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

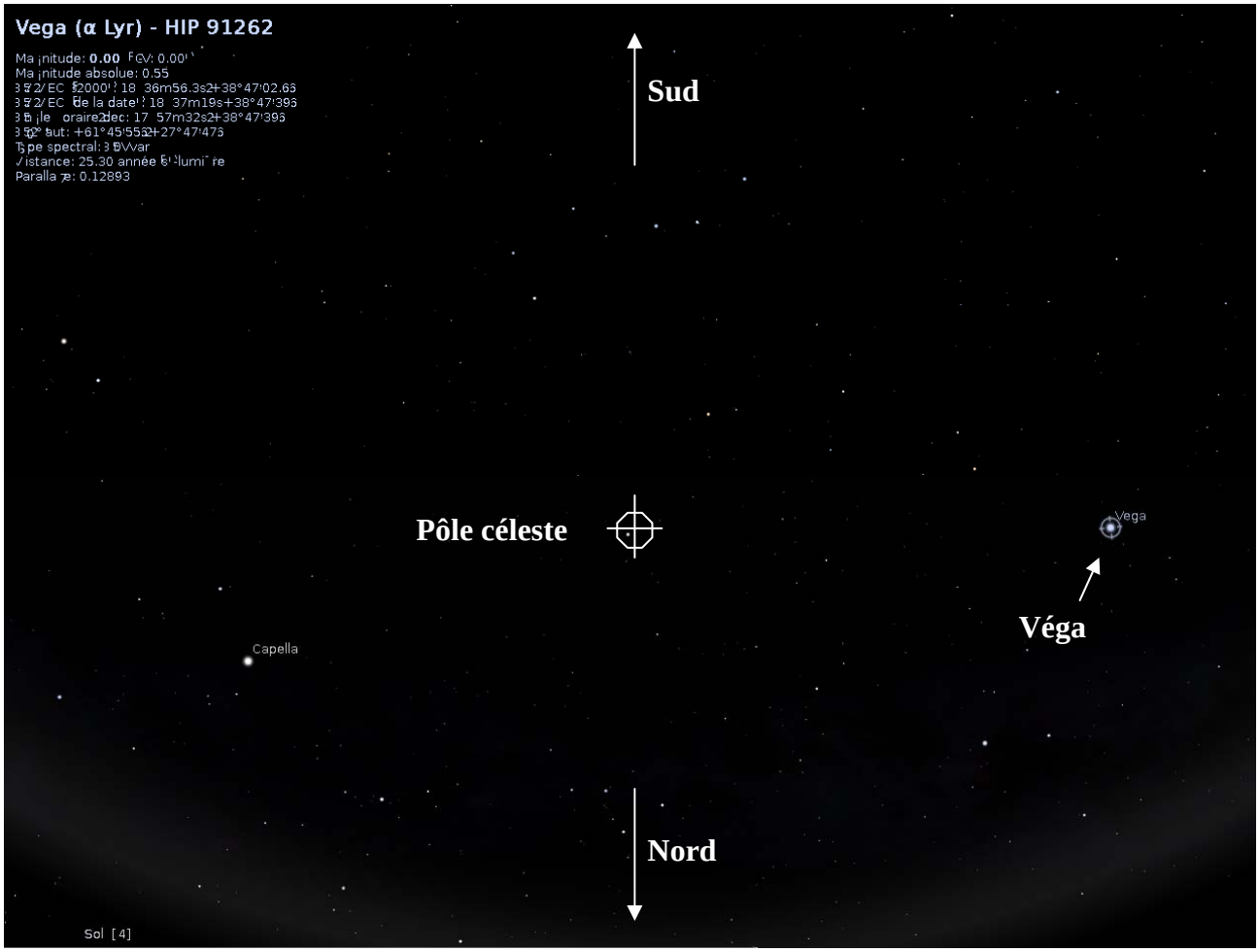
A1. La figure suivante montre l'état du ciel nocturne autour du pôle céleste à Paris le 29 avril 2011, à minuit précisément. A quelle heure Véga culminera-t-elle le 30 avril ?

A. 05h 59m 01s

B. 12h 00m 00s

C. 17h 57m 03s

D. 23h 56m 04s



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'')

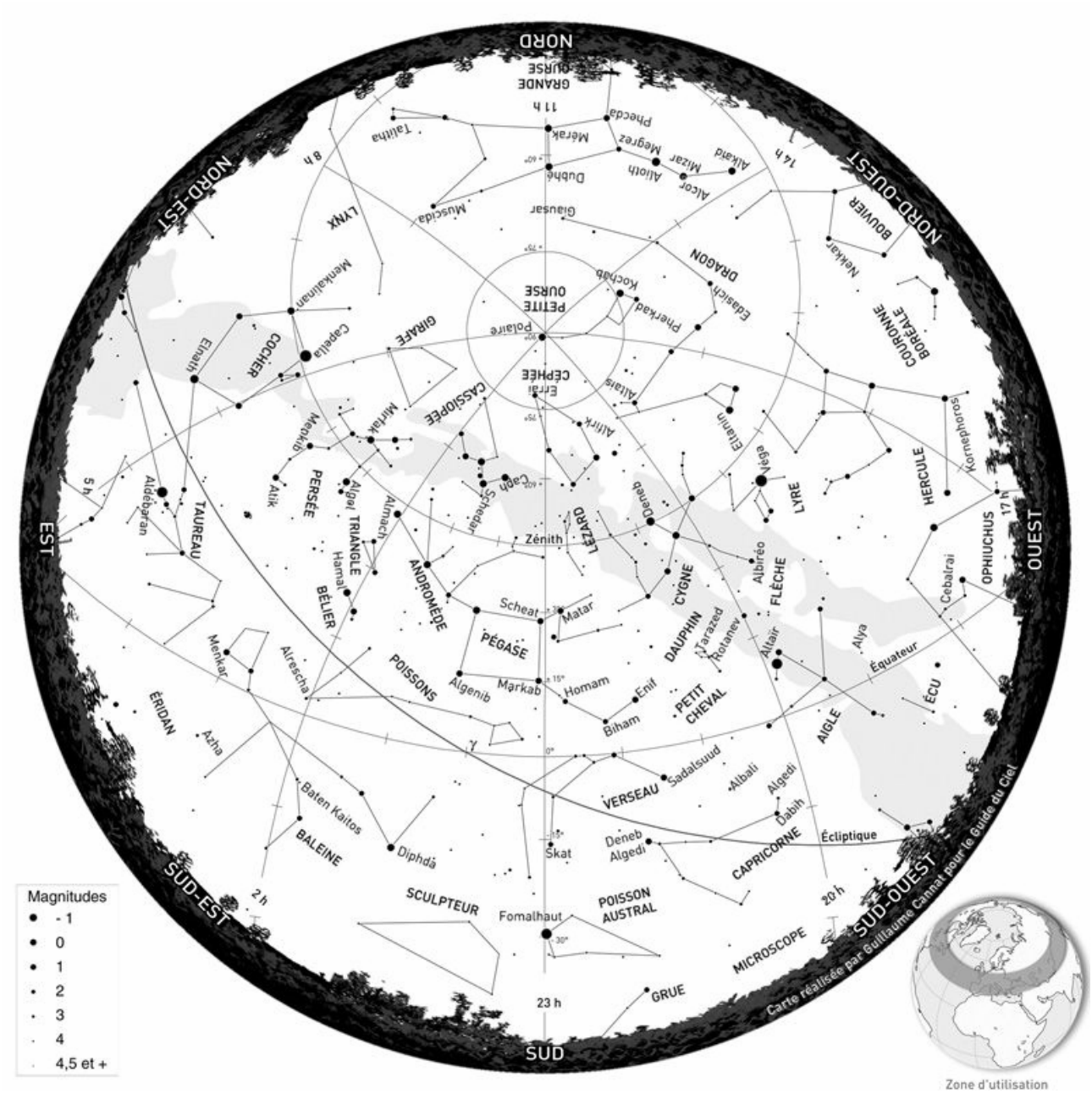
C. Menkalinan, du Cocher (δ = +44° 56' 51'')

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

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

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.



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

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

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.

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.

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.

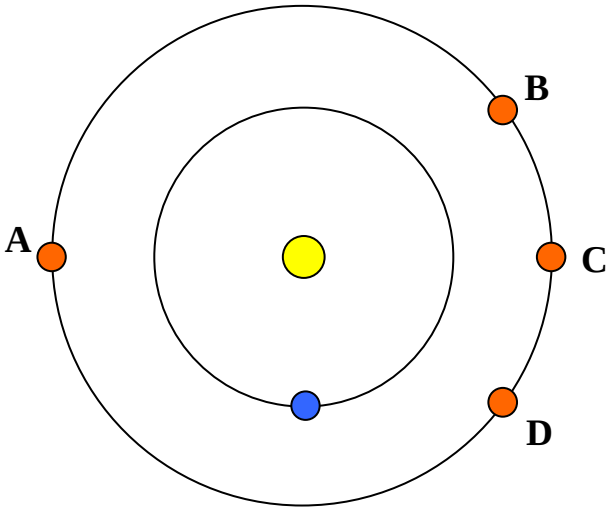
B. Les années séculaires (dernière année d'un siècle, comme 1200) ne sont pas bissextiles.

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.



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

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.

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

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

A. Mercure

B. Saturne

C. Mars

D. Vénus

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.

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%

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

Pression (hPa)	Température (°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

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.

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 du volcan a atteint le point de rosée.

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

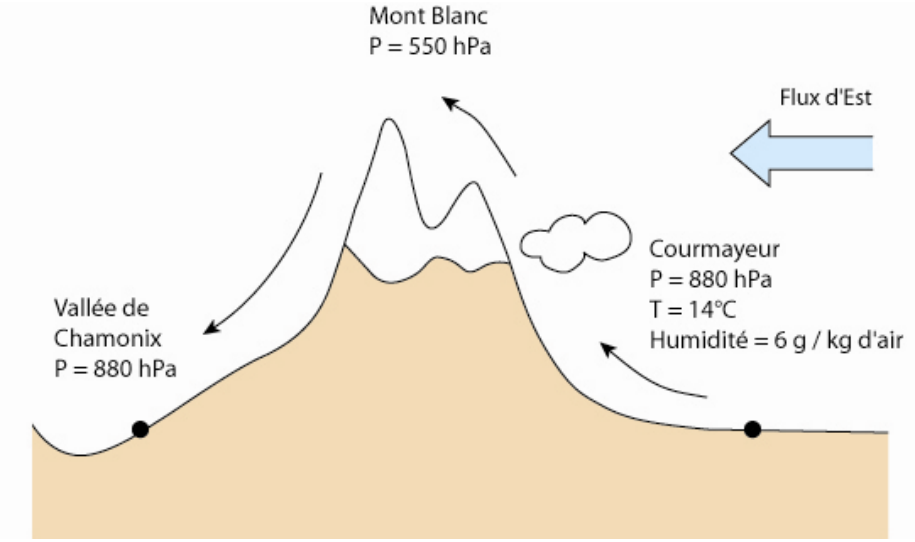
M5. On s'intéresse à l'effet de Foehn dans les Alpes. A Courmayeur, sur le versant italien du massif du Mont Blanc (altitude = 1220 m, pression = 880 hPa), souffle un vent d'est qui pousse les masses d'air au dessus du Mont Blanc (altitude = 4807 m, pression = 550 hPa). Ces masses d'air redescendent 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



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 :

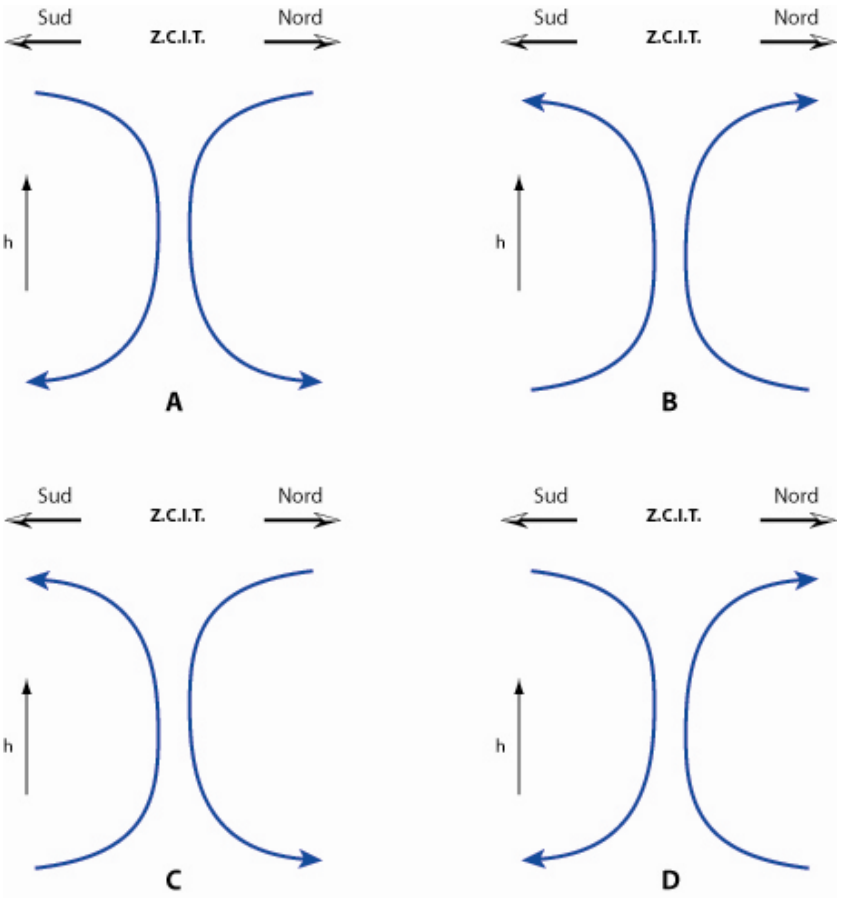
A. à minuit, sous un ciel clair.

B. à minuit, sous un ciel couvert.

C. au petit matin, sous un ciel clair.

D. au petit matin, sous un ciel couvert.

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 :



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

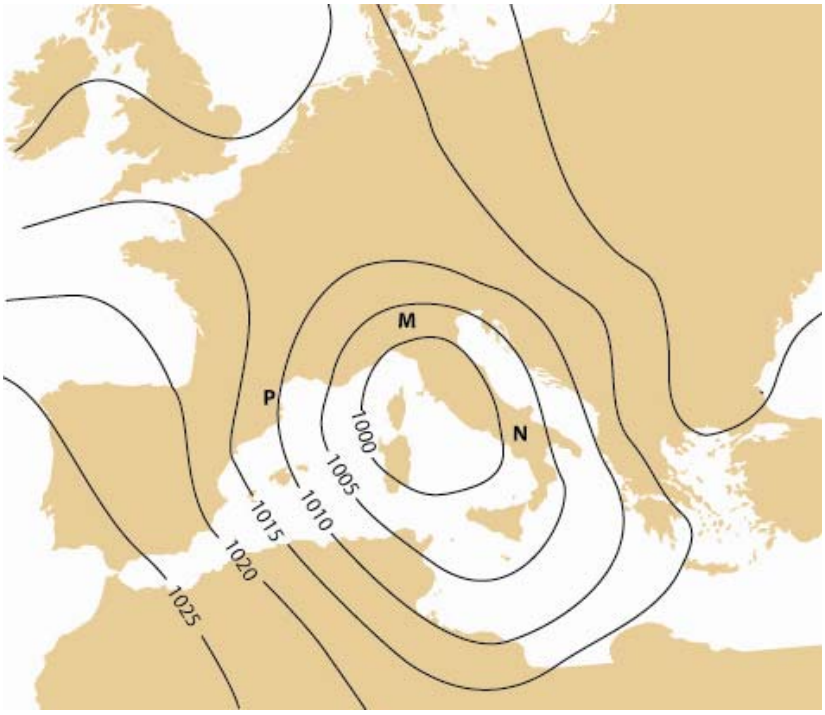
A. des cirrus

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).



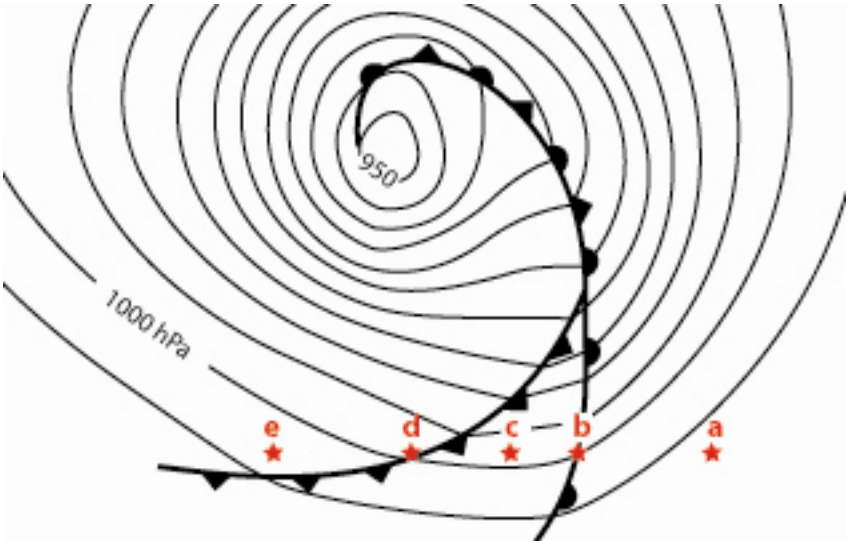
A. Perpignan : Ouest ; Milan : Nord ; Naples : Est

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

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

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

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	I	II	III	IV	V
Précipitations	Averses irrégulières	Quelques gouttes	Pluie forte	Bruine	Pluie forte
Nuages	Ciel de traîne (cumulus)	Ciel couvert	Ciel très gris et bas	Ciel gris et bas (stratus)	Ciel gris et bas
Température			En baisse	Stationnaire	En hausse
Vent	Vent de Nord-Ouest, irrégulier	Vent de Sud-Ouest	Tourne au Nord-Ouest, se renforce	Vent d'Ouest, régulier	Tourne à l'Ouest
Pression		En baisse	En hausse nette	Stationnaire	En forte baisse

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

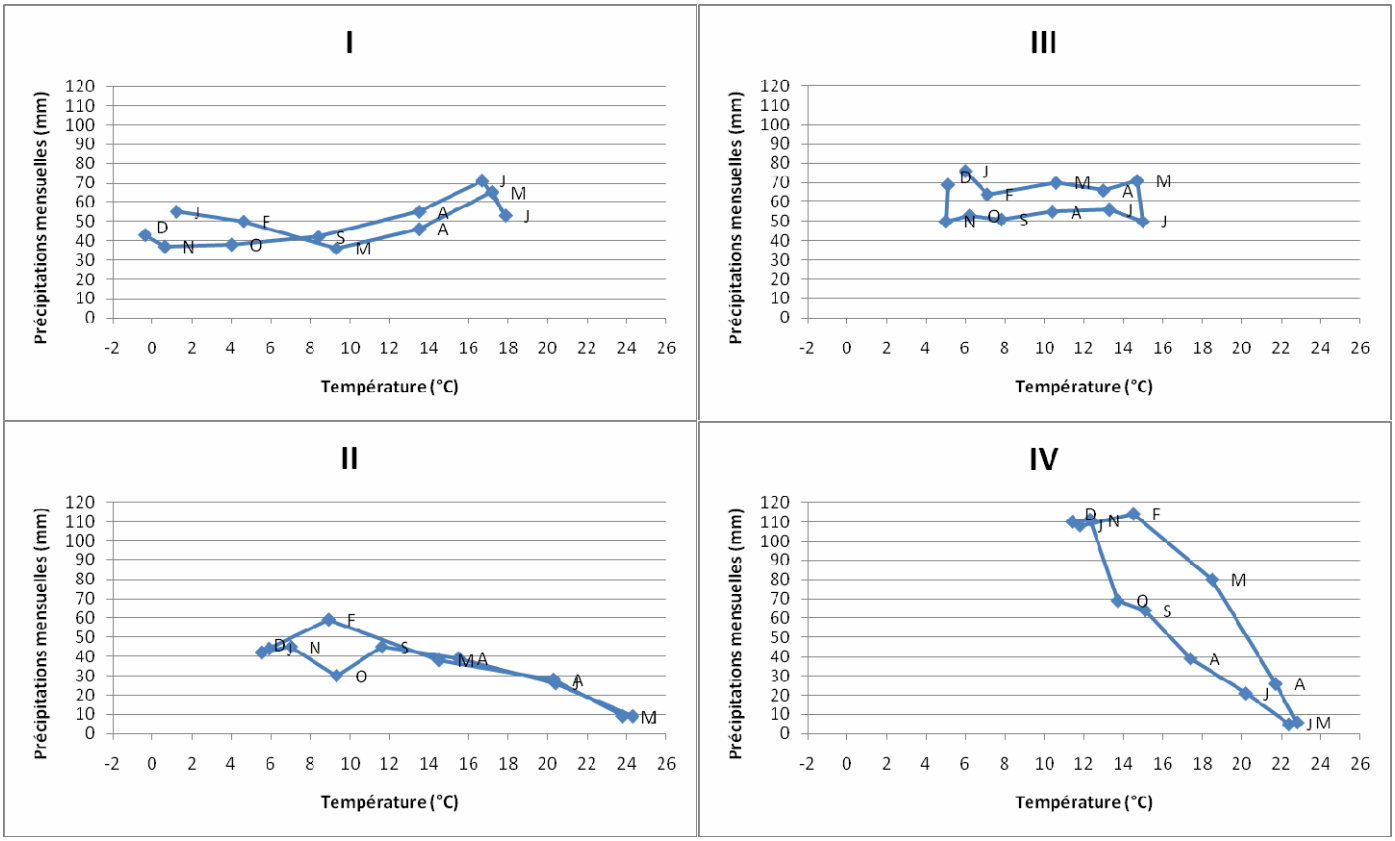
B. a I ; b III ; c IV ; d II ; e V

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

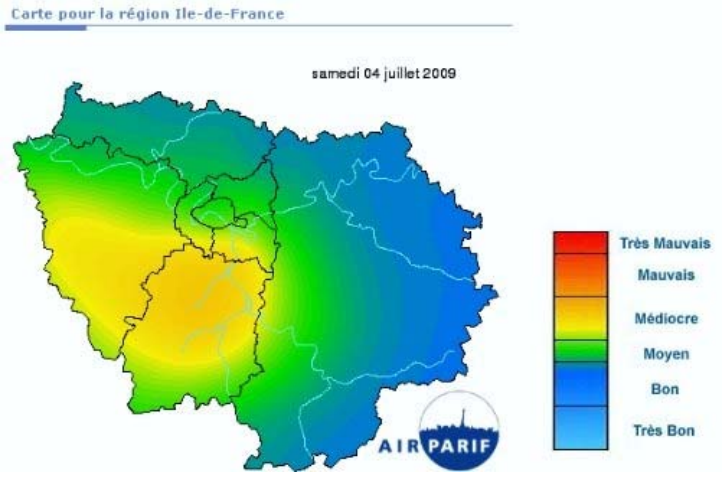
M14. Par une journée ensoleillée d'été, avec un vent de Nord-Est, la radio annonce un pic d'ozone troposphérique en région parisienne. Expliquez la répartition de la pollution par l'ozone en région parisienne (on considèrera que le maximum du trafic routier est centré sur Paris).

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

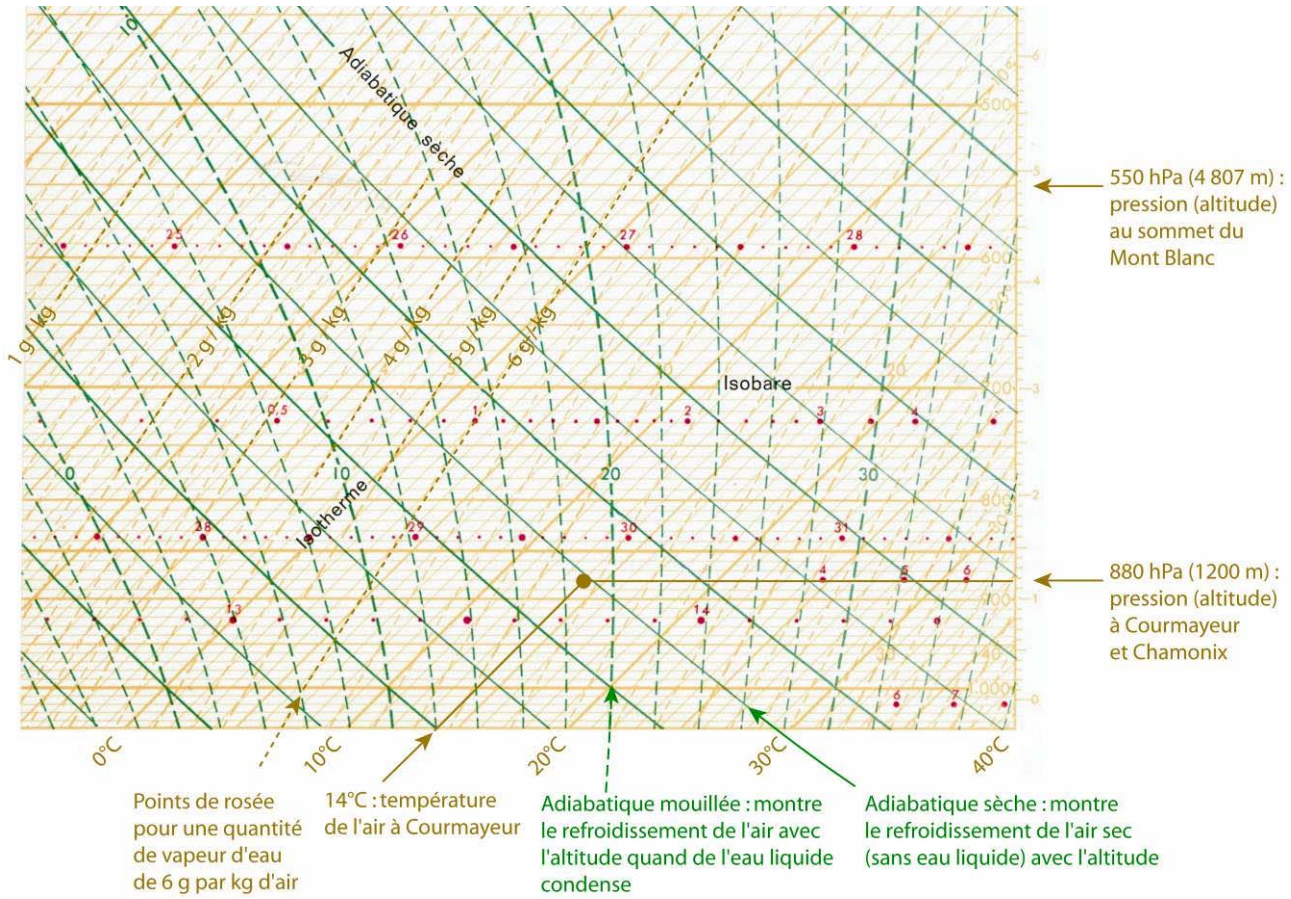
B. L'ozone est formé par une réaction photochimique avec l'engrais azoté épandu dans les zones rurales du sud de Paris.

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.



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

Géologie

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

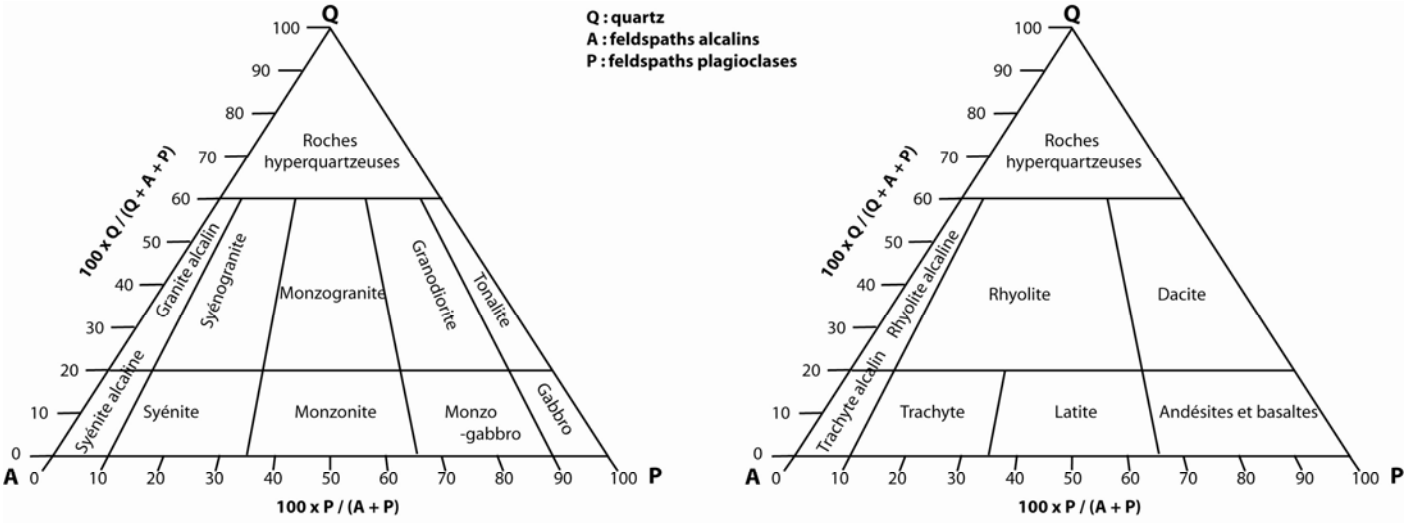
- **A.** la composition de la croûte terrestre
- **B.** la composition du manteau terrestre
- **C.** la composition du noyau terrestre
- **D.** la composition de la Terre globale

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

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



Roches plutoniques
(pourcentages des minéraux visibles, selon la surface qu'ils occupent)

Roches volcaniques
(pourcentages des minéraux virtuels, calculés à partir de la composition chimique)

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.

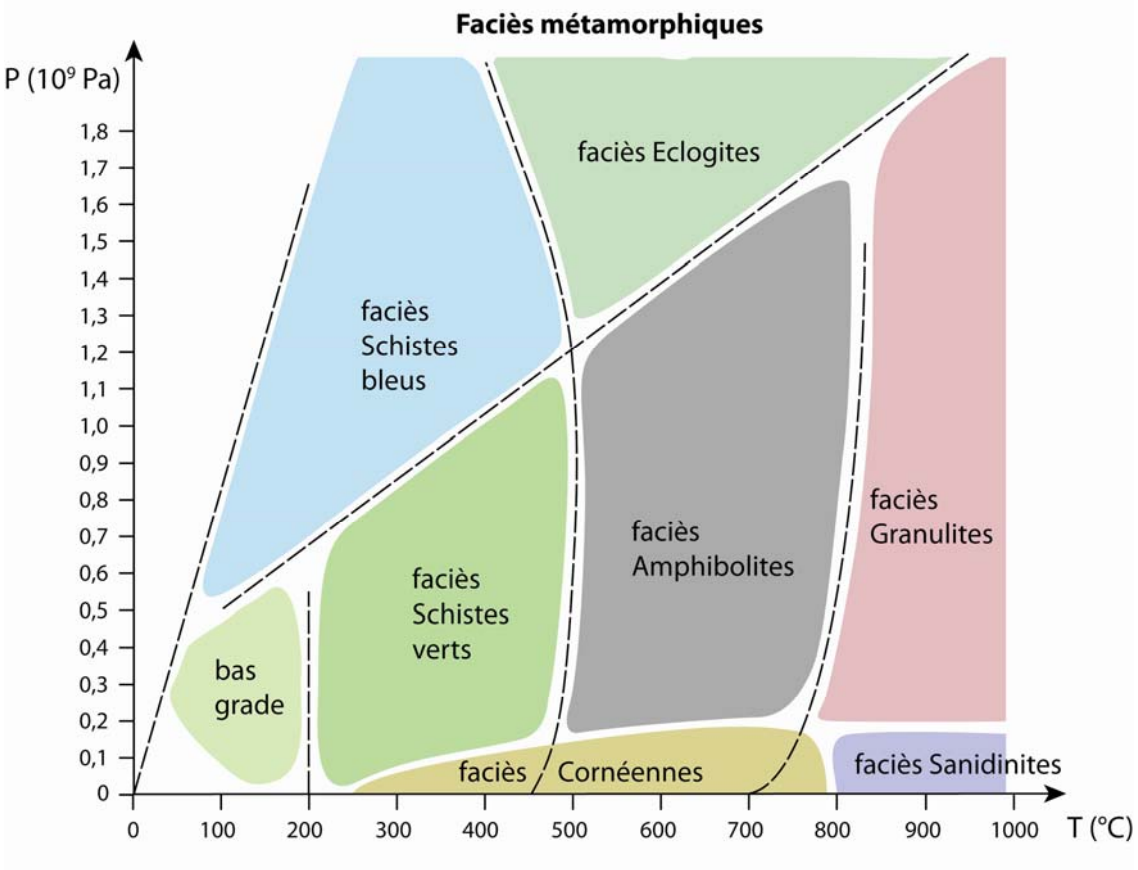
A. Cornéennes

B. Schistes verts

C. Schistes bleus

D. Amphibolites

E. Eclogites



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 :

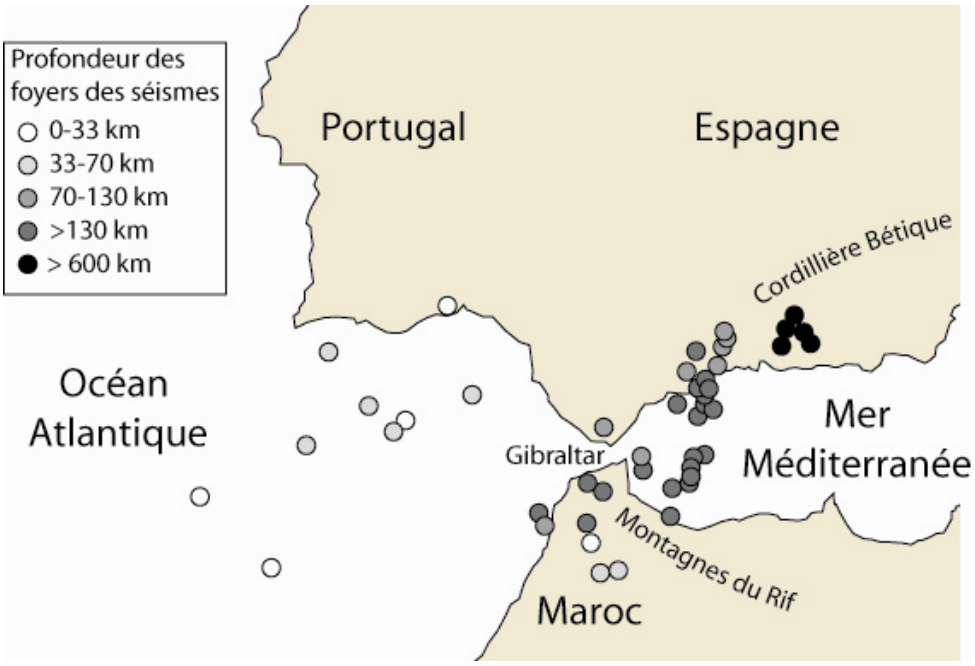
A. La subduction d'une plaque se déplaçant vers l'Ouest

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

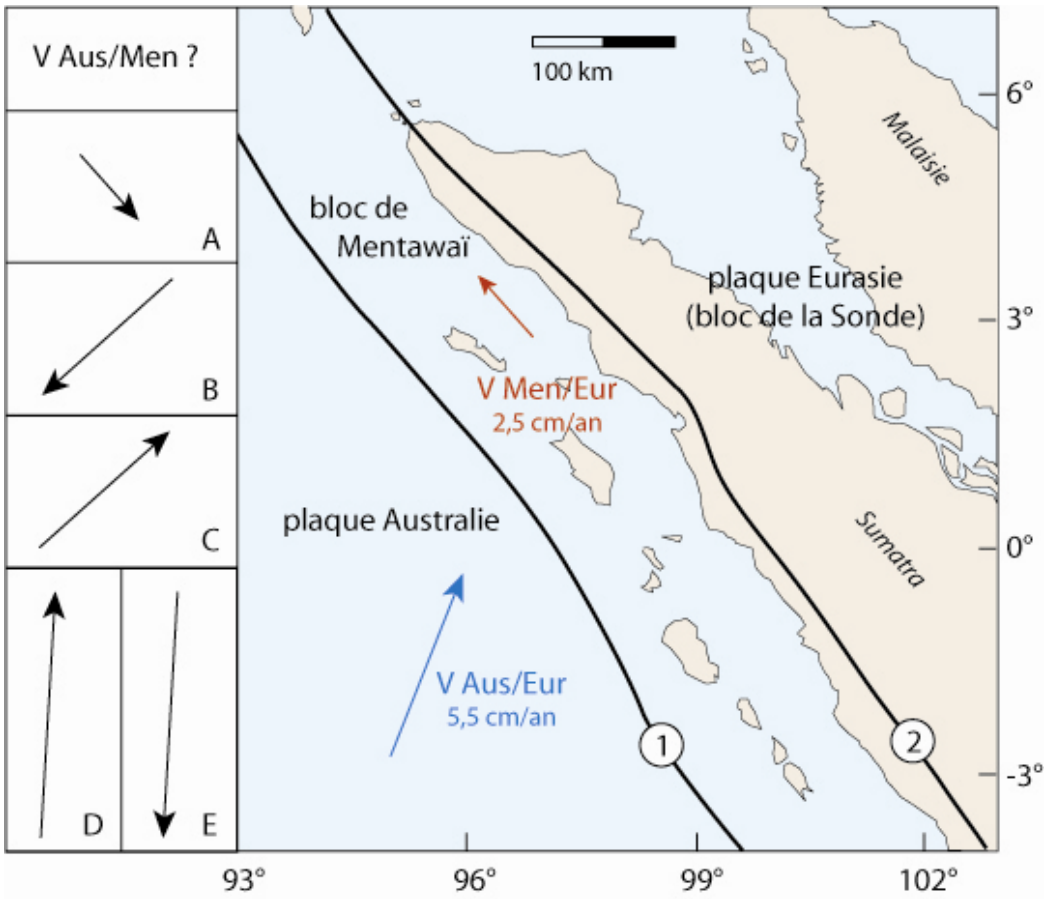
C. La subduction d'une plaque se déplaçant vers le Nord

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

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



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 ($V_{Aus/Men}$).



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

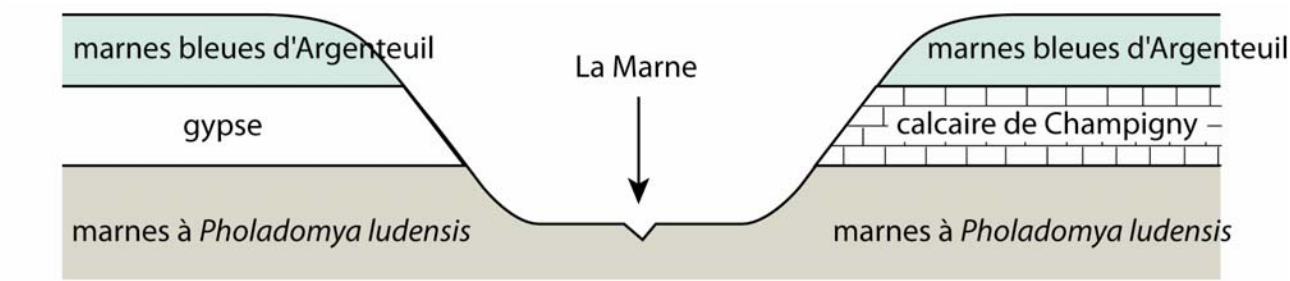
G8. Dans la région de Meaux, le gypse affleure au nord de la Marne et le calcaire de Champigny affleure au sud de la Marne. Gypse et calcaire sont encadrés au mur par les marnes à *Pholadomya ludensis*, et au toit par les marnes bleues d'Argenteuil. L'étude de ces formations a permis d'énoncer pour la 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.

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.



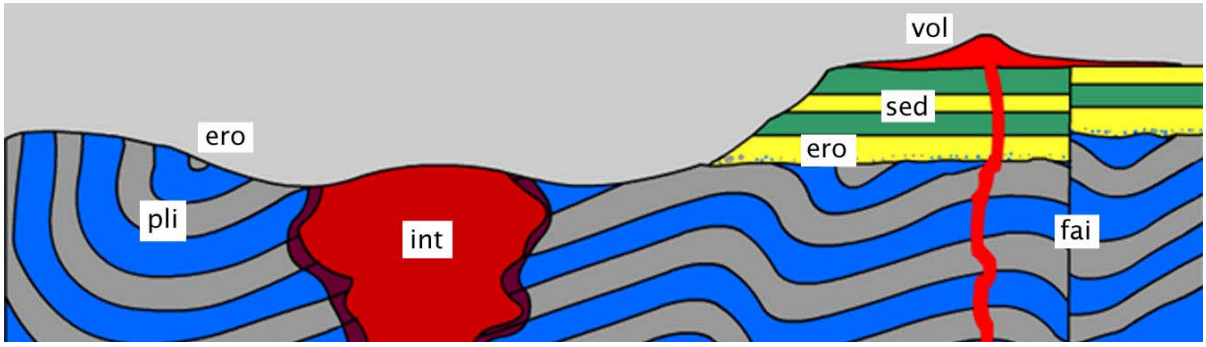
G9. Le document ci-dessous présente une coupe Est-Ouest très schématique à travers la Montagne noire et les Causses. On a indiqué différents événements : dans l'ordre alphabétique, deux phases d'érosion (ero), une faille (fai), une intrusion granitique (int), une phase de plissement (pli), une sédimentation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



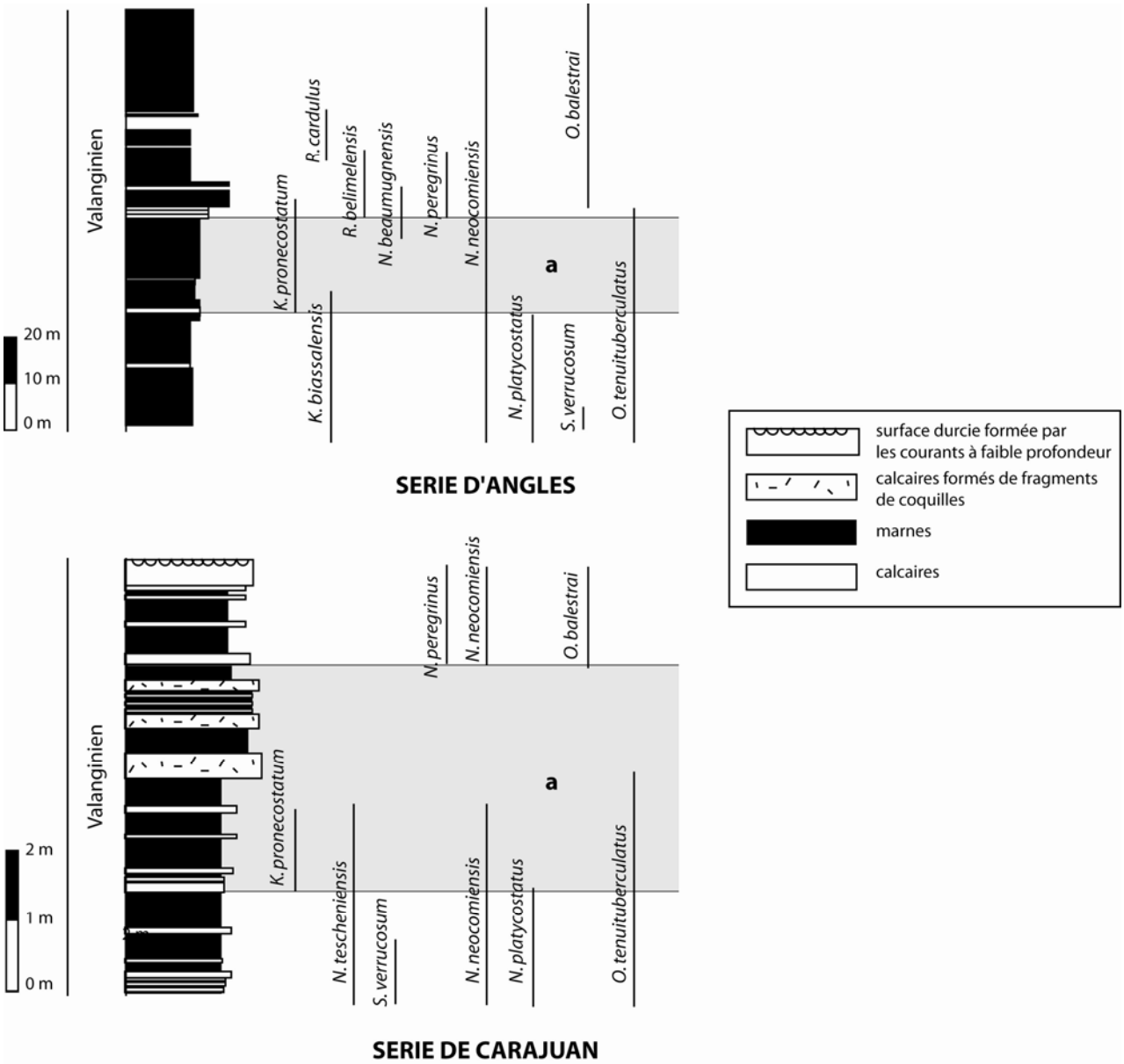
G10. On a étudié la répartition des espèces d'ammonites dans des formations du Crétacé inférieur (Valanginien) correspondant à la « fosse vocontienne » (un domaine marin assez profond qui occupait une partie de la Drôme) et à la plate-forme provençale (domaine peu profond qui bordait la fosse). Ces deux 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*



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*

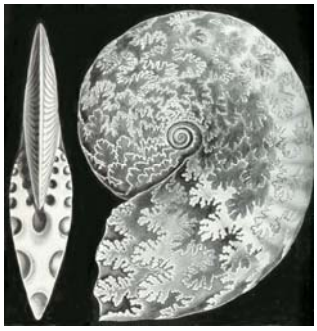
C. présence simultanée de *K. pronecostatum* et de *N. neocomiensis*

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

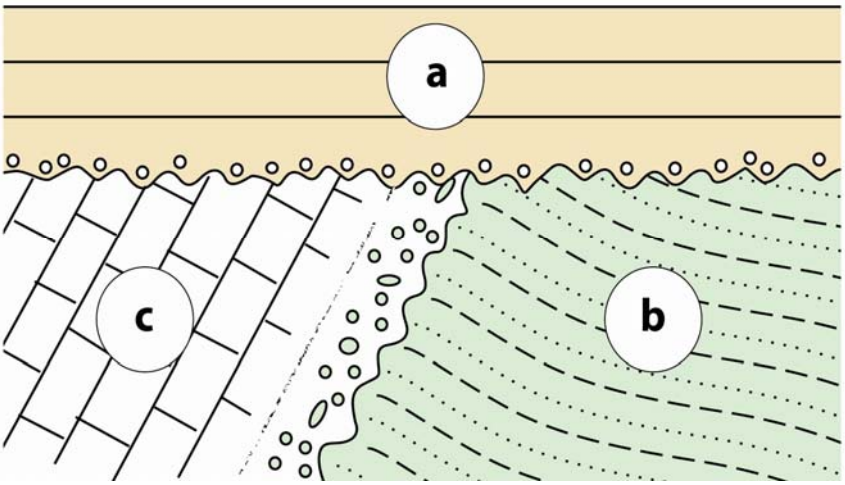
G12. La coupe idéalisée ci-dessous correspond à une situation rencontrée à l'Ouest des monts du Taurus, en Turquie. Replacez ces trois fossiles, chacun caractéristique d'une ère, dans la bonne formation.

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

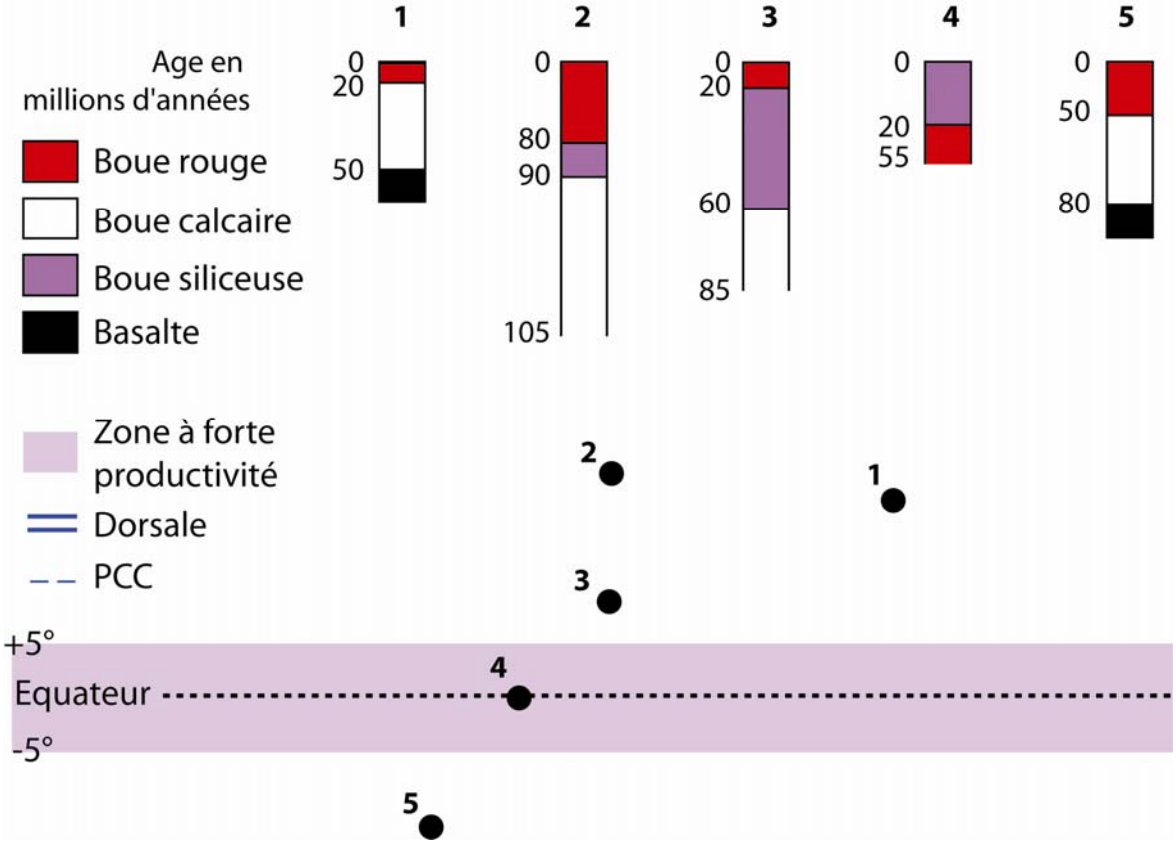
D. Ic ; IIb ; IIIa

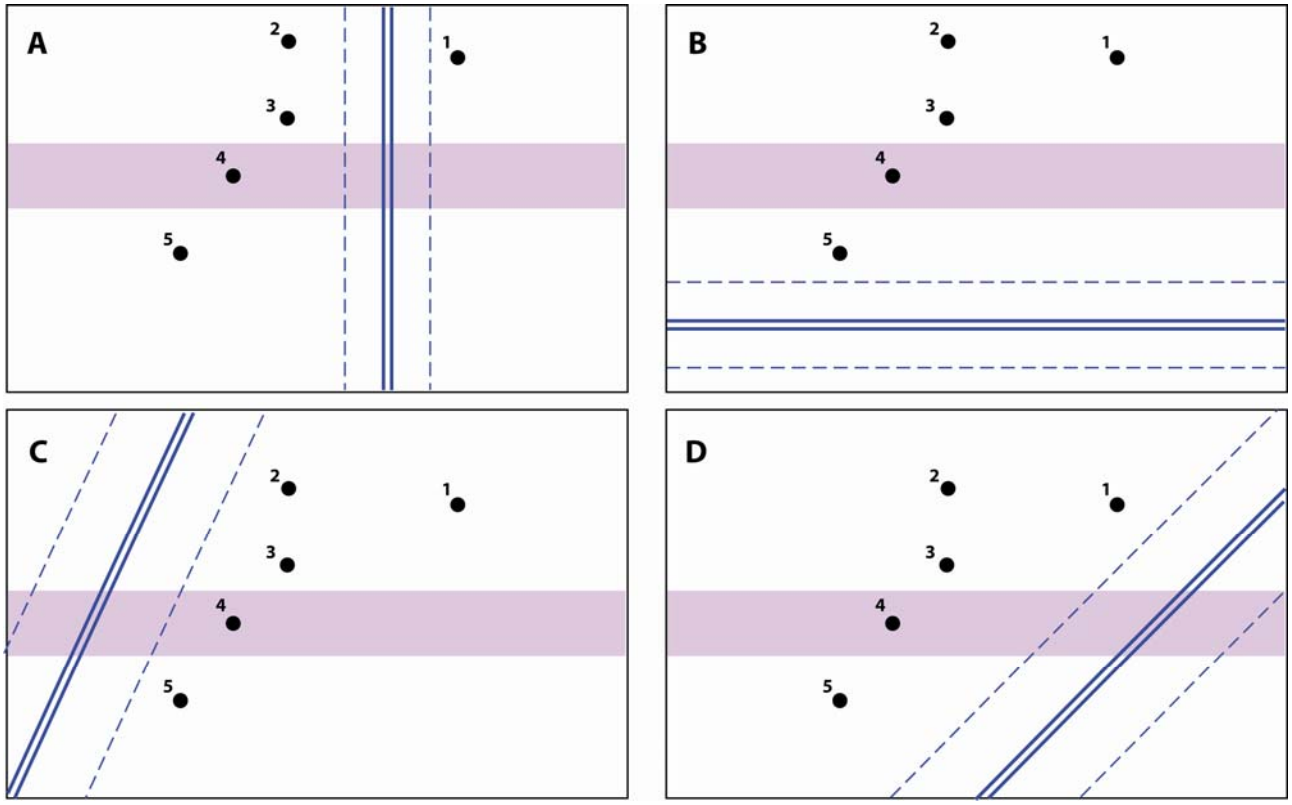
G13. (*difficulté ** !*) La dorsale est le lieu de l'accrétion océanique : la lithosphère océanique s'y crée, diverge de part et d'autre de la dorsale et s'enfonce à mesure qu'elle se refroidit.

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.





Océanographie

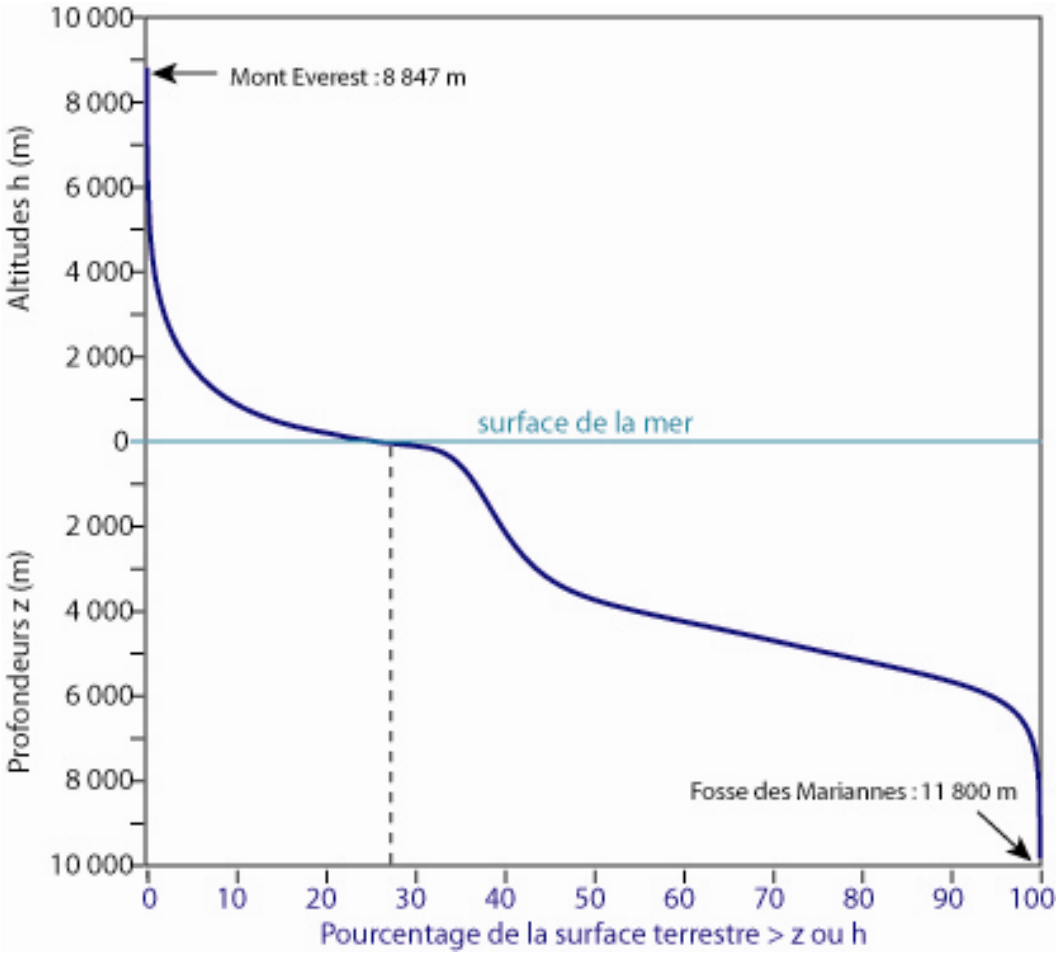
O1. On a reproduit ci-dessous la courbe hypsométrique cumulative, qui donne le pourcentage de la surface terrestre au dessus d'une altitude/profondeur donnée. Une seule des quatre affirmations au sujet de cette courbe est correcte. Indiquez la phrase correcte :

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.



O2. L'océan atlantique a une superficie d'environ 100 000 000 km^2. Les fleuves des continents qui le bordent lui apportent chaque année un volume de 2,3 10^{13} m^3 d'eau. 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.

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.

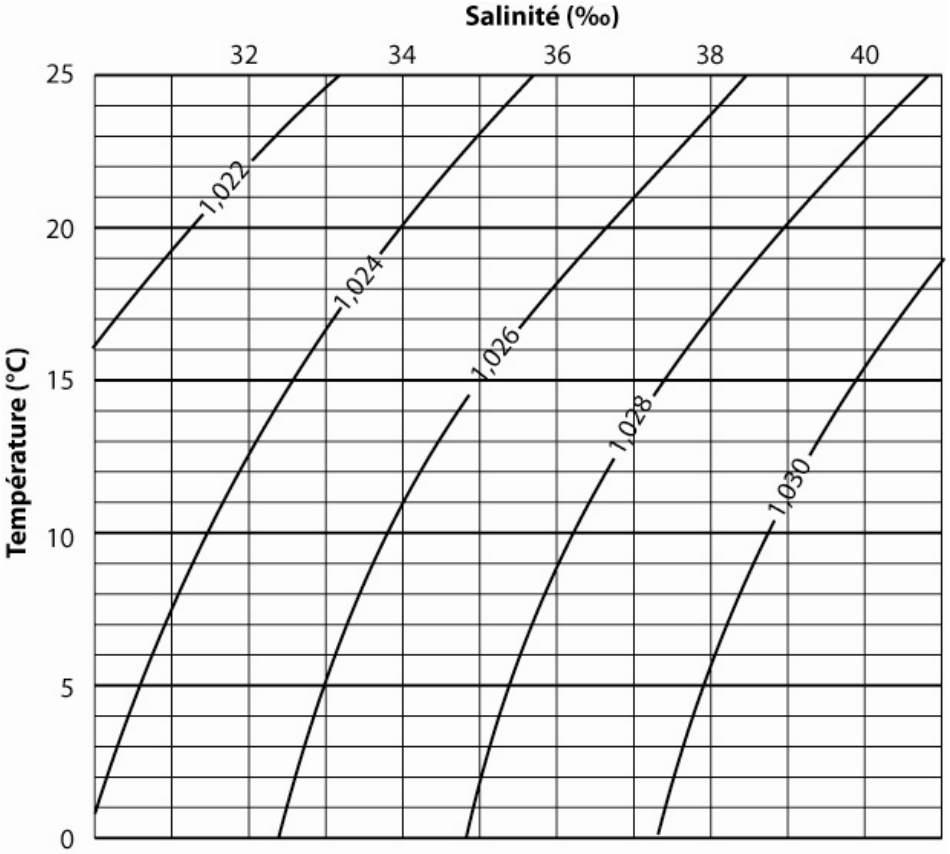
Pour les besoins de l'exercice, on prendra (T=23°C, S=40‰) pour « l'eau de la mer Rouge », et (T=9°, S=36‰) pour « l'eau profonde du golfe d'Aden ». A l'aide du diagramme température-salinité (où les lignes courbes sont les lignes d'égale densité), indiquez l'énoncé correct :

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.



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.

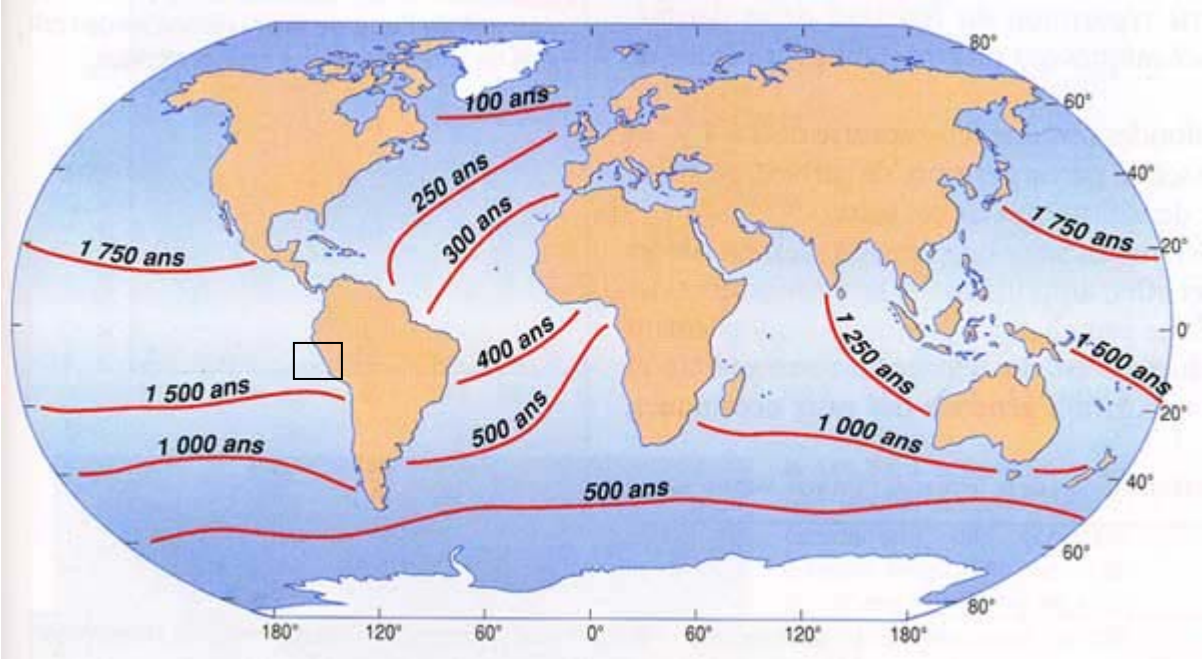
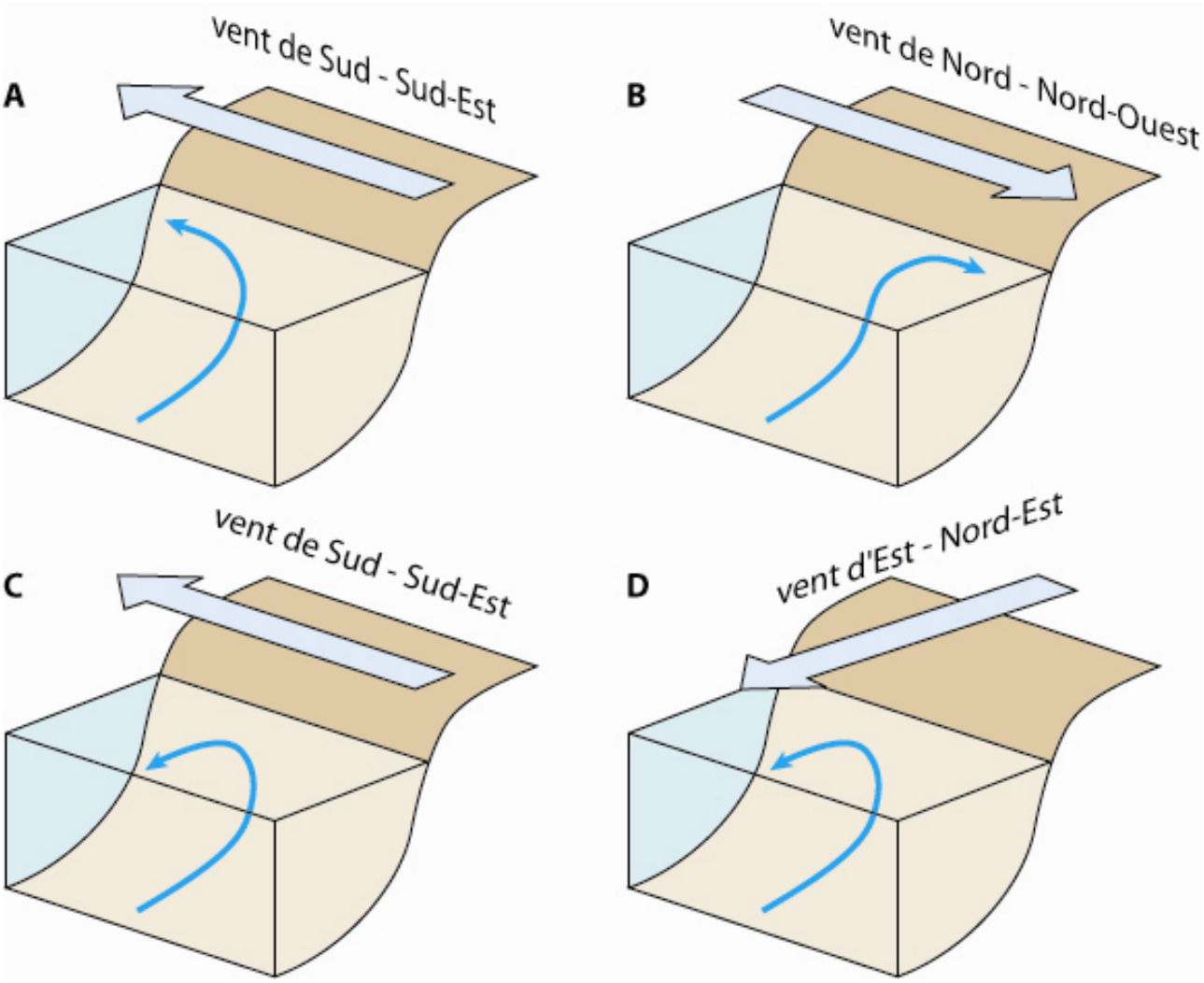
A. Le Pacifique Nord

B. Le Pacifique Sud.

C. L'Atlantique Nord

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.