Test Code: Witten Test-2

De 09:00 à 12:00 hrs

Date : 29 août 2019

INSTRUCTIONS:

Les étudiants doivent terminer **les examens écrits n°1 et n°2 dans un délai de 3 heures**. Veuillez cocher "**V**" dans la (les) case(s) correspondant à votre (vos) réponse(s) sur la FEUILLE DE RÉPONSE.

BAREME de NOTATION :

"Choisir UNE SEULE affirmation correcte" indique qu'il n'y a qu'une seule bonne réponse. Pour ces questions, la notation sera la suivante :

- Réponse **correcte** : 1 point ;

- Réponse **inexacte** : 0 point ;

- Si plusieurs réponses sont choisies : 0 point.

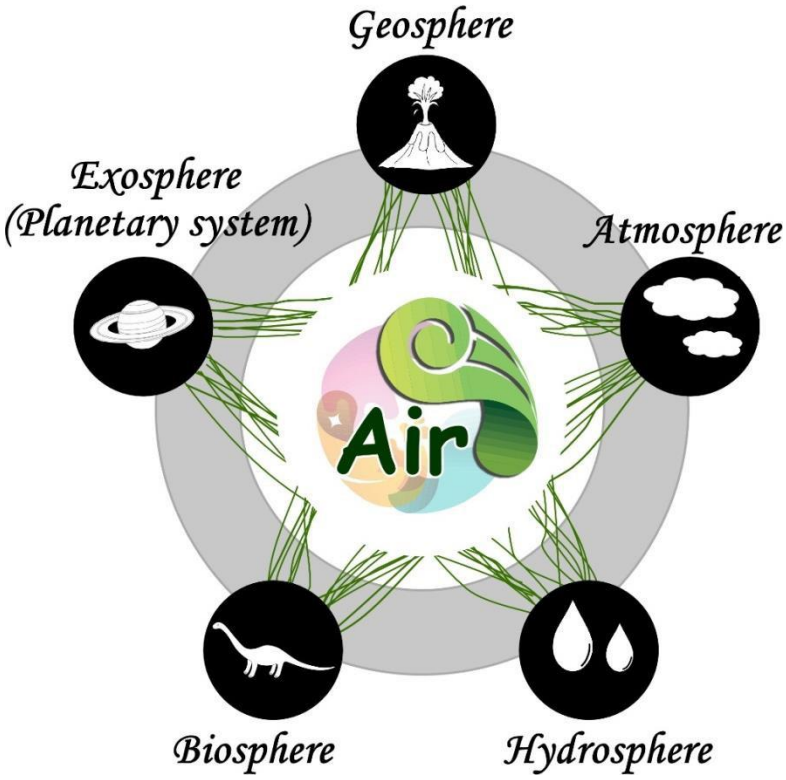
"Choisir TOUTES les affirmations correctes" signifie qu'il y a plusieurs bonnes réponses. Pour ces questions, la notation sera la suivante :

- +1 point pour chaque bonne réponse ;
- - 0,5 point (moins 0,5 point) pour chaque mauvaise réponse ;

-La somme des notes correspondant à une question ne sera jamais inférieure à zéro.

Thème : Air

L'air est composé de nombreux gaz et de fines particules en suspension, ce qui en fait un important moyen de stockage de l'énergie solaire et permet le maintien de la vie. L'atmosphère stocke ou absorbe la vapeur d'eau ainsi que l'énergie et les redistribue à la Terre entière sous forme de chaleur, produisant des vents et faisant varier la météo.
Les courants d'air se produisent lorsque divers fluides se déplacent d'un endroit à l'autre en réponse à la pression barométrique. L'atmosphère qui entoure les autres corps célestes du Système solaire présente également diverses caractéristiques qui dépendent de leur composition et de leur proportion en gaz.



Dans ce test, nous évaluerons vos connaissances et votre capacité de réflexion à propos de l'air qui entoure la Terre et les autres corps célestes du Système solaire et sur les interactions entre géosphère, atmosphère, hydrosphère et biosphère.

Introduction de la question Q1

Les aérosols sont de minuscules particules solides ou liquides qui flottent dans l'atmosphère et sont naturellement produites par les tempêtes de sable, des vagues déferlantes et éruptions volcaniques ainsi que certaines activités humaines comme la combustion des combustibles fossiles. Ils sont très présents à basse altitude. Toutefois, lorsque des volcans immenses comme le Pinatubo explosent, des aérosols sont libérés jusqu'à la stratosphère et affectent le climat. La Figure A montre les gaz des volcans émis jusqu'à la stratosphère lors d'une éruption ainsi que la formation des aérosols sulfatés. Le document B représente schématiquement l'influence des gaz générés par les éruptions volcaniques.

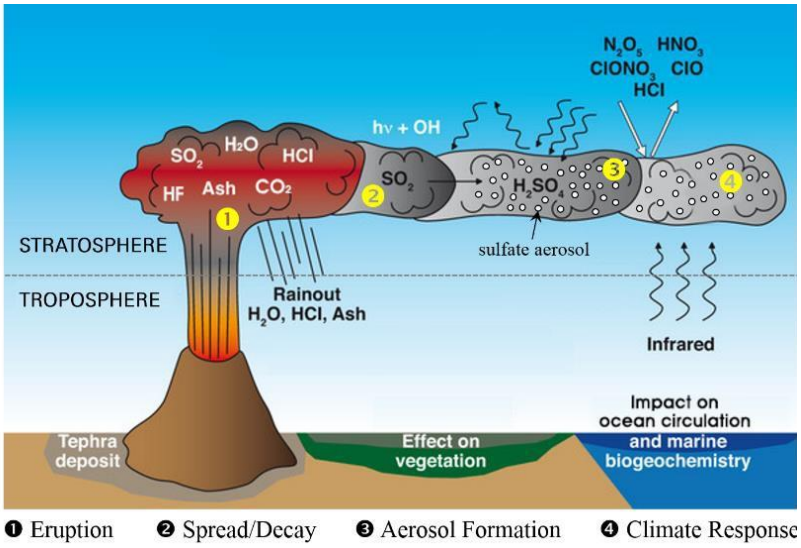


Figure A

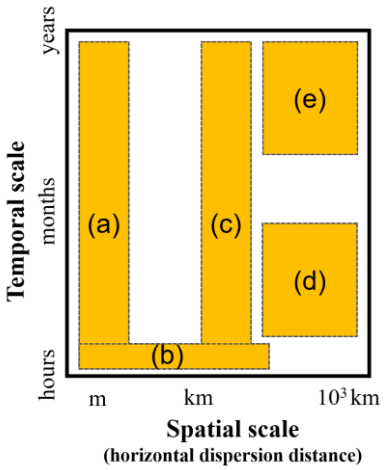


Figure B

LEXIQUE
figure A :
- ***Rainout*** *: averse*
- ***tephra deposit*** *: dépôt de téphra*
- ***infrared*** *: infrarouge*
- ***effect on the vegetation*** *: effet sur la végétation*
- ***Impact on ocean circulation and marine biogeochemistry*** *: Impact sur la circulation des courants océaniques et la biogéochimie marine*
- ***spread/decay*** *: propagation/décomposition*
- ***aerosol formation*** *: formation des aérosols sulfatés*
- ***climate response*** *: réponse climatique*

figure B :
- ***spatial scale*** *: échelle spatiale de la dispersion horizontale des cendres*
- ***temporal scale*** *: échelle temporelle*
- ***hours/months/years*** *: heures/mois/années*

Q1) Sélectionnez TOUTES les affirmations correctes.

a) Le composant gazeux le plus abondant lors d'une éruption volcanique est le CO_2
b) Les aérosols sulfatés refroidissent la surface de la Terre
c) Les aérosols sulfatés atténuent l'acidification de la surface
d) Les gaz émis par une éruption volcanique peuvent détruire la couche d'ozone
e) Dans le document B, l'échelle spatio-temporelle affectée par les aérosols sulfatés est la mieux représentée par (b)

Introduction à la question Q2

Par le passé, l'atmosphère terrestre était très différente de ce qu'on connait aujourd'hui. Elle a changé au fil du temps sous l'influence des organismes vivants et de l'apport de matériaux venus du manteau. La figure A illustre le changement de composition de l'atmosphère terrestre et l'évolution de la vie. La figure B montre les changements temporels dans la composition de l'atmosphère.

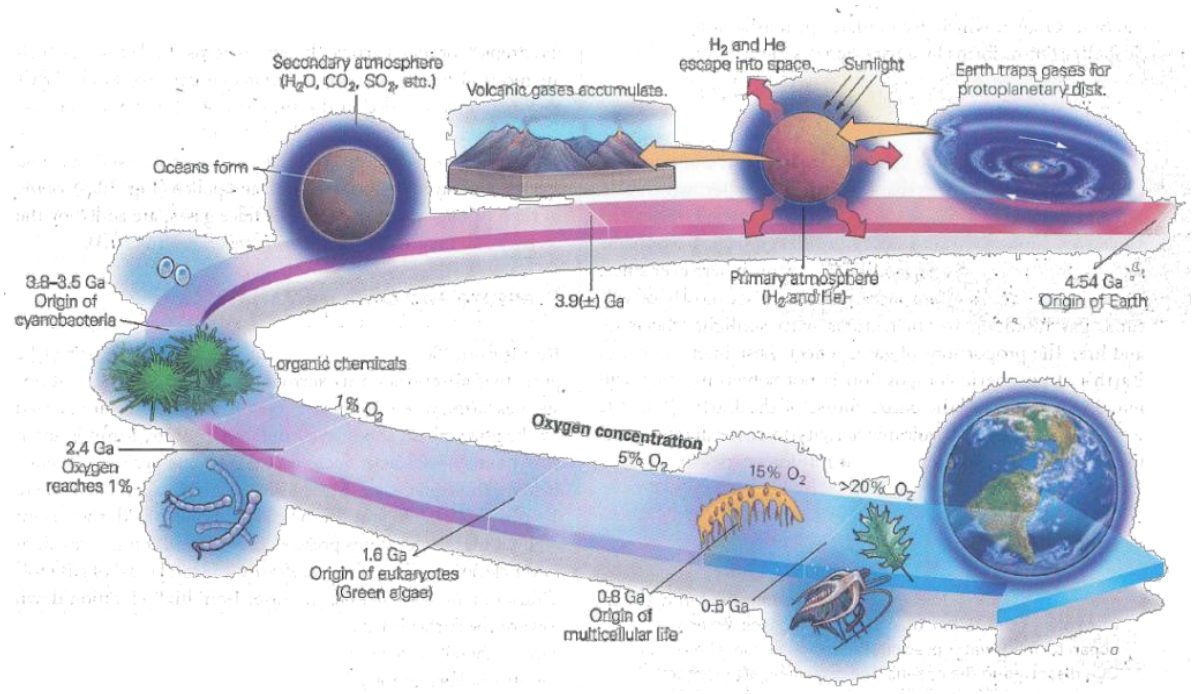


Figure A

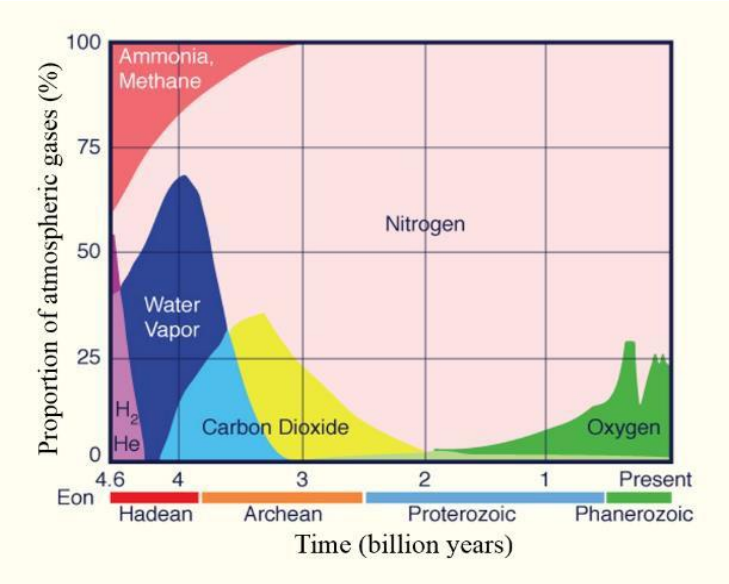


Figure B

LEXIQUE

Figure A :
- ***earth traps gases for protoplanetary disk*** *: la terre piège des gaz pour le disque protoplanétaire*
- ***H_2 and He escape into space*** *: H_2 et He s'échappent dans l'espace*
- ***sunlight*** *: lumière solaire*
- ***primitive atmosphere*** *: atmosphère primitive*
- ***volcanic gases accumulate*** *: les gaz volcaniques s'accumulent*
- ***secondary atmosphere*** *: atmosphère secondaire*
- ***oceans form*** *: les océans se forment*
- ***origin of cyanobacteria*** *: origine des cyanobactéries*
- ***oxygen reaches*** *1% : l'oxygène atteint 1%*
- ***organic chemicals*** *: composés organiques*
- ***origin of eukaryotes (green algae)*** *: origine des eucaryotes (algues vertes)*
- ***origin of multicellular life*** *: origine de la vie pluricellulaire*

Figure B :
- ***water vapor*** *: vapeur d'eau*
- ***carbon dioxyd*** *: CO_2*
- ***Nitrogen*** *: azote*
- ***billion years*** *: milliards d'années*
- ***proportion of atmospheric gases (%)*** *: proportion de gaz atmosphérique (%)*

Q2) Choisissez TOUTES les affirmations correctes pour expliquer les phénomènes décrits.

a) L'effet de serre actuel est supérieur à celui de l'Archéen

b) La couche d'ozone s'est formée il y a environ un milliard d'années

c) La photosynthèse a commencé pour la première fois il y a 1,6 milliard d'années lorsque les eucaryotes sont apparus

d) La vie était limitée aux océans il y a deux milliards d'années

e) Une des principales raisons de la diminution de la teneur en CO_2 atmosphérique, qui représentait plus de 25% de l'atmosphère primordiale, est la formation des océans

Introduction aux questions Q3 à Q5

Il est important de comprendre le cycle du carbone pour mieux prévoir les changements climatiques futurs, car l'une des formes de carbone est le CO_2, le gaz à effet de serre le plus controversé. L'atmosphère transfère du carbone vers d'autres réservoirs de la Terre comme la lithosphère, l'hydrosphère ou la biosphère, à diverses échelles temporelles (Figure A). Ainsi, la concentration atmosphérique en CO_2 fluctue quotidiennement en fonction des échelles de temps géologiques.

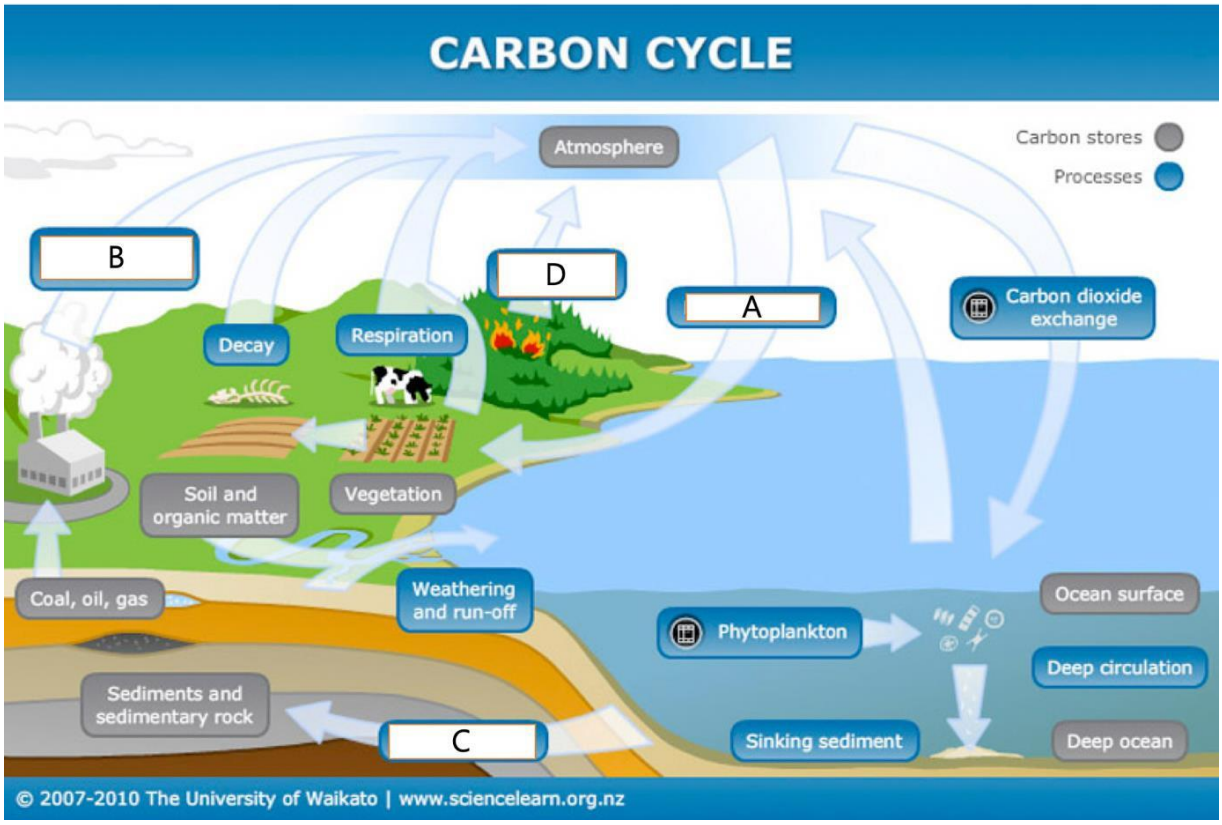


Figure A

- ***decay*** *: décomposition*
- ***carbone dioxyd exchange*** *: échange de dioxyde de carbone*
- ***carbon stores*** *: réservoir de carbone*
- ***deep circulation*** *: circulation des eaux profondes*
- ***sinking sediment*** *: dépôts de sédiments*
- ***soil and organic water*** *: sol et matière organique*
- ***weathering and run-off*** *: altération et transport*
- ***coal, oil, gaz*** *: charbon, pétrole, gaz naturel*

Q3) En vous basant sur la Figure A ci-dessus, choisissez TOUTES les descriptions correctes correspondant aux cases A à D.

a) Le processus A lié à la végétation dans l'hémisphère sud est le plus actif pendant l'été boréal
b) Le processus B associé aux diverses activités humaines est vraisemblablement responsable de l'augmentation récente du CO_2 dans l'atmosphère
c) Le processus C peut isoler de façon permanente le carbone de l'atmosphère et de l'océan
d) Le processus D se produit souvent pendant les saisons chaudes et humides
e) Sans le processus A, l'atmosphère terrestre ne peut pas contenir d'oxygène libre abondant

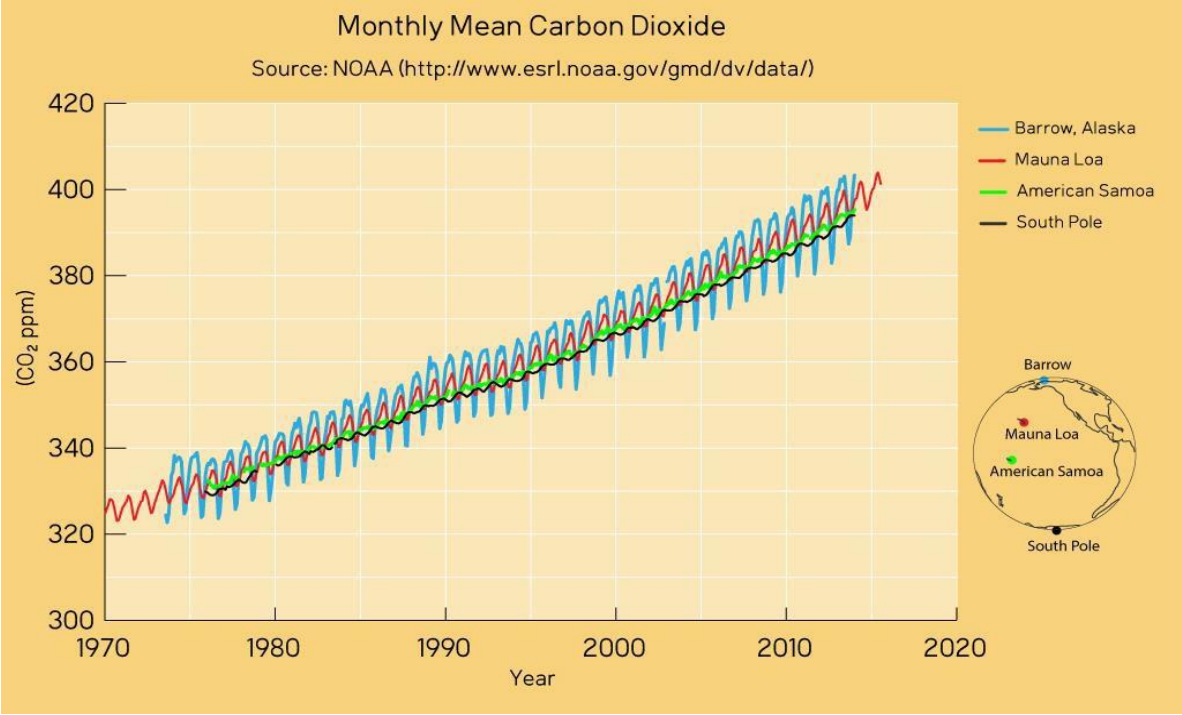


Figure B

Monthly mean carbon dioxyd : *CO_2 mensuel moyen*

La Figure B montre la concentration atmosphérique mensuelle de CO_2 mesurée à Barrow, Mauna Loa, aux Samoa américaines et au pôle Sud, dont les emplacements sont indiqués. La concentration en CO_2 a considérablement augmenté depuis 1958 pour chacun de ces observatoires. En plus d'une tendance à long terme, on peut également observer un cycle saisonnier notable, en particulier à Barrow et Mauna Loa.

Q4) En vous basant sur les Figures A et B ci-dessus, choisissez TOUTES les interprétations appropriées sur les variations saisonnières de la concentration en CO_2.

a) En comparaison avec l'hémisphère Sud, le cycle saisonnier de la concentration en CO_2 plus fort dans l'hémisphère Nord est attribuable au rayonnement solaire plus fort durant l'hiver boréal
b) La concentration maximale de CO_2 à la fin du printemps est principalement due aux importantes émissions de CO_2 provenant du pergélisol qui vient de fondre
c) De la fin du printemps à l'automne, c'est l'intensité de la photosynthèse, plus importante que celle de la respiration de la forêt boréale, qui est principalement responsable de la faible concentration en CO_2 en septembre et en octobre
d) Une plus grande absorption de CO_2 par l'océan est responsable du faible niveau de concentration en CO_2 pendant l'été

e) La plus faible concentration en CO_2 au début de l'automne est attribuable à la décomposition rapide de la matière organique en été
f) La grande superficie de forêts de feuillus de l'hémisphère Nord explique un cycle saisonnier de concentration de CO_2 plus marqué que dans l'hémisphère Sud
g) La combustion de combustibles fossiles infléchit le cycle saisonnier de la concentration de CO_2

La figure C montre les amplitudes du cycle saisonnier des concentrations en CO_2 à Barrow (Alaska) et Mauna Loa (Hawaii). La variation saisonnière de la concentration atmosphérique en CO_2 est élevée, en particulier aux latitudes élevées, où la zone continentale est grande par rapport à la zone océanique.

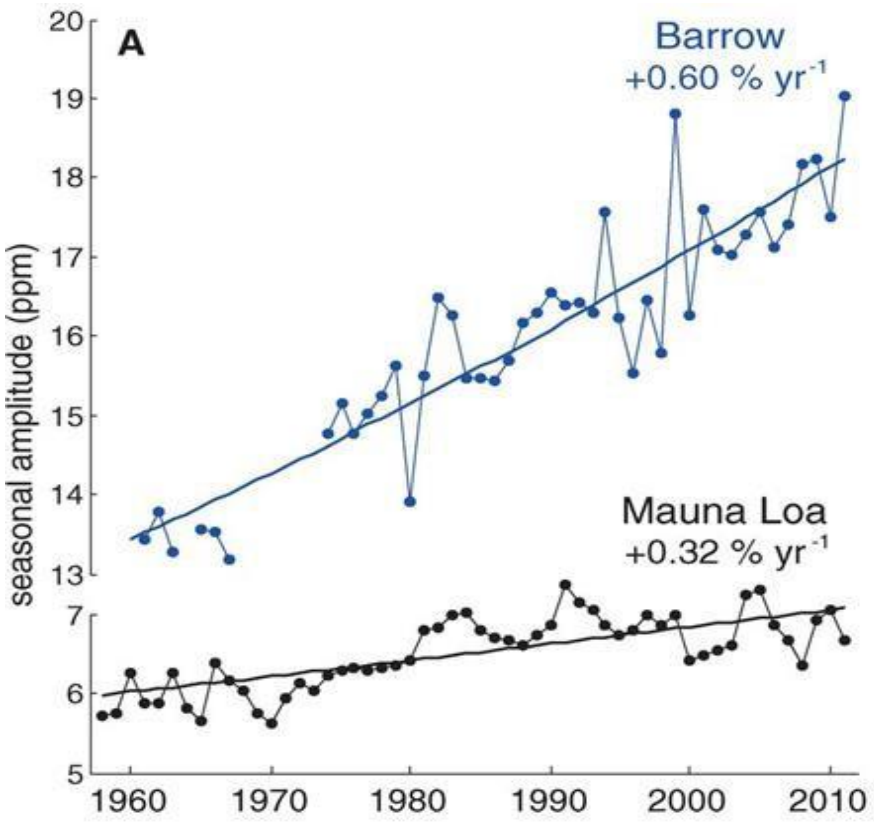


Figure C
seasonal amplitude > *amplitude saisonnière*
yr^{-1} > *par an*

Q5) Quels changements environnementaux pourraient entraîner une variation saisonnière amplifiée du CO_2 ? Choisissez TOUTES les affirmations correctes.

a) Désertification
b) Plus grande absorption du carbone par l'océan
c) Verdissement de la toundra

d) Activité plus fréquente des taches solaires

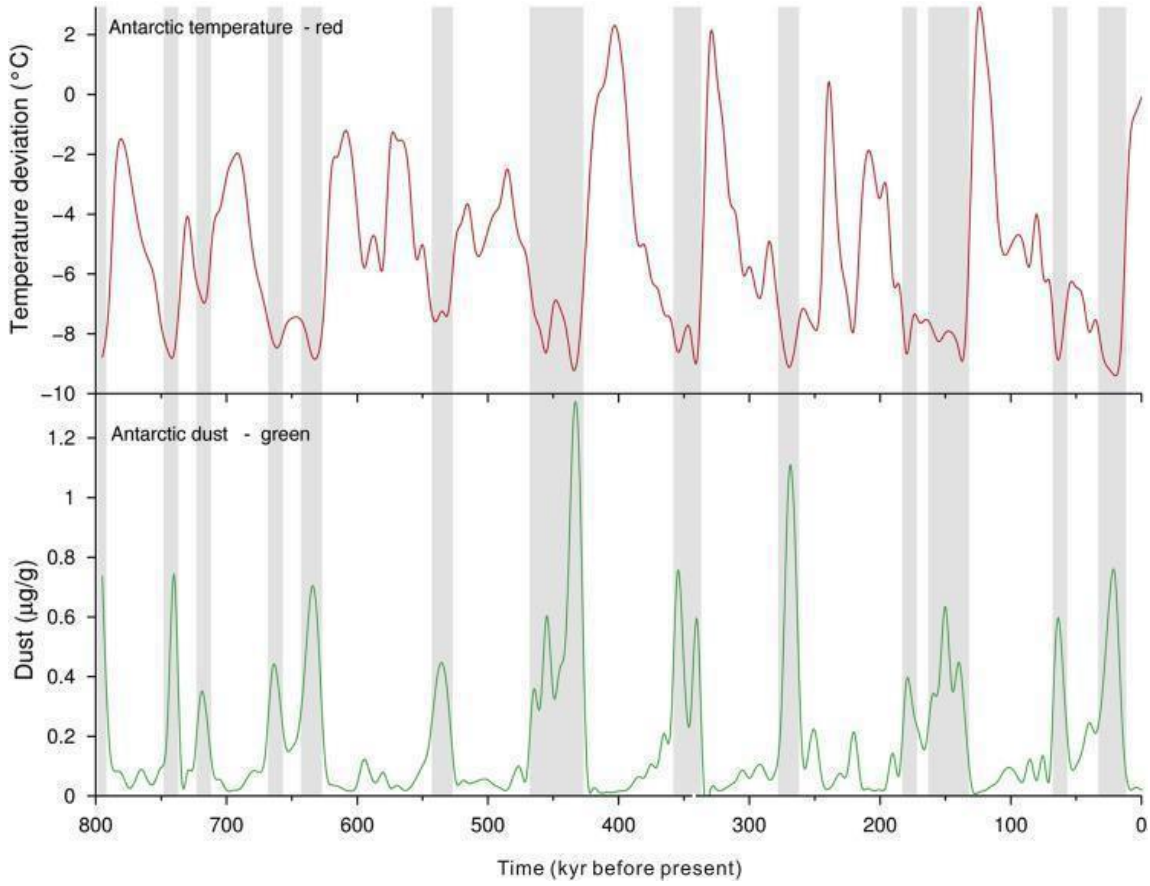
e) Plus d'activité volcanique

f) Agriculture intensive

g) Augmentation de la productivité primaire

Introduction à la question Q6

Le document ci-dessous montre les variations de température et de quantité de poussière dans les carottes de glace de l'Antarctique au cours des 800 derniers ka (milliers d'années).



- ***dust*** *: poussière*
- ***temperature deviation*** *: variation de température*
- ***antarctic temperature - red*** *: température de l'antarctique – rouge*
- ***antarctic dust*** *– green : poussières antarctiques – vert*
- ***kyr before present*** *: milliers d'années (ka) avant aujourd'hui*

Q6) Choisir la SEULE bonne réponse d'après la Figure ci-dessus.

a) Les périodes de fortes concentrations de poussière sont caractérisées par des températures élevées

b) Des quantités accrues de poussière dans l'atmosphère pendant les périodes froides augmentent l'albédo, ce qui entraîne des températures élevées

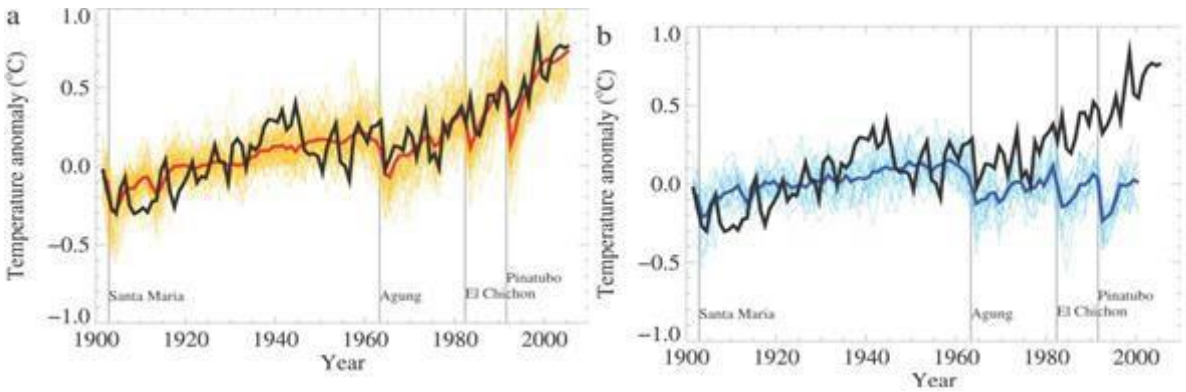
c) Des quantités accrues de poussière dans l'atmosphère pendant les périodes froides font baisser l'albédo, ce qui entraîne des températures élevées

d) La poussière est propagée par les vents des grands déserts qui se forment pendant les périodes sèches causées par un maximum glaciaire

e) La poussière est dispersée par les vents des grands déserts qui se forment pendant les périodes sèches causées par un minimum glaciaire

Introduction à la question Q7

Les Figures ci-dessous montrent les anomalies de la température moyenne globale de la surface de la Terre pendant la période 1901-1950, telles qu'observées (ligne noire) et telles qu'obtenues à partir de simulations de modèles climatiques en considérant (a) les facteurs d'origine humaine et les facteurs naturels (ligne rouge) ou en considérant (b) les facteurs naturels uniquement (ligne bleue). Les lignes verticales grises indiquent le moment des principales éruptions volcaniques. Les lignes rouges et bleues épaisses montrent la moyenne de nombreuses simulations différentes qui sont représentées par de fines lignes jaunes et bleues.



temperature anomaly > *Anomalies de température*

Q7) Choisir TOUTES les explications correctes décrivant les résultats des Figures ci-dessus.

a) Des facteurs naturels tels que l'activité volcanique et solaire ont provoqué le réchauffement rapide dans la seconde moitié du XXe siècle

b) Le réchauffement planétaire rapide observé ne peut être simulé même si les facteurs anthropiques (notamment les émissions de gaz à effet de serre et d'aérosols) sont inclus dans les simulations informatiques les plus récentes du modèle climatique

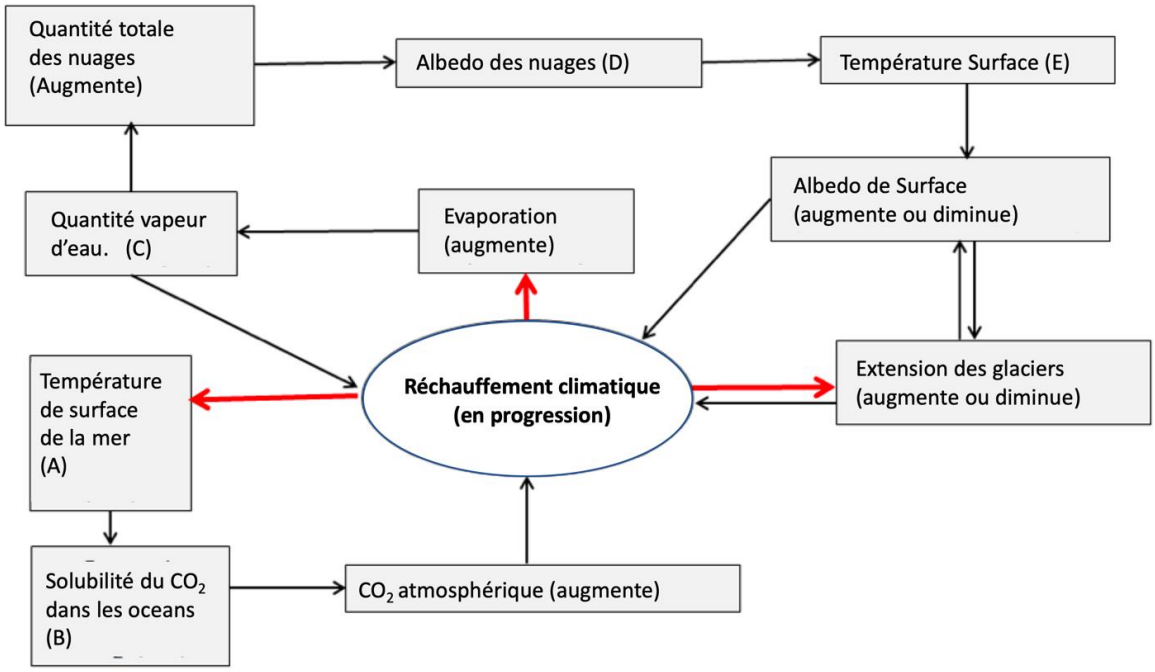
c) De puissantes éruptions volcaniques, provoquant un refroidissement en surface par éjection de cendres et d'aérosols dans la stratosphère, pourraient réduire le récent réchauffement planétaire rapide

d) Les simulations de modèles climatiques informatiques ont vérifié que la majeure partie du réchauffement planétaire observé au cours des 50 dernières années est très probablement due aux activités humaines

e) L'effet de refroidissement des éruptions volcaniques individuelles sur le climat mondial est généralement de courte durée par rapport à la tendance au réchauffement à long terme due à l'effet de serre accru

Introduction à la question Q8

La Figure ci-dessous montre les relations de rétroactions positive ou négative possibles liées à la progression du réchauffement climatique.



Q8) Choisissez TOUS les énoncés corrects relatifs à la Figure ci-dessus.
Note : Le mot qui s'insère à la place de (A) à (E) ci-dessus est "diminue" ou "augmente".

a) L'augmentation du CO_2 atmosphérique due à la déforestation provoque l'augmentation de la température à la surface de la mer dans cette relation de rétroaction
b) Si la solubilité du CO_2 dans l'océan diminue, le pH de l'océan augmente dans cette relation de rétroaction
c) E est "augmente"
d) En raison de l'augmentation de la couverture nuageuse totale, l'augmentation de la surface des glaciers induit une rétroaction positive
e) La diminution de la superficie des glaciers entraîne une rétroaction négative

Introduction à la question Q9

La couche d'ozone est importante parce qu'elle empêche les rayons ultraviolets nocifs d'atteindre la surface de la Terre. En 1966, des scientifiques du British Antarctic Survey ont découvert un trou dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique. En 1974, Sherwood Roland a suggéré que les chlorofluorocarbures (CFC) utilisés dans les réfrigérateurs et autres appareils ménagers détruisaient la couche d'ozone.

Le Protocole de Montréal, adopté par la suite, réglemente les substances appauvrissant la couche d'ozone depuis 1987. Les efforts mondiaux ont montré que la réduction totale de l'ozone se rétablit depuis 2000. La Figure A montre la distribution temporelle et spatiale de l'ozone total simulé jusqu'en 2065 à partir des observations satellitaires de 1971 à 2017. La figure B montre les profils verticaux de la pression en ozone (mPa) au-dessus de l'Antarctique en 1999 à trois dates : 28 juillet, 29 septembre et 23 décembre.

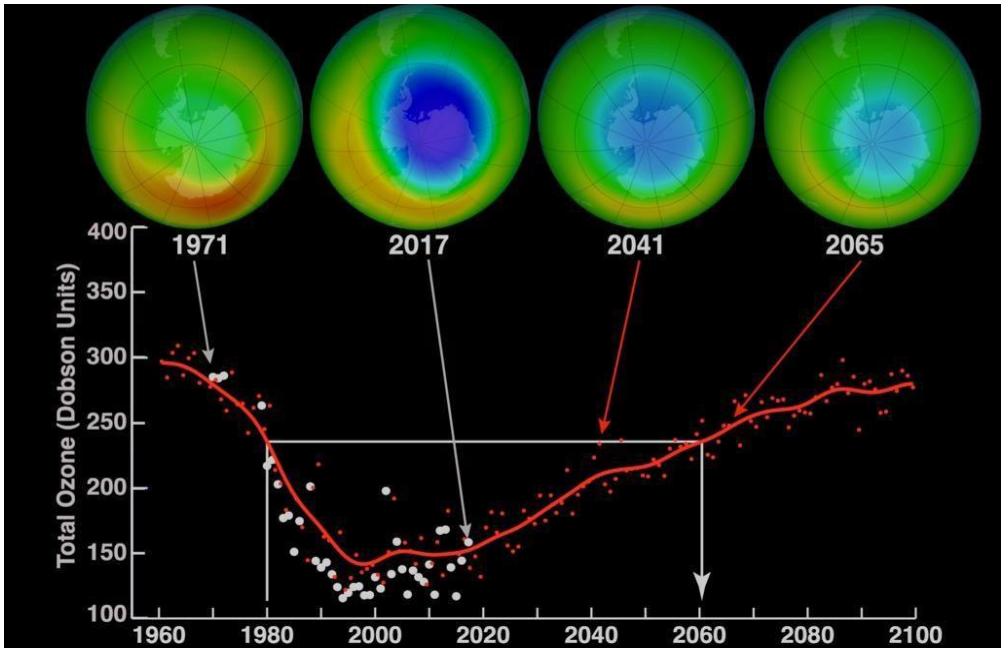


Figure A

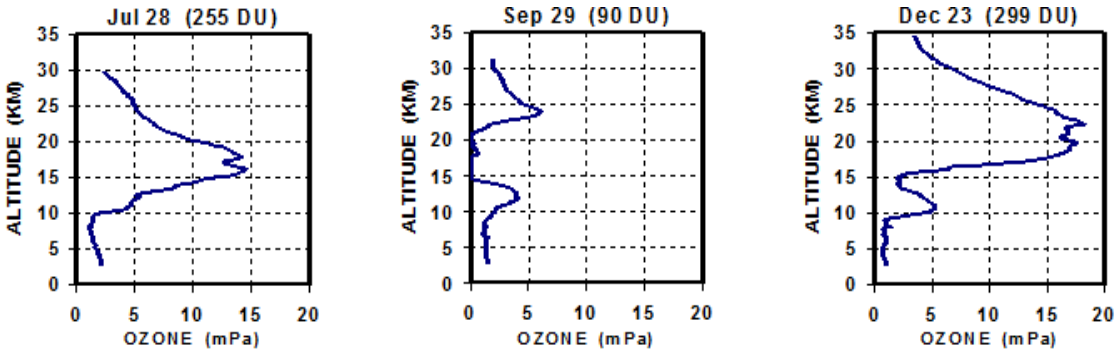


Figure B

Q9) Choisissez TOUTES les explications correctes.

a) La taille du trou dans la couche d'ozone était plus grande en 2017 qu'en 2000
b) Le trou dans la couche d'ozone du 29 septembre 1999 (Figure B) s'est également produit au même moment dans l'Arctique
c) La quantité de rayons ultraviolets atteignant la surface de l'Antarctique a augmenté davantage en 2017 qu'en 1971
d) Le trou d'ozone au-dessus de l'Antarctique a été relevé pendant l'automne de l'hémisphère Sud
e) La restauration de la couche d'ozone illustrée à la figure B commence par le sommet de la couche d'ozone
f) La principale cause de l'appauvrissement de la couche d'ozone et de la formation de trous dans cette couche d'ozone est la fabrication de produits chimiques par les humains

Introduction aux questions Q10-Q12

En temps normal, de forts alizés soufflent sur le Pacifique équatorial d'Est en Ouest. Ils ont tendance à apporter des eaux chaudes dans l'Ouest du Pacifique équatorial, générant un bassin chaud autour de l'Indonésie.

Pour compenser cela, l'eau froide du fond de la mer remonte (upwelling) à la surface de la mer le long des côtes de l'Amérique du Sud et dans les régions équatoriales. La remontée d'eau produit une thermocline abrupte dans la partie supérieure de l'océan et génère également une anomalie de température à la surface de la mer (froide) dans l'est du Pacifique équatorial. D'autre part, un mouvement convectif ascendant dans l'air génère un nuage très élevé, c'est-à-dire des cumulus, dans l'ouest du Pacifique équatorial, ce qui entraîne souvent de fortes pluies. Par contre, un mouvement descendant de l'air dans l'est du Pacifique équatorial a tendance à produire un temps sec et ensoleillé.

Cette circulation atmosphérique verticale s'appelle la circulation de Walker. S'il y a un problème avec cette circulation, El Nino et La Nina se produisent. Il s'agit d'un phénomène où la température de la mer en surface augmente au-dessus des conditions normales et vice versa.

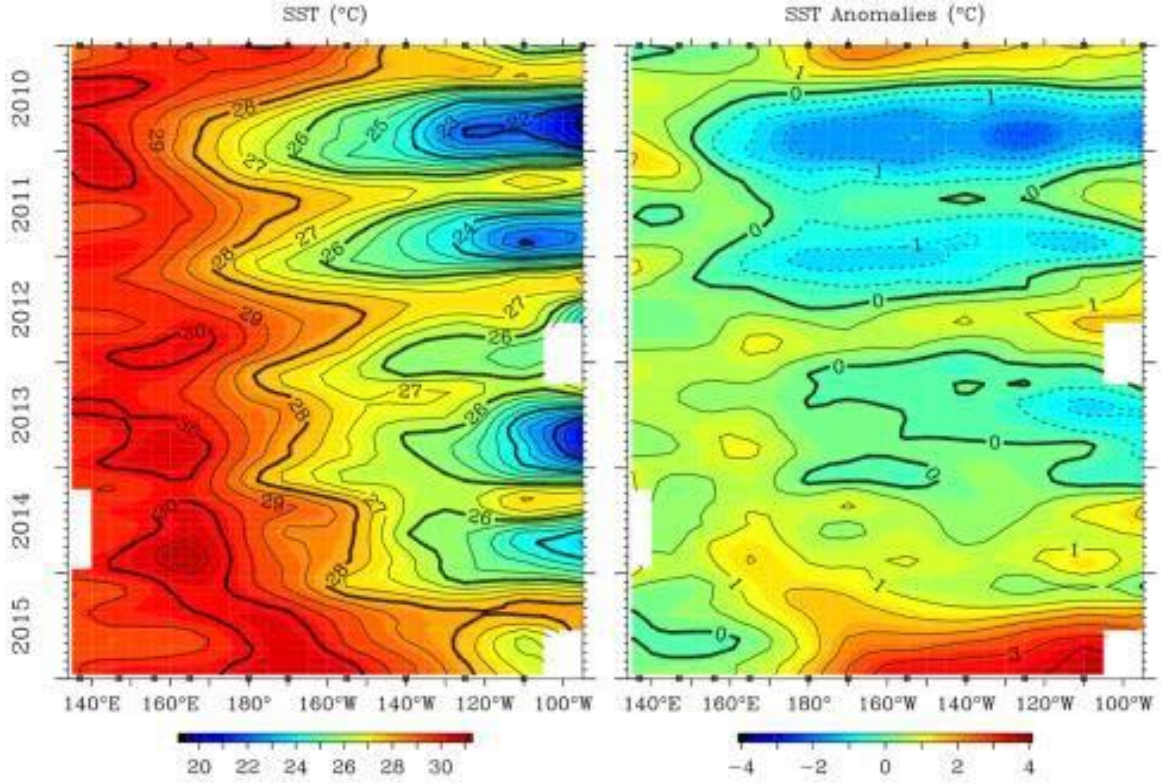


Figure 1. Températures à la surface de la mer (SST) en fonction des années (panneau de gauche) et des anomalies de la SST (panneau de droite) après la suppression des cycles saisonniers dans le Pacifique équatorial. Crédit : NOAA.

Q10) En vous référant à la figure 1 ci-dessus, choisissez TOUS les énoncés corrects pour expliquer les épisodes d'El Niño et de La Niña.

a) Des épisodes d'El Niño se sont produits chaque année
b) La convection est toujours active dans le Pacifique Est où la SST (voir Figure 2) est toujours élevée
c) Les alizés le long du Pacifique équatorial en situation El Niño sont plus faibles que dans des conditions normales (non-El Niño)
d) Un épisode de La Niña s'est produit de 2010 à 2011
e) Les épisodes El Niño sont causés par les eaux chaudes transportées du Pacifique Est vers le Pacifique Ouest
f) Lors d'un épisode El Niño, l'Indonésie connaît une sécheresse
g) Lors d'un épisode El Niño, le niveau de la mer est inférieur à la normale le long de la côte ouest de l'Amérique du Sud

Les figures 2(a) et 2(b) ci-après montrent la distribution spatiale de l'anomalie de la SST (a) et de la chlorophylle-a de surface pendant El Niño et La Niña, sans tenir compte de l'ordre. La figure 2(c) est une série chronologique de l'indice d'oscillation australe (SOI). La SOI est calculée en utilisant la différence de pression au niveau de la mer (SLP) entre Tahiti dans le Pacifique central et Darwin, au nord de l'Australie.
Par conséquent, cet indice peut représenter la force de la circulation de Walker, qui est une circulation verticale d'air à grande échelle associée à la différence de pression au niveau de la mer dans la zone du Pacifique équatorial.

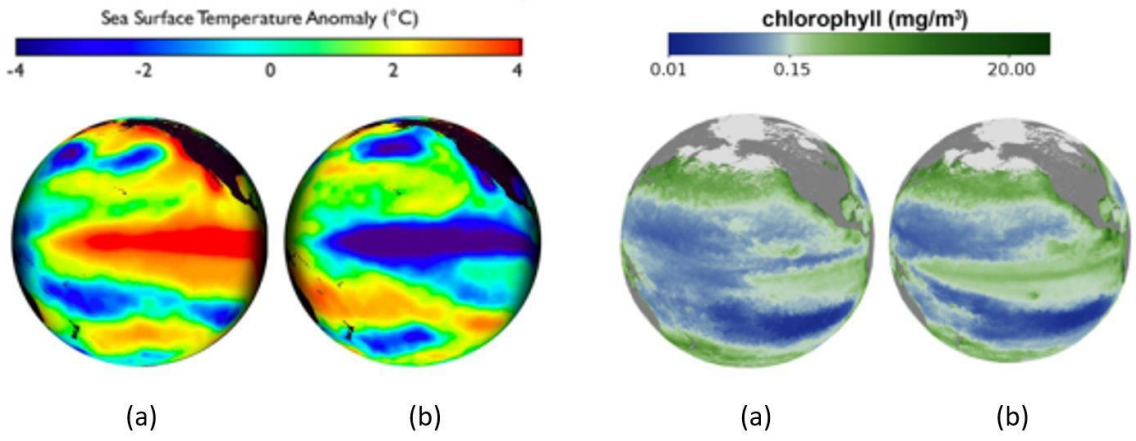


Figure 2 : Le panneau de gauche montre l'anomalie de température de surface de la mer, le panneau de droite montre la chlorophylle a. (a) et (b) sont les données durant El Nino et La Nina sans tenir compte de l'ordre.

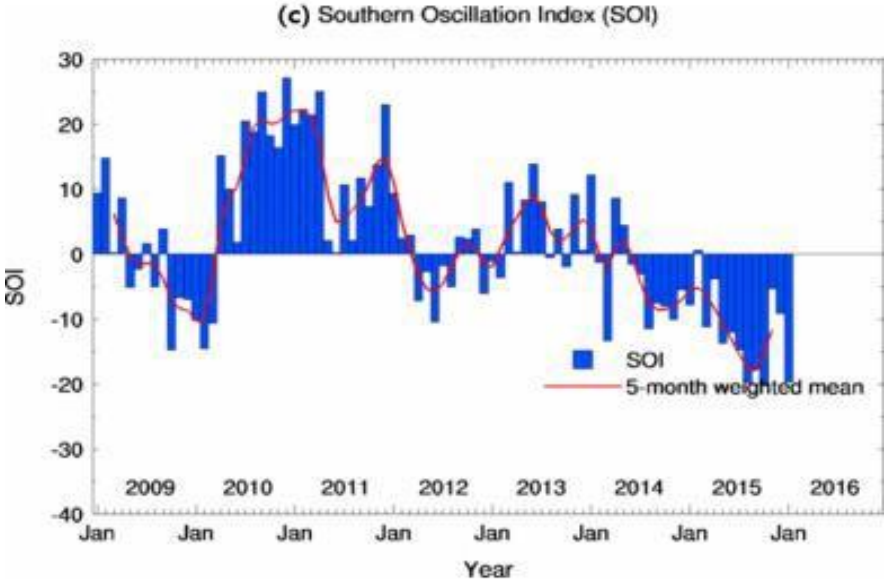


Figure 3. Southern Oscillation Index (SOI) : Séries chronologiques mensuelles de l'indice d'oscillation australe (SOI, barre bleue) et de sa moyenne pondérée sur cinq mois (ligne rouge).

Q11) Choisir TOUTES les bonnes réponses.

a) (a) correspond à La Niña et (b) à El Niño
b) Pendant la période de (a), la circulation de Walker est plus faible que la normale
c) Au cours de la période (a), le potentiel de pêche diminue dans le Pacifique Est
d) Pendant la période de (b), la différence de SLP entre Darwin et Tahiti est réduite par rapport à une année normale
e) Pendant la période (b), le gradient zonal d'une thermocline est réduit par rapport à une année normale
f) Une situation comme celle en 2010/2011 correspond au cas de (a), et une situation comme celle de 2015/2016 est le cas de (b)

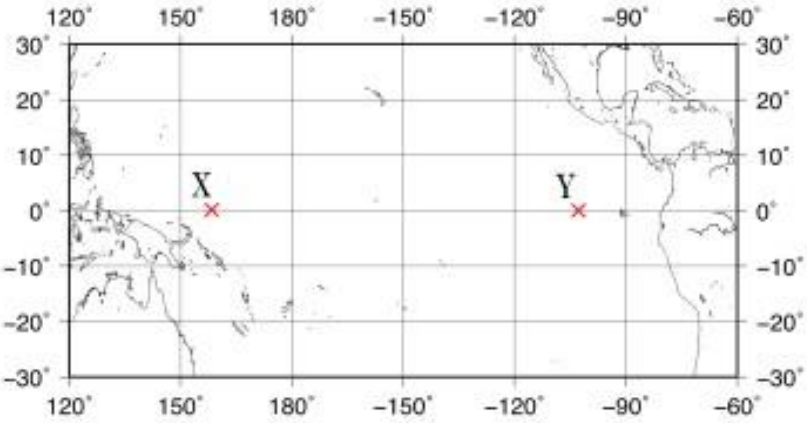


Figure 4. Localisation des observations réalisées sur la température et la salinité

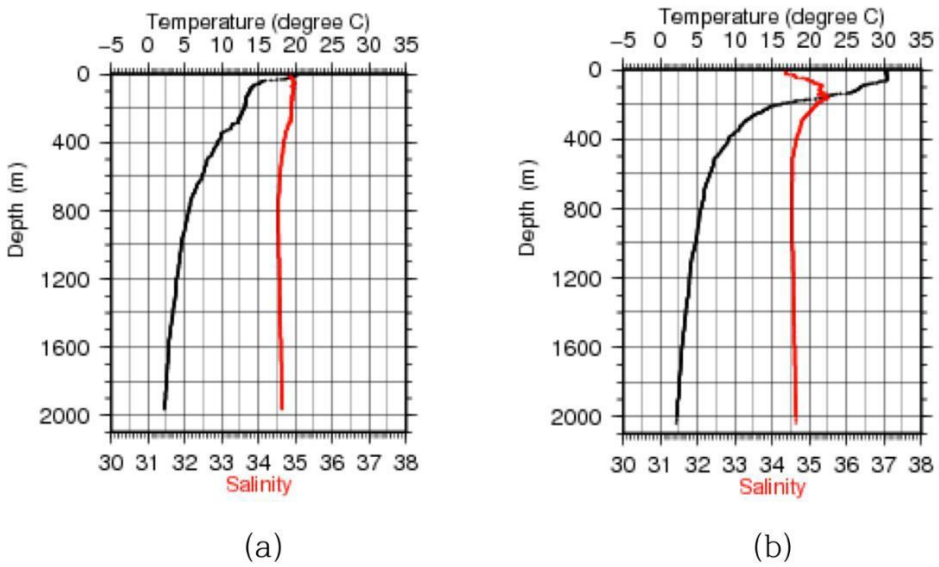


Figure 5. Profils de température et de salinité observés en X and en Y, sans tenir compte de l'ordre (*depth* > *profondeur*)

La Figure 4 montre l'emplacement des stations X et Y dont les profils de température et de salinité sont présentés à la Figure 5. Les profils ont été relevés au cours de l'été boréal 2007 lorsqu'un épisode La Niña s'est produit.

Q12) Choisir TOUTES les bonnes réponses.

a) Les profils relevés à la station X correspondent à (a)
b) La pression atmosphérique au niveau de la mer à la station X était faible par rapport à une valeur annuelle normale (moyenne à long terme)
c) La direction du courant aux deux stations X et Y est orientée vers l'est par les vents d'ouest
d) L'eau de mer à 1000 m de profondeur aux deux stations X et Y a été produite près des régions polaires
e) La principale force motrice de la circulation océanique profonde est le vent de surface
f) Autour de la région de la station X, les précipitations sont supérieures à l'évaporation

Introduction aux questions Q13-Q14

La figure A montre les spectres dans le moyen infrarouge de trois planètes telluriques de notre système solaire. Les lignes continues sont les spectres réels observés avec de nombreuses structures d'absorption dues aux molécules qui composent l'atmosphère de chaque planète, tandis que les lignes pointillées correspondent aux meilleurs ajustements d'émission de corps noir aux températures correspondantes. (Par exemple, le spectre de la planète 'c' montre un creux d'absorption dû au CO_2 et sa température de corps noir approximative est de 220 K).
La figure B montre les changements de température atmosphérique avec l'altitude pour les trois planètes telluriques, marquées (1), (2) et (3).

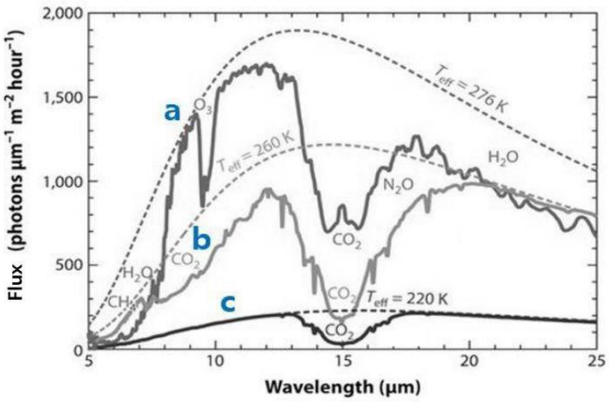


Figure A (*wavelength > longueur d'onde***)**

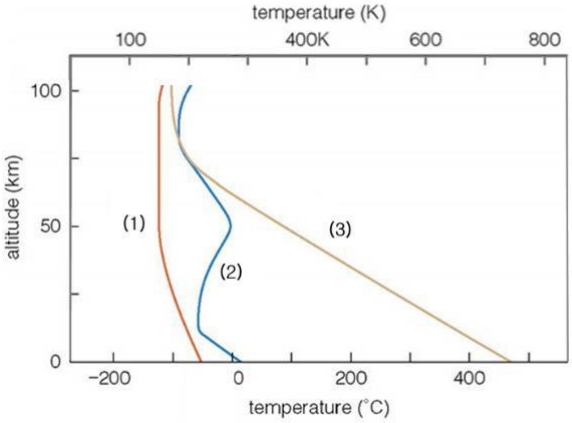


Figure B

Q13) Reportez-vous à la Figure A et choisissez TOUS les énoncés corrects.
a) Le spectre des planètes 'a', 'b' et 'c' sont dans les longueurs d'onde du visible
b) L'atmosphère des trois planètes telluriques contient du CO_2
c) La molécule qui n'est pas présente dans l'atmosphère des planètes 'a' et 'b' mais seulement dans l'atmosphère de 'c' est O_3
d) Dans l'atmosphère des planètes 'a', 'b' et 'c' de la figure A, seuls H_2O, CO_2 et O_3 peuvent être présents
e) Parmi les trois planètes, c'est la planète 'a' qui émet la plus grande quantité d'énergie

Q14) Reportez-vous aux figures A et B, et choisissez TOUS les énoncés corrects.

a) Dans la figure B, la température atmosphérique de la planète (1) augmente avec l'altitude
b) Sur la figure B, la planète (2) a une couche atmosphérique dans laquelle la température augmente avec l'altitude
c) Sur la figure B, parmi les trois planètes, la planète (2) a la température de surface la plus élevée
d) La planète (1) de la figure B est la planète 'a' de la figure A
e) La planète (2) de la figure B est la planète 'a' de la figure A
f) La planète (3) de la figure B est la planète 'a' de la figure A