Préparation française des Olympiades Internationales de Géosciences
Test de validation de la formation
4 au 8 avril 2011

- *La durée du test est de 1 heure 50 ; il faut prévoir dix minutes à la fin des deux heures pour saisir vos réponses sur le formulaire (feuille de tableur). Le temps conseillé est de deux à trois minutes par question. Ne trainez pas !*
- *Vous rendrez la version imprimée du test à votre enseignant, après avoir inscrit votre nom, prénom, date de naissance, classe et établissement. L'enseignant conservera les copies.*
- *Pour chaque question, 4 ou 5 réponses sont proposées, notées A à D (ou E). Toutes les questions sont des questions à choix simple (une seule bonne réponse).* ***Vous entourerez au stylo la lettre correspondant à la réponse de votre choix****. Si les réponses sont proposées sous forme de schémas, entourez la lettre sur le schéma.*
- *Toutes les questions sont sur 1 point, sauf les questions indiquées par **, sur 3 points. Ces questions optionnelles, particulièrement difficiles, ne doivent être traitées que si vous avez fini le reste, car elles vous prendront du temps (si vous avez les connaissances nécessaires).*
- *Attention aux pièges et aux trompe-l'œil ! Aux IESO, cela fait partie du jeu.*
- *Matériel requis : règle, compas, calculatrice non programmable*
- *Il est préférable de travailler sur une impression couleur, mais le noir et blanc convient.*
- *Bon courage ! ne vous découragez pas si des questions vous résistent : c'est un concours, pas un examen ; et n'oubliez pas que c'est un jeu !*

Nom : ……..…… Prénom : ……..……

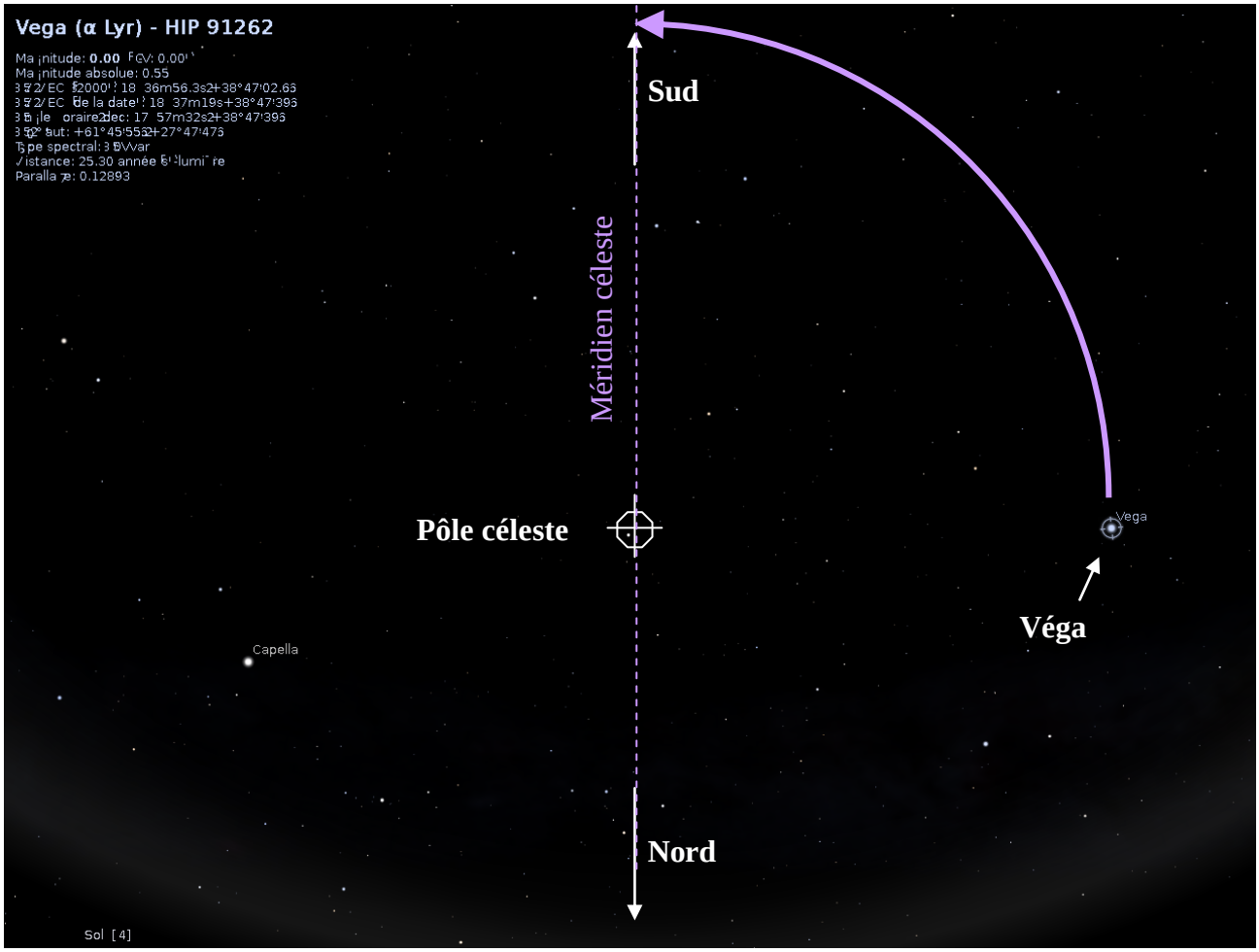
Date de naissance : ……..….. Classe :……. Etablissement : ……..……..

Je m'engage sur l'honneur à ne pas diffuser le contenu de ce test avant l'annonce des résultats.
Signature :

Astronomie

A1. La figure suivante montre l'état du ciel nocturne autour du pôle céleste à Paris le 29 avril 2011, à minuit précisément. A quelle heure Véga culminera-t-elle le 30 avril ?

- **A.** **05h 59m 01s**
- **B.** 12h 00m 00s
- **C.** 17h 57m 03s
- **D.** 23h 56m 04s



Véga culminera lorsqu'elle franchira le méridien céleste (la ligne qui joint les pôles célestes), plus précisément la branche qui s'abaisse sur l'horizon sud. Le problème revient donc à trouver le temps nécessaire pour que le ciel tourne d'un quart de tour autour du pôle céleste (le ciel tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre). Le mouvement apparent de la voûte céleste correspond à un tour complet en 23h56m4s (jour sidéral) : c'est donc un peu moins de 6h (5h59m01s) après minuit que Véga culminera.

A2. Laquelle des étoiles suivantes est circumpolaire (c'est-à-dire ne passe jamais sous l'horizon) à la latitude de Modène, en Italie (φ = 44° 40') (déclinaisons valables pour le 5 septembre 2011) :

A. Antarès, du Scorpion (δ = -26° 27' 25'')

B. Altaïr, de l'Aigle (δ = +08° 53' 56'')

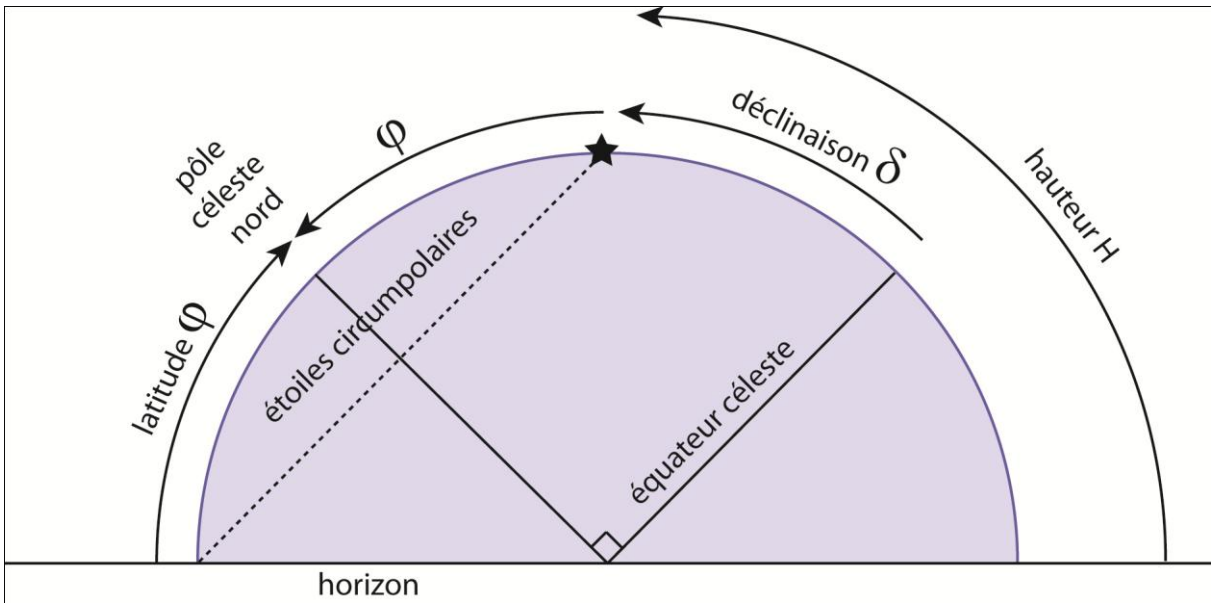
C. Menkalinan, du Cocher (δ = +44° 56' 51'')

D. Alkaïd, de la Grande Ourse (δ = +49° 15' 19'')

E. Alpha Telescopii, du Télescope (δ = -45° 57' 39'')

On rappelle que la hauteur du pôle céleste est égale à la latitude φ du lieu. Le schéma suivant montre qu'une étoile est circumpolaire en un lieu de latitude φ si sa déclinaison δ est telle que :

δ > 90 - φ soit à Modène δ > 45°20' seule Alkaïd remplit cette condition. C'est d'ailleurs pour cela qu'on utilise la Grande Ourse pour trouver le pole nord céleste (puis le nord géographique) : on est presque toujours certain, aux latitudes de l'Europe, de l'apercevoir.



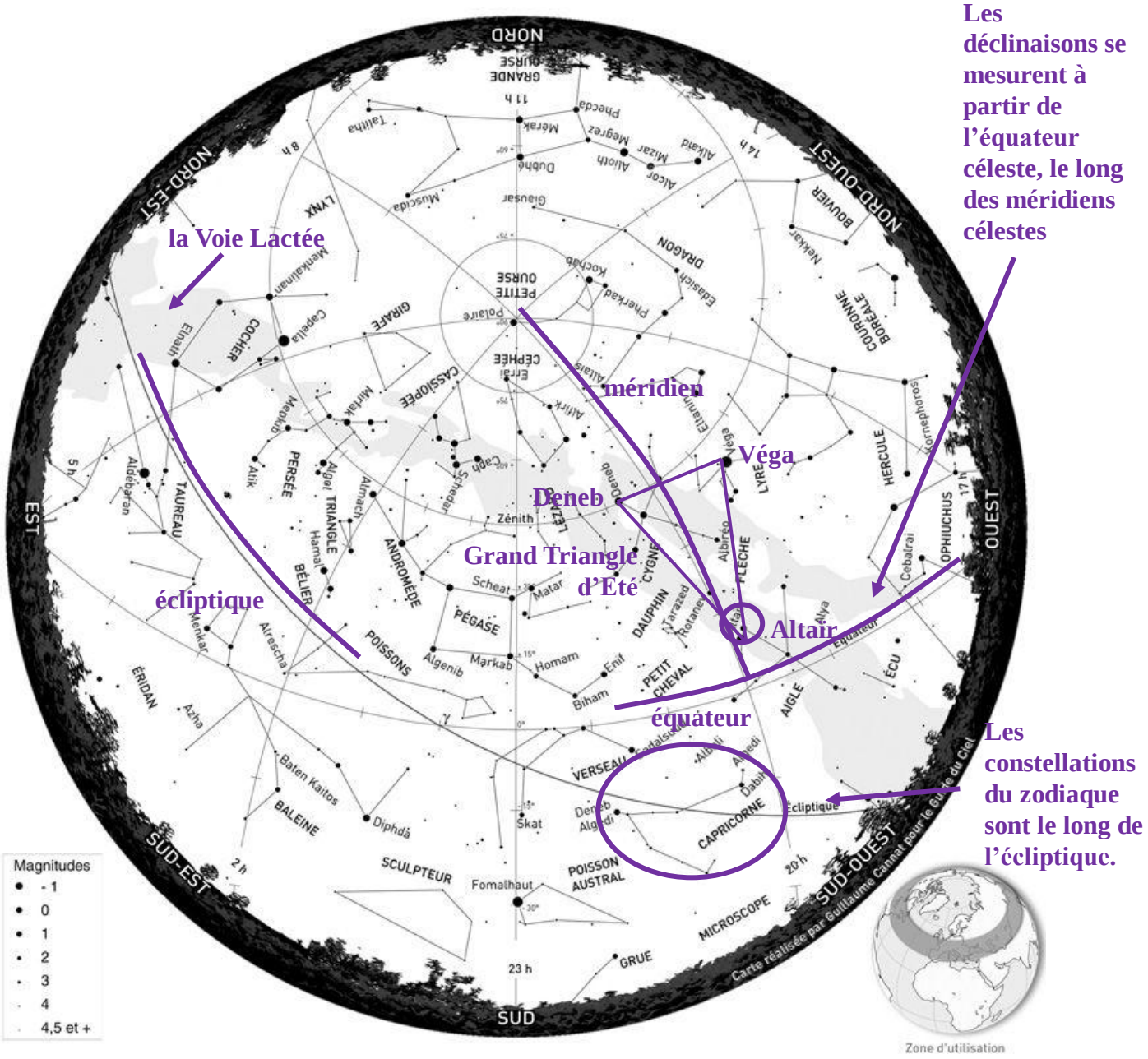
A3. Sur la carte du ciel (représentative du ciel observable à Modène début septembre vers minuit), recherchez l'étoile mystérieuse :

- La constellation à laquelle appartient cette étoile est voisine d'une constellation du zodiaque.
- Cette étoile est l'un des trois sommets du « grand triangle d'été ».
- Cette étoile a une déclinaison d'environ +9°.
- Cette étoile est située sur la voie lactée.
- Cette étoile se lève avant Aldébaran.

En procédant par élimination, il y avait plusieurs façons d'arriver à la bonne réponse (Altaïr) :

- *Parmi les réponses proposées, 4 étoiles sur 5 appartiennent à des constellations proches de constellations du zodiaque : Almach d'Andromède (proche du Bélier et des Poissons), Fomalhaut du Poisson Austral (proche du Verseau et du Capricorne), Altaïr de l'Aigle (proche du Capricorne) et Capella du Cocher (proche du Taureau) ;*

- *les trois étoiles du grand triangle d'été sont Deneb, Véga et Altaïr ;*
- *4 étoiles sur 5 sont situées sur la voie lactée : Altaïr, Deneb, Almach et Capella ;*
- *toutes les étoiles proposées en réponse se lèvent avant Aldébaran sauf Capella (Aldébaran est en avant du méridien 5h, Capella en arrière) ;*
- *entre l'équateur céleste et le pôle nord céleste (90°), les méridiens célestes sont gradués de 15° en 15°. On peut donc constater que la seule étoile de déclinaison +9° est Altaïr de l'Aigle.*



A. Deneb du Cygne

B. Almach d'Andromède

C. Fomalhaut du Poisson Austral

D. **Altaïr de l'Aigle**

E. Capella du Cocher

Le Guide du Ciel, Guillaume Cannat / AMDS / NATHAN

A4. L'étoile de Kapteyn est une étoile faible de la constellation du Peintre. La position de cette étoile sur la voute céleste a été visée le 21 juin 2010, puis le 21 décembre 2010. Entre ces deux dates, sa position a changé d'un angle (parallaxe) de 0,5 seconde d'arc. Quelle est la distance de cette étoile en parsecs ?
(on rappelle qu'un parsec est la distance à laquelle le grand axe de l'orbite terrestre serait vu sous un angle de 2 secondes d'arc)

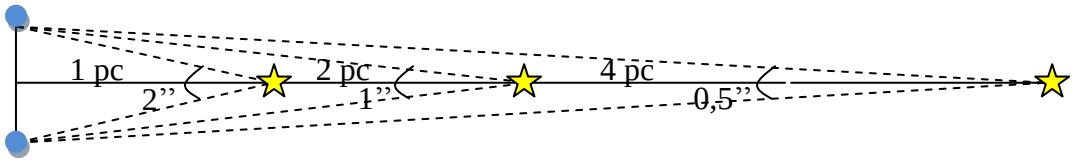
A. 0,25 parsec

B. 0,5 parsec

C. 2 parsecs

D. **4 parsecs**

Entre le 21 juin et le 21 septembre, la Terre a parcouru la moitié de son orbite. Elle s'est donc déplacée d'une distance correspondant au grand axe de son orbite. A 1 parsec, par définition, ce grand axe est vu sous un angle de 2 secondes d'arc. A 2 parsecs, le grand axe est vu sous un angle deux fois plus petit (1 seconde d'arc). En doublant encore la distance, à 4 parsecs, le grand axe est vu de nouveau sous un angle 2 fois plus petit (0,5 seconde d'arc).



A5. On s'intéresse aux deux étoiles suivantes : Sadir, dans la constellation du Cygne, et Eltanin, dans la constellation du Dragon :

- Sadir a la même magnitude apparente qu'Eltanin, alors qu'elle est 10 fois plus éloignée de la Terre.
- Eltanin a une magnitude absolue de -1.

On rappelle l'équation des magnitudes, qui lie la magnitude absolue M, la magnitude apparente m et la distance d de l'étoile : $\boldsymbol{m = M + 5\log(d) - 5}$ Et l'on donne les relations suivantes :
$\log(10) = 1$ $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$ Indiquez la magnitude absolue de Sadir :

A. -10

B. +9

C. **-6**

D. +4

E. 0

N'oubliez pas que l'échelle des magnitudes est inversée : plus la magnitude absolue d'une étoile est grande, moins cette étoile est intrinsèquement brillante ! Sadir a donc une magnitude absolue inférieure à -1. Mais est-ce -6 ou -10 ?

On a : $m_{\text{Sadir}} = m_{\text{Eltanin}}$ *soit*

$$M_{\text{Sadir}} + 5\log(d_{Sadir}) = M_{\text{Eltanin}} + 5\log(d_{Eltanin})$$

$$M_{\text{Sadir}} + 5\log(10d_{Eltanin}) = M_{\text{Eltanin}} + 5\log(d_{Eltanin})$$

$$M_{\text{Sadir}} + 5\log 10 + 5\log(d_{Eltanin}) = M_{\text{Eltanin}} + 5\log(d_{Eltanin})$$

$$M_{\text{Sadir}} + 5 = M_{\text{Eltanin}}$$

$$M_{\text{Sadir}} = -6$$

A6. Dans 5 milliards d'années, les réactions de fusion au cœur du Soleil auront épuisé l'hydrogène : notre étoile se transformera alors en une géante rouge : son rayon augmentera d'un facteur 16, tandis que sa température de surface diminuera d'un facteur 2. Comment évoluera la luminosité du Soleil ?

A. Elle diminuera d'un facteur 16.

B. Elle diminuera d'un facteur 2.

C. Elle augmentera d'un facteur 2.

D. Elle augmentera d'un facteur 16.

La luminosité d'une étoile est proportionnelle à sa surface (surface d'une sphère : $4\pi R^2$) et proportionnelle à la puissance quatrième de sa température de surface (T^4). La luminosité du Soleil est donc proportionnelle à R^2 T^4 et, lorsque notre étoile deviendra une géante rouge, elle augmentera de $16^2 / 2^4 = 16$ fois !

A7. A l'équateur, le Soleil passe au zénith :

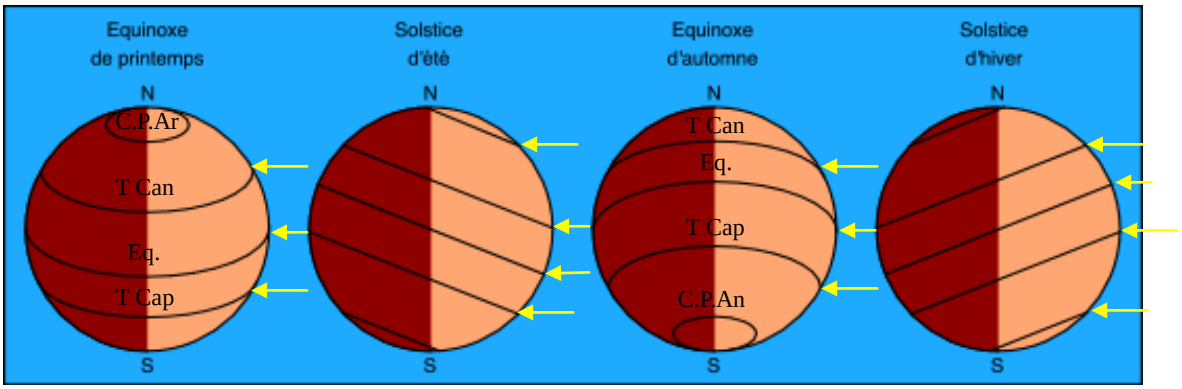
A. les jours des équinoxes.

B. le jour du solstice d'hiver.

C. le jour du solstice d'été.

D. tous les jours.

E. une fois par an.



Le Soleil passe au zénith lors du solstice d'été pour les habitants du tropique du Cancer (et lors du solstice d'hiver pour ceux du tropique du Capricorne). Sur l'équateur, il ne passe au zénith que lors des équinoxes, comme le montre cette figure (les cercles du nord au sud sont le cercle polaire arctique C. P. Ar, le tropique du cancer T. Can, l'équateur Eq., le tropique du capricorne T. Cap et le cercle polaire antarctique C. P. An). (passage au zénith = Soleil au sommet de la voute céleste, ses rayons arrivant perpendiculairement à la surface du sol)

A8. Le calendrier julien, avec une année moyenne de 365,25 jours, essaie d'approcher la durée de l'année tropique (365,24221935 jours). Dans le calendrier julien, les années durent 365 jours, sauf tous les 4 ans (années bissextiles) où elles durent 366 jours. Le calendrier grégorien aujourd'hui en usage dans la majeure partie du monde propose une meilleure approximation de l'année tropique que le calendrier julien, car :

A. Tous les 4 ans, l'année dure 364 jours au lieu de 365.

B. Les années séculaires (dernière année d'un siècle, comme 1200) ne sont pas bissextiles.

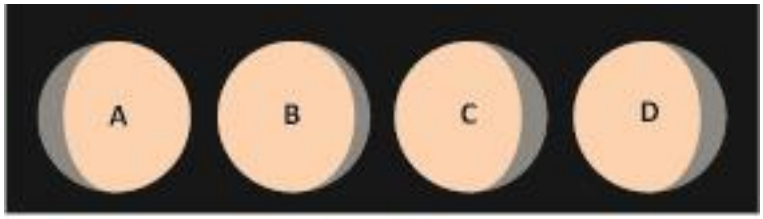
C. Les années séculaires ne sont bissextiles que tous les 4 siècles.

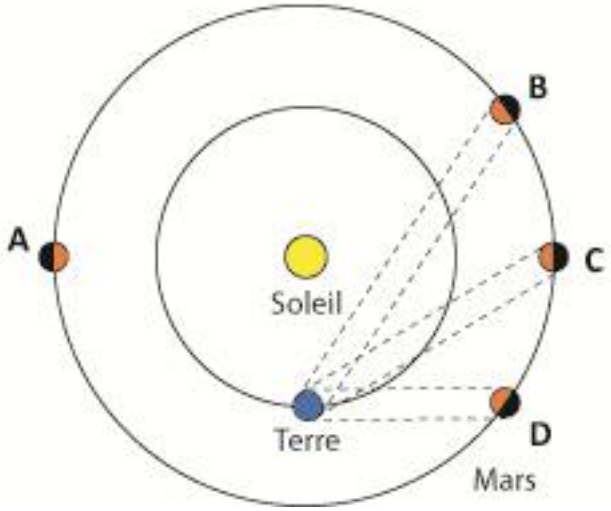
D. Les années bissextiles ne reviennent que tous les 5 ans.

A9. Indiquez pour quelle configuration Soleil-Terre-Mars la planète Mars peut apparaître sous l'aspect ci-dessous depuis la Terre :

Réponse : **A.** **B.** **C.** **D.** **E. Mars ne présente jamais cet aspect**.

Seules les planètes intérieures (Mercure, Vénus) peuvent présenter cet aspect de croissant. Pour vous en convaincre, vous pouvez essayer de trouver l'aspect de Mars vue de la Terre en B, C, D.





A10. Si vous voyez la Lune se lever à l'Est alors que le Soleil se couche à l'Ouest, c'est que la Lune est en :

A. nouvelle lune

B. premier quartier

C. pleine lune

D. dernier quartier

E. aucune des réponses ci-dessus

Si la Lune se lève à l'Est quand le Soleil se couche à l'Ouest, alors c'est que Lune et Soleil sont en opposition, c'est-à-dire que la Terre se trouve entre le Soleil et la Lune. On voit alors, en tournant le dos au Soleil, toute la face éclairée de la Lune : c'est la pleine Lune.

A11. Pourquoi voit-on toujours la même face de la Lune depuis la Terre ?

A. la Lune ne tourne pas sur elle-même.

B. **la période de révolution et la période de rotation de la Lune sont identiques.**

C. la période de rotation de la Terre est égale à la période de révolution de la Lune.

D. la période de rotation de la Terre est égale à la période de rotation de la Lune.

Lorsque la Lune accomplit une révolution autour de la Terre, elle effectue un tour sur elle-même : elle tourne donc toujours la même face vers la Terre.

A12. Le petit prince décide d'installer sa planète dans notre système solaire. Il se place à 4 unités astronomiques du Soleil (on rappelle que l'unité astronomique est le demi-grand axe de l'orbite terrestre). Quelle sera la durée d'une année sur la planète du petit prince ?

A. 4 années terrestres

B. **8 années terrestres**

C. 16 années terrestres

D. 64 années terrestres

La troisième loi de Kepler lie la période de révolution p des planètes (en années terrestres : $p_{Terre}=1$) et le demi-grand-axe de leur orbite a (en unités astromiques : $a_{Terre}=1$). On a $p^2 = a^3$. Pour $a_{PP} = 4$, on trouve $p_{PP}^2 = a_{PP}^3 = 4x4x4 = 64$, d'où $p_{PP} = 8$ ans.

A13. Parmi les planètes suivantes, laquelle n'est pas une planète tellurique ?

A. Mercure

B. **Saturne**

C. Mars

D. Vénus

Les planètes telluriques sont les planètes « semblables à la Terre », dotées d'une surface solide. Saturne est une planète géante, gazeuse.

A14. Sous une bonne étoile.

Le 5 septembre 2011, vous passerez peut être votre première nuit à Modène, capitale des IESO 2011. A 23 heures exactement, une brillante étoile culminera très haut dans le ciel de Modène, et passera même au zénith au nord exact de Modène, dans la ville de Vérone (célèbre pour ses amants) ! Les coordonnées de Vérone sont : longitude λ = 10° 55' 12'' Est, latitude φ = 45° 19' 21'' Nord.

A 23h heure locale le 5 septembre, le Temps Sidéral de Greenwich (TSG) sera 19h 58m 09s. Pour une longitude λ comptée positivement vers l'Est, le Temps Sidéral Local (TSL) s'obtient par la relation : TSL = TSG + λ (longitude convertie en heures, minutes, secondes). Trouvez les coordonnées équatoriales (ascension droite α, déclinaison δ) de l'étoile.

A. α = 5h 17m 31s ; δ = +46° 00' 33'' : il s'agit de l'étoile Capella, du Cocher.

B. α = 20h 22m 38s ; δ = +40° 17' 35'' : il s'agit de l'étoile Sadir, du Cygne.

C. **α = 20h 41m 50s ; δ = +45° 19' 21'' : il s'agit de l'étoile Deneb, du Cygne.**

D. α = 2h 45m 13s ; δ = +89° 18' 44'' : il s'agit de l'étoile Polaris, de la Petite Ourse.

Lorsque cette étoile culmine en passant au zénith, sa hauteur vaut 90°. On rappelle la relation : $H = 90 - \varphi + \delta$ (voir la figure de la réponse à la question A2 pour s'en convaincre). Pour $H = 90$, on a donc $\delta = \varphi = 45° 19' 21''$. Cela suffisait pour trouver la bonne réponse : Deneb !

Trouvons toutefois l'ascension droite de l'étoile. On rappelle que l'ascension droite d'une étoile est égale à la différence entre le temps sidéral local et l'angle horaire de l'étoile : α = TSL - AH. Lorsque l'étoile passe au zénith, elle culmine et son angle horaire est nul : le temps sidéral local est alors égal à son ascension droite : TSL = α.

Il s'agit donc de trouver TSL le 5 septembre à 23h à Vérone, c'est-à-dire calculer TSL = TSG + λ. Pour effectuer cette addition, il faut convertir λ en heures, minutes, secondes. La première étape est de passer à une expression décimale : $\lambda = 10° 55' 12'' = 10 + 55/60 + 12/3600 = 10{,}92°$. Comme un tour complet correspond à 24h et à 360°, $\lambda = (24/360) \times 10{,}92 = 0{,}728$ heure = 43,68 minutes = 43 minutes 41 secondes. On trouve alors α. = TSL = 19h58m09s + 00h43m41s = 20h41m50s

Météorologie

M1. L'ascension d'un sommet comme l'Everest nécessite une assistance respiratoire. A 8 km d'altitude, le pourcentage volumique de dioxygène dans l'atmosphère est d'environ :

A. 20%

B. 16%

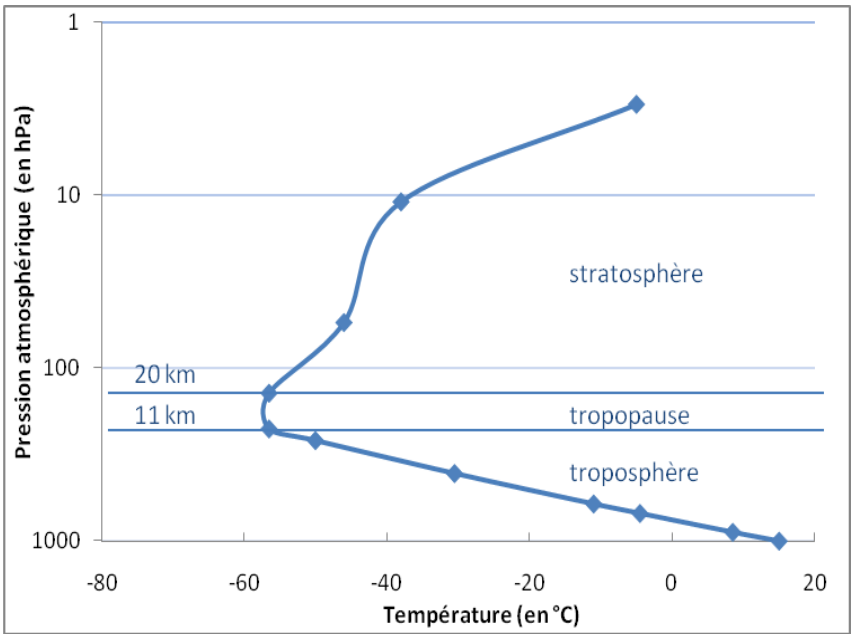
C. 12%

D. 8%

Question piège ! Dans toute l'épaisseur de la troposphère (à 8 km d'altitude à la latitude de l'Everest, on est encore dans la troposphère), et même dans la stratosphère, la composition de l'air ne change presque pas (seul les fractions volumiques de la vapeur d'eau et de l'ozone varient notablement) : le dioxygène représente environ 20% en volume (20,95% pour être précis). En revanche, lorsqu'on s'élève, l'air est moins dense : le dioxygène représente toujours 20% de l'air en volume mais sa pression partielle est plus faible qu'au niveau de la mer, d'où les difficultés respiratoires.

M2. Un ballon-sonde a transmis les données suivantes lors de son ascension.

Pression (hPa)	Temp. (°C)
1013	15,0
900	8,5
700	-4,5
617	-11,0
411	-30,5
265	-50,0
227	-56,5
141	-56,5
55	-46,0
11	-38,0
3	-5,0



Indiquez à quel niveau se trouvait le ballon lors de la transmission du dernier couple de données :

A. Mésosphère

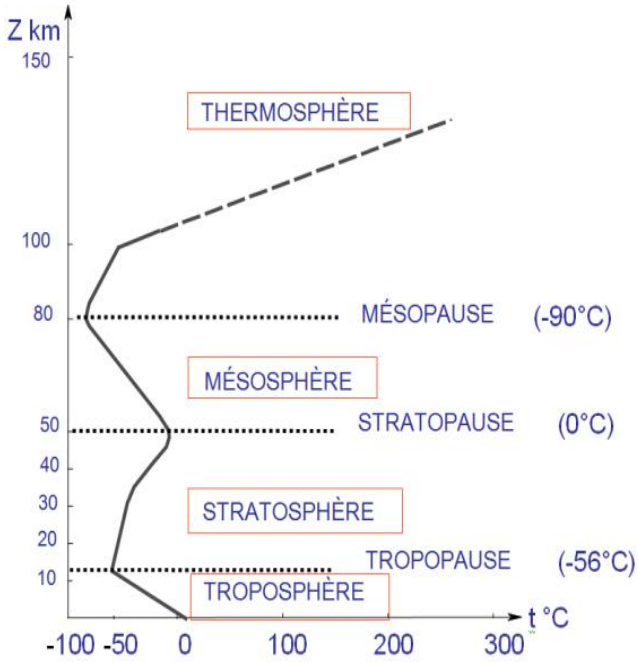
B. Stratosphère

C. Tropopause

D. Troposphère

E. Thermosphère

L'altitude croissante du ballon se traduit par la diminution de la pression atmosphérique. Dans un premier temps, jusqu'à la pression de 227 hPa, la température diminue continument : nous sommes dans la ***troposphère****. La température reste ensuite constante jusqu'à 141 hPa – c'est la* ***tropopause*** *-, puis elle* ***augmente*** *alors qu'on continue à s'élever ! Cette* ***inversion****, découverte par le français Teisserenc de Bort en 1898, caractérise la* ***stratosphère.***



M3. Un récipient fermé contient de l'air initialement sec à une température *T* maintenue constante. On injecte progressivement dans le récipient une masse *m* de vapeur d'eau jusqu'à saturation de l'air, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'humidité relative y soit de 100%. Pour laquelle de ces températures la masse d'eau *m* sera-t-elle la plus élevée ?

A. T = 20°C

B. T = 0°C

C. T = -20°C

D. La quantité de vapeur d'eau à saturation est la même pour toutes les températures.

Plus l'air est chaud, plus il peut contenir d'eau sous forme de vapeur. Un air saturé (100% d'humidité relative) à 20°C contient plus de vapeur d'eau qu'un air saturé à 10°C.

M4. Ce phénomène météorologique a été photographié au dessus du Fuji Yama, célèbre volcan japonais. Comment s'est-il produit ?

A. Un nuage poussé par les vents d'altitude a été retenu par le sommet du volcan.

B. Une éruption volcanique s'est produite et la vapeur d'eau a condensé.

C. L'air chaud et humide qui s'élève en remontant les pentes a atteint le point de rosée.

D. L'air tourbillonne autour du sommet du volcan et la vapeur d'eau a condensé.

Il s'agit d'un magnifique exemple de nuage orographique (nuage en capuchon). Sa finesse trahit son mode de formation : la vapeur d'eau condense à l'altitude précise où la masse d'air humide, qui remonte le long des pentes du volcan (et qui subit donc une diminution de pression et de température, suivant la loi des gaz parfaits), atteint le point de rosée. Passée de l'autre côté du relief, la masse d'air redescend et repasse sous le point de rosée, d'où l'interruption du nuage.

M5. On s'intéresse à l'effet de Foehn dans les Alpes. A Courmayeur, sur le versant italien du massif du Mont Blanc (altitude = 1220 m, pression = 880 hPa), souffle un vent d'est qui pousse les masses d'air au dessus du Mont Blanc (altitude = 4807 m, pression = 550 hPa). Ces masses d'air redescendent ensuite dans la vallée de Chamonix (on se placera à la même altitude que Courmayeur). Le trajet des masses d'air est décrit sur le dessin de la page suivante. On s'attend à ce que l'air qui descend sur Chamonix soit :

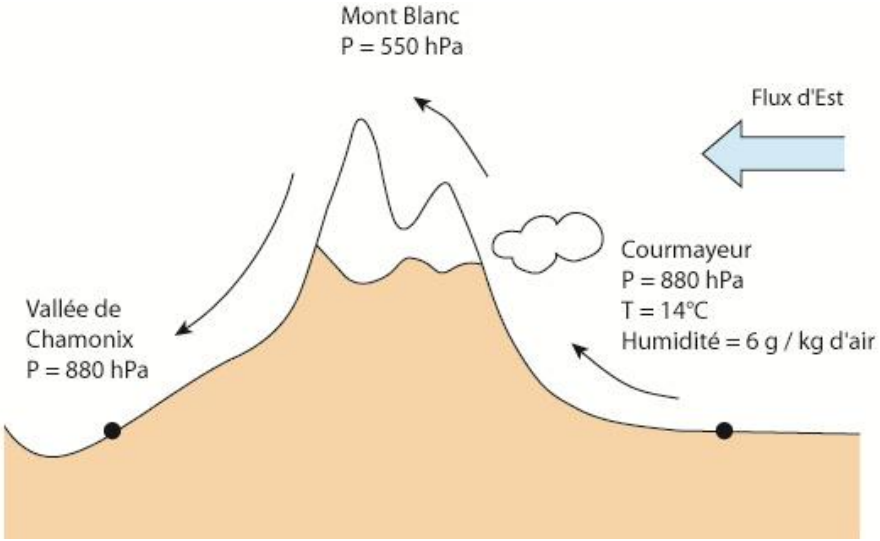
A. Plus chaud et plus humide qu'à Courmayeur

B. Plus chaud et moins humide qu'à Courmayeur

C. Moins chaud et plus humide qu'à Courmayeur

D. Moins chaud et moins humide qu'à Courmayeur

Comme on vient de le voir, l'air chaud et humide se refroidit en montant et atteint le point de rosée sur le versant italien. Il se déleste alors de son eau sous forme de précipitations, tout en continuant à se refroidir en s'élevant, mais plus lentement (car la condensation libère de la chaleur). En redescendant, l'air plus sec se réchauffe plus vite qu'il s'était refroidi en montant : arrivé à Chamonix, l'air est plus sec et plus chaud. Une explication plus complète est donnée en M15.



M6. La surface terrestre et l'atmosphère sont chauffées par le rayonnement solaire ; elles se refroidissent aussi en rayonnant de l'énergie vers l'espace. Pour le rayonnement solaire reçu (1) et pour le rayonnement émis vers l'espace (2), indiquez chaque fois le domaine correspondant à la majeure partie de l'énergie rayonnée :

A. l'infrarouge (1) et les microondes (2)

B. les microondes (1) et l'infrarouge (2)

C. les longueurs d'onde visibles (1) et l'infrarouge (2)

D. les longueurs d'onde visibles (1) et les microondes (2)

M7. Expliquer pourquoi la fonte des banquises due au réchauffement climatique pourrait contribuer à accélérer ce réchauffement climatique.

A. parce que l'air ne sera plus refroidi par la glace des pôles.

B. parce que la surface occupée par la glace, avec son albédo élevé, renvoie une proportion importante de rayonnement solaire vers l'espace.

C. parce que, du fait de l'augmentation du volume des océans, une plus grande quantité de chaleur pourra être stockée.

D. parce que la fonte de la glace libère de la chaleur.

M8. Quelle est l'heure et la situation où l'on s'attend à mesurer la température la plus basse près du sol :

A. à minuit, sous un ciel clair.

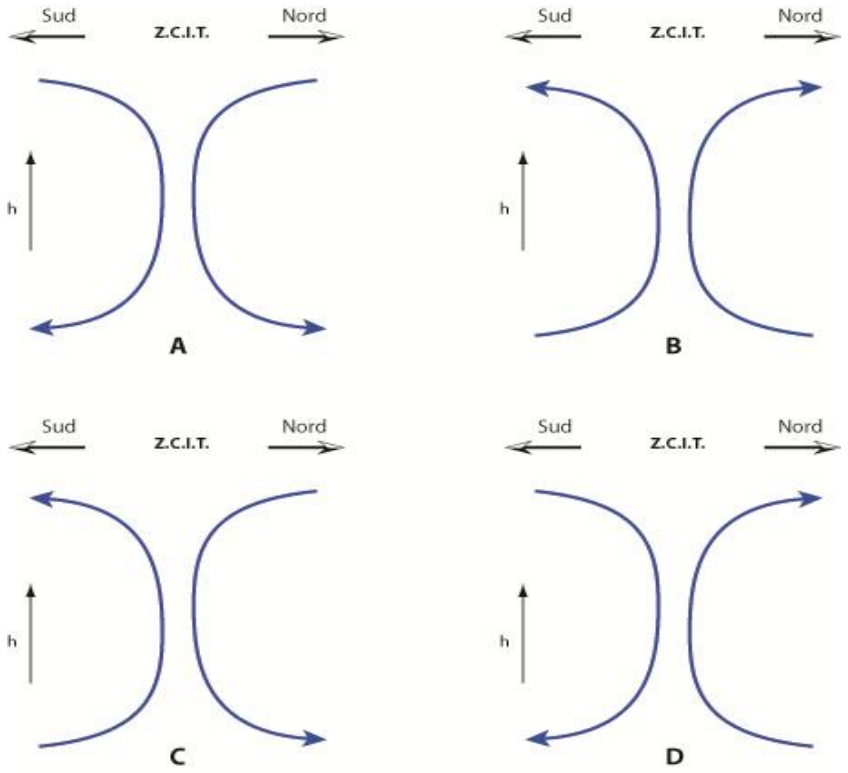
B. à minuit, sous un ciel couvert.

C. au petit matin, sous un ciel clair.

D. au petit matin, sous un ciel couvert.

Le rayonnement infrarouge émis par le sol vers l'espace est absorbé en grande partie par les différents composés de l'atmosphère et les nuages. A leur tour, l'atmosphère et les nuages réémettent de l'énergie dans l'infrarouge, dont une partie en direction de la terre. Sous un ciel clair, la contribution des nuages à ce phénomène est nulle. La terre se refroidit donc plus vite. Comme elle se refroidit toute la nuit, la température la plus basse (sauf déplacements de masses d'air) est observée au petit matin, avant que le rayonnement solaire commence à la réchauffer.

M9. La zone de convergence intertropicale est une ceinture caractérisée par de basses pressions au niveau de la mer, où ont lieu d'importants mouvements verticaux dans la troposphère, capables de générer des orages violents et soudains. Choisissez la vue en coupe de la troposphère qui montre correctement ces mouvements : **réponse B.**
http://education.meteofrance.com/machineclimatique/convergenceintertropicale?educelm=machine_4



M10. Les nuages d'orage s'élevant très haut dans l'atmosphère et que l'on voit souvent dans les régions équatoriales sont :

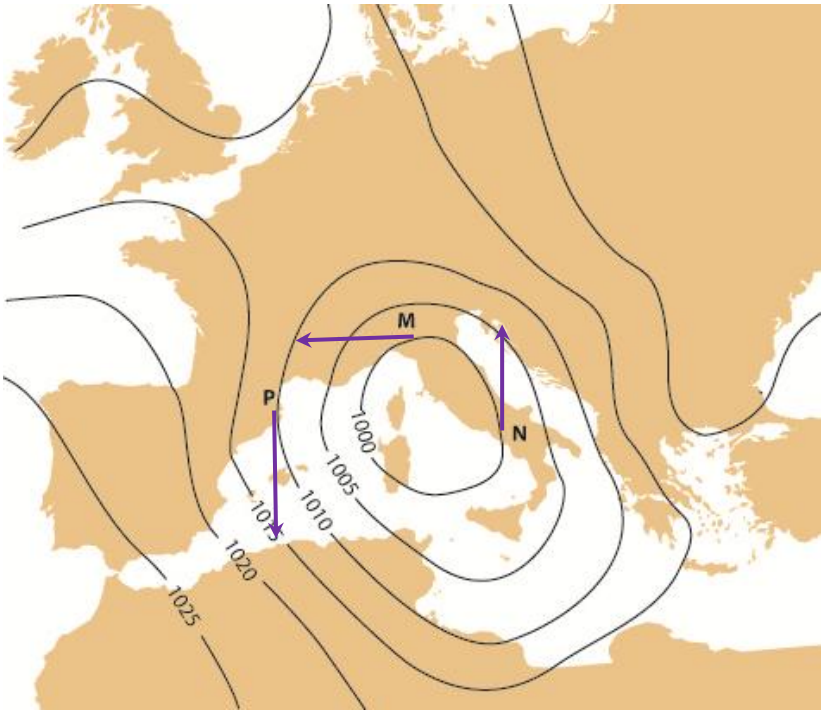
A. des cirrus

B. des cumulus

C. **des cumulo-nimbus**

D. des stratus

M11. La figure ci-dessous représente le champ de pression atmosphérique en Europe au niveau de la mer (en hectopascals) le 21 janvier 1978 à minuit. Indiquez la direction approximative d'où devait souffler le vent près des trois villes suivantes : Perpignan (notée P sur la carte), Milan (notée M) et Naples (notée N).



A. Perpignan : Ouest ; Milan : Nord ; Naples : Est

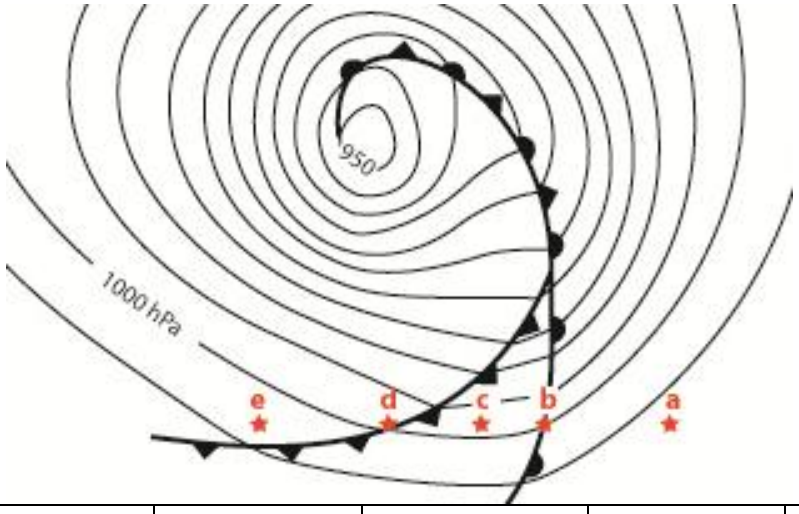
B. Perpignan : Est ; Milan : Sud ; Naples : Ouest

C. Perpignan : Nord ; Milan : Est ; Naples : Sud

D. Perpignan : Sud ; Milan : Ouest ; Naples : Nord

La loi de Buys-Ballot (qui résulte de l'équilibre des forces de pression et de la force de Coriolis) dit que l'air ne se déplace pas en ligne droite des zones de haute pression vers les zones de basse pression, mais suit les lignes d'égale pression (isobares) en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre autour des anticyclones et dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour des dépressions (dans l'hémisphère nord).

M12. Dans l'hémisphère nord, aux moyennes latitudes, on suit le passage d'une perturbation et on note les différents types de temps qui se succèdent en un lieu donné (étoile rouge) : ce point est fixe, c'est la perturbation qui se déplace vers l'Est. On a dessiné les différents fronts selon les conventions. Attribuez un type de temps (I à V) à chaque position relative aux fronts (lettres *a* à *e*).



Type de temps	**a II tête**	**b V front chaud**	**c IV secteur chaud**	**d III front froid**	**e I traine**
Précipitations	Quelques gouttes	Pluie forte	Bruine	Pluie forte	Averses irrégulières
Nuages	Ciel couvert	Ciel gris et bas	Ciel gris et bas (stratus)	Ciel très gris et bas	Ciel de traîne (cumulus)
Température		En hausse	Stationnaire	En baisse	
Vent	Vent de Sud-Ouest	Tourne à l'Ouest	Vent d'Ouest, régulier	Tourne au Nord-Ouest, se renforce	Vent de Nord-Ouest, irrégulier
Pression	En baisse	En forte baisse	Stationnaire	En hausse nette	

A. a IV ; b II ; c III ; d I ; e V

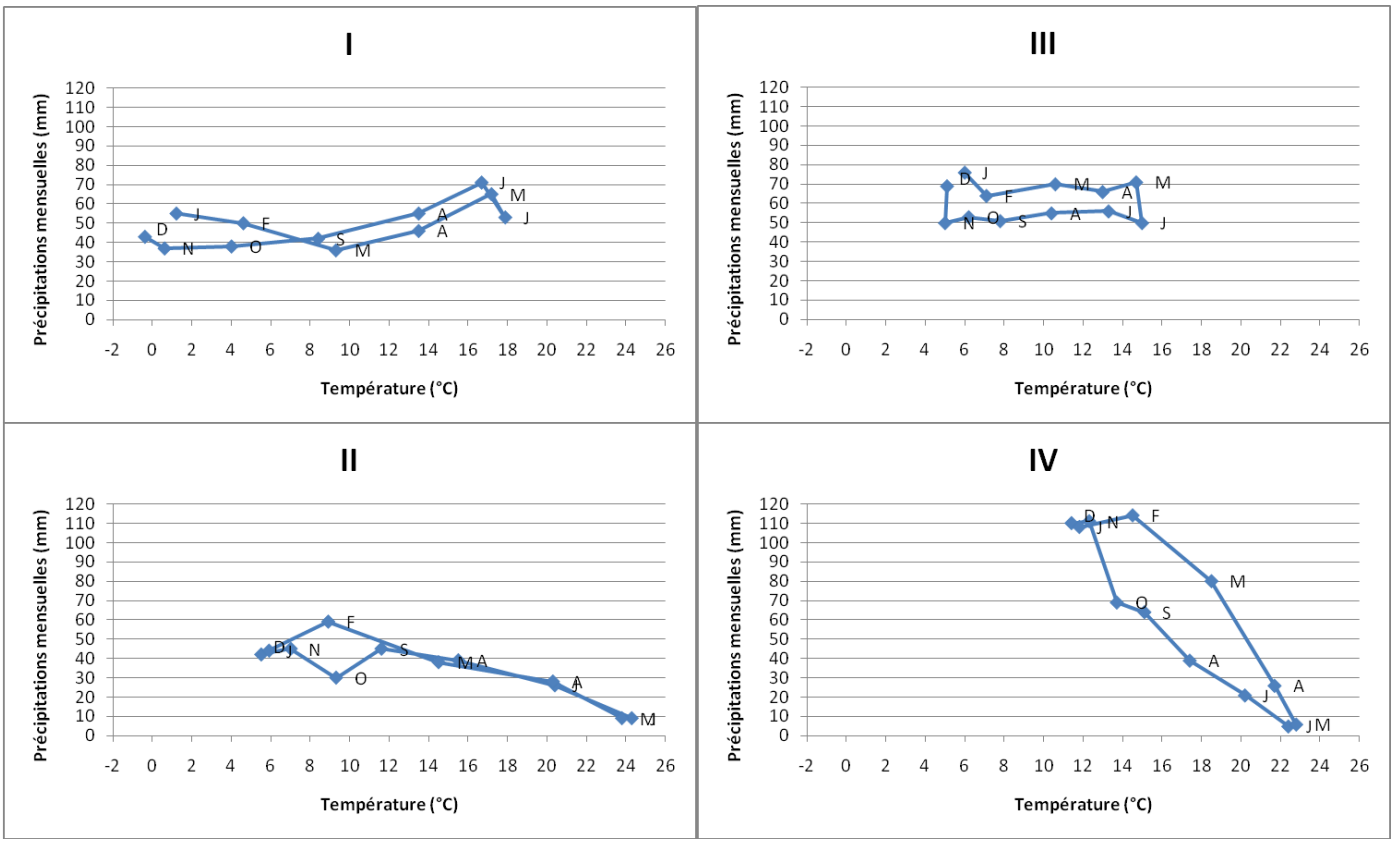
B. a I ; b III ; c IV ; d II ; e V

C. a I ; b IV ; c III ; d II ; e V

D. a V ; b II ; c IV ; d III ; e I

E. a II ; b V ; c IV ; d III ; e I

M13. On a représenté ci-dessous les climatogrammes (températures mensuelles moyennes et précipitations mensuelles moyennes) pour 4 villes européennes : Berlin, Dublin, Lisbonne et Madrid. Les lettres à côté de chaque point correspondent à un mois de l'année. Associez un climatogramme à chaque ville.



A. Berlin : I ; Dublin : II ; Lisbonne : III ; Madrid : IV

B. Berlin : I ; Dublin : III ; Lisbonne : II ; Madrid : IV

C. Berlin : I ; Dublin : III ; Lisbonne : IV ; Madrid : II

D. Berlin : III ; Dublin : I ; Lisbonne : II ; Madrid : IV

E. Berlin : II ; Dublin : I ; Lisbonne : IV ; Madrid : III

Considérons tout d'abord l'amplitude thermique de ces stations. Dublin et Lisbonne sont soumises à l'influence de l'océan, qui tempère les variations saisonnières. On s'attend aussi à ce que ce soient les stations les plus arrosées en hiver. On leur attribuera donc les climatogrammes III et IV. Ensuite, on examine les températures maximales pour identifier les stations les plus méridionales. On peut également identifier Berlin par son hiver rigoureux (climatogramme I) et Madrid et Lisbonne par leur été très sec (climatogramme II)

M14. Par une journée ensoleillée d'été, avec un vent de Nord-Est, la radio annonce un pic d'ozone troposphérique en région parisienne. Expliquez la répartition de la pollution par l'ozone en région parisienne (on considèrera que le maximum du trafic routier est centré sur Paris).

A. L'ozone émis dans les gaz d'échappement des véhicules est repoussé par le vent au sud de Paris.

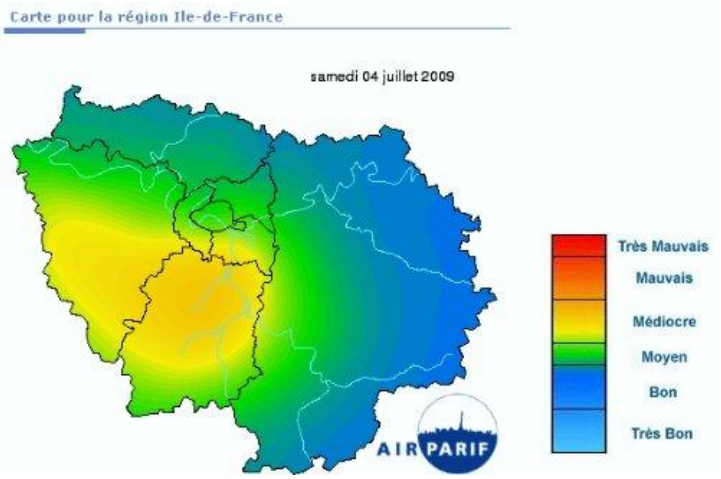
B. L'ozone est formé par une réaction photochimique avec l'engrais azoté épandu dans les zones rurales du sud de Paris.

C. L'ozone est formé au sud de Paris par une réaction photochimique avec des composés libérés par la circulation automobile autour de Paris, puis déplacés par le vent.

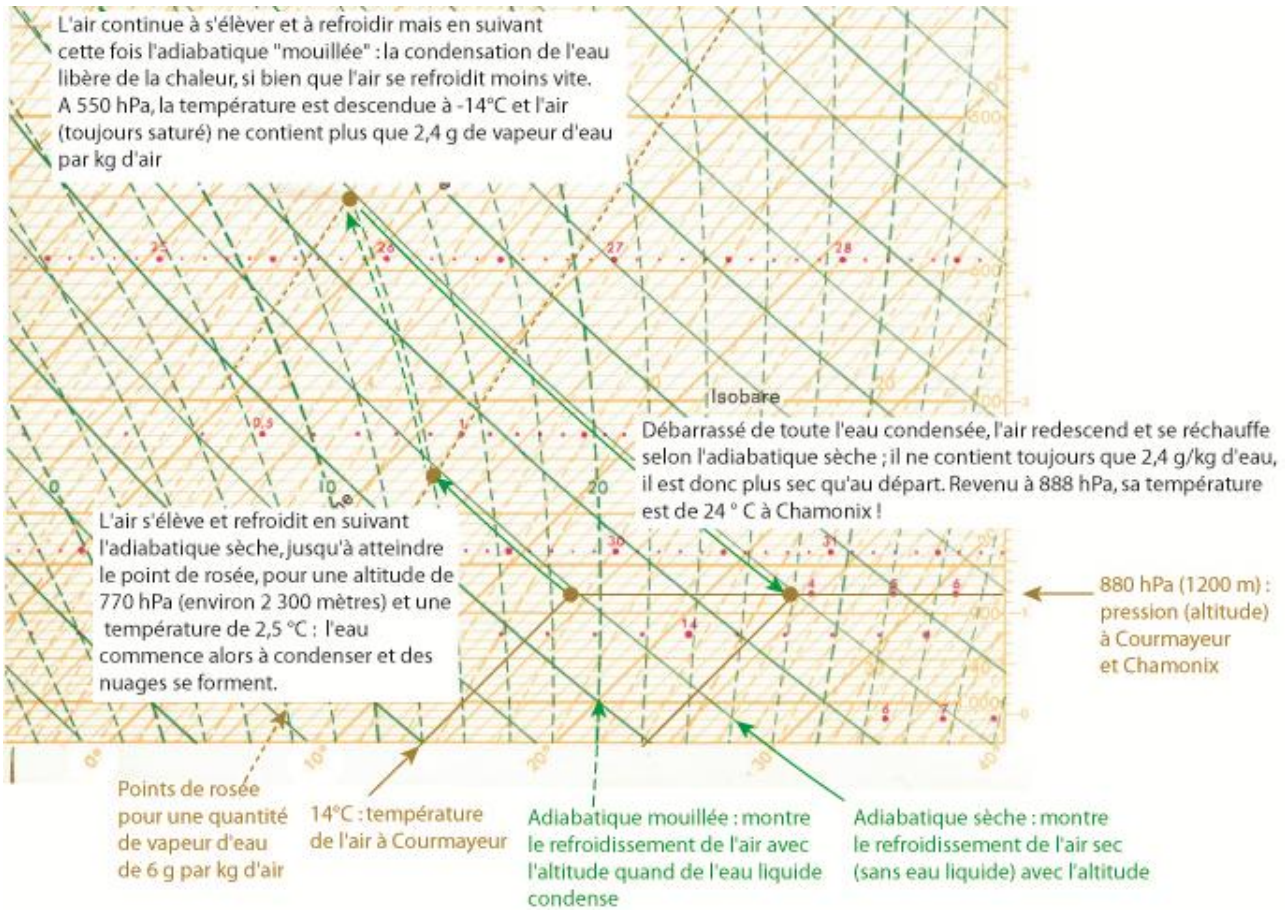
D. L'ozone est détruit par une réaction photochimique avec des composés libérés par la circulation automobile autour de Paris, alors qu'il n'est pas détruit plus au sud.

Les oxydes d'azote (NO et NO_2) sont produits par les véhicules dans les zones de forte circulation autour de Paris. Le NO_2 subit une photodissociation (d'autant plus importante que la journée est ensoleillée) qui entraine la formation d'ozone (O_3). En revanche, le NO agit en dissociant l'ozone. Lorsque l'air pollué par les oxydes d'azote est déplacé par le vent loin des zones urbaines, il peut atteindre des zones boisées où l'émission de composés organiques volatils (COV) par la végétation augmente le rapport [NO_2] / [NO] : on a alors un pic d'ozone.

Voir http://education.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?page_id=13882&document_id=21752&portlet_id=56853&educelm=atmo_1_4_2_0



M15. (*difficulté ** ! si vous n'avez jamais vu d'émagramme, il est raisonnable de passer cette question !*) Cette question reprend les termes de la question M5. On se propose de déterminer exactement la température et l'humidité de l'air qui redescend sur Chamonix à l'aide de l'émagramme. Sur ce graphe, l'altitude en km (ou la pression en hPa, autre façon d'exprimer l'altitude) est placée en ordonnée. La température est placée en abscisse, mais les points de même température (isothermes) forment des **lignes bistres continues inclinées à 45° vers la droite**. Les **lignes bistres en pointillés** sont les lignes d'iso-r : pour une quantité donnée de vapeur d'eau dans l'air, chaque ligne est le lieu des points de rosée, c'est-à-dire les conditions pression-température pour lesquelles la vapeur d'eau commence à condenser. Les **lignes vertes continues** correspondent au gradient adiabatique « sec » : elles permettent de déterminer la variation de la température avec l'altitude tant qu'il n'y a pas de changement d'état de l'eau (condensation, évaporation). Les **lignes vertes en pointillés** correspondent au gradient adiabatique « mouillé » et montrent la variation de température en présence d'eau liquide : l'air se refroidit moins vite avec l'altitude car la condensation de la vapeur d'eau relâche de la chaleur.



Déterminez sur l'émagramme la température *T* et l'humidité *r* de l'air (en g/kg d'air) à Chamonix si toute l'eau qui a condensé au passage du Mont Blanc est tombée sous forme de précipitations. (indice : commencez par refroidir la parcelle d'air en cours d'ascension jusqu'au point de rosée ; choisissez les bonnes adiabatiques !).

A. T = 14°C ; r = 6 g/kg

B. **T = 24 °C ; r = 2,4 g/kg**

C. T = 2 °C ; r = 6 g/kg

D. T = 27 °C ; r = 26 g/kg

E. T = 9 °C ; r = 8 g/kg

Prime aux élèves savants ! Si vous connaissez l'effet de foehn, vous savez que la température finale doit être plus élevée que la température initiale (14°C) et que l'air doit être plus sec qu'initialement (6g/kg). On note que B est la seule réponse qui remplit ces critères. On peut donc exclure toutes les autres sans aucun calcul ! Au concours, votre intuition pourra vous sortir d'affaire ; mais pour comprendre l'émagramme, lisez ce qui précède.

Géologie

G1. L'étude de la composition d'une catégorie de météorites nommées chondrites nous renseigne sur :

- **A.** la composition de la croûte terrestre
- **B.** la composition du manteau terrestre
- **C.** la composition du noyau terrestre
- **D. la composition de la Terre globale**

Les chondrites sont des météorites non différenciées : elles ont la structure des petits corps qui ont subi l'accrétion pour donner notre planète, processus au cours duquel les éléments les plus lourds (fer) ont migré au centre pour former le noyau. Les chondrites nous renseignent donc sur la composition de la Terre globale.

G2. Un minéral est d'autant plus sensible à l'altération qu'il est éloigné de sa température de cristallisation. A partir de votre connaissance de l'ordre de cristallisation des minéraux dans un magma, ordonnez les minéraux suivants, du moins résistant à l'altération au plus résistant.

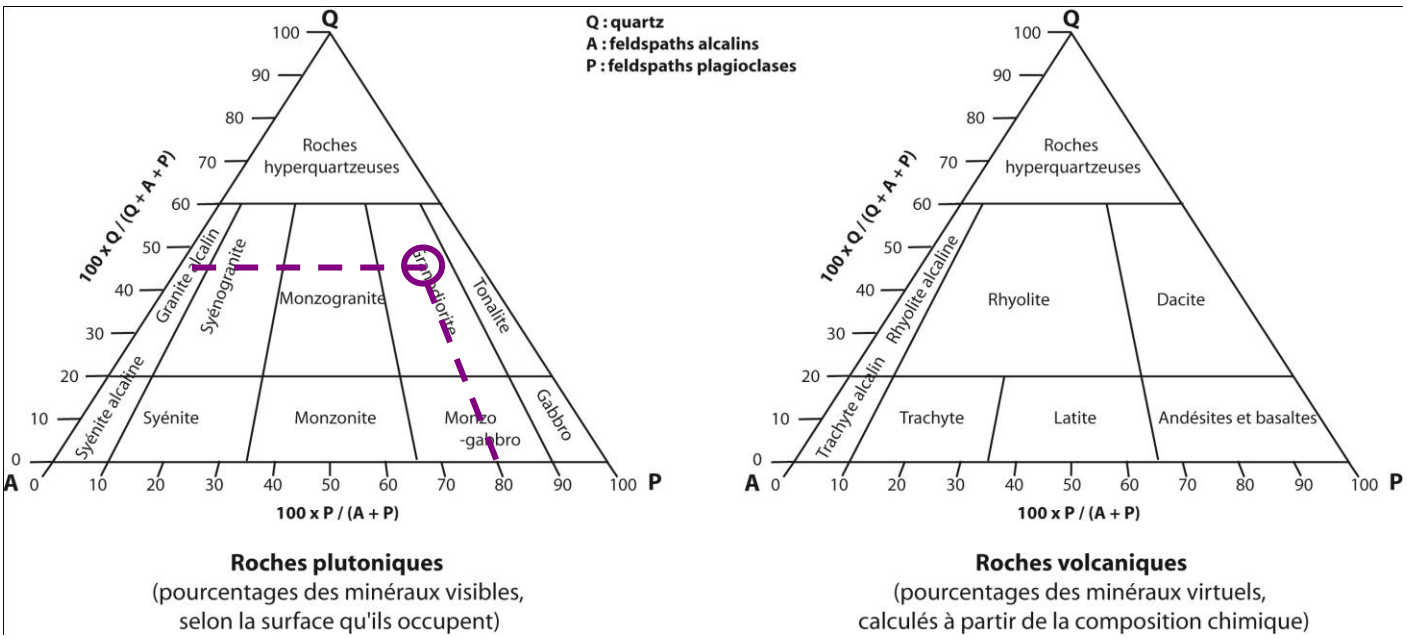
- **A.** Quartz – Amphibole – Olivine
- **B.** Quartz – Olivine - Amphibole
- **C.** Amphibole – Quartz – Olivine
- **D. Olivine – Amphibole – Quartz**

Dans un magma qui se refroidit, l'olivine cristallise en premier, puis les amphiboles, et le quartz cristallise en dernier (série de Bowen). On retrouve cet ordre, du minéral le moins résistant à l'altération au plus résistant. Même sans connaître les séries de Bowen, vous pouviez vous douter que le quartz est le moins altérable des trois. Si les grains de quartz sont majoritaires dans de nombreux sables, c'est parce que les autres minéraux ont été altérés au cours de leur transport !

G3. On donne la composition suivante pour la roche illustrée ci-dessous : 41% de quartz, 10 % de feldspaths alcalins, 40 % de feldspaths plagioclases et 9% d'autres minéraux. Indiquez le nom de cette roche

- **A.** Syénogranite
- **B.** Monzogranite
- **C. Granodiorite**
- **D.** Monzonite
- **E.** Dacite

Attention, ce diagramme pour classer les roches magmatiques (dit diagramme de Streckeisen) est un diagramme triangulaire particulier car on reporte sur sa base, non le pourcentage d'un type de feldspath par rapport à l'ensemble des autres minéraux, comme dans un diagramme triangulaire classique, mais l'abondance relative des feldspaths plagioclases et des feldspaths alcalins (formule 100 P/(A+P) = 100 x 40/50 = 80%). Le pourcentage de quartz, en revanche, est exprimé par rapport à l'ensemble des autres minéraux : 100 Q/(Q+A+P) = 45%. S'agit il de minéraux vraiment présents sous forme de cristaux ou « virtuels » ? Au cas où on hésiterait, l'image montre que la roche est grenue : on prend donc le triangle des roches magmatiques plutoniques, à gauche.



G4. Dans la Cordillère canadienne, des laves associées à des roches sédimentaires forment une série de 8 kilomètres d'épaisseur. Sachant que le gradient géothermique vaut +1°C / 20 m, calculez la température à la base de cette série. Sachant que la masse volumique moyenne de ces roches vaut 2 670 kg/m^3, calculez la pression à la base de la série (rappel : une masse de 1 kg pesant sur une surface de 1 m^2 exerce une pression de 9,81 Pa). Utilisez ces résultats avec le graphique ci-après pour trouver le faciès métamorphique atteint à la base de la série.

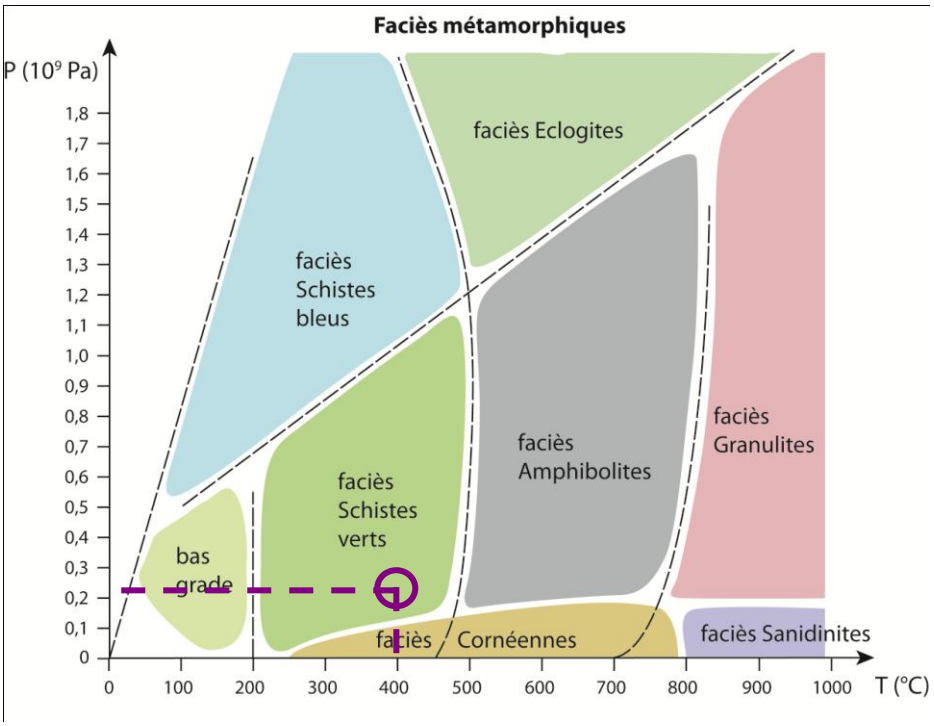
A. Cornéennes

B. **Schistes verts**

C. Schistes bleus

D. Amphibolites

E. Eclogites



Suivant le gradient géothermique (1°C tous les 20 mètres, soit 5°C /100m, et 50°C/km), à la base de la série, la température devrait atteindre 400°C .

Par ailleurs, une colonne de roche de 8 km de haut et de 1 m^2 de base a un volume de 8000 m^3 et (avec une masse volumique de 2 670 kg/m^3) une masse de 21,36 millions de kg. Elle exerce donc une pression de 9,81 . 21,36 . 10^6 = 0,21 10^9 Pa. (On pouvait aussi utiliser tout simplement la formule ρgh pour trouver la pression). On est donc dans le faciès métamorphique « Schistes verts ».

G5. On a représenté (figure page suivante) les profondeurs des foyers de séismes survenus dans la région du détroit de Gibraltar. Au vu de ces données, choisissez l'hypothèse la plus vraisemblable :

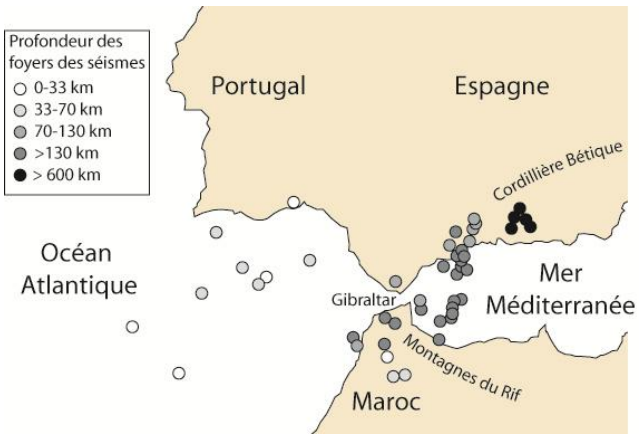
A. La subduction d'une plaque se déplaçant vers l'Ouest

B. La subduction d'une plaque se déplaçant vers l'Est

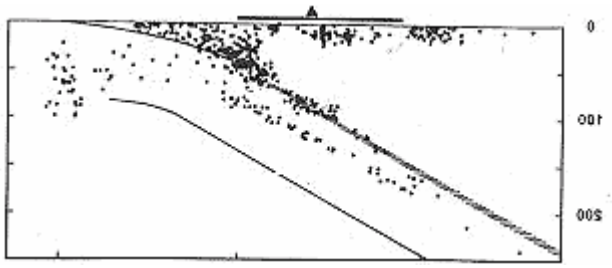
C. La subduction d'une plaque se déplaçant vers le Nord

D. La divergence au niveau d'une dorsale orientée Est-Ouest

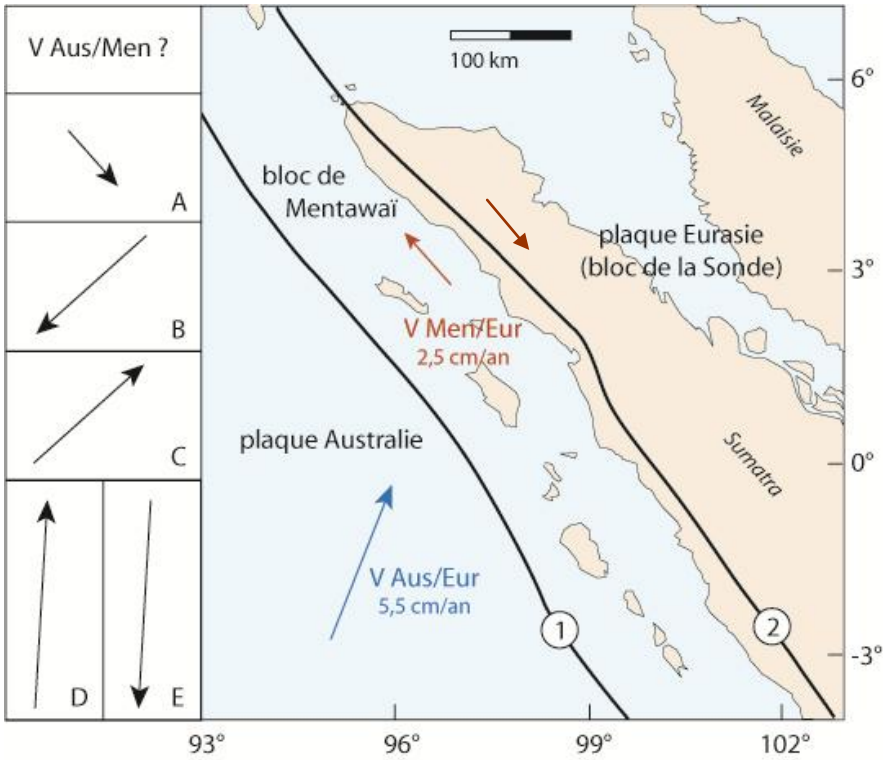
E. La divergence au niveau d'une dorsale orientée Nord-Est – Sud-Ouest



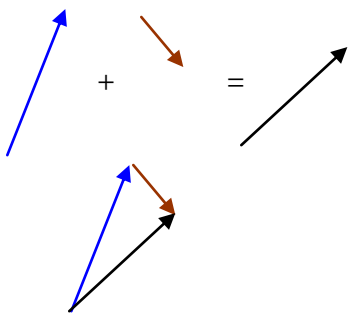
Si on représente le détroit de Gibraltar en coupe et qu'on reporte les foyers des séismes à la profondeur indiquée, on voit que ces foyers dessinent une « rampe » qui plonge vers l'Est (exemple ci-contre) : c'est le fameux « plan de Benioff ». Il s'agit donc de la subduction d'une plaque vers l'Est (en mouvement relatif par rapport à l'autre plaque).



G6. On a représenté ci-dessous la frontière de la plaque Australie, près de Sumatra. Entre les plaques Australie et Eurasie, on distingue une microplaque, le bloc Mentawai. On a représenté les déplacements relatifs moyens du bloc Mentawai ($V_{Men/Eur}$) et de la plaque Australie ($V_{Aus/Eur}$) par rapport à la plaque Eurasie prise comme fixe. Indiquez le vecteur déplacement de la plaque Australie par rapport au bloc Mentawai ($V_{Aus/Men}$).



*C'est un exemple de subduction « oblique » : pour trouver le déplacement relatif de l'Australie par rapport à Mentawai, il faut corriger le vecteur Aus/Eur du vecteur Men/Eur : on retrouve alors une subduction « frontale » (**réponse C**).*



G7. A partir de la figure précédente, indiquez la nature des frontières de plaque (1) et (2).

A. (1) Coulissage ; (2) Convergence

B. (1) Convergence ; (2) Coulissage

C. (1) Divergence ; (2) Convergence

D. (1) Divergence ; (2) Coulissage

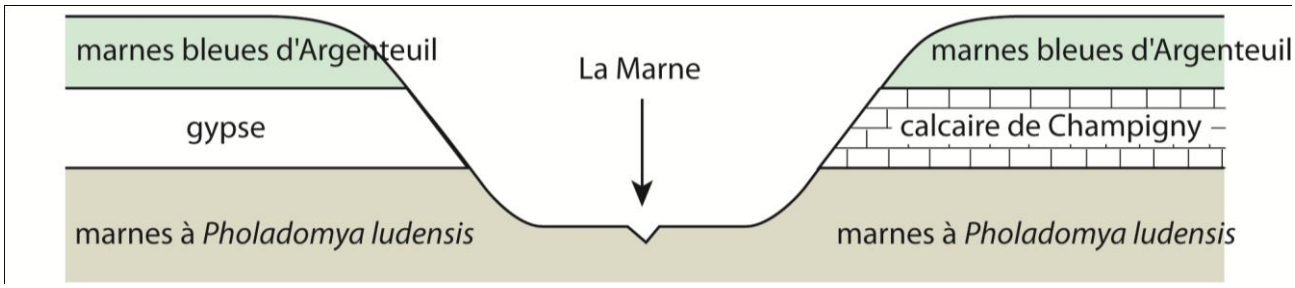
G8. Dans la région de Meaux, le gypse affleure au nord de la Marne et le calcaire de Champigny affleure au sud de la Marne. Gypse et calcaire sont encadrés au mur par les marnes à *Pholadomya ludensis*, et au toit par les marnes bleues d'Argenteuil. L'étude de ces formations a permis d'énoncer pour la première fois un célèbre principe de stratigraphie. Quel est l'énoncé correct ?

A. Le principe de continuité nous dit que le gypse et le calcaire de Champigny ont le même âge. *En effet, ils sont encadrés au « toit » et au « mur » par les mêmes formations !*

B. Le principe de transition nous dit qu'il y a eu passage dans le temps du gypse au calcaire de Champigny

C. Le principe de succession nous dit que des marnes succèdent toujours au gypse et au calcaire.

D. Le principe de différenciation nous dit que les marnes bleues d'Argenteuil ne se sont pas déposées partout en même temps.



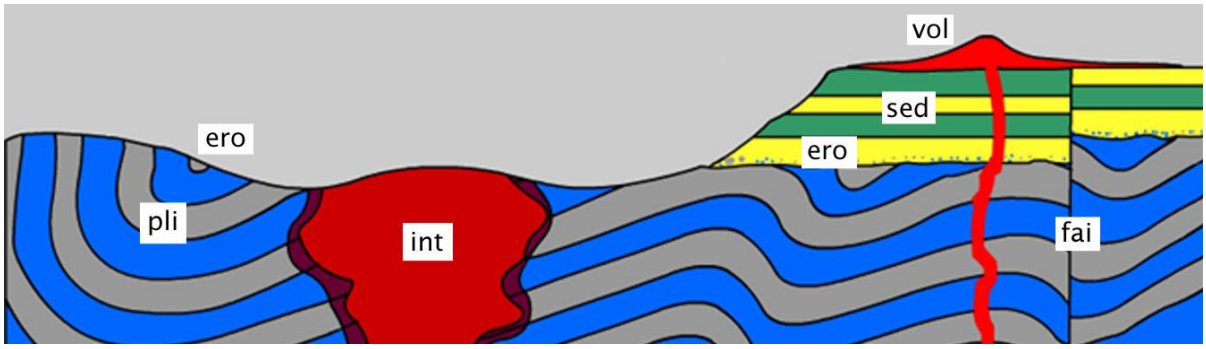
G9. Le document ci-dessous présente une coupe Est-Ouest très schématique à travers la Montagne noire et les Causses. On a indiqué différents événements : dans l'ordre alphabétique, deux phases d'érosion (ero), une faille (fai), une intrusion granitique (int), une phase de plissement (pli), une sédimentation (sed) et un épisode volcanique (vol). Indiquez la chronologie relative des événements :

A. Pli – Ero – Int – Sed – Ero –Vol – Fai

B. Int – Pli – Ero –Sed – Ero – Fai –Vol

C. Pli – Int – Fai – Ero – Sed – Vol – Ero

D. Pli – Int – Ero – Sed – Fai – Ero – Vol



Pour vous guider : l'intrusion granitique est forcément postérieure au plissement car elle recoupe les plis. Elle est forcément antérieure à l'érosion qui la met au jour car les plutons se mettent en place en profondeur. La faille est forcément postérieure à la sédimentation car elle recoupe ces terrains sédimentaires. La seconde phase d'érosion est postérieure à la faille car sinon on aurait un escarpement de faille ; or le plateau est aplani. Enfin, la coulée volcanique recouvre cette surface d'érosion et scelle la faille. L'épisode volcanique a donc eu lieu en dernier.

G10. On a étudié la répartition des espèces d'ammonites dans des formations du Crétacé inférieur (Valanginien) correspondant à la « fosse vocontienne » (un domaine marin assez profond qui occupait une partie de la Drôme) et à la plate-forme provençale (domaine peu profond qui bordait la fosse). Ces deux domaines sont représentés par les séries d'Angles et de Carajuan, respectivement. En étudiant ces deux séries, indiquez le meilleur fossile stratigraphique :

A. ***N. peregrinus***

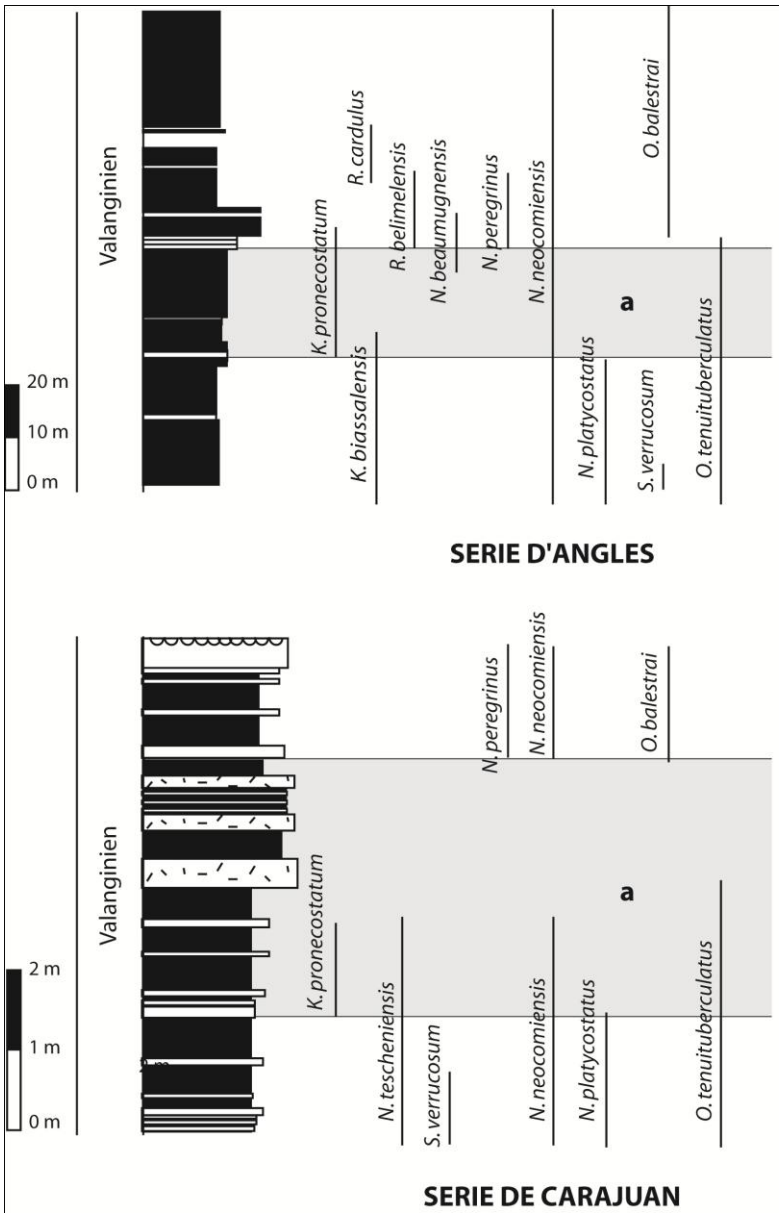
B. *N. neocomiensis*

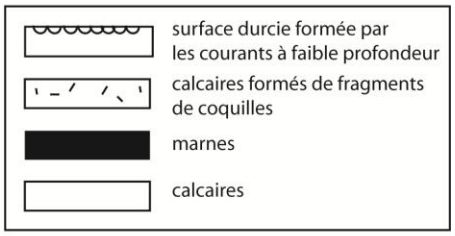
C. *N. tescheniensis*

D. *R. cardulus*

Un bon taxon / fossile stratigraphique est ubiquiste (grande extension spatiale, on le retrouve dans différentes formations) et a une durée d'existence la plus courte possible. Le meilleur candidat est donc N. peregrinus, *présent dans la série d'Angles comme dans celle de Carajuan. C'est aussi le cas de* N. neocomiensis *mais ce fossile a une durée d'existence beaucoup plus grande.*

De même, pour définir la zone a, il faut des fossiles présents dans les deux formations.





G11. Indiquez la meilleure façon de définir la biozone notée *a* sur la figure précédente.

A. début : apparition de *K. pronecostatum* ; fin : apparition de *R. belimelensis*

B. début : apparition de *K. pronecostatum* ; fin : apparition de *N. peregrinus*

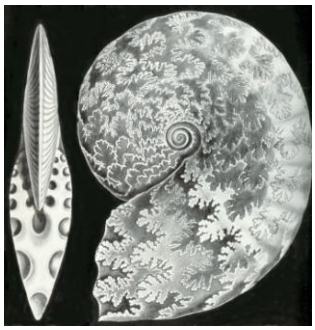
C. présence simultanée de *K. pronecostatum* et de *N. neocomiensis*

D. présence simultanée de *K. pronecostatum* et de *O. tenuituberculatus*

G12. La coupe idéalisée ci-dessous correspond à une situation rencontrée à l'Ouest des monts du Taurus, en Turquie. Replacez ces trois fossiles, chacun caractéristique d'une ère, dans la bonne formation.

Fossile I (taille : 11 mm)

Fossile II (taille : 5 cm)



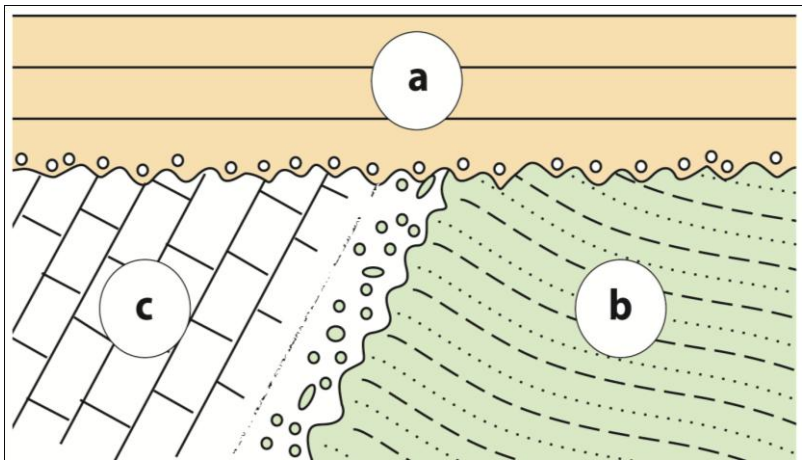
Fossile III (taille : 15 cm)

A. Ia ; IIb ; IIIc

B. Ib ; IIa ; IIIc

C. Ia ; IIc ; IIIb

D. Ic ; IIb ; IIIa



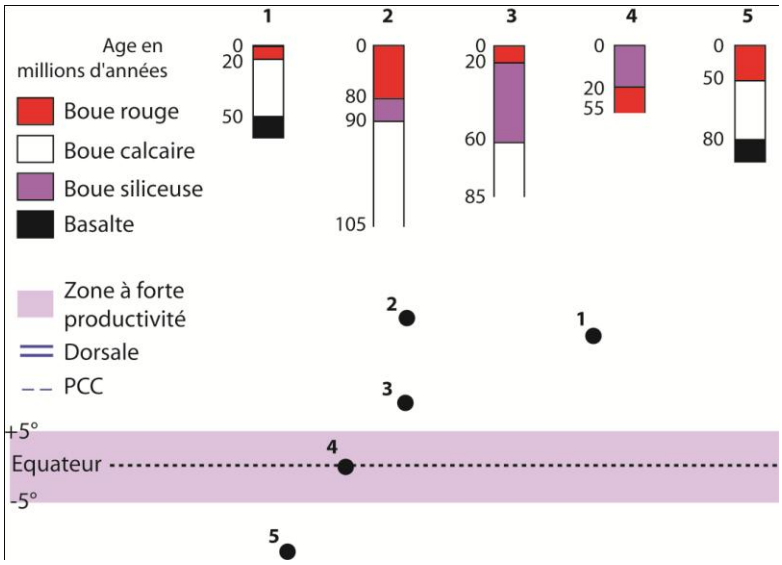
La coupe montre deux discordances angulaires (reprise de la sédimentation après plissement et érosion de la formation antérieure : les strates de la formation la plus jeune sont parallèles à la surface d'érosion, tandis que celles de la formation la plus ancienne font un angle avec elle) : la formation a est donc postérieure à c, elle-même postérieure à b.

Le fossile I est une nummulite, un type de foraminifère qu'on peut trouver dans des calcaires lutétiens du bassin parisien (« pierre à liards »). Ce sont des fossiles emblématiques de l'ère cénozoïque, la plus récente. On s'attend donc à les trouver en a. Les fossiles II sont des trilobites, animaux caractéristiques de l'ère paléozoïque (ère primaire) : on s'attend donc à les trouver dans la formation b, la plus ancienne. Le fossile III est une ammonite, comme les lignes de suture nous le prouvent (voir la fiche « mollusques » de la formation en ligne). Les ammonites sont des animaux caractéristiques de l'ère mésozoïque (ère secondaire), elles ont disparu avec les dinosaures : on s'attend donc à les trouver en c.

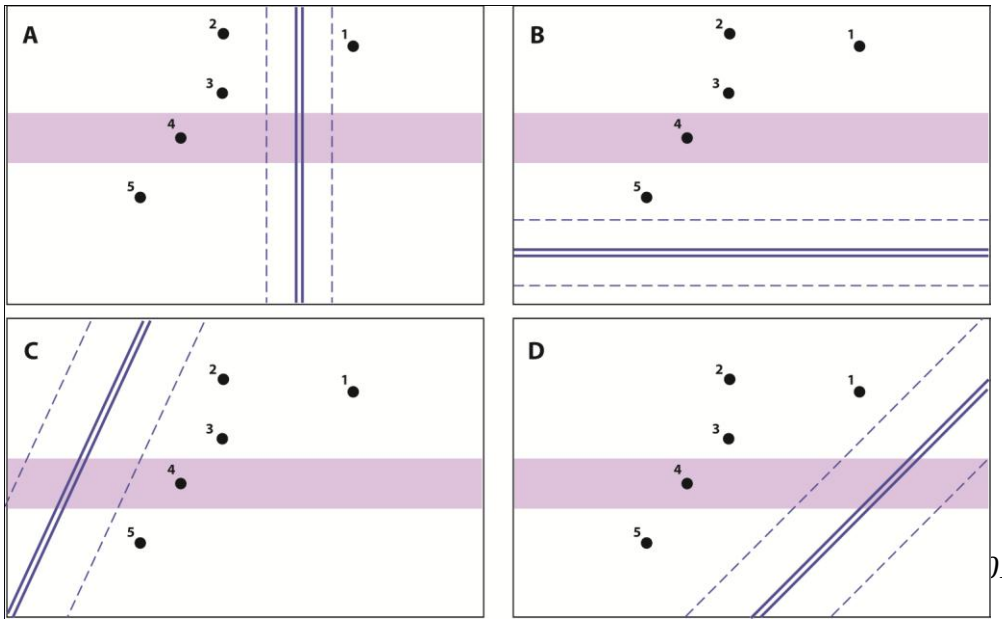
G13. (*difficulté ** !)* La dorsale est le lieu de l'accrétion océanique : la lithosphère océanique s'y crée, diverge de part et d'autre de la dorsale et s'enfonce à mesure qu'elle se refroidit.

On a réalisé 5 forages dans les sédiments qui recouvrent le fond de l'océan Pacifique équatorial ; certains ont atteint les basaltes qui constituent le plancher océanique. Le long des carottes obtenues, on a indiqué l'âge des sédiments (en millions d'années). On ajoute les données suivantes :

- Dans les eaux de surface, les organismes planctoniques à tests carbonatés dominent et les sédiments produits sont donc des **boues calcaires**. Toutefois, en dessous d'une certaine profondeur (**profondeur de compensation de la calcite, PCC**), la calcite est dissoute et les boues calcaires cessent donc de s'accumuler sur le fond de l'océan.
- La zone de 10° centrée sur l'équateur est une zone de forte productivité biologique : les organismes planctoniques y prolifèrent, et produisent des **boues calcaires** à un taux accru. Si l'on est en dessous de la PCC, les organismes à test siliceux sont assez nombreux pour que leurs restes constituent des **boues siliceuses**.
- Partout où les sédimentations biogènes siliceuse et carbonatée font défaut, une sédimentation détritique argileuse domine et produit les **boues rouges**.A partir de ces données, retrouvez la position de la dorsale pacifique et de la PCC et choisissez le schéma correct.



Réponse D.
Explications disponibles sur http://nte-serveur.univ-lyon1.fr/geosciences/geodyn_ext/Exercices/ReponseExoEnPlusTT2.htm



Océanographie

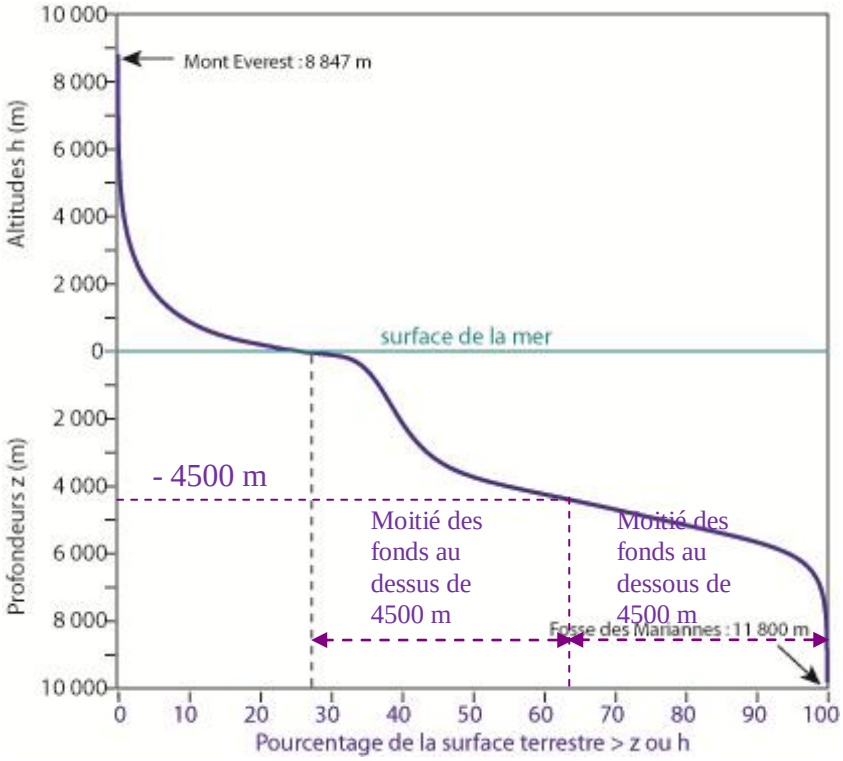
O1. On a reproduit ci-dessous la courbe hypsométrique cumulative, qui donne le pourcentage de la surface terrestre au dessus d'une altitude/profondeur donnée. Une seule des quatre affirmations au sujet de cette courbe est correcte. Indiquez la phrase correcte :

A. Les plaines abyssales descendent en pente légère vers les fosses abyssales.

B. Les fosses abyssales sont toujours éloignées des talus continentaux.

C. Les dorsales occupent un pourcentage négligeable de la surface terrestre.

D. **La moitié des fonds océaniques sont à plus de 4 500 mètres de profondeur.**



Les trois premières réponses étaient là pour vous induire en erreur : cette figure n'est pas une coupe ! Elle n'exprime que le pourcentage de fonds océaniques moins profonds qu'une profondeur donnée. On détermine graphiquement que la moitié des fonds océaniques sont moins profonds que 4500 m (donc l'autre moitié est plus profonde…).

O2. L'océan atlantique a une superficie d'environ 100 000 000 km^2 *(soit 10^{14} m^2)* Les fleuves des continents qui le bordent lui apportent chaque année un volume de 2,3 10^{13} m^3 d'eau. *C'est-à-dire 2,3 10^{13} / 10^{14} = un apport de +23 cm d'eau par an*. Les précipitations représentent quant à elles un apport de +89 cm / an, et l'évaporation, une perte de -124 cm / an. Indiquez si :

A. Le bilan hydrologique global de l'Atlantique est excédentaire.

B. **Le bilan hydrologique global de l'Atlantique est déficitaire.**
(23 + 89 - 124 = -12 cm/an) La différence est compensée par les circulations entre les océans.

C. Le bilan hydrologique global de l'Atlantique est à l'équilibre.

D. Les données présentées ne permettent pas de conclure.

O3. On considère la rencontre de deux masses d'eau : une eau très chaude et salée, et une eau plus froide et douce. Une telle situation existe, par exemple, à l'extrémité de la mer Rouge, au détroit de Bab-el-Mandeb. Formées dans une mer sans apport fluvial et soumise à une évaporation intense, les eaux de la mer Rouge s'écoulent dans le golfe d'Aden, ouvert sur l'océan Indien, tandis que les eaux du golfe d'Aden s'écoulent dans la mer Rouge.

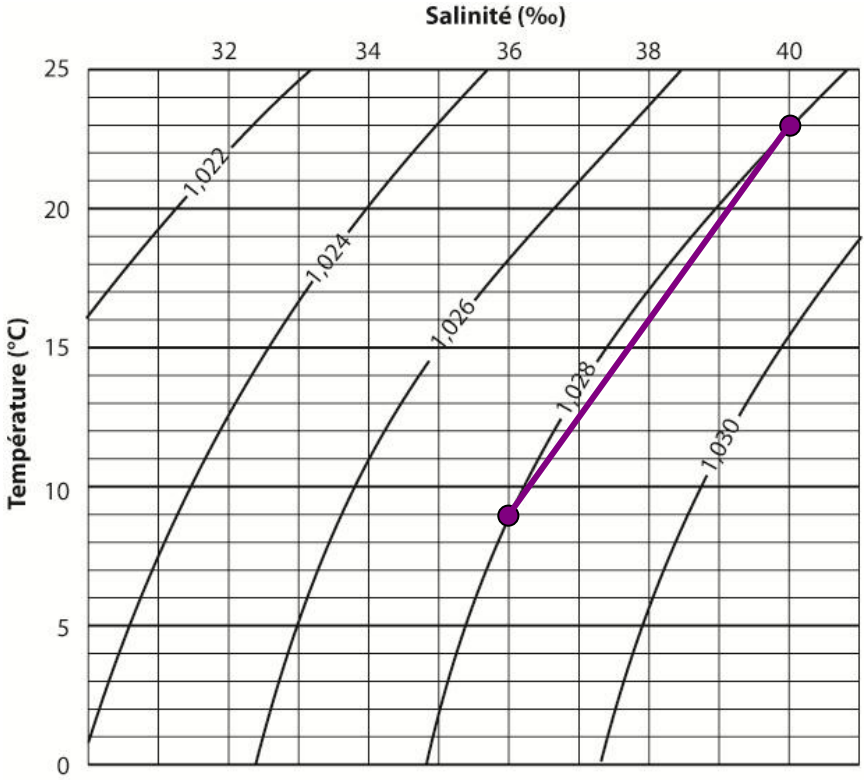
Pour les besoins de l'exercice, on prendra (T=23°C, S=40‰) pour « l'eau de la mer Rouge », et (T=9°, S=36‰) pour « l'eau profonde du golfe d'Aden ». A l'aide du diagramme température-salinité (où les lignes courbes sont les lignes d'égale densité), indiquez l'énoncé correct :

A. Ces deux eaux de même densité se mélangent pour donner une eau de même densité.

B. Ces deux eaux de même densité se mélangent pour donner une eau moins dense.

C. Ces deux eaux de même densité se mélangent pour donner une eau plus dense.

D. Deux eaux aux caractéristiques différentes ne peuvent pas se mélanger.



Les eaux issues du mélange sont quelque part sur la droite de mélange joignant les deux eaux parentes : on voit que ces eaux sont forcément plus denses que 1,028 (densité des deux eaux parentes)

O4. La figure ci-dessous montre l'âge moyen des eaux profondes océaniques, obtenu par la mesure de l'abondance relative d'un isotope radioactif formé dans l'atmosphère. Indiquez le principal lieu de formation de ces eaux profondes à partir des eaux de surface.

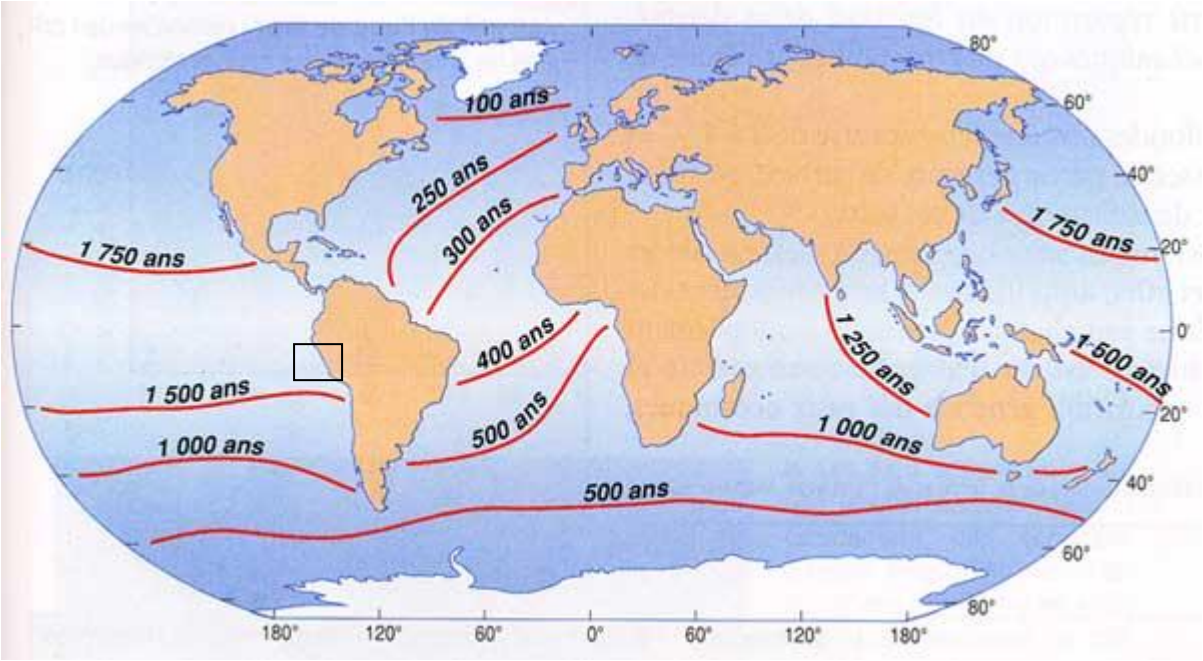
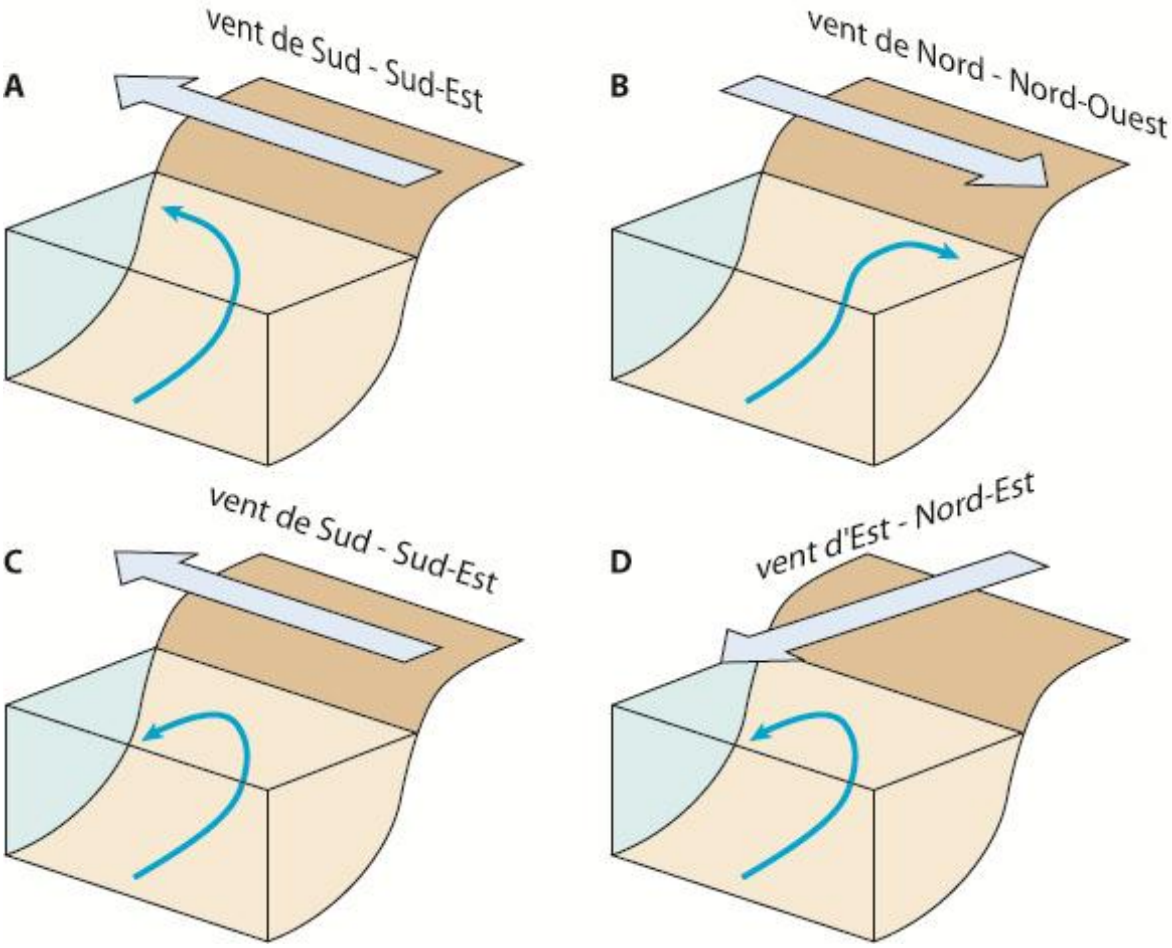
A. Le Pacifique Nord

B. Le Pacifique Sud.

C. L'Atlantique Nord *(là où les eaux profondes sont les plus jeunes : mer de Norvège)*

D. La mer des Caraïbes

E. L'océan Indien



O5. La côte du Pérou (carré sur la figure précédente) est le cadre d'un phénomène d'upwelling. Indiquez le schéma qui décrit correctement ce phénomène. ***Réponse : C*** *Alizés parallèles à la côte, soufflant du Sud-Est ; dérive d'Eckman à 90° du vent vers la gauche : ce courant moyen de surface qui s'écarte de la côte fait remonter les eaux profondes (upwelling)*