

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT
D'ÉLÈVES INGÉNIEURS DES TRAVAUX DE LA MÉTÉOROLOGIE
SESSION 2022**

ÉPREUVE FACULTATIVE A OPTION :

PHYSIQUE DE L'ATMOSPHERE

Durée : 2 heures

Coefficient : 3 (pour les points au-dessus de 10)

La rigueur, le soin et la clarté apportés à la rédaction des réponses seront pris en compte dans la notation.
L'utilisation de toute documentation (dictionnaire, support papier, traducteur, téléphone portable, assistant électronique, etc) est strictement interdite.

Cette épreuve comporte 4 parties indépendantes. Les parties peuvent être abordées dans l'ordre du choix des candidats.

Pièces jointes :

- Deux émagrammes, à rendre avec la copie.
- Une table de tension de vapeur saturante par rapport à l'eau liquide

Barème :

- Partie A : 3 points
- Partie B : 5 points
- Partie C : 7 points
- Partie D : 5 points

Cette épreuve comporte 4 pages.(page de garde incluse)

Données:

Accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$

Constante spécifique de l'air sec $R_a = 287 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

PARTIE A

1] Donner la définition de la température du point de rosée, du rapport de mélange, et de la tension de vapeur, d'une particule d'air atmosphérique. En quelle unité exprime-t-on la tension de vapeur ?

2] Donner la définition de l'humidité relative (que nous noterons HU) d'une particule d'air atmosphérique.

Montrer qu'on a une bonne approximation de HU en utilisant la formule :

$$HU \approx 100 \frac{r}{r_w}$$
 où r est le rapport de mélange, et r_w le rapport de mélange saturant par rapport à l'eau liquide, de la particule d'air considérée.

PARTIE B

➤ Soit une particule d'air (A) dont on a mesuré la pression, la température et l'humidité relative.

On a : $P_A = 1000 \text{ hPa}$ $T_A = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ $HU_A = 70 \%$

➤ On donne également la pression, la température potentielle et le rapport de mélange d'une particule (B) : $P_B = 850 \text{ hPa}$ $\theta_B = 18^\circ\text{C}$ $r_B = 5\text{g/kg}$

1] - a] Déterminer pour (A) la température du point de rosée, le rapport de mélange et le rapport de mélange saturant par rapport à l'eau liquide. Calculer la température virtuelle.

b] Pour (B) déterminer la température, la température du point de rosée, la température virtuelle et l'humidité relative.

2] A volume égal, quelle particule d'air aurait la masse la plus grande ? Justifier la réponse.

3] Construire à l'aide d'un émagramme le point de condensation par soulèvement de chaque particule.

En déduire graphiquement leur température pseudo-adiabatique potentielle du thermomètre mouillé θ_w' .

PARTIE C

1] - Un radiosondage a permis de dresser le tableau suivant regroupant des mesures de température T , de pression P et de température du point de rosée T_d à partir du sol.

P (hPa)	1000	950	900	800	600	500	400
T (°C)	3	4	2	-6	-19	-26	-33
T_d (°C)	1	1,5	0	-9	-23	-32,5	-44,5

On désigne par T'_w la température pseudo-adiabatique du thermomètre mouillé, et par θ'_w la température pseudo-adiabatique potentielle du thermomètre mouillé.

a] Représenter sur un émagramme la courbe d'état de cet élément de sondage, ensemble des points de coordonnées P et T .

b] Tracer également la courbe bleue, ensemble des points de coordonnées P et T'_w .

c] En déduire pour chaque couche le signe du gradient vertical de la température potentielle θ et celui de θ'_w .

2] - a] Quelles sont les couches présentant un caractère d'instabilité aérologique ? Justifier.

b] Quelles sont les couches qui pourraient générer une formation nuageuse ? Préciser s'il y a lieu les base et sommet de ces nuages.

c] Si chaque couche subissait une ascendance de grande échelle, jusqu'à présenter un état de complète saturation par rapport à l'eau liquide, quelles seraient alors les couches instables ?

3 - a] La température au niveau 1000 hPa baisse de 5°C au cours des heures suivantes.

Indiquer la masse d'eau condensée par kilogramme d'air sec, à ce niveau.

b] Indiquer et justifier le type de phénomène que l'on pourra observer dans les cas suivants :

- Le vent est nul
- Le vent est faible à modéré
- Le vent est fort

4] On reprend les conditions initiales du sondage décrites en 1]. Calculer l'épaisseur de la couche [1000, 950 hPa].

5] On suppose que la station où a été réalisé le radiosondage est à 300 mètres d'altitude, 1000 hPa est la pression mesurée à la station. Calculer la pression que l'on aurait au niveau de la mer en supposant que la température virtuelle augmente de 0,65°C quand on descend de 100 mètres.

6] On considère la particule d'air prise au niveau 900 hPa.

a] - Calculer son humidité relative et sa température virtuelle.

b] - Estimer son humidité relative si elle subissait un mouvement subsident jusqu'au niveau 1000 hPa.

PARTIE D

1] a) Donner la définition du vent thermique d'une couche comprise entre deux niveaux de pression (P_{base} , P_{sommet}).

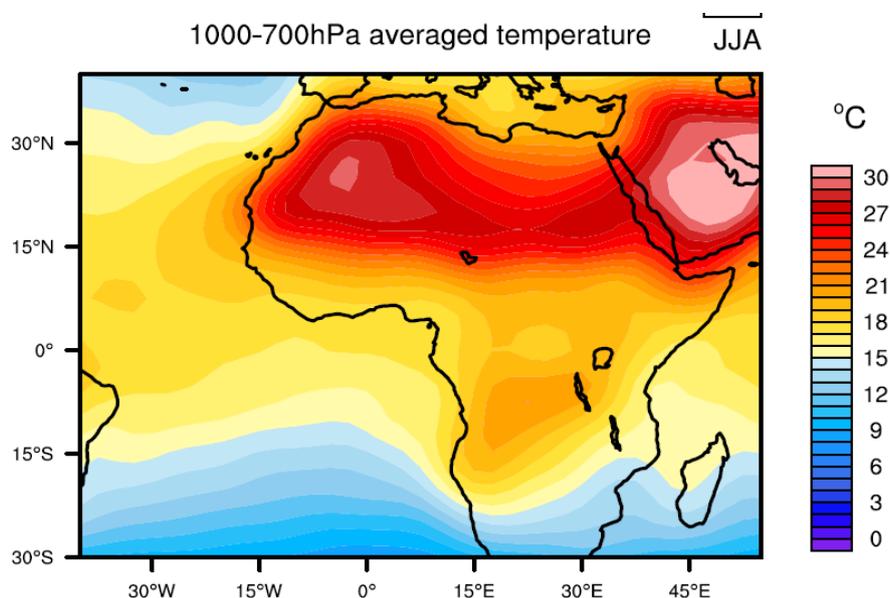
b] À partir de quelles relations obtient-on la relation de l'équilibre du vent thermique ?

c] Donner l'expression du vent thermique d'une couche (P_{base} , P_{sommet}), en fonction de la distribution de température virtuelle moyenne de la couche (P_{base} , P_{sommet}).

d] On se place dans l'hémisphère nord. Préciser sur un dessin la direction et le sens du vent thermique en fonction du champ de température virtuelle moyenne de la couche (P_{base} , P_{sommet}).

2] On donne la carte de température moyenne pour la couche 1000-700 hPa, sur l'Afrique de l'Ouest en Juin-Juillet-Août.

Plus haut que 700 hPa, la température est plus froide au nord de l'Afrique de l'Ouest qu'au sud.



On néglige la différence entre la température et la température virtuelle.

- Décrire le vent zonal sur l'Afrique de l'Ouest, associé à cette distribution bien particulière de température.
- À quel niveau aura-t-on le maximum de vent zonal ? Expliquer pourquoi on observe cette distribution de vent.