

**CONCOURS INTERNE POUR LE RECRUTEMENT
D'ÉLÈVES INGÉNIEURS DES TRAVAUX DE LA MÉTÉOROLOGIE
SESSION 2025**

**ÉPREUVE FACULTATIVE A OPTION
PHYSIQUE DE L'ATMOSPHÈRE**

Durée : 2 heures

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

La rigueur du raisonnement et la clarté de la présentation seront prises en compte dans la notation.

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

L'utilisation de toute documentation (dictionnaire, support papier, traducteur, téléphone portable, assistant électronique, etc) est strictement interdite.

Les matériels autorisés sont les suivants :

— les calculatrices non programmables sans mémoire alphanumérique

Barème :

Les parties A, B et C sont indépendantes. Le barème est sur 30 points.

La notation sur 30 points sera convertie sur une échelle de 20 points.

Cette épreuve comporte 7 pages (page de garde incluse).

A. Circulation générale atmosphérique/ cellule de Hadley (/9 pts)

- I. Quelle est l'altitude de la tropopause tropicale par comparaison aux latitudes tempérées ? (/1 pt)
- II. Décrivez en quelques lignes le mécanisme de la cellule de Hadley en indiquant les hypothèses sous-jacentes. (/2 pts)
- III. On suppose une particule d'air atmosphérique prise dans une ascendance à une latitude proche de l'équateur. Cette particule atteint la tropopause et est déviée vers le nord dans l'hémisphère Nord. Expliquez, par des mécanismes de conservation, ou par les équations du mouvement, le lien avec les jets d'ouest. (/2 pts)
- IV. Explicitez le lien entre la cellule de Hadley et ce que vous voyez sur la figure 1 (ci-dessous). (/2 pts)

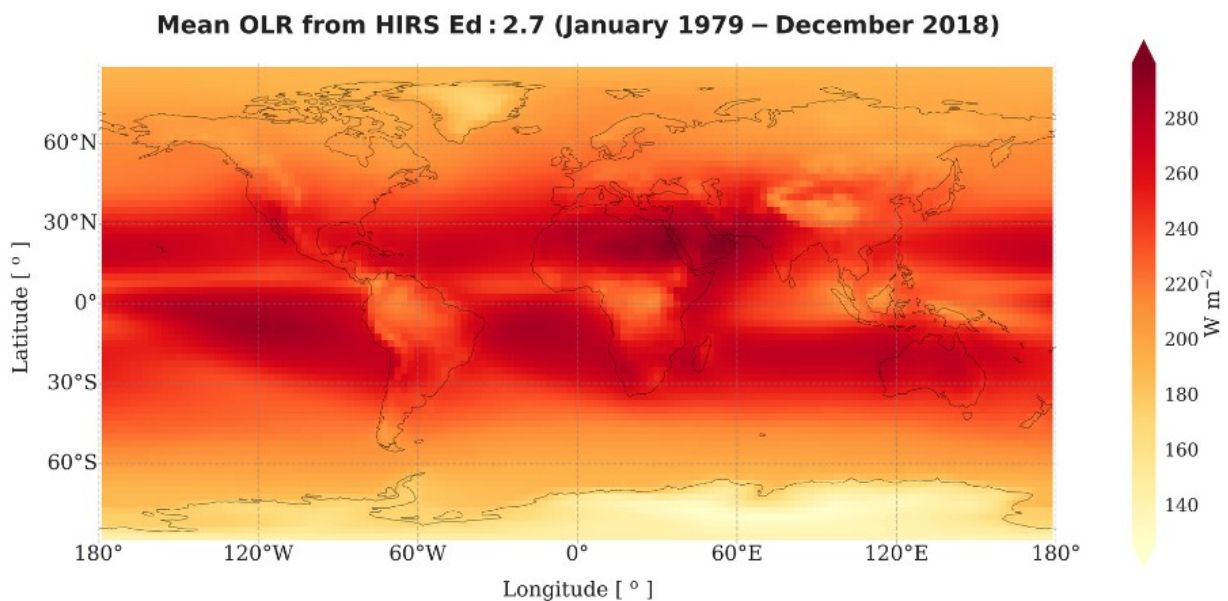
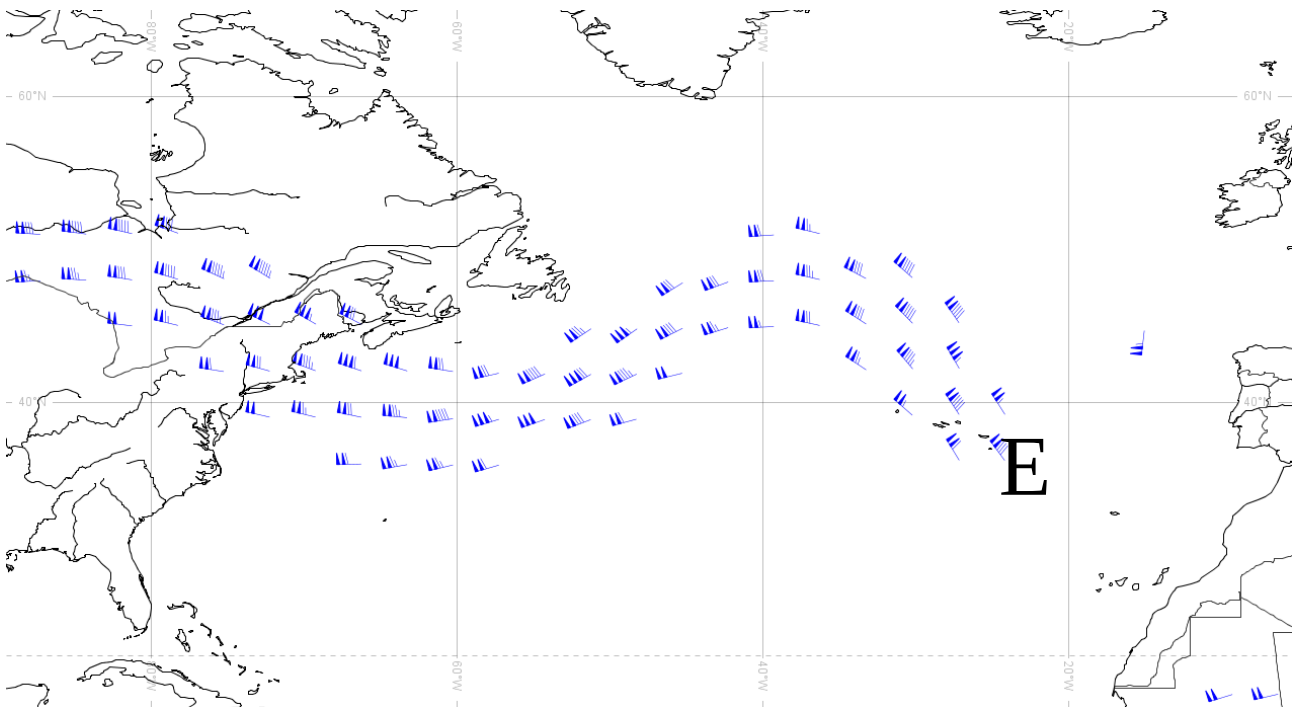


Figure 1: Climatologie du rayonnement grande longueur d'onde sortant de l'atmosphère ou Outgoing Longwave Radiation (OLR). Les fortes valeurs correspondent aux régions sans nuages tandis que les faibles valeurs correspondant aux zones froides ou présentant des nuages épais à sommets élevés.

- V. De nombreux auteurs précisent que la température moyenne aux pôles augmente plus vite qu'aux latitudes tropicales dans un contexte d'augmentation des gaz à effet de serre. Quelle est l'influence de ce réchauffement différentiel sur le vent moyen à la tropopause aux latitudes tempérées (autour de 45° de latitude nord) . Indications : vous utiliserez la relation du vent thermique que vous intégrerez entre le sol et l'altitude du courant jet . (/2 pts)

B. Météorologie synoptique (/11 pts)

- I. Quelle relation d'équilibre permet de relier le vent à 300 hPa avec la température aux niveaux inférieurs (on suppose que le vent est nul au sol) ? (/2 pt)
- II. Tracez approximativement sur la Fig. 2 quelques isolignes de la température moyenne (moyenne effectuée sur la couche [300hPa-surface]) cohérentes avec le champ de vent de la figure. (/1 pt)
- III. Représentez le vent agéostrophique au point E. (/1 pt)



(/2 pts) Figure 2: Vent à 300 hPa (tracé à partir de 100 kt)

- IV. Analyse de la figure 3 : Rappelez le lien entre minimum/maximum de géopotential et minimum/maximum de tourbillon relatif. (/2 pts)

- V. Le vent géostrophique à 300 hPa est-il plus fort en A qu'en B ? justifiez la réponse. (/1 pts)
- VI. Le système formé des structures C à 900 hPa et D à 300 hPa est-il en développement ? En décroissance ? Aidez-vous des figures 2 et 3. (/2 pts)

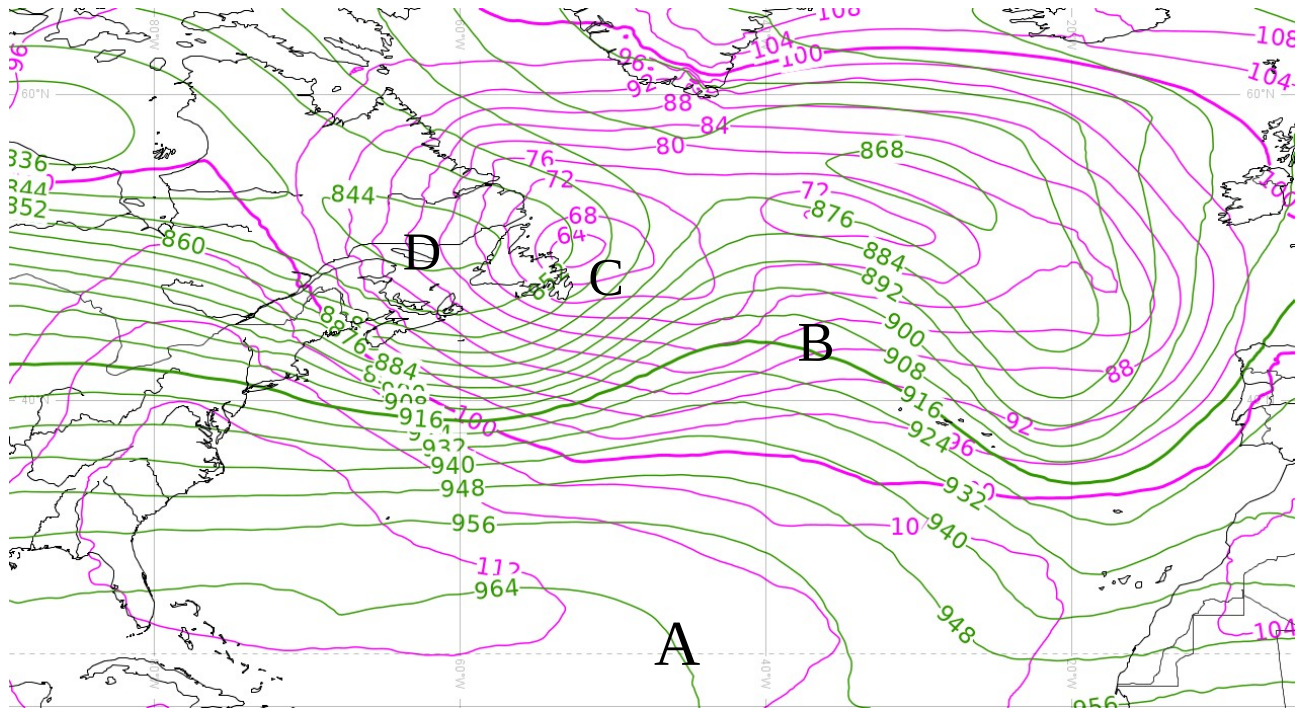


Figure 3: Géopotential à 300 hPa (en vert) , à 900 hPa (en violet). Prévion ARPEGE valide pour le 15.02.2025 à 00UTC

VII. Proposez un tracé de fronts sur l'une des 2 figures suivantes en vous aidant des champs proposés (/2pt)

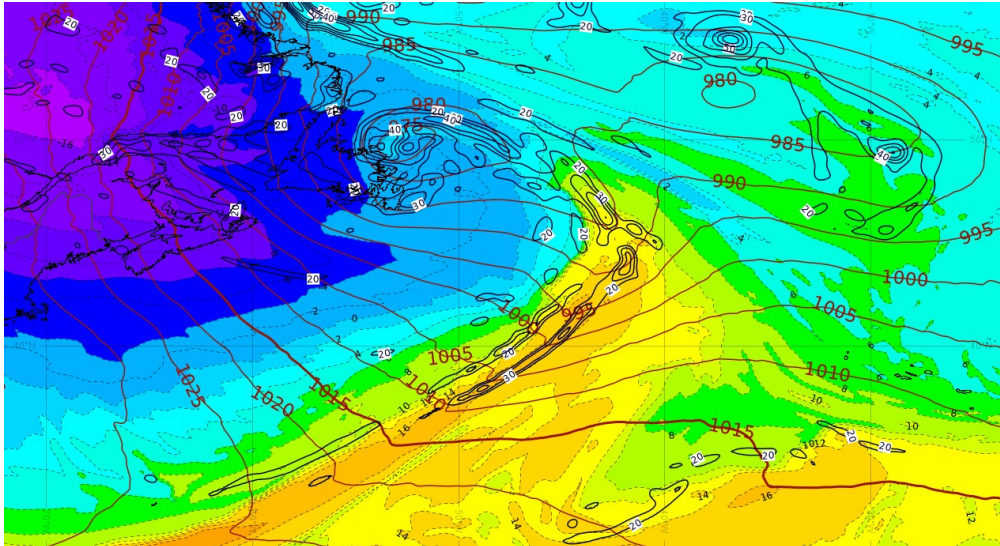


Figure 4: Θ_w (plages de couleurs), tourbillon absolu (intervalle $1.e-4s^{-1}$, à partir de $2.e-4 s^{-1}$), Pression réduite au niveau de la mer (isolignes marron, 1015 hPa en gras)

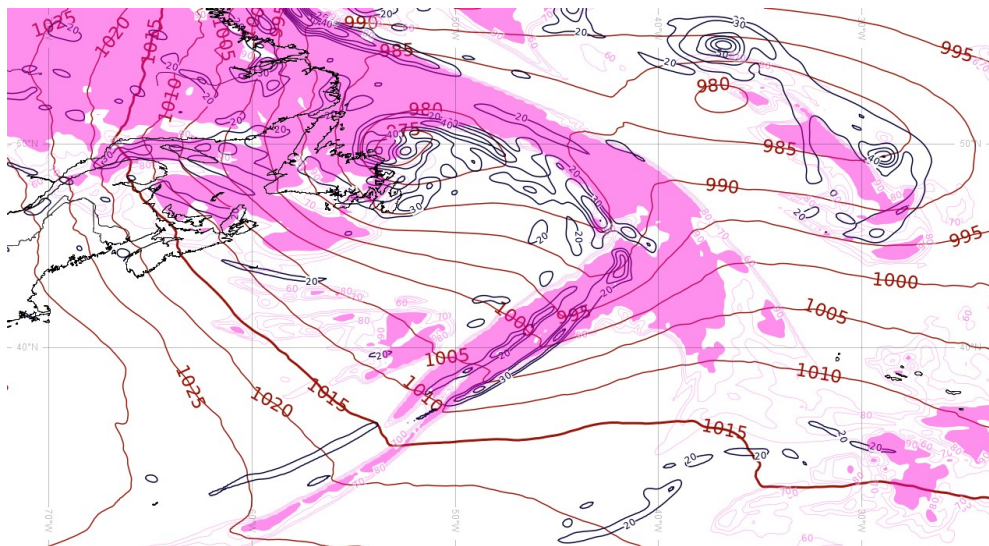


Figure 5: Pression réduite au niveau de la mer et humidité relative à 700 hPa (>90 % en plages de couleur)

c. Effet de Foehn (/10 pts)

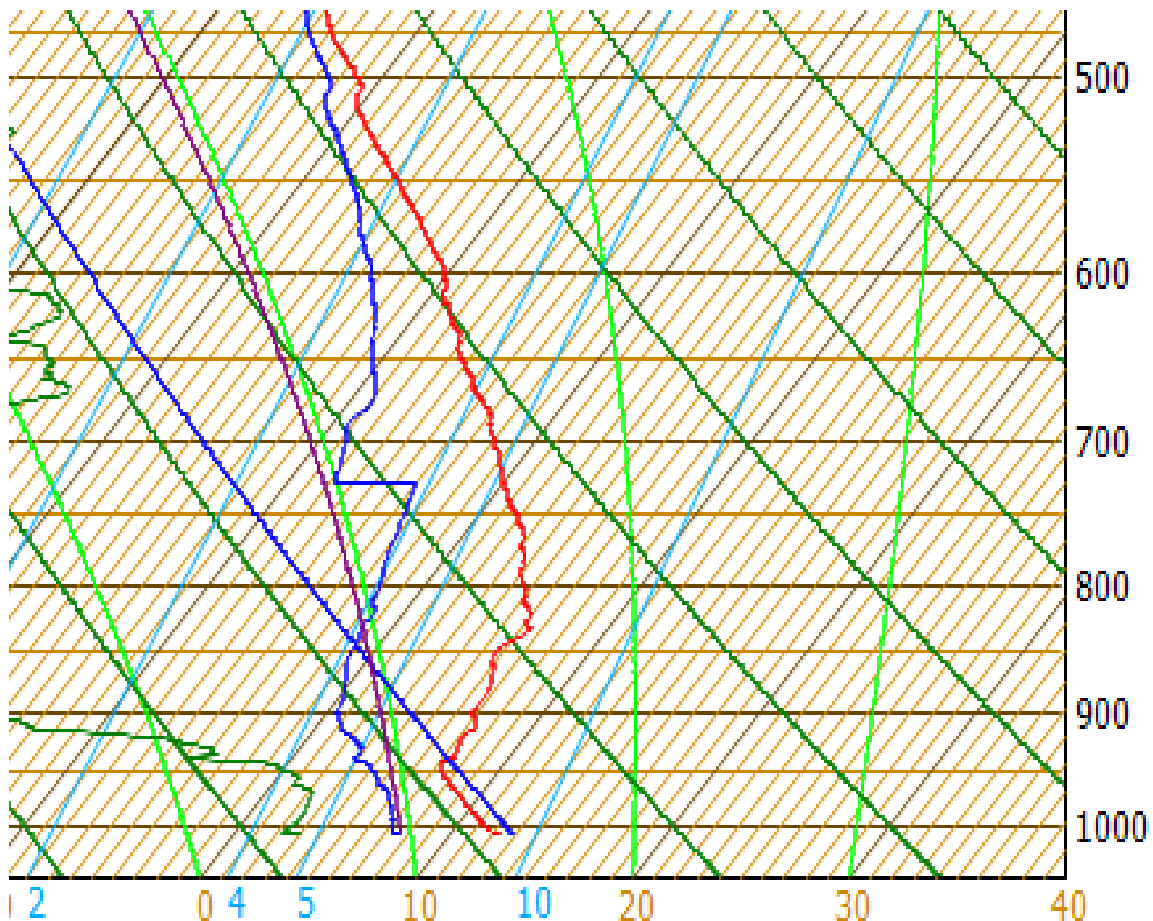


Figure 6 Extrait de l'épigramme 761 représentant les données d'un radio-sondage réalisé à Toulouse le 4 février 2025 à 13 UTC. La température potentielle de la particule au sol au moment du lâcher du ballon est représentée par l'adiabatique en bleu sombre. L'iso-theta' w au moment du lâcher est en violet.

- I. Décrivez les couches nuageuses à partir des données de la figure 6. (/1 pts)
- II. On suppose que le vent est de nord à tous niveaux et que les particules d'air atmosphériques se dirigent vers le sud des Pyrénées. On suppose pour cela qu'elles subissent un soulèvement d'une altitude $DZ = 2000$ m. A quelle variation de pression correspond cette variation d'altitude ? Une réponse approchée conviendra. (/1pt)

- III. Une particule initialement au sol s'élève de 2000m pour franchir les Pyrénées. Représentez l'état de la particule à l'issue de la phase de soulèvement par un point sur l'épigramme. *(/2pt)*
- IV. La transformation est-elle adiabatique ? Justifiez. *(/1pt)*
- V. Tracez maintenant l'état de la particule après redescente à l'altitude initiale du côté espagnol. *(/1pt)*
- VI. La transformation est-elle adiabatique ? Justifiez. *(/1pt)*
- VII. Expliquez la variation de température et d'humidité au cours de la transformation de l'état (0) à l'état (2). *(/2pt)*
- VIII. Le Chinook est un effet de Foehn se produisant à l'Est des Rocheuses canadiennes par flux d'ouest. Donnez une raison pour laquelle ce phénomène est généralement plus intense que les phénomènes rencontrés en Europe. *(/1pt)*