poussée d'Archimède (force dirigée vers le haut). La Poussée d'Archimède est la résultante des forces de pression exercées par les particules voisines sur la particule. Elle est égale au poids du volume de fluide déplacé (c'est à dire au poids du fluide compris dans le même volume que la particule.

- *question 9:*

$$\vec{F}_{tot} = \rho_p V \vec{g} - \rho_{ext} V \vec{g} \tag{7}$$

  Puisque la température de la parcelle est plus élevée que la température extérieure, sa masse volumique est plus faible que celle de l'extérieure (on peut par exemple appliquer la loi des gaz parfaits). On en déduit que la force résultante est dirigée vers le haut.

- *question 10:* La parcelle se dilate sans recevoir d'énergie de l'extérieur. Sa température diminue.

- *question 11:* L'atmosphère est chauffé par le rayonnement IR émis par le Terre. L'atmosphère est chauffée par le bas.

- *question 12:*

$$T_{MB} = T_{Cham} - 38 \times 1.0 \tag{8}$$

$$T_{MB} = -31°C \tag{9}$$

- *question 13:* Lors du changement d'état Vapeur-liquide, il y a libération de chaleur (chaleur latente) qui réchauffe la phase gazeuse.

- *question 14 :*

$$T_{MB} = T_{Cham} - 38 \times 0.6 \tag{10}$$

$$T_{MB} = -15.8°C \tag{11}$$

- *question 14 :* On place le point d'état A1(283, 1000) sur l'émagramme. On lit la valeur de r_w sur l'émagramme : $r_w = 7.5g/kg$. On a $r \leq r_w$ donc on n'est pas à saturation.
  Durant la nuit, il n'y a pas de convectionet la parcelle reste à la pression de 1000hPa mais se refoidit. Son point d'état se déplace donc vers la gauche sur la droite horizontale $P = 1000hPa$.
  Il y a saturation à partir du point B_1 tel que $r = r_w$
  On lit l'abscisse du point B_1 : $T = 274K$, soit $T = 1°C$.

- *question 15:* On place le point d'état A2(288, 900)
  On lit sur l'émagramme $r_w = 12.4g/kg$. On a $r \leq r_w$ donc on n'est pas à saturation.

- *question 16 :* La parcelle suit une adiabatique sèche jusqu'en B1 donné par l'intersection avec la courbe $r_w = 6g/kg$

- *question 17 :* Les coordonnées de B1 sont : B1(276, 770). Donc la base du nuage se situe à 770hPa ou 2.3km.
  Au dela du point B1, les particules suivent une adiabatique saturée.

- *question 18 :* Pour que l'on observe des précipitations, il faut que les particules d'eau soient suffisamment grosses pour su'elles ne restent pas en suspension dans le nuage. Il faut une forte convection....

- *question 19 :* On place le point d'état sur l'émagramme : C1(286, 880).
  On lit sur l'émagramme $r_w = 10.7g/kg$. On a $r \leq r_w$ donc on n'est pas à saturation.
  La parcelle s'élève suivant une adiabatique sèche jusqu'au point C2(282, 840). Ensuite elle suit une adiabatique saturée jusqu'à la pression de 550hPa (point C3).

- *question 20 :* Puisque toute la phase liquide a précipité, lorsaue la parcelle commence à descendre, elle passe en dessous de la saturation. La descnte se fait donc suivant une adiabatique sèche et la parcelle conserve l'humidité qu'elle avait au point C3.

– *question 21 :* Le point C4 est à l'intersection entre l'adiabatique sèche passant par C3 et l'isobare 900hPa. Les coordonnées de C4 sont : C4(301, 900)
La température à Chamonix est donc de 28°C.
L'humidité est donnée par la valeur de r_w en C3. On a donc une humidité a Chamonix égale à $r = 2.9g/kg$

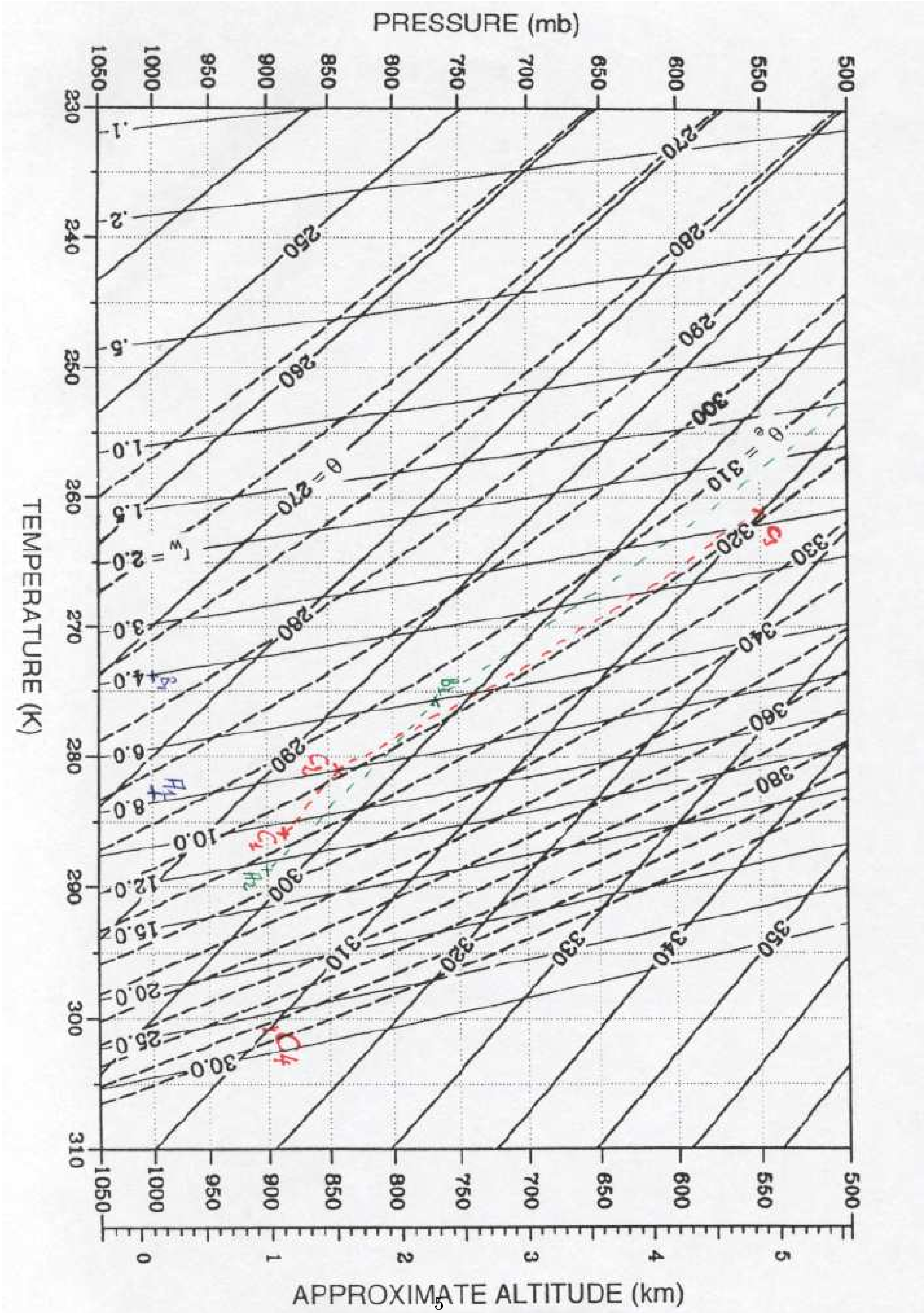


Fig. 1 – *Corrigé de l'émagramme*