Annales des olympiades internationales de géosciences (IESO)
Météorologie de 2007 à 2010

Les questions des tests sont classées avec l'item correspondant du programme des IESO.

Les numéros entre parenthèses après chaque item renvoient au document de préparation météo téléchargeable sur la même page et aux différents liens qu'il contient vers le site Météo Education de Météo France (http://education.meteofrance.com/education/accueil). Les lettres correspondent à des ressources non encore préparées (elles seront prêtes en 2011-2012).

WT : written test PT : practical test

Notions de base et énergie de l'atmosphère

- Composition et histoire de l'atmosphère (1)

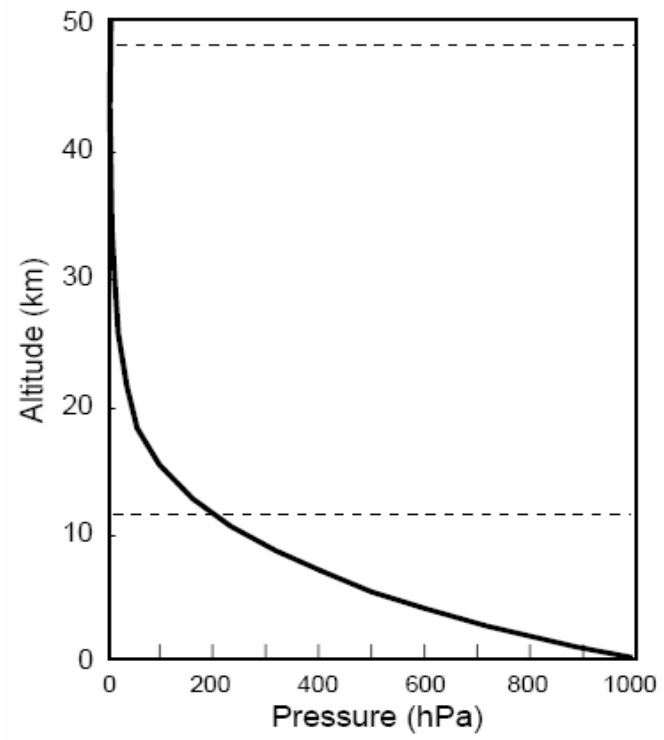
- WT 2009 : Lequel des gaz suivants contenus dans l'atmosphère a les plus fortes variations spatiale et temporelle et un impact fort sur le temps (sensible ?) à l'échelle locale ? CO_2, CO, H_2O, O_3 ou He ?

- Pression, densité, température, loi des gaz parfaits (2,3)

- WT 2009 : La figure ci-dessous représente le profil vertical de pression atmosphérique, moyenné à l'échelle globale, du niveau de la mer jusqu'à 50 km d'altitude.

i) Le terme « pression » mentionné sur l'axe horizontal est homogène à laquelle des grandeurs suivantes ? A) Une force divisée par une surface ? B) Une masse divisée par une surface ? C) Une densité multipliée par une température ? D) Une masse multipliée par une distance ? E) Un poids divisé par un volume ?

ii) Laquelle des couches suivantes, repérées par leurs coordonnées pression, correspond à la plus grande différence d'altitude (ou à la plus grande épaisseur) ? A) 1-10 hPa B) 101-110 hPa C) 501-510 hPa D) 510-1010 hPa E) 1001-1010 hPa ?

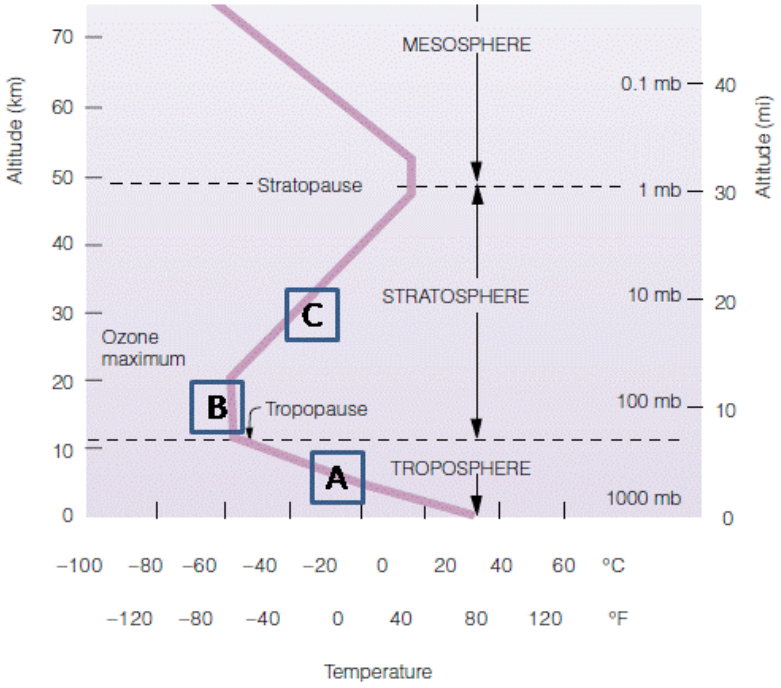


- WT 2009 : Si T1 est la température de l'air libéré par un trou pratiqué dans un pneu de bicyclette, et T2 la température de l'air à proximité de cette bicyclette, quelle est la température la plus basse ?

- Les couches de l'atmosphère, équilibre hydrostatique (1)

- WT 2010 : Parmi 5 noms de couches de l'atmosphère (thermosphère, ionosphère, cryosphère, hétérosphère, homosphère), trouver l'intrus.

- WT 2010 : sur le schéma montrant la structure verticale de l'atmosphère, on considère trois volumes d'air élémentaires aux altitudes 5 km, 15 km et 30 km : prédire le comportement de ces volumes d'air si on les déplace vers le haut : A) continue à monter, B) reste à la nouvelle altitude, C) oscille autour de l'altitude de départ ;



- WT 2009 : Dans une atmosphère au repos, l'évolution de pression sur la verticale est donnée par l'équation [du principe fondamental de l'] hydrostatique qui s'exprime comme suit : $\Delta P = \rho.g.\Delta z$, où g est l'accélération de la pesanteur exprimée en m/s^2 ($g = 9{,}81\ m/s^2$), ρ la masse volumique de l'air en kg/m^3, et Δp et Δz les différences de pression en Pa et d'altitude en mètres. Si la densité moyenne de l'air entre les altitudes correspondant respectivement aux pressions 1000 hPa et 500 hPa (avec 1 hPa = 100 Pa) est d'environ 0,910 kg/m^3, appliquez cette équation afin de déterminer l'altitude du niveau correspondent à la pression 500 hPa. Merci de fournir le détail de votre calcul.

- Energie, chaleur et échanges de chaleur (chaleur sensible) (1,6,9)

- Notion de rayonnement, rayonnement solaire et terrestre, albédo, bilan radiatif (6,7,9)

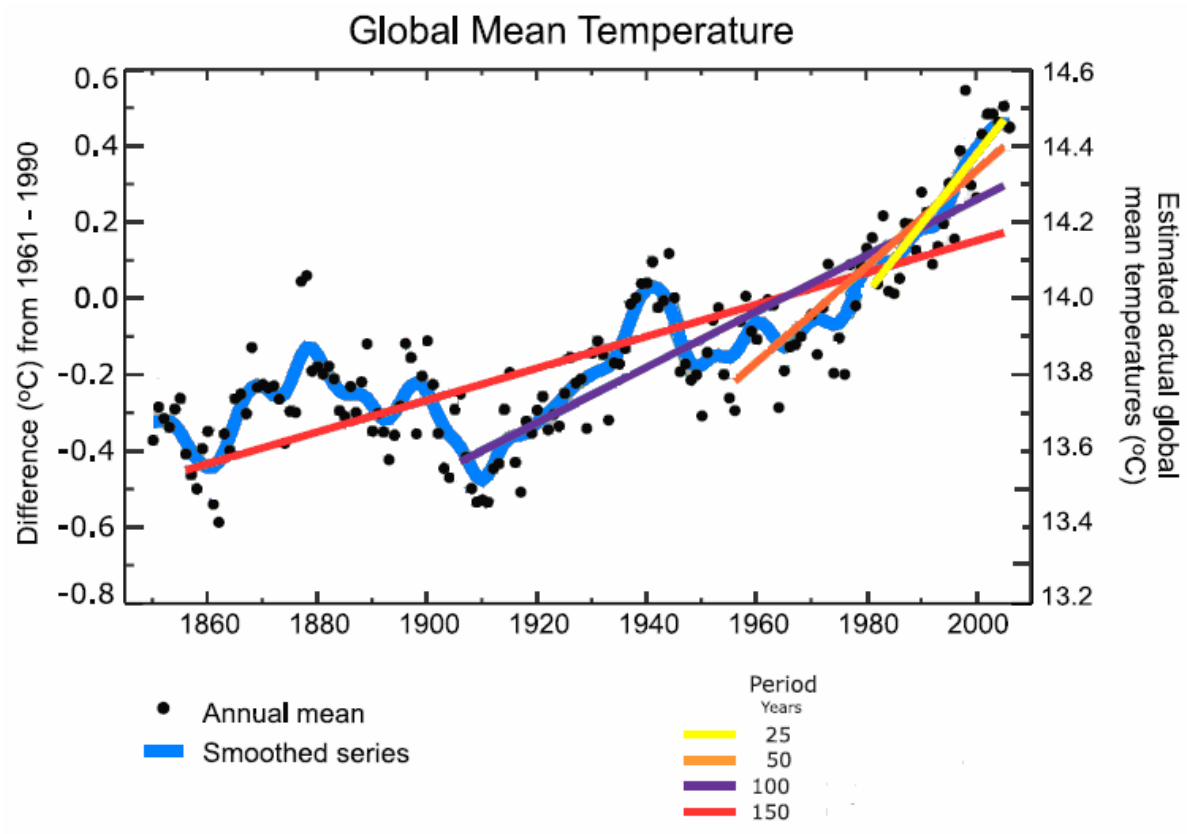
- WT 2009 : Si de grosses quantités de poussières sont rejetées dans l'atmosphère durant une éruption volcanique, quel sera leur effet sur la température de l'atmosphère aux alentours du volcan ? (A) Augmentation (B) Diminution (C) Sans effet (D) Il n'est pas possible de se prononcer avec certitude.

- Effet de serre, saisons, variations de température et leur suivi climatologique (10,11)

- WT 2009 : La figure ci-après décrit la variation entre 1850 et 2005 de la température moyenne annuelle de la surface terrestre (points noirs). La variation sur le long terme de la température moyennée à l'échelle du globe peut être décrite par les variations décennales (courbe en bleu) et des tendances linéaires (segments de droites). L'échelle verticale de droite donne la valeur réelle estimée des températures ; celle de gauche indique l'anomalie par rapport à la moyenne de la période 1961-1990. Merci de répondre aux questions suivantes :

i) Les tendances linéaires d'augmentation (en °C/année) de la température moyenne globale sont représentées pour les 25, 50, 100 et 150 dernières années respectivement par les segments jaune, orange, violet et rouge. Quelle période a connu la plus forte tendance au réchauffement ? A) les 25 dernières années ? B) les 50 dernières ? C) les 100 dernières ? D) les 150 dernières ?

ii) Calculer la tendance linéaire du réchauffement (en °C/an) de la température moyenne globale sur les 50 dernières années (1956-2005), puis sur les 100 dernières (1906-2005), puis le rapport entre ces deux tendances (50 dernières années/100 dernières).



(Source: GIEC AR4, 2007)

Humidité, nuages et précipitations

- L'eau et ses trois phases, chaleur latente (F)
- Le cycle de l'eau (F, 9)
- L'humidité et les grandeurs associées (hum. spécifique, rapport de mélange, hum. relative), saturation, givre et rosée (5, B, F)

- WT 2010 :

A) On se place à 1013 hPa et l'on considère un volume d'air de température 30°C et de 53,65 % d'humidité relative. En prenant un gradient adiabatique sec de 10°C par km, et avec le tableau ci-dessous donnant la quantité de vapeur d'eau à saturation (en g par kg d'air sec) en fonction de la température, calculez la hauteur à partir de laquelle il y aura condensation. (10 points)

B) Puis calculez la température du volume d'air lorsqu'il remonte sur le flanc d'une montagne jusqu'à une altitude de 2539 mètres. On prend un gradient adiabatique humide de 6,5 °C par km. (10 points)

C) Enfin, calculez la température et l'humidité relative du volume d'air après qu'il est passé au sommet de la montagne, à 3 308 mètres, puis redescendu sur l'autre versant à 1013 hPa. (15 points)

Température (degrés Celsius)	**Vapeur d'eau saturante (g) par kilogramme d'air sec**
50	88.12
40	49.81
30	27.69
20	14.85
10	7.76
0	3.84

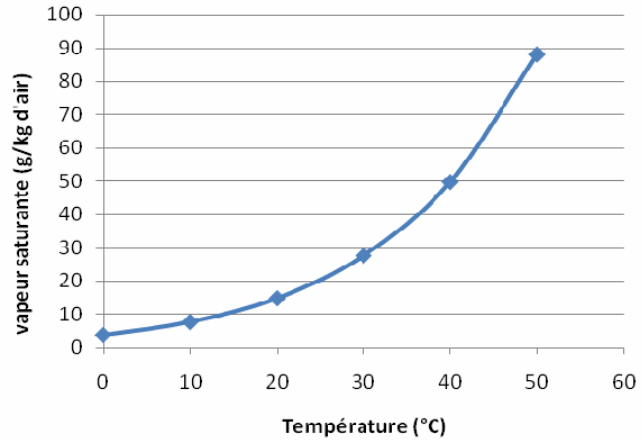
Correction : ne pas se laisser impressionner par ces chiffres à deux décimales : les auteurs ont tout fait pour que les calculs tombent « rond ».

A) La température du volume d'air considéré est 30°C, température pour laquelle l'air peut contenir un maximum de 27,69 g de vapeur d'eau par kg d'air (d'après le tableau). Or l'humidité relative de ce volume air est 53,65%, il contient donc 0,5365 x 27,69 = 14,85 g de vapeur d'eau / kg d'air. Par un heureux hasard, cette valeur correspond à la quantité de vapeur saturante à 20°C (d'après le tableau) : la vapeur d'eau du volume d'air commencera donc à condenser à 20°C. Pour que sa température diminue de 10°C par un refroidissement adiabatique « sec » (la température diminue à mesure que la pression diminue, sans échange de chaleur, ni condensation), il lui faut s'élever de 1 km au dessus du niveau de la mer où il se trouve initialement (1013 hPa).

B) Lorsque le volume d'air monte encore, de 1000 m à 2539 m, la vapeur d'eau condense continument et ce processus libère de la chaleur : l'air suit donc cette fois le gradient adiabatique « mouillé » et se refroidit moins vite avec l'altitude. Pour un dénivelé ici de 1,539 km, l'air se refroidira de 1,539 x 6,5 = 10°C, et atteindra donc la température de 10°C. On supposera (ce n'est pas dit dans l'énoncé) que l'eau issue de la condensation tombe sous forme de précipitations.

C) Lorsque l'air passe de 1000m à 3308 m, il s'est refroidi de 2,308 x 6,5 = 15°C pour attendre donc 5°C ! Pendant toute cette ascension, la pression de vapeur d'eau est restée saturante. La quantité de vapeur saturante à 5°C peut être estimée à 5,8 g/kg (en

interpolant les valeurs entre 0 et 10°C, approximation acceptable mais attention, l'évolution de la pression saturante n'est pas linéaire, voir le graphique ci-dessous). Cette quantité n'évoluera plus pendant la redescente.



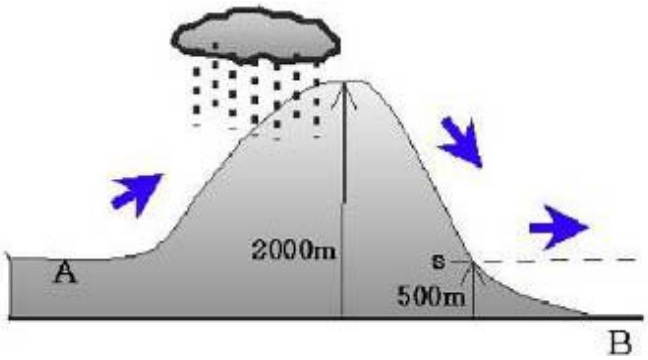
Quand l'air redescend, il se réchauffe et suit cette fois le gradient adiabatique sec (on suppose que l'eau liquide est restée de l'autre côté de la montagne, il n'y a donc plus d'eau qui pourrait s'évaporer avec le réchauffement adiabatique). Une fois revenu au niveau de la mer, sa température est alors de 3,308 x 10 + 5 =38°C et il sera plus « sec » qu'au départ : il contient 5,8 g de vapeur par kg d'air, alors qu'à 38°C, il pourrait en contenir jusqu'à 45,39 g/kg*. Son humidité relative est donc descendue à 5,8/45,39 = 12,8% ! C'est l'effet de foehn.

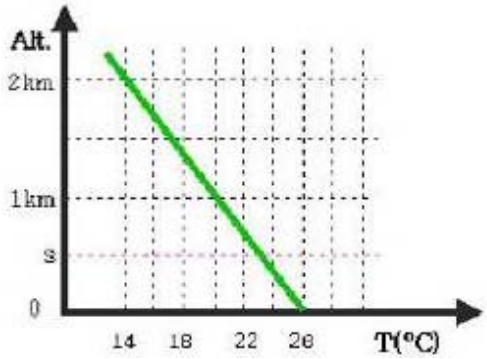
* Là encore, on interpole : 27,69 + 8/10 (49,81 – 27,69) = 45,39 g/kg

- Les noyaux de condensation, la brume, le brouillard et ses types (de rayonnement, d'advection, d'évaporation, de mélange ; brouillard givrant)
- Réchauffement et refroidissement adiabatiques, nuages, identification et classification des nuages, nuages inhabituels

- WT 2007 La figure suivante illustre le processus de précipitation lorsque de l'air non saturé passe au dessus d'une montagne. L'altitude du point A est 500 m, la température de l'air en ce point est 26,2 °C et le niveau de condensation de la masse d'air montante (i.e l'altitude à laquelle elle va condenser) est de 1200 m au dessus du niveau de la mer.

Les taux de refroidissement de l'air sec et humide lorsqu'ils sont soulevés dans des conditions adiabatiques sont respectivement de 10 °C/km et 6,5 °C/km. On suppose que le flux d'air qui redescend le long du versant « sous le vent », au dessus du point B, ne descend pas au dessous de 500m. Les flèches symbolisent le flux d'air. La température de l'air ambiant en chaque point du parcours ascendant est donnée par la courbe en vert ci-dessous.





1) A partir des informations ci-dessus, calculer quelle sera la température de l'air lorsqu'il atteindra 1,2 km d'altitude. Vous fournirez le détail de vos calculs. (5 pts)

2) Calculer quelle sera la température de l'air lorsqu'il franchira le sommet de la montagne à 2 km d'altitude. Vous fournirez le détail de vos calculs. (5 pts)

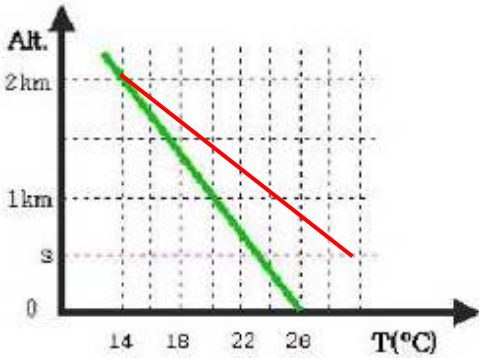
3) Dessiner la courbe décrivant la variation de température avec l'altitude lorsque l'air descend la pente située en aval de la montagne. (5 pts)

Correction

1) Le raisonnement est le même que dans l'exercice précédent. De 500 m à 1200 m, on suit l'adiabatique sèche, et la masse d'air refroidit donc de 0,7 x 10 = 7°C. A 1200 m, sa température est donc tombée à 19,2°C. La masse d'air monte d'autant plus facilement que pendant tout son trajet, elle est plus chaude que l'air environnant (courbe verte), donc moins dense.

2) De 1200m à 2000m, on suit l'adiabatique « mouillée » et on perd 0,8 x 6,5 = 5,2°C pour descendre à 14°C. La masse d'air est alors à la même température que l'air ambiant.

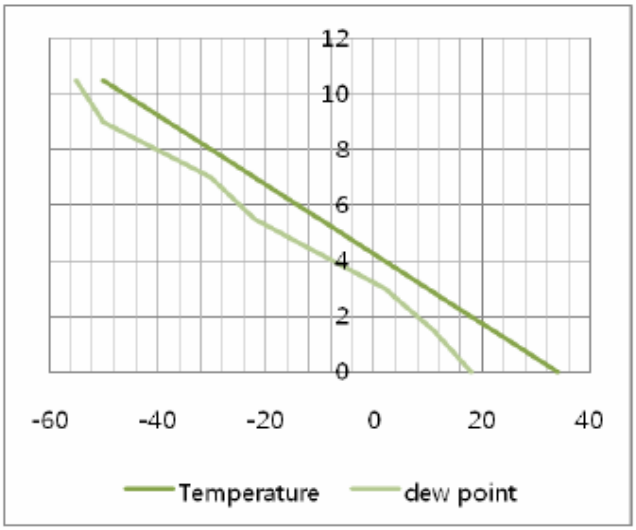
3) A la redescente, on suit l'adiabatique sèche (courbe rouge) et la masse d'air se réchauffe de 1,5 x 10 = 15°C, pour atteindre 29°C.



- WT 2008 : La figure et le tableau ci-dessous montrent un profil vertical de température et de points de rosée (*dew point*) mesurés par radiosonde à la verticale d'une ville des Philippines. Imaginez que l'on soulève mécaniquement un volume d'air depuis le sol. A une certaine altitude, un petit nuage se formera dans l'air soulevé.

Lorsque de l'air non saturé s'élève de manière adiabatique, la température du volume d'air décroit en perdant 10°C par km et le point de rosée décroit au rythme de 2°C par km. On suppose que le taux de refroidissement adiabatique de l'air saturé est de 6°C/km.

Durant le processus d'élévation, il n'y a pas d'échange de chaleur entre le volume d'air soulevé et son environnement.



Height (km)	Temperature (°C)	Dew point (°C)
0	34	18
1.5	22	11
3	10	2
5.5	-10	-22
7	-22	-30
9	-38	-50
10.5	-50	-55

a) Avant que le volume d'air ne s'élève, est-il saturé ou non saturé ?

b) Calculer l'altitude de la base du nuage

c) Calculer l'altitude à laquelle le volume d'air commence à s'élever de lui-même.

d) Dans la question précédente, le volume d'air est-il stable ou instable ?

Correction

a) Avant qu'on élève la parcelle d'air, elle n'est pas saturée, puisqu'elle est à 34°C et que le point de rosée est à 18°C.

b) Le nuage se formera lorsque le refroidissement adiabatique de la parcelle d'air (selon le gradient sec de -10°C/km) la conduit au point de rosée (qui diminue de 2°C/km), soit à l'altitude h telle que : $34 – 10h = 18 – 2h$; h =2 km et T = 14°C.

c) A 2 km, la température de l'air autour du volume d'air soulevé est de 16°C (le gradient pour l'air ambiant est de 8 °C/km) donc le volume d'air, plus froid à 14°C, est plus dense que l'air ambiant, il ne s'élève pas encore seul : on doit le soulever. Il commencera à s'élever lorsqu'il passera au dessus de la température de l'air ambiant (il sera alors moins dense). En effet, au dessus de 2 km, il se refroidit selon l'adiabatique mouillée (6°C /km), moins vite que l'air ambiant (8°C/km). Volume d'air et air ambiant auront la même température pour une altitude d au dessus de 2 km telle que : $14 – 6d = 16 - 8d$ d = 1 km. A 2 + 1 = 3 km d'altitude, le volume d'air, devenu moins dense que l'air ambiant, commence à s'élever de lui-même.

d) Il est devenu instable.

- WT 2008 : Lequel des processus suivants absorbe la plus grande quantité de chaleur latente ? Entourez la lettre correspondant à la réponse correcte.

a) Refroidissement,

b) Evaporation

c) Condensation

d) Liquéfaction.

- Stabilité atmosphérique, inversion, l'instabilité et ses causes, flottabilité, effet topographique, diagrammes thermodynamiques (émagramme (F), téphigramme (UK)) (B)
- Processus de précipitation, nucléation dans les nuages, types de précipitation et mécanismes de formation (F)

- WT 2008 : Laquelle des affirmations ci-après est fausse ? Entourez la lettre correspondant à la réponse correcte.

a) Les particules salées sont de bons noyaux de condensation,

b) La pression de vapeur est supérieure au dessus de l'eau liquide à sa valeur au dessus de la glace,

c) Une goutte de pluie fait typiquement 2 millimètres de diamètre.

d) Les gouttelettes au sein des nuages gèlent dès que la température s'abaisse au dessous de 0°C.

- WT 2008 : Laquelle des raisons suivantes explique le fait que les cristaux de glace se développent bien plus vite que les gouttes d'eau liquide dans les niveaux supérieurs et intermédiaires des orages ? Entourez la lettre correspondant à la bonne réponse.

a) Les courants électriques au sein des orages permettent la création de vapeur d'eau sur les cristaux de glace plus rapidement que sur des gouttes d'eau de pluie.

b) Quand les températures descendent au dessous de 0°, la condensation de vapeur d'eau en eau liquide ne se produit pas. La vapeur peut, cependant, se déposer sur des cristaux de glace.

c) C'est dû à la pression de vapeur plus faible sur la glace que sur l'eau. Cela produit un gradient de pression de vapeur entre eau liquide et glacée qui conduit la vapeur d'eau à évoluer de la phase « eau liquide » vers la phase « cristal de glace ».

d) Cela résulte du mouvement turbulent des masses d'air. Les taux de condensation dans l'eau liquide diminue avec l'accroissement de la vitesse du vent.

- WT 2008 : Enumérez 3 facteurs importants de disparition des nuages.

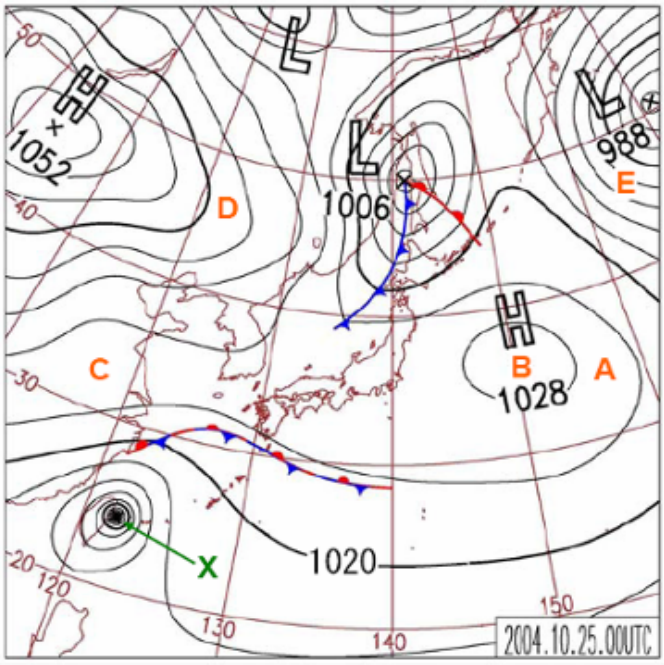
Pression atmosphérique et mouvement des masses d'air

- Pression atmosphérique, cartes météo (isothermes, isobares) (2,3)

- WT 2009 : La figure ci-dessous est une carte météo de surface pour la région Ouest du Nord Pacifique le 25 octobre 2004.

(i) Les lignes de contour sur la carte sont produites à partir de l'analyse d'une variable météorologique : laquelle ? (A) Altitude (B) Pression (C) Température (D) Humidité (E) Vitesse du vent

(iv) Parmi les cinq emplacements marqués de "A" à "E" sur la carte, où le vent devrait-il souffler le plus fort ?



- Deuxième loi de Newton, forces agissant sur une particule d'air, mouvement atmosphérique (vent), vent géostrophique, vents de surface, divergence et convergence, ascendance (4,D,E)

- WT 2008 : Quelle affirmation parmi les 3 proposées ci-dessous caractérise l'effet Coriolis sur les particules en mouvement ? Entourez la bonne réponse.

a) Zéro effet le long de l'équateur, effet croissant lorsqu'on s'éloigne de l'équateur.

b) Effet maximum le long de l'équateur, décroissant lorsqu'on s'éloigne de l'équateur.

c) La latitude n'a pas d'incidence sur l'effet Coriolis.

- WT 2009 : Suite de l'exercice sur la figure de la page précédente (Nord Pacifique). (iii) La direction des vents en A devrait être proche de : (A) vent d'Est ; (B) vent de Sud ; (C) vent d'Ouest ; (D) vent de Nord ; (E) L'air est calme au point A.

- WT 2010 : En un point où le paramètre de Coriolis vaut $f \approx 10^{-4}$ s^{-1}, on observe un vent géostrophique de 5 $m.s^{-1}$ soufflant vers l'Ouest. Trouver l'accélération due au gradient de pression par unité de masse correspondant à ce vent, parmi 5 valeurs.

(Le paramètre de Coriolis, égal à 2w sin (latitude) (avec w la vitesse angulaire de rotation de la Terre) est positif dans l'hémisphère nord et négatif dans l'hémisphère sud. Ici, nous sommes donc dans l'hémisphère nord. L'accélération de Coriolis par unité de masse est égale au produit du paramètre de Coriolis par la vitesse du vent, $f \times V$. Dans l'hémisphère nord, elle est dirigée vers la droite, donc ici vers le nord. Comme le vent est géostrophique, l'accélération de Coriolis et l'accélération du gradient de pression sont de même norme et de sens opposés : l'accélération du gradient de pression pointe donc vers le sud (donc signe négatif, dans le repère conventionnel orienté vers le nord) et est égale à $-5.\ 10^{-4}$ $m.s^{-2}$

- WT 2010 : Soit un point à l'équateur entre deux lignes isobares distantes de 800 km et avec un écart de 8 hPa ; soit la masse volumique de l'air en ce point, égale à 0,364 kg / m^3 ; indiquer la valeur de la force de Coriolis parmi un choix de cinq valeurs.
(Question piège ! Il faudrait commencer par poser Force de pression = Volume x Gradient de pression ; puis accélération = volume massique x gradient de pression ; puis faire l'hypothèse d'un vent géostrophique, où l'accélération géostrophique est égale à l'accélération due au gradient de pression… mais demandez vous tout simplement ce que vaut la force de Coriolis à l'équateur…)

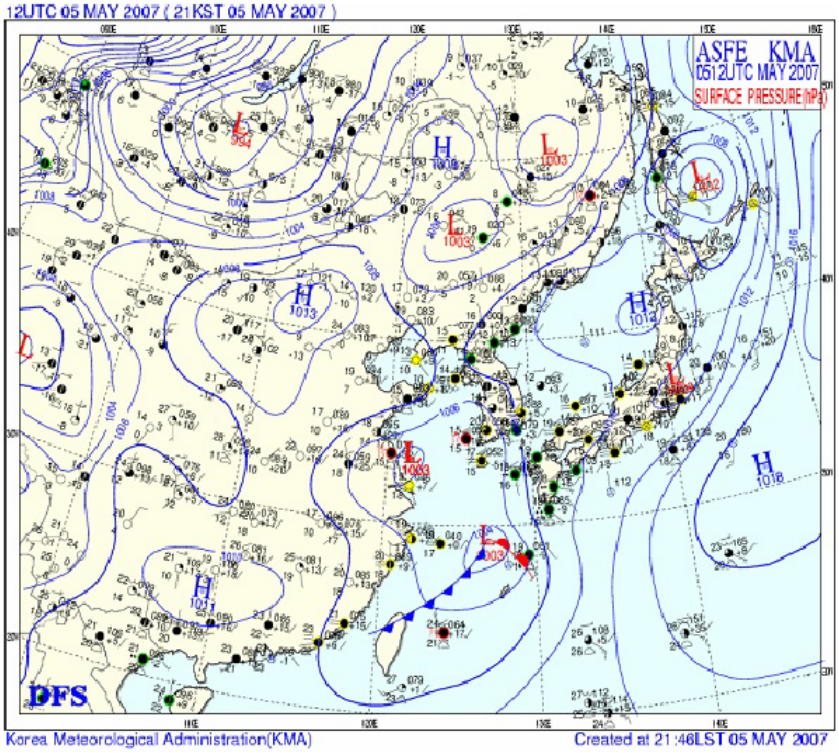
- Echelle des phénomènes météo (aérologique, moyenne, synoptique, planétaire), systèmes d'échelle synoptique, vents locaux (brise de terre et brise de mer, brise montante (brise de vallée) et brise descendante), vents catabatiques, vent de foehn, vents locaux, turbulences et effets relief (*eddies*) (4,3,6,G)

- WT 2009 : quelle période de la journée dans la basse troposphère a le plus de chances de voir l'apparition de turbulence en ciel clair ?

Structures météo et régimes de temps

- Les masses d'air et leur classification, les fronts et leurs types, fronts d'altitude, courant-jets, théorie des fronts, cyclogenèses et perturbations, cyclones extratropicaux, ondes d'altitude et dépressions de surface, cyclones tropicaux (ouragans, typhons) et leur classification (D)

- WT 2007. Voici une carte météorologique pour l'extrême orient le 5 mai 2007. [15 pts]



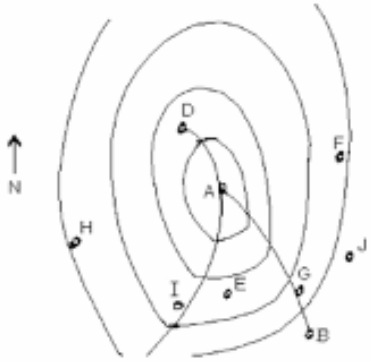
1) Surlignez deux zones où des précipitations (pluie ou neige) sont attendues (8 pts)

2) Entourez l'affirmation correcte parmi les suivantes. (7 pts)

A. Le vent au dessus de 1 km d'altitude souffle généralement dans des directions parallèles aux lignes de pression.
B. Il pleut à l'approche d'un front chaud.
C. En arrière d'un front froid (respectivement chaud) le vent soufflera du nord-ouest (respectivement de sud-est).
D. Les fronts sont censés se déplacer vers le nord.
E. La vitesse du front est sensiblement la même que celle du vent situé juste derrière le front froid.

- WT 2009 : Identifier le phénomène météo marqué "X" (en vert) sur la carte de la page 7 : (A) un cyclone extra-tropical (B) un anticyclone continental (C) un cyclone tropical (D) un anticyclone en migration (E) un front

- WT 2009 : Quelle est la meilleure explication au fait que les typhons sont rarement observés sur l'océan à proximité de l'équateur ? (A) La température de surface est trop élevée (B) Le gradient de pression est trop faible (C) La force de Coriolis est trop faible (D) La convection n'est pas assez intense (E) Le vent est trop faible.



- WT 2010 : soit un schéma montrant une dépression, front chaud, front froid, zone d'occlusion : parmi plusieurs points placés sur les fronts ou à côté, indiquer celui où la probabilité de pluie et de mauvais temps est la plus grande.

- systèmes convectifs de mésoéchelle, orage (cellule) ordinaire, inondations, électrisation et foudre, tornades et échelle des dégâts, trombes, cellules convectives (B,D)

- WT 2010 : Questions sur les éclairs : sens de propagation de l'éclair, charge des particules dans le nuage.

Climat et changement climatique

- Température moyenne et champ de pression, circulation générale, distribution des précipitations, front et jets subtropicaux, mousson (2,3,4,6,7)

- WT 2008 : Où sont situées la plupart des régions désertiques dans le Monde ? Entourez la lettre correspondant à la bonne réponse.

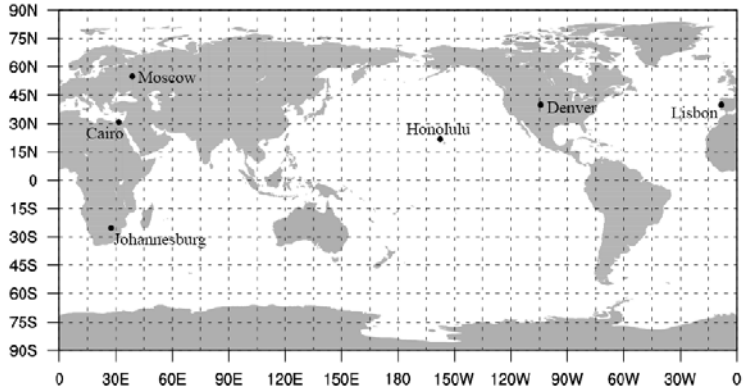
a) Sur la côte est de la plupart des continents,

b) Juste au nord ou au sud de l'équateur

c) Dans les régions situées près des côtes le long des tropiques du cancer et du capricorne

d) A 60° de latitude, nord ou sud.

- WT 2009 : en vous référant à la valeur moyenne et à l'étendue de l'intervalle de variation annuelle de température, répondez par vrai ou faux aux questions ci-dessous. Pour vous aider, une carte du monde est fournie ci-dessous avec la localisation des villes mentionnées.



i) L'intervalle de variation annuelle de température dans l'hémisphère nord est, dans l'ensemble, plus large que dans l'hémisphère sud. Vrai ou faux (V/F) ?

ii) La température annuelle moyenne à Moscou (56°N, 38° est) est plus faible que celle du Caire (V/F) ?

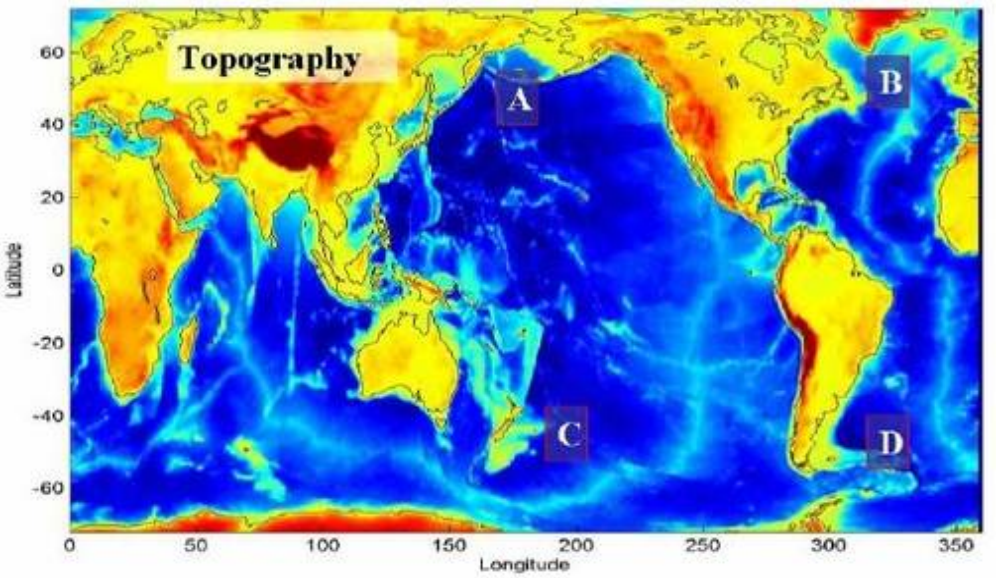
iii) L'intervalle de variation annuelle de T° à Denver (40°N/105°W) est plus faible que celui de Lisbonne (V/F) ?

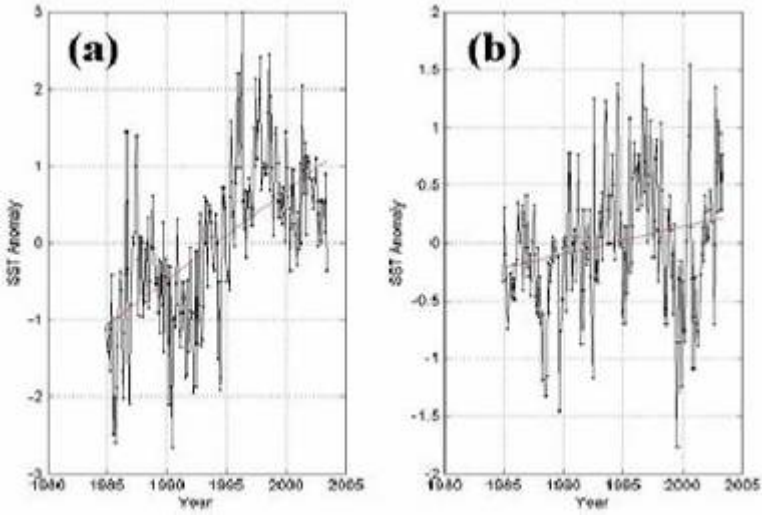
iv) La température moyenne de Juillet à Honolulu (21°N, 158°W) est légèrement plus basse qu'à Johannesbourg (26°S, 28°E) (V/F) ?

- WT 2010 : Indiquer la direction des vents dominants aux îles Sangihe Talaud (5^0 30' 23" N 126^0 34' 35" E) au sud des Philippines, durant la mousson d'Ouest indonésienne (???)

- Interaction atmosphère-océan, courants océaniques et upwelling, El Niño et l'oscillation australe (7,H)

- WT 2007. On s'intéresse à l'effet du réchauffement climatique global sur les modifications de la température de surface des océans (SST). On donne ci-dessous une carte mondiale des océans (le bleu marine correspond aux eaux profonds et le bleu clair aux eaux peu profondes). Quatre stations sont repérées par les points A, B, C, et D. [10 pts]





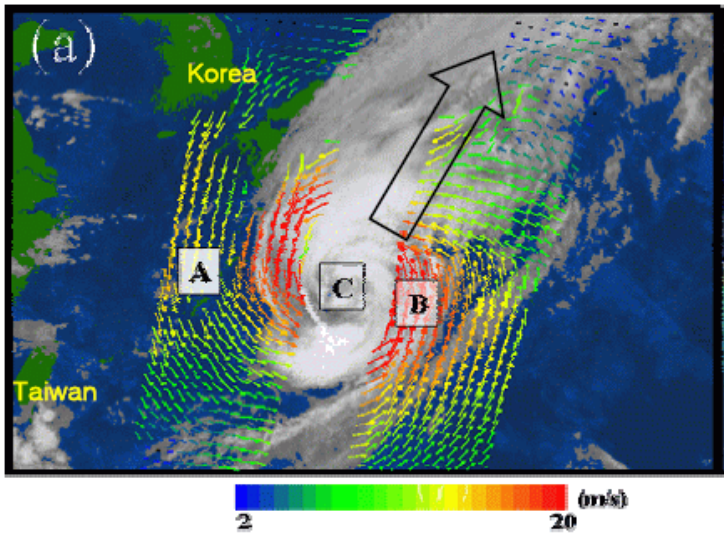
1) Les figures (a) et (b) ci-contre montrent les séries chronologiques de température de surface de l'océan (SST) en 2 points de l'océan. Calculer le taux d'évolution de la SST (en °C/an) pour les 2 schémas (a) et (b). (2 pts)
Réponse: (a): (b) :

2) L'océanographe a égaré les données de localisation des points de mesure correspondant aux figures (a) et (b)! Votre travail consiste à déterminer quel jeu de données (Figure (a) ou (b)) correspond aux localisations (A ou B sur la carte de l'océan). Il vous est demandé de fournir 2 raisons justifiant votre réponse. (5 pts)

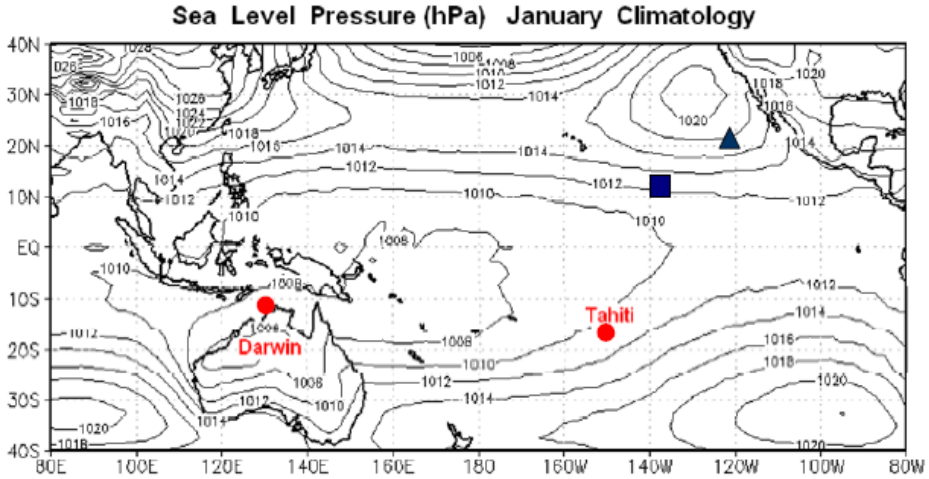
Réponse : La figure (a) correspond au point_____. (Choisissez entre A ou B). (3 pts)
Justifications (2 pts):

3) Les taux d'évolution de la SST aux points C et D sont d'environ +0,0011 °C/an et +0,0066 °C/an respectivement. Ces taux sont nettement plus faibles que ceux des points A et B de l'hémisphère nord. Analysez les causes possibles de ces différents taux d'évolution de la SST entre les hémisphères nord et sud. (3 pts)

- WT 2008 : La figure ci-contre montre les vecteurs vent à proximité de la surface de l'océan, observés par satellite, durant un typhon. Les couleurs des flèches montrent l'éventail des champs de vent de 2 à 20 m/s. La grande flèche noire indique la direction de déplacement du typhon. En quel point le vent est-il le plus fort ? A ou B ? Justifiez votre réponse

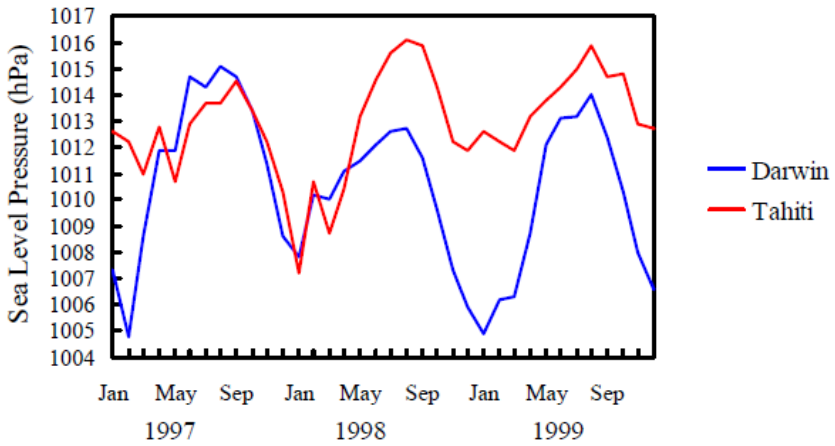


- WT 2009 : La figure ci-après montre la distribution de la pression atmosphérique au niveau de la mer, en janvier, moyennée sur 40 ans (climatologie des 40 dernières années), sur l'océan pacifique tropical. Vents de surface, courants océaniques et température océanique de surface (SST) sont étroitement corrélés dans l'océan pacifique tropical. Répondez aux questions suivantes en vous référant à la carte ci-après :



i) Mentionnez la direction du vent dominant au point repéré par un « triangle » et le courant équatorial au niveau du point repéré par un « carré ». (vous utiliserez le symbole → pour le vent dominant et le symbole ═► pour les courants équatoriaux).

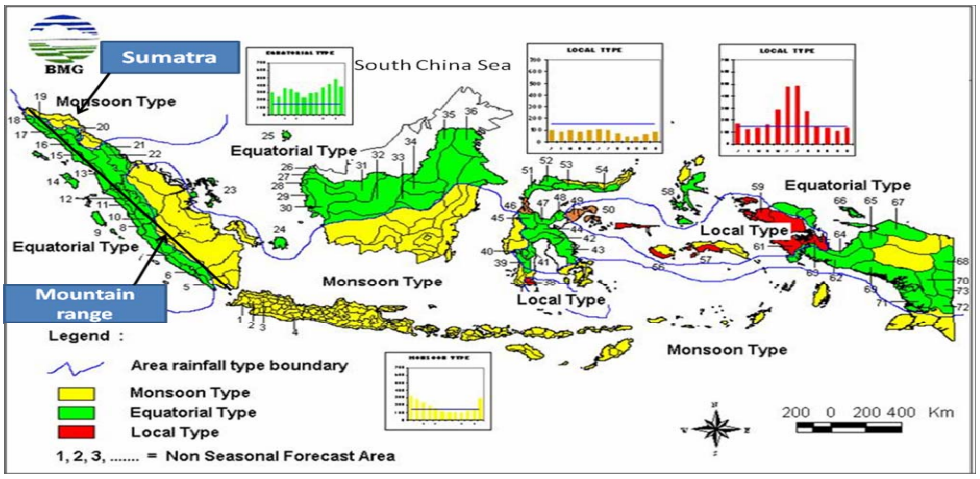
ii) Les vents dominants sont reliés au gradient de pression de surface. La figure ci-après illustre les séries temporelles de pression au niveau de la mer à Darwin (12°S, 131°E) et Tahiti (17°S, 149°W). Classez par ordre décroissant le gradient de pression de surface et la vitesse du vent dominant entre Tahiti et Darwin, pour les mois de janvier 1998, janvier 1999 et en valeur climatologique (par exemple : 1998 > 1999 > C).



iii) En quelle année, 1998 ou 1999, la température de surface de la mer du mois de janvier est elle la plus chaude sur le bassin équatorial est de l'océan pacifique ?

- Classification des climats, le changement climatique et ses causes, les paléoclimats, le réchauffement climatique global et ses conséquences (11,12,13)

- WT 2010 : le régime des précipitations sur la cote Ouest de Sumatra est de type équatorial, même aux endroits relativement distants de l'équateur. Trouver la meilleure explication : (A) mousson australo-indonésienne, (B) effet combiné de l'orographie et de l'océan indien, (C) mer de Chine du sud, (D) cyclones tropicaux, (E) « Indonesian throughflow » (courant de surface reliant pacifique et océan indien)



- WT 2010 : classer les 4 gaz à effet de serre suivants : CO_2, CH_4, H_2O, NO_2 selon leur capacité de forçage radiatif, le plus important en premier.

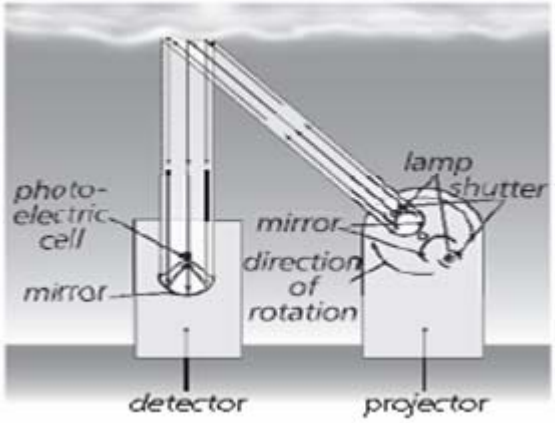
- Pollution de l'air et aérosols, destruction de l'ozone stratosphérique, pluies acides, problèmes environnementaux associés au changement climatique. (8)

Observation, prévision météo et optique atmosphérique

- Abris instrumentaux, thermomètres, baromètres, hygromètres, psychromètres, pluviomètres, anémomètres, radiosondes et ballons, catasondes (14,A)
- Etat du ciel, visibilité, télédétection, observations radar et satellite, estimation des précipitations, effet Doppler et radar Doppler, acquisition des données météo (14,15,F)

- WT 2010 : on donne un schéma expliquant le principe de fonctionnement d'un célomètre : un projecteur émet un signal lumineux qui est diffusé par la base des nuages ; un récepteur enregistre la composante verticale de la lumière réémise. Etant donné que le récepteur est distant de 20 mètres du projecteur, et que l'angle entre les faisceaux émis et reçus est égal à 0,5°, calculer l'altitude du plafond nuageux

(un peu de trigonométrie donne altitude = 20 / tg(0,5°) = 2,3 km)



- Données conventionnelles et non-conventionnelles, cartes météo, méthodes et outils de prévision, prévisibilité et incertitude, degré de confiance des prévisions (14,A,C,D,E)

- WT 2010 : vous voulez prédire le temps pour les 25 prochaines minutes en supposant que les conditions générales ne changent pas dans cet intervalle : vous utilisez la prévision basée sur la persistance, la prévision statistique, la prévision historique, la prévision numérique, ou la prévision synoptique ?

- Réflexion, diffusion, transmission, réfraction, couleur des objets, aurore, scintillement, crépuscule, le rayon vert, mirages, halos, parhélies, piliers solaires, arcs-en-ciel, couronnes (9,F)

Test pratique

- Usage et applications des instruments météo : thermomètre, baromètre, hygromètre, psychromètre, pluviomètre, anémomètre et radiosonde. (14)
- Observations météo et optique de l'atmosphère : identification des nuages, développement des nuages, temps présent, visibilité, phénomènes optiques (14,15,F)
- Réalisation et interprétation de cartes météo : cartes météorologiques de surface (cartes pointées, notamment champ de pression réduite au niveau de la mer), cartes météorologiques d'altitude (notamment, champ de géopotentiel de la tropopause) (D,E)
- Interprétation et applications des données de télédétection : images satellites, radars conventionnels et Doppler (14,15)
- Réaliser des prévisions à partir de cartes météo et d'autres informations fournies (D,E)