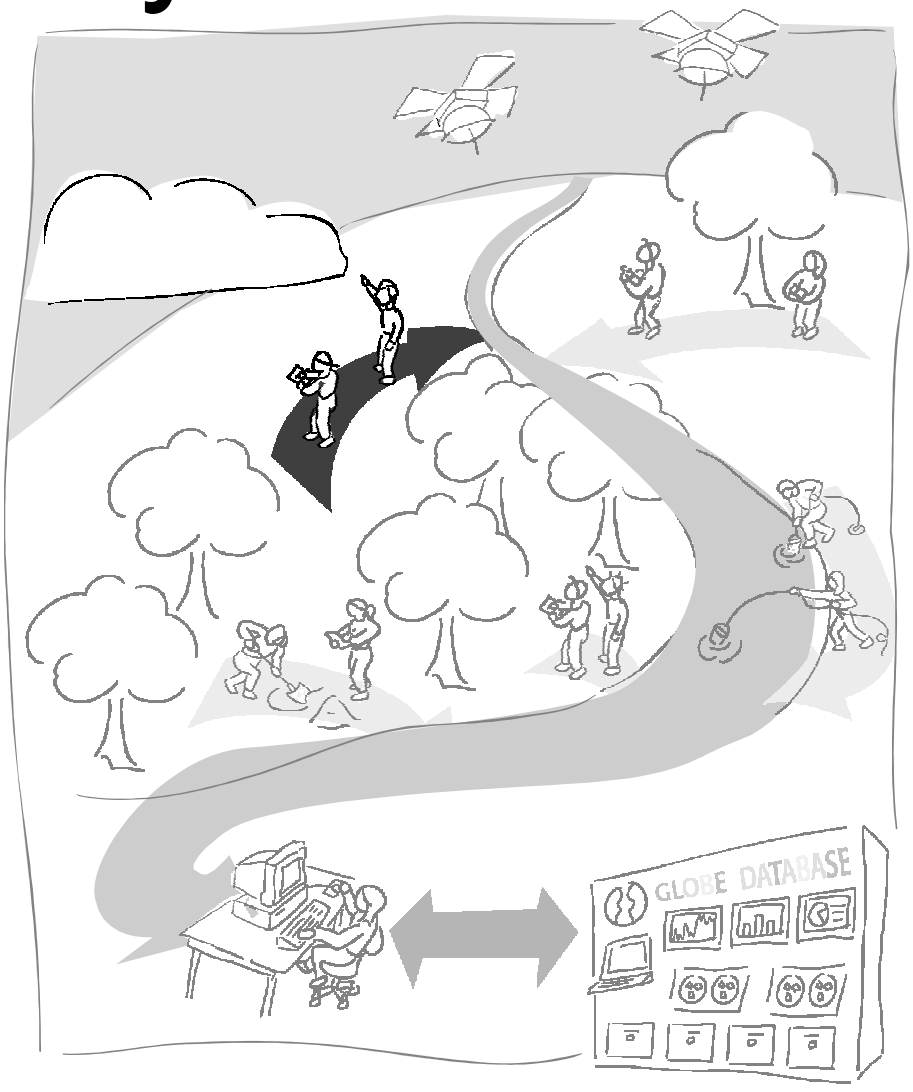
Etude scientifique du système Terre



Une unité d'apprentissage GLOBE®

Un aperçu de l'étude scientifique du système terre

Protocoles

Mesures saisonnières quotidiennes
Basique
Eclosion des bourgeons

Mesures saisonnières bihebdomadaires
Basique
Floraison
Fanaison

Mesures facultatives
Colibris à gorge rouge- (mesures saisonnières quotidiennes ou bihebdomadaires)
Les jardins expérimentaux(mesures saisonnières quotidiennes ou bihebdomadaires)

Séquence d'activités suggérée

- Lisez l'*Introduction*, afin de vous familiariser avec les saisons, la phénologie, et l'étude du système terre à différentes échelles de temps et d'espace.
- Si vous voulez faire les *Protocoles de jardins expérimentaux*, la meilleure période pour planter votre jardin est pendant le printemps ou l'automne. Vous devez attendre une année avant de prélever des données.
- Les activités d'apprentissage *Ce que nous pouvons apprendre de nos saisons, Quels facteurs affectent les schémas saisonniers, Comment les schémas saisonniers de températures varient parmi différentes régions du monde* présentent aux étudiants les caractéristiques et les schémas des saisons.
- Les activités d'apprentissage Les cartes de la floraison, L'éclosion des bourgeons en avant-première et Un premier regard sur la phénologie préparent le terrain pour prendre des mesures phénologiques.
- Choisissez un des protocoles de phénologie pour commencer (*Verdissement* ou *Colibris* à l'automne ; *l'éclosion des bourgeons, le verdissement* ou *les Colibris* au printemps ; les *Jardins expérimentaux* tout au long de l'année).
- Les activités d'apprentissage *Une introduction à la photosynthèse* et *Etudier les pigments des feuilles* aident les étudiants à mieux comprendre le processus de la photosynthèse.
- *Schémas généraux de verdissement et de fanaison* et les *facteurs limitants dans les écosystèmes* permettent aux étudiants d'explorer des tendances générales de floraison et de fanaison et pourquoi elles se produisent dans différents écosystèmes.
- Les activités d'apprentissage *Modéliser les causes du changement saisonnier* et *Les changements saisonniers sur la terre et l'eau* aident les étudiants à comprendre les facteurs responsables des schémas saisonniers.
- Les activités d'apprentissage *Relier les différents éléments du site d'étude, Représenter le site d'étude par un diagramme, Utiliser des graphiques pour montrer les connexions, Schématiser son site d'étude pour d'autres* et *Comparer son site d'étude à une autre région* permettent aux étudiants d'étudier les connexions du système terrestre à l'échelle locale.
- Les activités d'apprentissage *Définir les frontières régionales* et *Les effets des entrées et sorties sur une région* permettent aux étudiants d'étudier les connexions du système terrestre à l'échelle régionale.
- Les activités d'apprentissage *Des liens régionaux aux liens planétaires* et *Mise en relation des éléments du système terrestre* permettent aux étudiants d'étudier les connexions du système terrestre à l'échelle planétaire.

Table des matières

Introduction

Pourquoi étudier la science du système terre ?*..... Introduction 1
Vue générale*..... Introduction 2
La Terre en tant que système*..... Introduction 9
Le cycle des saisons*……..... Introduction 9
Le système terre à travers le cycle des saisons*.....Introduction 17
Le système terre à différentes échelles spatiales*.....Introduction 28

Protocoles de phénologie

Introduction
Protocole d'éclosion des bourgeons
Protocole de verdissement
Protocole de fanaison
Protocole des colibris à gorge rouge**
Protocole d'étude phénologique des lilas*
Protocole des jardins expérimentaux**
Protocole d'observation de la reproduction des algues de mer*
Protocole d'observation des migrations d'oiseaux arctiques*

Activités d'apprentissage : la phénologie et les saisons

Introduction*
Introduction à la phénologie et aux saisons*

Les saisons*
S1 : Que pouvons nous apprendre de nos saisons ?*
S2 : Quels facteurs affectent les modèles des saisons ?*
S3 : De quelles manières varient les modèles saisonniers de température parmi les différentes régions du monde ?*
S4 : Modéliser les causes du changement des saisons*
S5 : Les changements saisonniers sur la terre et l'eau*

Phénologie*
P1 : Les cartes du verdissement*
P2 : L'éclosion des bourgeons en avant-première*
P3 : Un premier regard sur la phénologie*
P4 : Une introduction à la photosynthèse*
P5 : Etudier les pigments des feuilles*
P6 : Modèles généraux de verdissement et de fanaison*
P7 : Facteurs limitant des écosystèmes*

* Voir la version électronique complète du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.
** Version papier séparée disponible sur demande pour les écoles des régions dans lesquelles le protocole peut être effectué. Le protocole et le matériel sont également disponibles dans la version électronique du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site web de GLOBE ainsi que sur CD-ROM.

Activités d'apprentissage : Explorer les connexions

Introduction*

Connexions locales*

LC1 : Relier les différents éléments du site d'étude

LC2 : Représenter le site d'étude par un diagramme*

LC3 : Utiliser des graphiques pour montrer les connexions*

LC4 : Schématiser son site d'étude pour d'autres*

LC5 : Comparer le site d'étude à une autre région*

Connexions régionales

RC1 : Définir les frontières régionales

RC2 : Les effets des entrées et sorties sur une région*

Connexions mondiales

GC1 : Des liens régionaux aux liens planétaires

GC2 : Mise en relation des éléments du système terrestre

Appendice

Fiche de définition du site d'éclosion des bourgeons..... Appendice 1
Fiche de définition du site du verdissement et de la fanaison..... Appendice 3
Fiche de relevé de données de l'éclosion des bourgeons.....Appendice 4
Fiche de relevé de données du verdissement des arbres et arbustes... Appendice 5
Fiche de relevé de données du verdissement de l'herbe ….....Appendice 6
Fiche de relevé de données des arbres, des arbustes et de l'herbe…..Appendice 7
Fiche de définition du site des colibris à gorge rouge- (RTHU)..... Appendice 8
Fiche de relevé de données du protocole d'observation des RTHU..Appendice 10
Fiche de relevé de données du protocole de visites
au dispositif d'alimentation pour les RTHU. .....Appendice 12
Fiche de relevé de données du protocole de visites
aux fleurs des RTHU..... Appendice 14
Fiche de relevé de données du protocole de comparaison des
visites au dispositif d'alimentation et aux fleurs pour les RTHU….Appendice 16
Fiche de relevé de données du protocole de visites
à des espèces de fleurs des RTHU..... Appendice 18
Fiche de relevé de données sur la nidation des RTHU (USA
et Canada).....Appendice 20
Fiche de définition du site du lilas clone et courant…….....Appendice 21
Fiche de relevé de données sur le lilas clone et courant.....Appendice 22
Fiche de définition du site des jardins expérimentaux…….....Appendice 23
Fiche de relevé de données des jardins expérimentaux.....Appendice 25
Fiche de définition du site de l'observation de la
reproduction des algues de mer.....Appendice 27
Fiche de relevé de données de l'observation de la
reproduction des algues de mer.....Appendice 28
Fiche de définition du site de l'observation des
migrations d'oiseaux arctiques.....Appendice 29
Fiche de relevé de données de l'observation des
migrations d'oiseaux arctiques.....Appendice 30
Glossaire…….....Appendice 31

* Voir la version électronique complète du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.

Introduction

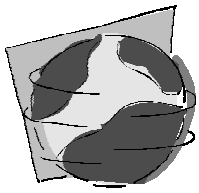
Pourquoi étudier les sciences de la Terre?

Comprendre la Terre comme un système commence en ressentant pour la première fois la chaleur du soleil ou l'impact de la pluie. Comprendre la Terre comme un système – Sciences de la Terre – nécessite une exploration quantitative des liens entre tous les composants du système (atmosphère, hydrosphère, lithosphère, biosphère). Les mesures du programme GLOBE fournissent aux étudiants les moyens de commencer cette exploration par eux-mêmes.

Les processus évoluant dans l'environnement mondial sont interconnectés. Une grande partie des problèmes environnementaux sont étudiés par des scientifiques qui s'intéressent de près aux interactions entres ces sous-systèmes, en considérant la Terre comme un système global.

Les études des couches d'ozone stratosphériques posent des questions à propos des processus qui créent et détruisent l'ozone. Les scientifiques ont découvert que l'ozone, un composant primaire trouvé dans les couches de l'atmosphère d'altitude autour de 25 km, est lié à l'activité biologique à la surface de la Terre. Les différents composants présents dans l'atmosphère contrôlent la quantité d'ozone dans l'atmosphère. Les micro-organismes de la terre ou de l'eau, les plantes aquatiques et même certains animaux peuvent être responsables de ces éléments.

Les scientifiques qui étudient les changements climatiques sont aussi intéressés dans les connections entre les différents processus terrestres. Les traces de certains gaz dans l'atmosphère rendent plus difficile l'évacuation de la chaleur terrestre (rayonnement infrarouge) vers l'Espace. Les quantités de ces gaz à effet de serre trouvés dans l'atmosphère sont liées aux processus physiques, chimiques et biologiques existant dans la terre, dans l'eau et sur les terres. Ils sont aussi influencés par la circulation atmosphérique et océanique. Pour prédire le futur état du climat, nous devons comprendre ce tissu complexe de connections.



Les écologistes étudient la manière de laquelle les composants vivant ou non d'un écosystème interagissent. Les organismes individuels et les espèces rentrent en compétition et coopèrent les unes avec les autres.
Parfois, l'interdépendance est si forte que des plantes ou des animaux ne peuvent pas se reproduire ni même exister sans les autres. Il existe donc un réseau vivant recyclable, ou chaque organisme joue un rôle précis. Si un organisme est atteint, il touche l'écosystème dans son ensemble par effet ricochet.

Les scientifiques ne connaissent pas encore toutes les interactions mises en jeu au niveau terrestre, mais ils travaillent dur pour en avoir une meilleure compréhension. Les étudiants de GLOBE peuvent apporter leur soutien en recueillant des données et en effectuant des recherches. Les étudiants de GLOBE et les scientifiques vont travailler ensemble pour améliorer la compréhension du système terrestre. Puisque les étudiants conduisent tout un panel de mesures pour GLOBE (réparties éventuellement entre différentes écoles, et dans plusieurs classes). Ils pourront ainsi améliorer la perception de leur environnement, qui est le résultat obtenu après les échanges complexes entre les nombreux processus qui prennent place localement, régionalement, et avec des échelles de temps qui peuvent varier de la seconde au siècle. C'est une leçon clé de GLOBE. Les activités pédagogiques de ce chapitre cherchent à aider les étudiants à comprendre ces enjeux, à travers l'étude des variations annuelles de paramètres annuels. (Section *Saisons et phénologie*) et examine les liens existant entre les nombreux phénomènes mesurés par GLOBE? A l'échelle locale, régionale et mondiale (section *Explorer les connections*).

En plus de toutes ces activités pédagogiques, les protocoles phénologiques se trouvent dans la section *Saisons et Phénologie*. La phénologie est l'étude de la réponse des organismes vivants aux changements saisonniers de leur environnement. Les

changements de période entre le verdissement et la fanaison qui correspond le plus souvent à la période de croissance, peuvent indiquer un changement climatique mondial. A grande échelle, l'évolution de la longueur de la saison de croissance est d'abord basée sur les données satellites. Cependant, les senseurs des satellites ne produisent pas des estimations exactes car le comportement des plantes doit être déterminé à partir de l'apparence collective du feuillage. Les observations des étudiants de GLOBE, le seul réseau mondial d'observations sol phénologiques des plantes, permettront aux scientifiques de valider leurs estimations basées sur les observations satellites. Contrôler la durée des saisons de croissance est important pour la société qui pourra ainsi mieux s'y adapter, ainsi qu'à d'autres changements climatiques pouvant par exemple affecter la production de nourriture, la croissance économique ou la santé publique.

Contexte général

Cette planète que nous appelons Terre est composée de cinq enveloppes, l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère, la cryosphère et la biosphère, reliées les unes aux autres par un réseau complexe de processus. Voir figure EA-I-1. L'atmosphère est composée des gaz et des particules suspendues dans l'air. Les océans, les lacs, rivières, les eaux souterraines, la glace et les icebergs (cryosphère) composent l'hydrosphère. La lithosphère fait référence à la Terre solide ; le noyau, le manteau, la croûte et les couches de terre (pédosphère). Les lieux ou les organismes vivent sur Terre sont appelés indifféremment Biosphère. Plutôt que de ne se concentrer que sur une seule partie de la Terre, les scientifiques étudiant le système terrestre utilisent la chimie, la biologie et la physique pour étudier les cycles qui connectent ces sphères les unes aux autres, ainsi que l'énergie solaire, qui est à l'origine de chacun d'entre eux.

Les cycles principaux qui connectent les différentes parties de la Terre sont le cycle énergétique (voir Figure EA –I-2), le cycle de l'eau (cycle hydrologique, voir Figure EA-I-3) et les cycles des éléments individuels (par exemple, le carbone, le nitrogène, voir figure EA-I-4). Chaque cycle est composé de réservoirs, des endroits ou de l'énergie, de l'eau ou des éléments sont stockés pour un certain temps (par exemple, énergie chimique, eau de mer, océans, dioxyde de carbone), de flux, transport de matière d'un réservoir à un autre (par exemple les précipitations, transpiration, courants océaniques, vents, écoulement des rivières) et des processus modifiant la forme de l'énergie, de l'eau et des éléments (par exemple, la photosynthèse, la condensation ou le feu). Chaque mesure GLOBE est établie afin d'aider les scientifiques des sciences de la Terre à déterminer la taille de ces réservoirs et des flux échangés.

L'énergie du soleil se répartit dans l'environnement, réchauffant ainsi l'atmosphère, les océans, et la surface de la Terre, alimentant ainsi en énergie l'essentiel de la biosphère. Voir figure EA-I-2 .Les différences en quantité d'énergie absorbée en différent endroits établissent les déplacements atmosphériques et océaniques et permettent de déterminer leur température moyenne et leur structure chimique. Ces mouvements, comme les vents ou les courants océaniques, redistribuent l'énergie à travers l'environnement. Finalement l'énergie provenant du soleil (radiations courtes longueur d'onde) quitte la planète tandis que la Terre brille (lumière reflétée par l'atmosphère et par la surface) et émet dans l'infrarouge (chaleur, ou radiation à longues longueurs d'onde). Ce flux d'énergie en provenance du soleil, qui traverse l'environnement pour être renvoyé dans l'espace est un élément déterminant du système terrestre ; il définit le climat terrestre.

L'eau et les éléments chimiques subissent des cycles à travers l'environnement. L'eau se mélange, s'évapore, se condense et gèle, puis est mise en mouvement dans l'atmosphère, au-dessus des terres, puis à travers les terres et les roches. Voir Figure EA-I-3. Chaque élément chimique subit des réactions, mais leur quantité totale sur Terre reste la même. De cette manière, l'environnement consiste en une série de cycles pour l'eau, le carbone, le nitrogène, le phosphore, etc. Puisque les cycles des éléments concernent la vie, les composants chimiques et la Terre, ils sont désignés collectivement par les *cycles biochimiques*. La Figure EA-I-4 montre l'un d'eux, le cycle du carbone.

Figure EA-I-1: Diagramme du système Terre depuis le centre jusqu'à 400 km dans l'atmosphère

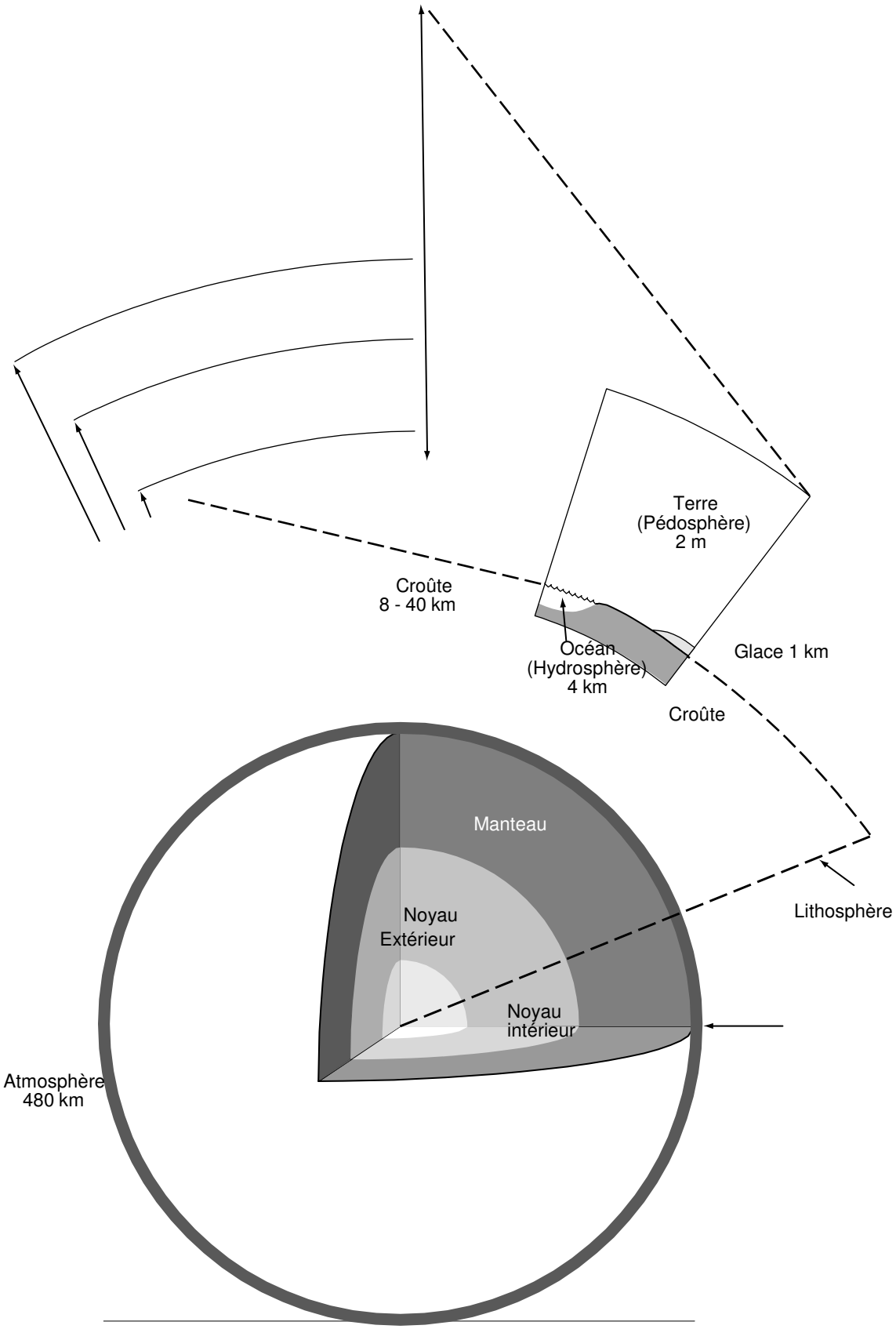


Figure EA-I-2: Diagramme du bilan énergétique de la Terre.

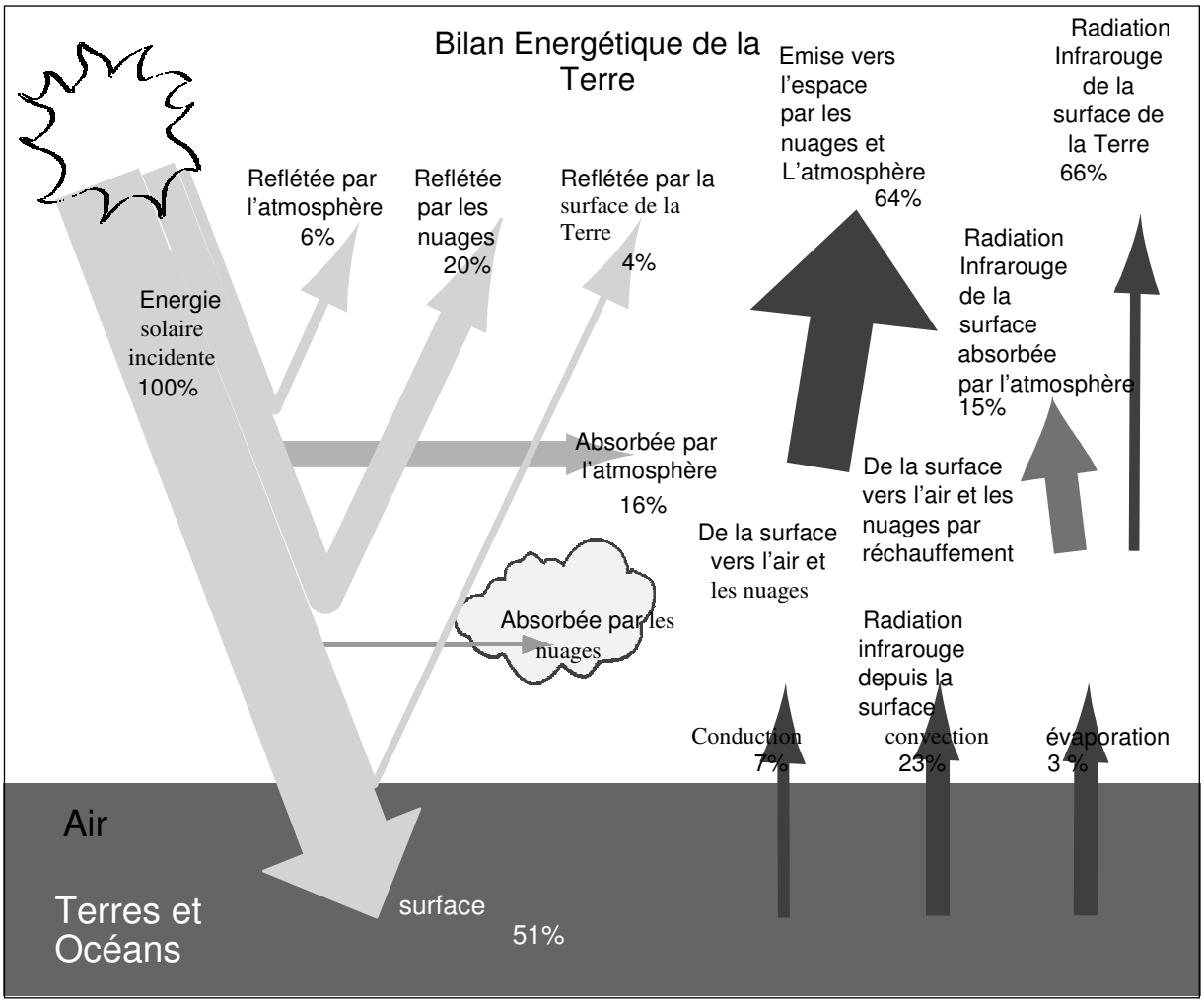


Figure EA-I-3: Le cycle hydrologique

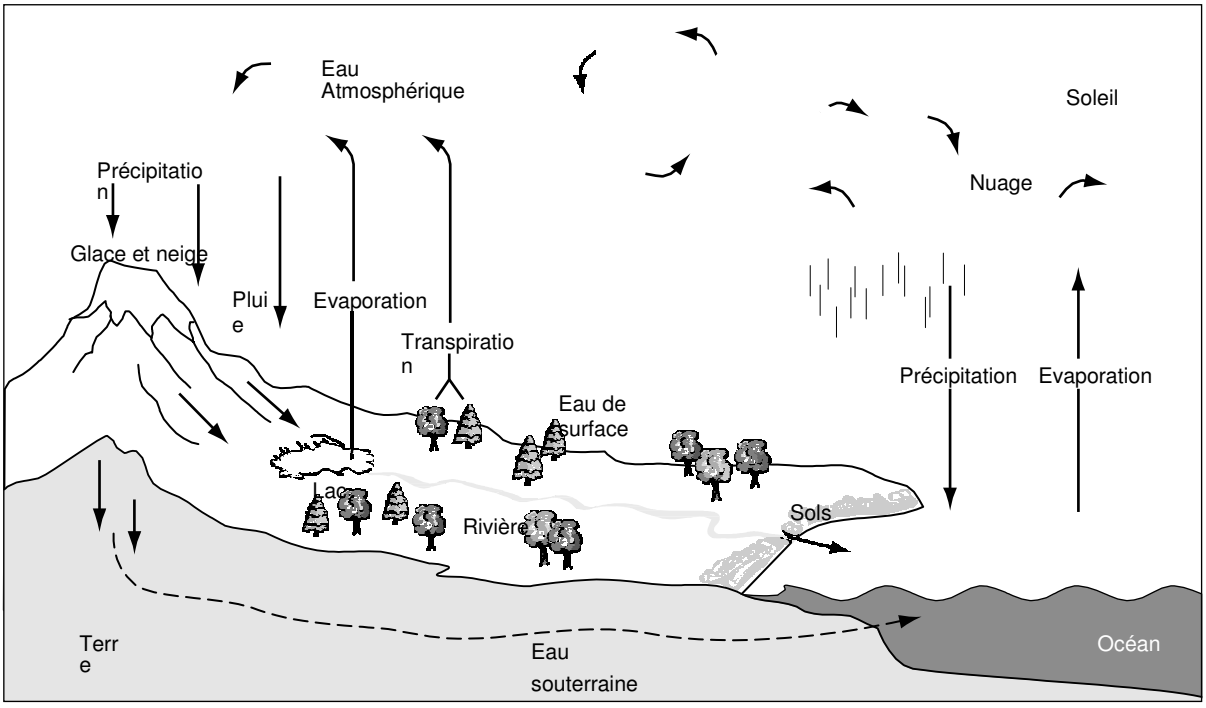
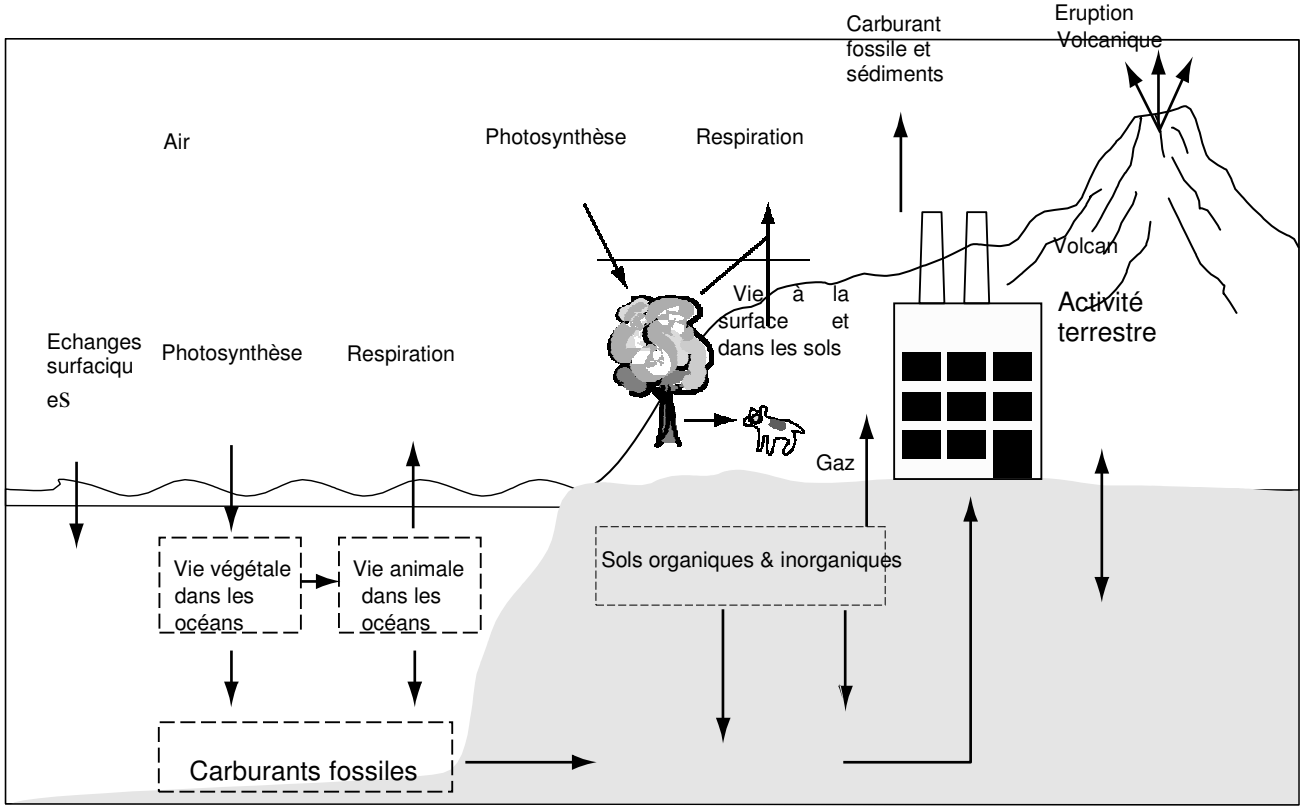


Figure EA-I-4: Le cycle du carbone



Composants du système Terre

Le programme GLOBE permet à des étudiants d'effectuer des mesures de différentes parties du système Terre. Le tableau ci-dessous indique la correspondance entre le champ d'enquête GLOBE et le composant du système Terre.

Composante du système Terre	Etude GLOBE
Atmosphère (Air)	Etude de l'atmosphère
Océans et corps douce	Etudes Hydrologiques d'eau
Cryosphère (glace)	Etude de l'atmosphère (précipitations solides) Etude hydrologique (corps d'eau gelés)
Sol	Etude des sols
Végétation terrestre	Etude des sols La Terre comme système Etude phénologique

Cycles du système Terre

Dans l'environnement, l'énergie peut exister sous la forme de radiation (solaire soit radiations de courte longueur d'onde, ou issues de la chaleur, soit de longueurs d'onde plus longue), de chaleur sensible (énergie thermique), de chaleur latente (chaleur obtenue lorsque l'eau passe d'une phase gazeuse à une phase liquide ou solide), énergie cinétique (énergie du mouvement, vents, marées et courants océaniques compris), énergie potentielle (énergie stockée), et énergie chimique (énergie absorbée ou relâchée au cours des réactions chimiques).Les scientifiques veulent savoir connaître et prédire la quantité d'énergie, qu'elle qu'en soit sa forme, de chaque composant du système Terre, comment celle-ci est échangée entre les composants, et comment elle évolue et se déplace avec chacun de ces composants.

Le cycle énergétique est jumelé avec le cycle hydrologique. Une partie de l'énergie du soleil incidente provoque de l'évaporation depuis les sols ou les surfaces d'eau. L'atmosphère transporte alors la vapeur d'eau ainsi jusqu'à la transporter en nuages, libérant l'énergie latente évaporée d l'eau. Les gouttelettes d'eau et les particules d'eau dans les nuages grossissent jusqu'à former des précipitations, qui retombent à la surface sous la forme de pluie, neige, bruine ou grêle. Après la précipitation, l'eau peut rester gelée à la surface pour fondre ultérieurement, combler les espaces dans la terre, être utilisée par les plantes, consommée par des animaux, ruisseler à travers la Terre pour rejoindre les nappes phréatiques, former des rivières, des courants, des lacs pour finir dans l'océan ou constituer un corps d'eau en surface. La neige et la glace reflètent mieux la lumière du soleil que les eaux des océans, et par conséquent, la couverture en glace et en neige de la surface terrestre affecte le cycle énergétique.

Ensemble, les cycles énergétiques et hydrologiques affectent les cycles géochimiques. Dans l'atmosphère, les réactions chimiques provoquées par la lumière du soleil créent et détruisent un mélange riche en espèces chimiques, dont l'ozone. Certaines de ces espèces se groupent avec de l'eau pour former des aérosols – particules liquides et solides suspendues dans l'air. Les espèces chimiques et aérosols atmosphériques se voient adjoindre des gouttelettes d'eau et des cristaux de glace, qui sont transportés à travers l'atmosphère jusqu'à être précipité sur la surface terrestre.

Les micro-organismes dans les terres et dans les eaux de surface, les plantes, et les animaux, utilisent tous des espèces chimiques issues de l'air ou de l'eau, puis libèrent ensuite d'autres espèces dans l'atmosphère, les corps d'eau douce, et les océans. Le vent encourage l'évaporation de l'eau et souffle de fines particules dans l'air qui vont devenir de nouveaux aérosols. L'agriculture et les activités industrielles interviennent aussi dans le bilan énergétique, affectent les eaux, les gaz, les terres, roches et l'air. La quantité et la distribution de gaz tel la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, les nitrates et le méthane dans l'atmosphère détermine les taux d'absorption et d'émission des radiations infrarouges entre la surface de la Terre et l'espace. Cela affecte tour à tour la température à la surface et à travers l'atmosphère entière. Les cycles biogéochimiques, de l'eau et de l'énergie peuvent encore interagir

selon bien d'autres manières, bien plus que nous ne pourrions en décrire ici.

Comment les mesures de GLOBE contribuent à l'étude du système Terre ?

Les mesures de la température de l'air, des corps d'eau et de la terre permettent de suivre le cycle énergétique. Les élèves GLOBE mesurent aussi la couverture nuageuse, le type des nuages et l'occupation du terrain. Chacune de ces observations permet aux scientifiques de déterminer ce que subissent les radiations solaires (lumière du soleil) et les radiations infrarouges provenant de la Terre (chaleur). Quelle quantité de radiation infrarouge est absorbée par l'atmosphère ou réémise vers la Terre ?

Les mesures GLOBE de précipitations liquides et solide, d'humidité relative, d'humidité du sol, d'occupation des terres, du feuillage et l'identification des espèces d'armes dominantes et prédominantes permettent de retracer le cycle hydrologique. En connaissant les caractéristiques du mètre supérieur de la surface terrestre et ses propriétés d'infiltration permettent aux scientifiques de calculer quelle quantité d'eau traverse ou reste dans la terre, la densité massique et particulaire détermine la quantité d'eau pouvant être stockée dans la terre. Les mesures de la température de la surface d'un corps d'eau, de l'humidité de la terre et de la température permettent d'estimer les taux d'évaporation. Quelle quantité de pluie tombe sur Terre ? Le cycle hydrologique est-il en train de s'intensifier ? Les échanges de flux du cycle hydrologiques augmentent-ils ?

Les observations de GLOBE permettent l'étude des cycles biogéochimiques. Les mesures du pH des précipitations, des profils de sol, et des eaux de surface sont fondamentales car le pH influence l'interaction des différents éléments chimiques avec l'eau présente à différents niveaux des cycles. Diminuer le pH peut mobiliser des éléments chimiques différents dans les roches et dans le sol. Les plantes vivantes constituent un réservoir significatif du cycle du carbone. Les mesures de la masse des herbes séchées, la circonférence ou la hauteur des arbres permettent de savoir quelle quantité de carbone est stockée dans la biomasse vivante d'une forêt ou d'une prairie. Comment le carbone ajouté à l'atmosphère est-il récupéré par la végétation terrestre ?

Systèmes ouverts et fermés

Si vous observez la Terre depuis l'espace, la Terre est un système quasi- fermé. Un système fermé est un système ne subissant aucune entrée ni perte de matière. (Un système isolé est un système ne subissant aucune entrée ni perte d'énergie). Mis à part le transfert de gaz et de particules pénétrant l'atmosphère terrestre, les composants du système Terre restent les mêmes.

Pour étudier la Terre comme un tout, vous n'aurez pas en général à prendre en comptes les effets des entrées et des sorties du système Terre, excepté l'énergie du soleil.

Les systèmes plus petits peuvent être hébergés dans des systèmes plus gros. Par exemple, vous souhaitez étudier le profil d'écoulement de l'eau d'une zone, qui draine l'eau vers un corps d'eau commun. Ces zones varient en taille, les plus petites se combinant ensemble pour en former de plus grosses. Ainsi, vous pourriez étudier l'ensemble de la zone qui draine vers l'Océan Arctique, ou vous concentrer sur le bassin Mackenzie au Canada, ou encore sur la rivière Liard, un affluent du bassin. La définition des limites de votre système dépend de votre problématique. Ces concepts seront étudiés plus en détail dans la section *Explorer les connections*.

Chaque système propre à la Terre est considéré comme un système ouvert. L'eau, les éléments chimiques ou encore l'énergie traversent les limites du système. Cependant, les composants de ce système ouvert peuvent être plus intimement liés aux échanges entre les systèmes plutôt qu'aux échanges avec l'environnement immédiat. Les entrées et les sorties peuvent être cruciale pour la compréhension de la dynamique du système que vous étudiez.

Echelles d'espace et de temps

Tout les processus du système Terre prennent place avec des échelles spécifiques de temps et d'espace. Certains se produisent à une échelle si petite que nos yeux ne peuvent la distinguer, tandis que d'autres phénomènes recouvrent un continent entier, voire toute la planète. Les échelles de temps pour différents phénomènes varient aussi énormément. Quelques réactions chimiques se produisant dans l'atmosphère prennent seulement

quelques fractions de secondes. La formation d'un sol, qui fait intervenir des processus physiques, chimiques et biologiques se produit localement et en de nombreuses années, généralement à un taux de 1 cm de profondeur par siècle. Les systèmes météorologiques principaux comprenant les ouragans se développent généralement sur des échelles d'une à deux semaines et couvrant des centaines de kilomètres.

Parfois, les éléments de cycles du système Terre peuvent être mesurés et compris localement à des échelles de temps relativement faibles, de la seconde aux jours. D'autres fois, on cherchera à caractériser le globe entier pour les prochaines dizaines d'années, afin de valider des théories ou de comprendre les processus mis en jeu. Considérons un exemple de chaque situation :

1. L'équilibre dans la quantité et le flux d'eau d'une petite zone d'écoulement. Nous pouvons simplement échantillonner les entrées d'eau à la surface en mesurant les précipitations dans un ou plusieurs sites (l'estimation sera d'autant meilleure que les sites de prélèvements seront nombreux). L'évaporation de l'eau peut-être calculée à partir des mesures de température de surface, des sols, de l'eau, de la connaissance de l'humidité de la terre, de la distribution en taille des particules et de la texture. La transpiration d'eau par les arbres ou les autres plantes peut être estimée en cartographiant la couverture du terrain, en mesurant le feuillage et en identifiant les espèces dominantes des arbres dans les forêts et les bois. Les mesures de l'humidité du sol et les niveaux des courants, lacs, rivières permettent de savoir quelle quantité d'eau est stockée dans la zone d'écoulement (mis à part les aquifères et les autres corps d'eau principaux). Le niveau du courant ou des rivières est une indication de la vitesse de l'écoulement. Les entrées et les sorties doivent équilibrer l'évolution de la quantité d'eau stockée. La plupart des mesures nécessaires sont comprises dans les protocoles GLOBES et les autres peuvent être souvent obtenues depuis d'autres sources ou mesurées avec l'aide des scientifiques locaux.

2. Comprendre l'effet El Nino/Oscillations Australes (ENSO)

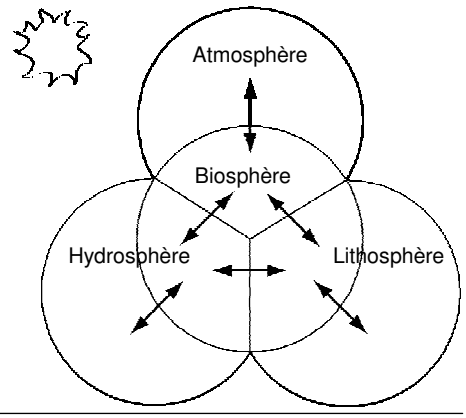
Les épisodes chauds de l'ENSO se produisent à intervalles irréguliers de deux à sept ans. Le phénomène se développe dans tout le bassin Pacifique équatorial et ses effets ont pu être observés pendant plus de six mois. Les prédictions basées sur la compréhension moyenne de l'ENSO peuvent être établies localement en utilisant des données couvrant plusieurs mois, certaines d'entre elles provenant de GLOBE. Les données GLOBE des élèves sur la température de l'air et des précipitations peuvent être comparées avec les prédictions des effets d'ENSO pour évaluer la précision de notre compréhension du modèle et de nos compétences dans ce domaine.

Concepts fondamentaux

Comme annoncé dans les pages précédentes, pour pouvoir étudier la Terre comme un système, il est nécessaire de comprendre quelques concepts fondamentaux :

- La Terre est un système composé de composants.
- L'énergie, l'eau, et les éléments chimiques sont stockés dans des endroits et sous des formes diverses et sont transportés puis transformés par différents processus et cycles.
- Les connections entre les phénomènes peuvent être suivis au cours des cycles énergétiques, hydrologiques et biogéochimiques.
- Les phénomènes se produisent avec des échelles d'espace et de temps différentes.

Quatre composants majeurs du système Terre



La Terre comme système

Le cycle saisonnier

Le schéma saisonnier : Pourquoi les saisons ?

Les saisons sur Terre changent de manière régulière et apportent un rythme à nos vies. Que se soit l'arrivée des neiges d'hiver, les pluies de la mousson, ou de la chaleur de la Terre, notre environnement change constamment, et ces changements profonds se produisent sur des courtes périodes de temps. Leur récurrence prévisible rend ce processus complexe gigantesque plus compréhensible. De nombreuses civilisations antiques avaient observé que la position du soleil dans le ciel changeait au cours de l'année, et pouvaient ainsi construire des calendriers et faire des prévisions basées sur leurs observations, quelles utilisaient à des fins religieuses ou agraires.

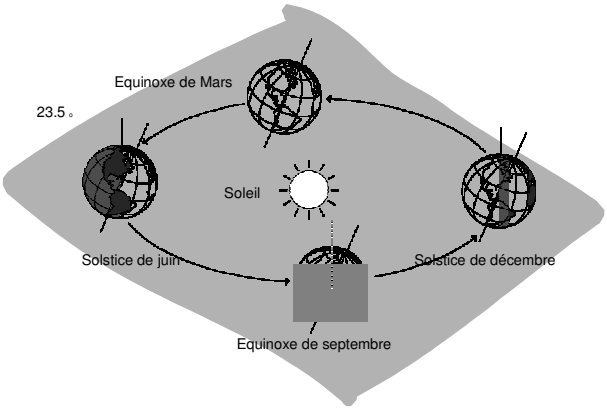
Tous les changements saisonniers sont provoqués par des modifications de l'intensité lumineuse de l'éclairement du soleil atteignant la surface de la Terre (insolation). Plus d'énergie surfacique sur les terres amène une augmentation des températures, qui augmente l'évaporation, produit plus de pluie, et déclenche la croissance des plantes.

Cette séquence correspond au printemps pour les climats de latitude intermédiaire. Puisque la lumière visible est la forme principale de l'énergie solaire atteignant la Terre, la longueur du jour est raisonnablement précise pour jauger le niveau d'insolation et a longtemps été utilisée pour déterminer le début ou la fin d'une saison. Le premier jour de l'été, (*solstice d'été*) est le jour le plus long de l'année. L'hiver commence le jour le plus court de l'année (*solstice d'hiver*). Les premiers jours du printemps et de l'automne sont correspondent aux jours ou la nuit et le jour sont de longueur égale, soit environ 12 heures chacun. Ces jours sont les *équinoxes* d'*hiver* et d'*automne*. Le fait que la longueur du jour évolue provient de l'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport au plan d'orbite autour du soleil. La Figure EA-I-5 montre l'inclinaison de la Terre à différentes positions sur son orbite. Remarquez comme à chaque solstice, le pôle tourné vers le soleil

Lors des équinoxes, la Terre est inclinée de manière à ce que les deux pôles reçoivent la même quantité d'insolation. Cette discussion se concentrera sur les pôles car ils subissent les variations d'insolation les plus extrêmes. A cause de l'inclinaison de la Terre, le niveau d'insolation de chaque point de la Terre varie constamment.

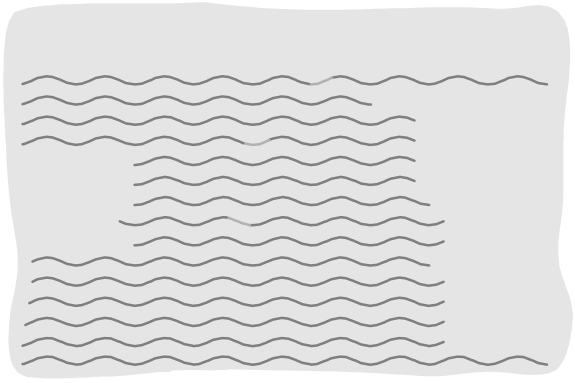
Nous appelons ces effets cumulés les *changements de saisons*.

Figure EA-I-5: Inclinaison de l'axe polaire



L'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre a un effet additionnel, qui amplifie l'effet de la longueur du jour. Pour chaque latitude, la surface de la Terre reçoit la lumière solaire avec une inclinaison différente. Regardez la Figure EA-I-6. Lorsque la surface est perpendiculaire à la lumière solaire, le soleil est au zénith et l'éclairement surfacique est maximum. Alors que le soleil se déplace dans le ciel, l'angle d'incidence diminue, de même que cette intensité lumineuse. En été, le soleil est bien plus haut qu'en hiver, sauf au niveau de l'équateur. Le jour n'est donc pas seulement plus long en été qu'en hiver, mais il transmet plus d'énergie.

Figure EA-I-6 : Comment la Latitude affecte la quantité d'énergie provenant du soleil



Facteurs influençant les schémas saisonniers locaux

Latitude

La figure EA-I-7 montre comment les niveaux d'insolation varient avec la latitude au cours de l'année. A cause de cette variation, la latitude a une puissante influence dans la détermination des conditions saisonnières, des schémas annuels environnementaux et des paramètres climatiques tels les précipitations et les températures.

Tout d'abord, la chaleur spécifique ou l'énergie nécessaire pour réchauffer un gramme d'eau d'un Kelvin est de 1 calorie, alors qu'elle est de 0,4 calories simplement pour la terre. Par conséquent, il faut 2,5 fois plus d'énergie pour réchauffer de l'eau de 1K que pour réchauffer de la terre. Ensuite, la lumière du soleil pénètre de plusieurs mots la colonne d'eau. Cela diffuse l'énergie incidente dans le corps d'eau et la surface est moins réchauffée. De même, l'eau froide des profondeurs se mélange dans une certaine mesure à l'eau de surface et modère donc les changements de température. Troisièmement, les vents produisent des mouvements à la surface des eaux qui accélèrent l'évaporation, refroidissant par-là la surface. Une surface d'eau répondra donc moins au réchauffement solaire qu'une surface de terre. Les terres proches d'un grand corps d'eau qui ne gèle pas l'hiver possèdent un climat marin. Les caractéristiques de ce climat sont des taux d'humidité élevés et des variations de température entre l'été et l'hiver plus faibles que pour un climat continental. La taille du continent affecte à la fois la fourchette de température et la quantité d'humidité à l'intérieur des terres : la différence entre été et hiver sera d'autant plus marquée que le continent est gros et loin des océans.

Climats continentaux et océaniques

Le climat varie aussi énormément en fonction de la quantité d'eau présente dans l'environnement. Lorsque la lumière du soleil frappe la surface de la terre, quatre choses empêchent l'eau de se réchauffer autant que la surface de la terre.

Direction du vent

La direction des vents dominants affecte aussi le climat local. Si une zone est sous un vent océanique (côté Ouest pour les latitudes intermédiaires) le climat sera fortement influencé par la présence de l'océan. Si les vents soufflent depuis l'intérieur des continents, alors ils seront sec et auront tendance à augmenter les contrastes des températures entre été et hiver.

Figure EA-I-8: Zones climatiques mondiales

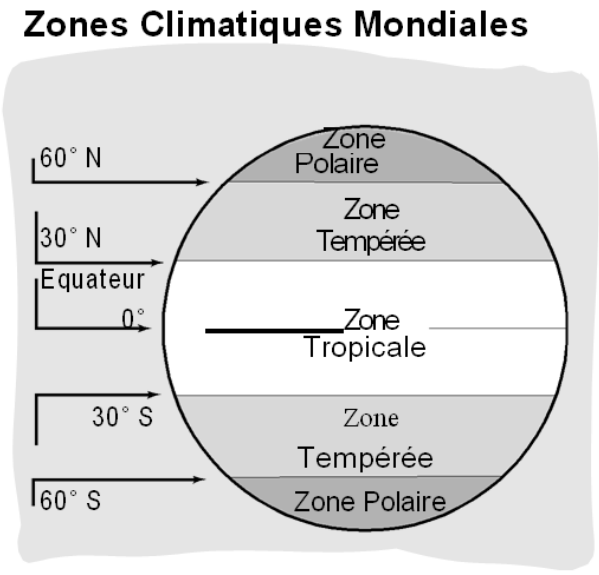


Figure EA-I-9: Climats continentaux et marins

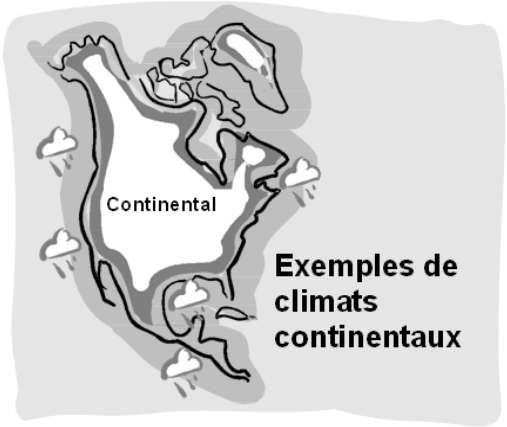
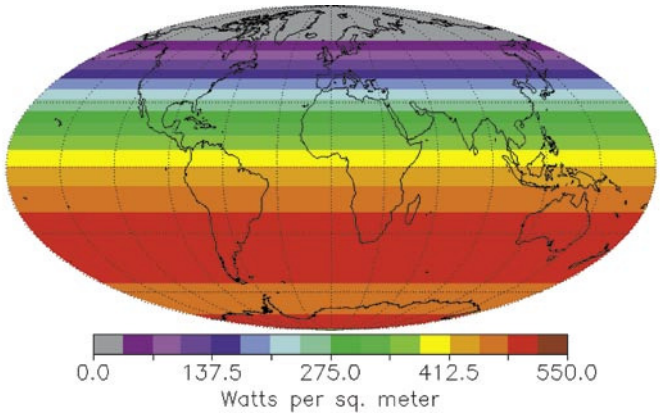
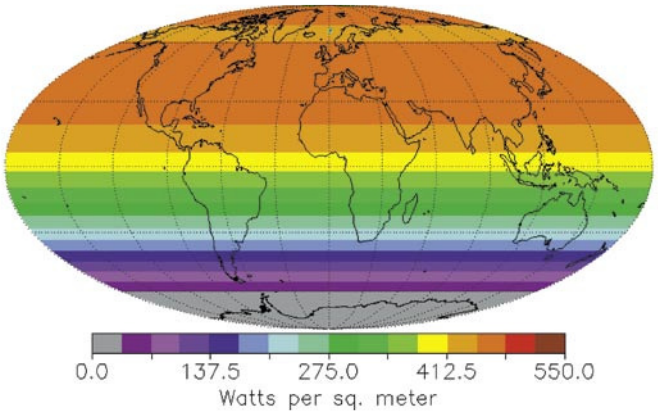


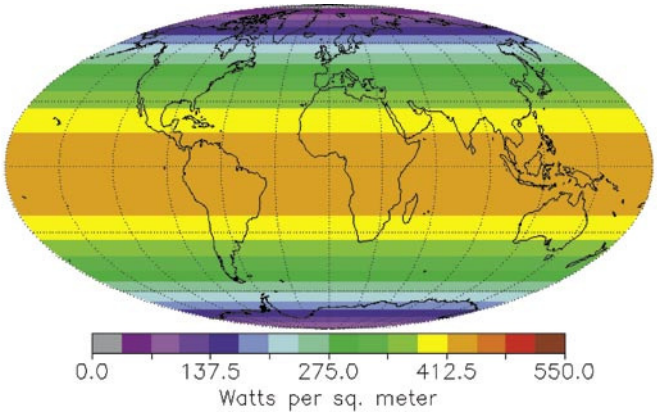
Figure EA-I-7: Radiations solaires incidentes au cours de l'année



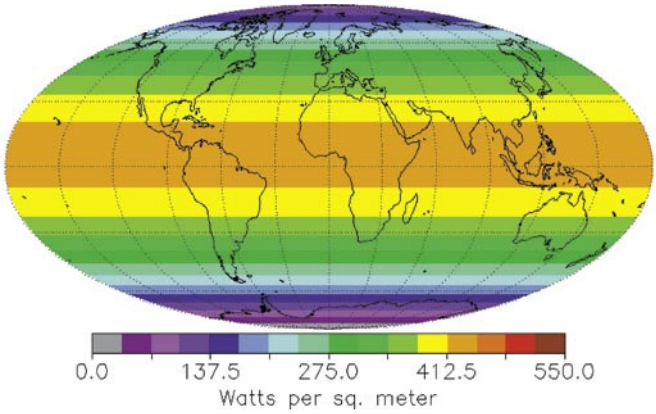
Radiations solaires en janvier



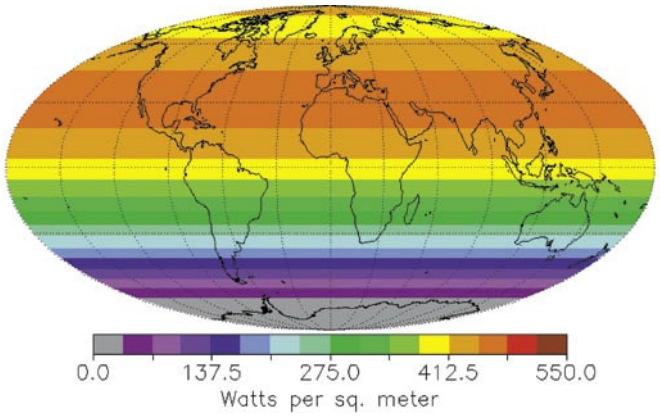
Radiations Solaires en juillet



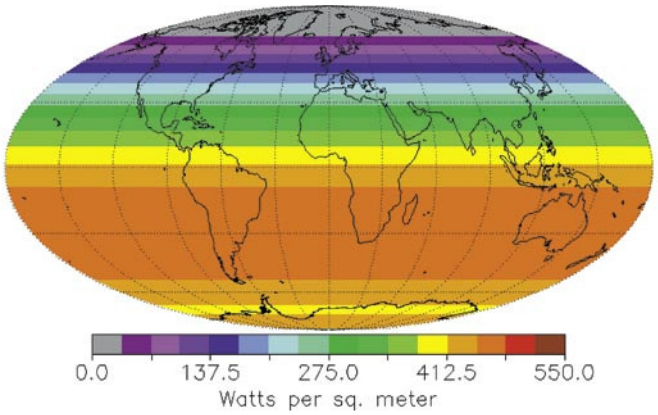
Radiations solaires en mars



Radiations Solaires en septembre

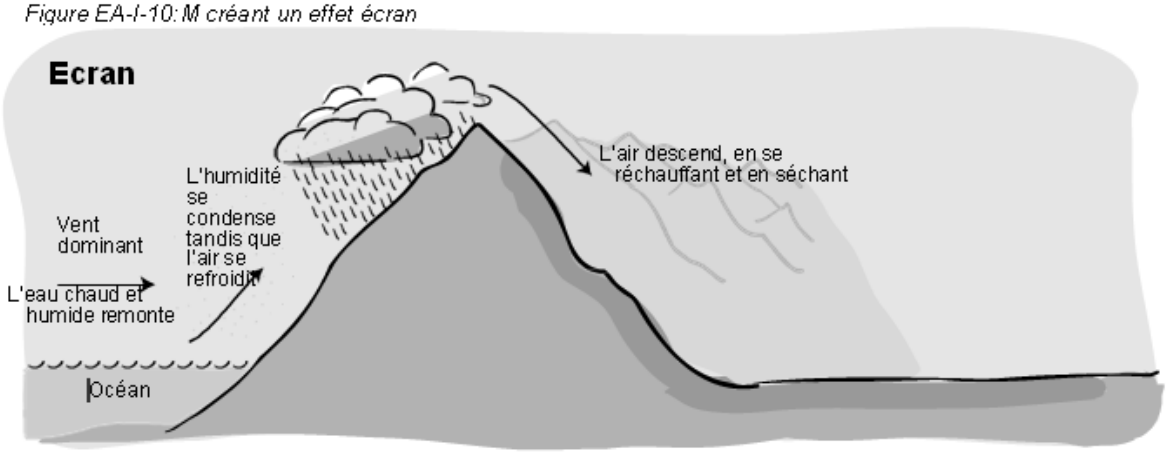


Radiations solaires en mai



Radiations solaires novembre

Figure EA-I-10: M créant un effet écran



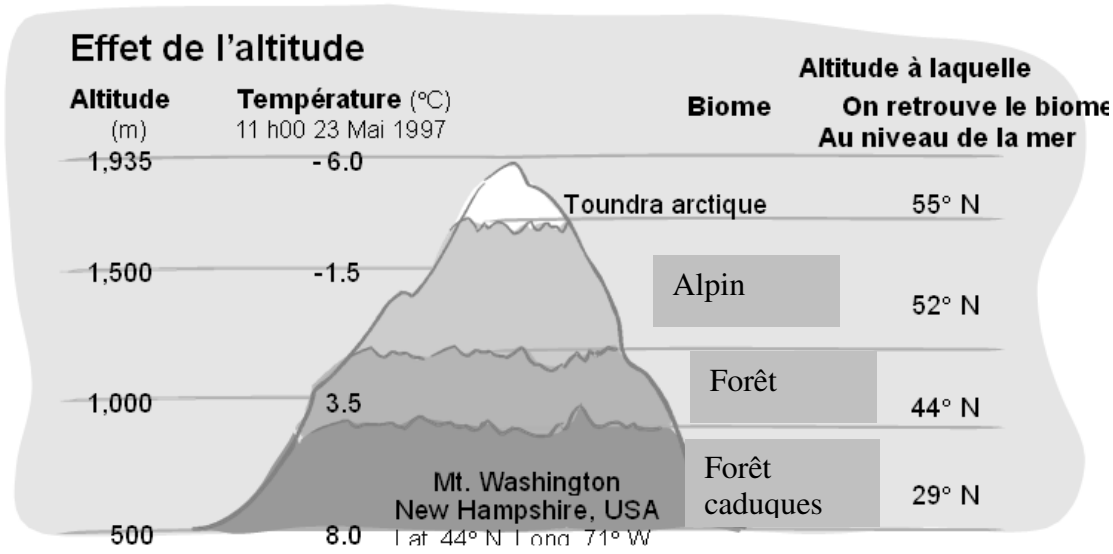
Les zones de haute latitude qui font partie des zones tempérées et sous le vent des lacs subissent des neiges provoquées par ces lacs, bien que dégelés. Généralement, les vents dominants relient le climat local à ce vent. Les changements saisonniers des vents dominants peuvent provoquer des contrastes entre les saisons plus ou moins important.

Caractéristiques géographiques

Les caractéristiques géographiques ont un impact profond sur le climat des régions avoisinantes. Par exemple, les montagnes peuvent provoquer l'élévation de l'air humide, et donc à précipiter. Lorsque l'air sec descend de l'autre côté de la montagne, il n'est pas suffisamment chargé en humidité pour provoquer des précipitations importantes. Les montagnes créent un écran de pluie, illustré par la Figure EA-I-10. De nombreux déserts sont abrités par ces écrans de pluie. En plus d'une terre aride, un désert classique est privé de l'humidité atmosphérique qui agit comme un isolant entre la surface de la Terre et l'espace (l'eau est le principal gaz à effet de serre sur Terre). Par conséquent, les zones désertiques évacuent plus facilement leur énergie vers l'espace, et les différences de température entre le jour et la nuit sont considérables.

L'altitude influence aussi les schémas saisonniers. L'altitude peut influencer l'environnement tout aussi bien que la latitude. La température moyenne descend approximativement de 1°C chaque 150 mètres et, en termes de saison de croissance, s'élever de 300 m revient à se déplacer au nord d'environ 400-500 km (soit grossièrement 4 à 5 degrés de latitude). Les sommets de montagne peuvent être compris comme des îlots climatiques où, dans l'hémisphère Nord, des espèces du nord se déplaceraient vers le sud pour retrouver des climats similaires.

Figure EA-I-11: Impact de l'altitude sur la zone climatique



Les plantes poussant au sommet du Mt. Washington dans le New Hampshire (1,935 m) seraient à leur place, au niveau de la mer, mais dans la toundra Arctique, 2400 km au nord du Canada, comme montré sur la figure EA-I-11.

Figure EA-I-12: Climatogrammes de Calcutta, Inde et Berkeley, Californie, USA.

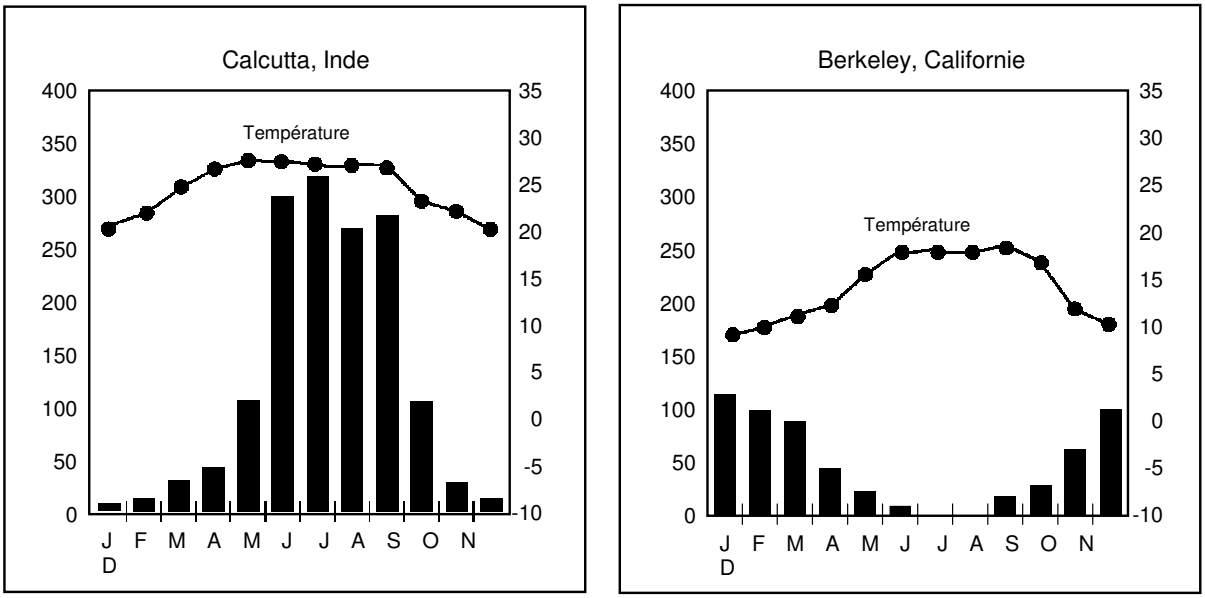
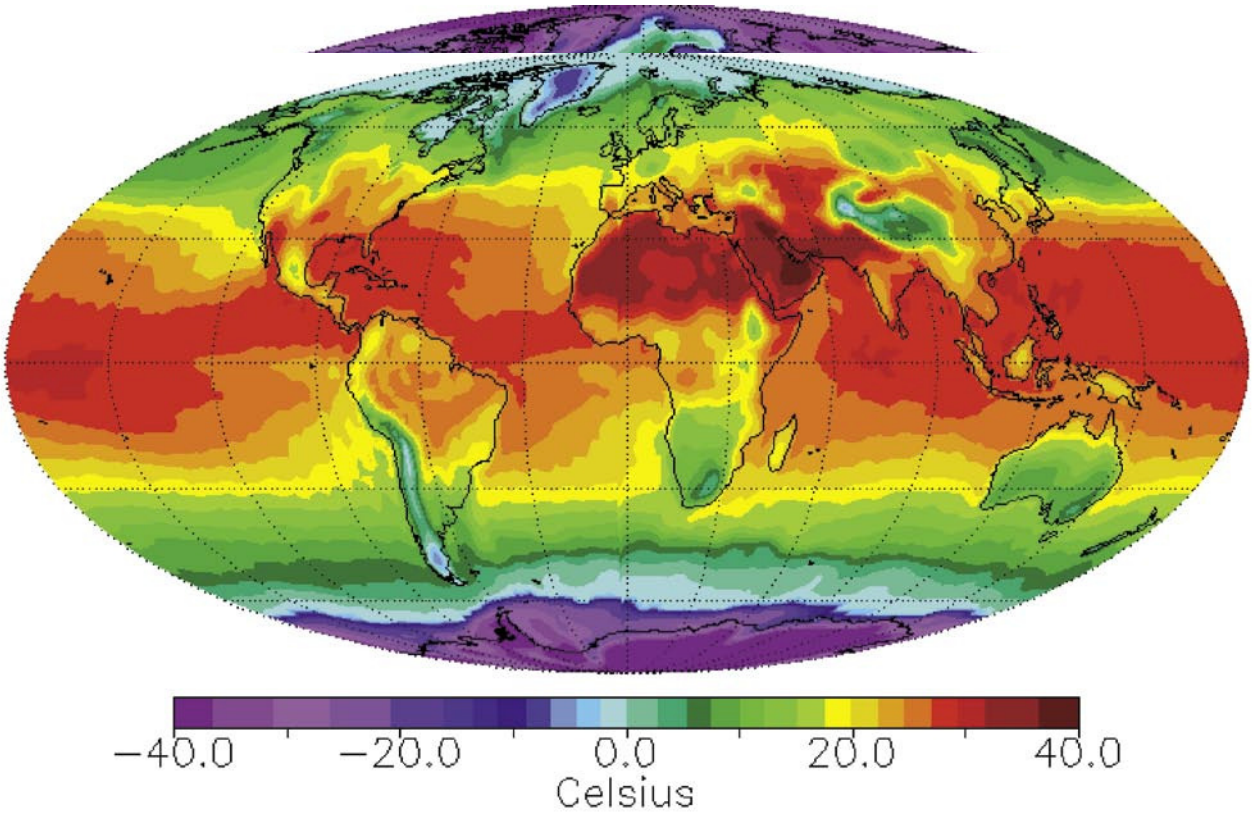
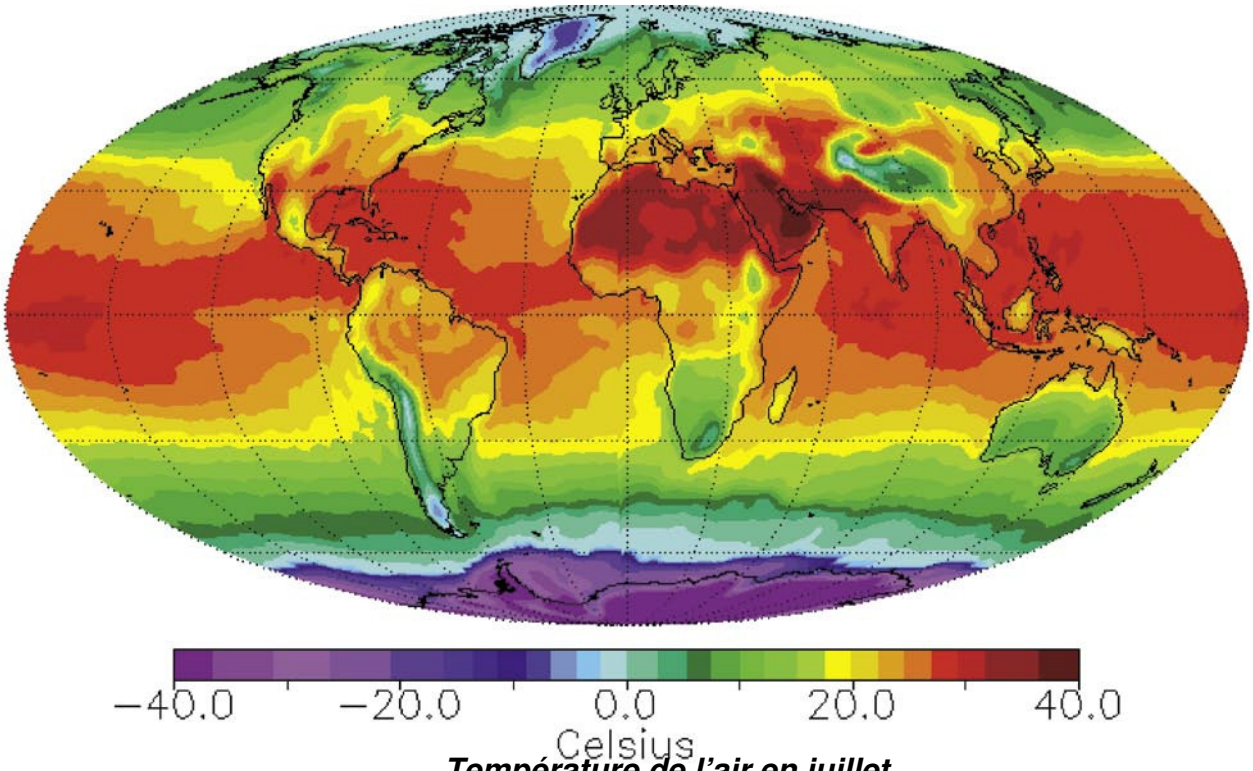


Figure EA-I-13: Températures moyennes mondiales en Janvier et en Juillet 1998





Température de l'air en juillet

Le système Terre à travers le cycle saisonnier

Dans le programme GLOBE, les cycles saisonniers jouent un rôle dans l'agenda de nombreuses mesures. En examinant les données GLOBE depuis un cycle saisonnier peut donner une certaine compréhension du fonctionnement de la Terre en tant que système. Nous pouvons voir en examinant quelques exemples comment les cycles saisonniers affectent les différents composants du système Terre. Les exemples proposés ici portent matière à une meilleure compréhension et interprétation des données GLOBE. Ces exemples indiquent notre compréhension actuelle du système et sont basés sur des études antérieures. De nombreuses données GLOBE vont révéler plusieurs de ces caractéristiques saisonnières. De même, les données GLOBE vont se développer et affiner notre compréhension des palettes saisonnières en étudiant de nombreux site au cours de longues périodes de temps.

L'atmosphère à travers le cycle saisonnier

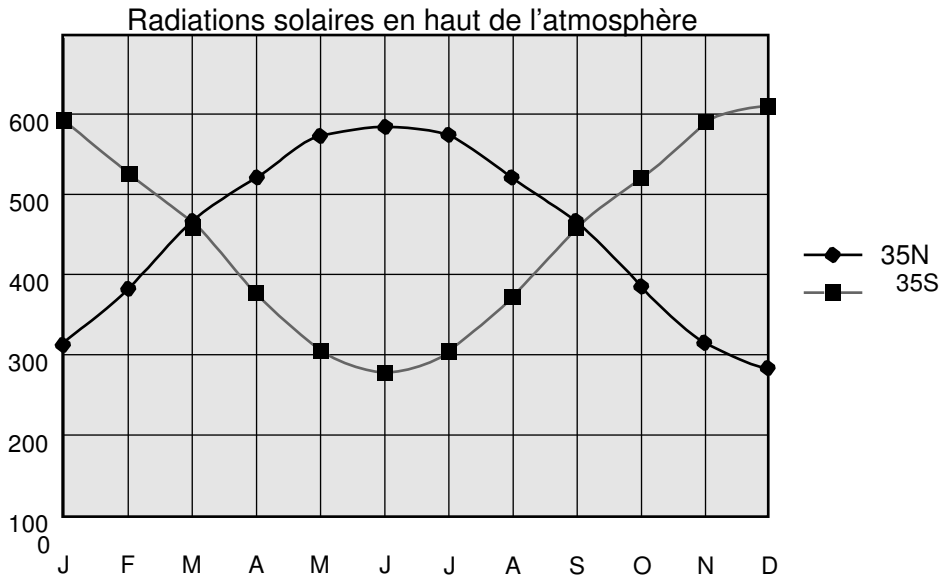
Température

La relation entre la température de l'air et le nombre d'heures d'ensoleillement par jour est un changement familier pour les habitants des latitudes moyennes et supérieures.

L'air dans les couches inférieures de l'atmosphère est réchauffé par le contact avec la surface de la Terre. Au cours de l'été juillet dans l'hémisphère Nord et janvier dans l'hémisphère sud, lorsque le soleil est haut dans le ciel, l'énergie solaire incidente surfacique est la plus importante, et la longueur des journées réchauffe encore l'air. Au cours de l'hiver, janvier dans l'hémisphère Nord et juillet dans l'hémisphère sud, lorsque la quantité de radiation est répandue sur une plus grande surface et que les jours sont plus courts, le réchauffement solaire est inférieur.

Il prend en général un certain temps à la surface de la Terre pour se réchauffer et à l'atmosphère pour répondre entièrement à ces changements surfaciques. Au moment ou la radiation solaire est la plus forte à l'extérieur des tropiques est juin dans l'hémisphère Nord et décembre dans l'hémisphère sud. Observez la figure EA-I-14.C'est à l'époque des solstices. Les températures se réchaufferont environ deux mois plus tard, en août dans l'hémisphère Nord et en février dans l'hémisphère sud.

Figure EA-I-14 : Cycle saisonnier des radiations solaires de latitude 35S et 35 N

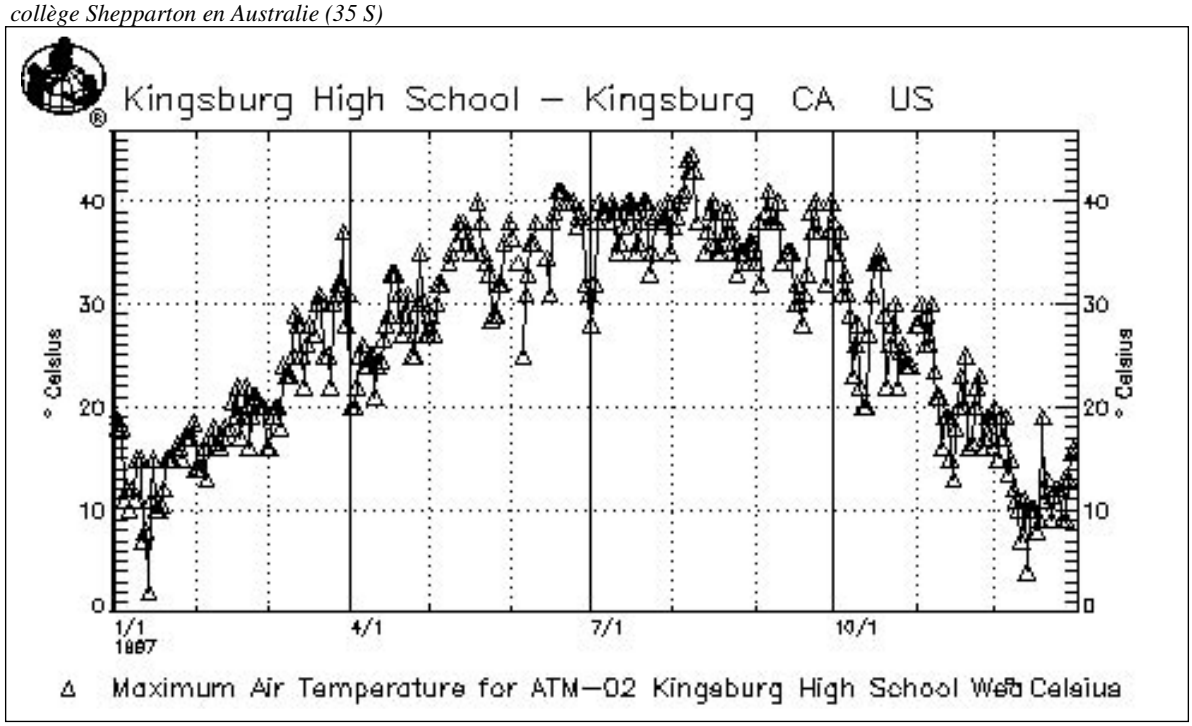


Voir Figure EA-I-15. Cela est du au temps nécessaire pour réchauffer la couche supérieure des océans et la couche inférieure de l'atmosphère.

Précipitation

Pour les latitudes basses, les changements saisonniers de température ne sont pas aussi violents que pour les latitudes plus grandes, mais il existe en général un changement plus net dans les précipitations saisonnières. Les régions équatoriales subissent souvent des saisons sèches et humides.

Figure EA-I-15: Cycle saisonnier du maximum de la température de l'air au collège Kingsburg aux USA (35N) et au collège Shepparton en Australie (35 S)



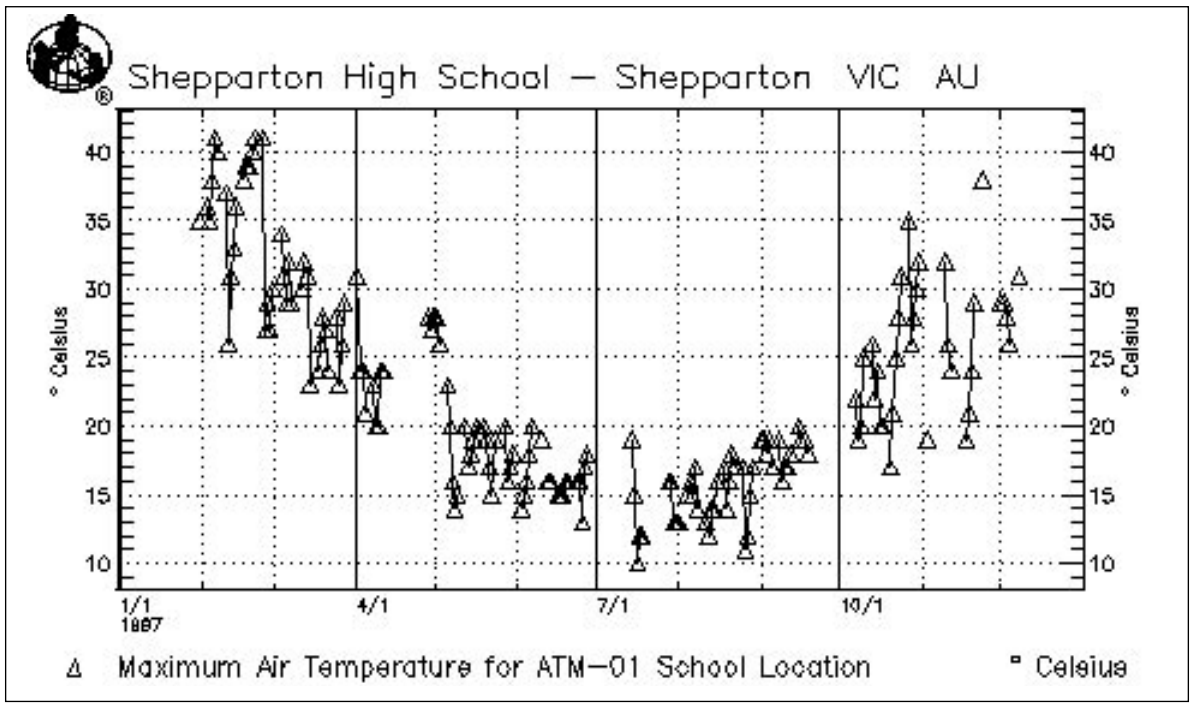
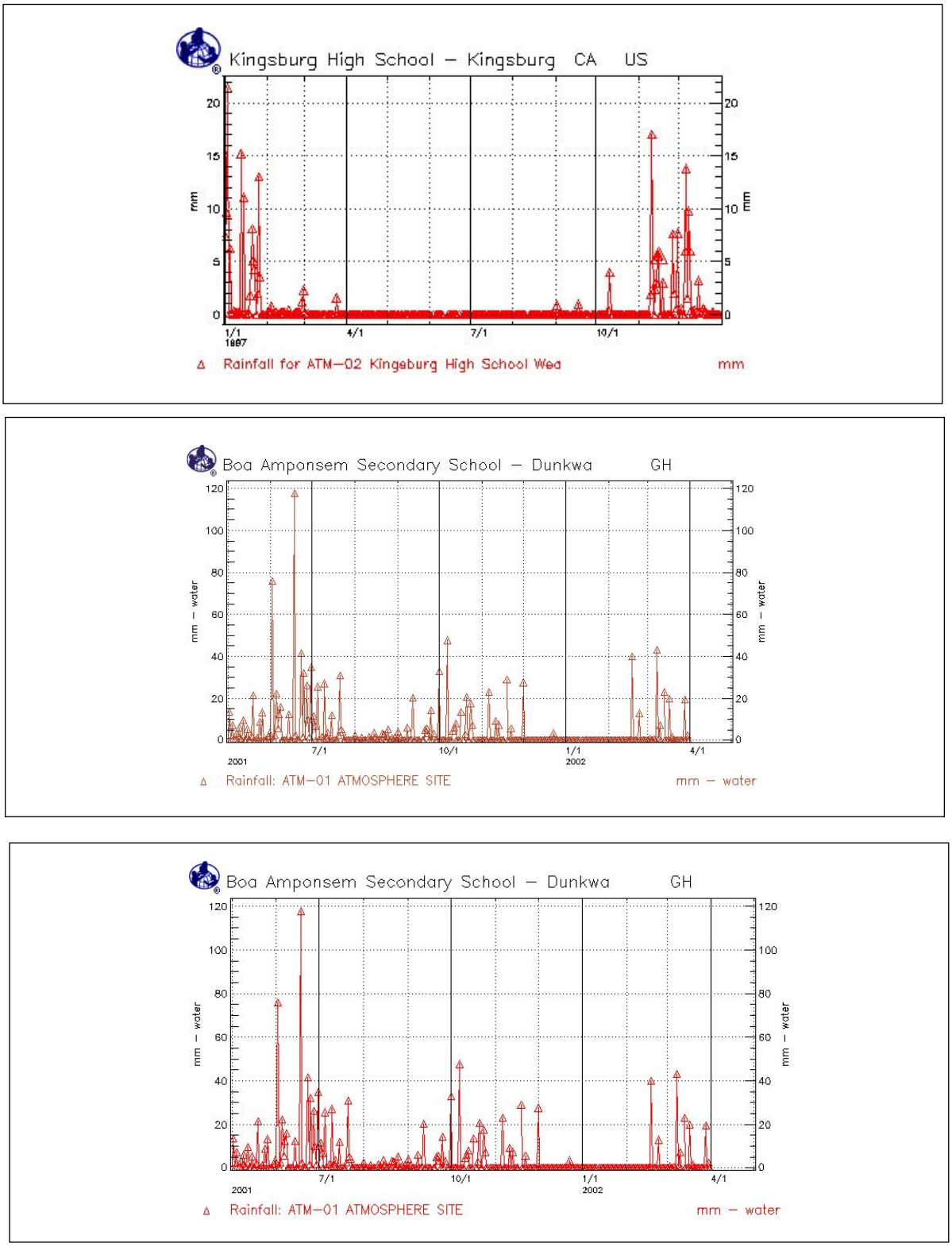


Figure EA-I-16: Cycle saisonnier des précipitations au collège Kingburg, Californie, Usa, Collège Reynold Jr. Sr. High School en Pennsylvanie USA, et lycée BOA Amponsem, Dunkwa, Ghana



Le moment de l'année auquel se produisent ces phénomènes dépend de nombreux phénomènes, dont la topographie régionale, et la proximité de grandes masses d'eau.

D'autres endroits subissent des variations saisonnières des précipitations. Voir Figure EA-I-16. Quelques régions ne reçoivent aucune précipitation pendant des mois. Dans d'autres endroits, les précipitations sont réparties équitablement tout au cours de l'année. Certains endroits ont une saison des pluies et une saison sèche, tandis que d'autres en ont deux par an. L'apparition des précipitations a un impact prépondérant sur l'agriculture. Le climat Méditerranéen est caractérisé par des pluies en hiver alors que les autres régions voient les pluies en été.

Vapeur d'eau et humidité relative

Puisque la valeur de saturation pour les vapeurs d'eau atmosphérique est largement influencée par la température. Les plus hauts taux d'humidité et les valeurs de température de condensation les plus hautes sont atteintes en été, et ils sont les plus bas en hiver. L'humidité relative a tendance à être la plus importante en hiver. Cependant, elle peut rester relativement élevée en hiver quand l'air se refroidit.

Nuages

Sous les tropiques, une bande nuageuse de faible pression, connue comme la zone de Convergence Intertropicale (ITCZ) s'étend par-dessus les océans. Les images mondiales relevées par Satellite montrent des nuages qui s'étendent à travers les régions océaniques, où les tempêtes sont fréquentes. La position moyenne de l'ITCZ varie avec la saison, se déplaçant vers le nord l'été dans l'hémisphère Nord, vers le sud dans l'hémisphère sud.

Il existe des variations saisonnières des nuages dans d'autres régions. Généralement, il y a une plus grande couverture nuageuse au cours de la saison des pluies lorsque les nuages observés sont des nimbostratus et cumulonimbus. Au cours des mois plus chauds, les nuages de type cumulus sont plus probablement observables dans de nombreux endroits, le réchauffement de la surface de la Terre en cause. Au cours des mois d'été, puisque le réchauffement est moindre, les nuages de type stratus sont souvent observés. Les vigoureux chocs frontaux se produisant lors du printemps et de l'été aux latitudes intermédiaires créent souvent des gros nuages d'orage (cumulonimbus). Près des côtes Est, les eaux plus froides peuvent amener annuellement des nuages de type stratus.

Une autre trace important est celle de l'ozone qui est présente dans les couches inférieures de l'atmosphère, comme composant naturel, puisque sa source primaire est la stratosphère, et comme polluant, où il est formé lors de combustions. Pour les latitudes moyennes Nord, l'ozone atteint son maximum en été, lorsque la lumière du soleil est plus intense et les réactions photochimiques se produisent plus rapidement, en convertissant les sucres et oxydes de nitrogène en de l'ozone. Pour les latitudes moyennes sud par contre, les concentrations en ozone des zones surfaciques sont inférieures puisque il y a moins d'émissions dues aux combustions que dans l'hémisphère Nord. Au niveau des tropiques, les concentrations en ozone des couches surfaciques sont généralement le plus grand en septembre et en octobre puisqu'il s'agit de l'époque à laquelle de grands feux se déclarent, générant de l'ozone par photochimie. Par conséquent, le cycle saisonnier de l'ozone de surface est affecté par l'activité humaine et peut dépendre largement du lieu.

Aérosols

Les aérosols sont des corps formés de gouttelettes de liquide ou de particules solides suspendues dans un gaz. Le brouillard et la bruine sont des exemples des exemples de particules liquides suspendues dans un gaz, et la fumée est un exemple de particules solides dispersées dans un gaz. Les aérosols affectent la transparence de l'atmosphère, qui est plus importante au cours de l'été et moindre pendant l'hiver. D'autres événements saisonniers peuvent aussi influencer la transparence de l'atmosphère, comme les tempêtes de sable, les feux de forêt et les activités industrielles.

Composition atmosphérique

La concentration des traces de gaz dans l'atmosphère démontre aussi des cycles saisonniers. La plus grande trace de mesure traces d'un gaz est observée pour le dioxyde de carbone (CO_2) et son cycle saisonnier révèle le caractère saisonnier de la croissance des forêts. Les concentrations les plus faibles pour l'hémisphère Nord sont observées au cours du printemps et de l'été tandis que la biosphère utilise le CO_2 pour la photosynthèse. Les concentrations augmentent dans l'hémisphère

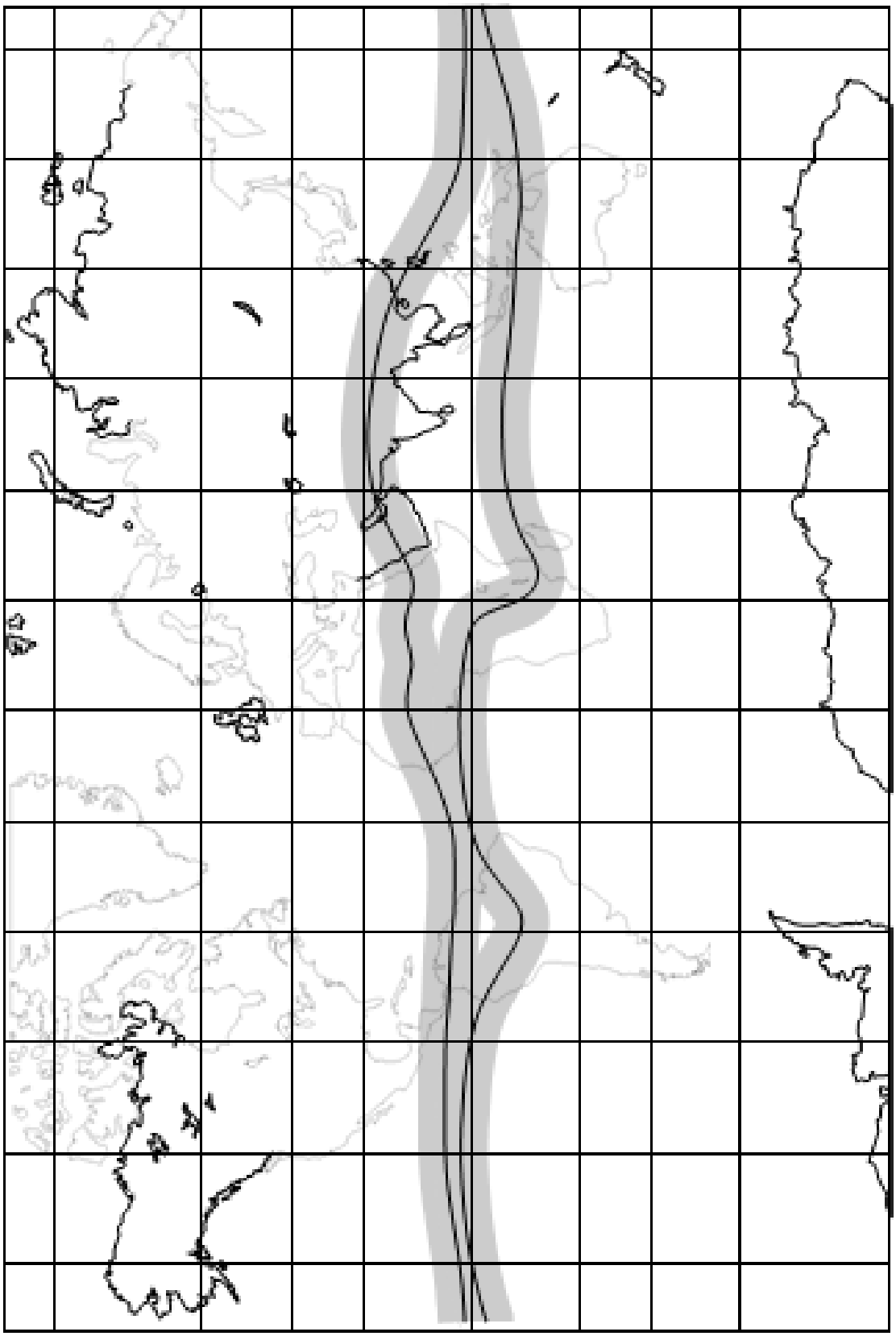


Figure EA-I-18 : Variations saisonnières de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère de 1986 à 1988, mesurés à Mauna Loa Hawaï

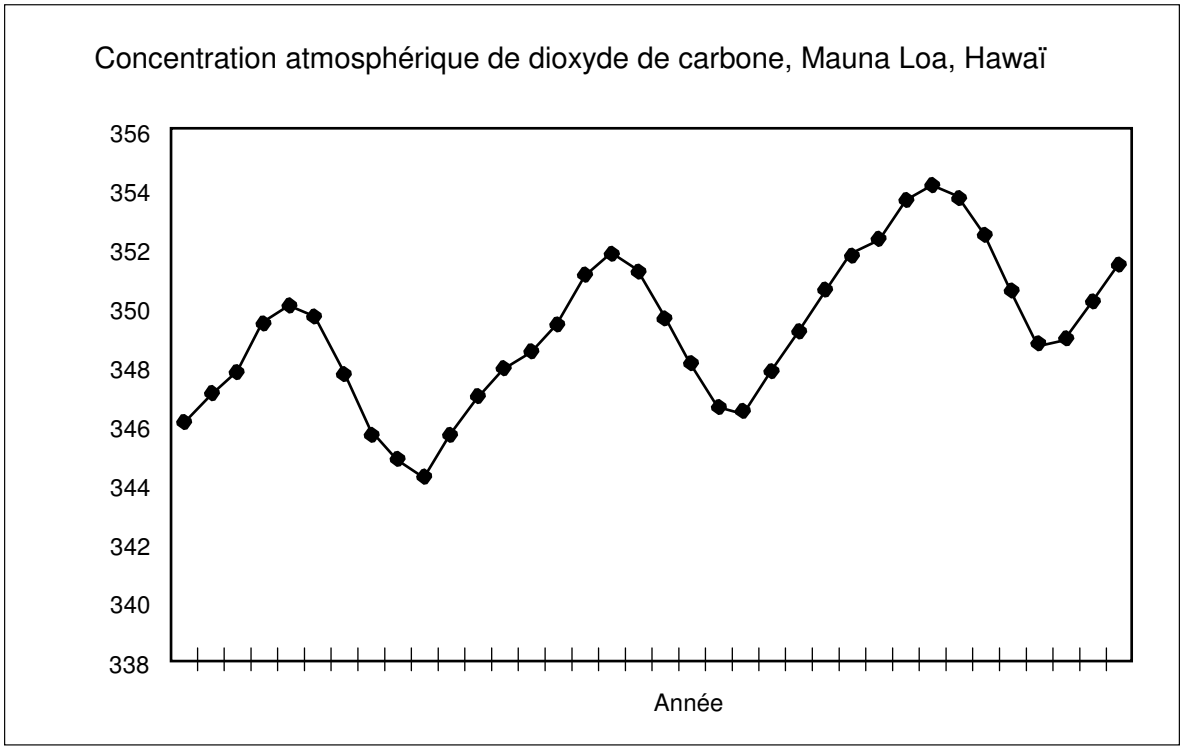
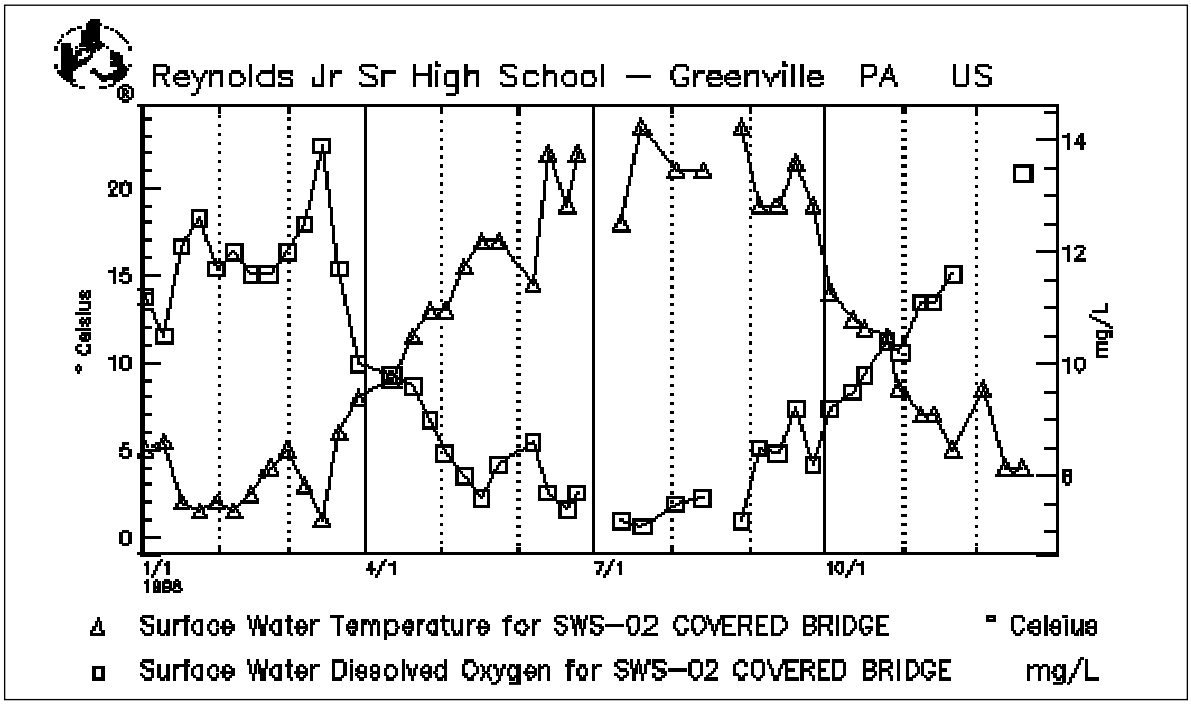


Figure EA-I-19: Température de la surface de l'eau et oxygène dissoute au Collège Reynold Jr. Sr. En 1998.



Nord au cours de l'automne et de l'hiver, lorsque le CO2 n'est plus utilisé par la végétation. Ce cycle est dominé par la grande représentation de végétation de l'hémisphère Nord. Voir Figure EA-I-18.

Un autre gaz important est l'ozone, qui existe dans les couches inférieures de l'atmosphère, à la fois en tant que composant naturel dont la stratosphère est la soure principale, et en tant que polluant, où elle est formée suite à des émissions depuis les sources de combustion. Aux latitudes intermédiaires de l'hémisphère Nord, l'ozone atteint un pic en été lorsque la lumière incidente est plus intense et que les réactions photochimiques se produisent plus rapidement, convertissant les sucres et l'oxyde d'azote en ozone. Aux latitudes intermédiaires de l'hémisphère Sud, d'un autre côté, les concentrations de surface en été sont inférieures car il y a moins d'émissions provennant de combustions que dans l'hémisphère Nord. Dans les zones tropicales, les concentrations d'ozone sont généralement les plus hautes en Septembre et en Octpbre car c'est à cette époque que les combustions de la biomasse se produisent et les gaz provennant de ces feux génèrent de l'ozone par photochimie. De plus, le cycle saisonnier de surface des concentrations en ozone est affectée par les activités humaines, et est variable, en fonction des observations effectuées.

L'eau de surface à travers les cycles saisonniers

Les caractéristiques physiques et chimiques d'une masse d'eau sont influencées par les cycles saisonniers à travers le changement des radiations solaires, des précipitations, de la température de l'air, les variations de vent et de neiges, les fontes de glace. La Figure EA-I-19 montre comment la température et l'oxygène dissout varie au cours de l'année. Le niveau de saturation de l'oxygène dissoute est inversement proportionnel à la température (i.e. lorsque la température augmente, la quantité d'oxygène pouvant être dissoute diminue). Les schémas observés dans n'importe quelle masse d'eau dépendent de la quantité d'activité biologique.

Renouvellement saisonnier des lacs

De nombreux lacs montrent des schémas saisonniers de mélange vertical. Les lacs des zones chaudes, tempérées ou froide où à des altitudes plus élevées pour des zones subtropicales, subissent deux mélanges annuels. Le mélange du printemps se produit après la fonte des neiges. La glace flotte parce qu'elle est moins dense que l'eau, qui est la plus dense à 4°C. Puisque l'eau se réchauffe jusqu'à 4°C, la surface de l'eau peut devenir plus dense que l'eau des couches inférieures et coule. Une énergie relativement faible de la part du vent est requise pour réaliser ce mélange sur un lac entier. Au cours du printemps, les couches supérieures du lac deviennent plus chaudes et donc moins dense. Ces eaux plus froides, moins denses restent au fond, et une zone de gradient de température élevé se forme entre les couches les plus chaudes et les plus froides. On parle de stratification thermique. Lors de l'automne, avec moins de radiations solaires qui atteignent l'eau et les plus grandes pertes par la surface de nuit, la stratification thermique diminue. Eventuellement, la zone de mélange s'étend vers le bas, jusqu'à ce que les différences de température et de densité entre les eaux mélangées et les eaux profondes diminuent, de manière à ce qu'un fort vent d'automne puisse s'opposer à toute résistance au mélange.

Croissance des plantes dans les lacs, estuaires et Océans.

Les changements saisonniers de la température de l'eau, de l'exposition au soleil, et de la disponibilité des nutriments affecte la vie des plantes dans les masses d'eau.

Les nutriments ont tendance à diminuer au fur et à mesure que l'on descend dans la colonne d'eau, et le mélange vertical renvoie généralement les nutriments au plus proche de la surface, et peut entraîner une croissance rapide des phytoplanctons. Les augmentations de la croissance de ces plantes déclenche des changements dans toute la chaîne alimentaire et peut avoir pour effet un accroissement de la croissance des animaux et de leur reproduction, ainsi qu'une augmentation de la décomposition des bactéries. Au printemps dans les zones tempérées, les augmentations de la température de l'eau et de l'exposition à la lumière du soleil combiné avec les augmentations saisonnières des concentrations de nutriments dans l'eau encourage une croissance rapide. Dans les

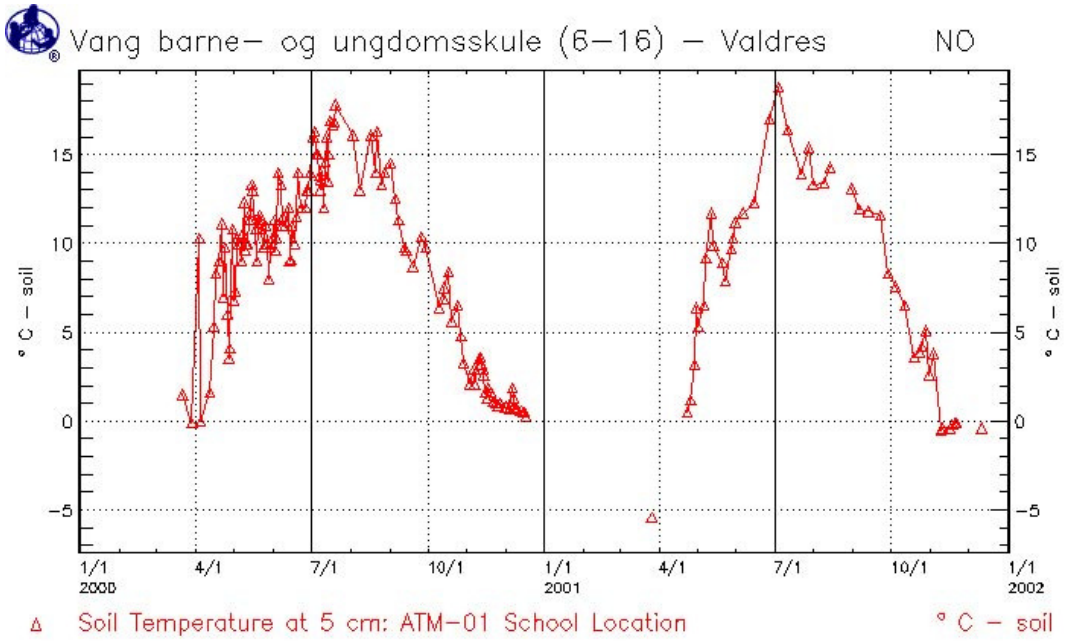
zones tropicales, ou la quantité de lumière du soleil change peu au cours de l'année, les changements des vents dominants peuvent provoquer un mélange vertical des océans, des mers et des grands lacs.

La majorité de la production des plantes se produit dans les eaux de surface, où la lumière permet la photosynthèse. Au cours des mois d'été, il y a peu de mélange vertical dans certains lacs ou estuaires. Les matières organiques sombrent depuis la surface vers les eaux plus profondes et sont consommées par des animaux ou décomposées en bactéries. Ces organismes ont besoin d'oxygène. La Respiration, le manque de mélange vertical et les eaux chaudes peuvent réduire les taux d'oxygène. Dans certains endroits, l'été peut être une période critique pour les poissons ou les autres créatures vivant au fond des eaux.

Rivières et Fleuves

Les courants et rivières peuvent montrer des changements saisonniers en quantité et en composition des eaux, provenant des changements des précipitations, de l'évaporation, de la fonte des neiges, et des écoulements. La manière dont ces facteurs influencent le biote fournit de nombreux sujets de recherche intéressants. Les composants chimiques accumulés dans la couche de neige hivernale ont tendance à se concentrer dans la première fonte et peuvent causer des changements radicaux - en général des diminutions - dans le pH des rivières. La première grosse pluie après une longue période sèche déverse dans les masses d'eau les éléments chimiques accumulés sur les routes et les sols. Le volume d'eau s'écoulant dans une rivière ou un fleuve affecte souvent la qualité de l'eau. Les conditions de faible écoulent peuvent permettre le développement de nitrates et une perte en oxygène dissoute. Les inondations et les tempêtes jettent dans les voies d'eau de nombreux débris et peuvent reformer entièrement un lit, tout en transportant des particules.

Figure EA-I-20: Cycle saisonnier en température des 5 premiers cm du sol à Vang Barne, Valdres, du 1 Janvier 2000 au 1 Janvier 2002.



Le sol à travers le cycle saisonnier

Température du sol

Tout comme avec l'atmosphère et les masses d'eau, le changement le plus évident concernant les sols concerne leur température. Au fur et à mesure que le soleil est de plus en plus haut dans le ciel au printemps, les radiations solaires augmentent, de même que la température du sol.

Le sol subit un important cycle journalier et saisonnier, spécialement pour les latitudes médianes. Voir Figure EA-I-20. Le cycle du sol s'aligne derrière celui de l'air, de telle façon que la température du sol est à peine plus chaude

que celle de l'air la nuit, et plus froide que celle-ci le matin. Ce temps de décalage dépend de la distribution particulaire, de la quantité de matières organiques, et d'humidité dans le sol. Ce cycle est plus évident à la surface du sol et s'efface en profondeur. Les scientifiques utilisent la température à 50 cm pour définir la température moyenne du sol (MAST) qui reste globalement la même d'année en année. Ce cycle de température dans les sols est important puisqu'il a un fort effet phénologique, en influençant la floraison des plantes au printemps, ou leur mort à l'automne. Il affecte aussi l'ensoleillement requis pour éviter à des plantes enfouies dans le sol de geler, et est utilisé pour contrôler la température des caves souterraines.

Humidité des sols

Une autre caractéristique du sol qui évolue à travers les cycles saisonniers est leur humidité. La principale source d'humidité pour les sols est les précipitations. Les variations saisonnières dans l'humidité du sol sont contrôlées par les variations saisonnières des précipitations et des fontes de neige, et par l'effet des variations saisonnières de la température sur l'évaporation. Voir Figure EA-I-21. Par exemple, si la saison des pluies se produit au cours de l'hiver, les sols vont être chargés en eau, tandis qu'au cours de l'été, les températures qui s'élèvent vont augmenter l'évaporation de l'eau et assécher les sols.

Décomposition

La décomposition des matières organiques est aussi affectée par les changements saisonniers. Les micro-organismes qui réalisent cette décomposition nécessitent de la chaleur et de l'humidité. Par conséquent, le taux de décomposition des matières organiques dépend de l'humidité et de la température des sols. Tout cela varie à travers les cycles saisonniers, et par conséquent, il existe un cycle saisonnier de décomposition des matières organiques. Ce cycle saisonnier pourrait ne pas se résumer à des variations de température et d'humidité. En effet, les micro-organismes du sol peuvent pourrir ou devenir inactif lorsque les conditions sont trop froides ou trop chaudes, trop sèches ou saturées. En général, plus cette décomposition est importante, plus de CO2 et de N2O sont produits et échangés avec l'atmosphère.

Couverture du terrain et phénologie au cours du cycle saisonnier

La Phénologie est l'étude de la réponse des organismes vivant aux changements climatiques et saisonniers de l'environnement dans lequel ils vivent. Les mesures GLOBE des protocoles phénologiques (ce chapitre) se concentrent sur la phénologie des plantes. Les changements saisonniers comprennent des variations de la longueur du jour ou la durée de l'exposition au soleil, les précipitations, la température et d'autres facteurs influençant l'environnement. La saison de croissance des plantes est la période entre la floraison et la fanaison (sénescence). Voir Figure EA-I-22. La floraison et la sénescence peuvent être utilisées pour examiner les schémas végétaux régionaux et mondiaux, et les variations inter annuelles, et la réponse de la végétation aux changements climatiques. Un changement de la période de floraison et de fanaison peut indiquer un changement climatique mondial.

La floraison des plantes est initiée lorsque l'hibernation (état ou le métabolisme et la croissance sont suspendus) est interrompue par des conditions environnementales comme des durées d'ensoleillement plus longues et des températures plus hautes dans les zones tempérées, ou au contraire des pluies et des températures plus fraîches dans les déserts. Lorsque les plantes commencent à croître, la chlorophylle des feuilles absorbe la lumière du soleil par photosynthèse. La photosynthèse fixe le dioxyde de carbone de l'atmosphère.

Avec le début de la floraison, les plantes commencent aussi à transpirer dans l'atmosphère l'eau des sols. Cela affecte la température atmosphérique, l'humidité de l'air et du sol. Au cours de la floraison, les plantes limitent les pertes d'eau à travers leurs feuilles lorsque l'origine d'eau est limitée, ou au cours des périodes sèches pour les plantes désertiques.

Surveiller la durée de la saison de croissance est important pour la société car elle a un effet direct sur la production de nourriture et de fibres, et donc sur la capacité à une société à s'assumer. Par conséquent, en enquêtant sur ces variations saisonnières, les écoles GLOBE fournissent des informations aux scientifiques afin qu'ils aient une meilleure compréhension du système Terre et de ses réponses à différentes influences, et à la société afin qu'elle soit mieux préparée à s'adapter aux variations de durée de la saison de croissance.

Figure EA-I-22: La durée de la saison de croissance définit quel genre de plantes pousse à un endroit particulier

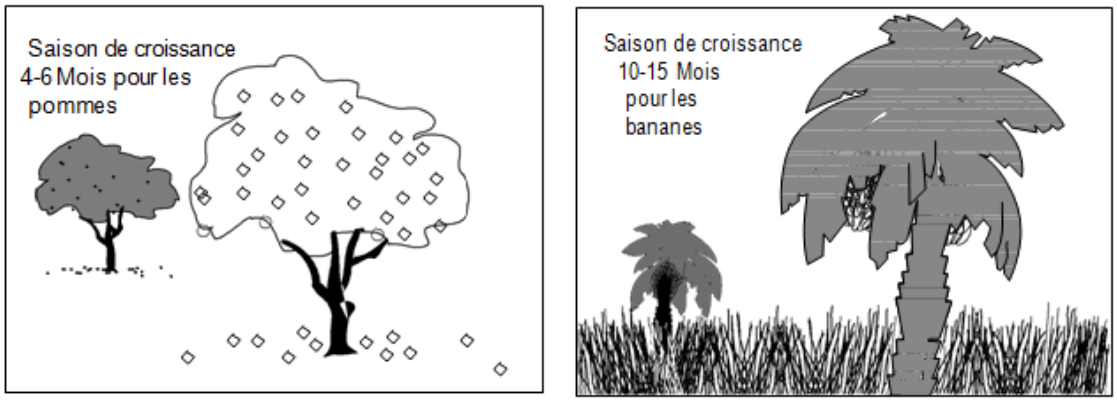
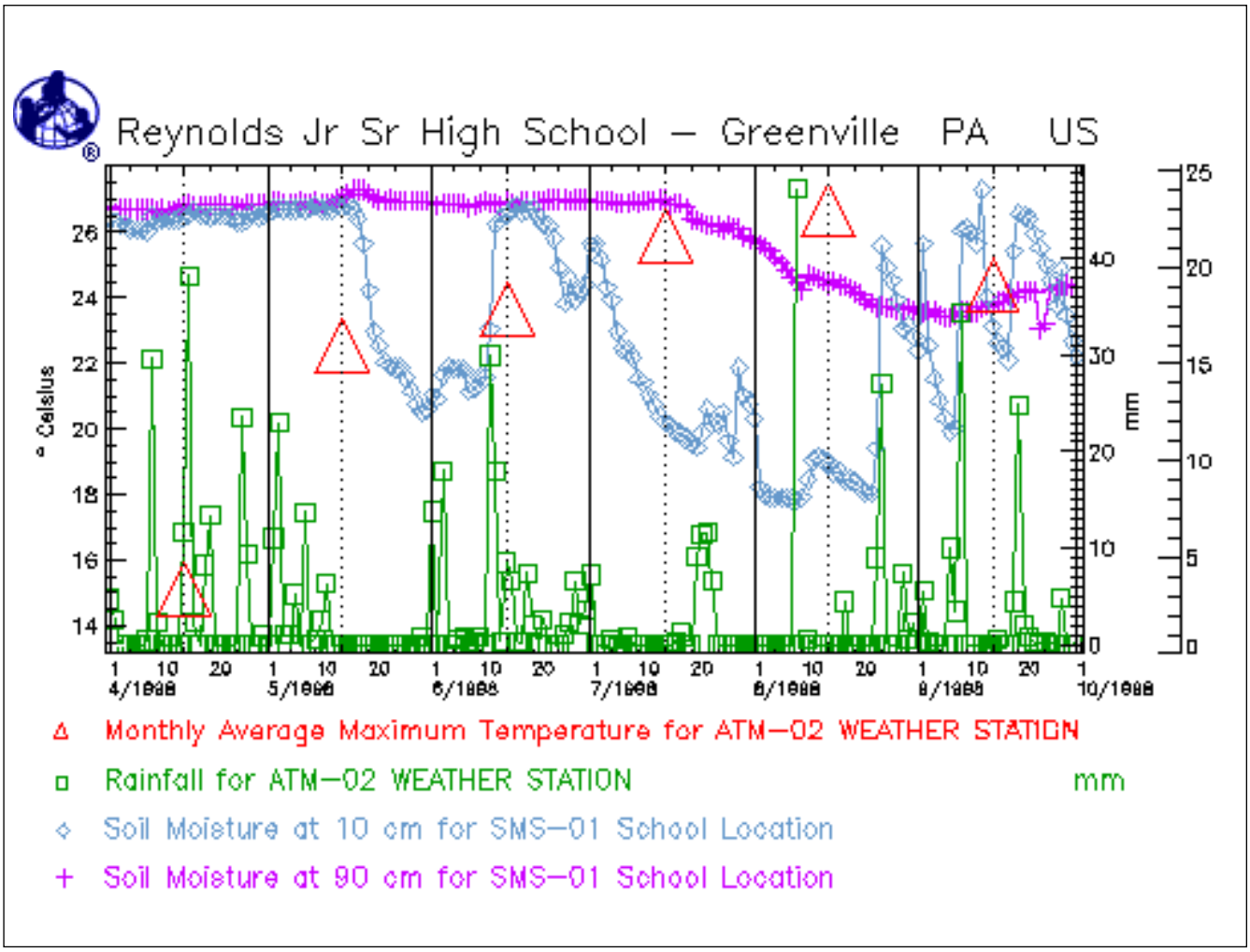


Figure EA-I-21: Température Maximale de l'air, précipitations, et humidité du sol à 10 et 90 cm au Collège Reynold Jr. Sr., Pennsylvanie, USA, du 1 Avril 1998 au 1 Octobre 1998



Le système Terre à différentes échelles spatiales

La Terre comme Système à l'échelle locale

Composants

Chaque étude GLOBE demande aux étudiants de choisir un site d'étude ou un ensemble de site d'échantillonnages où ils feront leurs mesures. Pour chacun de ces sites, de nombreux composants du système Terre étudié par GLOBE seront présents. Sur un site d'étude hydrologique par exemple, l'air, la terre et une masse d'eau sont présents. De la végétation terrestre est aussi présente, et, pour un certain nombre de sites, de la neige ou de la glace - éléments de la cryosphère - sont présents, au moins quelques années. La Figure EA-I-23 est une photographie du site d'hydrologique au collège de Greenville, en Pennsylvanie aux Etats-Unis, où les étudiants peuvent identifier chacun de ces composants et examiner le lieu de leurs interactions.

Quelques exemples de ces interactions sont:

- Evaporation et échanges de chaleur entre l'air et l'eau.
- Echanges d'eau et de gaz entre l'air et la végétation.
- Echanges d'eau et de nutriments entre le sol et les racines d'arbres ou d'herbes.
- Evaporation et échanges de chaleur et de gaz entre l'air et le sol.
- Echanges d'eau, d'éléments chimiques et de sédiments entre le sol et l'eau, sur les bords et dans le fond d'une masse d'eau.
- Tous ces composants du système Terre sont éclairés par le soleil. Cette exposition affecte leur température, la photosynthèse des plantes, les taux de décomposition des sols et les cycles chimiques.

Cycles: Energie, Hydrologique, et biogéochimiques

Les échanges entre l'air, l'eau, les sols et la végétation terrestre font partie des cycles énergétiques, hydrologiques et biogéochimiques. Par exemple, discutons de la manière avec laquelle l'énergie et l'eau traversent ce cycle (site du collège de Greenville) et du pH, qui influence les cycles Biogéochimiques.

Le soleil éclaire la surface de la rivière, les arbres, les herbes, le pavé de la banque. Une partie de l'énergie du soleil chauffe l'eau et la surface du sol, augmentant leur température. L'énergie résiduelle est reflétée vers l'atmosphère. En fonction de la couverture nuageuse, une partie de cette énergie peut être reflétée à nouveau vers la surface. L'eau de la rivière et du sol s'évapore, refroidissant ainsi la surface et déplaçant de l'énergie vers l'atmosphère. Lorsque la température de l'air est inférieure à celle de la surface, l'air est réchauffé par contact avec l'eau et la terre. Lorsque ce renversement est effectué, c'est la terre et l'eau qui sont réchauffés par le contact avec l'air. Lorsque le sol se réchauffe, il stocke de l'énergie. Lorsque la rivière coule, elle amène avec elle toute énergie stockée par réchauffement. De même, l'air amène avec elle l'énergie. Les précipitations peuvent être plus chaudes ou plus froides que la surface, et l'échange d'énergie entre la pluie ou la neige et la surface va aussi provoquer un refroidissement ou un réchauffement.

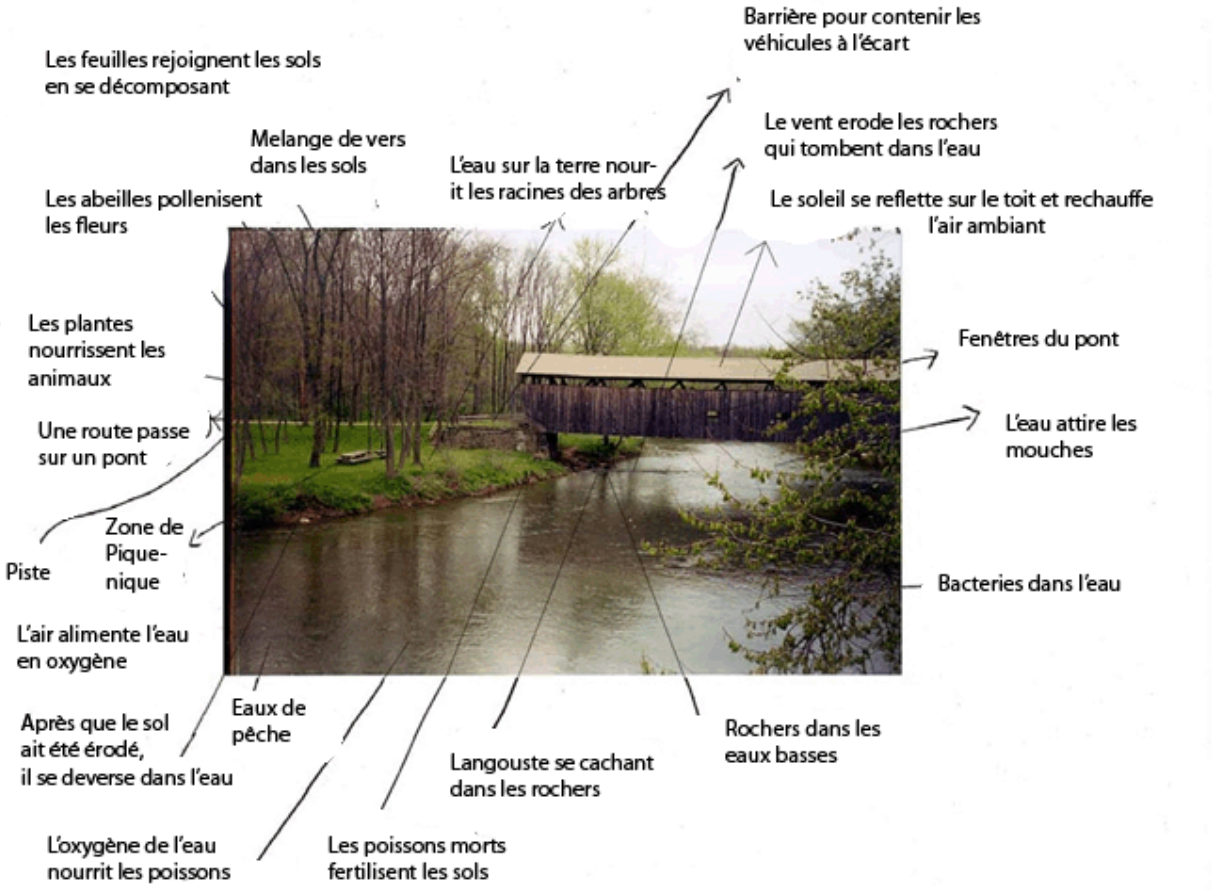
Les mesures GLOBE vous permettent de suivre une partie du flux et du stock de l'énergie. Les mesures principales sont celles des températures de l'air, de la surface, de l'eau ou du sol. Avec celles-ci vous pouvez calculer directement les échanges d'énergie entre l'atmosphère et la surface. La température, l'humidité du sol, et les mesures d'humidité relative permettent le calcul des taux d'évaporation depuis la surface de la terre ou des eaux. Vous pouvez comparer la quantité d'énergie perdue depuis la surface par évaporation à celle perdue par échange direct de chaleur avec l'atmosphère et déterminer ainsi quand l'un est prédominant sur les autres.

Dans le cycle hydrologique, l'eau est échangée à travers l'eau, les rivières, les sols, et la végétation terrestre. Les précipitations se forment dans l'atmosphère et retombent à la surface - dans l'eau, les sols, les plantes et les pavés. L'eau coule le long des trottoirs puis dans la terre. Une partie finira dans une rivière. Les différentes herbes et arbres se chargent en eau au niveau de leurs racines puis évaporent cette eau dans l'atmosphère à travers leurs feuilles. Une partie de l'eau s'évapore du sol et de la surface de la rivière. Si la surface est plus froide que le point de condensation de l'air, l'humidité de l'air se condensera directement sur la surface. L'eau coule aussi depuis l'amont

et dévale les collines jusqu'à quitter le site, dans la rivière. Vous pouvez étudier si le niveau de la rivière est influencé par des entrées locales ou principalement par ce qui se passe en amont.

Les mesures GLOBE des précipitations capturent la plupart des arrivées d'eau de l'atmosphère. Le débit d'eau dans une rivière peut être calculé si nous connaissons les dimensions du lit de la rivière, le profil de profondeur, et le niveau de l'eau. Quelques sites hydrologiques seront établis sur des rivières dont le débit est surveillé par des agences gouvernementales, et ces données peuvent être obtenues dans des banques de données publiques. Le stockage de l'eau dans le sol peut être calculé en mesurant la porosité du sol et son humidité. Les taux d'évaporation peuvent être estimés en mesurant l'humidité relative et la température de surface de l'air. Vous pouvez voir comment l'humidité du sol répond aux précipitations et aux périodes de sécheresse.

Figure EA-I-23: Photographie du site d'étude hydrologique du Collège Reynold Jr. Sr., Pennsylvanie, USA, annoté par les nombreuses interactions entre les composants du système Terre.



La composition chimique des précipitations peut altérer la composition de l'eau de la rivière et du sol, et affecter la vie animale et végétale. Cela peut aussi impacter le taux de décomposition de matière organique du sol, des roches ou minéraux dans le lit de la rivière. Le pH des précipitations est déterminé par les gaz et particules qui se dissolvent dans les gouttes d'eau et les flocons de neige. Le carbone de dioxyde dans l'air tend à donner des précipitations un pH d'environ 5,6, tandis que d'autres constituants augmentent ou diminuent les chiffres. La plupart des gaz produits par combustion ont des pH plus bas, tandis que les particules alcalines du sol augmentent ce pH. Les réactions chimiques se produisent dans l'eau comme dans les sols. Si l'alcalinité de l'un est haute, le pH ne répondra pas significativement à des pH de précipitation différent, mais s'il est bas, alors le pH changera. A d'autres moments, le pH du sol peut changer à cause des effets cumulés des précipitations. Finalement, le pH de la rivière reflète le pH du sol environnant, des précipitations et du courant amont

Les mesures GLOBE du pH des précipitations, profils de sol, et de la surface de l'eau, et de l'alcalinité de la surface de l'eau permettent d'examiner la question de la réponse du pH aux précipitations et inondations. Après un certain temps, les données d'une école peuvent montrer des changements dans le pH d'un sol. Les variations de pH au sein du profil peuvent aussi illustrer les changements de pH ;

Les cycles biogéochimiques encouragent aussi les échanges entre les différents composants du système Terre. Ces échanges peuvent être :

Echanges entre l'air et l'eau :
- transfert d'oxygène, de dioxyde de carbone, de vapeur d'eau et d'autres gaz

Echanges entre l'eau et le sol :
- Stock d'eau dans le sol
- Percolation de l'eau à travers le sol, ou des eaux souterraines qui transportent des particules chimiques
- Processus d'infiltration

Echanges entre le sol et la couverture du terrain
- Utilisation des eaux souterraines par les racines de végétaux
- Utilisation des nutriments stockés dans le sol
- substrats pour les plantes
- Stock de chaleur pour les plantes et micro-organismes
- Espaces d'air pour les échanges d'oxygène et de dioxyde de carbone, et photosynthèse.

Echanges entre l'air et la couverture terrestre
- Processus d'évapotranspiration

Echanges entre l'air et le sol
- Précipitations et évapotranspiration
- Transferts d'énergie et de chaleur
- Echanges de gaz produit lors de la décomposition des matières organiques et de la respiration microbienne

Les taux d'échanges chimiques entre les différentes composantes du système Terre dépendent d'un grand nombre de facteurs. Ces facteurs comprennent le type de réaction chimique qui se produit au sein des différents composants, la température de ces composants, les concentrations des différents gaz dans chaque composant et le mouvement des composants aux interfaces qui permettent l'échange.

Le système Terre à une échelle régionale

Le processus qui permet l'interaction des composants du système Terre, comme un site d'étude hydrologique, peut aussi se produire à l'échelle régionale. Voir Figure EA-I-24.

Qu'est ce qui définit une région ?

L'échelle régionale est plus grande que l'échelle locale et est généralement caractérisée par quelques caractéristiques communes qui la différentie des régions voisines. Les régions peuvent être définies de différentes manières. Elles peuvent posséder des limites naturelles, crées par l'homme, ou sociales ou politiques. Une région peut être :

Naturelle
- un bassin
- une chaîne de montagne
- un lit de rivière
- un désert
- une plaine
- une péninsule

Frontières faites par l'homme
- Un lit dans lequel une limite est un barrage
- Une zone plus grande qu'un site d'étude, mais limitée par des rails, des autoroutes.

• Un habitat naturel entouré par des régions habitées, ou une zone résidentielle au milieu d'un habitat naturel

• Un parc national ou une réserve.

Frontières politiques et sociales

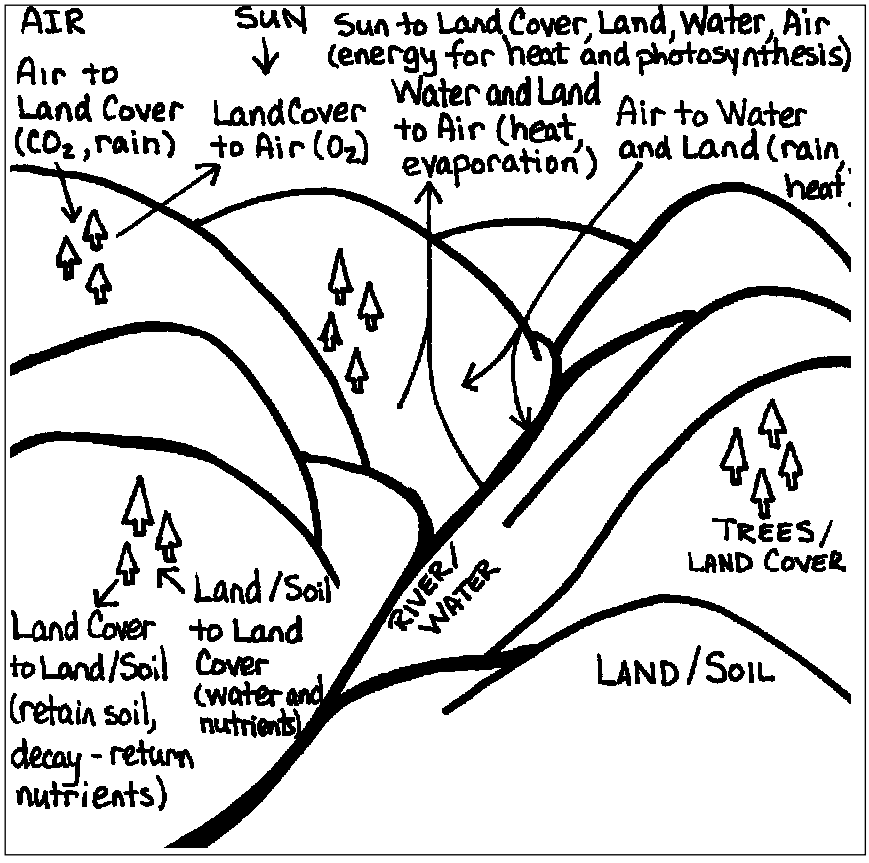
• Un état ou une région

• Un pays

De nombreux processus qui causent les interactions entre les différentes composantes du système Terre à l'échelle régionale sont les même qu'à l'échelle locale. Par exemple, pour quantifier l'intensité d'un processus, les mesures sont effectuées en différents endroits dans la région. Par exemple, si quelqu'un veut étudier l'effet d'îlot du réchauffement urbain, les mesures de températures seront effectuées au sein de la zone urbaine, et dans la campagne environnante. De plus, les températures différeront entre les zones couvertes d'arbres, de pelouses et de plantes, et celles quasiment complètement recouvertes par des zones commerciales ou industrielles. Ce qui est observé dans une zone qui est principalement résidentielle peut être très différent de ce que l'on remarquera pour une zone commerciale ou industrielle. Par conséquent, afin d'obtenir une meilleure représentation de l'entière zone urbaine, les mesures depuis des sites multiples sont nécessaires.

De même, supposons que vous souhaitez développer un modèle hydrologique du tracé d'une rivière qui se verse dans un estuaire le long de la côte, et que la seule école GLOBE sur ce cours d'eau soit près de l'embouchure de la rivière (où elle se déverse dans l'estuaire). Utiliser simplement ces données pour la rivière entière peut donner des imprécisions puisque la température, les précipitations, les types et textures de sols et la couverture des terres ne seront absolument pas uniforme. Manquer de couverture spatiale pour de nombreuses données est un problème avec lequel les scientifiques ont souvent affaire. Parfois, une approximation grossière est la meilleure solution que puisse adopter un scientifique avec des données limitées. Ainsi, le plus d'école GLOBE effectuent des relevés, le mieux c'est !

Figure EA-I-24 : Diagramme du système terre à l'échelle régionale indiquant les intéractions entre les differents composants.



Entrées et sorties

Afin de comprendre le système Terre à l'échelle régionale, vous devez considérer les entrées et sorties de la région, en plus des interactions au sein des composants de la région. Voir Figure EA-I-25. La région peut être en partie fermée, au sens ou l'eau liquide ne la quitte pas, ou peut-être ouverte, puisque des rivières la traverse. L'atmosphère amènera toujours des entrées, et s'en ira avec les sorties ; cela comprend l'énergie, la vapeur d'eau, les traces chimiques et les aérosols. L'air en mouvement transporte aussi le temps, et affecte la température de l'air, la couverture nuageuse et les précipitations.

Les entrées et sorties atmosphériques peuvent largement affecter une région. L'air qui entre dans votre région va apporter ses caractéristiques avec le vent. Ces caractéristiques peuvent inclure des fumées industrielles ou des incendies agricoles, des semences de forêt ou de prairies, de l'humidité évaporée des lacs ou des rivières. L'impact de ces caractéristiques sur votre région doit être considéré. De même, ce qui vit dans votre région va influencer les autres régions. L'atmosphère en mouvement amène avec lui des traces de gaz d'une région où ils sont produits vers des endroits ne possédant pas de sources pour ces gaz. Le pire exemple de pollution atmosphérique se produit lorsque l'air est emprisonné, en général par les montagnes ou par une couche d'inversion (une couche d'air dans laquelle la température augmente avec l'altitude) de l'atmosphère. Les vents peuvent aussi apporter de grandes quantités d'humidité et de poussière d'une région. Les colonnes de fumée du Sahara sont tellement grandes qu'elles peuvent être observées par les satellites observant les nuages et que la poussière est soufflée au-dessus de l'océan atlantique.

Les écoles GLOBE réparties sur une région peuvent coopérer pour atteindre une compréhension globale des cycles de l'eau et de l'énergie dans la région et quelques éléments des cycles biogéochimiques. Pour un ensemble de courants, les caractéristiques mesurées à la surface de l'eau des rivières, fleuves ou lacs peuvent l'être pour de nombreux sites. Ces caractéristiques sont largement influencées par le microclimat de la région qui est quantifié par les mesures d'air et de précipitations, les caractéristiques du sol qui peuvent varier à travers l'étendue d'eau et doivent être mesurés dans de nombreux endroits, ainsi que la couverture du sol. Les écoles peuvent combiner leurs imagines satellites pour obtenir une image complète de leur région et cela peut être la base d'une couverture compréhensive de votre région. Les dynamiques de l'étendue d'eau peuvent être étudiées en utilisant les mesures GLOBE spécifiques à l'humidité des sols et des taux d'infiltration, et de toute donnée disponible sur les débits des rivières et des fleuves.

La Terre comme système à l'échelle mondiale et continentale

Les activités pédagogiques de ce chapitre sont conçues pour aider les étudiants à comprendre la plus grande échelle du système Terre, l'échelle continentale. C'est l'échelle utilisable la plus grande pour une utilisation significative des données de GLOBE, même si elle peut être aussi considérée comme l'échelle régionale la plus grande. L'échelle mondiale englobe toute la Terre, toute l'atmosphère, l'hydrosphère, la pédosphère, la cryosphère, et la biosphère. Si on contient l'intérieur de la planète aussi, à cette échelle, la Terre est presque un système fermé- on pourrait dire qu'elle ne perd ni ne gagne pas de matière. Remarque : Un système isolé est un système qui n'échange pas d'énergie ni de matière. Voir Figure EA-I-26. En réalité, le système Terre est fermé mis à part l'arrivée d'énergie depuis le soleil, la perte d'énergie vers l'espace, la perte infiniment petite d'hydrogène dans les couches supérieures de l'atmosphère, et l'entrée continuelle de gaz, poussières et météorites de l'espace, ou encore les quelques satellites envoyés hors de l'orbite terrestre. Les études des sciences de la Terre traitent aussi des arrivées de gaz, énergie, poussières et lave depuis l'intérieur de la Terre et du recyclage des matériaux dans la croûte et le manteau supérieur, qui constituent des pertes pour ce système quasiment fermé. Ces échanges avec l'intérieur de la planète se produisent soit à des échelles de temps très importantes de dizaines de milliers à des millions d'années (temps géologiques), soit presque instantanément et de manière imprédictible. Ces phénomènes, particulièrement les grandes éruptions volcaniques, perturbent totalement les prédictions climatiques.

considérée comme l'échelle régionale la plus grande. L'échelle mondiale englobe toute la Terre, toute l'atmosphère, l'hydrosphère, la pédosphère, la cryosphère, et la biosphère. Si on contient l'intérieur de la planète aussi, à cette échelle, la Terre est presque un système fermé - on pourrait dire qu'elle ne perd ni ne gagne pas de matière. Remarque : Un système isolé est un système qui n'échange pas d'énergie ni de matière. Voir Figure EA-I-26. En réalité, le système Terre est fermé mis à part l'arrivée d'énergie depuis le soleil, la perte d'énergie vers l'espace, la perte infiniment petite d'hydrogène dans les couches supérieures de l'atmosphère, et l'entrée continuelle de gaz, poussières et météorites de l'espace, ou encore les quelques satellites envoyés hors de l'orbite terrestre. Les études des sciences de la Terre traitent aussi des arrivées de gaz, énergie, poussières et lave depuis l'intérieur de la Terre et du recyclage des matériaux dans la croûte et le manteau supérieur, qui constituent des pertes pour ce système quasiment fermé. Ces échanges avec l'intérieur de la planète se produisent soit à des échelles de temps très importantes de dizaines de milliers à des millions d'années (temps géologiques), soit presque instantanément et de manière imprédictible. Ces phénomènes, particulièrement les grandes éruptions volcaniques, perturbent totalement les prédictions climatiques.

Comment les échelles locales, régionales et globales interagissent-elles ?

Au sein du système Terre, les échelles locales et régionales contribuent à l'interaction de chaque composant (l'atmosphère, les étendues d'eau, la cryosphère, la végétation terrestre) avec un autre, comme un tout d'une échelle globale. Ces interactions s'étendent sur des échelles de temps différentes.

Toutes les mesures GLOBE sont prises à l'échelle locale, mais ils échantillonnent les phénomènes avec des échelles de temps très différentes. La température maximale et minimale de l'air réfère à l'échelle journalière, tandis que la hauteur et la circonférence des arbres indique la croissance sur un cycle annuel, et la caractérisation d'un profil de sol peut fournir des résultats sur des milliers d'années. La plupart des activités pédagogiques traitent les problèmes à l'échelle locale, et à des échelles de temps courtes. Cependant, quelques activités, comme celles de ce chapitre, élargissent cette perspective aux échelles régionales et mondiales pour permettre la compréhension de l'échelle régionale comme formant un tout, l'échelle mondiale. Ces grandes échelles impliquent des changements à des échelles de temps différentes. Les mesures GLOBE D'aujourd'hui ne couvrent que quelques années et contribuent à l'étude de processus et de phénomènes actuels. Eventuellement, au fur et à mesure que la base de données de GLOBE s'étendra, les mesures contribueront aux études scientifiques sur des échelles de temps plus grandes, de dizaines d'années ou de siècles, où se situent les enjeux principaux en termes de réchauffement climatique. Les sections suivantes décrivent les différents composants du système Terre dans le contexte d'une échelle globale. La compréhension de ces processus spatio-temporels permettra une meilleure compréhension du contexte de l'étude des sites d'étude locaux, et de comment ce système Terre relie tous ses éléments.

Figure EA-I-26: Diagramme de la Terre comme système presque fermé

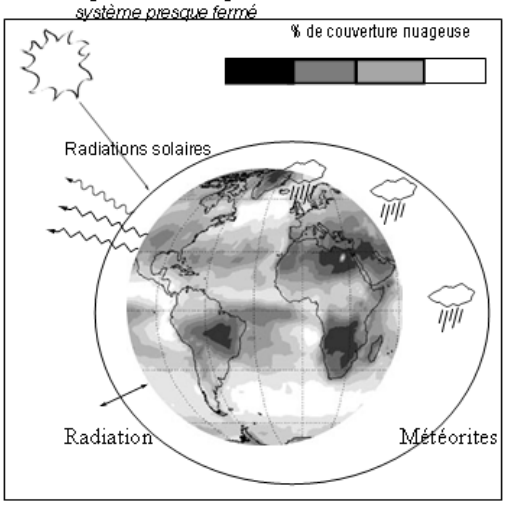


Figure EA-I-25: Photographie du système Terre à l'échelle régionale, en faisant apparaître des entrées et des sorties

© Weldon Owen Inc. 1998 *Over California* by Kevin Starr. Photography by Rog Morrison

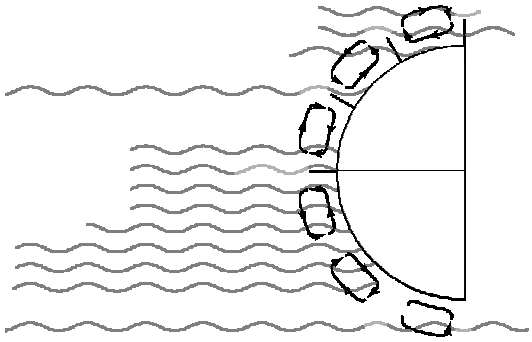
Le système Terre à l'échelle mondiale : l'atmosphère (Air)

L'atmosphère est l'enveloppe gazeuse de la Terre. Les propriétés locales des couches inférieures varient avec des échelles de temps allant de la minute aux saisons ou aux années. Les vents changent en vitesse et en direction, les nuages se forment et se dissipent, les précipitations tombent, l'humidité augmente puis disparaît, quelques traces de gaz, comme l'ozone augmentent puis disparaisse ensuite, et la température de l'air s'élève puis chute. Ces variations locales sont dues aux cycles annuels et journaliers de l'exposition à la lumière du soleil, et à quelques changements dans la circulation océanique, comme le phénomène El Nino. La structure moyenne de l'atmosphère, sa composition, et le climat, changent avec des échelles de temps allant de la dizaine d'année au million d'années.

Comme montré dans la Figure EA-I-6, les tropiques reçoivent plus d'énergie surfacique du soleil que les zones tempérées ou polaires. En réalité, même si les tropiques émettent plus d'énergie vers l'espace que les latitudes supérieures, ils reçoivent plus d'énergie qu'ils n'en reçoivent ! Où peut donc aller cet excèdent énergétique ? La circulation de l'atmosphère et des océans achemine cette énergie sous forme de chaleur vers les latitudes supérieures.

Si nous considérons le mouvement Nord-Sud moyen de l'atmosphère, l'air chaud proche de l'équateur remonte vers les pôles. Autour d'une latitude de 30°, l'air se refroidit, retombe, et redescend vers l'équateur. Un schéma similaire existe dans les zones polaires, avec de l'air qui s'élève à environ 60° de latitude pour redescendre au niveau des pôles. Les zones tropicales et polaires encerclent donc les zones tempérées et déclenchent la circulation atmosphérique. Par conséquent, l'air des zones tempérées se déplace vers les pôles à basse altitude, s'élève lorsqu'il arrive à une latitude de 60°, puis retourne vers l'équateur pour redescendre à une latitude de 30°. L'interaction entre l'air chaud et l'air froid entre les latitudes de 30° et de 60° provoque des anticyclones ou des zones de basse pression résultant en tempêtes. Ces zones de pression se déplacent d'Ouest en Est. Voir Figure EA-I-27.

Figure EA-I-27 Circulation atmosphérique Générale



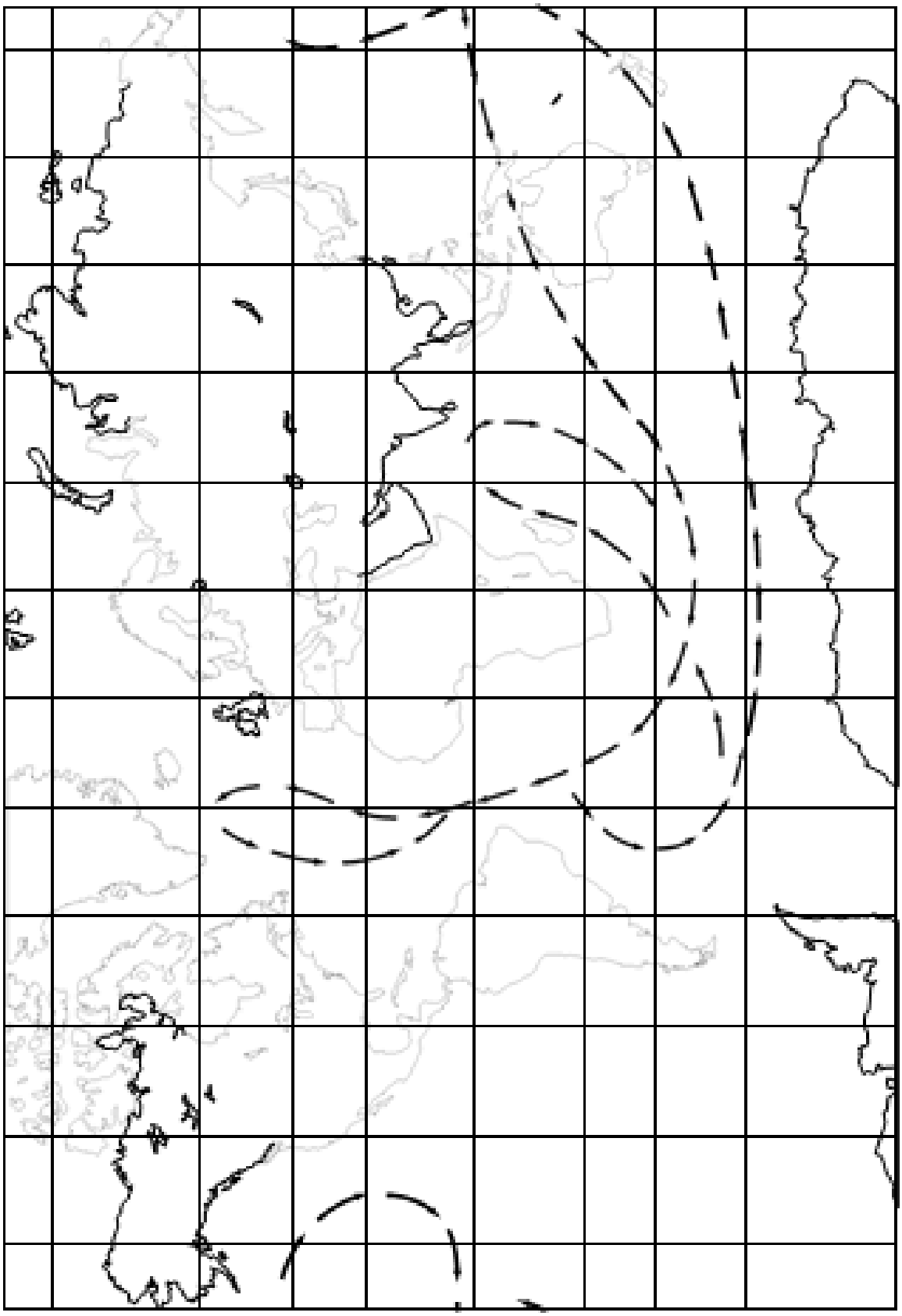
Les composants du système Terre à l'échelle mondiale : l'hydrosphère (Corps d'eau)

L'hydrosphère entoure toutes les masses d'eau sur Terre, y compris les eaux souterraines. A l'échelle mondiale, les océans et les mers les plus grandes sont les plus important. Les échelles de temps auxquelles les océans varient peuvent s'étendre du mois au niveau de la surface, jusqu'au millier d'années pour la circulation océanique profonde.

L'océan reçoit de l'énergie du soleil, transmis à travers l'atmosphère. L'albédo (la part reflétée) des océans est relativement bas, autour de 0.1, ce qui signifie que 90% de la radiation solaire incidente sur l'océan est absorbée. Les océans échangent aussi des radiations à hautes longueurs d'onde (radiations thermiques) avec l'atmosphère.

Circulation océanique

La circulation au sein des océans se produit selon deux processus basiques. Le premier est la circulation horizontale de la couche supérieure, qui est provoquée par les vents de surface. Cette circulation surfacique est couplée avec la circulation océanique profonde (thermohaline) qui est provoquée par des différentes dans la densité de l'eau de mer due aux changements en température et en salinité. Au cours de l'hiver dans les régions polaires, la surface des océans se refroidit et de la glace qui existe depuis des années, dont l'épaisseur peut atteindre 10m.



Toutefois, l'épaisseur moyenne de la glace est de 3 mètres dans l'Arctique, et de 1,5 mètres dans l'Antarctique. Sous la pression du vent et des courants océaniques, la glace se brise et se déplace. Les craquements exposent les zones des océans relativement chauds à une atmosphère plus froide pendant l'hiver. En été, cela permet de grands échanges d'énergie depuis les latitudes plus élevées où la température de l'eau est juste sur le point de geler.

Cette glace dans les océans a un grand cycle saisonnier et change sur des échelles de temps allant de quelques semaines à quelques mois. L'amplitude de ces changements saisonniers est très sensible aux conditions climatiques de l'atmosphère et des océans, prolongeant les échelles de temps associées aux variations de glace en mer de mois en dizaine de millier d'années.

Glace continentale

Les glaces continentales comprennent des couches de neige comme celles de l'Antarctique (jusqu'à 4 km d'épaisseur) ou du Groenland (jusqu'à 3 km d'épaisseur), ainsi que les glaciers (épais en général de 10 à 100 m). La plupart de l'eau douce sur terre est contenue dans ces couches de glace. La glace continentale est formée par une accumulation de neige sur la surface et de sa compression. Ce processus est très lent par rapport aux changements des glaces océaniques. Les couches de glace évoluent sur des échelles de temps allant des mois, pour les glaciers les plus rapides, à des dizaines de milliers d'années. Ces changements à plus long termes sont associés aux âges des glaces.

Même gelée, l'eau coule des montagnes vers les océans. Lorsque la neige tombe en hiver, fond au printemps, surgit d'une source de montagne, coule dans un ruisseau puis dans une rivière pour finir dans l'océan, ce voyage est accomplit en une année ou moins. Lorsque la neige tombe sur un glacier, le voyage devient beaucoup plus long, et peut durer plusieurs années. Les couches les plus profondes des couches du Groenland qui ont été échantillonnées correspondent à une chute d'il y a 250.000 ans, et sont une des sources principales d'information sur les changements climatiques à long termes.

.

Les composants du système Terre à l'échelle mondiale : La pédosphère (Sol)

La pédosphère est la partie de la surface de la Terre couverte par les matières organiques et les roches et minéraux de taille inférieure à 2.0 mm, ainsi que les organismes qui y vivent. La température de la surface de la pédosphère répond rapidement aux cycles journaliers et saisonniers, et les changements d'échelle de temps varient de l'heure au mois. L'albédo d'un sol nu est grossièrement égal à 0.3, ce qui signifie que 70% de la radiation solaire incidente est absorbée. Cependant, il existe différents types de sols, et ce nombre varie donc d'un endroit à l'autre au cours des saisons. La surface de la terre est souvent couverte par la végétation qui intercepte la lumière du sol avant qu'elle n'atteigne la terre.

Tout comme l'atmosphère et les océans, il y a des mouvements au sein de la pédosphère et de la lithosphère qui permettant de redistribuer l'énergie reçue par le soleil. La conduction, la convection, et les processus de radiation permettent tous de répartir l'énergie dans le profil de sol. La quantité et la répartition de cette distribution dépendent des propriétés du sol, comme sa densité volumique, la quantité d'eau qu'il contient, et les matières organiques qu'il contient.

La pédosphère forme par conséquent une interaction des cinq caractéristiques de formation des sols: la matière originale (ce qui constitue initialement la terre), le climat (macro et microclimat), la topographie (notamment les pentes, leur position et l'aspect), le biote (les plantes, animaux, humains et tout autre organisme), et la durée d'interaction entre ces facteurs. Quatre processus principaux permettent de répondre à ces facteurs : ajouts, pertes, transferts et transformations. Les ajouts comprennent les entrées comme la chaleur et l'énergie, l'eau, les nutriments, les matières organiques, ou les dépôts de matière. Les pertes d'énergie et de chaleur, d'eau, de nutriments absorbés par les plantes, et l'érosion de la terre sont des phénomènes qui se produisent aussi. Les transferts se produisent lorsque la matière dans le sol, comme l'eau, l'argile, le fer, et les

nutriments ou les matières organiques bouge d'un profil à un autre. Les dernières transformations comprennent les changements de constituants du sol d'une forme en l'autre, comme de l'eau liquide en glace, ou de l'oxyde de fer en fer. Chacun de ces cinq facteurs et des quatre processus associés produisent un profil de sol identifié avec ces attributs et caractéristiques particulières.

Pour des conditions de drainage idéales, lorsque la respiration des organismes et des racines dans la terre est optimale, une grande quantité de dioxyde de carbone est produite. Le pourcentage de dioxyde de carbone dans le sol peut être 10 à 100 fois supérieur à celle de l'atmosphère située juste au-dessus. Ce dioxyde de carbone prisonnier devient une source pour l'atmosphère, puisqu'il se diffuse vers la surface, puis est relâché lorsque la terre est remuée. La respiration est la seule source de dioxyde de carbone pour l'atmosphère. Les matières organiques du sol en décomposition fournissent une large réserve de dioxyde de carbone et de CH4 pour l'atmosphère.

L'azote est l'élément le plus abondant dans l'atmosphère. Cependant, il n'est pas dans une forme utilisable par les plantes, et est le plus souvent le facteur limitant à leur croissance. Les organismes du sol, et certains processus, permettent de convertir l'azote atmosphérique dans une forme utilisable par les plantes. Ces formes sont les nitrates (NO3) et l'ammoniac (NH4à. D'autres organismes convertissent les formes organiques de nitrates pour qu'elles soient utilisables par les plantes. L'azote peut aussi provenir du sol qui devient une source pour l'atmosphère et pour les eaux de surface.

Les composants du système Terre à l'échelle mondiale : Végétation Terrestre (Plantes et Couverture terrestre)

La végétation terrestre effectue le lien entre l'atmosphère et la terre. Les plantes isolées forment cette connexion sur des échelles de temps allant de quelques semaines à mille ans. Cependant, la végétation terrestre affecte collectivement le système Terre sur des échelles de temps s'étendant sur des saisons jusqu'à plusieurs milliers d'années. Tandis que les plantes grandissent, elles reforment l'environnement autour d'elles. Elles éclipsent la surface, bloquent le vent, interceptent les précipitations, prélèvent des nutriments du sol et des gaz de la terre, protègent la terre de l'érosion et couvrent le sol de feuilles et de déchets et augmentent la quantité de matières organiques contenues dans le sol. Ainsi, la végétation terrestre joue un rôle significatif dans les cycles énergétiques et biogéochimiques. En particulier, la croissance des forêts entraîne une diminution significative des taux de dioxyde de carbone.

Objectifs pédagogiques

Les étudiants participant aux activités présentées dans ce chapitre devraient améliorer leurs compétences scientifiques, et comprendre un certain nombre de concepts scientifiques. Ces capacités comprennent l'utilisation d'un panel d'instruments et de techniques pour effectuer des mesures et pour analyser les données obtenues en parallèle d'une approche plus générale du sujet. Les capacités d'étude scientifiques répertoriées dans le cadre gris tiennent compte que le professeur ait réalisé protocole entièrement, y compris la section d'observation des données. Si cette section n'est pas effectuée, toutes les compétences ne seront pas acquises. Les concepts scientifiques sont établis selon les critères nationaux en vigueur aux Etats-Unis, et recommandés par le conseil national de la recherche des Etats-Unis, traitant entre autres des Sciences de la Terre et des Sciences Physiques. Les concepts géographiques sont issus des critères similaires. D'autres concepts spécifiques aux mesures atmosphériques ont été ajoutés. Le cadre gris initiant chaque protocole ou chaque activité pédagogique donne les concepts scientifiques essentiels et les compétences mises en œuvre. La table ci-dessous présente quels concepts et quelles capacités qui sont travaillées dans chaque protocole ou activité pédagogique.

Protocoles

Protocole d'éclosion des bourgeons
Les étudiants vont sélectionner des arbres sur un site d'échantillonnage de couverture du sol ou sur un site d'étude phénologique et vont observer l'éclosion des bourgeons.

Protocole de verdissement
Les étudiants vont observer l'éclosion des bourgeons et la croissance des feuilles des arbres, des arbustes ou des pousses sélectionnés.

Protocole de fanaison
Les étudiants vont utiliser un guide GLOBE des couleurs des plantes pour étudier le changement de couleurs des feuilles des arbres, arbustes ou des pousses sélectionnés.

*Protocole des colibris à gorge rouge (RTHU)***
Les étudiants vont observer l'arrivée et le départ des colibris à gorge rouge, compter le nombre de visites des colibris aux fleurs et à des dispositifs d'alimentation artificiel, et vont étudier leur comportement de nidation.

Protocole phénologique du lilas
Les étudiants étudient les cinq phases de croissance d'un lilas commun ou cloné.

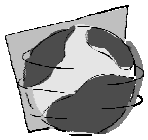
Protocole des jardins expérimentaux
Les étudiants plantent un jardin et observent au cours de l'année la floraison et les étapes du développement des feuilles ou de plantes sélectionnées.

Protocole phénologique d'observation de la reproduction des algues de mer
Les étudiants vont collecter des algues de mer choisies et vont observer les phases phénologiques de la reproduction des algues de mer.

Protocole d'observation des migrations des oiseaux arctiques
Les étudiants vont observer, au cours de l'année, lorsque des espèces spécifiques d'oiseaux migratoires arrivent et les compter jusqu'à ce qu'il n'en reste peu ou plus du tout.

* Voir la version électronique complète du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.
** Version papier séparée disponible sur demande pour les écoles des régions dans lesquelles le protocole peut être effectué. Le protocole et le matériel sont également disponibles dans la version électronique du *Guide de l'enseignant* disponible sur le site web de GLOBE ainsi que sur CD-ROM.

Introduction



Pourquoi étudier la phénologie ?

Chaque année, lorsque les conditions deviennent plus favorables pour la croissance des plantes, une vague verte se répand sur la surface des terres (verdissement) puis se retire lorsque les conditions deviennent moins favorables pour la croissance des plantes (fanaison). Ces vagues sont importantes car elles sont directement reliées à l'équilibre planétaire en carbone et à la quantité de dioxyde de carbone (CO_2) présent dans l'atmosphère. La période comprise entre le verdissement et la fanaison, ou la *sénescence*, est connue sous le nom de *saison de croissance*, et des changements dans la durée de la saison de croissance peuvent être une indication d'un changement de climat planétaire. Par exemple, des scientifiques ont récemment découvert que la saison de croissance a augmenté de huit jours depuis les années 1980 aux hautes latitudes (Nord). Cependant, leur conclusion est sujette à controverse car elle n'est basée que sur des observations satellite. Des observations sur le terrain du verdissement et de la fanaison des plantes sont nécessaires pour valider ces types d'estimations satellite.

Pourquoi prendre des mesures phénologiques ?

Des estimations basées sur la télédétection sont soumises à des interférences dues à des petits ou gros nuages, à la brume atmosphérique et à d'autres propriétés atmosphériques qui affectent la quantité de la végétation détectée par le satellite. D'autres problèmes, comme un faible angle de vue aux hautes latitudes, une représentation géométrique pauvre et le vieillissement des capteurs peuvent également affecter les estimations des scientifiques sur la quantité de végétation. Les observations des étudiants GLOBE forment un réseau planétaire unique d'observations phénologiques des plantes sur le terrain et aideront les scientifiques à valider leurs estimations des changements de la saison de croissance à l'échelle planétaire basées sur des données satellites.

Vue générale

La phénologie est l'étude de la réponse des organismes vivants aux changements climatiques et saisonniers dans leur environnement. Les changements saisonniers comprennent les variations de la durée du jour ou de l'ensoleillement, des précipitations, de la température et d'autres facteurs qui contrôlent la vie. Cette étude se concentre sur la phénologie des plantes durant le verdissement et la fanaison. La saison de croissance des plantes correspond généralement à la période comprise entre le verdissement et la fanaison. Le verdissement et la fanaison peuvent être utilisés afin d'examiner des schémas régionaux et mondiaux de la végétation, des tendances d'une année à l'autre et les réponses de la végétation au changement de climat.

Le verdissement des plantes est initié lorsque la *dormance* (un état de croissance et de métabolisme suspendus) cesse à cause de conditions environnementales comme un plus grand nombre d'heures d'ensoleillement ainsi que des températures plus élevées dans les régions tempérées, de la pluie et des températures plus fraîches dans les déserts ou les régions semi-arides. Tandis que les plantes démarrent leur floraison, la chlorophylle des feuilles absorbe la lumière du soleil pour la photosynthèse. La photosynthèse fixe les atomes de carbone pour former un tissu végétal. Pour les aider à développer des modèles informatiques du dioxyde de carbone atmosphérique, les scientifiques ont besoin d'informations sûres quant au début et à la durée de la floraison (lorsque la photosynthèse se produit activement durant la journée). C'est particulièrement important car la durée de la saison de croissance semble avoir augmenté terriblement en certains endroits du globe. Surveiller la durée de la saison de croissance est important pour détecter le changement de climat et pour comprendre le cycle du carbone – un des cycles biogéochimiques clés présenté en introduction.

Lorsque les plantes utilisent la photosynthèse, elles pompent aussi de l'eau du sol qui se déplace à travers les racines les tiges des plantes, puis à partir des feuilles elle est

relâchée dans l'atmosphère. Cela affecte la température et l'humidité de l'atmosphère, ainsi que l'humidité du sol. Lors de la fanaison, ce pompage d'eau diminue ; les plantes réduisent leurs pertes d'eau quand leur approvisionnement en eau est très limité, pendant l'hiver pour les plantes caduques et pendant les périodes sèches pour les plantes désertiques. Ainsi, connaître la durée et le moment du verdissement et de la fanaison est important pour comprendre le cycle de l'eau dans sa totalité. Les scientifiques utilisent également des estimations de la végétation basées sur des données satellites pour cartographier les risques d'incendies sauvages. Les zones à forte végétation constituent un risque faible d'incendies sauvages, alors que les zones à plus faible végétation constituent un risque plus important d'incendies sauvages. Les scientifiques qui étudient les migrations d'animaux comme le caribou utilisent des cartes de la verdure pour mieux comprendre les schémas migratoires de la population animale.

Comme cela a été évoqué dans *l'étude de la couverture du sol et de la biologie*, les plantes vertes saines réfléchissent beaucoup plus de lumière infrarouge que de lumière visible. Les scientifiques utilisant la télédétection utilisent les estimations de la réfléctance infrarouge et visible basées sur des données satellites pour faire un index de la végétation. De nouvelles et meilleures données satellites sont maintenant disponibles grâce au MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer / Spectromètre imageur à moyenne résolution), un instrument embarqué sur un satellite d'observation de la Terre de la NASA lancé en décembre 1999. Ce satellite fait partie d'un effort international coordonné ayant pour but d'utiliser beaucoup de satellites et d'instruments pour étudier l'environnement. Cependant, les scientifiques auront besoin d'observations de la phénologie des plantes des étudiants GLOBE pour les aider à valider leurs estimations de la végétation tout autour du monde issues de ce satellite et d'autres.

Protocole	**Eclosion des bourgeons**	**Verdissement**	**Fanaison**
Quelles sont les procédures effectuées ?	Observer et reporter les dates de la floraison	Observer et reporter les dates du verdissement et la croissance des feuilles	Observer et reporter les dates de changements de couleur à la fanaison
Où les procédures sont-elles effectuées ?	Site d'étude de la phénologie des plantes ; Un site proche des sites d'étude de l'atmosphère, de la température et de l'humidité du sol est préféré.		
Quand les procédures sont-elles effectuées ?	Deux fois par semaine, à partir d'au moins deux semaines avant la date prévue du début de l'éclosion des bourgeons, puis chaque jour jusqu'à ce que des bourgeons éclos soient repérés en trois endroits d'un arbre.	Deux fois par semaine, à partir d'au moins deux semaines avant la date prévue du début de l'éclosion des bourgeons jusqu'à ce que la taille des feuilles cesse de croître.	Deux fois par semaine, à partir de deux semaines avant la date prévue du début de la fanaison jusqu'à ce que le changement de couleur des feuilles soit terminé ou bien que les feuilles tombent.
Quel équipement est nécessaire ?	Fiches de relevé de données, clés de l'identification des plantes.	Marqueur indélébile, règle graduée en mm, boussole, appareil photo, fiches de relevé de données, clés de l'identification des plantes, calculatrice (facultative)	Marqueur indélébile, Guide GLOBE des couleurs des plantes, boussole, appareil photo, clés de l'identification des plantes, fiches de relevé de données.

Logistique des mesures

GLOBE propose trois protocoles sur la phénologie des plantes : L'éclosion des bourgeons, le verdissement et la fanaison. Les

protocoles d'éclosion des bourgeons et de *verdissement* sont liés mais sont conçus pour des situations différentes. Le verdissement et la fanaison nécessitent le même site d'étude. Le Protocole d'éclosion des bourgeons est plus approprié si au moins une des conditions suivantes est remplie :

1. Les étudiants ne peuvent pas atteindre les bourgeons sur les arbres pour mesurer la longueur des feuilles avec un mètre comme demandé dans le protocole de floraison.
2. Votre école sera en grandes vacances avant que la version complète du protocole de verdissement ne soit terminée. Cela peut arriver pour des écoles situées dans des climats très froids où la croissance de printemps ne démarre que tard dans l'année. (Si le temps le permet, les étudiants pourront faire le protocole de fanaison en automne si la rentrée a déjà eu lieu).
3. Le professeur ne souhaite pas consacrer le temps supplémentaire nécessaire au protocole de verdissement. Les protocoles de verdissement et de fanaison permettent une analyse quantitative plus en profondeur de la phénologie des plantes.

Objectifs pédagogiques

Les étudiants qui participent aux activités présentées dans ce chapitre doivent acquérir des compétences et une compréhension d'un certain nombre de concepts. Ces compétences comprennent l'utilisation d'instruments et de techniques diverses pour prendre des mesures et analyser les données qui en résultent avec une approche scientifique générale. Les compétence*s de recherche scientifique* listées dans le cadre grisé sont basées sur l'apriori que l'enseignant a réalisé le protocole en entier, y compris la partie *Analyse des données*. Si cette partie n'est pas faite, toutes les compétences de recherche ne seront pas développées. Les *Concepts scientifiques* inclus sont mis en évidence dans la grille des standards pédagogiques scientifiques nationaux des Etats-Unis, comme recommandé par le Conseil National Américain de la Recherche, et comprend les concepts de science de la Terre et de l'espace et de science physiques. Les *Concepts Géographiques* sont issus des Standards Géographiques Nationaux (USA) préparés par le Projets des Standards Pédagogiques Nationaux (USA). Des *concepts supplémentaires* spécifiques aux mesures hydrologiques ont été également inclus. Le cadre grisé au début de chaque protocole ou activité d'apprentissage présente les concepts clés et les compétences de recherche scientifique couvertes. Le tableau suivant présente un résumé indiquant quels concepts et compétences sont couverts dans quels protocoles ou activités d'apprentissage.

Standards pédagogiques scientifiques nationaux (USA) : Phénologie

Standards pédagogiques scientifiques nationaux	Protocoles				
	Eclosion des bourgeons	Verdissement	Fanaison	Colibris	Jardins expérimentaux
Sciences de la Terre et de l'Espace					
Changements sur la Terre et dans le Ciel (K-4)					
Le temps change de jour en jour au cours des saisons	♦	♦	♦	♦	
Le temps peut être décrit par des quantités mesurables				♦	
Propriétés des matériaux de la Terre (K-4)					
Les sols ont des propriétés de couleur, de texture et de composition ; ils supportent la croissance de beaucoup de types de plantes					
Structure du système terrestre (5-8)					
Les sols sont formés de roches et de matière organique décomposée					
L'eau circule à travers la biosphère, la lithosphère et l'hydrosphère (cycle de l'eau)					
L'énergie du système terrestre (9-12)					
Le soleil est la source d'énergie principale à la surface de la Terre	♦	♦	♦	♦	
Sciences de la vie					
Les caractéristiques des organismes (K-4)					
Les organismes ont des besoins élémentaires		♦	♦	♦	♦
Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits	♦	♦	♦	♦	
La Terre a beaucoup d'environnements différents qui supportent différentes combinaisons d'organismes		♦	♦	♦	
Les organismes et leurs environnements (K-4)					
Les fonctions des organismes sont reliées à leur environnement		♦	♦	♦	♦
Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent	♦	♦	♦		
Les cycles de vie des organismes (K-4)					
Les plantes et les animaux ont des cycles de vie	♦	♦	♦	♦	♦
Les plantes ressemblent beaucoup à leurs parents					♦
Régulation et comportement (5-8)					
Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser des ressources tout en vivant dans un environnement en constante évolution.				♦	♦
L'interdépendance des organismes (9-12)					
Les organismes sont à la fois en coopération et en compétition dans les écosystèmes				♦	
La population d'un écosystème est limitée par ses ressources				♦	
Matière, Energie et organisation dans les systèmes vivants (9-12)					
L'énergie nécessaire à la vie provient principalement du soleil	♦	♦	♦		♦
Les systèmes vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour maintenir leur organisation physique et chimique	♦	♦	♦		♦
Le comportement des organismes (9-12)					
L'interaction des organismes dans un écosystème a évolué au cours du temps				♦	
Géographie					
Le monde en terme spatial (K-12)					
Les plantes aident à définir le caractère et la répartition spatiale des écosystèmes à la surface de la Terre.					♦

Protocole de mesure d'éclosion des bourgeons

Objectif général

Observer l'éclosion des bourgeons sur des arbres sélectionnés sur un site d'échantillonnage de couverture de terrain, ou sur un site phénologique désigné.

Objectif spécifique

Dans les endroits où il y a des arbres, les étudiants devront en sélectionner deux et relever la date de l'éclosion des bourgeons.

Compétences

Les étudiants devront être capables,

- de déterminer la date de l'éclosion des bourgeons au début de la saison;
- d'établir la relation entre l'éclosion du bourgeon et les facteurs climatiques;
- de communiquer leurs résultats à d'autres écoles associées au projet GLOBE;
- de collaborer avec ces écoles, de leur pays ou d'ailleurs;
- de partager les observations en rentrant leurs données dans les archives de GLOBE;
- de comparer les variétés phénologiques parmi les différentes espèces, et
- de prédire les dates d'éclosion des bourgeons pour les saisons à venir.

Concepts scientifiques

Sciences de la Tterre et de l'espace

Le temps change tous les jours et selon les saisons.

Le soleil est la source principale d'énergie à la surface de la terre.

Sciences de la vie

Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont assurés.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

L'énergie permettant la vie provient essentiellement du soleil.

Les systèmes vivants nécessitent une source continue d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Compétences scientifiques

Estimer les espèces principales de plantes.

Identifier les différentes espèces de plantes.

Identifier les problématiques.

Concevoir et mener des recherches scientifiques.

Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données.

Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.

Identifier et analyser les explications intermédiaires.

Communiquer les procédures, les descriptions et les explications.

Durée

Sélection des sites et des arbres (sans compter les trajets) : 1 heure

Visites journalières (sans compter les trajets): 15 minutes

Niveau

Tous niveaux

Fréquence

Initialement, deux fois par semaine, deux semaines avant l'éclosion présumée. Après l'émergence des feuilles, visites journalières jusqu'à la fin de l'éclosion.

Matériel et instruments

Fiche de relevé de données d'éclosion des bourgeons
Fiche de définition du site d'éclosion des bourgeons
Guide de terrain de définition du site
Guide de terrain de l'éclosion des bourgeons
Guide de terrain de protocole GPS (si nouveau site)
Fiche de relevé de données de protocole GPS (si nouveau site)
Jumelles (optionnelles)
Récepteur GPS (si nouveau site)
Guide d'identification des arbres

Préparation

Savoir comment déterminer les espèces dominantes d'arbres dans le site choisi

Locaux
Familiariser les élèves avec le guide d'identification des arbres locaux

Pré requis

Aucun

Support pour l'enseignant

Qui peut réaliser le protocole d'éclosion des bourgeons?

Premièrement, vous devez décider si vous vivez dans une zone appropriée pour le protocole GLOBE d'éclosion des bourgeons. Vous devez vivre dans une zone avec des arbres. Les arbres à feuillage persistant et les arbres saisonniers ont des bourgeons et vous pouvez donc utiliser les deux types. Les zones dominées par les buissons possèdent aussi une phénologie mais les fluctuations annuelles sont telles qu'une surveillance précise prend plus de temps. Si vous vivez dans une zone tropicale avec un climat usuel humide et chaud, vous ne devriez pas observer de grands cycles annuels. Toutefois, si vous subissez une saison sèche, au cours de laquelle les arbres perdent la majorité de leurs feuilles, vous pouvez participer à l'étude. Vous vivez probablement dans une zone du monde dont nous n'avons qu'une connaissance très basique de la phénologie de la végétation.

L'éclosion des bourgeons est un des trois protocoles de phénologie des plantes. Pour savoir quel protocole est le plus approprié pour votre classe, consultez la section de logistique des mesures dans la section d'introduction des protocoles phénologiques.

Sélection du site

Pour choisir votre site, vous avez plusieurs options.

1. Une manière convenable serait d'utiliser un site préexistant, si des observations fréquentes des sites sont pratiques.
2. Vous pouvez créer un nouveau site d'étude d'éclosion des bourgeons, nous vous suggérons de sélectionner un site près de votre école et d'où les étudiants habitent. Vous pouvez utiliser les terres de votre école ou tout autre site qui inclus des arbres originaux bénéficiant d'un entretien minimal. Identifiez la latitude, la longitude et l'altitude du site en suivant le *protocole GPS Globe.*

   Vous devez observer les arbres qui représentent autant que possible la végétation générale. Si vous vivez dans une zone ou la majorité des arbres sont irrigués ou fertilisés, alors un arbre irrigué fait l'affaire. Sinon, si les arbres grandissent sans aucune irrigation, ne prenez pas d'arbres irrigués. Puisque les résultats de ce protocole seront combinés avec des données de températures et de précipitations de l'étude GLOBE de l'atmosphère, essayez de sélectionner un site près du site d'étude de l'atmosphère.

Sélection de l'arbre sur votre Site

Les mesures d'éclosion des bourgeons sont rapides et faciles. Par conséquent, vous pouvez soit consacrer seulement quelques minutes par jour pour vos observations ou construire une étude plus profonde. En fonction de votre disponibilité et de votre intérêt, sélectionnez une des trois stratégies de mesures:

1. Eclosion des bourgeons pour les espèces dominantes.

Si vous utilisez un site d'échantillonnage pour la surface terrestre, repérez les espèces dominantes de la forêt. Si vous utilisez un nouveau site, inspectez visuellement la forêt pour en repérer les espèces dominantes. Estimez la couverture lorsque les plantes ont leur feuillage complet. Si vous sélectionnez un site dont le feuillage dont n'est pas total, faites de votre mieux pour estimer les trois espèces qui constitueront l'essentiel du feuillage. Si dans votre zone deux espèces ou plus sont prédominantes, sélectionnez en une et notez ces informations en tant que commentaire sur la *fiche de relevé de données d'éclosion des bourgeons*.

2. Eclosion des bourgeons pour les autres espèces.

Si vous souhaitez étudier les aspects phénologiques des différentes espèces, d'autres arbres pourraient être identifiés pour l'analyse de l'éclosion des bourgeons.

3. Eclosion des bourgeons pour toutes les espèces.

Dans beaucoup des forêts ou de parcs, il y a deux niveaux de végétation (comme les arbres et les buissons). Les plantes vivant sous les couches supérieures possèdent souvent des cycles phénologiques très différents des plantes supérieures. Ces plantes peuvent être des buissons ou de petits arbres et peuvent être aussi mesurées. Si les buissons et les petits arbres vivent sous la couche supérieure des arbres, elles sont considérées comme appartenant à la couche supérieure. Cette information doit être entrée dans la section des données parallèles de la fiche de définition du site d'étude l'éclosion des bourgeons.

La différence phénologique entre la végétation

supérieure et inférieure est scientifiquement importante et les écoles sont encouragées à mesurer les deux, dans la mesure du possible Une fois que vous avez décidé des mesures que vous souhaitez effectuer, vous devez décider quels arbres observer. Sélectionnez au moins deux arbres et étiquetez-les numériquement. Les arbres que vous sélectionnez doivent répondre à plusieurs critères:

- Les arbres doivent être facilement accessibles.
- Dans l'idéal, les bourgeons doivent être visibles à l'œil nu. Autrement, une paire de jumelle peut être utilisée pour les bourgeons individuels.
- Autant que possible, sélectionnez trois espèces originales. Les espèces non autochtones, ou exotiques, ont des cycles phénologiques qui ne sont pas nécessairement liés au climat local. Les fruits de ces arbres en sont un exemple classique. Vous pouvez avoir lu dans les journaux qu'un printemps tardif avait ruiné les récoltes de fruits dans votre région. Le plus souvent, c'est car les espèces exotiques n'ont pas évoluées pour survivre dans le climat local. Si vous n'êtes pas sur de l'origine de vos plantes, demandez à votre enseignant, à un agent des eaux et forêts, ou à tout personnel compétent d'un lycée ou d'une université.

Mesure de l'éclosion des bourgeons

Le moment de l'éclosion des bourgeons sur même arbre peut varier de plusieurs jours d'une branche à l'autre. Les branches supérieures peuvent être difficiles à voir. Pour cela, en utilisant les mesures ci-dessous, vous allez noter les dates pour lesquelles l'éclosion des bourgeons s'est produite à trois endroits différents d'un même arbre.

- Puisque l'éclosion des bourgeons est largement variable d'une année à l'autre, vous devrez commencer la surveillance bien avant la date moyenne de l'éclosion. Demandez à un professeur de biologie ou quelqu'un de votre communauté locale s'ils ont des archives concernant l'éclosion des bourgeons pour votre région. Vous pouvez essayer de contacter les sociétés d'horticulture locale, les écoles ou départements de biologie des universités. La date ne doit pas être nécessairement exacte. Vous devez juste établir à quel moment est-ce que, en moyenne, les feuilles commencent à apparaître.
- Au printemps, deux semaines ou plus avant la date moyenne d'éclosion des bourgeons, la classe entière, ou tout au moins les étudiants qui effectueront les mesures, et visiter le site d'étude de l'éclosion des bourgeons, pour déterminer quels arbres observer.
- Visitez votre site initialement deux fois par semaine. Observez les bourgeons sur les arbres. Les bourgeons semblent-ils s'ouvrir, ou certains sont-ils déjà ouverts ? Pouvez-vous observer les signes de quelques petites feuilles sortant du bourgeon ? Dans ce cas, il s'agit du début de l'éclosion des bourgeons et vous devriez commencer à visiter le site quotidiennement. Dès que vous avez remarqué trois zones sur l'arbre où les bourgeons sont éclos, notez cette date comme date d'éclosion dans la fiche de relevé de donnée d'éclosion des bourgeons. Trois bourgeons ne suffisent pas, vous cherchez des bourgeons sur trois différentes parties de l'arbre. Vous devriez avoir une date pour chaque arbre.
- Les observations des bourgeons peuvent être faites à n'importe qu'elle heure de la journée.

Encadrer les étudiants

Il est très important que quelqu'un visite le site au moins deux fois par semaine juste que l'éclosion des bourgeons commence à se produire. Après cela, effectuez des observations quotidiennes afin d'estimer précisément le jour pour lequel trois parties de l'arbre auront des bourgeons éclos. En fonction de la rapidité de l'éclosion, le nombre de visites sur le site pourra varier, et partager les responsabilités entre les étudiants pourraient rendre la tache plus aisée. Essayer d'établir un emploi du temps afin que les étudiants puissent alterner les visites du site, avec leurs parents ou un autre adulte si nécessaire. Cela va minimiser le risque de ne pas visiter le site suffisamment. En notant la date de la dernière observation avant que les bourgeons n'éclosent, chaque utilisateur de vos données saura combien de jours manquent (si c'est le cas) avant la date de l'éclosion et par conséquent, l'intervalle de temps dans lequel l'éclosion a eu lieu.

Questions fréquentes

1. Que se passe-t-il si l'un des arbres que j'observe est abattu, ou meurt?

Si un arbre meurt ou est abattu, choisissez un autre arbre de la même espèce. Identifiez ce nouvel arbre avec le nombre suivant de votre séquence d'étiquetage, par exemple, 'arbre 3'. Notez ce changement dans votre fiche de relevé de donnée en temps que donnée parallèle.

2. Pouvons-nous noter plus d'une éclosion pour un site d'étude d'éclosion des bourgeons?

Oui, pourvu que tous les arbres soient dans une zone de 30 m x 30 m, vous pouvez utiliser le même site d'étude d'éclosion des bourgeons. Si vous observez des arbres plus éloignés, vous devrez définir un nouveau site.

3. Qu'entendez-vous par trois endroits isolés sur un même arbre?

Le but de cette condition est d'éviter que l'éclosion d'un seul bourgeon ne soit enregistrée comme une marque du développement phénologique général de l'arbre. Vous devez attendre jusqu'à ce qu'au moins un bourgeon soit éclos individuellement sur trois endroits isolés de l'arbre. Trois bourgeons éclos sur une seule branche ne compte pas. Par ailleurs, vous n'avez pas à vous inquiéter de la hauteur des branches, de l'orientation, ou de l'ombrage.

Définition du site d'éclosion de bourgeon

Guide de terrain

But

Sélectionner un ou plusieurs arbres d'origine locale dans la forêt, identifier les espèces et localiser la latitude, la longitude et l'altitude. Les arbres ou les buissons de la couche inférieure peuvent être sélectionnés aussi.

Ce dont vous avez besoin

- Récepteur GPS
- *Guide de terrain GPS*
- *Fiche de relevé de données GPS*
- Stylo ou crayon
- Guide d'identification des arbres locaux
- Ruban
- *Fiche de définition du site d'éclosion des bourgeons*

Sur le terrain

1. Remplacez la partie supérieure de la fiche de définition du site d'éclosion des bourgeons.
2. Utilisez le récepteur GPS et la fiche de relevé de donnée GPS pour identifier la latitude, la longitude et l'altitude. Vous n'avez pas à utiliser cela si vous utilisez un site d'échantillonnage référencé.
3. Identifiez les espèces d'arbres dominantes. Notez le genre et les espèces.
4. Marquez les arbres sélectionnés avec du ruban.
5. Complétez la section "commentaires" de votre *fiche de définition du site d'éclosion des bourgeons.*

Protocole de mesure d'éclosion des bourgeons

Guide de terrain

But

Observer l'éclosion des bourgeons à trois endroits sur votre arbre

Ce dont vous avez besoin

- Jumelles (optionnelles)
- *Fiche de relevé de données d'éclosion des bourgeons*
- Stylo ou crayon

Sur le terrain

1. A peu près deux semaines avant l'éclosion des bourgeons, visitez le site et observez les arbres sélectionnés. Notez la date. De petites feuilles vertes sortent-elles à un endroit ou un autre d'un ou plusieurs arbres?

   a. Si c'est le cas, commencez à observer les arbres chaque jour. Allez à la seconde étape.

   b. Sinon, continuez les visites deux fois par semaine.

2. Chaque jour, observez les arbres jusqu'à ce que l'éclosion des bourgeons puisse être observée à trois endroits sur chaque arbre. Notez les dates.

Protocole d'éclosion des bourgeons - analyse des données

Les données sont-elles raisonnables ?

Même si la date de l'éclosion varie au fil des années, elle a lieu lorsque les arbres ressentent des conditions de température et d'humidité qui agissent comme des interrupteurs. En d'autres mots, les arbres répondent à l'environnement local plus qu'aux dates du calendrier. L'humidité et la température influenceront la date de l'éclosion.

L'éclosion des bourgeons permet d'établir quelques caractères généraux que vous pouvez utiliser pour savoir si vos données sont raisonnables. En général, l'éclosion des bourgeons peut varier de presque un mois d'une année à l'autre. Si les archives de votre école montrent que l'éclosion des bourgeons s'est produite le 1 mars une année, puis le 30 juin l'année suivante, cela indique probablement des erreurs dans l'entrée des données. Pour une même espèce, les arbres poussant au Nord ont tendance à observer une éclosion retardée par rapport à ceux plus au sud (pour l'hémisphère nord). Les microclimats peuvent aussi affecter l'éclosion des bourgeons. Les arbres au nord des bâtiments ou les altitudes les plus basses subiront sans doute des températures plus basses et seront caractérisés par une éclosion plus tardive. En établissant vos propres mesures de l'éclosion des bourgeons, vous pouvez tester ces genres de phénomènes.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans vos données?

Les données GLOBE vont être utilisées pour obtenir une meilleure compréhension de comment les données satellites correspondent aux données sol. De plus, en utilisant vos observations de l'éclosion des bourgeons, celles des températures et des précipitations, les scientifiques seront capables de remplir plusieurs objectifs. Après avoir relevé les dates annuelles de l'éclosion des bourgeons sur divers continents, et établis les schémas climatiques qui contrôlent la phénologie dans votre région et au travers du monde, les scientifiques peuvent examiner l'influence relative de la température et de l'humidité au commencement de la saison de croissance. Eventuellement, les scientifiques pourront dresser des cartes du monde selon que cette croissance soit pilotée par la température ou l'humidité. Avec le temps, les scientifiques développeront une meilleure compréhension de la manière dont la végétation mondiale répond aux changements climatiques interannuels. Cette compréhension de la phénologie des plantes est une composante critique des modèles informatiques du système climatique mondial.

Voilà par exemple comment les scientifiques étudient la relation entre l'époque de l'éclosion des bourgeons et les conditions climatiques. Pour faire cela, vous avez besoin des données de température et de précipitations précédant l'éclosion afin d'estimer la quantité d'humidité disponible pour les arbres.

Estimation des conditions de réchauffement : calculer l'augmentation de température cumulée:

De nombreuses plantes dans différents endroits du monde ont besoin d'une quantité fixe de réchauffement pour entamer leur croissance et minimiser les risques de gel. L'augmentation de température cumulée (GDS pour Growing Degree Summation) est une mesure usuelle du réchauffement utilisée par les scientifiques. Pour cette méthode, vous aurez besoin des températures maximales et minimales pour votre école depuis le premier janvier (si vous vivez dans l'hémisphère nord), ou le premier juin (si vous vivez dans l'hémisphère sud) jusqu'à la date incluse de l'éclosion. Pour calculer le GDS:

1. Tout d'abord, pour chaque jour, calculez la température moyenne (Tmoy) en ajoutant pour chaque jour la température maximale et minimale pour chaque jour et divisant par deux, à partir du premier janvier dans l'hémisphère Nord, du premier juillet dans l'hémisphère sud.
2. En commençant le 1 janvier ou le 1 juillet, vérifiez si Tmoy est plus grande que 0°C. Si c'est le cas, notent cette température. Sinon, ignorez-la, puis attendez le jour suivant. A nouveau, vérifiez si la Tmoy est plus grande que 0°C. Si tel est le cas, notez cette température. Sinon, ignorez là à nouveau. Répétez cette opération pour chaque journée jusqu'au lendemain de l'éclosion. La somme des températures moyennes positives est votre GDS. Notez cette valeur dans la table EA-BB-3 de votre *feuille de travail.*

Par exemple, observez la série de températures suivante et la somme associée.

Tmoy (0°C)	-3	-2	2	3
GDS	0	0	2	5

Calcul de l'humidité disponible

L'humidité disponible est souvent mesurée en comparant les entrées d'eau à la surface avec la quantité d'eau qui pourrait quitter la surface. En d'autres mots, les entrées comparées au sorties. Si les entrées excèdent les sorties potentielles, l'environnement est humide. A l'inverse, si les sorties potentielles sont plus importantes que les entrées, il existe des conditions de sécheresse. Les précipitations (liquides ou solides) mesurées par votre école correspondent aux entrées. L'évaporation ou la transpiration sont les sorties. La transpiration est le procédé au cours duquel les plantes perdent de l'eau tandis qu'elles absorbent du CO2 par photosynthèse. La somme de l'évaporation et de la transpiration et appelée évapotranspiration, ou ET. l'ET peut être estimée avec précision en utilisant des équations plutôt compliquées. Pour cette activité, une estimation raisonnable peut être effectuée en utilisant une méthode de calcul très simple pour calculer une quantité associée : la quantité potentielle d'eau qui pourrait être stockée sous la surface sous les conditions de température et de précipitation. Nous parlons d'évapotranspiration potentielle, ou PET. Les étapes suivantes montrent comment calculer les entrées, les sorties et la disponibilité en humidité.

Entrées

1. Pour calculer les entrées, vous devez sommer les précipitations journalières pour les 29 jours précédant l'éclosion des bourgeons et le jour de l'éclosion (soit un total de 30 jours). Cela comprend les précipitations plus l'équivalent liquide des chutes de neige. Vous pouvez noter vos valeurs pour ces 30 jours dans le tableau EA-BBè2 dans la fiche de relevé de données des élèves. Notez la somme totale dans le tableau EA-BB-3.
2. Si de la neige couvrait le sol au moment de l'éclosion des bourgeons, vous aurez besoin de l'équivalent liquide de la profondeur de cette neige. Notez cette valeur sur la table EA-BB-3.
3. Si la neige était sur le sol le 29ème jour avant l'éclosion, vous aurez besoin d'une mesure ou d'une estimation de l'équivalent liquide de la chute de neige de ce jour là. Cela peut-être fait facilement en effectuant une extrapolation linéaire entre les deux dates les plus proches de ce 29ème jour avant l'éclosion. Sur un morceau de papier quadrillé, tracez les deux valeurs connues. La date étant sur l'axe x, l'équivalent liquide de précipitation en mm sur l'axe y. Tracez une ligne droite entre les deux points. Localisez la date recherchée et lisez la valeur correspondante sur l'axe y sur le graphe. Cela vous donnera une estimation de l'équivalent liquide de la couche de neige pour le 29ème jour avant l'éclosion des bourgeons. Entrez la valeur dans le tableau EA-BB-3.
4. Les entrées totales d'eau sont égales à la somme des précipitations liquides et de l'équivalent des couches de neige tombées depuis le 29ème jour avant l'éclosion jusqu'à l'éclosion. Notez le résultat de votre calcul sur la table EA-BB-3.

Sorties:

Pour estimer l'évapotranspiration potentielle (PET) nous nous baserons sur le concept selon lequel pour une température donnée, l'air peut seulement contenir une certaine quantité d'eau. L'air le plus chaud étant plus humide. Cela signifie que dans des conditions chaudes, le PET sera plus grand que dans des conditions froides. En réalité, le PET dépend aussi des rayonnements solaires, mais nous pouvons toujours obtenir des estimations utiles en ne se basant que sur la température. La table EA-BB-1 comprend les calculs du PET pour les températures mesurées en suivant un modèle mathématique simple.

1. Une fois que vous avez constaté l'éclosion des bourgeons, utilisez la table EA-BB-1 pour obtenir le PET. Le jour de l'éclosion, déterminez Tmoy dans la table EA-BB-1. Regardez ensuite la colonne de droite. Il s'agit de la PET en mm par jour. Notez cette valeur et la date associée sur le tableau EA-BB-2 sur la feuille de travail des élèves. Puisque ces plantes répondent à des tendances d'humidité à long-terme, notez le PET pour les 29 jours précédant l'éclosion, afin de disposer d'un total de 30 valeurs de PET.
2. Effectuez la somme des valeurs du PET des 30 jours dans le tableau EA-BB-2. Entrez le total sur les 30 jours du tableau EA-BB-3.

Différence en eau:

1. Soustrayez le PET total soit du total des précipitations, soit des arrivées totales d'eau, si l'équivalent en eau des chutes de neige ont été incluses dans votre calcul. Il s'agira ici de la différence d'eau (WD pour Water Différence). Si cette WD est positive, les conditions d'humidité sont négatives. Une WD négative indique des

conditions sèches.

2. Notez les valeurs dans le tableau EA-BB-3.

Tableau EA-BB-1

Tmoy (˚C)	PET (mm)	Tmoy (˚C)	PET (mm)
-20	0.15	16	2.3
-19	0.16	17	2.4
-18	0.18	18	2.5
-17	0.19	19	2.7
-16	0.21	20	2.9
-15	0.23	21	3.0
-14	0.25	22	3.2
-13	0.27	23	3.4
-12	0.30	24	3.6
-11	0.32	25	3.8
-10	0.35	26	4.0
-9	0.38	27	4.3
-8	0.42	28	4.5
-7	0.45	29	4.7
-6	0.49	30	5.0
-5	0.54	31	5.3
-4	0.58	32	5.6
-3	0.63	33	5.9
-2	0.68	34	6.2
-1	0.74	35	6.5
0	0.8	36	6.9
1	0.9	37	7.2
2	0.9	38	7.6
3	1.0	39	8.0
4	1.1	40	8.4
5	1.1	41	8.9
6	1.2	42	9.3
7	1.3	43	9.8
8	1.4	44	10.3
9	1.5	45	10.8
10	1.6	46	11.3
11	1.7	47	11.9
12	1.8	48	12.4
13	1.9	49	13.0
14	2.0	50	13.7
15	2.1		

Analyse des données de l'éclosion des bourgeons

Feuille de travail

Liste des abréviations:

GDS: augmentation de température cumulée (growing degree summation)

PET: évapotranspiration potentielle (potential evapotranspiration)

Tmoy: Température moyenne

WD: différence en eau (water difference)

Observations:

GDS : La somme des valeurs (températures supérieures à 0°C) entre, et en comptant, le 1 janvier (hémisphère Nord) et le 1 juillet (hémisphère sud) et le jour de l'éclosion. Si la différence entre l'altitude du site Atmosphère et Phénologique est de plus de 500 mètres, alors vous devez prendre en compte un facteur correcteur. Il s'agit de 6°C pour 1000 mètres (plus froid aux altitudes supérieures). Par exemple, si le site d'éclosion est 500 mètres plus haut, alors vous avez besoin de retirer 3°C pour chaque jour ou la température est supérieure à 0°C, puis ajouter toutes les nouvelles valeurs au-dessus de 0°C. Le tableau 2 peut être utilisé pour calculer la PET et les précipitations. Les totaux sont les sommes des valeurs pour les 30 jours (29 jours avant l'éclosion, et le jour de l'éclosion). La température moyenne pour chaque jour est la somme de la température journalière maximale et minimale, divisé par deux. Il peut être plus facile de commencer le jour de l'éclosion, et de remonter jusqu'au 30 ème jour.

Si vous avez calculé l'équivalent liquide de la couche de neige en utilisant le protocole de précipitation solide dans l'étude de l'atmosphère, vous avez besoin des valeurs de l'équivalent en eau de la couche de neige pour le jour de l'éclosion et pour le 29ème jour avant l'éclosion pour chaque branche.

Entrées d'eau cumulées = Précipitation, *or*

= Précipitation + équivalent Eau de la neige tombée sur les 29 jours précèdent l'éclosion – équivalent Eau de la couche de neige à l'éclosion.

Différence en Eau (WD) = Entrées d'eau cumulées - PET

Tableau EA-BB-2

Jour	Tmoy (˚ C)	PET (mm)	Precipitation (mm)

Tableau EA-BB-3: Données phénologiques

					Equivalent en Eau De la couche de neige				
Arbre	**Date de l'éclosion (YYYY/MM/DD)**	**GDS (˚ C)**	**PET (mm) A**	**Précipitation (mm) B**	**Début (-29 jours) (mm) C**	**Fin (à l'éclosion) (mm) D**	**Entrée cumulée (mm) E (B+C-D)**	**WD (mm) B-A or E-A**	**Observations manquées (jours)**

Un exemple de recherche étudiant

Des étudiants dans un cours de sciences de la Terre se sont vus assignés un projet de phénologie. Jusqu'alors, leur classe n'avait pas collecté de données sur l'éclosion des bourgeons, mais pensait commencer au printemps. Pour mieux comprendre la relation entre les facteurs climatiques (précisément la température, les précipitations et l'éclosion des bourgeons, ils ont décidé de regarder les données GLOBE sur le site Internet. Ils ont pu prédire que l'éclosion se produira plus tôt pour les années les plus chaudes et les plus humides.

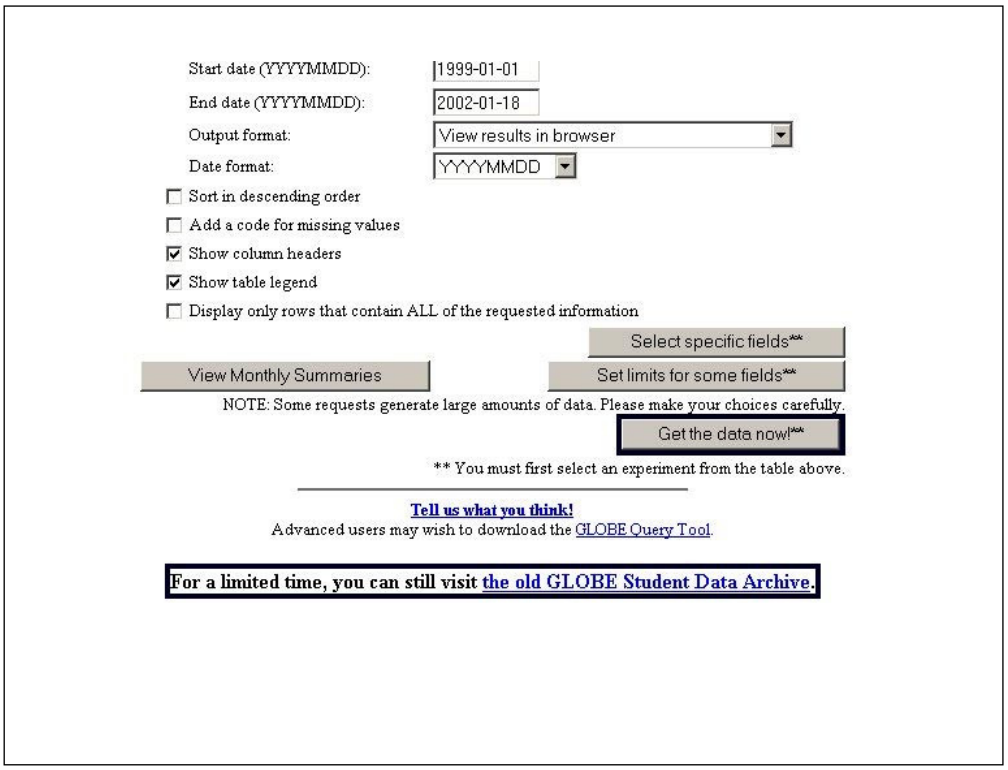
Ils ont d'abord cherché une école sur le site Internet qui avait recueilli les données d'éclosion des bourgeons, les températures et les précipitations permettant d'estimer les conditions de réchauffement et d'humidité.

Les étudiants sont allés sur la page d'accès aux données et ont sélectionné "phénologie" pour accéder aux dates de janvier. 1, 1999 et 2Kan. 1,2002, comme ci-dessous.

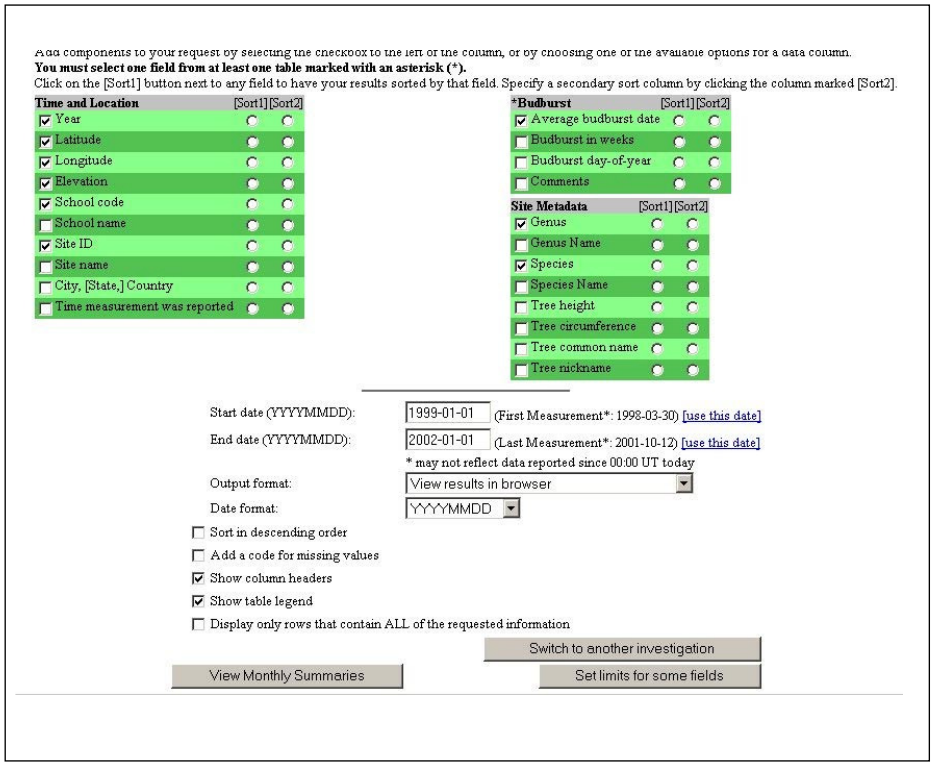
.

Select an investigation, then press "Select specific fields" to specify the types of data you wish to retrieve, or press "Get the data now!" to get a pre-selected set of columns. [Help]

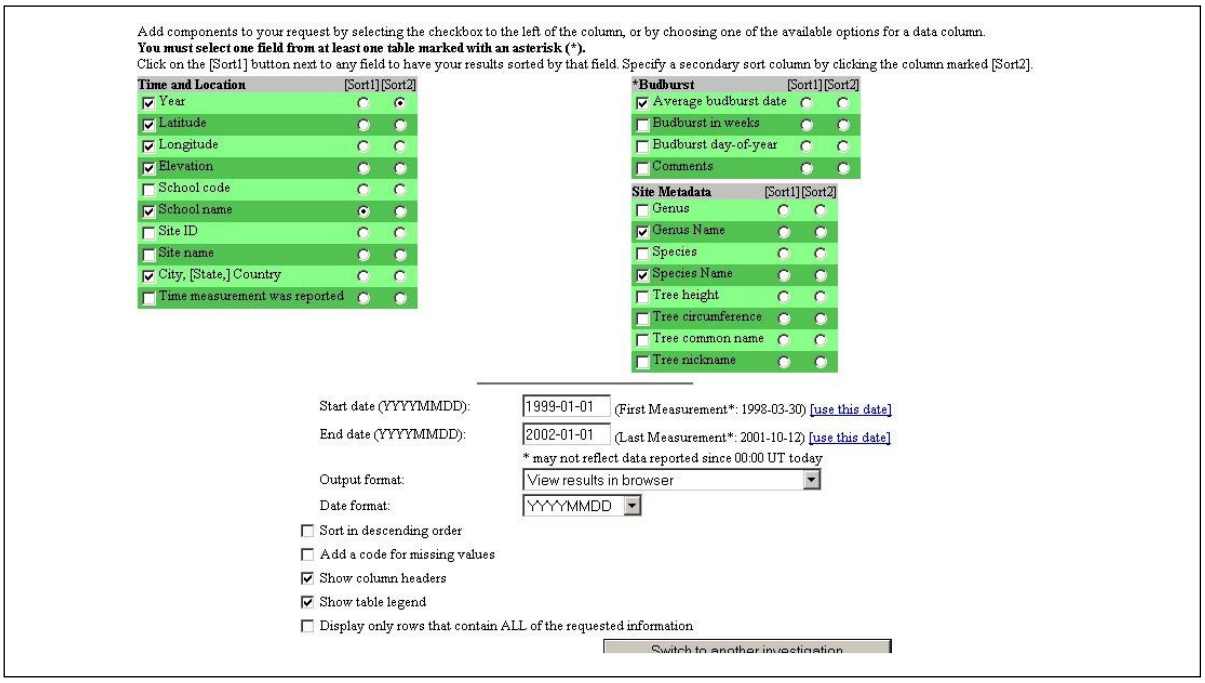
Investigation	First Measurement*	Last Measurement*	Measurements*	Schools*
All Measurements	1995-01-01	2002-01-27	7351385	5098
○ **Atmosphere**	1995-01-01	2002-01-27	6390075	4529
○ Air Temperature	1995-01-01	2002-01-27	2449014	4050
○ Cloud Observations	1995-01-01	2002-01-27	1777947	4411
○ Liquid Precipitation	1995-01-01	2002-01-27	1053441	4019
○ Solid Precipitation	1995-01-01	2002-01-27	1055716	3421
○ Humidity	1995-02-02	2002-01-27	33329	363
○ Ozone	2000-08-16	2002-01-24	4294	19
○ Aerosols	2000-07-02	2002-01-22	2649	9
○ Barometric Pressure	1995-02-02	2002-01-27	13685	189
○ **Surface Water**	1995-01-02	2002-01-26	638909	1806
Soil Moisture	1995-02-21	2002-01-25	58823	215
○ Soil Moisture (profile)				
○ Soil Moisture (by depth)				
Soil Temperature	1997-01-01	2002-01-26	71806	205
○ Soil Temperature (profile)				
○ Soil Temperature (by depth)				
○ **Soil Characterization**	1998-05-18	2002-01-23	10308	156
○ **Soil Infiltration**	1997-02-17	2001-11-24	1910	26
○ **Land Cover/Biology**	1995-04-19	2002-01-25	115827	642
○ Tree Biometry	1995-04-23	2001-11-26	42702	500
○ Grass Biometry	1995-05-16	2001-11-26	69716	238
○ Land Cover	1995-04-19	2002-01-25	3409	345
◉ **Phenology - Budburst**	1998-03-30	2001-10-12	2021	100
○ **Phenology - Lilacs**	2000-03-25	2001-08-21	251	20
○ Lilacs (Common)				
○ Lilacs (Clonal)				
○ **Green-up/Green-down**	1999-09-26	2001-12-06	6048	18
○ Green-up	1999-09-26	2001-12-06	6048	18
○ Green-down	1999-09-26	2001-12-06	6048	18
○ **Site Location**	1996-10-19	2002-01-27	19749	2446
Go **Site Photos** Site photos are viewed using the GLOBE Site Photo viewer.	1995-04-19	2001-10-29	2031	98
[Metadata]	1995-05-01	2002-01-25	35658	2165



Cliquez ensuite sur "sélectionnez des champs spécifiques" et une nouvelle page apparaît. La partie supérieure de la page Internet est la même que précédemment. Cependant, d'autres options apparaissent dans sa partie inférieure.

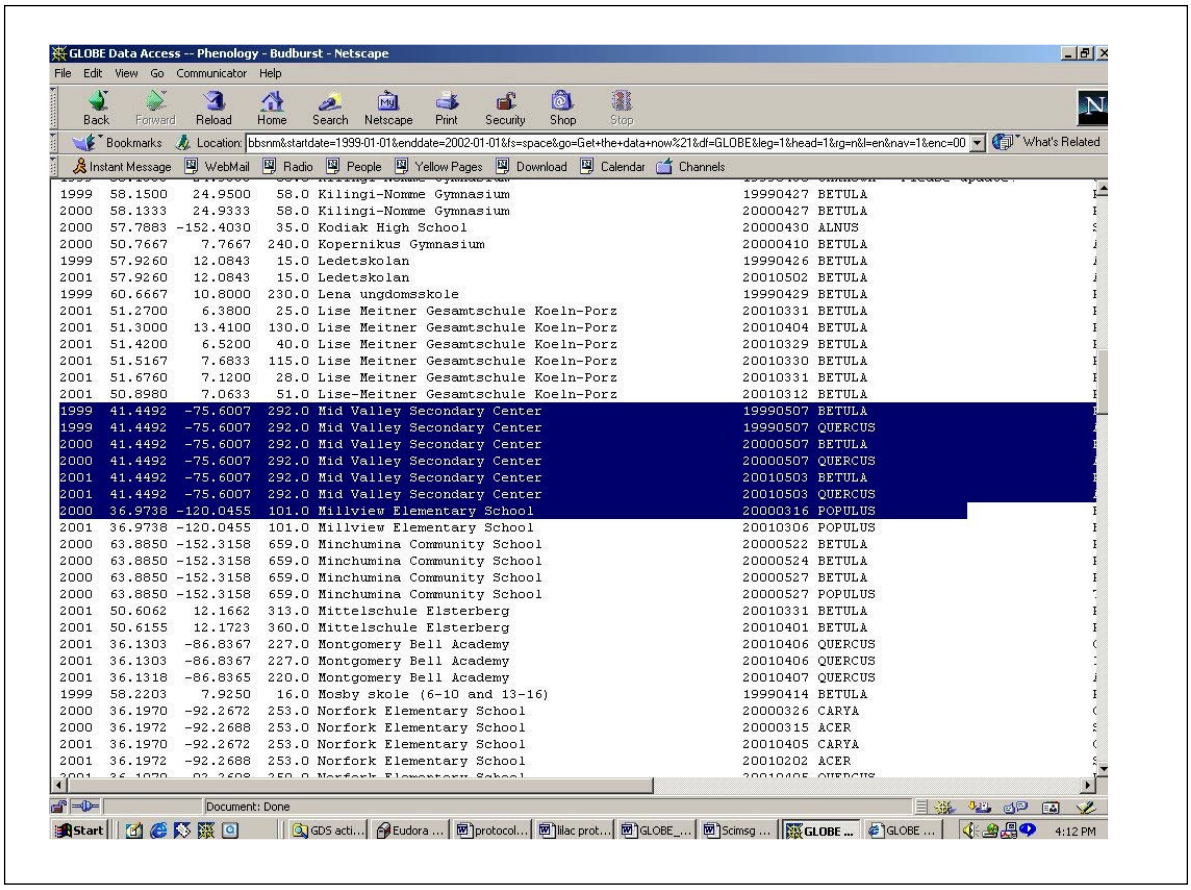


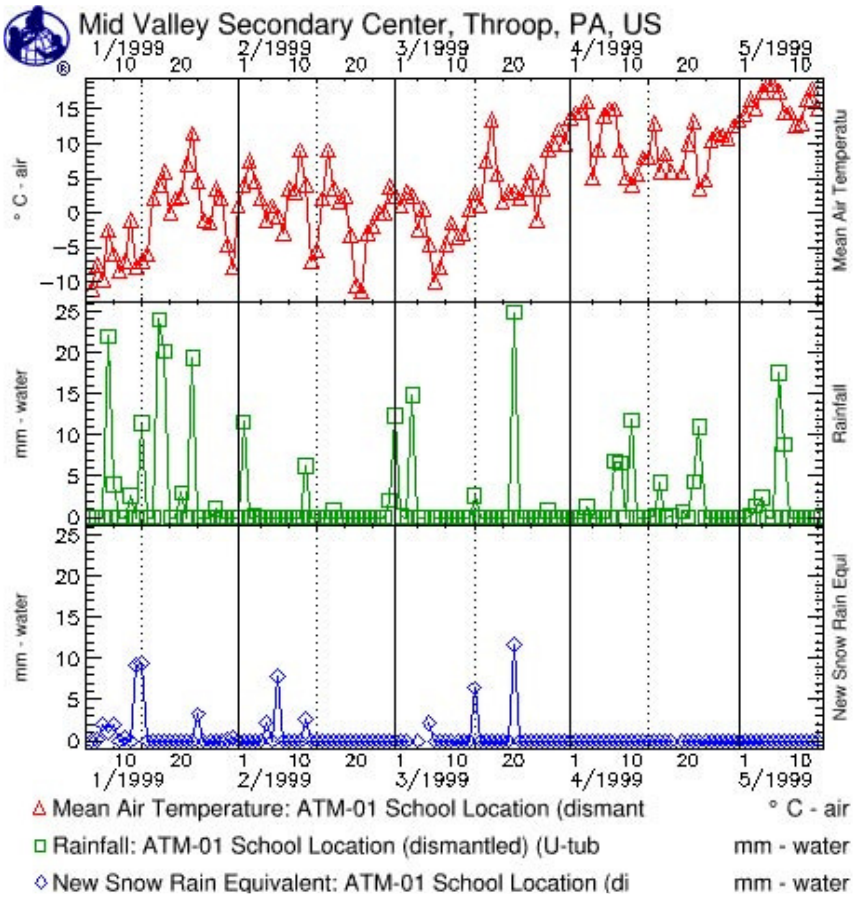
Les étudiants choisissent les colonnes qu'ils souhaitent visualiser (année, latitude, longitude, altitude, nom de l'école, date moyenne de l'éclosion, genre et espèce de l'arbre). Ils peuvent sélectionner de critères de classement, ce qui leur permettra d'identifier rapidement les écoles disposant de données sur trois ans sur l'éclosion des bourgeons. Ils trouvent deux écoles, Vestvaagoey videregaaende skole et Mid Valley Secondary Center.



Les étudiants choisissent d'examiner les données de Mid Valley Secondary Center et notent trois espèces, Betula populifolia, et Quercus alba, et les dates des éclosions des bourgeons pour chaque année.

Ensuite, ils ont besoin des données de l'école sur l'atmosphère. Sur la barre de navigation, ils cliquent sur "écoles" sous "partenaires Globe" et tapent "Mid Valley Secondary Center" pour trouver le nom de l'école. Une nouvelle page avec les informations de l'école apparaît. Cette école a envoyé des données pour plus de 15,000 mesures de l'atmosphère! Ils cliquent ensuite sur "tracer" et cela génère un graphe des températures, précipitations liquides et solides entre le 1 janvier 1999 et le 10 mai 1999.





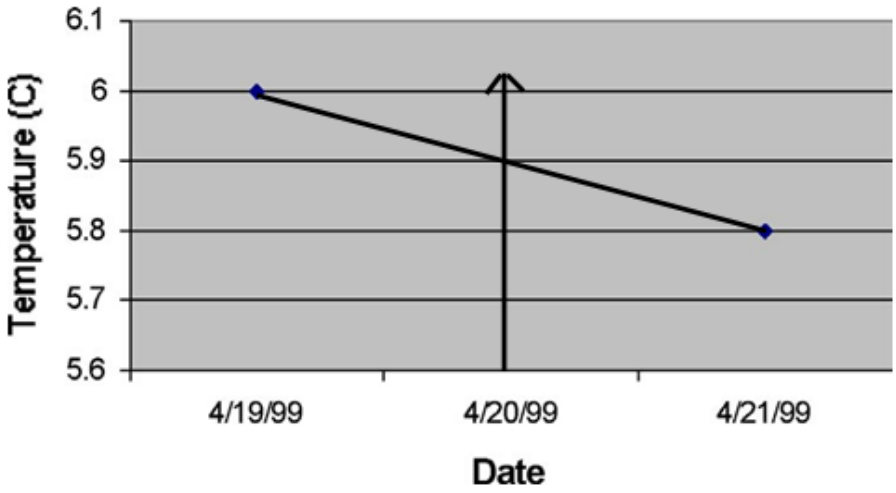
Ensuite, ils choisissent l'option permettant d'afficher le tableau, qui apparaît sur le bas de la page et leur permet de sauver le fichier sous format texte.

Ils créent alors un graphe de température, de pluie et de l'équivalent en eau lorsque la neige commence, entre le 1 janvier 2000 et le 19 mai 2000, puis un fichier texte, puis de même pour les données de 1999. Ils ont répété ces étapes pour créer un fichier texte pour les données de 2001.

Les étudiants ouvrent une feuille de calcul sur un ordinateur et suivent les instructions pour ouvrir le fichier texte 1999.

Afin de calculer l'augmentation de température cumulée (GDS), ils examinent d'abord les données pour voir s'il y a des manques entre le 1 janvier 1999 et le 7 mai 1999 (le jour de l'éclosion des bourgeons).Il n'en manque une - 20 avril 1999 !! Pour cette date manquante, ils ont regardé les températures de la veille, 19 avril, et du lendemain, 21 avril. Pour estimer la température du 20 avril, ils effectuent une extrapolation linéaire, qui est une technique fréquemment utilisée par les scientifiques pour estimer les valeurs de données manquantes. Le graphe ci-dessous montre la température pour le 19 avril (6.0°C), pour le 21 avril (5.8°C). Ils tracent une ligne reliant les deux points et estiment ensuite la température recherchée pour le 20 avril à 5.9°C.

Ils calculent ensuite la GDS de 1999 pour les deux espèces d'arbres observées par les étudiants de Mid Valley Secondary Center. Ces deux espèces ont éclos le 7 mai. Ils ont ajoutés toutes les températures supérieures à 0.0C depuis le 1 janvier jusqu'au jour de l'éclosion. Ils ont ignorés les températures inférieures à 0.0°C, comme indiqué dans la section Comment les scientifiques traitent-ils les données? Ils calculent une GDS de 691.1°C. Le tableau inférieur montre leurs résultats.



Date	Température Moyenne	GDS
1/1/1999	-11.5	0
1/2/1999	-13	0
1/3/1999	-4.2	0
1/4/1999	-3.5	0
1/5/1999	-10.5	0
1/6/1999	-11	0
1/7/1999	-7.5	0
1/8/1999	-9.8	0
1/9/1999	-2.5	0
1/10/1999	-6	0
1/11/1999	-8.5	0
1/12/1999	-7	0
1/13/1999	-1	0
1/14/1999	-7.8	0
1/15/1999	-7	0
1/16/1999	-6	0
1/17/1999	2	2
1/18/1999	4	6
1/19/1999	6	12
1/20/1999	0	12
1/21/1999	2	14
1/22/1999	2.5	16.5
1/23/1999	7	23.5
1/24/1999	11.5	35
1/25/1999	4.5	39.5
1/26/1999	-1	39.5
1/27/1999	-1.5	39.5
1/28/1999	3.5	43
1/29/1999	2	45
1/30/1999	-4.5	45
1/31/1999	-8	45
2/1/1999	1	46
2/2/1999	4	50
2/3/1999	7.5	57.5
2/4/1999	4.5	62
2/5/1999	2	64
2/6/1999	-1.2	64
2/7/1999	1	65

Date	Température Moyenne	GDS
2/12/1999	9	80.5
2/13/1999	4	84.5
2/14/1999	-7	84.5
2/15/1999	-5.5	84.5
2/16/1999	2	86.5
2/17/1999	9	95.5
2/18/1999	3.5	99
2/19/1999	1.5	105.5
2/20/1999	2.5	108
2/21/1999	-3.2	108
2/22/1999	-10.5	108
2/23/1999	-11.5	108
2/24/1999	-3	108
2/25/1999	-2	108
2/26/1999	0	108
2/27/1999	0	108
2/28/1999	3.8	111.8
3/1/1999	2.5	114.3
3/2/1999	1	115.3
3/3/1999	3	118.3
3/4/1999	2.5	120.8
3/5/1999	-2.5	120.8
3/6/1999	0.5	121.3
3/7/1999	-4.5	121.3
3/8/1999	-10	121.3
3/9/1999	-8	121.3
3/10/1999	-4.5	121.3
3/11/1999	-1.5	121.3
3/12/1999	-3.5	121.3
3/13/1999	-3	121.3
3/14/1999	0.5	121.8
3/15/1999	3	124.8
3/16/1999	1	125.8
3/17/1999	7.5	133.3
3/18/1999	13.5	146.8
3/19/1999	5.5	152.3
3/20/1999	1.5	153.8
3/21/1999	3	156.8

Date	Température Moyenne	GDS
3/26/1999	-1	171.3
3/27/1999	3.5	174.8
3/28/1999	9.2	184
3/29/1999	10	194
3/30/1999	12	206
3/31/1999	10	216
4/1/1999	13.8	229.8
4/2/1999	14.5	244.3
4/3/1999	14.5	258.8
4/4/1999	16	274.8
4/5/1999	5	279.8
4/6/1999	9	288.8
4/7/1999	14	302.8
4/8/1999	15	317.8
4/9/1999	15	332.8
4/10/1999	9	341.8
4/11/1999	5	346.8
4/12/1999	4	350.8
4/13/1999	5.5	356.3
4/14/1999	8	364.3
4/15/1999	8	372.3
4/16/1999	13	385.3
4/17/1999	6	391.3
4/18/1999	8.5	399.8
4/19/1999	6	405.8
4/20/1999	est 5.9	411.7
4/21/1999	5.8	417.5
4/22/1999	10	427.5
4/23/1999	13.2	440.7
4/24/1999	3.5	444.2
4/25/1999	4.8	449
4/26/1999	10.5	459.5
4/27/1999	11.5	471
4/28/1999	11.1	482.1
4/29/1999	10.8	492.9
4/30/1999	12.5	505.4
5/1/1999	13.5	518.9
5/2/1999	14.2	533.1

Ils ont ensuite calculés la GDS pour 2000 et 2001 en suivant les étapes décrites ci-dessous. Deux espèces d'arbres, Betula populifolia et Quercus alba, ont la même date d'éclosion pour chaque année. Si les dates avaient différé, ils auraient eu à calculer la GDS pour chaque espèce d'arbre. Voilà leurs résultats:

Mid Valley Secondary Center -
Betula populifolia *et* Quercus alba

Année	1999	2000	2001
Eclosion	7 mai	7 mai	3 mai
GDS	619.1	734.4	493.4

Il semble que l'éclosion reste presque la même d'une année à l'autre, même si les valeurs de la GDS varient largement. Même, l'année avec l'éclosion la plus précoce a la GDS la plus faible, avec 493.4°C. C'est au contraire de leur prédiction - un printemps plus chaud avance l'éclosion.

Ensuite, les étudiants regardent l'humidité disponible - la différence entre les entrées et les sorties d'eau disponible dans le sol. Cela pourrait influencer la date de l'éclosion. Ils ont alors sommé les précipitations des 29 jours avant l'éclosion des bourgeons et du jour même (soit 30 jours. Cela comprend à la fois les pluies et l'équivalent liquide des chutes de neige. Pour les précipitations, il y avait un total de 49,5mm pour les 30 jours, même si un jour manquait (20 avril). Il aurait pu pleuvoir ce jour là. Ils ont vérifié ensuite s'il y avait des valeurs pour un équivalent liquide de chutes de neiges. Il n'a pas neigé pendant cette période.

Date	Pluie	Jours	Equiv	Jours
19990408	0	1	0	1
19990409	6.8	1	0	1
19990410	6.6	1	0	1
19990411	0	1	0	1
19990412	11.8	1	0	1
19990413	0	1	0	1
19990414	0	1	0	1
19990415	0	1	0	1
19990416	0.1	1	0	1
19990417	4.2	1	0	1
19990418	0	1	0	1
19990419	0.1	1	0	1
missing				
19990421	0.7	1	0	1
19990422	0	1	0	1
19990423	4.3	1	0	1
19990424	11	1	0	1
19990425	0	1	0	1
19990426	0	1	0	1
19990427	0	1	0	1
19990428	0	1	0	1
19990429	0	1	0	1
19990430	0	1	0	1
19990501	0	1	0	1
19990502	0	1	0	1
19990503	0.1	1	0	1
19990504	1.4	1	0	1
19990505	2.4	1	0	1
19990506	0	1	0	1
19990507	0	1	0	1
Total	**49.5**			

Ils calculent ensuite les sorties dues à l'évaporation et à la transpiration. Les valeurs des sorties pour chaque jour dans les 30 jours ont été déterminées à partir du tableau de l'évapotranspiration (PET) donné dans la section Qu'est ce que les scientifiques cherchent dans les données ? Pour déterminer la valeur du potentiel d'évapotranspiration pour chaque jour, ils ont évalué la température moyenne et trouvé la valeur de la PET correspondante. Si la valeur de la température pour un jour donné tombe sous les valeurs notées dans le tableau, ils ont effectué une interpolation linéaire. Les valeurs du PET des 30 derniers jours ont été ajoutées, comme montré ci-dessous.

Date	Température Moyenne	PET
4/8/99	15	2.1
4/9/99	15	2.1
4/10/99	9	1.5
4/11/99	5	1.1
4/12/99	4	1.1
4/13/99	5.5	1.15
4/14/99	8	1.4
4/15/99	8	1.4
4/16/99	13	1.9
4/17/99	6	1.2
4/18/99	8.5	1.45
4/19/99	6	1.2
4/20/99	est 5.9	1.2
4/21/99	5.8	1.2
4/22/99	10	1.6
4/23/99	13.2	1.9
4/24/99	3.5	1.05
4/25/99	4.8	1.1
4/26/99	10.5	1.65
4/27/99	11.5	1.75
4/28/99	11.1	1.7
4/29/99	10.8	1.7
4/30/99	12.5	1.85
5/1/99	13.5	1.95
5/2/99	14.2	2
5/3/99	16.5	2.35
5/4/99	15	2.1
5/5/99	17.5	2.45
5/6/99	18.5	2.6
5/7/99	18.5	2.6
Total		**50.35**

.

Ensuite, ils soustraient les sorties aux entrées pour chaque année pour voir si il y a un excédent ou un déficit d'humidité. Les différences négatives indiquent une diminution de l'eau, soit en d'autres mots, des conditions de sécheresse. Une différence positive signale une augmentation de l'eau.

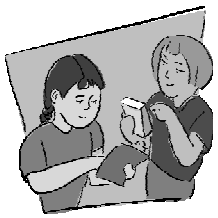
Date	1999	2000	2001
Précipitation totale	49.5 mm	56.1 mm	37.4 mm
PET	50.35 mm	54 mm	56.35 mm
Différence (humidité disponible)	-0.85 mm	2.1 mm	-18.95 mm

Au cours du printemps 2001 il y avait eu une baisse considérable de l'humidité disponible : -18.95 mm. Les conditions d'humidité des deux autres années étaient restées fixes. Ils comparent ensuite les valeurs de l'humidité disponible avec les dates d'éclosion et les valeurs de GDS dans un tableau comme celui-ci :

Date	1999	2000	2001
Eclosion	7 mai	7 mai	3 mai
GDS	619.1	734.4	493.4

C'est totalement différent de ce à quoi ils s'attendaient! L'éclosion se produisait plus tôt dans des conditions plus sèches et plus froides. L'espèce de l'arbre, les conditions d'ensoleillement et plus important que les deux facteurs de température et d'humidité disponible. Ils étaient curieux de voir si le même schéma se retrouvait en 2002 et voulurent consulter les données d'une autre école. En même temps, ils décidèrent d'aller à la bibliothèque pour en savoir plus à propos de ces variétés d'arbres.

Protocole de mesure de verdissement



Objectif général

Observer le verdissement des végétaux et rentrer les données qui seront utilisées par les scientifiques pour valider les estimations satellites du début de la saison de croissance des végétaux.

Objectif spécifique

Les étudiants surveillent l'éclosion des bourgeons et la croissance des feuilles des arbres sélectionnés, des buissons, ou des herbes. Les espèces sélectionnées doivent être natives, persistantes et dominantes dans leur région.

Compétences

Les étudiants apprendront à,

- observer l'éclosion des bourgeons au début de la saison de croissance ;
- observer comment les feuilles arrivent à maturité ;
- Identifier trois espèces natives de leur région ;
- Examiner les relations entre l'éclosion des bourgeons, la croissance des feuilles et les facteurs climatiques;
- Prédire le moment de l'éclosion pour les saisons à venir;
- Comparer les taux de croissance pour différentes espèces ;
- de communiquer leurs résultats à d'autres écoles associées au projet GLOBE;
- de collaborer avec ces écoles, de leur pays ou d'ailleurs;
- de partager les observations en rentrant leurs données dans les archives de GLOBE;

Concepts Scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Le temps change tous les jours selon les saisons.

Le soleil est la source principale d'énergie à la surface de la terre

Sciences de la vie

Les organismes ont des besoins de base
Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont assurés.
Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.
Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.
La Terre possède de nombreux environnements différents qui abritent plusieurs combinaisons d'organismes.
Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.
L'énergie permettant la vie provient essentiellement du soleil.
Les systèmes vivants nécessitent une source continue d'énergie pour maintenir leur organisation physique et chimique.

Compétences scientifiques

Estimer les espèces dominantes de végétaux.

Identifier les différentes espèces de plantes.

Observer la croissance des feuilles

Mesurer la croissance des feuilles

Identifier les problématiques.
Concevoir et mener des recherches scientifiques.
Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données.
Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.
Identifier et analyser les explications intermédiaires.
Communiquer les procédures, les descriptions et les explications

Durée

Sur le Terrain : 20 minutes, sans compter le trajet.

Niveau

Tous

Fréquence

Au moins deux fois par semaine deux semaines avant le début du verdissement , si possible.

Matériel et instruments

- *Fiche de relevé de données de Floraison*
- *Guide de Terrain Feuillage* et/ou *Guide de Terrain de floraison des arbres et buissons*
- *Guide de Terrain de sélection de guide pour la Floraison ou la Fanaison*
- *Fiche de définition de site de floraison et de fanaison*
- Papier millimétré
- Ruban adhésif, 1 étiquette par élève
- Stylo ou crayon
- Clé dichotomique et Guides des espèces locales
- Boussole
- Appareil Photo
- Calculatrice (optionnel)

Préparation

Etudier les espèces dominantes des sites d'étude GLOBE de l'école.

Pré requis

Connaissance des plantes communes présentes sur le site

Jeux de cartes pédagogiques Floraison (suggéré)

Activité pédagogique sur l'éclosion des bourgeons (suggéré)

Sélection du site de verdissement et de fanaison

. Avant de sélectionner votre site de verdissement il y a plusieurs éléments à prendre en considération. Ces considérations sont les mêmes que pour la sélection du site de fanaison

1. Votre site phénologique doit être dans une zone ou la floraison et la fanaison des plantes natives est due à des facteurs climatiques comme l'augmentation des températures ou des précipitations. L'irrigation et la fertilisation altère les cycles de floraison et de fanaison, et les données ne seraient pas représentatives de la végétation naturelle et des connections climatiques locales. Les bâtiments absorbent les radiations solaires et abritent les sites du vent. Par conséquent, évitez les sites près des bâtiments ou les zones irriguées ou fertilisées. Pour déterminer si le site est trop proche d'un bâtiment, et estimez l'angle entre le sol et le haut du bâtiment. Si cet angle est supérieur à 45°, le bâtiment est trop près.
2. Les espèces non-natives, ou exotiques, ont des cycles de floraison et de fanaison qui peuvent ne pas être lié au climat local. C'est souvent le cas car les plantes exotiques n'ont pas évolué pour survivre au climat local. Si vous n'êtes pas sûr de quelles plantes sont natives ou ont évolué pour grandir dans des régimes climatiques similaires au votre, demandez à un agent des eaux et forêts, ou au personnel compétent de votre université locale.
3. Votre site de floraison doit être accessible de telle manière que les étudiants puissent le visiter au moins deux fois par semaine. Cela peut être le même que le site d'échantillonnage de couverture du sol ou d'étude de l'atmosphère. Soyez sûr de déterminer la localisation de votre site en identifiant la latitude, la longitude et l'altitude en suivant le protocole GPS.
4. Puisque les résultats de vos mesures de floraison et de fanaison seront liées aux données de précipitation et de température apportées par l'étude de l'atmosphère et aux données d'humidité du sol et de température de l'étude de la terre, il est plus adéquat de choisir un site proche de ceux d'Atmosphère et Terre. La topographie locale peut causer des variations de temps même sur des distances brèves. Ceci arrive surtout dans des régions côtières ou de montagne. La distance horizontale entre les sites d'investigation de phénologie, atmosphère et humidité du sol devrait être moins de 2 kilomètres, et la différence d'altitude moins de 100 mètres, pour vérifier si les données sur l'atmosphère se rapportent aux données de verdissement et fanaison.
5. Les floraisons et fanaisons détectées par satellite sont principalement influencées par quelques espèces dominantes, dont le feuillage est le plus haut. Ces espèces sont celles qui représentent la plus grande part du feuillage. Si vous utilisez un site d'échantillonnage de couverture du sol, vous connaissez déjà les espèces dominantes. Si vous utiliser un site différent, utilisez d'une à trois des espèces supérieures qui sont dominantes. Ces plantes peuvent être des arbres conifères, des arbres à feuilles larges, des arbustes à feuilles larges ou des herbes. Pour les mesures phénologiques, vous devriez choisir une plante caduque et donc, si 90% des arbres de votre site sont des pins blancs (arbre conifère) et 10% sont des érables, utilisez les érables.
6. Scientifiquement, il est plus pratique d'utiliser les mêmes arbres ou buissons pour la floraison et pour la fanaison. Cependant, vous ne pouvez effectuer que les mesures de floraison et de fanaison, ou même utiliser des sites différents pour vous adapter à vos contraintes pédagogiques. Si vous utilisez deux sites différents, remplissez une fiche de définition de site pour chacun d'entre eux.
7. Puisque les changements dans la saison de croissance des plantes peuvent être expliqués par des changements climatiques, les élèves de votre école devraient essayer d'utiliser le même site, années après années, les mêmes espèces, et les mêmes parties de ces plantes.

Sélection du site pour le verdissement et la fanaison des arbres et buissons

Guide de Terrain

But

Définir le site pour les mesures de verdissement et de fanaison des arbres et buissons

Ce dont vous avez besoin

- *Fiche de définition de site pour le verdissement et la fanaison.*
- *Fiche de relevé de données GPS*
- *Guide de terrain de protocole GPS*
- Ruban adhésif ou autre procédé durable d'identification
- Guide des espèces locales
- Récepteur GPS
- Boussole
- Stylo ou crayon

Sur le Terrain

1. Complétez la *fiche de définition de site de verdissement et de fanaison*.

2. Sélectionnez un arbre ou buisson. L'arbre ou le buisson doit être une des espèces natives dominantes de votre zone, caduque et facilement accessible.

3. Sélectionnez une large branche en bonne santé du côté sud de l'arbre pour l'hémisphère Nord, côté Nord de l'arbre pour l'hémisphère sud. Utilisez une boussole ou un récepteur GPS pour déterminer la direction. Si une branche inférieure est choisie, elle doit être sur la bordure extérieure de l'arbre ou du buisson car les branches protégées par le reste de l'arbre peuvent subir un microclimat du à l'ombrage.

4. Identifiez les genres et espèces en utilisant les guides de terrain ou l'aide des spécialistes. Notez les genres et espèces sur la fiche de définition de site de verdissement et de fanaison.

5. Marquez la branche avec du ruban adhésif ou tout autre identification durable. Etiquetez le ruban avec un numéro unique et le nom de votre groupe, de votre école et de votre classe.

6. Effectuez une mesure GPS en suivant le *Protocole GPS*.

Sélection du site pour le verdissement et la fanaison des herbes

Guide de terrain

But

Définir le site pour les mesures de verdissement et de fanaison des herbes

Ce dont vous avez besoin

- *Fiche de définition de site de verdissement et de fanaison.*
- *Fiche de relevé de données GPS*
- *Guide de terrain de protocole GPS*
- Mètre
- Guide des espèces locales
- Récepteur GPS
- Boussole
- Stylo ou crayon
- Clous ou piquets

Sur le terrain

1. Complétez la *Fiche de définition de site de verdissement et de fanaison*.
2. Identifiez les genres et espèces en utilisant les guides de terrain ou l'aide des spécialistes. Notez les genres et espèces sur la *Fiche de définition de site de verdissement et de fanaison*.
3. Sélectionnez une zone d'un mètre carré dominée par les herbes. Marquez votre carré avec des clous ou d'autres identifiants durables.
4. Effectuez une mesure GPS en suivant le *Protocole GPS*.

Support de l'enseignant

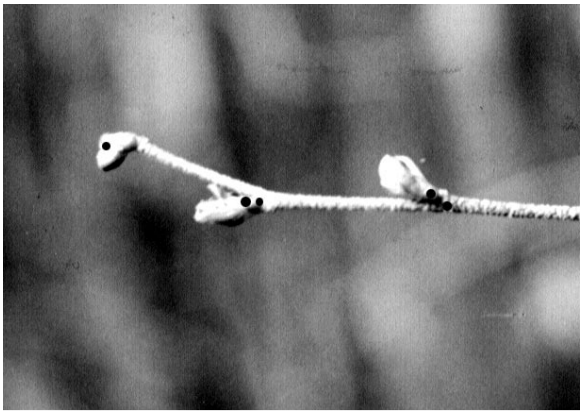
Préparation préliminaire

Vérifiez auprès de sources locales les dates approximatives de verdissement pour déterminer quand commencer les observations. Dans les zones souvent enneigées, les observations devraient commencer dès la fonte. Pour chaque visite où le verdissement n'a pas encore été observé, les élèves devraient observer les plantes de l'étude dans la Section Pré-floraison et la Fiche de relevé de données de Pré-Floraison.

Fréquence des observations

Idéalement, chaque étudiant devrait visiter sa plante au moins deux fois par semaine pour surveiller le début du verdissement et continuer ses observations jusqu'à la pleine croissance. Pour les arbres ou les buissons, le début du verdissement se produit quand un des quatre bourgeons sélectionnés pour l'observation s'entrouvre pour laisser apercevoir quelques petites feuilles vertes. Certains bourgeons sur votre branche pourraient de pas feuiller le même jour. Pour les herbes, le début du verdissement se produit lorsque les premières pousses vertes sont observées. Regardez l'activité pédagogique des cartes de floraison pour des photos du début de la floraison.

Figure EA-GU-1 : Echantillons de bourgeons marqués au marqueur indélébile.



Dans la plupart des zones du monde, il existe un seul cycle de verdissement et de fanaison. Cependant, dans certains endroits, les saisons sèches et humides peuvent se succéder dans une.

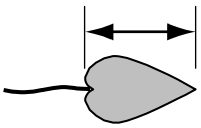
seule année, et induisent donc des floraisons multiples. A cause de cela, nous vous demandons de numéroter le cycle que vous observez. S'il s'agit d'un cycle unique, alors précisez cycle 1. Le premier cycle après le premier janvier sera le cycle 1.

Parfois, la floraison peut se produire après la fin de l'année scolaire. Pour être scientifiquement utiles, les mesures doivent être effectuées jusqu'à ce que la feuille atteigne sa maturité. Faire une liste des parents pouvant apporter leur aide peut encourager les élèves à continuer de prendre les mesures après la fin de l'année.

Protocole de mesure

Pour les observations de verdissement, il est important de mesurer la longueur de la feuille de la base à son extrémité. Ne comptez ni la tige, ni le pistil dans la longueur de la feuille.

Figure EA-GU-2 : Mesure de la longueur de la feuille



Il existe deux feuilles de relevé de données pour le verdissement ; une pour les herbes, l'autre pour les arbres et les buissons. Pour chaque feuille d'arbre ou de buisson, voilà les catégories pour l'état possible d'hibernation ou de maturité. Les étudiants doivent en choisir un pour chaque observation.

Notez "Dormant" si le bourgeon n'a pas bougé et est toujours en hibernation durant les saisons froides ou sèches.

Notez "gonflé" si le bourgeon grossit

Notez "Eclos " lorsque le bourgeon s'ouvre pour la première fois et que les premières feuilles vertes peuvent être aperçues. Après l'éclosion des bourgeons, les élèves mesurent la longueur de chaque et la rapportent en millimètres.

Notez «perdue » si la feuille est perdue pour une raison ou une autre.

Pour les herbes, voilà les options pour l'état.
“Pas sorti” avant que la feuille d'herbe ne soit visible.
Mesurez la longueur en millimètres après que l’herbe soit sortie.
Notez "perdu" si quelque chose arrive aux feuilles marquées.Les pages suivantes montrent des exemples de Feuilles de relevé de données de floraison d'arbres ou de buissons, ou d'herbes que vous pouvez montrer à vos étudiants.

Questions pour de nouvelles études

Existe une relation entre la température de l'air et les dates d'éclosion des bourgeons rapportée par les autres écoles GLOBE de votre région ?

Comment la floraison affecte-t-elle les eaux souterraines ?

Quels autres animaux (papillons, sauvagines, oiseaux chanteurs) arrivent après la floraison des plantes, où et pourquoi?

Est-ce que la floraison se produit plus tôt ou plus tard pour les zones les plus hautes ? Pourquoi?

Est-ce que la floraison se produit plus tôt ou plus tard à l'intérieur des terres ou sur la côte ? Pourquoi ?

Exemples de Feuilles de relevé de données remplies

Verdissement des arbres et des buissons

Date (Jour et Mois)	**Feuille 1** (Dormant, Gonflé, Eclos, Longueur (mm), Perdu)	**Feuille 1** (Dormant, Gonflé, Eclos, Longueur (mm), Perdu)	**Feuille 1** (Dormant, Gonflé, Eclos, Longueur (mm), Perdu)	**Feuille 1** (Dormant, Gonflé, Eclos, Longueur (mm), Perdu)	**Rapporté à GLOBE**
3 Mars	*dormant*	*dormant*	*dormant*	*dormant*	♦
6 Mars	*dormant*	*dormant*	*dormant*	*dormant*	♦
11 Mars	*Gonflé*	*Gonflé*	*Gonflé*	*dormant*	♦
14 Mars	*Eclos*	*Eclos*	*Gonflé*	*Gonflé*	♦
18 Mars	*2*	*4*	*Eclos*	*Eclos*	♦
22 Mars	*6*	*10*	*5*	*6*	♦
25 Mars	*12*	*15*	*10*	*12*	♦
29 Mars	*20*	*22*	*18*	*19*	♦
2 Avril	*30*	*32*	*25*	*28*	♦
5 Avril	*38*	*lost*	*36*	*38*	♦
8 Avril	*45*		*42*	*44*	♦
11 Avril	*45*		*44*	*44*	♦
14 Avril	*45*		*44*	*44*	♦
					♦

Verdissement des herbes

Date (Jour and mois)	**Feuille 1** (Pas sortie, longueur (mm), ou perdue)	**Feuille 2** (Pas sortie, longueur (mm), ou perdue)	**Feuille 3** (Pas sortie, longueur (mm), ou perdue)	**Feuille 4** (Pas sortie, longueur (mm), ou perdue)	**Rapporté à GLOBE**
10 Avril	*Pas sortie*	*Pas sortie*	*Pas sortie*	*Pas sortie*	♦
13 Avril	*2*	*3*	*Pas sortie*	*Pas sortie*	♦
17 Avril	*8*	*10*	*5*	*6*	♦
20 Avril	*18*	*20*	*15*	*18*	♦
24 Avril	*29*	*27*	*perdue*	*30*	♦
27 Avril	*36*	*35*		*40*	♦
1 Mai	*48*	*50*		*55*	♦
4 Mai	*58*	*50*		*55*	♦
8 Mai	*58*	*50*		*55*	♦
					♦
					♦

Protocole de mesure de verdissement des arbres et buissons

Guide de Terrain

But

Observer et mesurer le verdissement des arbres et des buissons.

Ce dont vous avez besoin

Première visite uniquement

- *Fiche de relevé de données de verdissement*
- Marqueur permanent pointe fine
- Stylo ou crayon
- Appareil photo
- Papier millimétré
- Boussole

Chaque visite

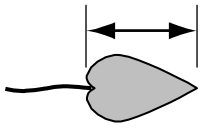
- *Fiche de relevé de données de verdissement*
- Papier millimétré
- Stylo ou crayon

Sur le Terrain

Première visite uniquement

1. Complétez l'en-tête de votre fiche de relevé de données
2. Pour les arbres et buissons sélectionnez, localisez le bourgeon à l'extrémité de la branche. Etiquetez ce bourgeon par un point sur la branche proche du bourgeon.
3. Localisez les trois autres bourgeons les plus proches de celui sélectionnez. Etiquetez ces bourgeons en y marquant deux, trois ou quatre points.
4. Prenez une photographie du centre de votre site en repérant les directions cardinales.

Chaque visite



1. Examinez chaque bourgeon
   - Notez "dormant" si le bourgeon n'a pas changé.
   - Notez "gonflé" si le bourgeon grossit.
   - Notez " Eclos" le premier jour ou vous apercevez les premières petites feuilles.
   - Notez "perdu" si quelque-chose arrive au bourgeon et que vous ne pouvez plus poursuivre les observations.
2. Après chaque éclosion, utilisez un ruban pour mesurer la longueur de la feuille. Ne comptez pas la tige ou le pistil dans vos mesures.
3. Mesurez la feuille jusqu'à ce que la longueur de la feuille stationne. Des feuilles différentes peuvent croître à des dates différentes.

Protocole de mesure de verdissement des herbes

Guide de Terrain

But

Observer et notez le verdissement des herbes

Ce dont vous avez besoin

Première visite uniquement

- *Fiche de relevé de données de verdissement*
- Stylo ou crayon
- Papier millimétré
- Marqueur permanent pointe fine
- Appareil photo
- Boussole

Chaque visite

- *Fiche de relevé de données de verdissement*
- Stylo ou crayon
- Papier millimétré
- Marqueur permanent pointe fine
  (Jusqu'à ce que quatre nouveaux brins aient été marqués)

Sur le Terrain

Première visite

1. Complétez l'en-tête de votre *fiche de relevé de données*.
2. Avant que de nouvelles pousses n'émergent, prenez une photographie dans les directions cardinales.

Chaque visite

1. Cherchez les nouvelles pousses.
2. Marquez la base de la première herbe d'un seul point.
3. Marquez la seconde avec deux points, la troisième avec trois points, la quatrième avec quatre points.
4. Utilisez le mètre pour mesurer la longueur des herbes au millimètre près.
5. Mesurez les feuilles jusqu'à ce que la feuille n'arrête de croître.

Questions fréquentes

1. Le marqueur blesse-t-il le bourgeon ?
Ne marquez pas le bourgeon lui-même mais la tige qui le relie à l'arbre afin de ne pas la blesser.

2. Que voulez-vous dire par branche relativement grosse ?
Jugez par vous-même. Chaque branche devrait être en bonne santé et relativement grande par rapport aux autres branches de l'arbre ou du buisson. Vous voulez que cette branche survive toute l'année. Faîtes attention à ne pas endommager la branche au cours des mesures et de l'étiquetage.

3. Que faire si une branche casse au cours de l'étude ?
Continuez vos observations en rejoignant d'autres étudiants travaillant sur leur branche.

4. Tout les bourgeons vont-ils commencer à gonfler en même temps ?
Non. Certains bourgeons sur votre branche peuvent ne pas fleurir exactement le même jour que le bourgeon terminal.

5. Dois-je observer les mêmes bourgeons d'une année à l'autre ?
Vous devez observer la même branche, qui possède généralement les mêmes bourgeons terminaux chaque année.

6. Que faire si les arbres à aiguilles pointues représentent la majorité de la végétation ?
En général, il existe des buissons caducs de la couche inférieure qui peuvent être utilisés à la place. Typiquement, ces plantes caduques sont détectées par les satellites pour la floraison. La floraison des conifères est un phénomène plus subtil qui n'est que difficilement observable.

7. Que faire si plusieurs feuilles éclosent d'un seul bourgeon ?
Choisissez une des feuilles et marquez là au marqueur indélébile. Mesurez ensuite la feuille marquée.

8. Comment puis-je marquer les herbes si elles sortent toutes le même jour ?
Marquez la base des quatre herbes les plus longues apparues la veille.

9. Que faire si le premier jour, je vois plus de quatre herbes ? Comment dois-je sélectionner les herbes pour l'étude ?
Marquez la base des quatre herbes les plus longues apparues la veille.

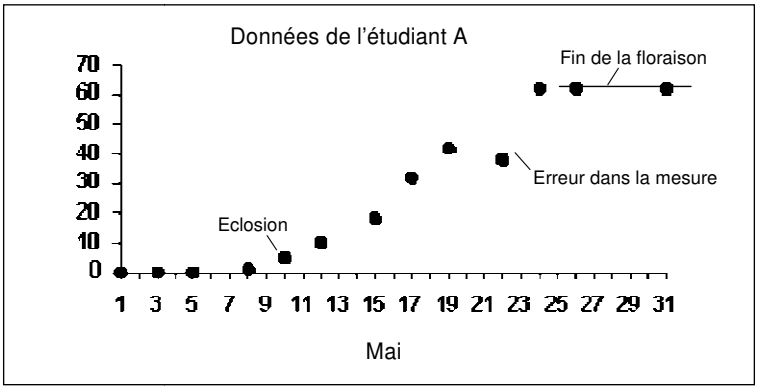
10. De combien de temps une feuille a-t-elle besoin pour être portée à maturité ?
Cela dépend. Cela peut prendre une semaine en Alaska, avec des journées de 18h durant la floraison. Dans d'autres endroits, cela peut prendre un mois ou plus.

11. Que faire s'il y a déjà des herbes à la première visite du site ?
Marquez la base des quatre herbes les plus longues apparues la veille.

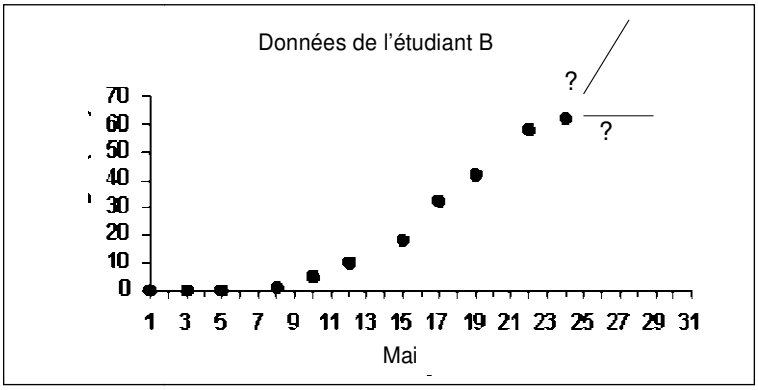
Phénologie des plantes : Verdissement – Lire les données

Les données sont-elles exploitables ?

La première étape pour lire les données phénologiques est de vérifier que les données soient exploitables et logiques. La longueur de la feuille au cours de la floraison grandit-elle bien ? Regarder le graphe des données de floraison comme montré sur la figure 1 rend la vérification facile. Remarquez que sur cette figure, la longueur du 22 Mai est inférieure à celle du 19 Mai. Il doit donc y avoir une erreur.

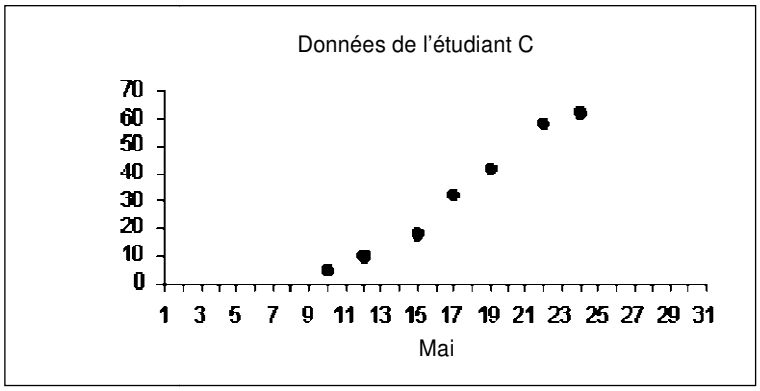


Un autre problème potentiel est illustré par les données de l'étudiant B.



Remarquez que le nombre de mesures est insuffisant pour préciser l'arrêt de la floraison. La feuille a-t-elle fini de pousser le 24 mai ou va-t-elle continuer pendant des semaines ? Il est impossible de le préciser sans que trois mesures consécutives marquent l'arrêt de la croissance.

Les données de l'étudiant C ont deux problèmes. D'une part, il est impossible d'estimer le début de l'éclosion parce que l'étudiant n'a pas noté les mesures 3 jours avant l'éclosion. D'autre part, il est impossible d'estimer le pourcentage de croissance puisque l'absence des trois mesures finales ne permet pas de déterminer la fin de la floraison.



Qu'est ce que les scientifiques cherchent dans les données ?

Les scientifiques sont très intéressés par l'apparition des feuilles au printemps et à la vitesse de leur développement. La date et les changements des feuilles, comme les changements de couleur et les chutes. Il peut sembler étrange qu'une observation si simple et si commune soit très importante pour les sciences de la Terre, mais c'est le cas.

Par exemple, de nombreux scientifiques utilisent les données d'un senseur radiomètre de la NASA, le MODIS, pour surveiller les dynamiques saisonnières des feuilles. Les données de la floraison ou de la fanaison sont rassemblées par les étudiants de GLOBE, en utilisant des méthodes adéquates à travers le monde, qui constituent le meilleur moyen de vérifie la précision des observations satellites.

Les modèles informatiques sont un des principaux outils de recherche utilisés par les scientifiques pour prédire le climat futur de la planète. L'activité végétale saisonnière est une composante importante de cette étude. De nombreux modèles contiennent des programmes utilisés pour prédire la croissance des feuilles. Sans aucune donnée pour mettre à l'épreuve ces modèles, il est impossible de faire confiance aux prédictions des modèles. En utilisant les données GLOBE de floraison et fanaison, les scientifiques seront capables de prédire avec plus de précision le climat futur.

Les utilisations des données GLOBES peuvent être utilisées de manière très spécifique, en particulier quand la phénologie de la plante est liée à d'autres événements. De nombreuses mauvaises herbes n'apparaissent qu'au cours de certaines étapes du développement des feuilles. En reliant les données GLOBE de floraison à l'apparition de ces mauvaises herbes, les scientifiques travaillent pour développer de meilleurs pesticides.
En participant aux protocoles de floraison ou de fanaison, vous aidez à rassembler des données pour les scientifiques, utiles parfois pour des applications insoupçonnables dans de nombreux domaines des sciences de la Terre !

Un exemple de recherche étudiante

Dans un cours de science, un professeur présente le sujet de la phénologie. Personne en classe n'a jamais entendu ce mot, et encore moins ne savent ce qu'il signifie. Le professeur explique donc ce que cela signifie et demande à ses étudiants de leur donner des exemples de changements saisonniers.

L'année scolaire commençait cette année un mois plus tôt, et la classe discutait de plusieurs observations remarquées à propose de l'automne. Un étudiant avait noté que la température de l'air s'était refroidit et qu'ils devaient garder leurs sweat-shirts et leurs vestes pour se réchauffer. Une autre remarque était qu'il faisait plus sombre lorsqu'ils rentraient à l'école. A troisième étudiant a remarqué que les feuilles sur les arbres changeaient de couleur et que quelques arbres devenaient rouges, d'autres jaune ou marron. Un nouvel étudiant a relevé que les cultivateurs locaux avaient déballé leurs stands de vente.

Comme l'avait demandé l'enseignant, les élèves ont songé à d'autres exemples. Les professeurs les avaient encouragés à demander à leurs parents, grands-parents ou d'autres proches.

Après que les étudiants ne se soient plus habitués au concept de phénologie et aux exemples spécifiques de leur zone, l'enseignant présente aux élèves le protocole de floraison GLOBE et leur explique qu'ils prendront par à ce protocole le printemps prochain. Ils devaient concevoir un ou plusieurs projets pour ce printemps prochain. Le professeur les encourage à consulter le site Internet des données GLOBE pour se faire une idée.

Les étudiants étaient d'une certaine manière familiers avec les cartes ou graphes GLOBE et réalisent que les sites sont définis pour chaque collecte de données des élèves. Par conséquent, ils voulaient voir s'il existait des cartes ou des graphes existant pour les sites phénologiques. Après avoir cliqué sur les cartes et les graphes sur la barre de navigation, ils cliquent sur les sites GLOBE et sur la visualisation de la floraison et de

la fanaison. La nouvelle page répertorie les sites phénologiques par pays. Des écoles GLOBE dans de nombreux pays collectent des données de floraison et de fanaison ! Ils font dérouler la liste des pays et des écoles et décident de regarder le collège technique Higashisumiyoshi d'Osaka au Japon. Les élèves de cette école ont 9 sites avec de nombreuses données pour chaque site !!

Après avoir cliqué sur le site phénologique, un graphe et un tableau de données vont s'afficher pour ce site. Après avoir étudié les données pour chaque site, ils découvrent que les étudiants du collège technique de Higashisumiyoshi d'Osaka observent la floraison et la fanaison pour trois espèces d'arbres différentes - Liquidambar styraciflua, Cornus Florida et Acer palmatum.

Il est intéressant de voir s'il existait des correspondances ou des différentes dans les données de floraison pour différentes espèces. Les graphes pour des espèces différentes sont représentés dans les figures EA-GU-3, EA-GU-4 et EA-GU-5. La figure EA-GU-3 représente les données de la Liquidambar styraciflua sur le site 1 (GRN-01); La figure EA-GU-4 représente les données de la Cornus Florida au site 2 (GRN-02); Figure EA-GU-5 représente les données de l'Acer Palmatum du site 3 (GRN-03). En regardant les graphes, les élèves font un certain nombre d'observations

1. L'éclosion des bourgeons pour les trois espèces se produit environ en même temps.
2. Les bourgeons du Liquidambar Styraciflua du site GRN-01 - figure EA-GU-3 - se sont gonflés plus tardivement.
3. Les longueurs finales des feuilles du Liquidar Styraciflua - Figure EA-GU-3 - et de l'Acer Palmatum - Figure EA-GU-5 sont globalement les mêmes, mais la longueur maximale de la feuille du Cornus Florida - Figure EA-GU-4 - est largement supérieure, presque deux fois plus longue que les autres espèces.
4. Le Liquidambar Styraciflua et l'Acer Palmatum ont atteint leur longueur maximale plus tôt que le Cornus Florida.
5. Une des feuilles du Liquidambar Styraciflua est tombé du site 1. C'était étrange et ils ont voulu savoir si un commentaire expliquait cette chute. Ils regardèrent la section commentaire du tableau de données et malheureusement, rien n'était noté.

Ils ont décidé de télécharger les données des archives de GLOBE et de rentrer les données dans le programme de lecture. Pour faire cela, ils sont allé vérifier le tableau de données pour chaque site et ont suivi les instructions pour télécharger les données sous forme de fichier teste. Ils ont eu trois fichiers, un pour chaque site (GRN-01, GRN-02 et GRN-03).

Par la suite, les étudiants ont suivi les instructions du programme de lecture des feuilles pour ouvrir le fichier texte. Lors de l'ouverture des données, ils ont suivi les instructions afin que la colonne des dates soit lue comme (dates, année, mois et jour) et non pas sous forme numérique.

La colonne d'IF (Identité de la feuille) a quatre valeurs (1, 2,3 et 4) et le nombre de chaque feuille mesurée. Lorsqu'ils regardent les données dans la feuille de calcul, les données étaient rangées par date. Ils se sont donc intéressés à créer des graphes pour chaque feuille comme décrit dans le site Web GLOBE (voir figure EA-GU-3, EA-GU-4 et EA-GU-5). Donc, ils ont utilisé l'outil de la feuille de calcul pour classer les colonnes de données par l'identification de la feuille. Cela a permis de tracer les données de chaque feuille plus facilement.

Ensuite, ils ont tracé un graphe des données en comparant la longueur des feuilles de trois espèces, représenté en figure EA-GU-6.Pour chaque espèce, ils ont tracé une des quatre feuilles juste afin de comparer les données. Il était intéressant de voir les données sur le même graphe et avec plus de détails que sur le site Internet GLOBE. Sur le graphe GLOBE, on croirait que les bourgeons des trois espèces avaient éclos en même temps, mais ces graphes montrent que les bourgeons du Liquidambar Styraciflua ont éclos plus tard. Ils avaient aussi

remarqué que les feuilles poussaient aux mêmes vitesses. Dans d'autres mots, qu'après l'ouverture des bourgeons, la quantité de croissance des feuilles chaque semaine était presque la même. Cependant, puisque la longueur finale du Cornus Florida est beaucoup plus grande, il faut plus de temps pour parvenir à maturité.

Ils ont été intrigués par cette observation. Est-ce typique ? Dans un même endroit, est ce que les feuilles de plantes différentes grossissent de la même manière ? Ils ont décidé que c'était une problématique intéressante pour le printemps suivant. Ils ont décidé de sélectionner les trois espèces natives prédominantes de leur région, comme le collège à Osaka, au Japon, et de comparer leur croissance. Ils ont prédis que les espèces d'arbres avec les feuilles les plus longues à maturité atteindront leur maturité plus tard.

En plus, ils ont voulu observer les données des autres écoles GLOBE et voir la vitesse de croissance des feuilles au printemps dans des climats différents. La longueur de la saison de croissance affecte-elle la vitesse de croissance ? Après avoir lu les archives de données GLOBE, ils ont pu identifier d'autres question qu'ils ont voulu résoudre le printemps prochain.

Figure EA-GU-3

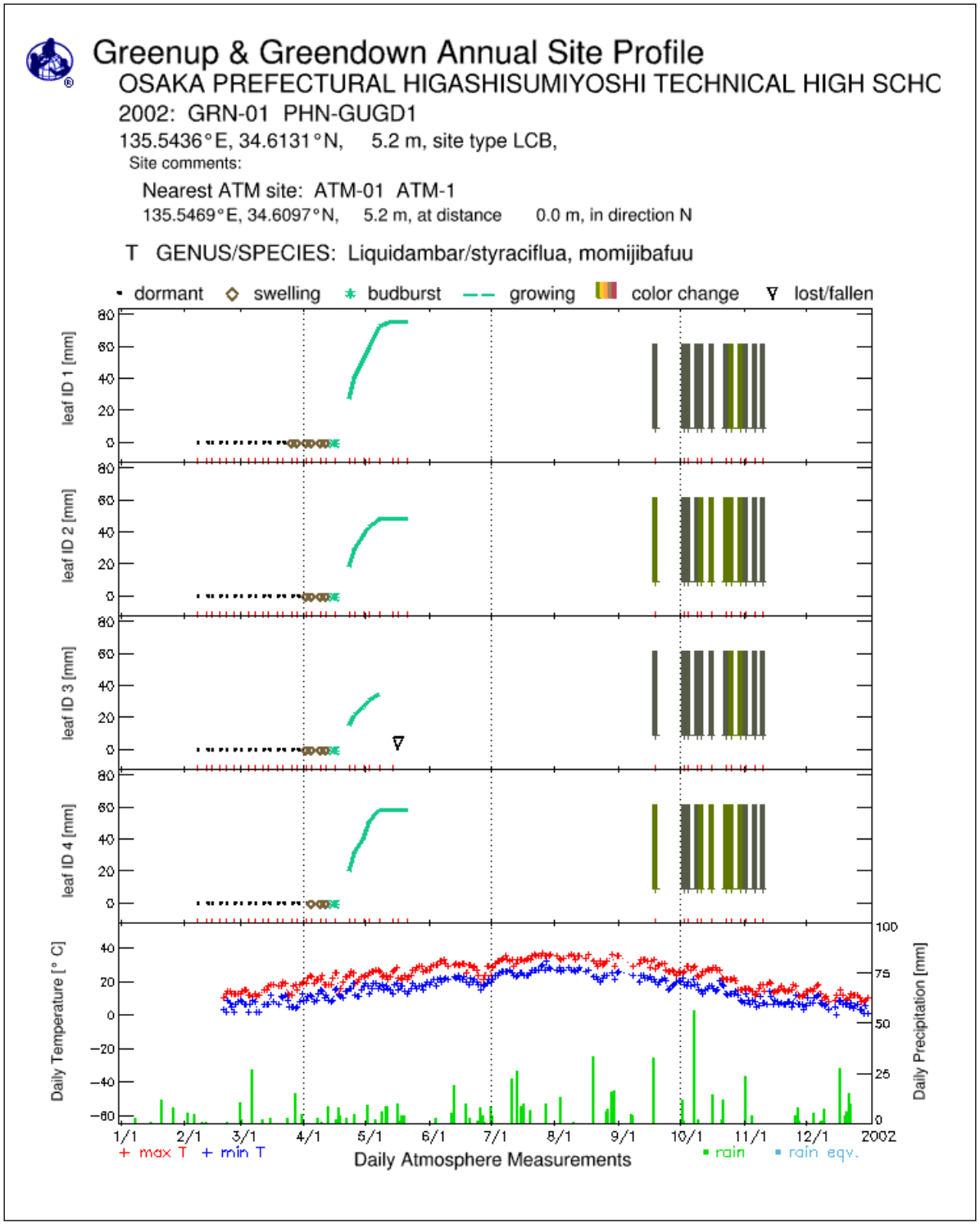


Figure EA-GU-4

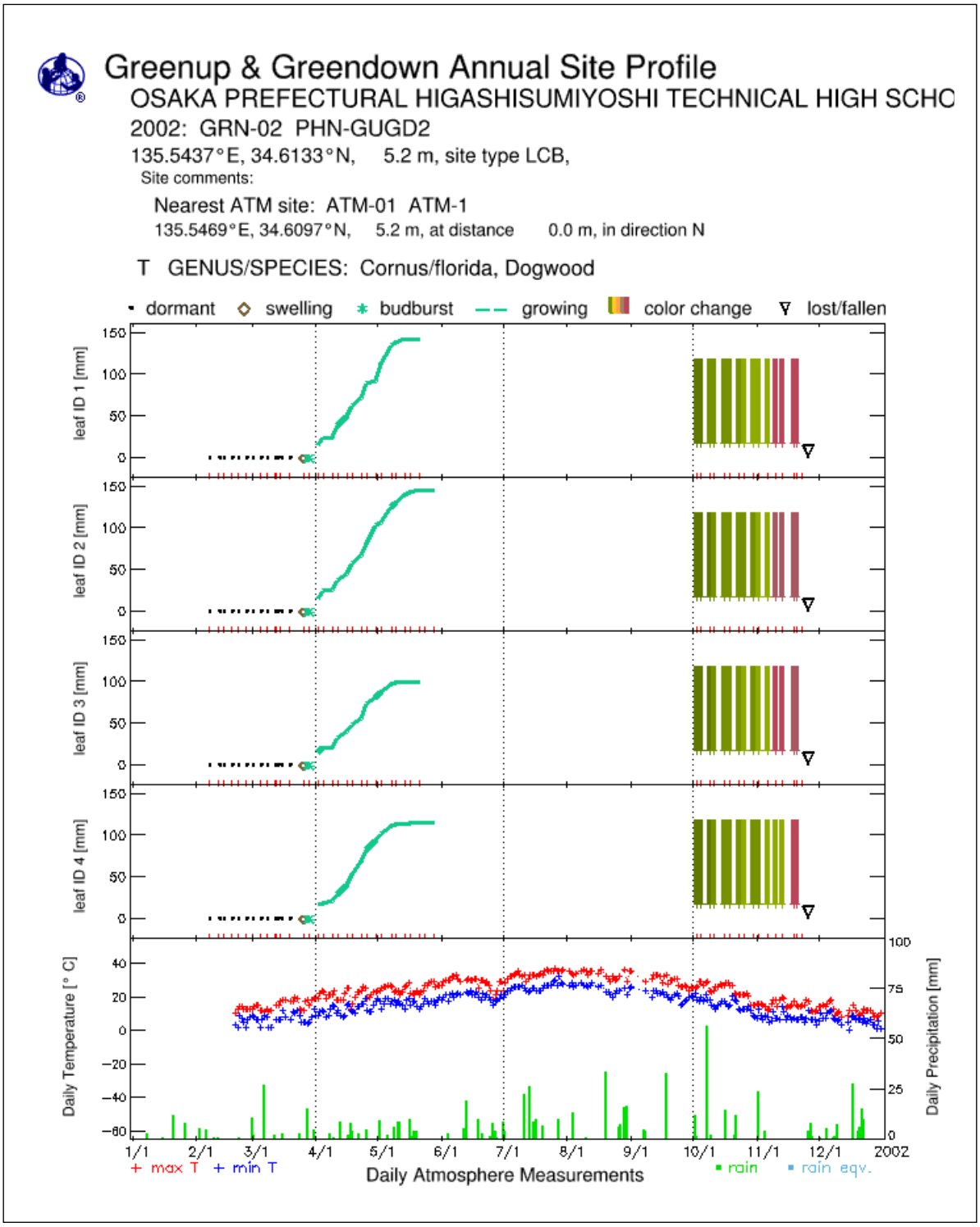


Figure EA-GU-5

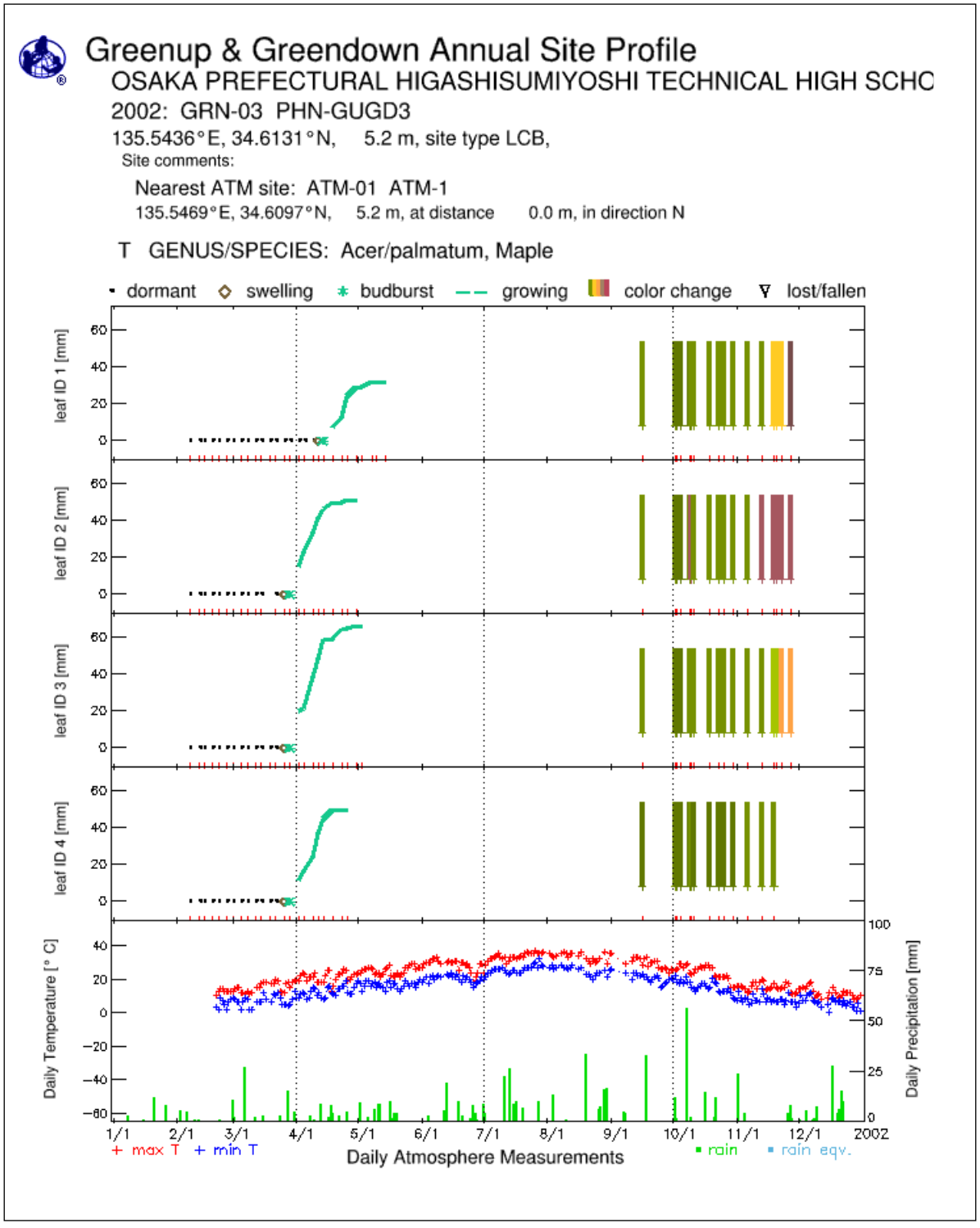
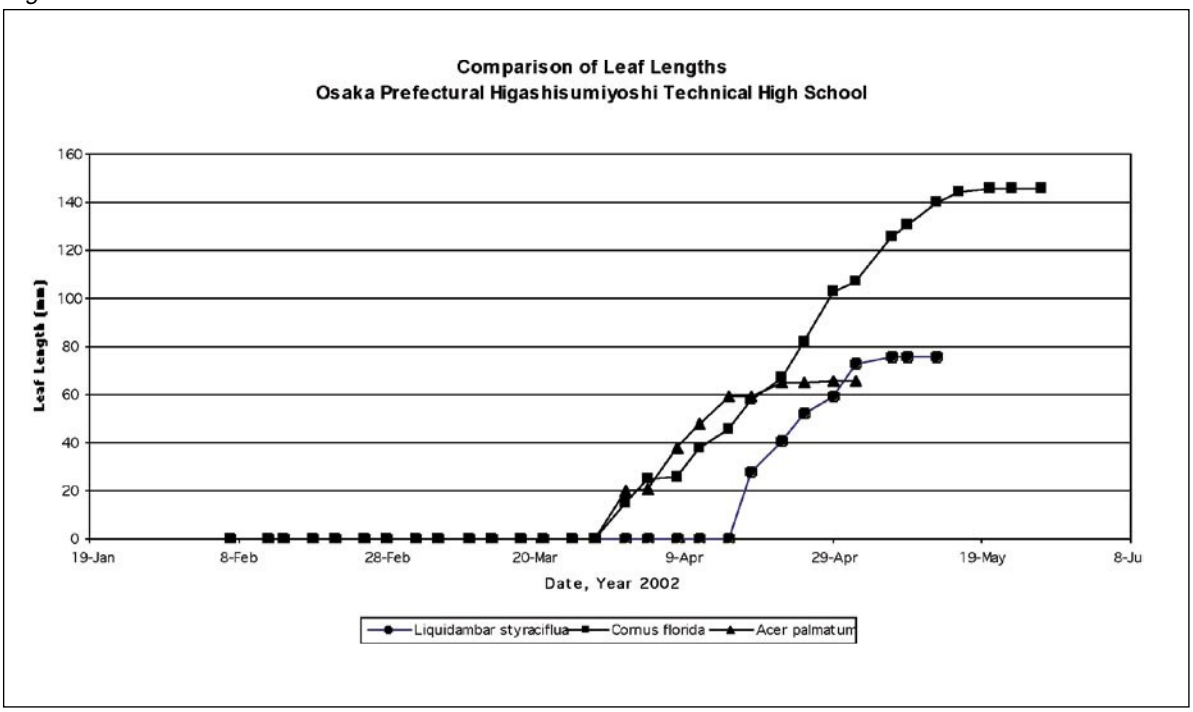


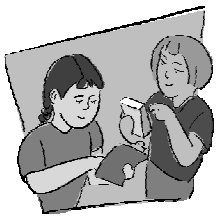
Tableau EA-GU-1

Date	GRN-01	GRN-02	GRN-03
	Liquidambar styraciflua	**Cornus florida**	**Acer palmatum**
7-Fev	0	0	0
12-Fev	0	0	0
14-Fev	0	0	0
18-Fev	0	0	0
21-Fev	0	0	0
25-Fev	0	0	0
28-Fev	0	0	0
4-Mar	0	0	0
7-Mar	0	0	0
11-Mar	0	0	0
14-Mar	0	0	0
18-Mar	0	0	0
21-Mar	0	0	0
25-Mar	0	0	0
28-Mar	0	0	0
1-Avr	0	15	20
4-Avr	0	25	21
8-Avr	0	26	38
11-Avr	0	38	48
15-Avr	0	46	59
18-Avr	28	58	59
22-Avr	41	67	65
25-Avr	52	82	65
29-Avr	59	103	66
2-Mai	73	107	66
7-Mai	76	126	
9-Mai	76	131	
13-Mai	76	140	
16-Mai		144	
20-Mai		146	
23-Mai		146	

Figure EA-GU-6



Protocole d'étude de fanaison



Objectif général

Observer le défeuillage des végétaux et rentrer les données qui seront utilisées par les scientifiques pour valider les estimations satellites de la fin de la saison de croissance des végétaux.

Objectif spécifique

Les étudiants surveillent le changement d e couleur des feuilles sélectionnées des arbres, arbustes et herbes.

Compétences

Les étudiants apprendront à,

- observer quand les feuilles changent de couleur à la fin de la période de croissance;
- comparer la couleur des feuilles avec les couleurs du guide des couleurs des végétaux ;
- Identifier trois espèces natives de leur région;
- Examiner les relations entre la fanaison et les facteurs climatiques;
- Prédire le moment de la fin de la période de croissance pour les saisons à venir ;
- Comparer les modifications de couleurs pour différentes espèces de végétaux;
- Communiquer les résultats de vos projets à d'autres écoles affiliées GLOBE ;
- Collaborer avec les autres écoles GLOBE (de votre pays ou d'ailleurs); et
- Partager vos observations en entrant vos données dans les archives de GLOBE.

Concepts Scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Le temps change tous les jours selon les saisons.

. Le soleil est la source principale d'énergie à la surface de la terre

Sciences de la vie

Les organismes ont des besoins de base

Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont assurés.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

La Terre possède de nombreux environnements différents qui abritent plusieurs combinaisons d'organismes.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

L'énergie permettant la vie provient essentiellement du soleil.

Les systèmes vivants nécessitent une source continue d'énergie pour maintenir leur organisation physique et chimique.

Compétences scientifiques

Estimer les espèces dominantes de végétaux.

Identifier les différentes espèces de plantes.

Observer la croissance des feuilles

Mesurer la croissance des feuilles

Identifier les problématiques.

Concevoir et mener des recherches scientifiques.

Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données.

Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.

Identifier et analyser les explications intermédiaires.

Communiquer les procédures, les descriptions et les prédictions.

Durée

Sur le Terrain : 30 minutes, sans compter le trajet.

Niveau

Tous

Fréquence

Au moins deux fois par semaine deux semaines avant le défeuillage présumé, si possible, et jusqu'à ce que le changement de couleur ou la chute soit terminées

Matériel et instruments

Fiche de relevé de données fanaison
Guide de Terrain Feuillage et/ou *Guide de Terrain de verdissement des arbres et buissons*
Guide de Terrain de sélection de guide pour le verdissemnt ou la Fanaison
Fiche de définition de site de verdissement et de fanaison
Papier millimétré
Ruban adhésif, 1 étiquette par élève
Stylo ou crayon
Guides des espèces locales
Boussole
Appareil Photo
Guide de couleur des plantes GLOBE
Fiche de relevé de données de fanaison
Marqueur permanent à pointe fine

Préparation

Renseignez-vous sur les espèces présentes sur le site d'étude GLOBE de votre école.

Pré-requis

Estimer la couverture nuageuse (depuis *Etude de l'atmosphère*) (suggéré).

Sélection du site de verdissement et de fanaison

Avant de sélectionner votre site de fanaison il y a plusieurs éléments à prendre en considération. Ces considérations sont les mêmes que pour la sélection du site de verdissement.

1. Votre site phénologique doit être dans une zone ou la floraison et la fanaison des plantes natives est due à des facteurs climatiques comme l'augmentation des températures ou des précipitations. L'irrigation et la fertilisation altèrent les cycles de floraison et de fanaison, et les données ne seraient pas représentatives de la végétation naturelle et des connections climatiques locales. Les bâtiments absorbent les radiations solaires et abritent les sites du vent. Par conséquent, évitez les sites près des bâtiments ou les zones irriguées ou fertilisées. Pour déterminer si le site est trop proche d'un bâtiment, et estimez l'angle entre le sol et le haut du bâtiment. Si cet angle est supérieur à 45°, le bâtiment est trop près.
2. Les espèces non-natives, ou exotiques, ont des cycles de floraison et de fanaison qui peuvent ne pas être lié au climat local. C'est souvent le cas car les plantes exotiques n'ont pas évolué pour survivre au climat local. Si vous n'êtes pas sûr de quelles plantes sont natives ou ont évolué pour grandir dans des régimes climatiques similaires au votre, demandez à un agent des eaux et forêts, ou au personnel compétent de votre université locale.
3. Votre site de floraison ou de fanaison doit être accessible de telle manière que les étudiants puissent le visiter au moins deux fois par semaine. Cela peut être le même que le site d'échantillonnage de couverture du sol ou d'étude de l'atmosphère. Soyez sûr de déterminer la localisation de votre site en identifiant la latitude, la longitude et l'altitude en suivant le *protocole GPS*.
4. Puisque les résultats de vos mesures de floraison et de fanaison seront liés aux données de précipitation et de température apportées par l'étude de l'atmosphère et aux données d'humidité du sol et de température de l'étude de la terre, il est plus adéquat de choisir un site proche de ceux d'Atmosphère et Terre.
5. Les verdissement et fanaisons détectées par satellite sont principalement influencées par quelques espèces dominantes, dont le feuillage est le plus haut. Ces espèces sont celles qui représentent la plus grande part du feuillage. Si vous utilisez un site d'échantillonnage de couverture du sol, vous connaissez déjà les espèces dominantes. Si vous utiliser un site différent, utilisez d'une à trois des espèces supérieures qui sont dominantes. Ces plantes peuvent être des arbres conifères, des arbres à feuilles larges, des arbustes à feuilles larges ou des herbes. Pour les mesures phénologiques, vous devriez choisir une plante caduque et donc, si 90% des arbres de votre site sont des pins blancs (arbre conifère) et 10% sont des érables, utilisez les érables.
6. Scientifiquement, il est plus pratique d'utiliser les mêmes arbres ou buissons pour la floraison et pour la fanaison. Cependant, vous ne pouvez effectuer que les mesures de floraison et de fanaison, ou même utiliser des sites différents pour vous adapter à vos contraintes pédagogiques. Si vous utilisez deux sites différents, remplissez une fiche de définition de site pour chacun d'entre eux.
7. Puisque les changements dans la saison de croissance des plantes peuvent être expliqués par des changements climatiques, les élèves de votre école devraient essayer d'utiliser le même site, années après années, les mêmes espèces, et les mêmes parties de ces plantes.

Sélection du site pour le verdissement et la fanaison des arbres et buissons

Guide de Terrain

But

Définir le site pour les mesures de verdissement et de fanaison des arbres et buissons

Ce dont vous avez besoin

- *Fiche de définition de site pour le verdissement et la fanaison.*
- *Fiche de relevé de données GPS*
- *Guide de terrain de protocole GPS*
- Ruban adhésif ou autre procédé durable d'identification
- Guide des espèces locales
- Récepteur GPS
- Boussole
- Stylo ou crayon

Sur le terrain

1. Complétez la *fiche de définition de site verdissement et de fanaison*.
2. Sélectionnez un arbre ou buisson. L'arbre ou le buisson doit être une des espèces natives dominantes de votre zone, caduque et facilement accessible.
3. Sélectionnez une large branche en bonne santé du côté sud de l'arbre pour l'hémisphère Nord, côté Nord de l'arbre pour l'hémisphère sud. Utilisez une boussole ou un récepteur GPS pour déterminer la direction. Si une branche inférieure est choisie, elle doit être sur la bordure extérieure de l'arbre ou du buisson car les branches protégées par le reste de l'arbre peuvent subir un microclimat du à l'ombrage.
4. Identifiez les genres et espèces en utilisant les guides de terrain ou l'aide des spécialistes. Notez les genres et espèces sur la fiche de définition de site de floraison et de fanaison.
5. Marquez la branche avec du ruban adhésif ou tout autre identification durable. Etiquetez le ruban avec un numéro unique et le nom de votre groupe, de votre école et de votre classe.
6. Effectuez une mesure GPS en suivant le *Protocole GPS*.

Sélection du site pour le verdissement et la fanaison des herbes

Guide de Terrain

But

Définir le site pour les mesures de verdissement et de fanaison des herbes

Ce dont vous avez besoin

- *Fiche de définition de site pour le verdissemnt et la fanaison.*
- *Fiche de relevé de données GPS*
- *Guide de terrain de protocole GPS*
- Mêtre
- Guide des espèces locales
- Récepteur GPS
- Boussole
- Stylo ou crayon
- Clous ou piquets

Sur le terrain

1. Complétez la *Fiche de définition de site de verdissement et de fanaison*.
2. Identifiez les genres et espèces en utilisant les guides de terrain ou l'aide des spécialistes. Notez les genres et espèces sur la *Fiche de définition de site de verdissement et de fanaison*.
3. Sélectionnez une zone d'un mètre carré dominée par les herbes. Marquez votre carré avec des clous ou d'autres identifiants durables.
4. Effectuez une mesure GPS en suivant le *Protocole GPS*.

Support de l'enseignant

Préparation préliminaire

Les étudiants devraient compléter l'*activité d'initiation à l'estimation de la couverture nuageuse* de l'*étude de l'atmosphère* avant d'observer la fanaison. Les étudiants devront estimer le pourcentage de feuilles colorées pour les observations de fanaison.

Les étudiants devraient commencer leurs observations au moins deux semaines avant le fanaison.

Fréquence des observations

Dans la plupart des zones du monde, il existe un seul cycle de verdissement et de fanaison. Cependant, dans certains endroits, les saisons sèches et humides peuvent se succéder dans une seule année, et induisent donc des floraisons multiples. A cause de cela, nous vous demandons de numéroter le cycle que vous observez. S'il s'agit d'un cycle unique, alors précisez cycle 1. Le premier cycle après le premier janvier sera le cycle 1.

Procédure de mesures

Si une branche inférieure est choisie, elle doit être sur la bordure extérieure de l'arbre ou du buisson car les branches protégées par le reste de l'arbre peuvent subir un microclimat du à l'ombrage.

Dans certains endroits, la couleur à la fin de la feuille change à la fin de la période d'observation.

Pour chaque observation, les étudiants notent la couleur des feuilles en utilisant le guide de couleur des plantes GLOBE, ou, si c'est le cas, si la feuille est tombée ou est couverte de neige. Si elle est tombée, alors aucune observation ne peut plus être effectuée sur cette feuille. En fonction de la chute de neige, la surveillance peut aussi prendre fin. Les pages suivantes montrent des exemples de feuilles de relevé de données complétées.

Pour aller plus loin

Quels autres animaux (papillons, oiseaux, poissons) migrent après la fanaison ? Où ? Pourquoi ?

Est-ce que la fanaison se produit plus tôt ou plus tard pour les zones les plus hautes ? Pourquoi?

Est-ce que la fanaison se produit plus tôt ou plus tard à l'intérieur des terres ou sur la côte ? Pourquoi?

Comment est-ce que les feuilles tombées affectent-elles les propriétés de la terre comme sa couleur, sa capacité à retenir l'eau, ses nutriments ? Comment estimer cela ? Pourquoi est-ce important ?

Exemple de fiche de relevé de données remplie de fanaison

Fanaison des arbres, buissons et herbes

Date (Jour et mois)	**Feuille 1** (Couleur, tombée, couverte de neige)	**Feuille 2** (Couleur, tombée, couverte de neige)	**Feuille 3** (Couleur, tombée, couverte de neige)	**Feuille 4** (Couleur, tombée, couverte de neige)	**Rapportée à GLOBE**
30 Septembre	*5 G 7/4*	*5 G 7/4*	*5 G 7/4*	*5 G 7/4*	◆
3 Octobre	*5 G 7/4*	*5 G 7/4*	*5 G 7/4*	*2.5 Y 8/6*	◆
7 Octobre	*5 G 7/4*	*2.5 Y 8/6*	*5 G 7/4*	*2.5 Y 8/6*	◆
11 Octobre	*5 G 7/4*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	◆
14 Octobre	*5 G 7/4*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	◆
16 Octobre	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	◆
20 Octobre	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*7.5 YR 6/4*	◆
23 Octobre	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*7.5 YR 6/4*	◆
27 Octobre	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*7.5 YR 6/4*	◆
30 Octobre	*2.5 Y 8/6*	*2.5 Y 8/6*	*7.5 YR 6/4*	*7.5 YR 6/4*	◆
4 Novembre	*2.5 Y 8/6*	*7.5 YR 6/4*	*7.5 YR 6/4*	*Tombée*	◆
6 Novembre	*2.5 Y 8/6*	*7.5 YR 6/4*	*7.5 YR 6/4*		◆
11 Novembre	*7.5 YR 6/4*	*7.5 YR 6/4*	*7.5 YR 6/4*		◆
14 Novembre	*7.5 YR 6/4*	*7.5 YR 6/4*	*7.5 YR 6/4*		◆
17 Novembre	*7.5 YR 6/4*	*Tombée*	*7.5 YR 6/4*		◆
22 Novembre	*7.5 YR 6/4*		*Tombée*		◆
29 Novembre	*7.5 YR 6/4*				◆
2 Décembre	*Couverte de neige*				◆
					◆

Protocole d'étude de Fanaison des arbres et buissons

Guide de Terrain

But

Observer et rapporter la fanaison des arbres et des buissons.

Ce dont vous avez besoin

Première visite uniquement

- *Fiche de relevé de données de Fanaison*
- Stylo ou crayon
- Papier millimétré
- Marqueur permanent pointe fine
- Appareil photo
- Boussole

Chaque visite

- *Fiche de relevé de données de Fanaison*
- Stylo ou crayon
- Papier millimétré

Sur le Terrain

Première visite uniquement

1. Complétez l'en-tête de votre *fiche de relevé de données*.
2. Pour les arbres et buissons sélectionnés, localisez la feuille à l'extrémité de la branche. Etiquetez cette feuille par un point sur la branche proche de la feuille.
3. Localisez les trois autres feuilles les plus proches de celui sélectionné. Etiquetez ces feuilles en y marquant deux, trois ou quatre points.
4. Prenez une photographie du centre de votre site en repérant les directions cardinales.

Chaque visite

1. Examinez chacune de vos quatre feuilles. Pour chaque feuille, utilisez le *Guide de couleur des plantes* pour estimer la couleur dominante de chaque feuille. Par exemple, si une feuille apparaît à 60 % 5G 7/12 et à 40% 2.5 Y8/10 notez 5G 7/12 pour cette date.
2. Notez vos observations sur *la feuille de relevé de données pour arbre, buisson* ou *herbe.*
   - Si la feuille est couverte de neige, marquez "couverte de neige".
   - Si la feuille est tombée, marquez "tombée" et arrêtez vos mesures après cela.
   - Autrement, continuez à indiquer la couleur jusqu'à ce que la couleur ne change plus.

Protocole d'étude de fanaison des herbes

Guide de Terrain

But

Observer et rapporter la fanaison des arbres et des buissons.

Ce dont vous avez besoin

Première visite uniquement

- *Fiche de relevé de données de Fanaison*
- Marqueur permanent pointe fine
- Stylo ou crayon
- Appareil photo
- Papier millimétré
- Boussole

Chaque visite

- *Fiche de relevé de données de Fanaison*
- Papier millimétré
- Stylo ou crayon

Sur le Terrain

Première visite

1. Complétez l'en-tête de votre *feuille de relevé de données*.
2. Cherchez les quatre plus longs brins d'herbe.
3. Marquez la base du plus long brin d'herbe d'un seul point. Marquez le second de deux points, le troisième de trois et la quatrième de quatre points.
4. Prenez une photographie dans les quatre directions cardinales.

Chaque visite

1. Examinez chacune de vos quatre brins d'herbe. Pour chaque brin d'herbe, utilisez le *Guide de couleur des plantes* pour estimer la couleur dominante de chaque plante. Par exemple, si un brin d'herbe apparaît à 60 % 5G 7/12 et à 40% 2.5 Y8/10 notez 5G 7/12 pour cette date.
2. Notez vos observations sur *la fiche de relevé de données pour arbre, buisson* ou *herbe.*
   - Si l'herbe est couverte de neige, marquez "couverte de neige".
   - Si l'herbe est tombée, marquez "tombée" et arrêtez vos mesures après cela.
   - Autrement, continuez à indiquer la couleur jusqu'à ce que la couleur ne change plus.

.

Questions Fréquentes

1. Dois-je utiliser les mêmes feuilles que pour le verdissement ?

Si possible, utilisez la même branche ou la même zone d'herbe. Si vous utilisez d'autres plantes, essayez de sélectionner des plantes de la même espèce. Si les plantes que vous utilisez pour la fanaison sont différentes de celles utilisées pour la floraison, définissez un nouveau site.

Phénologie des plantes – Fanaisons Observer les données

Les données sont elles exploitables ?

La première manière d'évaluer vos données de phénologie est de voir si ces données semblent exploitables et ont un sens. Vous devez arrêter vos mesures lorsque les feuilles sélectionnées sont tombées ou ont arrêté de changer de couleurs. La figure EA-GD-1 montre la fanaison observée par l'école d'enseignement moyen Nicolas Copernic à Buenos Aires, en Argentine. Observez le changement de couleur au cours de la saison de chute. La récolte des données s'arrête lorsque les feuilles tombent. (Remarquez aussi les données de verdissement - cela montre la vitesse de croissance des feuilles bien qu'il soit intéressant de savoir quand l'éclosion se produit et quand la croissance s'arrête.)

Le Tableau EA-GD-1 montre les données obtenues par une autre école.

Date	Numéro de feuille	Etat	Couleur
20021021	1	F	
20021021	2	F	
20021021	3	F	
20021021	4	C	2.5Y:8/12
20021024	1	C	5GY:4/8
20021024	2	C	5GY:5/10
20021024	3	C	5GY:7/12
20021024	4	C	5GY:4/10

Pour les feuilles 1,2 et 3, la couleur est notée après que la feuille soit tombée de l'arbre. Il peut s'agir ici d'une erreur. Il est possible que les dates n'aient pas été rapportées correctement, que celle du 24 octobre ait été en réalité observée le 21 octobre. Une manière de savoir cela est de contacter l'école et le professeur.

Remarquez aussi que pour la feuille 4, il y a deux observations de couleur. Elle était jaune le 21 octobre (2.5Y:8/12) puis vert à nouveau le 24 (5GY:4/8). Finalement, l'erreur de report des dates n'aurait pas pu être répétée pour les feuilles 1, 2,3? La feuille a-t-elle continuée à changer de couleur ? Si c'est le cas, comment et pendant combien de temps ? Est-elle tombée de l'arbre ? A la simple vue des données récoltées, nous ne pouvons pas savoir.

Qu'est ce que les scientifiques recherchent dans ces données ?

Les scientifiques sont très intéressés par l'apparition des feuilles au printemps et à leur développement. La date et l'ampleur de la chute des feuilles, comme les changements de couleur et de chute, sont aussi très important. Il peut sembler étrange qu'un phénomène si facilement observable soit aussi important pour les sciences de la Terre, mais c'est le cas. Ces événements phénologiques sont directement liés à la fixation du carbone à l'échelle mondiale et à la quantité de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Ils affectent, et sont aussi affectés par la température et l'humidité de l'air et des sols.
Par exemple, de nombreux scientifiques utilisent les données d'un senseur radiomètre de la NASA, le MODIS, pour surveiller les dynamiques saisonnières des feuilles. Les données de la floraison ou de la fanaison sont rassemblées par les étudiants de GLOBE, en utilisant des méthodes adéquates à travers le monde, qui constituent le meilleur moyen de vérifie la précision des observations satellites.

Les utilisations des données globes peuvent être utilisées de manière très spécifique, en particulier quand la phénologie de la plante est liée à d'autres événements. De nombreuses mauvaises herbes n'apparaissent qu'au cours de certaines étapes du développement des feuilles. En reliant les données GLOBE de floraison à l'apparition de ces mauvaises herbes, les scientifiques travaillent pour développer de meilleurs pesticides.

En participant aux protocoles de verdissement ou de fanaison, vous aidez à rassembler des données pour les scientifiques, utiles parfois pour des applications insoupçonnables dans de nombreux domaines des sciences de la Terre!

Un exemple de recherche étudiante

Un professeur demande à ses élèves d'expliquer le changement de couleur des feuilles à l'automne. Les étudiants se regardent les uns les autres, mais ne sont pas sur de quoi répondre. Un élève fait remarquer qu'il n'y avait jamais pensé et qu'il l'avait toujours observé ainsi - les feuilles changent de couleur à l'automne et tombent éventuellement. Après avoir discuté des raisons pour lesquelles les feuilles changent de couleur et tombent en préparation de leur "hibernation" au cours de l'hiver, le professeur demande si toutes les feuilles de tous les arbres ont la même couleur lors de cette époque. Les élèves ne le pensent pas, puisque certains arbres sont rouges, d'autres oranges, marrons ou jaune. Comme devoir à la maison, le professeur leur demande d'observer les données disponibles sur la chute des feuilles sur le site Internet GLOBE et de faire des observations sur le changement de couleur des arbres à l'automne.

Les étudiants étaient relativement familiers avec les cartes et graphes GLOBE et ont observé que des sites étaient définit pour chaque campagne de collecte de données mise en place par des étudiants. Ainsi, ils voulaient chercher des cartes ou des graphes pour des sites phénologiques. Après avoir cliqué sur "Cartes et Graphes" dans la barre de navigation, ils ont cliqué sur "Sites GLOBE" puis "Site de Floraison/Fanaison". La nouvelle page répertoriait les sites phénologiques par pays. Ils ont déroulé la liste pour finalement sélectionner les données de fanaison de l'école Suomussalmel Lukio, en Finlande. A Suomussalmel Lukio, il existe 10 sites phénologiques. Après avoir observé les graphes et les tableaux, ils ont vu que les étudiants de Suomussalmel récoltaient des données phénologiques pour différentes espèces - Alnus incana, Larix Deciduas, Betula pubescens, Populus tremula, Calamagrostis et Betula pendula. Ils ont donc décidé de se concentrer sur trois espèces sur trois sites montrés sur la Figure EA-GD-2 (site GRN-1 pour l'Alnus incana), EA-GD-3 (site GRN-02 pour la Betula pendula), et EA-GD-4 (site GRN-03 pour la Larix decidua). Ils ont aussi observé les tableaux de données par le site GLOBE pour chaque site.

Les étudiants ont ainsi fait de nombreuses observations.

1. Les couleurs vertes du début des observations de la fanaison étaient les mêmes pour l'Alnus incana et la Betula pendula, mais différentes pour le Larix Deciduas. Ils ont regardé le tableau des données sous les graphes pour chaque site et ont vu que les deux premières espèces avaient initialement une couleur 5GY:4/8 alors que le Larix Deciduas avait une couleur 5GY:7/12.
2. La couleur des feuilles de l'A.incana n'a pas beaucoup changé et est restée sombre jusqu'à ce que la feuille ne tombe ou ne soit perdue.
3. La couleur de la feuille de la Betula pendula s'est éclaircie puis est devenue jaune. Deux des quatre feuilles sont devenues marrons puis sont tombées ou ont été perdues, tandis que les deux autres sont devenues plus jaune encore.
4. La L. Deciduas passa de vert clair à jaune puis orange pour trois des feuilles, tandis que la dernière resta jaune.
5. Les feuilles ont été perdues ou sont tombées à des différentes dates pour les différents arbres. Les feuilles de l'A. incana sont tombé autour du 3 octobre, celles du B. pendula vers le 28 septembre, et du L. decidua autour du 27 octobre.

Les élèves en ont conclus que des arbres différents possédaient différentes palettes de couleurs au cours de l'automne. Ils ont parfaitement effectué ce travail à la maison sur les changements de couleur au cours de l'automne, mais plutôt que de souhaiter passer à un autre sujet, ils avaient des tas d'autres questions !

Un étudiant a remarqué qu'ils n'avaient regardé que les données collectées sur une année. La chute des feuilles commence-t-elle et finit-elle à la même époque chaque année ? Un autre élève a demandé si chaque espèce d'arbre arborait le même changement de couleur d'année en année ? Que se passe-t-il lorsque l'automne est très froid, ou très sec ? Un troisième élève a voulu savoir si les même changements de couleur pourraient être retrouvés pour ces espèces dans des

différents lieux en Finlande ou dans d'autres pays. Pour répondre à certaines de ces questions, ils ont décidé de contacter une personne de leur commune connaissant bien la végétation locale, afin d'en savoir plus des espèces poussant dans les environs. De même, ils ont souhaité effectuer une autre recherche sur d'autres écoles GLOBE pour voir s'ils pouvaient trouver de nouvelles données sur ces espèces. Ensuite, ils pourraient comparer les changements de couleur d'une même espèce en différent endroits. Ils ont prévu que le changement de couleur se produirait de la même manière dans différents endroits. Ils ont décidé de faire une expérience: sélectionner des arbres natifs de leur zone et voir si d'autres étudiants dans d'autres endroits ont collecté des données de fanaison pour ces mêmes espèces. Ils observeront la fanaison au cours de l'automne prochain.

Figure EA-GD-1

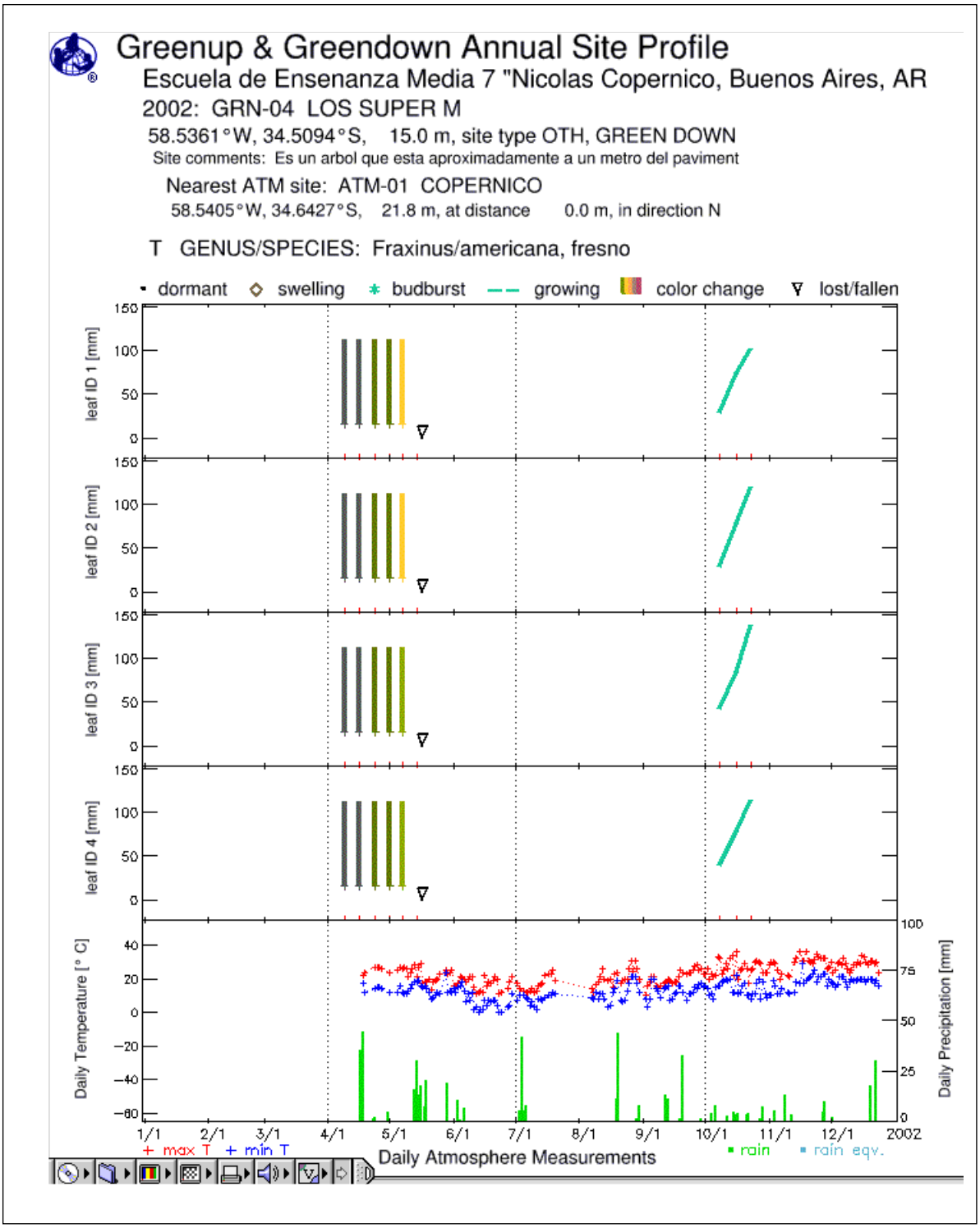


Figure EA-GD-2

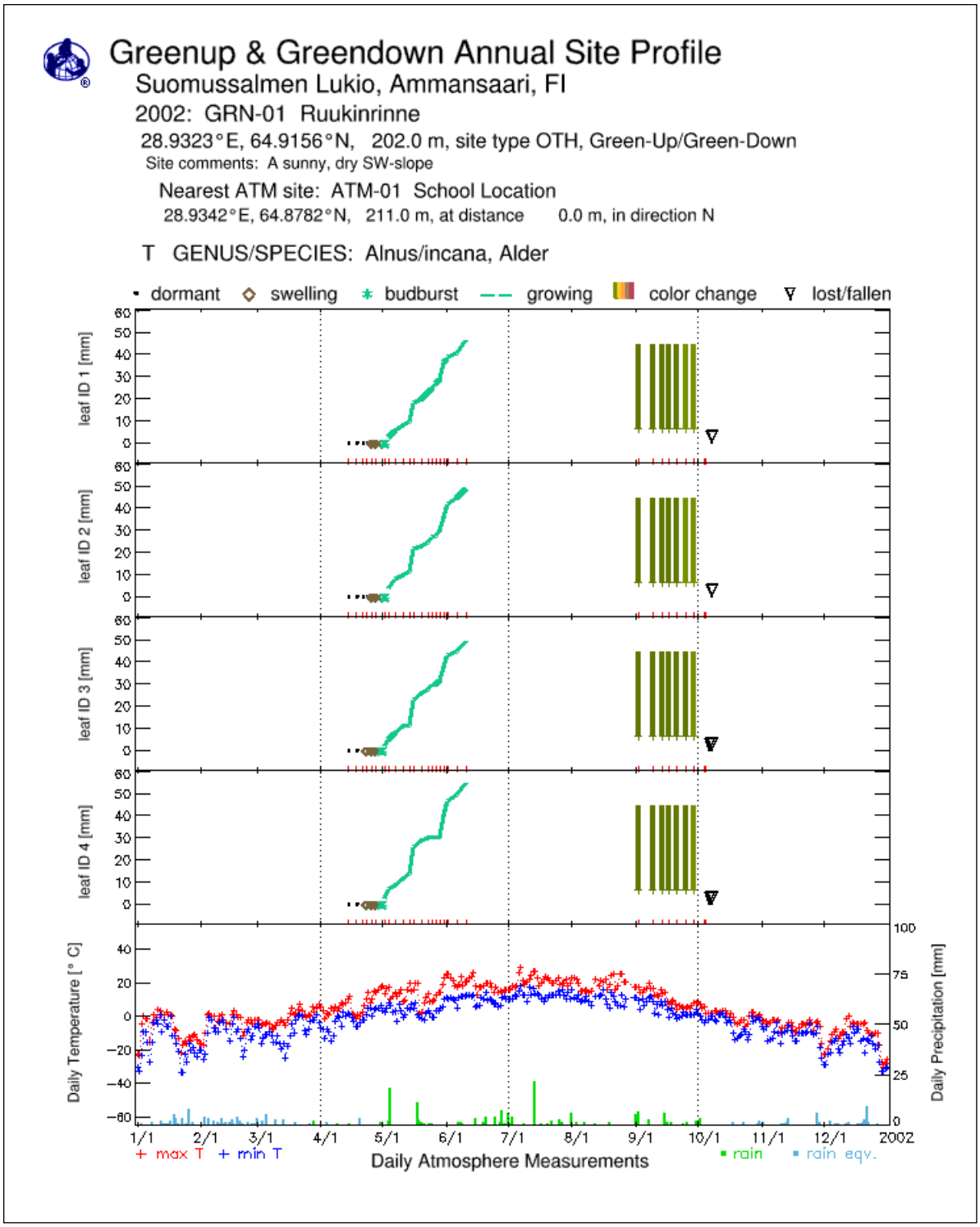


Figure EA-GD-3

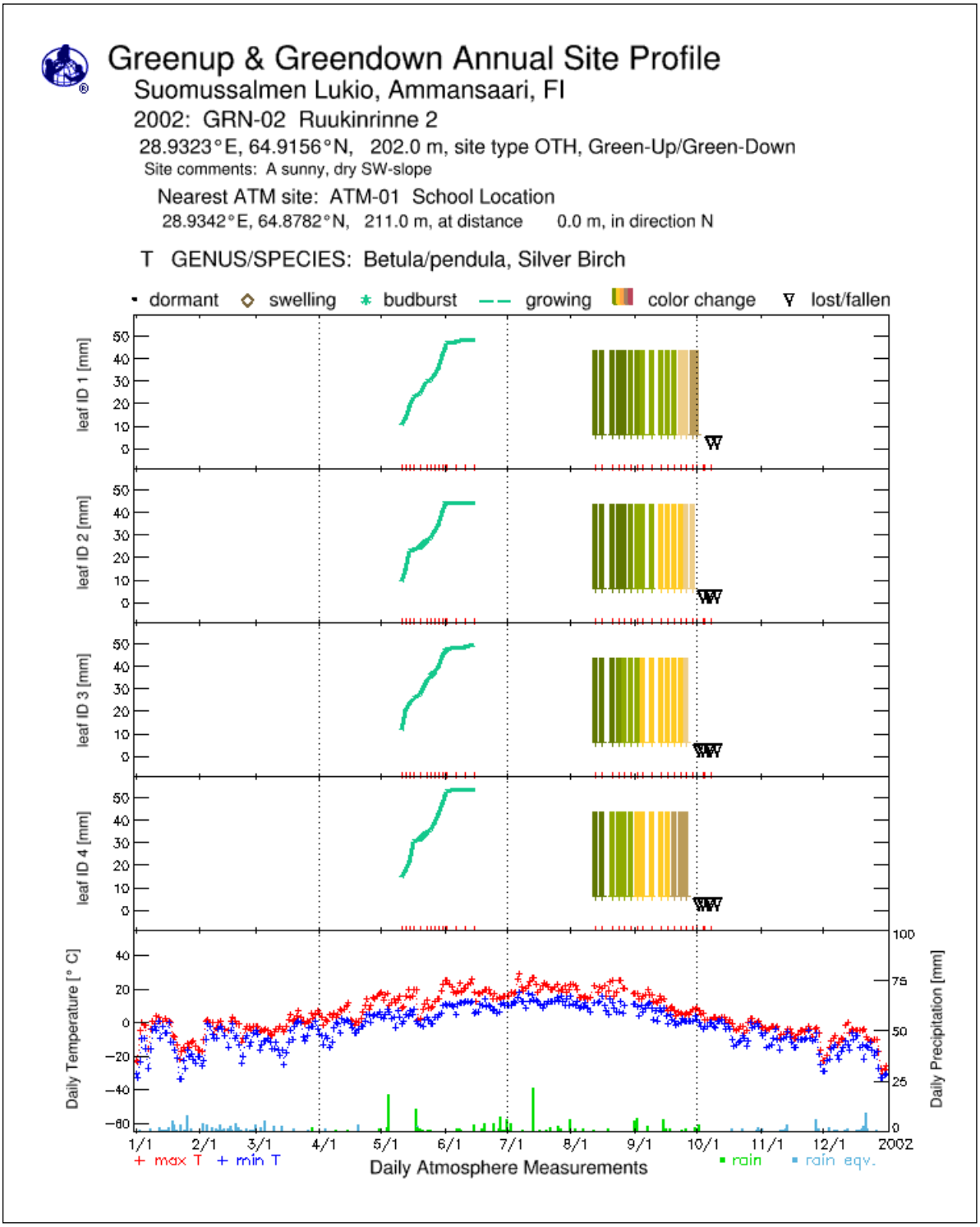
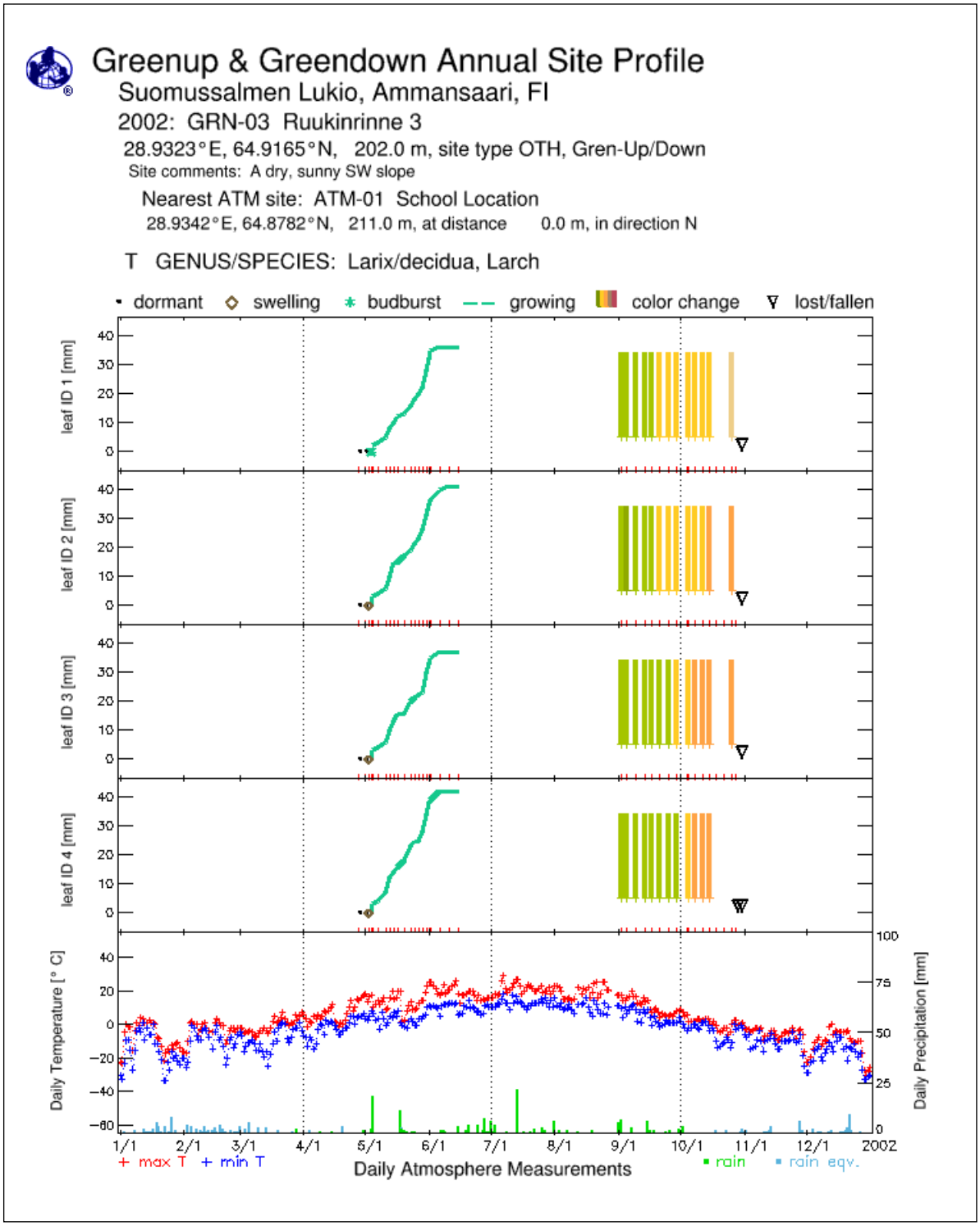


Figure EA-GD-4



Le protocole « Projet Colibri »

Objectif général

Observer les schémas migratoires saisonniers, les habitudes alimentaires, les comportements de nidation des colibris à gorge rouge (Archilochus colubris) en Amérique du nord et centrale

Objectif spécifique

Les étudiants aux Etats-Unis et au Canada récoltent des données pour une ou plus des mesures suivantes pour les colibris à gorge rouge (**désormais dénommés RTHU, pour leur appellation anglophone : Ruby-throated Hummingbird**) :

- Observez les premières apparitions des RTHU au printemps.
- Faites des observations quotidiennes.
- Notez les apparitions des RTHU tout au long de la saison (du printemps à l'automne).
- Notez la date de départ définitive des RTHU migrants en Automne.
- Comptez le nombre de visites des RTHU vers des moyens d'alimentations et/ou des fleurs, et/ou comparez les moyens d'alimentation aux fleurs.
- Identifiez différentes espèces de fleurs dans un vase, un pot, un jardin ou dans une zone naturelle et recensez les visites des RTHU à ces espèces.
- Observez leur comportement de nidation.
- Notez tout RTHU « inhabituel » qui ont un plumage inhabituel, qui sont marqués d'une couleur particulière, ou qui sont différents de la norme.

Les étudiants du Mexique et d'Amérique central récoltent des données similaires à l'exception de :

- Les premières apparitions des RTHU qui reviennent ont lieu en automne.
- La date de départ définitive est au printemps.
- Il n'y a pas de nidation sous les tropiques.

Géographie

Utiliser des cartes (réelles et virtuelles).

Les caractéristiques physiques d'un endroit.

Les caractéristiques et la répartition spatiale des écosystèmes.

Dans quelle mesure l'être humain modifie l'environnement physique.

Compétences scientifiques

Compétences

Tous les étudiants vont acquérir des connaissances en histoire naturelle et en écologie. Ils apprendront à identifier et à déterminer l'âge de mâles et de femelles colibris à gorge rouge ainsi qu'à observer les comportements migratoires et alimentaires. Ils apprendront à faire des liens entre le comportement des colibris et le temps, le climat, la disponibilité de nourriture, les saisons, la photopériode (durée du jour) et d'autres données environnementales.

Concepts scientifiques

Sciences de la Vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

Les végétaux et les animaux suivent des cycles de vie.

Certains animaux passent leur vie dans différents écosystèmes à cause de leurs migrations.

La reproduction est une caractéristique de tout organisme vivant.

Les fonctions d'un organisme dépendent de l'environnement et en change la nature.

Les interactions entre les organismes au sein d'un écosystème conduisent à des changements dans l'organisme au cours du temps pour s'adapter.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Toutes les populations vivant ensemble et les facteurs physiques avec lesquels ils interviennent constituent un « écosystème ». Les êtres vivants sont à la fois en coopération et en compétition dans les écosystèmes.

Les organismes vivant ensemble et les facteurs physiques avec lesquels ils interviennent constituent un écosystème.

Dernières apparitions d'automne : De jour (idéalement) pendant trois semaines (approximativement de fin septembre à mi-octobre).

Premières apparitions d'automne (Amérique centrale et Mexique) : Schéma d'apparition précis inconnu ; approximativement de mi-août à mi-octobre.

Identifier l'âge et le sexe des RTHU.
Compter les colibris vivants, en mouvement.
Identifier les différentes espèces de fleurs
Plantes et soins pour les habitats des colibris (optionnel)
Identifier les questions pertinentes.
Création et direction de recherches scientifiques
Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse des données.
Développer ses explications et prévisions à l'aide de preuves scientifiques.
Partage des procédures et des explications.

Durée

Apparitions : N'importe quel moment de la journée

Visites aux fleurs et aux moyens d'alimentation : 45 minutes à la même heure chaque jour.

Visites aux espèces de fleurs : 45 minutes minimum à la même heure chaque jour (si possible, faites des observations sur plusieurs heures consécutives)

Fréquence

Premières apparitions printanières : chaque jour pendant trois semaines (débuter approximativement mi-mars au sud des USA, plus tard dans le nord des USA et au Canada).

Dernières apparitions printanières (Mexique et Amérique centrale) : Schéma d'apparition précis inconnu ; approximativement du 1er février à mi-mars.

Apparitions en saison : Idéalement de jour

Visites aux fleurs et aux moyens d'alimentation : Au moins deux fois par semaine (quotidiennement si possible, approximativement du 1er avril au 1er octobre aux USA et au Canada, le reste de l'année sous les tropiques)

Comportement de nidation : Quotidiennement si une niche est trouvée (approximativement demi-avril à début août ; la nidation n'a lieu qu'aux US et au Canada)

Colibris « inhabituels » : Quand vous en apercevez un.

Niveau

Tous niveaux

Matériel et instruments

Fiche de relevé de données sur les colibris
Fiche de relevé de données GPS
GPS – Guide de terrain
Calculatrice (optionnelle)
Appareil photo
Nourriture pour colibri et dispositif d'alimentation (facultatif si vous utilisez des fleurs pour colibris)
Fleurs pour colibris (facultatif si vous utilisez un dispositif d'alimentation)
Bloc note
Crayons et stylos
Jumelles (facultatif)
Guide d'identification des oiseaux
Guide d'identification des fleurs sauvages (facultatif)
Guide d'identification des fleurs domestiques (facultatif)
Récepteur GPS (peut être emprunté)
Boussole

Préparation

Apprenez à identifier les mâles, les femelles et les jeunes colibris à gorge rouge, en utilisant les guides d'identification des oiseaux et les informations sur le site Web d'*Opération rouge-gorge : le projet Colibri* sur www.rubythroat.org.

Pré requis

Aucun

Le protocole « projet colibri » – Introduction

Avez-vous déjà remarqué ces petits oiseaux colorés qui volent dans les jardins et les prés ? Ils semblent ne jamais s'arrêter, allant d'une fleur à la suivante ; ils ressemblent presque à de très gros insectes. Ces minuscules oiseaux sont des colibris – des créatures fascinantes qui sont très courantes dans beaucoup d'endroits mais sur lesquelles il y a beaucoup à apprendre. Quand migrent-ils au printemps et en automne ? Dans quelle mesure les tempêtes affectent-elles leurs migrations ? Imaginez-vous à quel point un vent violent peut balancer ces créatures légères comme l'air loin de leur chemin prévu ? Ont-elles même un chemin *prévu* ?

Les scientifiques veulent en savoir plus sur leurs schémas migratoires ainsi que sur leur comportement alimentaire et de nidation. Quelles sont leurs fleurs préférées pour le nectar ? Viendront-ils au dispositif d'alimentation dans votre cour d'école ? Comment les colibris adultes s'occupent de leurs œufs et des jeunes colibris après que les œufs ont éclos ? Un colibri souvent rencontré est le colibri à -gorge rouge. Le comportement de cet oiseau dans sa zone de nidation au Canada et aux Etats-Unis est-il différent de celui de ses terres hivernales au Mexique et dans les sept autres pays d'Amérique centrale ? Vos observations pourront aider à répondre à ce type de questions et aideront grandement les scientifiques tout en vous amusant à étudier les colibris et leurs habitudes.

En observant les colibris, vous aidez également les scientifiques à mieux comprendre comment les animaux réagissent au changement du temps et au changement climatique à long terme. La migration, le comportement alimentaire et la nidation des colibris sont affectés par la température, les précipitations, la couverture du sol, et beaucoup d'autres choses. Effectuer d'autres mesures GLOBE en même temps que l'observation des colibris mènera à des projets intéressants et des découvertes scientifiques importantes pour lesquelles vous pouvez être un protagoniste.

Amusez-vous tout en en apprenant sur les colibris et la nature qui vous entoure !

Contexte

Le colibri à -gorge rouge (Archilochus colubris) est une espèce idéale pour une étude scientifique multidisciplinaire réunissant des étudiants du Canada, du Mexique, des Etats-Unis et des sept pays d'Amérique centrale (Belize, Costa Rica, Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama). Connu en espagnol sous le nom de *mansoncito garganta de fuego* ou *chupaflo rubi,* les colibris à gorge rouge sont les plus répandus des colibris. Ils viennent volontiers sur des dispositifs d'alimentation artificiels et tolèrent le contact de l'humain. Les colibris à gorge rouge sont des créatures fascinantes qui captent immédiatement l'attention d'un étudiant et qui le ou la mène vers une recherche scientifique et des découvertes. Des informations et des photos sur la biologie et le comportement des RTHU ainsi que sur l'écologie peuvent être trouvées sur le site Web d'*Opération rouge-gorge : le projet Colibri* sur www.rubythroat.org.

Les RTHU sont des oiseaux migrateurs néo tropicaux insectivores et nectarivores qui sont établis de l'Amérique centrale à Alberta, au Canada et de la côte est des Etats-Unis aux milieux des grandes plaines. Ils se reproduisent à l'est des Etats-Unis et au sud du Canada et passent l'hiver du sud du Mexique au canal de Panama (parfois dans le sud de la Floride et le long de la côte golfique des Etats-Unis, et rarement ailleurs à l'intérieur des USA). La figure EA-RT-1 montre la répartition des espèces. Les scientifiques ne savent pas exactement jusqu'où au Nord les RTHU se reproduisent, donc les étudiants canadiens qui habitent proche de la frontière Nord peuvent fournir des informations importantes sur la réelle étendue de cette espèce.

Les RTHU apparaissent aussi, rarement, dans certaines parties des Caraïbes durant la saison qui n'est pas celle de la reproduction ; il y a eu au moins un rapport provenant de chacune de ces îles : Bahamas, Bermudes, Iles Cayman, Cuba, République Dominicaine, Haïti, Jamaïque, et Porto Rico. Les écoles de ces endroits sont fortement encouragées à participer à l'opération Rouge-gorge, en comprenant bien que les colibris qu'ils verront ne seront probablement pas des RTHU. Cependant si des étudiants des Caraïbes voient des RTHU, il est probable qu'ils contribuent significativement à notre compréhension de l'étendue hivernale des RTHU. Les ornithologues sont toujours prêts à étendre

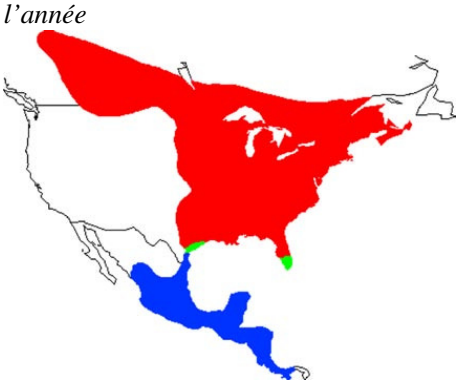
celle-ci, et tout particulièrement pendant les moments de changement climatique.

Les schémas migratoires et de mouvements hivernaux chez les RTHU sont mal compris. Certains experts font l'hypothèse que les RTHU suivent des chemins similaires à la fois pour les migrations vers le Nord et vers le Sud, avec des oiseaux volant non-stop à travers le golfe du Mexique et d'autres volants au dessus du Mexique. Depuis quelques années, il est apparu que les RTHU se sont déplacés exactement au même rythme que l'isotherme 1,7 °C, ce qui pourrait être lié avec la présence de petits insectes et la période de floraison de plusieurs espèces de plantes tempérées qui fournissent un nectar riche en énergie.

Les détails migratoires des RHTU restent un mystère. On ne sait pas précisément où les populations issues des différentes parties d'Amérique du Nord migrent en hiver car personne au Mexique ou en Amérique centrale n'a reporté avoir vu des RTHU aux Etats-Unis ou quelque part dans les tropiques. En fait, seulement environ une douzaine de RTHU, sur plus des 50000 RTHU recensés aux Etats-Unis et au Canada, ont été capturés ou trouvés morts puis déclaré à l'intérieur des terres des USA.

Le premier RTHU jamais capturé à plus de 15 km de son groupe était un jeune mâle marqué à la couleur fin septembre 1991 au Hilton Pond Center du Piedmont Natural History proche de York en Caroline du Sud, et fut recapturé 10 jours plus tard près d'Atlanta, en Géorgie. Les oiseaux marqués à la couleur venant de Hilton Pond on également été aperçus ou capturés à Mobile en Alabama et à Cameron en Louisiane.

Figure EA-RT-1 : Répartition des RTHU. ROUGE – Zone de reproduction ; BLEU – zone hivernale ; VERT – Zone de présence dans l'année



Le déclencheur des migrations des RTHU vers le Nord au printemps et vers le Sud en hiver n'est pas encore clair ; la photopériode (durée du jour) semble être un facteur majeur. Nous ne comprenons pas les effets de la météo locale ou régionale et il n'y a pas de données scientifiques utiles concernant l'impact réel des tempêtes tropicales ou des ouragans sur les migrations des trans-golfique des RTHU en automne. Les vents peuvent influencer la migration de printemps vers les zones de reproduction, mais personne n'a encore étudié cette hypothèse. De même, personne n'a étudié de manière exhaustive dans quelles mesures les mouvements migratoires des RTHU peuvent être influencés par la fin de la présence des fleurs ou par les changements en termes de couverture du sol dans les tropiques ou en Amérique du Nord.

Certains participants aux USA ou au Canada seront assez chanceux pour trouver un nid de RTHU utilisé. Si cela arrive, les étudiants peuvent faire des observations approfondies du comportement de nidation. Soyez attentif à ne pas perturber la niche et s'il vous plaît, ne reportez pas d'anciennes niches où il n'y a plus aucune activité. Bien que les RTHU aient la répartition la plus large en terme de zone de reproduction parmi mes 338 espèces de colibris, il y a encore beaucoup à apprendre sur leur comportement de nidation. On ne croit pas que les mâles ne construisent de nids, couvent d'œufs ou s'occupent de la nidation, donc toute observation d'activité d'un mâle autour de la niche est potentiellement importante. On sait que des femelles RTHU ont déjà eu deux ou trois couvées pendant une saison de reproduction, mais on ne sait pas encore clairement s'il s'agit d'un comportement régulier ou si c'est car les couvées précédentes ont été un échec à cause d'un prédateur ou d'autres interférences. Peu d'éléments sont connus quant aux liens entre le re-nichage, le temps, l'altitude et la latitude géographique.

Très peu d'éléments sont connus quant au comportement des RTHU sur les zones hivernales, même les plantes qu'ils utilisent pour le nectar, s'ils défendent le territoire où ils se nourrissent ou la manière dont ils interagissent avec les nombreuses autres espèces de colibris présentes de manière permanente sous les tropiques. Les écoles du Mexique et d'Amérique centrale peuvent apporter une contribution

significative à la compréhension du comportement des RTHU juste après leur arrivée en automne quand ils sur leurs terre de non-reproduction et juste avant leur départ pour leur voyage nordique.

Bien que la plupart des RTHU observés dans la partie Est des USA soit des RTHU « normaux », les étudiants peuvent voir des colibris « inhabituels», comme par exemple :

1. RTHU avec une pigmentation anormale, particulièrement les albinos, les albinos partiels et les leucistiques (descriptions détaillées à la partie suivante) ;
2. RTHU aux couleurs marquée avec de la peinture pour être étudiés ou pour étudier leur schéma migratoire ; ou,
3. Les vagabonds de l'ouest, les mexicains, et les espèces des Caraïbes différentes des RTHU qui errent à l'est des USA et au Canada, particulièrement en automne et en hiver.

C'est important de bien reporter ces colibris « inhabituels » sur les *Fiches de relevées de données* GLOBE et de les notifiez immédiatement à research@hiltonpond.org ou au (803) 684 – 5852. Si possible prenez des photos. Des photos et des descriptions de certains de ces colibris « inhabituels » sont présentées après la description des RTHU typiques.

Identification des colibris à gorge rouge (RHTU)

Caractéristiques communes

Tous les RTHU ont un dos, un front, des ailes et une queue qui sont noires dégradé gris. Les mâles adultes RTHU (Figure EA-RT-2) ont un dégradé rouge sur la gorge, appelé « collerette », tandis que les femelles adultes ont des gorges blanches (Figure EA-RT-3) ; c'est ce qui permet de déterminer facilement le sexe d'un oiseau au printemps lorsqu'il n'y a que des oiseaux adultes. Bien que cela soit rare, il peut arriver qu'une femelle adulte ait des rayures lumineuses sur la gorge au début du printemps ; Cependant elle reste facilement différentiable d'un mâle avec sa gorge rouge. Dans la pénombre, les dégradés rouge et vert apparaissent parfois comme noir ou marron, donc c'est important de faire les observations dans de bonnes conditions d'éclairement.

Les jeunes mâles ou femelles RTHU n'ont pas de gorge rouge juste après l'éclosion ; ils ressemblent tous à une femelle adulte, ce qui rend difficile la détermination de l'âge ou du sexe parmi les oiseaux à gorge blanche lors de la fin du printemps, l'été et l'automne. Cependant, les jeunes colibris ont parfois des rayures à base de vert ou de noir sur la gorge et certains ont même un peu de rouge avant la migration d'automne (Figures EA-RT-4 et EA-RT-5).

Les jeunes mâles ou femelles de tout âge ont des points blancs sur les plumes extérieurs de leur queue. Les mâles RTHU de tout âge sont généralement 25% plus petits que les femelles, mais la taille ne doit pas être un facteur utilisé pour déterminer le sexe d'un colibri. Visitez le site www.rubythroat.org/RTHUExternalMain.html pour plus de conseils pour y arriver.

Les plumes des RTHU tombent sur leurs zones hivernales au Mexique et en Amérique central. Avant la migration printanière, les jeunes mâles nés lors de la précédente saison de reproduction développent une entière collerette rouge. Tout comme tous les adultes, mâles et femelles, ils changent leurs ailes, leur queue et leurs plumes. Les femelles RTHU ressemblent aux femelles de beaucoup d'autres espèces de colibris, ce qui les rend très difficile leur identification formelle en hiver au Mexique et en Amérique centrale ; les adultes mâles peuvent être identifiés plus facilement. Soyez très attentifs à ce que les colibris que vous reportez en hiver dans les tropiques soient vraiment des RTHU.

Les RTHU au plumage inhabituel

Parfois, les RTHU ont des couleurs très différentes de leurs traditionnels vert, blanc, rouge. Les RTHU albinos sont très rares et sont tout blanc avec des yeux, un bec et des pattes roses. Parfois il y a aussi des « leucistiques » qui ont des pattes, un bec et des yeux noirs normaux (Figure EA-RT-6) mais dont plusieurs ou toutes les plumes sont blanches, grises ou d'une autre couleur anormale (Figure EA-RT-7). On ne sait rien du comportement des RTHU leucistiques ou albinos pendant la migration d'automne ou sur les zones hivernales. Curieusement, aucun de ces oiseaux aperçus dans un groupe d'oiseaux aux USA n'est jamais revenu par la suite. On ne sait pas si ces oiseaux anormalement colorés meurent pendant la migration ou s'ils sont simplement incapables de survivre à la compétition avec les autres colibris

des tropiques. Visitez le site www.rubythroat.org/AlbinoMain.html pour plus d'informations sur les colibris aux couleurs anormales.

Les RTHU marqués à la couleur

Dans le cadre de *Opération Rouge-gorge : le projet colibri*, des RTHU sont capturés et amenés au Hilton Pond Center du Piedmont Natural History proche de York en Caroline du Sud où ils ont marqués à la couleur avec un colorant vert temporaire sur le haut de la poitrine ou sur la gorge (Figure EA-RT-8). Les oiseaux marqués pour d'autres projets que *Opération rouge-gorge* peuvent être marqués avec un colorant d'une couleur différente. Certains scientifiques travaillant sur d'autres projets ont une autre manière de marquer les oiseaux, comme par exemple une tâche de peinture lumineuse sur le haut de la tête. Les RTHU accumulent parfois de grandes quantités de pollen orange, jaune et blanc sur leur tête, leur gorge ou le haut de leur poitrine. Ces dépôts ne doivent pas être confondus avec un marquage à la couleur.

Si possible, prenez une photo de tout oiseau marqué à la couleur et essayez de déterminer s'il est marqué à la patte gauche ou droite. Des observations précises de ces oiseaux marqués sont très utiles pour nous aider à comprendre les schémas migratoires au printemps et en automne des RTHU même si cet oiseau n'est pas recapturé pas un professionnel de votre région par la suite. Les étudiants du Mexique et d'Amérique centrale doivent être particulièrement attentifs aux RTHU marqués, car un RTHU marqué aux USA ou au Canada n'a jamais été observé sous les tropiques. Pour plus de détails sur le projet de marquage des oiseaux, visitez le site www.rubythroat.org/NewsRFIColormark00Sp.html.

Les colibris vagabonds hivernaux : Etats-Unis et Canada

Les RTHU sont les seuls colibris qui se reproduisent régulièrement dans la région représentée en rouge sur la Figure EA-RT-1 ; cette zone inclus 38 états à l'est des Rocheuses, plus le district de Columbia ainsi que le sud et l'est du Canada. Néanmoins, plusieurs espèces de colibris de l'ouest des USA, du Mexique et des Caraïbes sont connues pour errer à l'est, particulièrement durant la migration d'automne, et chaque année un petit nombre de colibris vagabonds migrent pour l'hiver vers l'est des USA. Au moins dix espèces de colibris de l'ouest des USA ont été officiellement observées à l'est des Rocheuses pendant l'hiver.

A l'est des USA, les vagabonds hivernaux les plus courants en hiver et en automne sont les colibris Rufous (Voir Figures EA-RT-9 à EA-RT-12). D'autres espèces sont possibles comme par exemple (liste non-exhaustive) : les colibris Anna, à menton noir, à gorge bleue, à grand bec, à grande queue, à ventre épais, Calliope, vert à oreilles violettes, et le colibri Magnifique. Les mâles adultes des ces espèces ne peuvent pas être confondus avec des mâles adultes RTHU, mais les jeunes mâles et les femelles ne peuvent parfois pas être identifiés à moins de les capturés et de les faire étudier précisément par un professionnel. Les observateurs le long du Golfe du Mexique peuvent voir des colibris inhabituels qui errent en provenance du Mexique ou des Caraïbes.

Si vous êtes dans l'est des USA ou au Canada et que vous voyez une espèce autre qu'un RHTU à n'importe quel moment de l'année – ou si vous voyez un colibri QUELCONQUE dans cette région entre le 15 octobre et le 15 mars – veuillez contacter le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hiltonpond.org ou au (803) 684 – 5852. C'est très important de signalez immédiatement ces oiseaux vagabonds car ils ne restent généralement que quelques jours dans une même zone puis se déplacent vers un autre site. Notez également vos observations sur votre *Fiche de relevé de données sur les colibris* et prenez des photos du colibri si possible ; assurez-vous d'inclure des notes concernant la couleur et autres marquages des oiseaux.

Pour des photos et des descriptions d'autres espèces de colibris qui peuvent apparaître dans votre région, visitez le site www.rubythroat.org/OtherSpeciesMain.html et référez vous à www.rubythroat.org/ResearchHummerVagrantMain.html.

Figure EA-RT-2a: Colibri à gorge rouge mâle adulte avec une collerette rouge

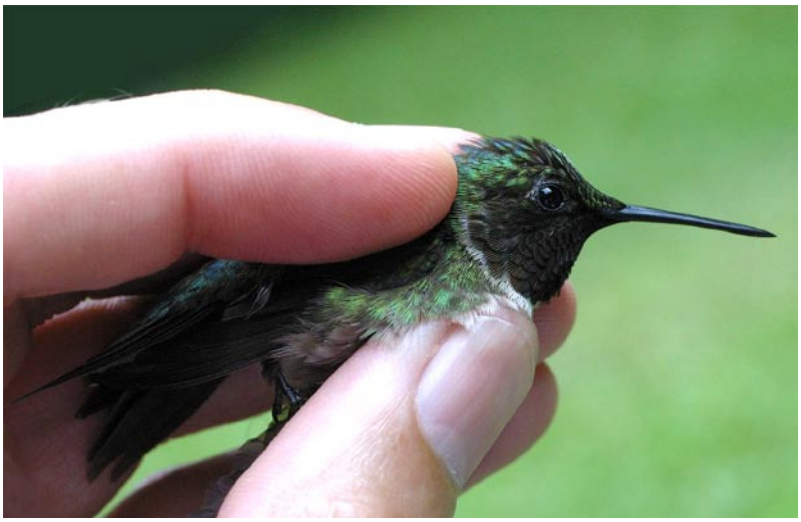


Figure EA-RT-2b: La collerette rouge d'un colibri à gorge rouge mâle adulte apparaît noire lorsqu'elle vue de côté ou dans la pénombre.

Figure EA-RT-3: Colibri à gorge rouge femelle adulte avec une collerette blanche vierge (les jeunes femelles RTHU et la plupart des jeunes mâles ont également des gorges blanches non rayées.)

Figure EA-RT-4: Jeune colibri à gorge rouge mâle à la gorge rayée.

Figure EA-RT-5: Jeune colibri à gorge rouge mâle avec quelques plumes rouges et une gorge rayée.

Figure EA-RT-6: Colibri à gorge rouge totalement leucistique avec des plumes blanches, un bec et des yeux noirs. Les vrais albinos ont un plumage blanc avec un bec, des pattes et des yeux roses

Figure EA-RT-7: Colibri à gorge rouge partiellement leucistique aux plumes marron.

Figure EA-RT-8a: Colibri à gorge rouge femelle marquée au vert sur la gorge et le haut de la poitrine.

Figure EA-RT-8b: Vue de face d'un Colibri à gorge rouge femelle marquée. Notez les légères rayures parfois visibles sur la gorge d'une femelle.

Figure EA-RT-9: Colibri Rufous mâle adulte (Selasphorus rufus) marqué à la patte droite. Notez la couleur rouille sur le dos et le ventre. Vue de face, la gorge est un dégradé orange (contrairement au rouge d'un RTHU). Ces espèces se reproduisent à l'ouest du Canada et au Nord des USA et passe normalement l'hiver au centre du Mexique. Les femelles et les jeunes mâles Rufous (Figures 10, 11a, 11b) sont bien plus couramment observés que les mâles adultes en automne et en hiver à l'est des USA (Photo par Carl Sewell.)

Figure EA-RT-10: Colibri Rufous femelle. Notez les côtés couleur rouille ainsi qu'a la base de la queue (caché sur la photo) and le vert diffus sur les plumes et le vert métallique sur la gorge (Notez le marquage sur la patte droite de l'oiseau.)

Figures EA-RT-11a : Colibri Rufous mâle âgé d'un an.

Notez les rayures sur la gorge, les tâches couleur rouille particulièrement au bout de la queue et les rayures sur la gorge et parfois une plume ou plus en dégradé d'orange – et non pas rouge comme pour un RTHU. Parmi les colibris Rufous, la quantité de plumes couleur rouille varie beaucoup chez les femelles et les jeunes mâles. Un grand nombre d'entre eux peuvent ne pas ressembler à ces photos.

EA-RT-11b

Toutes photos © Bill Hilton Jr. & Operation RubyThroat

Support pour le professeur

Qui peut faire ce protocole ?

Opération Rouge-gorge : le projet colibri est ouvert à tous les étudiants des USA, du Canada, du Mexique et des sept autres pays d'Amérique centrale. Encouragez les enseignants de ces pays et ces états à participer. Les étudiants à la maison, les parcs naturels, les camps de vacances, les maisons de retraite et les autres individus sont aussi les bienvenus pour joindre au projet.

Sélection du site

Les observations des colibris peuvent être effectuées partout, mais il est préférable de sélectionner un endroit et de faire les observations toujours sur le même site. Plusieurs endroits peuvent être choisis par votre communauté. Utilisez la *Fiche de relevé de données de définition du site* et le *Guide de Terrain : Définition du site d'observation des colibris* pour définir chacun des sites.

Vous pouvez créer un habitat pour colibris de différentes manières :

1. Un dispositif d'alimentation pour colibris peut être installé dans la cour d'école, accroché à la fenêtre de la salle de classe, sur un parking ou toute place publique, ou encore dans un jardin. Il doit être facilement accessible pour une fréquentation régulière, une maintenance et des observations faciles.
2. Les fleurs peuvent être partout : dans un jardin entretenu, posées ou accrochées dans un pot à fleurs ou dans une zone naturelle. Les fleurs pour colibris peuvent être de toutes formes et de toues couleurs, mais la plupart d'entre elles sont rouges et tubulaires. Le site Web Opération rouge-gorge : le projet colibri illustre dix plantes locales et dix plantes exotiques pour colibris et donne des conseils pour les cultiver (Voir www.runythroat.org/FoodMain.html).
3. Les étudiants peuvent mettre en place et s'occuper d'un habitat pour colibris dans la cour d'école, ou dans un jardin du quartier. Les jardiniers ou les jardins publics locaux peuvent être intéressés par une implication dans un tel projet. Si vous mettez en place un habitat, assurez-vous qu'il puisse être entretenu pendant les mois d'été. Des conseils pour un tel aménagement se trouvent sur www.rubythroat.org/Landscaping.html.

Les étudiants sont encouragés à poursuivre leurs observations pendant les vacances, même si les professeurs ne peuvent pas les surveiller directement. Les étudiants peuvent utiliser leur maison comme station d'observation.

Préparation avancée

Très probablement, il y a des experts en oiseaux dans votre quartier (Par exemple, un groupe Sierra Club ou dans un magasin spécialisé dans les animaux). Certains d'entre eux peuvent vouloir travailler avec des étudiants sur le projet colibri, particulièrement si des mesures quotidiennes sont prises pendant l'été. Les experts locaux peuvent fournir des informations sur les dates approximatives d'arrivée et de départ des RHTU de sorte que les étudiants sauront quand commencer à observer sérieusement.

Pour les écoles au Canada et aux USA : Si vous pensez intégrer ces protocoles colibris dans votre emploi du temps à la prochaine rentrée, mettez en place et entretenez un dispositif d'alimentation pour colibris proche de l'école début août avant le début des cours. La fin de l'été et le début de l'automne sont les périodes les plus actives en ce qui concerne les RHTU aux USA et au Canada, et disposer d'un dispositif d'alimentation avant le début des cours permettra à vos étudiants d'observer les RHTU pendant un mois, avant qu'ils ne migrent plus au sud pour l'hiver.

Les RTHU passent rarement l'hiver au sud de la Floride et dans les états situés le long du golfe du Mexique ; un petit nombre ont été observés pendant l'hiver aux USA. Au printemps, lors de la migration vers le Nord, la plupart de RTHU semblent partir du Mexique et d'Amérique centrale vers mi-mars. Les premiers oiseaux arrivent sur la côte aux alentours du 1er mars et montent vers le nord les semaines suivantes. Certaines indications tendent à montrer qu'il y aurait deux vagues migratoires des RTHU vers les USA, une vers fin mars et l'autre un mois plus tard.

Pour les écoles au Mexique et en Amérique centrale : Bien qu'un certain nombre de facteurs rendent l'identification et l'observation des RTHU au Mexique et en Amérique centrale plus difficile qu'aux UAS et qu'au Canada, les étudiants des tropiques ont la réelle opportunité de signaler des comportements hivernaux des RTHU à propos desquels les scientifiques ne savent rien ou presque. Ces étudiants peuvent également répondre à des questions concernant la date d'arrivée des RTHU venant du Nord lors de la migration d'automne et la date de départ des tropiques lors de la migration de printemps. Comme le Mexique et l'Amérique centrale abritent des espèces de colibris qui ne migrent pas, les étudiants de ces pays peuvent choisir d'avoir un dispositif d'alimentation ou des plantes à nectar de façon permanente, de façon à observer le comportement des colibris de manière générale sur toute l'année.

Aux Etats-Unis et au Canada les RTHU commencent leur migration d'automne dès début août, mais personne ne sait exactement quant ils arrivent au Mexique et en Amérique centrale. On sait qu'un grand nombre de colibris se rassemble le long de la côte golfique début septembre. Les étudiants des tropiques devraient commencer à rechercher les RTHU dès la fin de la première semaine d'aout, mais il est possible que les premiers oiseaux n'arrivent qu'un mois plus tard.

Au printemps, lors de la migration vers le nord, les premiers adultes mâles RTHU arrivent dans les états le long de la côte golfique aux environs de la première semaine de mars. Les migrants trans-golfique venant du Mexique doivent donc partit peu avant, étant donnée que la Péninsule du Yucatan est situé à 20 heures à vol d'oiseau de ces états. On ne sait pas exactement quand les RTHU migrent vers le sud jusqu'au Panama pour l'hiver, mais il semblerait que ce soit autour du 1er février.

Bien qu'il semble que beaucoup de RTHU volent au dessus du golfe du Mexique à la fois au printemps et à l'automne, il est possible que certains survolent l'intérieur des terres en passant au dessus du Mexique. Ainsi les écoles le long du golfe du Mexique doivent rechercher des RTHU pendant les deux périodes de migration, dans l'espoir de finalement répondre à la question de savoir si oui ou non certains RTHU traversent le Golfe.

Protocoles d'appoint

Grâce à *Opération Rouge-gorge : le projet colibri* vos étudiants vont beaucoup apprendre quant aux comportements des RTHU. En récoltant d'autres données GLOBE sur l'atmosphère, le climat, l'hydrologie, les sols et la phénologie, vos étudiants vont peut-être aussi découvrir des liens entre les RTHU et les facteurs qui les affectent. En étudiant les RTHU et en effectuant d'autres protocoles GLOBE, les étudiants vont forcément poser beaucoup de questions sur ces minuscules oiseaux et leur environnement. S'ils ne sont pas capables de répondre à ces questions avec leurs observations ou d'autres protocoles ou activités GLOBE ou à partir du site d'*Opération Rouge-gorge* www.rubythroat.org, n'hésitez pas à contacter le responsable du projet via GLOBEMail ou via projects@rubythroat.org.

Activités d'appoint

Les RHTU peuvent être utilisés comme activité centrale pour d'autres études de l'atmosphère, de phénologie, de couverture du sol, de botanique, de comportement animalier, de géographie et d'autres disciplines. Encouragez tous vos collègues enseignants à participer avec vous et vos étudiants à l'Opération rouge-gorge. Pour des conseils sur les activités multidisciplinaires, reportez vous au site www.rubythroat.org/ActivitiesXDisciplinesMain.html. Les plus grandes réussites d'Opération rouge-gorge ont été des projets à l'échelle de tout un établissement dans lesquels les professeurs et les élèves étaient impliqués tout autant.

Demandez aux étudiants d'explorer le quartier en différentes saisons. Rechercher des fleurs pour colibris, cultivées ou naturelles, comme la Trompette grimpante, Campsis radicans (voir plus loin), une source courante et abondante de nourriture sur l'ensemble de la zone de reproduction des RTHU. Demandez aux étudiants où ils ont vu le plus de colibris.

Mes observations des colibris sont une excellente activité pour les programmes d'été, les camps, les parcs naturels, et les étudiants à la maison.

Gestion des étudiants

Les mesures spécifiques aux fréquences de visites au dispositif d'alimentation et aux fleurs nécessitent au moins 45 minutes d'observations consécutives. Les étudiants travaillant en groupe peuvent se relayer de sorte qu'aucun ne s'ennui ou ne se fatigue.

Gestion des procédures

Quels protocoles effectuer

Il y a plusieurs protocoles parmi lesquels il faut choisir et ceux ou celui que vous choisissez dépendra du temps dont vous disposez et de vos objectifs pédagogiques. Certains protocoles peuvent être maitrisés par de très jeunes étudiants, tandis que d'autres nécessitent plus de compétences et de vocabulaire. Tous les protocoles ont été conçus pour aider les scientifiques à avoir une meilleure compréhension du comportement des RTHU. Toute observation faite par vos étudiants a de la valeur, et il y a une véritable chance que vos étudiants fassent des découvertes originales sur les RTHU – surtout au Mexique et en Amérique centrale.

Protocole d'observation des colibris : Il est facile et ne nécessite aucune autre préparation que d'enseigner à vos étudiants à reconnaître un colibri. Après un peu de pratique, les étudiants porteront attention aux colibris toute la journée, qu'ils soient ou non à l'école.

Ces simples observations sont importantes pour estimer l'importance des populations des RTHU locales et dans quelles mesures celles-ci évoluent au cours de l'année. Elles aident aussi à pointer les dates d'arrivée ou de départ pour les migrations et à savoir si les colibris ne font que passer dans votre région. Au début ou à la fin d'une période de migration, le seul moyen fiable de savoir quand les derniers RTHU arrivent ou partent et de faire des observations tous les jours.

Protocole de visite au dispositif d'alimentation : Ce protocole nécessite un dispositif d'alimentation artificiel et un entretien élémentaire de celui-ci. Il doit être rempli régulièrement. Il permettra aux colibris de se rassembler et donc augmentera les opportunités pour vos étudiants de les identifier et d'en déterminer l'âge et le sexe.

Dans ce protocole, les étudiants comptent le nombre de fois où les colibris vont s'alimenter en 45 minutes et apprennent de quelles manières leurs données peuvent servir à déterminer le nombre de RTHU dans la zone d'observation. Les étudiants remarqueront peut-être qu'un colibri vigoureux défendra son alimentation contre d'autres colibris. Les étudiants pourront s'interroger sur a pertinence de leurs données et conclure qu'il y a plus – ou moins – de colibris que ce qu'ils voient en réalité. Faites leur consigner leurs observations dans la partie commentaires de leurs *Fiches de relevé de données.*

Protocole de visite aux fleurs : Ce protocole permet aux étudiants d'en apprendre sur les fleurs et les relations entre le comportement des colibris et les différentes sources d'alimentation d'un habitat pour colibri. De plus, les étudiants apprendront à s'occuper de différentes espèces de fleurs.

Si vous devez choisir entre les protocoles recensant les visites au dispositif d'alimentation artificiel et aux fleurs, il y a certainement plus à apprendre sur les colibris, en les observant se nourrir sur des sources de nourriture naturelles, particulièrement sur des plantes locales. Idéalement cependant, votre habitat pour colibris comportera également un dispositif d'alimentation artificiel, de façon à pouvoir faire les deux types d'observation.

Protocole de visite au dispositif d'alimentation par rapport à celles aux fleurs : Ce protocole est fondé sur les deux protocoles précédents à la fois et offrent de très nombreuses possibilités pour d'intéressants projets de recherche étudiants.

Protocole de détermination des espèces de fleurs visitées : On ne sait pas encore totalement pourquoi les RTHU choisissent certaines espèces de fleurs plutôt que d'autres, mais on sait que certaines espèces produisent le nectar à des vitesses différentes et des moments différents de la journée. Les étudiants peuvent travailler en lien avec les scientifiques pour mieux comprendre les relations entre les comportements alimentaires et les espèces de fleurs.

Protocole de nidation : Si vos étudiants ont la chance de trouver un nid de colibri, surtout encouragez-les à faire des observations, mais assurez-vous qu'ils ne perturbent PAS les colibris. Les étudiants de tout âge seront captivés par le comportement de nidation des RTHU et – puisque beaucoup de détails sont encore inconnus - les scientifiques seront bien content de recevoir toute donnée provenant de ces étudiants.

Dispositif d'alimentation pour colibris : Entretien et maintenance

Si vous utilisez un dispositif d'alimentation artificiel, remplissez les avec une solution faite de 4/5 d'eau et de 1/5 de sucre ; si les colibris ne finissent pas entièrement le dispositif, remplacer la solution DEUX FOIS par semaine (chaque troisième ou quatrième jour) pour éliminer les moisissures. Pour plus d'informations, allez sur www.rubythroat.org/FeedingHintsMain.html.

Conseils pratiques

- Visitez le site Web d'opération Rouge-gorge : le projet Colibri sur www.rubythraot.org pour avoir plus d'informations. A chaque page, vous avez accès à un moteur de recherche qui permet à vous et à vos étudiants de taper un mot clé ou une phrase. Il y a aussi un glossaire très fourni sur les termes liés aux colibris qui sera utile au fur et à mesure que vos étudiants élargiront leurs connaissances des oiseaux et des habitats.
- Les mois les plus actifs aux USA pour les colibris sont les mois d'été avant que l'école ne reprenne. Cependant les données collectées au printemps ou à l'automne ont de la valeur. Les étudiants des USA et du Canada peuvent être encouragés à continuer de collecter leurs données pendant l'été - même s'ils sont loin de chez eux – en utilisant une adresse estivale comme station d'observation. N'oubliez pas que chaque nouvelle location doit être définie par une définition de site.
- Bien que les étudiants devraient faire des observations de manière régulière, nous sommes conscients que les circonstances ne le permettent pas toujours. Ce qui est important est que les étudiants fournissent des données fiables et précisent lorsqu'ils manquent une observation, quel qu'en soit la raison.
- Le personnel du Hilton Pond Center du Piedmont Natural History peut venir vous rendre visite à votre établissement pendant l'année scolaire pour vous fournir des instructions et éventuellement marquer les oiseaux sur votre site. Un nombre restreint d'écoles sera choisi parmi celles qui enverront des données pour *l'Opération rouge-gorge : le projet colibri* et pour le programme GLOBE

Pour aller plus loin

Dans quelles mesures pensez-vous que les tempêtes affectent le nombre de RTHU visibles dans votre zone pendant le printemps ? L'été ? L'automne ?

La température printanière affecte-t-elle le moment où les niches se construisent et les œufs couvés ?

La migration printanière vers le nord semble-t-elle plus liée à la température maximum, minimum ou quotidienne ?
Y a-t-il une relation entre l'arrivée des colibris au printemps et d'autres événements phénologiques ? (Voir par exemple les protocoles GLOBE sur les lilas, la floraison,…)

Le nombre de RTHU dans votre zone d'étude varie-t-il entre le printemps et l'automne aux USA et au Canada ? Le nombre de RTHU dans votre zone d'étude évolue-t-il quand l'hiver arrive au Mexique et en Amérique centrale ? La répartition en termes d'âge ou de sexe évolue-t-elle avec le temps ?

Quels facteurs environnementaux et écologiques qui sont différent en hiver rendent difficiles pour les RTHU de rester dans leurs zones de reproduction ?

Que pouvez-vous faire pour augmenter les chances d'attirer les RTHU dans votre école ou votre quartier ?

Quelles autres questions vous viennent à l'esprit quand vous observez le comportement des RTHU sur le dispositif d'alimentation ou dans l'habitat pour colibris de la cour d'école ?

Livres de référence choisis

Howell, Steve N.G. 2002. *Hummingbirds of North America: The Photographic Guide.* AP Natural World, NY.

Johnsgard, P.A. 1997. *The Hummingbirds of North America.* Smithsonian Press, Washington DC.

Newfield, N.L. & B. Nielsen. 1996. *Hummingbird Gardens.* Chapters Publ. Ltd., Shelburne VT.

Sargent, R. 1999. *Ruby-throated Hummingbird.* Stackpole Books, Mechanicsburg PA.

Stokes, D. & L. Stokes. 2002. *Beginner's Guide to Hummingbirds. Little*, Brown, and Co., NY.

Williamson, S.L. 200l. *A Field Guide to Hummingbirds of North America.* Houghton Mifflin, NY.

Questions fréquemment posées

1. **J'habite dans l'ouest des USA où les RTHU n'apparaissent pas. Puis-je tout de même participer à** *Opération rouge-gorge*
   Nous pouvons vous permettre de nous envoyer des données même si vous observer des colibris différents. Vous devrez contacter projects@rubythroats.org pour déterminer des protocoles spécifiques.

2. **Peut-on différencier un adulte d'un jeune colibri ?**
   Au printemps, (jusqu'à mi-mai), tous les colibris que l'on voit sont des adultes et les mâles à la gorge rouge sont facilement discernables des femelles à la gorge blanche. A partir du moment où les jeunes RTHU quittent le nid, il devient difficile de déterminer l'âge et le sexe des RTHU car à la fois les femelles et les jeunes n'ont pas la gorge rouge. Ainsi, on ne peut pas déterminer l'âge ou le sexe d'un RTHU à gorge blanche de manière fiable sur le terrain après mi-mai, à moins qu'il ne s'agisse d'un jeune mâle qui a déjà quelques plumes rouges ou des rayures vertes ou noires prononcées sur la gorge (Voir les photos sur www.rubythroat.org/RTHUExternalMain.html).

3. **Aurais-je l'opportunité de marquer un colibri moi-même ?**
   Les étudiants des écoles proches du Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à York (Caroline du Sud) peuvent y programmer un voyage pour marquer les oiseaux. Par ailleurs, le personnel du site va visiter un nombre restreint d'écoles dans les états ou pays où il y a des RTHU ; un marquage des colibris pendant ces visites peut être envisagé. Les écoles doivent soumettre leurs données à Opération rouge-gorge : le projet colibri et au programme GLOBE et candidater au Centre pour être une école d'accueil ou visiter le centre.

4. **Que faire si les RTHU apparaissent au printemps puis disparaissent ?**
   Il peut s'agir d'une première vague de migrants qui s'arrêtent quelques jours à votre dispositif d'alimentation ou dans votre jardin avant de continuer à voler vers le nord. C'est aussi courant de voir disparaître les colibris, même locaux, au printemps – particulièrement les femelles qui, après la ponte, passent le plus clair de leur temps assis sur leur œufs ou dans leur niche.

5. **Que dois-je rechercher en automne ?**
   Aux USA et dans le centre du Canada, la quantité de RTHU devrait augmenter considérablement au milieu de l'été, quand les petits quittent leur nid et quand les premiers migrants commencent à voler vers le sud. Vers mi-août, les étudiants du Mexique et d'Amérique centrale devraient commencer à s'attendre à l'arrivée des RTHU qui ont passé l'été plus au nord.

   Si vous avez d'autres questions, vous pouvez aller visiter le site Web d'opération Rouge-gorge : le projet Colibri sur www.rubythraot.org et tapez un mot-clé ou une phrase dans le moteur de recherche en line qui apparaît sur chaque page. Le site Web contient de nombreuses informations supplémentaires et beaucoup de photographies. Si vous ne trouvez toujours pas de réponse, contactez le centre d'aide de GLOBE ou envoyez un message à projects@rubythroat.org.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Définition du site

But

Décrire et déterminer la latitude, la longitude et l'altitude d'un site d'étude des colibris.

Ce qu'il faut

Protocole GPS : Guide de terrain

Fiche de relevé de données GPS

Récepteur GPS

Bloc-notes

Crayons ou stylos

Boussole

Calculatrice *(facultatif)*

Appareil Photo

Fiche de relevé de données de définition du site d'étude des colibris

Guide d'indentification des fleurs sauvages *(facultatif si vous utilisez un dispositif d'alimentation pour colibris)*

Guide d'indentification des fleurs domestiques *(facultatif si vous utilisez un dispositif d'alimentation pour colibris)*

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données de définition du site d'étude des colibris* (Effectué par, Mesures, Durée, Nom du site). Identifier la latitude, la longitude et l'altitude en suivant le *Protocole GPS : Guide de terrain.*

2. Reportez la latitude, la longitude et l'altitude moyenne sur la *Fiche de relevé de données de définition du site d'étude des colibris* à partir de la *Fiche de relevé de données GPS.*

3. Si possible, identifiez et listez l'ensemble des différentes espèces de fleurs présentes.

   Note : Les espèces de plantes qui donnent réellement des fleurs toute l'année peuvent changer du printemps à l'automne

4. Prenez une photo dans chaque direction cardinale : Nord, Sud, Est, Ouest. Utilisez la boussole pour déterminer les directions.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole d'observation (USA et Canada)

But

Observer et noter un ou plusieurs des points suivants :

- Date d'arrivée des premiers RTHU au printemps
- Date d'observation des derniers RTHU en automne
- Observation des RTHU entre ces deux dates
- RTHU marqués à la couleur ou RTHU inhabituels, ou autres espèces de colibris (vagabonds)

Ce qu'il faut

Crayons ou stylos

Jumelles

Guide d'identification des oiseaux

Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge. rouge

Sur le terrain

1. Chaque jour pendant environ deux semaines avant la date attendue d'arrivée des RTHU, commencez à regarder dans votre cour d'école ou votre quartier. Dans la plupart des endroits aux Etats-Unis, les premiers RTHU arrivent en mars et partent début octobre.
   Notez les jours d'observation même si vous n'avez vu n'avez vu aucun colibri.
2. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.
3. Notez la date de la première observation de RTHU au printemps – y compris le sexe et l'âge si possible – sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge.*
   Note : Au printemps jusqu'à mi-mai, on peut facilement déterminer l'âge et le sexe des RTHU : seuls les adultes mâles ont une gorge rouge et seulement les femelles adultes ont une gorge blanche.
4. Au printemps, en été et en automne, cherchez des RTHU tous les jours. Notez :
   - Chaque jour où un adulte mâle à gorge rouge est observé (mars à octobre)
   - Chaque jour où une adulte femelle à gorge blanche est observée (mars à avril uniquement)
   - Chaque jour où un colibri à sexe indéterminé est observé (si la gorge n'est pas vue)
   - Chaque jour où un colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) est observé (mai à octobre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Chaque jour où un jeune mâle est observé (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges)
5. Une fois qu'il n'y a plus de RTHU, notez les dates de dernière observation de :
   - Un adulte mâle (mars à novembre)
   - Un colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Un colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle, si la gorge n'est pas marquée)
   - Un jeune mâle (s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges)
6. Dans les protocoles ci-dessus, les dates de début et de fin d'observation peuvent être identiques pour un type d'individu.
   Note : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de visite au dispositif d'alimentation (USA et Canada)

But

Compter le nombre de fois où les RTHU vont au dispositif d'alimentation pendant 45 minutes

Ce qu'il faut

- Dispositif d'alimentation pour colibris
- Nourriture pour le dispositif
- Crayons ou stylos
- Bloc notes
- Guide d'identification des oiseaux
- Jumelles *(facultatif)*
- *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation des colibris à gorge rouge*

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation des colibris à gorge rouge*. Notez la date et la durée des périodes d'observations.
2. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.
3. Notez chaque visite au dispositif d'alimentation sur la *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation des colibris à gorge rouge* pendant 45 minutes. Triez les catégories comme suit :
   - Adulte mâle à gorge rouge (mars à octobre)
   - Adulte femelle à gorge blanche (mars à avril uniquement)
   - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (mai à octobre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Jeune mâle (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges).

Note 1 : Si un individu se rend seul sur le dispositif d'alimentation, part et revient immédiatement sans s'être perché quelque part dans le champ de vue, cela ne compte que pour une seule visite. S'il se perche quelque part dans le champ de vue et revient immédiatement, cela compte encore pour une seule visite. Il ne faut compter deux visites que si l'oiseau quitte le champ puis revient, et cela même si vous pensez qu'il s'agit du même oiseau.

Note 2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de visite aux fleurs (USA et Canada)

But

Compter le nombre de fois où les RTHU se rendent sur les fleurs pendant 45 minutes

Ce qu'il faut

Appareil photo (facultatif)

Crayons ou stylos

Habitat pour colibris dans la cour d'école, un jardin fleuri ou une zone naturelle

Bloc notes

Jumelles *(facultatif)*

Guide d'identification des oiseaux

Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge*. Notez la date et la durée des périodes d'observations.
2. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.
3. Notez chaque visite aux fleurs sur la *Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge* pendant 45 minutes. Triez les catégories comme suit :
   - Adulte mâle à gorge rouge (mars à octobre)
   - Adulte femelle à gorge blanche (mars à avril uniquement)
   - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (mai à octobre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Jeune mâle (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges).

Note 1 : Si un individu se rend seul sur une fleur et se nourrit à plusieurs fleurs, même d'espèces différentes, cela ne compte que pour une seule visite. S'il se perche quelque part dans le champ de vue et revient immédiatement, cela compte encore pour une seule visite. Il ne faut compter deux visites que si l'oiseau quitte le champ puis revient, et cela même si vous pensez qu'il s'agit du même oiseau.

Note 2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de visite au dispositif d'alimentation par rapport à celles aux fleurs (USA et Canada)

But

Compter et comparer le nombre de fois où les RTHU se rendent sur les fleurs et au dispositif d'alimentation pendant 45 minutes.

Ce qu'il faut

Dispositif d'alimentation

Crayons ou stylos

Habitat pour colibris dans la cour d'école, un jardin fleuri ou une zone naturelle

Bloc notes

Appareil photo

Mixture nutritive fraiche pour le dispositif d'alimentation

Jumelles *(facultatif)*

Guide d'identification des oiseaux

Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation par rapport à celles aux fleurs

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation par rapport à celles aux fleurs*. Notez la date et la durée des périodes d'observations.
2. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.
3. Notez chaque visite aux fleurs et au dispositif d'alimentation sur la *Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge* pendant 45 minutes. Triez les catégories comme suit :
   - Adulte mâle à gorge rouge (mars à octobre)
   - Adulte femelle à gorge blanche (mars à avril uniquement)
   - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (mai à octobre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Jeune mâle (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges).

Note 1 : Si un individu se rend seul sur une fleur puis sur le dispositif d'alimentation puis sur une fleur, cela compte pour une visite pour le dispositif d'alimentation et pour deux visites pour la fleur. Chaque visite séparée à une fleur ou au dispositif d'alimentation est comptée. Si un oiseau se nourrit à plusieurs fleurs d'affilée cela ne compte que pour une visite. Mais un oiseau se nourrit à une fleur A puis une fleur B puis à nouveau la fleur A, cela compte pour trois visites. La procédure est différente de quand on n'observe que le dispositif d'alimentation ou que les fleurs.

Note 2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de determination des espèces de fleurs visitées (USA et Canada)

But

Compter le nombre de fois où les RTHU se rendent sur fleurs d'espèces différentes pendant 45 minutes. Les observations peuvent être faites de manière consecutive et/ou après del longues pauses afin de voir si le choix des plantes par le colibri évolue au cours de la journée.

Ce qu'il faut

- ❑ Crayons ou stylos
- ❑ Bloc notes
- ❑ Guide d'identification des oiseaux
- ❑ *Fiche de relevé de données de determination des espèces de fleurs visitées par des colibris à gorge rouge*
- ❑ Jumelles *(facultatif)*
- ❑ Guide d'identification des plantes sauvages et domestiques
- ❑ Appareil photo *(facultatif)*

Sur le Terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données de determination des espèces de fleurs visitées par des colibris à gorge rouge*. Notez la date et la durée des périodes d'observations.
2. Indentifiez les différentes espèces de fleurs. Notez ces espèces de fleurs sur la *Fiche de relevé de données de determination des espèces de fleurs visitées par des colibris à gorge rouge*. Si vous n'arrivez pas à identifier l'espèce d'une fleur, au moins notez le genre.
3. Soumettez une photographie de près de chaque espèce de fleurs visitée par un colibri sur votre site d'étude. Rapportez vos données en suivant les instructions dans le *Guide d'Implementation.* Cela permettra de verifier l'identification des espèces.
4. Pour chaque RTHU observe pendant le 45 minutes, donnez son âge et son sexe.
5. Pour chaque espèce de fleurs, triez les catégories comme suit:
   - Adulte mâle à gorge rouge (mars à octobre)
   - Adulte femelle à gorge blanche (mars à avril uniquement)
   - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (mai à octobre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Jeune mâle (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges).

Note 1: Si un individu entre seul dans un habitat, côntrolez chaque fois que l'oiseau se nourrit sur une fleur ou une tige différente pour CHAQUE espèce. Par example, si un colibri va sur une Fleur Cardinale, puis sur une Trompette Grimpante, puis retourne à la Fleure Cardinale, cela fait deux visites pour la Fleure Cardinale et une visite pour la Trompette Grimpante. S'il se nourrit de la même fleur ou tige plusieurs fois de suite, cela ne fait qu'une seule visite.

Note 2: Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Record your observations on the *Ruby-throated Hummingbird Sighting Data Sheet.* Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de nidation (USA et Canada)

But

Observer et noter le comportement de nidation des RTHU.

Ce qu'il faut

Crayons ou stylos	Jumelles *(facultatif)*
Bloc notes	Guide d'identification des oiseaux
Appareil photo	*Fiche de relevé de données de nidation des colibris à gorge rouge*

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données de nidation des colibris à gorge rouge* Notez quand le nid a été trouvé.
2. Notez les dates des observations suivantes quand elles sont possibles. **Ne pas déranger le nid.**
   - Début de la construction du nid.
   - Fin de construction du nid.
   - Dépôt du premier œuf
   - Dépôt du second œuf
   - Première observation de la femelle adulte assise dans le nid
   - Dates d'éclosion des œufs
   - Première observation de petits colibris dans le nid
   - Date de départ des petits
   - Dernière observation de la femelle adulte dans le nid
3. Notez si les œufs n'éclosent pas ou si le nid meurt. Si la femelle reconstruit un nouveau nid ou réutilise le nid pour un nouveau lot d'œufs, remplissez une seconde fiche de relevé de donnée et notez les nouvelles observations comme indiqué ci-dessus.
4. Notez les dates d'observation de tout comportement d'adulte mâle sur le nid. Soyez attentifs à notez ce que vous voyez réellement et non pas une interprétation de ce que vous voyez.

Exemples : 2 Avril 2002 - Mâle assis sur le nid pendant 30 secondes (NON PAS mâle couvant les œufs)
1 May 2002 - Mâle volant au-dessus du nid (NON PAS mâle protégeant le nid)

Note 1 : Il est interdit par la loi fédérale ou nationale de posséder le corps, le squelette, les plumes, le nid ou les œufs d'un oiseau en liberté quelconque – y compris les colibris – à moins de posséder un permis spécial.

Note2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole d'observation (Mexique, Amérique centrale et Caraïbes)

But

Observer et noter un ou plusieurs des points suivants :

- Date d'arrivée des premiers RTHU au printemps
- Date d'observation des derniers RTHU en automne
- Observation des RTHU entre ces deux dates
- RTHU marqués à la couleur ou RTHU inhabituels

Ce qu'il faut

Crayons ou stylos

Jumelles

Guide d'identification des oiseaux

Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge.

Sur le terrain

1. Chaque jour pendant environ deux semaines avant la date attendue d'arrivée des RTHU, commencez à regarder dans votre cour d'école ou votre quartier. Au Mexique, les premiers RTHU arrivent de début à mi-août et commencent à partir vers fin février ou début mars. Les premières dates et les dernières dates de départ pour le Mexique, l'Amérique centrale et les caraïbes ne sont pas connues précisément, donc veillez à être attentif aux RTHU d'août dès avril, peut être même dès mi-mai.
   Notez les jours d'observation même si vous n'avez vu n'avez vu aucun colibri.

2. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.

3. Notez la date de la première observation de RTHU au printemps – y compris le sexe et l'âge si possible – sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge.*
   Note : De janvier jusqu'à mi-mai, on peut facilement déterminer l'âge et le sexe des RTHU : seuls les adultes mâles ont une gorge rouge et seulement les femelles adultes ont une gorge blanche.

4. Au printemps, en hiver et en automne, cherchez des RTHU tous les jours. Notez :
   - Chaque jour où un adulte mâle à gorge rouge est observé
   - Chaque jour où une adulte femelle à gorge blanche est observée (janvier à mi-mai uniquement)
   - Chaque jour où un colibri à sexe indéterminé est observé (si la gorge n'est pas vue)
   - Chaque jour où un colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) est observé (août à décembre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Chaque jour où un jeune mâle est observé (août à décembre, et peut être plus tard, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges)

5. Une fois qu'il n'y a plus de RTHU, notez les dates de dernière observation de :
   - Un adulte mâle
   - Un colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Un colibri à sexe indéterminé (août à décembre, adulte femelle / jeune mâle ou femelle, si la gorge n'est pas marquée)

- Un jeune mâle (s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges)

6. Dans les protocoles ci-dessus, les dates de début et de fin d'observation peuvent être identiques pour un type d'individu.
   Note : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de visite au dispositif d'alimentation (Mexique, Amérique centrale et Caraïbes)

But

Compter le nombre de fois où les RTHU vont au dispositif d'alimentation pendant 45 minutes

Ce qu'il faut

Dispositif d'alimentation pour colibris

Nourriture pour le dispositif (mélange frais d'eau et de sucre)

Bloc notes

Jumelles *(facultatif)*

Guide d'identification des oiseaux

Crayons ou stylos

Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation des colibris à gorge rouge

Sur le terrain

4. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation des colibris à gorge rouge*. Notez la date et la durée des périodes d'observations.
5. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.
6. Notez chaque visite au dispositif d'alimentation sur la *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation des colibris à gorge rouge* pendant 45 minutes. Triez les catégories comme suit :
   - Adulte mâle à gorge rouge
   - Adulte femelle à gorge blanche (janvier à avril uniquement)
   - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (août à décembre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Jeune mâle (s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges ; a presque une gorge rouge avant de partir vers le nord au printemps).

Note 1 : Si un individu se rend seul sur le dispositif d'alimentation, part et revient immédiatement sans s'être perché quelque part dans le champ de vue, cela ne compte que pour une seule visite. S'il se perche quelque part dans le champ de vue et revient immédiatement, cela compte encore pour une seule visite. Il ne faut compter deux visites que si l'oiseau quitte le champ puis revient, et cela même si vous pensez qu'il s'agit du même oiseau.

Note 2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de visite aux fleurs (Mexique, Amérique centrale et Caraïbes)

But

Compter le nombre de fois où les RTHU se rendent sur les fleurs pendant 45 minutes

Ce qu'il faut

Appareil photo (facultatif)

Crayons ou stylos

Habitat pour colibris dans la cour d'école, un jardin fleuri ou une zone naturelle

Bloc notes

Jumelles *(facultatif)*

Guide d'identification des oiseaux

Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge*. Notez la date et la durée des périodes d'observations.

2. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.

3. Notez chaque visite aux fleurs sur la *Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge* pendant 45 minutes. Triez les catégories comme suit :
   - Adulte mâle à gorge rouge
   - Adulte femelle à gorge blanche (janvier à avril uniquement)
   - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (août à décembre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Jeune mâle (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges ; a presque une gorge rouge avant de partir vers le nord au printemps).

Note 1 : Si un individu se rend seul sur une fleur et se nourrit à plusieurs fleurs, même d'espèces différentes, cela ne compte que pour une seule visite. S'il se perche quelque part dans le champ de vue et revient immédiatement, cela compte encore pour une seule visite. Il ne faut compter deux visites que si l'oiseau quitte le champ puis revient, et cela même si vous pensez qu'il s'agit du même oiseau.

Note 2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge* Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de visite au dispositif d'alimentation par rapport à celles aux fleurs (Mexique, Amérique centrale et Caraïbes)

But

Compter et comparer le nombre de fois où les RTHU se rendent sur les fleurs et au dispositif d'alimentation pendant 45 minutes.

Ce qu'il faut

- Dispositif d'alimentation
- Crayons ou stylos
- Habitat pour colibris dans la cour d'école, un jardin fleuri ou une zone naturelle
- Bloc notes
- Appareil photo
- Mixture nutritive fraiche pour le dispositif d'alimentation
- Jumelles *(facultatif)*
- Guide d'identification des oiseaux
- *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation par rapport à celles aux fleurs*

Sur le terrain

4. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données des visites au dispositif d'alimentation par rapport à celles aux fleurs*. Notez la date et la durée des périodes d'observations.
5. Si possible, déterminez le sexe (et l'âge) de chaque RTHU observé.
6. Notez chaque visite aux fleurs et au dispositif d'alimentation sur la *Fiche de relevé de données des visites aux fleurs des colibris à gorge rouge* pendant 45 minutes. Triez les catégories comme suit :
   - Adulte mâle à gorge rouge (janvier à avril)
   - Adulte femelle à gorge blanche e (mars à avril uniquement)
   - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
   - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (août à décembre, si la gorge n'est pas marquée)
   - Jeune mâle (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges ; a presque une gorge rouge avant de partir vers le nord au printemps).

Note 1 : Si un individu se rend seul sur une fleur puis sur le dispositif d'alimentation puis sur une fleur, cela compte pour une visite pour le dispositif d'alimentation et pour deux visites pour la fleur. Chaque visite séparée à une fleur ou au dispositif d'alimentation est comptée. Si un oiseau se nourrit à plusieurs fleurs d'affilée cela ne compte que pour une visite. Mais un oiseau se nourrit à une fleur A puis une fleur B puis à nouveau la fleur A, cela compte pour trois visites. La procédure est différente de quand on n'observe que le dispositif d'alimentation ou que les fleurs.

Note 2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Colibris à gorge rouge (RHTU)

Guide de terrain – Protocole de détermination des espèces de fleurs visitées (Mexique, Amérique centrale et Caraïbes)

But

Compter le nombre de fois où les RTHU se rendent sur des fleurs d'espèces différentes pendant 45 minutes. Les observations peuvent être faites de manière consécutives et/ou après de longues pauses afin de voir si le choix des plantes par le colibri évolue au cours de la journée.

Ce qu'il faut

Crayon ou stylo

Bloc notes

Guide d'identification des oiseaux

Guides d'identifications des plantes sauvages et domestiques

Appareil photo *(facultatif)*

Fiche de relevé de données de détermination des espèces de fleurs visitées par des colibris à gorge rouge

Jumelles *(facultatif)*

Habitat pour colibris dans la cour d'école, un jardin fleuri ou une zone naturelle

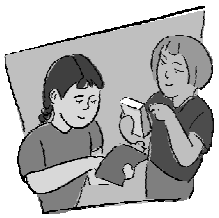
Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données de détermination des espèces de fleurs visitées par des colibris à gorge rouge*. Notez les dates et les durées des observations.
2. Identifier les différentes espèces de fleurs présentes sur votre site. Notez ces espèces sur la *Fiche de relevé de données de détermination des espèces de fleurs visitées par des colibris à gorge rouge*. Si vous n'arrivez pas à identifier les fleurs, au moins allez jusqu'au plus loin possible dans les niveaux de description.
3. Soumettez une photographie de près de chaque espèce de fleur visitée par un colibri sur votre site d'étude. Cela permettra de vérifier l'identification des espèces.
4. Pour chaque RTHU observé pendant les 45 minutes, donnez son sexe et son âge.
5. Pour chaque espèce de fleur, triez les catégories comme suit :
    - Adulte mâle à gorge rouge (janvier à avril)
    - Adulte femelle à gorge blanche e (mars à avril uniquement)
    - Colibri à sexe indéterminé (si la gorge n'est pas vue)
    - Colibri à sexe indéterminé (adulte femelle / jeune mâle ou femelle) (août à décembre, si la gorge n'est pas marquée)
    - Jeune mâle (mai à octobre, s'il a la gorge avec des rayures vertes ou noires prononcées et/ou des plumes rouges ; a presque une gorge rouge avant de partir vers le nord au printemps).

Note 1 : Si un individu entre seul dans un habitat, contrôlez chaque fois qu'il se nourrit sur une fleur ou une tige différente pour CHAQUE espèce. Par exemple, si un oiseau va sur une tige d'une fleur Cardinal, puis sur une Trompette grimpante, puis retourne à la fleur Cardinal, cela fait deux visites pour la fleur Cardinal et une visite pour la fleur Trompette grimpante. S'il se nourrit de la même fleur ou de la même tige plusieurs fois de suite, cela ne fait qu'une seule visite.

Note 2 : Si vous voyez un RTHU marqué à la couleur ou inhabituel, d'autres espèces vagabondes ou n'importe quel colibri entre mi-octobre et mi-mars, décrivez la couleur du marquage et la forme du bec. Notez vos observations sur la *Fiche de relevé de données d'observation des colibris à gorge rouge*. Contactez le Hilton Pond Center du Piedmont Natural History à research@hitlonpond.org ou au (803) 684-5852 le plus rapidement possible.

Les jardins expérimentaux



Objectif général

Observer les étapes de floraison et de végétation de plantes du jardin tout au long de l'année

Objectif spécifique

Après avoir planté différentes essences dans un jardin, les étudiants observent la croissance des feuilles et le fleurissement des fleurs. Les plantes ont été sélectionnées pour un fleurissement échelonné tout au long de l'année.

Compétences

Les étudiants apprendront à identifier les différentes étapes du fleurissement pendant la croissance de la plante et feront des liens entre le climat et la période de fleurissement.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

- Les sols ont des caractéristiques spécifiques (couleur, texture, composition) et aident à la croissance de nombreuses plantes.
- Le temps peut être décris par des grandeurs mesurables.
- Le temps change d'un jour à l'autre.
- Le temps change au fil des saisons.
- Le sol est fait de graviers et de matière organique en décomposition.
- L'eau circule à travers la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère (cycle de l'eau).
- Le soleil est la principale source d'énergie pour la croissance des plantes.

Sciences de la vie

- Les végétaux ont des besoins vitaux (eau, lumière du soleil, nutriments, etc..).
- Le comportement des végétaux est influencé par des facteurs externes.
- Les végétaux ont des cycles de vie.
- Les végétaux ressemblent à leur géniteur.
- Tous les organismes doivent être capables de produire et d'utiliser des ressources en vivant dans un environnement en évolution permanente.
- L'énergie nécessaire à la vie provient principalement du soleil.
- Les systèmes vivants nécessitent un apport continu d'énergie pour maintenir leurs propriétés chimiques et physiques.

Géographie

- Les végétaux permettent de définir les caractéristiques et la répartition spatiale des écosystèmes à la surface de la Terre.

Compétences scientifiques

- Identifier les cycles de vie des .
- végétaux
- Identifier les espèces
- d'arbustes.
- Planter et prendre soin des arbustes.
- Identifier les problématiques

Concevoir et mener des expériences scientifiques.

- Utiliser des outils mathématiques appropriés pour analyser les données.
- Développer des descriptions et des explications à partir des preuves établies.
- Identifier et analyser des explications intermédiaires.
- Communiquer les procédures et les explications.

Matériel et instruments

Pour la l'établissement du site (une fois seulement):

- Appareil photo
- Récepteur GPS
- Boussole
- Mètre
- Etiquettes pour identifier les plants
- Stylo ou crayon de papier
- Papier à dessin
- Papier pH
- *Le guide et la brochure de sélection de l'emplacement de jardins expérimentauxs*
- *Le guide du récepteur GPS*

Protocole de caractérisation du sol
Protocole d'analyse de sol en laboratoire

Pour les observations

Stylo ou crayon de papier
Fiche de relevé de données de données
Guide du jardin expérimental

Pour la plantation et l'entretien des plantes

Seau
Farine d'os ou phosphates
Compost ou fertilisant
Sphaigne (pour la bruyère)
Piquets en bois ou en métal
Etiquette

Niveau

Tout niveau

Fréquence

Une fois par jour pour chaque variété de plant peu avant que la croissance des feuilles ne commence et pendant le fleurissement. Entre les périodes de fleurissement, deux à trois fois par semaine.

Préparation

Connaissance des différentes feuilles et des différentes étapes de fleurissement des végétaux observées dans le jardin.

Pré-requis

Aucun

Les jardins expérimentaux- Introduction

Les végétaux réagissent à l'environnement qui les entoure. Les plantes vertes survivent à condition d'avoir suffisamment de lumière du soleil, de chaleur, d'humidité et de nutriments et réagissent à la température et à l'humidité de l'air et du sol environnant. Quand les conditions sont bonnes, telles que des températures douces, une bonne humidité et une durée de jour suffisante, les plants commencent à croître et à se reproduire.

Les plantes changent aussi l'environnement autour d'elle. Elles utilisent le dioxyde de carbone de l'atmosphère dont elle intègre le carbone dans leurs feuilles et dans leurs tiges et produisent de l'oxygène. Elles extraient l'humidité et les nutriments du sol pour se reproduire. Pendant ce processus, de nombreux composés chimiques sont produits et certains d'entre eux, dont la vapeur d'eau, s'échappent dans l'atmosphère. Pour comprendre l'importance de l'effet des plantes sur leur environnement, les scientifiques ont besoin de connaître la durée et les caractéristiques de la période de leur croissance.

Ce protocole vous demande d'observer le fleurissement de différentes plantes. Les espèces ont été choisies pour que le fleurissement successif de chacune des essences s'échelonne sur une longue période, permettant ainsi de comprendre comment la période de croissance change d'une année à l'autre ou sur une échelle de temps plus longue. Le relevé des données atmosphériques (telles que la température et les précipitations) ainsi que l'humidité et la température du sol seront des éléments précieux pour vous et les scientifiques qui interpréteront les données du jardin expérimental.

Différentes espèces ont aussi été choisies puisque les plantes de même espèce présente le même génotype, c'est-à-dire qu'elles répondent de la même manière à des changements de température, d'humidité et d'autres facteurs qui affectent leur croissance et leur floraison. Ainsi, les variations observées dans les périodes du cycle de croissance peuvent être mis en parallèle avec le climat plutôt qu'avec des variations au sein de la même espèce de plante.

Exploitation de vos données par les scientifiques

Les plantes sélectionnées pour votre jardin font partie du réseau scientifique expérimental appelé le programme Global Phenological Monitoring (GPM) (www.student.wau.nl/~arnold/gpmn.html). Les scientifiques du programme GPM étudient comment les différentes espèces réagissent aux changements climatiques. Les données GPM peuvent être comparées avec celles de vos arbustes d'ornement pour trouver des liens entre les dates de floraison des arbustes et celles des arbres fruitiers. Ainsi, vos données expérimentales sont aussi des indicateurs des périodes de floraison des arbres fruitiers et peuvent être utile pour une planification optimale des tâches agricoles et horticoles.

Support pédagogique

Quelles plantes observer et comment se les procurer

Les jardins expérimentaux GLOBE contient diverses variétés qui fleurissent à différentes périodes de l'année. Les plantes listées dans le tableau EA-PG-2 sont les suivantes : Hamamélis de Virginie (*Hamamelis x intermedia* 'Jelena' and'*Hamamelis virginiana* 'Genuine'), Perce-neige (*Galanthus nivalis* 'Genuine'), Forsythia (*Forsythia suspensa* 'Fortunei'), Lilas (*Syringa x chinensis*'Red Rothomagensis'), Seringa (*Philadelphus coronarius* 'Genuine'), and Bruyère (*Calluna vulgaris* 'Allegro' et 'Long White').

Les plantes doivent être issues de pépinières sélectionnées pour s'assurer que les plantes sont des clones. Ces plantes sont nécessaires pour effectuer des comparaisons à grande échelle des périodes du cycle de développement. Les plants issus de la première génération de plants sont utilisés pour obtenir une homogénéité génétique des échantillons. A l'heure actuelle, nous sommes en train de mettre en place des pépinières à Pékin et aux Etats Unis.

Toutes les plantes citées précédemment ne s'adaptent pas forcément au climat de la région dans laquelle vous vivez.

Sélectionnez seulement celles capables de s'adapter. Cependant, si toutes les plantes peuvent vivre dans votre environnement, alors toutes les essences doivent être plantées dans le jardin expérimental.

Procédures de mesures

Ces plantes fleurissent tout au long de l'année. Lorsque l'une des espèces est sur le point de fleurir, les observations doivent être effectuées tous les jours jusqu'à ce que toutes les étapes de végétation et de floraison soient passées en revue. Si aucune des plantes ne fleurit et que les feuilles ne croissent plus, les observations peuvent être faites deux à trois fois par semaine.

Vous pouvez choisir le moment de la journée pour effectuer vos observations. Il est préférable que les étudiants fassent leurs observations au même moment de la journée.

Les observations des différentes phases sont effectuées sur chaque plante. Si une plante meurt, continuez d'observer les autres espèces et commandez de nouveaux plants à la pépinière. Si la plante meurt par inadaptation au climat local, ne replantez pas la même espèce, elle risquerait de dépérir une nouvelle fois. Continuez d'observez les autres plantes.

Phases de développement à observer

Il est primordial de noter les dates de début de chaque étape en suivant les définitions qui suivent.

Utilisez les photographies incluses dans le protocole pour apprendre aux étudiants comment identifier correctement les étapes de croissance.

BF = Début de floraison : Cette étape a lieu lorsque au moins trois fleurs se sont ouvertes complètement à différents endroits de la plante.

Hamamélis de Virginie *(Hamamelis x Intermedia 'Jelena', Hamamelis virginiana 'genuine'):* Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Lilas *(Syringa x chinensis 'Red Rothomagensis'*): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Seringa *(Philadelphus coronaries 'genuine'*): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Forsythia *(Forsythia suspense*), et Bruyère *(Calluna vulgaris*): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Bruyère *(Calluna vulgaris*): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Perce neige *(Galanthus nivalis*): La fleur est considérée comme ouverte seulement lorsque les pétales extérieures sont apparues et que les pistils sont visibles.

GF = Floraison globale : Cette phase débute lorsque environ la moitié des fleurs sont ouvertes.

EF = Fin de floraison : Cette phase apparaît lorsque 95 % environ de toutes les fleurs ont fané ou sont tombées.

Pour le lilas et le forsythia, observez de plus les phases suivantes :

LU = Débourrage : les premières irrégularités sur la surface des bourgeons deviennent visibles à trois endroits différents de la plante. La première feuille s'est détachée du bourgeon.

FL = Feuilles déployées : Cette phase débute lorsque 95 % des feuilles sont déployées.

Liens avec d'autres mesures

Avant de faire votre jardin, vous pouvez soit creuser un trou dans le sol, soit relever un profil de sol à l'aide d'une tarière pour effectuer une caractérisation de votre sol suivant le protocole de caractérisation de sol du chapitre sol. Si le profil du sol a été endommagé par des plantations précédentes ou par l'arrosage et l'ajout de fertilisants, mentionnez-le dans la partie réservée aux commentaires de la feuille de caractérisation du sol.

Les mesures de température de l'air et du sol, d'humidité du sol et de précipitation peuvent être l'objet d'études intéressantes à conduire pour des projets de recherche d'étudiants en étudiant les liens entre l'atmosphère, les mesures du terrain et les propriétés de la plante.

Sélection du site de jardinage

Choisissez un endroit représentatif en terme de terroir et de climat de votre région. Utilisez les conseils qui suivent pour la sélection de votre site. Bien sûr, il n'est pas évident d'identifier l'endroit idéal, mais faites de votre mieux et faites nous part de vos commentaires sur votre choix de terrain et sur d'éventuels écarts par rapport aux recommandations dans la partie commentaires de la feuille de définition du site de jardinage.

Si vous considérez que le site sélectionné ne représente pas le climat de la région, contacter GLOBE.

Trouvez un endroit pour planter vos arbustes en respectant les spécifications suivantes :

- Absence d'ombre, à distance des bâtiments, des arbres ou tout autre obstacle. La distance minimale à la base de tout obstacle doit être d'au moins 1.5 fois la hauteur de celui-ci.
- A distance des chemins, sentiers et routes. La distance minimum à une route en double sens est d'au moins 8 mètres ; la distance minimale à une autoroute au moins 25 mètres.
- Facilement accessible.
- Absence de risque de piétinement par des passants ou des animaux.
- Absence d'accumulation excessive de neige (congère ou remblai).
- Endroit dégagé. Si vous êtes dans une région accidentée, évitez si possible les parties basses qui peuvent retarder le développent végétatif au printemps. Evitez les pentes supérieures à 3°.
- Utilisez le sol à disposition. Evitez de planter dans des jardins potagers ou des terrains ayant subis des transformations (ajout de fumier et de compost).
- Absence de microclimat (tells que des poches froides ou des pentes balayées par le vent).
- Evitez les endroits excessivement illumines artificiellement.

Les végétaux sont disposés selon votre gré. Seules des distances minimales entre chaque plant doit être respectées (cf tableau EA-PG-2). Il est même préférable de prendre des marges vis-à-vis de ces distances minimales.

Plantation et entretien

1. Plantation

Le printemps et l'automne sont les meilleures périodes pour faire votre jardin expérimental. Si vous créez votre jardin en automne, il faudra attendre jusqu'au printemps de l'année suivante pour pouvoir commencer vos observations.

Matériel

- Seau
- Farine d'os ou phosphates
- Fertilisant ou compost
- Sphaigne (pour la bruyère seulement)
- Piquets en bois ou en métal
- Etiquette

NB : La qualité et la validité des données dépendant fortement de la vigueur des arbustes, assurez vous de suivre les recommandations suivantes en demandant conseil si nécessaire à un horticulteur.

1. Dès que vous vous êtes procurés les plants, plonger les racines dans un seau d'eau pendant plusieurs heures.
2. Creusez des trous suffisamment profond pour pouvoir juste recouvrir les racines et suffisamment large pour que vous puissiez étendre les racines horizontalement. Laissez une distance minimum entre les plants (cf tableau EA-PG-2).
3. Mélanger environ 120 mL de farine d'os ou de phosphate avec la terre utilisée pour reboucher le trou. Dans les sols argileux ou dans les sols très calcaires, mettre 50 % de compost pour améliorer la croissance des plantes. La bruyère s'adapte bien aux sols légers et acides (pH 5-6). N'hésitez donc pas à jouter de la sphaigne au sol si vous plantez de la

bruyère.

4. Arrosez au moins une fois par mois les nouveaux plants jusqu'à ce que le sol soit imprégné.
5. Utilisez une fois pendant la première croissance soit un fertilisant solide en suivant les indications spécifiques du produit.
6. Plantez un piquet en bois ou en métal à proximité de chaque plant pour indiquer leur présence et éviter des dommages.
7. Mettez les étiquettes sur chaque arbuste et inscrivez-y le nom de la variété.

Tableau EA-PG-2: Recommandations de distances entre plants.

Nom commun	**Nom scientifique et variété**	**Distance minimale (m)**
Hamamélis de Virginie	*Hamamelis x intermedia* 'Jelena'	2.5
Perce neige	*Galanthus nivalis* 'Genuine'	0.05 - 0.1 Profondeur : 0.05-0.10
Forsythia	*Forsythia suspensa* 'Fortunei'	1.5
Lilas	*Syringa x chinensis* 'Red Rothomagensis'	2.5
Seringa	*Philadelphus coronarius* 'Genuine'	3.0
Bruyère	*Calluna vulgaris* 'Allegro'	0.5
Bruyère	*Calluna vulgaris* 'Long White'	0.5
Hamamélis de Virginie	*Hamamelis virginiana* 'Genuine'	2.5

2. Entretien annuel

Matériel

- Fertilisant 5-10-10 ou son équivalent
- Paillis : sphaigne, écorces d'arbre, sciure ou matière organique similaire

1. Mettre 50 g de fertilisant 5-10-10 ou de son équivalent uniformément autour de chaque plant.
2. Laisser une zone de 30 cm à partir de la base de l'arbuste libre de végétation (pas d'herbe) grâce à un paillis fait de sphaigne, d'écorces d'arbre, de sciure ou de matière organique similaire.
3. En cas de longue période de sécheresse, arrosez les plantes.
4. Durant les deux premières années, les plantes peuvent avoir besoin d'entretiens complémentaires pour assurer leur vigueur. Après cette période, les fertilisants ne ont plus nécessaires. Vérifiez régulièrement que les plantes se portent bien.

3. Taille

La bruyère doit être taillée une fois par an au début du printemps (en mars ou en avril selon le temps). Vous pouvez couper la moitié supérieure du plant.

Tailler les lilas immédiatement après la floraison au printemps car l'année suivante, les bourgeons de fleurs apparaîtront sur du bois nouveau qui se développe après floraison. Les fleurs fanées ou vieilles peuvent être enlevées si les arbustes ont l'air disgracieux.

Tous les autres arbustes doivent être taillés tous les 5-10 ans pour maintenir leur allure générale.

Une ou plusieurs de leurs vieilles tiges doivent être supprimées à leur base et toutes les autres réduites pour que l'arbuste ne dépasse pas sa taille et sa forme voulue. Ne jamais couper plus du tiers d'une plante à chaque fois.

4. Protection contre les maladies, les insectes et les conditions extrêmes

Ces plantes sont relativement résistantes aux insectes et aux maladies. Cependant, elles peuvent être parfois atteintes de mildiou, avoir leurs feuilles percées ou subir des attaques de pucerons. Si ces maladies ou insectes devenaient un risqué sérieux, il faudrait alors envisager des campagnes régulières de traitements aux pesticides.

Prenez contact avec les autorités compétentes pour les dernières recommandations.
A certains endroits, les animaux comme les lapins et les souris peuvent causer de sérieux dégâts. Un filet de protection installé au niveau de la base aide à limiter les dégâts.
5 à 10 cm de paillis autour de la base de chaque plante suffisent pour protéger les racines du froid dans les régions où les chutes de neige sont faibles.
Pour éviter les chargements excessifs des branches dus à la glace, attachez les tiges ensemble avec de la paille de lin. N'utiliser pas de plastique.

Pistes de réflexion

Comment le cycle de développement est-il affecté par une année sensiblement plus pluvieuse ?

Quel facteur a le plus d'influence sur le cycle de développement : la température du sol ou la température de l'air ?

Quel est l'effet de l'altitude ?

Y a-t-il des différences de comportement végétatif entre les régions côtières et les régions continentales ?

Questions fréquentes

1. Doit-on observer d'autres plantes dans la région locale ?
Dans le cadre du protocole expérimental, n'observez que les plantes du jardin expérimental. Vous pouvez aussi observer d'autres plantes environnantes pour comparer la chronologie des phases de développement.

2. Ces plantes sont-elles envahissantes ?
Non.

3. Comment ces plantes sont-elles pollenisées ?
Toutes les plantes du jardin sont pollenisées par les insectes. Elles fleurissent de différentes couleurs pour attirer les insectes. La partie male et femelle sont présentes dans chaque fleur.

4. Comment la nature du sol influence-t-elle la période de la floraison ? Le déclenchement de la floraison est principalement contrôlé par la température. Cependant, les caractéristiques du sol peuvent avoir un impact sur la température locale de l'air. L'humidité du sol est aussi un facteur déterminant.

Jardins expérimentaux

Guide de terrain pour la définition du site

Tâche

Dresser une carte, prendre des photographies, décrire le sol, localiser le lieu (latitude, longitude) et son altitude.

Matériel et instrumentation

- Récepteur GPS
- *Guide pratique du GPS*
- *Fiche de relevé de données de données GPS*
- Boussole
- *Feuille de définition du jardin expérimental*
- Appareil photographique
- Mètre
- Papier pour la carte
- Stylo ou crayon de papier
- Marqueurs
- *Protocole de caractérisation du sol*
- *Protocole d'analyse de sol en laboratoire*
- pH-mètre pour sols (cf protocole)

Sur le terrain

1. Une fois les espèces plantées, dessinez une carte localisant chacune des espèces. Ajoutez-y :
   -Le nom de l'école et son adresse
   -La date
   -L'orientation : Nord, Sud, Est, Ouest
   -Les distances entre les plants en mètres
2. Etiqueter chaque plant
3. Relever la latitude, la longitude ainsi que l'altitude du lieu en suivant les instructions du guide pratique du GPS.
4. Placez-vous au milieu du jardin et prenez des photographies aux quatre coins cardinaux en utilisant la boussole.
5. Prenez une vue d'ensemble du jardin.
6. Identifiez la texture du sol sur les 10 premiers cm de terre en suivant le *protocole de caractérisation du sol*.
7. Mesurez le pH sur les 10 premiers cm de terre en suivant le *protocole de caractérisation d'analyse de sol en laboratoire.*
8. Envoyer carte et photos à GLOBE via email (adresse donnée dans *le guide de l'enseignant*).

Jardins expérimentaux

Guide pratique

Tâche

Enregistrer les différentes phases de développement pour chaque arbuste de votre jardin

Matériel et instrumentation

- *Fiche de relevé de données*
- Mètre
- Stylo ou crayon de papier

Sur le terrain

1. Examinez chaque arbuste
2. Pour chaque arbuste, relevez les dates de début des trois phases de développement. Séparer les données entre les différents arbustes. Les trois phases sont les suivantes :

BF = Début de floraison: Cette étape a lieu lorsque au moins trois fleurs se sont ouvertes complètement à différents endroits de la plante.

Hamamélis de Virginie (Hamamelis x Intermedia 'Jelena', Hamamelis virginiana 'genuine'): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Lilas (Syringa x chinensis 'Red Rothomagensis'): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Seringa (Philadelphus coronaries 'genuine'): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Forsythia (Forsythia suspense), et Bruyère
(Calluna vulgaris): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Bruyère (Calluna vulgaris): Regardez seulement si les fleurs se sont ouvertes. Il n'est pas nécessaire de voir tomber du pollen des pistils.

Perce neige (Galanthus nivalis): La fleur est considérée comme ouverte seulement lorsque les pétales extérieures sont apparues et que les pistils sont visibles.

GF = Floraison globale : Cette phase débute lorsque environ la moitié des fleurs sont ouvertes

EF = Fin de floraison : Cette phase apparaît lorsque 95 % environ de toutes les fleurs ont fané ou sont tombées.

Pour le lilas et le forsythia, observez de plus les phases suivantes :

LU = Début d'éclosion : lorsque les premières irrégularités sur le surface des bourgeons deviennent visibles à trois endroits différents de la plante. La première feuille s'est détachée du bourgeon.

FL = Feuilles déployées : Cette phase débute lorsque 95 % des feuilles sont déployées.

3. Une fois par an à l'automne, mesurez la hauteur des plants (sauf le perce neige)
4. Relevez la date de chaque arrosage.
5. En cas d'utilisation d'engrais, notez la date et le type de fertilisant utilisé.

NB : Il est important de relever le mauvais état d'une plante

Jardins expérimentaux

Fiche de relevé de données de définition du site

Ecole : _____Classe ou groupe :_____

Nom de la personne chargée du relevé : _____

_____

Date: _____

Nom du site :_____

Coordonnées : Latitude: _____ N or S (barrer la mention inutile)

Longitude: _____ E or O (barrer la mention inutile)

Altitude: _____mètres

Source d'information : GPS Autre (barrer la mention inutile)

Si autre, précisez :_____

Plus proche station météo : ATM-_____

Distance au site ATM : _____mètres;

Orientation du site: N NE E SE S SO O NO

Différence d'altitude (station météo – ce site):_____ mètres (cette valeur peut être positive ou négative)

Plus proche site de mesure de l'humidité du sol : SMS-_____

Distance à ce site :_____(mètres);

Orientation: N NE E SE S SO O NO

Différence d'altitude (station météo – ce site):_____ mètres (cette valeur peut être positive ou négative)

Espèce	**Présente dans le jardin ? Oui ou non**	**Date de plantation**
Hamamélis de Virginie 'Jelena'		
Hamamélis de Virginie 'Genuine'		
Lilas		
Seringa		
Forsythia		
Bruyère 'Allegro'		
Bruyère 'Long White'		
Perce neige		

Texture du sol de surface (cf *Protocole de caractérisation du sol*): _____

pH du sol de surface(cf *Protocole d'analyse du sol en laboratoire*): _____

Méthode de mesure du pH : papier mètre (barrer la mention inutile)

Nombre de photos et disposition

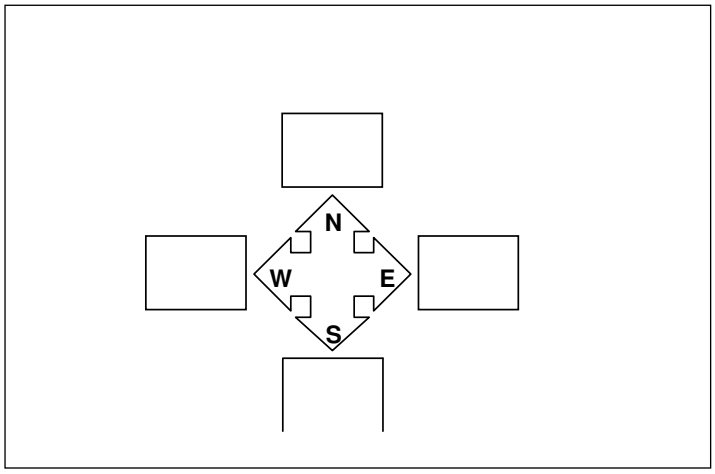


Photo du jardin

Commentaires : _____

Jardins expérimentaux

Fiche de relevé de données

Ecole : _____Classe ou groupe :_____

Nom de la personne chargée du relevé : _____

_____

Date: _____

Nom du site :_____

	Etape de floraison		
Arbuste	**BF**	**GF**	**EF**
Hamamélis de Virginie 'Jelena'			
Perce neige			
Seringa			
Bruyère 'Allegro'			
Bruyère 'Long White'			
Hamamélis de Virginie 'Genuine'			

BF = Début de floraison

GF = Floraison globale

EF = Fin de floraison

Pour les lilas et les forsythias relevez en plus les étapes de croissance des feuilles

	Etape de floraison			Etape de croissance	
Arbuste	**BF**	**GF**	**EF**	**LU**	**FL**
Lilas					
Forsythia					

LU = Débourrage

FL = Feuilles déployées

Hauteur et vigueur des plants (en automne)

Arbuste	**Hauteur (cm)**	**Vigueur des plants** **Vigoureux = H** **Faible = U** **Mort = D**	**Si un arbuste est mort, l'avez-vous remplacé ?** **(oui ou non)**
Hamamélis de Virginie			
Perce neige	(pas nécessaire)		
Seringa			
Bruyère 'Allegro'			
Bruyère 'Long White'			
Lilas			
Forsythia			

Avez-vous utilisé un fertilisant cette année ?_____Si oui à quelle date ? : _____

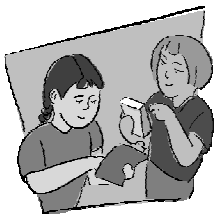
Type de fertilisant _____

Dates d'arrosage:_____

Date de taille:_____

Commentaires: _____

Protocole d'étude du lilas commun et cloné



Objectif général

Observer les cinq phases phénologiques des plants de lilas communs ou clonés.

Objectif spécifique

Au cours de la saison de croissance, les étudiants observeront leurs plants delilas et identifieront les cinq phases phénologiques (premières feuilles, feuillu entièrement ou à 95%, premières fleurs, floraison complète, et fanaison) pour chaque lilas.

Compétences

Les étudiants apprendront à :

- Identifier les cinq phases phénologiques du plant de lilas;
- Examiner les relations entre le temps, le climat et l'agenda des phases phénologiques;
- Communiquer avec les autres écoles GLOBE;
- Collaborer avec les autres écoles GLOBE;
- Partager les observations en entrant les données aux archives GLOBE.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Le temps change tous les jours et selon les saisons.

Le soleil est la source principale d'énergie à la surface de la terre.

Sciences de la Vie

Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont assurés.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

L'énergie permettant la vie provient essentiellement du soleil.

Les systèmes vivants nécessitent une source continue d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Compétences scientifiques

Identifier les problématiques.

Concevoir et mener des recherches scientifiques.

Utiliser les outils mathématiques pour analyser les données.

Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.

Reconnaître et analyser les explications intermédiaires.

Communiquer les procédures et les explications.

Durée

5-10 minutes

Fréquences

Une fois par jour, si possible à la même heure, du début du printemps jusqu'à la fin de la floraison

Matériel et instruments

Pour la définition du site (première visite)

- *Guide de terrain GPS*
- *Fiche de relevé de données GPS*
- GPS
- Boussole
- Appareil photo

Pour les observations

- *Guide de terrain de site d'étude lilas commun et cloné*
- *Fiche de définition de site d'étude pour le lilas*
- *Guide de terrain d'étude du lilas commun et cloné*
- *Fiche de relevé de données d'étude du lilas commun et cloné*
- Crayon ou stylo

Pour la plantation et l'entretien

- Seau
- Farine d'os ou superphosphate
- Engrais

- Sphaigne ou compost - Pieu en fer ou en bois - Ruban adhésif ***Préparation*** Faites des copies des *fiches de relevé de données*	Faites des copies couleurs des photographies des 5 phases phénologiques

Introduction

Le *Protocole d'étude du lilas commun et cloné* demande aux étudiants d'étudier une ou deux espèces de lilas (*Syringa vulgaris et S. chinensis*). Les *protocoles d'étude de la floraison et de fanaison*, demandent d'autre part aux étudiants d'observer la végétation originale de leur région. Là ou les lilas poussent, les étudiants peuvent observer le bourgeonnement et la floraison des ces plantes communes. Il peut y avoir des plantes qui poussent déjà dans les environs de l'école, ou un lilas peut être acheté et planté pour être observé. Les plantes clonées (*Syringa chinensis*) sont génétiquement identiques. Les plantes sont disponibles en quantités limitées chaque année. Les écoles GLOBE peuvent postuler pour recevoir quelques plants de lilas cloné.

Les plantes d'espèces identiques répondent similairement aux changements environnementaux, comme les changements de la température et de l'humidité, même si elles sont situées dans des régions différentes. En disposant d'un réseau de lilas à travers le monde (ou cette espèce est capable de grandir), les scientifiques peuvent examiner les schémas phénologiques régionaux et mondiaux. Les plantes clonées répondent identiquement aux changements environnementaux. Les variations observées dans les étapes de croissance de plantes clonées seront plus corrélées avec les variations climatiques qu'avec les variations entre des plantes.

Les scientifiques utiliseront ces observations terrestres pour améliorer leur interprétation des données satellite. Les scientifiques sont intéressés par préciser la réponse des végétations natives d'une année à l'autre, et au cours des années. Les observations des lilas clonés et communs servent de lien essentiel entre les mesures satellites et la phénologie des plantes.

Support de l'enseignant

Comment obtenir des plants de lilas communs ou clonés ?

Les lilas communs peuvent être achetés dans un centre de jardinerie local. Soyez sur d'acheter des plans de lilas dont le nom scientifique est *Syringa vulgaris*. Ils sont souvent qualifiés 'rustiques". Ne plantez des lilas que si le climat local le permet. N'appliquez pas ce protocole dans les zones ou la survie du lilas nécessite une irrigation continue. Si vous avez des questions concernant la capacité du lilas à évoluer naturellement dans votre région, veuillez consulter un horticulteur.

Les plantes clonées sont disponibles en quantité limitée chaque année. Les écoles GLOBE peuvent postuler pour recevoir quelques plants de lilas cloné. Vingt-cinq écoles environ seront sélectionnées chaque année, et se verront distribuer deux plants clonés. La sélection sera faite en fonction de la répartition géographique des postulants. La priorité sera donnée aux écoles membre d'honneur du projet atmosphérique GLOBE. Pour être éligible, l'école doit avoir participé à ce projet pendant un minimum de cinq ans et doit planter et observer au moins deux lilas communs. Les lilas clonés et communs doivent être planté l'un à côté de l'autre, afin qu'ils soient exposés aux mêmes conditions climatiques.

Pour obtenir des plants de lilas clonés, envoyez le nom de votre école GLOBE, l'adresse mail, les coordonnées GPS et un engagement écrit à participer au projet pendant une durée minimale de cinq ans, signé par le principal ou une autorité substituante au Professeur Schwartz (email : mds@uwm.edu).

Préparation préliminaire

Utilisez les photos des cinq phases phénologiques pour apprendre aux étudiants à identifier correctement les étapes de croissance de leurs plants.

Procédures de mesure

Début de l'observation:

Au milieu de l'hiver, les bourgeons de lilas sont séchés et fermés.

A la fin de l'hiver, après que les conditions se soient améliorées, les bourgeons s'hydratent (le gonflement est provoqué par l'humidité) et l'extrémité s'ouvre légèrement (le bourgeon d'hiver s'ouvre).

Observer ces deux évènements est la meilleure manière de savoir quand commencer les observations journalières pour chercher la première feuille. Une fois que les bourgeons sont gonflés et que leur extrémité est entre-ouverte et un peu verte, la prochaine vague de chaleur peut forcer la première feuille.

Phases phénologiques du bourgeon de Lilas :

1. **La première feuille apparait lorsque la partie la plus large de la feuille a émergé de bourgeon d'hiver. La feuille se remarque par ses rainures proéminentes**

2. **L'éclosion totale, ou à 95% est obtenue lorsque la quasi-totalité (tout au moins 95%) des bourgeons actifs ont fleuris**

3. **La première floraison correspond au moment ou 50% des bourgeons ont au moins une fleur ouverte. Les grappes du lilas sont composées de nombreuses fleurs**.

4. **La floraison totale apparait lorsque 95% des bourgeons sont totalement ouverts, mais aucun n'a fané**

5. **La fin de la floraison correspond à 95% des fleurs fanées ou séchées**.

Connections aux autres mesures

Avant de planter vos lilas, vous pouvez creuser un trou dans le sol pour collecter un profil de sol avec une tarière puis appliquer le *protocole de caractérisation d'un sol*, dans le chapitre sol. Si le profil de sol a été affecté par des plantations ultérieures, ou par l'ajout d'eau ou d'engrais, mentionnez le dans la section commentaire de la *fiche de relevé de données de caractérisation d'un sol*.

Les mesures de la température de l'air et du sol, de l'humidité du sol, des précipitations peuvent constituer des projets d'élèves très intéressants, explorant les relations entre l'atmosphère, les mesures du sol, et la phénologie des plantes.

Sélection du site

Sélectionnez un site qui représente le sol naturel et le climat de votre région. Utilisez les conseils ci-dessous pour sélectionner votre site. Nous réalisons que vous pouvez ne pas être à même de localiser un site idéal. Faite de votre mieux et notez chaque écart par rapport à cet idéal en commentaire dans votre *fiche de définition de site d'étude le lilas commun ou cloné*.

Trouvez un endroit pour planter vos plants avec les spécifications suivantes:

- Un endroit en plein soleil, loin des arbres, bâtiments et autres obstacles. La distance minimale de la base de tout obstacle devrait être au moins deux fois la hauteur de cet obstacle.
- A l'écart des allées, trottoirs et routes. La distance pour une nationale devra être de 8 mètres, de 25 mètres pour une autoroute.
- Facilement accessible.
- Où il n'y a pas de risque que la plante ne soit endommagée par des gens ou animaux.
- Où des quantités excessives de neige de s'accumulent pas.
- Sur un endroit plat. Si votre paysage est vallonné, évitez si possible les zones les plus basses, qui peuvent souffrir d'un retardement de la floraison au printemps. Evitez les terres dont la pente est supérieure à 3 degrés.
- Dans un sol typique de votre région. Evitez de planter le lilas dans un jardin par exemple, qui a reçu l'influence de nombreux composts et engrais
- Dans un endroit exempt de microclimat
- Evitez les endroits avec beaucoup de lumière artificielle.

Plantation et entretien

1. Plantation

Les plants de lilas peuvent être plantés dès que le sol se réchauffe au printemps et au cours de l'été, pourvu qu'il reste encore au moins un mois de chaleur, pour que les feuilles apparaissent avant la saison froide. La période idéale est à la fin du printemps, ou au début de l'été.

Matériel

- Seau
- Superphosphate
- Engrais
- Sphaigne ou compost
- Pieu en bois ou en métal
- Ruban adhésif

Remarque : La qualité et la validité des données dépend fortement de la santé de vos plants, et vous devriez donc suivre les conseils suivants. Vous pouvez aussi consulter un horticulteur.

1. Dès que vous obtenez la plante, trempez ses racines dans un seau d'eau pour quelques heures.
2. Creusez des trous suffisamment profonds pour couvrir les racines, et suffisamment larges pour pouvoir y installer les racines horizontalement. Espacez les plantes de 5 mètres au moins.
3. Mélangez environ 120 ml de superphosphate dans la terre dans laquelle le plant va être planté. Dans les sols argileux, ou sablonneux, ajoutez une par égale de compost pour améliorer les conditions de croissance.
4. Une fois par mois, arrosez votre nouveau plant, jusqu'à ce que la terre soir trempée.

5. Appliquez un engrais sec comme 10-10-10 ou sous forme de solution, lors de la première saison de croissance, conformément aux étiquetages.
6. Placez un tuteur en métal ou en bois sur le côté de chaque plante pour indiquer sa position et prévenir les éventuels accidents.
7. Marquez chaque plant avec du ruban adhésif ou toute autre marque durable. Etiquetez le ruban avec la variété de la plante pour chaque plant.

2. Entretien annuel

Matériel

- Engrais 5-10-10 ou équivalent
- Paillis : Sphaigne, écorce, sciure ou matières organiques similaire

1. Répandez 50g d'engrais 5-10-10 ou son équivalent autour de chaque plante. Des tuteurs à engrais peuvent être utilisés.
2. Nettoyez le sol à 30 cm de la base de chaque plante des herbes, et recouvrez-le de paillis.
3. Au cours d'une longue période de sécheresse, vous pouvez avoir à arroser les plants.
4. Au cours des deux premières années, les plantes peuvent avoir besoin d'un entretien important, pour être sur qu'elles se renforcent. Après cela, les engrais ne seront plus nécessaires. Vérifiez périodiquement leur santé.

3. Elagage

Les plantes devraient être élaguées tout les 5 ou 10 ans pour rester en bonne santé. Elaguez le lilas immédiatement après la floraison au printemps parce que les bourgeons de l'année suivante sont formés juste après la floraison. Evitez l'élagage à l'automne, car cela détruira les bourgeons pour l'année suivante. Les fleurs vielles et séchées peuvent être coupées afin d'améliorer la présentation du lilas.

Une ou plusieurs des branches les plus vieilles à la base de la plante peuvent être enlevées, et les autres seront taillées afin que le lilas conserve la forme et la taille désirée. Ne jamais couper plus du tiers de l'arbre à la fois.

4. Protection contre les maladies, les animaux et les conditions extrêmes

Ces plantes sont relativement résistantes aux insectes et aux maladies. Ils peuvent être affectés par l'oïdium, des boutons sur les feuilles, des pucerons. Prendre des mesures contre cela n'est que très rarement requis. Si ces maladies deviennent sérieuses, l'application régulière d'un pesticide peut s'avérer nécessaire. Contactez les services agricoles régionaux pour obtenir les dernières recommandations.

Dans certains endroits, les animaux, comme les lapins et les souris, peuvent endommager sévèrement les plantes. Un petit grillage autour de la base de la plante permet de limiter les dégâts.

Pour la protection du gel dans les zones où il ne neige pas beaucoup, 5-10 cm de paillis autour de la base de chaque plante protégera les racines. Pour prévenir les fendaisons dues à la glace, attachez les branches les unes aux autres avec du fil à poulet ou placez une toile de jute autour de la plante. Ne pas utilisez de plastique.

Question fréquentes

1. Ces plantes sont-elles invasives ?
Non, le lilas n'est pas une plante invasive. Les lilas clonés sont des hybrides stériles qui ne produisent pas de semences.

2. Pouvons nous planter à la fois des lilas communs et clonés ?
Oui. Une comparaison des données entre les lilas communs et clonés est tout à fait souhaitable.

3. Que faire si un plant meurt ?
Sur la fiche de définition de site d'étude du lilas, vous pouvez préciser la mort du lilas. Vous pouvez planter un autre lilas et entrer ses caractéristiques.

4. Que faire si tout nos lilas meurent ?
Plantez de nouveaux lilas et définissez un nouveau site.

Lilas commun et cloné

Guide de terrain de définition de site

Objectif

Prendre des photographies de votre site, mesurer sa latitude, sa longitude et son altitude

Ce dont vous avez besoin

- *Fiche de définition de site d'étude du lilas commun et cloné*
- *Guide de terrain GPS*
- *Fiche de relevé de données GPS*
- Récepteur GPS
- Stylo ou crayon
- Boussole
- Camera
- Ruban adhésif ou autre identification durable
- Mètre

Sur le terrain

1. Remplissez l'en-tête de votre *fiche de définition de site d'étude du lilas commun et cloné.*
2. Identifiez la latitude, la longitude et l'altitude en suivant le *protocole de mesures GPS.*
3. Si elle est connue, notez la distance, la direction ainsi que la différence d'altitude de ce site avec votre site Atmosphère.
4. Etiquetez chaque plan avec du ruban adhésif ou avec une autre marque d'identification durable.
5. Mesurez la hauteur de chaque plant de lilas.
6. Prenez des photos vers le nord, l'est, le sud, et l'ouest. Utilisez la boussole pour déterminer ces directions.
7. Soumettez ces photos à GLOBE en les postant à l'adresse donnée dans le *Guide d'implémentation*, dans le *guide pour l'enseignant GLOBE.*

Protocole d'étude du lilas commun et cloné

Guide de terrain

Objectif

Observer les cinq phases phénologiques du lilas commun et cloné

Ce dont vous avez besoin

- *Fiche de relevé de données d'étude du lilas commun et cloné*
- *Stylo ou crayon*

Sur le terrain

1. Examiner chaque plant de lilas
2. Pour chaque plant, notez les dates des cinq phases phénologiques sur la fiche de relevé de données d'étude du lilas commun et cloné. Les cinq phases phénologiques sont chronologiquement:

   Première feuille : La première feuille apparait lorsque la partie la plus large de la feuille a émergé de bourgeon d'hiver.

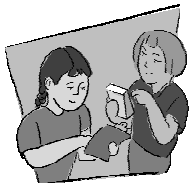
   Feuillaison totale : L'éclosion totale, ou à 95% est obtenue lorsque la quasi-totalité (tout au moins 95%) des bourgeons actifs ont fleuris

   Première fleur : La première floraison correspond au moment ou 50% des bourgeons ont au moins une fleur ouverte. Les grappes du lilas sont composées de nombreuses fleurs.

   Floraison totale : La floraison totale apparait lorsque 95% des bourgeons sont totalement ouverts, mais aucun n'a fané.

   Fin de la floraison: La fin de la floraison correspond à 95% des fleurs fanées ou séchées.

3. A l'automne, mesurez la hauteur de chaque plant. Cela est fait une seule fois par an. Notez si le lilas semble faible.



Protocole d'observation des migrations d'oiseaux arctiques

Objectif général
Observer l'arrivée des espèces d'oiseaux sélectionnées sur votre site d'étude et les compter jusqu'à ce qu'il n'y en ait peu ou plus du tout.

Objectif spécifique
Les étudiants choisissent une espèce d'oiseaux facilement identifiable et répandue dans leur région et observent l'arrivée de l'espèce sur leur site d'étude. Ils utilisent des jumelles ou des télescopes pour avoir une vue d'ensemble sur le site d'étude et pour compter combien d'oiseaux ils voient. Ils continuent l'observation chaque jour jusqu'à ce qu'il n'y en ait peu ou plus du tout de cette espèce.

Compétences
Les étudiants apprendront à identifier différentes espèces d'oiseaux, leurs schémas migratoires et leurs comportements, ainsi qu'à utiliser des méthodes de prélèvements de données scientifiques.

Concepts scientifiques
Sciences de la Vie

Les organismes ont des besoins vitaux.

Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont assurés.

La planète Terre a de nombreux environnements distincts où vivent des ensembles d'organismes différents.

Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser des ressources tout en vivant dans un environnement en perpétuel changement.

L'énergie nécessaire à la vie provient principalement du soleil.

Géographie

Les caractéristiques et la répartition spatiale des écosystèmes à la surface de la Terre.

Compétences scientifiques

Identifier les problématiques.

Concevoir et mener des recherches scientifiques.

Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données.

Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.

Identifier et analyser les explications intermédiaires.

Communiquer les procédures, les descriptions et les explications.

Durée
15 à 20 minutes sur le terrain (sans compter les temps de transports).

Niveau
Tous niveaux.

Fréquence
Tous les jours pendant les 2 semaines précédant la date prévue d'arrivée et jusqu'à ce qu'il n'y ait peu ou plus du tout d'oiseaux de l'espèce choisie.

Matériel et instruments
Fiche de relevé de données d'observation des migrations d'oiseaux arctiques
Observation des migrations d'oiseaux arctiques - Guide de terrain
Définition du site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques - Guide de terrain
Fiche de relevé de données de définition du site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques
Protocole GPS – Guide de terrain
Fiche de relevé de données du protocole GPS
Boussole
Jumelles et/ou télescopes
Carnet de notes (de préférence un carnet de terrain étanche)
Crayons
Livre d'identification des oiseaux

Préparation
Choisir les espèces à observer et le site d'étude.
S'entrainer à l'observation aux jumelles.
Utiliser un livre d'identification des oiseaux.

Pré requis
Aucun

Protocole d'observation des migrations d'oiseaux arctiques – Introduction

Les scientifiques et les naturalistes amateurs ont observé les cycles de vie des végétaux et des animaux depuis des siècles. Depuis environ 1850, les enregistrements des variations climatiques et des changements dans la répartition des plantes et des animaux sont devenus plus fiables. Ces jeux de données sont désormais utilisés pour étudier les moments des événements biologiques et pour établir les variations des schémas migratoires des oiseaux (Whitfiel, 2001). Les données ont une importance primordiale et permettent aux scientifiques de faire de meilleures prévisions quant aux impacts futurs du changement climatique.

Les ornithologues pensent que le climat est le facteur déterminant dans la répartition des oiseaux. Beaucoup d'espèces d'oiseaux issues de l'Arctique ou proches de l'Arctique migrent en automne vers des zones hivernales. Les migrations se font généralement des pôles vers l'équateur ; mais les oiseux peuvent aller dans d'autres directions, comme l'est ou l'ouest (Harrison, 1982).

Les données montrent une élévation de la température au début du 20ème siècle (Ministère de l'environnement, 2000). Un changement graduel de comportement des oiseaux est apparu, et au début des années 1950, James Fisher a répertorié 42 espèces qui allaient du sud ou de l'est vers la Scandinavie (Burton, 1995). Finner Gudmundsson a répertorié 7 espèces du sud qui se sont établies d'elles-mêmes en Islande entre 1890 et 1950. Les espèces à migration partielle (des espèces dont une partie de la population reste au même endroit toute l'année), les visiteurs hivernaux ou occasionnels ont augmentés en Island. L'élévation de température a également provoqué le retrait des espèces nordiques encore plus au Nord (Gudmundsson, 1951). Depuis les années 1950, la température a diminué en Europe du Nord et en Islande, et certains oiseaux sont descendus s'établir plus au Sud. D'autres régions du monde ont connu une élévation de température pendant la même période (Burton, 1995). Il est essentiel de réaliser que le changement climatique peut être différent entre deux endroits distincts et que les scientifiques aimeraient avoir une meilleure appréhension du comportement des oiseaux dans des zones différentes.

De nombreux facteurs affectent le comportement migratoire des oiseux. La température est souvent mise en avant comme la cause évidente de la répartition des plantes et des animaux, mais elle a également des effets secondaires. Par exemple, la température affecte la croissance des végétaux, des graines et le nombre d'insectes que les oiseaux peuvent manger. Les précipitations affectent également la quantité de nourriture disponible et les types de couverture du sol d'une zone. En plus de l'évolution du climat, l'activité humaine a eu un effet sur la répartition des oiseaux et sur leur nombre en changeant la couverture du sol (Harrison 1982).

Les données provenant du *Protocole d'observation des migrations d'oiseaux arctiques* de GLOBE sera important pour les scientifiques aujourd'hui et dans le futur. Rassembler des données issues de nombreux différents endroits augmentera la connaissance sur des schémas migratoire des oiseaux, mais également sur l'évolution de leur nombre et de la répartition des espèces. De plus, Les données récoltées pourront être comparées à d'autres données phénoménologiques récoltées par votre école ou en coopération avec d'autres institutions afin d'obtenir une image plus complète du système terrestre.

Support pour l'enseignant

Choisir une espèce d'oiseaux

- Tout d'abord les étudiants doivent réunir des informations relatives aux oiseaux dans votre région. Quelles sont les espèces communes dans votre région ? Quelles espèces restent toute l'année ? Quelles espèces migrent et ne restent qu'une partie de l'année ? Cela devrait être assez facile de trouver des informations quant à l'arrivée printanière d'une espèce et à l'espèce elle-même. La plupart des endroits ont un réseau d'observateurs d'oiseaux qui peut vous aider. Vous pouvez également contacter des experts de votre université ou des agences gouvernementales.
- L'espèce que vous choisirez doit être facilement reconnaissable et assez répandue. Nous vous suggérons de ne pas choisir d'espèces cachées qui se reposent et/ou se nourrissent dans les arbres ou dans des endroits où ils ne peuvent pas être repérés facilement, car cela rend difficile l'estimation de leur nombre sur votre site.
- Quel est le schéma migratoire l'espèce que vous avez choisie ? Vous pouvez vouloir choisir une espèce d'oiseaux qui arrivent au début du printemps, de sorte que les observations des étudiants puissent concorder avec leur emploi du temps scolaire.
- Vous devez vous renseigner sur les lieux où l'on peut trouver ces oiseaux dans votre région.
- Vous renseigner sur l'espèce choisie pourrait vous être utile. D'où vient-elle ? Où se nourrit-elle ? Se rassemble-t-elle parfois, par exemple pour se nourrir dans des estuaires ou sur des lacs ? Vient-elle dans votre région pour la reproduction, ou est-ce seulement une étape et elle va migrer plus loin pour se reproduire ?

Voici quelques exemples d'espèces d'oiseaux qui sont facilement repérables et identifiables que vous pouvez observer.

La sterne arctique (*Sterna paradisaea*)

Le pluvier doré eurasiatique (*Pluvialis apricaria*)

L'huîtrier (*Haematopus ostralegus*)

Sélection du site

En fonction de l'endroit où vous habitez, choisissez un site placé sur un estuaire, un champ, un rivage, un lac, un étang ou un océan. Une région boisée ou une forêt est plus difficile car il est délicat d'observer des oiseaux dans les arbres.

Choisissez un site à partir de la répartition connue des espèces que vous avez choisies dans votre région. Les étudiants s'y rendront fréquemment, donc il doit être proche de l'école ou des maisons des étudiants.

Le site doit être accessible aux étudiants de sorte que les oiseaux puissent être recensés avec précision. Les observateurs doivent être suffisamment proches des oiseaux pour pouvoir les compter mais suffisamment éloignés pour ne pas les perturber. Vous pouvez utiliser des jumelles ou des télescopes pour mieux voir les oiseaux de loin.

La taille du site doit être suffisamment raisonnable pour permettre aux étudiants de la couvrir. Il sera plus difficile de recenser précisément les oiseaux sur une très grande zone. Cependant, elle pourra être divisée en sous-zones et les étudiants peuvent se répartir par groupes. Chaque groupe recensera les oiseaux d'une sous-zone. Par la suite, les nombres d'oiseaux recensés par chaque groupe pourront être mis en commun afin d'obtenir le nombre total d'oiseaux sur l'ensemble de votre site.

Ne choisissez pas un site où les oiseaux sont nourris, car cela affecte le nombre d'oiseaux et ne sera pas représentatif du nombre naturel d'oiseaux fréquentant un site avec une source de nourriture naturelle.

Eviter les zones de chasse si vous observer les oiseaux pendant un période de chasse.

Observation des oiseaux

La date d'arrivée des oiseaux pouvant variant d'une année sur l'autre, commencer à surveiller votre site une ou deux semaines avant la date d'arrivée attendue.

Choisissez un moment opportun de la journée pour vos observations. Vous avez besoin de suffisamment de lumière pour voir les oiseaux. Rendez vous sur le site approximativement au même moment chaque jour. Si vous observez un rivage le long de l'océan, faites vos observations en moins de deux heures, à marée basse. Regardez les tables de marées de votre région pour savoir à quel moment y aller.

Si vous remarquez quelque chose d'inhabituel pendant vos observations, comme un oiseau prédateur ou des vents violents, reportez le dans la partie commentaires de la *Fiche de relevé de données d'observation des migrations d'oiseaux arctiques*. De telles informations supplémentaires peuvent fréquemment aider à expliquer des valeurs inhabituelles dans les données.

Chaque année, les étudiants peuvent choisir quelles espèces ils voudraient observer. Cependant, les scientifiques aimeraient avoir au moins une espèce qui reste observée chaque année.

Continuez les observations jusqu'à ce que toutes les espèces ou la plupart d'entre elles aient quitté le site.

Préparation pour les étudiants

Familiarisez les étudiants avec le site d'étude et les méthodes avant que les étudiants ne commencent à les observations et à compter les oiseaux.

Faites visiter le site aux étudiants tous ensemble et entrainez les à utiliser les jumelles ou les télescopes pour compter les oiseaux. Comme vous arriverez avant l'arrivée de vos espèces, décider avant ce que vous aller compter. Cela peut être tous les oiseaux présents sur le site ou une espèce familière pour les étudiants. Cela demande de l'entraînement de recenser les oiseaux avec des jumelles. Entrainez les étudiants à régler le focus autant que nécessaire de sorte que les données récoltées soient fiables.

Amenez les étudiants à comparer leurs notes, ce qu'ils ont fait, combien d'oiseaux ils ont recensés, et quels problèmes ils ont rencontrés ou sont prévisibles.

Idées et variantes

- Il est souhaitable que les étudiants travaillent par groupe d'au moins deux de sorte qu'un étudiant puisse observer les oiseaux pendant que l'autre note leur nombre.
- S'il y a beaucoup d'étudiants dans votre classe, vous pouvez choisir plus d'une seule espèce. Répartissez les étudiants par groupe, chaque groupe étant responsable d'une espèce.
- Répartissez les étudiants par groupe et observer les mêmes espèces en des lieus différents. Les étudiants pourront comparer les moments d'arrivée des oiseaux ainsi que leur nombre sur les différents sites, et explorer les causes des éventuelles différences.
- Choisir deux endroits différents pour des espèces différentes peut aussi se révéler intéressant, car les étudiants peuvent se demander pourquoi différentes espèces s'établissent en des endroits différents.
- Demandez aux étudiants de déterminer la différence d'altitude entre le site d'étude des migrations d'oiseaux arctiques et le plus proche site d'étude de l'atmosphère. Ils doivent le faire en utilisant les valeurs d'altitudes corrigées fournies par GLOBE. Cela peut indiquer des différences de température et d'autres données entre les deux sites.
- Les étudiants peuvent partager ce qu'ils ont appris sur l'espèce qu'ils ont choisi en faisant des posters, des exposés oraux ou en rédigeant des rapports écrits.

Pour aller plus loin

La température affecte-t-elle la date d'arrivée des espèces d'oiseaux choisies ?

D'autres conditions climatiques ou océaniques affectent-elles les arrivées et départs des espèces d'oiseaux choisies ?

Y a-t-il une différence entre les moments d'arrivée des espèces ? Si oui, pourquoi ?

Dans quelle mesure la couverture du sol affecte-elle les types d'oiseaux observés ?

Différentes espèces d'oiseaux réagissent-elles différemment aux variations de température ?

Un printemps anormalement humide affecte-il les schémas migratoires des oiseaux ?

Références

Burton, John F. 1995. *Birds & Climate Change.* Biddles Limited. Surrey. Great Britain.

Guomundsson, Finnur. 1951. *The effects of the resent climatic changes on the bird life of Iceland.*

Harrison, Colin. 1982. *An Atlas of The Birds of the Western Palearctic.* William Collins Sons & Co Ltd. Glasgow. Great Britain.

Veourfarsbreytingar og afleioingar peirra. Sk´yrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar (Meteorological changes and consequences. Scientific Committee Report). October 2000. Umhverfisráuneytio, Reykjavík (Icelandic Ministry of Environment, Reykjavík).

Whitfield, John. 2001. *The budding amateurs.* Nature 414: 578-579.

Observation des migrations d'oiseaux arctiques

Définition du site - Guide de terrain

But

Mesurer la latitude, la longitude et l'altitude, prendre des photos et décrire votre Site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques.

Ce qu'il faut

Récepteur GPS
Concepts basiques du GPS - Guide de terrain et Fiche de relevé de données
Fiche de relevé de données de définition du site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques
Boussole
Crayon
Appareil photo

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données de définition du site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques.*

2. Déterminez la latitude, la longitude et l'altitude du site en suivant le *Guide de terrain du protocole GPS*. Reportez ces valeurs sur votre *Fiche de relevé de données de définition du site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques.*

3. Prenez des photos en regardant les directions Nord, Est, Sud et Ouest. Utilisez la boussole pour déterminer ces directions. Rappelez-vous que vous souhaitez viser le vrai nord et non le nord magnétique.

4. Décrivez le type du site : champ, estuaire, lac ou étang, océan, zone forestière/forêt, ou autre.

Protocole d'observation des migrations d'oiseaux arctiques

Guide de terrain

But

Déterminer le nombre d'oiseaux des espèces que vous avez choisies sur votre site d'étude.

Ce qu'il faut

Jumelles ou télescope

Livre d'identification des oiseaux

Crayon

Fiche de relevé de données de définition du site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques

Sur le terrain

1. Remplissez le haut de la *Fiche de relevé de données de définition du site d'observation des migrations d'oiseaux arctiques.*

2. Notez la date et l'heure de début.

3. Utilisez les jumelles ou le télescope, commencez à observer votre site d'un côté à un autre. Recensez le nombre d'oiseaux des espèces que vous avez choisies. Notez le nombre d'oiseaux que vous voyez en observant le site.

4. Notez l'heure de fin de l'observation

5. Si votre site est au bord de l'océan, notez l'heure approximative de marée basse.

Protocole d'observation des migrations d'oiseaux arctiques – Etude des données

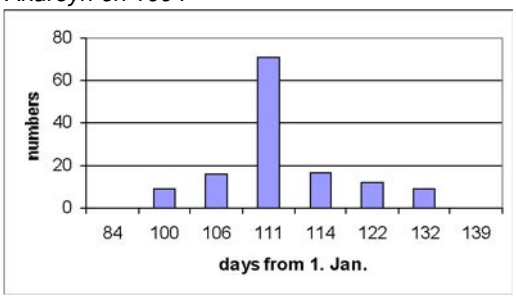
Un exemple de projet étudiant

L'huîtrier (Haematopus ostralegus)
Observé sur l'estuaire Akureyri

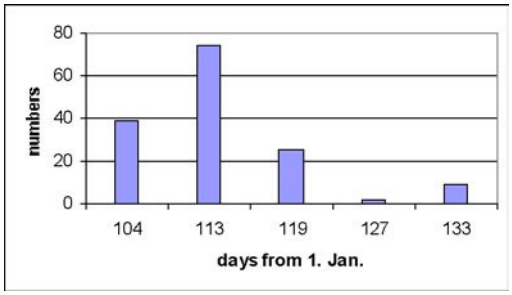
Voici un exemple possible d'un travail de recherche d'étudiant utilisant les données récoltées sur l'huîtrier entre 1994 et 1999. Il est fondé sur des données récoltées par des adultes volontaires à Akureyri en Islande. Ces passionnés ont recensés les oiseaux sur l'estuaire d'Akureyri depuis 1993. Ils se rendent sur l'estuaire environ une fois par semaine et recensent toutes les espèces présentes.

Les graphiques EA-BI-1 à EA-BI-6 montrent le nombre d'huîtriers observés sur l'estuaire. Chaque graphique montre ce nombre pour une année entre 1994 et 1999. L'axe y représente le nombre d'oiseaux observés et l'axe x représente le jour de l'année, en commençant par le 1er janvier. Par exemple, le 1er mai est le jour 121 pour une année normale et le jour 122 pour une année bissextile. Le nombre d'observations varie, et, pour certaines années, les observations n'ont pas commencées avant l'arrivée des oiseaux au printemps.

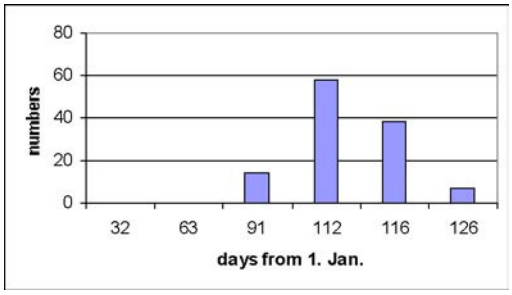
Graphique EA-BI-1: Arrivée des huîtriers à l'estuaire Akureyri en 1994



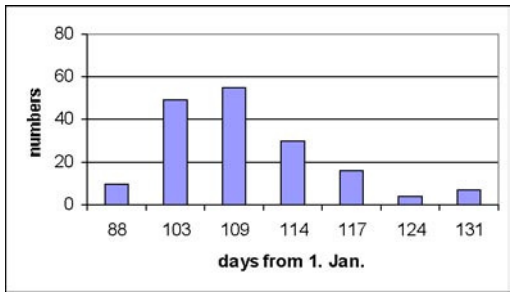
Graphique EA-BI-2: Arrivée des huîtriers à l'estuaire Akureyri en 1995



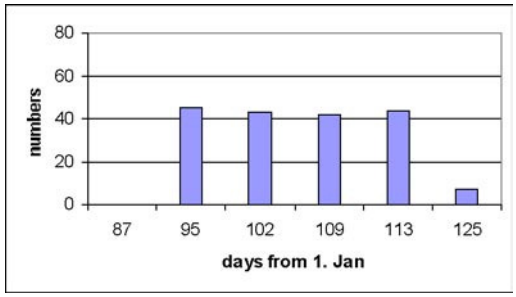
Graphique EA-BI-3: Arrivée des huîtriers à l'estuaire Akureyri en 1996



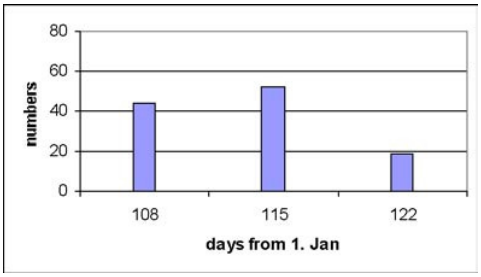
Graphique EA-BI-4: Arrivée des huîtriers à l'estuaire Akureyri en 1997



Graphique EA-BI-5: Arrivée des huîtriers à l'estuaire Akureyri en 1998



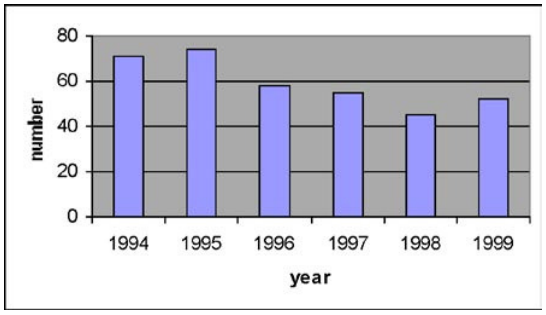
Graphique EA-BI-6: Arrivée des huîtriers à l'estuaire Akureyri en 1999



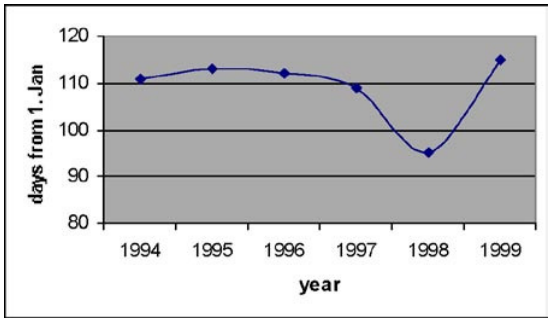
En examinant ces six graphiques, on voit que le nombre maximum d'huîtriers est plus élevé en 1994 et en 1995 que pour les années suivantes. On peut mieux s'en rendre compte en regardant le graphique EA-BI-7 qui montre le nombre maximum d'huîtriers observés chaque année.

L'année 1998 présente un schéma légèrement différent des autres années. Le nombre maximum d'huîtriers observés en 1998 a été observé plus tôt au printemps (Jour 95 comparé aux jours 111, 113, 112, 109 et 115). Le graphique EA-BI-8 compare les jours où sont observés le maximum d'huîtriers chaque année. En 1998, les oiseaux sont arrivés plus ou moins tous en même temps, sont restés pendant un mois puis sont repartis ensemble. Il n'y a pas eu d'augmentation ou de diminution graduelle de leur nombre comme cela a été observé les autres années.

Graphique EA-BI-7: Nombre maximum d'huîtriers observés à l'estuaire d'Akureyri 1994 – 1999



Graphique EA-BI-8: Jour d'observation du nombre maximal d'huîtriers à l'estuaire d'Akureyri 1994 – 1999.



Maintenant que certaines tendances ainsi que de possibles écarts à ces tendances ont été repérés, regardons les liens possibles avec des mesures atmosphériques, comme la température. Le tableau EA-BI-1 présente la température moyenne de l'air au mois d'avril de chaque année. Le Jour d'observation du nombre maximal d'huîtriers est en avril chaque année.

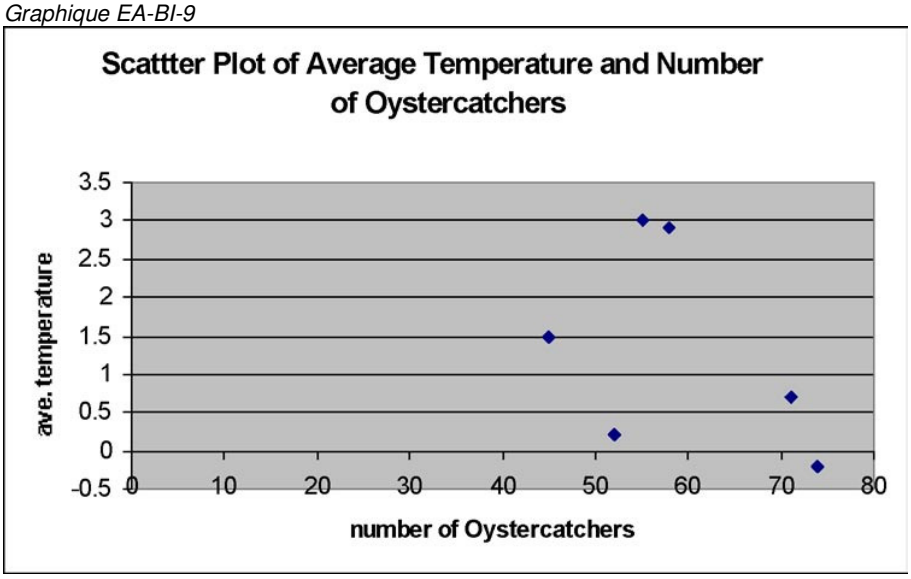
Tableau EA-BI-1: Nombre maximum d'huîtriers observés à l'estuaire d'Akureyri chaque année, Jour d'observation du nombre maximal d'huîtriers, et température moyenne (°C).

Year	Day number	Max number	°C April
1994	111	71	0,7
1995	113	74	-0,2
1996	112	58	2,9
1997	109	55	3
1998	95	45	1,5
1999	115	52	0,2

Note: Certains pays utilisent un point à la place de la virgule pour les décimales.

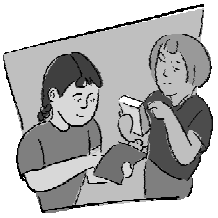
Un graphique en nuage de points (Graphique EA-BI-9) donnant la température moyenne du mois d'avril et le nombre maximal d'huîtriers observés ne fait apparaître aucune corrélation.

Graphique EA-BI-9



Selon cette étude, il y a une très faible corrélation entre la température mensuelle moyenne et la date à laquelle le nombre maximal d'oiseaux est observé. Il pourrait être conseillé de regarder la température de là où les oiseaux hivernaux viennent et non celle de leur destination : Akureyri. Peut-être y aurait-il alors une plus grande corrélation. Il est aussi possible que les données ne soient pas encore assez complètes et qu'il faille plus d'années pour faire apparaître une tendance qui permette de corréler ces données avec la température mensuelle moyenne.

Protocole d'observation de la reproduction des algues de mer



Objectif général

Classer et compter les étapes de reproduction d'espèces d'algues de mer

Objectif spécifique

Les élèves classeront et compteront les étapes de reproduction des algues de mer sur une surface d'un mètre carré dans une zone d'eau morte.

Compétences

Les élèves devront être capables :

- d'identifier les étapes de reproduction des algues de mer ;
- de représenter les quantités relatives des étapes de reproduction;
- de comparer leurs résultats lorsque les étapes de reproduction ont lieu à différents endroits;
- d'analyser les relations entre les étapes de reproduction et les facteurs climatiques.

Concepts scientifiques

Sciences de la vie

Les organismes ont des besoins élémentaires.

Les organismes ne peuvent survivre que dans des milieux satisfaisant leurs besoins.

La Terre possède une grande variété de milieux subvenant aux besoins de différents types d'organismes.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

L'énergie nécessaire à la vie provient principalement du soleil.

Les systèmes vivants nécessitent un apport continu d'énergie pour maintenir leurs propriétés chimiques et physiques.

Compétences scientifiques

Les élèves apprendront à identifier les différentes étapes de reproduction durant la croissance des plantes.

Les élèves établiront des liens entre le climat et le cycle de reproduction des algues de mer.

Concevoir et conduire des expériences scientifiques.

Utiliser des outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Décrire et développer des explications en se basant sur des preuves.

Identifier et analyser des explications intermédiaires.

Communiquer les résultats et les explications.

Durée

30 –45 minutes

Niveau

Intermédiaire à avancé

Fréquence

Une fois par mois pendant 4 mois à la période des marées basses

Matériel et instruments

Récepteur GPS

Guide pratique du GPS

Feuille de relevé GPS

Le guide de sélection de site expérimental

La feuille de relevé de sélection du site

Le protocole d'observation des algues de mer

La feuille de relevé d'observations

Guide pratique pour les études hydrologiques

Règle millimétrée

Rapporteur

Boussole

Tables des marées du site

Stylo ou papier crayon

Appareil photographique

2 à 4 tiges d'un mètre ou un cadre carré (1 m de côté, cf *Protocole pour les invertébrés* dans *Etudes hydrologiques*)

Préparation

Apprendre à lire des tables de marée

Acquérir la pratique permettant d'identifier les étapes de reproduction de l'algue de mer en utilisant des photographies

Apprendre à identifier les espèces d'algues de mer

Pré-requis

Aucun

Introduction

Les végétaux dans les océans ont des phases de croissance et un cycle de vie de la même façon que les végétaux sur terre. Les phases de reproduction des algues de mer en sont un exemple. L'étude du déroulement de ces phases aide les scientifiques à mieux comprendre comment ces plantes réagissent aux facteurs climatiques. L'étude sur une longue période de la reproduction des algues de mer permet d'analyser les effets du changement climatique.

Support pédagogique

Qui peut suivre ce protocole ?

Pour suivre ce protocole, vous devez vivre à proximité de l'océan ou du moins à proximité d'un endroit où l'une des espèces sélectionnées peut être trouvée. Les espèces étudiées sont les suivantes : Ascophyllum nodosum, Fucus distichus, Fucus spiralis, Fucus vesiculosus, Pelvetia canaliculata, et Fucus serratus.

Répartition géographique des espèces

Ascophyllum nodosum se trouve dans l'Atlantique Nord (South & Tittley 1986). Sur le rivage européen, on la trouve du Portugal à la Norvège et plus particulièrement au Royaume Uni, en Irlande, dans les Iles Féroé, en Islande et au sud du Groenland. Du côté de l'Amérique du Nord, on peut la trouver de Delaware à la Baie d'Hudson.

Fucus distichus se trouve dans l'Atlantique Nord et le Pacifique Nord. On la retrouve le long de Norvège jusqu'au Spitzberg mais aussi au Royaume Uni, en Irlande, aux Iles Féroé, en Islande et à l'ouest du Groenland. En Amérique du Nord, on la trouve de Virginie jusqu'aux îles Baffin (South & Tittley 1986).

Fucus distichus peut se trouver sur la côte Pacifique de l'Amérique du Nord de l'Oregon à l'Alaska (Lüning 1990).

Fucus spiralis vit dans l'Atlantique Nord et dans le Pacifique Nord. On la retrouve aux Açores et au Portugal jusqu'à la Norvège.

F. spiralis s'adapte bien aux eaux à proximité du Royaume Uni, de l'Irlande, des Iles Féroé et de l'Islande. On la retrouve aussi de Delaware jusqu'à l'île Baffin (South & Tittley 1986) et de l'Oregon jusqu'à l'Alaska côté Pacifique (Lüning 1990).

Fucus vesiculosus se trouve dans les Açores et le long de la côte atlantique européenne du Portugal jusqu'à la Norvège. Royaume Uni, Irlande, Iles Féroé, Islande Groenland sont des endroits de prédilection pour cette algue, de même que de la Virginie à la Baie d'Hudson en Amérique du Nord (South & Tittley 1986).

Pelvetia canaliculata peut se trouver en Europe du Portugal à la Norvège en passant par le long des côtes anglo-saxonnes (South & Tittley 1986). On ne la trouve pas en Amérique du Nord.

Choix du site

Le site doit être localisé sur un paysage rocheux facilement accessible. Il est préférable de s'éloigner des zones industrielles ou de quartiers résidentiels pour éviter toute pollution qui affecterait la reproduction des algues.
L'objet de cette étude est l'analyse des liens entre le comportement des algues et les facteurs climatiques.

Vos étudiants se rendront sur le site 4 fois (une fois par mois). Pour éviter toute confusion,

mettez en place un repère fixe ou utilisez un repère naturel (un gros rocher par exemple) pour localiser le site sans ambiguïté. Vous pouvez aussi planter une petite barrière sur la plage.

Fréquence d'observations

Les observations doivent être faites une fois par mois pendant 4 mois consécutifs. *Pelvetia canaliculata*, *Fucus vesiculosus*, et *Fucus spiralis* sont plus faciles à analyser en fin de période. Choisissez plutôt *Ascophyllum nodosum* ou *Fucus disticus* si vous préférez observer au printemps. Si vous avez la moindre question sur le choix des espèces et sur la période d'observation, n'hésitez pas à contacter GLOBE.

Il n'est pas nécessaire d'observer exactement à la même heure chaque mois. Choisissez plutôt un jour où la marée est la plus basse. La période de deux heures encadrant le minimum de la marée est le meilleur moment pour effectuer les observations.

Préparation préalable

Prospectez les côtes avant de venir avec les élèves pour vous assurer que la plage est sure et déterminez quelles espèces d'algues sont présentes.

Identifiez l'amplitude de marée de la zone, faites des photocopies couleur des étapes de reproduction des algues que les étudiants vont observer. Selon le site et vos objectifs pédagogiques, vos étudiants sont susceptibles de travailler sur plusieurs espèces.

Préparation des étudiants

Faites découvrir aux étudiants les caractéristiques morphologiques des algues.

Avant d'aller sur le site faire les observations, faites acquérir aux élèves la capacité d'identifier les étapes de reproduction de l'algue de mer en utilisant des photographies.

Apprenez-leur à lire une table de marée pour savoir quand il est possible d'aller observer le site.

Procédures de mesure

Il est nécessaire de compter tous les réceptacles des plantes. Si le site contient une seule espèce, comptez tous les réceptacles présents sur les algues. Si plusieurs espèces peuplent le site, vous pouvez soit compter le nombre de réceptacles d'une ou de toutes les espèces. Il est préférable cependant de compter le nombre de réceptacles pour chaque espèce.

Commencez par compter sur les extrémités puis de manière méthodique pour ne pas se tromper. Faites travailler les étudiants par équipes, avec au moins deux étudiants identifiant l'étape de reproduction. Vous pouvez permuter les rôles pour que tout le monde s'exerce à cette tâche. Ces plantes sont très résistantes et ont une longue vie, cependant les étudiants doivent manipuler les algues avec soin pour ne pas les blesser.

Vous pouvez mettre en place plusieurs sites. S'il y a plus de deux espèces dans la zone, il est possible de faire travailler les étudiants par groupe sur chacun de site.

Phases de reproduction

Les tableaux suivants décrivent les étapes de reproduction à l'aide des photos aidant ainsi les élèves dans leurs tâches.

Tableau EA-SW-1: Phases de développement des réceptacles pour Ascophyllum nodosum.

Etapes	Description
1	Réceptacles petits, verts en forme de disques accrochés aux branches principales.
2	Réceptacles gonflés, verts voire jaunâtres, de même couleur que la tige.
3	Réceptacles gonflés, jaunes et oranges, avec des protubérances. Les algues sans réceptacle sont vertes.
4	Réceptacles rompu et déchirés de couleur orange (décharge de gamètes).
5	Développement de nouvelles ramifications latérales. Pas de réceptacles.

Tableau EA-SW-2. Phases de développement des Réceptacles pour Fucus distichus.

Etapes	Description
1	Petits Réceptacles allongés avec une surface verdâtre rugueuse
2	Réceptacles verdâtres, présence de protubérances gonflées au ¼ parfois
3	Réceptacles brunâtres, protubérances gonflées au 1/3
4	Réceptacles rompus d'abord en amont puis plus bas (décharge de gamètes).
5	Pas de réceptacles.

Tableau EA-SW-3. Phases de développement des réceptacles pour Fucus spiralis.

Etapes	Description
1	Petits réceptacles bruns clair, sphériques au sommet des branches sombres.
2	Grands réceptacles, sphères vertes avec des protubérances au sommet des branches rougeâtres.
3	Grands réceptacles, sphères rouges/jaunes avec des protubérances sur les branches rouges.
4	Réceptacles sphériques de couleur rouge ou jaune, rompus (décharge de gamètes).
5	Pas de receptacles.

Tableau EA-SW-4: Phases de développement des Réceptacles pour Fucus vesiculosus.

Etapes	Description
1	Petits réceptacles verts allongés en forme sphérique au sommet des branches.
2	Réceptacles gonflés avec des protubérances, de couleur verte.
3	Réceptacles gonflés, rougeâtres ou oranges avec des protubérances.
4	Réceptacles rougeâtres ou oranges, rompus, (décharge de gamètes).
5	Pas de receptacle

Tableau EA-SW-5: Phases de développement des réceptacles pour Pelvetia canaliculata.

Etapes	Description
1	Réceptacles plus épais que la partie centrale mais de même couleur.
2	Réceptacles gonflés, vert ou même jaune.
3	Réceptacles gonflés avec des protubérances, jaune ou orange. Les algues sans réceptacles sont vertes.
4	Réceptacles rompus (décharge de gamètes), couleur orange sur la tige porteuse.
5	Pas de réceptacles

Tableau EA-SW-6: Phases de développement des réceptacles pour Fuccus seratus.

Etapes	Description
1	Réceptacles plats, protubérances vertes au sommet de la branche.
2	Réceptacles toujours plats, les protubérances sont marrons clair ou rouges.
3	La totalité des réceptacles sont colorés comme les protubérances à l'étape 2. Tâches rouges nettes, réceptacles souvent rompus).
4	Pas de réceptacle

Ascophyllum nodosum

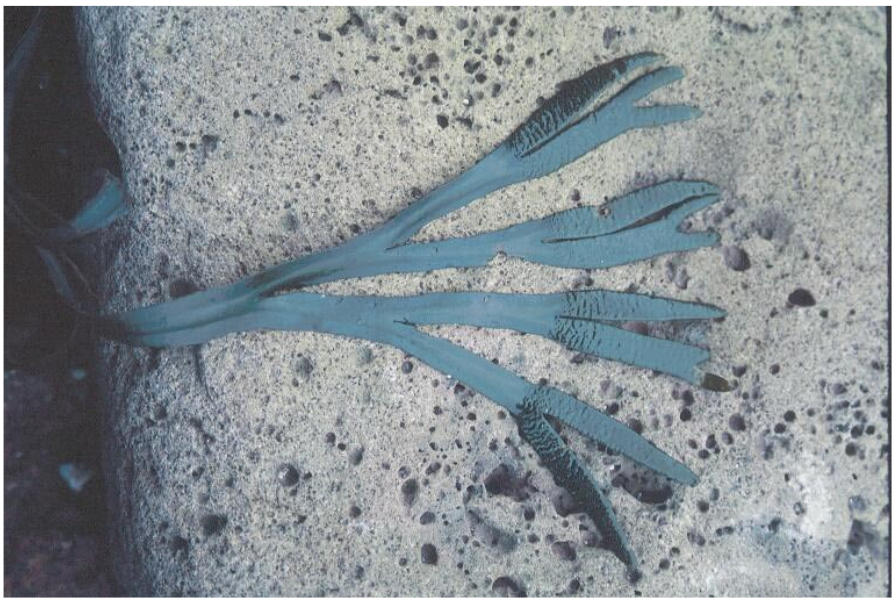
Etape 1 : Réceptacles petits, verts en forme de disques accrochés aux branches principales

Etape 2 : Réceptacles gonflés, verts voire jaunâtres, de même couleur que la tige

Etape 3 : Réceptacles gonflés, jaunes et oranges, avec des protubérances. Les algues sans réceptacle sont vertes

Etape 4 : Réceptacles rompus et déchirés de couleur orange (décharge de gamètes).

Etape 5 : Développement de nouvelles ramifications latérales. Pas de réceptacles.



Fucus distichus

Etape 1 : Petits Réceptacles allongés avec une surface verdâtre rugueuse

Etape 2 : Réceptacles verdâtres, présence de protubérances gonflées au ¼ parfois

Etape 3 : Réceptacles brunâtres, protubérances gonflées au 1/3

Etape 4 : Réceptacles rompus d'abord en amont puis plus bas (décharge de gamètes).

Etape 5 : Pas de réceptacles.

Fucus spiralis

Etape 1 : Petits réceptacles bruns clair, sphériques au sommet des branches sombres

Etape 2 : Grands réceptacles, sphères vertes avec des protubérances au sommet des branches rougeâtres.

Etape 3 Grands réceptacles, sphères rouges/jaunes avec des protubérances sur les branches rouges.

Etape 4

Réceptacles sphériques de couleur rouge ou jaune, rompus (décharge de gamètes).

Etape 5 Pas de receptacles.

Fucus serratus

Etape 1 : Petits réceptacles verts allongés en forme sphérique au sommet des branches.

Etape 2

Réceptacles gonflés avec des protubérances, de couleur verte.

Etape 3

Réceptacles gonflés, rougeâtres ou oranges avec des protubérances.

Etape 4 : Réceptacles rougeâtres ou oranges, rompus, (décharge de gamètes).

Fucus vesiculosus

Etape 1 : Réceptacles plus épais que la partie centrale mais de même couleur

Etape 2 : Réceptacles gonflés, vert ou même jaune.

Etape 3 : Réceptacles gonflés avec des protubérances, jaune ou orange. Les algues sans réceptacles sont vertes.

Etape 4 : Réceptacles rompus (décharge de gamètes), couleur orange sur la tige porteuse.

Etape 5 : Pas de réceptacles

Pelvetia canaliculata

Etape 1 : Réceptacles plats, protubérances vertes au sommet de la branche

Etape 2 : Réceptacles toujours plats, les protubérances sont marrons clair ou rouges

Etape 3 : La totalité des réceptacles sont colorés comme les protubérances à l'étape 2. Tâches rouges nettes, réceptacles souvent rompus).

Etape 4 : Pas de réceptacle

Etape 5

Observation des rochers

Pour définir le site, on demande aux étudiants de relever le plus gros rocher présent sur la plage. Les rochers sont classes suivant leur taille définie par la longueur de leur plus grand axe. Les catégories de taille sont affichées dans le tableau EA-SW-1.

Tableau EA-SE-1 Catégories de taille de rochers

Catégorie		Longueur du + gd axe
Rochers	gros	>1000 mm
	moyen	500-1000 mm
	petit	256-500 mm
Pavés		64-256 mm
Pierres		16-64 mm
Gravier		4-16 mm

Liens avec d'autres protocoles

Il est souhaitable de faire des mesures hydrologiques telles que la température de l'eau, sa transparence et sa salinité.

Lire une table de marée

Les marées sont causées par la gravitation différentielle entre la Terre et la Lune et la Terre et le Soleil. Comme la Lune est beaucoup plus proche de la Terre, son action en terme de marée est d'autant plus forte. Les marées de grande amplitude, appelées marées de vives eaux lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés. Lorsque la Lune est éclairée au quart, l'amplitude des marées est réduite. On les appelle marées de mortes eaux.

Vous avez besoin d'une table de marée de votre région qui vous donnera les dates, les durées et les amplitudes des marées. Elles sont disponibles auprès des organismes publics, des capitaineries et des offices de tourisme. On les trouve aussi sur Internet, dans les journaux ou publiés sous forme de brochures. Etant donnée la variation du cycle lunaire, il est nécessaire d'avoir une table des marées récentes. L'amplitude des marées varie aussi localement selon la géométrie des côtes, procurez vous celle qui correspondent à votre site.

Vous aurez besoin de consulter deux tables de marée, une première pour avoir un ordre de grandeur et une deuxième avec des corrections de temps et d'amplitude pour votre site en particulier.

La plupart des côtes ont deux marées hautes et deux marées basses par jour, avec deux d'entre elles ayant une amplitude plus marquée : on les appelle les marées semi diurnes. Deux marées hautes (respectivement basses) successives et de grande amplitude ont lieu une fois par jour et 6h séparent une marée haute de la marée basse suivante. Le rythme des marées suit le cycle du jour lunaire qui est de 24h 50 min. Il existe un décalage de 50 min entre les marées de chaque jour. La topographie locale peut modifier légèrement ces données.

Pour déterminer la hauteur de la marée à un temps et à une date donnée, lire les heures de marée haute et basse sur la table qui encadrent l'heure d'observation prévue. Déterminez si l'heure d'observation est à marée montante ou descendante. Par exemple, si vous observez le 2 août 2002 à 16h (Tableau EA-SW-2), la marée est montante puisque la marée asse a lieu à 13h06 et la marée haute à 19h40.

Tableau EA-SE-2: Table des marées pour Aberdeen, Washington

Prévisions de marées (hautes et basses) Août 2002 Source: NOAA, National Ocean Service

Jour	Heure	Ht.	Heure	Ht.	Heure	Ht.	Heure	Ht.
1 Je	131am	L 0.6	730am	H 2.0	106pm	L 0.8	740pm	H 2.6
2 Ve	233am	L 0.5	841am	H 1.9	206pm	L 1.0	832pm	H 2.7
3 Sa	335am	L 0.3	956am	H 1.9	313pm	L 1.1	928pm	H 2.7
4 Di	432am	L 0.1	1105am	H 2.0	417pm	L 1.1	1024pm	H 2.8
5 Lu	526am	L -0.2	1204pm	H 2.2	516pm	L 1.0	1118pm	H 2.9
6 Ma	616am	L -0.4	1256pm	H 2.3	611pm	L 0.9		
7 Me	1209am	H 3.0	703am	L -0.6	143pm	H 2.5	702pm	L 0.8
8 Je	1258am	H 3.2	747am	L -0.7	228pm	H 2.6	751pm	L 0.6
9 Ve	147am	H 3.2	831am	L -0.8	309pm	H 2.7	839pm	L 0.5
10 Sa	237am	H 3.2	913am	L -0.7	349pm	H 2.8	927pm	L 0.3
11 Di	327am	H 3.2	955am	L -0.6	428pm	H 2.9	1017pm	L 0.2
12 Lu	419am	H 3.0	1037am	L -0.4	508pm	H 3.0	1109pm	L 0.1
13 Ma	514am	H 2.8	1121am	L -0.1	549pm	H 3.0		
14 Me	1206am	L 0.1	614am	H 2.5	1209pm	L 0.2	634pm	H 3.0
15 Je	108am	L 0.1	721am	H 2.3	104pm	L 0.5	725pm	H 3.0
16 Ve	215am	L 0.0	837am	H 2.1	206pm	L 0.8	824pm	H 2.9
17 Sa	323am	L 0.0	956am	H 2.1	313pm	L 0.9	928pm	H 2.9
18 Di	428am	L -0.1	1110am	H 2.2	419pm	L 1.0	1032pm	H 2.9
19 Lu	527am	L -0.2	1211pm	H 2.3	521pm	L 0.9	1130pm	H 2.9
20 Ma	618am	L -0.3	101pm	H 2.5	616pm	L 0.8		
21 Me	1221am	H 2.9	703am	L -0.3	142pm	H 2.6	705pm	L 0.7
22 Je	106am	H 2.9	744am	L -0.3	220pm	H 2.7	750pm	L 0.6
23 Ve	148am	H 2.9	821am	L -0.3	254pm	H 2.7	831pm	L 0.5
24 Sa	228am	H 2.8	856am	L -0.2	326pm	H 2.7	910pm	L 0.5
25 Di	307am	H 2.8	928am	L 0.0	355pm	H 2.7	949pm	L 0.4
26 Lu	346am	H 2.7	1000am	L 0.2	423pm	H 2.7	1027pm	L 0.4
27 Ma	426am	H 2.5	1029am	L 0.3	450pm	H 2.7	1107pm	L 0.4
28 Me	510am	H 2.3	1058am	L 0.5	519pm	H 2.7	1152pm	L 0.4
29 Je	600am	H 2.2	1129am	L 0.8	551pm	H 2.7		
30 Ve	1244am	L 0.4	659am	H 2.0	1208pm	L 1.0	633pm	H 2.6
31 Sa	146am	L 0.4	810am	H 2.0	113pm	L 1.2	730pm	H 2.6

NB: Les hauteurs sont données en mètres. De nombreuses tables de marée sont données en pieds aux Etats Unis et au Canada. Pour convertir les pieds en mètres, le facteur de conversion est 3,28 ft/m

Toutes les heures sont données en heure locale.

Pour déterminer l'heure et la date de la marée basse pour un mois donné, utilisez la table des marées pour trouver les hauteurs des marées sur le mois entier. Quelle est la plus basse marée ? Quelle est la plus haute ? Cette dernière mare a des chances d'apparaître juste après une mare haute de grande ampleur. Dans l'exemple ci-dessus, la marée la plus basse (-0,8 m) a eu lieu le 9 Août 2002 à 8h31 heure locale. La marée la plus haute (3,2 m) a eu lieu 6h 44 min après à 1h47 heure locale.

Le niveau 0 de marée correspond à la mesure moyenne des niveaux de la mer en marée basse. Il y a deux différentes définitions du niveau zéro : le niveau moyen des marées les plus basses des marées basses et le niveau moyen des marées basses. La définition sur laquelle se basent les tables de marées est en générale précisée dans la légende. Les élèves devront noter sur leur feuille de relevé quelle référence est utilisée.

Il est important de savoir sur quelle référence on se base pour le niveau 0 des marées pour l'interprétation de données.

Remarques utiles

- Une équerre n'est pas forcément obligatoire pour définir le carré d'un mètre de côté, mais facilite singulièrement la tâche. Le chapitre *Construction d'outils* dans *l'Etude hydrologique* montre comment construire une équerre.
- Mettre les photos couleur des étapes de reproduction dans des pochettes plastiques pour éviter qu'elles ne prennent l'eau.

Pistes de réflexion

Quelle est l'influence de la température de l'eau lorsque les phases de reproduction apparaissent ?

Vous attendez-vous à une grande différence d'apparition des phases de reproduction d'une année sur l'autre ?

Est-ce que les orages influencent l'apparition des phases de reproduction ?

La transparence de l'eau affecte-t-elle la reproduction des algues ?

Bibliographie

Lüning K. 1990. *Seaweeds; Their environment, Biogeography, and Ecophysiology*. A Wil ey- interscience publication. 250 p.

South G.R. & Tittley I. 1986. *A check list and distributional index of the benthic marine algae of the North Atlantic ocean.* Huntsman Marine Laboratory and British Museum (Natural History). St Andrews and London, 76 p.

Définition du site d'observation de reproduction des algues

Guide de terrain

But

Mesurer l'orientation et la pente de la plage, relever la latitude et la longitude du site, décrire la géologie environnante (taille de cailloux) et prendre des photos.

Matériel et instrumentation

- Récepteur GPS
- *Guide pratique du GPS*
- *Feuille de relevé GPS*
- *Feuille de définition du site d'observation*
- *Etude hydrologique (Guide pratique*)
- Boussole
- Règle millimétrée
- Appareil photographique
- Rapporteur

Sur le terrain

1. Remplissez l'en tête de la feuille de définition du site d'observation d'algues.
2. Dessinez une carte du site en suivant les instructions du *Guide pratique des études hydrologiques*.
3. Localisez le site que vous allez observer.
4. Utilisez le récepteur GPS pour trouver la latitude, la longitude et l'altitude en suivant le *Guide pratique du GPS.*
5. Positionnez vous perpendiculairement à la pente en faisant face à la mer. Mesurez la direction avec la boussole (360° correspond à plein Nord)
6. Travailler avec un élève à peu près de même taille que vous. Séparez-vous de quelques mètres sur une line perpendiculaire au rivage. L'élève le plus près du rivage doit voir alors le regard de son camarade dans le viseur du rapporteur. Relevez l'angle de la pente sur la feuille de relevé.
7. Estimez la taille moyenne des rochers en utilisant la table ci-dessous. Utilisez la règle pour mesurer les rochers.

Catégorie		**Longueur du + gd axe**
Rochers	gros	>1000 mm
	moyen	500-1000 mm
	petit	256-500 mm
Pavés		64-256 mm
Pierres		16-64 mm
Gravier		4-16 mm

8. Prenez des photographies de la plage dans les 4 directions cardinales : Nord, Sud, Est, Ouest. Utilisez la boussole pour déterminer la direction. Mesurez le Nord géographique plutôt que le Nord magnétique.
9. Envoyez votre carte et vos photos via email (l'adresse est donnée dans le *Guide Pratique*).

Protocole d'observation de la reproduction des algues

Guide de Terrain

But

Identifier les espèces d'algues de votre site et identifier les différentes étapes de reproduction des algues présentes dans la zone d'étude

Matériel et instrumentation

- 2 à 4 tiges d'un mètre avec une équerre
- Photographie des étapes de reproduction
- *Feuille de relevé d'observations*
- Guide pratique d'études hydrologiques (optionnel)
- Stylo ou crayon de papier

Sur le terrain

1. Localisez le site. Utilisez les tiges d'un mètre avec l'équerre pour définir la zone d'un mètre carré à observer. Faites en sorte que la surface définie soit parallèle à la ligne d'eau.
2. Identifiez les espèces que vous allez observer.
3. Commencez par une extrémité puis balayer méthodologiquement la surface. Pour chaque plant, identifiez la phase de reproduction. Les photos de ce document sont là pour vous aider. Classez tous les réceptacles de toutes les plantes de la zone.
4. Faites le dénombrement pour chaque phase de reproduction et pour chaque espèce d'algues.
5. Faites des mesures d'eau en suivant les protocoles des études hydrologiques (optionnel)

Interprétation des données

Les données sont-elles vraisemblables ?

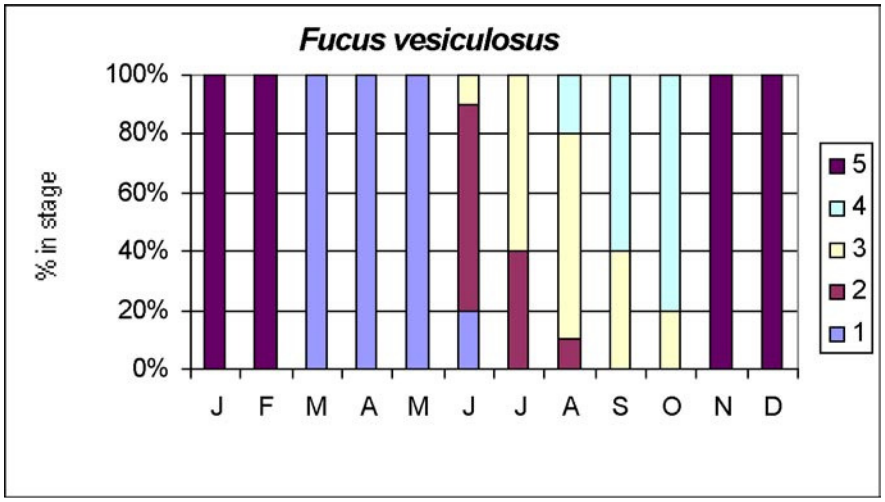
Au début de la phase de reproduction la proportion d'algues à l'étape 1 doit être majoritaire. Par la suite, les proportions d'algues aux étapes 2 3 et 4 doivent progressivement augmenter.

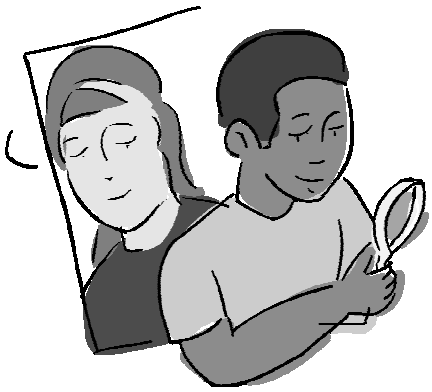
Le graphique suivant montre ce cycle. Remarquez qu'en mars, on observe la phase 1, les phases 2 et 3 ont lieu au mois de juin, les phases 3 et 4 au mois de septembre octobre. En novembre, la reproduction est terminée et on ne trouve plus de réceptacles.

Si vous identifiez des caractéristiques nouvelles comme par exemple, l'étape 1 apparaissant après l'étape 4, alors vérifiez la justesse de vos observations.

Qu'est ce qui intéresse les scientifiques ?

Les scientifiques veulent savoir comment les cycles de reproduction changent d'une année sur l'autre et s'il existe des tendances de variations à long terme. Ils veulent aussi savoir quelles différences il y a entre l'est et l'ouest du nord de l'Amérique, entre l'est et l'ouest de l'atlantique et quelles différences on peut constater pour une même température de l'eau. De même, les scientifiques souhaitent connaître l'influence mutuelle des mesures hydrologiques (température de l'eau, salinité) et des mesures atmosphériques (température de l'air).





Saisons et phénologie

Introduction

*Saisons**

*S1 : Que pouvons-nous apprendre sur nos saisons ?**

Les étudiants apprennent de manière qualitative les caractéristiques et les modèles des saisons et mettent à jour les relations entre les saisons, la physique, la biologie et les cultures.

*S2 : Quels facteurs affectent les modèles des saisons ?**

Les étudiants utilisent les données GLOBE et les outils graphiques pour comparer l'influence de la latitude, de l'altitude et de la géographie sur les modèles des saisons.

*S3 : De quelles manières varient les modèles saisonniers de température dans les différentes régions du monde ?**

Les étudiants utilisent les visualisations GLOBE pour afficher les données des étudiants sur des cartes et pour en apprendre sur les changements saisonniers des modèles de température régionaux et mondiaux.

*S4 : Modéliser les causes du changement des saisons**

Les étudiants utilisent des visualisations en couleur et une maquette 3D en papier de la Terre pour déterminer les causes des saisons, en se concentrant particulièrement sur l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre et sur sa forme sphérique.

*S5 : Les changements saisonniers sur la terre et l'eau**

Les étudiants utilisent des visualisations pour comparer les effets de l'énergie solaire arrivant sur les deux hémisphères, approfondissant leur compréhension des changements saisonniers et des effets du climat sur l'eau et la terre.

* Voir la version électronique complète du *Guide du Professeur* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.

*Phénologie**

Dans les activités d'apprentissage sur la phénologie, les étudiants ont l'opportunité d'étudier les effets d'un changement environnemental sur les plantes. Ils mettent également en action des compétences scientifiques élémentaires ainsi que d'observation quantitative et qualitative, de déduction, de relevé de mesures, de classification, de relevé de données, d'analyse et d'interprétation, et de conception et de réalisation d'une étude.

P1 : Les cartes de la floraison*
Les étudiants participent à une activité préparatoire l'évolution de la floraison de leurs plantes locales. Cette activité introduit aussi le concept d'échelle spatiale lié à l'observation des végétaux.

P2 : L'éclosion des bourgeons en avant-première*
Les étudiants apprennent ce qu'il faut observer pendant l'éclosion des bourgeons en observant des variations dans la date d'apparition et l'apparence des feuilles pour différentes espèces de plantes locales.

P3 : Un premier regard sur la phénologie*
Les étudiants observent et classifient les plantes locales à partir de leurs modèles d'évolution autre que celui de la croissance.

P4 : Une introduction à la photosynthèse*
Les étudiants étudient la réponse de plantes à la lumière en mettant en place des études simples dans la salle de classe.

P5 : Etudier les pigments des feuilles*
Les étudiants étudient la pigmentation et la photosynthèse des feuilles tout en menant à bien des expériences simples pour mettre en évidence la présence d'autres pigments que la chlorophylle dans les feuilles.

P6 : Modèles généraux de floraison et de fanaison*
Les étudiants utilisent des visualisations et des graphiques pour étudier les cycles annuels de la croissance des plantes et de leur déclin lié à différents types de couverture du sol.

P7 : Facteurs limitant des écosystèmes*
Les étudiants étudient les facteurs physiques qui limitent la croissance végétale des écosystèmes en corrélant des graphiques de la vigueur de la végétation, de la température et de précipitations.

* Voir la version électronique complète du *Guide du Professeur* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.

Introduction

Résumé des activités d'apprentissage

Dans *Saisons et Phénologie,* les étudiants s'intéressent aux causes des saisons et leurs impacts sur le système Terre, ils étudient aussi l'effet du changement climatique sur les végétaux. Tout le long de ces recherches, les étudiants développent les compétences de base en science comme l'observation quantitative et qualitative, les mesures, la prédiction, la classification, la récolte de données, l'analyse, et l'interprétation, suivre et mener à bien une enquête. Les concepts présentés dans *Saisons et Phénologie* sont renforcés grâce à l'utilisation de techniques visuelles, qui seront de précieux outils pour quatre des activités d'apprentissage.

Saisons

Six des activités d'apprentissage aident l'étudiant à mieux comprendre les saisons. Dans « *Que pouvons-nous apprendre à propos de nos saisons ?* » les étudiants comprennent qualitativement les caractéristiques et modèles des saisons et soulignent la relation entre saisons et les repères physiques, biologiques et culturels. Dans *"Quels sont les facteurs qui affectent les modèles des saisons ? »,* les étudiants utilisent les données de GLOBE et les outils graphiques pour comparer les influences de l'altitude, la latitude, et de la géographie sur les modèles des saisons. Dans « *Comment les modèles des saisons de température varient entre les différentes régions du monde? »,* les étudiants utilisent les visualisations de GLOBE pour exposer les données des étudiants sur les cartes et apprendre ainsi les changements de saisons dans les modèles de température régionaux et globaux. L'activité « *Que pouvons-nous apprendre en partageant les marques de changement local de saisons avec les autres écoles dans le monde ?* » promeut la collaboration entre les professeurs durant et après le programme GLOBE d'entraînement des professeurs. Cela aide aussi les professeurs et les étudiants à comprendre comment les protocoles sont connectés les uns aux autres et peuvent servir de support pour les investigations de base.

Les deux dernières activités d'apprentissage des saisons utilisent la visualisation pour aider l'étudiant à mieux comprendre. L'une des causes les plus importantes du changement des saisons à travers le monde est l'orientation et l'orbite de la Terre par rapport au Soleil. Le modèle spatial que les scientifiques ont choisi pour expliquer leurs observations implique une Terre inclinée et un chemin parcouru par la lumière du Soleil autour d'une sphère. La compréhension des relations entre la Terre et le Soleil nous donne les bases nécessaires pour comprendre les saisons et les relations spatiales complexes qui changent tout le temps. Dans *Modélisation des raisons pour le changement des saisons*, les étudiants explorent ces relations avec un modèle en papier 3D de la Terre qu'ils construisent eux-mêmes. Grâce à la description de la position de la Terre à des moments comme l'équinoxe et le solstice des saisons et à de simples outils de modélisation qui représentent le soleil et sa lumière qui éclaire une surface sphérique, les étudiants comprennent comment les relations astronomiques influent sur la température et la longueur de la journée vécue par les plantes et les animaux. Une visualisation colorée de l'énergie solaire reçue offre une autre source de donnée visuelle ; les multiples représentations sont utilisées dans cette activité pour promouvoir la compréhension de l'étudiant cohérent.

Comme le montrent les diverses activités la relation de physique entre la Terre et le Soleil n'est pas le seul facteur à influencer le changement des écoles. Dans *Les saisons changent à la campagne et dans l'eau*, les étudiants utilisent des visualisations colorées et des graphiques pour comprendre comment, à un niveau global, la présence de grands espaces maritimes (hémisphère sud) et terrestres (hémisphère nord) influent les changements de saisons dans ces régions. En analysant les visualisations colorées de l'énergie reçue du Soleil et de la température

surfacique, les étudiants voient que les niveaux de température ne concordent pas totalement avec les modèles des saisons donnés par l'énergie solaire reçue dans les deux hémisphères, ce qui résulte de la différence entre la capacité de chaleur massique des espaces maritimes et terrestres. A travers cette activité, les étudiants peuvent faire le lien entre leur propre expérience locale de capacité calorifique et d'inertie thermique avec les différences dues aux saisons et une échelle plus globale.

Phénologie

Les activités d'apprentissage de la phénologie peuvent aider les étudiants à faire le lien entre les modèles globaux des saisons et les changements globaux de la végétation. Il y a sept activités d'apprentissage qui permettent à l'étudiant de comprendre de mieux en mieux la phénologie. Dans *Cartes pour la croissance des plantes*, les étudiants participent à une activité qui les prépare à réaliser le protocole de phénologie qui va les aider à identifier la progression de la croissance pour les plantes locales. Cette activité introduit aussi l'idée d'échelle spatiale par rapport aux plantes. Dans *Introduction chez les bourgeons*, les étudiants apprennent comment regarder les durées de bourgeonnement grâce à l'observation des variations dans le temps et dans l'apparence des différentes espèces locales de plantes. Dans Première approche de la phénologie, les étudiants observent et classifient les plantes locales selon des modèles de changement autres que par la taille. Dans *Un regard de débutant sur la photosynthèse*, les étudiants apprennent comment les plantes réagissent à la lumière en mettant en place de simples investigations dans la classe. Dans *Investigation chez les pigments des feuilles*, les étudiants apprennent ce qu'il faut quant à la pigmentation des plantes et la photosynthèse tout en menant à bien de simples investigations qui démontrent la présence de pigments autres que la chlorophylle dans les feuilles.

Les deux dernières activités d'apprentissage de phénologie entretiennent l'analyse des étudiants à travers leur utilisation de la vue. Tandis que les étudiants expérimentent les changements de saisons surtout dans la forme du temps et des changements quotidiens (plus ou moins de pluie, températures différentes, jours plus ou moins longs) et réagissent face à ces changements en adaptant leur façon de s'habiller, la végétation subit des changements plus dramatiques qui peuvent être étudiés à une échelle plus globale en utilisant la télédétection.

Dans *Modèles globaux de croissance et décroissance des plantes*, les étudiants travaillent sur le cycle annuel de croissance de la plante et déclinent l'utilisation des couleurs visualisées et des graphes. Ils utilisent des données sur le cycle annuel de la croissance/ du déclin de la plante et la température. Ils trouvent des modèles de changement annuel pour le globe et pour chaque hémisphère. Les étudiants vont plus loin en confrontant ces modèles dans certaines régions plus ou moins recouvertes par la terre.

Après l'examen de cette relation, à un échelon régional, entre les changements de température et la croissance ou décroissance des plantes, les étudiants peuvent travailler sur l'activité d'apprentissage *Limiter les facteurs dans les écosystèmes* afin de comprendre que les facteurs physiques écologiques – température et précipitations – limitaient la croissance des écosystèmes végétatifs. L'utilisation de graphes et de couleurs à visualiser qui montrent les moyennes de vigueur de la végétation, la température et le taux de précipitation pour différentes régions, les étudiants cherchent des relations entre les données pour trouver de potentiels facteurs limitant dans la croissance de la végétation.

Organisation des activités d'apprentissage

Les activités d'apprentissage sont organisées en deux parties fondées sur l'objectif de l'activité : les saisons ou la phénologie. Voir les pages 2-3 pour une liste et une brève description de ces activités.

Réflexions sur l'utilisation

Séquence

Pour que les étudiants comprennent entièrement les raisons pour lesquelles les modèles changent, ils travaillent sur les activités d'apprentissage de phénologie et il est recommandé qu'ils étudient quelques activités d'apprentissage sur les saisons d'abord. Les professeurs peuvent déterminer, en se fondant sur les acquis de leurs élèves, lesquelles de ces activités serait la plus bénéfique pour eux. Toutefois, chaque activité est faite pour pouvoir être suivie indépendamment de n'importe quelle autre activité.

Les protocoles de phénologie demandent aux étudiants de recueillir certaines données avec lesquelles ils ne sont peut-être pas familiers. Beaucoup de ces activités d'apprentissage de phénologie introduisent la terminologie et les concepts requis pour suivre proprement les protocoles de phénologie. C'est pourquoi il est recommandé que certaines activités d'apprentissage de phénologie soient faites avant que les étudiants aient commencé à suivre les protocoles de phénologie. Les protocoles et les activités d'apprentissage correspondantes recommandées sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Design des activités d'apprentissage de visualisation

Chacune des activités d'apprentissage de phénologie ou des saisons qui utilise la visualisation (activités d'apprentissage S5, S6, P6 et P7) a la même organisation basique. Tout d'abord le professeur fournit aux élèves les acquis au cours d'une discussion avec la classe. Les professeurs utilisent souvent ce temps de discussion pour mettre à jour les idées initiales des étudiants, faisant le lien entre l'activité et les expériences des étudiants. Les professeurs peuvent aussi décider de démontrer les parties les plus difficiles de l'activité de petit groupe. Ensuite, les étudiants se séparent en petits groupes pour se lancer après dans les concepts, guidés par la feuille de travail. Pendant les temps de petits groupes, les professeurs vont de groupe en groupe, facilitant alors l'activité et vérifiant la compréhension de tous.

Le matériel utilisé à la fois dans la classe de discussion et dans le petit groupe inclut les diagrammes familiers, les tableaux, les graphiques, et les modèles en papier. Peut-être l'utilisation des couleurs pour mieux visualiser les données est-elle moins familière pour les professeurs. Contre le mur du fond où sont projetées les grandes lignes d'une carte, les données du système terrestre comme l'énergie solaire reçue, la température, et la vigueur de la végétation sont représentées sous forme de couleurs. Ces couleurs visualisées sont utilisées pour détecter les modélisations des données et pour suggérer des questions auxquelles les étudiants peuvent ensuite répondre. Le poster GLOBE La Terre en tant que système donne de bons exemples du type de visualisation de couleurs utilisées dans ces activités.

Après que les étudiants ont travaillé en petits groupe, ils reviennent et forment une classe entière pour donner les résultats de leur groupe.

Relations entre les activités d'apprentissage et les protocoles

Protocole	Activité d'apprentissage	Recommandation
Protocole Pré-verdissement des végétaux	*Carte du verdissement*	Requis
Protocole Pré-verdissement des végétaux	*L'éclosion de bourgeons en avant- première*	Requis
Protocole pré-fanaison des végétaux	*Observation des nuages* (Chapitre sur l'atmosphère)	Requis
compétition entre verdissement et fanaison	*Premier regard sur la phénologie* (fait référence à la classification des feuilles du protocole d e couverture des sols)	Fortement recommandé
Post-verdissement ou Post-fanaison	*Introduction à la photosynthèse :* *Les végétaux ont besoin de lumière*	Recommandé
Post-fanaison	*Etude des pigments des feuilles*	Recommandé

L'estimation des étudiants peut être conduite de différentes façons. L'une d'entre elles est la feuille de travail de l'étudiant pour laquelle différentes rubriques sont données. Une autre en est l'observation du travail des étudiants par le professeur durant le temps de travail en petits groupes. Les étudiants peuvent enfin démontrer qu'ils ont compris l'activité lorsqu'ils présentent les observations faites en groupe.

Alignement avec les autres activités d'apprentissage de GLOBE

Alignements pour les activités d'apprentissage sur les saisons

Les activités d'apprentissage listées ci-dessus renforcent les concepts présentés lors des activités d'apprentissage sur les saisons.

Guide d'activité du poster du système terrestre GLOBE

Ce poster assure un excellent soutien puisqu'il permet la comparaison entre les visualisations de l'énergie solaire et les visualisations d'autres variables, incluant par exemple les températures moyennes, les couvertures nuageuses, les précipitations, l'humidité des terrains et l'ampleur de la végétation. Le *guide d'activité* aidera les étudiants à comprendre ce qu'ils surveillent.

Étude de l'atmosphère: *Réalisation d'un cadran solaire*

Les étudiants construisent un cadran solaire et observent grâce à lui la course du soleil à travers le ciel durant la journée en marquant les changements de position de l'ombre à chaque heure du jour. Les étudiants déterminent le temps approximatif du milieu du jour dans leur école comme indiqué par le temps correspondant à l'ombre la plus courte. Les étudiants retournent à cet emplacement le jour suivant pour estimer grâce à leur cadran solaire le temps d'une journée.

Alignements pour les activités d'apprentissage de la phénologie

Toutes les activités listées ci-dessus renforcent le concept de phénologie (la réponse des plantes aux changements de saisons et de climats) et l'interdépendance entre les différentes composantes du système terrestre.

Etude de l'atmosphére : *Estimation de la couverture des nuages : une simulation*

Les étudiants apprennent à estimer le pourcentage de couverture nuageuse.

Couverture du sol / Etude biologique : *Couverture du sol* **:** *Protocole d'emplacement du site*

Les étudiants apprennent à utiliser un système de classification hiérarchique pour assigner une classe MUC aux emplacements des échantillons trouvés chez eux.

Couverture du sol / Etude biologique
Odyssée des yeux : Intermédiaire, Avancé

Les étudiants apprennent comment un capteur de satellite peut relayer l'information jusqu'à l'ordinateur.

Couverture du sol / Etude biologique : *La classification des végétaux*

Les étudiants apprennent à classifier des plantes par rapport à leur environnement quotidien.

: Couverture du sol / Etude biologique *Visite des emplacements : Début*

Les étudiants utilisent des techniques d'observation qualitatives et quantitatives pour étudier leur site de travail de 30m par 30m.

Etude hydrologique: *Détectives de l'eau*

Les étudiants utilisent les cinq sens pour observer les caractéristiques des corps vivant dans l'eau.

Étude de l'humidité: *Juste en passant*

Les étudiants examinent la capacité à garder

l'eau ainsi que l'habileté à filtrer l'humidité grâce à différentes propriétés qui peuvent toucher les plantes.

Alignement avec l'utilisation des activités d'apprentissage des saisons et de la phénologie qui utilisent les visualisations (S4, S5, P6, P7)

Quatre des activités d'apprentissage GLOBE tant sur les saisons que sur la phénologie habituent les étudiants à utiliser la visualisation par les couleurs et autres données pour chercher les causes, poser des questions et résoudre des problèmes. Les étudiants vont avoir une première vision globale de phénomènes de saisons comme la température, la croissance des plantes et les précipitations. Il est important que les étudiants comprennent comment relier ce qui est global à ce qui est local. C'est pourquoi une simple unité d'instruction peut être trouvée dans le *Guide d'implémentation des professeurs – la Terre en tant que système : Premières Impressions décrivant la Terre*, qui propose des activités bien utiles pour aider les étudiants à relier les phénomènes globaux qu'ils rencontrent avec les expériences qu'ils font sur le terrain.

Les activités d'apprentissage sur les saisons et la phénologie qui utilisent la visualisation aident aussi les étudiants à comprendre comment interpréter la visualisation par les couleurs. C'est pourquoi les activités dans *Etude de l'atmosphère* ont pour objectif de montrer à quel point est utile l'utilisation de la visualisation lorsqu'on résout des problèmes. L'une d'entre elles est Dessinez votre propre visualisation des choses, qui apprend les composants basiques de la visualisation, son objectif, le schéma des couleurs choisies, les données et les unités, ainsi que la géographie et son échelle. Une deuxième activité d'apprentissage qui peut vous aider est *Apprendre à utiliser la visualisation: Un exemple avec l'élévation et la température*, qui emploie la visualisation par les couleurs dans la résolution de problèmes. Les étudiants apprennent à identifier les modèles importants dans une visualisation par les couleurs. Elles étudient aussi comment sont reliées deux variables utilisant les visualisations par les couleurs.

Les objectifs d'apprentissage des élèves : Conformité avec les normes de l'éducation scientifique nationale.

Les objectifs d'apprentissage des élèves

Les activités d'apprentissage que ce soit pour les saisons ou la phénologie visent l'apprentissage des sciences : elles contiennent du savoir (en particulier dans les aires de changement des saisons et de phénologie) et les savoirs de l'enquête scientifique.

Dans les activités d'apprentissage des saisons, les étudiants enquêtent sur les modèles de température régionaux et regardent ensuite les causes des changements de saisons en considérant des faits comme l'inclinaison de la Terre, sa rotation autour du Soleil et les modélisations qui résultent des rayons venus du Soleil comme expérimenté dans les différentes hémisphères. Dans les activités d'apprentissage sur la phénologie, on introduit aux étudiants les concepts basiques du bourgeonnement, de la photosynthèse et de la pigmentation à l'échelle locale. Ils étudient les relations entre écosystèmes, facteurs environnementaux et modélisations résultant de la croissance et de la décroissance à l'échelle globale.

Les étudiants acquièrent à travers les activités des talents utilisés dans les moyens et les protocoles d'enquêtes scientifiques. Beaucoup des activités utilisent, par exemple, les visualisations comme outils pour le support de la description et l'analyse de données scientifiques complexes. On demande fréquemment aux étudiants de chercher des modèles qui utilisent les données de sources multiples ou dans de multiples représentations (rangés grâce à des visualisations par la couleur des graphiques jusques aux modèles physiques) ou de faire des conclusions à partir de leur analyse.

Les étudiants développent aussi leurs capacités à raisonner à partir de faits évidents et à

présenter des arguments scientifiques à leurs camarades de classe.

Conformité avec ce que demande l'Education Nationale pour chacune des activités d'apprentissage des saisons et de phénologie :

Le programme de l'Education Nationale (NSES) offre aux professeurs à travers le pays de précieuses directions à suivre. Ces directions annoncent aux professeurs les idées que la communauté scientifique croit actuellement être importantes en science, et espèrent encourager la recherche de liens et concepts-clés plutôt que la mémorisation des faits.

Le tableau suivant indique les normes données par l'Education Nationale dans chaque leçon sur les saisons et la phénologie

Évaluation de l'étudiant

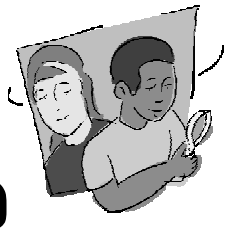
Ce que couvrent les saisons et la phénologie

Critères de l'Education Nationale en Sciences	S1	S2	S3	S4	S5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Sciences de la terre et de l'univers												
Changements sur Terre et dans le ciel (K-4)												
Le temps change de jour en jour et à travers les saisons	◆	◆	◆		◆						◆	◆
Les saisons résultent des variations d'ensoleillement reçu, ce qui est dû à l'inclinaison de la Terre	◆	◆	◆	◆	◆	◆					◆	◆
Energie dans le système terrestre (9-12)												
Le Soleil est la source principale de l'énergie reçue sur la surface	◆	◆	◆	◆	◆		◆				◆	◆
L'ensoleillement conduit à une circulation de l'atmosphère et des océans	◆	◆	◆	◆	◆		◆					
La Terre dans le système solaire (5-8)												
Le Soleil est la source principale d'énergie pour les phénomènes sur la surface terrestre				◆	◆							
Cycles géochimiques (9-12)												
Chaque élément passé à travers différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère)						◆						
Sciences physiques												
Energie: Transfert et conservation (5-8)												
La chaleur est transférée par la conduction, la convection et la radiation		◆	◆		◆							
La chaleur va du chaud vers le froid		◆	◆		◆							
Le Soleil est la source principale d'énergie pour les changements sur la surface terrestre	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆				◆	◆
L'énergie se conserve					◆							
Réactions chimiques (9-12)												
Des réactions chimiques ont lieu tout autour de nous							◆			◆		
Sciences du vivant												
Caractéristiques des organismes (K-4)												
Les organismes ne peuvent survivre que là où leurs besoins satisfaits							◆				◆	◆
Sur Terre, il y a beaucoup d'environnements différents qui permettent différentes combinaisons d'organismes.						◆		◆			◆	◆
Organismes et leurs environnements (K-4)												
Les fonctions des organismes en lien avec leurs environnements	◆					◆	◆	◆	◆		◆	◆
Les organismes changent l'environnement dans lequel ils vivent	◆	◆				◆	◆					

Ce que couvrent les saisons et la phénologie (suite)

Critères de l'Education Nationale en Sciences du vivant	S1	S2	S3	S4	S5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Les humains peuvent changer les environnements naturels											♦	♦
Cycles de la vie pour les organismes (K-4)												
Les plantes et les animaux ont différents cycles de vie	♦						♦	♦	♦		♦	♦
Structure et fonction des systèmes vivants (5-8)												
Les écosystèmes montrent la nature complémentaire de structure et de fonction											x	x
Régulation et comportement (5-9 & 9-12)												
Tous les organismes doivent être capables de trouver et d'utiliser les ressources nécessaires dans un environnement mouvant	♦						♦	♦	♦		♦	♦
Populations et écosystèmes (5-8)												
Les populations vivant ensemble et les facteurs physiques avec lesquelles elles interagissent constituent un écosystème					♦							
Les populations d'organismes peuvent être classées selon leur fonction dans l'écosystème						♦					♦	
La lumière du Soleil est la source principale pour les écosystèmes	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦				♦	♦
Le nombre d'animaux, de plantes et de micro-organismes qu'un écosystème peut supporter dépend des ressources disponibles					♦	♦				♦	♦	
L'interdépendance des organismes (9-12)												
Cycle des atomes et molécules parmi les composants vivants ou non de l'écosystème								♦				
Les flux énergétiques à travers les écosystèmes selon une direction												
La population d'un écosystème est limitée par ses ressources						♦						
Les humains peuvent faire changer la balance d'un écosystème										♦	♦	
Matière, énergie, et organisation dans les vivants (9-12)												
Energie pour vivre vient principalement du Soleil	♦	♦		♦	♦	♦	♦			♦	♦	
Les systèmes vivants demandent une injection continuelle d'énergie pour maintenir leurs organisations chimiques et physiques	♦	♦		♦	♦	♦	♦		♦	♦	♦	
Le comportement des organismes (9-12)												
L'interaction des organismes entre écosystèmes ont évolué au cours du temps						♦						

S1 : Que pouvons-nous apprendre sur les saisons ?



Objectif général

Les étudiants mènent une recherche qualitative pour comprendre les caractéristiques et les particularités des saisons et mettent en lumière la relation qui lie les saisons aux signes physiques, biologiques et culturels.

Objectif spécifique

Les étudiants remarquent et notent les changements de saison sur leur site d'observation privilégié. Ils remarquent ainsi que ces phénomènes suivent des cycles annuels et ils concluent cette activité par une exposition qui illustre ce caractère répétitif associé à l'apparition ou non des signes de saison.

Compétences

Les étudiants devront être capables de,

- reconnaitre ce qui caractérise un changement de saison;
- explorer les relations entre les changements de saison;
- rattacher les changements de saison locaux aux traditionnels équinoxes et solstices; et
- concevoir un profil des variations saisonnières locales.

Concepts scientifiques

Les sciences de la terre et de l'espace

Le temps change jour après jour et avec les saisons.

Les saisons sont la conséquence des variations de l'ensoleillement lui-même résultant de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.

Le soleil est la principale source d'énergie à la surface de la Terre.

L'ensoleillement pilote les courants atmosphériques et océaniques.

Les sciences physiques

Le soleil est la principale source d'énergie responsable des changements à la surface de la Terre.

Les sciences de la Vie

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Tous les organismes doivent être capables d'acquérir et d'utiliser les ressources alors que leur environnement évolue sans arrêt.

La lumière du soleil est la principale source d'énergie pour les écosystèmes.

L'énergie utilisée par les écosystèmes provient principalement du soleil.

. Les systèmes vivants nécessitent une source continue d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique

Compétences scientifiques

Observer les changements de saison.

Enregistrer les observations sur les registres scientifiques GLOBE.

Consigner des observations sous forme de tableaux et de graphiques.

Présenter les informations à l'aide d'images, de chiffres et de photographies.

Utiliser des outils et des techniques appropriés.

Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.

Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données.

Communiquer les résultats et les explications

Durée

Au fur et à mesure, il est conseillé :

Un cours par mois dédié à la visite du site d'étude GLOBE; un ou deux cours supplémentaires par mois pour enregistrer, dessiner, et discuter des observations.

Note: Il y a un avantage à préparer un emploi du temps pour les visites du site d'étude, visites qui correspondent à celles des données collectées et utilisées dans les protocoles.

Niveau

Tout type
Adapter l'activité à différents niveaux:
Débutant: présenté ici
Intermédiaire : Discuter des points forts et faibles de données qualitatives.
Avancé: Besoin d'observations plus détaillées sur les transitions entre saisons. Aussi, se demander si c'est une coïncidence ou non que les nombreuses manifestations culturelles concordent avec les solstices et les équinoxes.

Matériel et Instruments

Grandes feuilles de papier
Surligneurs de couleurs
Colle
Carnet de science GLOBE

Préparation

Choisir et examiner le site d'étude GLOBE.

Pré requis

Aucun

Contexte

L'objectif de cette activité est de sensibiliser vos élèves à des observations précises du changement de saison qui se déroule sur leur site d'étude GLOBE. Comme nous souhaitons qu'ils soient des participants actifs en notant ce qu'ils seront amenés à observer, nous leur demandons de prévoir les choses qui, selon eux, changeront sur le site d'étude. Ensuite, nous leur demandons de faire des observations précises et de comparer celles-ci avec les prévisions qu'ils auront envisagées. Après avoir recueilli les observations sur une longue période, nous leur demandons d'identifier les tendances que l'on retrouve dans les phénomènes et de prévoir "ce qui arrivera par la suite" et pourquoi. Dans l'étape 6 nous leur proposons de se demander comment les changements qu'ils observent sont corrélés et dans l'étape 7 de relier ces observations aux signes astronomiques conventionnels des saisons (solstices et équinoxes). L'activité se termine avec la création par les élèves d'un profil de chaque saison locale en utilisant leurs propres observations et, s'ils le veulent, de partager cela avec une autre école du programme GLOBE qui utilise aussi GLOBEMail.

Nous envisageons cela comme une activité qui se poursuit au delà de l'année scolaire, avec les élèves qui complètent les observations sur une base périodique. Comme le professeur, vous devrez décider de la régularité de la fréquentation du site d'étude par les élèves pour faire les observations. Si votre site est facilement accessible, nous vous recommandons de le visiter une fois par semaine, surtout lorsque beaucoup de choses changent à certaines périodes de l'année. Cependant, si cela n'est pas réalisable, essayez de visiter le site une fois par mois. Ces visites peuvent être complétées en demandant aux élèves de faire des observations près de l'école, de regarder à travers la fenêtre de la maison ou d'observer lors de leurs déplacements sur le trajet de l'école. Si vous gardez des enregistrements séparés des changements observés sur différents sites, vous pouvez vous demander comment les ces sites analysent.

Comprendre ce qui provoque les saisons n'est pas le premier objectif de l'activité. Il est plus intéressant de voir cette étude comme une activité introductive dont le but est de voir les élèves faire des observations précises, les voir d'enregistrer ces observations de façon systématique, et de les voir remarquer les cycles annuels révélés par leurs observations. Rappelez vous que GLOBE est un programme international et que les changements de saison sont assez différents selon les parties du monde où sont implantées les écoles GLOBE. C'est un atout formidable du programme GLOBE ! Nous vous proposons de prendre contact avec une école du programme GLOBE se trouvant dans une autre partie du monde et de partager vos informations respectives concernant les observations des saisons.

Procédures

1. **Demandez aux élèves de penser aux saisons qui s'échelonnent dans leur site d'étude GLOBE.** Comment caractériseraient-ils ces saisons ? Combien y a-t-il de saisons ? Comment les appelle-t-on? Quand commencent-elles? Finissent? Réalisez une description des saisons selon l'avis de la classe.

2. **Réflexion à propos du changement climatique.** Demandez aux élèves de penser aux choses susceptibles de se modifier avec le changement de saison dans leur site d'étude GLOBE au cours de l'année scolaire. Qu'ils s'organisent en petits groupes et demandez à chacun de ces groupes de faire une liste de tous les changements qui peuvent se produire selon eux. Une façon de faire est de se demander comment le site d'étude changera à chaque mois de l'année.

Aidez les à penser à des choses telles que:

- Les changements sur la vie des plantes et de la végétation, ie la floraison des arbres et des fleurs, la chute des fruits, l'herbe qui devient marron, l'apparence de certains fruits.
- Les changements dans le comportement des animaux, ie la naissance de bébés, l'hibernation, la migration.
- Les changements de comportement au niveau personnel et social.
- Les changements dans l'environnement physique, ie avoir chaud ou froid, se sentir mouillé ou sec, frigorifié ou transpirant.

Ayez une discussion avec toute la classe à propos des changements que les petits groupes ont formulés. Constituez une liste des changements qui selon vous apparaîtront sur le site d'étude tout au long de l'année scolaire.

3. Enregistrer les véritables observations.

Le but maintenant est de commencer à observer de façon systématique les changements que les élèves ont notés à l'étape précédente. Aidez les élèves à développer un système organisé des changements enregistrés et observés sur le site d'étude. S'ils ont à disposition les registres scientifiques GLOBE, ils peuvent y noter leurs observations. Néanmoins, ils peuvent tout de même noter leurs observations sous une forme qui leur permette de discuter, de montrer et de les voir tous ensemble. Avec les jeunes élèves, il est intéressant de faire de grands formats faciles à comprendre. Une possibilité est d'utiliser de grandes feuilles de papier cartonnées, avec une feuille par observation. Toutes les observations réalisées au cours de la semaine ou du mois peuvent être notées sur une seule et grande feuille de papier. La feuille peut être accrochée dans la salle de cours, sur un tableau ou mise en valeur sous forme d'une exposition dans le hall de l'école. Comme les élèves feront d'autres visites sur le site d'étude, ils peuvent noter leurs observations sur des feuilles séparées et les ajouter ensuite à l'exposition. Les feuilles peuvent contenir des croquis, des feuilles, des fleurs, ou des bourgeons (attachés avec de la colle), des photographies prises par les élèves, des données numériques qu'ils ont rassemblées, et les «impressions» ressenties ; en prose ou sous forme poétique.

4. Revoir les changements qui ont été observés sur le site d'étude.

Une fois que les élèves ont fait quelques observations et qu'elles ont été enregistrées, il est profitable de les revoir avec les listes réalisées à l'étape 2.

Comparez les observations réalisées avec celles auxquelles vous vous attendiez auparavant. Au fur et à mesure que vous accumulez des données, interrogez vous sur la façon dont le site d'étude évolue d'une visite à l'autre. Quels ont été les changements du point de vue de la végétation, de l'eau, des animaux qui y vivent, de l'humidité, de la température, etc. Utilisez les observations faites auparavant pour établir des comparaisons. Si les observations ont été notées sur de grandes feuilles de papier, il sera alors facile de s'y référer au cours de la discussion. Demandez aux élèves de s'exprimer sur ce qui a changé et ce qui n'a pas changé.

Pour conclure cette activité, résumer les changements qui ont été observés. Pour les jeunes élèves, le professeur peut rédiger le résumé à partir des mots de l'élève ; les élèves plus âgés pourront écrire un résumé dans leur carnet de science GLOBE.

5. Prévoir et expliquer.

Demandez aux élèves de faire des prévisions à partir de ce qu'ils ont vu à cette visite et à la précédente, à quels changements s'attendaient-ils sur le site d'étude à la visite suivante. Demandez-leur de penser à ce qui est entrain d'arriver au site d'étude, qu'est-il entrain d'arriver avec la saison. Quelles tendances voient-ils se dessiner? Le site sera-t-il plutôt humide ou sec ? Pensent-ils que la température sera plus froide ou chaude la prochaine fois? La végétation sera-elle plus ou moins verte ? Quelles que soient les observations qu'ils réalisent, demandez-leur de prévoir ce qu'ils pensent des futures périodes d'observation et ce qu'elles apporteront. Demandez-leur de justifier les changements qu'ils ont prévus. (Cela vous donnera une idée de la façon dont ils raisonnent).

Selon ce qu'ils pensent, cela influence-t-il les changements qu'ils ont prévus ? Notez ces prévisions sur une grande feuille de papier et gardez-la pour faire des comparaisons avec les observations effectives de la fois suivante. Vous pouvez aussi proposez aux élèves de noter une ou plusieurs prévisions dans leur carnet de science GLOBE.

6. Regardez les relations entre les changements.

Les changements observés par les élèves sur le site d'étude ne se produisent pas de façon isolés. Il y a des liens entre ces évolutions lors du changement de saison. Demandez aux élèves de penser et de formuler les possibles relations entre les phénomènes ou les paramètres qui sont entrain d'évolués. Demandez leur de s'intéresser par exemple à comment les changements de température de l'air sont liés aux changements de comportement des animaux ; comment les variations de l'humidité du sol sont elles liées aux évolutions des plantes qui s'y trouvent. Cherchez autant de relations que possible. Demandez aux élèves d'expliquer pourquoi ils pensent que ces phénomènes sont reliés les uns aux autres. En classe, expliquez les raisons qui vous poussent à croire que ces choses sont liées. Demandez aussi aux élèves d'écrire à propos de ces relations dans leur carnet de science GLOBE.

7. Rattachez les observations aux saisons traditionnelles.

Le solstice d'été et d'hiver ainsi que l'équinoxe de printemps et d'automne définissent les saisons traditionnelles. Expliquez aux élèves que ce sont des jours particuliers dans le calendrier annuel ; que ce sont les jours les plus longs ou les plus courts de l'année et ceux pour lesquels le jour est aussi long que la nuit. Demandez aux élèves de penser à comment se trouve le site d'étude au cours de ces 4 phases de l'année. Les changements qu'ils observent coïncident ils avec ces dates précises ? En utilisant les données qu'ils ont collectées, demandez aux élèves de déterminer quand selon eux les saisons « devraient » commencer et se terminer effectivement. Demandez aux élèves si selon eux les traces d'un changement de saison sont nettes et bien définies.

8. Faites un profil de vos saisons.

Pour terminer, demandez aux élèves, pourquoi pas en petits groupes, de concevoir un profil type pour chaque saison ; ce profil sera fondé sur les observations qu'ils auront faites. (Cette activité devra attendre que suffisamment de données soient recueillies.) Demandez aux élèves de caractériser non seulement la durée d'une saison mais aussi les phases de transition entre les saisons. Demandez aux élèves d'identifier les phénomènes observés qui délimitent le début, la fin ou la durée de chaque saison. Demandez-vous si le début des saisons est marqué de façon significative ou non. Par exemple, dans les régions où apparait la mousson, l'arrivée des premières pluies est soudaine, suivie par une baisse plus lente des températures. N'hésitez pas à partager les profils que vous avez établis avec une autre école du programme GLOBE en utilisant GLOBEMail.

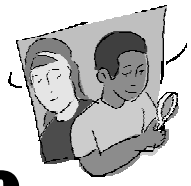
Evaluation

- Demandez aux élèves de choisir un aspect du site qu'ils ont étudié, comme les arbres, et de décrire la façon dont les arbres du site ont changé au cours de l'année. La présentation peut être faite au moyen de dessins, de graphes, de mots ou de gestes.
- Donnez aux élèves des observations à faire sur des points particuliers du site d'étude (comme la température de l'air) pendant une durée de deux à trois mois (comme Novembre et Décembre) et demandez leur de prévoir à quoi ressembleront les observations qui suivent et précèdent les mois étudiés (Octobre et Janvier). Cela les force à identifier une tendance et son évolution.
- Donnez aux élèves des observations effectuées lors d'un mois dit "mystérieux" et demandez leur de trouver le mois en question et de justifier leur choix. S'il est trop difficile de déterminer avec justesse le bon mois, demandez-leur de reconnaître la saison durant laquelle les observations ont été menées.

Suppléments

- Si les élèves sont à l'aise avec la représentation graphique des données, ils peuvent faire des graphes montrant des conditions particulières du site d'étude. Cela serait tout à fait approprié pour la température et le niveau des précipitations actuels.
- Contactez une autre école du programme GLOBE utilisant GLOBEMail et partagez vos observations. Demandez-leur de vous envoyer leurs observations de leur site. Regardez avec attention leurs observations et essayez de prévoir comment évoluera leur site à la prochaine observation. Comparez vos prévisions avec les observations qu'ils vous auront envoyées la fois suivante.
- Déterminez comment la description des saisons est faite au niveau artistique, littéraire et historique. Comment, par exemple, sont exprimées les saisons à travers la peinture des impressionnistes français ? Comment les saisons ont-elles influencé l'issue de batailles militaires, comme le siège de Léningrad ? Comment les saisons sont elles décrites dans les pièces et poèmes de Shakespeare? Comment a fait Thoreau pour décrire les saisons dans *Walden* ? Comment sont décrites les saisons dans la série *La petite maison dans la prairie* ?

S2: Quels facteurs influencent les caractéristiques des saisons?



Objectif général

Les étudiants utiliseront les données et les outils graphiques GLOBE pour comparer l'influence de la latitude, de l'altitude et de la géographie sur les caractéristiques des saisons.

Objectif spécifique

Les étudiants analyseront le graphique sur les maxima et minima de température de leur site d'étude. Ils compareront ce graphe avec des graphiques similaires provenant d'autres sites – l'un proche et l'autre éloigné. Ils établiront une liste des facteurs qui sont susceptibles de provoquer les différences constatées, ils choisiront notamment un de ces facteurs qu'ils étudieront de façon approfondie. Ils répéteront cette étude avec d'autres paramètres. Ils rédigeront enfin leurs études en décrivant comment la latitude, la géographie et l'altitude influencent les caractéristiques des saisons.

Compétences

Les élèves devront être capables de:

- Interpréter un graphique des températures relevées au cours de l'année;
- Identifier les facteurs qui expliquent les différences des relevés de température ; comparer les relevés de température au niveau régional.

Concepts scientifiques

Les sciences physiques

- L'énergie thermique est transférée par conduction, convection et par radiation.
- Tout flux de chaleur se déplace du chaud vers le froid.
- Le soleil est la principale source d'énergie responsable des changements à la surface de la Terre.

Les sciences de la terre et de l'espace

Le Temps change jour après jour et avec les saisons.

- Les saisons sont la conséquence des variations de l'ensoleillement lui-même résultant de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.
- Le soleil est la principale source d'énergie à la surface de la Terre.
- L'ensoleillement pilote les courants atmosphériques et océaniques.

Les sciences de la Vie

- La lumière du soleil est la principale source d'énergie pour les écosystèmes.
- L'énergie utilisée par les êtres vivants provient principalement du soleil.
- . Les systèmes vivants nécessitent une source continue d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique

Compétences scientifiques

- Dessiner les données du programme GLOBE pour souligner les caractéristiques des saisons.
- Comparer les graphiques et analyser les données pour déterminer les effets de la latitude, de la géographie et de l'altitude.
- Etablir des conclusions sur la façon dont les facteurs peuvent influencer les caractéristiques des saisons. Suggérer des questions et développer des hypothèses.
- Etablir et mener une étude scientifique
- Développer des explications et des prévisions fondées sur des preuves.
- Reconnaître et analyser les explications intermédiaires.
- Communiquer des conclusions aux autres.

Durée

(Etablie sur des cours d'une durée de 45 minutes)

Jour 1	Étapes 1-3
Jour 2	Étapes 4 et 5
Jour 3	Étapes 6-9
Jour 4 et 5	Étapes 10 et 12
Suppléments	Étape 11

Niveau

Intermédiaire et Avancé

Matériel et Instruments

Carte du monde à exposer sur un mur

Si les ordinateurs sont vieux ou en trop faible nombre, imprimer les graphiques à établir aux étapes 1, 4 et 6.

Il est recommandé d'avoir à disposition des ordinateurs et un accès au site internet GLOBE.

Avoir aussi les registres scientifiques GLOBE.

Préparation

Coller une carte murale du monde.

Mettre en place les données nécessaires aux élèves pour faire les graphes.

Pré requis

Les élèves sont sensés comprendre que les différents niveaux d'ensoleillement varient avec la latitude, et que la latitude influence fortement et détermine les caractéristiques des saisons et les tendances annuelles des paramètres climatiques et environnementaux comme les précipitations et la température. En vue d'une discussion plus détaillée, lisez *L'image des saisons: Pourquoi y a-t-il des saisons?* qui se trouve dans l'introduction de *La Terre en tant que système d'étude.*

Des balises pour d'autres activités d'apprentissage GLOBE

Regardez *La Terre en tant que système d'étude: Utilisation des graphiques pour mettre en évidence les liens;* c'est un bon outil pour apprendre à tracer des graphiques, outil dans lequel les élèves réalisent des graphes de la température de l'air, du sol et de l'eau. Les graphiques ainsi faits par les élèves sont ensuite interprétés et comparés pour explorer les liens possibles entre eux.

Les règles

Étape 1. Avec les outils graphiques GLOBE, les élèves dessinent sur un graphe les maxima et minima des températures des années passées sur leur site. Voir Figure EA-S2-1.

Étape 2. Pour mettre en lumière les tendances générales des températures, les élèves doivent dessiner une ligne moyenne entre les maxima et minima des mesures de température.

a. Chaque élève doit tracer le graphique directement sur une copie du graphe.

b. Les élèves doivent poser un calque sur la copie du graphe et dessiner les lignes au marqueur sur le calque.

Note: Parce que les températures peuvent changées brutalement d'un jour à l'autre, le graphe des températures quotidiennes pourra être en dents de scie. De plus, puisque l'outil graphique GLOBE relie chaque point du graphe par une ligne, le graphique résultant ressemble beaucoup à du "bruit", cela ajoute peu d'informations vraisemblables. Cependant, dans la plupart des cas, ce sont les tendances à long terme qui doivent permettre aux élèves de faire les comparaisons les plus significatives. En dessinant une ligne moyenne approximative des graphes des maxima et minima, les élèves peuvent déterminer une moyenne approximative pour chaque pas de mesure et mettre en lumière les tendances à long terme. Voir Figure EA-S2-2.

Une fois que les élèves ont dessinés une "ligne moyenne", ils peuvent superposer la leur à d'autres "lignes moyennes". Par exemple, les élèves peuvent superposer une "ligne moyenne" des minima de températures du site à celle des maxima de température pour voir si les deux évolutions augmentent et diminuent de la même façon. Aussi, les élèves peuvent examiner les tendances des températures sur plusieurs années en superposant les « lignes moyennes » des maxima et minima d'une année avec celles d'une autre année. Les élèves peuvent aussi comparer les tendances sur différents sites en superposant les « lignes moyennes » d'un site au graphe des températures d'un autre site.

Figure EA-S2-1: Graphe des maxima et minima de température sur un site du programme GLOBE réalisé avec l'outil graphique.

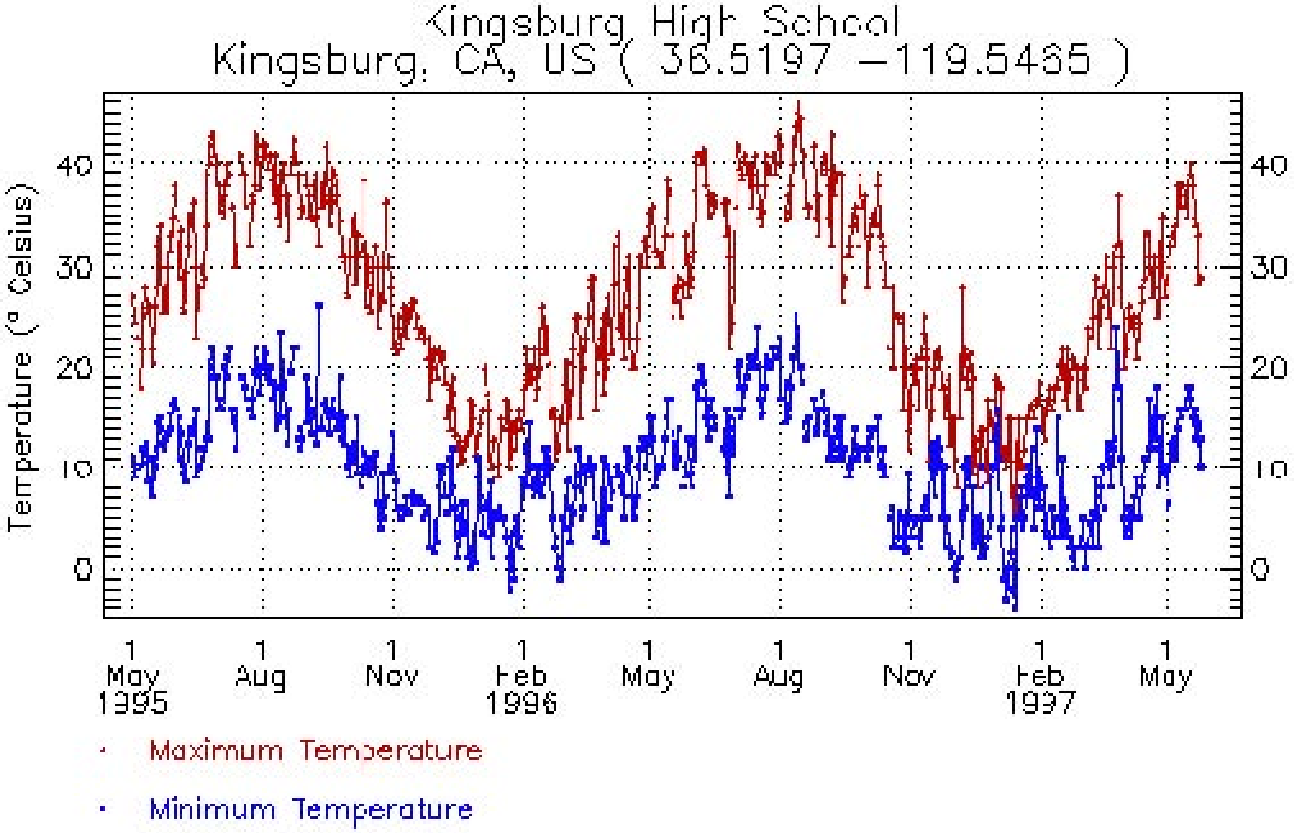


Figure EA-S2-2: Deux "lignes moyennes" dessinées sur le graphe des maxima et minima de température d'un site du programme GLOBE.

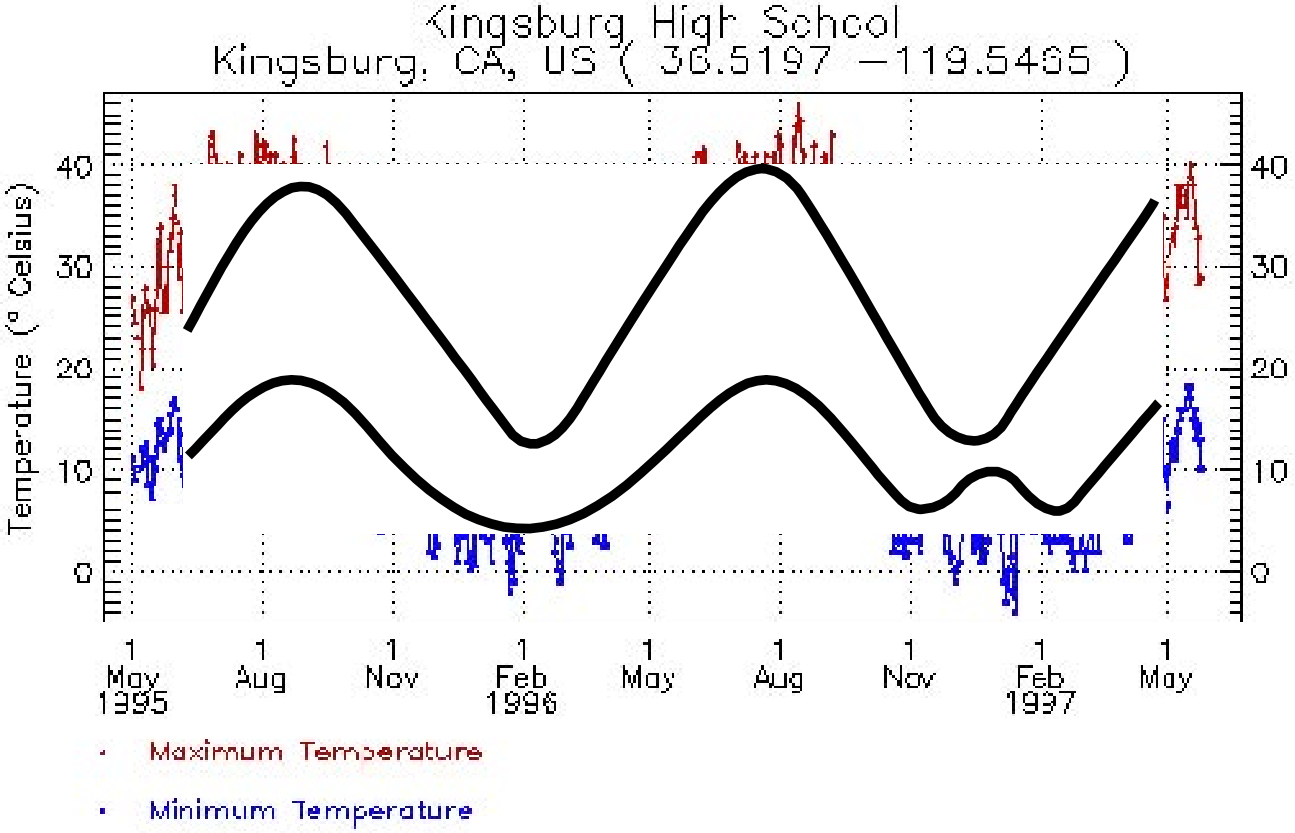
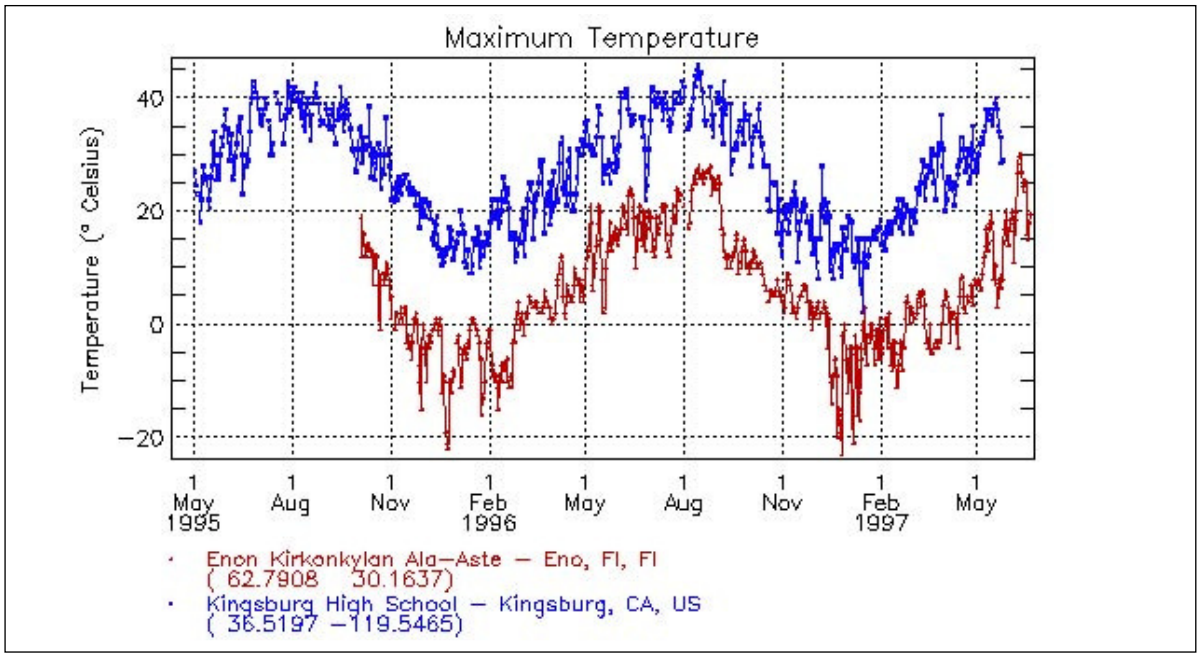


Figure EA-S2-3: Les maxima de température répertoriés par des sites GLOBE en Finlande et en Californie. Notez que le site de Californie a effectué des mesures sur une plus longue période.



Étape 3. Les élèves doivent analyser le graphe de ces données en ayant à l'esprit les questions suivantes:

- Quelle est la tendance générale de la dite ligne moyenne?
- Que peut-on dire sur le site à partir du tracé de la ligne moyenne?
- D'après l'étude menée au cours de l'année, quelle est la différence de température approximative entre le maximum et le minimum pendant une journée ? Comment cette différence varie-t-elle au cours de l'année ?

  Note: Une discussion en classe est appropriée pour conduire cette analyse. Si le graphe est imprimé pour chacun des élèves, l'analyse peut avoir lieu en petits groupes ou être faite en devoir à la maison. Les élèves doivent copier ou coller le graphe dans leur registre scientifique GLOBE et ainsi y noter leur analyse et les questions.

Étape 4. Les élèves doivent trouver une autre école participant au programme GLOBE à environ 100 km et refaire les Étapes 1 à 3 avec les données de cette école.

Note: Cette étape demande aux élèves de trouver une école se trouvant à approximativement la même latitude que la leur (100 km plus au nord ou au sud correspond à peu prêt à 1° en latitude). Les changements climatiques se produisent par étape à moins qu'il n'y ait une quelconque variation d'altitude brutale ou un changement géographique important sur une courte distance. En conclusion, en analysant les données d'une école voisine, les élèves auront certainement des évolutions de profil des températures similaires. Lorsque des différences apparaissent, leur connaissance de la géographie locale peuvent les aider à mettre en avant les raisons qui expliquent ces différences, comme par exemple lorsqu'un site est sur la côte alors que l'autre se trouve à l'intérieur des terres ou en relief montagneux quand un site est plus haut qu'un autre.

Cette étape mobilise les capacités d'analyse graphique des élèves en les obligeant à comparer des graphiques ayant peu de différences significatives. Aussi, comme ils sont familiers à leur environnement local, cette étape améliorera la faculté des élèves à identifier les facteurs clés qui influencent les caractéristiques des températures.

En pré sélectionnant un site voisin et avec suffisamment de données, vous pouvez finir rapidement cette étape.

Étape 5. Les élèves doivent décrire de quelle façon les caractéristiques des températures du site voisin sont elles similaires ou différentes.
Pour chaque différence observée, les élèves doivent proposer des raisons qui peuvent expliquer ces variations. Après avoir travaillé en petits groupes, proposez une discussion en classe entière qui résume la comparaison. La comparaison pourra se fonder sur les points suivants :

- Comparer les dates des maxima et minima de températures
- Comparer les écarts quotidiens entre les maxima et minima de températures.
- Comparer l'allure générale des deux courbes.
- Quelles conclusions peut-on tirer à propos des saisons en se fondant sur les caractéristiques des températures des deux sites ?
- Les niveaux de température changent-t-ils de façon similaire après les solstices et les équinoxes ?

Note: Afin de faciliter les comparaisons, l'outil graphique peut être utilisé pour dessiner l'évolution d'un paramètre comme les températures maximales des deux sites. Voir Figure EA-S2-3. Si les graphiques sont imprimés pour chaque élève, cette étape peut être faite en petits groupes ou donnée en travail à la maison. Les élèves doivent avoir fait un croquis ou imprimé les deux graphiques et avoir noté leur analyse et toute question dans leur registre scientifique GLOBE.

Étape 6. Les élèves doivent choisir un autre site GLOBE situé à au moins 1000 km et susceptible d'avoir un climat différent. Faites de nouveau avec les élèves les Étapes 1 à 5.

Note: Le but de cette étape est de trouver un site GLOBE ayant une répartition annuelle de la température différente des deux cas précédemment étudiés. L'analyse peut être faite en devoir à la maison.

Étape 7. Les élèves doivent établir la liste des facteurs qui sont à l'origine de caractéristiques climatiques différentes.

Note: Utilisez une carte du monde ou

des cartes obtenues avec le logiciel *GLOBE Visualisation* afin de voir avec précision les différences de latitude et d'altitude, la proximité des sites avec l'océan ou d'autres caractéristiques géographiques importantes. Les élèves doivent noter les facteurs et toute question dans leur carnet de note scientifique GLOBE.

Étape 8. Puisque une combinaison de facteurs est associée à chaque site, proposez une discussion à partir du diagramme Venn exposé figure EA-S2-4. Dans leur registre scientifique GLOBE, les élèves doivent rapporter l'influence de la latitude, de l'altitude et de la géographie du lieu sur les caractéristiques des températures du site.

Note: Les élèves sont sensés comprendre l'importance de la latitude, de l'altitude et de la géographie du site avant de tirer des conclusions sur les caractéristiques des températures.

Étape 9. Demandez à chaque groupe de choisir un des facteurs qui vraisemblablement influence les tendances distinctes des températures entre le site éloigné et le vôtre. Les groupes doivent rédiger un plan afin d'étudier ce facteur; cela inclut l'utilisation de la base de données GLOBE pour vérifier leurs hypothèses. Par exemple:

Altitude: Comparez les relevés annuels des températures de deux sites à altitude différente.

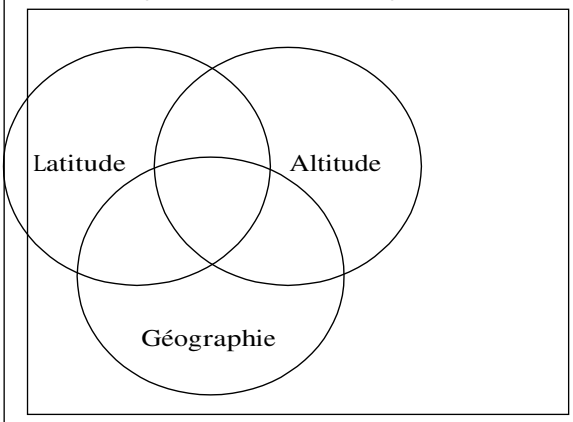
Latitude: Comparez les relevés annuels des températures de deux sites à latitude différente.

Les côtes par rapport aux terres : Comparez les relevés de température annuels de sites qui se trouvent plus ou moins loin des océans. Où s'arrêtent les effets du climat océanique? Ils peuvent aussi comparer l'effet du climat océanique sur différentes côtes.

Note: Les effets du climat océanique peuvent être différents selon les côtes. Par exemple, les côtes atlantiques et pacifiques des Etats-Unis présentent des caractéristiques climatiques et des vents dominants différents à cause du climat marin qui n'est pas le même. Néanmoins, Ces deux climats marins limitent les écarts de températures extrêmes et apportent une humidité considérable dans l'air.

Facteurs secondaires: Bien des parties du monde présentent des facteurs qui apparaissent seulement à l'échelle régionale. Par exemple, les élèves pourront comparer des sites près et loin du Gulf Stream, des vents de Santa Anna, du désert du Sahara, de la cuvette de l'Amazone, des chaînes de montagnes côtières, et des plaines.

Figure EA-S2-4: Chaque site est une combinaison de facteurs qui influencent les caractéristiques annuelles des températures.



Aussi, ils peuvent étudier l'influence de la taille d'un continent et la direction que les vents dominants peuvent avoir.

Note: Pour confirmer l'influence d'un facteur, les élèves doivent garder l'ensemble des autres facteurs constant. Par exemple, pour observer l'effet de l'altitude, les élèves doivent trouver des sites qui diffèrent de part leur altitude mais qui présentent la même localisation par rapport à l'océan, la même latitude et à peu près les mêmes autres caractéristiques géographiques. Si la seule différence entre les sites est bien l'altitude, alors toute différence dans les évolutions de température est causée par l'altitude. Pour s'assurer des tendances qu'ils trouvent, les élèves auront besoin d'utiliser la base de données de plusieurs sites et sur une période de temps significative (i.e. une année). Un effet détecté suite à la comparaison des données de deux sites seuls ou d'une comparaison sur un seul jour est certainement affecté par les changements climatiques à court-terme ; il est alors permis de mettre en doute le sérieux des conclusions que l'on peut en tirer. Les élèves doivent noter leurs hypothèses et leurs raisonnements dans leur registre scientifique GLOBE.

Étape 10. Les élèves doivent suivre leur plan et résumer tout effet découvert.

Note: Les élèves notent leurs données, leur analyse et leurs conclusions dans leur registre scientifique GLOBE. Ils peuvent partager leur travail, leurs conclusions et pourquoi pas leurs questions avec une autre école (avec par exemple une des écoles avec laquelle vous avez effectuez les comparaisons) en utilisant GLOBE Mail.

Étape 11. Pour étudier la façon dont les facteurs influencent les caractéristiques des saisons, les élèves doivent répéter les Étapes 1 à 10 pour les précipitations et tout autre paramètre qui selon eux caractérise une saison.

Note: Pour une petite étude concernant la façon de déterminer si un paramètre comme la température influence ou non un autre paramètre tel que les précipitations, voir *Comment peut-on dire si deux paramètres sont ou non liés ?* C'est dans l'*Appendice.*

Étape 12. Dans leur registre scientifique GLOBE, les élèves doivent y écrire les points suivants:

a. Comment l'altitude, la latitude et la géographie influencent les paramètres mesurés par le programme GLOBE ; ces paramètres définissant les saisons
b. et comment les motifs annuels de ces paramètres mesurés par le programme GLOBE sont-ils liés entre eux.

Evaluation

Avec la fin de l'activité, les élèves devraient être capables d'utiliser des graphiques et des données pour montrer que les tendances des saisons sont influencées par la combinaison de l'altitude, de la latitude et de la géographie du lieu.

A tout niveau

Les affiches, papiers, multimédia et les présentations orales nécessitent de la part des élèves une organisation, d'aller à l'essentiel et la capacité de présenter ce qu'ils ont compris de façon cohérente. En conséquence, ce sont des techniques intéressantes pour évaluer leurs capacités, leurs raisonnements et la maîtrise par les élèves de concepts. La qualité de l'information recueillie dans leur registre scientifique GLOBE est aussi un point important pour évaluer leur faculté à communiquer leur pensée scientifique.

Examinez le début de leur registre, et faites les utiliser leur registre scientifique GLOBE pour développer leur rapport et leur présentation.

Les élèves doivent réussir à démontrer leur compréhension sur l'influence de la latitude, de la géographie du lieu et de l'altitude sur les caractéristiques des saisons. Pour y parvenir, obligez-les à répondre aux questions suivantes :

- Pourquoi les tendances climatiques de notre site sont-elles similaires à celles du site éloigné de 100 km?
- Pourquoi y a-t-il de telles différences entre notre site et celui qui se trouve à 1000 km de là?
- Quel(s) facteur(s) avez-vous étudié, comment l'avez-vous étudié et qu'en avez-vous conclut?
- Discutez de la façon dont la latitude, la géographie du lieu et l'altitude influencent chaque paramètre enregistré par le programme GLOBE.
- Quelles sont les caractéristiques géographiques qui influencent les tendances des saisons sur votre site? Décrivez l'influence qu'ils exercent sur les motifs en utilisant les données afin de valider votre affirmation.
- Comment expliquez vous que des sites éloignés présentent des résultats similaires aux vôtres alors que pour d'autres, il est constaté des différences notables avec vos résultats ?

- Si l'on considère l'altitude, la géographie du lieu et la latitude, est-ce-que l'un des facteurs semble prédominant par l'influence qu'il exerce sur les saisons ?
- Qu'aimeriez-vous savoir sur un site avant de commenter l'étude des saisons qui en a été faite ? Expliquez pourquoi ces informations sont importantes.
- Pourquoi la température est un indicateur peu marquant des saisons?

Note: La température peut varier rapidement sur de courtes durées et est influencée par d'autres variables comme la latitude, l'altitude et la géographie du lieu. Par exemple, l'été aux pôles peut rester froid et le printemps au pied d'une montagne n'est pas le même qu'à son sommet. Nous avons tous besoin de connaître la latitude, l'altitude et la géographie d'un lieu pour en comprendre les caractéristiques des saisons.

Avancé

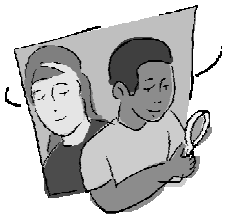
- Comment évolueraient les graphiques d'un site s'il changeait de latitude, d'altitude ou d'emplacement géographique ?
- Fournissez aux élèves un graphique d'une tendance climatique annuelle incomplet par rapport à celui réalisé sur votre site. Les élèves seront-ils capables d'identifier les points spécifiques sur lesquels la tendance du graphique « mystérieux » est différente.

Note: Vous pouvez dessiner une tendance hypothétique ou utiliser une tendance climatique d'un autre site.

- Comment les fluctuations au cours des saisons sont-elles liées au rythme des équinoxes et des solstices ? Combien de temps après les solstices apparaissent les premiers changements? Et après les équinoxes ? Est-ce-que le décalage est le même pour toutes les saisons ? Pour chaque solstice?

Note: Les niveaux de température sont influencés par l'énergie que rayonne le soleil. Comme les solstices sont les dates correspondant à un ensoleillement maximal pour les zones tempérées et polaires, les solstices représentent des points particuliers dans les cycles de température annuels de ces zones. Cependant, cela prend du temps aux températures atmosphériques de réagir à l'ensoleillement maximal, il y a donc un décalage de plusieurs semaines avant que les effets des nouveaux niveaux d'ensoleillement ne soient perceptibles et affectent la température.

Dans cette activité, les élèves découvriront les décalages au fur et à mesure qu'ils vérifient si les niveaux de température dans la zones tempérées et tropicales ont ou non changé à la date des solstices. Parce que les sites ont des latitudes, des altitudes et des implantations géographiques différentes, les sites auront des décalages significatifs. A noter qu'aux équinoxes, le soleil est à la verticale au niveau de l'équateur. A cet égard, les équinoxes représentent des moments d'ensoleillement extrêmes pour la zone tropicale.



S3 : Comment varie la température suivant les différentes zones géographiques du monde ?

Objectif général

Les étudiants utilisent des cartes GLOBE pour visualiser les données et observer les variations saisonnières de température à l'échelle régionale et mondiale.

Objectif spécifique

Les étudiants utilisent la base de données et les cartes GLOBE pour visualiser les températures sur une carte mondiale. Ils analysent les caractéristiques climatiques, en particulier les différences entre l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud et entre les régions équatoriales et les hautes latitudes. Les étudiants se focalisent ensuite sur les régions à forte densité de stations de mesure (Etats Unis et Europe par exemple) pour lesquelles ils étudient les cartes de température prises à 4 périodes différentes de l'année (les solstices et les équinoxes). Les étudiants comparent les données pour détecter des caractéristiques saisonnières spécifiques. Les étudiants discutent à la fin de la pertinence des différents types de données analysées (tableaux de données, graphiques et cartes).

Compétences

Les étudiants devront être capables de :

Faire une synthèse sur l'effet de la latitude, de l'altitude et de la géographie sur les caractéristiques globales des cartes de température

Apprécier les variations de température à différentes échelles

Concepts scientifiques

Sciences physiques

L'énergie thermique est transférée par conduction, convection et radiation.

La chaleur se dirige des zones chaudes aux zones froides.

Le soleil est la principale source d'énergie responsable des changements à la surface de la Terre.

Sciences de la Terre et de l'espace

Le temps change jour après jour et avec les saisons.
Les saisons sont la conséquence des variations de l'ensoleillement lui-même résultant de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.
Le soleil est la principale source d'énergie à la surface de la Terre.
L'ensoleillement pilote les courants atmosphériques et océaniques.

Sciences de la vie

La lumière du soleil est la principale source d'énergie pour les écosystèmes

Compétences scientifiques

Cartographier les données issues du serveur GLOBE pour analyser les variations saisonnières
Comparer des graphiques, des cartes, et des tableaux de données en tant qu'outil pour l'analyse de données
Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.
Identifier et analyser des explications intermédiaires.
Communiquer les résultats et les explications.

Durée

Environ 45 min

Niveau

Intermédiaire et avancé

Matériel et instruments

Accès au serveur GLOBE
Une carte mondiale
Marqueurs effaçables

Préparation

Faire des copies des cartes locales, régionales et nationales

Afficher une grande carte mondiale

Pré-requis

Nous conseillons aux étudiants de commencer par la partie "Quels sont les facteurs influençant les tendances saisonnières ?" qui leur permettra de s'exercer sur des graphiques pour comprendre les changements saisonniers et d'identifier les facteurs influençant les changements saisonniers de température.

Activités transverses

Etudes atmosphériques : comment construire une carte de température donnera aux étudiants tout le savoir faire nécessaire pour créer leur carte locale ou régionale de température.

La Terre, un sujet d'étude global : échelle locale et régionale introduira les facteurs de vent et de courants océaniques dans votre analyse globale des changements saisonniers de température

Contexte

Pendant cette activité, les étudiants utilisent les outils de visualisation GLOBE pour observer les caractéristiques saisonnières des données régionales et mondiales de température. Le but est d'introduire les concepts de variations saisonnières à l'échelle globale et d'apprendre à utiliser l'outil de cartographie GLOBE afin d'observer les caractéristiques globales des données.

NB: Certaines régions ne pourront être étudiées par manqué de stations de mesure.

Pour l'instant, certaines régions (comme les Etats Unis et l'Europe) ont un grand nombre de stations de mesure tandis que d'autre en ont moins. Ainsi, la base de données est très riche pour certaines régions et pas assez fournie pour une étude détaillée pour d'autres. Cette activité prend en compte cette contrainte en proposant des analyses globales et locales là où des données suffisantes sont disponibles. Enfin, au fur et à mesure que la base de données s'étoffera, vos étudiants pourront effectuer de plus en plus d'études globales.

Cartographier à l'aide de l'outil de visualisation GLOBE

(cf cartes couleur Figure EA-S3-1 à EA-S3-8). Les visualisations GLOBE affichent les données des étudiants sur les cartes. Ces visualisations sont des outils particulièrement efficaces et peuvent être utilisés pour aider les étudiants à effectuer une grande variété d'analyses. En pratique, vous sélectionnez une région que vous voulez afficher, le type de données, la période de l'année ainsi que le moment de la journée. Le logiciel GLOBE s'occupe ensuite de créer la carte correspondante et l'envoie via Internet.

Deux types de cartes peuvent être obtenues : des cartes de points et des cartes de courbes de niveau.

La figure EA-S3-1 est une carte de points. Chaque point correspond à une station de mesure dont la couleur donne une indication de température. Ce type de carte est idéal dans le cas où vous souhaitez savoir où se situent les stations de mesure et analyser individuellement les données.

La figure EA-S3-2 est une carte de courbes de niveaux. Cette carte utilise des données brutes pour créer les courbes de niveaux. Ce type de carte est idéal si vous souhaitez détecter des caractéristiques dans les données. L'échelle de température vous donne une indication de température pour chaque bande de couleur. Certaines régions ne sont pas colorées par manque de données.

Pour ces activités, nous recommandons les courbes de niveaux puisque les tendances globales nous intéressent plus que les données ponctuelles. Vos étudiants s'intéresseront d'abord aux formes des courbes de température (par exemple en observant où une bande de température croise l'équateur) pour apprendre rapidement à travailler avec des courbes de niveaux qui sont des représentations que l'on trouve souvent dans les media et dans les revus scientifiques.

Si vos étudiants ont des difficultés, il est possible de les faire travailler sur des cartes de points pour qu'ils obtiennent eux même des courbes de niveaux. Il faut tout d'abord identifier les points dans chaque intervalle de température en les coloriant d'une couleur spécifique. Ensuite, il suffit de dessiner les zones de température en rassemblant les points de même couleur.

Les températures varient d'un endroit à l'autre du globe

Vos étudiants commencent par afficher les températures courantes, relevées par les étudiants du monde entier. Par exemple, la figure EA-S3-3 montre une carte permettant de visualiser toutes les données relevées par les stations de mesure. Les étudiants devront analyser la carte, à la recherche de caractéristiques globales. Pour cette carte, on notera les points suivants :

1. Il y a des lacunes de données par endroit puisque certaines régions du monde n'ont pas d'école GLOBE. La couverture mondiale s'améliorera au fil du temps.
2. Puisque les données datent de décembre, il fait globalement plus froid dans l'hémisphère Nord que dans l'hémisphère Sud.
3. Les variations de forme des courbes de niveaux peuvent s'expliquer par le temps à cet instant donné et par les climats locaux (par exemple, il fait plus chaud en France qu'au Nord Est des Etats-Unis pourtant situés à la même latitude).

Les caractéristiques thermiques sont plus précises avec des cartes régionales

Quand vous zoomez sur une région, vous avez accès à plus de détails, vous permettant ainsi d'observer des caractéristiques régionales plus facilement. Les figures EA-S3-5 à EA-S3-8 illustrent les différences saisonnières observées pour une région donnée. Ainsi:

1. Il fait généralement plus chaud en été qu'en hiver.
2. Les variations locales de température dépendent de la période de l'année (par exemple, les courbes de températures le 21 juin diffèrent de celles du 21 septembre.

Vos étudiants peuvent aller plus loin en analysant les variations saisonnières à partir d'autres types de données (type et quantité de précipitations, humidité du sol, température de l'eau). Vos étudiants peuvent aussi étudier l'impact de la géographie et le relief locaux sur les variations de température.

La forme des courbes de niveaux varie d'une saison à l'autre

Lorsque vos étudiants auront affiché les cartes de température observée à quatre périodes différentes de l'année, ils seront capables d'observer les variations saisonnières des températures à l'échelle mondiale (cf cartes ci-dessous). Pour une analyse plus détaillée, il est possible d'afficher les données de chaque mois de l'année.

Pour les figures EA-S3-5 à EA-S3-8, on peut remarquer les faits suivants :

1. Il fait généralement plus chaud en été et plus froid en hiver.
2. L'automne et le printemps présentent des caractéristiques thermiques équivalentes.
3. Quelque soit la saison, il fait plus chaud vers le Sud.

Que faire et comment le faire

NB: Il est préférable de faire travailler les étudiants autour d'un ordinateur pour qu'ils exploiter directement les cartes affichées. Sinon, vous pouvez imprimer les cartes GLOBE puis faire des photocopies pour chaque élève ou pour chaque groupe d'étudiants.

Etape 1. Afficher une carte mondiale de températures récentes

La base de données GLOBE vous donnera accès aux températures récentes (mini ou maxi) de toutes les stations de mesure et vous permettra d'afficher une carte de points et/ou une carte de courbes de niveaux. Les plus récentes données sont celles de la veille.

Etape 2. Les étudiants observant les cartes mondiales de température.

Commencez par la carte de points. Laissez les étudiants examiner la carte. Commencez par vos données représentées par un point coloré (la couleur correspondant à la température).

Ensuite, regardez d'autres sites et comparer leur localisation et leur température aux vôtres. Trouvez d'autres écoles ayant la même température, trouvez une école sur chaque continent, puis trouvez le site de mesure le plus chaud et le plus froid.

Vous remarquerez que certaines régions possèdent de nombreux sites de mesure GLOBE tandis que d'autres très peu. Vos étudiants auront d'autant plus de facilité à identifier des formes caractéristiques des courbes de niveaux sur des régions denses en stations de mesure. Vous pouvez en profiter pour leur faire remarquer l'importance d'avoir un grand nombre de points de mesure.

Ensuite faites observer les schémas de températures mondiales. Les étudiants pourront remarquer que :

1. Il fait plus chaud dans les régions équatoriales et plus froid quand on se décale vers les pôles.
2. L'hémisphère Nord est plus chaud que l'hémisphère Sud ou vice-versa.

Etape 3. Les étudiants zooment pour observer les variations régionales et saisonnières.

Demander à vos étudiants quelle serait la carte de température mondiale à différentes périodes de l'année. Cette discussion peut en effet aider les étudiants à saisir les caractéristiques saisonnières globales et à faire leurs propres prédictions. Elle vous sera aussi utile puisqu'elle permettra d'apprécier les connaissances de vos étudiants aussi bien que leurs fausses idées.

Invitez vos étudiants à zoomer sur différentes régions du monde. Faites leur sélectionner des régions où les données sont suffisantes puis demander leur une carte de courbes de niveaux pour ces régions. Assurez-vous que vos étudiants comprennent ce que représente une carte de courbe de niveaux. (mêmes données que les cartes de points mais présentées sous forme de bandes de température). Demandez leur quelles formes et motifs ils identifient sur les cartes de niveaux.

Sélectionnez maintenant des cartes de la même région sur quatre périodes distinctes de l'année pour leur permettre d'identifier les variations saisonnières.

Demandez à vos étudiants quels seraient les jours qui représenteraient le mieux les quatre saisons de l'année et discutez avec eux de leurs suggestions. Vous pouvez soit partir d'une date proposée par un élève soit guider leur réflexion vers les jours d'équinoxe et de solstice dont vous pourrez expliquer la signification. Une autre solution consiste à étudier les données de 12 jours (un jour par mois), apportant une analyse plus précise des variations annuelles de température.

Accédez aux données des quatre jours puis affichez les (si possible imprimez les puis faites des copies).

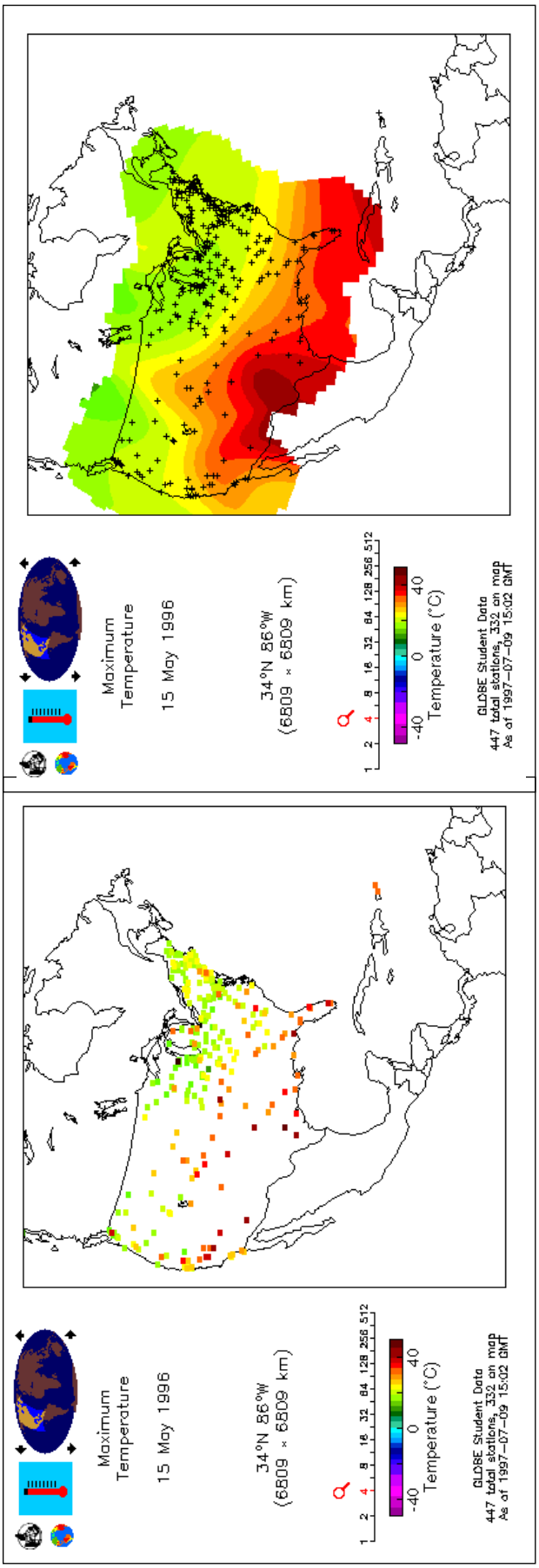
Faites ensuite travailler vos étudiants sur les cartes. Quels points communs constatent-ils d'une saison à une autre ? Quelles différences ? Le but est ici de développer l'esprit de recherche à vos étudiants donc n'hésitez pas à les laisser réfléchir seul ou en petits groupes.

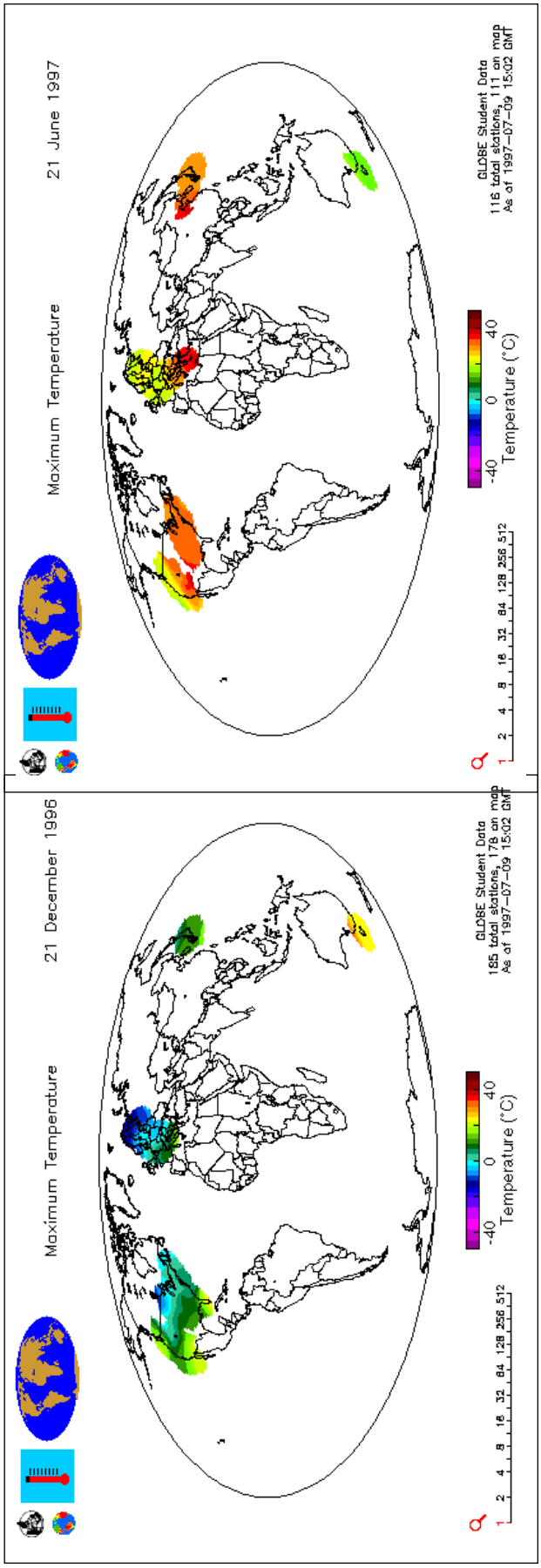
Discutez de leurs propositions. Ils pourront observer les faits suivants :

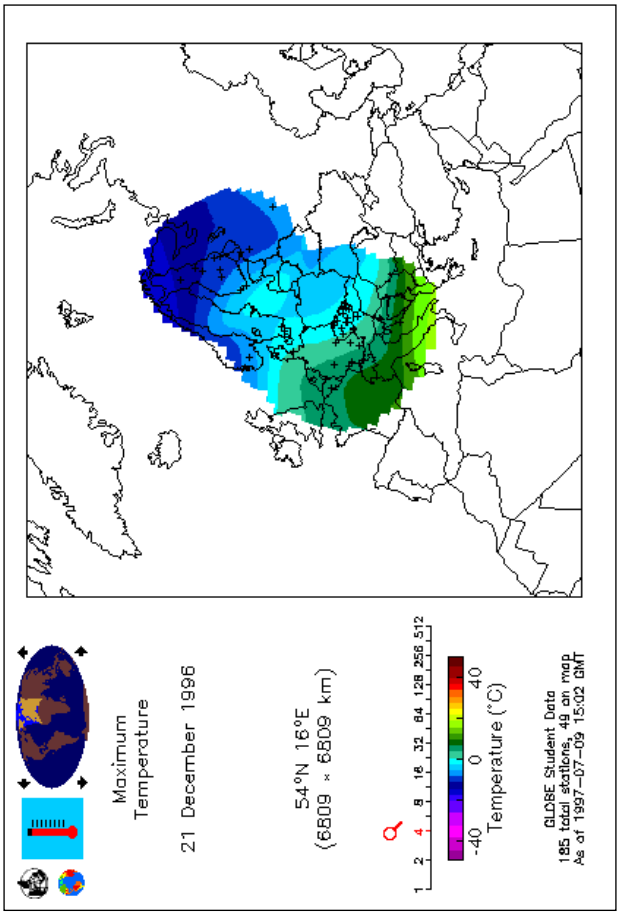
1. Une saison a tendance à être plus chaude que les autres.
2. Quelque soit la saison, il fait globalement plus chaud à proximité de l'équateur.
3. On constate des variations de temps tout au long de l'année. Les formes des bandes de température peuvent varier d'un jour à l'autre.
4. On constate des différences de température pour des sites de même latitude.

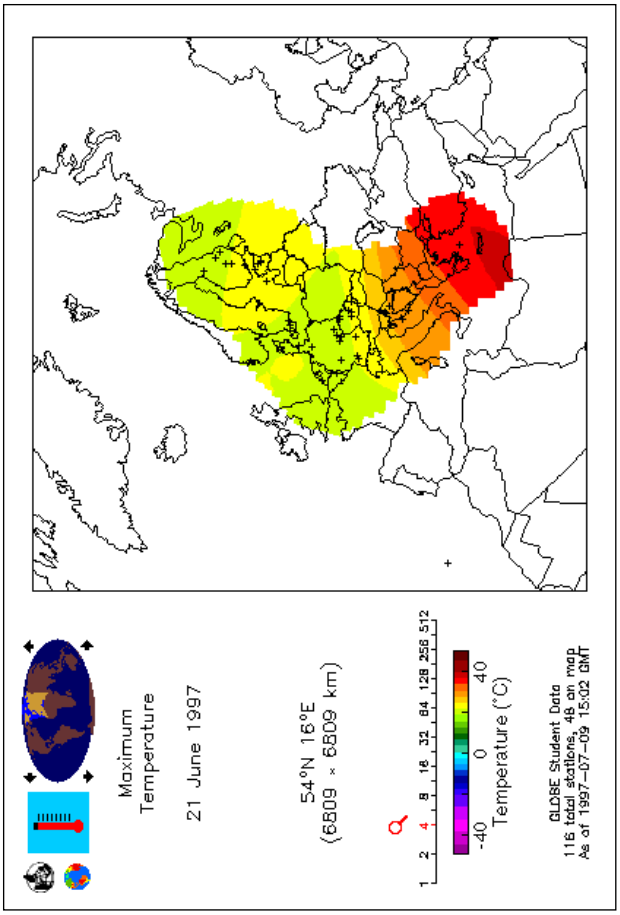
Demandez aux étudiants de faire des propositions d'explication de ces variations. Par exemple, ils peuvent comprendre que l'hémisphère Nord et Sud ont des saisons opposées et constater que les conditions météo locales ont un impact sur les variations saisonnières (les régions côtières ont globalement des températures plus stables tout au long de l'année).

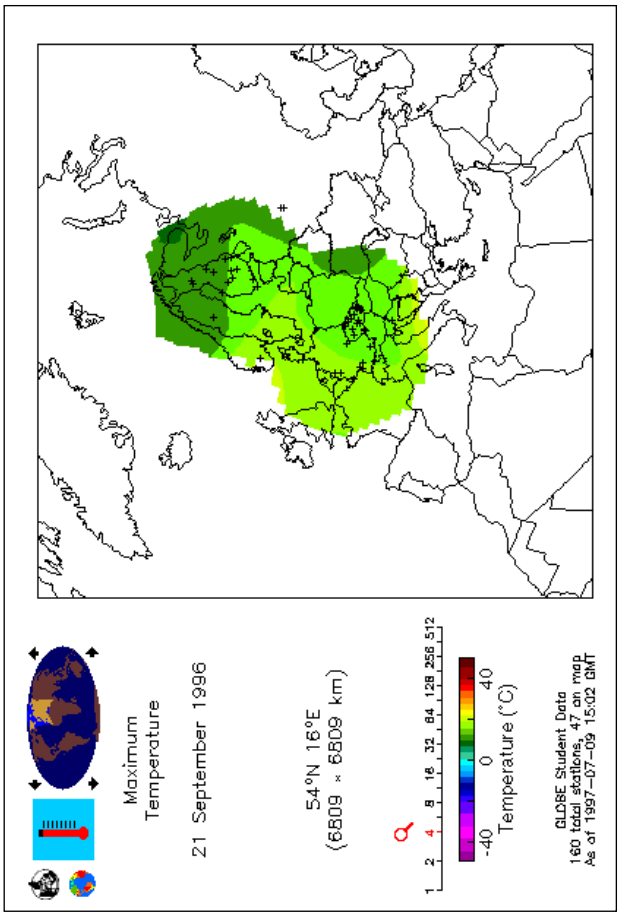
Etape 4. Les étudiants comparent les tableaux de données, les cartes et les graphiques. (cf figures EA-S3-9 à EA-S3-11)
Les étudiants utilisent les cartes GLOBE pour cette activité. Pour les autres activités, les étudiants


Maximum
Temperature
15 May 1996
34°N 86°W
(6809 × 6809 km)
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512
-40 0 40
Temperature (°C)
GLOBE Student Data
447 total stations, 332 on map
As of 1997-07-09 15:02 GMT


Maximum Temperature
21 December 1996
Maximum Temperature
21 June 1997
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512
-40 0 40
Temperature (°C)
GLOBE Student Data
185 total stations, 178 on map
As of 1997-07-09 15:02 GMT
GLOBE Student Data
116 total stations, 111 on map
As of 1997-07-09 15:02 GMT


Maximum
Temperature
21 December 1996
54°N 16°E
(6809 × 6809 km)
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512
-40 0 40
Temperature (°C)
GLOBE Student Data
185 total stations, 49 on map
As of 1997-07-09 15:02 GMT


Maximum
Temperature
21 June 1997
54°N 16°E
(6809 × 6809 km)
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512
-40 0 40
Temperature (°C)
GLOBE Student Data
116 total stations, 48 on map
As of 1997-07-09 15:02 GMT


Maximum
Temperature
21 September 1996
54°N 16°E
(6809 × 6809 km)
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512
-40 0 40
Temperature (°C)
GLOBE Student Data
160 total stations, 47 on map
As of 1997-07-09 15:02 GMT

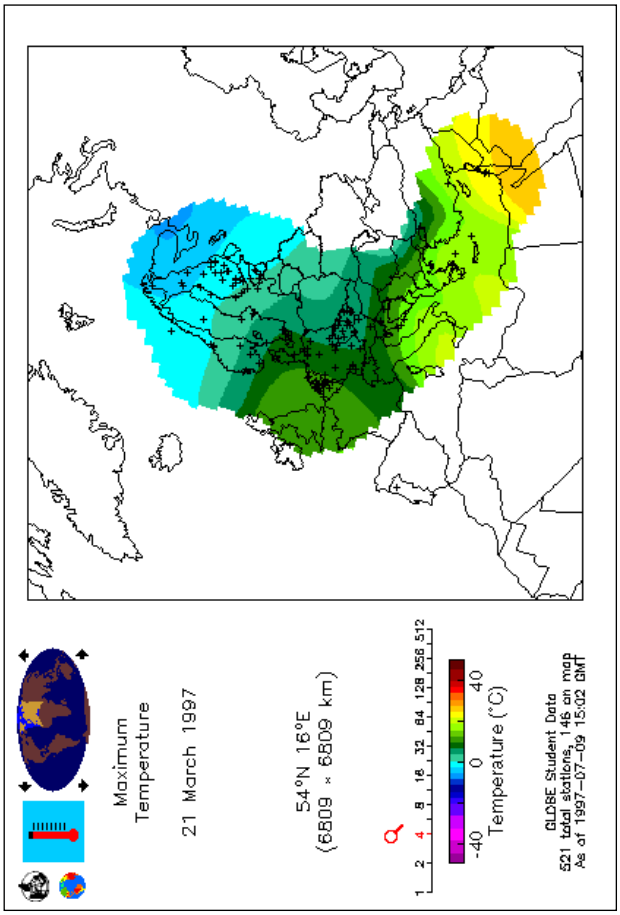

Maximum
Temperature
21 March 1997
54°N 16°E
(6809 × 6809 km)
1 2 4 8 16 32 64 128 256 512
-40 0 40
Temperature (°C)
GLOBE Student Data
521 total stations, 146 on map
As of 1997-07-09 15:02 GMT

Figure EA-S3-9: Cartes

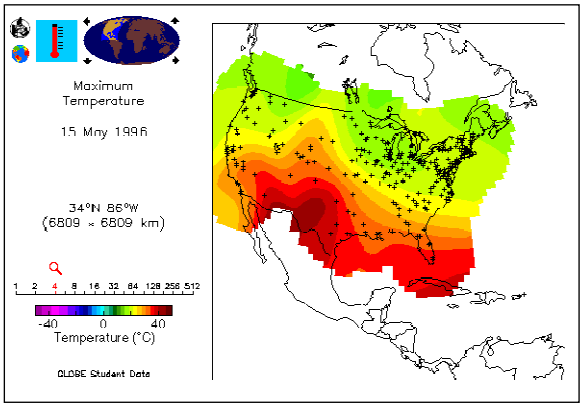


Figure EA-S3-10: Graphiques

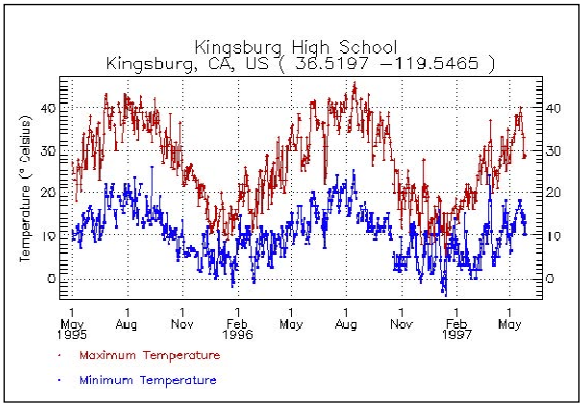


Figure EA-S3-11: Tableaux de données

Température de l'atmosphère						TEMPERATURE		
MG	DATE	HEURE	LAT	LONG	ALT	ACT	MAX	MIN
AT	97/07/07	20	47.6589	-117.4250	675	24.0	34.0	12.0
AT	97/07/07	19	32.2217	-110.9258	836	36.1	41.7	25.6
AT	97/07/07	19	36.5197	-119.5463	27	34.0	39.0	17.0
AT	97/07/07	19	33.7769	-118.0386	7	24.0	24.5	17.0
AT	97/07/07	19	45.4556	-112.1961	1594	29.0	29.0	7.0
AT	97/07/07	18	33.7769	-118.0386	7	23.0	26.0	16.0
AT	97/07/07	18	40.7608	-111.8903	1711	29.0	34.0	16.0
AT	97/07/07	18	47.6064	-122.3308	67	21.0	-99.0	-99.0
AT	97/07/07	17	57.7883	-152.4030	35	12.0	15.0	11.0
AT	97/07/07	17	35.8422	-90.7042	69	31.0	31.5	17.5
AT	97/07/07	17	39.7683	-86.1581	259	28.0	-99.0	-99.0
AT	97/07/07	17	39.2403	-76.8397	57	30.0	-99.0	-99.0
AT	97/07/07	17	44.8817	-69.4458	88	28.0	30.0	7.5
AT	97/07/07	17	39.7558	-77.5782	375	27.0	27.0	16.0

utilisent les graphiques ou les tableaux de données. L'utilisation de ces trois types de données permet aux étudiants de visualiser, comprendre et interpréter les données. Faites identifier ces trois types de données à vos étudiants et demandez leur ce qu'il représente. A ce niveau, il est conseillé de discuter avec les étudiants des avantages et inconvénients de chacune des ces représentations de données.
Par exemple, les étudiants peuvent remarquer les points suivants :

Les cartes illustrent les variations spatiales des données. Remarquez par exemple les caractéristiques de température à l'échelle mondiale et régionale, telles que les températures plus chaudes à proximité de l'équateur.

Les graphiques illustrent les variations temporelles des données. Remarquez par exemple les températures plus chaudes en été qu'en hiver pour un endroit donné.

Les tableaux de données affichent des données dans un tableau. Vous pouvez ainsi trouver n'importe quelle donnée pour n'importe quel site, par exemple la température, la quantité de précipitation pour une ville donnée.

Affichez une copie de la carte du graphique et du tableau de données sur un chevalet de telle sorte que les étudiants puissent écrire sur chaque type de support. Par exemple, ils peuvent être amenés à inscrire le jour le plus froid de l'année sous le graphique ou l'endroit le plus froid du monde sur la carte. Faites leur écrire les questions susceptibles d'avoir une réponse grâce à ce type de support.

Vous pourrez être amenés à revoir cette comparaison des différents types de données au fur et à mesure des analyses effectuées par les étudiants (étape 5 par exemple). Les étudiants doivent s'assurer d'utiliser le type de données le plus approprié pour leur analyse.

Etape 5. Les étudiants effectuent leurs analyses en adoptant une approche scientifique.

Il y a plusieurs façons d'effectuer des analyses. Par exemple :

- Imprimez les cartes de température sur deux jours consécutifs (21 et 22 juin par exemple). Les étudiants peuvent alors observer les variations à court terme et les comparer par rapport aux variations saisonnières à long terme. Par exemple, ils pourront voir les légères différences de formes des bandes de température d'un jour à l'autre et les différences majeures de températures d'une saison à une autre.
- Choisissez deux sites pour une comparaison plus détaillée. Par exemple, les étudiants peuvent constater qu'une ville du rivage méditerranéen subit moins de variations entre l'été et l'hiver qu'une ville du Canada par exemple. Cela est dû à la mer Méditerranée qui a un effet modérateur sur les variations de température. Dans ce cas, quels autres sites côtiers ont des variations modérées de température ?
- Affichez d'autres données sur les cartes, telles que la quantité de précipitations. Les étudiants peuvent comparer les chutes de neige en été et en hiver et comparer l'hémisphère Nord/Sud.

Pour chacune de ces pistes, assurez-vous que les étudiants adoptent une démarche scientifique pour laquelle les étudiants:

1. commencent par analyser les données pour voir quelles caractéristiques et quelles interrogations s'y dégagent.
2. sélectionnent une question potentiellement intéressante.
3. décident quelles sources d'informations peuvent les aider à répondre à leurs questions. Focalisez vous en particulier sur les données GLOBE (exemples précédents bases sur ces données)
4. mènent à bien leurs analyses individuellement ou par équipes.
5. partagent leurs conclusions avec leurs camarades.
6. réfléchissent à de nouvelles questions qui pourraient mener à des analyses plus poussées.

Pour que ce cours soit un succès il faut que les recherches soient vraiment intéressantes pour les étudiants qui doivent porter toute leur attention sur la qualité des réponses qu'ils fournissent. Un des objectifs de ces activités est de stimuler ce genre d'intérêt. En ce sens, ces activités ont non seulement leur valeur intrinsèque, mais aussi

servent de base à de futures recherches.

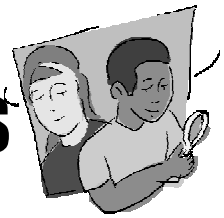
Evaluation

Pendant ce cours, les étudiants ont compris l'évolution saisonnière des températures mondiales. Ils ont aussi appris à se servir du logiciel GLOBE. Pour évaluer la progression des étudiants, procédez de la façon suivante :

1. Demandez aux étudiants d'utiliser le serveur de données GLOBE pour créer une carte de courbe de niveau de températures datant du 15 juillet et du 15 janvier (ces données sont proches des températures extrêmes de l'hiver et de l'été mais différentes des cartes déjà exploitées). Vérifiez que chaque élève est capable de faire cette tâche correctement. En observant les étudiants au fur et à mesure des activités, vous devriez avoir une idée des capacités de chaque élève et d'identifier quels sont ceux qui ont des problèmes.

2. Si possible, imprimez les cartes correspondantes au 15 juillet et au 15 janvier et faites en des photocopies pour les étudiants. Sinon, utilisez les cartes de températures du 21 décembre et du 21 juin. Ensuite faites identifier à vos étudiants celle qui correspond à l'hiver et celle qui correspond à l'été. Si vous souhaitez aller plus loin, vous pouvez imprimer les cartes mensuelles sur une période de 6 mois et faire deviner l'ordre successif des cartes aux étudiants. Demandez-leur enfin d'écrire les indices qui leur ont permis de trouver la séquence.

S4 : Modélisons les raisons des changements saisonniers



Objectif général

Comprendre l'origine des saisons sur Terre avec une attention particulière sur l'inclinaison de la Terre et sur sa forme sphérique.

Objectif spécifique

Les étudiants apprennent comment la lumière du soleil se diffuse aux différents moments de l'année en fonction des solstices et des équinoxes. Les élèves feront des recherches sur le rôle de l'inclinaison de la Terre dans la diffusion de la lumière du soleil en modélisant différentes inclinaisons grâce à un polyèdre en 3D qu'ils auront construit avec du papier. Ils calculeront les intensités solaires relatives reçues par les hémisphères Nord et Sud afin de comprendre les différences de saisons entre les hémisphères.

Compétences

Les étudiants pourront expliquer correctement comment l'inclinaison de la Terre crée les saisons.

Les étudiants pourront interpréter les effets d'un changement d'inclinaison de la Terre sur les saisons et sur le climat mondial.

Les étudiants peuvent utiliser une visualisation en couleur et des modèles dans l'espace pour comprendre les phénomènes et résoudre leurs problèmes.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'espace

Les saisons

Les saisons résultent d'une variation de l'ensoleillement due à l'inclinaison de la Terre sur son axe de rotation.

Le soleil est la source principale d'énergie à la surface la Terre.

L'ensoleillement pilote les courants atmosphériques et océaniques.

Le soleil est une source indispensable d'énergie pour les phénomènes qui ont lieu à la surface de la Terre.

Sciences physiques

Le soleil est la principale source d'énergie responsable des changements à la surface de la Terre.

Sciences de la vie

La lumière du soleil est la principale source d'énergie pour les écosystèmes.

L'énergie utilisée par les écosystèmes provient principalement du soleil.

. Les systèmes vivants nécessitent une source continue d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique

Compétences scientifiques

Modéliser et analyser des relations tridimensionnelles qui varient avec le temps.

Analyser des comportements avec une visualisation en couleur.

Assembler un modèle tri dimensionnel à partir d'un plan.

Utiliser des outils et des techniques appropriés.
Développer des explications et des prédictions en utilisant des preuves.

Identifier et analyser des explications intermédiaires.

Utiliser l'outil mathématique pour analyser les données.

Communiquer les résultats et les explications.

Durée

Deux à trois périodes de classe de 45 minutes.

Niveau

Moyen, secondaire.

Matériel et outils

Un globe terrestre (sinon une sphère telle qu'un ballon peut être utilisée).

Un rétro projecteur et des transparents pour les discussions en classe.

Des feuilles de papier pour le polyèdre 3D à assembler, une copie du cercle d'ensoleillement, un rapporteur, une paire de ciseaux, et une cassette pour chaque groupe.

Préparation

Une grille photocopiée sur un transparent (Figure EA-S4-3).

Assembler un modèle de polyèdre 3D à partir du modèle papier.

Diviser les étudiants par groupe de 2 ou 3.

Pré requis

Les étudiants doivent être familiers avec l'utilisation de visualisations en couleurs. *Apprendre à utiliser une visualisation: Un exemple avec élévation et température* et *concevez vos propres activités d'apprentissage de visualisation* dans le chapitre *Atmosphère*, sont recommandés.

Contexte

Beaucoup d'endroits sur Terre subissent des changements de saison au cours de l'année. En différents endroits, le temps peut être chaud, froid, pluvieux ou sec en fonction de la saison. La durée du jour peut aussi varier : les latitudes près des pôles bénéficient de près de 24 h d'ensoleillement au pic de l'été et près de 24 h de nuit au pic de l'hiver. Au tour du monde, les gens, les plantes, et les animaux sont adaptés aux types de variations climatiques qui se produisent dans leur région.

Qu'est ce qui est à l'origine des saisons ? Les changements saisonniers, dont la température et la durée du jour, indiquent que la lumière du soleil reçue par la Terre varie à la fois au cours de l'année mais aussi aux différentes latitudes. Mais les raisons peuvent être difficiles à comprendre.

La première explication que beaucoup de gens donnent est que le soleil est à des distances différentes de la Terre qui est sur son orbite elliptique. Cela semble avoir du sens de dire qu'il serait l'été lorsque le soleil est proche et l'hiver lorsque le Terre est éloignée du Soleil. Après tout, vous sentez plus la chaleur lorsque vous êtes assis plus près du feu. Mais alors comment expliquer que les saisons sont opposées entre l'hémisphère Nord et le Sud et encore plus extrêmes aux hautes latitudes qu'à l'équateur ?

La plus grosse raison pour expliquer les saisons est en fait l'inclinaison de la Terre. Ceci, couplé avec la forme sphérique de la Terre influe sur l'intensité du soleil reçue aux différentes latitudes et aux différents moments de l'année. Dans la mesure où l'inclinaison de la Terre n'est pas quelques choses que l'on peut sentir directement, il est plus facile d'en comprendre les effets par des visualisations. Dans cette activité, nous allons utiliser des visualisations en couleurs et des modèles en 3 dimensions pour voir comment l'inclinaison de la Terre et sa forme sphérique ont un effet sur les saisons.

Voici d'abord quelques concepts importants :

1. La Terre reçoit l'énergie du soleil sous forme d'insolation.

Les scientifiques appellent l'énergie qui vient du soleil *insolation* (IN de l'anglais Incoming, venir, et de SOLeil). Cette énergie donne à la Terre à la fois de la chaleur et de la lumière. Dans la mesure où la Terre tourne chaque jour sur son axe de rotation, (la ligne invisible qui va du pôle Nord au pôle Sud), les côtés de la Terre face au soleil reçoivent une insolation directe et suivent le rythme de la lumière du jour- éclairement et températures plus chaudes- pendant que la face opposée au soleil est dans la nuit.

2. La Terre est inclinée d'environ 23.5° dans sa rotation autour du soleil

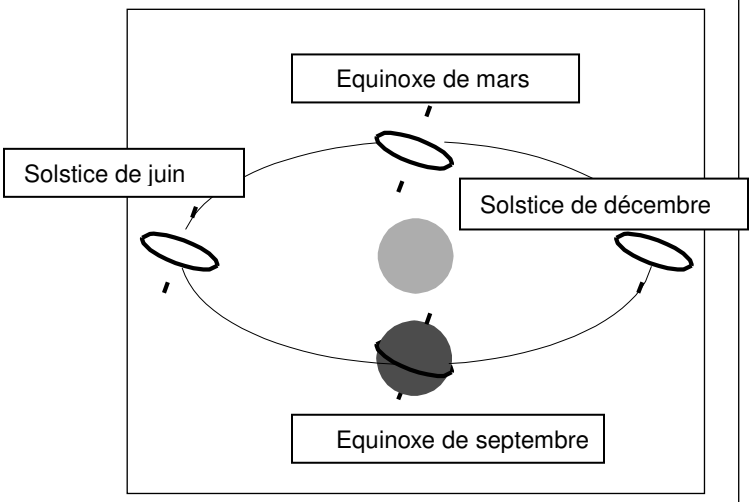
Puisque la Terre fait une rotation tous les ans autour du soleil, elle ne reste pas immobile. En d'autres mots, pour tourner, son axe de rotation n'est pas exactement vertical. Les scientifiques expliquent cela mathématiquement en disant que la Terre est inclinée de 23.5° sut le plan où elle orbite autour du soleil.

3. L'inclinaison de la Terre reste constante au cours de l'orbite autour du soleil.

L'inclinaison de la terre joue sur la quantité d'insolation reçue par le soleil à des latitudes particulières. Par exemple, à certains moments de l'année, le pôle Nord est incliné vers le soleil. (voir Figure EA-S4-1, le solstice de juin), et à d'autres moments, elle est inclinée à l'opposée du soleil. (voir Figure EA-S4-1, le solstice de décembre). Regardons plus particulièrement cet effet à deux moments précis : à l'équinoxe et au solstice.

Equinoxe (nuits de même durée). Nous considérons les deux équinoxes du printemps et de l'automne comme les deux jours de l'année où la durée du jour et de la nuit sont les mêmes partout sur Terre. Dans l'hémisphère Nord, l'équinoxe vernale (printemps) se produit autour du 21 mars et celle d'automne est autour du 23 septembre.

Figure EA-S4-1: Effet de l'inclinaison de la Terre



La distance entre la Terre et le soleil reste globalement constante tout au long de l'année. L'inclinaison de la Terre reste aussi constante. Aux solstices, l'hémisphère dirigé vers le soleil est en été.

A ces périodes, les deux hémisphères reçoivent la même quantité d'insolation du soleil. Regardez la figure AE-S4-1. Aux équinoxes, la lumière du soleil illumine les deux hémisphères en même temps. Si vous regardiez la Terre depuis le soleil, vous pourriez voir la même quantité d'insolation pour les deux hémisphères, centrés sur l'équateur. C'est pourquoi, à l'équinoxe, la même durée d'ensoleillement est reçue par chacun des hémisphères.

Solstice (longue exposition). Le solstice est le moment où un hémisphère a ses jours les plus longs et l'autre les jours les plus courts. Cela se produit deux fois dans l'année, le 22 juin et le 21 décembre. Le mot solstice provient de SOLeil et de l'anglais « still » signifiant "stand still » rester. On dit cela car le soleil semble rester dans le ciel lorsqu'il a atteint le point le plus haut à midi (en été) ou le plus bas (en hiver).
Les solstices sont dus à l'inclinaison de la Terre. Sur la Figure EA-S4-1, regardez l'image nommée solstice de Décembre. Dans ce cas, le pôle Nord est éloigné du soleil, cela se produit donc parce que la Terre tourne autour de son axe de rotation et que l'hémisphère Nord ne reçoit jamais directement la lumière du soleil. Néanmoins, le pôle Sud est incliné vers le soleil, il a donc les jours les plus longs de l'année. Au solstice de juin, l'opposée se produit : le pôle Nord est incliné vers le soleil, et le Sud est à l'opposée.

4. L'énergie du soleil se répand de manière non uniforme à sa surface de la Terre à cause de sa forme sphérique :
Si les pôles ont des journées d'ensoleillement de 24h pendant leur été, pourquoi sont-ils beaucoup plus froid que l'équateur ? La raison est que l'intensité du soleil n'est pas la même en tous les points de la surface de la Terre. La lumière du soleil se répand sur une sphère et non sur une surface plane. Si la Terre était un cercle (donc en deux dimensions), elle recevrait une quantité d'énergie égale en tous les points. Mais parce que la terre est sphérique, la même quantité d'énergie reçue sur 1 mètre carré de la Terre où l'incidence est perpendiculaire couvre une surface au sol beaucoup plus importante à un endroit de la Terre où l'angle d'incidence des rayons est plus faible.

5. L'insolation est plus forte là où la lumière arrive en faisant un angle de 90° avec la surface de la Terre.

Pour un moment donné, la terre reçoit l'insolation la plus directe aux latitudes où les rayons de lumière ont un angle d'incidence perpendiculaire au sol. Lorsque cet angle varie depuis 90°, l'énergie reçue se répand sur une surface plus grande et donc l'énergie par mètre carré diminue.

A l'équinoxe, (voir Figure EA-S4-1), la lumière arrive sur Terre avec un angle de 90° à l'équateur. Pour un solstice, lorsque la Terre est inclinée vers ou à l'opposée du soleil, les rayons de soleil arrivent à la perpendiculaire à la surface du sol pour les latitudes des Tropiques. (23.5° Nord ou 23.5° Sud).
Dans l'activité qui suit, vous allez utiliser un modèle pour explorer comment l'inclinaison de la Terre et sa forme sphérique ont un effet sur la quantité et l'intensité de la lumière reçue à un latitude donnée, ce qui induit les changements saisonniers.

Que faire et comment le faire

Dans cette activité, les étudiants vont comprendre les effets de l'inclinaison de la Terre en utilisant un modèle en trois dimensions, ils vont estimer l'influence d'une variation de l'inclinaison sur la quantité d'ensoleillement reçue par les hémisphères Nord et Sud en différentes saisons.

1. Demandez aux étudiants quelles sont, selon eux, les raisons de l'existence des saisons.

2. Menez une discussion en classe pour introduire les concepts importants de l'inclinaison de la Terre et de la propagation de la lumière sur une surface sphérique.
3. Représentez aux étudiants l'activité en utilisant un polyèdre à vingt faces (icosaèdre) comme modèle de la Terre.
4. Chaque équipe d'étudiants assemble un icosaèdre.
5. En travaillant en petits groupes, les étudiants utilisent leur propre modèle et leurs propres feuilles de travail pour comparer les effets attendus des différentes inclinaisons de la Terre : pas d'inclinaison, inclinaison actuelle (23.5°) et inclinaison plus grande que l'actuelle : 45°.
6. Analysez les résultats en classe entière.

Cette activité peut être poursuivie après deux ou trois périodes de classe. Ci-dessous, une décomposition du travail qui nécessite 2 périodes et demie:

- Menez l'étape 1 jusqu'à la fin de la première période et faites lire aux étudiants le paragraphe *Introduction* comme devoir à la maison.
- Faites les étapes 2 à 4 pendant la deuxième période puis les étapes 5 et 6 pendant la troisième.

Etape 1. Sollicitez les idées intuitives des étudiants

Commencez à parler de changements de saisons en traitant des différences visibles entre les saisons dans votre région, sollicitez les idées des élèves à propos de ce qui provoque ces changements de saisons Dans la mesure où les changements font partie des choses que la majeure partie des gens ont déjà vu, beaucoup d'élèves auront déjà des idées sur la question. Listez ces raisons et discutez les: vous pourrez aussi relire cette liste et rediscutez ces raisons à la fin de l'activité afin de voir comment ont évolué les idées des étudiants. Plusieurs idées reçues sont les suivantes:

• *A cause de la forme elliptique de son orbite, la distance entre la Terre le soleil varie au cours de l'année.* Il semble logique de croire que l'été la Terre est plus proche du soleil. Et l'hiver, plus loin. La question à considérer : les saisons sont elles les mêmes dans l'hémisphère Nord et dans le Sud (comme impliqué dans ce modèle)? La Terre est relativement proche du soleil en deux points de sa trajectoire; pourquoi n'y a t-il pas deux étés par an?

• *L'inclinaison de la Terre cause les saisons.* Si les étudiants suggèrent cette raison, allez plus loin. Souvent, une croyance sous jacente est de continuer de penser que c'est lié à la distance relative du soleil : l'hémisphère incliné vers le soleil aura un été car les rayons du soleil sont plus fort lorsque l'on se rapproche. D'autres élèves pourraient croire que l'inclinaison de la Terre varie, ce qui cause les changements de saisons.

Etape 2. Présentez les concepts d'inclinaison et de diffusion d'énergie sur la Terre.

Cette présentation possède trois parties:

• Présentez une visualisation en couleur du changement des saisons.

• Utilisez une sphère pour illustrer les effets de l'inclinaison de la terre sur son orbite.

• Utilisez un rétro projecteur pour montrer comment se répand l'insolation du soleil sur la Terre.

1. Présentez une visualisation en couleur du changement des saisons.

En utilisant un transparent en couleur ou une copie de la figure EA-S4-2, amenez les étudiants vers cette démonstration sera faite plus loin.

• La répartition de l'insolation pour les deux hémisphères est rigoureusement opposée aux solstices alors qu'un hémisphère est en hiver et l'autre en été.

Ceci est un effet de l'inclination de la Terre (voir figure EA-S4-1). Les effets de l'inclinaison seront démontrés ensuite.

2. Utilisez le globe terrestre pour illustrer l'influence de l'inclinaison de la Terre sur son orbite

Pour cette démonstration, utilisez un globe ou une balle si ce dernier n'est pas disponible. Repérez les pôles et l'équateur. La globe soit être maintenu à une inclinaison de 23.5° dans le sens des aiguilles d'une montre. La plupart des globes sont déjà disposés de cette manière.

Cette démonstration va montrer comment la lumière reçue en différents endroits change en fonction de la position de la Terre sur son orbite. La classe représente le soleil, montrer les zones de la terre qu'ils peuvent alors éclairer sur la partie du globe qu'ils voient. (si le problème de l'inclinaison est gênant, faire un dessin en perspective du soleil et de la Terre est un bon outil

pour leur compréhension). Si la configuration de votre classe rend cette démonstration difficile, vous pouvez orbiter autour d'un seul étudiant assis au devant de la classe. Demandez à l'étudiant ce qu'il voit.

• Restez au devant de la classe, tenez le globe terrestre haut et inclinez le de 23.5° dans le sens des aiguilles d'une montre pour que les étudiants voient. Ceci modélise l'équinoxe de septembre. Les étudiants (en tant que « soleil») devraient pouvoir voir les deux pôles clairement, et avoir une vue équivalente des deux hémisphères. Vous pourriez vouloir tourner le globe sur son axe pour représenter la rotation de la Terre chaque jour.

• Maintenant, sans changer l'inclinaison du globe, bougez vers votre droite de ¼ de tour de la pièce pour modéliser le solstice de décembre. Maintenant les étudiants devraient avoir une meilleure vue de l'hémisphère Sud. Le pôle Sud est maintenant pointé vers eux de manière à ce qu'ils puissent voir le pôle Sud même lorsque vous tournez le globe terrestre. (Au milieu de l'été, le soleil ne se lève jamais). Inversement, le pôle Nord est à l'opposée, les étudiants ne verront jamais correctement l'hémisphère Nord même si la Terre tourne autour de son axe.

• Complétez votre orbite en revenant à l'origine (équinoxe de mars) puis allez sur votre gauche pour reproduire le solstice de juin, toujours face à la même direction dans la pièce alors que vous tournez.

• Ramenez l'attention des étudiants vers la figure EA-S4-2. Est ce que cette démonstration a fait comprendre aux étudiants la répartition de l'énergie de la lumière pour chacune des orientations illustrées?

3. Utilisez un rétro projecteur pour illustrer comment l'insolation se répand sur la Terre.

L'inclinaison de la Terre explique les changements de saison entre les deux hémisphères, mais cela n'explique pas le pourquoi d'une différence de l'intensité de la lumière du soleil pour les mêmes latitudes d'un hémisphère. Revenez encore vers la figure EA-S4-2: pourquoi les zones au dessus en en dessous les tropiques sont elles systématiquement plus froides que les zones autour de l'équateur?

La raison est que la lumière se répand de manière non uniforme sur une sphère. Pour montrer ceci, utilisez un transparent avec la grille dessus. Regardez la figure EA-S4-3. Sur cette grille, chaque carré représente une unité constante de l'énergie du soleil.

• D'abord, projetez l'image du transparent directement sur un mur ou un écran, de manière à minimiser la distorsion. Les cellules projetées sur le mur doivent être de même taille et de même forme. Si la Terre était plate, toutes les zones de la Terre qui sont toujours visibles du soleil recevraient la même quantité d'insolation.

• Maintenant, projetez le transparent sur le globe ou sur une balle. La lumière se répand de manière non uniforme sue la surface de la sphère, et chaque cellule à une taille différente. Ceci signifie qu'une unité d'énergie de soleil est étalée sur une plus grande surface aux latitudes élevées.

• Les carrés devraient être plus petits (indiquant l'intensité maximale de l'insolation) là où la lumière rayonne de manière perpendiculaire à la surface de la Terre. Si le globe est tenu droit, ce pont où l'intensité lumineuse est la plus élevée est l'équateur.

• Retournez aux visualisations de la figure EA-S4-2 et demandez aux élèves d'interpréter les figures en respectant la diffusion de la lumière. Si le temps le permet, formez des petits groupes pour interpréter ces figures avant de les discuter en classe entière. Aux équinoxes, où est ce que l'insolation est la plus intense? (à l'équateur). En ce qui concerne les solstices? Il sera peut être difficile de l'interpréter à partir des visualisations mais la plus grande intensité est à 23.5° Nord (au tropique du Cancer) au solstice de juin et à 23.5° Sud (au Tropique du Capricorne) au solstice de décembre. Le élèves doivent être capables de faire le lien avec les images de l'inclinaison de la Terre: pendant les solstices, la lumière atteint la Terre suivant un angle perpendiculaire, pas à l'équateur mais à un tropique. Une autre manière de conduire cette démonstration est inclue dans la section *De plus amples d'informations.*

Etape 3. Présenter l'activité des étudiants

Pour cette étape, vous allez avoir besoin icosaèdre pré assemblé. (Polyèdre à 20faces) pour servir de modèle de Terre, à partir de la figure EA-S4-4. Regardez l'étape 4 de cette activité pour les instructions d'assemblage. En petits groupes, les étudiants vont assembler leur propre icosaèdre de la Terre, et vous l'utiliserez pour calculer l'intensité relative de la lumière du soleil à différents degrés d'inclinaison de la Terre que vous allez maintenant présenter. Vous allez aussi avoir besoin d'un

rapporteur d' étudiants (figure EA-S4-5) suspendu au mur, un cercle d'ensoleillement (figure EA-S4-6) et une copie de la table EA-S4-1 reproduite sur un transparent afin que la classe entière puisse voir. Vous avez déjà montré et discuté des effets de l'inclinaison de la Terre sur l'insolation reçue à des différentes latitudes à différents moments de l'année. Qui au final, crée le changement des saisons. Dans cet exercice, les étudiants vont quantifier cet effet, en calculant l'intensité relative de la lumière dans les deux hémisphères par an suivant plusieurs scénarios : pas d'inclinaison, une inclinaison normale (23.5°) et une inclinaison plus importante : 45°. Vous regarderez le scénario actuel avec la classe entière puis les étudiants élèves complèteront les deux autres scénarios. Ils prédiront comment évolueraient les saisons si l'inclinaison de la Terre était différente.

Organisez l'activité des étudiants comme il suit (les étudiants peuvent suivre sur leur *manuel de travail*) :

1. Expliquer que le cercle d'éclairement représente la répartition de l'énergie lumineuse solaire sur une sphère (le globe) figure EA-S4-6. Comme la grille que vous avez utilisé précédemment que le transparent du rétro projecteur, le cercle est divisé en deux parties qui représentent deux quantités égales d'énergie solaire. Le cercle d'ensoleillement est une représentation en 2 dimensions de ce qui arrive aux carrés de la grille lorsqu'ils étaient projetés sur le globe. Près des pôles, l'énergie se répand sur une grande zone: s'en suit une élongation des secteurs extérieurs du cercle d'ensoleillement.
2. Positionnez l'icosaèdre de manière à représenter correctement l'inclinaison de la Terre à l'aide du rapporteur fixé au mur. Relevez les pôles du modèle de la Terre à l'aide des marques 0° sur le rapporteur; l'équateur devrait être horizontal. Maintenant, tournez la Terre dans le sens des aiguilles d'une montre de 23.5° selon le rapporteur.
3. Commencez à modéliser le solstice de juin. Positionnez le soleil (représenté par le cercle d'ensoleillement) dans son orientation adéquate en fonction de l'inclinaison de la Terre. (voir figure, étape A et B). Tenez le cercle d'ensoleillement, en direction du modèle de la Terre jusqu'à ce qu'il touche en un point.
4. Il est utile de demander aux étudiants de penser à ce que le cercle d'ensoleillement représente. Pensez au cercle comme à une coupe de la lumière venant sur Terre depuis le soleil. La figure EA-S4-7a, l'étape C montre comment la lumière représentée par le cercle se projetterait sur la sphère terrestre. Pendant le solstice de juin, vous pouvez voir qu'une partie importante de la lumière tombe dans l'hémisphère Nord, et qu'aucune lumière n'arrive sue le pôle Sud.

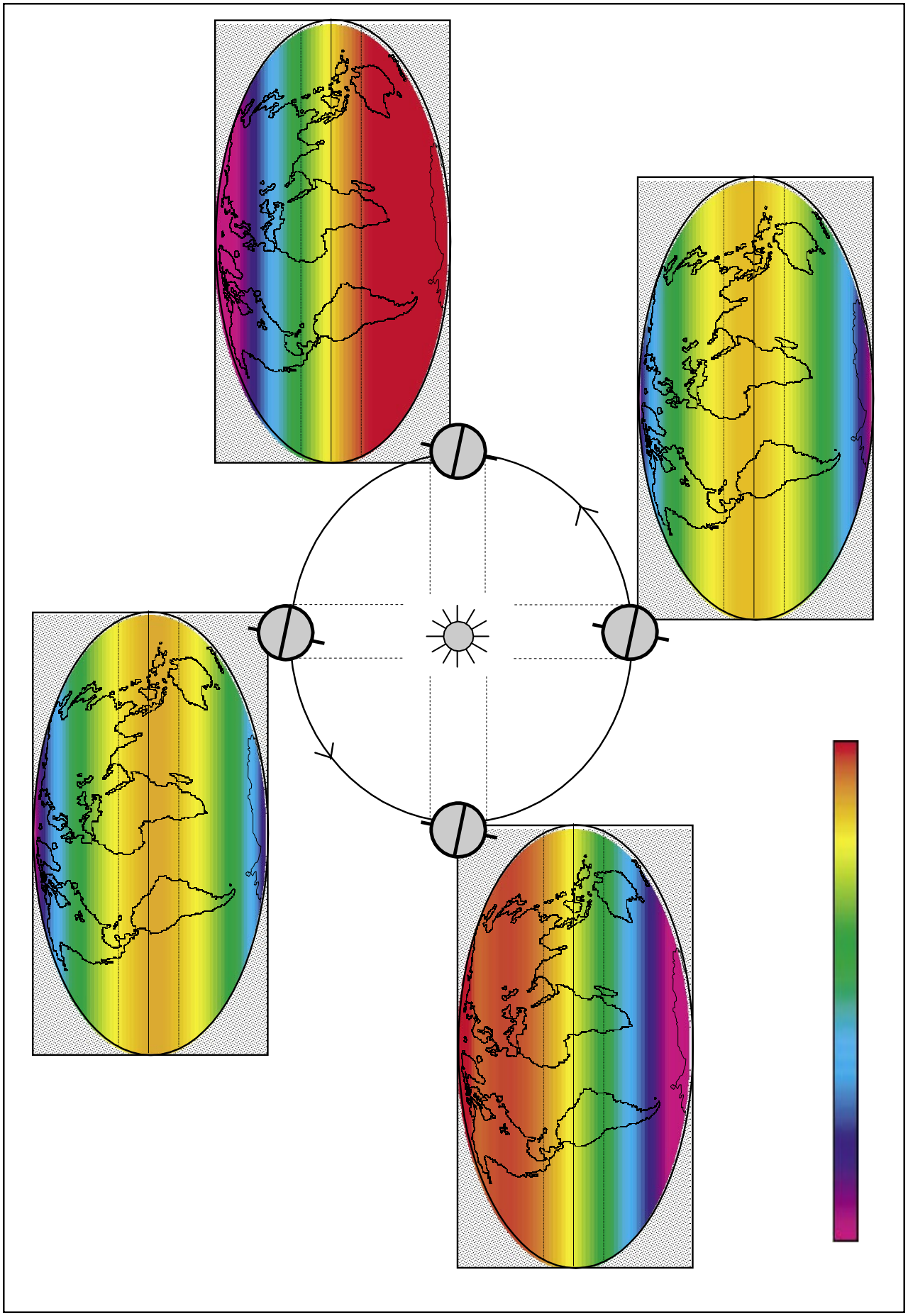


Figure EA-S4-3: Grille à utiliser pour l'étape 3: démonstration de la propagation de la lumière du soleil sur une sphère

Grille

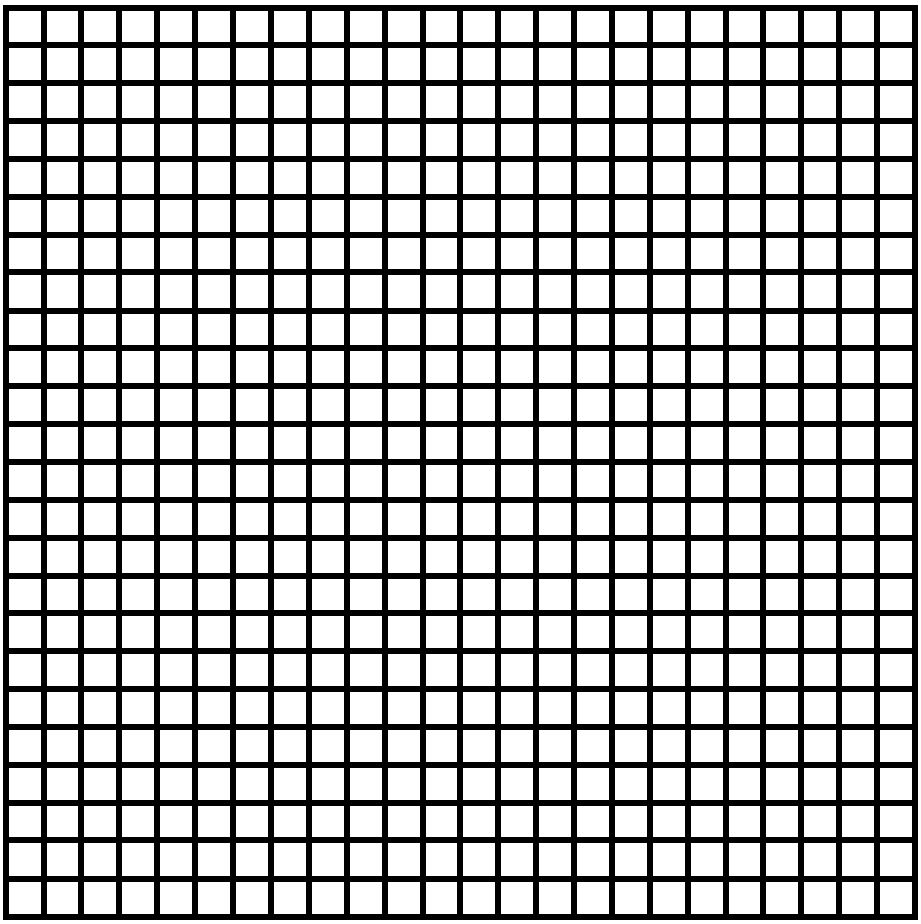
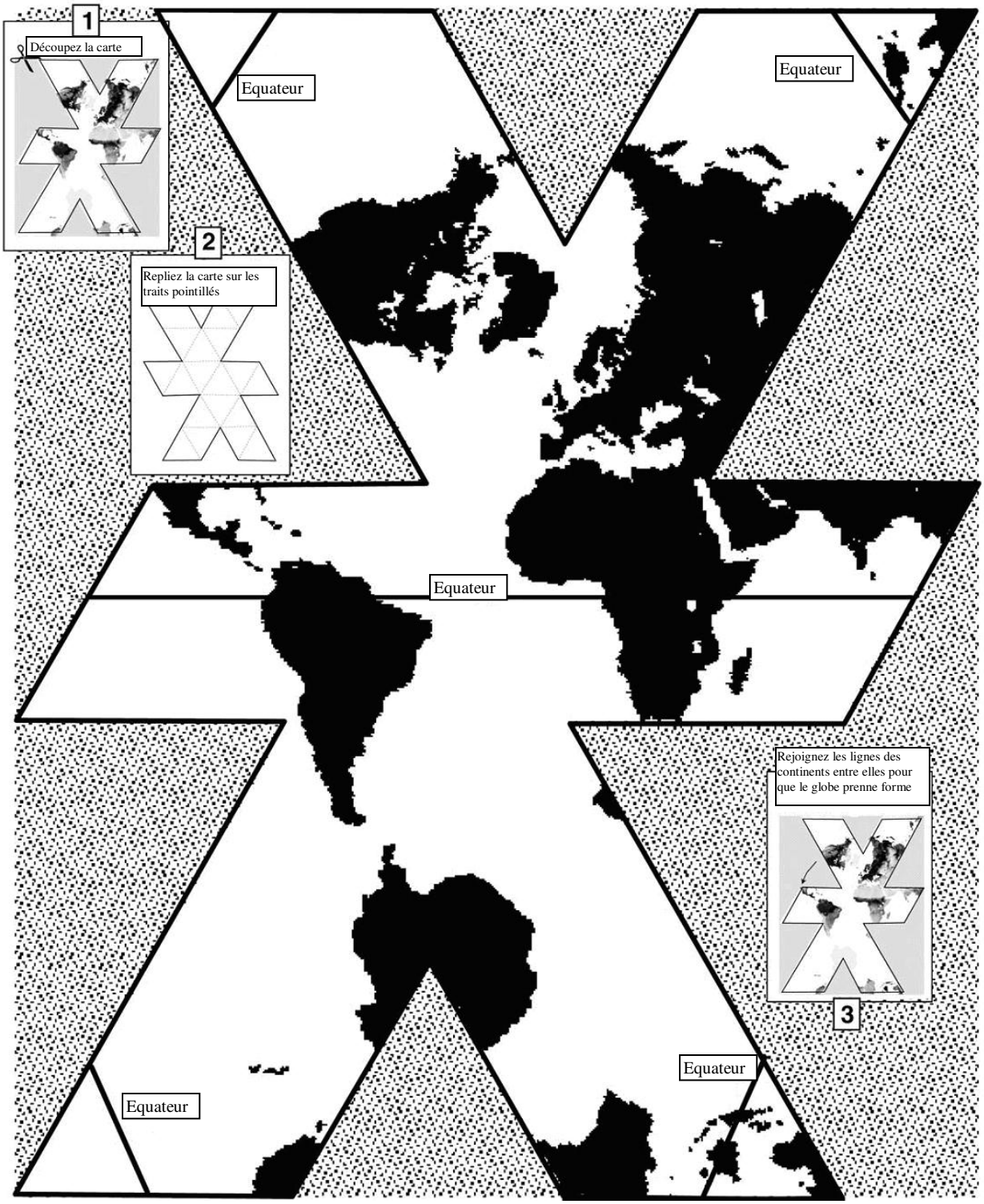


Figure EA-S4-4



5. Pour comparer l'insolation relative reçue dans les deux hémisphères, vous allez avoir besoin de savoir où l'équateur coupe le cercle de lumière. Faites rouler la Terre contre le cercle jusqu'à ce que l'équateur le touche (figure EA-S4-7a, étape D) et demandez aux étudiants de faire une marque au crayon sur le cercle où l'équateur le coupe. (Cela devrait être sûr ou près d'une des lignes épaisses sur le cercle). En utilisant la figure EA-S4-7b, étape E comme guide, crayonnez une ligne incurvée symbolisant l'équateur sur le cercle.

6. Comptez les secteurs d'énergie sur le cercle qui sont au dessus et au dessous de la ligne d'équateur. Il y a au total 80 secteurs, donc la somme des secteurs situés au dessus et au dessous doit être égale à 80. Pour les secteurs d'énergie coupés par la ligne, comptez le secteur pour l'hémisphère qui en possède le plus de surface (figure EA-S4-7b, étape F). Reportez les valeurs dans la table EA-SR-1 pour la ligne nommée solstice de juin.

7. Répétez le calcul pour l'équinoxe de septembre, le solstice de décembre et l'équinoxe de Mars. A chaque moment de l'année, l'inclinaison de la Terre reste la même -23.5° dans le sens des aiguilles d'une montre sur le rapporteur des étudiants - mis le cercle de lumière est dans des positions différentes: derrière la Terre pour l'équinoxe de septembre, à gauche pour le solstice de décembre, et directement en face pour l'équinoxe de mars. Pour vous aider à trouver la bonne orientation, vous pourriez demander aux élèves de se remémorer la démonstration dans laquelle vous tourniez autour d'eux avec le globe: à chaque moment de l'année, où se trouvait le soleil par rapport à la Terre?

8. Que nous apprennent les tables EA-S4-1? Reliez les valeurs des tables avec les visualisations de la figure EA-S4-2 et à ce que les étudiants ont appris auparavant. Ils devraient commencer à remarquer des choses: par exemple, que l'intensité de l'insolation à l'équinoxe est la même pour les deux hémisphères. Et qu'u solstice les deux hémisphères sont opposés.

Etape 4. Chaque équipe d' étudiants **assemble un icosaèdre.**

Divisez les étudiants par groupe de 2 à 3 élèves et donnez leur, ciseaux, scotch, une copie des feuilles de travail et une copie de l'icosaèdre. La copie de l'icosaèdre contient le dessin des continents et les instructions en trios étapes pour le pliage de l'icosaèdre. Assembler l'icosaèdre est utile pour les capacités à avoir une visualisation en trois dimensions, dans la mesure où il montre comment une image plane peut devenir un objet en trois dimensions.

Guidez les élèves dans les étapes suivantes:

1. Découpez suivant les lignes sur le devant de l'icosaèdre.
2. pliez suivant les pointillés comme le montrent les instructions. Les formes imprimées des continents doivent être sur l'extérieur. Chaque face est un triangle équilatéral.
3. Scotchez les faces entre elles.

- Commencez par le centre vers l'extérieur, en émettant le scotch sur l'intérieur des faces jusqu'au toutes dernières faces.
- Rejoignez les bords qu'ils se chevauchent: utilisez la ligne de l'équateur et des continents pour les assembler ensemble comme un puzzle.

4. Avant de scotcher les derniers côtés, insérez un crayon à l'intérieur de l'icosaèdre pour pousser les faces vers l'extérieur afin de mieux arrondir le globe.
5. Scotchez les deux dernières faces depuis l'extérieur.

Etape 5: résolution des problèmes de groupe

En suivant les instructions sur la feuille de travail, les étudiants peuvent maintenant compléter les table Ea-S4-2 et EA-S4-3 pour modéliser l'insolation relative avec une inclinaison de 0° et de 45°. Avant qu'ils commencent, demandez leur ce qu'ils pensent trouver. Quelle inclination causera un hiver plus froid dans l'hémisphère Sud? Dans l'hémisphère Nord?

Les instructions sur la feuille de travail des étudiants leur demande de commencer par la modélisation à 23.5° d'inclination et la table EA-S4-1 dans le cas où vous ne le feriez pas avec la classe entière. . Si vous l'avez déjà complète avec la classe, demandez leur de continuer dans leur groupe pour les tables EA-S4-2 et EA-S4-3.

En faisant ce travail, les étudiants pourront avoir besoin d'aider pour se représenter chaque inclinaison de la Terre à chaque moment de l'année ainsi que pour l'orientation du cercle de lumière. La Terre devra toujours être tournée dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre. Lorsque vous travaillez avec chaque groupe, demandez leur de réfléchir sur les chiffres qu'ils inscrivent: comment les variations de saison évoluent dans les différents scénarios?

L'étape finale dans la feuille de travail demande

aux étudiants de faire un graphe à partir des résultats qu'ils ont obtenu, et de prédire quel impact auraient ces différences sur le climat et sur la couverture de la terre aux pôles et près de l'équateur. .

Etape 6. Présentation des groupes et analyse

Chaque groupe présentera ses resultats et ses idées comment le climat, la couverture de la Terre et l'adaptation des animaux serait différents à 0° ou à 45° d'inclinaison. Lorsque les étudiants présentent leurs réponses, encouragez les à défendre leur idées en avançant des preuves de ce qu'ils disent avec le graphe ou avec ce qu'ils savant déjà à propos du climat et des habitats. Pendant que les étudiants décrivent leurs idées, encouragez les à utiliser un modèle en tris dimensions et les visualisations Figure EA-S4-4. Comment changeraient les couleurs dans les différents scenarii?

D'autres Investigations

Le site Web globe donne l'accès à des visualisations pouvant être crées permettant une variété de visualisations qui contrastent avec les autres, par exemple pour regarder l'énergie solaire à différents moments de l'année. Les étudiants pourront les utiliser pour mener de plus amples investigations, comme par exemple comment varie l'insolation avec le temps. Le poster du Système Solaire de Globe fournit une excellente vision pour comparer les visualisations d'autres variables telles que la température ou la vigueur de la végétation.

Cette activité explique les deux causes principales du changement climatique, en expliquant aussi pourquoi les saisons ne se caractérisent pas de la même manière à des latitudes différentes. Les activités *le changement climatique sur la terre et sur l'eau* explore les effets de grandes masses continentales sur notre expérience du changement climatique.

L'étape 3 de cette activité offre un mécanisme pour démontrer comment la lumière du soleil arrive sur la terre du fait de se forme sphérique. Une autre explication est présentée ici:

• Copiez la grille Figure EA-S4-3 sur un transparent et utilisez un rétro projecteur pour le projeter sur une feuille ou un papier plaqué au mur. Cela représente comment l'énergie du soleil arriverait sur la Terre si elle était en deux dimensions, comme une feuille de papier.

• Demandez à un étudiants de tracer la grille projeté avec un crayon ou un marqueur.

• Ensuite, entourez le globe d'une autre feuille de papier en étant sûr que le papier recouvre au moins la moitié du globe. Maintenant projetez la grille sur le globe et demandez à un étudiants de tracer la grille projetée avec un crayon ou un marqueur. Indiquez aussi la position des pôles et de l'équateur sur cette feuille.

• Séparez la feuille de papier du reste du globe et comparez les deux traces. Quelles sont les différences et pourquoi? En quoi la taille des secteurs de la grille projetée _ qui représentent chacun une zone recevant la même quantité d'énergie_ est liée au changement saisonnier?

• Maintenant, inclinez la terre d'environ 23.5°.de manière à ce qu'un pôle soit dirigé vers le soleil (le projecteur) et l'autre vers la direction oppose. Qu'est ce que cela implique pour les tailles des secteurs dans les deux hémisphères? Qu'est ce que cela implique pour les températures?

Figure EA-S4-5:Modéliser l'inclinaison de la Terre dans différents scénarios

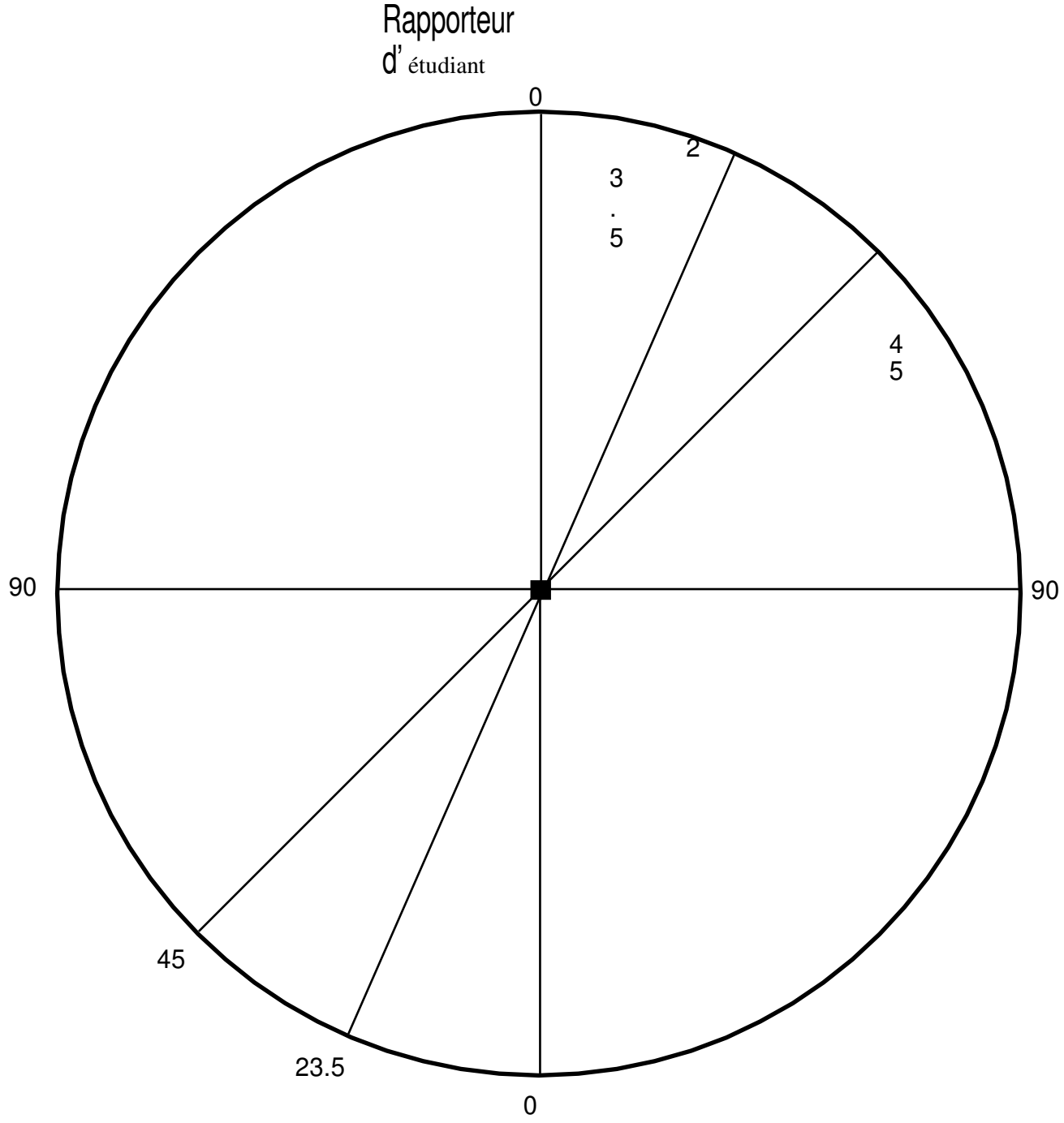
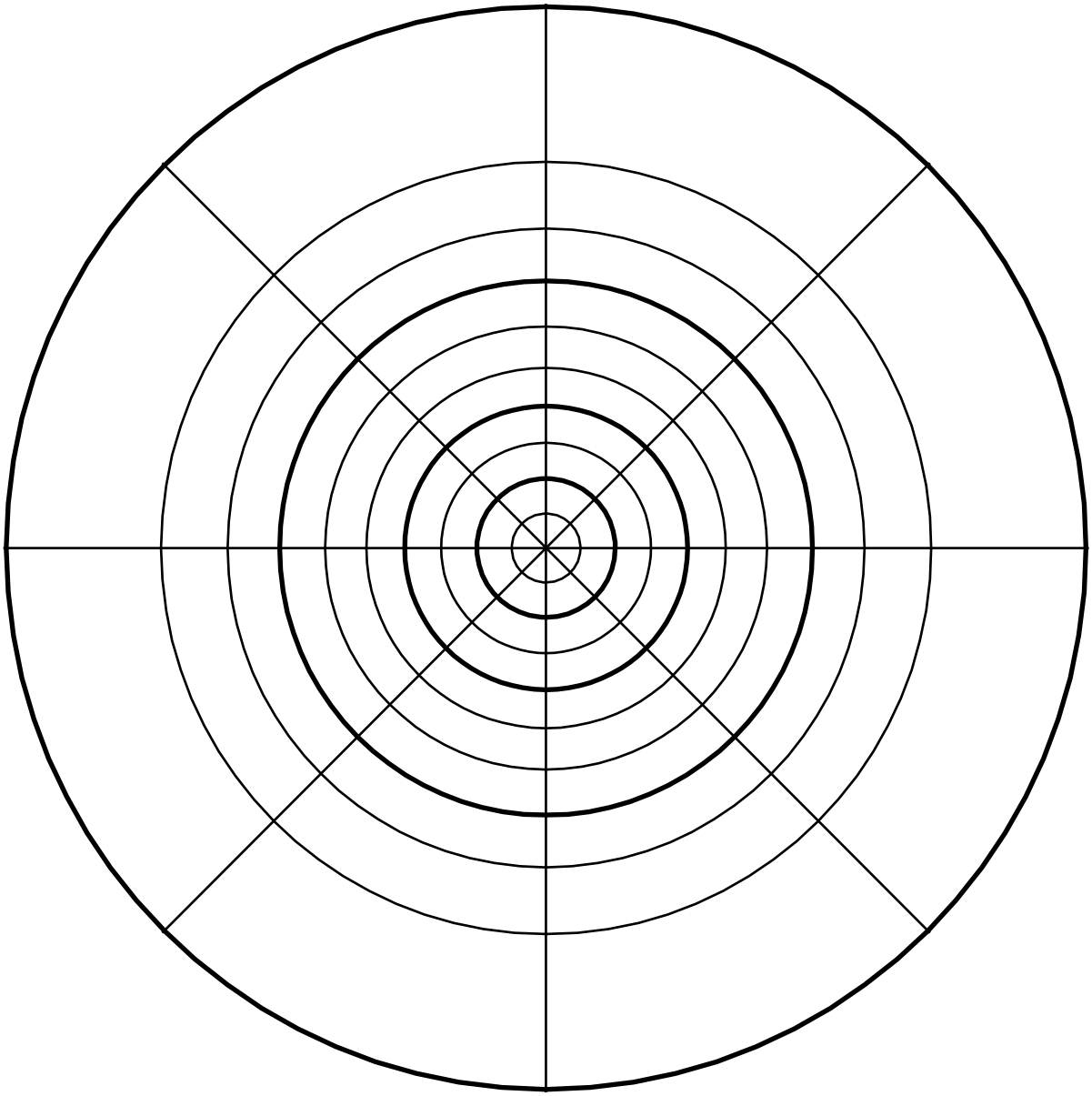


Figure EA-S4-6: le cercle de lumière du soleil représente la distribution de la lumière sur la Terre qui a une forme sphérique

Cercle de lumière du soleil

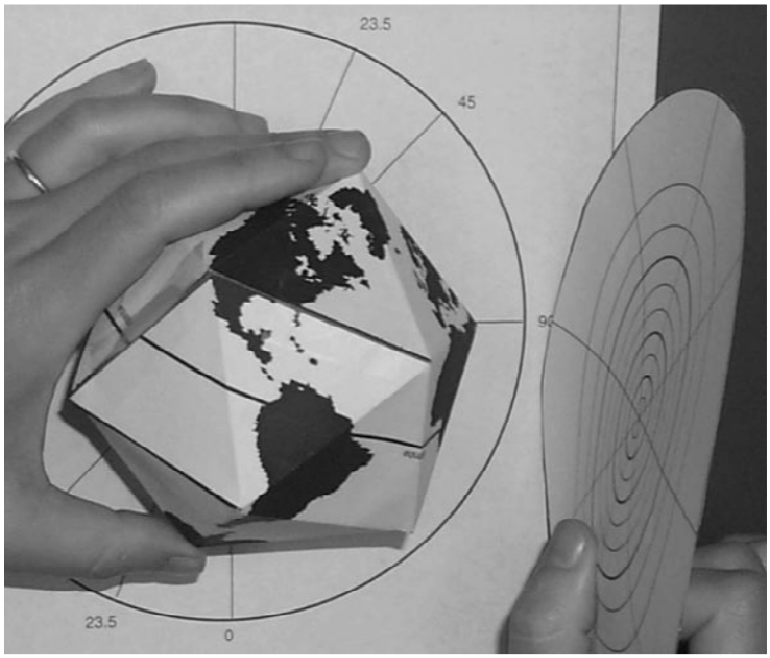
Figure EA-S4-7a



Note: Le cercle de lumière du soleil montre comment la lumière se répand sur la sphère terrestre. Chaque cercle représente une quantité équivalente d'énergie solaire. L'énergie solaire est plus importante au point où la Terre reçoit la lumière à 90° (lieu représenté par les petits secteurs).

Au fur et à mesure que l'angle d'incidence de la lumière change, l'intensité diminue, car la même quantité d'énergie est répartie sur une plus grande surface de la Terre (représentée par les grands secteurs).

Comment utiliser l'icosaèdre et le cercle de lumière

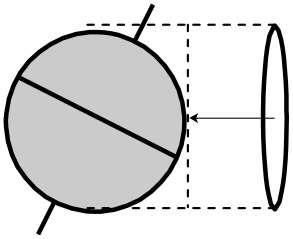


Etape A/B

Orientez le Globe**.**

Tenez le globe avec le pôle Nord à 0° sur le rapporteur.

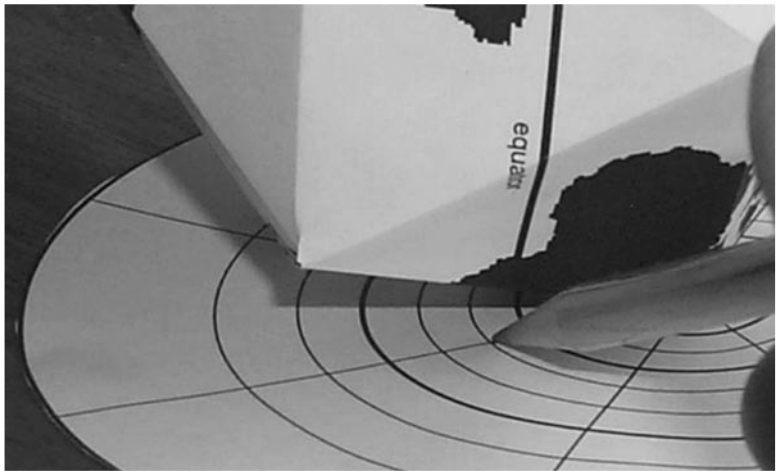
Tournez le globe dans le sens horaire jusqu'à l'angle d'inclinaison désiré.

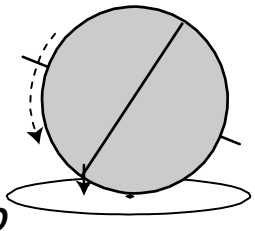


Etape C

Orientez le cercle de lumière.

Tenez le cercle de lumière perpendiculaire au rapporteur pour modéliser une équinoxe.



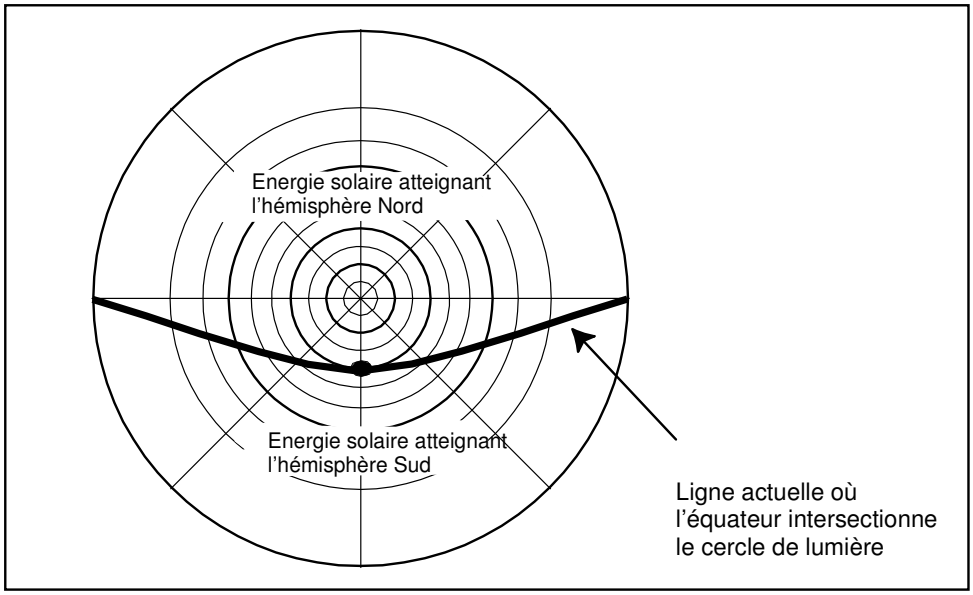


Etape D

Marquez l'intersection de l'équateur avec le cercle.

Tournez le globe jusqu'à ce que l'équateur touche le cercle de lumière. Marquez le point sur le cercle où l'équateur touche.

Figure EA-S4-7b: Comment utiliser l'icosaèdre et le cercle de lumière

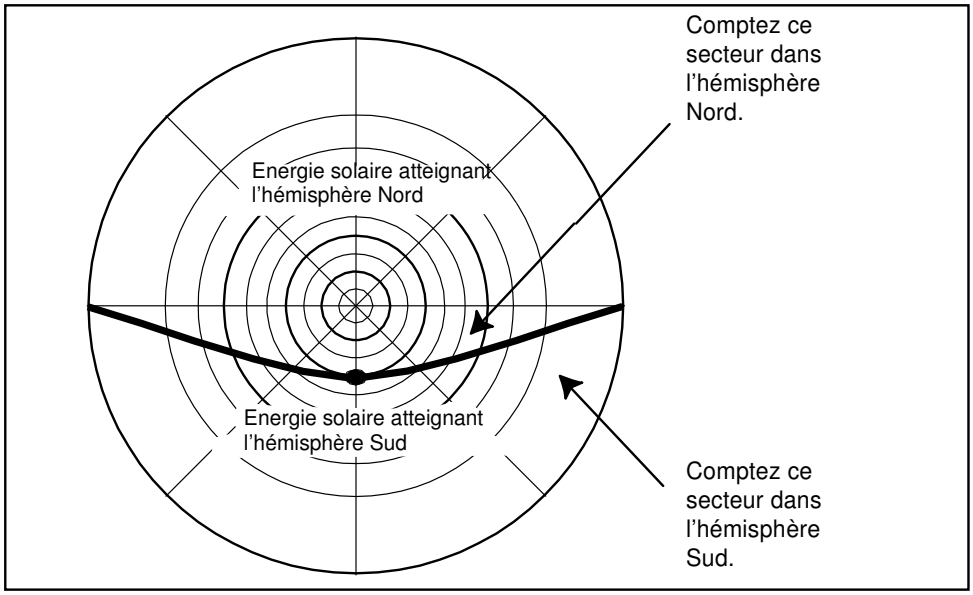


Etape E

Marquez l'équateur entier

Dessinez une ligne incurve connectant votre trace de crayon aux bords du cercle.

Cette ligne marque l'endroit où l'équateur inter sectionnerait le cercle de lumière.



Etape F

Estimez les secteurs d'énergie

Pour estimer les secteurs d'énergie qui sont dans chacun des deux hémisphères, comptez des secteurs entiers. Lorsque la ligne coupe un secteur en deux, associez le à l'hémisphère qui contient le plus de se surface.

Modélisons les raisons des changements saisonniers

Feuille de travail des étudiants

Noms: _____

Comment l'inclinaison de la Terre est elle à l'origine des saisons? Cette feuille de travail va vous aider à modéliser comment l'inclinaison de la Terre cause un changement dans l'apport d'énergie solaire reçue par chaque hémisphère lorsque la Terre orbite autour du soleil. Vous comparerez ce qui se passe dans la réalité avec ce qui se passerait si la terre n'avait pas d'inclinaison ou si elle était plus inclinée. Vous essayerez de deviner en quoi le climat en serait différent.

Directives

1. Coupez et assemblez votre modèle de la terre. Vous allez construire un polyèdre à 20 faces appelé icosaèdre. Les instructions pour assembler cet icosaèdre sont sur l'icosaèdre lui même.

2. Expérimentez le concept d'inclinaison avec la construction de la Terre que vous venez de faire. Un élève de votre équipe reste à un endroit donné pour faire le soleil. Un autre élève tient le papier de la Terre avec une inclinaison dans le sens horaire. Et, sans changer l'orientation du papier Terre, marches autour du soleil pour représenter l'orbite de la terre en gardant toujours la même direction lorsque vous marchez. Regardez la figure 1, pour voir comment la Terre serait orientée respectivement à l'équinoxe de mars, au solstice de juin, à l'équinoxe de septembre et au solstice de décembre; arrêtez-vous dans votre orbite à ces moments là. A quel moment de l'année, le soleil donne t il une vue claire des deux pôles?

_____

D'un pôle mais pas de l'autre?

_____

3. Découpez le cercle de lumière qui est segmenté en 80 morceaux. (Figure EA-S4-6). Le cercle de lumière du soleil montre comment la lumière se répand sur la sphère terrestre. Chaque secteur du cercle représente la même quantité d'énergie. L'énergie solaire est plus importante au point où la Terre reçoit la lumière à 90° (lieu représenté par les petits secteurs).
Au fur et à mesure que l'angle d'incidence de la lumière change, l'intensité diminue, car la même quantité d'énergie est répartie sur une plus grande surface de la Terre (représentée par les grands secteurs).

4. Vous allez utiliser votre icosaèdre et votre cercle de lumière dans les tables 1, 2,3 pour voir comment le soleil se répand sur les deux hémisphères pour l'inclinaison actuelle de la terre (23.5°, table EA-S4-1) et comparerez avec ce qui se passerait si la Terre n'en avait pas (0°, Table EA-S4-2) au plus qu'actuellement: (45° d'inclinaison, Table EA-S4-3). Suivez les étapes suivantes pour voir comment l'énergie solaire reçue dans les deux hémisphères au même moment pour une inclinaison de 23.5°. Vous répéterez le calcul pour les deux autres scenarii.

Etape A: D'abord, utilisez votre rapporteur pour aligner votre modèle de Terre à la bonne inclinaison. (Pour la Table EA-S4-1, c'est 23.5°). Scotchez votre rapporteur au mur ou demandez à quelqu'un de le tenir parallèle au mur avec la marque 0° vers le haut. Commencez avec le pole Nord aligné sur 0°. Ensuite tournez le modèle de

la Terre de 23.5° dans le sens horaire. La figure EA-S4-7A, étape A/B, peut vous aider à voir comment faire.

Etape B: Maintenant, positionnez le soleil avec sa bonne orientation de la Terre inclinée représentée par le cercle de lumière. Vous allez faire cette opération 4 fois, pour les deux équinoxes et les deux solstices. Commencez par le solstice de juin. Comme le montre la Figure EA-S4-7A, Etape A/B, tenez le cercle de lumière perpendiculairement au rapporteur et à droite de l'icosaèdre. Regardez la Figure EA-S4-1 pour voir pourquoi c'est la bonne orientation: pole Nord vers le soleil.

Etape C: Déplacez le cercle de lumière vers le modèle de la Terre., de manière à ce qu'il touche en un point au centre du cercle de lumière. Ce point est l'endroit où la lumière sera en incidence à 90° sur la Terre, ce qui signifie que l'énergie du soleil est plus intense à ces latitudes. La Table EA-S4-1 liste les latitudes des rayons perpendiculaires en 4 points de l'année. Votre modèle est il concordant au bon endroit pour le solstice de juin? En vous fiant à l'inclinaison de la Terre; pourquoi est ce que cette latitude est cohérente?

_____

_____

_____

_____

_____

Prédisez les latitudes des rayons perpendiculaires pour une inclinaison de 0° ou de 45° et remplissez les champs des Tables EA-S4-2 et EA-S4-3.

Etape D: maintenant, calculez la quantité d'énergie reçue par la Terre sur chacun des hémisphères en traçant la position de l'équateur sur le cercle de lumière. Sans changer l'orientation de la Terre, tournez la contre la Terre jusqu'à ce que l'équateur touche le cercle et marquez ce point avec un crayon su le cercle de lumière (comme montré Figure EA-S4-7A, étape D).

Etape E: Dessinez une courbe depuis le point que vous venez de marquer jusqu'à l'équateur horizontal du cercle de lumière. (Voir Figure EA-S4-7A, Etape E). C'est l'intersection de l'équateur de la Terre et de l'énergie du soleil telle qu'elle se projette sur la sphère terrestre. Dans le cercle de lumière, chaque segment une unité d'énergie solaire. Les segments au dessus de la ligne tracée représente l'énergie solaire reçue par l'hémisphère Nord, ce en dessous, l'énergie solaire reçue par l'hémisphère Sud.

Etape F: Comptez les secteurs d'énergie sur le cercle qui sur au dessus et au dessous de la ligne d'équateur. Il y a au total 80 secteurs, donc la somme des secteurs situés au dessus et au dessous doit être égale à 80. Pour les secteurs d'énergie coupes par la ligne, comptez le secteur pour l'hémisphère qui en possède le plus de surface (figure EA-S4-7b, étape F).

Etape G: Répétez maintenant les étapes A-F pour les autres moments de l'année: l'équinoxe de septembre, le solstice de décembre et l'équinoxe de mars. A chaque moment, l'orientation de la Terre reste la même, mais la position relative du soleil change à mesure que la Terre orbite autour du soleil. Pour modéliser une équinoxe, le cercle de lumière doit être parallèle au rapporteur, soit devant soit derrière le globe, de manière à ce que depuis le soleil, la Terre soit inclinée vers la gauche (septembre) ou sur la droite (mars). Pour le solstice de décembre, le cercle de lumière doit être à gauche de la Terre afin que le pôle Sud soit incliné vers le soleil.

Etape H: Dans la Table EA-S4-1, calculez les quantités relatives de lumière dans chaque hémisphère à 4 moments de l'année différents. A quel autre moment de l'année est ce que l'hémisphère Nord reçoit la plus grande quantité d'énergie? La moins grande quantité d'énergie?

_____

_____

_____

_____

5. Maintenant, répétez l'opération des étapes A à H pour voir comment la répartition de la lumière sur les deux hémisphères changerait si la Terre n'avait pas d'inclinaison du tout (Table EA-S4-2) ou si elle était de 45° (Table EA-S4-3). A chaque fois, toutes les étapes sont semblables excepté la première, où vous tournez le modèle de la Terre à l'inclination appropriée. Si vous le souhaitez, vous pouvez marquer le cercle avec une couleur différente pour chaque scénario.

6. Finalement, comparez les trois scénari modélisés et complétez le graphe "comparaison de la distribution de la lumière en fonction de l'inclinaison de la terre". D'abord, décidez quel hémisphère vous souhaitez représenter et entourez le en haut du graphe. Ensuite, sélectionnez un symbole (cercle, carré, *, etc) pour représenter les valeurs de chacun des trois scénarios d'inclinaison, et mettez le dans la légende. Finalement, utilisez les symboles que vous avez sélectionné, représentez sur le graphe les pourcentages calculés dans les Tables EA-S4-1, EA-S4-2, et EA-S4-3 pour montrer le changement de l'arrivée de l'énergie solaire sur cet hémisphère au cours de l'année. Tracez des lignes pour connecter les valeurs de chaque scénario: 0°, 23.5° et 45°.

7. En utilisant ce que vous avez appris dans l'exercice de modélisation et dans le graphe que vous venez de tracer, répondez aux questions suivantes. Utilisez les preuves des graphes et des modèles pour justifier vos affirmations.

a. Comment est ce que l'inclinaison de la Terre affecte les saisons? Soyez aussi précis que possible sur les causes du changement de climat.

_____

_____

_____

_____

_____

b. Comment est ce que la forme sphérique de la Terre change localement le climat aux grandes latitudes et à l'équateur?

_____

_____

c. En quoi les saisons seraient elles différentes si la Terre était inclinée différemment? Pensez aux différences visibles suivantes:

_____

En quoi les températures seraient différentes là où vous viviez si l'inclinaison de la Terre était nulle? Si elle était plus importante?

En quoi les animaux et les plantes s'adapteraient différemment si la Terre n'était pas inclinée? Si elle était plus inclinée qu'actuellement?

Les régions polaires glaciers seraient elles plus petites ou plus grandes si la Terre n'était pas inclinée? Si elle était plus inclinée qu'actuellement?

Table EA-S4-1: Inclinaison actuelle de la Terre (23.5°)

nombre total de segments: 80		**Hémisphère Nord**		**Hémisphère Sud**	
Moment de l'année	Latitude des rayons perpendiculaires	Nombre de secteurs	% du total	Nombre de secteurs	% du total
équinoxe de mars	0˚				
solstice de juin	23.5˚				
équinoxe de septembre	0˚				
solstice de Décembre	23.5˚				

Table EA-S4-2: Pas d'inclinaison (0°)

nombre total de segments: 80		**Hémisphère Nord**		**Hémisphère Sud**	
Moment de l'année	Latitude des rayons perpendiculaires	Nombre de secteurs	% du total	Nombre de secteurs	% du total
équinoxe de mars	0˚				
solstice de juin	23.5˚				
équinoxe de septembre	0˚				
solstice de Décembre	23.5˚				

Table EA-S4-3: inclinaison plus importante qu'actuellement (45°)

nombre total de segments: 80		**Hémisphère Nord**		**Hémisphère Sud**	
Moment de l'année	Latitude des rayons perpendiculaires	Nombre de secteurs	% du total	Nombre de secteurs	% du total
équinoxe de mars	0˚				
solstice de juin	23.5˚				
équinoxe de septembre	0˚				
solstice de Décembre	23.5˚				

Comparaison de la distribution de la lumière du soleil en fonction de l'inclinaison de la Terre
Feuille de travail

Légende

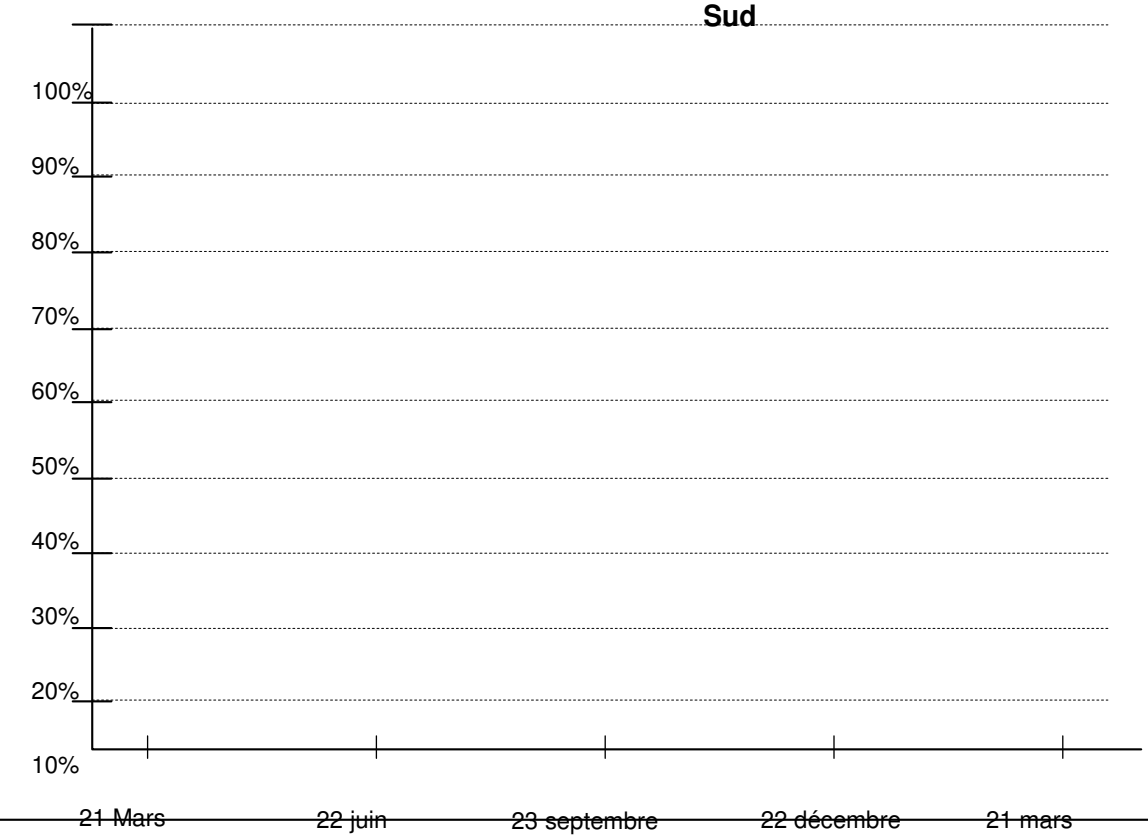
Symbole d'inclinaison 0°

Symbole d'inclinaison 23.5°

Symbole d'inclinaison 45°

Cercle un:

Comment la lumière se répartit dans l'hémisphère Nord sur une année



Comparaison de la distribution de la lumière du soleil en fonction des trios scénarios d'inclinaison de la Terre à partir des Tables EA-S4-1, EA-S4-2, et EA-S2-3.

Modélisons les raisons du changement des saisons

Evaluation

Pour chaque critère, évaluez le travail des étudiants en utilisant les critères et les échelles de score suivants:

3 = Montre une compréhension totale ou dépasse les attentes

2 = Répond globalement à toutes les attentes

1 = Réussi quelques parties de ce qui est demandé mais nécessite une amélioration

0 = La réponse est incomplète, inappropriée ou entièrement arbitraire

1. Observer les groupes d' étudiants modélisant les phénomènes physiques avec l'icosaèdre, le cercle de lumière et le rapporteur (étapes 1-3 et 4A-C).

Résultat	**Description**
3	Les groupes d' étudiants ont correctement assemblé l'icosaèdre pour qu'il représente une sphère. Le rapporteur est scotché au mur avec la bonne orientation afin qu'il puisse être utilisé pour l'inclinaison de la Terre. Les étudiants peuvent montrer la bonne orientation du papier du cercle de lumière en respectant les deux équinoxes et deux solstices de la Terre.
2	Une des choses suivante est observée: l'icosaèdre est assemble incorrectement ou le modèle a été difficilement réalisé, ou le rapporteur et/ou le cercle de lumière ne sont pas correctement orientés.
1	Les modélisations des étudiants sont incorrectes.
0	Les étudiants n'ont pas essayé de réaliser l'activité.

2. Observez les groupes d' étudiants interprétant les exercices de modélisation ci dessus. Les élèves expliquent ce qu'ils ont compris du modèle physique.

Niveau	Description
3	Les étudiants peuvent expliquer comment l'alignement de l'icosaèdre avec le cercle de lumière est corrélé avec l'orbite de la terre autour du soleil. Les étudiants comprennent comment les effets de l'inclinaison de la Terre affectent l'endroit où les rayons de lumière sont perpendiculaires à la Terre, et ont parfaitement rempli les Tables EA-S4-1, EA-S4-2, EA-S4-3.
2	Une des choses suivantes manque: les étudiants ne peuvent pas expliquer comment la lumière du soleil est corrélée avec l'orbite de la Terre, ou ne peuvent pas expliquer comment l'inclinaison de la Terre affecte le lieu où se trouvent les rayons du soleil perpendiculaires. De mauvaises valeurs ont été entré dans les Tables EA-S4-1, EA-S4-2, EA-S4-3.
1	Les interprétations des étudiants sont incorrectes.
0	Les étudiants n'ont pas essayé de réaliser l'activité.

3. Observez les groupes d' étudiants calculant leurs valeurs numériques à partir de l'icosaèdre et du cercle de lumière pour toutes les inclinaisons modélisées. (Étapes 4D-H et étape 5).

Niveau	Description
3	Les étudiants ont marqué le cercle de lumière à l'endroit où ce cercle intersecté la Terre. Ce point est proche de la vraie ligne grasse du cercle de lumière. Lorsqu'on leur demande, les étudiants montrent qu'ils ont compris que les segments au dessus de l'équateur représentent la lumière du soleil arrivant sur l'hémisphère Nord et ce en dessous représente la lumière arrivant sur l'hémisphère Sud. Les étudiants obtiennent les valeurs correctes pour les Tables EA-S4-1, EA-S4-2, EA-S4-3. (voir les valeurs en dessous). Pour 4H, les étudiants répondent correctement « solstice de juin et solstice de décembre ».
2	Les étudiants ont placé les lignes à des endroits incorrects sur le cercle de lumière mais ont réalisé les calculs de comptage et de pourcentage correctement. Autrement, ils ont placé la ligne au bon endroit mais ont des calculs incorrects. Lorsqu'on leur demande, les étudiants montrent qu'ils ont compris ce que sont les segments au dessus de l'équateur ainsi qu'en dessous. Pour 4H, les étudiants répondent correctement « solstice de juin et solstice de décembre ».
1	Les étudiants ont remplis la table de manière incorrecte et ne peuvent pas expliquer ce que représentent les valeurs
0	Le champ de réponse est vide ou la réponse est inappropriée incorrecte ou totalement arbitraire.

4. les étudiants ont correctement réalisé un graphique de leurs valeurs pour la table (étape 6).

Niveau	Description
3	Les étudiants ont indiqué quel hémisphère ils représentent, ont choisi les symboles et rempli la légende. Les données des trois tables figurent sur le graphe. Les courbes montrent la bonne allure générale (voir l'exemple d' étudiants ci-dessous) et utilisent les valeurs exactes.
2	Les étudiants ont indiqué quel hémisphère ils représentent, ont choisi les symboles et rempli la légende. Les données des trois tables figurent sur le graphe. Les courbes montrent la bonne allure générale (voir l'exemple d' étudiants ci-dessous) mais utilisent de mauvaises valeurs.
1	Il manque la légende. Les courbes sont dessinées mais n'ont pas la bonne allure. Toutes les courbes devraient être au plus haut durant l'été , tomber au milieu pendant les équinoxes, descendre au point le plus bas pour l'hiver et remonter au milieu pour l'équinoxe. Toutes les courbes doivent être à la même valeur pendant les équinoxes. Une raison possible pour que les courbes soient fausses est que les Vont oublié de faire figurer les pourcentages et ont mis sur le graphe le nombre de carrés.
0	Le champ de réponse est vide ou la réponse est inappropriée incorrecte ou totalement arbitraire.

5. Expliquer comment l'inclinaison de la terre joue sur les saisons (étape 7a).

Niveau	Description
3	Les réponses d' étudiants mentionnent la propagation de lumière à sa surface d'une sphère et l'inclinaison qui alterne les zones où les rayons du soleil arrivent sur la Terre avec un angle de 90°.
2	La réponse des étudiants omet un ou deux point du niveau de réponse 3.
1	La logique des étudiants est incorrecte.
0	Le champ de réponse est vide ou la réponse est inappropriée incorrecte ou totalement arbitraire.

6. Expliquer comment la forme sphérique de la terre change les saisons aux hautes latitudes et à l'équateur. (Étape 7b).

Niveau	Description
3	Les étudiants ont répondu correctement que les hautes latitudes ont moins d'incidence du soleil du au fait que la lumière du soleil se propage sur la surface d'une sphère. terrestre. Les étudiants peuvent se référer à la démonstration faite en classe avec le globe et la grille. Les étudiants se réfèrent à l'angle des rayons du soleil perpendiculaires à l'équateur.
2	Les étudiants répondent que les hautes latitudes ont moins de lumière du soleil(ou moins d'intensité lumineuse). Ou les étudiants omettent de mentionner la lumière du soleil à l'équateur.
1	Les étudiants répondent seulement aux questions de l'équateur ou des hautes latitudes mais pas à la propagation de la lumière.
0	Le champ de réponse est vide ou la réponse est inappropriée incorrecte ou totalement arbitraire.

7. Expliquer comment mes saisons seraient différentes si on avait une inclinaison différente de la Terre

Niveau	Description
3	Les V répondent à la fois au cas 0° d'inclinaison et plus d'inclinaison. Les réponses des élèves incluent : 0° d'inclinaison: les températures sont dans les mêmes latitudes pour chaque hémisphère. La différence de végétation aux latitudes tropicales tendrait à disparaître. Les régions glacières seraient plus grande dans la mesure où il n'y aurait plus de gel et dégel de la couverture supérieure du sol. Plus d'inclinaison**: les** températures extrêmes se déplaceraient des latitudes tropicales aux latitudes à 45° pour les solstices; la végétation présente en arctique et dans la toundra se répandrait vers l'équateur; les régions glacières seraient plus petites.
2	La réponse des étudiants omet un ou deux point du niveau de réponse 3, ou la réponse est incomplète.
1	Les étudiants ne parlent pas des cas 0° d'inclinaison ou plus d'inclinaison, et ont une logique incorrecte pour leur réponse.
0	Le champ de réponse est vide ou la réponse est inappropriée incorrecte ou totalement arbitraire.

Table EA-S4-1: Inclinaison actuelle de la Terre (23.5°)

nombre total de segments: 80		**Hémisphère Nord**		**Hémisphère Sud**	
Moment de l'année	Latitude des rayons perpendiculaires	Nombre de secteurs	% du total	Nombre de secteurs	% du total
équinoxe de mars	0˚	40	50%	40	50%
solstice de juin	23.5˚ N	60	75%	20	25%
équinoxe de septembre	0˚	40	50%	40	50%
solstice de Décembre	23.5˚ S	20	25%	60	75%

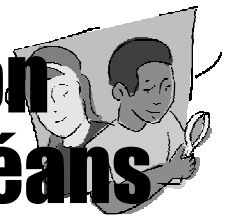
Table EA-S4-2: Pas d'inclinaison (0°)

nombre total de segments: 80		**Hémisphère Nord**		**Hémisphère Sud**	
Moment de l'année	Latitude des rayons perpendiculaires	Nombre de secteurs	% du total	Nombre de secteurs	% du total
équinoxe de mars	0˚	40	50%	40	50%
solstice de juin	0˚	40	50%	40	50%
équinoxe de septembre	0˚	40	50%	40	50%
solstice de Décembre	0˚	40	50%	40	50%

Table EA-S4-3: inclinaison plus importante qu'actuellement (45°)

nombre total de segments: 80		**Hémisphère Nord**		**Hémisphère Sud**	
Moment de l'année	Latitude des rayons perpendiculaires	Nombre de secteurs	% du total	Nombre de secteurs	% du total
équinoxe de mars	0˚	40	50%	40	50%
solstice de juin	45˚ N	72	90%	8	10%
équinoxe de septembre	0˚	40	50%	40	50%
solstice de Décembre	45˚ S	8	10%	72	90%

S5: Le changement de saison sur les continents et les océans



Objectif général

Les étudiants utiliseront des cartes pour approfondir la compréhension des causes du changement de saison et ainsi comparer l'influence de l'énergie solaire dans les deux hémisphères.

Objectif spécifique

La classe regardera des cartes de la répartition de l'ensoleillement et des températures et discutera des changements de saison. Les étudiants utiliseront des cartes pour étayer leur étude sur les changements de saison dans l'hémisphère Nord et Sud, en collectant des arguments fiables fondés sur l'interrogation suivante : pourquoi un des deux hémisphères présente des étés plus chauds alors qu'il reçoit moins d'énergie solaire ?

Compétences

Les étudiants peuvent utiliser des cartes en couleur pour comprendre les phénomènes et résoudre les problèmes.

Les étudiants seront amenés à comprendre le lien qui existe entre les caractéristiques calorimétriques de l'eau et de la terre et les variations climatiques entre les deux hémisphères.

Concepts scientifiques

Les Sciences de la Terre et de l'espaces

Le temps change jour après jour et avec les saisons.

Les saisons résultent d'une variation de l'ensoleillement due à l'inclinaison de la Terre sur son axe de rotation.

.Le soleil est la principale source d'énergie à la surface de la Terre

L'ensoleillement pilote les courants atmosphériques et océaniques.

Le soleil est la principale source d'énergie responsable des changements à la surface de la Terre.

Les Sciences physiques

L'énergie thermique est transférée par conduction, convection et par radiation.

Tout flux de chaleur se déplace du chaud vers le froid.

Le Soleil est la principale source d'énergie à l'origine des transformations qui se produisent à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Les Sciences de la Vie

La lumière du soleil est la principale source d'énergie pour les écosystèmes.

L'énergie utilisée par les êtres vivants provient principalement du soleil.

Les organismes vivants nécessitent un apport continu d'énergie dans le but de maintenir leurs équilibres chimique et physique.

Compétences scientifiques

Analyser des cartes pour établir des tendances importantes.

Comparer et distinguer des cartes

Avoir une argumentation fondée sur des preuves

Utiliser des outils et des techniques appropriées.

Développer des explications et des prévisions à partir de preuves.

Reconnaître et analyser les explications intermédiaires.

Durée

Un cours de 45 minutes

Niveaux

Intermédiaire, Secondaire

Matériel et Instruments

A prévoir:

Des transparents pour les cartes de couleurs et une copie des cartes couleur pour groupe d'étudiants. Si des copies de bonne qualité ne sont pas envisageables, les étudiants peuvent les réaliser en utilisant les cartes de la rubrique "feuille papier" et en les coloriant au crayon ou au feutre. Autrement, s'il y a assez d'ordinateurs pour chaque groupe, (i.e., dans le laboratoire d'info), les étudiants peuvent accéder aux cartes à partir du site web de GLOBE. Copier une carte pour chaque groupe d' étudiants afin d'aider les discussions en classe.

Préparation	***Pré requis***
Faire des copies en couleur des cartes pour chaque groupe d' étudiants, ou prévoir des feuilles de papier à colorier pour les étudiants. Partager les étudiants en groupes de 2 ou 3.	Les étudiants devraient être familiers aux explications simples des changements de saison: Etablir les raisons du changement de saison en vous aidant de *Dessinez votre carte* et *Apprendre à utiliser des cartes: Un exemple avec l'altitude et la température*. (suggestions)

Contexte

Les changements de saison peuvent être partiellement expliqués par des variations d'ensoleillement en raison de la rotation de la Terre autour du Soleil et des variations de l'intensité lumineuse reçue à différentes latitudes ayant pour cause de l'inclinaison de l'axe de la Terre et sa forme sphérique. L'activité du programme GLOBE Etablir les raisons d'un changement de saison explore ces facteurs.

Prise seule, cette explication implique que les changements de saison sont les mêmes pour les lieux à iso latitude. Mais, pourquoi les régions côtières de l'Australie sont-elles plus fraîches que celles à l'intérieur du pays à iso latitude ? L'énergie solaire reçue ne peut être le seul facteur responsable de la variation de température des sols tout au long d'une année. Dans cette activité, vous explorerez un facteur supplémentaire : Comment réagissent les masses d'eau et de terre à l'énergie solaire ?

Plusieurs matériaux ne réagissent pas de la même façon à l'énergie rayonnée par le Soleil. Vous en avez probablement déjà vu des exemples. Pendant une journée chaude, le sable sur la plage semble chaud sous vos pieds, et pourtant l'eau vous semble plus fraîche. De même, c' est habituellement plus frais de marcher pieds nus dans l'herbe que sur le bitume du trottoir. Les scientifiques expliquent ce phénomène en terme de quantité d'énergie nécessaire à l'élévation de température du corps. La capacité calorifique d'un corps est la faculté du matériau à absorber ou à perdre l'énergie avant que sa température ne change. L'eau a ainsi une capacité thermique assez élevée, il lui faut 4, 2 joules par gramme pour augmenter sa température de 1˚C. A l'inverse, un gramme d'eau peut céder 4, 2 joules avant de perdre 1˚C .

Quand l'eau et la terre sont exposées au même niveau d'énergie, la terre peut emmagasiner l'énergie trois fois plus vite que l'eau.

A l'inverse, la terre met trois fois moins de temps à se refroidir par rapport à l'eau. Les capacités calorifiques des sols varient et dépendent de facteurs comme le taux d'humidité dans le sol : des sols très humides ont une capacité calorifique plus élevée, assez proche de celle de l'eau qu'ils contiennent; et donc ces sols chauffent et se refroidissent plus lentement que des sols secs. C'est la raison pour laquelle les températures du désert varient fortement entre le jour et la nuit.

A cause des différences de capacité calorifique entre la terre et l'eau, les températures entre les saisons ont tendance à être contrastées sur des zones continentales et à être homogènes sur des zones côtières. Comme l'eau a une inertie thermique élevée, elle est moins influencée par des changements de température que la terre, d'importantes masses d'eau ont tendance à conserver une température constante au cours de l'année. Cet effet est marquant sur les caractéristiques globales des saisons car la plupart des terres sont en hémisphère nord, favorisant ainsi la chaleur (ou la fraîcheur) par rapport à l'hémisphère sud.

Dans cette activité, vous utiliserez des cartes pour visualiser les différences quant à la réception de l'énergie solaire et la répartition des températures de surface entre les hémisphères Nord et Sud. Pensez aux conséquences sur les conditions climatiques locales.

Que faire et comment le faire

1. menez une discussion avec la classe pour familiariser les étudiants avec ces cartes.
2. Favoriser le travail en groupe lorsque les étudiants complètent les feuilles de papier.
3. Synthétisez et discutez des découvertes des étudiants en classe entière.

Étape 1. Discussion en classe

Changement de saison: Regardez la position spatiale de la Terre par rapport au Soleil et déterminez comment l'inclinaison de la Terre provoque des différences dans la répartition de l'ensoleillement dans chaque hémisphère, c'est pour cela qu'il y a des saisons. Si les étudiants ne sont pas familiers avec ces problèmes, vous pouvez utiliser l'activité du programme GLOBE *Etablir les raisons d'un changement de saison* pour les leur enseigner.

Questions: Les saisons sont-elles inversées entre l'hémisphère Nord et Sud ? Par exemple, les températures du mois de janvier à 40° de latitude Nord sont-elles les mêmes que celles de juillet à 40° de latitude Sud ? Si vous pensez que c'est une bonne idée, appuyez cette discussion en choisissant deux lieux à la même latitude mais dans deux hémisphères différents ; par exemple, votre ville et une dans l'autre hémisphère. Discutez alors des différences climatiques. Utilisez la base de données GLOBE ou un autre site Internet pour faire des comparaisons. Cette activité d'apprentissage du programme GLOBE examinera une des raisons qui explique l'effet d'une variation locale de l'énergie solaire sur le climat.

Orienter les étudiants v**ers les cartes:** Les figures EA-S5-1 et EA-S5-2 représentent les cartes de la répartition de l'énergie solaire reçue par la terre (Figure EA-S5-2) et la répartition de température à la surface de la terre (Figure EA-S5-1) pour deux mois (janvier et juillet). Chaque carte montre une répartition mensuelle, c'est en fait une moyenne établie sur le mois entier pour chaque point de la carte. Les mois de janvier et juillet ont été choisis parce qu'ils représentent les cas extrêmes de chaleur et de fraîcheur sur le cycle annuel des températures. Il paraît intéressant de commencer à travailler les explications concernant la répartition de température car c'est un sujet plus familier.

Températures à la surface de la terre

- Sur la carte indiquant la répartition de température à la surface de la Terre, (Figure EA-S5-1), les couleurs ont été choisies afin de souligner visuellement la différence entre les températures chaudes et froides. Les couleurs « chaudes » (i.e., rouge, jaune, et orange) sont utilisées pour représenter les températures chaudes. Les couleurs « froides » (i.e., bleu et violet) sont utilisées pour représenter les températures froides. 3 C (32˚ F), température à laquelle l'eau commence à geler, est la température à laquelle la transition chaud/froid se produit. C'est une façon d'utiliser un point de repère pour le code des couleurs . Les points de repère sont les points pour lesquels un changement significatif du ton des couleurs est visible. Ces motifs de couleurs choisis autour d'une référence permettent de mieux voir les lieux où certains phénomènes se produisent. Etablir un schéma en couleur autour de cette valeur de référence est utile dans ce cas car il met en valeur quelles parties du monde sont ou non gelées.
- Demandez aux étudiants de comparer deux cartes des températures, et de s'intéresser aux lieux en dessous de la température de gel. Les cartes montrent qu'en janvier les températures des deux pôles sont juste en dessous de la température de gel mais en Juillet c'est l'Antarctique qui est bien en dessous de cette limite. (Les étudiants étudieront cela dans l'activité *Résolution problème*.)
- Bien montrer que les zones bleues et vertes ne sont pas nécessairement gelées. Les cartes montrent une température moyennée sur une période de un mois, incluant les températures du jour et de la nuit et notez que certaines portions du globe sont typiquement au-dessus de la température de gel le jour mais en dessous la nuit.
- Demandez aux étudiants de relever les différents motifs de couleur et mettez les en relation avec les possibles causes géographiques suivantes: cela peut être les *minima*, les *maxima*, ou un *contraste de couleur avec les zones autour.* Par exemple, le désert du Sahara en Afrique (près de l'équateur) est l'endroit le plus chaud de la Terre en juillet ; les Rocheuses, les Andes et L'Himalaya sont des zones froides par rapport aux zones environnantes à cause de l'altitude ce ces massifs ; et le Groenland apparaît continuellement gelé. Cette discussion peut être appuyée par la localisation des zones citées sur la carte du monde.

L'énergie solaire

- L'énergie solaire arrive sur Terre sous forme d'un rayonnement lumineux et est la première source de chaleur de la Terre. L'énergie solaire est mesurée en watt par mètre carré (watts/m^2). Une façon de rendre cela plus compréhensible est de

relier cela aux ampoules électriques. Par exemple, le niveau moyen d'énergie reçue sur Terre en juillet correspond grosso modo à 300 watts par mètre carré. Les élèves peuvent imaginer que cela correspond à 3 ampoules de 100 watts par mètre carré sur Terre. C'est cette énergie qui est à la base de toute la vie sur Terre.

- La carte visualisant la réception de l'énergie solaire sur la figure EA-S5-2 montre comment l'énergie est dispersée à la surface de la Terre. Pourquoi la répartition d'énergie varie-t-elle avec la latitude ? L'explication à cela est l'étalement des faisceaux lumineux sur la surface terrestre sphérique dont l'axe de rotation est incliné. Ces explications sont aussi mentionnées dans l'activité carte du programme GLOBE, *Etablir les raisons du changement de saison*.
- L'énergie solaire est répartie équitablement de part et d'autre des lignes de latitude(i.e., 40˚ N autour de la terre en un jour). Demandez aux étudiants d'expliquer pourquoi ces tendances se produisent. Ils pourraient avoir en tête la rotation journalière de la Terre autour de son axe, qui implique pour chaque point d'une ligne de latitude donnée la réception d'une quantité d'énergie égale pendant une période de 24 h.
- Comparez et distinguez les deux cartes sur la figure EA-S5-2. Demandez aux étudiants de décrire toutes les données que l'on peut tirer de chaque carte et expliquez quelle est la première différence entre ces cartes.
- Le flux d'énergie solaire qui nous arrive est très régulier sur chaque hémisphère. Cela nous conduit à la question suivante : Si l'énergie solaire est la première cause de à l'origine des températures sur Terre, pourquoi les variations de température sont-elles différentes des variations de la répartition de l'énergie solaire ? Une réponse à cette interrogation est qu'une grande partie de l'énergie solaire est réfléchie en dehors de l'atmosphère terrestre. Par exemple, la neige et la glace peuvent réfléchir jusqu'à 80 % des rayons lumineux. Les nuages réfléchissent aussi bien les rayons lumineux. Cela signifie que les surfaces froides peuvent rester froides malgré une certaine quantité de rayons lumineux reçus. Au contraire, les océans et la végétation absorbent la plupart des rayons lumineux qu'ils perçoivent, ils en réfléchissent peu et ainsi favorisent le réchauffement de la surface terrestre. Les autres raisons sont que les températures sont fortement influencées par le type de corps qui est chauffé (comme la terre ou l'eau) et les mouvements des masses d'air et d'eau (i.e., les courants océaniques et atmosphériques). Cette activité s'intéressera à l'impact de la géographie, en se focalisant en particulier sur l'effet des rayons solaires sur de zones d'eau ou de terres.

Étape 2. Problèmes à résoudre en groupe

La partie Problèmes à résoudre demande aux étudiants de s'intéresser plus particulièrement aux cartes, d'en discuter en classe et d'explorer l'origine de certains phénomènes particuliers au niveau des hémisphères. Les questions sur la partie « feuille papier » obligent les élèves à considérer les principes climatiques fondamentaux comme : la variation saisonnière du niveau moyen d'ensoleillement (watts/m2) reçu par différentes parties de la Terre, la variation saisonnière de température dans les hémisphères Nord et Sud, et les différences quant à la réponse de l'eau et de la terre à un flux lumineux.

Les étudiants pourront travailler par groupe de 2 ou 3 pour cet exercice. Les outils de première nécessité pour les étudiants sont les cartes en couleur sur les figures EA-S5-1, EA-S5-2, et EA-S5-3. Il est plus facile de mener cette analyse si chaque groupe à sa propre copie des figures, sur support papier ou ordinateur (si cette activité est faite en laboratoire d'info, chaque groupe peut regarder les cartes éditées sur le site Internet de GLOBE). Si aucun des précédents cas n'est possible, passez à la partie feuille de travail 1 à 3 et coloriez au crayon ou marqueur les cartes qui y sont pour que les étudiants puissent avoir leurs propres cartes de couleurs.

Guidez les élèves tout au long des étapes suivantes.

A. les étudiants utiliseront des cartes pour comparer la répartition d'énergie solaire en janvier et juillet, et voir que celle-ci est à peu près opposée dans les deux hémisphères. Ils verront aussi que l'hémisphère Sud reçoit plus d'énergie au cours de l'été que l'hémisphère Nord à la même période. Il leur sera montré une description de l'orbite de la Terre autour du Soleil, c'est une aide pour expliquer cette différence. La Terre est plus proche du Soleil en Janvier qu'en Juillet. Au fur et à mesure de leur travail, Ils auront certainement besoin d'aide pour interpréter les cartes et ainsi justifier correctement leur étude.

B. Les étudiants compareront les cartes de températures pour Janvier et Juillet afin de prendre une décision.

Figure EA-S5-1

Moyenne des températures à la surface de la Terre pour les mois de Janvier et Juillet

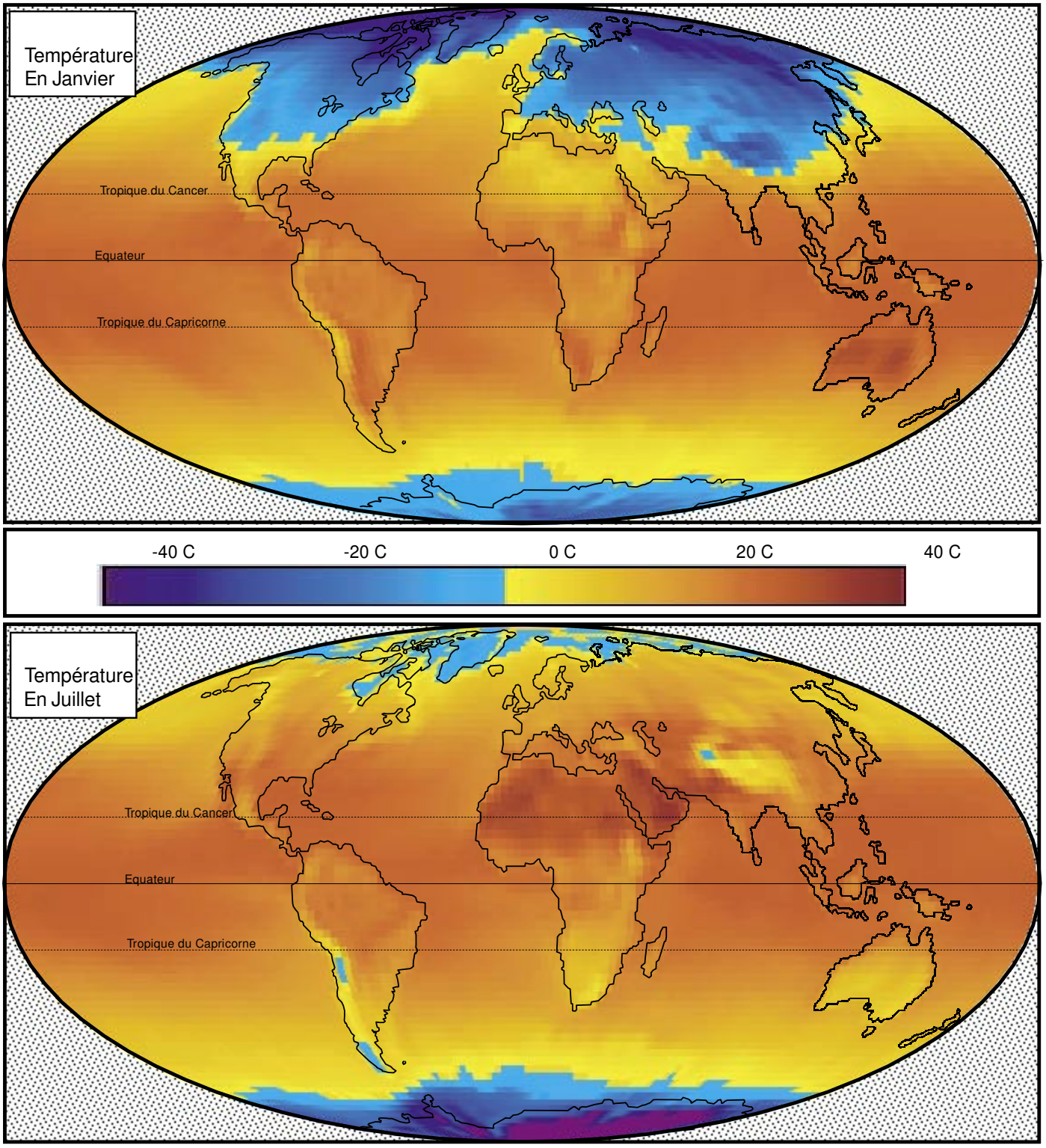
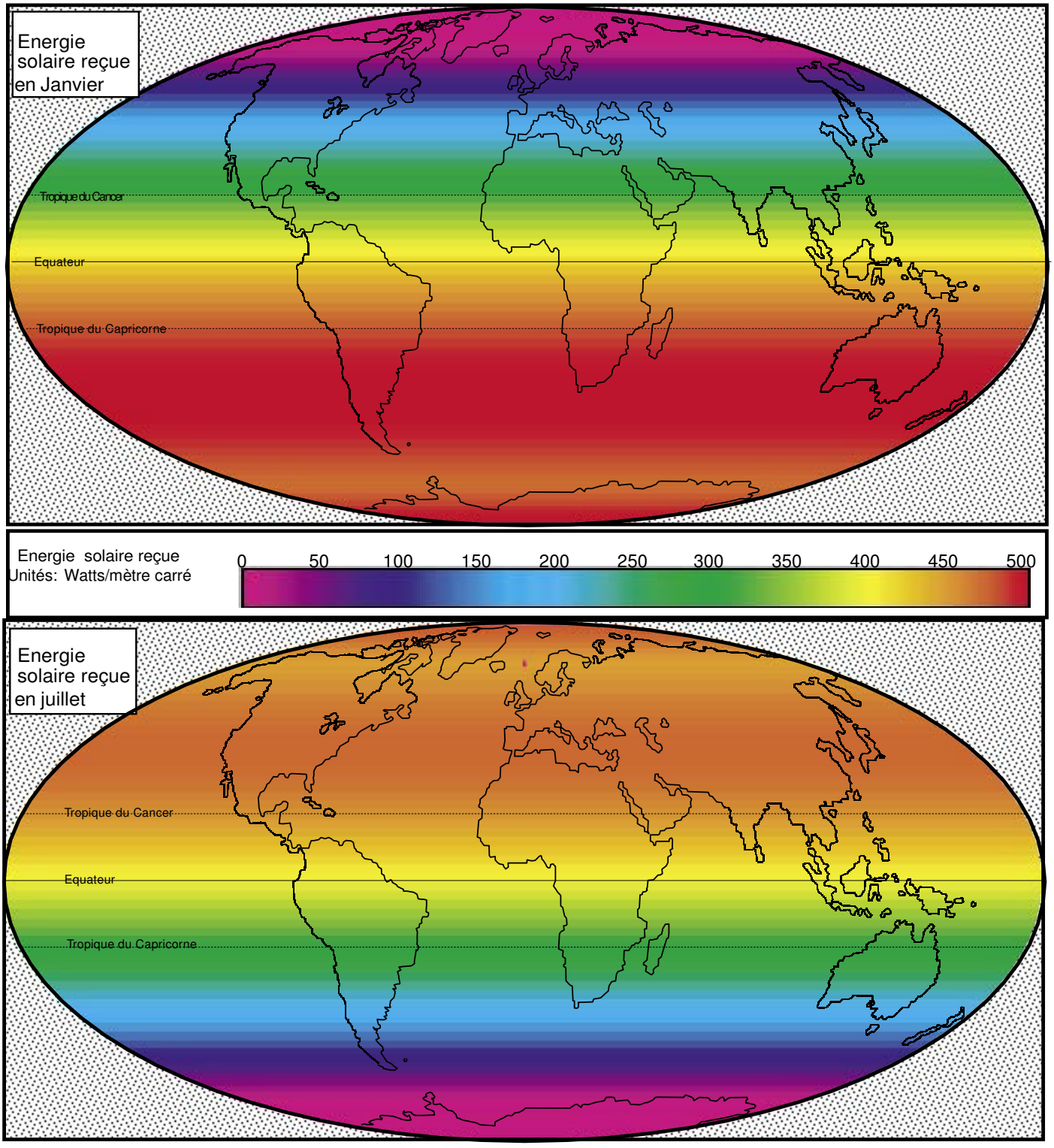


Figure EA-S5-2

Moyenne de la répartition de l'énergie solaire reçue pour les mois de Janvier et Juillet



quelle hémisphère présente un été chaud. La carte des températures montre que l'hémisphère Nord présente des zones rouges et rouges foncées en Juillet et pour l'hémisphère Sud en Juillet; le graphique des moyennes des températures (Figure EA-S5-3c) le montre aussi. Cependant, en Juillet, l'hémisphère Nord reçoit moins d'énergie solaire que l'hémisphère Sud en Janvier.

C. Ensuite, les étudiants utiliseront les Figures EA-S5-3a pour comparer la variation de température entre deux villes situées dans des hémisphères opposés: Beijing et Melbourne. La Figure EA-S5-3a montre une carte des niveaux de température calculés à partir de la différence entre la moyenne des températures en Janvier et la moyenne des températures en Juillet. La température à Melbourne varie moins, bien que les deux villes soient à des latitudes identiques. Pour expliquer cela, les étudiants peuvent jeter un coup d'oeil aux données du programme GLOBE sur ces deux villes. Bien que l'altitude soit un facteur important, regarder les différences entre les deux hémisphères dans leur globalité montre que ce n'est pas une explication suffisante. L'Australie est une terre de petite taille comparativement à la Chine dont les températures varient de façon significative même près de l'océan.

D. Les étudiants peuvent généraliser à partir de ce cas et se demander pourquoi les températures varient plus dans l'hémisphère Nord. La figure EA-S5-3b montre un histogramme de la répartition des quantités d'eau et de terre dans les deux hémisphères. Cela aidera les étudiants à comprendre que la majorité des terres est localisée dans l'hémisphère Nord, la conséquence en est que l'hémisphère Nord fait façe à des variations de température plus importantes que l'hémisphère Sud, majoritairement couvert par les eaux. Les étudiants pourraient appuyer leurs explications sur les cartes et les graphiques.

Étape 3. Discussion en classe

Les groupes désignés présentent leur analyse. Guidez les afin qu'ils utilisent des preuves tirées des cartes pour confirmer leurs explications si ce n'est pas déjà fait.

Beaucoup d' étudiants croient que les saisons proviennent uniquement de la proximité relative de la Terre avec le Soleil et que l'été est chaud parce que la terre est proche du Soleil. Cette activité va démontrer que les caractéristiques des saisons varient malgré la proximité de la Terre avec le Soleil : Le changement des températures d'été est en fait plus prononcé lorsque la Terre s'éloigne du Soleil et donc reçoit une intensité lumineuse plus faible.

Pour aller plus loin

Une expérience qui demande aux étudiants d'enquêter sur la capacité calorifique de différents corps serait utile pour approfondir l'idée que certains corps ont besoin de plus d'énergie solaire pour augmenter leur température. Par exemple, un labo pourrait demande aux étudiants d'exposer un bol d'eau et de terre à la même source de lumière et de mesurer les changements de température. Les mêmes études peuvent être menées dans le programme GLOBE *Humidité du sol et Protocole pour les Températures.*

Un autre chemin d'étude de la capacité calorifique est de tracer les données GLOBE des températures de l'air et de l'eau. En général, les relevés de la température de l'air montreront une variation plus importante, liée à la capacité calorifique de l'air qui est plus faible que celle de l'eau. En comparant les résultats de deux écoles situées à la même latitude, l'une étant près de la mer et l'autre dans les terres, cela permettrait de poursuivre l'étude.

Ressources

Le site Internet GLOBE donne la possibilité d'utiliser un outil pour créer un répertoire de cartes, dans le but de les comparer, par exemple, pour regarder la répartition de l'énergie solaire reçue à différents moments de l'année. Les étudiants peuvent l'utiliser pour mener leurs études, par exemple comment l'énergie solaire varie-t-elle au cours d'une année. L'activité *Etablir les raisons du changement de saison* utilise les cartes comme un moyen d'analyser la répartition de l'énergie solaire pendant les solstices et les équinoxes. L'affiche GLOBE des saisons fournit aussi un répertoire permettant la comparaison des cartes prenant en compte d'autres paramètres comme la température moyenne, la couverture nuageuse, les précipitations, l'humidité des sols et la croissance des végétaux.

Figure EA-S5-3 a,b,c

Distribution des surfaces terrestres et variation des températures entre saisons

Figure EA-S5-3a: Différence des températures entre Janvier et Juillet

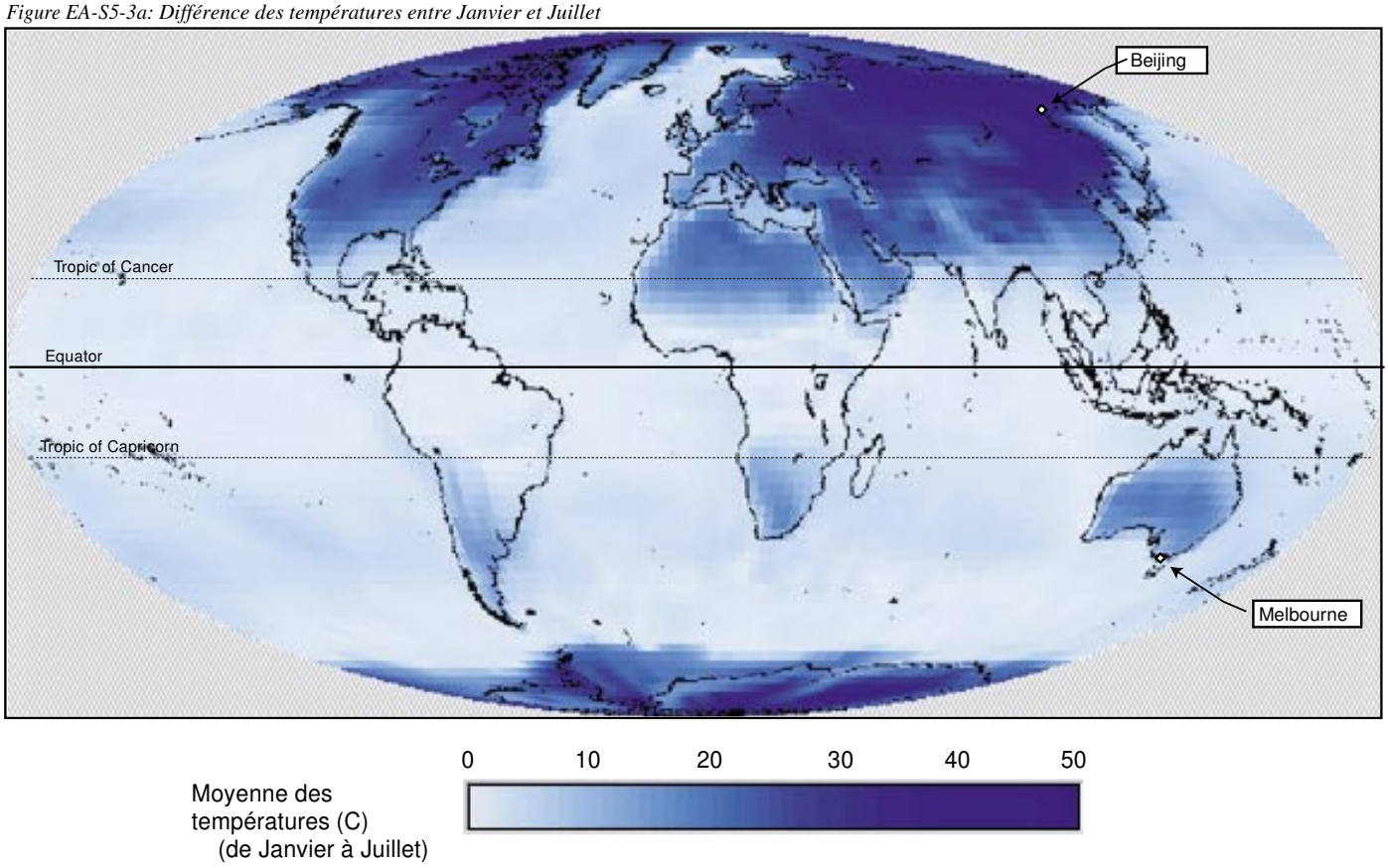


Figure EA-S5-3b: Répartition des terres et de l'eau par hémisphère

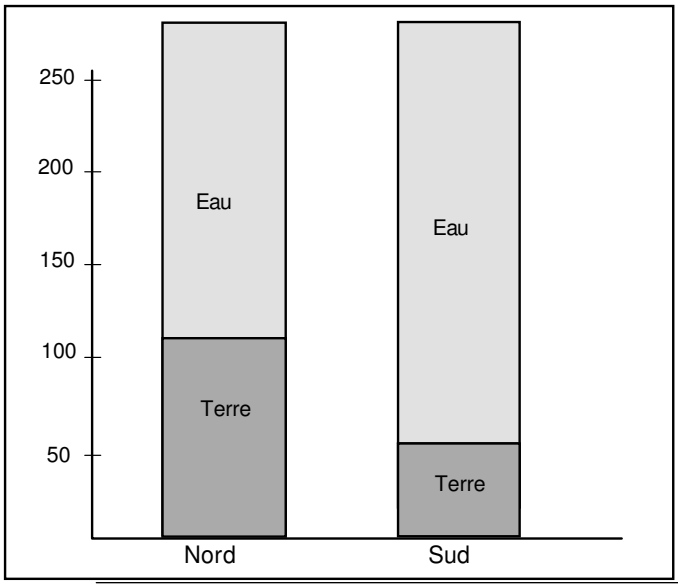
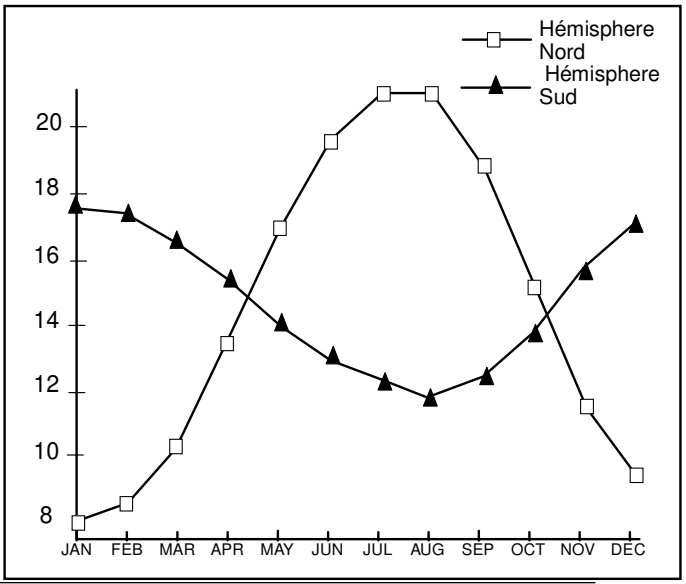


Figure EA-S5-3c: Moyenne des températures par hémisphère sur un an



Le changement de saison sur les continents et dans les océans

Feuille de travail

Noms: _____

Les saisons sont, plus ou moins mais pas exactement, inversées entre l'hémisphère Nord et Sud. Dans cette activité, vous utiliserez les cartes en couleur et d'autres données pour analyser et expliquer les différences importantes concernant les variations dans les changements de saison entre les hémisphères.

Orientations

1. Commencer par regarder les cartes de la répartition de l'énergie solaire pour Juillet et Janvier (Figure EA-S5-1 or « *Feuille Papier » 1*). Quel hémisphere a son été en Janvier? (Nord/Sud) En Juillet? (Nord/Sud) Expliquez comment ces cartes justifient votre réponse.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

2. Est-ce que un des hémisphères reçoit plus d'énergie solaire au cours de l'été? Lequel ? Dans votre réponse, employez des termes qualitatifs (i.e. plus que ou moins que) et quantitatifs (i.e., une différence de 100 watts par mètre carré).

_____

_____

_____

_____

_____

_____

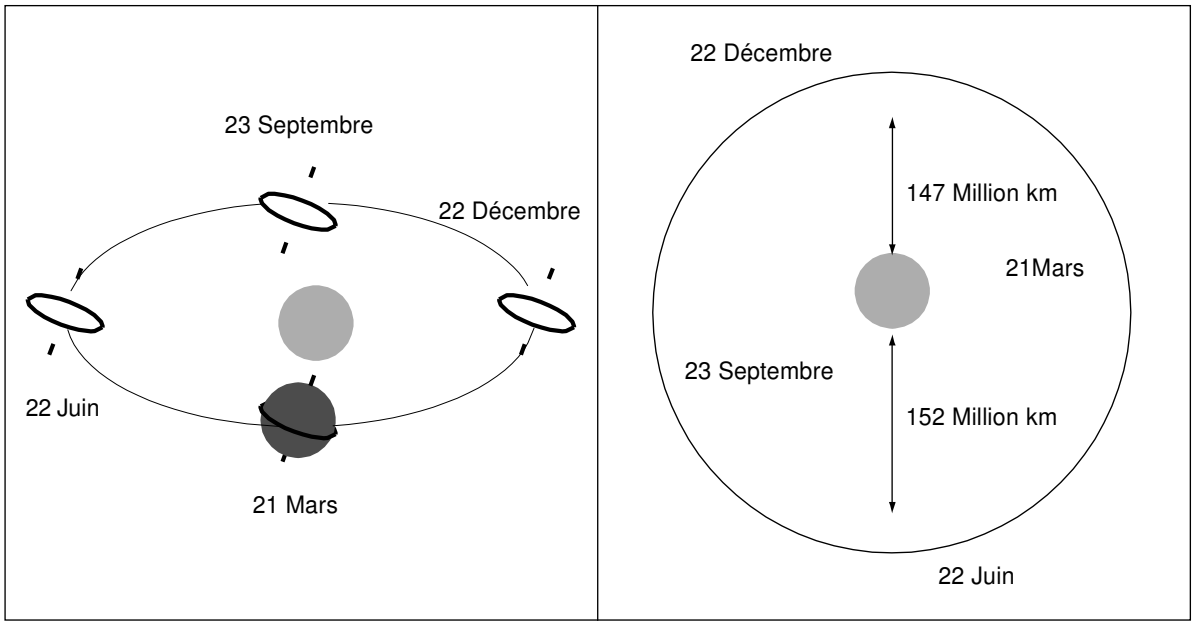
3. Pourquoi est-ce qu'un hémisphère recevrait-il plus d'énergie solaire que l'autre? L'image suivante donnant la position relative de la Terre par rapport au soleil pendant les solstices et les équinoxes peut vous aider à trouver la réponse.

_____

_____

_____

Position relative de la Terre par rapport au Soleil



4. Maintenant, regardez les cartes de température en Janvier et Juillet (Figure EA-S5-2 ou *feuille de travail 2*). En particulier, comparez les zones terrestres et les zones d'eau autour des pôles. Quel hémisphère semble avoir des hivers plus froids ? (Nord/Sud) des étés plus chauds? (Nord/Sud) Détaillez les preuves que vous avez trouvées sur les cartes.

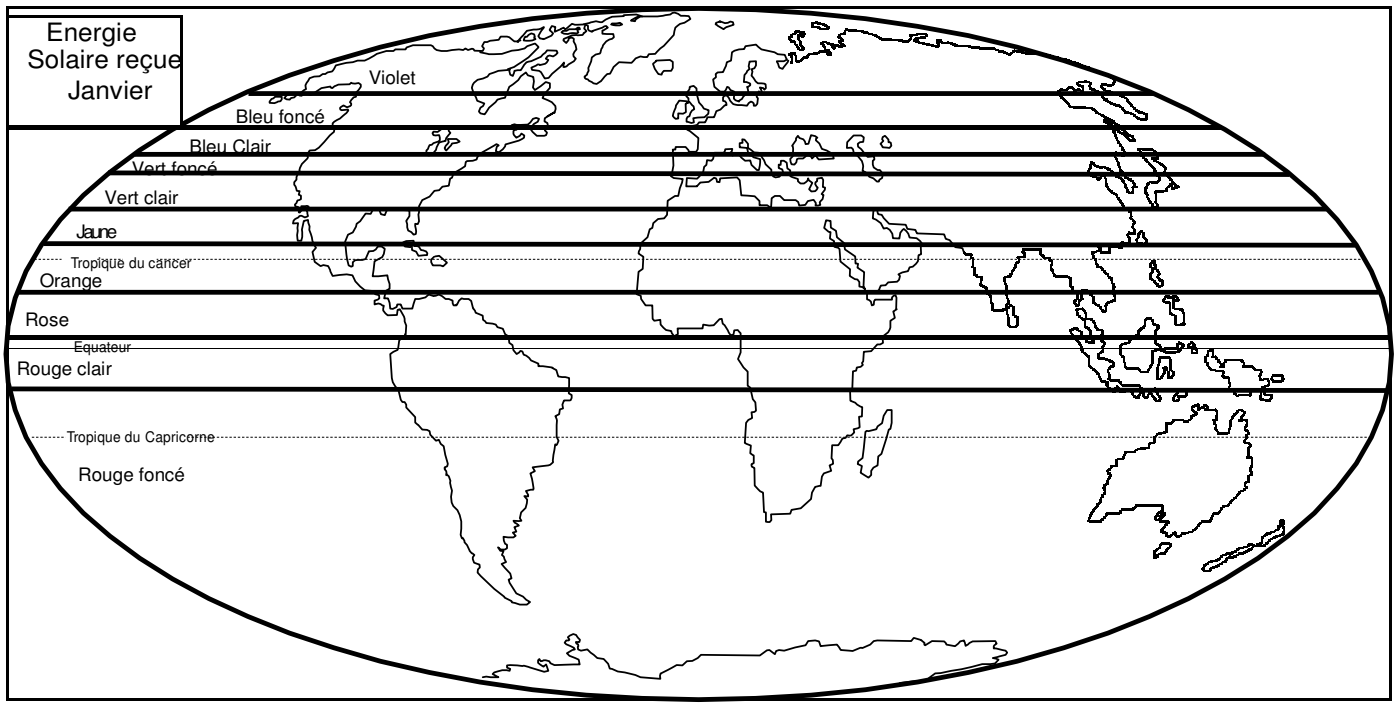
5. Comparez votre réponse à la question 2 à votre réponse à la question 4. Est-ce que l'hémisphère qui reçoit le plus d'énergie solaire au cours de l'été est celui qui a l'été le plus chaud ?

Proposez une raison à cela et finissez ensuite la feuille de travail qui vous aidera à trouver la réponse.

Nom: _____

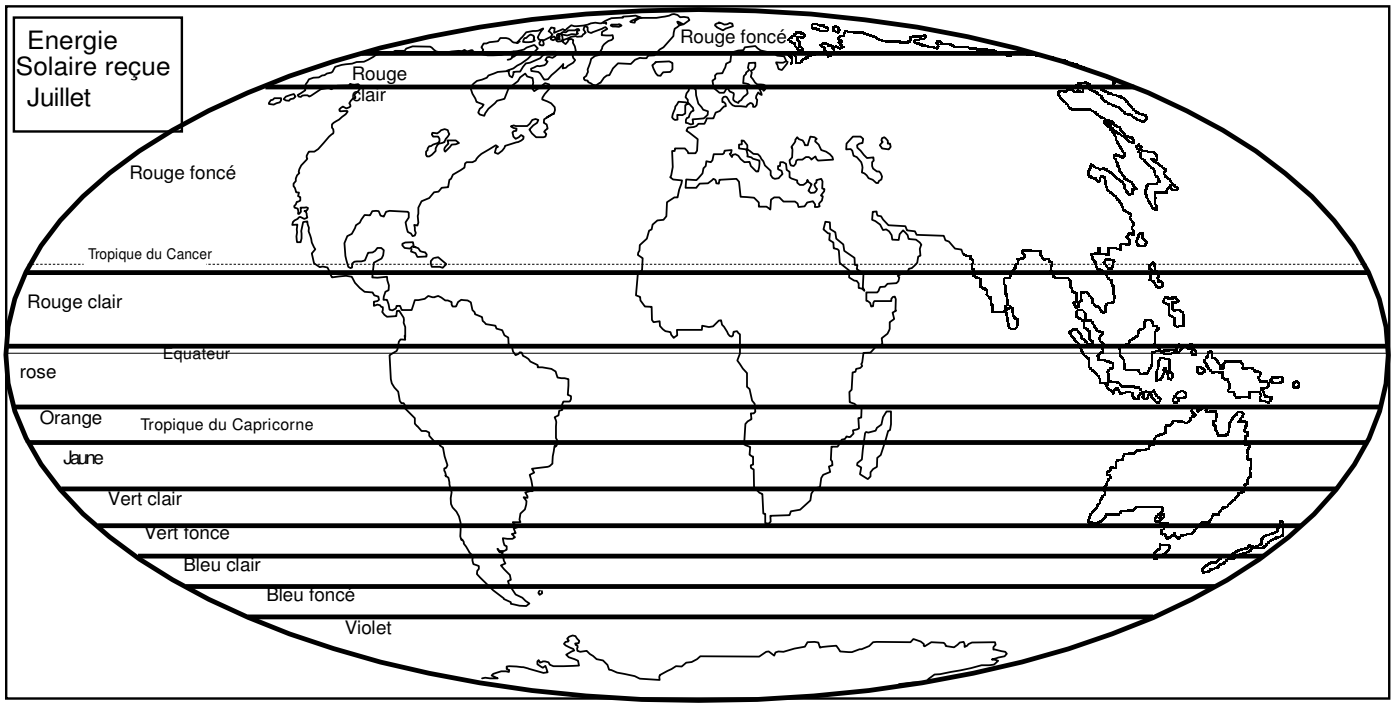
feuille de travail 1: Moyenne de la répartition de l'énergie solaire reçue pour les mois de Janvier et Juillet

Orientations: Coloriez la légende de la répartition de l'énergie solaire pour les cartes de Janvier et Juillet. Utilisez la couleur indiquée et coloriez entre les lignes.



Energie solaire reçue
Unités: Watts/mètre carré.

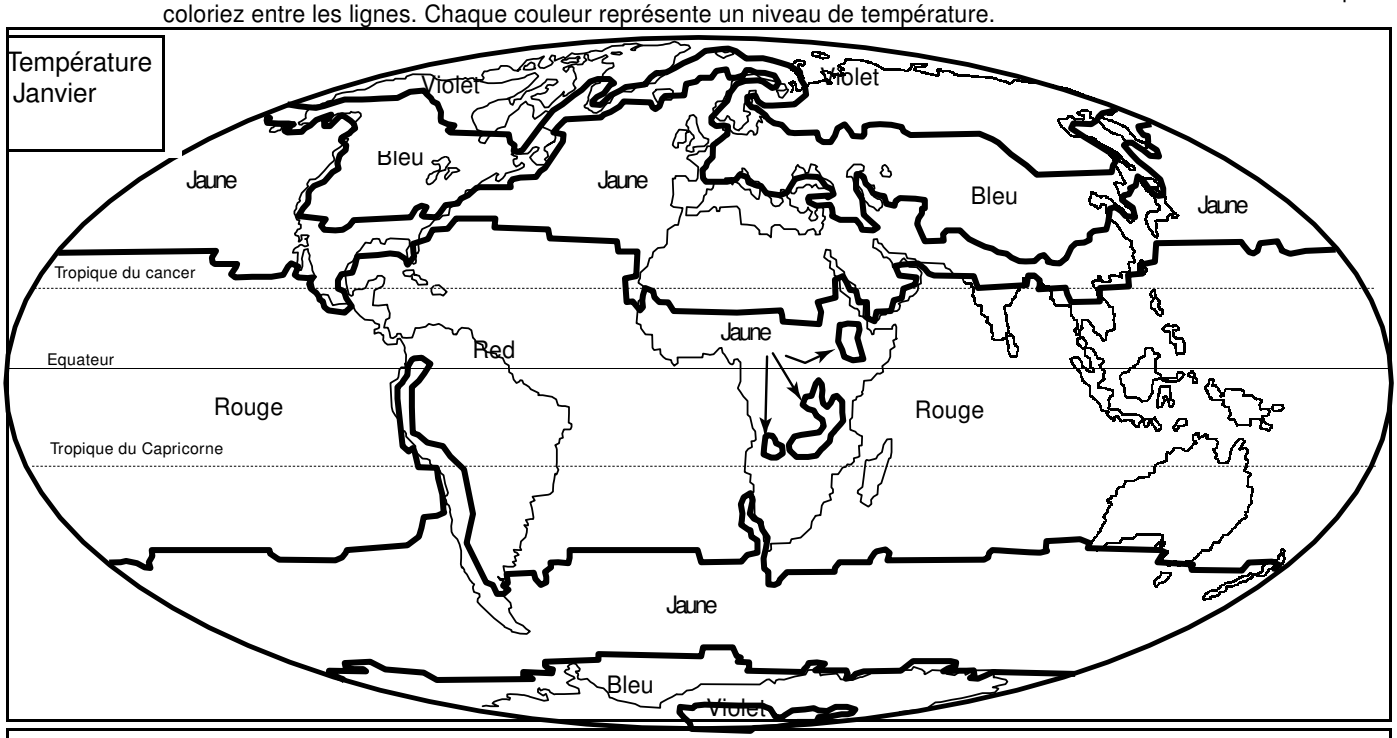
0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Violet	Bleu foncé	Bleu Clair	Vert foncé	Vert clair	Jaune	Orange	Rose	Rouge clair	Rouge foncé	

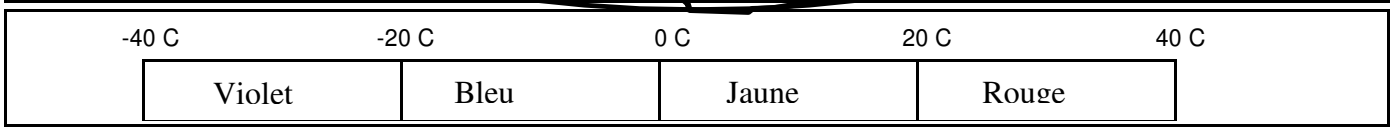


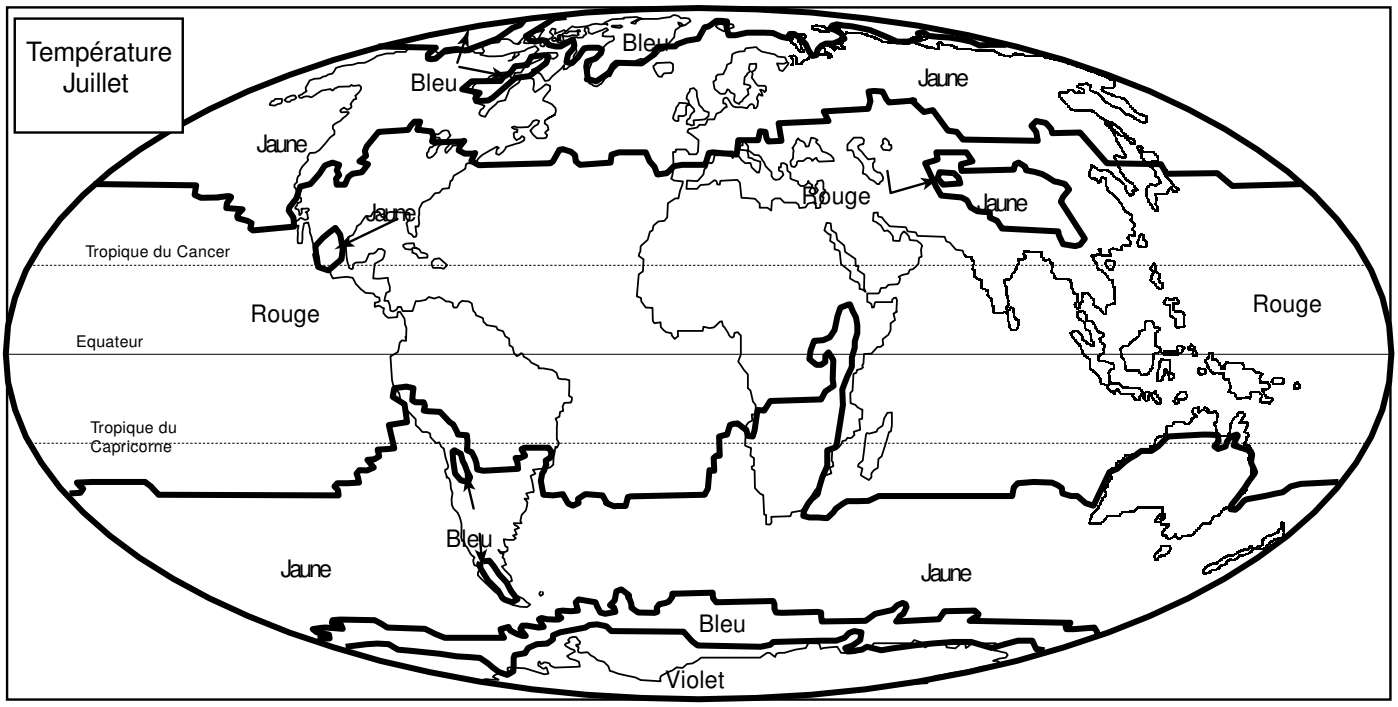
Nom: _____

Feuille de travail 2: Moyenne des températures à la surface de la Terre pour les mois de Janvier et Juillet

Orientations: Coloriez la légende de la répartition des températures pour les cartes de Janvier et Juillet. Utilisez la couleur indiquée et coloriez entre les lignes. Chaque couleur représente un niveau de température.







6. Considérez la différence des températures entre l'été et l'hiver dans chaque hémisphère.

A. La figure EA-S5-3a (ou la feuille de travail 3a) montre une carte des différences de température dans le monde entre les mois de Janvier et de Juillet : la teinte bleue vous permet de savoir à combien de degrés s'élève la différence qu'il y a entre la moyenne du mois de Janvier et celle du mois de Juillet. Si cette différence est grande, la couleur est foncée ; dans le cas contraire, elle est claire. Beijing en Chine et Melbourne en Australie sont à des latitudes identiques mais dans des hémisphères opposés, et leur moyenne de température est très différente. Quantifier cette différence en analysant la carte et donnez les raisons de cette différence.

B. Si vous rencontrez des difficultés pour énoncer la raison de ces différences, pensez à la taille du continent où se trouvent ces villes. Quel continent selon vous s'échauffe ou se refroidie le plus rapidement ?

C. Comment votre réponse à la question B. est-elle en relation avec la question A. qui parle de différence d e température ?

7. Finalement, généralisez votre analyse pour comparer les hémisphères Nord et Sud dans leur ensemble. Quel hémisphère a un été chaud et un hiver froid, Nord ou Sud? Expliquez votre réponse et donnez les raisons de cette différence, en utilisant des preuves pour soutenir votre argumentation. Utilisez les données montrées sur les cartes figure EA-S5-1, 2, et 3 (ou « *Feuille Papier* » *1, 2,* et *3*) comme preuves. Vous aurez sans doute aussi besoin de faire référence à la figure EA-S5-3b (or *« Feuille Papier » 3b*)
qui montre les proportions d'eau et de surfaces terrestres dans les deux hémisphères.

Nom: _____

Feuille de travail 3: Distribution des Surfaces terrestres et variation des températures entre saisons

Orientations: L'objectif de cette carte est de montrer les variations de température lors d'un changement de saison. Utilisez la couleur indiquée et coloriez les zones définies par les lignes.

Figure EA-S5-3a: Différence des températures entre saisons

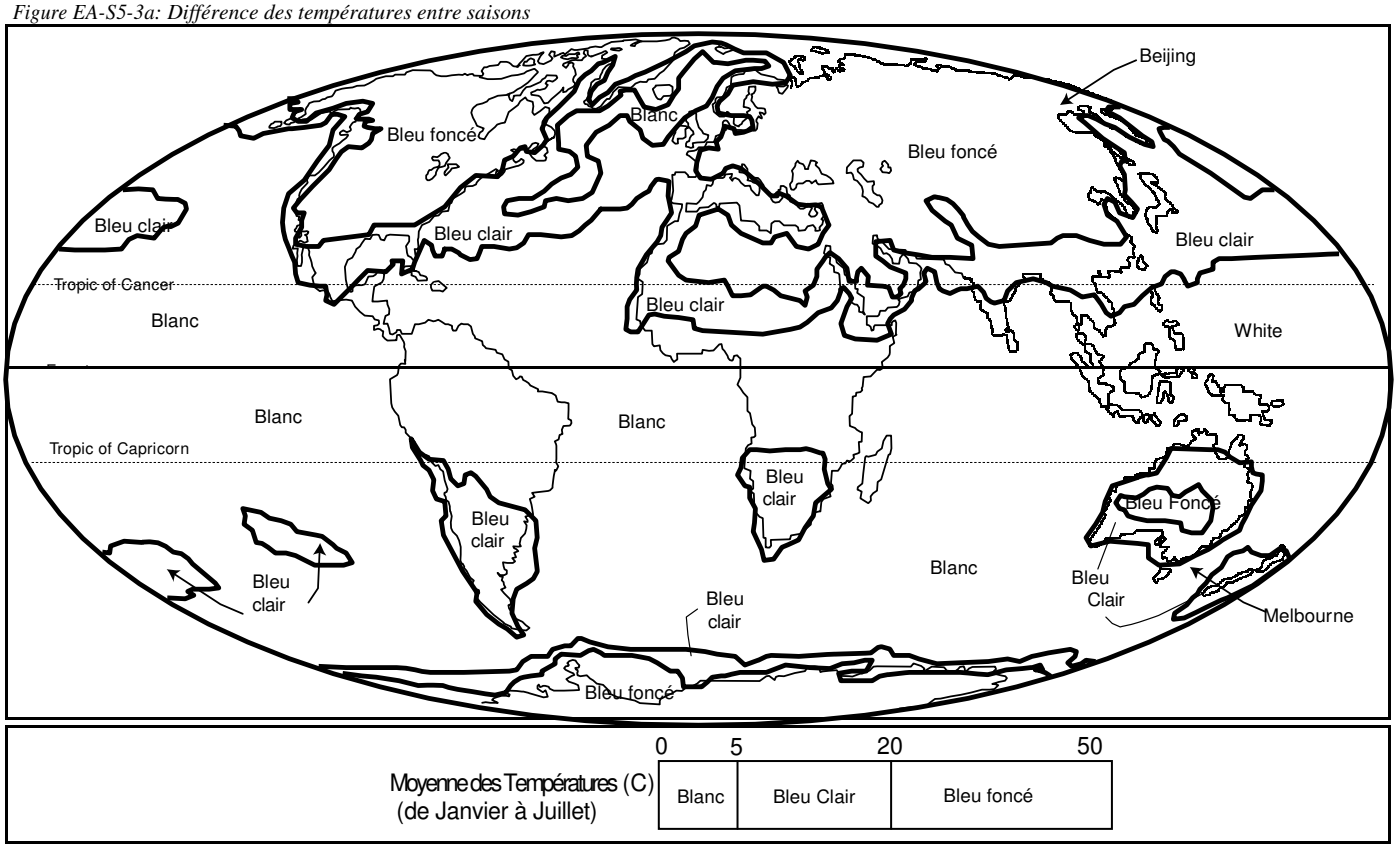


Figure EA-S5-3b: Répartition des terres et de l'eau par hémisphère

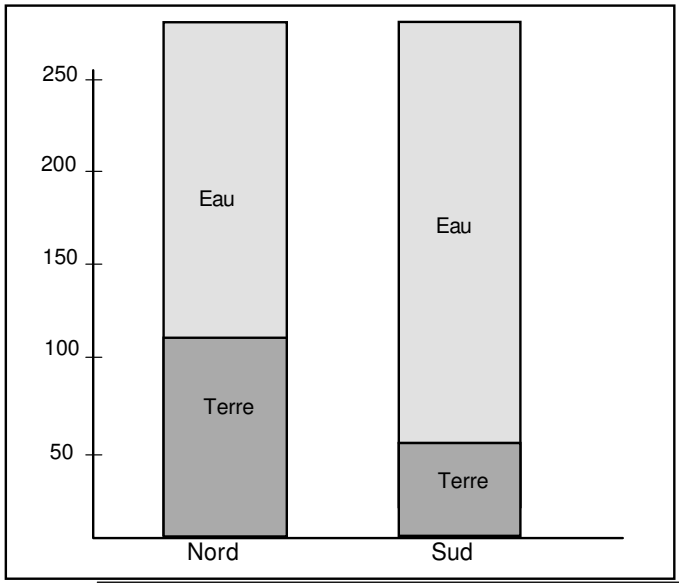
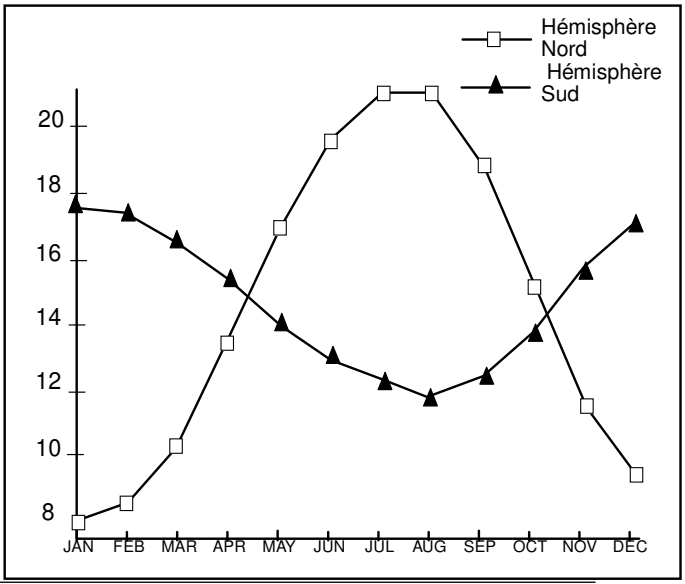


Figure EA-S5-3c: Moyenne des températures par hémisphère sur un an



Le changement de saison Sur les continents et dans les océans

Evaluation

Pour chaque critère, évaluez le travail des étudiants en utilisant la notation suivante et les exigences associées.

3 = L' étudiants a montré avec clarté qu'il a compris et fait ce qu'on attendait de lui.
2 = La plupart des questions abordées par l' étudiants correspondent à ce qui était attendu.
1 = Des questions ont été correctement traitées mais l'ensemble reste à améliorer

0 = il n'y a pas de réponse, ou alors, la réponse est fausse ou a été écrite au hasard

1. Utilisez les cartes de la répartition de l'énergie solaire reçue pour déterminer quel hémisphère a l'été en janvier et l'autre en juillet.

Notation	Description
3	L' étudiants a établit que la carte du mois de janvier fait ressortir plus de couleurs de l'orange au rouge pour l'hémisphère Sud, ce qui montre que c'est l'été dans cet hémisphère à cette période. Le même raisonnement peut être tenu pour l'hémisphère Nord en juillet.
2	La réponse est correcte et l étudiants a indiqué que les couleurs de la carte le montre, mais il n'a pas précisé les couleurs utilisées ou alors leur signification.
1	La réponse est correcte mais la justification est fausse.
0	Réponse absente ou fausse.

2.Comparez la répartition de l'énergie solaire reçue au cours de l'été.

Notation	Description
3	L' étudiants a donné la bonne réponse : L'hémisphère Nord reçoit plus d'énergie au cours de l'été; Il a aussi expliqué que les cartes montrent plus de zones en rouge. L' étudiants a quantifié sa réponse en expliquant que les valeurs moyennes pour l'été en hémisphère Nord sont autour de 500 watts/mètre carré au lieu de 450 pour l'hémisphère Sud.
2	La réponse est correcte, mais il manque une explication (soit quantitative soit qualitative).
1	La réponse est correcte mais la justification est fausse.
0	Réponse absente ou fausse.

3. Compréhension de l'influence de l'orbite terrestre sur les données relatives à la répartition de l'énergie solaire.

Notation	Description
3	L' étudiants a remarqué que la Terre est plus proche du Soleil en Décembre qu'en
1	L' étudiants a mentionné l'inclinaison de la Terre mais pas sa distance par rapport
0	Réponse absente ou fausse.

4. Démontrer à partir des cartes de température quel hémisphère a un hiver froid et un été chaud.

Notation	Description
3	L' étudiants a répondu que c'est l'hémisphère Nord dans les deux cas; il a montré que les cartes des températures révèlent des zones bleues pour l'hémisphère Nord en Janvier, ce qui indique un phénomène de gel, et en juillet la carte présente des zones rouges pour l'hémisphère Nord, ce qui correspond à des températures de 30°
2	La réponse est correcte, et il a indiqué que les couleurs le montrent mais il n'a pas précisé les couleurs utilisées ou leur signification.
1	La réponse est correcte mais la justification est fausse.
0	Réponse absente ou fausse.

5. Conclusion préliminaire sur le fait que l'hémisphère qui subit des étés chauds reçoit en fait moins d'énergie solaire que l'autre hémisphère lors de son propre été.

Notation	Description
3	L' étudiant a répondu non et a émis l'hypothèse que les surfaces terrestres jouent un rôle, ou il a proposé une hypothèse raisonnable.
1	L' étudiant a répondu oui mais n'a pas fournit d'explication.
0	Réponse absente ou fausse.

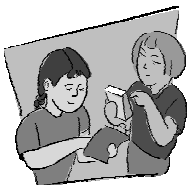
6. Analyser les niveaux de température sur les cartes pour comprendre l'influence des surfaces terrestres sur la température.

Notation	Description
3	L' étudiant est capable d'interpréter la carte en quantifiant les niveaux de température pour 6A. Pour 6B, l' étudiant a répondu que le continent Asiatique se réchauffe et se refroidie plus vite. Pour 6C, l' étudiant a mis en relation la taille
2	Combinaison de réponses correctes et fausses pour les réponses A, B et C.
1	L' étudiants a mal présenté son explication quantitative ou son raisonnement pour 6A, il a proposé injustement l'Australie pour la réponse 6B, et n'a pas mis en relation la taille des continents avec la différence de température pour la 6C.
0	Réponse absente ou fausse.

7. L' étudiant généralise sa réponse 6 à l'ensemble de l'hémisphère.

Notation	Description
3	L'explication mentionne que puisque l'hémisphère Nord a plus de terres et que la terre a une capacité calorifique plus faible (la terre se réchauffe et se refroidit plus vite que l'eau), cela provoque des hivers plus froids et des étés plus chauds. De même, l' étudiant peut souligner que l'hémisphère Sud a plus d'eau et que l'eau a une capacité calorifique plus importante ce qui conduit à des hivers plus doux et des étés moins chauds. (i.e., moins de différences entre l'été et l'hiver).
2	La réponse parle de la distribution des masses d'eau et de terre , mais l' étudiant n'a pas noté que l'eau et la terre ont une capacité calorifique différente.
1	La réponse a distingué la répartition de l'énergie solaire entre les hémisphères, la proximité de la Terre avec le Soleil, ou d'autres explications incorrectes.
0	Réponse absente ou fausse.

P1 : Les cartes du verdissement



Objectif général
Reconnaître les modèles de verdissement à l'échelle de la plante, du lieu, et de la région.

Objectif spécifique
Cette activité a pour but de préparer les étudiants à reconnaître à quoi ressemble un bourgeon à partir de l'éclosion. Les étudiants prendront des photos de la croissance de la plante avec une perspective à l'échelle du bourgeon, de l'arbuste, du massif d'arbustes, du lieu et de la région.

Compétences
Les étudiants reconnaîtront l'évolution temporelle (au cours du temps) du verdissement à l'échelle du bourgeon, de l'arbuste, du massif d'arbustes, du lieu et de la région.

Concepts scientifiques
Sciences de la Terre et de l'Espace

Les saisons sont dues aux variations de l'ensoleillement causées par l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.

Sciences physiques

Le soleil est une source d'énergie majeure dans les changements à la surface de la Terre.

Sciences de la vie

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations vivants ensemble ainsi que les facteurs physiques avec lesquels elles interagissent constituent un écosystème.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de plantes, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

La population d'un écosystème est limitée par ses ressources.

Les humains peuvent modifier l'équilibre d'un écosystème.

L'énergie de la vie provient principalement du Soleil.

Les systèmes vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Les interactions entre les êtres vivants d'un écosystème ont évolué parallèlement au cours du temps.

Compétences scientifiques
Observer des modèles à différentes échelles.
Observer correctement.
Utiliser les techniques et les outils appropriés.

Durée
Un cours

Niveau
Tous niveaux

Matériel et instruments
Cartes du verdissement
Carnet de science GLOBE

Préparation
Aucune

Pré requis
Aucun

Contexte

Cette activité a pour but d'aider les étudiants à savoir quoi rechercher quand ils commencent les observations du *Protocole de verdissement* qui fourniront des vérifications sur le terrain d'images prises à partir d'instrumentation active. Elle aidera également les étudiants à apprécier la variété d'échelles spatiales auxquelles la floraison a lieu. Pour aider les étudiants à préparer le *Protocole de verdissement*, des photos de floraison et de croissances des feuilles sont fournies. En utilisant les cartes de verdissement, ils identifieront les schémas de floraisons à l'échelle du bourgeon, de l'arbuste, du massif d'arbustes, du lieu et de la région (images prises par instrumentation active).

Les échelles spatiales font référence à l'augmentation de la taille d'une zone (du centimètre carré au kilomètre carré). Chaque échelle est une base pour l'échelle suivante, comme on peut le voir dans le tableau ci-dessous.

Arbres/Arbustes	**Herbes**
Bourgeon	Brin d'herbe
Branche	
Arbre/Arbuste	Massif herbeux
Ensemble	Champ
Région	Région

Des modèles uniques de floraison peuvent être observés au sein de chaque échelle et les modèles des différentes échelles sont reliés. Les bourgeons (structures petites, dures et protectrices contenants des feuilles miniatures formées chaque année per les arbres et beaucoup d'autres plantes en préparation de la prochaine saison de floraison), bien que d'aspect petits et insignifiants, deviennent de plus en plus importants d'une perspective générale reliée à la floraison jusqu'à l'échelle spatiale de la région. Les régions sont composées de lieux. Les lieux sont composés d'ensembles d'arbres et d'arbustes, et de champs d'herbe. A l'échelle du lieu, les migrations d'oiseaux aquatiques, d'oiseaux chanteurs, des mammifères et d'autre vie sauvage sont liées aux modèles de verdissement. La floraison est importante pour l'écologie de ces organismes car elle indique la présence de conditions favorables pour la nourriture et l'abri de ces animaux migratoires. A l'échelle de la région, les scientifiques utilisent des images satellites pour observer le verdissement et faire des cartes de verdissement utilisées pour prévenir les dangers d'incendie dans les savanes d'Australie, d'Afrique, et des Etats-Unis. Des zones très fleuries représentent un faible danger d'incendie alors que les zones peu fleuries représentent un plus grand danger d'incendie.

Que faire et comment le faire

Se préparer

- Pour aider les étudiants à réfléchir avant cette activité, demandez aux étudiants ce qu'est un bourgeon et en quoi ils pensent que les bourgeons sont importants pour la floraison.
- Demandez aux étudiants pourquoi ils pensent qu'il est important d'étudier les bourgeons.
- Demandez aux étudiants à quelles autres échelles spatiales que celle du bourgeon la floraison a lieu, et pourquoi ils pensent que les différentes échelles sont importantes.
- Demandez aux étudiants quels facteurs peuvent être important pour initier la floraison (températures plus élevées, plus grande humidité du sol, etc.) et pourquoi.

L'exploration

- S'il n'y a pas assez de jeux de cartes du verdissement pour que chaque étudiant en ait un, répartissez les étudiants par groupes.
- Donnez un jeu de cartes à chaque groupe.
- Demandez à chaque groupe de trier les cartes du verdissement dans un ordre qui montre la progression du verdissement au cours du temps (du début à la maturité des feuilles) et à différentes échelles spatiales : bourgeon, arbre/arbuste, massif d'arbustes, lieu et région (images prises par instrumentation active). Dites leur de se préparer à expliquer ce qu'ils ont fait.

La généralisation

- Demandez aux étudiants de partager ce qu'ils ont fait et pourquoi ils l'ont fait.
- Demandez aux étudiants ce qu'ils comprennent des échelles spatiales.
- Demandez aux étudiants de discuter de l'importance d'observations à la plus petite échelle, à savoir celle du bourgeon ou du brin d'herbe.

L'évaluation

1. Le carnet de science GLOBE

Faites écrire ou dessiner les étudiants dans leur carnet :

- Ce qu'est un bourgeon et pourquoi ils pensent que les bourgeons se forment.
- Pourquoi il est important d'étudier la floraison et de noter ses observations.
- A quelles échelles le verdissement a lieu et l'importance des différentes échelles.
- Faites prédire à chaque étudiant la date à laquelle le verdissement aura lieu cette année sur le site d'étude de l'école et expliquer pourquoi il/elle a choisi cette date. (Est-ce fondé sur des facteurs environnementaux liés au verdissement ?)

2. Demandez aux étudiants de trier les cartes de verdissement dans un ordre qui montre la progression au cours du temps (du début du verdissement à la maturité des feuilles) et à différentes échelles spatiales : bourgeon, arbre/arbuste, massif d'arbustes, lieu et région (images prises par instrumentation active).

Les jeux de cartes avec des exemples de différentes échelles spatiales sont présentés dans les figures suivantes.

Exemples à l'échelle du bourgeon

Peuplier :

Cartes A
Carte B
Carte C
Carte D
Carte E
(photographies avec les dessins de lignes)

Bouleau :

Cartes A
Carte B
Carte C (photographies avec les dessins de lignes)

Saule :

Carte A
Carte B
Carte C
Carte D
(photographies avec les dessins de lignes)

Exemples à l'échelle du massif herbeux

Carte A
Carte B
Carte C
(photographies et dessins de lignes)

Exemples à l'échelle de l'arbuste

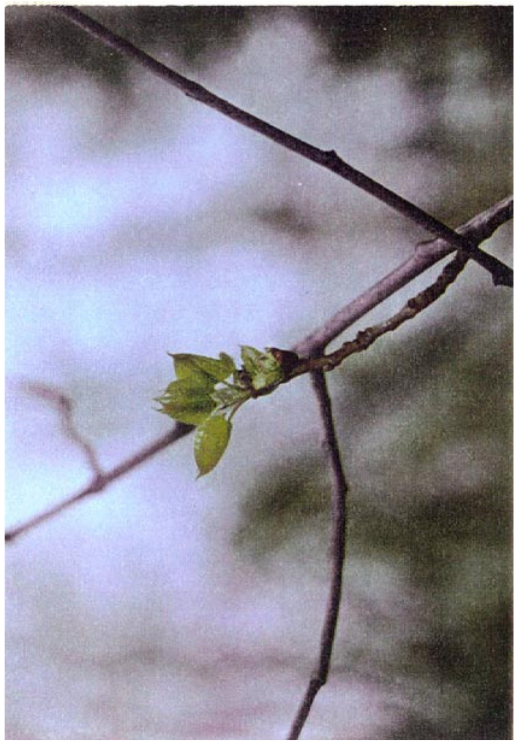
Carte A
Carte B
Carte C
(photographies et dessins de lignes)

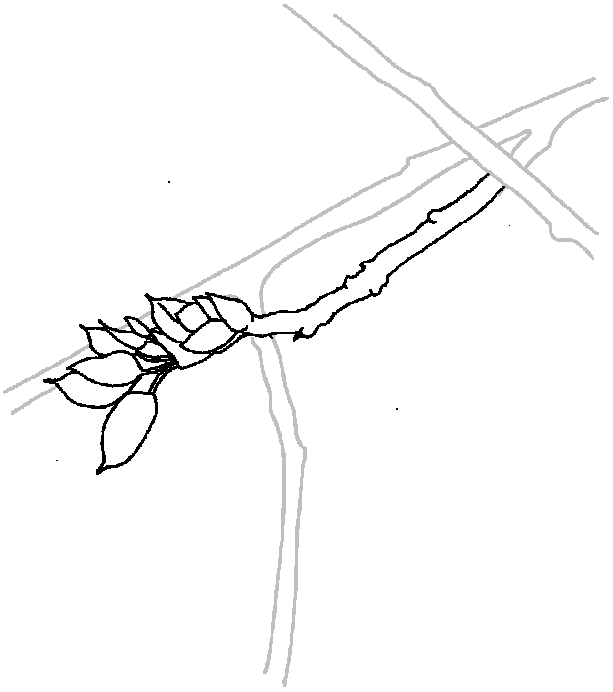
Exemples à l'échelle du lieu

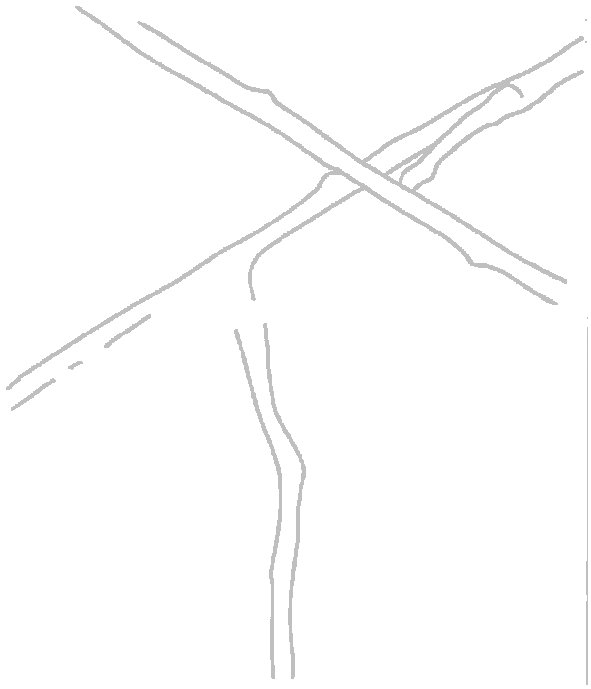
Carte A
Carte B
Carte C
Carte D
(photographies et dessins de lignes)

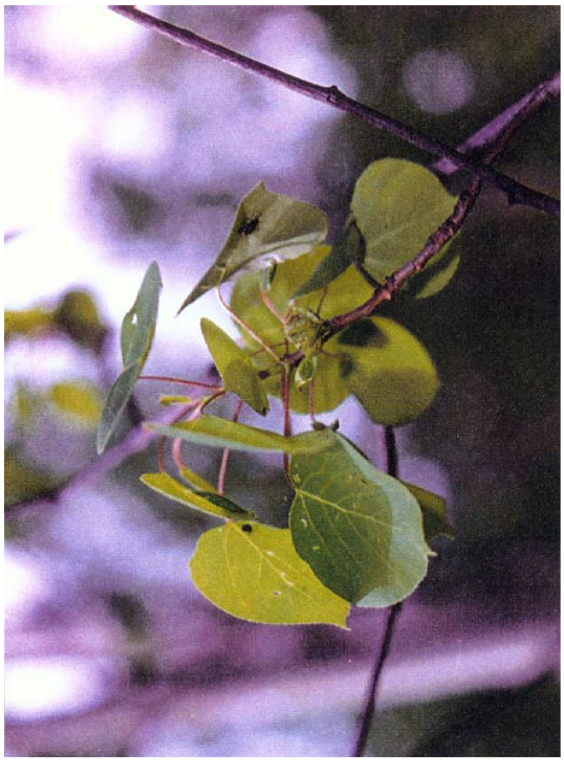
Exemples à l'échelle de la région

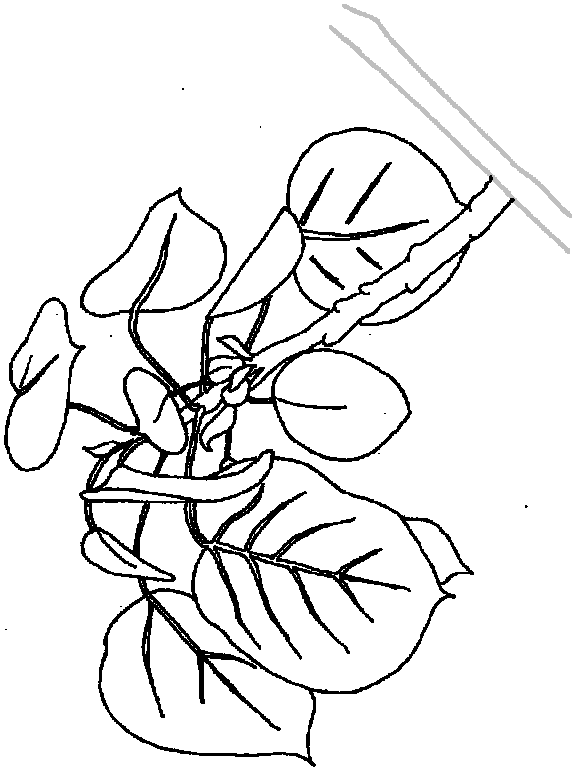
Carte A
Carte B
Carte C
Carte D
Carte E

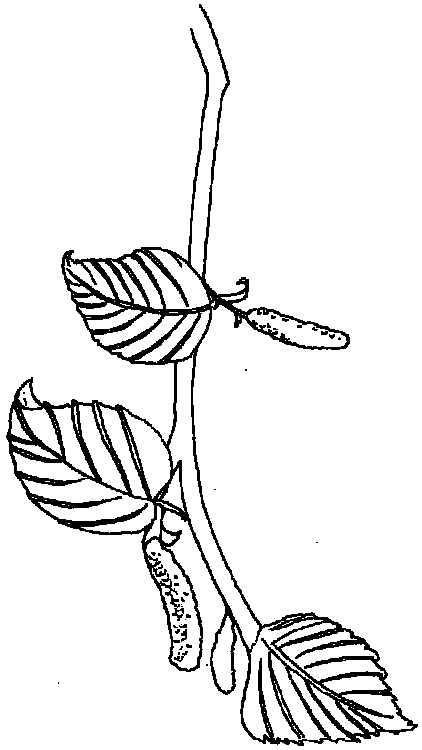


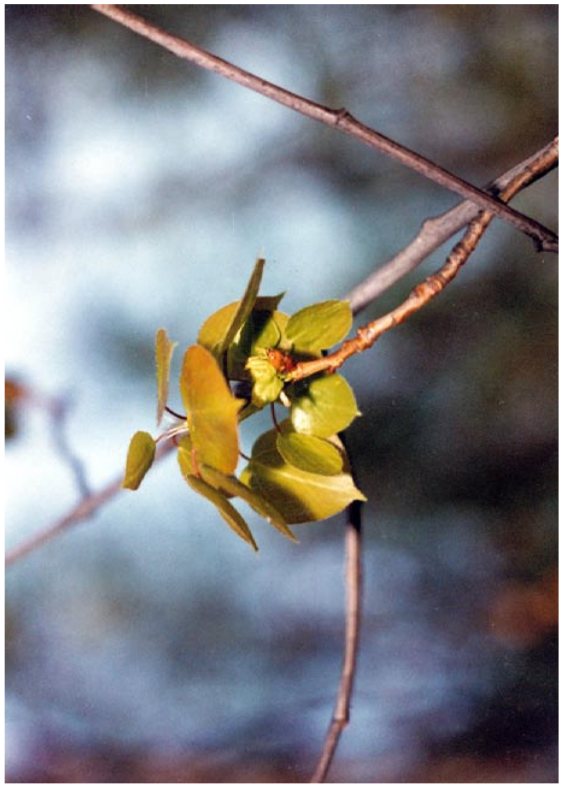


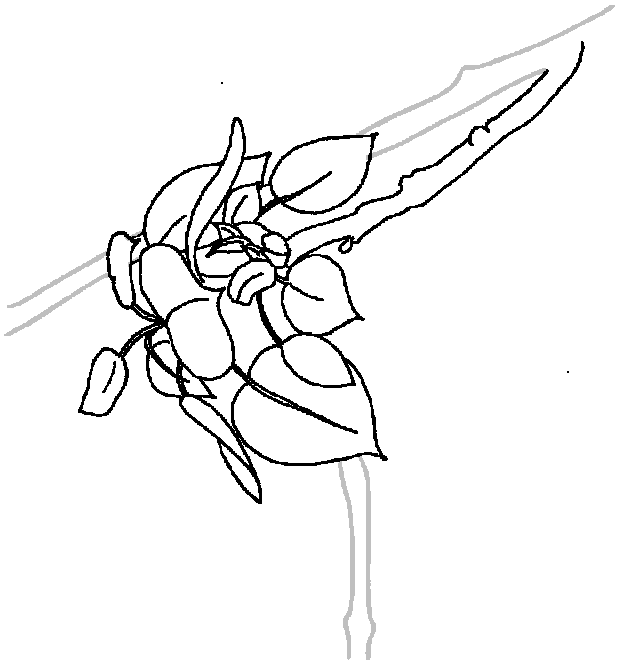


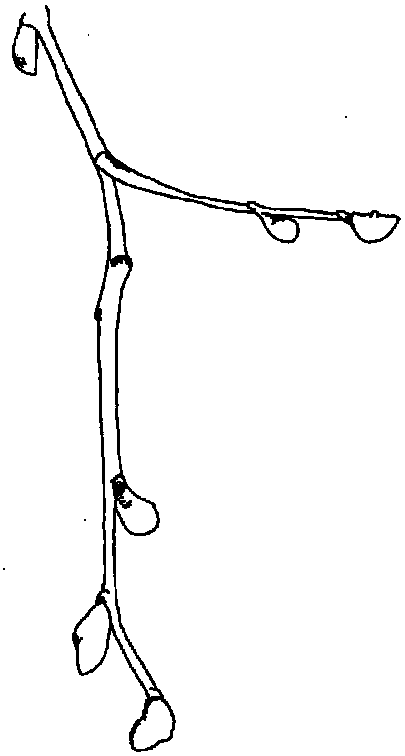


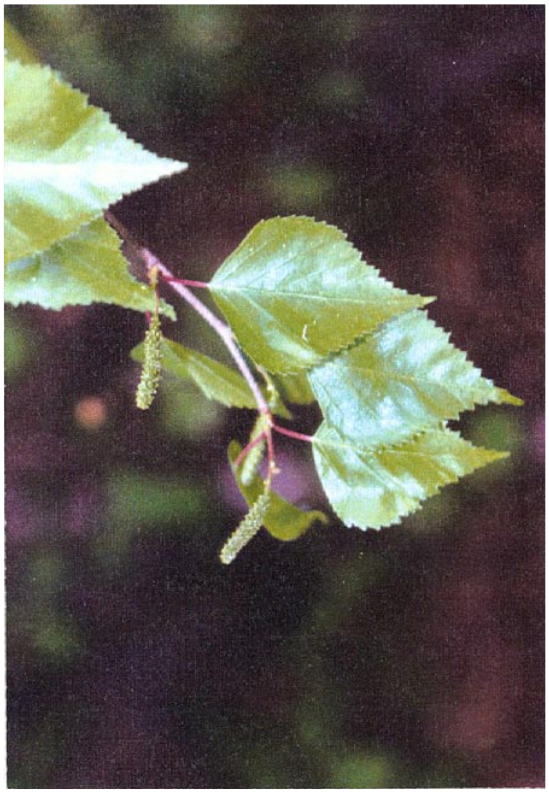


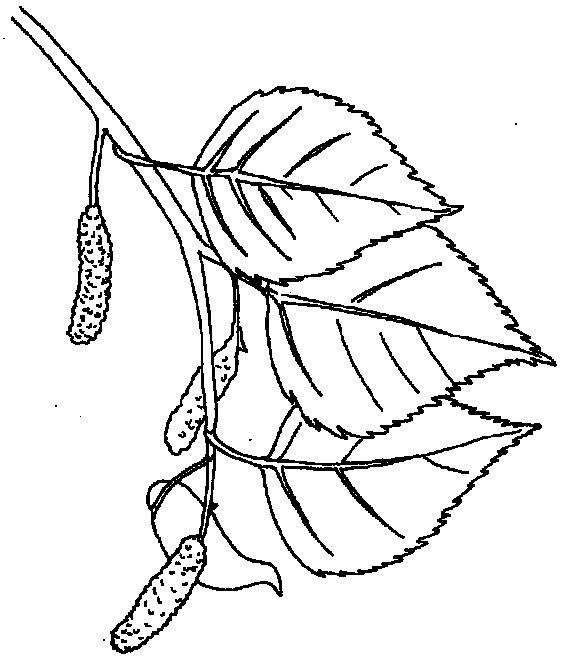


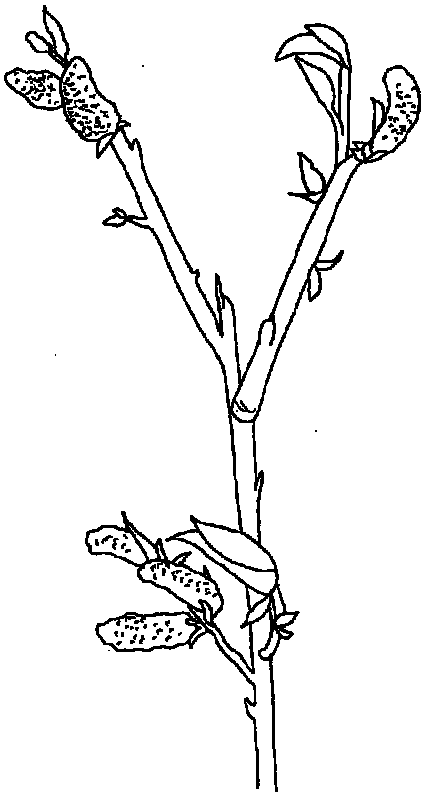


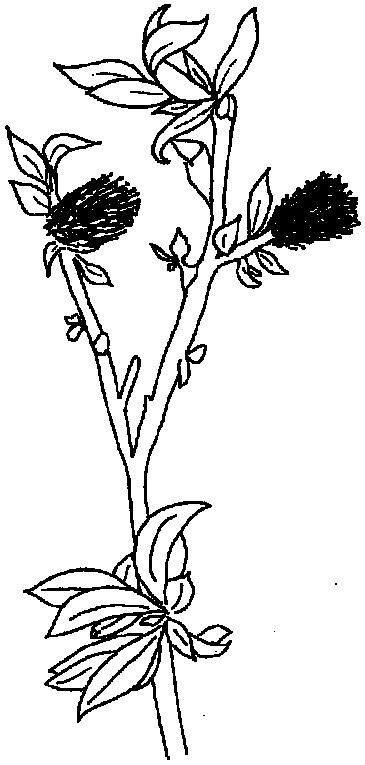


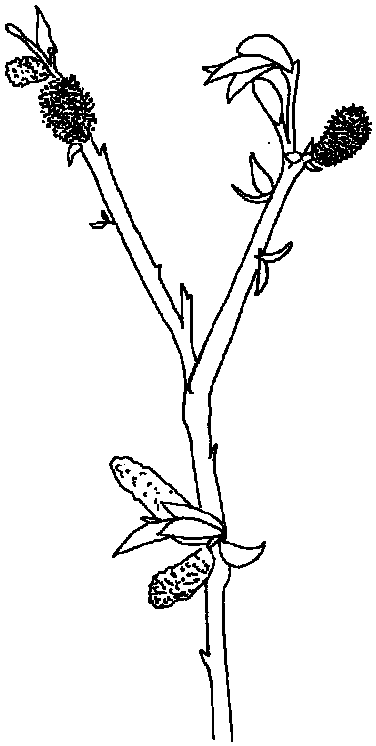


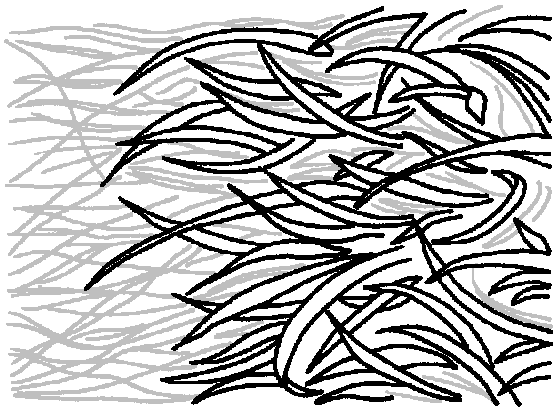


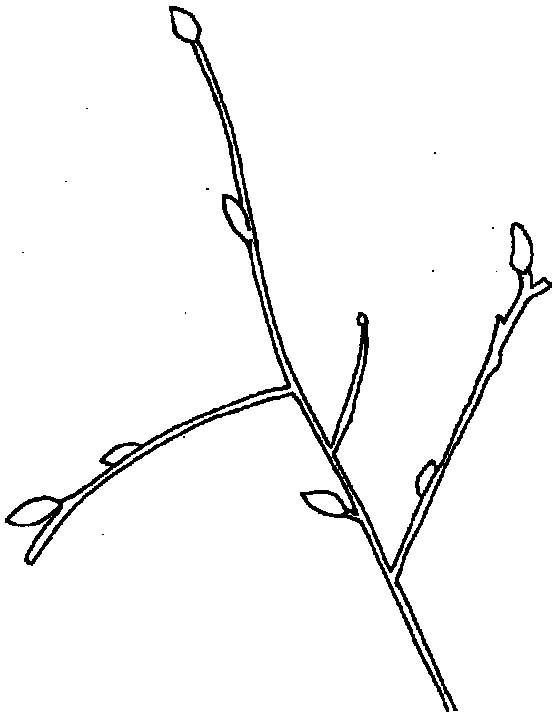


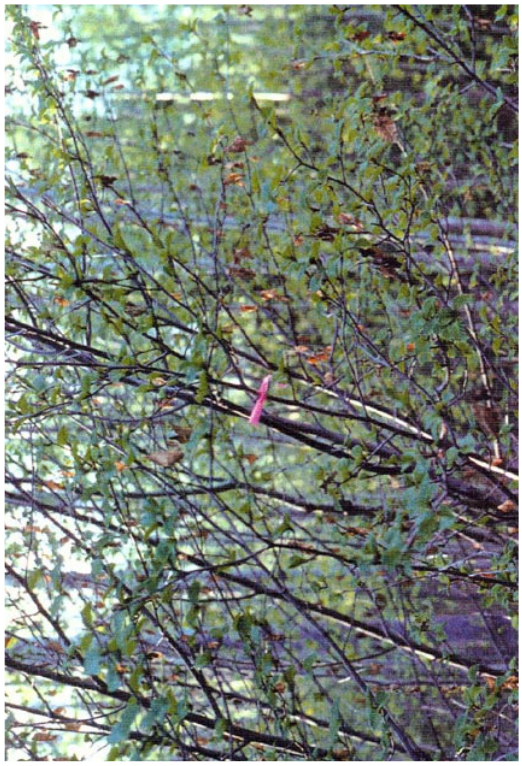


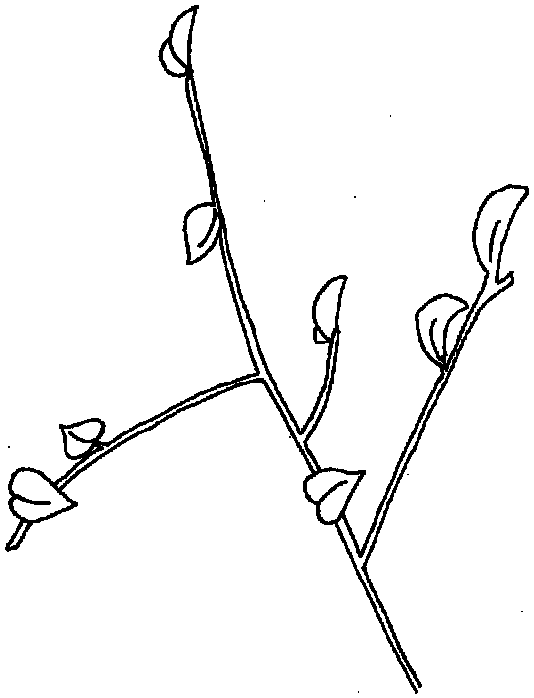


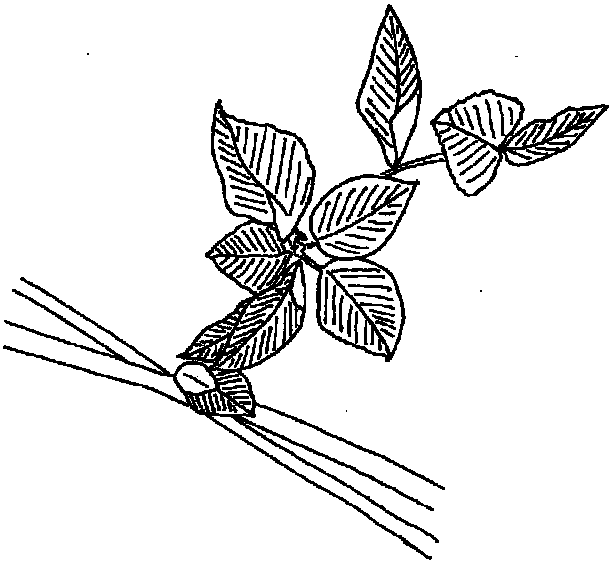


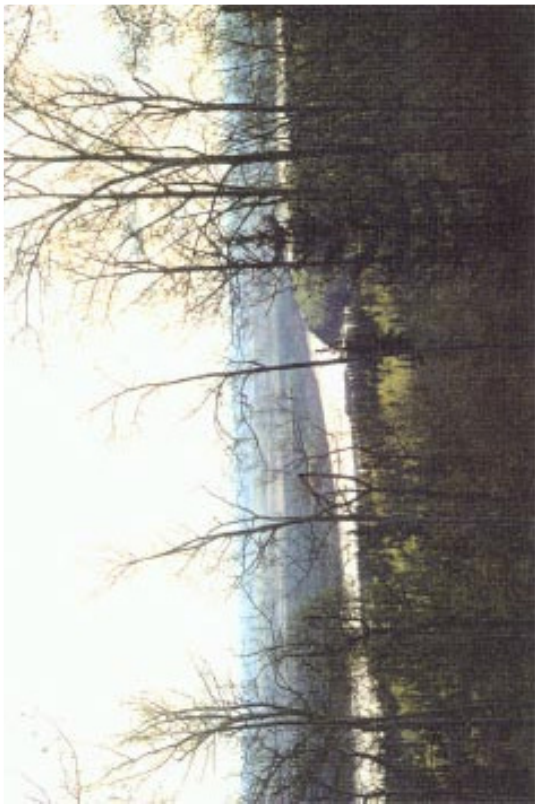


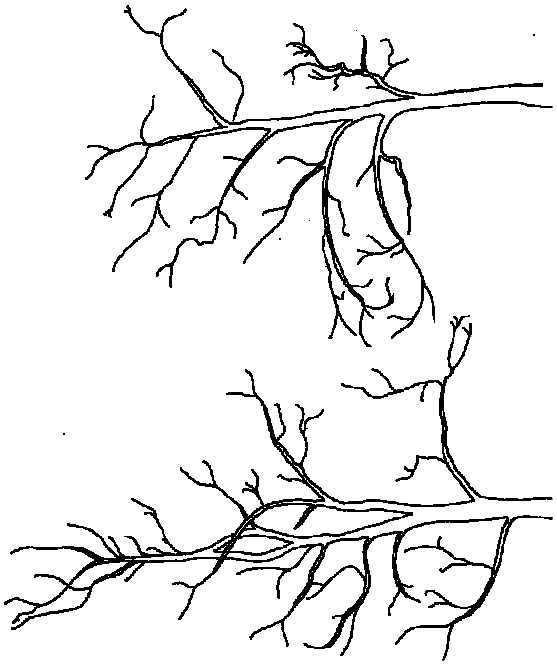


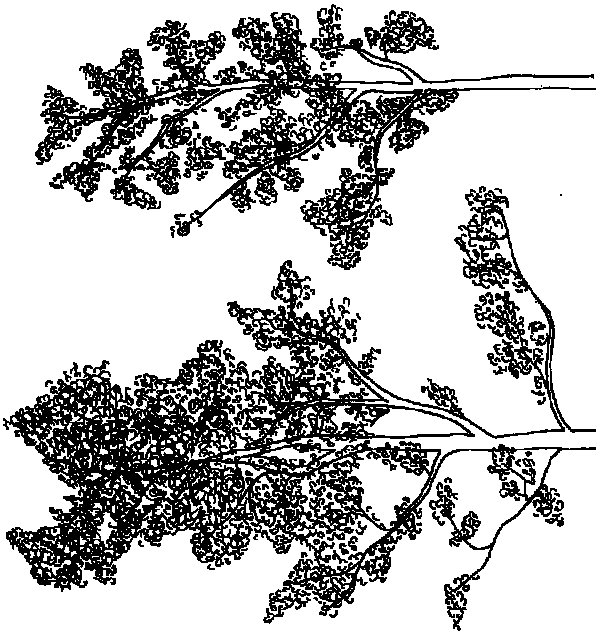


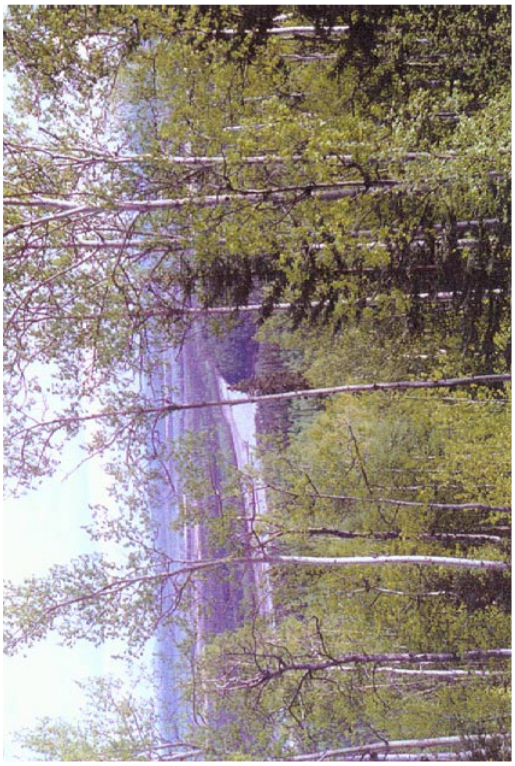


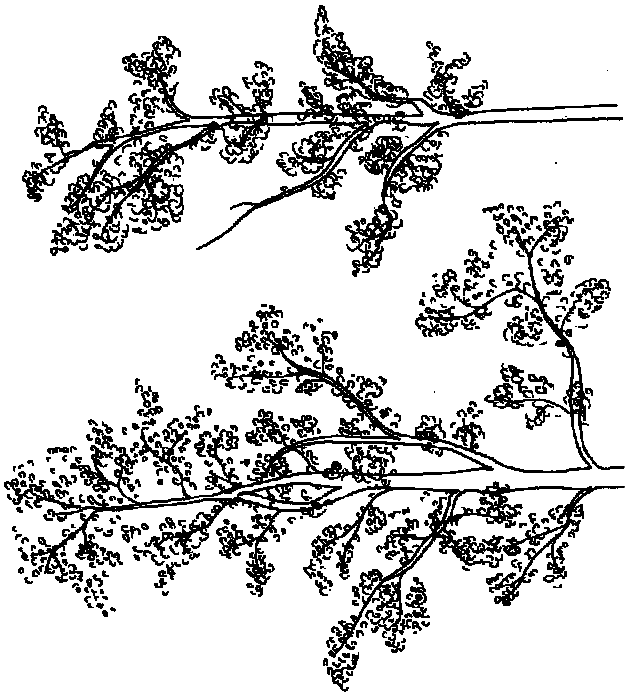


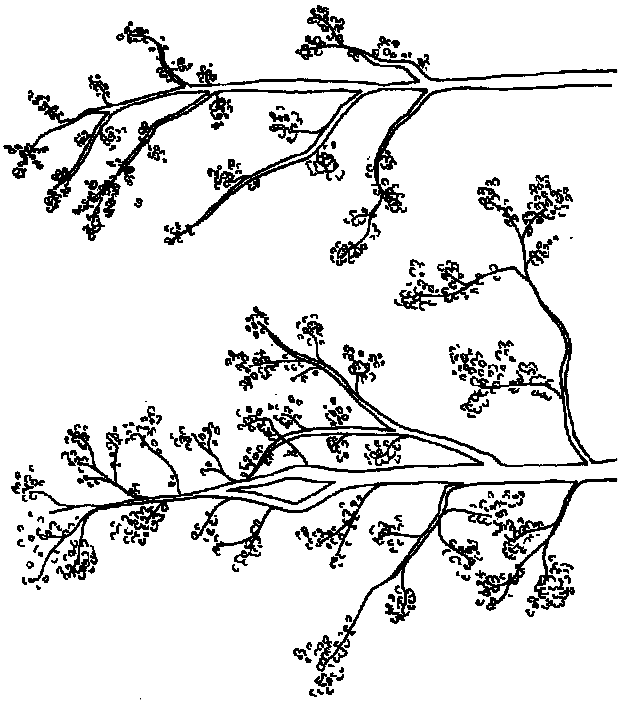


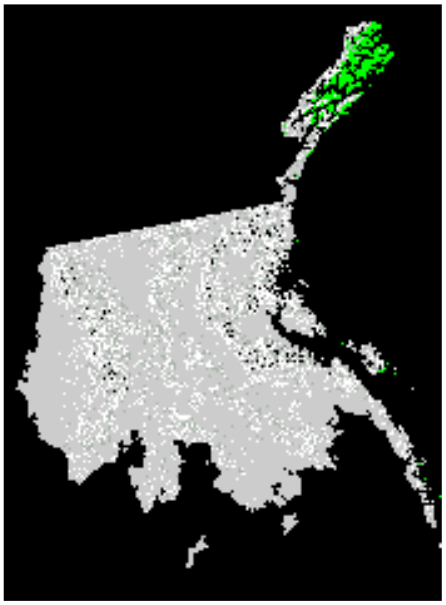


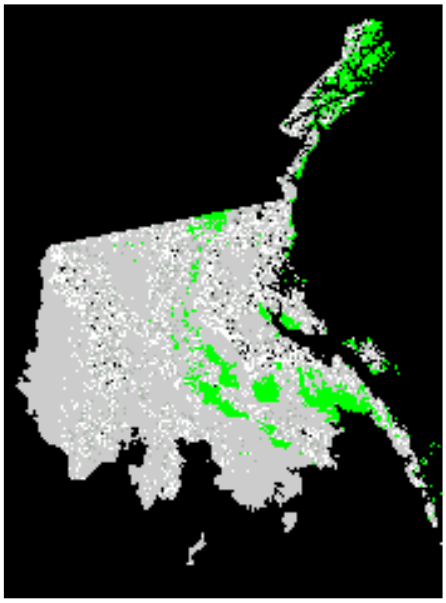


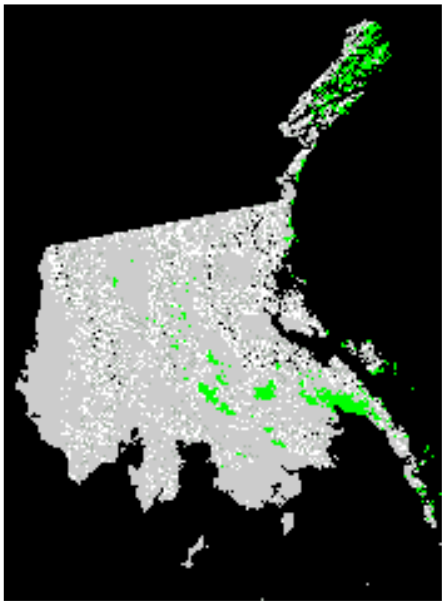


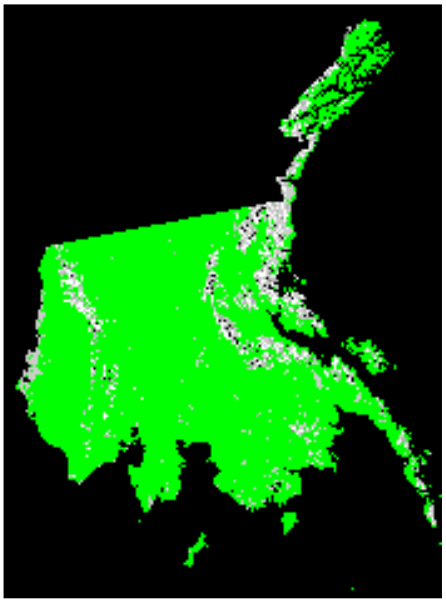


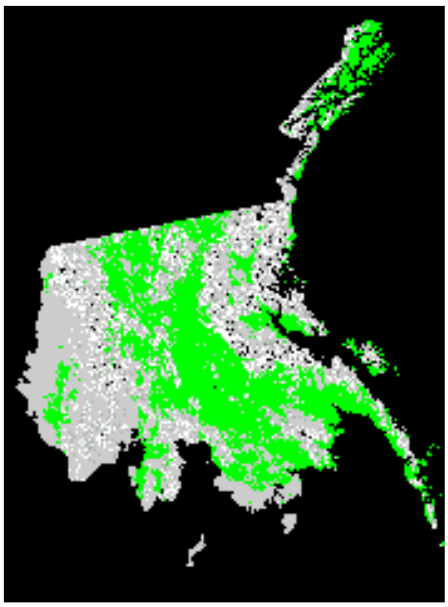




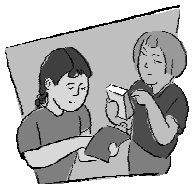








P2 : La pré-éclosion des bourgeons



Objectif général

Améliorer sa compréhension de la relation entre l'éclosion des bourgeons et l'environnement.

Objectif spécifique

Les étudiants feront des observations simples pour montrer la relation entre l'éclosion des bourgeons et la température. Il s'agit d'une activité d'hiver ou de saison sèche à faire avant les observations de verdissement.

Compétences

Les étudiants reconnaissent l'éclosion des bourgeons et comprennent que la date d'éclosion des bourgeons est affectée par des facteurs comme la température, l'humidité, et les espèces de plantes.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le soleil est une source d'énergie majeure dans les changements à la surface de la Terre.

Le rayonnement du soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère).

Sciences physiques

Le soleil est une source d'énergie majeure dans les changements à la surface de la Terre.

Des réactions chimiques ont lieu partout dans l'environnement.

Sciences de la vie

Les organismes ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

. Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle

Le nombre d'animaux, de plantes, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de plantes, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles

Les atomes et les molécules font des cycles parmi les composants vivants et non-vivants de l'écosystème.

L'énergie circule dans les écosystèmes selon une seule direction (photosynthèse – herbivores-carnivores – décomposeurs)

L'énergie nécessaire à la vie provient principalement du soleil.

Les systèmes vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Compétences scientifiques

Observer

Déduire

Prédire

Collecter des données

Analyser des données

Utiliser des techniques et des outils appropriés.

Durée

Un cours complet plus quelques sessions pour aller regarder les bourgeons chaque jour ou à une autre fréquence régulière et noter les observations dans les carnets de sciences GLOBE.

Niveau

Débutant et intermédiaire

Matériel et instruments

Brindilles ou petites branches coupées d'arbres ou d'arbustes à larges feuilles (coupées et mises dans de l'eau la nuit précédente).
Récipients d'eau
Source de lumière
Carnet de science GLOBE

Pré requis

Aucun

Contexte

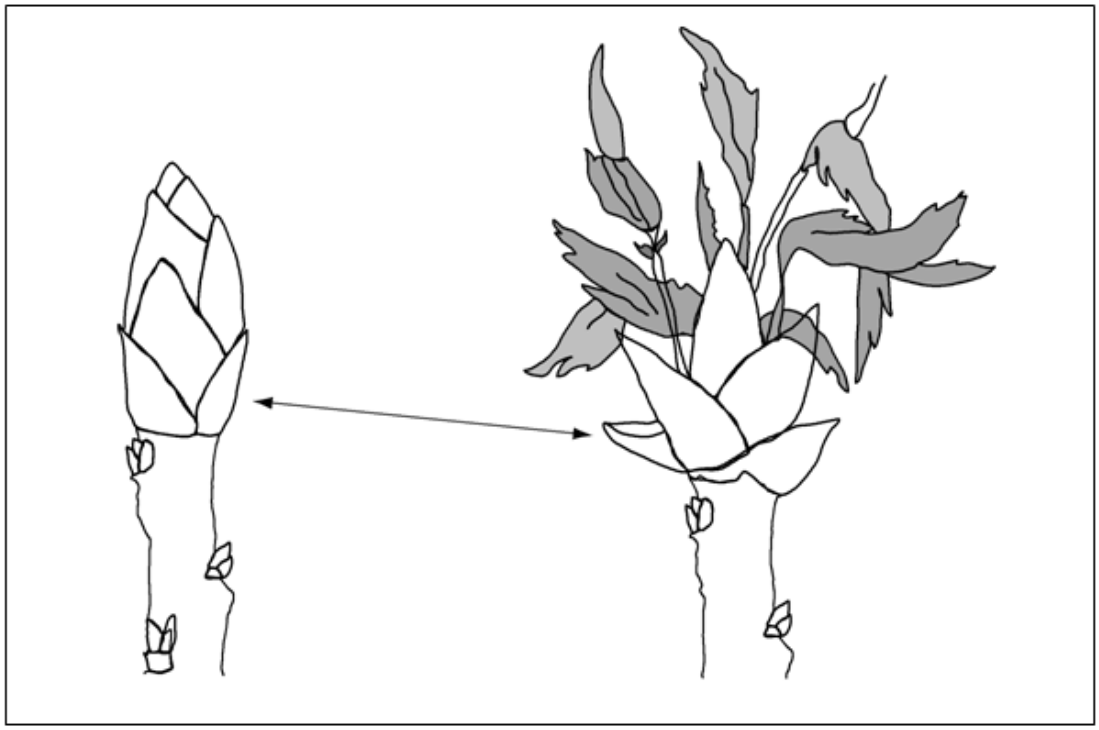
Qu'est-ce que les bourgeons et pourquoi se forment-ils ?

Les bourgeons sont de petites et dures structures protectrices qui contiennent des feuilles miniatures. L'éclosion des bourgeons est un exemple d'occurrence phénologique. En automne, le raccourcissement du jour et la baisse de température déclenche l'arrêt de la croissance des arbres et des arbustes caduques, la chute des feuilles, et la mise au repos, similaire à l'hibernation des animaux. L'état de *repos* est un état de croissance et de métabolisme suspendus. Quand les végétaux deviennent au repos, la croissance s'arrête à cause d'une substance d'inhibition de la croissance, le liquide et les nutriments arrêtent de s'écouler, et la fragile croissance de chaque branche est soigneusement enrobée dans un solide bourgeon. Les bourgeons, protégés par des couches de plusieurs échelles, sont formées chaque année par les arbres et beaucoup d'autres végétaux en préparation à la prochaine saison de croissance.

Pourquoi les bourgeons s'ouvrent-ils ?

Ces bourgeons restent fermés durant le froid et les saisons sèches, et s'ouvrent avec le retour des précipitations et des températures plus élevées, rompant le repos. Cette ouverture des bourgeons est appelée l'éclosion des bourgeons et est facile à détecter. Les bourgeons s'ouvrent et de nouvelles feuilles commencent à pousser. D'où l'influence de la température et d'humidité sur la date d'éclosion des bourgeons. Les arbres

Figure EA-P2-1: Pousses d'arbre caduque enrobées dans un bourgeon protégé par des couches de plusieurs échelles



peuvent être réveillés de leur repos en étant réchauffés, exposés pendant au moins 300 heures à des températures proches de 25°C. Les racines commencent à absorber. De l'eau et à la transporter avec des nutriments stockés dans la plante vers d'autres parties de la plante, y compris les bourgeons. Les feuilles commencent à sortir, permettant à la chlorophylle de capturer assez d'énergie lumineuse et de commencer la photosynthèse ou la création de nourriture en utilisant le dioxyde de carbone à partir de l'air, de la lumière et de l'eau. Voir le paragraphe Contexte de l'activité d'apprentissage *Un premier regard sur la photosynthèse : les plantes ont besoin de lumière.*

Que faire et comment le faire

Se préparer

- Montrer aux étudiants les branches des arbres et arbustes locaux que vous avez sélectionnés.
- Demandez aux étudiants ce qu'est l'éclosion des bourgeons et ce qui peut selon eux être la cause des bourgeons dans les plantes ?
- Demandez-leur ce qui leur fait penser cela ?
- Demandez aux étudiants de prédire si toutes les branches/brindilles vont éclore au même moment ? Pourquoi ou pourquoi pas ?
- Faites leur prédire dans quel ordre chronologique ils pensent qu'ils vont éclore.
- Ils doivent notez ces deux prévisions dans leur carnet de science GLOBE.

Explorer

Répartissez les étudiants par groupe. Faites leur passer des branches/brindilles. Assurez-vous que chaque groupe a une variété de branches. Demandez aux étudiants de mettre leurs plantes dans l'eau. Demandez-leur de commencer leurs entrées du carnet de science GLOBE en dessinant une ligne au centre d'une des pages. Ils doivent noter leurs observations, leurs déductions et leurs prévisions sur la partie gauche de la page, et dessiner ce qu'ils observent sur la droite. Rappelez aux étudiants de garder leurs récipients remplis d'eau. Donnez chaque jour du temps à vos étudiants pour noter leurs observations dans leur carnet de science GLOBE jusqu'à plusieurs jours après éclosion totale des bourgeons.

Généraliser

- Demandez aux étudiants de partager leurs observations après que l'éclosion des bourgeons ait eu lieu.
- Demandez aux étudiants de lister toutes les façons dont les plantes ont changé quand elles ont été ramenées en classe.
- Demandez aux étudiants pourquoi ils pensent que les bourgeons ont éclos quand les branches/brindilles ont été ramenées en classe. Quelles furent les variables (conditions environnementales) qui ont changé à ce moment ? Listez ces variables.
- Demandez aux étudiants s'ils ont des idées sur ce qui peut se passer à l'intérieur de la plante pour causer l'éclosion des bourgeons. Discutez. Pour les étudiants débutants, aidez-les à comprendre que beaucoup de choses (des variables comme la température, l'eau, et le type de plantes) affectent les bourgeons en classe. Pour les étudiants de niveau intermédiaire, demandez-leur si c'est une bonne idée de préparer une expérience contrôlée (en ne changeant qu'une seule variable à la fois et en gardant les autres constantes) et pourquoi (la raison est de pouvoir déterminer quel facteur affecte la date d'éclosion des bourgeons. Discutez des expériences envisageables (des températures différentes pour la même espèce de plantes, toutes les branches entièrement dans l'eau, différentes espèces à une température donnée, toutes les branches entièrement dans l'eau, etc.) mais laisser d'abord les étudiants proposer leurs propres idées.

Evaluation

Entrée du carnet de science GLOBE

Demandez aux étudiants d'écrire et/ou de dessiner dans leur carnet de science GLOBE sur :

- Qu'est-ce qu'il y a eu comme changements quand les plantes ont été ramenées en classe ?
- Pourquoi ces changements on eu lieu selon eux ?
- Les similarités et les différences entre les branches/brindilles ?
- Les étudiants qui ont des difficultés à écrire peuvent être interrogés oralement sur leur compréhension. Les étudiants vont reconnaître l'éclosion des bourgeons des arbres/arbustes et noter la date correcte où elle a lieu sur leur fiche de relevé de données de floraison pendant le *Protocole de floraison.*

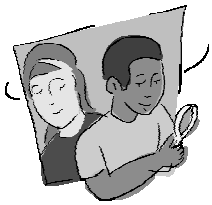
Rubriques d'évaluation pour les entrées des étudiants dans leur carnet de science GLOBE

Au-dessus de la moyenne : L'étudiant articule clairement les différents changements qui arrivent au cours du temps, en faisant preuve de bonnes capacités d'observation et en proposant des explications raisonnables sur les causes possibles de ces changements.

Dans la moyenne : L'étudiant articule clairement les différents changements qui arrivent au cours du temps, en faisant preuve de bonnes capacités d'observation ; les explications sur les causes possibles de ces changements ne sont pas raisonnables.

Insuffisant : L'étudiant n'articule pas clairement les différents changements, les observations sont faibles et les explications ne sont pas raisonnables.

P3: Premier regard sur la Phénologie



Objectif général

Rendre les élèves conscients des changements qualitatifs qui s'opèrent sur les végétaux lors du verdissement et de la fanaison, et leur faire collecter des données quantitatives concernant ces modifications.

Développer une compréhension des modèles, similarités et différences parmi les végétaux d'un même lieu.

Objectif spécifique

Les élèves vont observer, comparer et classer les végétaux pendant leur verdissement et leur fanaison et feront alors des déductions basées sur les modèles qu'ils observent.

Compétences

Les élèves apprendront des concepts scientifiques établis et pourront mettre en œuvre leur capacité à reconnaître des processus, et comprendre les modèles de verdissement et de fanaison des végétaux.

Concepts scientifiques

Sciences de la Vie

- La Terre a beaucoup d'environnements différents qui accueillent différentes combinaisons d'organismes.
- Les fonctions des organismes sont en relation avec leur environnement.
- Les animaux et les végétaux ont des cycles de vie.

Compétences scientifiques

- Observer
- Mesurer
- Classer
- Collecter des données
- Analyser des données
- Déduire
- Prédire
- Utiliser des techniques et des outils appropriés.
- Développer des explications et des prévisions en utilisant des preuves.
- Reconnaître et analyser des explications intermédiaires.

Durée

Deux ou trois cours.

Niveau

Débutant, intermédiaire

Matériel

Loupes
Ruban adhésif d'observation
Crayons
Carnet scientifique GLOBE
Plantes
Graphiques

Pré requis

Aucun

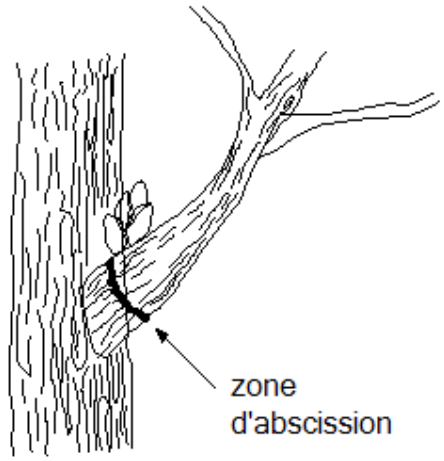
Contexte

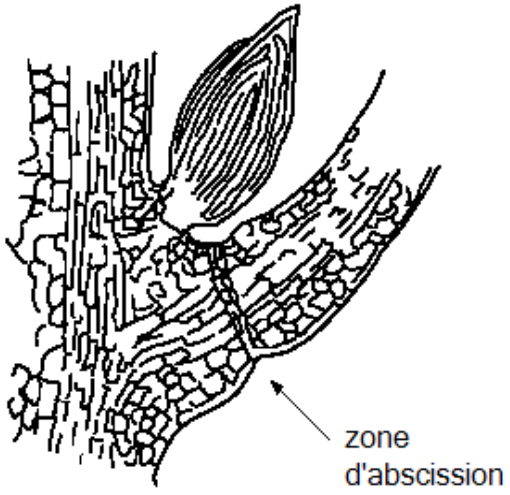
La Phénologie est l'étude de la réponse des organismes aux changements saisonniers et climatiques qui ont lieu dans leur environnement. Les changements saisonniers comprennent les variations de durée du jour, les précipitations, la température et d'autres facteurs de vie. L'objet de cette activité est la phénologie des plantes lors du verdissement et de la fanaison aussi appelée sénescence. Le verdissement et la fanaison peuvent être utilisés pour examiner les modèles de végétation à l'échelle régionale et globale, les variations d'une année à l'autre, et les réponses de la végétation aux changements de climat.

Pour les arbres à feuilles caduques, les buissons et les arbustes, les saisons de floraison et de fanaison peuvent se repérer par l'apparition de feuilles au printemps et la chute de ces dernières à l'automne. Le verdissement des plantes est initiée lorsque le sommeil des plantes (état de croissance et de métabolisme suspendus) cesse à cause des conditions environnementales telles que l'allongement de la durée des jours, les températures plus hautes, et l'augmentation du volume d'eau accessible. Ceci se produit au printemps pour les plantes dans des climats tempérés. Les racines des plantes commencent à absorber l'eau et les nutriments dans le sol, et les transportent vers toute la plante, y compris les bourgeons ou les rejetons. Les substances freinant la croissance sont éliminées et remplacées par des substances augmentant la croissance.

Les feuilles des plantes commencent à sortir, fabriquent de la chlorophylle pour capter l'énergie lumineuse et initier la photosynthèse, ou pour se nourrir. Avec de longues heures de soleil et un bon apport en eau liquide, les plantes continuent à fabriquer de la nourriture sous forme de glucose.

Dans le désert, certaines plantes perdent leurs feuilles et entrent dans un sommeil profond durant les mois les plus chauds, lorsque les plantes sont plus facilement abîmées par la chaleur et le manque d'eau. La sénescence pour les plantes à feuilles non persistantes, se passe en automne. Comme les journées raccourcissent, les températures refroidissent, et l'eau devient plus difficile à trouver, les plantes commencent à cesser leur production de nourriture. Les arbres à feuilles caduques comme l'érable, le chêne, l'orme, le tremble et le bouleau, perdent leurs feuilles en vue de l'hiver. Beaucoup de changements se produisent dans les feuilles des arbres à feuilles caduques avant qu'elles ne tombent des branches. A la base de chaque feuille se trouve une couche spéciale de cellules appelée *abscission* ou couche séparatrice. A travers cette couche, de petits tubes conduisent l'eau vers la feuille et récupèrent la nourriture vers l'arbre. A l'automne, les cellules de la couche d'abscission commencent à grossir et la zone a alors l'aspect du liège, ce qui réduit et enfin bloque tout flux entre la feuille et l'arbre. Le glucose et les autres substances produites par la feuille sont confinés dans la feuille. La chlorophylle commence à se détériorer sans apport d'eau fraîche pour la renouveler, et la couleur verte des feuilles disparaît. Comme le bas des cellules de la couche séparatrice forme un joint entre la feuille et l'arbre, les cellules du haut de la couche séparatrice commencent à se désintégrer.





Elles forment une ligne d'arrachement (la feuille étant susceptible d'être arrachée de l'arbre) et la feuille tombe éventuellement de l'arbre.

La chute des feuilles des arbres caduques est une part essentielle de la survie lors des hivers froids. Les plantes survivent en réduisant leurs pertes en eaux, quand l'eau accessible est très limitée, et en s'*acclimatant*, un processus par lequel les plantes augmentent leur résistance au grand froid sans subir de dommages. Les arbres à feuilles persistantes gardent la plupart de leurs feuilles pendant l'hiver et peuvent continuer la photosynthèse tant qu'ils ont assez d'eau. Cependant, les réactions se font plus lentement à température froide

Le temps du verdissement et de la fanaison varie selon l'espèce de la plante et/ou les différences de microclimats dues à la position géographique de la plante. De même, l'apparence des plantes (c. à d. la teinte, la couleur, la forme, la taille, etc…) varie aussi. Il est important que les étudiants observent attentivement les plantes et leur environnement. Ainsi ils pourront faire des observations quantitatives et, dans cette activité, qualitatives (en utilisant les sens de la vue, du toucher, de l'ouie et de l'odorat) concernant la floraison et la sénescence, ce qui leur permettra de généraliser des modèles relatifs au changement de saison.

Une observation précautionneuse des caractéristiques est un pré requis pour la classification. La classification est le groupement de choses telles que les objets ou les idées, ayant les mêmes caractéristiques et qui a été utilisée par les humains depuis des milliers d'années. Beaucoup d'exemples de l'utilité de la classification sont évidents dans la vie de tous les jours, dans les magasins, les bureaux et chez soi. La classification est, de même, importante dans tous les domaines des sciences. Un scientifique utilise la classification pour organiser et comprendre le monde naturel. C'est un moyen d'en apprendre d'avantage sur la vie sur la Terre, et de découvrir les liens particuliers qui existent entre les êtres vivants. Les élèves peuvent améliorer leur observation et leur capacité à classifier, en étant ouverts et en s'entraînant à regarder les détails des objets de très prés. L'observation précautionneuse est le fondement de toute science et constitue un outil utile pour la vie de tous les jours.

Que faire et comment le faire

Préparatifs

1. Après que le verdissement (ou la fanaison) a commencé, demandez aux étudiants ce qu'ils ont observé sur les plantes au printemps (ou à l'automne). Faites une liste des observations. Posez des questions probantes pour voir si tout le monde a compris qu'il y avait une variation du temps d'éclosion des bourgeons, et une variation de couleur, entre le printemps et l'automne. Insistez bien sur les connaissances de base de vos etudiants, afin qu'ils puissent acquérir par la suite une conception plus durable de la floraison et de la fanaison ; ils pourront alors approfondir leur compréhension de la chose. Exemple de questions : Avez-vous observé une différence dans le temps d'éclosion des bourgeons ? Avez-vous observé un changement de couleur des feuilles ? Pensez-vous que le type ou l'espèce de plante a une influence sur ce temps d'éclosion ? Y a-t-il d'autres facteurs qui pourraient affecter le temps et les schémas typiques de la floraison et de la fanaison ? Comment pensez-vous que la température de l'air, la composition du sol et la longueur des jours affectent la floraison et la fanaison ?
2. Demandez aux élèves pourquoi ils pensent que l'observation est une qualité si importante chez un scientifique. Dîtes leur que pour la prochaine activité, ils vont devoir observer précautionneusement à l'instar d'un scientifique, et leur observation devra être plus précise que d'habitude. Si vous avez le temps, modélisez ceci par l'observation d'une feuille ou d'une branche par un sens à la fois. Soyez sûrs que les étudiants comprennent que l'observation attentive est le fondement de toute science.

Exploration

1. Les étudiants doivent observer deux espèces de plantes différentes. Une utilisée pour le protocole phénologique et une autre sur le même site d'étude. Le fait de diviser leur feuille en deux colonnes, sur leur feuille de travail *GLOBE : Réflexion personnelle*, facilitera la comparaison des deux plantes. Voir exemple.
2. Montrez comment utiliser une loupe correctement. Distribuez les loupes aux

étudiants et amenez les à l'extérieur, sur le site de collecte des données de leur protocole. Cela peut constituer le site d'étude phénologique, mais ce n'est pas obligé. Demandez aux étudiants de sélectionner une nouveau type de plante (espèce différente, même environnement que les autre) ou une nouvelle plante (même espèce, conditions environnementales différentes) et demandez leur de la repérer avec un morceau de ruban adhésif.

3. Ensuite, faites les asseoir près de leurs plantes et observer attentivement en utilisant uniquement les yeux, puis en utilisant leur loupe, et enfin leurs autres sens, mais toujours un à la fois. Faites les noter leurs observations par le dessin et par les mots, avec la date et l'heure. Commencez par étudier juste une feuille. L'objet de l'observation doit se trouver au niveau de l'œil de l'élève. Essayez de garder les élèves concentrés pendant cinq minutes. Ne les guidez pas afin de voir ce qu'ils observent et comment ils l'observent par eux-mêmes. Si les élèves semblent avoir besoin de soutient pour comprendre comment utiliser leurs sens, vous pouvez trouver collectivement des moyens de récolter des données avec chaque sens avant d'aller dehors.
4. De retour dans la classe, faites les partager leurs observations, afin que chaque étudiant tire profit de ce que les autres ont observé plus précisément, en prévision de la prochaine sortie.
5. Amenez les étudiants sur le site au moins deux fois encore, pendant la période de floraison et de fanaison. Sur le site, répétez les étapes deux et trois ci-dessus.

Questions, discussion

1. Demandez aux étudiants de partager les observations/ comparaisons de leurs plantes lors de la floraison et de la fanaison. Encouragez tous les étudiants à poser des questions et à discuter.
2. Demandez leur s'il ont observé certains modèles concernant leur plantes. Les modèles peuvent provenir des observations d'une plante au cours du temps, ou de deux plantes entre elles. Listez cela sur un morceau de carton. Faites un carton pour le modèle « au cours du temps » et un carton pour le modèle « parmi les plantes ».
3. Demandez aux étudiants sur quels points leurs plantes se ressemblent et en quoi elles sont différentes.
4. Demandez aux étudiants s'ils peuvent faire des déductions (explications de ce qu'ils pensent qui pourrait arriver d'après leurs observations, etc.) basées sur leur observations des modèles. Un extrait de réponse pourrait être « Je pense que les feuilles du saule sont mortes plus vite par ce que leurs couleurs a changé d'abord. »

Exploration, Classification

Lorsque la fanaison commence, réunissez les élèves et ramenez les à l'extérieur sur le site. Faites les collecter dix feuilles différentes du site de plusieurs tailles, formes et couleurs. Ramenez les dans la classe.

Pour ceux qui ne savent pas bien classifier :

- Dîtes aux étudiants de séparer leur feuille de *Réflexion personnelle* en deux parties par une ligne, afin qu'ils puissent lister leurs observations d'un côté et leurs questions de l'autre.
- Donnez dix minutes aux étudiants élèves pour observer les dix feuilles qu'ils ont collectées. Rappelez leur d'utiliser leurs quatre sens.
- Faites regrouper aux étudiants leurs feuilles en deux groupes basés sur leurs observations. Dîtes leur d'être prêts à discuter de leurs attributions avec la classe, lorsqu'ils seront appelés. Partagez et discutez, puis faites les grouper leurs feuilles selon des attributs complètement différents.

Pour ceux qui savent déjà classifier :

- Vous pouvez commencer tout de suite avec des diagrammes Venn (voir exemple ci-dessous) ou des clés de dichotomie (voir les explications et les exemples dans les *Activités d'Apprentissage : Couverture Terrestre / Biologie de la Terre* sur la feuille de classification). Dîtes aux étudiants d'inclure au moins un attribut quantitatif (mesures). Faites dessiner aux élèves leur système de classification, tel que le diagramme Venn ou les clés de dichotomie, sur un grand morceau de carton ou de papier journal et collez les feuilles aux endroits appropriés avec du ruban adhésif ou de la colle. Partagez et discutez.

Source d'apprentissage : Premier regard sur la phénologie

Date_____ Heure_____

Espèce 1_____ Espèce 2_____

Observez avec vos quatre sens (vue, toucher, ouie, odorat) et une loupe. Essayez d'utiliser un sens à la fois. Décrivez vos observations ci-dessous à l'aide de dessins et de mots.

Feuille 1	**Feuille 2**

Discussion - Questions

Pour les étudiants débutants:

- Faites partager aux étudiants leur stratégie.
- Demandez aux étudiants quels modèles ils peuvent observer en regardant tous les morceaux de cartons. Soyez sûrs qu'ils prennent en compte le temps de floraison et le temps de sénescence.
- Demandez aux étudiants de faire des déductions basées sur leurs observations de l'existence de variations de la durée de floraison et de fanaison entre plantes situées au même endroit. Soyez sûrs que les étudiants comprennent que les durées de floraison et de fanaison varient parmi les plantes situées en un même endroit.
- Demandez aux étudiants s'ils ont des questions.

Pour les étudiants de niveau intermédiaire:

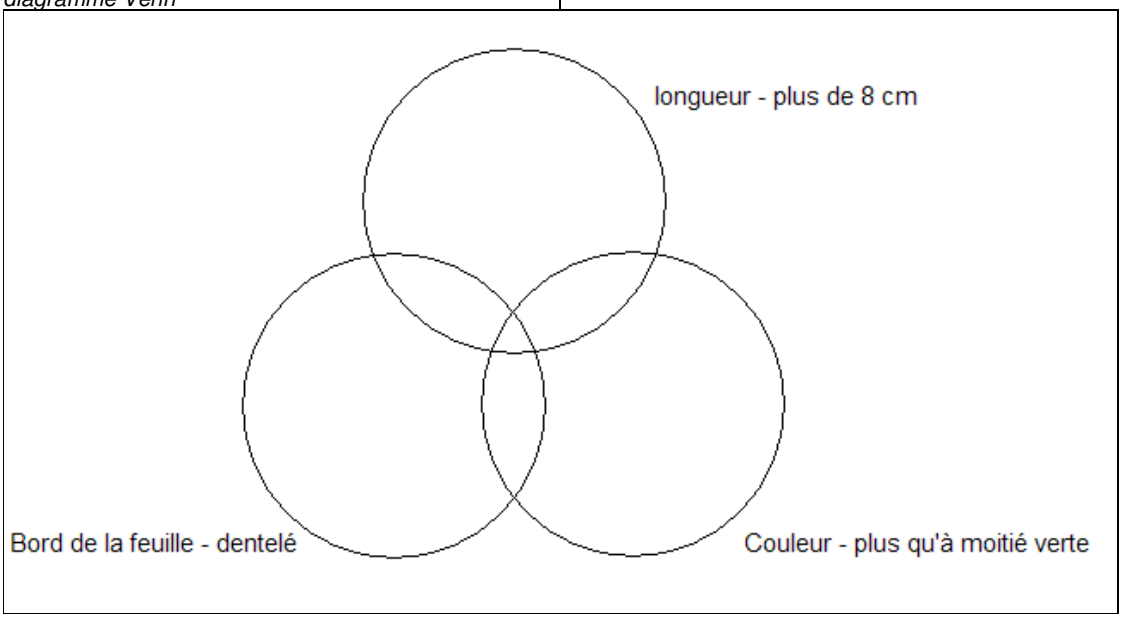
- Demandez à la classe si elle peut faire quelques remarques (généralisations) au sujet des feuilles lors de la fanaison et de la floraison, basées sur l'observation de toutes les feuilles. Listez les remarques. S'il y a des désaccords, faites discuter le groupe à nouveau et réécrivez jusqu'à ce que la totalité des remarques conviennent à tous. Votre but est, ici, de développer des remarques qui sont universelles, au travers de vos observations. Cela peut vous mener à regarder les feuilles à nouveau, ou bien à retourner dehors pour clore le débat. Insistez sur le fait que c'est une partie du travail scientifique. Comparez leur liste de remarques scientifiques à la liste générée au début du cours.
- Demandez aux étudiants s'ils ont une idée des raisons pour lesquelles les plantes peuvent changer avec les saisons. A ce stade, il suffit que les étudiants disent que les plantes changent pour se préparer à la saison suivante.
- Demandez aux étudiants pourquoi ils pensent que les scientifiques utilisent le concept de classification. Comment cela les aident-ils ? Comment la classification peut-elle nous être utile dans la vie de tous le jours ? Voir *Matériel nécessaire.*

Pour aller plus loin

Pour ceux qui ne savent pas bien classifier:

1. Les étudiants doivent essayer de classifier (ordonner) leurs feuilles en séries (déterminées par la longueur, la largeur, la surface ou les nuances de couleur, etc.).

Figure EA-P3-2 Pour ceux qui savant classifier : le diagramme Venn



2. Ensuite, faites vérifier aux étudiants leur classification en mesurant la longueur et la largeur de leurs feuilles avec une règle.

Pour ceux qui savent déjà classifier :

1. Faites utiliser à vos étudiants, un guide des plantes afin qu'ils trouvent leurs feuilles et essayent de les identifier. Si possible, invitez un spécialiste des plantes locales afin de confirmer l'identification des plantes. Utilisez la *Matrice d'Erreur* provenant des *Activités d'apprentissage de couverture du sol et de biologie.*
2. Donnez à chaque groupe une branche de deux arbres ou arbustes locaux. Les élèves doivent alors proposer une liste d'attributs permettant de les comparer et de déterminer les ressemblances et différences concernant :
   - La surface des feuilles ;
   - La solidité ou la dureté d'une branche ou d'une feuille ;
   - Le nombre de feuilles d'un bourgeon ;
   - L'aspect, la souplesse des branches ;
   - La couleur des feuilles ;
   - Le nombre de veines ;
   - Le schéma veineux ;
   - Le nombre de feuilles sur une branche.
3. Discutez de leurs observations.
4. Demandez aux étudiants s'ils ont une idée des raisons de l'existence de ces différences. Demandez aux étudiants pourquoi il est important de reconnaître des modèles et de faire des déductions. Cela peut constituer une bonne opportunité pour inviter un spécialiste des plantes locales, afin qu'il réponde aux questions et discute des causes possibles des modèles observés par les élèves. Si aucun spécialiste n'est disponible, il y a beaucoup de sites Web sur lesquels les étudiants peuvent discuter avec des spécialistes.
5. Allez sur le site Web GLOBE et comparez trois espèces que vos élèves ont observées, avec celle situées à des latitudes différentes. Y a-t-il les mêmes espèces d'arbre à d'autres latitudes ?
6. Demandez aux étudiants de lister les autres variables possibles (c. à d. température du sol, température de l'air, durée des jours, précipitations, etc.) dans l'environnement qu'il faut prendre en compte, et demandez leur de faire des hypothèses expliquant pourquoi les changements observés ont eu lieu. Quelles variables affectent les plantes ?

Evaluation

Réflexion GLOBE

Faites écrire aux étudiants leurs réflexions portant sur les sujets suivants :

1. Pourquoi l'observation et la classification sont des qualités importantes en sciences ? (Faites expliquer aux élèves les termes observation et classification, et faites leur décrire quelques bons exemples de raisons pour lesquelles l'observation et la classification sont importantes en science ou dans la vie de tous les jours)
2. Quels modèles ont-ils observé lors de la floraison ou de la fanaison sur leur site, ainsi que les variations parmi les plantes de la même espèce ou d'une espèce différente ?
3. Quelles déductions, basées sur leurs observations, peuvent-ils faire concernant la manière dont les plantes de leur site changent avec les saisons, et les causes possibles des variations observées ?

Utilisez les rubriques suivantes pour noter les copies. Les étudiants qui ont des difficultés à écrire pourront être interrogés à l'oral.

But de la performance

Faites rassembler dix échantillons de plantes aux étudiants, échantillons différents des feuilles à l'extérieur, et faîtes les classifier ces échantillons de deux manières appropriées mais différentes (choix laissé au professeur). Par exemple, les plus jeunes étudiants peuvent diviser leurs échantillons en deux groupes, alors que l'on peut attendre des plus vieux qu'ils développent des clés de dichotomie. Ceci a été présenté dans *l'activité d'apprentissage : couverture du sol, Classification des Feuilles.*

Liste des capacités

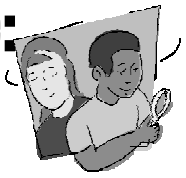
Utilisez la liste suivante lors des cours, afin de répertorier les capacités des étudiants concernant les processus scientifiques.

Premier Regard sur la Phénologie

Liste pour l'évaluation des Compétences scientifiques des étudiants

Critère	**Noms des étudiants**							
Observe précautionneusement i.e. utilise plus qu'un seul de ses sens *(Exploration, Etape 1)*								
Utilise correctement la loupe pour acquérir des informations *(Exploration Etape 2,3 et 4)*								
Identifie au moins un modèle concernant les plantes *(Discussion, Question 2)*								
Rassemble des données *(écrits ou dessins d'observations des plantes dans le Cahier de Notes GLOBE Science)*								
Fait des déductions raisonnables quant aux causes des variations, basées sur ses observations *(Discussion, Question 4)*								
Classifie de manière appropriée *(clés de dichotomie, Diagrammes Venn, ou groupes)*								

P4: Une introduction à la photosynthèse: Les végétaux ont besoin de lumière



Objectif général

Comprendre la réaction des végétaux à la lumière.

Objectif spécifique

Les étudiants vont faire des recherches simples, observant les réactions des végétaux à la lumière.

Compétences

Les étudiants montreront qu'une même espèce de plante peut montrer des différences observables sous différentes conditions lumineuses (par ex. type de lumière ou temps d'exposition). Les étudiants montreront leur capacité à mettre en place et à effectuer une recherche simple, et à utiliser leurs capacités d'analyse.

Concepts scientifiques

Sciences de la vie

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les plantes et les animaux ont des cycles de vie.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle

Compétences scientifiques

Observer
Déduire
Prédire
Collecter des données
Analyser des données
Conduire et mener à bien une recherche scientifique
Utiliser les outils et les techniques appropriés
Développer des explications et des prédictions en utilisant des preuves
Utiliser des outils mathématiques appropriés pour analyser les données

Durée

Deux cours complets et quelques courtes séquences au cours des deux ou trois semaines suivantes pour observer les branches et enregistrer les observations.

Niveau

Débutant, intermédiaire

Matériel et instruments

Petits sacs en papier marron
Sacs en papier marron
Cellophane de couleur
Différentes Plantes feuillues (à l'intérieur et/ou à l'extérieur)
Différentes sources lumineuses (incandescente, fluorescente froide et chaude, spectre entier, soleil, etc.)
Règles
Carnet de notes scientifique GLOBE comprenant deux colonnes, l'une pour la description textuelle et l'autre pour des images/graphiques

Préparation

Obtenir différentes plantes. Elles doivent être assez grandes pour permettre aux étudiants de couvrir trois branches, ou trois exemplaires de chaque type/espèce.

Pré requis

Aucun

Contexte

La photosynthèse est le processus par lequel les végétaux, les algues et certaines bactéries utilisent l'énergie de la lumière pour produire de la nourriture (sucres) à partir de dioxyde de carbone et d'eau.

La chlorophylle, qui est un pigment donnant aux végétaux leur couleur verte, absorbe l'énergie de la lumière afin que ces organismes l'utilisent pour produire de la nourriture.

Les organismes utilisant la photosynthèse sont des producteurs produisant de la nourriture pouvant nourrir presque tous les consommateurs sur Terre.

Pour la plupart des êtres vivants, la photosynthèse est la première étape dans la chaine alimentaire qui les connecte tous. Chaque animal terrestre dépend ainsi à un certain degré des plantes vertes.

Les végétaux utilisant la photosynthèse prennent le dioxyde de carbone de l'air, l'eau du sol, et utilisent l'énergie solaire. Une partie de cette énergie, en réagissant avec la chlorophylle, permet de casser les molécules d'eau en hydrogène et oxygène. L'énergie lumineuse est ensuite utilisée pour lier l'hydrogène et le dioxyde de carbone, formant ainsi une nouvelle molécule: le sucre. Ce sucre formé est le glucose, la nourriture que la plante utilise pour grandir et vivre. Le processus de la photosynthèse est décrit dans l'équation en bas de la page.

Le sucre que les végétaux fabriquent à partir de dioxyde de carbone et d'eau est la seule source de nourriture utilisable instantanément pour produire de l'énergie permettant de créer des matériaux cellulaires. Elle peut aussi être stockée pour une utilisation ultérieure. L'eau et les minéraux tels que l'azote et le phosphore qui y sont dissouts (ils peuvent provenir du sol) ne sont des sources d'énergie ni pour les végétaux, ni pour les animaux, c'est pourquoi ils ne sont pas considérés comme nourriture pour les végétaux, même s'ils sont indispensables pour la croissance et la survie.

Que faire et comment le faire

Se préparer

1. Poser les questions suivantes, et en discuter
   - Que se pensez vous qu'il se passerait si je mettais ma plante préférée parmi celles présentes dans la salle de classe dans le placard pour le reste de l'année ? Pourquoi ?
   - De quoi pensez vous que les végétaux ont besoin pour vivre ?
   - Avez-vous déjà entendu le mot photosynthèse ?
   - Qu'en savez vous ? (N'allez cependant pas encore dans les détails)
   - Pensez vous que les végétaux peuvent grandir avec n'importe quel type de lumière ?

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{énergie lumineuse} \xrightarrow{\text{chlorophylle}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

dioxyde de carbone — eau — glucose — Dioxygène

Demandez aux étudiants ce qu'il se passerait si les arbres à l'extérieur étaient couverts et n'avaient pas de lumière. Demandez ce qui pourrait en être la cause (le manque de lumière et la couverture des arbres).

- Pourquoi pensez vous que la survie des végétaux est importante ? (Assurez vous que les étudiants aient compris qu'à cause de la chaîne alimentaire, tous les animaux dépendent des végétaux pour leur survie).

2. Expliquer aux étudiants qu'ils vont mettre en place une expérience afin d'observer ce qu'il se passe lorsqu'une partie d'une plante ou une plante entière ne reçoit pas de lumière.

Exploration

Note: Les étudiants débutants devront très probablement travailler tous ensemble. Les étudiants intermédiaires peuvent travailler indépendamment en petits groupes en utilisant la feuille de travail suivante.

1. Si vos étudiants sont du niveau, discutez des variables (paramètres pouvant changer les résultats de la recherche) devant être contrôlées (ou gardées constantes) pour que cette recherche soit pertinente, montrant la nécessité de la lumière sans que d'autres facteurs n'entrent en jeu. Aidez les étudiants à comprendre que tout doit être gardé constant dans la mesure du possible, sauf le facteur qu'ils vont modifier, à savoir le type de lumière ou la durée d'exposition.
2. Demandez à chaque groupe de décider du paramètre qu'ils veulent observer (type de source lumineuse, temps d'exposition à la lumière, distance à la source lumineuse, etc.). Demandez-leur de prédire ce qu'il se passera, en fonction de la variable qu'ils ont choisi.
3. Faites préparer aux groupes leur expérience. Soyez sûr de permettre la reproductibilité de l'expérience en utilisant plusieurs parties de plantes ou plusieurs plantes de la même espèce par variable observée. Si cela est nécessaire, parlez avec chaque groupe de la manière dont ils vont contrôler les variables qu'ils n'ont pas sélectionnées. Par exemple, s'ils choisissent d'analyser l'influence du type de source lumineuse, la distance à la source et la durée d'exposition est elle la même pour toutes les plantes ?
4. Faites choisir à chaque groupe d'étudiants trois plantes d'une même espèce ou trois branches d'une même plante pour la variable qu'ils observent, et trois autres plantes/branches comme témoins, ou, si cela est possible, mettez en place un témoin pour l'ensemble de la classe. Les étudiants utilisent des plantes entières ou des parties de plante, selon la taille et la disponibilité.
5. Décidez en groupe de la fréquence à laquelle les plantes seront observées, et les données récoltées. Pour des étudiants intermédiaires, demandez à chaque groupe les méthodes qu'ils pensent être correctes pour observer quantitativement, ou récolter des informations quantitatives (Feront ils des mesures de longueur ou largeur des feuilles, de la hauteur des plantes, compteront ils les feuilles paraissant saines ou malades, etc. ?)
6. Faites observer attentivement les étudiants les plantes régulièrement, et écrire et dessiner leurs observations (ce qu'il se passe), induire (« Pourquoi cela s'est passé », donner des idées), et prédire (« Que va-t-il se passer ensuite », donner des idées), dans leurs carnet de bord scientifique. Prenez régulièrement du temps pour que les étudiants puissent partager et discuter de leurs observations, inductions et prévisions. Soyez sûrs qu'ils comprennent qu'une observation est le fait d'un ou plusieurs de leurs cinq sens, tandis qu'une induction est une supposition de ce qui a pu provoquer l'effet qu'ils observent. Cela vaut le coup d'être revu régulièrement, afin que les étudiants comprennent bien que l'observation et l'induction sont deux qualités différentes importantes en science. Les prévisions sont des suppositions de ce qui peut se produire étant donné un scénario ou un ensemble de circonstances. Il peut être utile de faire un tableau à trois colonnes, observation, induction, et prédiction, et inscrire chaque observation dans la colonne appropriée. Si un étudiant donne une induction alors qu'il devait observer quelque chose, demandez-lui une preuve qui l'a amené à faire cette induction. Pour des

étudiants plus vieux, vous pouvez demander des observations quantitatives, ainsi que des données quantitatives. Voir étape 5.

Questions portant à discussion/Généralisation

Demandez à chaque groupe d'exposer les résultats des recherches sur leurs plantes. Discutez tous ensemble des conclusions. Demandez aux étudiants pourquoi, à leur avis, ils ont obtenus ces résultats. S'ils disent que les végétaux ont besoin de lumière pour vivre ou être en bonne santé, demandez-leur pourquoi ils le pensent. Dans quel but les végétaux ont-ils besoin de lumière, selon eux? Pour des étudiants plus jeunes, il n'y a pas besoin d'avoir une explication complète de la photosynthèse à ce point s'ils n'ont pas encore de compréhension du concept. Il suffit qu'ils comprennent que les plantes ont besoin de nourriture, et qu'elles utilisent la lumière du soleil pour la fabriquer (sous forme de sucres), par l'intermédiaire d'un processus appelé photosynthèse. Pour des étudiants plus âgés, il peut être le moment de parler de la photosynthèse (voir Contexte) et y inclure les informations qu'ils auraient pu lire à propos de recherches similaires faites par d'autres expérimentateurs.

Evaluation

Inscriptions dans le carnet de notes

Demandez aux étudiants d'inscrire dans leurs carnets de notes scientifiques GLOBE leurs idées sur :

- Les raisons de l'importance en sciences de l'observation et de l'induction ; et l'utilisation de ces compétences dans leur expérience ou recherche.
- Les raisons de l'importance de couvrir leurs trois branches avec le même sac, les arroser et les nourrir de la même façon.
- Les réactions des plantes à des conditions de lumière différentes et les raisons de ces réactions.

Utilisez la rubrique suivante pour noter le travail écrit. Les étudiants de primaire ayant des difficultés pour écrire peuvent être interrogés à l'oral pour comprendre ce qu'ils ont écrit.

Liste des compétences

Utilisez la liste de contrôle pendant les cours afin d'évaluer leurs capacité à utiliser leurs compétences.

Tâche à accomplir

Demandez aux étudiants d'observer une plante ou une partie de plante de votre environnement local. Dites leur d'utiliser le maximum de leur sens sauf le goût. Ils devraient être capables d'utiliser leurs quatre autres sens (la vue, le toucher, l'ouïe et l'odorat). Notez leurs observations (qualitatives et/ou quantitatives).

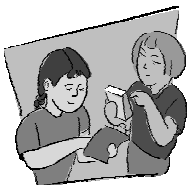
Demandez aux étudiants d'induire des explications raisonnables afin d'expliquer la différence de certaines feuilles sur une même plante.

Utilisez la rubrique suivante pour noter le travail écrit. Les étudiants de primaire ayant des difficultés pour écrire peuvent être interrogés à l'oral pour comprendre ce qu'ils ont écrit.

Une introduction à la photosynthèse
Grille d'évaluation des compétences scientifiques

Critère	**Noms des étudiants**							
Identifie et contrôle les paramètres variables								
Met en place une recherche (et la reproduit)								
Observe attentivement en utilisant les quatre sens, observations qualitatives								
Mesure précisément, observe quantitativement								
Note les données (les observations des plantes)								
Induit des causes raisonnables à ses résultats								

P5 : Etudier les pigments des feuilles



Objectif général
Rechercher quels pigments existent dans les feuilles ainsi que leur importance.

Objectif spécifique
Travaillant en groupe ou individuellement, les étudiants conduiront une expérience en utilisant du papier chromatographe pour séparer les différents pigments présents dans les feuilles.

Compétences
Les étudiants apprendront les concepts clés étudiés et auront la possibilité de mettre en pratique des compétences pour comprendre la chromatographie et le fait que d'autres pigments que la chlorophylle soient présents dans les feuilles.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

Des réactions chimiques ont lieu partout dans l'environnement.

Sciences de la vie

L'énergie circule à travers les écosystèmes selon une direction unique (photosynthèse – herbivores- carnivores – décomposeurs)

Les systèmes vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Compétences scientifiques
Observer et déduire.
Formuler des hypothèses et des prévisions.
Collecter des données
Analyser et interpréter des résultats.
Communiquer ses résultats et ses conclusions.
Concevoir et mener à bien une étude scientifique.
Utiliser les techniques et les outils appropriés.
Mettre en place des explications et des prévisions à partir de preuves.
Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser des données.
Communiquer ses résultats et ses explications.

Durée
Un cours pour préparer l'expérience.
Un cours supplémentaire pour les observations.

Niveau
Intermédiaire, avancé

Matériel et instruments
Filtres à café en papier blanc, serviettes en papier, papier filtre ou papier pour chromatographie de 2 cm de large et 15 cm de long.
Feutres de marque autre que Crayola à l'encre noire soluble à l'eau.
Verre (pour nourriture de bébé ou jus de fruit) ou des récipients en plastique (d'environ 250 mL)
De l'eau à température ambiante
Eau chaude du robinet.
Alcool à 90 (70% ou 90% d'isopropyl)
Stylos, bâtons d'esquimaux ou pailles
Ciseaux
Gomme
Ruban adhésif
Feuilles vertes
Feuilles qui ont changé de couleur (qui ne sont plus vertes)
Couvercles pour pots, papier d'aluminium ou film plastique
Casserole plate ou plateau
Carnet de science GLOBE
Loupe (facultatif)
Mortier et pilon pour écraser les feuilles (facultatif)

Préparation
Aucune

Pré requis

L'ENCADREMENT D'UN ADULTE EST NECESSAIRE pour l'utilisation de l'alcool isopropyl. Lisez toutes les instructions avant de commencer.

Observez toutes les mesures de précaution.

Contexte

La *chromatographie* est une technique utilisée couramment dans beaucoup de domaines en sciences et dans l'industrie pour séparer et identifier les différentes substances d'un mélange. Un *chromatogramme* est l'aspect de la séparation produite par chaque mélange. Le mélange est déposé sur un milieu comme le papier ou la craie, qui absorbe l'eau, l'alcool ou d'autres solvants. Au fur et à mesure que l'eau ou l'alcool monte *par capillarité* le long du papier, les molécules ou substances dissoutes dans le mélange avancent à des vitesses différentes. L'eau ou un autre solvant monte car la force de capillarité est plus forte que la force de gravité, et la force de capillarité dépend de la c*ohésion* et de *l'adhésion.* La cohésion est l'attraction mutuelle entre les molécules d'eau et l'adhésion est l'attraction des molécules d'eau vis-à-vis d'autres types de molécules, celles du papier dans ce cas. Différentes couleurs apparaitront à plusieurs distances du point de départ de montée de l'eau car les molécules de ces couleurs ont des tailles, des formes et des solubilités différentes. Les molécules qui se dissolvent le mieux dans le solvant se déplaceront le long du papier plus facilement et plus rapidement et iront le plus loin. D'autres molécules n'ont pas la capacité à se déplacer aussi vite et sont laissées derrière. En utilisant du papier à chromatographie, les différentes couleurs apparaissent grâce à l'encre noire et les pigments des feuilles peuvent être séparés et sont rendus visibles.

Les pigments sont des éléments colorés qui absorbent la lumière. La quantité et la structure du pigment détermine ses variations de couleurs. Le pigment chlorophylle dans les feuilles aide à réaliser la photosynthèse en absorbant de la lumière du soleil l'énergie nécessaire à unir le dioxyde de carbone et l'eau afin de former du glucose ou de la nourriture. La chlorophylle donne aux plantes leur couleur verte et peut cacher d'autres pigments présents dans les feuilles. La chlorophylle absorbe toutes les couleurs de la lumière visible sauf le vert, qu'elle réfléchit de sorte qu'il soit détecté par nos yeux. Si toutes les couleurs ou toutes les longueurs d'ondes sont absorbées et aucune n'est réfléchie, le pigment apparaît noir à nos yeux. A l'inverse, si tous les pigments sont réfléchis, le pigment apparaît blanc à nos yeux.

En automne, les feuilles des arbres à feuilles caduques subissent des changements avant de tomber définitivement de la branche. La chlorophylle s'arrête et les feuilles changent de couleur lorsque l'eau et la sève cessent de les irriguer. Au fur et à mesure que le vert s'estompe, l'orange du pigment *carotène* et le jaune du pigment *xanthophylle* apparaissent. Ces pigments se trouvent également dans des aliments tels que les carottes, les bananes et les jaunes d'œufs. Le carotène et la xanthophylle sont des pigments secondaires qui participent au processus de photosynthèse en donnant l'énergie qu'ils ont absorbée de la lumière du soleil à la chlorophylle. D'autres changements chimiques dans les feuilles stimulent la production des pigments *d'anthocyanine*, qui donne les couleurs lumineuses rouge et violet. Ces pigments se trouvent également couramment dans des aliments tels que les betteraves, les pommes rouges, le raisin noir, et des fleurs telles que la violette ou l'hyacinthe. Dans les fleurs, ces pigments se forment en automne à partir du glucose emprisonné. Différents mélanges de chlorophylle et d'autres pigments présents dans les feuilles fournissent une grande variété de couleurs automnales. La couleur marron vient du *tannin*, un déchet amer. Il est essentiel de se rappeler que le pigment clé pour la photosynthèse est la chlorophylle, parce que l'énergie qu'elle absorbe de la lumière du soleil est utilisée directement pour la photosynthèse, alors que les autres pigments doivent d'abord passer l'énergie qu'ils absorbent de la lumière du soleil à la chlorophylle.

Les explorations qui suivent peuvent être menées par les étudiants, individuellement ou en groupe.

Que faire et comment le faire

Se préparer

1. Ecrire quelques mots avec un feutre noir (encre soluble à l'eau, non Crayola) sur un morceau de papier blanc. Demandez aux étudiants de faire des observations. Combien de couleurs voient-ils ?
2. Demandez aux étudiants s'ils savent de quels pigments il s'agit et quelle est leur fonction.
3. Demandez aux étudiants s'ils pensent qu'il peut y avoir d'autres couleurs cachés dans le noir de l'encre et ce qui les amène à penser cela. S'ils ont des difficultés à répondre, vous pouvez leur demander de quelles couleurs ils pensent qu'ils auraient besoin pour faire l'encre

noire du feutre. Ont-ils déjà essayé de mélanger différentes couleurs de peinture ? Qu'ont-ils observé ? Débattez.
4. Demandez aux étudiants de quelle manière ils pourraient s'y prendre pour déterminer s'il oui ou non il y a d'autres pigments que le noir dans l'encre noire.
5. Demandez aux étudiants ce qu'ils pensent qui arriverait si une goutte d'encre noire était déposée sur une bande d'un filtre à café en papier ou d'une serviette en papier, puis que l'extrémité de cette bande était placée dans l'eau.

Exploration 1

Activité d'apprentissage d'introduction pour les étudiants de niveau intermédiaire / avancé

(Cette activité peut aussi être réalisée pour des étudiants de niveau débutants)

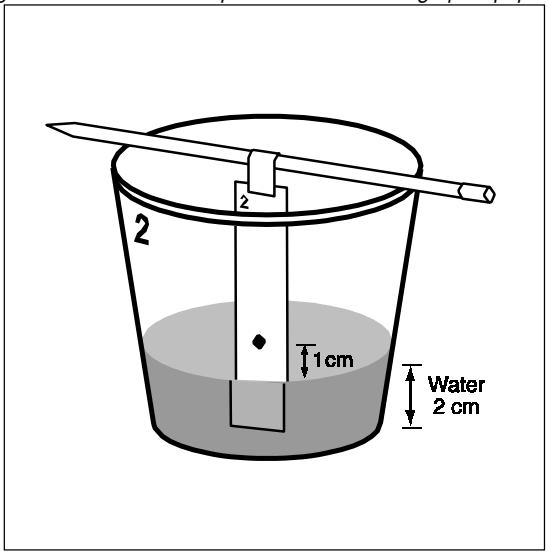
Séparation des couleurs de l'encre noire

Faites réaliser les étapes suivantes aux étudiants, ou, si vous souhaitez gagner du temps, vous pouvez faire les étapes 1 à 4 à l'avance pour les étudiants et n'utiliser qu'un type de stylo à encre soluble dans l'eau.
1. Découpez plusieurs filtres à café en bandes (2 cm de large et 15 cm de long), une bande par feutre.
2. Etiquetez chaque feutre avec un numéro.
3. En utilisant un des feutres tests, déposez une goutte d'encre proche du bord (à environ 1,5 – 2 cm du bord) de chaque bande. Utilisez un stylo pour numéroter les bandes de tests sur le haut de celles-ci avec le même numéro que le feutre utilisé pour cette bande.
4. Mettez de l'eau (environ 2 cm de hauteur) dans un verre ou un récipient en plastique, également numéroté avec le même numéro que le stylo. Voir figure EA-P5-1.
5. Scotchez l'extrémité de la bande à un crayon. Ajustez la longueur de filtre papier en tournant le stylo sur lui-même de sorte que la tache d'encre soit environ 1 cm au-dessus du niveau de l'eau lorsque la bande de papier est placée dans l'eau, suspendue au crayon placé sur chaque récipient (Si la goutte d'encre est placée sous le niveau de l'eau, l'encre va déteindre dans l'eau au lieu de se mouvoir le long de la bande).
6. Laissez l'eau se mouvoir jusqu'à environ les trois quarts de la hauteur de la bande et observez ce qu'il advient de la goutte d'encre.
7. Si l'encre que vous utilisez ne se répand pas le long de la bande, refaites le test en utilisant de l'alcool à la place de l'eau pour solvant, sous l'encadrement d'un adulte.
8. Répétez ce procédé pour chaque bande marquée avec un feutre différent et comparez vos résultats.
9. Laissez les bandes sécher et scotchez-les à une feuille de papier comme enregistrement pour chaque type de feutre.
10. Examinez les bandes avec une loupe. Mesurez la distance jusqu'à laquelle la/les couleur(s) se sont déplacées à partir de la goutte d'encre (pour les étudiants plus âgés).

Généralisation

- Demandez aux étudiants quelles sont leurs observations.
- Demandez aux étudiants pourquoi les autres couleurs n'étaient pas visibles au début. Demandez leur ce qu'ils pensent qu'il s'est passé. (Pourquoi certaines couleurs se sont déplacées plus haut le long de la bande par rapport à d'autres ? Qu'est-ce que le résultat indique quant à la fabrication de l'encre du/des feutre(s) ?)
- Si vous avez utilisé des feutres différents, demandez-leur quelles sont les différences et similitudes dans les déplacements des couleurs et pourquoi ils pensent qu'il en est ainsi.
- Comment se fait-il qu'une fois toutes ces couleurs combinées dans l'encre du feutre ou du marqueur, celle-ci semble noire à nos yeux ? (Ne posez pas cette question si vous pensez qu'elle n'est pas adaptée au niveau de vos étudiants).

Figure EA-P5-1 : Mise en place de la chromatographie papier



Evaluation formative de l'enquête d'introduction

Données du carnet de science

Faites écrire et dessiner les étudiants sur les points suivants :

- Leurs observations (Qu'est-il advenu de la goutte d'encre lorsque l'eau s'est déplacée le long de la bande ?).
- Pourquoi ils pensent que ce qu'ils ont observé s'est produit (Pourquoi certaines couleurs se sont déplacées plus haut le long de la bande par rapport à d'autres ?).
- Dans quelles mesures les modèles de déplacement des couleurs sont différents pour des bandes marquées avec des feutres différents et pourquoi il en est ainsi.
- Comment se fait-il qu'une fois toutes ces couleurs combinées dans l'encre du feutre ou du marqueur, celle-ci semble noire à nos yeux ? (Ne posez pas cette question si vous pensez qu'elle n'est pas adaptée au niveau de vos étudiants).

Check-list des compétences scientifiques

Utilisez la check-list au cours de la leçon afin de répertorier les capacités des étudiants au cours du procédé scientifique.

Se préparer pour la séparation des couleurs/pigments dans les feuilles

1. Découpez aux étudiants pourquoi les feuilles sont feuilles (Voyez s'ils ont l'idée de la chlorophylle, de la manière dont elle absorbe toute les couleurs ou longueurs d'onde de la lumière visible sauf le vert qu'elle réfléchit).
2. Découpez aux étudiants ce que l'automne et les bananes peuvent avoir en commun.
3. Demandez aux étudiants s'ils pensent qu'il existe d'autres pigments que la chlorophylle dans les feuilles. Pourquoi pensent-ils cela ? Comment peuvent-ils le démontrer ?

Exploration 2

Séparer les couleurs dans les feuilles vertes avec la chromatographie

Les feuilles vertes peuvent être issues d'une végétation qui change fortement de couleur à l'automne. Par exemple, les feuilles d'érable deviennent jaune brillant à l'automne alors que les feuilles de chêne blanc deviennent marron foncé. Ainsi, les feuilles d'érable seraient un meilleur choix que le chêne blanc pour cette expérience. Et les feuilles de bouleau seraient un meilleur choix que les feuilles d'aulne. Cependant les étudiants ne savent peut-être pas quelles feuilles changent fortement de couleur à l'automne. Ils peuvent en apprendre autant s'ils choisissent des feuilles vertes d'une végétation quelconque. Demandez aux équipes d'étudiants de suivre les étapes suivantes :

1. Récoltez 2-3 grandes feuilles vertes fraîches. Notez le lieu de la plante et, si vous la connaissez, l'espèce de la plante.
2. Déchirez ou coupez les feuilles vertes en morceaux aussi petits que possibles. Mettez les morceaux de feuilles dans un verre ou un container en plastique.
3. Etiquetez les containers avec un numéro ou le nom de la feuille s'il est connu ainsi que le lieu de la plante.
4. Ajoutez assez d'alcool à 90 pour recouvrir les morceaux de feuilles. A l'aide d'une cuillère en plastique, mélanger avec précaution mais vigoureusement les feuilles dans l'alcool (les feuilles peuvent également être écrasées avec un mortier et un pilon si vous en avez).
Note de sécurité : L'alcool isopropyl à 90 peut être dangereux s'il est mal utilisé ou mal placé. Lisez et suivez soigneusement les consignes d'utilisation inscrites sur la bouteille. Encadrez les étudiants avec attention.
5. Couvrez le récipient de manière très lâche avec un film plastique ou du papier d'aluminium. Placez avec attention les récipients dans une casserole plate contenant 3 - 4 centimètres d'eau chaude du robinet.
Note de sécurité : L'eau chaude à plus de 66°C peut rapidement causer de sévères brûlures.
6. Laissez les récipients dans la casserole pendant au-moins une demi-heure, plus longtemps si nécessaire, jusqu'à ce que l'alcool soit devenu coloré (plus il est foncé, mieux c'est). Remuez chaque récipient doucement toutes les 5 minutes. Remplacez l'eau chaude dans la casserole si elle refroidit. Les récipients couverts peuvent être laissés ainsi toute une nuit et être utilisés plus tard pour une chromatographie.
7. Découpez une longue bande fine (15 cm de long par 2 cm de large) de filtre à café en papier ou de papier à chromatographie pour chaque récipient et étiquetez-le avec un nom de feuille ou un code.
8. Retirez les récipients de la casserole et enlevez les couvercles. Scotchez la bande de papier filtre

ou de papier à chromatographie à un crayon. Allongez le crayon sur le haut de chaque verre ou récipient en plastique. Ajustez la longueur de filtre papier en tournant le stylo sur lui-même de sorte que l'extrémité de la bande de papier touche juste l'alcool. L'alcool va se déplacer le long de la bande de papier, embarquant les couleurs avec lui.

9. Après 30-90 minutes (ou plus) ou après que l'alcool ait atteint les trois quarts de la bande, les couleurs parcourront des distances différentes le long du papier. Différentes formes de verts, et peut-être également de jaunes, d'orange ou de rouge, suivant le type de feuilles, pourront être observées sur le chromatogramme. Retirez la bande de papier et posez-la sur une serviette en papier pour la faire sécher, puis scotchez-la à du papier bien blanc.

10. Examinez les bandes avec une loupe. Mesurez les distances que chaque couleur a parcourues le long du papier. Conservez les bandes de papier pour comparer ces résultats avec ceux de l'expérience suivante (Exploration 3).

Généralisation

1. Demandez aux étudiants d'écrire et de dessiner leurs observations, et de partager et débattre de leurs découvertes avec l'ensemble du groupe.

2. Demandez leurs quelles peuvent être les raisons, d'après eux, que certaines molécules se sont beaucoup déplacées et d'autres peu ? (Les molécules de couleurs de plus grande taille et ayant une adhérence plus élevée vont moins se déplacer que celles de petite taille et de plus faible adhérence).

3. Demandez aux étudiants ce qui, d'après eux, peut être déduit en ce qui concerne les molécules des pigments présents sur la bande ? (Les molécules des différents pigments présents sur la bande sont représentées par les couleurs visibles sur la bande : vert pour la chlorophylle, jaune pour la xanthophylle, orange pour le carotène).

4. Demandez aux étudiants ce qui peut-être déduit si le vert est la couleur dominante sur la bande (La chlorophylle est le pigment essentiel pour la photosynthèse qui donne la couleur verte. D'autres pigments peuvent devenir majoritaire lorsque la quantité de chlorophylle diminue).

5. Demandez aux étudiants quels sont les pigments secondaires de la photosynthèse. S'ils ne se souviennent plus, demandez-leur dans quelles mesures ils pensent que les feuilles sont similaires aux bananes ou aux jaunes d'œufs. (Elles contiennent du carotène et de la xanthophylle qui leur donne la couleur orange/jaune) Si cela convient au niveau des étudiants, demandez-leur pourquoi certains pigments sont dits secondaires ? (La chlorophylle est le pigment clé de la photosynthèse car il transfère directement l'énergie lumineuse qu'il absorbe pour la photosynthèse. La xanthophylle et le carotène, des exemples de pigments secondaires, doivent passer l'énergie qu'ils absorbent du soleil à la chlorophylle, et n'ont pas une voie directe pour la photosynthèse.)

Evaluation formative

Données du carnet de science

Faites écrire et dessiner les étudiants sur les points suivants :

- Leurs observations (Qu'est-il advenu lorsque le mélange alcool/feuilles pilées s'est déplacé le long de la bande de papier ?).
- Pourquoi ils pensent que ce qu'ils ont observé s'est produit.
- Demandez aux étudiants de déduire quels pigments sont susceptibles d'être présents dans les feuilles à partir des couleurs visibles sur la bande.
- Quels sont les pigments secondaires dans les feuilles et pourquoi pensent-ils qu'ils sont importants ?

Check-list des compétences scientifiques

Utilisez la check-list au cours de la leçon afin de répertorier les compétences des étudiants au cours du procédé scientifique.

Etudier les pigments des feuilles
Check-list des compétences scientifiques

Critère	Noms des étudiants							
Suit correctement les instructions et les étapes dans une procédure pour mettre e place une expérience et rassembler des informations								
Observe attentivement								
Note les données et les explications pour les observations et les expériences dans le carnet de science								
Identifie des similarités et des différences dans des schémas de séparation des couleurs								
Déduit des causes raisonnables pour des variations dans les données obtenues								
Participation orale et compréhension lors des discussions de généralisation et lors des mises en commun des idées								

Exploration 2

Séparer les couleurs dans les feuilles d'automne avec la chromatographie

- Répétez les étapes 1 à 8 de l'Exploration 2, en utilisant cette fois des feuilles qui ont changées de couleur.
- Vous pouvez avoir à attendre plus longtemps pour les étapes 4 et 7.
- Comparez les bandes avec celles obtenues à l'Exploration 2. Ecrivez et dessinez leurs observations et leurs comparaisons, partagez et discutez-en avec l'ensemble du groupe.

Généralisation

1. Demandez aux étudiants ce qu'ils ont observé lorsque le mélange alcool/feuilles pilées s'est déplacé le long de la bande de papier filtre. Faites leur comparer les bandes de papier filtres ou les chromatogrammes à ceux de l'Exploration 2. Demandez aux étudiants d'écrire et de dessiner leurs observations, les similarités et les différences avec l'Exploration 2, partager et discuter avec l'ensemble du groupe.
2. Demandez leurs quelles peuvent être les raisons, d'après eux, que certaines molécules se sont beaucoup déplacées et d'autres peu ? (Les molécules de couleurs de plus grande taille et ayant une adhérence plus élevée vont moins se déplacer que celles de petite taille et de plus faible adhérence si les solubilités sont identiques)
3. Demandez aux étudiants ce qui, d'après eux, peut être déduit en ce qui concerne les molécules des pigments présents sur la bande ? (Les molécules des différents pigments présents sur la bande sont représentées par les couleurs visibles sur la bande : vert pour la chlorophylle, jaune pour la xanthophylle, orange pour le carotène et rouge lumineux ou violet pour les anthocyanines).
4. Demandez aux étudiants ce qui peut-être déduit de la couleur dominante sur la bande (La chlorophylle est le pigment essentiel pour la photosynthèse qui donne la couleur verte. D'autres pigments peuvent devenir majoritaire lorsque la quantité de chlorophylle diminue).
5. Demandez aux étudiants s'ils savent quels sont les pigments secondaires de la photosynthèse. (La chlorophylle est le pigment de la photosynthèse. La xanthophylle et le carotène, des exemples de pigments secondaires, doivent passer l'énergie qu'ils absorbent du soleil à la chlorophylle, et n'ont pas une voie directe pour la photosynthèse.)

Evaluation formative

Données du carnet de science

Faites écrire et dessiner les étudiants sur les points suivants :

- Leurs observations (Qu'est-il advenu lorsque le mélange alcool/feuilles pilées s'est déplacé le long de la bande de papier ?).
- Pourquoi ils pensent que ce qu'ils ont observé s'est produit.
- Demandez aux étudiants de déduire quels pigments sont susceptibles d'être présents dans les feuilles à partir des couleurs visibles sur la bande.
- Quels sont les pigments secondaires dans les feuilles et pourquoi pensent-ils qu'ils sont importants ?
- Quelles sont les différences et les similarités dans les modèles de séparation des couleurs concernant les bandes avec les extraits des bandes issues des feuilles vertes et des feuilles qui ont changé de couleur.

Check-list des compétences scientifiques

Utilisez la check-list au cours de la leçon afin de répertorier les compétences des étudiants au cours du procédé scientifique.

Evaluation finale

Données du carnet de science

Demandez aux étudiants de : 1) Débattre de leur compréhension de la chlorophylle et de son importance, 2) Débattre de leur compréhension des pigments et de leur importance, y compris pour les feuilles, et, 3) Dans quelles mesures leurs observations sont-elles différentes pour les chromatographies issues des extraits de feuilles vertes et des extraits de feuilles qui ont changé de couleur (des feuilles qui ne sont plus vertes).

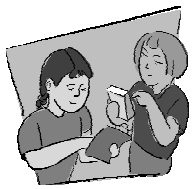
Effectuer une expérience

Demandez aux étudiants de mener leur propre enquête avec le matériel qui n'a pas encore été utilisé, comme des stylos d'encre de couleurs différentes, mélange de nourriture ou colorant pour gâteaux, pâtes colorées, bonbons colorés, ainsi que différents types de teintures naturelles et non-toxiques, en prédisant ce qu'ils vont observer, en effectuant la chromatographie, et en notant leurs résultats et analyses.

Utilisez la rubrique ci-dessous pour noter les données finales du carnet de science GLOBE et l'expérience effectuée.

Critère	Insuffisant	Assimilé	Très bien - Exemplaire
Discussion sur la chromatographie et son importance	La discussion met en évidence des manques de compréhension à propos de la chromatographie et de son importance	La discussion met en évidence une bonne compréhension de la chromatographie et de son importance	La discussion met en évidence une bonne compréhension de la chromatographie et de son importance ainsi qu'une capacité à l'appliquer à de nouvelles situations
Discussion sur les pigments et leur importance (y compris pour les feuilles)	La discussion met en évidence des manques de compréhension à propos des pigments et de leur importance	La discussion met en évidence une bonne compréhension des pigments et de leur importance pour la photosynthèse des feuilles	La discussion met en évidence une bonne compréhension des pigments et de leur importance pour la photosynthèse des feuilles, ainsi qu'une capacité à faire le lien avec la chimie des plantes en général

P6 : Modèles généraux de verdissement et de fanaison



Objectif général

Etudier le cycle annuel de la croissance et du déclin des végétaux à partir de visualisations et de graphes.

Objectif spécifique

Les étudiants analyseront les visualisations et les graphes qui rendent compte du cycle annuel de la croissance et du déclin des végétaux. Ils exploreront les schémas généraux des changements annuels sur le globe et pour chaque hémisphère dans plusieurs régions qui ont des couvertures du sol différentes et feront le lien entre les graphes qui rendent compte du schéma annuel de la croissance et du déclin des plantes et la couverture du sol. L'activité commence par une discussion en classe, puis les étudiants travaillent par petits groupes puis se remettent tous ensemble pour débattre de leurs découvertes.

Compétences

Capacité à utiliser des visualisations pour analyser des schémas généraux.

Compréhension des relations entre les visualisations et les graphes.

Capacité à décrire des schémas de croissance de couverture du sol pour la Terre entière, sur un hémisphère ou à une échelle régionale.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

Le soleil est une source d'énergie majeure dans les changements à la surface de la Terre.

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps évolue de jour en jour et de saison en saison.

Les saisons sont dues aux variations de l'ensoleillement causées par l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.

Le soleil est la plus importante source d'énergie

Sciences de la vie

Les organismes peuvent vivre uniquement dans des environnements qui satisfont leurs besoins.

La Terre a beaucoup d'environnements différents qui accueillent différentes combinaisons d'organismes.

Les fonctions des organismes sont en relation avec leur environnement.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

L'homme peut modifier l'environnement naturel.

Les animaux et les végétaux ont des cycles de vie.

L'écosystème met en évidence la nature complémentaire des notions de structure et de fonctions.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle

.Les populations d'organismes peuvent être classées selon la fonction qu'elles jouent dans l'écosystème.

La lumière du soleil est la principale source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de plantes, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

L'Homme peut modifier l'équilibre d'un écosystème.

L'énergie de la vie provient principalement du Soleil.

Les systèmes vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Compétences scientifiques

Analyser des visualisations afin de voir des schémas généraux pour les changements saisonniers.

Résoudre un problème en utilisant les données d'une visualisation.

Comparer différentes variables

Utiliser des preuves issues de graphes ou de

visualisations pour caractériser les écosystèmes
Utiliser des techniques et des outils appropriés.
Développer des explications et des prédictions en utilisant des preuves.
Reconnaître et analyser des explications intermédiaires.
Communiquer des résultats et des explications.
Note : Des capacités similaires pour l'échelle locale sont enseignées dans les protocoles de phénologie GLOBE. La vidéo GLOBE de démonstration *la télédétection* explique comment les scientifiques utilisent la télédétection pour déterminer les types de couverture du sol.

Durée

Deux cours de 45 minutes

Niveau

Intermédiaire, avancé

Matériel

Rétroprojecteur et transparents (4) ou pages de visualisations couleurs.
Ciseaux à partager par les étudiants
Feuille de travail (2 pages) et marque page
Carte murale ou atlas montrant les principales régions topographiques

Préparation

Faire des copies des *Feuilles de travail* pour tous les groupes d'étudiants. Les étudiants peuvent travailler en groupe : la taille conseillée d'un groupe est é ou 3.

Pré requis

Une expérience du travail avec des visualisations. Voir les activités d'apprentissage *Apprendre à utiliser des visualisations : un exemple avec l'altitude et la température* et *Dessinez votre propre visualisation*, ou le serveur GLOBE de visualisation.

Capacité à lire un graphique de type X – Y

Etre familier avec les types de couvertures du sol

Contexte

Les végétaux ont adapté leurs schémas de croissance à l'environnement local. Des caractéristiques du climat comme la température et la quantité des précipitations influencent la croissance ou l'état de sommeil des végétaux. Dans beaucoup d'endroits de la Terre, les changements dans les végétaux peuvent être observés lorsque les arbres perdent leurs feuilles ou démarrent une nouvelle croissance. Lorsque les plantes démarrent une nouvelle croissance, on appelle cela le verdissement. Lorsqu'elles perdent leurs feuilles, on appelle cela la fanaison.

Les scientifiques étudient les cycles saisonniers de la croissance des végétaux pour comprendre les changements climatiques. Si les conditions climatiques changent, la durée du cycle de croissance des végétaux peut différer des années précédentes. La vigueur de la végétation est la quantité de croissance de la plante. La saison de croissance est la période entre la croissance du printemps (le verdissement) et le déclin à l'automne (la fanaison). Si un réchauffement planétaire se produit et affecte la Terre, les scientifiques s'attendront à des dates de floraison printanière en avance par rapport aux années précédentes. Les scientifiques étudient ces changements en utilisant des capteurs sur des satellites qui couvrent de larges régions de la Terre.

Les schémas généraux de verdissement et de fanaison suivent le cycle annuel du climat. Cela signifie que de la même manière que l'été dans l'hémisphère Nord a lieu pendant l'hiver dans hémisphère Sud, le verdissement dans l'hémisphère Nord a lieu pendant la fanaison dans l'hémisphère Sud. L'hémisphère Nord connaît un verdissement et une fanaison plus important que l'hémisphère Sud. Cette tendance est également vérifiée par le climat ; L'hémisphère Nord connaît des hivers bien plus froids et des étés bien plus chauds que l'hémisphère Sud. La cause à cela est que l'hémisphère Nord contient la plupart des terres de la Terre. Les terres sont plus facilement réchauffées et refroidies que l'eau.

La vigueur de la végétation peut être examinée à une échelle locale en observant les changements de végétations au cours des saisons. Les *Protocoles de phénologie* explorent cela en suivant les changements dans la croissance des plantes. Afin de comprendre

les variations de vigueur à l'échelle planétaire, il faut utiliser des données satellite. Cette activité utilise des visualisations de données de vigueur de la végétation qui ont été récoltées par un capteur embarqué sur un satellite. Ce capteur est appelé Radiomètre avancé à très haute résolution (AVHRR, pour son nom anglais Advanced Very High Resolution Radiometer) et est géré par la National Oceanic and Atmospheric Agency (NOAA) aux USA. Les données de vigueur de la végétation récoltées par ce capteur montrent la quantité de lumière solaire absorbée par les plantes pour la photosynthèse par rapport à la quantité qui est réfléchie.

Malheureusement, les mesures effectuées par l'AVHRR ne sont pas précises : la résolution des données est 1 kilomètre carré. Ainsi, il est important que les étudiants GLOBE aident les scientifiques à comprendre la pertinence des mesures de l'AVHRR en prélevant des données à l'aide des *Protocoles de phénologie.*

Les visualisations de la vigueur de la végétation aident les scientifiques à comprendre dans quelles mesures la végétation répond aux changements saisonniers du temps dans différentes régions (Les visualisations sont combinées avec des données numériques, sous forme d'un graphique, des valeurs moyennes mensuelles). Comparer des visualisations de la vigueur avec d'autres issues de couverture du sol différentes dans des régions distinctes peut aider les scientifiques à comprendre comment différentes régions s'adaptent aux saisons.

Que faire et comment le faire

Cette activité peut prendre jusqu'à deux cours en fonction de l'importance de l'introduction et de la durée des discussions en classe.

Jour 1 :

Animez une discussion en classe pour orienter les étudiants vers les visualisations et mener une première analyse des différences de la vigueur de la végétation sur une année ainsi que des relations entre les types de couverture du sol et la vigueur de la végétation.

Jour 2 :

Répartissez les étudiants par petits groupes pour analyser les données dans le but de classer les régions selon les changements sur une année de la vigueur de la végétation et de répondre aux questions de la *Feuille de travail*.

Facilitez une discussion en classe au cours de laquelle les groupe d'étudiants présentent leurs résultats et débattent des arguments qu'ils ont utilisés pour leur conclusion.

Pour préparer la discussion en classe, faites des copies des visualisations couleur présentées dans les figures EA-P6-2 et EA-P6-3. Des copies couleurs sont fournies dans la version matérielle du Guide de l'enseignant
Des copies couleur pour les transparents ou pour du papier, ou pour être projetées peuvent être obtenues sur le site web de GLOBE.

Etape 1 : Discussion en classe

Cette activité utilise à la fois des visualisations des données et des graphiques de ces données. Chaque visualisation est basée sur une carte des continents. La première visualisation, présentée sur la figure EA-P6-1a, montre des catégories de couverture du sol en utilisant le système MUC (Modified UNESCO Classification). Pour plus de simplicité, certaines classes MUC sont regroupées. Les classes MUC des landes et des sous-bois sont représentées par une unique classe. Tous les graminoïdes avec une classe d'arbres (grands, moyen-grands et petits) sont aussi une seule catégorie : Graminoïdes et arbres. Une autre classe MUC, tropicale principalement verte, est tout simplement représenté par sa location : Forêt tropicale. Et pour finir, la classe MUC Arbres caduques en région tempérée est simplement appelée Forêt mixte.

Chaque classe est représentée par une couleur différente : la forêt tropicale (bleu-vert), les terres cultivées (orange), les graminoïdes (jaune), la forêt mixte (vert), les landes et sous-bois (marron), et la toundra (gris). Les étudiants doivent être familiers avec les plantes qui poussent sur ces types de couverture du sol. Pour chaque type de couverture du sol, une valeur correspondante pour la vigueur de la végétation en janvier et en juillet est donnée

respectivement dans les figures EA-P6-2a et EA-P6-2b.

Commencez la discussion par la caractérisation de votre couverture du sol locale et en discutant des changements saisonniers de votre végétation locale. Comment différentes plantes réagissent aux changements saisonniers ? Toutes les plantes ne répondent-elles qu'à la diminution du jour et la baisse de la température ? Certaines réagissent-elles aux périodes de sécheresse ? Discutez des cycles majeurs du climat dans votre région.

Ensuite, orientez la discussion vers les visualisations des figures EA-P6-1 et EA-P6-2 comme décrit ci-dessous. Les figures EA-P6-1 et EA-P6-2 illustrent les extrêmes saisonniers de la vigueur de la végétation en montrant les valeurs en janvier et en juillet. LA figure EA-P6-1b présente une visualisation de la différence de la vigueur de la végétation entre janvier et juillet afin de montrer l'importance du changement saisonnier. Référez-vous de nouveau à la figure EA-P6-1a pour expliquer les variations saisonnières observées en montrant le type de couverture du sol présent dans les régions principales.

Extrêmes saisonniers en Janvier et en Juillet

1. Expliquez que les visualisations de la vigueur de la végétation de la figure EA-P6-2 sont réalisées en utilisant un dégradé de vert, de sorte que les plus hautes valeurs numériques, qui correspondent aux zones où il y a une vigueur de la végétation la plus élevée, sont les zones les plus foncées. Les valeurs de la vigueur de la végétation vont de moins de 0,05 à plus de 0,68. Afin de concrétiser ces valeurs, demandez aux étudiants de proposer des zones pratiques pour mettre en évidence les valeurs minimales et maximales de la vigueur de la végétation. La vigueur de la végétation d'un désert est d'environ 0,08 tout au long de l'année, et de 0,5 pour une forêt tropicale. Reliez la vigueur de la végétation aux types de couverture du sol en utilisant les visualisations de la figure EA-P6-2a. Les valeurs élevées de la vigueur de la végétation se trouvent dans les forêt tropicales d'Amérique du Sud (la classe « Forêt tropicale » en bleu-vert). . Les valeurs basses de la vigueur de la végétation se trouvent dans le désert du Sahara en Afrique (la classe « landes et sous-bois » en marron).

2. Invitez les étudiants à décrire les schémas généraux qui peuvent être observés sur les visualisations de la vigueur de la végétation en Janvier et en Juillet. Une carte murale (pour nommer les régions géographiques) ou un atlas avec des cartes des caractéristiques des terrains (pour spéculer sur des causes possibles) peuvent vous aider.

- En janvier, la plupart des hautes valeurs se trouvent dans l'hémisphère Sud, particulièrement en Amérique du Sud, en Afrique et au sud de l'Asie.
- En juillet, les latitudes moyennes de l'hémisphère Nord montrent une vigueur de la végétation importante, particulièrement dans l'est de l'Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Au cours de ce même mois, la vigueur de la végétation persiste (bien qu'à un niveau moindre) dans l'hémisphère Sud, particulièrement en Amérique du Sud, en Afrique et au sud de l'Asie, suivant le même schéma qu'observé en janvier.

3. Après avoir observé des zones particulières, invitez les étudiants à comparer les deux mois.

- Juillet présente une valeur totale bien plus élevée car il y a une vigueur de la végétation substantielle dans les deux hémisphères.
- Vous pouvez quantifiez de combien la valeur de juillet est supérieure à celle de janvier en utilisant les valeurs moyennes indiquées sur les visualisations. Ces valeurs moyennes montrent environ une augmentation de cinquante pourcent : 0,16 en janvier et 0,29 en juillet.
- Demandez aux étudiants de formuler une hypothèse quant aux raisons pour lesquelles l'été de l'hémisphère Nord (Juillet) est, au niveau planétaire, bien plus productif que l'été de l'hémisphère Sud (Janvier). Une partie importante de la réponse est que l'hémisphère Nord connaît des variations saisonnières plus importantes que l'hémisphère Sud car la plupart des terres sont situées dans l'hémisphère Nord, et la terres est plus facilement réchauffé ou refroidie que ne l'est l'eau. Cependant, une autre partie

de la réponse se trouve dans leurs couvertures du sol distinctes ; certaines plantes, comme les arbres des forêts tropicales de l'hémisphère Sud, restent vertes toute l'année. Ainsi, la vigueur de différents types de couverture du sol peut varier de manière significative durant l'année. L'importance de ces variations peut être observée sur la figure EA-P6-1b : *Les changements saisonniers : Juillet par rapport à Janvier*, comme décrit ci-dessous.

Visualiser l'importance du changement saisonnier

Afin de voir l'influence du climat sur la vigueur de la végétation, discutez de la figure EA-P6-1b, qui présente le résultat de la soustraction des valeurs de la vigueur en Juillet des valeurs en janvier. Cette visualisation rend explicite l'importance des changements selon les lieux.

Figure EA-P6-1a: Type de couverture du sol

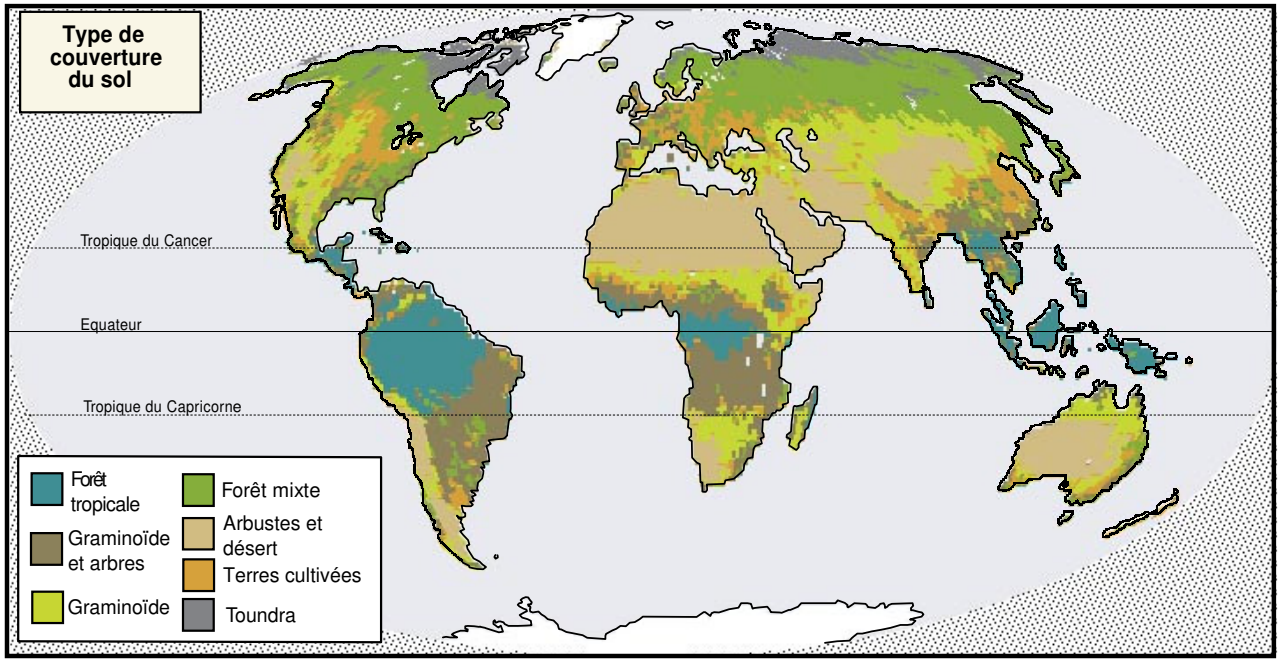


Figure EA-P6-1b: Les changements saisonniers : Juillet par rapport à Janvier

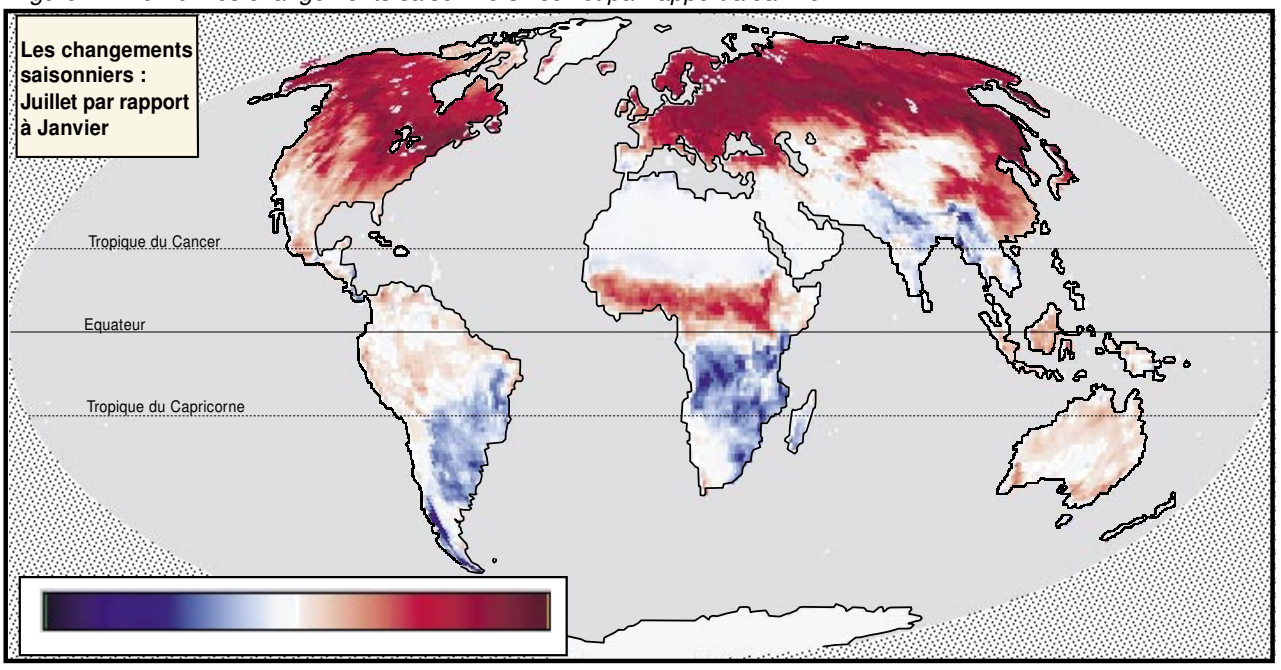


Figure EA-P6-2a: Vigueur de la végétation, Janvier 1987

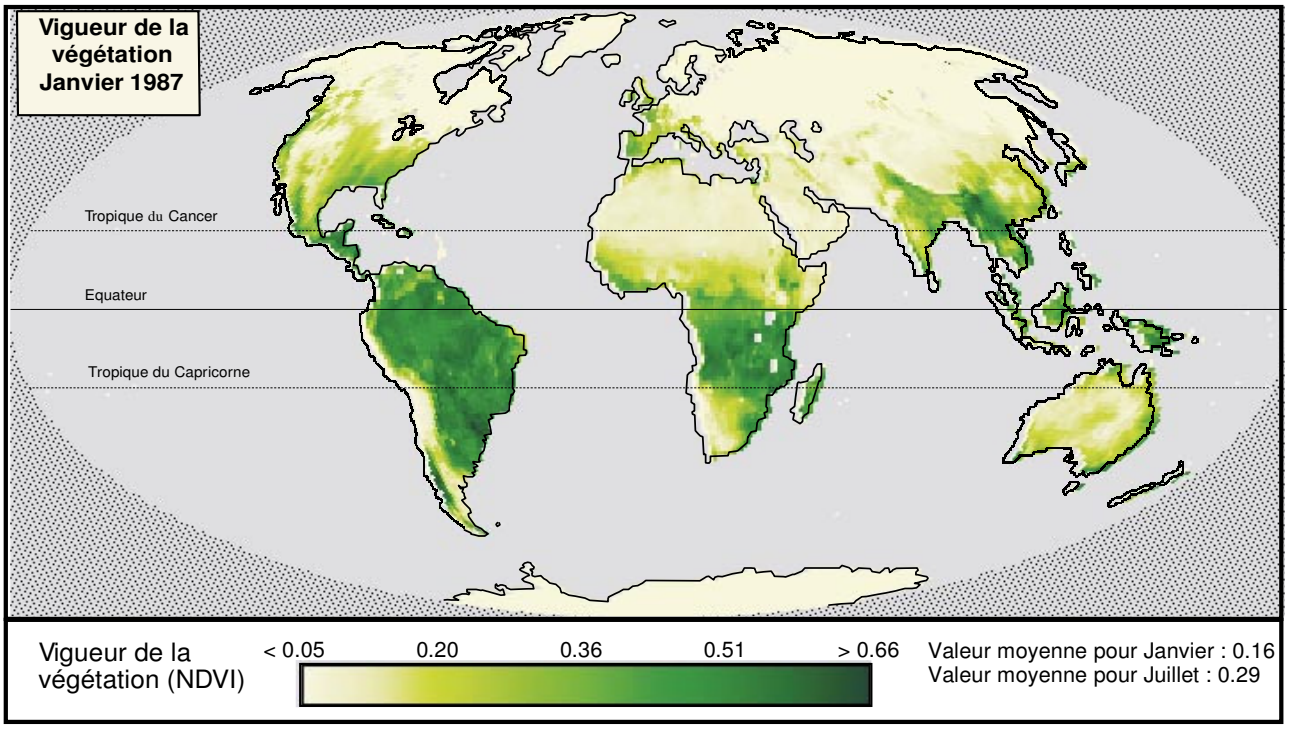
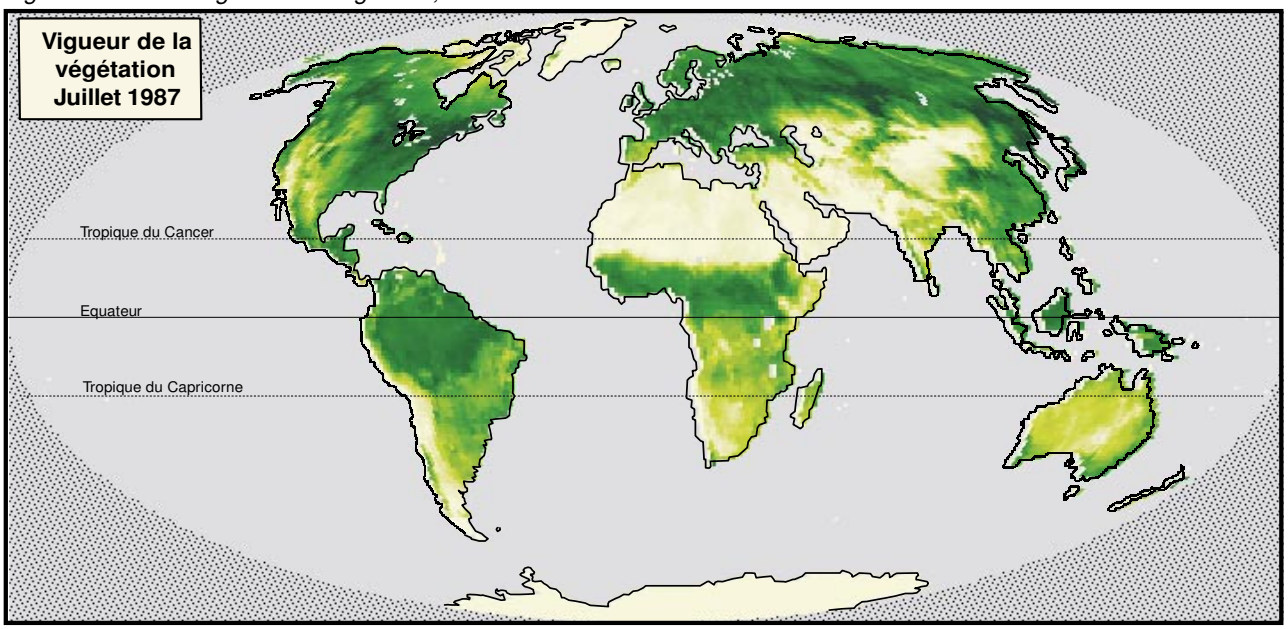


Figure EA-P6-2b: Vigueur de la végétation, Juillet 1987



Etape 2. Résolution de problème en groupe

La discussion en classe met en lumière les différences à l'échelle planétaire et hémisphérique. Au cours de la résolution de problème en groupe, les étudiants étudieront la vigueur de la végétation à un niveau régional. Ils caractériseront les régions par leur schéma annuel de vigueur de la végétation et détermineront ainsi la couverture du sol prédominante de cette région. Les étudiants utiliseront un graphique de type X – Y de la vigueur de la végétation et une visualisation qui montre les variations de la vigueur de la végétation, par région sur une durée de douze mois.

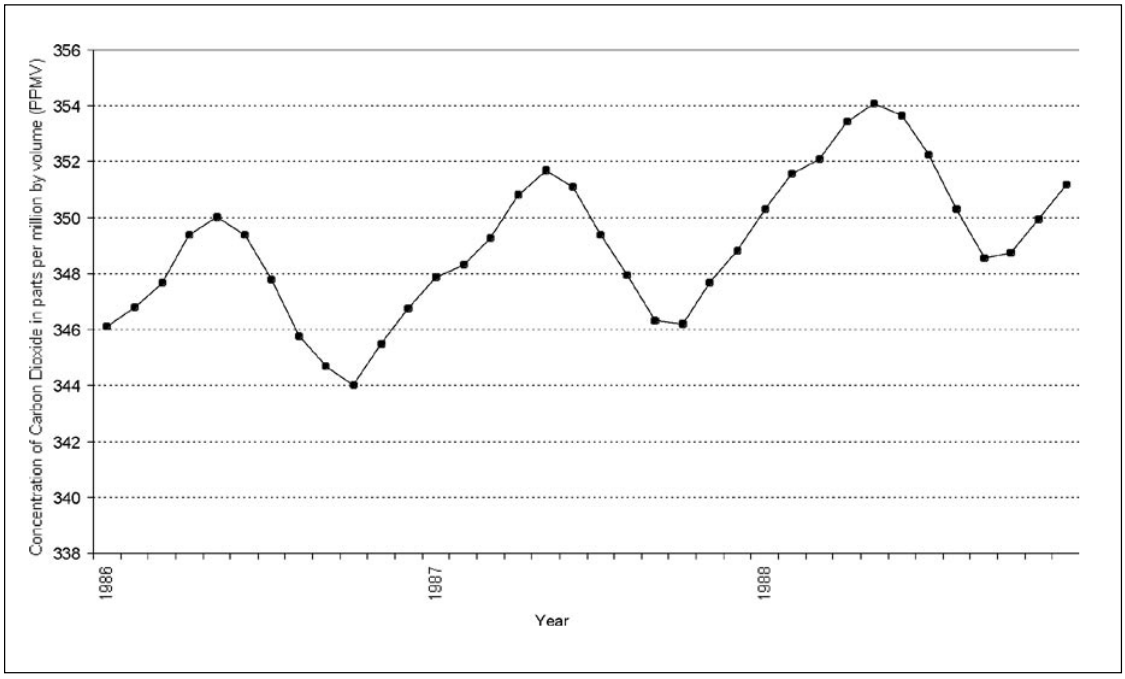
Distribuez les *Feuilles de travail* à chaque groupe ainsi que les deux pages pour les visualisations (une numérotée avec les mois pairs, l'autre avec les mois impairs) à chaque étudiant.

- Demandez à chaque étudiant de découper les visualisations de la vigueur de la végétation et de les assembler sur les deux pages (Afin de réduire le nombre de copies nécessaires, l'activité peut être réalisée sur une seule page, montrant tous les mois).
- Les étudiants utiliseront ces pages de la vigueur de la végétation pour observer les changements au cours du temps dans des régions spécifiques. Le dégradé de gris sur les pages correspond aux valeurs sur le graphique. La tâche des étudiants est d'extraire des informations du graphique et de les combiner à la fois avec les données de ces pages et les descriptions des couvertures du sol afin de déterminer quelle couverture du sol correspond à quel graphique.
- La *Feuille de travail* demande aux étudiants d'expliquer leur choix. Demandez aux étudiants de bien utiliser des preuves issues des pages de la vigueur de la végétation ainsi que des descriptions de la couverture du sol dans leurs explications.

Etape 3. Présentation en groupe

Rassemblez de nouveau les étudiants pour une discussion de leurs résultats. Mettez l'accent sur les différences importantes entre les dynamiques des écosystèmes des régions, et proposez des facteurs qui sont susceptibles d'affecter la vigueur de la végétation pour

Figure EA-P6-3: Concentration atmosphérique en dioxyde de carbone, Observatoire de Mauna Loa, Hawaii



différents type de couverture du sol. Lorsque les étudiants formulent des réponses, essayez d'aiguiser leurs capacités à présenter une idée avec suffisamment de justifications. Lorsque les étudiants caractérisent les régions, il leur est facile de se concentrer uniquement à trouver la bonne réponse (peut être en procédant par élimination) et de ne pas penser aux raisons pour lesquelles ils ont été capables de déterminer le type de couverture du sol. Lorsque les étudiants commencent à échanger à propos de leurs réponses, ils doivent fournir des preuves efficaces de la justesse de ces réponses.

Pour aller plus loin

Le cycle planétaire annuel du verdissement et de la fanaison entraîne une fluctuation annuelle de la quantité de carbone dans l'atmosphère. Cette fluctuation est due au fait que la végétation – comme toute forme de vie sur Terre – est en partie formée de carbone. Lorsque les plantes poussent, elles prennent du dioxyde de carbone de l'atmosphère. Lorsqu'elles déclinent, elles relâchent du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Si l'ensemble de la végétation décline, moins de dioxyde de carbone est relâché dans l'atmosphère. Le graphique de la figure EA-P6-3 montre la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère par mois sur une durée de 3 ans. Bien que les mesures ne soient issues que d'un seul endroit, elles sont représentatives des mesures planétaires grâce mélange d'air efficace qui a lieu dans l'atmosphère. Ils y a plusieurs schémas généraux intéressants à explorer dans ce graphique. Pourquoi la diminution est-elle à ce point plus rapide que l'augmentation ? Pourquoi la valeur extrême est-elle chaque année plus importante que la précédente ?

Ressources

Vous pouvez analyser un grand nombre de visualisations de la vigueur de la végétation en utilisant le serveur de visualisations de GLOBE. L'option « Image Spreadsheet » permet trois visualisations permettant d'analyser plus avant les relations avec d'autres variables (comme la température). Le poster GLOBE du système terrestre fournit un exemple d'une de ces visualisations dans laquelle la vigueur de la végétation est contrastée avec plusieurs autres paramètres du climat. Pour finir, regardez l'activité *Match the Biom*e sur le serveur web GLOBE (Dans la partie News and Events). Cette activité demande aux étudiants de relier des diagrammes climatiques montrant des températures et des précipitations aux couvertures du sol vues sur des photographies.

Modèles généraux de verdissement et de fanaison

Feuille de travail

Noms : _____

Directions : Nommez la couverture du sol

Cette activité va vous aider à étudier la vigueur de la végétation à une échelle régionale. Vous allez utiliser un graphique de type X – Y de la vigueur de la végétation par mois ainsi que des pages de visualisation qui montrent les changements de la vigueur par région sur une durée de douze mois. A partir de ce graphique, vous déterminerez les mois au cours desquels chaque région est en période de croissance et dans quelles proportions cette végétation croît, comparé aux autres régions. Vous confronterez ensuite les données du graphique de type X – Y à la visualisation de la vigueur de la végétation afin de nommer la couverture du sol dominante de cette région.

1. Assemblez les pages de la vigueur de la végétation en découpant chaque mois et en mettant les pages dans l'ordre, de janvier à décembre. En utilisant la cartes des lieux des couvertures du sol, regardez comment chaque région change au cours de l'année. Pour commencer, choisissez une région et un mois, et utilisez les pages de la visualisation pour déterminer la vigueur de la végétation en ce mois pour cette région. Répétez cette opération pour chaque région.
2. Il y a des descriptions textuelles des couvertures du sol que vous pouvez utilisez pour comprendre comment la végétation change sur les régions de la carte au cours d'une année.
3. Chaque ligne du graphique de la vigueur de la végétation représente un des lieux des couvertures du sol. Vous devez nommez la couverture du sol qui correspond à chaque ligne en utilisant les données du graphiques, les pages de la visualisation ainsi que les descriptions des couvertures du sol. Pour cela suivez les étapes suivantes.

Maximum et minimum de la vigueur de la végétation : Pour chaque ligne du graphique, trouvez les mois où les valeurs maximum et minimum de la vigueur de la végétation sont atteintes. Estimer la vigueur de la végétation de ces mois à 0,05 près. Notez vos résultats. Vous pouvez avoir une idée de la réponse en utilisant les pages de la visualisation et leur échelle. Pour la valeur maximum que vous avez notée, trouvez le dégradé de gris correspondant sur les pages de la visualisation et essayez de le localiser dans une de ces régions.

Les changements : Un autre indice provient de l'importance des changements de vigueur au cours de l'année. Regardez dans quelles mesures les lignes changent ou restent au même niveau. Calculez la valeur des changements en soustrayant le minimum du maximum des valeurs de la vigueur de la végétation. Regardez à nouveau les pages de la visualisation. Quelles régions changent beaucoup au cours des mois ? Lesquelles restent semblables ?

La saison de croissance : Savoir quand un changement essentiel, comme le verdissemnt ou la fanaison, intervient peut vous aider à déterminer la couverture du sol. Le graphique montre les mois de verdissement et ceux de fanaison : recherchez les mois au cours desquels la vigueur de la végétation commence à augmenter à partir de faibles valeurs (verdissement) ou à diminuer à partir de valeurs élevées (fanaison). Notez les valeurs que vous avez trouvées pour le verdissement et la fanaison.

La couverture du sol : Vous avez désormais suffisamment d'indices pour nommer la couverture du sol. Assurez-vous de bien expliquer votre choix à partir de ces indices. Décrivez les indices issus du graphique, ceux issus des pages de la visualisation et ceux issus de la description des couvertures du sol.

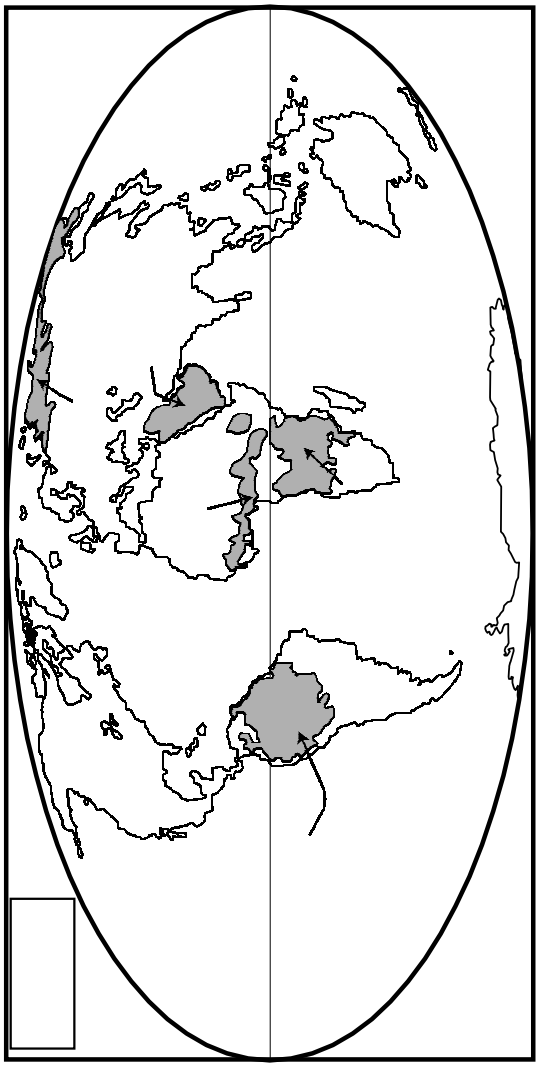
Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
◇——◇	Mois : Valeur:	Mois : Valeur:		
Couverture du sol	**Explications :**			

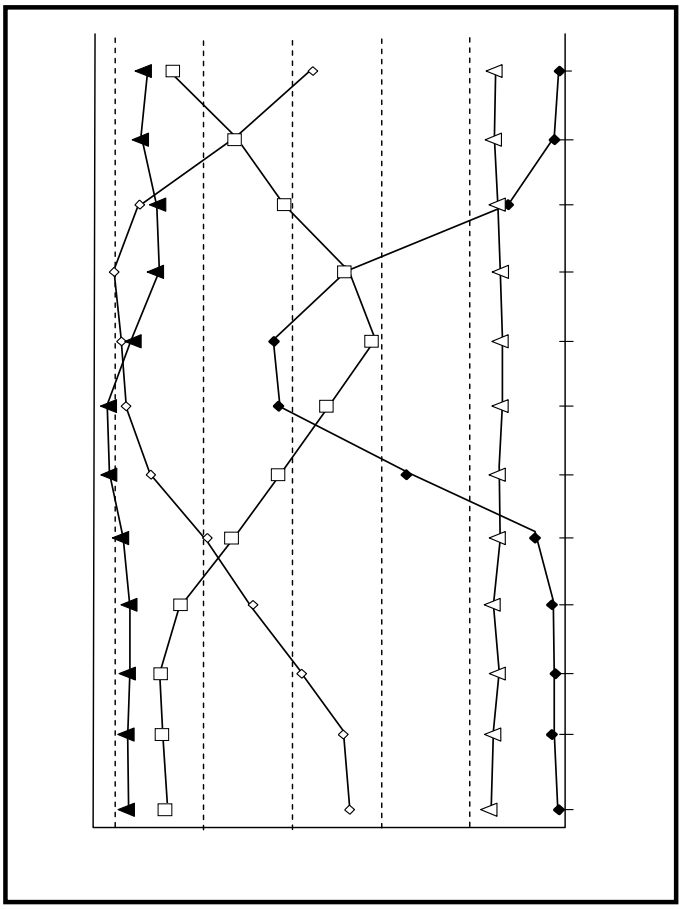
Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
□——□	Mois : Valeur:	Mois : Valeur:		
Couverture du sol	**Explications :**			

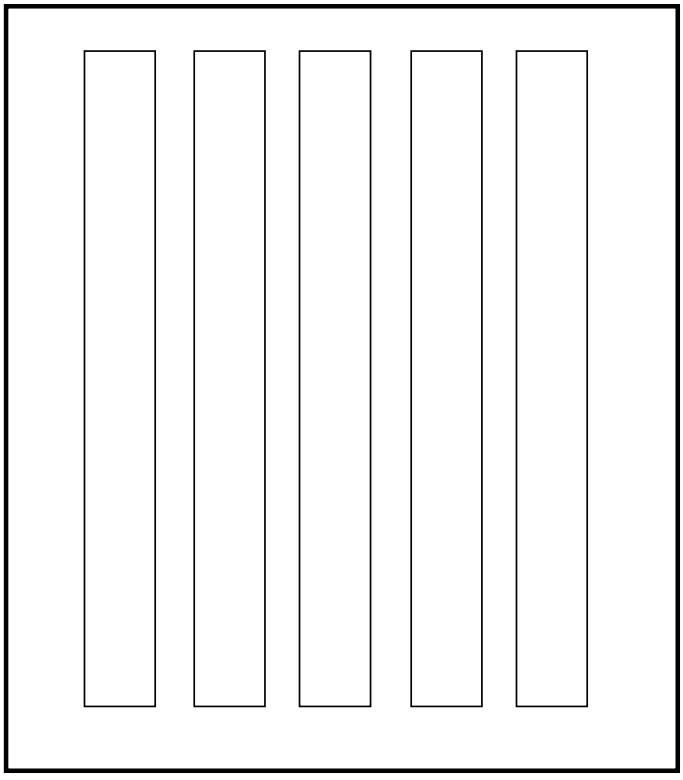
Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
▲——▲	Mois : Valeur:	Mois : Valeur:		
Couverture du sol	**Explications :**			

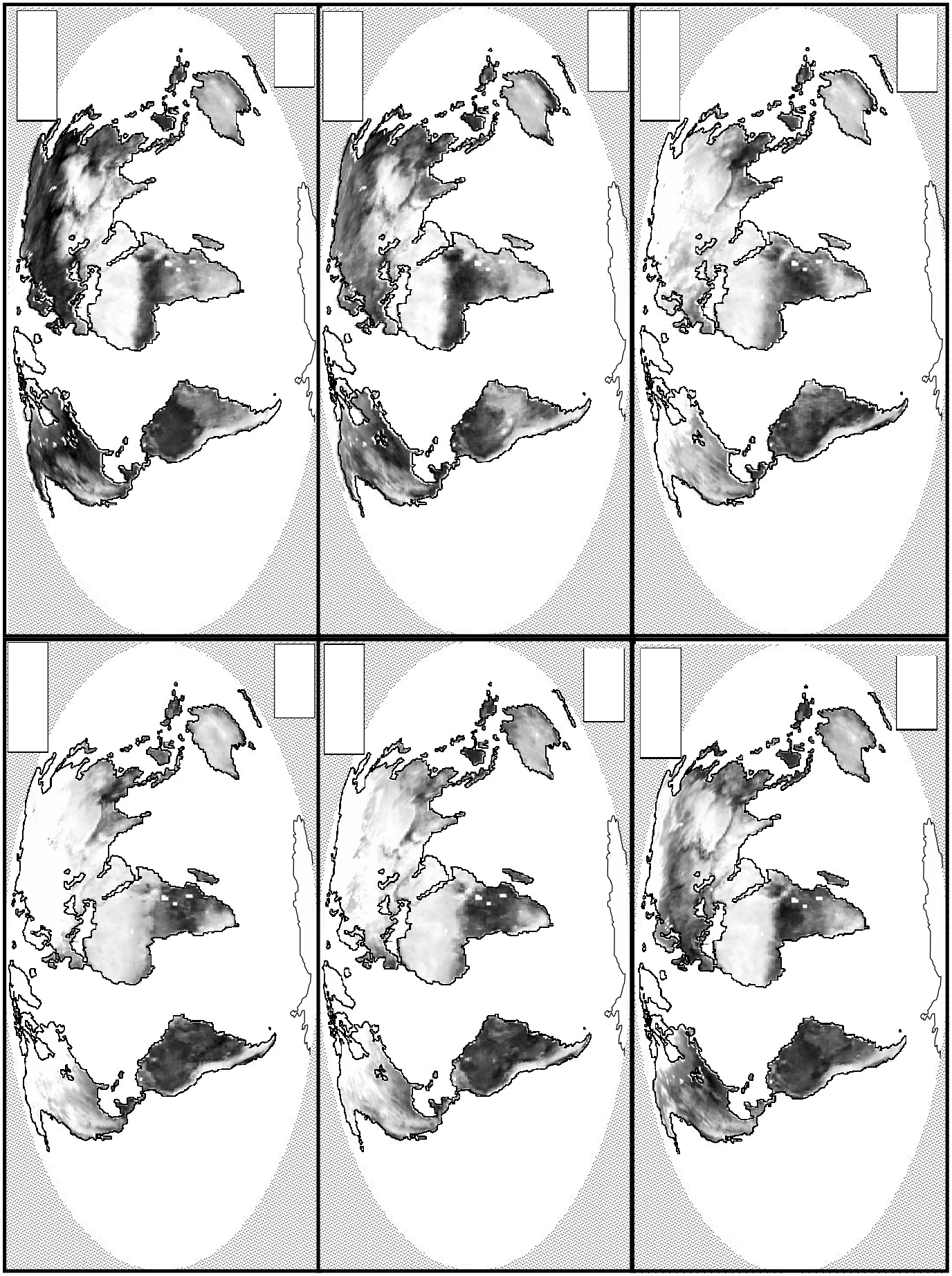
Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
△——△	Mois : Valeur:	Mois : Valeur:		
Couverture du sol	**Explications :**			

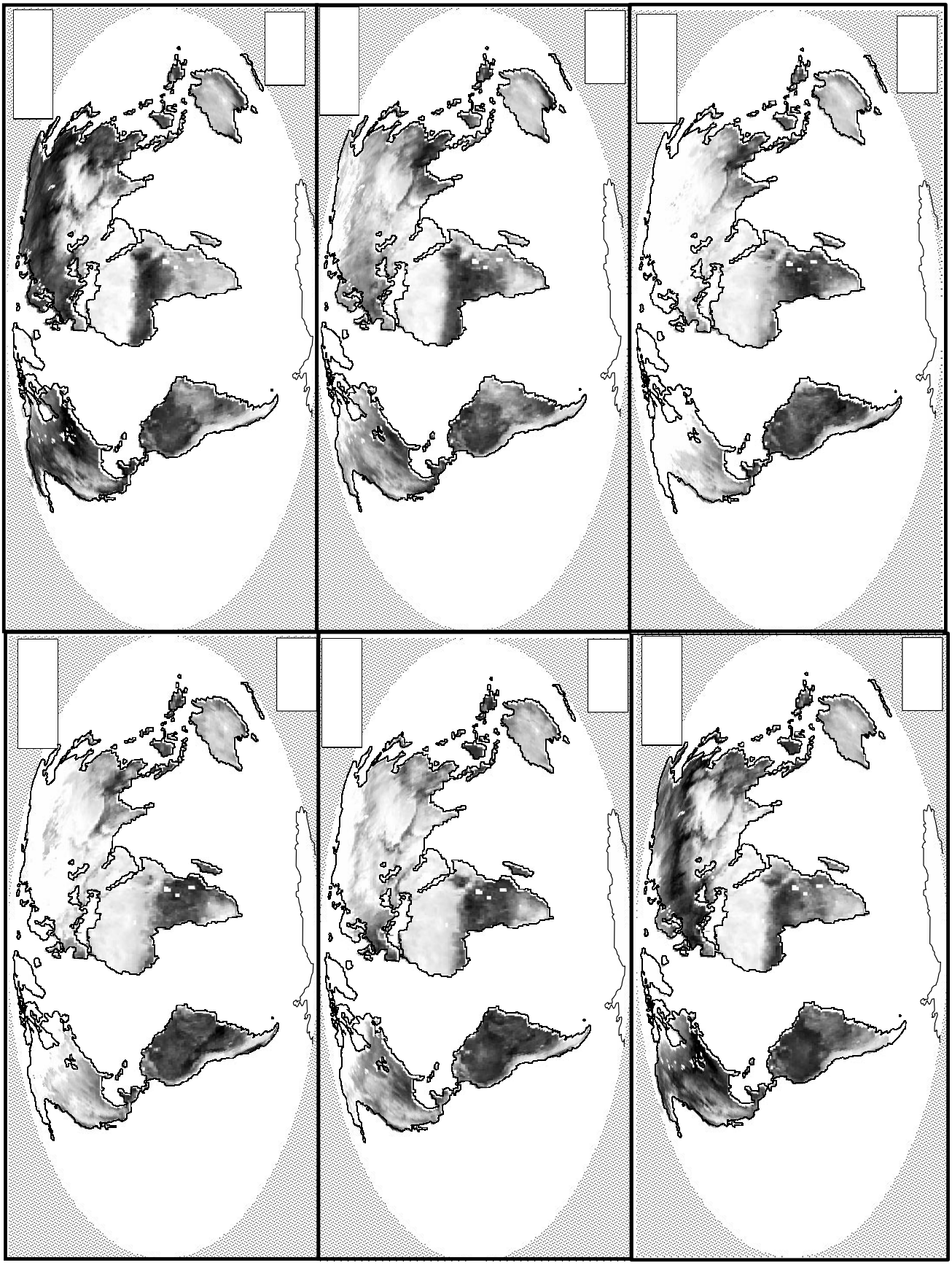
Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
◆——◆	Mois : Valeur:	Mois : Valeur:		
Couverture du sol	**Explications :**			











Modèles généraux de verdissement et de fanaison

Grille

Pour chaque critère, évaluer le travail de l'étudiant en utilisant les notes suivantes :

3 = Montre des preuves claires de l'accomplissement du travail souhaité ou plus

2 = Principalement accompli le travail souhaité

1 = Accompli certaines parties du travail souhaité, mais reste à améliorer

0 = La réponse est absente, totalement arbitraire ou inappropriée

1. Remplissez le tableau avec les observations du graphique de type X-Y pour les minimas, les maximas, les changements de la vigueur de la végétation ainsi que la saison de croissance.

Note	Description
3	Le tableau est rempli avec des observations pertinentes issues du graphique (regardez les exemples de l'étudiant). Pour certains exemples, comme les triangles noirs (troisième ligne) ou les triangles vides (quatrième colonne), il y a une légère distinction entre les valeurs minimales et maximales, ou, pour d'autres, comme avec les cercles noirs (dernière ligne) les valeurs sont similaires. Un étudiant peut choisi un de ces mois pour les valeurs hautes ou basses, mais le point clé est qu'il identifie une très faible valeur pour la partie changement.
2	Le tableau est entièrement rempli. La plupart des réponses sont justes. L'étudiant peut ne pas avoir arrondi les nombres correctement.
1	Le tableau est dans sa majorité rempli. Beaucoup de valeurs sont correctes ou en sont proches.
0	Le tableau n'est pas rempli, trop négligé pour pouvoir être lu, ou la majorité des valeurs sont arbitraires.

2. Complétez le tableau avec les observations du graphique et des pages de la visualisation (notez individuellement chaque type de couverture du sol).

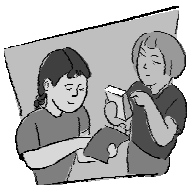
Note	Description
3	La couverture du sol est correctement remplie et les explications fournissent une justification fondée sur les indices étudiés : elles décrivent la ligne du graphique, fait référence à la couverture du sol des pages de la visualisation, et fait une comparaison avec d'autres lignes ou couvertures du sol et offre d'autres explication quant à la pertinence du choix.
2	La couverture du sol est correctement remplie mais les explications ne fournissent qu'une justification partielle du choix ou fournissent une justification logique qui ne fait pas appel aux indices étudiés dans les documents demandés. Ou encore, la couverture du sol choisie est correcte, mais les explications fournissent une justification raisonnable de la sélection.
1	La couverture du sol est incorrectement remplie et les explications sont présentes mais insuffisantes, ne présentant qu'un minimum d'indices ou d'arguments logiques
0	La couverture du sol n'est pas remplie, ou est incorrecte. Il n'y a pas d'explication logique.

Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
◇——◇	Mois : *Septembre* Valeur : *0,50*	Mois : *Janvier* Valeur : *0,25*	*0,25*	*Janvier à Septembre*
Couverture du sol: *Graminoïdes d'Afrique du Nord avec des arbres*	**Explications :** *C'est l'opposé des graminoïdes avec arbres d'Afrique du Sud, et la seule qui devient aussi sombre que la forêt tropicale dans les pages de la visualisation. Elle a son été en même temps que l'hémisphère Nord, donc elle est la plus verte pendant l'été de cet hémisphère (Juin).*			

Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
□——□	Mois : *Mars* Valeur: *0,45*	Mois : *Août* Valeur: *0,20*	*0,25*	*Septembre à mars*
Couverture du sol: *Graminoïdes d'Afrique du Sud avec des arbres*	**Explications :** *C'est la seule dont le pic a lieu durant l'été de l'hémisphère Sud, donc elle doit être située dans l'hémisphère Sud. Les pages de la visualisation montrent aussi que cette zone devient plus sombre (vigueur de la végétation importante) de janvier à mars. Elle reste également relativement sombre toute l'année (en comparaison avec le désert). C'est l'opposé des graminoïdes avec arbres d'Afrique du Nord.*			
Symbole	**Maximum** **Vigueur de la végétation**	**Minimum** **Vigueur de la végétation**	**Changement**	**Saison de croissance**
▲——▲	Mois : *Juillet* Valeur: *0,50*	Mois : *Septembre* Valeur: *0,45*	*0,05*	*Octobre à Juillet*
Couverture du sol: *Forêt tropicale*	**Explications :** *Celle-ci a la valeur totale la plus élevée et elle reste élevée toute l'année, comme on le voit sur le graphique et les pages de la visualisation. C'est (presque) la plus élevée toute l'année. C'est logique puisqu'elle est proche de l'équateur et ne connaît donc ni hiver ni été.*			

Symbole	Maximum Vigueur de la végétation	Minimum Vigueur de la végétation	Changement	Saison de croissance
△——△	Mois : *Janvier* Valeur: *0,05*	Mois : *Mai* Valeur: *0,05*	*0,0*	*Il n'y en a pas vraiment*
Couverture du sol: *Désert*	**Explications :** *C'est la seule qui reste blanche toute l'année sur les pages de la visualisation. Cela signifie que les valeurs sont vraiment faibles toute l'année, probablement car il n'y a pas beaucoup de végétation à pousser. C'est très faible sur le graphique également. C'est probablement plus élevé que la toundra pendant une partie de l'année, car il y a quelque chose qui pousse pendant l'hiver alors que la toundra n'est que glace.*			
Symbole	**Maximum** **Vigueur de la végétation**	**Minimum** **Vigueur de la végétation**	**Changement**	**Saison de croissance**
◆——◆	Mois : *Août* Valeur: *0,30*	Mois : *Janvier, Décembre* Valeur: *0.0*	*0,30*	*Avril à août*
Couverture du sol: *Toundra*	**Explications :** *Cette ligne est celle qui a le plus de variations de toutes les lignes. Elle n'a pas de végétation avant avril (elle est blanche sur les pages de la visualisation), puis elle devient très sombre très rapidement, puis redevient blanche. C'est logique qu'elle soit tant au nord, car sa saison de croissance est très courte. Sa valeur la plus élevée n'atteint jamais celle de la forêt tropicale, et pendant la période où elle est très élevée (Juillet, août), elle est plus sombre dans les pages de la visualisation que les graminoïdes d'Afrique du Sud avec arbres.*			

P7 : Facteurs limitants dans les écosystèmes



Objectif général

Comprendre que des facteurs physiques – la température et les précipitations – limitent la croissance de la végétation des écosystèmes.

Objectif spécifique

Les étudiants mettent en relation les graphes de la vigueur de la végétation avec ceux des températures et des précipitations pour quatre écosystèmes différents afin de déterminer quels facteurs climatiques limitent la croissance. Ces écosystèmes vont d'une zone proche de l'équateur aux pôles, et recouvrent les deux hémisphères. L'activité commence par une discussion en classe au cours de laquelle des données issues de deux écosystèmes sont analysées, puis les étudiants travaillent par petits groupes pour analyser les deux autres. Puis ils se remettent tous ensemble pour débattre de leurs découvertes en classe.

Compétences

Capacité à utiliser des graphes de type X-Y pour analyser des schémas généraux dans des données.

Compréhension des relations entre les visualisations et les graphes.

Compréhension des facteurs limitants, à l'échelle planétaire, de la croissance d'un écosystème.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

Le soleil est une source d'énergie majeure dans les changements à la surface de la Terre.

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps évolue de jour en jour et de saison en saison.

Les saisons sont dues aux variations de l'ensoleillement causées par l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Sciences de la vie

Les organismes peuvent vivre uniquement dans des environnements qui satisfont leurs besoins.

La Terre a beaucoup d'environnements différents qui accueillent différentes combinaisons d'organismes.

Les fonctions des organismes sont en relation avec leur environnement.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

L'homme peut modifier l'environnement naturel.

Les animaux et les végétaux ont des cycles de vie.

L'écosystème met en évidence la nature complémentaire des notions de structure et de fonctions.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle

.La lumière du soleil est la principale source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de plantes, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

L'Homme peut modifier l'équilibre d'un écosystème.

L'énergie de la vie provient principalement du Soleil.

Les systèmes vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Compétences scientifiques

Analyser des graphes afin de voir des schémas généraux et de corréler des variables.
Utiliser des preuves pour justifier une affirmation.
Identifier, parmi différents facteurs, ceux qui affectent la croissance d'un écosystème.
Faire une présentation devant un groupe.
Utiliser des techniques et des outils appropriés.
Développer des explications et des prédictions en utilisant des preuves.
Reconnaître et analyser des explications intermédiaires.
Communiquer des résultats et des explications.

Durée
Deux cours de 45 minutes

Niveau

Intermédiaire, avancé

Matériel
Rétroprojecteur et transparents (4) ou pages de visualisations couleurs.

Préparation

Faire des copies des *Feuilles de travail* pour tous les groupes d'étudiants.

Pré requis
Une expérience du travail avec des visualisations. Voir les activités d'apprentissage *Apprendre à utiliser des visualisations : un exemple avec l'altitude et la température* et *Dessinez votre propre visualisation*, ou le serveur GLOBE de visualisation.

Capacité à lire un graphique de type X – Y

Etre familier avec les types de couvertures du sol MUC.

Contexte

L'influence de l'environnement sur la croissance des végétaux peut déjà être observée dans les jardins et les plantes d'intérieur. Beaucoup de végétaux poussent mieux dans du sol fertile, bien perméable, alors que d'autres ont évolué pour pousser dans des conditions de sols plus extrêmes. Certaines plantes tolèrent l'ombre ; d'autres ont besoin de beaucoup de beaucoup de lumière du soleil chaque jour. Les jardins et les plantes d'intérieur représentent des écosystèmes à petite échelle que nous pouvons influencer en en changeant l'environnement. Une des caractéristiques d'un écosystème est que sa croissance est limitée, en conditions normales, par la compétition pour obtenir les ressources au sein du système et par des facteurs extérieurs comme les changements environnementaux. Si la présence ou l'absence d'un facteur limite la croissance des éléments de l'écosystème, il est appelé un *facteur limitant*. Il y a plusieurs facteurs fondamentaux qui limitent la croissance d'un écosystème, comme la température, les précipitations, la lumière du soleil, la configuration du sol ainsi que les nutriments du sol.

Deux facteurs aisés à observer sont la température et les précipitations. Les scientifiques peuvent mesurer, à l'échelle de très larges régions, comment ces facteurs modèlent les types d'écosystèmes présents dans ces régions. Des mesures satellites planétaires de la *vigueur de la végétation*, ou l'importance de la croissance végétale, peut être comparée avec d'autres facteurs pour comprendre comment les facteurs climatiques limitent la croissance végétale.

La manière la plus simple de comprendre comment les facteurs environnementaux influencent la croissance végétale est d'observer des écosystèmes de régions géographiques très différentes. Dans les régions proches du pôle Nord, il y a une zone plate, sans arbres ayant pour couverture du sol des arbustes nains, appelée toundra (« arbustes nains » est le niveau 1 de la Classification modifiée de l'UNESCO (MUC)). La végétation de la toundra est constituée de tout petits arbustes, d'herbe et de mousse qui peut supporter des saisons de croissances courtes ainsi que le permafrost. Au nord du tropique du Cancer, dans la région tempérée, il y a une zone caractérisée par des conifères et des arbres à grandes feuilles. Cette zone est la région boréale (ce qui signifie un climat froid) de la plupart de la forêt verte (MUC 01). Partout ailleurs dans la région tempérée de l'hémisphère Nord, on trouve des prairies formées d'herbes et de végétaux semblables à l'herbe (MUC 41-43, classification des graminoïdes). Il y a également de telles prairies dans la région tropicale, qui peuvent voire pousser des arbres pour former un ensemble végétal appelé les *prairies forestières* ou, dans la classification MUC, les graminoïdes avec des arbres.

Les scientifiques s'intéressent à la saison où la végétation sort de son sommeil hivernal,

pousse et se reproduit, saison appelée *saison de croissance.* Ils se demandent par exemple si une augmentation de la durée de la saison de croissance à la fois dans les régions tropicales et les régions boréales pourrait être un indice du réchauffement climatique planétaire. Afin de mieux comprendre la saison de croissance, les scientifiques observent les changements généraux au niveau de la croissance (verdissement) et du déclin (fanaison) des végétaux. Des capteurs sur des satellites peuvent la quantité de végétation recouvrant des parties de la Terre, et les scientifiques les utilisent pour déterminer la vigueur de la végétation. Les scientifiques observent les changements de la vigueur de la végétation afin de déterminer le verdissement maximum (lorsque la croissance de la végétation est la plus importante) et la fanaison maximale (lorsque le ralentissement de la croissance de la végétation est le plus important). La saison de croissance est la période allant du début du verdissement maximum au début de la fanaison maximale. Dans cette activité, on s'intéressera à deux facteurs, dans divers écosystèmes, qui peuvent limiter le verdissement et la fanaison.

Que faire et comment le faire

1. Menez une discussion en classe pour familiariser les étudiants aux graphes et aux visualisations des couvertures du sol.
2. Facilitez me travail en petits groupes au sein desquels les étudiants résolvent des problèmes en utilisant les graphiques.
3. Facilitez une discussion en classe basée sur des présentations de chaque groupe pendant lesquelles la classe essaye de parvenir à un consensus quant aux explications sur les facteurs limitants.

Etape 1 : Discussion en classe

Au moyen d'une discussion en classe, orientez les étudiants vers les visualisations et les graphiques. Chaque visualisation (figures EA-P7-1, EA-P7-2, et EA-P7-3) doit être sous la forme d'un transparent rétro projeté ou des photocopies que les étudiants peuvent partager. La figure EA-P7-1 montre les régions géographiques qui seront étudiées dans cette activité en les faisant ressortir grisées. Les figures EA-P7-2 et EA-P7-3 représentent chacune trois graphiques, des données sur un an respectivement de la vigueur de la végétation, de la température et des précipitations pour deux régions : la toundra nord-américaine et les prairies forestières d'Afrique du Sud (un raccourci pour le nom MUC « Graminoïdes avec des arbres »).

Commencez par présenter les régions géographiques qui vont être étudiées en utilisant la figure EA-P7-1. Continuez par une analyse des graphiques de la vigueur de la végétation, de la température et des précipitations pour une des deux régions, en prenant soin de faire une démonstration au rétroprojecteur de ce que feront les étudiants sur la *Feuille de travail*. La discussion en classe permettra de présenter aux étudiants le procédé de raisonnement qu'ils utiliseront lors des activités en petits groupes.

Vigueur de la végétation de la toundra nord-américaine

1. La figure EA-P7-2A est un graphique de la vigueur de la végétation de la toundra nord-américaine pendant un an. L'échelle de la vigueur de la végétation à travers le monde s'étale de 0 à 0,65. Pour concrétiser ces valeurs, indiquez les *valeurs de référence* suivantes : la valeur pour une forêt tropicale est d'environ 0,50 tout au long de l'année, et le désert à une valeur d'environ 0,08 tout au long de l'année. Pour la toundra de cette région, la valeur varie entre 0 et 0,20.
2. Concentrez-vous sur les *changements* de la vigueur de la végétation au cours de l'année. Demandez aux étudiants de trouver (1) lorsqu'elle *commence* à augmenter, (2) à quel moment y-a-il un pic, (3) lorsqu'elle *commence* à diminuer et (4) quand a lieu la plus importante augmentation ou diminution. De janvier à avril, la toundra n'a quasiment aucune végétation. D'avril à août, la vigueur de la végétation augmente, et l'augmentation la plus importante a lieu entre juin et juillet : on appelle cela le verdissement maximum. La vigueur de la végétation connaît un pic en août (maximum de verdure), puis diminue d'août à novembre. La diminution la plus importante a lieu de septembre à octobre (fanaison maximale). En fin de compte, le déclin est plus rapide (sur deux mois) que la croissance (sur 3 mois).
3. Expliquez ce que signifient le verdissement maximum, la fanaison maximale,

le moment de verdure maximum et la saison de croissance et montrez-les sur le graphique.

- Pour la toundra, le verdissement maximum a lieu entre juin et juillet, et la fanaison maximale e lieu entre septembre et octobre.
- Les étudiants sont susceptibles de confondre le verdissement et la fanaison maximale avec le moment de verdure maximum, donc assurez-vous de bien expliquer la différence. Le moment de verdure maximum a lieu en août.
- La saison de croissance est la période entre le *début* du verdissement maximum (Juin) et le *début* de la fanaison maximale (Septembre). Notez-les sur le graphique.

Figure EA-P7-1: Facteurs limitants dans les écosystèmes

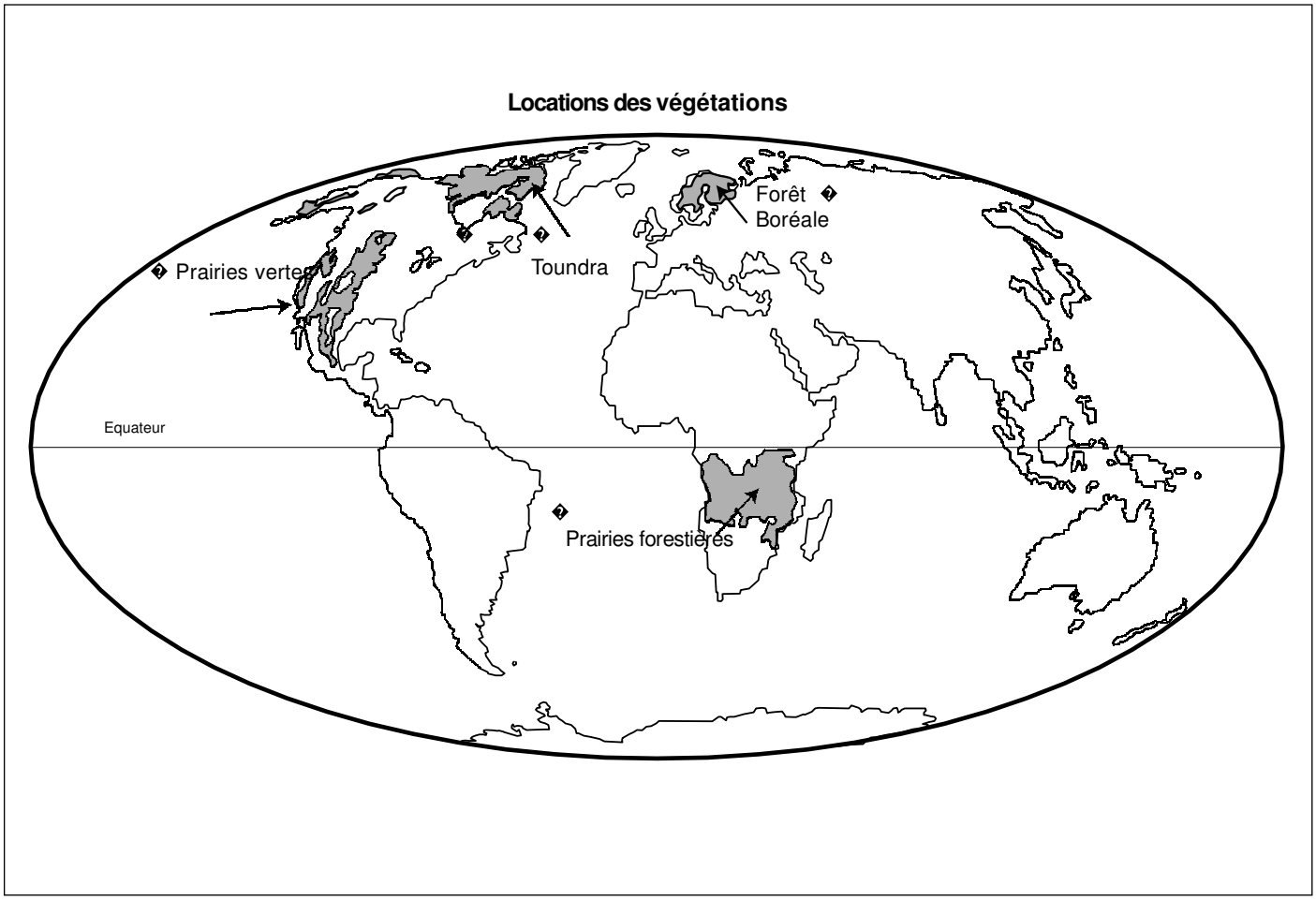


Figure EA-P7-2a, 2b, 2c

Toundra nord-américaine

Figure EA-P7-2a: Vigueur de la végétation

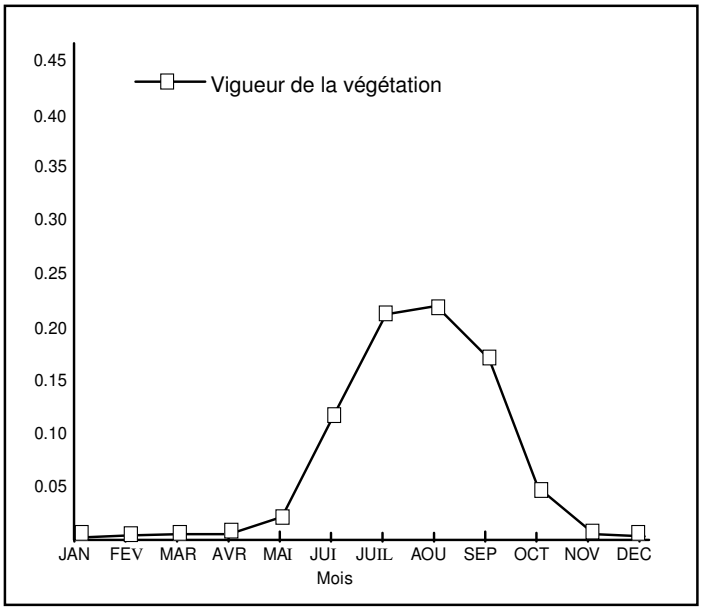


Figure EA-P7-2b: Vigueur de la végétation en fonction de la température de surface

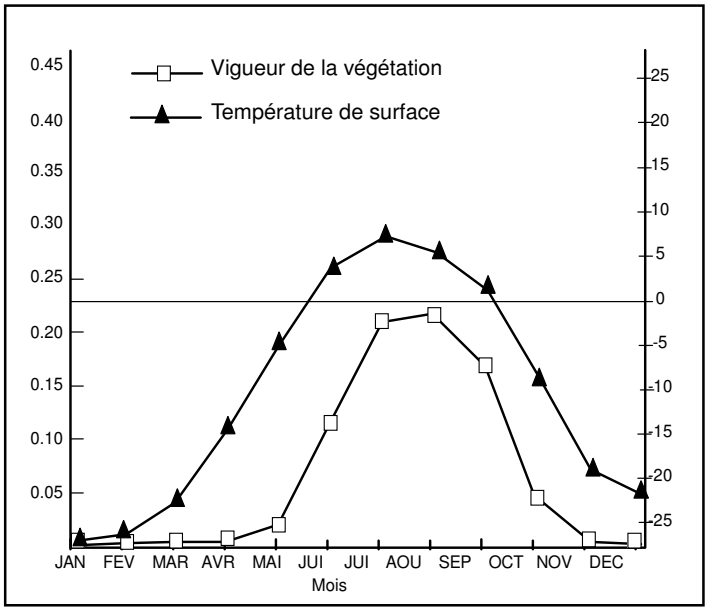
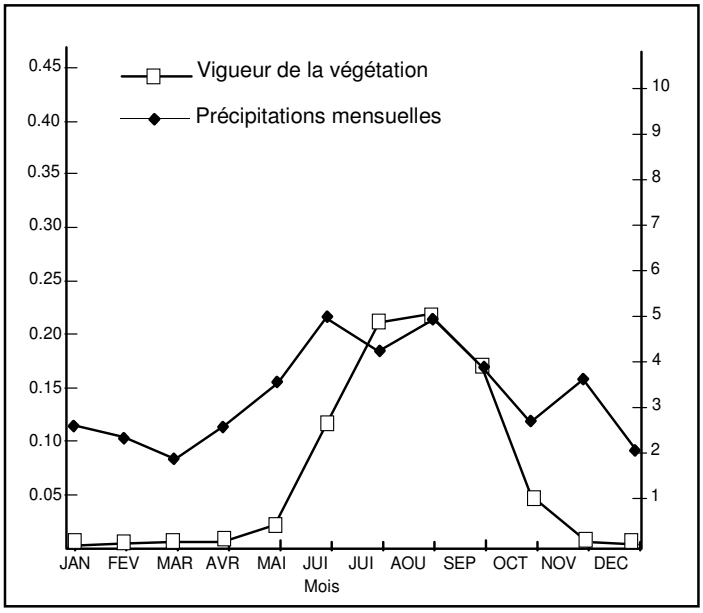


Figure EA-P7-2c: Vigueur de la végétation en fonction des précipitations mensuelles



Prairie forestière d'Afrique du Sud

Figure EA-P7-3a: Vigueur de la végétation

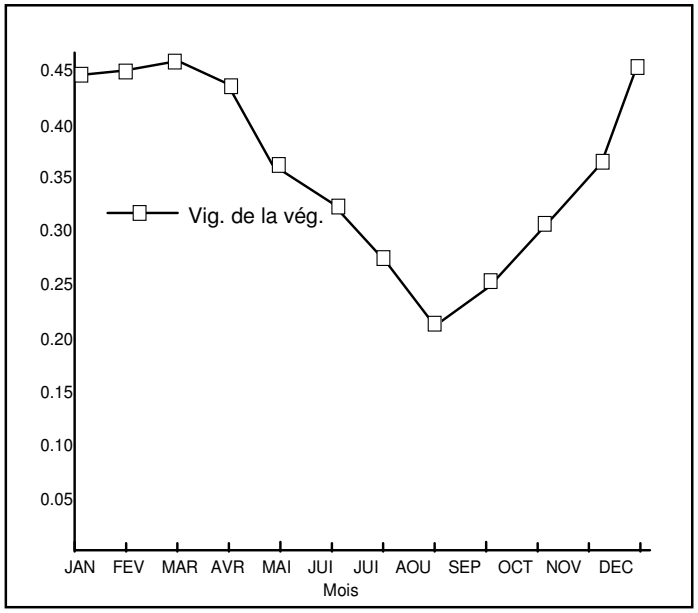


Figure EA-P7-2b: Vigueur de la végétation en fonction de la température de surface

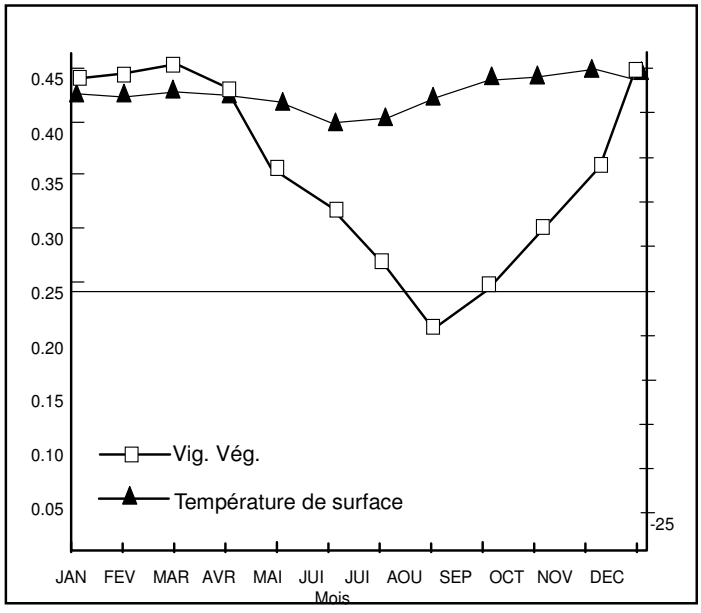
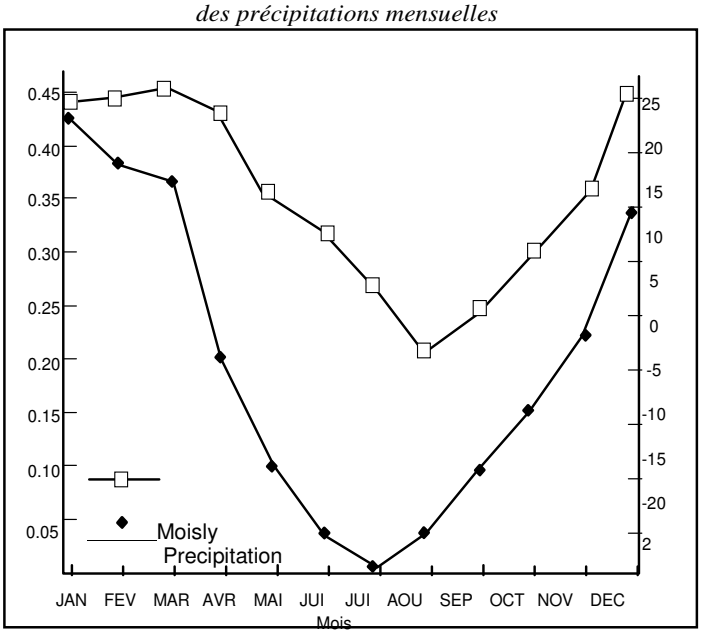


Figure EA-P7-2c: Vigueur de la végétation en fonction des précipitations mensuelles



Facteurs limitants de la toundra nord-américaine

1. Comprendre les graphiques X-YY. La figure EA-P7-2b présente un graphique combiné de la vigueur de la végétation ainsi que la température de surface et la figure 2c présente un graphique combiné de la vigueur de la végétation ainsi que des précipitations. Afin de faciliter la comparaison de la forme globale des courbes, les deux données sont représentées dans un même graphique de type X-YY. L'axe Y de la vigueur de la végétation est sur la gauche alors que l'axe Y de la température ou des précipitations est sur la droite.

2. Lire les graphiques. Afin de vous assurez qu'ils comprennent comment lire le graphique, demandez aux étudiants quelle ligne correspond à la vigueur de la végétation, à la température et aux précipitations. Pour chaque ligne, demandez-leur d'identifier les valeurs maximales et minimales et de décrire la forme générale de la courbe. Les étudiants travailleront avec des graphiques qui ressembleront à ça dans leur *feuille de travail.*

3. Température. La saison de croissance nécessite de l'eau liquide. Donc la saison *potentielle* de croissance peut être définie dans la période pendant laquelle la température de surface est supérieure à la température de glaciation. Dans cet exemple, la température de la surface y est supérieure à partir d'entre mai et juin et retombe en dessous dès entre septembre et octobre, donc la saison potentielle de croissance est de mai à octobre. Affichez la saison potentielle de croissance au rétroprojecteur.

4. Précipitation. La quantité d'eau de pluie limite également la vigueur de la végétation. Utilisez le graphique pour montrer quand a lieu l'augmentation et la diminution maximale de précipitations mensuelles. Pour un écosystème qui est limité par les précipitations, la végétation croîtra le plus lorsque la quantité mensuelle totale d'eau de pluie augmentera le plus, et déclinera lorsque les précipitations cesseront. Pour la toundra, l'augmentation maximale des précipitations a lieu entre juin et juillet, et la diminution maximale a lieu entre septembre et octobre. Affichez ces valeurs au rétroprojecteur.

5. Limité par la température. Demandez aux étudiants s'ils pensent que l'écosystème que forme la toundra nord-américaine est limité par la température ou par les précipitations. Demandez aux étudiants d'expliquer leurs raisons et d'insister sur leurs arguments issus du graphique. Dans cet exemple, la période de croissance de la vigueur de la végétation de ce graphique correspond à la période de croissance *potentielle* déterminée à partir de la température. Le déclin de la vigueur de la végétation ne correspond pas à un changement dans les précipitations. Reliez les valeurs du graphiques à l'écosystème en parlant de la manière dont la toundra pousse ; le délai d'un mois entre le changement de température et le début de la saison de croissance est probablement du au temps nécessaire au dégel du sol.

Prairie forestière d'Afrique du Sud

Les figures EA-P7-3a à 3c présentent les mêmes données pour une région formée d'une prairie forestière de l'hémisphère Sud qui est limitée par les précipitations.

1. Vigueur de la végétation. La vigueur de la végétation de cette région connaît un pic en décembre et en mars, de sorte que ces mois aient une verdure maximum pendant ces mois. La floraison maximale a lieu entre novembre et décembre, et la fanaison maximale entre avril et mai. Cela montre que la saison de croissance s'étale en fait de novembre à avril.

2. Température. La saison potentielle de croissance recouvre presque l'année toute entière car la température n'est que rarement négative.

3. Précipitations. L'augmentation maximum des précipitations a lieu entre novembre et décembre, et la diminution maximum des précipitations a lieu entre mars et avril.

4. Limité par les précipitations. Les indices montrent que la croissance de l'écosystème formé par la prairie forestière d'Afrique du Sud est limitée plutôt par les précipitations que par la température. La température reste relativement constante et suffisamment chaude pour permettre la croissance de la végétation ; en revanche, la vigueur de la végétation présente de grandes variations qui coïncident avec les variations de précipitations.

Etape 2. Résolution de problème en groupe

Les étudiants analyseront deux écosystèmes différents par petits groupes, la prairie nord américaine (Classification MUC : Graminoïdes) et la forêt verte boréale. Utilisez la visualisation de la figure EA-P7-1 pour les localiser sur le globe. Demandez aux étudiants de travailler par petits groupes pour remplir les *feuilles de travail*, déterminer quel facteur limite quel écosystème et expliquer comment ils ont tiré leurs conclusions. Au lieu que chaque groupe étudie les deux écosystèmes, demandez à la moitié des groupes d'étudier la forêt verte boréale et à l'autre moitié d'étudier la prairie nord-américaine, puis demandez aux groupes de présenter leurs résultats.

Etape 3. Présentation de groupe

Rassemblez les étudiants pour une discussion des résultats. Mettez l'accent sur les différences importantes entre les dynamiques des écosystèmes de chaque région en termes de facteurs limitant, et proposez d'autres facteurs qui pourraient limiter la vigueur dans d'autres régions. Le poster GLOBE du système terrestre montre d'autres facteurs. Lorsque les étudiants présentent leurs réponses, recherchez des opportunités d'encourager les étudiants à argumenter leurs idées avec des preuves issues du graphique, de sa signification ainsi que de leurs connaissances sur les écosystèmes. Plutôt que de ne s'intéresser qu'à la manière dont ils ont trouvé la bonne réponse, encouragez les étudiants à réfléchir sur la signification scientifique et à fournir des preuves efficaces de la justesse de leur réponse.

Pour aller plus loin

Déterminer les facteurs limitants de votre propre écosystème. A partir des données que vous avez collectées lors des protocoles de phénologie et d'étude de l'atmosphère, tracez les courbes de température, de précipitation et des données phénologiques afin de déterminer si la croissance de cotre écosystème est limitée par la température, par les précipitations ou par un autre facteur.

Un autre facteur limitant important est la lumière, à la fois en terme d'intensité et de durée. Vous pouvez étudier dans quelles mesures les variations d'ensoleillement correspondent aux valeurs maximales et minimales de la vigueur de la végétation à partir des graphiques utilisés dans les *feuilles de travail* en rajoutant une ligne indiquant la quantité de la lumière du jour

Ressources

En utilisant l'option « Image Spreadsheet » du serveur des visualisations GLOBE, vous pouvez analyser des visualisations de certains facteurs de couverture du sol, comme l'éclosion des bourgeons, et les mettre en relation avec d'autres variables comme la température ou l'humidité du sol. Regardez également l'activité *Match the Biom*e sur le serveur web GLOBE (Dans la partie News and Events). Cette activité demande aux étudiants de relier des diagrammes climatiques montrant des températures et des précipitations aux couvertures du sol vues sur des photographies.

Le type de sol (et la teneur en eau qui en résulte) est aussi un facteur important dans la croissance des plantes et peut agir come un facteur limitant pour certains écosystèmes. Le poster GLOBE du système terrestre montre les valeurs mensuelles de l'humidité du sol qui peuvent être comparées avec les valeurs de la vigueur de la végétation du même poster.

Facteurs limitants dans les écosystèmes

Feuille de travail

Noms : _____

Directions

Dans cette feuille de travail, vous analyserez des graphiques de la vigueur de la végétation (croissance) pour une région particulière avec les graphiques de la température et des précipitations de cette région. Vous remplirez les tableaux en lisant sur les graphiques les *valeurs de référence* suivantes :

- **Verdure maximum :** Le pic du graphique qui représente la valeur la plus élevée de la vigueur de la végétation. Certaines valeurs de référence pour différentes régions sont par exemple 0,65pour une forêt tropicale et 0,05 pour un désert. Connaître la verdure maximum vous aide à caractériser la végétation que vous êtes en train d'étudier.
- **Verdissement maximum :** La période d'un mois au cours l'augmentation de la végétation est la plus importante. Elle indique quand la saison de croissance bat son plein.
- **Fanaison maximum :** La période d'un mois au cours la diminution de la végétation est la plus importante. Elle indique quand la saison de croissance décline le plus.

Si vous pouvez corréler des changements précis de la vigueur de la végétation avec des facteurs climatiques, vous êtes en mesure de déterminer le facteur limitant de cette région. Lors de cette activité, vous allez étudier des données d'une année seulement. Des scientifiques examineraient normalement des données sur plusieurs années pour pouvoir tirer des conclusions quant aux facteurs limitants.

La prairie nord-américaine

Partie 1 : Déterminez les valeurs de référence de la vigueur de la végétation

1. La figure EA-P7-4 est une combinaison de deux graphiques X-Y (appelée un graphique X-YY). La courbe marquée par les carrés vides représente les valeurs de la vigueur de la végétation sur un an. L'axe des Y pour cette courbe est sur la *gauche* du graphique. En utilisant cette courbe, remplissez les valeurs de référence pour la vigueur de la végétation dans le tableau EA-P7-1.
2. La saison de croissance est la période entre le début du verdissement maximum et le début de la fanaison maximum. Repérez la saison de croissance de la vigueur de la végétation sur la figure EA-P7-4 à l'aide d'un crayon ou d'un feutre vert.

Partie 2 : Analysez les valeurs de la vigueur, de la température et des précipitations

3. Les végétaux poussent mieux quand la température de la surface est supérieure à la température de glaciation (0°C). La figure 4 présente également un graphique des valeurs de la température de surface sur un an, représentées par la courbe marquée par les triangles, dont l'axe des Y se trouve sur la *droite* du graphique. En utilisant cette courbe, remplissez les valeurs de référence pour la température dans le tableau EA-P7-1.

   La période pendant laquelle la température est au-dessus de zéro est appelée la saison *potentielle* de croissance. Repérez la saison potentielle de croissance de la vigueur de la végétation sur la figure EA-P7-4 à l'aide d'un crayon ou d'un feutre rouge.
4. Les plantes poussent généralement le plus lorsqu'il y a le plus d'eau disponible. La figure EA-P7-5 montre un autre graphique X-YY. La courbe marquée par les cercles vides représente les valeurs des précipitations sur un an. L'axe des Y pour cette courbe est sur la *droite* du graphique tandis que l'axe des Y pour la vigueur de la végétation est sur la *gauche*. Utilisez la figure EA-P7-5 pour remplir les valeurs de référence pour les précipitations dans le tableau EA-P7-1.

   Repérez chaque segment de courbe qui représente une valeur de référence pour les précipitations avec un crayon ou un feutre bleu. Puis, afin de faciliter la comparaison pour la prochaine étape, coloriez les segments de floraison et de fanaison maximum sur la courbe de la vigueur de la végétation sur la figure EA-P7-5.

Partie 3 : Déterminez le facteur limitant et expliquez votre choix

5. **Observez la température :** Utilisez la figure EA-P7-4 et le tableau EA-P7-1 pour répondre aux questions suivantes :

Le verdissement maximum correspond-t-il au début de la saison potentielle de croissance ?

_____

La fanaison maximale correspond-t-elle à la fin de la saison potentielle de croissance ?

_____

6. **Observez les précipitations.** Utilisez la figure EA-P7-5 et le tableau EA-P7-1 pour répondre aux questions suivantes :

Le verdissement maximum correspond-t-il au mois où les précipitations augmentent le plus ?

_____

La fanaison maximale correspond-t-elle au mois où les précipitations diminuent le plus ?

_____

7. En utilisant des arguments issus de votre analyse et de votre connaissance de l'écosystème que forme la prairie nord-américaine, expliquez pourquoi vous pensez que la croissance de cet écosystème est limitée par la température ou par les précipitations. Parlez à la fois de la température et des précipitations dans votre réponse.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Prairie nord-américaine

Figure EA-P7-4: Vigueur de la végétation et température de surface mensuelles

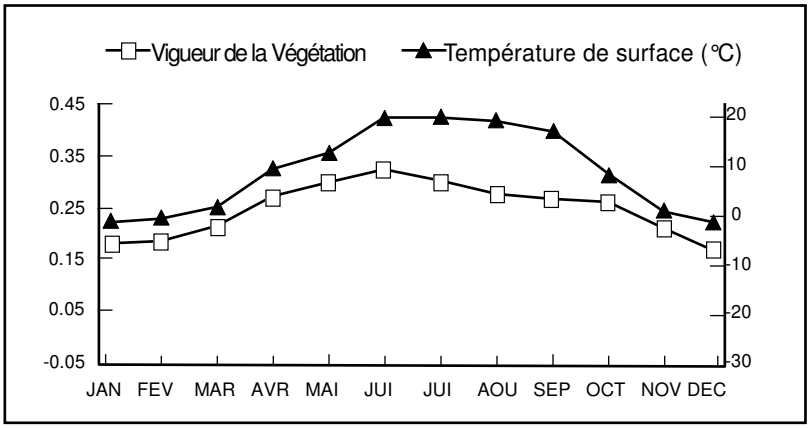


Figure EA-P7-5: Vigueur de la végétation et précipitations mensuelles

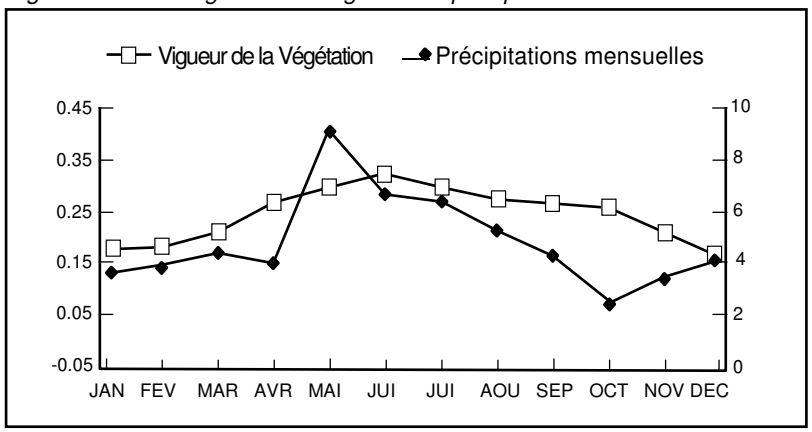


Tableau EA-P7-1 : Valeurs de référence pour la prairie nord-américaine

Valeurs de référence pour la vigueur de la végétation		
Verdure maximum		
	Mois de début	**Mois de fin**
Verdissement maximum		
Fanaison maximum		
Valeurs de référence pour la température	**Mois de début**	**Mois de fin**
Température supérieure à 0°C		
Valeurs de référence pour les précipitations	**Mois de début**	**Mois de fin**
Augmentation maximale des précipitations		
Diminution maximale des précipitations		

La forêt verte boréale

Partie 1 : Déterminez les valeurs de référence de la vigueur de la végétation

1. La figure EA-P7-6 est une combinaison de deux graphiques X-Y (appelée un graphique X-YY). La courbe marquée par les carrés vides représente les valeurs de la vigueur de la végétation sur un an. L'axe des Y pour cette courbe est sur la *gauche* du graphique. En utilisant cette courbe, remplissez les valeurs de référence pour la vigueur de la végétation dans le tableau EA-P7-1.
2. La saison de croissance est la période entre le début du verdissement maximum et le début de la fanaison maximum. Repérez la saison de croissance de la vigueur de la végétation sur la figure EA-P7-6 à l'aide d'un crayon ou d'un feutre vert.

Partie 2 : Analysez les valeurs de la vigueur, de la température et des précipitations

3. Les végétaux poussent mieux quand la température de la surface est supérieure à la température de glaciation (0°C). La figure 6 présente également un graphique des valeurs de la température de surface sur un an, représentées par la courbe marquée par les triangles, dont l'axe des Y se trouve sur la *droite* du graphique. En utilisant cette courbe, remplissez les valeurs de référence pour la température dans le tableau EA-P7-2.
   La période pendant laquelle la température est au-dessus de zéro est appelée la saison potentielle de croissance. Repérez la saison potentielle de croissance de la vigueur de la végétation sur la figure EA-P7-4 à l'aide d'un crayon ou d'un feutre rouge.
4. Les plantes poussent généralement le plus lorsqu'il y a le plus d'eau disponible. La figure EA-P7-7 montre un autre graphique X-YY. La courbe marquée par les cercles vides représente les valeurs des précipitations sur un an. L'axe des Y pour cette courbe est sur la *droite* du graphique tandis que l'axe des Y pour la vigueur de la végétation est sur la *gauche*. Utilisez la figure EA-P7-7 pour remplir les valeurs de référence pour les précipitations dans le tableau EA-P7-2.
   Repérez chaque segment de courbe qui représente une valeur de référence pour les précipitations avec un crayon ou un feutre bleu. Puis, afin de faciliter la comparaison pour la prochaine étape, coloriez les segments du verdissement et de fanaison maximum sur la courbe de la vigueur de la végétation sur la figure EA-P7-7.

Partie 3 : Déterminez le facteur limitant et expliquez votre choix

5. **Observez la température :** Utilisez la figure EA-P7-6 et le tableau EA-P7-2 pour répondre aux questions suivantes :

La verdissement maximum correspond-t-il au début de la saison potentielle de croissance ?

_____

La fanaison maximale correspond-t-elle à la fin de la saison potentielle de croissance ?

_____

6. **Observez les précipitations.** Utilisez la figure EA-P7-7 et le tableau EA-P7-2 pour répondre aux questions suivantes :

Le verdissement maximum correspond-t-il au mois où les précipitations augmentent le plus ?

_____

La fanaison maximale correspond-t-elle au mois où les précipitations diminuent le plus ?

7. En utilisant des arguments issus de votre analyse et de votre connaissance de l'écosystème que forme la forêt verte boréale, expliquez pourquoi vous pensez que la croissance de cet écosystème est limitée par la température ou par les précipitations. Parlez à la fois de la température et des précipitations dans votre réponse.

Forêt verte boréale

Figure EA-P7-6: Vigueur de la végétation et température de surface mensuelles

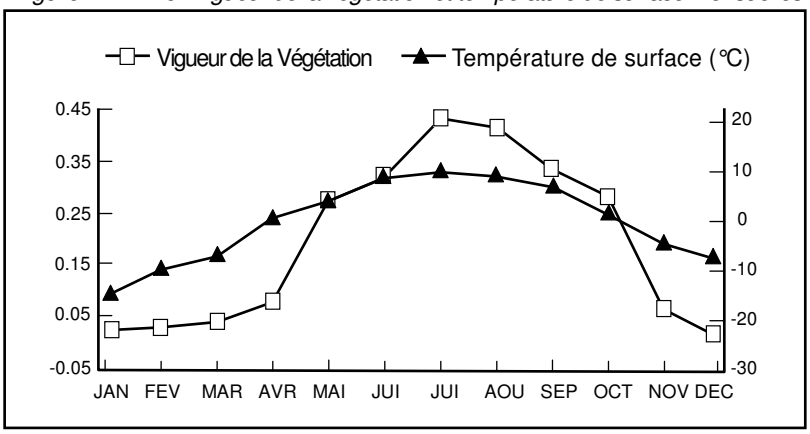


Figure EA-P7-7: Vigueur de la végétation et précipitations mensuelles

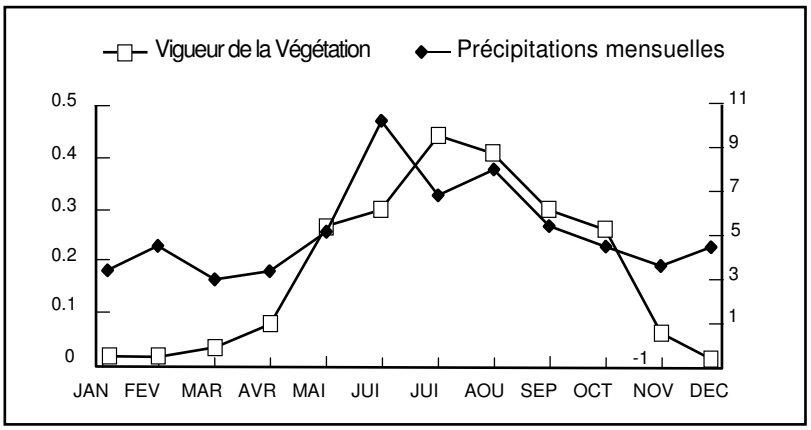


Table EA-P7-2: Valeurs de référence pour la forêt verte boréale

Valeurs de référence pour la vigueur de la végétation		
Verdure maximum		
	Mois de début	**Mois de fin**
Verdissement maximum		
Fanaison maximum		
Valeurs de référence pour la température	**Mois de début**	**Mois de fin**
Température supérieure à 0°C		
Valeurs de référence pour les précipitations	**Mois de début**	**Mois de fin**
Augmentation maximale des précipitations		
Diminution maximale des précipitations		

Facteurs limitants dans les écosystèmes

Grille

Pour chaque critère, évaluer le travail de l'étudiant en utilisant les notes suivantes :

3 = Montre des preuves claires de l'accomplissement du travail souhaité ou plus

2 = Principalement accompli le travail souhaité

1 = Accompli certaines parties du travail souhaité, mais reste à améliorer

0 = La réponse est absente, totalement arbitraire ou inappropriée

La prairie nord-américaine

Partie 1 : les valeurs de référence de la vigueur de la végétation

1. Moment de verdure maximum (Tableau EA-P7-1)

Note	Description
3	L'étudiant identifie le mois de juin comme le mois de verdure maximum.
1	L'étudiant indique un autre mois en précisant qu'il/elle confond les définitions.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Verdissement maximum (Tableau EA-P7-1)

Note	Description
3	L'étudiant identifie avril comme le mois de début et mai comme le mois de fin.
1	L'étudiant confond la définition avec celle de verdure maximum, ou l'étudiant remplit uniquement le bon mois de début ou de fin, ou les mois de début et de fin ne sont pas consécutifs.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Fanaison maximum (Tableau EA-P7-1)

Note	Description
3	L'étudiant identifie octobre comme le mois de début et novembre comme le mois de fin.
1	L'étudiant confond la définition avec celle de verdure maximum, ou l'étudiant remplit uniquement le bon mois de début ou de fin, ou les mois de début et de fin ne sont pas consécutifs.
0	Réponse absente ou arbitraire.

2. Saison de croissance (Figure EA-P7-4)

Note	Description
3	L'étudiant identifie la saison de croissance entre avril et octobre et la repère en vert sur le graphique.
1	Du travail est effectué, mais l'étudiant repère une saison de croissance incorrecte sur le graphique à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Partie 2 : Analysez les valeurs de la vigueur, de la température et des précipitations

3. Température au-dessus de 0° (Tableau EA-P7-1)

Note	Description
3	L'étudiant identifie février comme le mois de début et novembre comme le mois de fin.
1	L'étudiant confond la courbe de la température avec celle de la vigueur de la végétation, ce qui le conduit à répondre de mai à septembre, ou l'étudiant remplit uniquement le bon mois de début ou de fin.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Saison potentielle de croissance (Figure EA-P7-4)

Note	Description
3	L'étudiant identifie la saison potentielle de croissance entre février et novembre et la repère en rouge sur le graphique.
1	Du travail est effectué, mais l'étudiant repère une saison de croissance incorrecte sur le graphique à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

4. Précipitations (Tableau EA-P7-1)

Note	Description
3	L'étudiant identifie les mois d'augmentation maximum des précipitations d'avril à mai et les mois de diminution maximum des précipitations entre septembre et octobre.
1	L'étudiant confond la courbe des précipitations avec celle de la vigueur de la végétation, ou l'étudiant ne note sue le premier mois de changement (comme Avril par exemple) ou les mois notés ne sont pas consécutifs.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Précipitations (Figure EA-P7-5)

Note	Description
3	L'étudiant colorie le segment entre avril et mai ainsi que celui entre septembre et octobre.
1	L'étudiant colorie complètement la période d'avril à octobre ou l'étudiant colorie des segments faux à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Verdissement et fanaison maximum (Figure EA-P7-5)

Note	Description
3	L'étudiant colorie le segment entre avril et mai ainsi que celui entre septembre et octobre.
1	L'étudiant colorie complètement la période d'avril à octobre ou l'étudiant colorie des segments faux à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Partie 3 : Déterminez le facteur limitant et expliquez votre choix

5. Observez la température

Note	Description
3	L'étudiant propose une réponse négative à ces deux questions liées à la température.
1	L'étudiant répond incorrectement à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

6. Observez les précipitations

Note	Description
3	L'étudiant propose une réponse positive à ces deux questions liées aux précipitations.
1	L'étudiant répond incorrectement à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

7. Facteurs limitants

Note	Description
3	L'étudiant répond « précipitations » et fournit une explication qui insiste sur les points suivants : les périodes de verdissement et de fanaison maximum tombent bien pendant la période de croissance potentielle définie par la courbe de température, donc la température ne peut pas être la cause. Les périodes de verdissement et de fanaison maximum coïncident avec les périodes d'augmentation et de diminution maximum des précipitations, donc les précipitations sont la cause.
2	L'étudiant répond « précipitation » et fournit une explication insuffisante ne présentant que le minimum d'arguments ou d'un raisonnement logique.
1	Une des deux réponses est donnée mais sans justification rationnelle.
0	Réponse absente ou autre que précipitation ou température.

La forêt verte boréale

Partie 1 : les valeurs de référence de la vigueur de la végétation

1. Moment de verdure maximum (Tableau EA-P7-2)

Note	Description
3	L'étudiant identifie le mois de juillet comme le mois de verdure maximum.
1	L'étudiant indique un autre mois en précisant qu'il/elle confond les définitions.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Verdissement maximum (Tableau EA-P7-2)

Note	Description
3	L'étudiant identifie avril comme le mois de début et mai comme le mois de fin.
1	L'étudiant confond la définition avec celle de verdure maximum, ou l'étudiant remplit uniquement le bon mois de début ou de fin, ou les mois de début et de fin ne sont pas consécutifs.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Fanaison maximum (Tableau EA-P7-2)

Note	Description
3	L'étudiant identifie octobre comme le mois de début et novembre comme le mois de fin.
1	L'étudiant confond la définition avec celle de verdure maximum, ou l'étudiant remplit uniquement le bon mois de début ou de fin, ou les mois de début et de fin ne sont pas consécutifs.
0	Réponse absente ou arbitraire.

2. Saison de croissance (Figure EA-P7-6)

Note	Description
3	L'étudiant identifie la saison de croissance entre avril et octobre et la repère en vert sur le graphique.
1	Du travail est effectué, mais l'étudiant repère une saison de croissance incorrecte sur le graphique à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Partie 2 : Analysez les valeurs de la vigueur, de la température et des précipitations

3. Température au-dessus de 0° (Tableau EA-P7-2)

Note	Description
3	L'étudiant identifie mai comme le mois de début et octobre comme le mois de fin.
1	L'étudiant confond la courbe de la température avec celle de la vigueur de la végétation, ce qui le conduit à répondre d'autres mois, ou l'étudiant remplit uniquement le bon mois de début ou de fin.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Saison potentielle de croissance (Figure EA-P7-6)

Note	Description
3	L'étudiant identifie la saison potentielle de croissance entre mai et octobre et la repère en rouge sur le graphique.
1	Du travail est effectué, mais l'étudiant repère une saison de croissance incorrecte sur le graphique à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

4. Précipitations (Tableau EA-P7-2)

Note	Description
3	L'étudiant identifie les mois d'augmentation maximum des précipitations de mai à juin et les mois de diminution maximum des précipitations entre août et septembre.
1	L'étudiant confond la courbe des précipitations avec celle de la vigueur de la végétation, ou l'étudiant ne note sue le premier mois de changement (comme Mai par exemple) ou les mois notés ne sont pas consécutifs.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Précipitations (Figure EA-P7-7)

Note	Description
3	L'étudiant colorie le segment entre mai et juin ainsi que celui entre août et septembre.
1	L'étudiant colorie complètement la période de mai à septembre ou l'étudiant colorie des segments faux à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Verdissement et fanaison maximum (Figure EA-P7-7)

Note	Description
3	L'étudiant colorie le segment entre avril et mai ainsi que celui entre septembre et octobre.
1	L'étudiant colorie complètement la période d'avril à octobre ou l'étudiant colorie des segments faux à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

Partie 3 : Déterminez le facteur limitant et expliquez votre choix

5. Observez la température

Note	Description
3	L'étudiant propose une réponse positive à ces deux questions liées à la température.
1	L'étudiant répond incorrectement à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

6. Observez les précipitations

Note	Description
3	L'étudiant propose une réponse négative à ces deux questions liées aux précipitations.
1	L'étudiant répond incorrectement à cause d'erreurs précédentes.
0	Réponse absente ou arbitraire.

7. Facteurs limitants

Note	Description
3	L'étudiant répond « température » et fournit une explication qui insiste sur les points suivants : les périodes de Verdissement et de fanaison maximum correspondent directement à la saison potentielle de croissance définie par la courbe de température. Les périodes de verdissement et de fanaison maximum ne correspondent pas directement aux périodes d'augmentation ou de diminution maximum de la courbe des précipitations.
2	L'étudiant répond « température » et fournit une explication insuffisante ne présentant que le minimum d'arguments ou d'un raisonnement logique.
1	Une des deux réponses est donnée mais sans justification rationnelle.
0	Réponse absente ou autre que précipitation ou température.

Activités d' Apprentissage

Explorer les Connections

Introduction

A l'échelle locale

LC1 : Relier les différents éléments du site d'étude

Les étudiants visitent le site d'étude, observent les différents composants du système terre et prédisent de quelle manière ils sont reliés entre eux et s'affectent les uns les autres.

*LC2 : Représenter dans un diagramme le site d'étude**

Les étudiants, individuellement ou en petits groupes, utilisent leurs connaissances de leur site d'étude pour mettre au point un diagramme qui illustre les liens les plus importants entre les différents composants du système terre.

*LC3 : Utiliser des graphes pour montrer les relations**

Les étudiants utilisent des données étudiantes GLOBE pour explorer, comprendre et communiquer les liens existants entre les composants du système terre qui existent sur leur site d'étude.

*LC4 : Schématiser son site d'étude pour le communiquer**

Les étudiants comparent les diagrammes de leur site d'étude faits individuellement ou en petits groupes et mettent au point un diagramme de leur site d'étude qui illustre le mieux les liens les plus importants entre les différents composants du système terre.

*LC5 : Comparer son site d'étude avec un site d'une autre région**

Les étudiants comparent les diagrammes de leur site d'étude avec un diagramme d'une région qui est biogéographiquement différente de la leur.

* Voir la version électronique complète du *Guide du Professeur* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.

A l'échelle régionale

RC1 : Définir les frontières régionales

Les étudiants élargissent leur compréhension du système terre en élargissant leur vue du système terre de leur site d'étude local à un système régional en identifiant les frontières d'un système terre régional.

RC2 : Les effets des entrées et sorties sur une région*

Les étudiants examinent les entrées et sorties d'un système terre régional et prédisent ce qui arriverait à ce système si une des ces entrées ou sorties changeait.

A l'échelle mondiale

GC1 : De l'échelle régionale à l'échelle globale

En utilisant des cartes des courants océaniques et atmosphériques à l'échelle planétaire, les étudiants prédisent quelles régions du monde peuvent être affectées par leur région.

GC2 : Mise en relation des Eléments du Système Terre

En utilisant des données sur les composants du système terre à l'échelle planétaire, les étudiants débattent de la manière dont les composants interagissent pour former un système terre dans son ensemble et utilise le cycle de l'eau pour étudier cela plus en détails.

* Voir la version électronique complète du *Guide du Professeur* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.

Introduction

La grande valeur ajoutée des activités d'apprentissage dans Du local au global est l'opportunité qu'elle donne aux étudiants de compléter leurs connaissances grâce à différentes études de GLOBE et d'autres études. Les étudiants vont synthétiser une grande quantité d'informations et vont être capables de communiquer une grande partie de ce qu'ils auront appris.

Les activités d'apprentissage dans cette section apprennent une autre vision de la Terre – celle d'un système vivant. Les étudiants apprennent à identifier les parties du système et des processus qui les connectent à des échelles locales, régionales et globales. Comme les étudiants de GLOBE deviennent experts dans leurs lieux d'étude, ils peuvent être vus par la communauté scientifique comme des sources valables d'informations. Puisque la science du système terrestre est assez récente, les étudiants ont des façons de percevoir leurs aires d'étude que même les scientifiques locaux peuvent ne pas avoir.

Sommaire des activités d'apprentissage

Dans *Du local au global*, les étudiants développent leurs capacités à représenter visuellement ce qu'ils pensent en utilisant des diagrammes – un outil plein de pouvoir qui peut être utilisé dans n'importe quelle autre discipline. Ils font des diagrammes et décrivent leur site d'étude comme un système terrestre pour les autres écoles de GLOBE. Ils commencent par des observations concrètes, spécifiques et font preuve de plus en plus d'abstraction à travers les activités. Les étudiants observent d'abord leur site d'étude comme un lot de composants et d'interactions, et ils font la liste de ces interactions. Ils annotent une photographie de leur site d'étude en écrivant des brèves descriptions des interactions qu'ils ont observées. Partant ensuite de ces annotations, ils font un diagramme semi-représentationnel de leur site d'étude. Les étudiants découvrent l'évidence réelle des interactions entre les composants en étudiant les graphiques des données de GLOBE venant de leur site d'étude. Ils comparent ensuite leurs diagrammes individuels et travaillent ensemble pour créer un diagramme et une description de leur site d'étude avec la classe, qu'ils pourront partager avec d'autres. Apprendre ensemble, discuter et analyser les diagrammes aident les étudiants à développer leur pensée et leurs dons de communication.

Chaque étudiant et chaque classe vont développer des diagrammes un tout petit peu différents les uns des autres, et c'est ça qui est attendu et encouragé. Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses dans les façons de faire un diagramme, seulement de l'exploration, de la découverte, de la considération, de l'expression et de la découverte. La tâche des enseignants est de guider les étudiants à faire le meilleur diagramme possible pour eux, un qui exprime leurs propres idées le plus clairement et le plus complètement possible. Faire des diagrammes devrait faire ressortir chez certains étudiants des forces à la fois de contenu et de capacités qui ne sont peut-être jamais apparues auparavant. Afin d'aider les enseignants à diriger les étudiants pour les aider à faire leurs diagrammes, un guide, *Faire un diagramme de la Terre comme un système*, est inclus dans cette section introductive. De nombreuses interactions entre les composants du système terrestre à l'échelle locale sont les mêmes que celles à l'échelle régionale ou globale. Une fois que les étudiants ont compris leur site d'étude comme un système, ils peuvent plus facilement comprendre les façons dont leur région et la Terre entière opèrent en tant que systèmes.

Dans les activités à l'échelle régionale, les étudiants définissent et dessinent les frontières de leur région pour leur étude en tant que système terrestre. Différentes sortes et tailles de régions se prêtent à cette étude. Passer par ce processus d'identification fait réfléchir et renforce la compréhension des étudiants de ce qui fait un système, puisque les étudiants doivent justifier leur choix de frontières régionales. Une fois qu'ils ont identifié leur région, ils considèrent ce qui y entre et ce qui en sort, ses apports et ses productions.

Etendant leur vue à l'échelle globale, les

étudiants identifient les moyens spécifiques et de route – reliés au vent et à l'eau – par lesquels leur région est connectée aux autres à travers le globe. Ils identifient les composants majeurs du système terrestre à l'échelle globale, tracent les chemins de l'eau à travers les composants majeurs du système et font des diagrammes des sentiers comme un exemple du fait d'être connecté à l'échelle mondiale.

Les activités sont organisées par échelle

Les activités sont organisées en trois parties conformément aux échelles : échelles locale, régionale, et mondiale. Les titres des parties reflètent ces échelles de la façon suivante : *A l'échelle locale, A l'échelle régionale,* et A l'échelle *mondiale*.

A l'échelle locale : Comment pouvons-nous représenter notre site d'étude comme un système pour d'autres écoles de GLOBE ?

LC1 : *Connecter les parties du site d'étude*

LC2 : *Représenter le site d'étude par un diagramme*

LC3 : *Utiliser des graphiques pour montrer les connexions*

LC4 : *Faire un diagramme du site d'étude pour les autres*

LC5 : *Comparer le site d'étude à un d'une autre région*

A l'échelle régionale : Dans quels sens notre région est-elle un système ouvert ?

RC1 : Définir les frontières régionales

RC2 : Effets d'entrées et de sorties sur une région

A l'échelle mondiale : Comment pouvons-nous décrire la Terre comme un système ?

GC1 : De votre connexion régionale à mondiale

GC2 : Composants du système terrestre travaillant ensemble

Réflexions sur l'utilisation

Programme d'étude

Les enseignants peuvent conduire ces activités d'apprentissage dans le cadre de la biologie, de la chimie, de la science de la Terre, de la géographie humaine ou physique, de la météorologie ou de l'océanographie. Les capacités à écrire et à bien voir font partie intégrante des activités.

Séquence

Les activités ont été réalisées pour être faites en séquence, et il est fortement recommandé que les enseignants suivent ce chemin à travers les activités avec les étudiants, particulièrement dans chaque section. Cependant, si nécessaire, chacune des activités peut être faite seule.

Groupes d'étudiants

La plupart du travail investi dans les activités peut être fait soit individuellement soit en groupe. Le modèle général dans ces activités est que les étudiants travaillent tout seul, puis en groupe et ensuite en classe entière. Si les étudiants font leur travail individuellement, les professeurs auront les moyens d'évaluer les connaissances précédentes. L'enseignant pourrait vouloir donner du travail personnel périodiquement pour tester les progrès et la compréhension.

Fausses idées des étudiants

Il est devenu clair ces dernières années qu'il est difficile pour les étudiants de découvrir et gérer les idées fausses des étudiants à propos de la matière couverte. Si cette étape est négligée, les étudiants retiendront leurs idées fausses et n'absorberont pas la matière nouvelle. Les idées des étudiants sont connectées comme le web ; les étudiants garderont leurs idées précédentes jusqu'à ce qu'ils aient un nouveau lot complet. Ces activités d'apprentissage sont réalisées de façon à ce que les discussions initiales, le travail des étudiants, et les auto-évaluations des étudiants aideront à exposer les idées fausses. Les enseignants peuvent utiliser ces produits comme bases pour l'instruction.

Certaines fausses idées des étudiants qui leurs sont spécifiques et qu'ils ont à propos des systèmes sont connues. Depuis l'Association Américaine pour l'Avancement de la Science, Projet 2061, *Points de référence pour l'alphabétisation des sciences* : « Les étudiants ont tendance à penser les propriétés d'un système comme appartenant à des parties

individuelles plutôt que comme résultant de l'interaction entre ses parties. Une propriété du système qui résulte de l'interaction des parties est donc une idée difficile. » (p.262). Cette « idée difficile » est adressée au tout début de ces activités d'apprentissage. Dans l'activité LC1, les étudiants font une liste des interactions entre les composants majeurs de leur site d'étude, faisant des prédictions pour savoir comment les caractéristiques d'un composant peuvent changer si les caractéristiques d'un autre composant changeaient, à l'échelle régionale cette fois.

D'après *Points de référence pour l'alphabétisation des sciences* : « Souvent même les enfants pensent un système seulement comme quelque chose qui est fait et donc évidemment défini. Cette notion contraste avec la vue scientifique des systèmes comme étant défini avec des buts particuliers en tête… (p.262). De l'aide pour gérer ces idées fausses peut être trouvée dans l'activité RC2, dans laquelle chaque étudiant identifie et définit sa propre région d'étude comme un système.

Note Spéciale

Les scientifiques utilisent le terme « atmosphère » pour l'air, « hydrosphère » pour les corps dans l'eau, « pédosphère » pour l'humidité, et « biosphère » pour tous les organismes vivants. La pédosphère en particulier peut être un terme qui n'est pas familier. Ces termes sont introduits dans la deuxième activité de la section à l'échelle locale ; les enseignants peuvent désirer les introduire plus ou moins tôt que cela.

Alignements avec les autres activités d'apprentissage du GLOBE

Alignements avec les activités de A l'échelle locale

Toutes les activités listées ci-dessus renforcent le concept que les composants du système terrestre se changent les uns les autres à travers leurs interactions. Ce concept, central dans les activités de cette section, est la clé pour comprendre les systèmes.

Etude de l'hydrologie : *Le chemin de l'eau*

Cette activité aide les étudiants à se familiariser avec les êtres terriens dans l'eau et avec les différences de caractéristiques de l'eau. Les étudiants apprennent que les caractéristiques des corps dans l'eau sont très reliées aux caractéristiques aux environs du pays.

Etude de l'hydrologie : *Le jeu du pH*

Les étudiants apprennent que le niveau du pH influence la végétation et la vie sauvage d'un site, et est lui-même influencé par différents facteurs dans les rocs et l'humidité, les activités humaines, l'atmosphère (précipitation) et la quantité d'eau dans le paysage.

Etude du sol : *Juste en passant*

Les étudiants développent leur compréhension de certaines des relations entre l'eau et les différents types de sols.

La Terre comme système d'étude: les saisons et la phénologie : *Que pouvons-nous apprendre en partageant les marques des saisons locales avec d'autres écoles à travers le monde ?*

Les enseignants et les étudiants partagent leurs observations des marqueurs des saisons, qui sont les changements variables qui marquent les points de transition dans les cycles annuels des saisons. (Par exemple les premières chutes de neige, le début des pluies de la moisson, et le solstice d'été). Les étudiants comparent les données de GLOBE avec les observations qu'ils étudient. L'activité promeut les collaborations entre les classes de GLOBE et aide enseignants et étudiants à travailler avec les données de GLOBE et le mail GLOBEMail. Cela aide aussi les enseignants et les étudiants à apprendre comment les protocoles sont connectés les uns et les autres.

Toutes les activités suivantes renforcent l'habilité des étudiants à comparer les caractéristiques du des sites d'étude du système terrestre dans différents endroits du globe.

Etude du sol : *Le sol et mon jardin*

Les étudiants explorent le sol et les propriétés du sol, découvrent ainsi la diversité des sols et la façon dont ils sont formés.

Etude du sol : *Vue en coupe du sol – En creusant*

Les étudiants découvrent que les variations du

paysage, comme dans la pente, l'ombre et les plantes, peuvent affecter les propriétés du sol, et que chaque sol est unique à chaque endroit de la Terre.

La Terre comme un système d'étude : Saisons et phénologie : *Quels sont les différents facteurs qui affectent les modèles des saisons ?*

Les étudiants utilisent les données et les outils graphiques de GLOBE pour comparer l'influence de la latitude, de l'élévation et de la géographie sur les modèles des saisons.

La Terre comme un système d'étude Saisons et phénologie : *Comment varient les modèles de température des saisons à travers les différentes régions du monde ?*

Les étudiants utilisent les visualisations de GLOBE pout afficher les données des étudiants sur les cartes et explorer les changements des saisons dans les modèles de température régionaux et mondiaux à travers la Terre. Ils apprennent que les températures varient d'un endroit à l'autre à travers le monde et que la latitude locale, l'élévation et la géographie jouent sur les modèles de température des saisons.

Alignements avec les activités de A l'échelle régionale

Etude de l'hydrologie : *Modélisation d'un bassin versant*

Les cours d'eau fournissent des frontières pour l'étude du système terrestre, et cette activité introduit AUX étudiants les cours d'eau et comment cela fonctionne. Cela développe aussi leur capacité à interpréter les cartes et images puisqu'elles sont utilisées pour aider la construction de leur modèle 3d de cours d'eau.

Alignements avec les activités de A l'échelle mondiale

Un guide d'activité accompagne le poster GLOBE du système terrestre, *Explorer les connexions d'une année typique*. Le guide décrit comment aider les étudiants à explorer les modèles des données affichées sur le poster. Les étudiants trouvent les changements annuels, les relations entre les différents types de données et les modèles mondiaux, et ils font les liens avec les données de GLOBE.

Objectifs d'apprentissage des étudiants et

Alignements avec les normes nationales, les points de repère du projet 2061 AAAS et TIMMS

Objectifs d'apprentissage des étudiants

Du local au global fait d'une pierre deux coups. Il enseigne les concepts essentiels et les capacités en lien avec les normes nationales ; il introduit aux étudiants les nouvelles disciplines de la science du système terrestre ; et il fournit les outils aux étudiants pour construire un cadre de travail intégré et conceptuel pour tous leurs travaux avec GLOBE. De la même façon que les scientifiques du système terrestre étudient les relations entre les différents composants du système terrestre et les disciplines scientifiques comme la science de l'atmosphère, l'océanographie, la géologie et la biologie, qui leurs sont dévoués, les étudiants cherchent les relations entre toutes les études de GLOBE. Aucune étude n'est plus appuyée qu'une autre. Cependant, la réalisation de ce lot d'activités d'apprentissage permet vraiment aux étudiants de découvrir et d'exprimer leurs forces particulières dans n'importe quelle aire de contenu donnée. Ainsi les étudiants développent leurs capacités à démontrer ce qu'ils savent de façons différentes : verbalement, visuellement, et de n'importe quelle forme écrite.

L'objectif pour les étudiants dans les activités d'apprentissage locales est de communiquer aux autres l'unicité de leur site d'étude en tant que système terrestre. Enseignants et étudiants devraient aussi vouloir décrire les interactions de leur site d'étude aux autres audiences comme les hommes politiques.

Les objectifs de la science du système terrestre est de mieux comprendre les composants et les processus qui donnent forme à l'environnement terrestre, ainsi nous pouvons apprendre à comprendre notre environnement et prendre des bonnes décisions en connaissance de cause pour le gérer. Après être passé par ces activités, les étudiants vont mieux comprendre et auront développé leur habilité à prendre des décisions en connaissance de cause à propos de l'environnement. Par exemple, ils peuvent prendre

du recul et analyser les mesures de GLOBE qu'eux ou d'autres avaient pris dans le temps et considérer si des changements à long terme sont indiqués ou non. Ils peuvent pondérer les effets possibles de ces changements et comment y répondre. La science du système terrestre est une nouvelle discipline scientifique, et comme les étudiants s'apprennent les uns les autres cette nouvelle façon de voir la Terre, ils l'apprendront mieux par eux-mêmes.

Les problèmes intégrés sont inclus dans l'appendice de ce chapitre qui sont réalisés pour aider le professeur à déterminer si les étudiants peuvent transposer à d'autres situations le contenu et les capacités qu'ils ont apprises à travers leur suivi des activités d'apprentissage *Du local au global*. Des évaluations ont été développées pour des étudiants de niveaux variables.

Couverture pour Du local au global

Normes de l'Education Nationale pour les sciences	Activités d'apprentissage								
	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	RC1	RC2	GC1	GC2
Sciences de la Terre et de l'Espace									
Modifications sur Terre et dans le ciel (K-4)									
Changement du climat de jour en jour et de saison en saison.	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
L'énergie dans le système écologique terrestre (9-12)									
Le soleil, principale d'énergie à la surface de la Terre	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Le soleil dirige les flux des océans et de l'atmosphère.	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Cycles géochimiques (9-12)									
Chaque élément se déplace de réservoir en réservoir (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Sciences Physiques									
Energie: transferts et conservation (5-8)									
La chaleur est transmise par conduction, convection et radiation	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
La chaleur va des objets les plus chauds aux plus froids	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Le soleil est une source d'énergie essentielle des changements à la surface de la Terre.	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
L'énergie est conserve.	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Réactions chimiques (9-12)									
Les réactions chimiques interviennent dans chaque élément de l'environnement.	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆

Couverture pour Du local au global *(suite)*

Normes de l'Education Nationale en Sciences	Activités d'apprentissage								
	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	RC1	RC2	GC1	GC2
Sciences de la vie									
Les caractéristiques des organismes (K-4)									
Les organismes ne peuvent survivre que dans les environnements dans lesquels leurs besoins sont satisfaits	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
La Terre a de nombreux environnements différents qui supportent différentes combinaisons d'organismes	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Organismes et leurs Environnements (K-4)									
Les fonctions des organismes sont en lien avec leur environnement	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Les organismes changent l'environnement dans lequel ils vivent	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Les humains peuvent changer les environnements naturels	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Cycles de vie des organismes (K-4)									
Les plantes et les animaux ont des cycles de vie	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Structure et fonction des systèmes vivants (5-8)									
Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire entre structure et fonction	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Régulation et comportement (5-9 & 9-12)									
Tous les organismes doivent être capables d'obtenir et d'utiliser les ressources tout en vivant dans un environnement changeant sans cesse	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Populations et écosystèmes (5-8)									
Toutes les populations vivant ensemble et les facteurs physiques avec lesquels ils interagissent constituent un écosystème	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Les populations d'organismes peuvent être catégorisées par leur fonction dans l'écosystème	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
La lumière du soleil est la source majeure d'énergie pour les écosystèmes	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Le nombre d'animaux, de plantes et de microorganismes qu'un écosystème peut supporter dépend des ressources disponibles	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
L'interdépendance des organismes (9-12)									
Les atomes et des molécules dans les composants vivants ou non de l'écosystème font des cycles	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
L'énergie est passée à travers les écosystèmes dans une direction (photosynthèse-herbivores-carnivores-décomposés)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Les organismes coopèrent et rivalisent à la fois dans les écosystèmes	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
La population d'un écosystème est limitée par ses ressources	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Les humains peuvent changer l'équilibre d'un écosystème	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Matière, Energie et organisation des systèmes vivants (9-12)									
L'énergie pour la vie vient beaucoup du Soleil	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Les systèmes vivants demandent une injection continue d'énergie pour maintenir les organisations chimiques et physiques	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆
Comportement des organismes (9-12)									
Les interactions entre organismes dans un écosystème ont évolué avec le temps	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆

Faire un diagramme de la Terre comme un système

Faire des diagrammes est un moyen puissant pour vos étudiants de mieux comprendre la Terre comme un système. Les diagrammes rendent les étudiants capables de faire prendre corps à ce qu'ils ont compris dans une illustration et de faire évoluer leur pensée puisque leurs diagrammes contiennent une compréhension plus forte des composants et connexions de la Terre comme un système. En outre, les diagrammes vous fournissent, à vous l'enseignant, le moyen de voir de façon évidente dans leurs diagrammes ce que les étudiants ont compris (ou non).

En utilisant ce processus, les étudiants progressent des dessins littéraux à des représentations plus symboliques et plus abstraites. Cette progression est un signe d'apprentissage, qui résulte des travaux des étudiants sur plusieurs semaines pour redéfinir leurs diagrammes comme des expressions personnelles, et leur permet de digérer les concepts scientifiques en lien avec les composants et les connexions de la Terre comme un système.

Les étudiants dessinent leurs diagrammes dans le contexte d'une visite de plus à leur site d'étude de GLOBE. Ils fondent leurs dessins sur l'analyse des données de leur propre site et d'autres sites à travers le monde. Comme dans les exemples qui suivent, les étudiants devraient étiqueter leurs diagrammes pour désigner les composants et connexions de la Terre comme système terrestre. Initialement vos étudiants (et en particulier les étudiants des écoles primaires) devraient simplement légender les composants (comme un arbre, une rivière, un nuage). Avec le temps, les étudiants peuvent rajouter des annotations montrant certaines des connexions (comme « les feuilles tombent et se décomposent, deviennent part entière du sol »). Au niveau le plus avancé de la compréhension, les étudiants doivent utiliser des tableaux, des étiquettes et des commentaires pour illustrer les systèmes (comme le cycle complet de l'eau). Référez-vous s'il-vous-plait à la description de la Terre comme un système au début de ce chapitre.

Comme vous travaillez avec vos étudiants, cela peut vous aider de considérer la fabrication de diagrammes en quatre étapes, comme décrit et illustré dans les pages qui précèdent. En général, vos étudiants doivent progressent d'une phase à l'autre en apprenant et comprenant progressivement. Bien sûr, les diagrammes individuels des étudiants différeront les uns des autres, et les étudiants les plus âgés devraient progresser jusqu'aux niveaux les plus abstraits plus rapidement.

Discuter l'illustration littérale (Figure EA-EX-2) avec vos étudiants. Demandez-leur comment ils pourraient simplifier plus l'illustration pour mettre en évidence les composants, les connexions et les systèmes (Figure EA-EX-3). Par exemple, à la place de dessiner plusieurs arbres, les étudiants devraient ne dessiner qu'un seul arbre. Cela force les étudiants à décider quels sont les composants, les connexions, les systèmes les plus importants dans leur site d'étude, ce qui peut être différent d'un autre site d'étude. Bien que vous puissiez vous attendre à ce qu'une compréhension plus poussée vous emmène à plus de complexité, les scientifiques en réalité cherchent la simple essence d'un système afin de mieux la comprendre.

Au niveau le plus avancé, les étudiants vont à une représentation d'un niveau d'abstraction plus élevé du système. L'exemple donné ici (Figure EA-EX-4) réduit le diagramme aux quatre composants majeurs du système (atmosphère, hydrosphère, pédosphère et biosphère) avec des tableaux montrant les connexions entre eux. Cette représentation la plus simplifiée rend les étudiants capables de voir la vue du top-niveau de la Terre comme un système. En réalité, ces domaines larges et ces tableaux impliquent de surligner les détails. Ce type de représentations abstraites incarne une compréhension plus avancée des complexités internes du système entier.

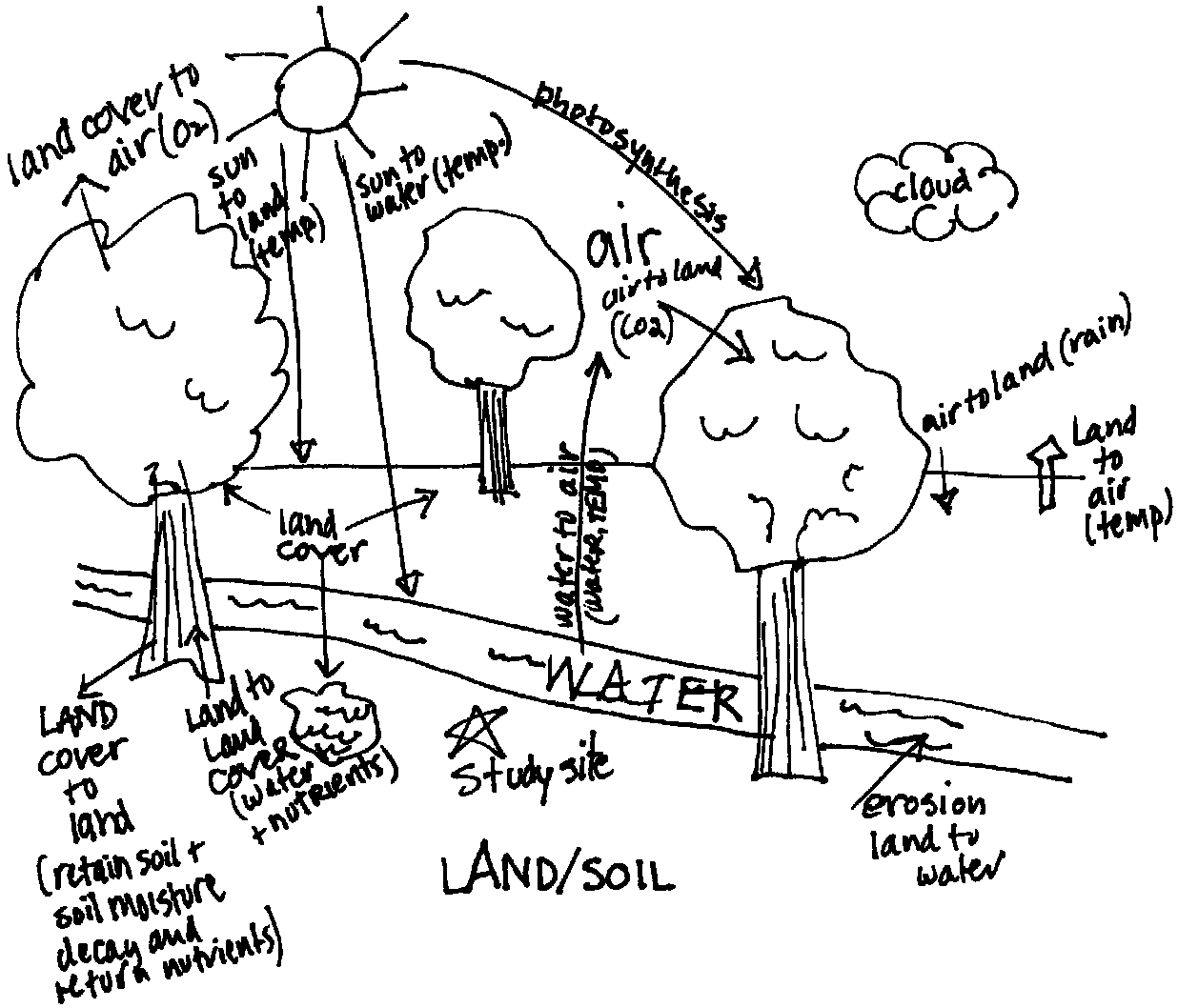
Les diagrammes que font vos étudiants servent de multiples objectifs. De façon plus importante, ils aident vos étudiants à apprendre et développer leur compréhension de la Terre comme un système. Aussi ils vous fournissent, comme au professeur, avec un outil d'évaluation plein de pouvoir et adéquat, le moyen de voir ce que vos étudiants sont en train d'apprendre. En outre, les diagrammes sont le

véhicule de la communication – ils aident vos étudiants (et les scientifiques) à partager leurs propres perceptions et modèles de la Terre comme un système. De cette manière, chaque type de diagramme sert son propre objectif. Il n'y a pas une unique correction d'un diagramme. Cela dépend de ce que l'on veut communiquer. Un diagramme littéral donne les détails du site particulier. Un diagramme abstrait avec des tableaux de différentes tailles traduit des quantités relatives. Et un diagramme très simplifié avec des cercles pour les quatre composants majeurs montre la meilleure compréhension du système. Vous, vos étudiants et les scientifiques choisissent entre les différents types dépendant des aspects de la Terre vue comme un système que vous voulez communiquer et mettre en évidence.

Figure EA-EX-1: Etape un –Photographie avec légende

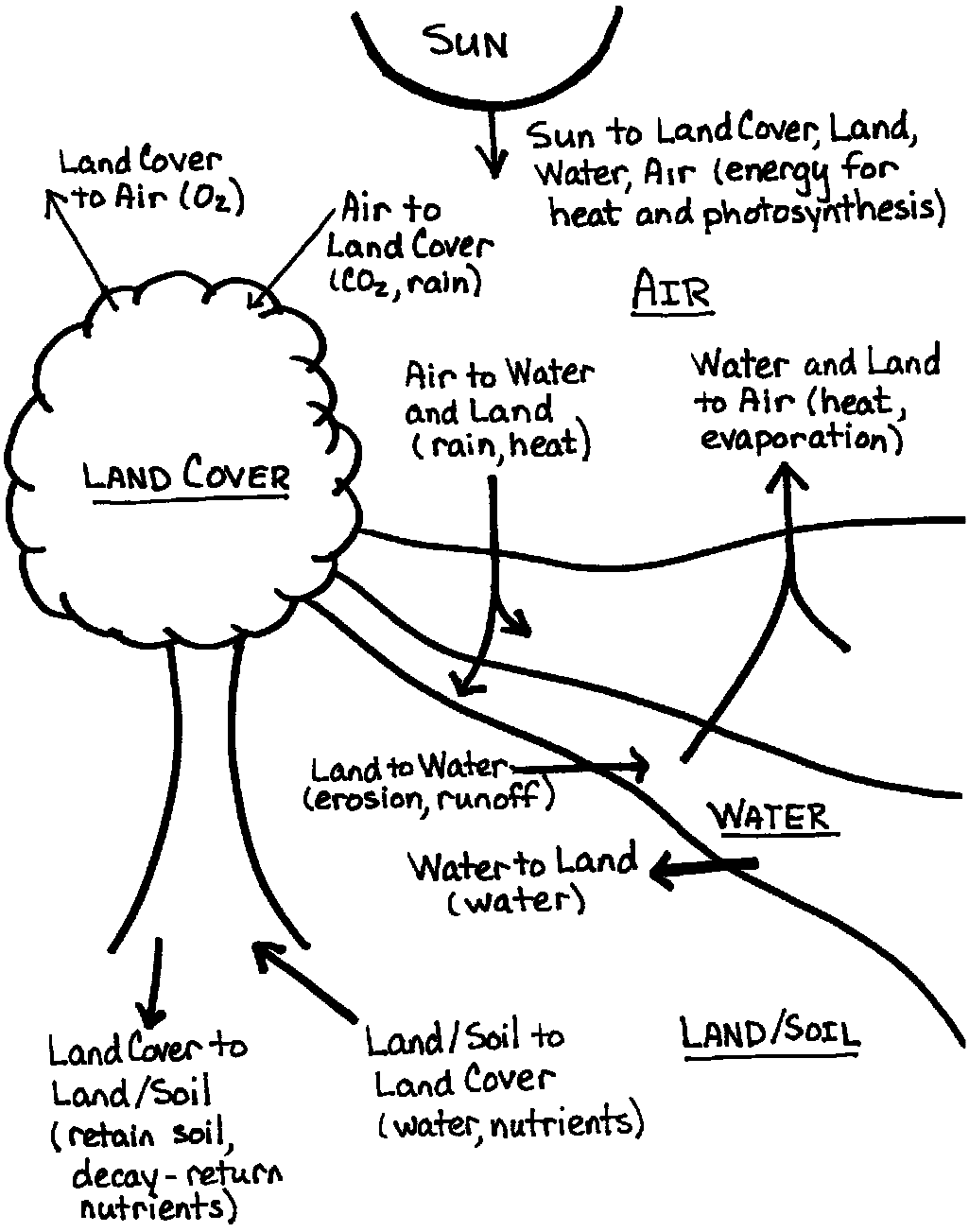
Dans cet exemple, les étudiants ont pris une photographie d'un site d'étude (un ruisseau dévalant le flanc d'une montagne), puis y ont ajouté une légende avec quelques commentaires. Cette approche est une manière simple de débuter, puisque les photographies sont faciles d'emploi (ne nécessitant pas de dessin), l'ajout de légendes peut être fait en classe, un échantillon de photos peut montrer les différents aspects du site, et que les photos contiennent de nombreux détails pouvant amener d'autres discussions en classe. (Vous pourriez apporter une ou plusieurs photos dans un magasin pour en faire des transparents comme support de la discussion en classe).

Figure EA-EX-2: Etape deux – Schéma fidèle



Dans cette phase (Figure EA-EX-2), les étudiants passent d'une photo à une illustration. Idéalement, l'illustration est faite sur le site d'étude, pendant que les étudiants observent le site et font très attention à ce qu'ils voient. En dessinant le contexte, les étudiants sont encouragés à noter de plus en plus de choses à propos de leur site d'étude. Quand les étudiants ajoutent des annotations, incluant à la fois les composants (rivière, sol) et les connexions entre eux (l'eau de la rivière va dans le sol puis dans les racines des plantes), ils font un résumé de ce qu'ils considèrent comme important dans ce qu'ils voient. Si les étudiants écrivent leurs annotations sur feuille transparente claire, ils peuvent faire évoluer leurs annotations avec le temps.

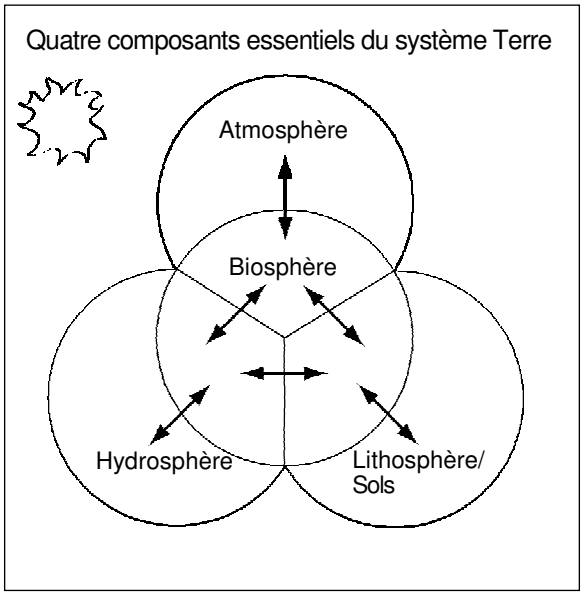
Illustration EA-EX-3: étape trois – schéma simplifié



Conclure à partir de données graphiques

Dans l'activité LC3, Utiliser les graphiques pour montrer les connexions, nous suggérons d'utiliser les graphiques pour comprendre les connexions entre la température de l'air d'une part et soit la température de l'eau soit celle du sol de l'autre. Mais faire des conclusions à partir de données graphiques n'est pas toujours facile. Ainsi ici nous donnons des suggestions sur l'utilisation effectives de graphiques pour comprendre les variables simples et les relations entre les variables.

Illustration EA-EX-4: Etape quatre – Résumé



Dans l'orientation des conventions graphiques de GLOBE

Tout d'abord, nous devrions nous orienter comme la façon dont sont organisés les graphiques de GLOBE et comment ils présentent les informations. Dans cette analyse, nous utilisons seulement les lignes de graphiques produites par le site web de GLOBE. Tous ces graphiques ont le même format. Avant le début de l'analyse avec les graphiques, nous devrions comprendre les conventions de ces formats.

Regardez la figure EA-EX-5 et notez :

- L'icône GLOBE en haut à gauche qui l'identifie à un graphique de GLOBE.
- Le nom de l'école qui a soumis les données apparaît en haut du graphique.
- Le nom des mesures de GLOBE qui ont été utilisées pour les graphiques apparaissent en bas du graphique, ie Température maximale de l'air.
- A gauche du nom de la mesure il y a l'icône utilisée pour marquer les données sur le graphique, ie un triangle.
- A droite du nom de la mesure, il y a l'unité de la mesure ie ° C(elsius).
- La date du début du graphique (mois/jour/année) apparaît en bas à gauche, ie 1/1/1998.
- Le graphique a deux axes pour vous aider à lire les points des données en relation avec l'axe des x et des y.
- Le programme qui fait les graphiques de GLOBE connecte les observations avec une ligne pour rendre plus facile à suivre la direction des données.

Le graphique a deux axes. L'axe des x (horizontal) va avec le temps croissant vers la droite. L'échelle sur cette axe augmente avec les jours ou mois, sur une ou plusieurs années. L'axe des y (vertical) montre la rangée de valeurs que la variable qui apparaît dans le graphique et qui dépend du temps lors de sa mesure.

La figure EA-EX–5 montre la température maximale de l'air au Lycée Reynols Jr. Sr. Sur une durée d'un an. Quelle information à propos de la température au Lycée Reynols Jr. Sr. pouvons-nous avoir de ce graphique ?

1. Quelle période de temps couvre ce graphe? Dans le cas où c'est un an commençant avec 1/1/98. (Compter trois mois après le 10/1 pour trouver la fin de l'année).
2. Prochain regard pour la fréquence des observations. Dans le cas où il s'agit d'une fois par jour, qu'est-ce qui indique les étudiants ont pris la température chaque jour ou presque ?
3. Demander ensuite "Est-ce que les données variant uniformément d'un point à un autre ou est-ce qu'ils sont diffus ? Dans le cas du Lycée Reynolds Jr. Sr, la température maximale journalière varie beaucoup. Mais de combien ?
4. Nous pouvons estimer la variation journalière de température maximale en traçant une droite pour relier les points maximaux et une pour les minimaux. La différence entre la « ligne haute » et la « ligne basse » montre le changement maximal de température journalière. Cet écart peut varier pendant l'année. Si c'est le cas, les deux lignes se rapprochent ou s'écartent.
5. Nous voulons considérer ensuite comment la température maximale change sur la période couverte par le graphique. Quelles sont les températures journalières maximales et minimales et quand est-ce qu'elles apparaissent ? Voici trois façons de trouver :
   a. Juste inspecter visuellement le graphique.
   b. Créer une moyenne mensuelle des valeurs de la température maximale journalière et mettre les moyennes mensuelles sur un graphique. Inspecter ensuite les modélisations des moyennes.
   c. Prendre la temperature maximale et minimale journalière, les mettre dans des rangées de quatre et prendre les moyennes des valeurs à différents moments de l'année. A partir de là, estimer la température maximale et minimale journalière.

En utilisant des graphiques des températures

maximales du lycée Reynolds Jr. Sr. en 1998, nous avons déterminé :

- la variation journalière entre les températures maximales et
- les écarts maximaux entre deux températures maximales journalières.

Mais cela est fondé sur des informations sur une seule année, l'année 1998. Les modèles fonctionneraient-ils une autre année ? Nous pouvons aussi utiliser les lignes de graphique de cette façon pour examiner comment les deux variables sont liées. Pour cela, nous avons besoin d'un graphe avec deux variables, ce qui est discuté dans la prochaine section.

Explorer les relations entre deux variables
Utiliser un graphique

Une façon d'explorer la relation entre deux variables est de dessiner ces variables sur le même graphique. Mais en lisant un tel graphe, nous avons besoin de considérer si les variables sont du même type ou non. (Par « du même type » nous entendons qu'elles mesurent la même quantité avec la même unité). La température de l'air et de l'eau sont du « même type » de variables parce qu'ils mesurent tout deux la température en °C. Le pH du sol et de l'eau sont du « même type » puisqu'ils mesurent tous deux l'acidité en unité pH).

Deux variables du même type

Dans la Figure EA-EX-6, les deux lots de données sont des températures et tout deux sont mesurés avec la même unité, °C. C'est pourquoi à la fois à gauche et à droite de l'axe des y les échelles sont des températures en °C. Puisque les échelles sont les mêmes, on peut tout à fait comparer les deux variables.

Regardons comment les deux températures (air et eau) varient sur une longue durée (un an) et sur une courte durée (une semaine ou deux).

Sur une durée d'un an, nous voyons dans les températures de surface de l'eau le cycle familier des saisons que nous avons vu dans les températures maximales de l'air, montrées aussi dans la figure EA-EX-5. Toutefois, il y a quelques différences.

1. La première différence est que la température de l'eau ne « varie » pas autant que celle de l'air. Vous devriez bien faire attention à ne pas sur-interpréter cet aspect du graphique. Les températures de l'air sont mesurées chaque jour et ils devraient apparaître ainsi regroupés, plus que les températures de l'eau qui ne sont mesurées qu'une seule fois par semaine. Vous ne pouvez pas dire à quel point les températures de l'eau doivent avoir varié entre deux observations.
   Il semble aussi il y avoir une relation sur des échelles de durée plus courte entre la température de surface de l'eau et la température maximale de l'air. Regardez par exemple à mi-mars. Durant cette période, les températures maximales journalières de l'air sont relativement basses comparées à la tendance générale des températures de l'air durant le printemps. A la même période les températures hebdomadaires de la surface de l'eau sont aussi relativement basses comparées à la tendance générale du printemps. Cet exemple particulier montre un effet qui dure quelques semaines. Si vous regardez plus attentivement les données sur un an, vous verrez que les fois où les températures de l'eau à la surface sont relativement hautes ou basses, il y a aussi des températures journalières maximales de l'air relativement hautes ou basses.
2. Il y une autre différence entre la température de surface de l'eau et la température de l'air maximale et journalière quand on regarde sur un an. La rangée des températures de l'eau est plus petite que la rangée des températures de l'air. Regardez attentivement les températures durant l'été. La température journalière maximale de l'air est plus haute que la température de surface de l'eau la plupart de l'été.
   Regardez maintenant attentivement les températures durant l'hiver. La température de l'air maximale journalière et la température de surface de l'eau sont généralement proches

durant l'hiver. De fait, les températures de l'eau sur un an sont plus proches les unes des autres que celles de l'air.

Deux variables de différents types

La figure EA-EX-7 montre comment comparer deux variables de types différents : les températures prises en °C et l'oxygène dissous (DO) en mg/L. C'est pourquoi l'axe des y sur la droite est différent sur le graphique de celui de gauche. Chaque axe des y a une échelle de données qui couvre l'écart de variation d'une variable qui est portée sur le graphique en utilisant cette échelle. Sur ce graphique les températures de surface de l'eau sont entre -1˚C et 25˚C, le minimum et le maximum sur l'échelle de l'axe des y. L'écart des données de l'oxygène dissout, comme vu sur l'échelle à droite de l'axe des y, est entre 6.5 et 14.5 mg/L. En étudiant ce graphique, vous ne pouvez pas comparer les magnitudes ou tailles de changements en température de l'eau ou DO puisqu'ils sont mesurés dans des unités différentes. Cependant, vous pouvez comparer les *directions* des changements dans ces variables et le *moment* où ces changements s'opèrent.
Dans l'exemple montré en EA-EX-7, nous pouvons voir deux types de changements : ceux qui ont lieu sur plus d'un an et ceux qui ont lieu sur des périodes plus courtes, de l'ordre d'une semaine.

Changement sur plus d'un an : Nous pouvons voir le cycle des saisons sur les températures de surface de l'eau comme nous l'avons noté précédemment. Nous pouvons aussi voir un cycle de saisons dans l'oxygène dissout, mais cela est dramatiquement différent. La figure EA-E-7 montre que la relation entre ces deux variables est *inverse*. Même si les températures de surface de l'eau sont hautes, l'oxygène dissout contenu est bas. Inversement, même si la température de surface de l'eau est basse, l'oxygène dissout contenu est haut.

Changements à courte échéance de l'ordre d'une semaine :
En regardant les changements à court terme, nous devons noter si les données que nous sommes en train de comparer ont été prises au même temps et au même endroit et si les données ont été prises dans le même intervalle (ie une fois par mois, une fois par semaine, une fois par jour, etc…). Nous pouvons mieux comparer des données qui sont prises au même endroit et en même temps. Dans EA-EX-7, les données semblent avoir été prises au même moment, à à peu près une semaine d'intervalle. Les données ont été prises au même endroit, comme noté dans le titre de la figure. Dans ce cas, nous savons aussi que protocole d'hydrologie cherche des mesures sur ces deux quantités sur le site d'étude d'hydrologie à une semaine d'intervalle.

Note : Quelquefois, ce n'est pas possible d'avoir des données du même endroit et du même moment. Dans ce cas, les graphiques peuvent montrer les données à différents intervalles et peut-être pris de différents endroits. Avant d'analyser les données, vous avez besoin de déterminer si les endroits et les moments étaient trop différents pour pouvoir faire une comparaison utile entre les données, ou si quelque analyse peut être faite. Si vous déterminer que vous pouvez partir dans votre analyse, vous devez garder les différences des données en tête lorsque vous faites vos conclusions.
Maintenant nous pouvons comparer les mesures de la température de surface de l'eau et de l'oxygène dissout à la surface de l'eau sur l'échelle de temps plus courte. Sur cette échelle, aussi, il semble que si la température de la surface de l'eau diminue, la surface de l'eau va augmenter. Cela se voit le plus clairement au début jusque mi-mars, où la température de la surface de l'eau diminue rapidement (d'à peu près 5°C à 1°C), au même moment le DO à la surface de l'eau augmente fortement (de 12.1 mg/L à 13.8 mg/L). Les variations similaires à court terme peuvent être vues début juin et mi-novembre. Cependant, ils y a aussi des moments où cette relation n'est pas aussi claire, comme en juin et mi-septembre.

Illustration EA-EX-5: Température maximale journalière de l'air au lycée Reynolds Jr. Sr. a Greenville Pennsylvanie, USA.

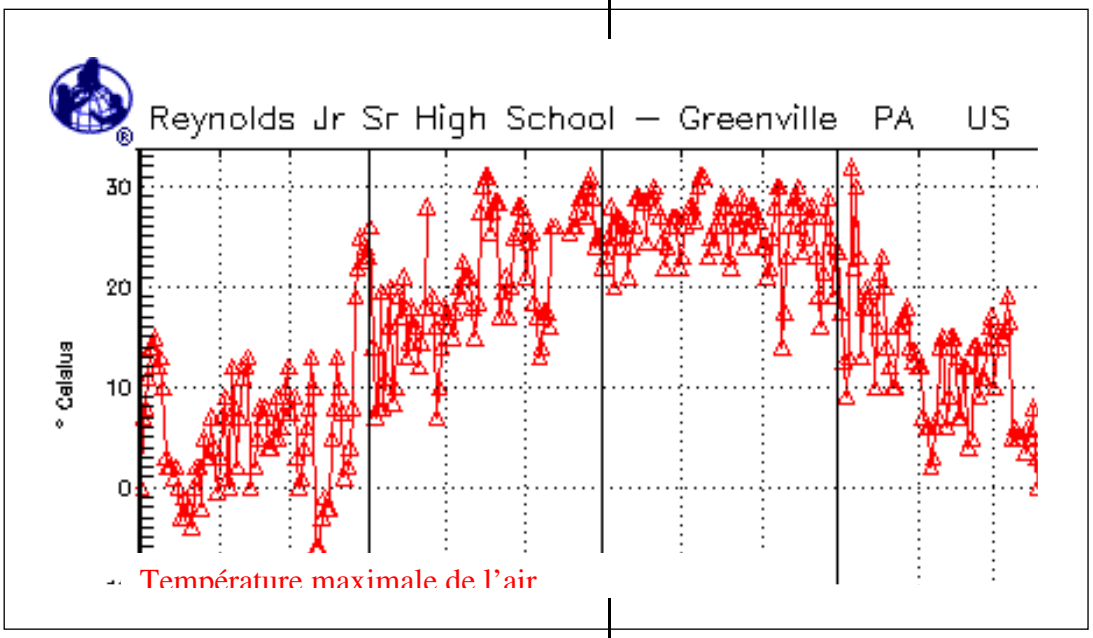


Illustration EA-EX-6: Température maximale journalière de l'air et température de surface de l'eau au lycée Reynolds Jr. Sr à Greenville Pennsylvanie USA.

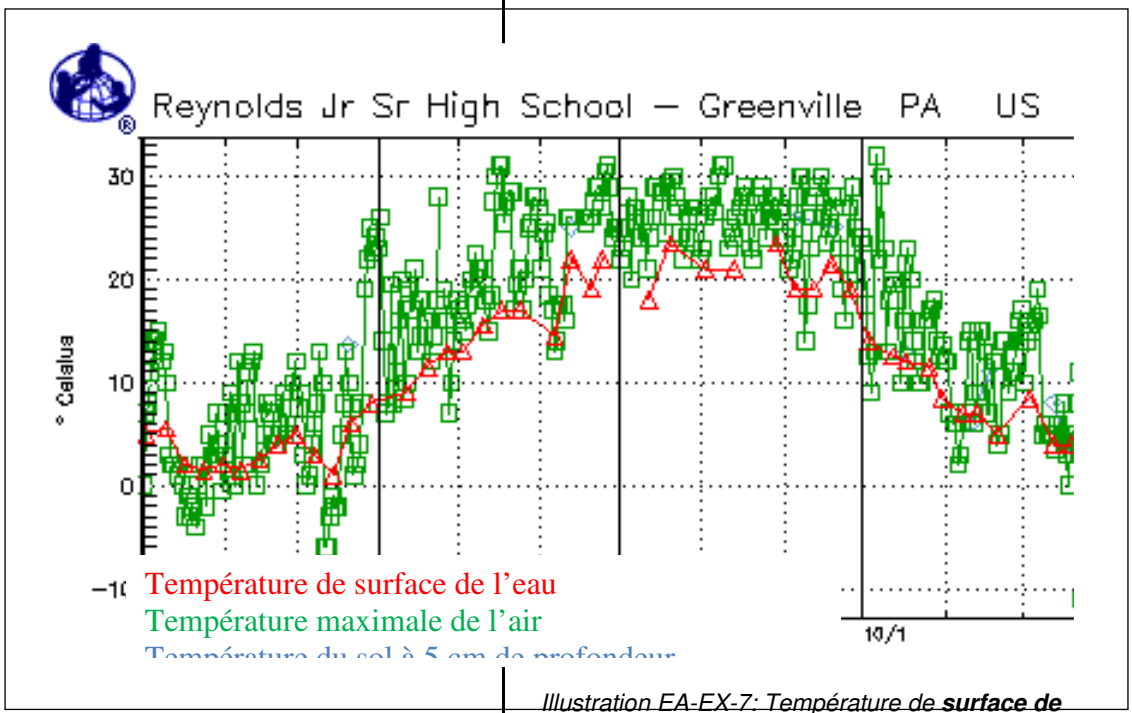


*Illustration EA-EX-7: Température de **surface de l'eau** et oxygène présente au lycée de Reynolds Jr Sr. A Greenville Pennsylvanie USA.*

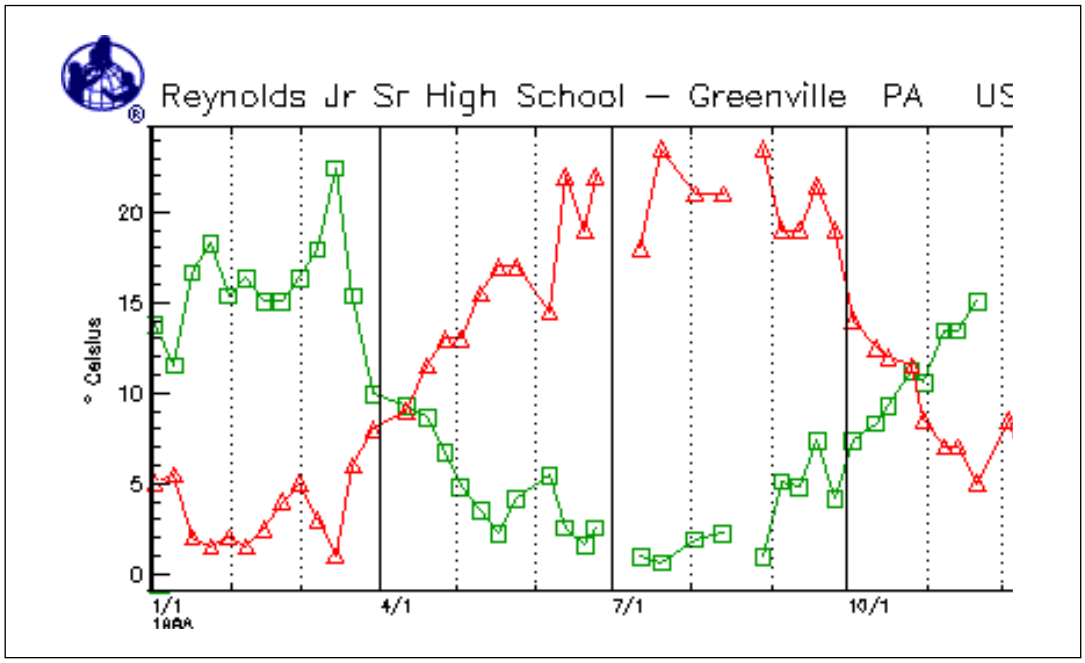
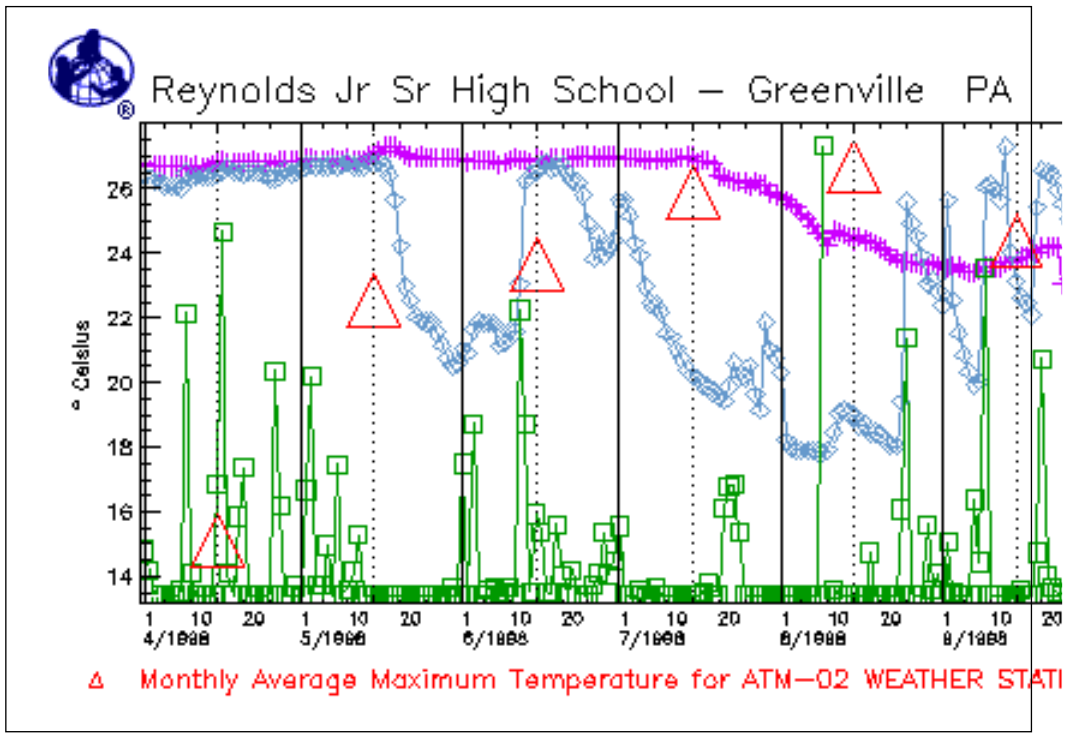


Figure EA-EX-8: Moyennes des températures mensuelles maximales, précipitations journalières et humidité du sol à 10 et 90 cm du 1er avril au 1er octobre 1998 au lycée Reynolds Jr Sr, Greenville Pennsylvanie USA.



Ayant détecté cette intéressante relation inverse, nous devrions maintenant nous demander : « Est-ce que l'évidence convainc assez pour indiquer une forte relation entre température de surface de l'eau et oxygène dissout à la surface de l'eau ? » Si oui, alors nous avons de quoi expliquer les données qui sont *inconsistantes* avec cette conclusion (une explication possible est que d'autres processus travaillent qui peuvent affecter l'oxygène dissout à la surface de l'eau). Si nous pensons que ce n'est pas assez évident pour conclure, alors nous allons vouloir déterminer ce dont nous aurions besoin pour pouvoir faire une conclusion. Une possibilité est de conduire une expérience de laboratoire dans laquelle nous pouvons contrôler les autres variables et mesurer ensuite l'oxygène dissout et la température dans l'eau quand nous changeons la température. Nous allons ensuite obtenir un nouveau graphe de température et d'oxygène dissout et nous allons avoir à déterminer si les données montrent une relation et s'il y a des inconsistances. S'il y a des inconsistances avec des conclusions que nous avons établies, il faudra les expliquer de façon scientifique.

Lire un graphique avec des variables multiples
Variables

Regarder un graphique avec différentes variables, figure EA-EX-8 est similaire à regarder un graphique avec deux variables, juste plus complexe. Tout d'abord nous suivons les étapes 1 à 5 de la partie « Graphique à une variable » pour chacune des variables dans ce nouveau graphique. Ensuite nous regardons les différentes échelles utilisées dans le graphique. Au lieu de regarder les deux échelles de l'axe des y, comme nous le faisions pour deux variables, nous allons maintenant considérer les échelles pour chacune des variables représentées et assortir l'échelle correcte avec la variable correcte. De temps en temps, une échelle sert plusieurs fois.

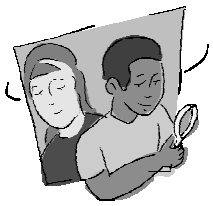
Dans la figure EA-EX-8, certains compromis ont été faits pour que les données soient plus lisibles. Tout d'abord, les données de température sont montrées en moyenne mensuelle alors que les données des chutes de pluie et humidité du sol sont journalières. Même si cela ne permet plus de comparer les variations journalières de précipitation et humidité du sol, cela rend le graphe plus facile à lire. Considérons le cas où la données de températures maximales journalières données dans la figure EA-EX-5 auraient été mises dans la figure EA-EX-8. Le surnombre de données aurait rendu la lecture difficile. C'est pourquoi c'est la moyenne de la température maximale qui a été portée.

Le second compromis est que l'axe des x ne couvre pas une année entière. A nouveau, ce changement est là pour faciliter la lecture du graphique. La période montrée est d'avril à octobre 1998. C'est le temps intéressant quand l'humidité du sol diminue et est plus lié au changement dans les précipitations. Durant le reste de l'année, l'humidité du sol au Lycée Reynolds Jr. Sr. est pratiquement constante autour de 27% (cela a été déterminé en regardant tout d'abord les graphiques de ces variables qui couvraient tout 1998). Le graphique a été changé pour couvrir une durée moins longue pour rendre le graphique plus lisible et faciliter ainsi l'analyse et d'éventuelles conclusions.

Il y a de nombreuses relations à examiner dans ce graphique. L'une d'entre elles est la relation entre l'humidité du sol à 10cm et les précipitations. Si vous regardez de très près le graphique, vous pouvez voir qu'une fois que l'humidité du sol est descendue en-dessous de la valeur maximale de l'hiver, chaque fois qu'il y a des précipitations, l'humidité du sol à 10cm monte temporairement. En outre, vous pouvez voir que les précipitations arrivent avant ou juste pendant le début de l'augmentation de l'humidité du sol à 10cm. Cela devrait indiquer que les précipitations ont d'abord lieu et fournissent l'eau nécessaire pour augmenter l'humidité du sol. Une fois que la pluie a cessé, l'humidité du sol à 10cm commence à baisser.

Dans l'activité d'apprentissage LC3, dans ce chapitre, les étudiants peuvent travailler avec ce graphique et d'autres qu'ils créent sur le site web de GLOBE pour des études futures sur les relations entre les différents composants du système terrestre de leur site d'étude et les sites d'étude des autres écoles de GLOBE.

LC1 : Relier les différents éléments du site d'étude



Objectif général

Aider les étudiants à articuler et intégrer leurs connaissances acquises sur l'air, l'eau, la terre et les êtres vivants en les regardant comme différentes parties d'un système en interaction.

Objectif spécifique

Les étudiants visitent un site d'étude où ils observent et rassemblent leurs connaissances acquises sur l'air, l'eau, la terre et les êtres vivants pour faire une liste des interactions entre les quatre éléments du système terrestre. Ils essayent de prédire les effets d'une modification dans un système, en devinant comment ces modifications pourraient affecter les caractéristiques d'autres éléments touchés par cette modification.

Compétences

Les étudiants devront être capables :

- D'identifier les éléments les plus importants du système Terre, et de donner des exemples dans leur site d'étude
- D'en déduire des rapprochements entre l'atmosphère, l'hydrosphère, la biosphère et la pédosphère en décrivant les liens existant dans le site d'étude, et
- De prédire comment des modifications d'un élément du site d'étude pourraient affecter d'autres éléments.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Sciences physiques

La chaleur se transporte par conduction, convection et rayonnement.

La chaleur se déplace de l'objet le plus chaud vers l'objet le plus froid.

Le soleil est la plus importante source d'énergie en ce qui concerne les modifications à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non-vivants de l'écosystème.

L'énergie circule à travers les écosystèmes dans une seule direction (photosynthèse, herbivores, carnivores, charognards).

Les êtres vivants sont à la fois en coopération et en compétition dans un écosystème.

La population d'un écosystème est limitée par ses ressources.

Les humains peuvent modifier l'équilibre d'un écosystème.

L'énergie de la vie provient principalement du Soleil.

Les systèmes vivants ont besoin d'un apport continu d'énergie pour maintenir leur organisation chimique et physique.

Les interactions entre les êtres vivants d'un écosystème ont évolué parallèlement au cours du temps.

Compétences scientifiques

Observer le système Terre

Partager et comparer ses observations, prévisions, et conclusions

Développer des descriptions et des prédictions à partir des preuves établies.

Durée

2 ou 3 périodes de 45 minutes en classe

Niveau

Moyen, Secondaire

Matériel et instruments

Crayons, bloc-notes à support en dur

Facultatif : lunettes grossissantes, truelle, gants

Préparation

Choisissez et visitez un site d'étude pour voir la Terre comme un système

Préparez les étudiants pour un voyage jusqu'au site d'étude

Faites des copies des feuilles d'activités de compréhension :

Comment relever les rapprochements

Effets d'un élément sur un autre

Identifiez vos sources d'idées

Compréhension des concepts du système Terre

Rubriques d'évaluation pour cette activité (si vous voulez les partager avec vos étudiants)

Lien avec d'autres activités d'apprentissage de GLOBE

Toutes les activités énumérées ci-dessous renforcent le concept selon lequel tous les éléments du système Terre se modifient les uns les autres à travers leurs interactions. Ce concept est primordial pour la compréhension des systèmes, et pour cette activité.

Recherche en hydrologie : Promenade sur l'eau

Cette activité aide les étudiants à devenir familier avec les différentes formes que prend l'eau sur Terre, et les différences de ses caractéristiques. Les étudiants apprennent que les caractéristiques d'une forme de l'eau sont liées de très près aux caractéristiques du milieu avoisinant.

Recherche en hydrologie : le jeu du pH

Les étudiants apprennent que le niveau de pH influence la végétation et la vie sauvage d'un site, et qu'il est influencé par différents facteurs tels que la terre et le sol, les activités humaines, l'atmosphère (les précipitations), et la quantité d'eau dans le milieu considéré.

Recherche en hydrologie : découverte des invertébrés

Les étudiants recherchent les relations entre les invertébrés et la chimie de l'eau où ces animaux vivent, pour apprendre que ces deux éléments sont reliés.

Recherche sur le sol : survol

Les étudiants développent leur compréhension de certaines relations qui existent entre l'eau et les sols de différents types.

Que faire et comment le faire

Etape 1. Choisissez un site d'étude pour la Terre en tant que système

Le site d'étude pour cette activité peut être le même que le site d'étude pour la *Recherche en Hydrologie* proposée par GLOBE, mais ce n'est pas obligatoire. Puisque le système inclut l'air, l'eau, la terre et les êtres vivants, le site le plus approprié contiendra des représentants de toutes ces catégories. Un site adjacent à un canal, un étang ou une rivière serait un bon choix. S'il n'y a pas d'eau sous ces formes dans les alentours, vous pouvez utiliser tout autre site où il y a des plantes et n'importe quel type de faune dans des conditions naturelles.

Visitez le site
Il est souhaitable de visiter le site peu avant de mener l'activité, pour déterminer les meilleurs endroits pour les discussions entre étudiants ou pour travailler sur le terrain. Vous aurez aussi besoin d'envisager tout ce qui peut arriver sur ce site (Y a-t-il des plantes vénéneuses? Le sol sera-t-il humide? Les étudiants auront-ils besoin de répulsif pour les insectes?)

Si vous pensez mener l'activité suivante, voir *Rapprochements 2 (LC2)* :

Faire une ou plusieurs photos du site
On suggère au professeur ou à un ou plusieurs étudiants désignés par le professeur de prendre plusieurs photos du site d'étude, une dans chaque direction indiquée par les 4 points cardinaux (N, E, S, O). Si cela est fait avant le début des activités d'apprentissage, il y aura du temps pour développer la pellicule. Les photos doivent représenter le plus possible les quatre éléments majeurs du système Terre. Les étudiants utilisent des copies des meilleures photos comme point de commencement pour faire des diagrammes d'interactions dans *l'Activité LC2*. Si les meilleures photos ne montrent pas toutes les caractéristiques importantes du site d'étude, vous pouvez montrer aux étudiants comment faire pour les inclure dans leurs annotations et diagrammes quand même. On suggère pour plus de simplicité dans l'exécution de l'exercice que les étudiants ne travaillent pas sur plus d'une photo. Faites exposer les photos et les documents imprimés le plus tôt possible.

Si vous ne pensez pas mener la prochaine activité, *l'Activité LC2*, vous aurez quand même besoin de discuter avec les étudiants de leur liste d'interactions et des noms qu'ils leur ont données, pour conclure leur travail. Voir étapes 1 à 4 de *l'Activité LC2* pour cela.

Etape 2. Introduisez l'activité avec une discussion sur les évènements ou changements spectaculaires qui ont eu lieu dans votre région.

Demandez aux étudiants de deviner des évènements ou changements, tels que sécheresses, inondations, ouragans, incendie, ou perte d'un habitat particulier comme un marécage. Faites les décrire ces évènements. Qu'est-ce qui a changé? Qu'est-ce que les gens en ont compris? Pourquoi n'ont-ils pas compris? Que devons-nous encore trouver?

Expliquez qu'une nouvelle discipline scientifique, la science du système Terre, est ainsi née, que les gens tentent de comprendre à travers elle de tels changements en en apprenant plus sur les différentes façons dont les parties de la Terre interagissent pour modeler l'environnement. La science du système Terre réunit toutes les sciences qui concernent la Terre : l'hydrologie, la chimie, la botanique et la zoologie, et la météorologie.

Les gens qui étudient la Terre comme un système sont des pionniers dans cette nouvelle discipline et, en tant qu'experts dans leurs propres zones d'étude, les étudiants de GLOBE peuvent participer à cet effort pionnier. Chaque zone, chaque site est unique à sa façon. Posez la question aux étudiants : Comment feriez-vous pour communiquer l'aspect *système* de votre dite d'étude, ses différentes parties et comment elles interagissent entre elles, à une autre école de GLOBE?

Expliquez que chaque activité de la série *Rapprochements* (LC) étudie des aspects de cette question.

Etape 3. Décrivez le site d'étude brièvement aux étudiants s'il ne leur est pas familier, et demandez-leur comment le décriraient-ils comme un ensemble de parties, ou d'éléments.

Dites aux étudiants que dans cette activité, ils vont commencer à envisager leur site d'étude comme un système, un ensemble de parties en interaction les unes avec les autres.

Si les étudiants devaient décrire leur site d'étude (ou n'importe quel site) comme un ensemble de parties, ou de éléments, quels seraient les éléments?

Etape 4. Aidez les étudiants à identifier dans leur site d'étude les quatre éléments majeurs qui engendrent le système Terre.

Tout d'abord, aidez les étudiants à identifier ces quatre éléments majeurs :

1. L'air (l'atmosphère) – y compris les précipitations et les nuages;
2. L'eau (l'hydrosphère) – différentes formes de l'eau telles que les canaux, les rivières, les étangs, les lacs et les océans, ainsi que les nappes souterraines;
3. La terre (la pédosphère);
4. Les êtres vivants (la biosphère) – plantes, animaux, et autres organismes.

Expliquez que ce sont les parties, ou éléments, du site d'étude. Demandez aux étudiants de décrire quelques-uns des processus qui les relient. Si les étudiants ont déjà appris ce qu'étaient le cycle de l'eau, le cycle chimique et le cycle de l'énergie, ils peuvent être rappelés.

Prévenez à présent vos étudiants qu'ils vont faire des recherches sur leur site d'étude, plus précisément sur ces quatre éléments et comment ils interagissent entre eux. Dites-leur qu'ils devront faire une liste de ces interactions. Par exemple, les pantes se décomposent et deviennent partie intégrante du sol (interaction entre les êtres vivants, l'eau, le sol et l'air); l'eau s'évapore des océans et forme les nuages (interaction entre l'eau et l'air). Demandez aux étudiants de citer quelques exemples tirés d'un des sites d'étude GLOBE.

Expliquez que changement dans les caractéristiques d'un des quatre éléments d'un système a généralement pour conséquence des changements dans les caractéristiques des autres éléments du système. Par exemple, si le débit d'eau d'une rivière est réduit (élément eau, ou hydrosphère), il y a moins d'érosion (élément terre, ou pédosphère); moins d'eau est disponible pour les plantes et les animaux (élément êtres vivants, ou biosphère); et moins d'eau est évaporée (élément air, ou atmosphère).

Faites savoir aux étudiants qu'ils ne doivent pas forcément avoir la même liste d'interactions. Différentes listes reflèteront probablement des zones avec des caractéristiques plus appuyées que d'autres, et donc avec des intérêts ou expériences spéciales.

Rendez bien clair auprès des étudiants ceci : ils n'ont pas besoin de pouvoir voir une interaction pour la noter dans leur liste. Ils pourront directement observer certaines interactions sur le site d'étude, mais pour se rappeler des autres il faudra sans doute consulter les données de GLOBE, ou celles fournies par une autre expérience scientifique.

Certains étudiants vont se demander pourquoi les précipitations sont inclues dans l'élément air et pas dans l'élément eau. La raison est que l'eau qui se trouve dans l'air (l'eau évaporée et les précipitations) est soumise au vent et à d'autres forces dans l'atmosphère, jusqu'à ce qu'elle tombe de nouveau au sol.

Assurez-vous que les étudiants sont équipés de crayons et de blocs-notes pour faire leur liste avant de partir pour le site d'étude.

Etape 5. Distribuez la feuille d'activité d'apprentissage *Relevé d'Interactions*, emmenez les étudiants au site d'étude et faites-leur faire la liste des interactions entre les différents éléments.

Les interactions doivent être listées par groupes de mors ou phrases courtes telles que "L'eau s'évapore d'une rivière" ou "La chaleur du sol réchauffe l'air".

Encouragez les étudiants à explorer activement l'entourage si ça peut les aider à réfléchir. Ils peuvent creuser de petits trous, retourner les pierres, et examiner l'eau, la terre, la végétation avec des lunettes grossissantes. Ils peuvent aussi prendre du temps pour s'asseoir et contempler le site d'étude.

Encouragez les étudiants à articuler et à noter toutes les idées et pensées qui leur passent par la tête. Le but pour les étudiants est de :

1. Rassembler leurs connaissances et les exprimer; et
2. Réfléchir de façon créative aux processus écologiques qui peuvent se dérouler dans le site d'étude.

La pensée créative et la conjecture basée sur des informations scientifiques fondées font partie des clés d'un travail scientifique. Comme devoir à la maison, les étudiants devront évaluer leurs sources d'idées pour les interactions, c'est-à-dire s'ils se sont basés sur une conjecture, sur leurs connaissances, ou sur des données.

Apprenez à vos étudiants à ne considérer que les éléments compris dans le site d'étude. En d'autres termes, ils ne doivent pas inclure le Soleil dans le site d'étude pour cette activité, parce que c'est l'énergie du

Soleil qui rentre en compte dans le site, pas le Soleil lui-même. Cependant, sachant que le site d'étude reçoit de l'énergie sous forme de chaleur de la part du Soleil, ils doivent tenir compte de la chaleur, car elle se transporte entre les différents éléments du site d'étude. (Par exemple, le sol, réchauffé par l'énergie du Soleil, réchauffe à son tour l'air alentour : c'est une interaction entre la pédosphère et l'atmosphère.)

Apprenez aux étudiants à se concentrer sur les interactions entre les quatre éléments de base du système Terre, plutôt que sur les interactions à l'intérieur d'un élément. Par exemple, un étudiant pourrait être tenté de lister comme une interaction les insectes (êtres vivants) mangeant les plantes êtres vivants). Les insectes et les plantes sont tous les deux des êtres vivants, et font donc partie de la biosphère, et si les insectes mangent effectivement les plantes, c'est un processus qui se déroule à l'intérieur d'un élément, pas entre deux ou plusieurs éléments. Un exemple d'interaction entre éléments est le fait que les insectes prélèvent de l'oxygène de l'air, interaction qui se déroule entre la biosphère et l'atmosphère.

Pour chaque interaction, les étudiants doivent identifier les éléments du système Terre qui sont impliqués.

Les étudiants peuvent demander aux autres ce qu'ils regardent et y réfléchir. Faire une liste d'interactions peut être un travail de coopération.

Les étudiants peuvent inclure la photosynthèse dans leur diagramme. Lors de la photosynthèse, les plantes utilisent l'énergie de la lumière du Soleil pour transformer du dioxyde de carbone et de l'eau en nourriture. Ainsi, bien que le Soleil soit en dehors des limites du site d'étude, la photosynthèse peut être considérée comme une interaction entre la biosphère et l'atmosphère.

Les listes d'interactions d'étudiants en cours supérieur seront plus sophistiquées et plus complexes que les listes d'étudiants en cours moyen. Tout ce que les étudiants ont appris sur le cycle de l'eau, le cycle de l'énergie et le cycle biochimique peut être appliqué ici.

Si les étudiants ont besoin d'indications, référez-vous aux *Questions sur les Interactions entre les Eléments du Système Terre*, dans les Conseils aux Professeurs, page suivante.

Un *Exemple de Liste d'Interactions d'Etudiant* est aussi fourni.

Etape 6. En classe, faites discuter les étudiants et faites les deviner les effets possibles de changements dans le site d'étude.

Au retour en classe, distribuez la Feuille d'Activité d'Apprentissage *Effets d'un Elément sur un Autre*. Faites faire aux étudiants des conjectures sur comment des changements déterminés pourraient affecter le site d'étude. On vous fournit de la matière dans la page suivante pour vous aider dans votre travail avec les étudiants sur deux changements possibles : un orage de pluie et une hausse spectaculaire de la température.

Faites se concentrer les étudiants sur les effets des interactions entre les quatre éléments majeurs du système Terre (l'air, l'eau, le sol et les êtres vivants). Ce qui est important ici pour les étudiants est de se rendre compte qu'*un changement dans un élément du système peu affecter les caractéristiques des autres éléments du système*. Vous pouvez choisir si vous leur faites faire ça tout se suite ou en devoir à la maison. Si vous choisissez la seconde option, menez une discussion en classe sur leurs prévisions, la classe suivante, après que les devoirs sont rendus.

Les étudiants en cours supérieur peuvent poser leurs propres questions et faire leurs propres prévisions sur les différentes façons dont des changements sur un élément peuvent affecter les autres.

Pour des indications pour aider les étudiants, voir les Conseils aux Professeurs, *Questions sur les Interactions entre les Eléments du Système Terre*, *Exemple de Liste d'Interactions d'Etudiant*, et *Effets d'un Elément sur un Autre.*

Etape 7. Donnez des devoirs

Deux devoirs à la maison, les Feuilles d'Activité d'Apprentissage *Identifiez vos Sources d'Idées* et *Compréhension des Concepts du Système Terre*, sont fournies. Distribuez des copies aux étudiants.

Le devoir à la maison *Identifiez vos Sources d'Idées* est fait pour aider les étudiants à clarifier leurs sources d'idées : s'ils se sont basés sur des données "brutes", sur des informations tirées de sources personnelles, ou sur des conjectures scientifiquement fondées. Les étudiants doivent revoir leur liste d'interactions à la maison et

donner à *chaque* interaction de la liste une des désignations suivantes :

D – Pour désigner les interactions pour lesquelles ils avaient des données, soit des mesures d'étudiants de GLOBE, soit des données obtenues par d'autres;

P – Pour désigner les interactions pour lesquelles ils se sont aidés de sources personnelles, c'est-à-dire d'une de leur lecture ou d'une expérience d'une autre leçon, qu'ils peuvent retrouver et apporter en classe, s'il y a assez de temps;

C – Pour désigner les interactions qui sont basées sur des conjectures scientifiquement fondées.

Dites aux étudiants que ces désignations sont décrites sur la feuille de travail. Assurez-vous qu'ils emportent bien à la maison les listes d'interactions qu'ils ont écrites pendant l'activité.

Le devoir à la maison *Compréhension des Concepts du Système Terre* est un carnet de bord de réflexion personnelle. On demande aux étudiants d'écrire ce qu'ils apprennent, ce qui les embrouille, et ce qu'ils voudraient apprendre de plus.

Si vous pensez mener l'activité suivante, Activité LC2, allez en Etape 8.

Etape 8. Conclure l'activité.

Expliquez aux étudiants que durant la prochaine activité ils discuteront de leurs listes d'interactions, et ils commenceront à faire des schémas du site d'étude. Expliquez que les listes d'interactions des étudiants seront ramassées après la prochaine activité et rendues plus tard.

Si les étudiants ont écrit en classe leurs prévisions de changements sur le site d'étude, elles seront aussi ramassées.

Evaluation des étudiants

Quatre *Feuilles de Travail* peuvent être utilisées comme évaluation :

- Relevé d'Interactions
- Effets d'un Elément sur un Autre
- Devoir à la maison : *Identifiez vos Sources d'Idées, Compréhension des Concepts du Système Terre*

Les concepts et qualités que les étudiants montrent durant cette activité seront plus approfondis si vous prévoyez de mener les *Activités LC2 à LC5*. L'évaluation à ce point avancé de l'activité permet d'avoir un point de référence pour mesurer les progrès des étudiants au cours des activités suivantes.

Les rubriques d'évaluation des deux premières feuilles de travail et de l'évaluation à la maison, *Identifiez vos Sources d'Idées*, sont fournies. Le devoir à la maison, *Compréhension des Concepts du Système Terre*, est une auto-évaluation. Les carnets de réflexion des étudiants jouent un rôle spécial, car les étudiants s'y sentent sans doute plus à l'aise pour décrire la confusion qu'ils ressentent ou d'autres problèmes qu'ils ont et qu'ils ne voudraient pas révéler devant la classe entière. Vous pouvez utiliser ces informations pour vous aider à concevoir l'étape suivante de l'apprentissage par ces activités.

Recherches plus approfondies

La chimie des Eléments du Système Terre

On a déjà dit que chaque élément du système Terre – l'atmosphère, l'hydrosphère, la pédosphère, et la biosphère – était fait des autres, dans des proportions variables. En d'autres termes, l'air contient de l'eau, de la terre, et des êtres vivants; la terre contient de l'air, de l'eau, et des êtres vivants; l'eau contient de l'air, de la terre, et des êtres vivants; et les êtres vivants contiennent de l'air, de l'eau, et des parties de la terre. Discutez-en avec les étudiants. Est-ce vrai? En quoi ça l'est, ou en quoi ça ne l'est pas?

Conseils aux Professeurs

Questions sur les interactions entre les éléments du système Terre

Si les étudiants ont besoin d'indications, vous pouvez leur poser des questions comme celles-ci.

Interactions Atmosphère/Hydrosphère

- Comment la présence d'une rivière, d'un étang, d'un lac ou d'un océan affecte la température de l'air alentour?
- Comment la pluie affecte-t-elle les fleuves et les rivières?

Interactions Atmosphère-Lithosphère (Pédosphère)

- L'humidité du sol change-t-elle? Comment? (atmosphère-pédosphère)
- Comment la présence de vastes zones de rochers ou d'asphalte touche-t-elle la température de l'air alentour? (les rochers font partie de la lithosphère qui se distingue de la terre, qui constitue la pédosphère). L'asphalte est fabriqué par l'homme mais il est constitué de matières naturelles. Vous pouvez appelez cela une interaction lithosphère-atmosphère, ou plus simplement une interaction surface-atmosphère.

Interactions Atmosphère-Biosphère

- Qu'est-ce que les plantes, les animaux et les autres organismes prélèvent dans l'air? Qu'est-ce que chacun de ces êtres vivants éjecte dans l'air? (biosphère-atmosphère)
- D'où vient la chaleur du sol et de l'air? Saviez-vous que le Soleil ne réchauffe l'air qu'en grande partie indirectement? (Le sol est réchauffé par le Soleil, et réchauffe ensuite l'air, mais le Soleil ne le chauffe pas directement.) (pédosphère-atmosphère)

Interactions Hydropshère-Lithosphère

- Y a-t-il de l'humidité dans le sol? Comment arrive-t-elle là? (hydrosphère-pédosphère)

Interactions Hydrosphère-Biosphère

- Comment l'eau voyage-t-elle des rivières (ou des étangs, lacs, canaux ou océans) aux arbres? (hydrosphère-biosphère)
- Comment la présence d'une rivière (ou d'un étang, lac, canal ou océan) affecte-t-elle les plantes ou les animaux? Quelles sont les différences entre les espèces qui y vivent, celles qui vivent juste à côté et celles qui vivent à plus de 20 mètres de là? (hydrosphère-biosphère)

Interactions biosphère-lithosphère (pédosphère)

- Comment les feuilles finissent-elles par faire partie du sol? (biosphère-pédosphère)
- L'eau charrie-telle de la terre? Quand et comment? (biosphère-pédosphère)
- Comment les plantes affectent-elles le sol? (biosphère- pédosphère)
- Comment les animaux affectent-ils le sol? Souvenez-vous qu'il y a des animaux qui vivent sous la surface du sol et d'autres qui vivent à sa surface. (biosphère- pédosphère)
- Comment les bactéries et autres micro-organismes affectent-ils le sol? Comment sont-ils affectés par le sol? (biosphère- pédosphère)

Exemple de liste d'interactions d'un étudiant

Interactions Atmosphère-Hydrosphère

- L'eau s'évapore d'une rivière dans l'air. (hydrosphère-atmosphère)
- Des gaz se déplacent entre l'atmosphère et l'eau.
- La pluie et la neige qui proviennent de l'atmosphère se retrouvent mélangées à l'eau de surface.

Interactions Atmosphère-Lithosphère (Pédosphère)

- La pluie et la neige qui proviennent de l'atmosphère se retrouvent dans le sol.
- Les gaz provenant des volcans vont dans l'atmosphère.

Interactions Atmosphère-Biosphère

- Les animaux inhalent de l'oxygène de l'air, et rejettent du dioxyde de carbone (biosphère-atmosphère)
- Les plantes prélèvent du dioxyde de carbone et libèrent de l'oxygène. (biosphère-atmosphère)
- Les micro-organismes prélèvent des gaz dans l'air, et certains gaz sont transportés depuis des micro-organismes dans l'air. Par exemple,

certaines bactéries prélèvent de l'azote dans l'air. ((biosphère-atmosphère)

- Les animaux aquatiques respirent de l'oxygène dissous dans l'eau. (biosphère-atmosphère)
- La chaleur de la surface réchauffe l'air. (pédosphère-atmosphère)
- La chaleur de l'air réchauffe les animaux, les plantes et les micro-organismes. (biosphère-atmosphère)
- La quantité d'eau dans le site aide à déterminer quelles espèces de plantes et d'animaux y vivent. (biosphère-hydrosphère)

Interactions Hydrosphère-Lithosphère (Pédosphère)

- La pluie et la neige libèrent de l'eau au sol. Une partie s'évanouit dans l'air et l'autre s'infiltre dans le sol. (hydrosphère-pédosphère)
- Les verres de terre consomment des éléments du sol. (biosphère-pédosphère)
- La pluie emporte des cailloux. Ils deviennent alors partie intégrante du sol. (hydrosphère-lithosphère-pédosphère)
- La pluie s'abat sur le sol près d'une rivière et emporte des morceaux (érosion). (hydrosphère-pédosphère)

Interactions Hydrosphère-Biosphère

- Les arbres prélèvent de l'eau grâce à leurs racines. (hydrosphère-biosphère)
- L'eau s'évapore des feuilles des arbres et des autres plantes. (hydrosphère-biosphère)
- Les animaux transpirent un peu d'eau. (hydrosphère-biosphère)
- Les animaux boivent de l'eau. (hydrosphère-biosphère)

Interactions Biosphère-Lithosphère (Pédosphère)

Les vagues emportent des morceaux de coquillages et les cassent en morceaux. Ils deviennent alors partie intégrante du sol (sable). (pédosphère-biosphère)

L'érosion du sol rend l'eau plus trouble, ce qui réduit la profondeur à laquelle les rayons du Soleil pénètrent dans l'eau. Cela diminue la capacité des plantes à effectuer leur photosynthèse, affectant ainsi leur capacité à grandir. (pédosphère-biosphère)

Les plantes prélèvent des nutriments du sol. Quand elles meurent, elles libèrent des nutriments dans le sol. (pédosphère-biosphère)

Effets d'un Elément sur un Autre

Choisissez deux ou plusieurs de ces questions, demandez aux étudiants e faire des prévisions, et discutez leurs prévisions en classe.

Changement N°1 : Pluies importantes

Questions

- Comment un changement du niveau de l'eau pourrait-il affecter les plantes et les animaux du site?
  (La quantité d'eau est un facteur déterminant pour la viabilité d'espèces de plantes, d'animaux, ou de micro-organismes dans le site.)
- Comment des précipitations conséquentes pourraient-elles affecter le niveau d'humidité dans le sol?
  (L'humidité du sol augmentera après des précipitations importantes. Une fois le sol saturé, l'humidité restante ne sera plus absorbée mais s'écoulera en dehors du site.)
- Comment de grosses pluies pourraient-elle affecter l'érosion?
  (L'impact des gouttes de pluie et leur écoulement engendre de l'érosion là où la végétation ne protège pas le sol.)
- Que se passe-t-il pour l'écoulement d'une rivière ou d'un fleuve pendant de grosses pluies? Quels en seraient les effets sur les plantes et animaux qui vivent dans l'eau? Quels en seraient les effets sur le sol au fond de la rivière (ou de l'étang, du lac, du canal ou de l'océan)?
  (L'écoulement de l'eau augmente lors de grosses pluies. Si une tempête libère beaucoup d'eau sur le site, l'écoulement sera important et pourra engendrer des dégâts aux plantes et animaux dans l'eau, et pourra même les éradiquer du site. Il déposera des sédiments au fond de la rivière, ce qui donnera une eau plus trouble, et baissera le taux de photosynthèse des plantes.)
- Si les pluies sont fréquentes et régulières sur le site d'étude et pendant de nombreuses années, comment cela affecterait-il les interactions entre les éléments du système?
  (De telles pluies creuseraient le fond de la rivière, ou du canal, et les plantes et germes vivant au fond seraient éliminés. Le sol du site

serait saturé, et les espèces de plantes, d'animaux, et de micro-organismes qui ne peuvent tolérer cette saturation seraient remplacées par des espèces qui le peuvent. Les températures pourraient dans l'ensemble changer, et cela aussi pourrait affecter les espèces qui vivent dans le site d'étude.)

- Comment de longues périodes avec une épaisse couverture de nuages pourraient affecter la végétation?
  (Les températures changeraient, et le taux de photosynthèse diminuerait. Les espèces animales et végétales qui ont besoin de longues heures de plein soleil seraient remplacées par des espèces qui peuvent s'épanouir avec un éclairement moindre.)

Changement N°2 : Augmentation spectaculaire de la température.

Questions

- Qu'arriverait-il aux éléments du site d'étude si les températures augmentaient de manière spectaculaire pour une période prolongée, dans une vague de chaleur prolongée?
- Quels changements dans le taux d'évaporation observerait-on?
- Comment cela affecterait-il le sol?
- Comment cela affecterait-il les êtres vivants?
- Comment cela affecterait-il l'eau?
  (Le taux d'évaporation augmenterait, et la conséquence serait un site plus sec, bien que cela pourrait être compliqué par des changements dans les précipitations. Les plantes, les espèces animales, végétales, et les micro-organismes qui ne pourraient pas résister à des températures plus élevées seraient remplacées par des espèces qui le pourraient. S'il y avait peu de plantes qui pourraient tolérer ces températures plus élevées, le sol deviendrait plus exposé et l'érosion par le vent comme par l'eau augmenterait. Le cycle de l'eau deviendrait plus vigoureux, c'est-à-dire qu'il y aurait plus d'évaporation et plus de précipitations, et ainsi plus d'eau voyageant plus rapidement par ce cycle.

Relevé d'Interactions

Feuille de travail - 1

Nom:_____ Classe:_____ Date:_____

Instructions

Observez votre site d'étude. Analysez et décrivez-le comme ceci:

1. Identifiez quelques exemples des quatre éléments majeurs : êtres vivants, eau, sol, et air. (L'air inclut l'air chaud et l'air froid, le vent, les nuages, et les précipitations.) (Les éléments sont aussi connus sous les noms : biosphère, hydrosphère, pédosphère et atmosphère.)
2. Identifiez et relevez les interactions entre ces éléments en faisant des observations, en vous rappelant de vos connaissances acquises et en les intégrant, et en conjecturant avec soin les interactions qui peuvent exister.

Ecrivez vos réponses sur la page suivante ou sur une feuille de papier séparée, et attachez la à cette *Feuille de Travail*.

Indications, questions, et commentaires pour vous faire réfléchir

- Ecrivez vos observations sous forme de phrases courtes. *Utilisez des verbes*. Exemple: Les feuilles tombent, se décomposent, et deviennent partie intégrante du sol.
- Ecrivez autant d'interactions que vous pouvez. Soyez aussi précis que vous le pouvez. Vous pouvez utiliser des quantifieurs, tels que "un peu", "quelques" ou "beaucoup".
- Travaillez avec les autres étudiants si vous le voulez. Mais avant d'ajouter quoi que ce soit à votre liste, assurez-vous que vous la comprenez celle de votre camarade et que *vous êtes d'accord avec*.
- Exemples de questions à envisager:
- Qu'arrive-t-il dans le sol qui puisse changer les caractéristiques des êtres vivants du site? Qu'arrive-t-il dans l'eau qui puisse changer les caractéristiques de l'air? Qu'est-ce qui se déplace d'un élément du site à un autre?
- Comparer le site à un autre peut vous aider à réfléchir. Qu'est-ce qui arrive dans ce site et qui n'arrive pas ailleurs? En quoi celui-ci est-il différent? Que peut-on dire des propriétés du sol? Différentes sortes de plantes? Moins d'eau, ou plus?
- Utilisez les cours que vous avez déjà eus comme sources d'idées. Pensez à la biologie, la chimie, les sciences de la Terre, l'écologie, la géographie, la météorologie, et à la physique.
- Après avoir fait une première liste, prenez du recul. *Assurez-vous que vous avez bien pris des exemples du site d'étude pour chacun des quatre éléments*. Chacun d'entre eux a-t-il une action sur *chacun* des trois autres d'au moins deux ou trois manières différentes?

Une excellente liste d'interactions doit être longue, impliquer tous les éléments, être précise, apporter quelque chose à vos connaissances acquises lors des études précédentes comme celle-ci, et montrer que vous réfléchissez en profondeur et avec soin sur votre étude.

Exemples des quatre éléments majeurs

Atmosphère	*Hydrosphère*
Pédosphère	*Biosphère*

Liens entre les éléments

Interactions Atmosphère–Hydrosphère	**Interactions Atmosphère–Lithosphère (Pédosphère)**
Interactions Atmosphère–Biosphère	**Interactions Hydrosphère–Lithosphère**
Interactions Hydrosphère–Biosphère	**Interactions Biosphère–Lithosphère (Pédosphère)**

Effets d'un Elément sur un Autre

Feuille de travail - 2

Nom:_____ Classe:_____ Date:_____

Instructions

Choisissez trois questions ou plus ci-dessous, et décrivez, au dos de cette feuille ou sur une feuille séparée, vos prévisions sur la manière dont un changement dans les caractéristiques d'un élément du site d'étude pourrait se répercuter sur les caractéristiques d'un autre élément.

Soyez aussi précis que possible. Par exemple, si quelqu'un plantait un arbre dans le site, le sol sous cet arbre se retrouverait à l'ombre, la température de ce sol diminuerait, et le niveau d'humidité augmenterait.

Il n'est pas obligatoire de répondre à toutes ces questions. **Ce qui est important ici est de montrer que vous avez bien compris la manière dont un changement dans les caractéristiques d'un élément peut engendrer des changements dans les caractéristiques des autres éléments.** Tous les aspects du site sont reliés.

Changement N°1 : Pluies importantes

- Comment un changement du niveau de l'eau affecterait les plantes et les animaux du site?
- Comment des précipitations importantes affecteraient le niveau d'humidité du sol?
- Comment la tempête affecterait l'érosion?
- Qu'arrive-t-il à l'écoulement d'une rivière ou d'un fleuve lors de grosses pluies? Quels effets cela pourrait-il avoir sur les plantes et les animaux dans l'eau? Quels effets cela pourrait-il avoir sur le sol au fond de la rivière, de l'étang, du lac, du canal, ou de l'océan?
- Si les pluies importantes sont fréquentes et régulières sur le site d'étude sur un certain nombre d'années, comment cela affecterait-il les interactions entre les éléments?
- Comment de longues périodes avec une couverture nuageuse importante affecterait-elle la végétation?

Changement N°2 : Augmentation spectaculaire de la température?

- Qu'arriverait-il aux éléments du site d'étude si les températures s'élevaient de manière spectaculaire, pour une période prolongée, dans une vague de chaleur prolongée?
- Quels changements observerait-on dans le taux d'évaporation?
- Comment cela affecterait-il les êtres vivants?
- Comment cela affecterait-il l'eau?

Posez vos propres questions

Posez vos propres questions sur les changements, et prédisez leurs effets sur les autres éléments du site d'étude. Vos questions peuvent concerner n'importe quel aspect du site d'étude, pas seulement les évènements liés à la pluie ou au climat. Demandez-vous "Que se passerait-il si…?" et posez ces questions. Par exemple:

- Que se passerait-il si aucun oiseau ne volait dans le site d'étude?
- Que se passerait-il si deux fois plus d'oiseaux volaient dans le site d'étude?
- Que se serait-il passé si personne n'y avait mis les pieds?

Identifiez vos Sources d'Idées

Feuille de travail – 3
Devoir à la maison

Nom:_____ Classe:_____ Date:_____

Devoir 1

Pour chaque interaction de la liste que vous avez faite pendant l'activité, identifiez l'origine des sources que vous avez utilisées pour avoir cette idée. (Voir ci-dessous)

Relisez votre liste d'interactions. Faites tous les changements ou ajouts que vous voulez. Assurez-vous que les quatre éléments majeurs du site d'étude sont bien impliqués et correctement identifiés comme parties d'un système: l'atmosphère (l'air et les précipitations), l'hydrosphère (l'eau), la biosphère (les êtres vivants), et la pédosphère (le sol).

A présent relisez votre liste une nouvelle fois, en réfléchissant particulièrement à comment vous avez eu vos idées. Ecrivez l'une des désignations suivantes pour *chaque* interaction de la liste:

D – Votre idée vient de certaines données. Utilisez "D" pour désigner les interactions pour lesquelles vous avez utilisé des données, que ce soit des données provenant de votre classe, d'une autre école de GLOBE, ou d'autres;

P – Votre source vient d'informations personnelles. Utilisez "P" pour désigner une interaction pour laquelle vous vous êtes inspiré d'une de vos lectures ou d'une expérience d'une autre leçon, à la maison, ou ailleurs, et que vous pouvez retrouver et apporter en classe, s'il y a assez de temps. Il doit y avoir quelque part des données qui peuvent remplacer les vôtres, mais vous ne les avez pas trouvées ou vous n'y avez pas facilement accès.

C – Votre idée vient d'une conjecture. Utilisez "C" pour désigner les interactions qui sont basées sur des conjectures scientifiquement fondées. C'est votre opinion, fondée sur ce que vous avez appris auparavant, mais vous ne savez plus sur quelle source particulière ou sur quelle information vous vous êtes appuyé. (La conjecture créative – c'est-à-dire qu'elle se fonde sur une information ou un argument d'autorité – est une des clés pour faire un excellent travail scientifique.)

Lorsque vous écrivez les lettres de désignation (D, P ou C), entourez-les d'un petit rond pour que cela soit clair et compréhensible par d'autres.

Compréhension des Concepts du Système Terre

Feuille de travail – 4
Devoir à la maison

Nom:_____ Classe:_____ Date:_____

Devoir 2

Prenez quelques minutes pour reconsidérer et écrire ce que vous avez appris. Si vous avez besoin de plus d'espace utilisez le dos de cette feuille, ou attachez-lui une feuille supplémentaire.

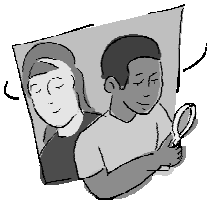
1. Donnez plusieurs exemples d'interactions que vous avez relevés dans cette activité. De quoi êtes-vous certain(e)? A propos de quoi êtes-vous plutôt perplexe? Etes-vous bloqué(e) quelque part?

2. Avez-vous réussi à identifier des exemples des éléments du système Terre dans votre site d'étude? Qu'avez-vous appris? A propos de quoi êtes-vous plutôt perplexe? Expliquez.

3. Avez-vous réussi à prévoir des changements dans le site d'étude? Avez-vous bien compris tout ce qu'on a dit? Expliquez.

4. Est-ce clair pour vous qu'un changement dans les caractéristiques d'un des éléments du système a des conséquences dans les caractéristiques des autres éléments? Pourriez-vous donnez des exemples de cela sans hésiter si quelqu'un vous le demande? Donnez des exemples.

LC2 : Représenter dans un diagramme le site d'étude



Objectif général

Acquérir les compétences et les valeurs pour traduire dans un diagramme simple les interactions complexes entre les éléments d'un système terrestre.

Objectif spécifique

Les étudiants développent leurs capacités pour comprendre et représenter dans un diagramme leur site d'étude comme un système d'éléments en interconnexions. Pour commencer, à partir d'une photo du site, les étudiants nomment les éléments et les interconnexions du système, ils réalisent un diagramme simplifié du site d'étude. Les étudiants corrigent leur diagramme après s'être mis d'accord sur le nom des éléments et des liens qui les relient.

Compétences

Les étudiants devront être capable de :

- Analyser une photo de leur site d'étude, un système terrestre ;
- Nommer les interconnexions entre les éléments du système terrestre en photo ;
- Traduire leur analyse du site en un diagramme sur le site ;
- Ebaucher un diagramme simplifié du site
- Interpréter, évaluer et critiquer de manière constructive le diagramme des autres étudiants.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

La chaleur se transporte par conduction, convection et rayonnement.

La chaleur se déplace de l'objet le plus chaud vers l'objet le plus froid.

Le soleil est la plus importante source d'énergie en ce qui concerne les modifications à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Des réactions chimiques ont lieu en tout point de l'environnement

Sciences de la Terre et de L'Univers

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non vivants de l'écosystème.

Compétences scientifiques

Partager des concepts scientifiques à travers des diagrammes.

Evaluer les diagrammes des autres étudiants.

Présenter des preuves pour justifier des idées et des décisions.

A l'aide de preuves, développer des explications et prédictions.

Déterminer et analyser des explications intermédiaires.

Exposer des explications et des résultats.

Durée

90 minutes (deux séances en classe)

Niveau

Intermédiaire et avancé

Préparation

Choisissez un site d'étude (Si vous n'avez pas fait l'activité *LC1*).

Photographiez une fois ou plus le site d'étude.

Lisez : *Représentez les systèmes terrestres dans un diagramme.*

Faites des copies pour les étudiants

Matériel et instruments

Une copie de la photo du site d'étude pour chaque étudiant, (ou une copie de la Figure EA-LC2-1).

La liste des interconnexions de l'activité LC1, ou bien ceux de vos étudiants, ou bien la liste d'exemples.

Pré-requis

Aucun

Re*marques Spéciales*

Pour réaliser un diagramme

Comme il est expliqué dans l'article : *Représentez les systèmes terrestres dans un diagramme,* la progression se fait de diagrammes littéraux à des diagrammes plus schématiques. Cette progression se fait en quatre étapes (seul les trois premières sont nécessaires dans cette activités, la quatrième étant optionnelle et destinée à des étudiants avancés) :

Phase 1. Photographie annotée (phrases ou expression avec verbes)

Phase 2. Diagramme littéral du site en s'appuyant sur la photographie ; Utiliser les notes de la phase 1, peut-être retravaillées

Phase 3. Diagramme simplifié, les verbes sont remplacés par des flèches

Phase 4. Représentation schématiques où les symboles, les couleurs, sont utilisés pour toutes les annotations.

L'aboutissement du travail d'un étudiant est la synthèse des trois premières étapes de l'activité. Le diagramme de la phase 3 sera utilisé dans l'*activité LC4.*

Les étudiants de niveau avancés, sont capables de mieux résumer, et doivent donc être capables de réaliser un diagramme entièrement résumé avec des flèches.

C'est au professeur d'évaluer le niveau de ses étudiants et leurs capacités de concision, pour adapter en conséquence l'activité.

L'aboutissement à un diagramme entièrement schématique et concis est suggéré comme optionnel.

A propos d'écrire une liste d'interconnexions au tableau (voir étape 4.)

Laisser au tableau une liste d'interconnexions possibles au tableau, avant, pendant et après l'activité, laisse aux étudiants plus de chance de s'inspirer de ces interconnections, de mieux assimiler l'information, pour comprendre comment ils peuvent s'appliquer à leur diagramme du site d'étude

Il est important que les étudiants aient le temps de revenir sur leur diagramme pour le retoucher et l'améliorer, il se peut que pour certains étudiants les améliorations soient données comme travail à la maison.

Que Faire Et Comment Le Faire

Etape 1. Préparation

Choisir un site d'étude

Si vous n'avez pas fait l'activité LC1, il vous faut choisir un site d'étude, le site peut être le même que celui de GLOBE *Recherche Hydrologique*. Le site doit être familier aux étudiants, le plus appropriés aura de l'eau, de la terre, de l'air et des espèces vivantes. Un site à proximité d'un canal, d'une marre, d'un cours d'eau serait idéal. Si aucun de ces éléments n'est disponible, un site où des plantes et des animaux vivent dans des conditions naturelles conviendra.

Faire une photographie du site d'étude

Si vous n'avez pas fait l'activité LC1, prenez une photo du site d'étude maintenant. Choisissez une photo sur laquelle on peut voir toutes les principales caractéristiques du site étudié, faites des copies pour les étudiants. Des copies noir et blanc seront suffisantes. Si vous le souhaitez, vous pouvez faire des transparents des photos que vous avez prises pour animer des discussions en classe.

Lecture

Dans le *guide GLOBE des professeurs*, dans la section d'introduction *Explorez les liens* du chapitre *Le système Terre* lisez si vous ne l'avez pas déjà fait *Représenter les systèmes Terre dans un diagramme*. Cela vous donnera des conseils pour aider vos étudiants à réaliser leur diagramme. Vous pouvez aussi faire des copies des documents suivants pour vos étudiants.

Copies pour les étudiants

Conseils pour les étudiants

- Annoter une photo d'un site d'étude

-Réaliser un diagramme de votre site d'étude

Feuilles de travail :

- Feuille de réflexion personnelle des étudiants : Le site d'étude comme système

- Feuille de réflexion personnelle des étudiants : Que vous a appris la réalisation d'un diagramme sur votre site d'étude ?

Rubrique d'évaluation pour cette activité (Vous pouvez la montrer aux étudiants.)

En plus des documents précédents, si vous n'avez pas fait l'activité *LC1,* faites des copies dans cette activité de :

Liste d'exemples d'interconnexions pour les étudiants ;

Figure EA-LC2-1, Photos du site d'observation de l'université de Reynolds Jr. Sr.

Etape 2. *(Si vous n'avez pas fait l'activité LC1)* **Introduisez l'activité en discutant d'événements catastrophiques ou de changements qui se sont déroulés dans votre région.**

Demandez aux étudiants de proposer des évènements ou des changements comme des sécheresses, des inondations, des ouragans, des feux ou la perte d'un habitat écologique particulier comme les marais. Les étudiants ont-ils décrits ces événements ? Qu'est-ce qui a changé depuis ? Les gens comprennent-ils mieux ces phénomènes ? Qu'est-ce qu'ils ne comprennent pas ? Qu'est-ce qu'il reste à découvrir ?

Expliquez-leur qu'une nouvelle discipline scientifique - la science du système Terre - est nait, une discipline au sein de laquelle les scientifiques tentent d'expliquer les changements climatiques en étudiant les interactions entre les éléments terrestre. Toutes les disciplines qui étudient notre planète font parties de cette nouvelle discipline : la géologie, l'hydrologie, la chimie, la botanique, la zoologie et la météorologie.

Les personnes qui étudient la Terre en tant que système sont les pionniers de cette nouvelle discipline, en tant qu'expert de leur environnement proche, les étudiants de GLOBE peuvent participer. N'importe qu'elle région, n'importe qu'elle site possède des caractéristiques uniques. Posez aux étudiants les questions suivantes : Comment appliqueriez-vous la science du système Terre à l'un de vos sites d'étude ? Comment décrieriez-vous l'aspect *système* de votre site d'étude aux étudiants d'une autre école GLOBE : ses éléments et leurs interactions ?

Expliquez que chacune des activités de la série *Liens locaux (LC)* présente un aspect de ces questions.

Etape 3 : Aidez les étudiants à identifier dans le site d'étude, en tant que système Terre, quatre éléments principaux (si vous avez fait l'activité *LC1,* rappelez-leur) :

L'air
L'eau
Le sol
Les espèces vivantes

(Si vous n'avez pas fait l'activité *LC1*, au cours de laquelle les étudiants découvrent leur propre site d'étude, distribuez-leur la figure EA-LC2-1.)

Expliquez que les scientifiques utilisent les termes, atmosphère, hydrosphère, biosphère et sol lorsqu'ils se réfèrent à ces éléments.

Les termes sont en rapport avec les titres des recherches GLOBE : l'atmosphère, l'hydrologie, le sol, et la couverture du sol/biologie.
Ecrivez ces termes sur le tableau comme titre de colonnes, qui seront remplies avec les interconnexions en rapport.

Etape 4. A l'aide de la liste d'interconnexions que vos étudiants ont déterminé dans *l'activité LC1,* (si vous l'avez faites) ou bien la liste d'interconnexions donnée en exemple dans *l'activité LC1*, demander aux étudiants lequel des quatre éléments principaux du système Terre est impliqué dans chaque interconnexion.
Distribuez la liste d'interconnexion ou demandez aux étudiants de retrouver la leur (comprise dans l'ensemble de leurs devoirs sur *l'activité LC1*). Demandez à des volontaires de lire les interconnexions qu'ils ont trouvé, la classe déterminera lesquelles des quatre éléments du système Terre peut être rattaché à chaque interconnexion. Le professeur ou bien un étudiant désigné peut lister les interconnexions dans les colonnes appropriées. Il doit y avoir au moins deux éléments qui se rattachent à chaque interconnexion.

Si vous avez fait l'activité LC1, continuez avec l'étape 5. Sinon continuez avec l'étape 6.

Etape 5. Dès que deux ou trois interconnexions ont été listées pour chaque élément, discutez avec les étudiants pour savoir si les interconnexions sont basées sur des données (D), sur des informations d'arrière plan (A-P), ou sur des spéculations scientifiques (S), comme c'est décrit dans l'*activité LC1*.
Comme devoir à la maison, les étudiants auront déterminé sur quoi se base chaque interconnexion (D, A-P ou S). En classe faites tous ensemble l'exercice. Demandez aux étudiants de partager leurs choix, ils doivent pouvoir les justifier.
Certains choix peuvent être contradictoires, cela peut soulever un débat en classe sur la validité des informations selon les sources.

Etape 6. Les étudiants partagent et discutent des interconnexions qu'ils ont trouvées et toutes celles qui leur passent par la tête.
Autorisez-leur de modifier leur liste s'il s'agit de la liste d'interconnexions de l'*activité LC1.*
Les étudiants doivent justifier leurs idées en s'appuyant sur des données ou des informations d'arrière plan qu'ils seraient capables d'exposer s'ils avaient suffisamment de temps. La spéculation créative doit être encouragée, à condition qu'il y ait quand même une base scientifique.
De même, encouragez la discussion autour des idées controverses.

Etape 7. Rappelez aux étudiants qu'ils étudient leur site d'étude en tant que système.
Vous devez expliquer aux étudiants qu'ils vont utiliser ce qu'ils ont appris sur les éléments et les interconnexions de leur site d'étude pour en faire un diagramme.
Le résultat final sera un diagramme de leur site qu'ils pourront partager avec des étudiants d'autres écoles.
Une bonne première étape consiste à prendre des notes sur une photographie du site étudié.

Etape 8. Les étudiants annotent leur copie de la photographie du site d'étude.
Distribuez des copies de la photographie du site d'étude que vous avez choisie, et des copies de la feuille de travail : *Annoter la photographie d'un site d'étude*. Demandez-leur d'annoter de la façon suivante :
1. Désigner les quatre principaux éléments.
2. Faire une brève description des interconnexions entre les éléments, utiliser des courtes phrases.
Ceci constitue la première phase pour l'annotation d'une photographie, comme cela est expliqué dans les remarques spéciales, ci-dessus *Pour réaliser un diagramme.*
Si vous avez besoins de plusieurs photographies pour avoir tous les éléments principaux du site, montrez-les aux étudiants, mais ils ne doivent travailler que sur une seule pour leurs annotations.
S'il manque de la place sur la photo pour les annotations, les étudiants peuvent la coller sur une feuille de papier.
Bien que les instructions de travail pour les étudiants figurent sur leur feuille de travail, vous pouvez les réécrire sur un transparent ou bien au tableau.
Vous devez vous assurer que les étudiants ont bien compris que les annotations qu'ils prennent doivent révéler les interconnexions et les relations entre les éléments du système, comme la liste d'interconnexion l'a fait.
Si un étudiant dessine une interconnexion dans un seul sens, peut-il ou elle réfléchir de quelle manière l'interconnexion peut aller dans l'autre sens ?

Voir Figure EA-LC2-2, un exemple de photo annotée.

Les étudiants de niveau avancés sont sans doute capables de sauter l'étape 10, et passer directement de l'étape 9 à l'étape 11.

Etape 9. (facultative) Les étudiants écrivent une courte réflexion sur ce qu'ils ont appris.
Si ce genre de travail est nouveau pour certains de vos étudiants, prenez cinq à dix minutes pour être sûr qu'ils ont tout compris jusqu'ici. Distribuez-leur : *feuille de travail 2, Le site d'étude comme système : feuille de réflexion personnelle pour les étudiants.* Ramassez leur travail et regardez-le pendant qu'ils passent à la prochaine étape de l'activité.

Etape 10. Les étudiants réalisent maintenant un diagramme du site en s'aidant de la photographie annotée.
Comme cela est expliqué dans les remarques spéciales *Pour réaliser un diagramme,* ci-dessus, il s'agit de la deuxième étape de la réalisation des diagrammes.
Pour aider les étudiants à réaliser un diagramme simplifié, distribuez-leur des copies de la *feuille de travail 3, Réaliser votre diagramme (diagramme littéral).*
Les étudiants doivent simplifier ce qu'ils voient sur la photo, mais le diagramme doit en reprendre tous les éléments, faites le savoir aux étudiants, dites leur également qu'ils auront l'occasion plus tard dans l'activité de simplifier leur diagramme.
Les étudiants qui ont des difficultés à dessiner peuvent utiliser des formes simples pour représenter les éléments du site d'étude, il ne s'agit pas d'un concours de dessin !
Il serait bien que les étudiants annotent leur diagramme avec les mêmes phrases qu'ils ont utilisé pour annoter la photo, ils devraient également conserver les mêmes désignations pour les sources de leurs informations (D, A-P ou S pour respectivement données, informations d'arrière-plan, ou informations scientifique spéculative). Encouragez les à ajouter des interconnexions si de nouvelles leur viennent à l'esprit. Les annotations doivent être les plus simples et les plus claires.
Informez les étudiants que des personnes peuvent faire partie de leur diagramme !
Voir Figure EA-LC2-3, un exemple de diagramme littéral annoté.

Etape 11. Les étudiants réalisent un diagramme simplifié.
Comme cela est expliqué dans les remarques spéciales, *Pour réaliser un diagramme,* ci-dessus, il s'agit de la troisième étape de la réalisation des diagrammes.
Pour aider les étudiants à réaliser un diagramme simplifié, distribuez-leur des copies de la *feuille de travail 4, Réaliser votre diagramme simplifié du site.*
Enseignez aux étudiants comment utiliser des flèches pour représenter les verbes des annotations de la photo et du diagramme littéral. Les flèches doivent être à sens unique pour indiquer dans quelle direction l'interaction a lieu, pas de flèches à double sens.
Plutôt que de dessiner une multitude d'arbres, les étudiants peuvent en dessiner deux ou trois, de même pour les gouttes de pluie, une seule ou quelques gouttes suffiront. Un ciel remplit de nuage pourra être remplacé par un ciel avec un unique nuage.
Pendant l'étape de simplification des diagrammes, les étudiants devront décider quels éléments sont les plus importants à conserver. Cela signifie qu'ils prendront des décisions sur ce qui est essentiel à un système Terre.
Surveillez le travail des étudiants pendant cette étape, plus particulièrement si réaliser des diagrammes est quelque chose de nouveau pour eux. Ils auront besoin d'informations, et de conseils.
Voir Figure EA-LC2-4, un exemple de diagramme annoté simplifié.

Etape 12. Les étudiants échangent leurs diagrammes par groupe de deux.
Par groupe de deux les étudiants doivent interpréter et décrire le diagramme de leur binôme. L'auteur du diagramme écoute et découvre ce qu'il ou elle a clairement communiqué et ce qu'il ou elle lui reste à améliorer.
Encouragez les étudiants à évaluer le diagramme de leur binôme avec attention, à poser des questions sur des aspects qui ne sont pas claires, de formuler des critiques uniquement constructives. Informez-les qu'ils seront évalués sur l'importance des améliorations des diagrammes et des connaissances qu'ont suscitées leurs commentaires.
Vous pouvez suggérer que les étudiants prennent des notes sur les caractéristiques des meilleurs diagrammes.

Etape 13. (facultative, pour les étudiants de niveau avancés) Les étudiants réalisent des versions schématiques de leurs diagrammes.
Comme cela est expliqué dans les remarques spéciales *Pour réaliser un diagramme,* ci-dessus, il s'agit de la quatrième étape de la réalisation des diagrammes.
Enseignez à vos étudiants :

1. D'utiliser des symboles pour les interconnexions de leur diagramme simplifié (Etape 11) ;
2. Conserver les flèches pour montrer les interconnexions.

Etape 14. (facultative) Demandez aux étudiants de remplir une autre feuille de réflexion personnelle.
Distribuez aux étudiants la *feuille de réflexion personnelle* : *Qu'avez-vous appris en réalisant un diagramme de votre site d'étude ? Feuille de travail 5*, dites-leur de la remplir.

Etape 15. Si vous prévoyez de faire l'activité LC3, préparez-y les étudiants.
Les étudiants doivent savoir que l'on peut explorer les interconnexions entre les éléments du système Terre, ou bien visuellement avec les diagrammes mais également dans à l'aide de graphes mathématiques, dans la prochaine activité, ils réaliseront des graphes de données GLOBE, ils découvriront ce que l'on peut apprendre par cette technique sur les interconnexions.

Etape 16. Pour évaluer les étudiants, ramassez leur diagramme, leur photographie annotée, et leur liste d'interconnexions.
Si vous avez prévu de mener *l'activité LC4, Réaliser un diagramme d'un site d'étude pour des tiers personnes,* le diagramme des étudiants sera utile pour cette activité.

Evaluation des étudiants

Les devoirs suivant peuvent être utilisés pour évaluer les étudiants :
Photographie annotée (« Etape 1 » de la réalisation des diagrammes)
Diagramme littéral (« Etape 2 » de la réalisation des diagrammes)
Diagramme simplifié (« Etape 3 » de la réalisation des diagrammes)
Qualités relationnelles et communicatives des étudiants lorsqu'ils critiquent les diagrammes des autres
Feuille de réflexion personnelle : Le site d'étude comme système
Feuille de réflexion personnelle : Qu'avez-vous appris en réalisant un diagramme de votre site d'étude ?

Des rubriques sont prévues pour évaluer les photos annotées, diagrammes et qualités relationnelles et communicatives des étudiants.

Même si ce que les étudiants rédigent sur leurs feuilles de réflexion personnelle n'est pas évaluable quantitativement, les feuilles jouent un rôle important et peuvent servir pour préparer l'enseignement à venir.

Pour aller plus loin

Systèmes familiers

Demandez aux étudiants de nommer quelques systèmes. S'ils ont besoin d'aide, suggérez-leur les sports d'équipes, les groupes d'amies, les moteurs de voitures, etc. Qu'ils déterminent les éléments et les composants de chaque système, ainsi que la façon dont ils sont liés. Demandez aux étudiants de faire une esquisse d'un diagramme de leur choix.

Figure EA-LC2-1 : Photographie du terrain d'étude de l'université de Reynolds Jr à Greenville, Pennsylvanie USA.

Figure EA-LC2-2 : Photographie annotée du site d'étude de l'université de Reynolds Jr

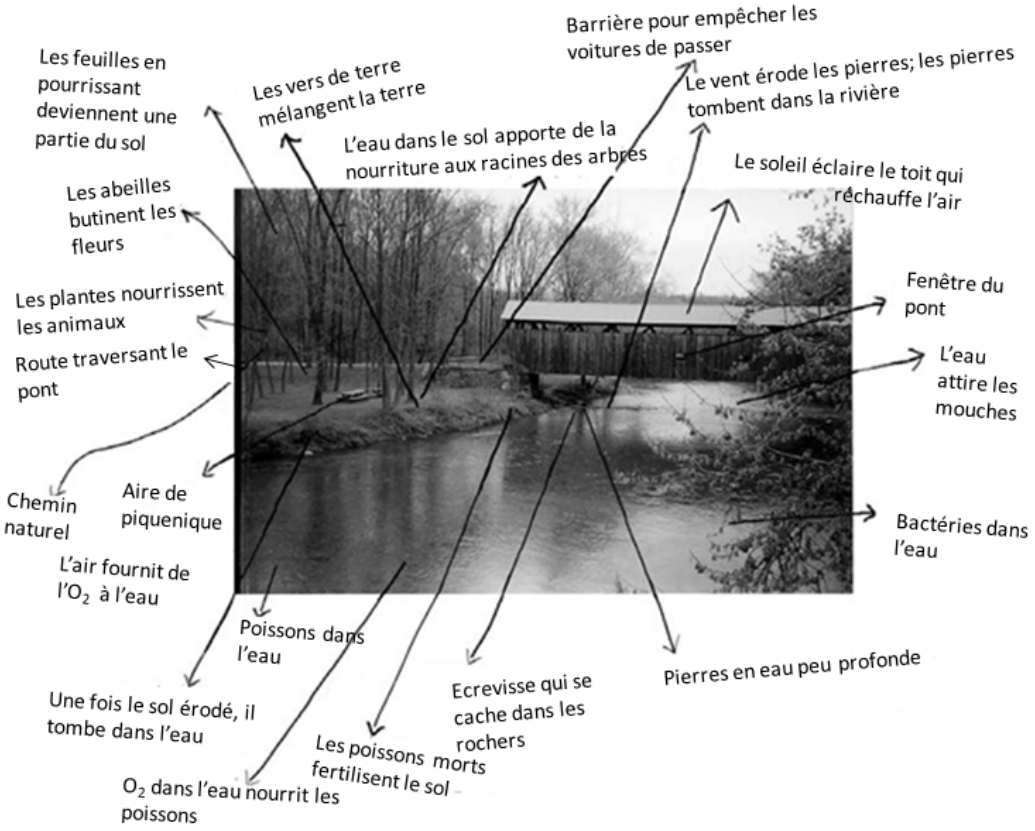


Figure EA-LC2-3 : Diagramme littéral annotée d'un site d'étude hydrologique à l'université de Reynolds Jr

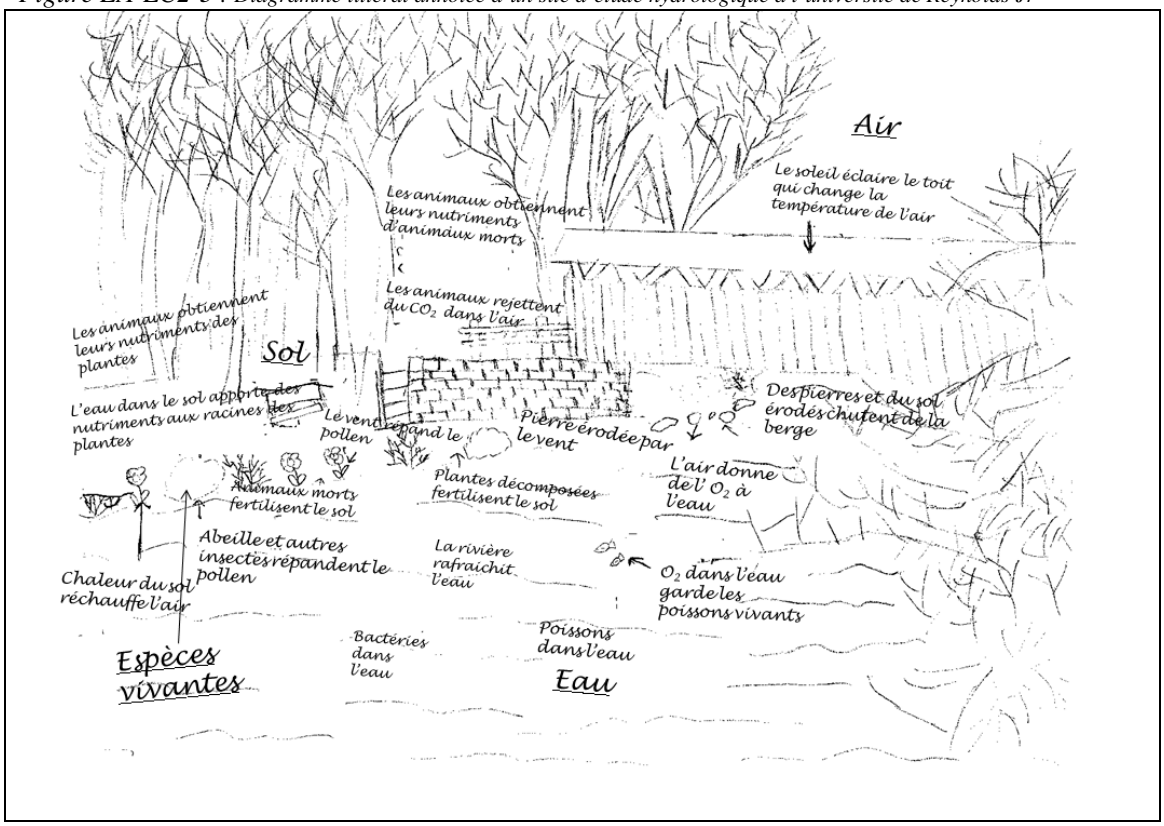
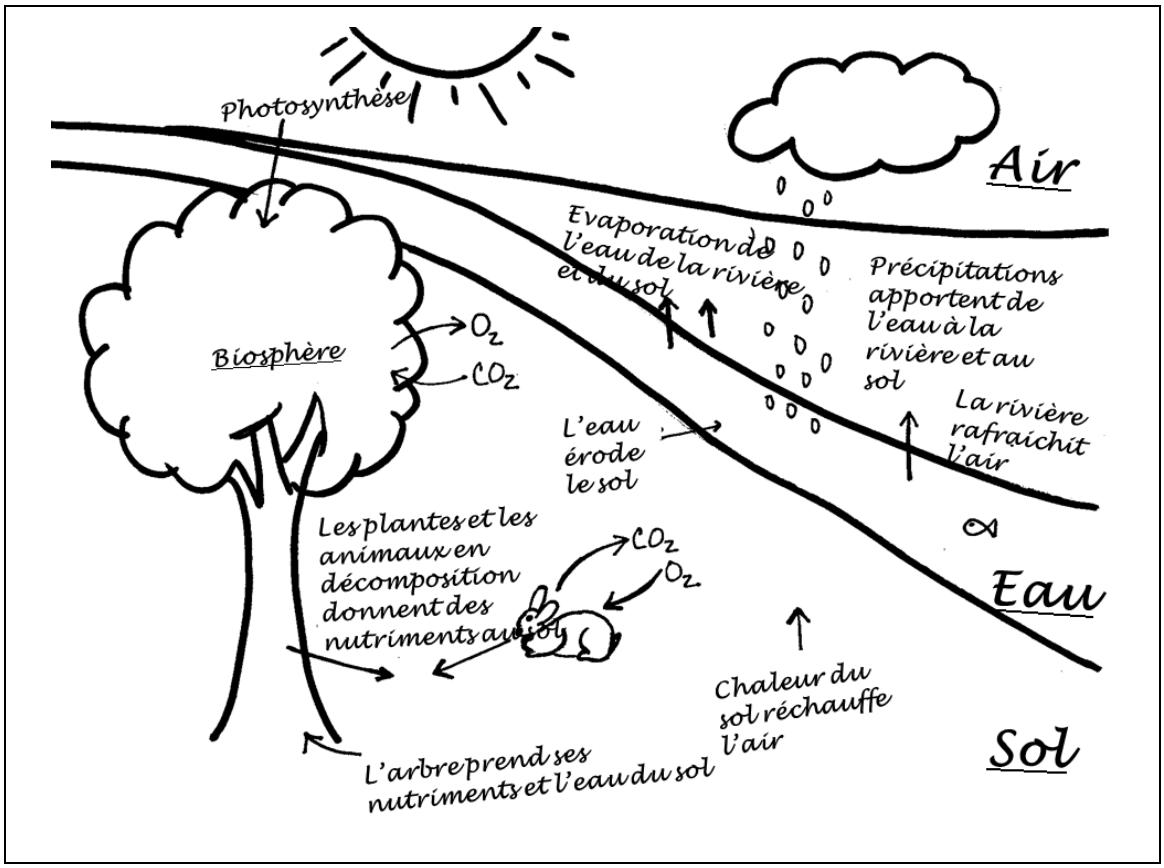


Figure EA-LC2-4 : Diagramme simplifié annotée d'un site d'étude hydrologique à l'université de Reynolds Jr



Annoter un site d'étude Photographie

Feuille de travail - 1

Nom:_____ Classe: _____ Date:_____

Annoter signifie décrire avec de courtes phrases. Annotez la photo du site d'étude (sur la feuille sur laquelle la photo est collée) de la façon suivante :

1. Nommez les quatre éléments principaux du système : atmosphère, hydrosphère, sol, et la biosphère.

2. A l'aide de la liste d'interconnexions que vous avez déterminé dans l'activité précédente, ou à l'aide de la liste fournit par GLOBE, écrivez de courtes descriptions des interconnexions entre les éléments du système que vous voyez sur la photo.

Suivez ces conseils :

1. Utilisez des expressions ou des courtes phrases avec des verbes.

2. Soyez certain de décrire *les interconnexions et les échanges* entre les éléments du système, comme ce qui a été fait pour la liste d'interconnexion.

3. *Ecrivez aussi lisiblement que possible.* Rappelez-vous, d'autres étudiants doivent être capables de comprendre votre travail.

4. Si vous manquez de place pour rédiger vos annotations, mettez un chiffre à coté de l'élément ou la caractéristique que vous souhaitez annoter, entourez le chiffre afin qu'il soit facile à repérer. Ecrivez les annotations sur une feuille séparée. Attachez la feuille et la photo ensemble.

5. Si la photo du site ne montre pas des caractéristiques du site que vous jugez importantes, vous pouvez ajouter les annotations correspondantes de la même façon qu'expliqué au point 4.

6. Attachez la photo et ses annotations à cette feuille.

Le site d'étude comme système

Feuille de travail – 2 : Feuille de réflexion personnelle pour les étudiants

Nom:_____ Classe: _____ Date:_____

L'objectif des questions ci-dessous est que vos réponses aide le professeur à savoir ce que vous pensez et, sur quels points vous pouvez avoir besoin d'aide. *Vous ne serez pas évalué sur les questions suivantes.*

1. Qu'avez-vous appris assurément sur comment les éléments d'un système interagissent entre eux ?

2. Quels points avez-vous du mal à comprendre en ce qui concerne les interactions entre les éléments du site d'étude ?

3. Que souhaiteriez-vous savoir de plus sur le sujet ?

Réaliser un diagramme du site d'étude [Diagramme littéral]

Feuille de travail - 3

Nom:_____ Classe: _____ Date:_____

A l'aide de la photo annotée, faites un diagramme littéral de votre site d'étude. L'objectif de ce diagramme est de vous faire communiquer ce que vous voyez comme éléments principaux dans votre site d'étude comme éléments du système Terre, et que vous montriez comment ils interagissent. Si vous avez du mal à dessiner, utilisez des formes géométriques simples pour représenter les différents éléments. Annotez-les.

Pour réaliser votre diagramme littéral, suivez ces conseils.

1. Dans votre diagramme littéral, représentez et annotez tous les éléments du système Terre qui apparaissent sur la photo annotée.

2. A l'aide des expressions ou des phrases que vous avez utilisé pour annoter la photo, annotez votre diagramme et représentez les interconnexions. Indiquez bien où se trouvent les interconnexions et quels éléments elles relient.

3. Pendant la réalisation de votre diagramme, y-a-t'il des éléments que vous n'aviez pas remarqués, ou annotés ? Si c'est le cas, ajoutez-les à votre diagramme littéral, et annotez-les.

4. Pendant la réalisation de votre diagramme, y-a-t'il des interconnexions entre des éléments que vous n'aviez pas annotés sur votre photo annotée ? Si c'est le cas, ajoutez-les maintenant à votre diagramme littéral. Indiquez bien où se trouvent les interconnexions et quels éléments elles relient.

Réaliser un diagramme du site d'étude [Diagramme simplifié]

Feuille de travail - 4

Nom:_____ Classe: _____ Date:_____

Première chose, *il n'existe pas une unique façon correcte* de faire un diagramme. Votre style de diagramme peut très bien être différent d'un autre. L'important est que votre diagramme soit *précis et complet,* et qu'il communique clairement vos idées. D'autres étudiants doivent être capables de comprendre vos idées, d'un simple regard sur votre diagramme.

Deuxième chose, il se peut que vous souhaitiez plus d'une fois corriger votre diagramme. Faites-le le mieux possible, mais soyez conscient que vous aurez de multiples occasions pour le corriger.

Utilisez la photo annotée et votre diagramme littéral comme base pour votre diagramme simplifié. Suivez ces conseils :

1. Dessinez et annotez les quatre éléments principaux du système votre site d'étude. (Vous devriez maintenant savoir desquels il s'agit !)

2. Utilisez des flèches pour remplacer les verbes que vous avez utilisés dans vos annotations sur la photo et le diagramme littéral. Dessinez des flèches orientées dans un seul sens, elles indiquent dans quelle direction a lieu chaque interaction. Ne faites pas des flèches à double sens.

3. Sur la flèche, indiquez ce qui bouge d'un élément à un autre (comme la pluie qui passe des nuages au sol).

Quand vous allez transformer votre diagramme littéral en un diagramme simplifié, vous allez devoir prendre des décisions sur ce qui est important de conserver. Cela signifie, que vous prenez des décisions qui déterminent quels sont les éléments essentiel du système Terre votre site d'étude.

4. Attachez votre travail à cette feuille

Qu'avez-vous appris en réalisant un diagramme de votre site d'étude ?

Feuille de travail – 5 : Feuille de réflexion personnelle pour les étudiants

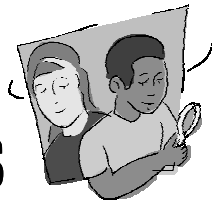
Nom:_____ Classe: _____ Date:_____

1. Qu'avez-vous appris sur le site d'étude lui-même ?

2. Qu'avez appris sur la réalisation d'un diagramme ?

3. Dans le diagramme de votre binôme, quelles qualités ou techniques avez-vous trouvé importantes ?

LC3 : Utiliser des graphes pour montrer des relations



Objectif général

Montrer comment des graphiques de données GLOBE à travers le temps confirment les interconnexions entre les composants du système terrestre au niveau local.

Objectif spécifique

La classe observe les interconnexions parmi les composants du système terrestre en créant des graphiques à partir de données des étudiants GLOBE sur les températures de l'air, du sol ou de l'eau. Les étudiants les plus à l'aise peuvent créer des graphiques en intégrant d'autres variables, tel que les précipitations ou l'humidité du sol. La classe analyse et comprend ces graphiques, en vue de répondre aux questions. Chaque élève écrit une description des principales interconnexions ainsi que des autres variables qu'ils ont repérés sur les graphiques.
Si l'école ne possède pas encore ses propres données GLOBE sur 12 mois, la classe travaille avec les données de Reynolds JrS r High School, une école GLOBE de Greenville, Pennsylvanie, USA.

Compétences

Les étudiants devront être capables :

- D'analyser et de comprendre un graphique de données GLOBE qui montre les températures de l'air, du sol et de l'eau sur une année.
- D'expliquer comment des graphiques de données GLOBE peuvent montrer des relations parmi les composants d'un système terrestre.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

La chaleur se transporte par conduction, convection et rayonnement.

La chaleur se déplace de l'objet le plus chaud vers l'objet le plus froid.

Le soleil est la plus importante source d'énergie en ce qui concerne les modifications à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

.

Les réactions chimiques ont lieu partout dans l'environnement.

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Science de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non-vivants de l'écosystème.

Compétences scientifiques

Faire des graphiques sur internet.

Analyser et comprendre des graphiques

Utiliser des outils et techniques appropriés

Développer des explications et des prévisions en utilisant des preuves.

Reconnaître et analyser différentes explications.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Communiquer des résultats et des explications

Durée

45 minutes

Niveau

Intermédiaire, avancé

Matériel et instruments

L'outil graphique GLOBE présent sur le site internet de GLOBE.

Une imprimante (pour imprimer les graphiques des données GLOBE)

Du papier millimétré : 1-2 feuilles par étudiants.

Préparation

Construire les graphiques en avance

Préparez les copies des étudiants

Pré requis

Aucun

Que Faire et Comment Faire

Etape 1. Préparation

Construire les graphiques

Il est conseillé de faire les graphiques nécessaires pour cette activité avant de les faire avec les étudiants. Il est aussi conseillé d'imprimer et de copier les graphiques pour l'utilisation des étudiants, même si les étudiants feront leurs propres graphiques sur ordinateurs. Si vous avez besoin de vous familiariser avec l'outil graphique de GLOBE, regardez *L'Utilisation de l'outil graphique de GLOBE* dans la section *Trousse à Outils.*

Quatre graphiques avec les données GLOBE des étudiants de Reynolds Jr.Sr.High school vous sont fournies pour les copier si besoin.

Faire des Copies pour les Elèves

Analyser et Interpréter *la Feuille de Travail* des graphiques

Rubrique d'évaluation pour cette activité (Vous pourrez partager avec les étudiants.)

Si vous avez réalisé l'activité LC2, allez à l'étape 4.

Etape 2. *(Commencez ici si vous n'avez pas réalisé les deux activités LC1 et LC2).* **Introduisez l'activité avec une discussion d'un évènement ou de changements dramatiques qui se sont déroulés dans votre région.**

Demandez aux étudiants de proposer des évènements ou changements, tel que la sécheresse, inondation, ouragan, incendie, ou les problèmes d'une zone habitée comme l'humidité. Les étudiants devront décrire ces évènements. Qu'est ce qui a changé? Qu'est ce que les gens ont compris de ces évènements? Qu'est ce que les gens n'ont pas compris? Que devons nous découvrir?

Expliquez qu'il y a un nouveau domaine scientifique – La science du système terrestre est apparue, à travers laquelle les gens tentent de comprendre les changements comme ceux-là en s'intéressant davantage aux façons dont les endroits de la Terre communiquent pour constituer un ensemble. Le domaine de la science du système terrestre intègre toutes les sciences qui sont en rapport avec la Terre : géologie, hydrologie, chimie, botanique et zoologie, et météorologie.

Les gens qui étudient la Terre comme un système sont des pionniers dans ce domaine, et, en tant qu'experts sur leurs propres régions, les étudiants GLOBE peuvent participer. D'une certaine manière, chaque région, chaque site est unique. Demandez au étudiants : Comment voudriez vous prendre part à la science du système terrestre pour l'un de vos sites d'étude. Comment voudriez vous communiquer l'aspect *système* de votre site d'étude, ses parties et comment elles sont liées, pour une autre école GLOBE?

Expliquez que chacune des activités dans les séries de *Connexions Locales (LC)* concernent les aspects de cette question.

Etape 3 : Introduire cette activité.
Vos étudiants ont exploré leurs sites d'étude GLOBE en faisant des observations, rassemblant des données, et en menant des enquêtes. Pour les étudiants qui feront les graphiques des données GLOBE à partir de Reynolds Jr. Sr. High School, des photos prisent en direction des quatre points cardinaux à partir du site d'étude d'hydrologie se trouvent à l'image EA-LC3-1. Ces photos donneront aux étudiants un aperçu de ce à quoi un site d'étude ressemble. Faites savoir aux étudiants que dans cette activité, ils observeront la Terre comme un système en dessinant les données GLOBE, recherchant les relations entre les composants de leur localisation : air, et sol ou eau.

Quels sont les rapports entre l'air et le sol ou l'eau ? Dirigez une brève discussion. Si les étudiants n'évoquent pas l'échange de la chaleur parmi les autres composants du système (aussi connu sous le cycle énergétique), proposez leurs. Ils ont certainement lu quelque chose sur cet échange de chaleur, et de la relation entre l'air et le sol ou l'eau, mais ont-ils vu des données portant sur le phénomène? Ils pourront dessiner des graphiques avec les données GLOBE et rechercher la preuve de ces relations.
Si vous n'avez pas dirigé l'activité précédente, l'activité LC2, passer l'étape 4 et allez directement à l'étape 5.

Etape 4. Remémorer aux étudiants l'activité précédente, de manière à ce qu'ils trouvent que schématiser est une façon d'observer et de comprendre un site d'étude comme un système.
Rappelez aux étudiants que c'est dans cette activité, qu'ils ont construit des diagrammes pour présenter et illustrer leurs idées au sujet des interconnexions parmi les quatre principaux composants d'un site d'étude : l'atmosphère, l'hydrosphère, la pédosphère, et la biosphère. En tant que meneur, demandez leur de décrire brièvement deux ou trois de ces interconnexions. Dites leurs que dans cette activité ils observeront les interconnexions d'une autre manière : en construisant des graphiques sur ordinateurs avec les données GLOBE.

Etape 5. Expliquer ce que les graphiques doivent montrer.
Distribuez la *Feuille de Travail d'analyse et d'interprétation* des graphiques destinée aux étudiants. Expliquez que chaque graphique a pour but de montrer 12 mois de données, ou un cycle annuel. Chaque point sur le graphique représentera une mesure individuelle.

Demandez aux étudiants :

- Que se passerait il si vous construisez les graphiques en montrant la moyenne des données collectées pour chaque mois plutôt que pour chaque jour?

(Le graphique aurait beaucoup moins de points de données et vous ne seriez pas capable de voir les variations de jour en jour.)

- Que seriez vous capable d'apprendre à partir d'un graphique aux moyennes mensuelles?

(Vous seriez capable d'apprendre des tendances générales de températures durant l'année.)

- Que seriez vous incapable d'apprendre?

(Vous ne seriez pas capable d'appréhender les effets des évènements à court terme, tel que les orages, sur les températures, ni sur les moindres détails des relations possibles entre les températures de l'air, du sol ou de l'eau.)

Il est recommandé que les étudiants représentent les données de leurs propres écoles. Si l'école n'a pas recueilli les températures de l'air, du sol ou de l'eau sur une année, les étudiants peuvent dessiner les graphiques à partir des données de Reynolds Jr. Sr. High School, une école GLOBE de Greenville, Pennsylvanie, USA. Observez les images de EA-LC3-2 à EA-LC3-5.
Les étudiants à l'aise pourront construire des graphiques plus complexes, intégrant des types de données différentes comme l'image EA-LC3-5, quant aux étudiants moyens, ils seront capables d'étudier les graphiques de données GLOBE de manière plus poussée.

Etape 6 : La classe utilise l'outil de visualisation GLOBE pour construire le premier graphique, la température maximum de l'air sur une année. Posez leurs des questions pour les aider dans l'analyse et l'interprétation du graphique. Annotation pour l'enseignant : Les explications données pour comprendre pourquoi le système répond de cette manière à Reynolds Jr. Sr. High School dans cette étapes et les suivantes ne pourra pas s'appliquer à votre site d'étude local. Si vos données montrent des relations différentes que celles de Reynolds, demandez à vos étudiants de les décrire et de comprendre pourquoi elles sont différentes.
Si les ordinateurs ne sont pas disponibles, utilisez avec les étudiants les copies des versions imprimées des graphiques pour étudier et interpréter. Observez les images de EA-LC3-2 à EA-LC3-

Les étudiants devront ouvrir le logiciel de visualisations GLOBE sur le site internet GLOBE, et aller sur les graphiques GLOBE – Moment du traçage des points par les étudiants. Ils devront construire un graphique avec la température maximale de l'air d'une année à partir de leur propre école ou du site d'étude atmosphérique de Reynolds Jr. Sr. High School (aussi connu sous «ATM-02 Station Météo »). (Les données de Reynolds Jr. Sr. High School de 1998 sont montrées à l'image EA-LC3-2) Demandez aux étudiants de répondre aux questions ci-dessous concernant le graphique, en utilisant leurs *Feuilles de Travail*. Donnez aux étudiants 5 minutes pour écrire leurs réponses, puis débattez des questions en classe. A la fin de l'activité, il est possible que les étudiants revoient leurs réponses avant que vous ramassiez les *Feuilles de Travail*.

Les réponses attendues de la part des étudiants figurent entre parenthèses.

- Quel est le mois aux températures d'air les plus élevées? Pourquoi ?
  (Sur le graphique des données de Reynolds Jr. Sr. High School, les mois de juillet et d'août ont des surfaces de températures d'air équivalentes. Alors que le solstice d'été est en juin, le système terrestre réagit tardivement. Pour ce qui est du résultat, les températures maximales ont lieu en juillet et août à Reynolds. Dans plusieurs parties de l'hémisphère Nord, les températures maximales sont en août. Des températures d'air chaudes se poursuivent quelques jours de septembre et au début octobre, mais il y a quelques jours de ces mois avec des températures très basses qu'il n'y pas en juillet ou en août.)
- Quel est le mois aux températures d'air les plus basses? Pourquoi?
  (Sur le graphique des données de Reynolds Jr. Sr. High School, le mois de décembre a les températures d'air les plus basses. Il doit y avoir eu une masse d'air particulièrement froide qui est venue, parce que normalement, les plus basses températures sont plus tard dans l'hiver, quand le sol est devenu froid.)
- Quel est l'écart des températures de l'air durant l'année (la différence entre les plus hautes et les plus basses températures)?
  (Sur le graphique des données de Reynolds Jr. Sr. High School, l'écart s'étend de +32C à -12C, soit un écart de 44°C.)

Etape 7. La classe devra construire un second graphique de la température du sol ou de l'eau sur une année et comprendre les significations.

Demandez aux étudiants de répondre aux questions ci-dessous concernant le graphique (la température de la surface de l'eau de l'année 1998 prise par Reynolds Jr. Sr. High School est présentée à l'image EA-LC3-3), en utilisant leurs *Feuilles de Travail*. Donnez aux étudiants 10 minutes (ajustez selon les besoins de la classe) pour écrire leurs réponses, puis débattez des questions en classe.

- Quel mois a la température du sol (ou de l'eau) la plus élevée? Pourquoi?
  (Sur le graphique des données de Reynolds Jr. Sr. High School, la température de l'eau la plus haute de 24 degré C est atteinte en août, avec en juillet des températures proches. La température de la surface de l'eau demande quelque temps avant de répondre complètement à la forte quantité de radiation solaire qui apparaît en juin. Pour ce qui est du résultat, les plus hautes températures de l'eau ont lieu en août pour Reynolds Jr. Sr. High School.)
- Quel mois a la température du sol (ou de l'eau) la plus basse? Pourquoi?
  (Sur le graphique des données de Reynolds Jr. Sr. High School, la plus basse température de l'eau est en mars, pourtant il y a plus de jours avec des températures de l'eau basses en Janvier et au début de février, quand l'air est le plus froid. En comprenant pourquoi ceci est arrivé, ne pas oublier que les températures maximales de l'air sont prises tous les jours, et les températures de la surface de l'eau sont prises une fois par semaine. A ce moment là, revenez au graphique des températures maximales de l'air de Reynolds Jr. Sr. High School, l'image EA-LC3-2. Il y a un nombre de jours en Mars où la température de l'air est basse. Puisque cette période a duré plus d'un jour, elle semble avoir affecté les températures de la surface de l'eau, constituant ainsi une mesure aussi faible.)
- Quel est l'écart des températures du sol (ou de l'eau) durant l'année?
  (Sur le graphique des données de Reynolds Jr. Sr. High School, l'écart des températures de l'eau est de 24 degrés Celsius à 1 degrés Celsius, soit 23 degrés.)

Etape 8. La classe devra construire un troisième graphique, de la température de la surface de l'air et la température du sol ou de l'eau ensemble, et comprendre les significations.

Demandez à la classe qu'est ce que ce graphique montre concernant l'interconnexion entre la température de l'air et la température du sol (ou de l'eau), en utilisant les questions ci-dessous. Le graphique des températures maximales de l'air, de la surface de l'eau et du sol durant l'année 1998 de Reynolds Jr. Sr. High School est présenté à l'image EA-LC3-4. A nouveau, donnez 5 minutes aux étudiants pour qu'ils écrivent leurs réponses sur leurs *Feuilles de Travail*, ensuite débattez sur les questions et leurs réponses en classe.

- Les températures de l'air et du sol (ou de l'eau) devraient elles atteindre leurs plus hautes valeurs les mêmes mois? Pourquoi ou pourquoi pas?
  (L'air, l'eau et le sol atteignent leurs plus hautes températures à différents moments, parce qu'ils ont des capacités de chaleur différentes. L'air et le sol absorbent et libèrent la chaleur plus vite que l'eau. Et l'air et le sol atteindraient leurs plus hautes températures plus tôt dans l'année que l'eau. Sur le graphique de température de l'air et de la surface de l'eau de Reynolds Jr. Sr. High School en 1998, l'air approche de sa température maximale pendant le printemps plus vite que la surface de l'eau et atteint ses fortes valeurs un mois avant l'eau. Les moments où les températures de l'air sont constamment élevés ont lieu en juillet et en août et pour la surface de l'eau c'est au milieu du mois de juillet et août.)
- Pourquoi les sommets des températures de l'air et du sol (ou de l'eau) sont différents?
  Que cela montre sur les différentes caractéristiques de ces deux composants du système terrestre?
  (Les valeurs maximales (minimales) de la température de l'air sont toujours plus (moins) grandes que les valeurs maximales de la température de la surface de l'eau. Ceci s'explique car la chaleur spécifique de l'air (la quantité d'énergie requise pour augmenter la température de l'air de 1 C) est faible par rapport à la chaleur spécifique de l'eau. Ainsi, avec la même quantité d'énergie entrante (sortante) la température de l'air augmente (diminue) plus que la température de l'eau.
- Qu'est ce que ce graphique montre concernant l'interconnexion entre les températures de l'air et du sol (ou de l'eau)? Quelle tendance constatez vous?
  (Les températures de l'air, de l'eau, et du sol suivent la même tendance pendant le cycle annuel, avec généralement les températures de l'eau plus hautes l'hiver et plus basses l'été, et les températures du sol généralement plus basses en hiver et plus hautes en été que les températures de l'air. C'est une généralité qui peut varier de régions en régions.)

Si vous avez réalisé l'activité LC2, allez directement à l'étape 9.

Si vous n'avez pas réalisé l'activité LC2, allez directement à l'étape 10.

Etape 9. Si vous avez réalisé *l'activité LC2*, demandez à la classe comment l'information sur ce graphique est reliée à leurs diagrammes.

Aucun élève n'a inclus le transfert de la chaleur dans leurs diagrammes de leurs sites d'étude pendant l'activité précédente? Expliquez que la chaleur circule de l'air vers le sol, du sol vers l'air, de l'air vers l'eau, et de l'eau vers l'air. La direction du transfert de chaleur dépend de qui est le plus chaud. Si l'air est le plus chaud, le transfert de la chaleur se fait de l'air vers le sol ou l'eau, et si le sol ou l'eau sont les plus chauds, le transfert de la chaleur se fait du sol ou de l'eau vers l'air.

Etape 10.Donnez aux étudiants quelques minutes pour écrire leurs réponses aux questions de leurs *Feuilles de Travail*, y compris les questions de *l'auto réflexion*, puis collecter les *Feuilles de Travail*.

S'il ne reste pas assez de temps en classe pour cette étape, les étudiants peuvent finir de compléter leurs *Feuilles de Travail* à la maison. Si vous pouvez vérifier les *Feuilles de Travail* avant de réaliser l'activité suivante, vous aurez la possibilité d'organiser le cours de cette activité en cohérence avec les réponses des étudiants pour les questions de l'auto-reflexion.

Etape 11. Si vous envisagez de réaliser l'activité LC4, préparez les étudiants.

Faites savoir aux étudiants que dans l'activité suivante, ils développeront un diagramme en classe et une description de leur site d'étude, pour partager avec les autres écoles GLOBE.

Evaluation de l'Elève

L'analyse et l'interprétation des graphiques de la Feuille de Travail, peuvent être utilisées pour l'évaluation. Une rubrique d'évaluation est fournie.

La dernière partie de la *Feuille de Travail* est destinée à l'auto réflexion de l'élève, et leurs réponses aux questions qui ne sont pas quantifiables.

Si le temps vous le permet, comme la tâche d'évaluation, vous pourrez demander aux étudiants de construire les graphiques qui étaient demandés dans cette activité, en utilisant les données d'une autre école GLOBE. Les mêmes rubriques sur l'analyse et l'interprétation des graphiques peuvent être utilisées pour l'évaluation de ce travail.

Recherches plus poussées

Pour poursuivre l'étape 8, les étudiants devront imaginer d'autres interconnexions entre les composants du système terrestre dont une pourra être étudiée en construisant des graphiques.

Les étudiants devront récupérer leurs diagrammes de l'activité LC2, ou utiliser l'exemple de diagramme fournis pour cette activité, l'utilisation des diagrammes pourra les aider à trouver des idées. Dirigez une courte discussion en classe sur les autres interconnexions qui pourraient être observées par des graphiques.

Pour les étudiants les plus à l'aise, l'enseignant peut proposer des recherches plus poussées en utilisant les données de l'école GLOBE.

Quelques idées pour les interconnexions que les étudiants peuvent explorer par les graphiques et l'analyse de données :

Température de l'air, précipitation, et l'humidité du sol (image EA-LC3-5)

Température de l'air et les températures du sol à 5cm et 10 cm

Les températures de l'air et l'humidité du sol à différentes profondeurs.

pH des précipitations, pH de l'eau, et pH du sol

La température de l'air, la chute de pluie et la chute de neige

Les étudiants devront étudier les graphiques qu'ils réalisent pour observer où les variables changent avec une certaine constance dans la relation avec les autres. Par exemple, regardez à l'image EA-LL-56. Cette image montre la moyenne mensuelle de la température maximale de l'air, la précipitation, l'humidité du sol à 10 cm, et l'humidité du sol à 90 cm par Reynolds Jr. Sr. High School de Greenville, Pennsylvanie, USA, à partir du 1 avril 1998 au 1 octobre 1998. Vous pouvez voir que lorsque la température augmente entre le printemps et l'été l'humidité du sol diminue, cette diminution de l'humidité du sol se fait avant et à un degré plus important à 10 cm qu'à 90 cm. Ceci ce produit car la température monte, ainsi l'évaporation augmente, et le sol sèche. Le sol plus près de la surface sèche plus tôt parce qu'il est plus proche de l'atmosphère chaude. Cette tendance peut être vue comme une constante si vous regardez comment ces variables varient pendant plusieurs années. De plus, vous pouvez voir qu'après chaque précipitation, l'humidité du sol près de la surface augmente sur une courte durée, puis revient à sa diminution normale entre le printemps et l'été quand les températures augmentent. C'est une tendance constante durant une période montrée sur le graphique. Ainsi, ce graphique montre les interconnexions entre l'atmosphère (température et précipitation) et le sol (humidité du sol).

Pour poursuivre cette activité, vos étudiants doivent dessiner des graphiques avec des données provenant d'autres écoles GLOBE pour observer les interconnexions parmi les composants du système terrestre sur ces sites d'étude.

Faites savoir à vos étudiants que les caractéristiques écologiques et physiques des sites d'études des écoles GLOBE à travers la Terre sont différentes, par conséquent les interactions parmi les composants des sites d'étude peuvent également être différentes. Les relations spécifiques pour qui vos étudiants trouvent des preuves peuvent ne pas apparaître sur les données d'une autre école. Ceci ne signifie pas que vos étudiants devront négliger ce qu'ils ont trouvé sur leurs graphiques ou les données des autres écoles, il serait intéressant de réagir en les faisant réfléchir sur la diversité et la complexité du système terrestre sur lequel nous vivons.

Image EA-LC3-1 : Photographies du site d'étude Reynolds en direction des quatre points cardinaux à partir du site d'hydrologie a) Nord, b) Est, c) Sud, d) Ouest. La photo du site d'étude de Reynolds Jr. Sr. High School se trouve à l'image EA-LC2-1.

a. Nord

b. Est

c. Sud

d. Ouest

Image EA-LC3-2 : Température d'air maximale à Reynolds Jr. Sr. High School 01/01/1998 – 31/12/1998

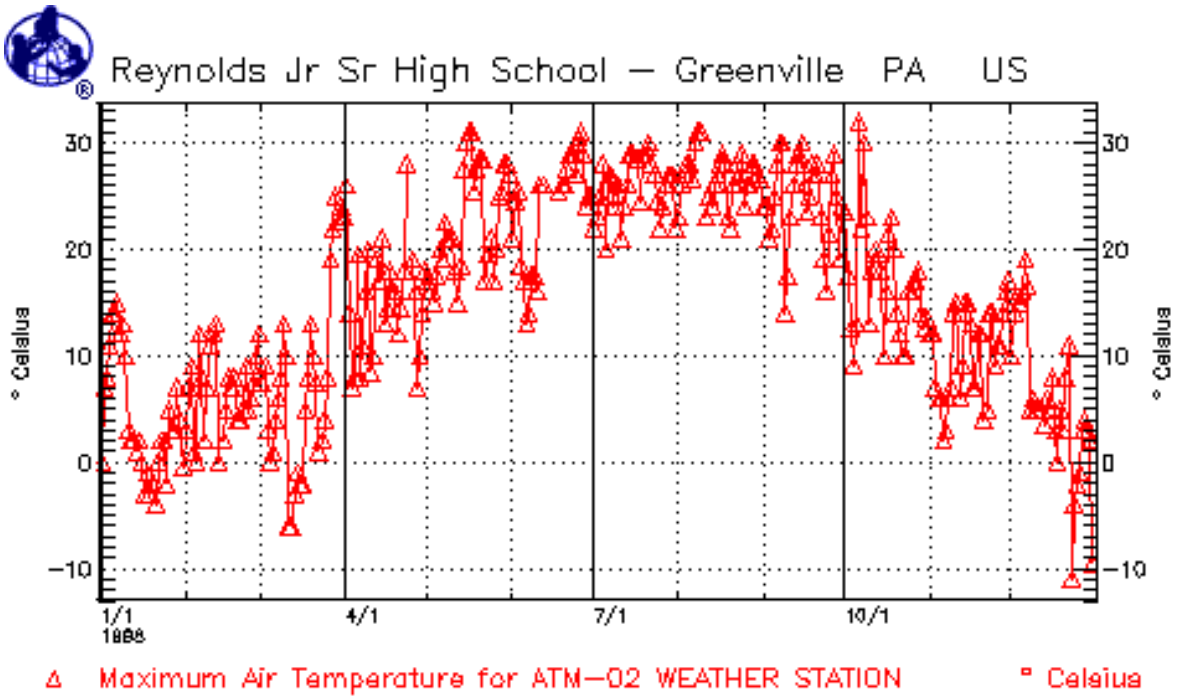


Image EA-LC3-3: Température de la surface de l'eau à Reynolds Jr. Sr. High School 1/1/98-31/12/98

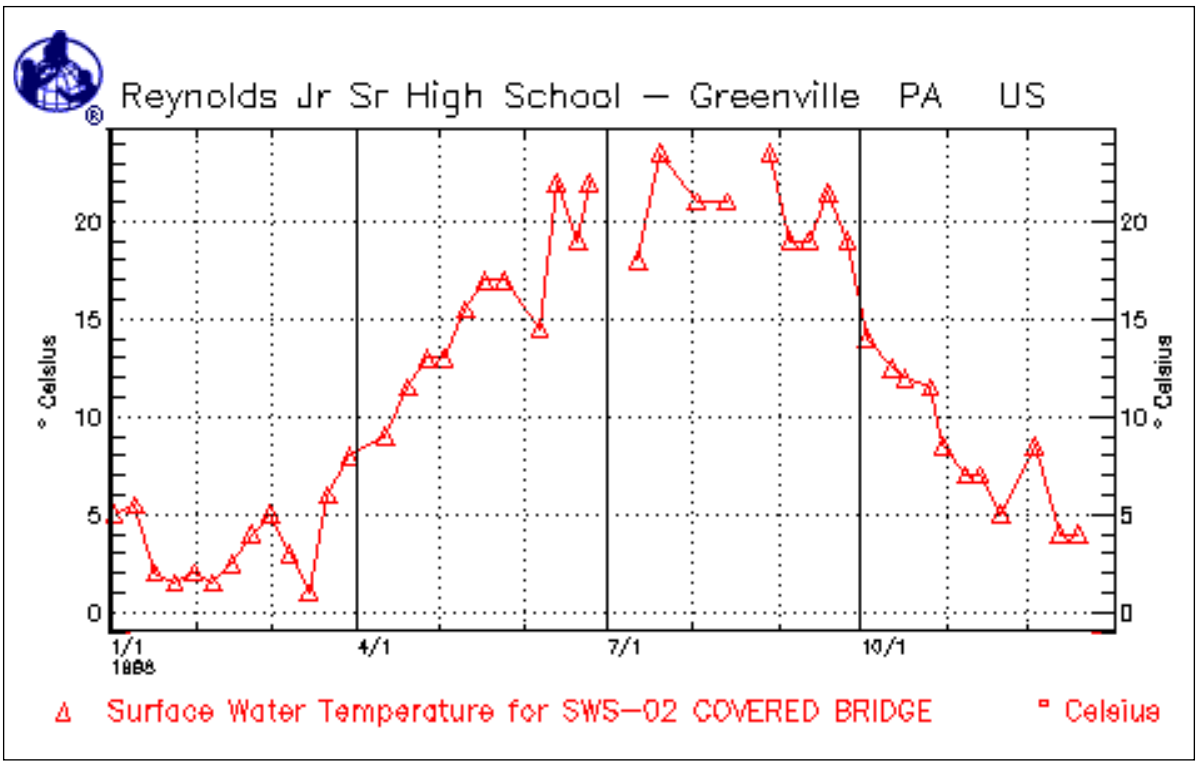


Image EA-LC3-4: Température maximale de l'air, de la surface de l'eau et du sol à Reynolds Jr. Sr. High School 1/1/98-31/12/98

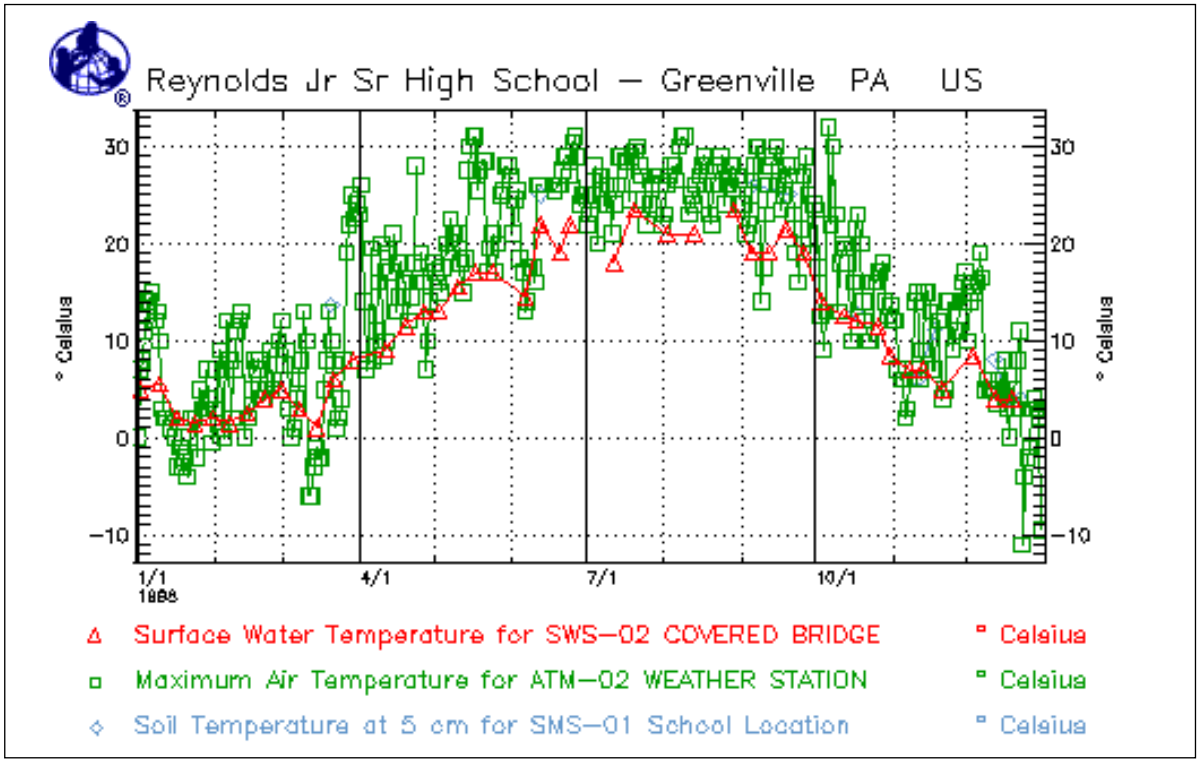
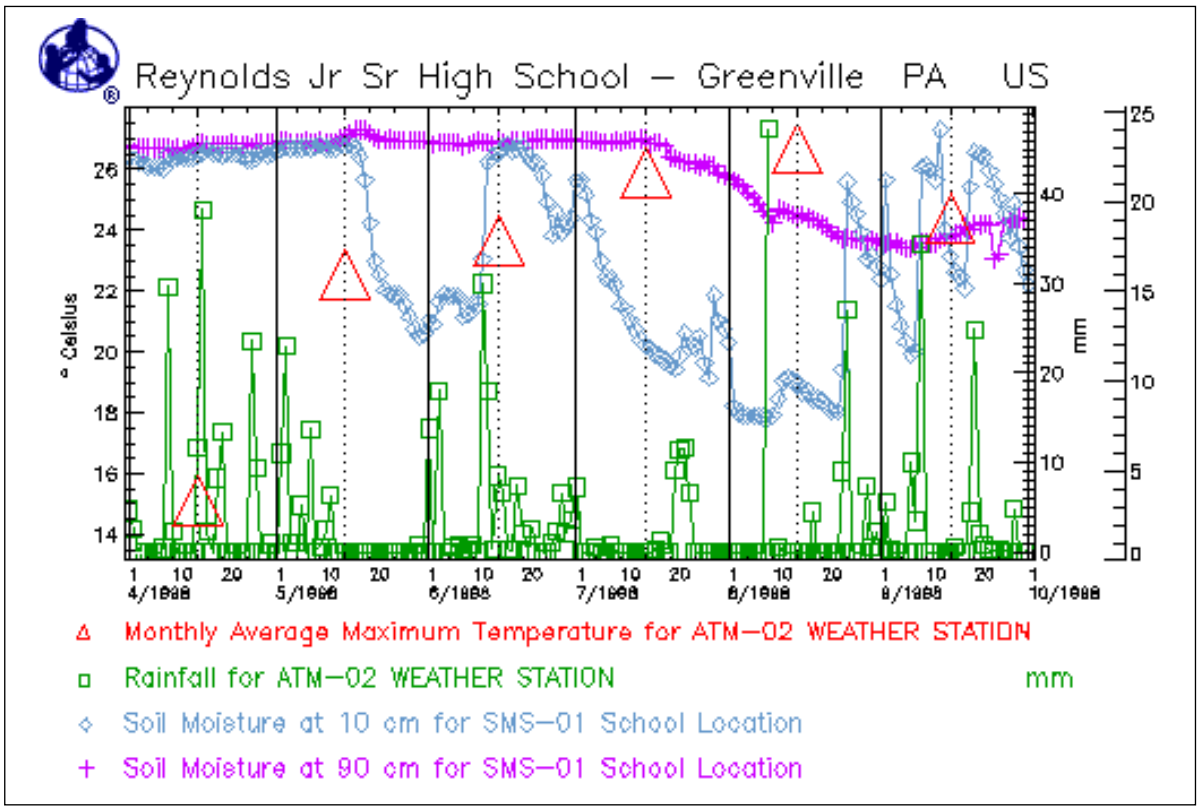


Image EA-LC3-5: Moyenne mensuelle de la température maximale, de la précipitation, de l'humidité du sol à 10 cm et de l'humidité du sol à 90 cm à Reynolds Jr. Sr. High School 1/1/98-31/12/98



Analyser et Interpréter les Graphiques

Feuille de Travail

Nom:_____ Classe: _____Date:_____

1. Premier Graphique : La température de l'air maximale sur une année

a. Quel est le mois aux températures d'air les plus élevées? Pourquoi ?

_____

_____

_____

b. Quel est le mois aux températures d'air les plus basses? Pourquoi?

_____

_____

_____

c. Quel est l'écart des températures de l'air durant l'année (la différence entre les plus hautes et les plus basses températures)?

_____

_____

_____

2. Deuxième Graphique: La température du sol ou de l'eau sur une année.

a. Quel mois a la température du sol (ou de l'eau) la plus élevée? Pourquoi?

_____

_____

_____

b. Quel mois a la température du sol (ou de l'eau) la plus basse? Pourquoi?

_____

_____

_____

c. Quel est l'écart des températures du sol (ou de l'eau) durant l'année?

_____

_____

_____

3. Troisième Graphique: La température maximale de l'Air et la température de l'eau ou du sol

a. Les températures de l'air et du sol (ou de l'eau) atteignent elles leurs plus hautes valeurs pendant le même mois? Pourquoi ou pourquoi pas?

b. Pourquoi les sommets des températures de l'air et du sol (ou de l'eau) sont différents?
Que cela montre sur les différentes caractéristiques de ces deux composants du système terrestre?

c. Qu'est ce que ce graphique montre concernant l'interconnexion entre les températures de l'air et du sol (ou de l'eau)? Quelle tendance constatez vous?

4. Les autres relations du système terrestre

Selon vous, quelles sont les autres relations entre les composants du système des sites d'étude qui pourraient être étudiées, et quelles sont les données nécessaires ? Proposer seulement les relations où les données pourraient être obtenues. Réfléchissez à toutes les interrelations que vous et les autres étudiants pourraient avoir listées ou dessinées.

(Avez vous listé à la fois les relations à étudier et les données dont vous aurez besoin?)

5. Auto-réflexion

Vos réponses aux questions en dessous ont pour but d'aider votre professeur à savoir ce que vous pensez et ce sur quoi vous avez besoin d'aide pour une meilleure compréhension. Vous ne serez pas notés sur ces réponses.

a. Qu'avez vous appris dans cette activité?

_____

_____

_____

_____

_____

b. Lesquels des points suivants avez vous eu du mal à comprendre? Regardez ce qu'il vous ait demandé et décrivez la nature de la difficulté.

___ Construire des graphiques à partir de données GLOBE archives.

___ Lire et interpréter des graphiques

___ Interpréter les relations parmi les différents composants (air, sol, eau)

___ Comprendre la relation entre le graphique et votre propre site d'étude

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

c. Que voudriez vous étudier de manière plus approfondie?

_____

_____

_____

_____

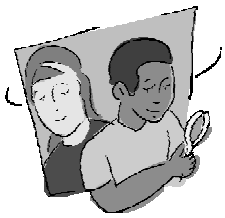
_____

_____

_____

_____

_____



LC4 : Schématiser son site d'étude pour le communiquer

Objectif général

Développer la meilleure représentation possible du site d'étude en tant que système.

Objectif spécifique

Les étudiants travailleront en petits groupes, compareront leurs diagrammes personnels, en termes de clarté de la représentation des éléments clés de leur site d'étude, ainsi que de leurs connections. La classe sélectionnera les meilleures représentations des éléments et leurs interconnections afin de produire un diagramme synthétique de leur site d'étude.

Compétences

Les étudiants devront être capables de :

- Interpréter et évaluer les diagrammes représentant leur site d'étude, en terme d'éléments clé et d'interconnections.
- Décrire et justifier la manière de faire un diagramme efficace d'un système terrestre.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

La chaleur se transporte par conduction, convection et rayonnement.

La chaleur se déplace de l'objet le plus chaud vers l'objet le plus froid.

Le soleil est la plus importante source d'énergie en ce qui concerne les modifications à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Les réactions chimiques ont lieu partout dans l'environnement

Science de la Terre et de l'Espace

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non-vivants de l'écosystème.

Compétences scientifiques Collaborer afin de produire un résultat commun Reconnaître et analyser les explications alternatives Communiquer des résultats et des explications. ***Durée*** Deux cours de 45 minutes	***Niveau*** Intermédiaire et avancé ***Matériel et instruments*** Les diagrammes de sites d'études des étudiants ou les exemples du site d'étude Reynolds Jr. Sr. HS. ***Préparation*** Aucune

Lien avec d'autres activités activités d'apprentissage GLOBE

Recherche sur la Terre comme un système-les saisons et la phénologie : Que peut-on apprendre en échangeant des repères saisonniers avec d'autres écoles à travers le monde ?

Les professeurs et les étudiants partagent leurs observations sur les repères saisonniers, qui sont les différents changements marquant la transition dans le cycle annuel des saisons. (Par exemple la première chute de neige, le début des pluies de la mousson, ou le solstice d'été). Les étudiants comparent les données GLOBE avec les observations qu'ils ont fait sur leur site d'étude. L'activité encourage la collaboration entre les classes GLOBE, et aide les professeurs et étudiants à travailler avec le système de données GLOBE et le système de courriels GLOBEMail.

Que faire et comment le faire

Etape 1. Faire des copies pour vos étudiants

Si vous n'avez pas fait l'activité LC2, et vos étudiants n'ont pas réalisé de diagrammes de leur site d'étude à partir desquels il est possible de créer un diagramme commun à la classe, préparez des photocopies des figures EA-LC2-1 (*Activité LC2*), EA-LC3-1 et EA-LC4-1 (*Activité LC3*)

De même, faites des photocopies des deux feuilles de travail (*caractéristiques d'un diagramme performant* et *questions pour décrire le site d'étude*), ainsi que le *formulaire de description du site d'étude*. Vous pouvez de même faire une copie des *critères d'évaluation* afin d'en parler à vos étudiants.

Etape 2. Revisitez ou discutez des évènements dramatiques ou des changements qui se sont produits à proximité.

Demandez aux étudiants de parler des évènements ou des changements qui se sont produits, tels que la sécheresse, les inondations, tornades, incendies ou la disparition d'un habitat particulier tel qu'un marécage. Demandez-leur de décrire ces évènements. Qu'est ce qui a changé ? Que comprend-on de ces évènements ? Qu'avons-nous encore à comprendre ?

Expliquez-leur qu'une nouvelle discipline scientifique est apparue afin de tenter de comprendre ce genre de changements en essayant d'en savoir plus sur la façon dont les différentes parties de la Terre interagissent pour former un tout. La discipline appelée Science du Système Terre englobe toutes les sciences qui concernent la Terre : géologie, hydrologie, chimie, botanique, zoologie, ainsi que météorologie.

Les personnes étudiant la Terre en tant que système sont des pionniers dans cette nouvelle discipline, et les étudiants GLOBE peuvent participer en tant qu'expert de leur zone locale.

Chaque zone, chaque site est unique d'une certaine manière. Demandez aux étudiants comment ils appliqueraient la science du système Terre à leur site d'étude. Comment communiqueraient –ils l'aspect système de leur site d'étude à d'autres personnes ?
Expliquez-leur que chacune des activités de la série *Connections locales (LC)* aborde des aspects de cette question.

Etape 3. Organisez les étudiants en petits groupes de 3 à 6, et introduisez l'activité

Distribuez les diagrammes simplifies créés par vos étudiants si vous avez effectué l'activité *LC2*. Dans le cas contraire, distribuez des copies des cinq photographies (Figures EA-L-48 et EA-L-52) , et les quatre diagrammes simplifiés fournis avec cette activité (Figure EA-L-57). Enfin, distribuez la feuille de travail *Caractéristiques d'un diagramme performant*

Expliquez aux étudiants qu'ils vont réaliser au cours de cette activité un diagramme commun à la classe de leur site d'étude du système Terre en tant que système (montrant les quatre composants majeurs, et leurs interconnections), ainsi qu'une description brève du site d'étude. (Si vos étudiants n'ont pas réalisé l'activité *LC2*, vous allez réaliser un diagramme commun pour l'école Reynolds Jr. Sr. High School à partir de photographies et diagrammes fournis par GLOBE). Expliquez-leur que l'une des compétences clé de cette activité est le travail en équipe.

Etape 4. Si vous avez effectué l'activité LC2, donnez à vos étudiants quelques minutes pour revoir les diagrammes qu'ils ont faits s'ils veulent.

Les étudiants qui travaillent sur leurs propres diagrammes voudront éventuellement les modifier ou y ajouter des éléments. Les étudiants travaillant avec les diagrammes fournis par GLOBE peuvent y ajouter des éléments reflétant leur connaissance de leur propre site d'étude, ou provenant des photographies du site d'étude hydrologique, et des photographies prises vers les quatre points cardinaux autour de ce site dans le site d'étude de l'école Reynolds Jr. Sr. High School.

Etape 5. Montrez aux étudiants comment discuter et comparer les meilleures caractéristiques de leurs diagrammes.

Distribuez la feuille de travail intitulée *Caractéristiques d'un diagramme performant*. Dites leur que chaque groupe doit désigner un porte-parole, qui présentera et décrira à la classe les points forts du diagramme dudit groupe. Le porte-parole devra justifier l'opinion du groupe sur ces points forts en mentionnant soit des arguments d'exactitude scientifique, soit le besoin de clarté pour le diagramme. Expliquez-leur que la présentation de chaque porte-parole reflètera le travail de chacun des étudiants du groupe.

Rappelez aux étudiants que leur capacité à travailler en groupe est une part importante de l'expérience. Ils doivent s'écouter attentivement, commenter de manière constructive les idées et le travail de leurs camarades, et trouver un consensus grâce à la participation de tous les membres du groupe. Encouragez les étudiants à évaluer attentivement les diagrammes de leurs coéquipiers, poser des questions sur les aspects flous, et proposer des critiques constructives. Aidez leur à comprendre que bien qu'ils trouveront peut être un consensus sur l'apparence et les caractéristiques d'un bon diagramme, le style et l'approche des différents étudiants varie. C'est une précieuse leçon en elle-même. Le même phénomène peut être représenté de manière différente, mais être aussi valide si les représentations sont basées sur des informations fiables.

Informez les étudiants que chacun doit, au cours du travail de groupe, noter ce qu'il/elle pense être les caractéristiques d'un diagramme performant.

Etape 6. Demandez à chaque porte-parole de présenter et décrire à la classe les points forts du diagramme de leur groupe.

Les diagrammes en discussion peuvent être passés dans la classe ou redessinés sur le tableau.
Les étudiants doivent savoir que durant ces présentations, ils peuvent mettre à jour leurs listes individuelles sur les caractéristiques d'un diagramme performant, puisqu'ils révisent les diagrammes de leurs camarades et participent aux critiques faites par la classe.
Demandez à un ou deux étudiants de garder une trace des meilleures caractéristiques de diagramme qui seront identifiés par la classe, prenant des notes et esquissant sur le tableau au fur et à mesure des discussions.

Etape 7. Aidez la classe à trouver un consensus sur les éléments devant apparaître sur le diagramme commun et son apparence.

La classe doit arriver à un consensus pour trouver le meilleur diagramme représentant leurs idées sur les interconnections au sein de leur site d'étude. Alors que les caractéristiques du diagramme commun prennent forme, un ou plusieurs étudiants désignés par le professeur peuvent le dessiner au tableau.

Etape 8: distribuez la feuille de travail *Questions pour la description du site d'études.* **Demandez aux étudiants de répondre à certaines questions dont les réponses décriront leur site d'étude.**

Expliquez-leur qu'ils prépareront aussi une description de leur diagramme commun.
Un formulaire de description d'un site d'étude est fourni, mais demandez-leur quelles informations devraient être inscrites dans un tel formulaire avant de le leur distribuer. Que voudriez vous dire à d'autres étudiants à propos de votre site d'étude, afin qu'ils puissent le comprendre le plus complètement possible en tant que système.

Les étudiants doivent bien avoir conscience que c'est un travail important, puisque ce sont les experts de leur site d'étude. Personne ne le connaît mieux qu'eux.

Exemples de réponses d'étudiants :

- La zone possède-t-elle un climat tempéré, tropical ou polaire ?
- Quelles sont les intervalles de températures durant l'année ?
- Quelles sont les différentes saisons, et quand apparaissent-elles ?
- Quelle est la quantité de pluie et de neige que subit la zone, et quand les précipitations se produisent-elles ?
- Quelle est la fréquence des orages ?
- Comment évolue la couverture nuageuse au cours de l'année ?
- Quelles sont les espèces de plantes, animaux et autres organismes y vivant ?
- Comment évolue la végétation au cours de l'année ?
- Comment évoluent les populations d'animaux durant l'année ? Y-a-t-il des animaux immigrant ou émigrant au cours des saisons ?
- Le sol est-il sableux, mou ou dur ? Est-il sec ou humide ?
- Le site est il en zone urbaine, suburbaine ou rurale ?
- A quelle distance se situe le site d'un océan ou de toute autre grande étendue d'eau ? Cette étendue d'eau est elle située au Nord, au Sud, à l'Ouest ou à l'Est du site ? Que possède ce site de spécial, ou pourquoi est-il unique ?

Etape 9. Choisissez l'un des étudiants pour tracer la version définitive du diagramme commun sur une feuille de papier.

En utilisant soit les diagrammes de Reynolds ou les leurs, produisez une compilation des meilleurs aspects des diagrammes individuels.
Faites apparaître les diagrammes de classe de différentes régions climatiques (l'une d'elles est le site de Reynolds Jr. Sr. High School) sur

la figure EA-LC5-1 dans l'activité LC5: *Comparaison du site d'étude avec un site d'une autre région.*

Etape 10. Distribuez des copies du formulaire *Description du site d'étude***, et demandez aux étudiants de discuter et d'évaluer les questions s'y trouvant.**

Demandez aux étudiants de comparer les questions du formulaire avec celles qu'ils avaient proposées. Pourquoi y a-t-il ces questions sur le formulaire ? Choisissez en quelques unes et demandez aux étudiants pourquoi cette information peut être utile pour comprendre le site d'étude d'une autre école comme système Terre.
Il est tout à fait possible d'ajouter des questions au formulaire, si les étudiants sont capables d'expliquer dans quelle mesure ces ajouts aideront d'autres étudiants à appréhender leur site d'étude comme étant unique et comme un système.
Proposez aux étudiants de modifier leurs propres listes de questions s'ils le désirent. Dites leur que vous ramasserez leurs listes à la fin de l'activité.

Etape 11. Aidez les étudiants à remplir le formulaire *Description du site d'étude***, en décrivant les éléments uniques ou les caractéristiques spécifiques du site d'étude.**

Les étudiants doivent remplir ce formulaire ensemble, en utilisant leurs propres listes de questions afin de mieux cerner toutes les caractéristiques du site d'étude qui le rendent unique par rapport aux autres sites.

Etape 12: Si vous prévoyez de faire l'activité suivante, LC5, préparer vos étudiants.

Expliquez-leur que dans l'activité suivante, ils compareront un diagramme d'un système Terre d'un autre site d'étude ainsi que sa description avec le leur, en termes de contenu scientifique et de style.

Etape 13 : Demandez aux étudiants de remplir la feuille de travail *Faire un diagramme et décrire son site d'étude pour d'autres : notes de l'étudiants sur ses réflexions*

Evaluation

Trois feuilles de travail peuvent être utilisées pour l'évaluation :

Caractéristiques d'un diagramme performant

Questions pour la description du site d'étude

Notes sur la réflexion personnelle de l'étudiant : Réaliser un diagramme du site d'étude pour d'autres.

Les capacités de travail en équipe des étudiants peuvent aussi faire partie de l'évaluation.

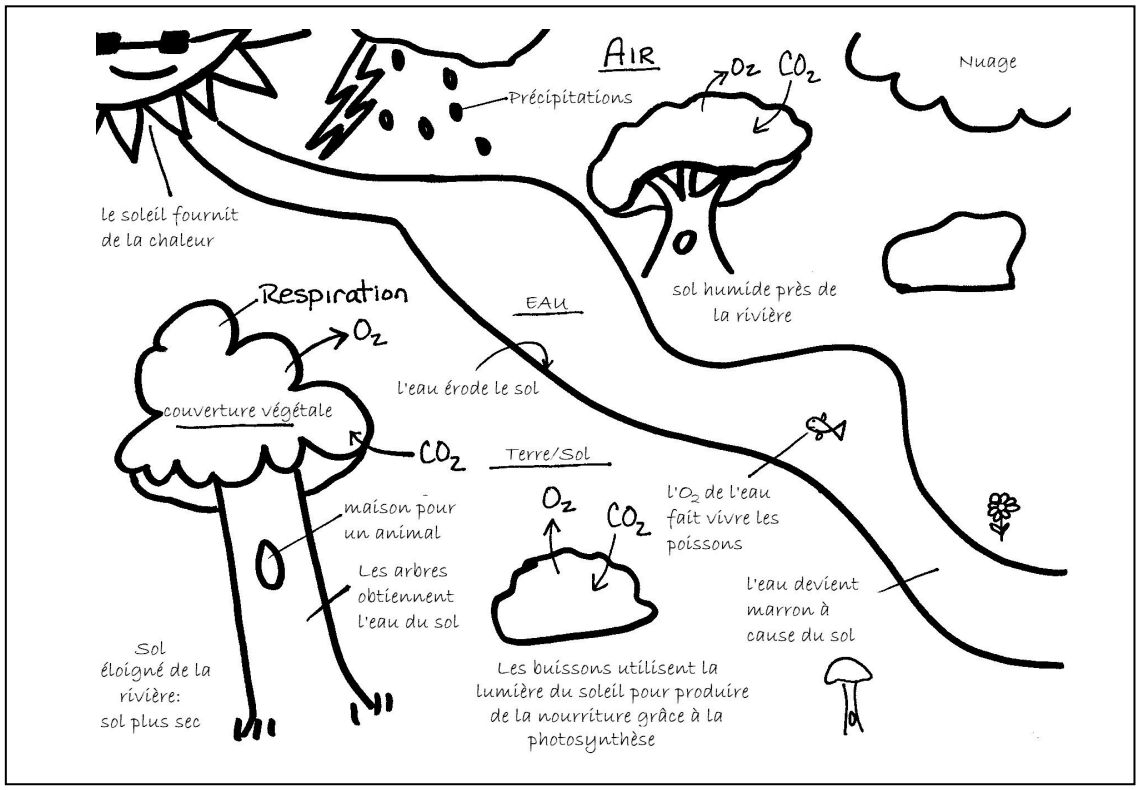
Une liste de critères d'évaluation pour les deux premières feuilles de travail et pour les capacités de travail en équipe est fournie.

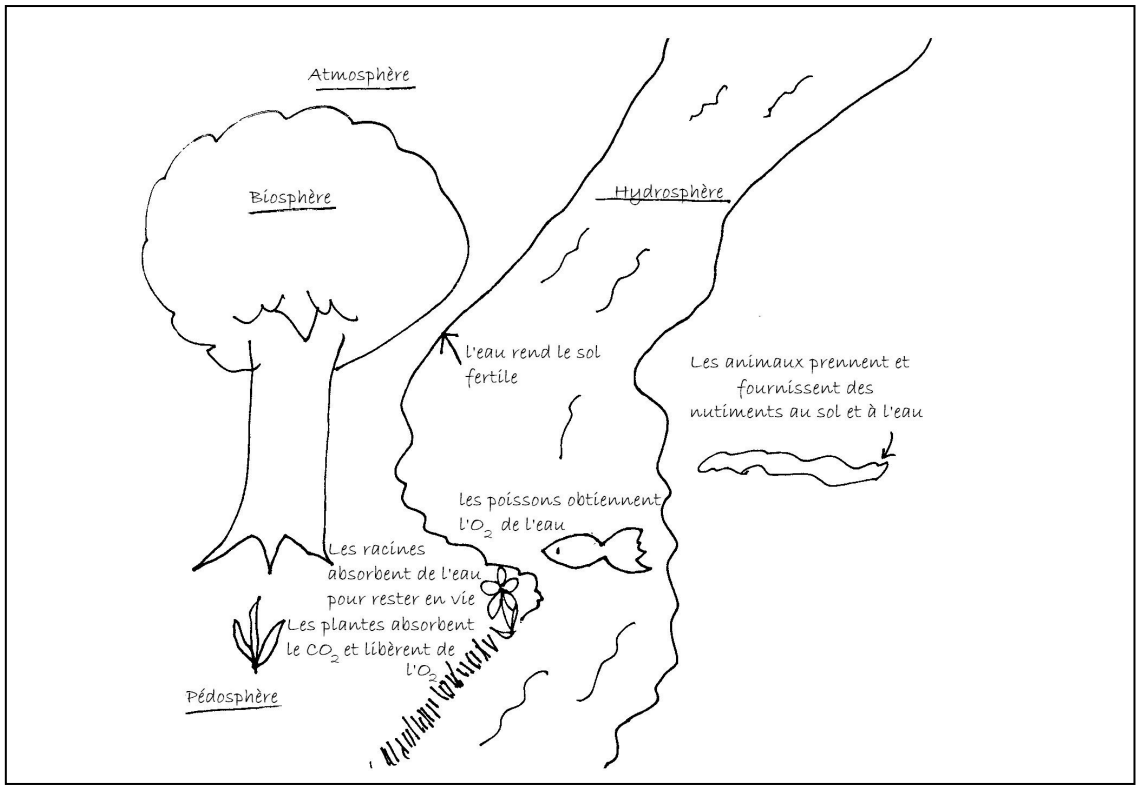
Pour aller plus loin

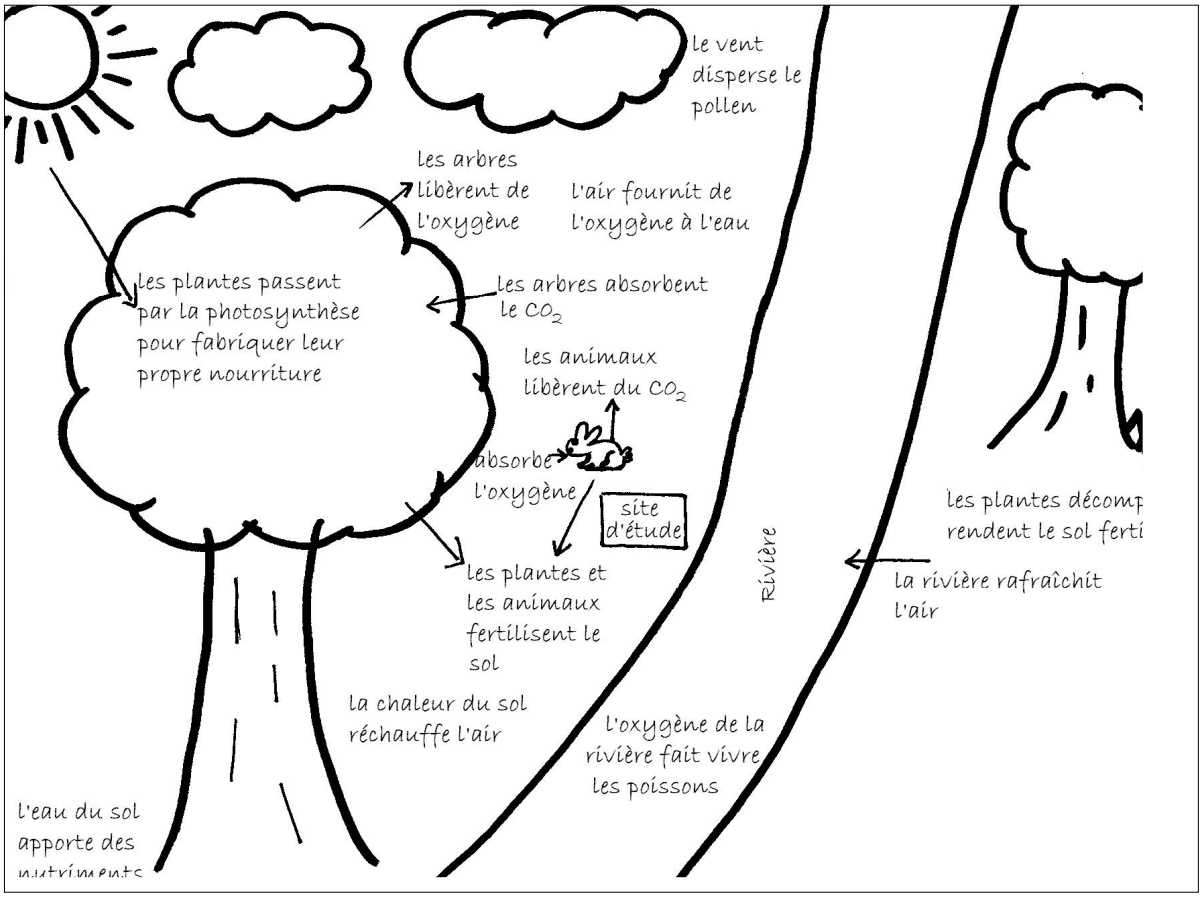
Les systèmes au cours des saisons

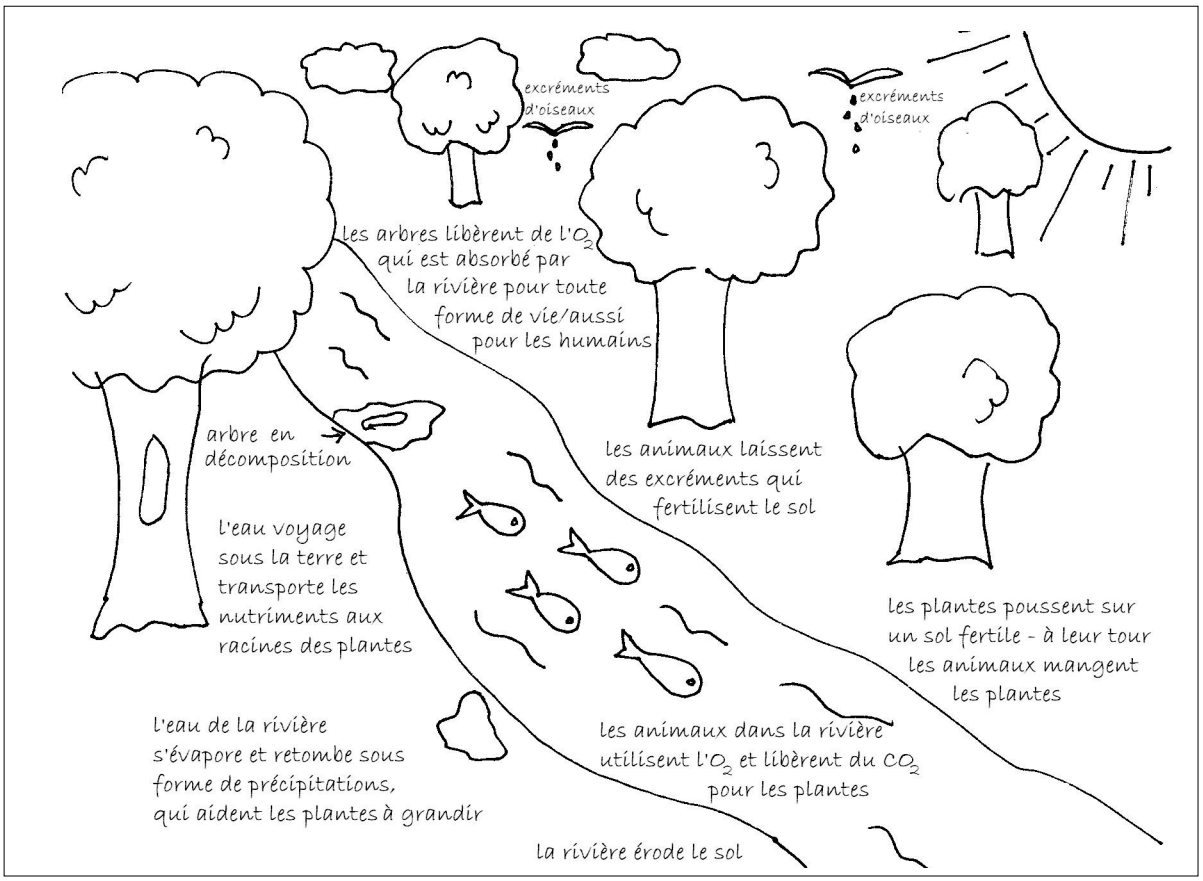
En utilisant les photographies du site d'étude (ou d'autres sites lui ressemblant) à différentes saisons, demandez aux étudiants de décrire les différences qu'il peut y avoir à ces moments au niveau des interconnections entre les éléments du système Terre. De quelle manière les changements de température affecteront ces interconnections ?

Figure EA-LC4-1: Quatre exemples de diagrammes simplifiés du site d'étude hydrologique de l'école Reynolds Jr. Sr. High School






le vent disperse le pollen
les arbres libèrent de l'oxygène
l'air fournit de l'oxygène à l'eau
les plantes passent par la photosynthèse pour fabriquer leur propre nourriture
les arbres absorbent le CO_2
les animaux libèrent du CO_2
absorbe l'oxygène
site d'étude
les plantes et les animaux fertilisent le sol
la chaleur du sol réchauffe l'air
l'oxygène de la rivière fait vivre les poissons
Rivière
les plantes décomp
rendent le sol ferti
la rivière rafraîchit l'air
l'eau du sol apporte des


excréments d'oiseaux
excréments d'oiseaux
Les arbres libèrent de l'O_2 qui est absorbé par la rivière pour toute forme de vie/aussi pour les humains
arbre en décomposition
les animaux laissent des excréments qui fertilisent le sol
l'eau voyage sous la terre et transporte les nutriments aux racines des plantes
les plantes poussent sur un sol fertile - à leur tour les animaux mangent les plantes
l'eau de la rivière s'évapore et retombe sous forme de précipitations, qui aident les plantes à grandir
les animaux dans la rivière utilisent l'O_2 et libèrent du CO_2 pour les plantes
la rivière érode le sol

Caractéristiques d'un diagramme performant

Feuille de travail–1

Nom:_____ Classe: _____Date:_____

Répondre aux Questions 1 et 2 ci-dessous *avant* de réfléchir aux points forts de vos diagrammes en petits groupes.

1. Que trouvez-vous bien dans les diagrammes faits par les autres étudiants de votre groupe, ou dans les diagrammes fournis par GLOBE, si vous les avez utilisés ? Pourquoi ?

2. Quelles sont pour vous les caractéristiques d'un diagramme performant ?
   Pensez au diagramme comme moyen de communiquer des concepts à propos du site d'étude en tant que système, c'est-à-dire comme un ensemble de composants qui interagissent.

Conseils pour choisir les meilleures caractéristiques de plusieurs diagrammes

Votre tâche est de décider en groupe quelles sont les caractéristiques et points forts des diagrammes que vous voulez proposer à la classe, afin que vous puissiez ensemble réaliser le meilleur diagramme unique possible, afin de représenter votre site d'étude en tant que système pour d'autres écoles GLOBE.
Votre professeur vous a donné quelques diagrammes – soit des diagrammes réalisés par des étudiants de votre classe, soit des diagrammes dessinés par d'autres étudiants pour le guide du professeur GLOBE – qui vous serviront d'exemples. Voici quelques conseils pour accomplir votre tâche.
Pour les étudiants qui n'ont pas réalisés leurs propres diagrammes durant l'activité LC2 et qui utilisent les exemples de diagrammes d'étudiants fournis par GLOBE : Attention ! Ces 4 exemples sont basés sur le travail d'étudiants, et ne sont pas parfaits ! Ils peuvent être améliorés. Ils ne représenteront certainement pas votre site d'étude de manière aussi complète ou précise que vous voulez. Les éléments les plus importants risquent de ne pas y être renseignés, ce qui est indispensable pour le diagramme de la classe. Ils risquent de même de ne pas contenir toutes les interconnections que vous penseriez devoir être renseignées sur le diagramme de classe. Vous voudrez donc peut être en ajouter.

- Notez ce que vous aimez sur ces diagrammes. Vous pouvez noter vos idées de plusieurs manières :
  - ✓ Vous pouvez lister les caractéristiques que vous voudriez recommander à la classe
  - ✓ Vous pouvez demander à l'un des étudiants du groupe d'ébaucher un nouveau diagramme
  - ✓ Si ces diagrammes sont des copies et ne sont pas des travaux originaux de camarades, vous pouvez surligner ou entourer ce que vous voulez directement dessus.

- Décidez de la manière dont vous préféreriez que votre classe représente les quatre couches du système sur le diagramme :
  - ✓ De quelle manière voulez vous représenter la biosphère ? Voulez vous dessiner un arbre, un oiseau, ou les deux ?
  - ✓ Comment voulez vous représenter l'atmosphère ? Voulez vous dessiner un nuage ?
  - ✓ De quelle manière voulez vous représenter l'hydrosphère ? Par un ruisseau, un lac, un canal ?
  - ✓ Comment pensez-vous représenter la pédosphère ?

- Décidez des interconnections que vous voudriez voir apparaître sur le diagramme de classe. Lesquelles sont les plus importantes ?

Réfléchissez au style du diagramme. Le préféreriez vous simple ou complexe ? Y-a-t-il des sortes de flèches particulières que vous voudriez y voir ?

Répondez aux questions 3 et 4 ci-dessous après avoir travaillé à la réalisation d'un diagramme avec la classe.

3. Pour les étudiants qui ont réalisé leur propre diagramme du site d'étude durant l'activité *LC2* : Si vous redessiniez votre propre diagramme individuel du site d'étude en tant que système, que changeriez-vous, si vous changeriez quelque chose ? Pourquoi ?

4. Que voudriez-vous ajouter ou supprimer de votre liste de caractéristiques d'un diagramme performant (Question 2 ci-dessus) ?

Questions pour la description du site d'étude

Feuille de travail-2

Nom:_____ Classe: _____Date:_____

Partie 1

Effectuez cette partie avant de remplir le formulaire de recherche sur la science du système Terre *description du site d'étude* avec votre classe.

Listez les questions que vous penseriez importantes à répondre pour décrire votre site d'étude à d'autres

N'oubliez pas d'inclure des questions sur le climat, l'altitude, la couverture du sol, l'eau, le sol, et les êtres vivants.

Part 2

Effectuez cette partie après avoir rempli le formulaire de recherche sur la science du système Terre *description du site d'étude* avec votre classe.

Durant cette activité, vous avez listé vos propres questions pour décrire votre site d'étude à d'autres, et vous avez ensuite discuté et comparé ces questions avec les questions du formulaire GLOBE. En faisant cela, qu'avez-vous appris sur la description d'un site d'étude ?

Formulaire de description du site d'étude

Date d'aujourd'hui: _____ Saison représentée dans le diagramme: _____

1. Ecole

1. Nom de l'école: _____

2. Adresse de l'école:_____

_____

3. Nom du professeur: _____

4. Identification de la classe: _____

(**Note:** Une école risque de refaire cette activité sur plusieurs années avec plusieurs classes, il est donc possible qu'il y ait plusieurs diagrammes du même site d'étude sur le site internet de GLOBE. C'est pourquoi nous vous prions de donner le nom du professeur qui a guidé la réalisation du diagramme, ainsi que tout autres remarques sur la classe):

2. Localisation du site d'étude

5. Latitude: _____

6. Longitude: _____

7. Altitude (en mètres): _____

8. Votre site d'étude est-il à l'intérieur d'un continent (plus de 200km des cotes) ? __ Oui __ Non

9. Votre site est-il urbain, suburbain ou rural ? Cochez la bonne réponse :

__ Urbain (ville, la majorité de la surface étant couverte par du béton ou tout autre matériau fabriqué par l'homme)

__ Suburbain (De nombreuses structures créées par l'homme séparées par des zones ouvertes, c'est-à-dire non couvertes par des matériaux fabriqués par l'homme)

__ Rural (ferme, zone ouverte contenant très peu de structures humaines)

3. Climat

10. Cochez la bonne réponse:

__ Polaire and subpolaire (latitude 60° jusqu'au pole)

__ Latitude moyenne (latitude entre 30˚et 60˚)

__ Tropical and subtropical (latitude comprise entre 30° et l'équateur)

11. Quelle est la quantité de précipitations moyenne tombant sur votre zone en un an ?(en cm) (Vous pouvez obtenir cette information dans un atlas, votre bibliothèque locale, un urbaniste ou les autorités locales) _____cm

12. Y-a-t-il trois mois pendant l'année durant lesquels la quantité de précipitations tombant sur votre zone est plus importante que durant le reste de l'année ? ____Oui ____Non

Si oui, durant quels mois ?

_____

4. Le temps

13. Le temps provient-il la plupart du temps d'une direction particulière durant la saison représentée sur votre diagramme du site d'étude comme système Terre ?
____Oui____Non

Si oui, de quelle direction (Nord, Est, Sud ou Ouest)? _____

5. L'eau

14. Votre site d'étude contient-il une partie d'une étendue d'eau, ou se situe à moins de 100m de la plus proche ? ____Oui ____Non

Si oui, indiquez le type de l'étendue d'eau en cochant l'un des mots suivants

Sinon, allez à la question 18.

__ Ruisseau
__ Canal
__ Rivière
__ Etang
__ Lac
__ Baie
__ Océan
__ Réservoir
__ Fossé d'irrigation
__ Aucun

15. Si votre site d'étude contient tout ou une partie d'une étendue d'eau, quel est son nom ?

_____

_____

Cochez les réponses aux questions suivantes :

16. Quel pourcentage de votre site d'étude est-il recouvert par cette étendue d'eau ?
__ Beaucoup (plus de 30%) __Une partie (10-30%) __ Peu (1-10%) __ Aucune

17. Votre étendue d'eau est elle présente toute l'année ou juste une partie de l'année ?
___100% ____75%-99% ___ 50%-74% ___ moins de 50%

18. Votre site d'étude est il à moins de 100km d'un très grand lac (au moins 5000 km²), une mer ou un océan ? __ Oui __ Non

Si oui, dans quelle direction cardinale se situe ce lac, cette mer ou cet océan (N,S,E ,O)? _____

6. Sol

19. Laquelle de ces trois caractéristiques décrivent le mieux votre sol ? (Si vous n'êtes pas sûr, vous pouvez vous référer à la classification des sols dans la *recherche sur les sols*)

___ Sableux (graviers) ___ argileux (glissant quand il est humide) ___ Rocheux (accidenté)

7. Couverture du sol/Biologie

20. Décrivez la couverture du sol (Si vous avez déjà obtenu cette information en utilisant le *Protocole Couverture du sol/Biologie,* reportez là ici). Indiquez approximativement le pourcentage de la zone qui est :

_____A nu (rochers, sable ou d'autres sols dépourvus de végétation)

_____Pavé

_____Couvert de bâtiments

_____Couverts d'herbe, d'arbres et/ou d'arbustes

Si vous le souhaitez, fournissez d'autres informations sur la couverture du sol de votre site d'étude ici :

21. Quels sont les animaux vivants dans votre site d'étude ? Note : Vous pouvez utiliser votre connaissance des animaux ou noter les animaux que vous avez pu observer dans votre site d'étude.

22. Décrivez ici les spécificités de votre site d'étude :

Réaliser un diagramme et décrire le site d'étude pour d'autres étudiants

Feuille de travail–3: Notes sur la réflexion personnelle de l'étudiant

Nom:_____ Classe: _____Date:_____

Vos réponses aux questions suivantes permettront à votre professeur de comprendre ce que vous pensez et ce que vous n'avez pas compris. *Vous ne serez pas notés sur ces réponses.*

1. Qu'avez vous appris sur ce qui permet d'avoir le meilleur diagramme possible de votre site d'étude, et dont vous comprenez les raisons?

_____

_____

_____

_____

_____

2. Qu'avez-vous du mal à comprendre sur la réalisation de diagramme, ou sur la représentation de votre site d'étude en tant que système?

_____

_____

_____

_____

_____

3. Que voudriez-vous savoir de plus?

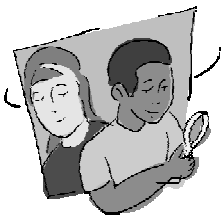
_____

_____

_____

_____

_____



LC5: Comparer sonsite d'étude avec un site d'une autre région

Objectif général

Approfondir la compréhension de la Terre en tant que système par les étudiants et leur faire comprendre la valeur des diagrammes en tant qu'outils pour apprendre et pour communiquer en les faisant travailler sur les diagrammes de sites d'étude de différentes régions.

Objectif spécifique

Les paysages physiques et environnementaux de la Terre sont variés. Ces conditions diverses déterminent différemment les interconnections entre les composants naturels d'un système terrestre local. La classe étudie dans le "Guide de l'Enseignant" le diagramme et la description d'un site d'étude dans une région dont la biogéographie est différente de la leur. Les étudiants analysent et comparent le diagramme et la description sélectionnés à leur propre diagramme et description faits en classe.

Compétences

Les étudiants devront être capables de:

- Décrire les différents composants et interconnections sous-jacents aux diagrammes d'autres régions;
- Comparer les composants et les interconnections du système terrestre de leur site local avec ceux du site d'une région différente.

Concepts scientifiques

Sciences Physiques

La chaleur se transporte par conduction, convection et rayonnement.

La chaleur se déplace de l'objet le plus chaud vers l'objet le plus froid.

Le soleil est la plus importante source d'énergie en ce qui concerne les modifications à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles. Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non-vivants de l'écosystème.	***Niveau*** Moyen, Secondaire ***Durée*** Un cours de 45 minutes ***Matériel et instruments*** Un des quatre diagrammes et le formulaire de description de site d'une région différente de celle de votre école (fourni, Figure EA-LC5-1a) ***Préparation*** Aucune

Lien avec d'autres activités activités d'apprentissage GLOBE

Toutes les activités suivantes apprennent aux étudiants à comparer les caractéristiques de sites d'étude du système terrestre dans différentes parties du globe.
Recherche sur l'hydrologie: « Partout, l'eau est partout ! Comment comparer ? »
Les étudiants analysent les données pour étudiants de GLOBE sur le pH et la température de différentes masses d'eau afin de souligner les tendances au cours du temps.
Recherche sur les sols : Le sol de mon jardin
L'étudiant analyse le sol et ses propriétés afin de découvrir la variabilité des sols et leur formation.
Recherche sur les sols : Une vue de terrain, creusons
Les étudiants découvrent les variations sur les paysages, comme dans les pentes ou à l'ombre, que les plantes peuvent influencer les propriétés des sols, et que chaque sol est unique sur la Terre.
La Terre comme une recherche sur un système : les saisons et la phénologie : Quels facteurs influencent les saisons ?
Les étudiants utilisent les données et les outils graphiques de GLOBE pour comparer l'influence de la latitude, de l'altitude et de la géographie sur les saisons.
La Terre comme une recherche sur un système : les saisons et la phénologie : Comment les températures saisonnières varient-elles entre les différentes régions du monde ?

Les étudiants utilisent les visualisations de GLOBE pour afficher les données pour étudiants sur les cartes et découvrir les changements saisonniers des températures régionales et mondiales sur l'ensemble de la planète. Ils apprennent que les températures varient d'un site à l'autre et que la latitude, l'altitude et la géographie locales influencent les températures saisonnières.

Contexte

Les processus de base qui produisent les interconnections entre les différents composants du système terrestre sont les mêmes pour toutes les régions. Cependant, comme les aspects géographiques et environnementaux varient très fortement, les processus responsables de la formation des différents sites d'étude vont varier, tout comme la vitesse de ces processus. En conséquence, les diagrammes que les étudiants ont créés sur les différentes régions souligneront différentes parties du système terrestre et les interconnections entre les composants.

Un exemple de cette différence est le contraste entre une région humide et une région aride. Le diagramme d'une région aride aux pluies intenses et saisonnières soulignera la partie du cycle hydraulique qui implique le ruissellement et l'érosion, ainsi que le type de sol et l'humidité du sol. Le diagramme d'une région humide soulignera l'évaporation, les couches de nuage et les précipitations.

Un autre exemple de différence est le contraste entre un environnement continental (intérieur des terres) et un environnement maritime (près d'une grande étendue d'eau). Le diagramme d'un environnement continental soulignera les interconnections entre les éléments de l'occupation des sols et l'atmosphère, l'eau et le sol ; alors que le diagramme de l'environnement maritime soulignera l'influence d'une grande étendue d'eau sur l'environnement local.

Les diagrammes de mêmes types de régions peuvent même différer car l'intérêt qu'ont les étudiants à créer les diagrammes est variable. Les étudiants d'une école particulière peuvent par exemple être plus intéressés par l'occupation des sols de leur site d'étude et leur diagr amme le soulignera, alors que les étudiants d'une autre école peuvent être plus intéressés par la qualité de l'eau, et leur diagramme le soulignera. Il est important de prendre cela en compte lorsque l'on compare des diagrammes d'écoles différentes.

Nous pouvons comparer les diagrammes pour déterminer les différences et les points communs entre les environnements de deux écoles et identifier comment les composants du système terrestre interagissent afin de créer ces deux environnements.

Ce qu'il faut faire et comment

Si vous n'avez pas fait l'activité précédente, commencez par l'étape 1.
Si vous avez fait l'activité précédente, commencez par l'étape 2.

Etape 1. Introduire l'activité avec une réflexion sur les événements marquants ou les changements qui ont eu lieu dans votre région.

Demander aux étudiants de citer des événements ou des changements, comme la sécheresse, les ouragans, les inondations, les incendies ou la perte d'un habitat particulier comme dans une zone humide. Laisser les étudiants décrire ces événements. Qu'est ce qui a changé? Qu'est ce que l'on comprend des événements ? Qu'est ce que l'on ne comprend pas ? Quelles réponses devons-nous encore trouver?

Expliquer qu'une nouvelle discipline scientifique est apparue, avec laquelle on essaie de comprendre ce genre de changements en étudiant comment les parties de la Terre interagissent afin de constituer un tout. La discipline de la science du système terrestre comprend toutes les sciences qui ont un rapport avec la planète : la géologie, l'hydrologie, la chimie, la botanique, la zoologie et la météorologie.

Les experts qui étudient la Terre en tant que système sont des pionniers dans cette nouvelle discipline et, en tant qu'experts dans leur propre région, les étudiants de GLOBE peuvent participer à l'étude. Chaque région, chaque site est dans un sens unique. Demander aux étudiants : Comment appliqueriez-vous la science du système terrestre à un de vos sites d'études ? Comment expliqueriez-vous l'aspect systémique de votre site d'étude, ses parties et la manière dont elles interagissent, à une autre école GLOBE ?

Etape 2 : Demander aux étudiants de faire des hypothèses sur les facteurs géographiques et écologiques dans d'autres régions du monde qui formeraient un site du système terrestre différent de leur région.

Introduire l'activité en expliquant aux étudiants qu'ils vont étudier un diagramme de site d'étude et un formulaire de description d'un site d'étude d'une autre région du monde. Demander aux étudiants de faire des hypothèses sur ce qui pourrait expliquer les différences entre un site dans une autre région et leur propre site, dans la manière dont ils fonctionnent en tant que système.

Les aider avec des questions si nécessaire:

Et la latitude, et la longitude ? Et l'altitude?

Et la vitesse et la direction du vent, la topographie, les précipitations et les autres caractéristiques d'un site d'étude ?

Comment chacun de ces facteurs pourrait influencer les composants du système terrestre sur l'autre site ?

Etape 3 : Faire lire aux étudiants *La lecture fondamentale pour étudiants* et leur faire revoir les 4 diagrammes de régions différentes fournis pas GLOBE.

Distribuer *La lecture fondamentale pour étudiants*, *Sites d'étude et diagrammes de différentes régions*). Donner aux étudiants 5 minutes pour la lire. Répondre aux questions des étudiants avec la classe.

Etape 4: Distribuer des copies d'étudiants et faire comparer aux étudiants un diagramme de site d'étude de leur propre site d'étude ou d'un site similaire avec un diagramme d'une région géographique différente.

Distribuer des copies d'étudiants :

- du diagramme de classe développé par vos étudiants dans l'activité LC4, ou de l'exemple de diagramme que vous sélectionnez parmi ceux fournis par GLOBE et qui représente au mieux la région géographique de votre école ;
- du diagramme de classe d'une autre région fourni par GLOBE. En sélectionner un significativement différent du vôtre. (Vous distribuerez des copies du formulaire de description de site d'étude un peu plus tard, à l'étape 6.)
- de la feuille de travail de comparaison entre différentes régions
- des rubriques de bilan pour cette activité (Vous voudrez peut-être les partager avec les étudiants.)

Faire travailler les étudiants individuellement pour qu'ils comparent d'abord les diagrammes. A la prochaine étape, les faire travailler tous ensembles.

Sur la feuille de travail de comparaison entre différentes régions, demander aux étudiants de compléter la partie 1, *Observer les concepts scientifiques sur les diagrammes.*

Etape 5 : Organiser une discussion de classe sur les différences et les points communs entre les concepts scientifiques des deux diagrammes et sur ce que les différents concepts reflètent des caractéristiques des différentes régions.

Y-a-t-il des différences dans les concepts scientifiques représentés et quelles sont-elles? Les faire lister par un étudiant sur le tableau.

Etape 6 : Faire chercher par les étudiants les raisons des différences entre les concepts représentés par les deux diagrammes. (Question 2 sur la feuille de travail de comparaison des diagrammes entre des régions différentes)

Distribuer des copies d'étudiants du formulaire de description de site d'étude de la région différente de la leur. Chercher avec eux comment cette description aide à expliquer les différences entre les diagrammes.

Pour que les étudiants comprennent mieux le diagramme de l'autre région, leur montrer les données de GLOBE sur cette région, si elles sont disponibles. Les étudiants peuvent aussi utiliser des atlas ou d'autres sources d'information sur la géographie et l'écologie de la région.

Etape 7 : Faire comparer par les étudiants le style des deux diagrammes. (Question 3 sur la feuille de travail de comparaison des diagrammes entre des régions différentes**)**

Les deux diagrammes communiquent-ils aussi bien et de la même façon leur contenu ? Si ce n'est pas le cas, quel diagramme communique plus clairement ? Pourquoi ?

Qu'est-ce que vos étudiants aiment par rapport au style du diagramme de l'autre école?

Etape 8 : Demander aux étudiants de rédiger une comparaison entre les deux diagrammes.

Les étudiants doivent comparer les diagrammes en tant qu'outils de communication sur les sites d'étude en tant que systèmes.

Ils doivent :

1. décrire les différences de contenu des deux diagrammes et suggérer une explication de celles-ci;
2. décrire les différences de style et leur efficacité de communication et
3. identifier les caractéristiques du diagramme de l'autre région qu'ils voudraient intégrer à leur propre diagramme.

Evaluation des étudiants

La feuille de travail de comparaison des diagrammes entre des régions différentes peut être utilisée pour évaluer les connaissances des étudiants. Une rubrique d'évaluation pour cette feuille de travail est fournie.

Autres recherches

Comparaison des sites d'étude des écoles GLOBE : Autres explorations

Les étudiants peuvent obtenir et analyser les données de GLOBE archivées dans deux (ou plus) autres écoles GLOBE qui ont sélectionné des caractéristiques de site d'étude différentes de leur site. Ces écoles peuvent être facilement trouvées sur le site web de GLOBE grâce aux outils de visualisation. Ils peuvent sélectionner par exemple des écoles qui ont :

La même latitude que la leur, et une différence d'altitude de 1 000 à 2 000 mètres
La même altitude que la leur, et une différence de latitude de 10, 20, 30 ou 40 degrés
Si votre école est près d'une chaine de montagne, un site de l'autre côté de la chaine (est ou ouest, pour découvrir les différences de précipitations)
La même latitude et altitude que celles de leur site, mais des précipitations différentes
Un climat différent du leur : océanique vs. Continental
Les étudiants peuvent comparer les données de GLOBE de ces écoles et expliquer les points communs et les différences.
(Ils peuvent commencer par les points communs puisqu'elles seront probablement plus faciles à expliquer.)

Site d'étude et diagrammes de différentes régions

Lecture fondamentale pour étudiants

L'endroit où vous vivez et où vous allez à l'école est différent des autres à bien des niveaux. Il est une combinaison spécifique de caractéristiques comme le climat, différentes sortes d'objets animés, les sols, les étendues d'eau (ruisseaux, lacs etc.), et l'occupation des sols; l'altitude, la latitude et la longitude. Dans cette activité, vous observerez des diagrammes et des descriptions de site d'étude d'autres régions que vous comparerez avec votre région.

Les diagrammes de cette activité représentent les sites d'étude comme des systèmes, c'est-à-dire des ensembles de parties, ou composants, et de processus qui les assemblent. Les composants sont : l'air, l'eau, le sol et les objets animés (ou l'atmosphère, l'hydrosphère, la pédosphère et la biosphère). Ces termes doivent être reliés par des flèches ainsi que dans des phrases décrivant les processus qui les connectent.

Vous étudierez également les descriptions de ces sites sur des formulaires rédigés par GLOBE.

Quels points communs et quelles différences trouvez-vous entre les diagrammes et les sites d'étude ?

Observation des composants et des interconnections

Les composants de base et les interconnections entre eux sont les mêmes sur presque tous les sites : l'eau, les éléments chimiques (comme le carbone) et l'énergie (comme la chaleur) se déplacent dans les quatre composants majeurs du système (l'atmosphère, l'hydrosphère, la pédosphère (les sols) et la biosphère). C'est pour cela que vous allez trouver beaucoup de points communs en ce qui concerne les composants et les interconnections représentés dans le diagramme de l'autre classe. Cependant, la *quantité* d'eau, d'éléments chimiques et d'énergie dans chaque composant et leur *vitesse* de déplacement varient sensiblement selon les régions de la Terre. Ainsi, les diagrammes des différents sites vont souligner différents composants et différentes interconnections.

La comparaison entre le diagramme d'un site d'étude dans une région aride et celui dans une région humide montre bien ces différences. Dans une région aride, où il ne pleut que pendant une saison dans l'année, les étudiants souligneront dans leurs diagrammes l'érosion par le vent et l'eau, alors que dans une région humide, où il pleut ou neige tout au long de l'année, les étudiants remarqueront dans leur diagramme plutôt le cycle de l'eau : évaporation, formation des nuages et précipitations.

Un autre exemple : les diagrammes de site d'étude dans une forêt tropicale et dans une forêt tempérée. Les étudiants observant un site de forêt tropicale mettront en avant les plantes et leur rôle en tant que réserve de nutriments, alors que les étudiants observant une forêt tempérée mettront en avant le sol en tant que réserve de nutriments.

Observation du style

Quels sont les différences et les points communs entre le diagramme de l'autre classe et le votre ? Les diagrammes peuvent être plus ou moins abstraits (par ex : utiliser des dessins réalistes ou des symboles) ; ils peuvent utiliser des symboles différents et ils peuvent être compliqués ou simples, très décorés ou très sobres.

Quelque soit leur style, les diagrammes doivent bien communiquer leur contenu. En d'autres termes, ils doivent être dessinés et légendés de façon claire et être faciles à comprendre.

Comparaison des diagrammes de régions différentes

Feuille de travail

Nom:_____ Classe: _____Date:_____

Nom et adresse de l'autre école GLOBE dont vous étudiez le diagramme :

_____

_____

1. Comparez les composants et les interconnections visibles dans le diagramme de l'autre école avec les composants et les interconnections visibles sur le diagramme de votre classe.

a. Le diagramme de l'autre école GLOBE souligne-t-il des aspects du site d'étude différents des aspects mis en évidence sur votre diagramme ? Lesquels ?

_____

_____

_____

_____

_____

b. Expliquez pourquoi selon vous les deux diagrammes mettent en avant des aspects différents des interconnections entre les composants du site d'étude.

2. Regardez maintenant le *formulaire de description de site d'étude* de l'autre classe. Est-ce qu'il vous aide à comprendre son diagramme ? Si oui, comment ?
Soyez précis dans vos réponses. Citez des informations précises du formulaire en expliquant comment elles vous aident pour comprendre une information précise du diagramme.

3. Comparez le style du diagramme de l'autre classe avec celui de votre propre diagramme. En d'autres termes, observez comment l'autre classe a représenté les composants et les interconnections. Le diagramme vous semble-t-il simple ou compliqué ? L'autre classe a-t-elle utilisé des dessins réalistes ou des symboles ?

a. Quels sont les points communs (s'il y en a)?

_____

_____

_____

_____

_____

b. Quelles sont les différences (s'il y en a)?

_____

_____

_____

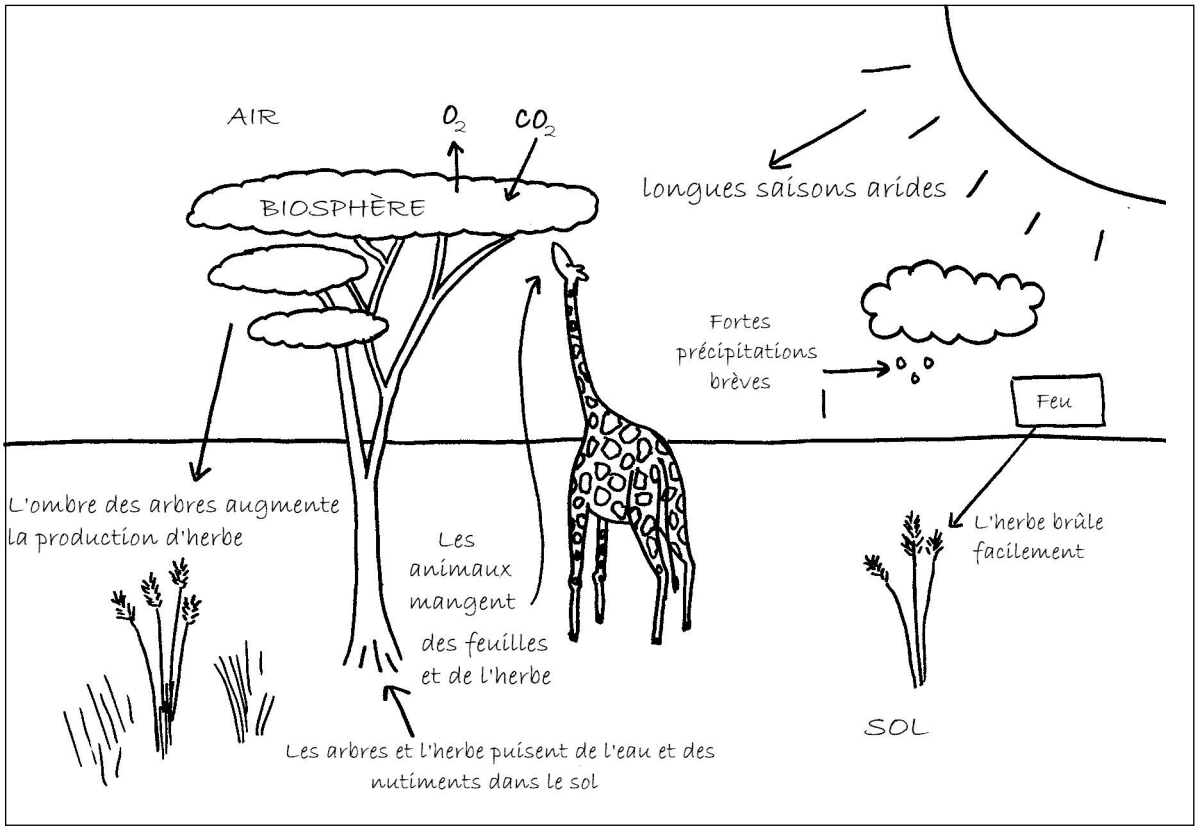
_____

_____

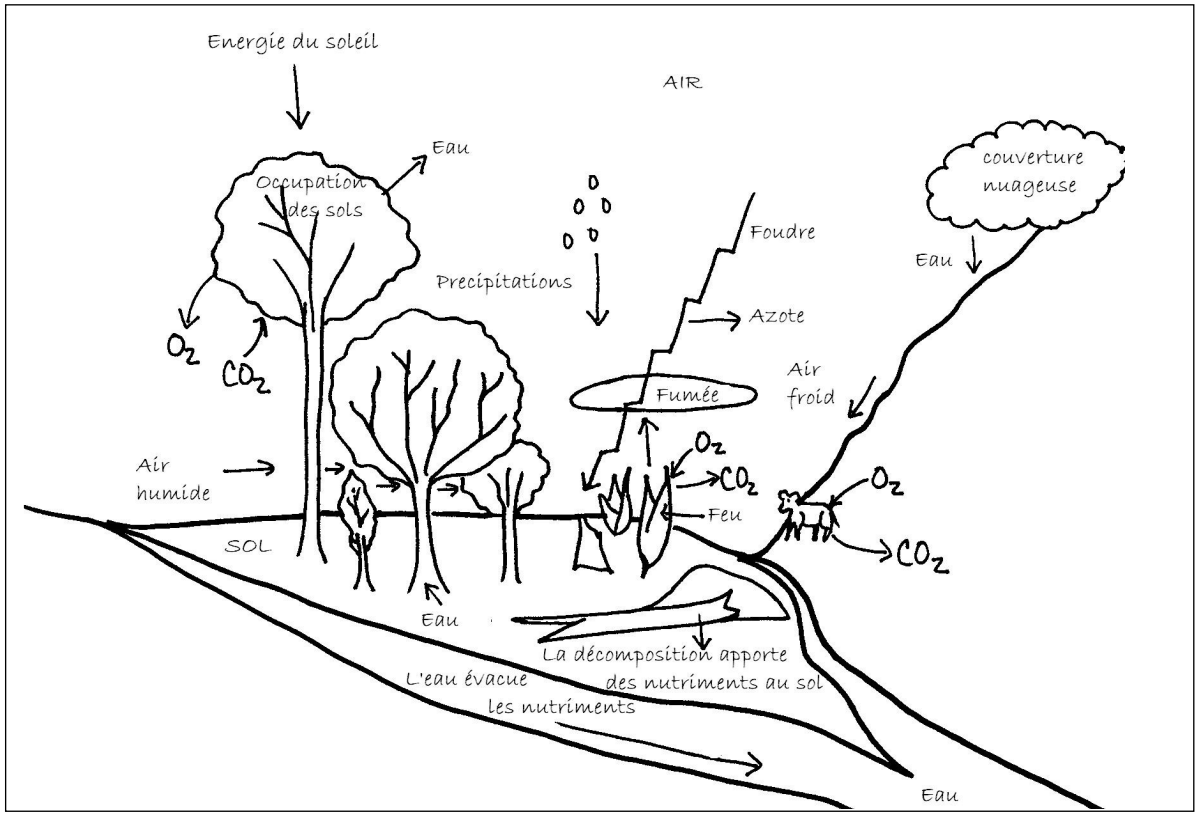
c. Lequel des deux styles communique selon vous le mieux les informations sur les composants et leurs interconnections dans un système de site d'étude ? Pourquoi ?

Figure EA-LC5-1: Diagrammes représentatifs de classe de site d'étude dans des régions climatiques différentes : a) savane, b) forêt tropicale, c)zone marine/côtière, d) zone continentale de latitude moyenne (site d'étude couvert par Reynolds Jr Sr High School)

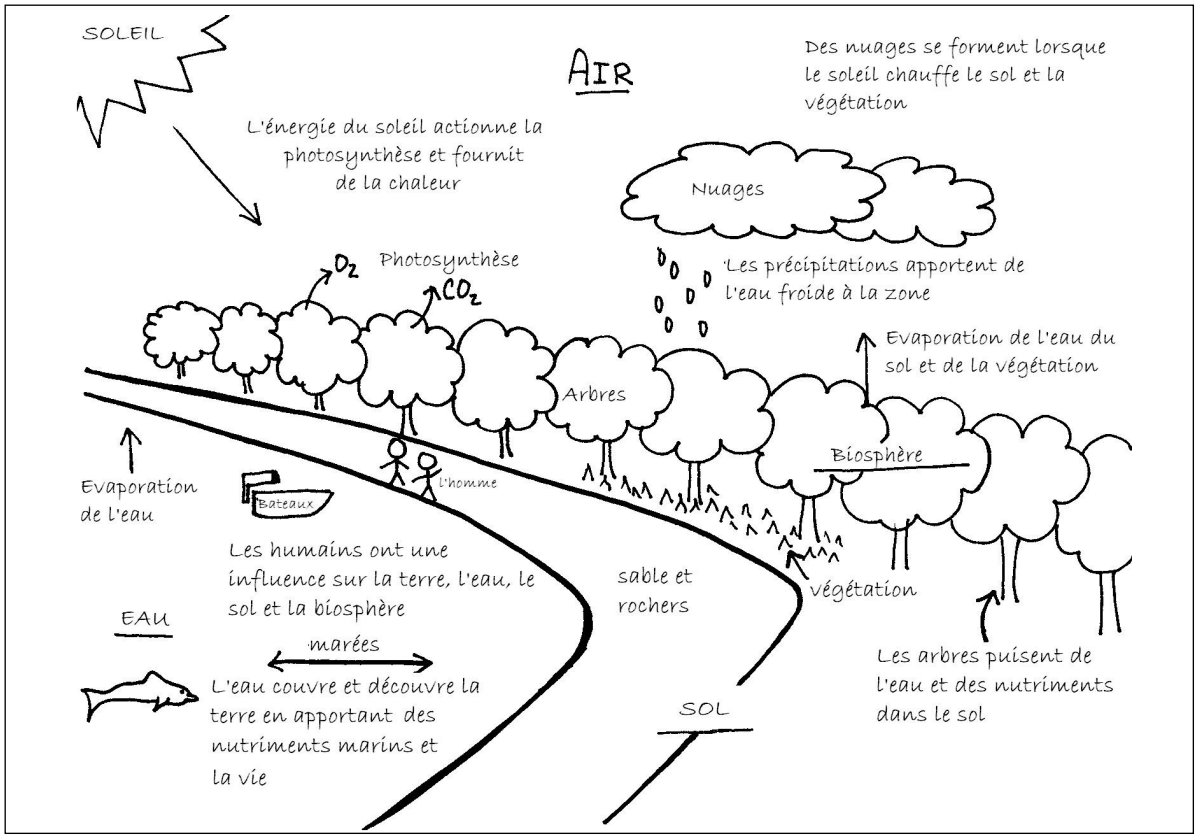
a. Savane (13,40˚ N ; 8,45˚ E)



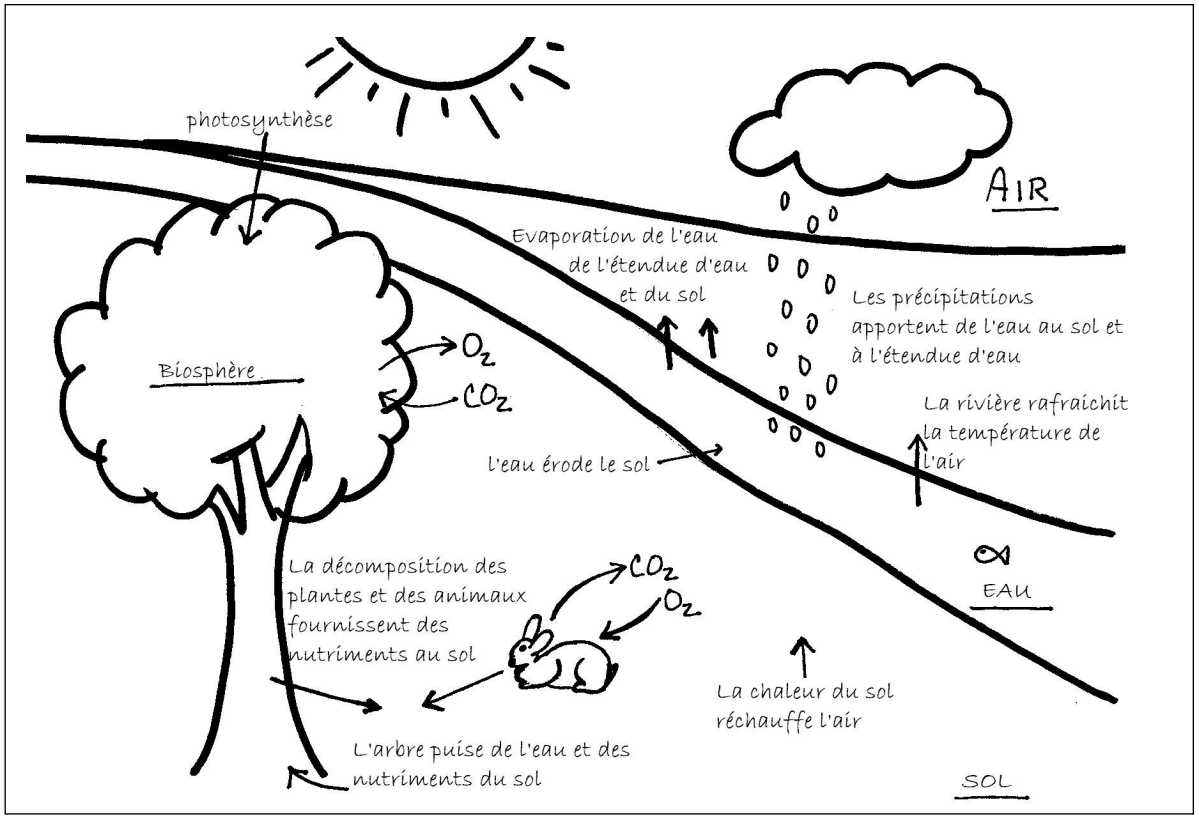
b. Forêt tropicale (17,00˚ N ; 89,50˚ E)



c. Zone Marine/Côtière (41,00° S ; 173,5° E)



d. Zone continentale de latitude moyenne (41,21° N ; 80,23° W)



Questionnaire représentatif d'une description de site d'étude

Savane (Figure EA-LC5-1a)

Si vous comparez le diagramme de votre classe avec le diagramme représentatif d'un site d'étude de GLOBE dans la savane, vous pouvez utiliser ce document pour comprendre et interpréter le diagramme représentatif.

Ceci est un document représentatif. Les informations contenues dans ce document sont les données exactes pour une savane africaine. Ce document n'est pas le fait d'une école GLOBE en Afrique.

Date d'aujourd'hui: 2 Mai 2002 Saison représentée sur le diagramme de classe: Printemps

1. Identification de l'école

1. Nom de l'école: (Pasd'Ecole

2. Adresse de l'école: Matameye, Niger

3. Nom de l'enseignant : (PasdeNomd'Enseignant)

4. Identification de la Classe: (PasdeNomdeClasse)

(**Note:** Comme une école peut effectuer cette activité durant plusieurs années avec différentes classes, il peut y avoir plusieurs diagrammes pour le même site d'étude sur le site web de GLOBE. Veuillez ainsi renseigner ici le nom de l'enseignant qui a guidé la création du diagramme de classe ainsi que des données spécifiques à la classe):

2. Localisation du site d'étude

5. Latitude: 13,40 degrés N

6. Longitude: 18,45 degrés E

7. Altitude (en mètres): 102 m

8. Votre site d'étude est-il à l'intérieur d'un continent (plus de 200 km de la cote)? X Oui __ Non

9. Votre site d'étude est-il urbain, suburbain ou rural ? Une seule réponse possible :

__ Urbain (en ville et en périphérie, la plupart de la surface est couverte de béton ou d'un autre matériau fait par l'homme)

__ Suburbain (de nombreuses infrastructures faites par l'homme et séparées par des surfaces ouvertes, c'est-à-dire des surfaces non couvertes par des matériaux faits par l'homme)

X Rural (campagne, pour la plupart des surfaces ouvertes avec peu d'infrastructures humaines)

3. Climat

10. Une seule réponse possible:

__ Polaire et subpolaire (entre 60˚ de latitude et le pôle)
__ Latitude moyenne (entre 30˚ et 60˚ de latitude)
X Tropical et subtropical (entre 30˚ de latitude et l'équateur)

11. Combien votre région a-t-elle de précipitations par an ? Votre réponse doit être en cm. (Vous pouvez trouver l'information dans un atlas, dans une librairie locale, auprès d'un ingénieur local ou d'un gouvernement local)
_550_____cm

12. Y-a-t-il des mois dans l'année où il y a plus de précipitations dans votre région que durant les autres mois ? _X_Oui ____Non

Si oui, au cours de quels mois y-a-t-il plus de précipitations dans votre région? De juin à septembre

4. Météorologie

13. Votre temps provient-il habituellement d'une direction particulière durant la saison représentée dans votre diagramme d'un site d'étude en tant que système terrestre ?
_X_Oui ____Non

Si oui, de quelle *direction* générale (N, E, S ou W)? ___N

5. Eau

14. Y-a-t-il une étendue d'eau dans votre site d'étude ou à moins de 100 m du site? _X_Oui ____Non

Si oui, indiquez de quel type d'étendue d'eau il s'agit. Une seule réponse possible

Si non, allez directement à la question 18.

X Ruisseau
__ Canal
__ Rivière
__ Etang
__ Lac
__ Golfe
__ Océan
__ Réservoir
__ Fossé d'irrigation
__ Aucun

15. Si votre site d'étude comporte l'intégralité ou une partie d'une étendue d'eau, quel est son nom?
Kori.Un courant d'eau semi-permanent utilisé pour une agriculture irriguée. Cette année, il s'est asséché.

16. Combien de place cette étendue d'eau occupe-t-elle sur le site d'étude?
Une seule réponse possible. __ Beaucoup (plus de 30%) __ Un peu (10-30%)
X Très peu (1-10%) Pas du tout

17. L'étendue d'eau contient-elle de l'eau toute l'année, ou seulement à certaines périodes ? Une seule réponse possible. _X_ 100% ____75%-99% ___ 50%-74% ___ _ moins de 50%

18. Votre site d'étude est-il à moins de 100 km d'un très grand lac (supérieur à environ 5 000km²), d'une mer ou d'un océan? __ Oui _X_ Non

Si oui, dans quelle direction est ce lac, cette mer ou cet océan à partir du site d'étude ? (N, E, S, ou W)? _____

6. Sol

19. Quel adjectif décrit au mieux le sol de votre site d'étude? Une seule réponse possible. (Si vous n'êtes pas sûr, vous pouvez lire la classification des sols dans *Recherche sur les sols*.)

_X_ Sablonneux (sableux) __ Argileux (glissant lorsqu'il est humide) ___ Rocailleux (rude)

7. Occupation des sols/Biologie

20. Décrivez l'occupation des sols. (Si vous avez déjà trouvé les informations grâce au *Protocole Occupation des sols/Biologie*, renseignez les ici.) Indiquez approximativement quel pourcentage du site est

____nu (rochers, sable ou tout autre sol vierge de végétation)

____pavé

____couvert de bâtiments

_80%_ couvert d'herbe, d'arbres et/ou d'arbustes

Si vous le souhaitez, vous pouvez fournir plus d'informations sur l'occupation des sols de votre site d'étude ci-dessous :

21. Quels animaux habitent dans le site d'étude ? Note: Vous pouvez utiliser vos connaissances sur les animaux ou utiliser toutes les preuves de présence d'animaux que vous avez observées sur le site d'étude.

Des chèvres domestiques, des vaches, des moutons, des poulets, des chameaux, des chevaux, des serpents sauvages, des pintades, des rats, parfois des singes

22. Décrivez ici tout ce qui peut être particulier ou inhabituel à propos de votre site d'étude:

Village sahélien…. c'est une zone du Niger plutôt dense en population …Proche de la frontière avec le Nigéria, sur une route principale …la région est sablonneuse avec un sol rouge, fait de rochers altérés par les phénomènes climatiques et d'une érosion importante, et signes de désertification…due à de trop nombreuses cultures.

Questionnaire représentatif d'une description de site d'étude

Forêt Tropicale (Figure EA-LC5-1b)

Si vous comparez le diagramme de votre classe avec le diagramme représentatif d'un site d'étude de GLOBE dans une forêt tropicale, vous pouvez utiliser ce document pour comprendre et interpréter le diagramme représentatif.

Ceci est un document représentatif. Les informations contenues dans ce document sont les données exactes pour une forêt tropicale central-américaine. Ce document n'est pas le fait d'une école GLOBE en Amérique centrale.

Date d'aujourd'hui: 15 mai 2002 Saison représentée sur le diagramme de classe: Saison des pluies

1. Identification de l'école

1. Nom de l'école: (Pasd'Ecole)
2. Adresse de l'école: Belize
3. Nom de l'enseignant: (PasdeNomd'Enseignant)
4. Identification de la Classe: (PasdeNomdeClasse)

(**Note:** Comme une école peut effectuer cette activité durant plusieurs années avec différentes classes, il peut y avoir plusieurs diagrammes pour le même site d'étude sur le site web de GLOBE. Veuillez ainsi renseigner ici le nom de l'enseignant qui a guidé la création du diagramme de classe ainsi que des données spécifiques à la classe):

2. Localisation du site d'étude

5. Latitude: 17,00 degrés N
6. Longitude: 89,50 degrés E
7. Altitude (en mètres): 200 m
8. Votre site d'étude est-il à l'intérieur d'un continent (plus de 200 km de la cote)? __ Oui X Non
9. Votre site d'étude est-il urbain, suburbain ou rural ? Une seule réponse possible:

__ Urbain (en ville et en périphérie, la plupart de la surface est couverte de béton ou d'un autre matériau fait par l'homme)
__ Suburbain (de nombreuses infrastructures faites par l'homme et séparées par des surfaces ouvertes, c'est-à-dire des surfaces non couvertes par des matériaux faits par l'homme)
X Rural (campagne, pour la plupart des surfaces ouvertes avec peu d'infrastructures humaines)

3. Climat

10. Une seule réponse possible:

__ Polaire et subpolaire (entre 60° de latitude et le pôle)
__ Latitude moyenne (entre 30° et 60° de latitude)
X Tropical et subtropical (entre 30° de latitude et l'équateur)

11. Combien votre région a-t-elle de précipitations par an ? Votre réponse doit être en cm. (Vous pouvez trouver l'information dans un atlas, dans une librairie locale, auprès d'un ingénieur local ou d'un gouvernement local)

130 cm

12. Y-a-t-il des mois dans l'année où il y a plus de précipitations dans votre région que durant les autres mois ? _X_ Oui ____ Non

Si oui, au cours de quels mois y-a-t-il plus de précipitations dans votre région? De mai à octobre

4. Météorologie

13. Votre temps provient-il habituellement d'une direction particulière durant la saison représentée dans votre diagramme d'un site d'étude en tant que système terrestre ?

_X_ Oui ____ Non

Si oui, de quelle *direction* générale (N, E, S ou W)? ___ E

5. Eau

14. Y-a-t-il une étendue d'eau dans votre site d'étude ou à moins de 100 m du site? _X_ Oui ____ Non

Si oui, indiquez de quel type d'étendue d'eau il s'agit. Une seule réponse possible

Si non, allez directement à la question 18.

X Ruisseau
__ Canal
__ Rivière
__ Etang
__ Lac
__ Golfe
__ Océan
__ Réservoir
__ Fossé d'irrigation
__ Aucun

15. Si votre site d'étude comporte l'intégralité ou une partie d'une étendue d'eau, quel est son nom?

(SansNom)_____

_____

16. Combien de place cette étendue d'eau occupe-t-elle sur le site d'étude?

Une seule réponse possible. _ Beaucoup (plus de 30%) _ Un peu (10-30%) X Très peu (1-10%) _ Pas du tout

17. L'étendue d'eau contient-elle de l'eau toute l'année, ou seulement à certaines périodes ? Une seule réponse possible. _X_ 100% ____ 75%-99% ___ 50%-74% ___ moins de 50%

18. Votre site d'étude est-il à moins de 100 km d'un très grand lac (supérieur à environ 5 000km²), d'une mer ou d'un océan? __ Oui X Non

Si oui, dans quelle direction est ce lac, cette mer ou cet océan à partir du site d'étude ? (N, E, S, ou W)? _____

6. Sol

19. Quel adjectif décrit au mieux le sol de votre site d'étude? Une seule réponse possible. (Si vous n'êtes pas sûr, vous pouvez lire la classification des sols dans *Recherche sur les sols*.)

___ Sablonneux (sableux) _X_ Argileux (glissant lorsqu'il est humide) ___ Rocailleux (rude)

7. Occupation des sols/Biologie

20. Décrivez l'occupation des sols. (Si vous avez déjà trouvé les informations grâce au *Protocole Occupation des sols/Biologie*, renseignez les ici.) Indiquez approximativement quel pourcentage du site est

___nu (rochers, sable ou tout autre sol vierge de végétation)

___pavé

___couvert de bâtiments

_80%_ couvert d'herbe, d'arbres et/ou d'arbustes

Si vous le souhaitez, vous pouvez fournir plus d'informations sur l'occupation des sols de votre site d'étude ci-dessous :

21. Quels animaux habitent dans le site d'étude ? Note: Vous pouvez utiliser vos connaissances sur les animaux ou utiliser toutes les preuves de présence d'animaux que vous avez observés sur le site d'étude.

Il y en a trop pour tous les citer. De nombreuses espèces d'oiseaux, des rainettes, des scorpions, des araignées; des papillons, des scarabées, des fourmis; des singes hurleurs. Avant, des jaguars vivaient ici, et nous pensons que parfois, certains passent encore par ici. D'autres félins vivent ici tout le temps.

22. Décrivez ici tout ce qui peut être particulier ou inhabituel à propos de votre site d'étude:

Nous avons une saison des pluies de mai à octobre, et une saison plus sèche de novembre à avril.

Questionnaire représentatif d'une description de site d'étude

Zone marine/côtière (Figure EA-LC5-1c)

Si vous comparez le diagramme de votre classe avec le diagramme représentatif d'un site d'étude de GLOBE dans une zone marine/côtière, vous pouvez utiliser ce document pour comprendre et interpréter le diagramme représentatif.

Ceci est un document représentatif. Les informations contenues dans ce document sont les données exactes pour une zone marine/côtière en Nouvelle-Zélande. Ce document n'est pas le fait d'une école GLOBE sur ce continent.

Date d'aujourd'hui: 20 novembre 1999 Saison représentée sur le diagramme de classe: Printemps

1. Identification de l'école

1. Nom de l'école: (Pasd'Ecole

2. Adresse de l'école: Région nord de l'île du Sud, Nouvelle Zélande

3. Nom de l'enseignant: (PasdeNomd'Enseignant)

4. Identification de la Classe: (PasdeNomdeClasse)

(**Note:** Comme une école peut effectuer cette activité durant plusieurs années avec différentes classes, il peut y avoir plusieurs diagrammes pour le même site d'étude sur le site web de GLOBE. Veuillez ainsi renseigner ici le nom de l'enseignant qui a guidé la création du diagramme de classe ainsi que des données spécifiques à la classe):

2. Localisation du site d'étude

5. Latitude: 41,00 degrés S

6. Longitude: 173,50 degrés E

7. Altitude (en mètres): 20 m

8. Votre site d'étude est-il à l'intérieur d'un continent (plus de 200 km de la cote)? __ Oui X Non

9. Votre site d'étude est-il urbain, suburbain ou rural ? Une seule réponse possible:

__ Urbain (en ville et en périphérie, la plupart de la surface est couverte de béton ou d'un autre matériau fait par l'homme)

__ Suburbain (de nombreuses infrastructures faites par l'homme et séparées par des surfaces ouvertes, c'est-à-dire des surfaces non couvertes par des matériaux faits par l'homme)

X Rural (campagne, pour la plupart des surfaces ouvertes avec peu d'infrastructures humaines)

3. Climat

10. Une seule réponse possible:

__ Polaire et subpolaire (entre 60° de latitude et le pôle)

X Latitude moyenne (entre 30° et 60° de latitude)

_ Tropical et subtropical (entre 30° de latitude et l'équateur)

11. Combien votre région a-t-elle de précipitations par an ? Votre réponse doit être en cm. (Vous pouvez trouver l'information dans un atlas, dans une librairie locale, auprès d'un ingénieur local ou d'un gouvernement local)

____cm

12. Y-a-t-il des mois dans l'année où il y a plus de précipitations dans votre région que durant les autres mois ? _X_Oui ____Non

Si oui, au cours de quels mois y-a-t-il plus de précipitations dans votre région? _de mai à août

4. Météorologie

13. Votre temps provient-il habituellement d'une direction particulière durant la saison représentée dans votre diagramme d'un site d'étude en tant que système terrestre ?

_X_Oui ____Non

Si oui, de quelle *direction* générale (N, E, S ou W)? ___ W

5. Eau

14. Y-a-t-il une étendue d'eau dans votre site d'étude ou à moins de 100 m du site? _X_Oui ____Non

Si oui, indiquez de quel type d'étendue d'eau il s'agit. Une seule réponse possible

Si non, allez directement à la question 18.

__ Ruisseau
__ Canal
__ Rivière
__ Etang
__ Lac
__ Golfe
__ Océan
X Réservoir
__ Fossé d'irrigation
__ Aucun

15. Si votre site d'étude comporte l'intégralité ou une partie d'une étendue d'eau, quel est son nom?

Cook Strait, entre la mer de Tasman et l'océan Pacifique sud

16. Combien de place cette étendue d'eau occupe-t-elle sur le site d'étude?
Une seule réponse possible. _Beaucoup (plus de 30%) _X Un peu (10-30%)_ Très peu (1-10%) _Pas du tout

17. L'étendue d'eau contient-elle de l'eau toute l'année, ou seulement à certaines périodes ? Une seule réponse possible. _X_100% ____75%-99% ___ 50%-74% ___ moins de 50%

18. Votre site d'étude est-il à moins de 100 km d'un très grand lac (supérieur à environ 5 000km²), d'une mer ou d'un océan? _X Oui __ Non

Si oui, dans quelle direction est ce lac, cette mer ou cet océan à partir du site d'étude ? (N, E, S, ou W)? ___N

6. Sol

19. Quel adjectif décrit au mieux le sol de votre site d'étude? Une seule réponse possible. (Si vous n'êtes pas sûr, vous pouvez lire la classification des sols dans *Recherche sur les sols*.)

_X_ Sablonneux (sableux) ___ Argileux (glissant lorsqu'il est humide) ___ Rocailleux (rude)

7. Occupation des sols/Biologie

20. Décrivez l'occupation des sols. (Si vous avez déjà trouvé les informations grâce au *Protocole Occupation des sols/Biologie*, renseignez les ici.) Indiquez approximativement quel pourcentage du site est

__nu__ (rochers, sable ou tout autre sol vierge de végétation)
___pavé
___couvert de bâtiments
__40%__ couvert d'herbe, d'arbres et/ou d'arbustes

Si vous le souhaitez, vous pouvez fournir plus d'informations sur l'occupation des sols de votre site d'étude ci-dessous :

Notre site d'étude est sur une plage, ainsi il est recouvert pour la plupart de sable et de rochers.

21. Quels animaux habitent dans le site d'étude ? Note: Vous pouvez utiliser vos connaissances sur les animaux ou utiliser toutes les preuves de présence d'animaux que vous avez observés sur le site d'étude.

Il y a des goélands marins, des sternes caspiennes et des huîtriers. Sur la plage, il y a des crabes et des escargots, des coques, des oursins, des sauterelles des mers, des perce-oreilles et des isopodes, ainsi que de nombreux insectes et araignées. Parfois, nous voyons des dauphins.

22. Décrivez ici tout ce qui peut être particulier ou inhabituel à propos de votre site d'étude:

Le temps peut changer très rapidement ici ! Nous sommes sur une petite île au milieu d'un très grand océan. Il y a généralement du vent. Le climat n'est pas extrêmement chaud ou froid. Nous avons des étés chauds et des hivers froids.

Questionnaire représentatif d'une description de site d'étude

Zone continentale de latitude moyenne (Figure EA-LC5-1d)

Si vous comparez le diagramme de votre classe avec le diagramme représentatif d'un site d'étude de GLOBE dans une zone continentale de latitude moyenne, vous pouvez utiliser ce document pour comprendre et interpréter le diagramme représentatif.

Ceci est un document représentatif. Les informations contenues dans ce document sont les données exactes pour une zone continentale de latitude moyenne aux Etats-Unis. Ce document n'est pas le fait d'une école GLOBE sur ce continent.

Date d'aujourd'hui: 1er novembre 1999

Saison représentée sur le diagramme de classe: Automne

1. Identification de l'école

1. Nom de l'école: Reynolds Jr. Sr. High School

2. Adresse de l'école: Greenville, PA 16154

3. Nom de l'enseignant: Enseignant de GLOBE

4. Identification de la Classe: 4e leçon Science de la Terre

(**Note:** Comme une école peut effectuer cette activité durant plusieurs années avec différentes classes, il peut y avoir plusieurs diagrammes pour le même site d'étude sur le site web de GLOBE. Veuillez ainsi renseigner ici le nom de l'enseignant qui a guidé la création du diagramme de classe ainsi que des données spécifiques à la classe):

2. Localisation du site d'étude

5. Latitude 41,21 degrés N

6. Longitude: 80,24 degrés W

7. Altitude (en mètres): 350 m

8. Votre site d'étude est-il à l'intérieur d'un continent (plus de 200 km de la cote)? X Oui __ Non

9. Votre site d'étude est-il urbain, suburbain ou rural ? Une seule réponse possible:

__ Urbain (en ville et en périphérie, la plupart de la surface est couverte de béton ou d'un autre matériau fait par l'homme)

__ Suburbain (de nombreuses infrastructures faites par l'homme et séparées par des surfaces ouvertes, c'est-à-dire des surfaces non couvertes par des matériaux faits par l'homme)

X Rural (campagne, pour la plupart des surfaces ouvertes avec peu d'infrastructures humaines)

3. Climat

10. Une seule réponse possible:

__ Polaire et subpolaire (entre 60° de latitude et le pôle)

X Latitude moyenne (entre 30° et 60° de latitude)

_ Tropical et subtropical (entre 30° de latitude et l'équateur)

11. Combien votre région a-t-elle de précipitations par an ? Votre réponse doit être en cm. (Vous pouvez trouver l'information dans un atlas, dans une librairie locale, auprès d'un ingénieur local ou

d'un gouvernement local) 94,3 cm/an

12. Y-a-t-il des mois dans l'année où il y a plus de précipitations dans votre région que durant les autres mois ? _X_Oui ____Non

De septembre à

Si oui, au cours de quels mois y-a-t-il plus de précipitations dans votre région? _____novembre_____

4. Météorologie

13. Votre temps provient-il habituellement d'une direction particulière durant la saison représentée dans votre diagramme d'un site d'étude en tant que système terrestre ?

__X__Oui ____Non

Si oui, de quelle *direction* générale (N, E, S ou W)? _____de SW vers NW

5. Eau

14. Y-a-t-il une étendue d'eau dans votre site d'étude ou à moins de 100 m du site? __X_Oui ____Non

Si oui, indiquez de quel type d'étendue d'eau il s'agit. Une seule réponse possible

Si non, allez directement à la question 18.

__ Ruisseau
__ Canal
_X_ Rivière
__ Etang
__ Lac
__ Golfe
__ Océan
__ Réservoir
__ Fossé d'irrigation
__ Aucun

15. Si votre site d'étude comporte l'intégralité ou une partie d'une étendue d'eau, quel est son nom?

Rivière de Shenango

16. Combien de place cette étendue d'eau occupe-t-elle sur le site d'étude?

Une seule réponse possible. _X_Beaucoup (plus de 30%)__ Un peu (10-30%)_ Très peu (1-10%) __Pas du tout

17. L'étendue d'eau contient-elle de l'eau toute l'année, ou seulement à certaines périodes ? Une seule réponse possible. _X_100% ____75%-99% ___ 50%-74% ___ moins de 50%

18. Votre site d'étude est-il à moins de 100 km d'un très grand lac (supérieur à environ 5 000km²), d'une mer ou d'un océan? __ Oui _X_ Non

Si oui, dans quelle direction est ce lac, cette mer ou cet océan à partir du site d'étude ? (N, E, S, ou W)?_____

6. Sol

19. Quel adjectif décrit au mieux le sol de votre site d'étude? Une seule réponse possible. (Si vous n'êtes pas sûr, vous pouvez lire la classification des sols dans *Recherche sur les sols*.)

___ Sablonneux (sableux) _X_ Argileux (glissant lorsqu'il est humide) ___ Rocailleux (rude)

7. Occupation des sols/Biologie

20. Décrivez l'occupation des sols. (Si vous avez déjà trouvé les informations grâce au *Protocole Occupation des sols/Biologie*, renseignez les ici.) Indiquez approximativement quel pourcentage du site est

___nu (rochers, sable ou tout autre sol vierge de végétation)

___pavé

___couvert de bâtiments

_80%_ couvert d'herbe, d'arbres et/ou d'arbustes

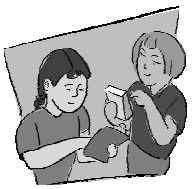
Si vous le souhaitez, vous pouvez fournir plus d'informations sur l'occupation des sols de votre site d'étude ci-dessous :

C'est notre site hydrologique, juste sur la rivière de Shenago

21. Quels animaux habitent dans le site d'étude ? Note: Vous pouvez utiliser vos connaissances sur les animaux ou utiliser toutes les preuves de présence d'animaux que vous avez observés sur le site d'étude.

Animaux de forêt en zone tempérée et animaux de rivière

22. Décrivez ici tout ce qui peut être particulier ou inhabituel à propos de votre site d'étude:



RC1 : Définir les frontières régionales

Objectif général

Identifier une région pour l'étudier en tant que système, et établir une liste de caractéristiques et de particularités utiles à la détermination des frontières du système régional.

Objectif spécifique

Les élèves échangent sur leur compréhension courante de ce que sont les systèmes terrestres et de leurs fonctionnements, et réfléchissent à la manière d'identifier les frontières d'une région lors de l'étude du système terrestre. En petits groupes, ils choisissent une région qu'ils présenteront à la classe, et ils listent les caractéristiques et les particularités qui peuvent délimiter les frontières de ce système régional. Après que chaque groupe a fait son exposé, la classe choisit une région qu'elle étudiera en tant que système terrestre. Ils délimitent alors les frontières de la région choisie sur leur image satellite, leur carte topographique, ou toute autre carte.

Compétences

Les étudiants devront être capables de :

- définir une ''région'' en tant que zone possédant partout les mêmes caractéristiques ;
- identifier une région spécifique en trouvant ses frontières pour l'étudier en tant que système terrestre ; et
- décrire les frontières de la région afin que les autres puissent les trouver sur une carte.

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps change chaque jour et selon les saisons.

Le soleil est la principale source d'énergie à la surface de la Terre.

La rayonnement du soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi différents réservoirs (biosphère, lithosphère, atmosphère, hydrosphère)

Sciences physiques

Le transfert de chaleur se fait par conduction, convection et radiation.

La chaleur va des objets chauds vers ceux qui sont froids.

Le soleil est une source majeure d'énergie pour les échanges à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Les réactions chimiques ont lieu partout dans l' environnement.

Sciences de la Vie

Les organismes peuvent vivre uniquement dans des environnements qui satisfont leurs besoins.

La Terre a beaucoup d'environnements différents qui accueillent différentes combinaisons d'organismes.

Les fonctions des organismes sont en relation avec leur environnement.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

L'homme peut modifier l'environnement naturel.

Les animaux et les végétaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non-vivants de l'écosystème.

Compétences *scientifiques*

Identifier les questions pertinentes.

Analyser une carte.
Travailler en équipe avec ses camarades.
Communiquer des résultats et des explications.

Durée
Un ou deux trimestres.

Niveau
Collège, Lycée

Matériel et instruments
Image satellite de votre école (disponible par GLOBE)
Cartes topographiques et/ou cartes de la végétation, cartes physiques, cartes des sols de la région couverte par l'image satellite.

Préparation
Passer en revue l'image satellite et les cartes.
Faire des photocopies aux étudiants. (Voir Etape 1, Préparation.)

Pré requis
Les étudiants doivent être familiers des images satellites et des cartes pour cette activité.

Passage vers d'autres activités d'apprentissage GLOBE
Recherche hydrologique : Modéliser un bassin versant
Les bassins versants procurent des frontières utiles lors de l'étude du système terrestre, et cette activité présente aux élèves les bassins versants et leur fonctionnement. Elle développe aussi leurs capacités à interpréter cartes et images, car ils les utilisent afin de construire un modèle de bassin versant en trois dimensions.

Que faire et Comment le faire
Etape 1. Préparation
Passer en revue l'image satellite et les cartes pour trouver les régions que vous souhaiteriez que vos élèves identifient.
Les images SIG (Système d'Information Géographique) montrant des bassins versants, des types de sols, de la végétation ou autre, peuvent enrichir votre activité.

Identifier une région
La région ou les régions que vous identifiez peuvent être plus ou moins grande. Sa taille doit être plus grande que la taille d'un site d'étude (périmètre défini par la zone qu'un homme peut voir depuis un point fixe), mais assez petite pour que les élèves en apprennent suffisamment sur cette zone en un temps réduit. Si vous voulez une taille spécifique, sélectionnez une zone d'environ 5 km de côté.

Le mieux est de se servir des frontières naturelles, mais si en les utilisant, la région délimitée est trop grande, utilisez un élément fait par l'homme, tel qu'une route par exemple.
Ne vous inquiétez pas si les frontières régionales ne peuvent pas être nettement définies.
Comme un des grands avantages de ce module est qu'il s'intègre au reste du travail de vos élèves sur GLOBE, vous pouvez faire identifier à vos élèves une région qui contient un ou plusieurs sites d'étude GLOBE.
Une fois que vous aurez passé en revue les images satellites et les cartes, vous serez à même de juger si vos élèves ont besoin ou non d'une préparation concernant leur interprétation, avant de faire cette activité.

Préparer les feuilles pour les élèves
Une partie de l'image satellite qui contient les régions que vous avez sélectionnées pour la recherche des élèves.
Les images SIG (si vous avez prévu de les utiliser).
Feuilles de travail :
Identifier une région à étudier
Réflexion personnelle de l'élève : Identifier une région
Rubrique d'évaluation pour cette activité (vous pouvez en discuter avec les élèves).

Etape 2. Expliquez l'objectif de l'activité : Mieux comprendre la Terre à une échelle régionale en l'étudiant comme un système.

Expliquez aux élèves qu'ils vont explorer un nouveau moyen de regarder la Terre – qui est, à l'instar d'un système, un arrangement d'éléments et de parties interconnectées.

Si vos élèves se posent des questions sur ce qu'est un système, prenez quelques minutes pour que chacun écrive sa définition d'un système et faites les discuter de leurs idées en classe entière.

Les élèves de lycée ne devraient pas avoir besoin d'aide dans ce cas.

Mais les élèves de collège pourraient avoir besoin de considérer d'abord des systèmes qui leur sont familiers. Vous pouvez leur demander de définir certains systèmes : une voiture, un groupe social, une équipe de sport, un corps humain. Vous pouvez dessiner un schéma simple d'un de ces systèmes au tableau, ou demander aux élèves de le faire.

Expliquez aux élèves qu'ils travailleront avec une image satellite GLOBE, des cartes et peut-être d'autres outils afin d'identifier et de délimiter les frontières d'une région pour l'étudier en tant que système. Dans l'activité suivante, ils se pencheront sur les entrées et sortie du système régional, i.e. ce qui rentre et sort, par exemple l'eau, les particules des sols, l'énergie, et les produits chimiques.

Assurez vous que les élèves sachent qu'il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse dans cette activité, et qu'il n'y a pas une région en particulier qu'ils sont sensés identifier. Ce qui est important pour eux, est qu'ils améliorent leurs capacités à analyser des informations géographiques, à observer une région en tant que système, et à justifier les choix de régions qu'ils ont faits.

Etape 3. Faites se concentrer la classe et faites décrire aux élèves la zone autour de l'école, ou un site d'étude GLOBE prédéfini, ou tout autre site susceptible de leur être familier.

Distribuez aux élèves, l'image satellite et les cartes topographiques (ou autres) de la zone, que vous avez. Regardez l'image et les cartes avec les élèves et aidez-les à interpréter ce qu'ils voient. Quelles sont les particularités globales de la zone ? Discutez-en. Que pouvez-vous conclure sur la végétation et le type de sols de la carte ? Pouvez vous déterminer d'où les eaux proviennent et où elles vont ?

Expliquez qu'une région peut avoir des particularités homogènes en son sein, et des frontières qui peuvent être décrites. Est-ce que des régions deviennent visibles alors pour la classe ?

Etape 4. Demandez aux élèves une définition du mot ''région''.

Discutez de leurs suggestions.

Une région peut être définie comme une zone géographique possédant partout les mêmes caractéristiques et particularités. Les frontières régionales sont les lieux où ces caractéristiques et ces particularités changent. Les régions peuvent être plus ou moins grandes.

Etape 5. Demandez aux élèves quelles caractéristiques ou particularités on peut utiliser pour définir une région particulière.

S'ils ont besoin d'aide, suggérez-leur de consulter les caractéristiques listées ci-dessous :

- Concernant l'eau : ruisseaux, canaux, rivières, étangs, lacs ou océan. (Un bassin versant constitue une région efficace pour être étudié en tant que système terrestre.)
- Traits topographiques tels que les montagnes, les plateaux et les vallées.
- Types de végétation : forêt, prairie, marécage, désert.
- Types de sols.
- Humidité des sols.
- Barrages.

Routes, ponts, et autres zones engendrées par l'homme (maisons, bureaux, usines, et centres commerciaux) si elles sont suffisamment grandes pour affecter les entrées et sorties de la région.

Frontières politiques telles que les limites d'un pays ou d'un état.

Parcs.

Faites noter à un élève la liste des caractéristiques possibles que la classe a établie.

Etape 6. Distribuez la *feuille de travail : Identifier une région à étudier.* **Répartissez les élèves en petits groupes, et demandez-leur d'identifier une région spécifique qu'ils présenteront à la classe afin de l'étudier dans une activité suivante.**

Les élèves doivent garder à l'esprit l'objectif de définir une région en vue de l'étudier en tant que système terrestre, pendant ce moment de l'activité ; car dans l'activité suivante, ils regarderont la région comme un système d'éléments en interaction, et exploreront ce qui y entre et ce qui en sort. Les frontières régionales qu'ils établissent maintenant, auront plus de sens dans l'activité suivante, car les élèves devront identifier ce qui traverse ces frontières.

Dîtes leur que chaque groupe devra décrire la région qu'il a choisit à la classe, et devra justifier son choix.

Faites en sorte que chaque groupe désigne un rapporteur.

Etape 7. Amenez chaque groupe à présenter et justifier la région qu'ils ont choisie.

Expliquez que la classe va maintenant choisir une région pour l'étudier en tant que système. La région que la classe va finalement choisir, a moins d'importance que le processus amenant les élèves à considérer la région comme un système, et leur travail en collaboration avec leurs camarades. Si vous mettez en place l'*Activité RC2*, vos élèves auront l'opportunité de découvrir la qualité des caractéristiques et des particularités qu'ils ont sélectionnées lors du travail sur les frontières régionales, car ils étudieront les entrées et sorties spécifiques de la région en tant que système terrestre.

Etape 8. Aidez la classe à trouver un consensus sur le choix de la région qui conviendrait le mieux afin d'être étudiée en tant que système.

Si la classe a des difficultés à trouver un consensus, encouragez les à regarder comment une région est clairement définie par ses frontières, et dans quelle mesure il serait possible et intéressant d'étudier une région particulière en tant que système possédant des entrées et des sorties.

Etape 9. Faites dessiner individuellement aux élèves, les frontières de la région définie par la classe, sur leur propre image satellite ou leur carte.

Faites en sorte que les élèves ne perdent pas leurs cartes ou relevez les pour les garder en sécurité, jusqu'à la prochaine activité.

Etape 10. Relevez la *feuille de travail : Identifier une région à étudier,* **et distribuez la** *feuille de travail : réflexion personnelle de l'élève : Identifier une Réflexion personnelle* peut être complétée en classe ou en devoir à la maison.

Evaluation des élèves

Le travail suivant des élèves peut être utilisé en vue d'une évaluation :

Feuilles de travail :

Identifier une région à étudier

Réflexion personnelle de l'élève : Identifier une région

Les cartes sur lesquelles les élèves ont dessiné les frontières de la région que leur groupe avait sélectionnée.

Une rubrique de notation concernant la première feuille de travail, (présentation de groupe et cartes) est fournie. Les réponses

des élèves aux questions de la R*éflexion personnelle* ne peuvent pas être notées, cependant elles jouent un rôle particulier dans l'apprentissage de l'élève. Les élèves ayant l'esprit confus ou tout autre problème avec le sujet pourraient être plus à l'aise en s'exprimant sur une feuille de travail plutôt qu'en face d'une classe entière.

Pour aller plus loin

Le système terrestre à pied

Emmenez les élèves explorer la région – système terrestre choisie. Visitez les zones que les élèves ont identifiées comme frontière régionale, et invitez-les à reconsidérer le bien fondé du choix de ces frontières. Donnez leur une opportunité de modifier leur liste de caractéristiques et particularités.

L'aménagement du territoire avec la science su système terrestre

Demandez à des professionnels de l'aménagement du territoire comment ils définissent les régions pour leur travail, quels critères ils utilisent, et s'ils pensent que ces critères sont efficaces. Découvrez quels problèmes d'aménagement du territoire ont été résolus en se basant sur les frontières des bassins versants et pour quelles raisons.

Utilité des digrammes à différentes échelles

Pour les élèves qui ont fait l'activité *LC2* ou *LC4* : demandez leur de prédire si leurs diagrammes du site d'étude locale, vont bien s'adapter à l'échelle régionale, sans qu'ils puissent regarder à nouveau ces diagrammes. Demandez leur alors de récupérer leurs diagrammes, et d'évaluer avec quelle précision ils s'adaptent à l'échelle régionale, et faites un petit rapport écrit sur leur évaluation.

Comme il a été dit plus haut dans cette activité, l'échelle régionale est plus grande qu'une échelle locale, mais beaucoup de processus qui façonnent le système terrestre agissent de manière identique quelque soit l'échelle.

Identifier une région à étudier

Feuille de travail

Nom:_____Classe:_____Date:_____

1. Qu'est-ce qu'une région? Ecrivez votre définition ici.

_____

_____

_____

_____

_____

2. Avec les autres membres du groupe, trouvez une région que vous présenterez à la classe en vue de l'étudier en tant que système. Décrivez-la ici.
   Rappelez-vous que vous voulez une région que vous pouvez observer d'après ce qu'il y rentre et ce qu'il en sort (entrées et sorties).

   a. Quelles particularités et caractéristiques utilisez-vous pour identifier votre région? Pourquoi ?

_____

_____

_____

_____

_____

   b. Comment allez-vous décrire votre région à la classe? Listez les repères géographiques qui vont vous aider à identifier les frontières de la région – nord, sud, est, ouest. Vous pouvez utiliser les lignes de latitude et de longitude si nécessaire.

_____

_____

_____

_____

_____

Identifier une région

Feuille de travail 2 : Réflexion personnelle de l'élève

Nom:_____Classe:_____Date:_____

Vos réponses aux questions suivantes ont pour but d'aider votre professeur à prendre conscience de ce que vous pensez et des problèmes de compréhension que vous avez. Vous ne serez pas notés sur ces réponses.

1. Qu'avez-vous appris, lors de l'identification d'une région, dont vous êtes sûrs ?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. Qu'est-ce qui vous a posé problème dans la compréhension des régions ?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

3. Que voudriez-vous savoir de plus, concernant la région que vous avez identifiée ?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

RC2 : Les effets des entrées et Sorties sur une région

Objectif général

Identifier ce qui rentre et sort du système régional, et comment des changements dans l'entrée ou la sortie d'un composant peuvent affecter les autres composants.

Objectif spécifique

En utilisant la région à étudier qu'ils ont identifiée dans l'*Activité RC1*, ou une région identifiée par le professeur de cette activité, les élèves dessinent une boîte imaginaire autour de cette région. La boîte comprend ce qui est au dessus de la surface du sol (l'atmosphère), et ce qui est en dessous (le sol, la lithosphère). En utilisant leur connaissance, ils discutent et listent les entrées et sorties d'une région, guidés par les questions de leur professeur si nécessaire. Ensuite, les élèves génèrent et explorent des scénarios en « que se passerait-il si ? ». (Exemple, Que se passerait-il si l'eau irrigant la région était réduite de moitié ? ou doublée ? Que se passerait-il si les terres autour de ce ruisseau n'étaient plus recouvertes d'une forêt, mais d'une végétation rase ? Que se passerait-il si aucun oiseau ne franchissait les frontières de cette région ?) Les élèves apprennent à poser des questions inhabituelles et à faire des prédictions pertinentes dans lesquelles ils observent que changer un composant affecte les propriétés des autres dans le système régional. Aidés par des questions guidées, ils écrivent au sujet de ce qu'ils ont appris.

Compétences

Les étudiants devront être capables de :

- Identifier scientifiquement des entrées et sorties d'un système à l'échelle régionale ;
- Envisager comment les changements des entrées ou des sorties d'un composant peuvent affecter les autres composants, et donc réfléchir au concept selon lequel les parties du système se façonnent entre elles à travers leurs interactions.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

Le transfert de chaleur se fait par conduction, convection et radiation.

La chaleur va des objets chauds vers ceux qui sont froids.

Le soleil est une source majeure d'énergie pour les échanges à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Les réactions chimiques ont lieu partout dans l'environnement.

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère

Sciences de la Vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir

dépend des ressources disponibles.
Les atomes et les molécules se déplacent parmi les composants vivants et non vivants de l'écosystème.

Compétences scientifiquse
Identifier des questions pertinentes.
Reconnaître et analyser des explications intermédiaires.
Communiquer des résultats et des explications.

Durée
Un ou deux trimestres.

Niveau
Collège, Lycée

Matériel et instruments
Image satellite de votre école (disponible par GLOBE)
Cartes topographiques et/ou cartes de la végétation, cartes physiques, cartes des sols de la région couverte par l'image satellite. (si possible)

Préparation
Cette activité sera des plus bénéfiques si vos élèves ont déjà fait l'activité *RC1*. Si vous n'avez pas mis en œuvre l'activité *RC1*, lisez les étapes 1 et 2, Que faire et Comment le faire, de cette activité.
Rassembler les images satellite et les cartes.
Faire des photocopies aux étudiants. (Voir Etape 1, Préparation.)

Pré requis
Aucun

Que faire et Comment le faire

Etape 1. Préparation

Si vous n'avez pas mis en œuvre l'activité *RC1*, identifiez une région à étudier en tant que système terrestre, et dessinez ses frontières sur l'image satellite fournie par GLOBE ou sur une carte.

La région ou les régions que vous identifiez peuvent être plus ou moins grande. Sa taille doit être plus grande que la taille d'un site d'étude (périmètre défini par la zone qu'un homme peut voir depuis un point fixe), mais assez petite pour que les élèves en apprennent suffisamment sur cette zone en un temps réduit. Si vous voulez une taille spécifique, sélectionnez une zone d'environ 5 km de côté.

Le mieux est de se servir des frontières naturelles, mais si en les utilisant, la région délimitée est trop grande, utilisez un élément fait par l'homme, tel qu'une route par exemple.
Ne vous inquiétez pas si les frontières régionales ne peuvent pas être nettement définies.

Comme un des grands avantages de ce module est qu'il s'intègre au reste du travail de vos élèves sur GLOBE, vous pouvez faire identifier à vos élèves une région qui contient un ou plusieurs site d'étude GLOBE.

Préparer les feuilles pour les élèves

L'image satellite ou la carte sur laquelle vous avez dessiné les frontières de la région à étudier.

Feuilles de travail :
- *Entrées et Sorties du Système Régional*
- *Changements Envisagés dans le Système Régional*
- *Réflexion Personnelle de l'élève : les Régions en tant que Système*

Rubriques d'évaluation fournies pour cette activité (vous pouvez en discuter avec les élèves).

Etape 2. Présentez l'activité.

Si vous avez mis en œuvre l'activité *RC1*, demandez aux élèves de sortir leurs images satellite ou cartes sur laquelle ils ont dessiné les frontières de la région choisie par la classe.

Si vous n'avez pas mis en œuvre l'activité *RC1*, distribuez aux élèves, une copie de l'image satellite ou de la carte montrant la région que vous avez identifiée pour cette activité.

Etape 3. Demandez aux élèves de mettre une boîte imaginaire autour de la région, et d'utiliser leurs connaissances pour trouver ce qui rentre et sort de la boîte.

Incitez les élèves à imaginer une boîte qui ne comprend pas uniquement ce qui est en surface du sol, mais aussi ce qui est au dessus de la surface du sol (l'atmosphère), et ce qui est en dessous (le sol, la pédosphère).
Ecrivez les noms de ces quatre composants majeurs du système terrestre :

- Atmosphère – air, nuages, et précipitations (pluies, neige, grêle).
- Hydrosphère – ruisseaux, canaux, rivières, étangs, lacs, et océans ; ainsi que les nappes phréatiques.
- Pédosphère – sol.
- Biosphère – êtres vivants.

Menez une discussion de classe au sujet des entrées et sorties d'une région – ce qui rentre et sort du système.

Les objectifs de la discussion sont de faire comprendre aux élèves que sont des entrées et sorties, et de provoquer une réflexion sur la notion de système. Dans la prochaine étape, on leur demandera de faire leurs propres listes d'entrées et sorties du système.

Demandez aux élèves d'être aussi précis que possible dans leurs réponses. Par exemple, ils peuvent mentionner des orages provenant d'une autre ville (nommer la ville) et arrivant sur la région ; des déchets transportés vers une zone de retraitement particulière dans une autre région ; graines de pin d'une forêt spécifique (nommer la forêt et éventuellement l'espèce de pin si possible) située hors de la région, déposées par le vent dans une prairie particulière ; des poissons nageant dans un ruisseau (nommer la ruisseau) et traversant la frontière régionale pour frayer.

Assurez aux élèves que ce qu'ils savent au sujet du cycle de l'eau, du cycle énergétique et du cycle chimique peut s'appliquer à la question, car l'eau, l'énergie et les particules chimiques se déplacent dans les différentes zones du système terrestre. Rappelez aux élèves que les hommes font partie du système terrestre.

Cette activité met merveilleusement en pratique des notions connues des élèves dans les domaines tels que la météorologie, la chimie, la biologie, l'écologie, la géologie ou autre. Les élèves pourraient avoir besoin de votre aide afin de faire le rapprochement avec leurs connaissances.

Etape 4. Distribuez la feuille de travail: ***Entrées et Sorties du système régional*****, et demandez aux élèves de la compléter.**

Faites travailler les élèves en petits groupes pendant environ 10 minutes pour qu'ils complètent la feuille de travail.
S'ils le souhaitent, les élèves peuvent quantifier les entrées et sorties (peu, modérément, beaucoup).

Etape 5. Mettez au point une liste des entrées et sorties pour toute la classe
Demandez aux élèves de partager les entrées et sorties de leurs listes, et désignez un élève qui en fasse la liste au tableau. Si la classe a besoin d'aide, référez vous à la liste de possibilités dans la section suivante, *Guide du professeur*.
Suggérez aux élèves de prendre des notes sur ce qu'ils ont pensé et appris.

Guide du professeur

Si nécessaire, conseillez aux élèves les *concepts* de cette liste.
Vous pouvez en ajouter si vous voulez !

Les élèves doivent être aussi précis que possible dans leurs réponses, spécifier les zones géographiques et identifier les plantes et les animaux dont ils parlent.

Entrées

Atmosphère

Courant d'air provenant du sud-ouest (ou tout autre direction appropriée)
Chaleur ou fraîcheur, pluie ou neige venant d'autres régions, transportées par les vents.
Poussière portée par le vent.
Azote de l'air, consommé par les plantes.
Chaleur et lumière du soleil.

Hydrosphère

Eaux provenant de la source.
Sédiments érodés et décrochés des rives du haut de la rivière.

Biosphère

Graines apportées par les oiseaux et autres animaux.
Sédiment érodés et décrochés des rives du haut de la rivière.
Azote de l'air, consommé par les plantes.

Sorties

Atmosphère

Courant d'air allant vers le nord-est (ou tout autre direction appropriée)
Eau contenue dans l'air, qui s'est évaporée de la surface du sol et qui est transportée vers d'autres régions.
Chaleur ou fraîcheur portée par les vents, mouvements de masse d'air.
Eau s'évaporant dans l'atmosphère.
Chaleur réfléchie vers l'espace.
Lumière réfléchie vers l'espace.

Hydrosphère

Eaux s'écoulant et sortant de la région.
Sédiments et autres substances transportées par l'eau.
Résidus tombant dans le ruisseau et emportées au loin.

Biosphère

Animaux traversant les frontières régionales. (les élèves pourraient penser à des animaux en particuliers, vertébrés et invertébrés).
Animaux mangeant dans la région et quittant ensuite la région.
Graines emportées par les oiseaux et autres animaux.
Résidus tombant dans le ruisseau et emportés au loin.

Etape 6. Demandez aux élèves de générer des questions en « que se passerait-il si », concernant des changements dans les entrées et sorties, et de suggérer une réponse à ces questions.

Distribuez la *feuille de travail : Changements envisagés dans le système régional*.
Demandez aux élèves de générer une liste de questions et faîtes les y répondre. Assurez-vous que les questions et réponses n'entrevoient qu'un changement à la fois dans le système.
Ci-dessous, quelques questions que les élèves pourraient envisager et la catégorie de changement auxquelles elles correspondent :

- Que se passerait-il s'il pleuvait deux fois plus sur la région ? (changement atmosphérique)
- Que se passerait-il s'il pleuvait moitié moins sur la région ? (changement atmosphérique)
- Que se passerait-il si on construisait un barrage plus haut dans la rivière (changement hydrosphérique)
- Que se passerait-il si on construisait un barrage plus bas dans la rivière (changement hydrosphérique)
- Que se passerait-il si aucune eau ne pénétrait dans la région ? (changement hydrosphérique)
- Que se passerait-il si le vent prédominant changeait de direction ? (changement atmosphérique)
- Que se passerait-il si le nombre de personnes vivant dans lé région était diminué de moitié ? Que se

passerait-il s'il était doublé ? (Changement dans la biosphère)

Que se passerait-il si tout le monde quittait la région ? (Changement dans la biosphère)

Que se passerait-il si aucun oiseau ne volait dans la région ? (Changement dans la biosphère)

Que se passerait-il si des espèces d'oiseaux différentes volaient dans la région ? (Changement dans la biosphère)

Que se passerait-il si la prairie devenait une forêt ? (Changement dans la biosphère)

Que se passerait-il si la prairie devenait un centre commercial ? (Changement dans la biosphère et dans la pédosphère)

Que se passerait-il s'il n'y avait plus de terre dans le sol ? (Changement dans la pédosphère)

Que se passerait-il si la boîte imaginaire autour de la région était imperméable et ne laissait rien entrer ou sortir ? (Changement dans tous les domaines)

Demandez aux élèves d'établir leurs prédictions en décrivant les changements au sein des quatre domaines du système : atmosphère, hydrosphère, lithsphère et biosphère. En d'autres mots, pour chaque question en « que se passerait-il si », comment ce changement influencerait-il les propriétés des sols ? Comment cela influencerait-il les propriétés de l'hydrosphère ? Comment cela affecterait-il les propriétés des êtres vivants de la région ? Comment cela affecterait-il les propriétés de l'atmosphère ?

Le concept phare ici, consiste dans le fait que changer les propriétés d'un des composants du système altère les propriétés des autres composants.

Comme dans l'activité précédente, il n'y pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Il n'y a que des réponses raisonnables, pensées et bien construites. L'important est que les élèves améliorent leur conscience et leur perception de la région en tant que système.

Etape 7. Faites décider la classe : La région est-elle un système ouvert ou fermé. Pourquoi ?

Cette question est intéressante, non seulement lorsque l'on considère la région comme un système terrestre, mais aussi lorsque l'on considère un système en général. Un *système ouvert* est un système qui échange de la matière et/ou de l'énergie à travers ses frontières. Un *système fermé* est un système qui n'échange aucune matière à travers ses frontières.

Ayant réalisé leurs travaux sur les entrées et sorties du système, les élèves devraient pouvoir dire que la région est un système ouvert. Un grand nombre de choses y rentre et en sort.

Etape 8. A la maison ou en classe, faites remplir aux élèves la *feuille de travail : Réflexion personnelle de l'élève : les régions en tant que système.*

Evaluation des élèves

Trois *feuilles de travail* peuvent être utilisées en vue d'une évaluation :

- *Entrées et Sorties du Système Régional*
- *Changements Envisagés dans le Système Régional*
- *Réflexion Personnelle de l'élève : les Régions en tant que Système*

Les rubriques d'évaluation sont fournies pour les deux premières feuilles de travail.

Entrées et Sorties d'un Système Régional

Feuille de travail - 1

Nom:_____Classe:_____Date:_____

Faites une liste des entrées et sorties d'une région, qui a été choisie par votre classe lors de l'activité précédente, ou que votre professeur a identifiée pour cette activité. Qu'est-ce qui rentre et sort de la région ?

Pensez aux parties, ou *composants*, du système terrestre et aux processus qui les relient les uns aux autres, tels que :

1. Air, Nuages, et précipitations (pluie, neige, grêle) : Atmosphère
2. Eaux des ruisseaux, canaux, rivières, étangs, lacs et océans ; ainsi que les eaux souterraines : Hydrosphère
3. Sols : Pédosphère
4. Êtres vivants : Biosphère
5. Cycle de l'eau, de la chimie, et de l'énergie

Qu'est-ce qui est transporté par l'eau ? Qu'est-ce qui est transporté par l'air ? Qu'est-ce qui se déplace dans la terre ? Que transportent les animaux ? Que transportent les humains ?

Entrées – ajoutez une feuille supplémentaire si nécessaire

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Sorties – ajoutez une feuille supplémentaire si nécessaire

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Changements Envisagés dans le Système Régional

Feuille de travail 2

Nom:_____Classe:_____Date:_____

Instructions

1. Pensez à quelques questions en « Que se passerait-il si… » concernant des changements précis des entrées et sorties de la région ; écrivez-les dans l'espace réservé page suivante. Utilisez une feuille supplémentaire si nécessaire.
2. Pour chacune des questions précédentes, envisagez une réponse. Comment cela va-t-il affecter les autres domaines (atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère) de la région ?

Conseils

- Soyez sûrs que vos questions et vos réponses ne traitent qu'un changement à la fois.
- Comme vous l'avez fait pour la feuille de travail, *Entrées et Sorties du système Régional*, écrivez vos prédictions en terme d'impact sur les quatre domaines majeurs (atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère). Comment ce changement pourrait-il affecter l'atmosphère ? Comment cela pourrait-il affecter la biosphère (êtres vivants) ?
- Préparez-vous à défendre les prédictions que vous avez faites en vous basant sur vos connaissances scientifiques.

Exemple : Que se passerait-il si *un barrage était construit en amont du ruisseau qui passe à travers la région ?*

Alors, je prédis que

1. Les plantes de la région vont mourir et les animaux vont partir par manque d'eau. (biosphère).
2. La région sera plus sèche car il y aura moins d'eau dans le sol et dans l'atmosphère (lithosphère et atmosphère).
3. Le lit de la rivière va s'assécher et les poissons vont mourir (hydrosphère, biosphère).

Ecrivez vos questions et prévisions ci-dessous. Utilisez une feuille séparée si vous manquez de place.

Que se passerait-il si … ces changements arrivaient ;

_____

_____

_____

_____

Alors, je prédis que ceci pourrait arriver aux autres domaines du système ;

_____

_____

_____

_____

Que se passerait-il si … ces changements arrivaient ;

Alors, je prédis que ceci pourrait arriver aux autres domaines du système ;

Que se passerait-il si … ces changements arrivaient ;

Alors, je prédis que ceci pourrait arriver aux autres domaines du système ;

Que se passerait-il si … ces changements arrivaient ;

Alors, je prédis que ceci pourrait arriver aux autres domaines du système ;

Les Régions en tant que Systèmes

Feuille de travail - 3 : Réflexion personnelle de l'élève

Nom:_____Classe:_____Date:_____

Vos réponses aux questions suivantes ont pour but d'aider votre professeur à prendre conscience de ce que vous pensez et des problèmes de compréhension que vous avez. Vous ne serez pas notés sur ces réponses.

Instructions

1. Résumez ce que vous avez appris au sujet de la région en tant que système, lors de cette activité (et lors de la précédente, s'il y en a eu une). Servez-vous de ces questions pour vous aider :

a. Comment votre étude de la région vous a-t-elle aidé à mieux la comprendre ?

_____

_____

_____

_____

_____

b. Qu'avez-vous découvert sur cette région que vous ne saviez pas avant ?

_____

_____

_____

_____

_____

c. Quelles questions avez-vous maintenant au sujet de la région ?

_____

_____

_____

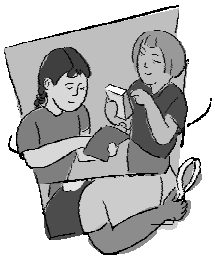
_____

_____

2. *Pour les élèves qui ont fait l'activité RC1 : Définir les Frontières Régionales.* Dans cette activité, vous avez identifié une région pour l'étudier en tant que système, et vous avez délimité ses frontières à l'aide de certaines caractéristiques et particularités. Maintenant que vous avez travaillé avec cette région en tant que système, que pensez-vous de votre choix ? Est-ce que la zone que vous avez choisie fonctionne bien en tant que système régional ? Pourquoi oui ou pourquoi non ? Rédigez votre réponse ici.

Connexions globales : Le système terrestre au sein d'un site d'étude planétaire

GC1 : De l'échelle régionale à l'échelle globale



Objectif général

Identifier précisément comment une région particulière est liée avec d'autres, et découvrir les liens entre les régions de la Terre en tant que systèmes.

Objectif spécifique

Les étudiants échangent leurs idées sur la nature des liens entre leur région et d'autres, à travers les océans et sur des continents différents. Sur un planisphère, ils tracent les trajets possibles pour les courants d'air et d'eau de leur position sur leur continent jusqu'aux autres continents, et ils identifient ce que transportent l'eau et l'air. Puis ils écrivent ce qu'ils pensent des effets possibles sur leur région d'activités dans d'autres régions et des activités de leur région sur d'autres régions.

Compétences

Les étudiants devront être capables de :

- tracer sur une carte du monde les trajets empruntés par l'eau et le vent en provenance et à destination de leur région, à travers les océans et sur d'autres parties de la Terre.
- décrire précisément dans quelles mesures leur région est liée, en tant que système, à d'autres régions de la Terre en identifiant ce que transportent l'eau et l'air.
- écrire quelles activités de leur région sont susceptibles d'affecter d'autres régions, et quelles activités d'autres régions peuvent affecter la leur.
- définir un *système ouvert* et un *système fermé.*

Concepts scientifiques

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Sciences physiques

La chaleur se transporte par conduction, convection et rayonnement.

La chaleur se déplace de l'objet le plus chaud vers l'objet le plus froid.

Le soleil est la plus importante source d'énergie en ce qui concerne les modifications à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Les réactions chimiques ont lieu partout dans l'environnement.

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non-vivants de l'écosystème.

Compétences *scientifiques*

Lire et interpréter des cartes.

Faire des cartes.

Mettre au point des explications et des prévisions à base de preuves scientifiques.

Comprendre et analyser des explications différentes.

Communiquer ses résultats et ses explications.

Durée

Un cours

Niveau

Intermédiaire, avancé

Matériel et instruments

Carte de la région d'étude et de ses environs.

Carte du monde

Carte des courants océaniques et atmosphériques majeurs (Figures EA-GC1-2 et EA-GC1-3) fournies par GLOBE dans le *Guide de l'enseignant*

Crayons de couleur pour que les étudiants différencient les courants d'eau et d'air sur leurs feuilles de travail.

Préparation

Identifier un site d'étude.

Fournir aux étudiants les copies suivantes :

- *Feuilles de travail*
- Trois types de cartes

Affichez des cartes variées

Pré requis

Aucun

Contexte

Modèles des courants océaniques et atmosphériques

Il est important de bien comprendre que les cartes fournies pour identifier les modèles des courants océaniques et atmosphériques montrent les chemins empruntés en moyenne au cours d'une certaine période (par exemple une moyenne sur beaucoup de mois de janvier consécutifs). C'est très difficile de déterminer le chemin exact d'une parcelle d'océan ou d'air et de ce qu'elle contient. Dans l'atmosphère, le mouvement des particules d'air est influencé par de nombreux facteurs, comme sa position par rapport à la position de la haute ou basse pression et son altitude. Par ailleurs, le mouvement peut être la combinaison de plusieurs mouvements. Par exemple, les modèles météorologiques (hautes et basses pression) ont tendances à se déplacer de l'ouest vers l'est aux latitudes moyennes. Cependant l'air circule autour de ce centre, de sorte qu'une particule d'air peut parfois se déplacer dans la direction opposée au mouvement général de l'air à cet endroit. L'océan fonctionne de la même manière. Il y a des courants principaux, mais il peut y avoir des remous qui déplacent l'eau dans une direction différente sur une plus petite échelle.

En tant qu'étudiants de l'atmosphère et des océans, nous voulons observer les chemins des courants océaniques et atmosphériques au cours d'une certaine période. Pour nos études, cette durée doit être plus grande que la durée de vie de toute tempête formée dans l'atmosphère (environ 4-5jours), et plus grande que la durée de vie d'un remous dans l'océan (généralement plus d'un mois). Par ailleurs, les chemins que nous identifions ne seront qu'approximatifs, et les chemins réels peuvent varier considérablement d'une période à une autre. Cependant, ces modèles contiennent des informations essentielles sur le comportement du système Terre *en moyenne.*

Qu'est-ce qu'un système ouvert et un système fermé ?

Un système ouvert est un système qui échange de la matière et/ou de l'énergie avec l'extérieur. Un système fermé n'échange ni matière ni énergie avec l'extérieur. Un système presque fermé est un système où il n'y a que très peu d'échanges. Le système Terre à l'échelle planétaire est un système presque fermé. Pour la science du système Terre, la seule chose significative qui traverse la frontière entre le Terre et l'espace est l'énergie – l'énergie reçue du soleil et la radiation thermique (chaleur) émise par la Terre dans l'espace. Tout le reste de la matière reste en majeure partie dans le système Terre. Il y a des pertes de gaz dans l'espace et des particules

arrivant de l'espace mais en très faible quantité.

Que faire et comment le faire

Etape 1. Préparation

Identifier un site et une région d'étude à partir d'où les étudiants vont tracer les courants océaniques et atmosphériques. Si vous n'avez pas encore identifié de site d'étude du système Terre ou de l'hydrologie, la cour d'école elle-même suffira

Fournir des copies aux étudiants

- *Tracer les courants d'eau et de vent*
- *Courants planétaires de vent et d'eau*
- Grille d'évaluation pour cette activité (vous pouvez vouloir la partager avec les étudiants)

Fournissez aux étudiants des copies de ces trois types de cartes :

- Carte de la région d'étude et des environs (peut-être plusieurs états ou pays)
- Carte du monde
- Cartes des principaux courants océaniques et atmosphériques fournie par GLOBE

Affichez-les là ou les étudiants peuvent les voir ainsi que toute autre carte du continent ou du monde.

Obtenez toutes les informations disponibles sur les courants d'eau et de vent locaux. Vous pouvez décider d'assigner cette tâche à un ou plusieurs étudiants en tant que projet de recherche particulier. Demandez aux étudiants d'échanger leurs idées sur les courants particuliers par lesquels leur région est connectée aux autres, à travers les océans et sur les autres continents.

Etape 2. Demandez aux étudiants d'échanger leurs idées sur les courants particuliers par lesquels leur région est connectée aux autres, à travers les océans et sur les autres continents.

Distribuez des copies de la carte région d'étude et des environs. Identifiez et décrivez la région d'étude pour les étudiants. Demandez aux étudiants d'utiliser leurs connaissances pour tenter de deviner ce qui traverse les frontières régionales.

Si vous avez effectué *l'activité RC1*, les étudiants seront déjà familiers avec la région qu'ils ont identifiée en classe pour l'étude du système Terre. S'ils ont effectué *l'activité RC2*, ils peuvent se souvenir des entrées et sorties pour la région étudiée en tant que système.

Les réponses des étudiants peuvent inclure la chaleur, la lumière, l'eau, le vent et les substances et les organismes transportées par l'eau et le vent. Encouragez les étudiants à être précis dans leurs réponses. Quels types de cours d'eau ? Quelles substances ? Quel groupe d'organismes ?

Demandez aux étudiants de décrire jusqu'où ces composants vont. Quittent-ils l'état, le continent ? Traversent-ils l'océan ?

Une grande partie de cela pourra être conjecturée par les étudiants. Plus ils seront pertinent et précis, mieux ce sera. Cependant, ce qui est le plus important est qu'ils commencent à réfléchir en termes de courants précis qui connectent leur système régional aux autres. La sortie d'un système devient l'entrée d'un autre système.

Etape 3. Passer en revue les cartes de la région et du continent avec la classe, et aidez les étudiants à tracer les courants d'eau arrivant dans leur région d'étude, puis à les continuer vers d'autres régions connectées, puis plus loin, jusqu'à un océan.

Distribuez des copies de la *Feuille de travail tracer les courants d'eau et de vent*, des copies des cartes du monde des courants d'eau et des courants atmosphériques. Regardez les figures EA-GC1-1 et EA-GC1-2 ainsi que les copies de vos cartes de la région et du continent.

Demandez à la classe de tracer les courants d'eau arrivant dans leur région d'étude. Commencez le courant à sa source, puis descendez dans à travers votre région jusqu'à un océan, en notant le nom des cours d'eau et des régions au fur et à mesure qu'ils les traversent. Notez le point de connexion de l'eau sur une échelle continentale.

Si vos étudiants sont familiers du concept des lignes de partage d'eau, et si la région sélectionnée pour l'étude du système Terre est

une ligne de partage d'eau, cette étape peut être prolongée par la recherche de lignes d'eau par les étudiants. Voir *Pour aller plus loin.*

Etape 4. Demandez aux étudiants de dessiner les chemins empruntés par le vent et l'eau de leur région sur leur feuille de travail : de là où il rencontre l'océan, à travers l'océan, et tout autour du globe.

Les étudiants peuvent vouloir utiliser des stylos en premier lieu ; puis ils peuvent utiliser des crayons de couleurs différentes pour différencier les directions du vent et les courants océaniques.

Sur leurs feuilles de travail, ils doivent également écrire les noms géographiques des régions traversées par les chemins que l'eau emprunte.

Etape 5. Passer en revue la carte des vents avec la classe, et discutez des chemins empruntés par le vent en amont et en aval de votre région d'étude.

Etape 6. Demandez aux étudiants de dessiner les chemins empruntés par le vent, à la fois en amont et en aval de votre région d'étude.

Comme ils ont fait pour les chemins empruntés par l'eau, les étudiants doivent écrire les noms géographiques des régions traversées par les chemins que le vent emprunte.

Etape 7. Discutez des conséquences des courants planétaires de circulation de l'eau et du vent pour votre région.

Menez une discussion sur ce point avec la classe. Demandez aux étudiants de prendre en compte le vent. Quelles sont les régions à partir desquelles le vent souffle dans votre région ? Qu'est-il susceptible de transporter (poussière, insectes, petites graines, particules de sol, fumée, masses d'air plus chaudes ou plus froides, humidité) ? Vers quelles régions souffle le vent de votre région ? Qu'est-il susceptible de transporter ?

Demandez aux étudiants de prendre en compte l'eau. Quelles substances et quels organismes sont transportées vers et en provenance de votre région par l'eau ?

Demandez maintenant aux étudiez de formuler des conjectures : quelles activités d'autres régions du globe sont susceptibles d'affecter votre région ? Quelles activités de votre région sont susceptibles d'affecter d'autres régions du globe ?

Etape 8. Distribuez la *Feuille de travail Courants planétaires de vent et d'eau*, et demandez aux étudiants de la remplir, soit en classe soit en devoir à la maison.

Evaluation des étudiants

La *Feuille de travail Courants planétaires de vent et d'eau* peut-être utilisée pour évaluer les étudiants. Une grille d'évaluation est fournie.

Pour aller plus loin

- **Visite d'un météorologiste :** demandez à un météorologiste de venir parler en classe des modèles planétaires et régionaux de circulation de l'air et de l'eau.
- **Entrée/sortie :** Demandez aux étudiants de choisir une entrée ou une sortie, comme par exemple la poussière volcanique, les graines ou les insectes, et de l'étudier en profondeur. Ils peuvent la répartition et/ou la source de l'entrée ou de la sortie qu'ils ont choisie, et s'il s'agit d'un animal ou d'une plante, ils peuvent étudier son cycle de vie et les modèles généraux de ses mouvements
- **Les vents de votre région :** Proposez aux étudiants d'en apprendre plus sur la circulation des vents dans leur région. Demandez leur d'identifiez les sources des vents de leur région à différents moments de l'année, et de dessiner une carte de la région montrant la circulation des vents pendant l'hiver.
- **Liens :** Demandez aux étudiants de choisir une région que leur région d'étude du système Terre, mais qui y est connectée, soit par une frontière commune, soit par un courant atmosphérique ou un courant d'eau. Trouvez une école GLOBE dans cette région. Etudiez les données GLOBE de cette école depuis plusieurs semaines et comparer leurs mesures GLOBE aux vôtres. Dans quelles mesures sont-elles semblables ? Pourquoi ? Dans quelles

mesures sont-elles différentes ? Pourquoi ?

- **Etude de votre ligne de partage d'eau.** (Pour les classes qui sont familières avec les lignes d'eau et qui l'ont identifiée) :

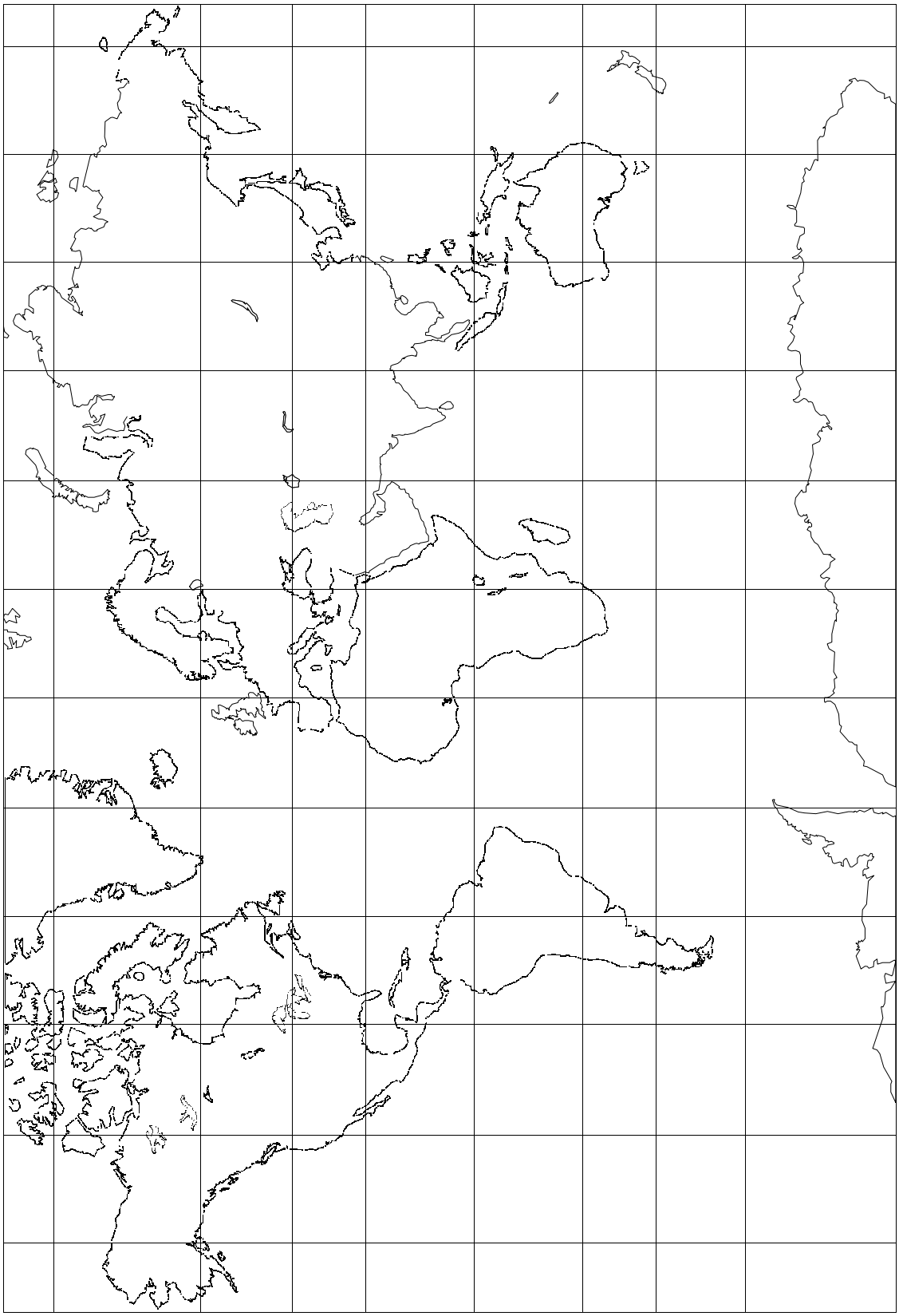
En utilisant des cartes, la classe regarde où la ligne de partage d'eau de leur site d'étude colle avec une ligne de partage d'eau à plus grande échelle – régionale, continentale, planétaire. Ils trouvent ainsi leur « adresse de ligne de partage d'eau ».

Distribuez des copies du site d'étude de l'hydrologie. Affichez les autres cartes là où la classe peut les voir. Demandez aux étudiants d'identifier la ligne de partage d'eau dans laquelle la leur coule en suivant son cours sur la carte. Nommez cette plus grande ligne de partage d'eau par le nom de sa plus grande rivière ou son plus gros cours d'eau. Puis demandez aux étudiants d'identifier la ligne de partage d'eau dans laquelle la plus grande rivière ou le plus gros cours d'eau de cette plus grande ligne de partage d'eau coule, et continuez ainsi de suite jusqu'à avoir atteint la plus grande ligne de partage d'eau possible.

Demandez à un étudiant volontaire d'écrire les noms des lignes de partage d'eau sur le tableau au fur et à mesure que celles-ci sont identifiées, en faisant des flèches de la plus petite à la plus importante ligne de partage d'eau. Les autres étudiants peuvent faire cela sur leur table. En écrivant ces noms de la plus petite à la plus importante ligne de partage d'eau, les étudiants vont obtenir leur « adresse de ligne de partage d'eau ».

Exemple d'adresse de ligne de partage d'eau :

Océan Atlantique > Baie Chesapeake > Rivière Patuxent > Branche Ouest > Branche Folly



Courants planétaires de vent et d'eau

Feuille de travail-2

Nom:_____ Classe: _____Date:_____

Vous avez tracé les courants de vent et d'eau de et en provenance de votre région.

1. Vent

a. Quelle sont les régions d'où le vent souffle vers votre région ? Ecrivez les noms géographiques complets
(par exemple, écrivez le nom d'une chaîne de montagne, et pas simplement « chaîne de montagne).

_____

_____

_____

_____

b. Qu'est-ce que le vent est susceptible d'apporter dans votre région ? Pensez aux endroits d'où vient le vent, à ce qu'il s'y passe, aux gens qui vivent là-bas. Pensez à la poussière, aux insectes, aux petites graines, à la fumée, aux masses d'air plus chaudes ou plus froides, à l'humidité.
Soyez précis dans vos réponses.

_____

_____

_____

_____

c. Quand le vent souffle de votre région, vers quelles régions souffle-t-il ? Là encore, écrivez les noms géographiques complets.

_____

_____

_____

_____

d. Qu'est-ce que le vent est susceptible de transporter hors de votre région ? Est-ce la même chose que ce qui y est amené ? Soyez aussi précis que possible quant à ce qui est transporté et à l'endroit ou cela va.

_____

_____

_____

_____

2. Eau

a. Quelles sont les régions d'où l'eau coule vers votre région ? Ecrivez les noms géographiques complets.

b. Qu'est-ce que l'eau est susceptible d'apporter dans votre région ? Soyez aussi précis que possible.

c. Quand l'eau s'écoule de votre région, vers quelles régions s'écoule-t-elle ? Là encore, écrivez les noms géographiques complets.

d. Qu'est-ce que l'eau est susceptible de transporter hors de votre région ? Soyez précis.

3. Courants importants

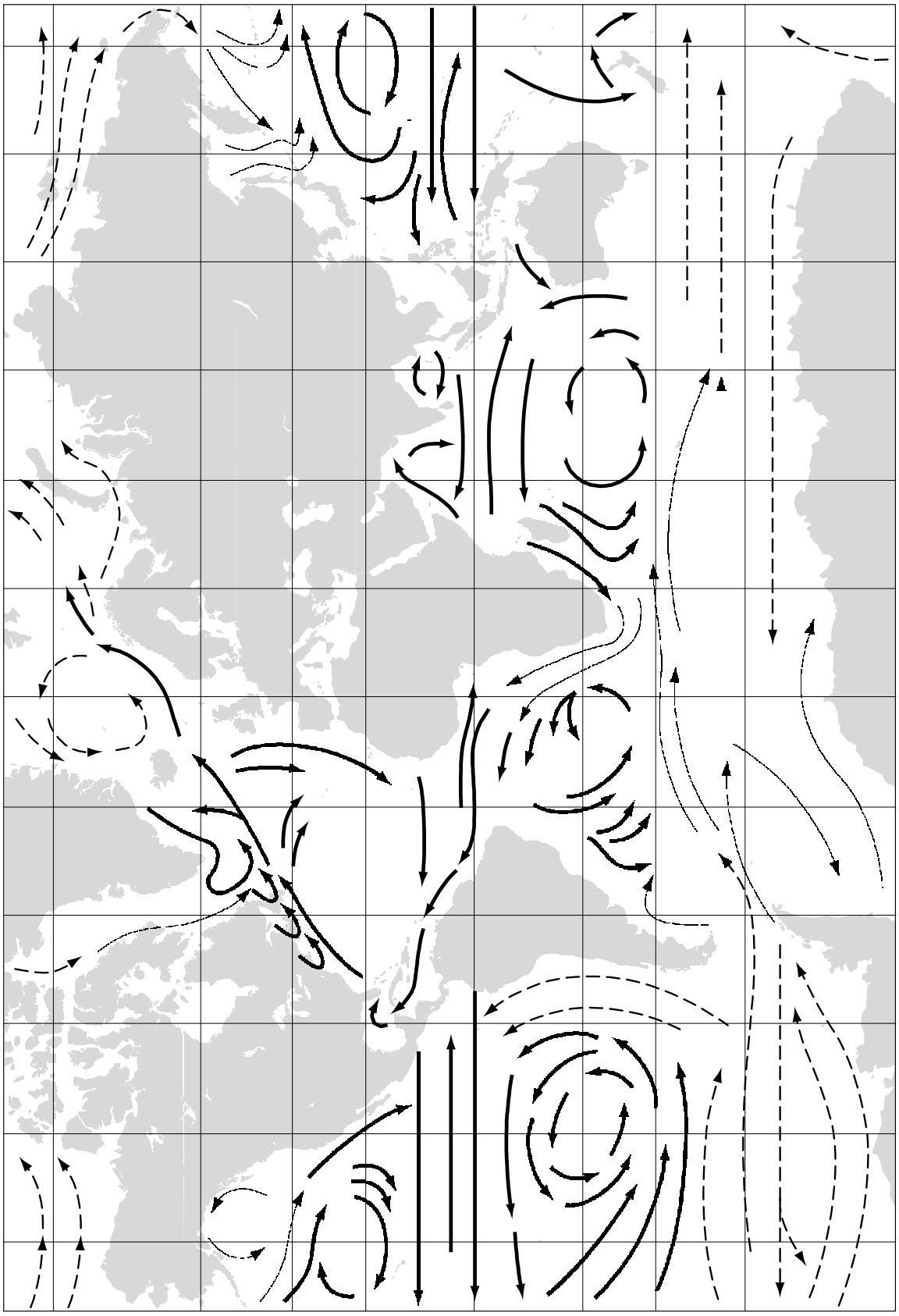
Quels événements ou activités dans d'autres endroits du monde peuvent affecter votre région ? Décrivez les événements et les activités humaines (comme la fabrication de barrages) et naturelles (comme les éruptions volcaniques).

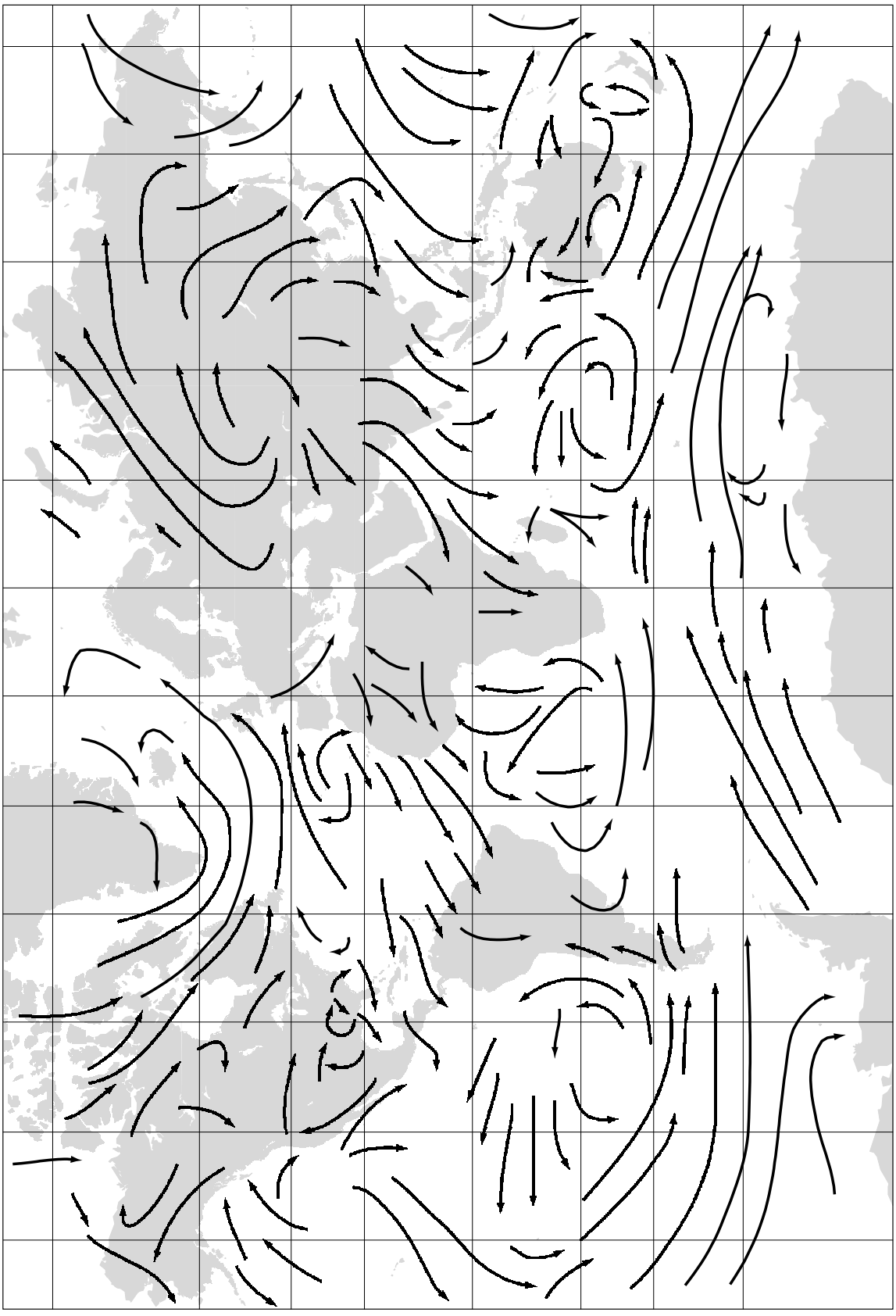
Quels événements ou activités dans votre région peuvent affecter d'autres endroits du monde ?

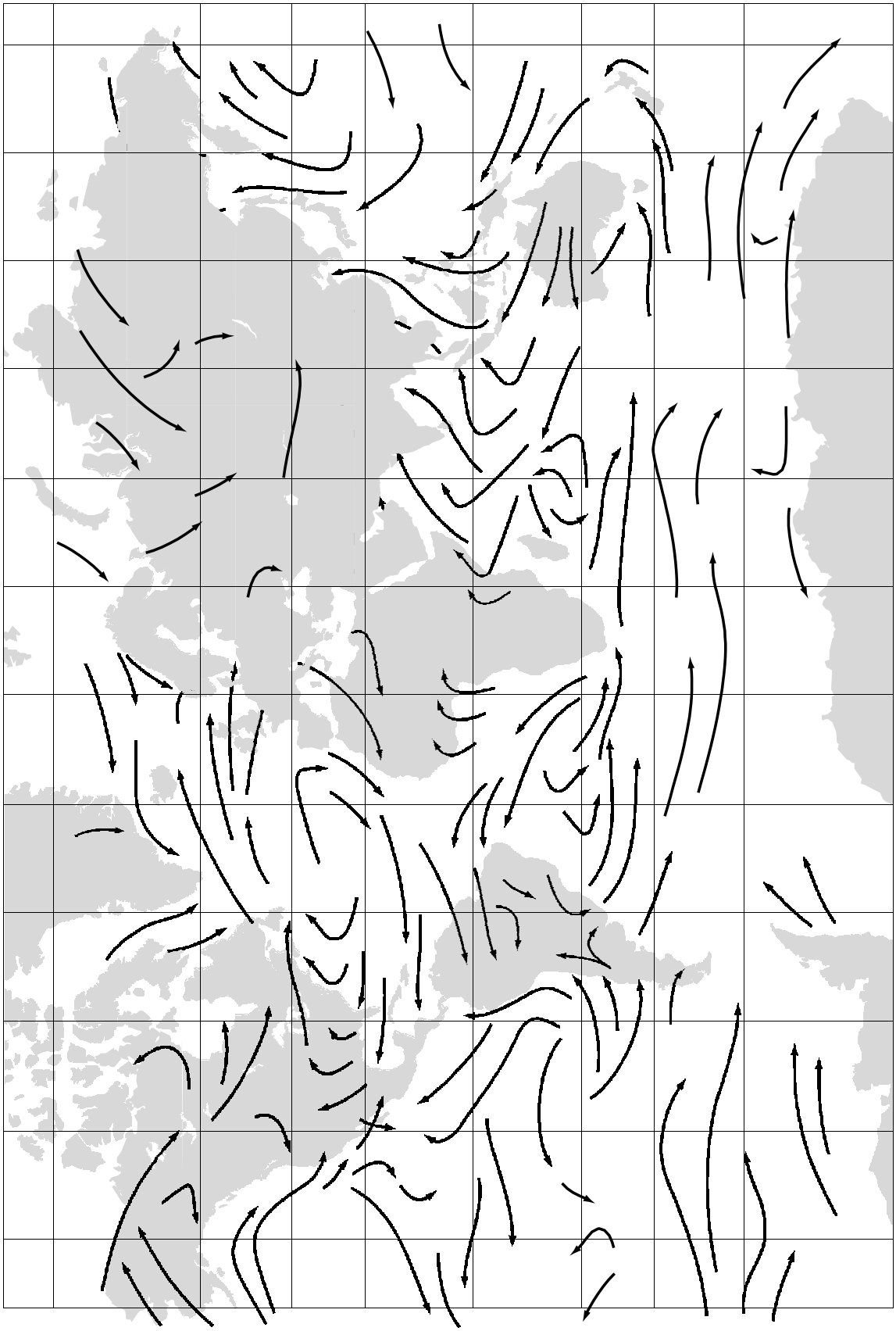
4. Système Ouvert / Système fermé

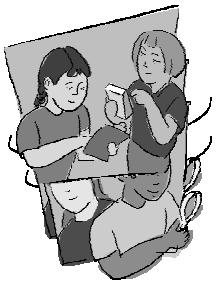
Précédemment dans cette activité, vous avez identifié des entrées (ce qui rentre) et des sorties (ce qui sort) pour votre région vue en tant que système. La sortie d'un système peut-être l'entrée d'un autre système.

Les systèmes ouverts ont beaucoup d'entrées et de sorties, les systèmes fermés n'en n'ont pas. Diriez-vous que votre région est un système ouvert ou fermé ? Pourquoi ?









GC2 : Mise en relation des éléments du Système Terre

Objectif général

Développer la familiarité des étudiants avec les interactions entre les éléments principaux du Système Terre à l'échelle de la planète.

Objectif spécifique

Les étudiants passent en revue une série d'images et de cartes de la Terre entière afin d'identifier les principaux éléments du système Terre à l'échelle de la planète. Les cartes montrent la répartition de l'énergie solaire, la température moyenne, la couverture nuageuse, les précipitations, l'humidité du sol et la végétation, et les images sont celles de la Terre vue de l'espace. En classe, ils discutent des différentes manières dont les éléments du système Terre interagissent pour former le système Terre complet. Ils décrivent le cycle de l'eau à l'échelle de la planète de manière plus approfondie, identifient les éléments à travers lesquels l'eau passe et les processus qui la font se déplacer, et dessinent un schéma récapitulatif.

Compétences

Les étudiants devront être capables :

- D'utiliser des images et des données sur la Terre dans son ensemble pour identifier les éléments principaux du système Terre à l'échelle de la planète et pour stimuler leur réflexion sur les interactions entre ces éléments;
- De décrire le parcours de l'eau entre les différents éléments comme exemple des manières dont ils sont reliés.
- D'exprimer leur compréhension de ce parcours à travers un schéma récapitulatif.

Concepts scientifiques

Sciences physiques

La chaleur se transporte par conduction, convection et rayonnement.

La chaleur se déplace de l'objet le plus chaud vers l'objet le plus froid.

Le soleil est la plus importante source d'énergie en ce qui concerne les modifications à la surface de la Terre.

L'énergie se conserve.

Les réactions chimiques ont lieu partout dans l'environnement

Sciences de la Terre et de l'Espace

Le temps change d'un jour à l'autre et selon les saisons.

Le soleil est la plus importante source d'énergie à la surface de la Terre.

Le rayonnement du Soleil régit les courants atmosphériques et océaniques.

Chaque élément se déplace parmi les différents réservoirs (la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère).

Sciences de la vie

Les êtres vivants ne peuvent survivre que dans des environnements où leurs besoins sont satisfaits.

La Terre présente de nombreux environnements différents qui accueillent différentes sortes d'êtres vivants.

Les fonctions des organismes dépendent de leur environnement.

Les êtres vivants modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les hommes peuvent modifier leur environnement naturel.

Les végétaux et les animaux ont des cycles de vie.

Les écosystèmes démontrent la nature complémentaire de l'organisation et de la distribution des rôles.

Tous les êtres vivants doivent être capables de se procurer et d'utiliser les ressources dans un environnement en évolution perpétuelle.

Les populations d'êtres vivants peuvent être classées selon le rôle qu'ils ont dans leur écosystème.

Le soleil est la plus importante source d'énergie pour les écosystèmes.

Le nombre d'animaux, de végétaux, et de micro-organismes qu'un écosystème peut accueillir dépend des ressources disponibles.

Les atomes et les molécules font un cycle entre les éléments vivants et non-vivants de l'écosystème.

Compétences scientifiques

Analyser les images de la Terre vue depuis l'espace

Analyser les ensembles de données affichées sur les cartes

Développer des explications et des prévisions à l'aide de preuves

Trouver et analyser des explications alternatives

Communiquer ses résultats et ses explications

Durée

Un cours

Niveau

Intermédiaire, Secondaire

Matériel et instruments

3 images satellite de la Terre (Figure EA-GC2-1) fournie dans le *Guide du Professeur*

6 cartes montrant la Terre dans son ensemble au mois de janvier (Figure EA-GC2-2) fournie dans le *Guide du Professeur*

2-3 feuilles de papier pour chaque étudiant, pour dessiner le schéma

Exemple de schéma d'un étudiant débutant (fourni par GLOBE) – Exemple de schéma d'un étudiant confirmé (ne pas distribuer aux étudiants)

Préparation

Faire des copies pour les étudiants.

Pré-requis

Les étudiants doivent:

- Etre capable de recueillir des informations sur une carte où différentes couleurs représentent différentes valeurs;
- Avoir appris le parcours général de l'eau dans le cycle de l'eau.

Liens avec d'autres activités d'apprentissage de GLOBE

Un Guide de l'Activité accompagne l'affiche GLOBE Système Terre *Exploration des Interactions lors d'une Année ordinaire*. Le Guide explique comment aider les étudiants à explorer les différentes tendances affichées sur une carte. Les étudiants trouvent des variations annuelles, des relations entre les différents types de données, et des modèles planétaires, et ils les mettent en relation avec les données de GLOBE.

Que faire et comment le faire

Etape 1. Préparation

Faire des copies aux étudiants

- 6 cartes montrant la Terre dans son ensemble au mois de janvier, provenant de l'affiche GLOBE Système Terre *Exploration des Interactions lors d'une Année ordinaire*. Les 6 cartes sont :
  - L'énergie solaire
  - La température moyenne
  - La couverture nuageuse
  - Les précipitations
  - L'humidité du sol
  - La végétation
- 3 images satellites de la Terre (Figure EA-GC2-1) montrant:
  - L'Amérique du Nord et du Sud
  - L'Afrique et l'Europe
  - Le Japon et l'Australie
- La feuille de travail *L'eau à l'échelle de la planète*
- Exemple de schéma récapitulatif d'un étudiant débutant
- Rubrique évaluation pour cette activité (vous pourrez la distribuer aux étudiants)
- Carnet de réflexions personnelles pour l'étudiant sur le Système Terre à l'échelle planétaire

Etape 2. Montrez les images satellites de la Terre et les cartes des différents aspects de la carte à votre classe et discutez-les avec eux.

Expliquez aux étudiants qu'une nouvelle discipline scientifique a vu le jour – la science du Système Terre - dans le cadre de laquelle les gens apprennent les

manières dont les différentes parties de la Terre interagissent pour engendrer le Système Terre dans son ensemble. Les données recueillies par les instruments embarqués sur les satellites en orbite autour de la Terre sont fondamentales pour cette approche. Ces données, additionnées aux informations obtenues à la surface, peuvent être transcrites sous forme de cartes qui courent la planète entière.

Distribuez aux étudiants des copies des images et des cartes et donnez-leur de temps pour les observer.

Demandez aux étudiants de décrire pour la classe ce qu'ils peuvent voir dans les images et les cartes. Comprennent-ils ce qu'elles montrent? Parcourez la légende avec eux pour clarifier ce qu'ils risquent de ne pas comprendre.

Dites-leur qu'ils ne sont pas censés tout comprendre complètement ces images et cartes. Ils doivent les étudier avec attention et partager avec la classe ce qu'ils voient, à partir des légendes et de leurs précédentes études et expériences.

Etape 3. Demandez aux étudiants d'identifier les parties ou éléments principaux du Système Terre qui ont l'air d'être impliquées dans chacune des images et cartes.
Faites regarder les images et les cartes une par une aux étudiants, et nommer tous les éléments principaux du système Terre qu'ils voient représentés.

Les étudiants doivent évoquer les éléments suivants:

Les océans
Les terres émergées
Les nuages
L'air
La pluie
Le sol
Les plantes
Les animaux
Les rochers
Les gens
La glace (aux pôles)

Assurez-vous ensuite qu'ils synthétisent les éléments qu'ils ont suggérés en un petit nombre d'éléments principaux.

GLOBE a identifié quatre éléments majeurs pour ces activités d'apprentissage de science du système Terre:

1. L'air, qui comprend les précipitations et les nuages (l'atmosphère);
2. L'eau: sous différentes formes tels que les canaux, rivières, étangs, lacs, océans et nappes souterraines (hydrosphère)
3. Le sol (pédosphère)
4. Les êtres vivants

Ce n'est pas gênant si les étudiants choisissent des catégories légèrement différentes. Ils peuvent aussi leur ajouter la glace et la neige (la cryosphère), ou les rochers (lithosphère).

Etape 4. Faites commencer les étudiants à identifier les interactions entre ces éléments du système Terre à l'échelle planétaire, puis faites-les se concentrer sur le cycle de l'eau. Les étudiants développeront de schémas du cycle de l'eau à l'échelle planétaire.
Demandez aux étudiants leurs idées sur les différentes manières dont les quatre éléments principaux sont reliés à l'échelle planétaire. Discutez de leurs idées en classe.

A présent, concentrez-les sur le cycle de l'eau et le parcours que l'eau prend quand elle se déplace entre les différents éléments. Distribuez la *Feuille de Travail 1 : L'eau à l'échelle planétaire.* Donnez aux étudiants 20 à 30 minutes pour compléter la feuille.

Pour la question 4 de la feuille, les étudiants auront besoin de voir une copie de l'exemple de schéma récapitulatif d'un étudiant débutant (Figure EA-GC1-1) pour comprendre ce qu'on leur demande.

Etape 5. Demandez à des volontaires de partager leurs descriptions et schémas du parcours d'une goutte d'eau avec la classe.
Faites identifier par les étudiants les éléments et les processus impliqués dans chaque étape majeure du parcours.

Vous aurez peut-être envie d'ajouter des aspects du cycle de l'eau que les étudiants n'auront pas trouvés d'eux-mêmes. Un exemple de schéma complet est fourni dans ce but. Voir la Figure EA-GC2-3.

Soulignez auprès des étudiants que si un schéma de seulement un aspect du système Terre, l'eau, est compliqué, ils peuvent imaginer à quel point il est compliqué de s'intéresser à tous les aspects en même temps. C'est exactement ce que font les scientifiques qui créent un programme informatique pour simuler le système Terre et voir à quel point il est en perpétuelle évolution. Un tel programme informatique s'appelle un modèle. Plus on inclut d'éléments dans ce modèle, mieux il simule le système Terre réel mais plus il est

difficile pour les scientifiques de déterminer comment les choses évoluent. Cependant, même le plus complexe des modèles informatiques et beaucoup plus simple que le système Terre réel.

Etape 6. Ramassez les feuilles de travail pour évaluation.

Evaluation des étudiants

Deux *Feuilles de travail* peuvent être utilisées comme évaluation:

L'eau à l'échelle planétaire

Carnet de réflexions personnelles pour l'étudiant sur le Système Terre à l'échelle planétaire

Une rubrique d'évaluation pour la première feuille de travail est fournie. Les réponses des étudiants aux questions du *Carnet d'auto-réflexion* ne peuvent être notées, bien qu'elles jouent un rôle crucial dans l'apprentissage de l'étudiant. Les étudiants voudront peut-être décrire la confusion qu'ils ressentent ou d'autres problèmes qu'ils ont rencontrés, et qu'ils ne voudront pas révéler devant la classe entière.

L'eau à l'échelle planétaire

Feuille de travail - 1

Nom:_____ Classe:_____ Date:_____

Les images de la Terre vue de l'espace et les cartes que votre professeur vous a données sont quelques-unes de celles que les scientifiques du système Terre utilisent dans leur travail pour comprendre la terre dans son ensemble. Les images proviennent de différents types d'instruments, certains à bord de satellites en orbite autour de la Terre, et d'autres au sol. Les étudiants de GLOBE font aussi ce genre de mesures, comme vous le savez sûrement!

1. Les Eléments principaux

Quand vous étudiez ces images, quels éléments majeurs du système Terre, ou parties, voyez-vous représentées? Faite-en une liste.

_____

_____

_____

_____

_____

2. Le parcours d'une goutte d'eau

En utilisant la liste des éléments du système terre que vous avez faite à la Question 1, réfléchissez au parcours emprunté par l'eau à travers le système. Racontez l'histoire d'une goutte d'eau, et décrivez ce qui lui arrive. Par quels éléments passe-t-elle, et comment y arrive-t-elle?

Décrivez le chemin des gouttes d'eau par une série d'étapes. Par exemple:
Etape 1. Il pleut, et les gouttes d'eau tombe près de chez moi.
Etape 2. L'eau est absorbée par le sol.

Vous pouvez ajouter tous les détails que vous voulez. Souvenez-vous des différentes formes que peut prendre l'eau (solide, liquide, gaz).

Transformez votre goutte d'eau en un voyageur chevronné, et emmenez-la faire un tour du monde. Ne la laissez pas près de votre maison!

_____

_____

_____

_____

_____

3. Les éléments par lesquels passe l'eau

A présent revenez sur vos pas. Après chaque étape, écrivez le nom de l'élément du système qui est impliqué.

Par exemple, si vous avez écrit "Il pleut, et les gouttes d'eau tombent près de ma maison", vous devez écrire après "Atmosphère".

Si vous avez écrit "L'eau est absorbée par le sol", vous devez écrire après "Sol" ou "Pédosphère" (autre mot pour dire le sol)

4. Faites un schéma du cycle de l'eau

Prenez une feuille de papier vierge. Ecrivez les nomes des éléments principaux du système Terre dont vous avez fait la liste à la Question 1, assez loin les uns des autres sur la page. (L'ordre dans lequel vous les avez écrits n'a pas d'importance.) Tracez un cercle autour de chaque élément.

Pour chaque étape du parcours de l'eau durant laquelle l'eau se déplace d'un élément majeur u système Terre à un autre, tracez une flèche entre les deux éléments. Par exemple, si vous avez décrit l'eau en train se s'évaporer de l'océan, tracez une flèche de l'océan vers l'atmosphère.

Le long du trait de chaque flèche, écrivez une courte phrase qui décrivant comment l'eau se déplace d'un élément à l'autre. Par exemple, sur le trait de la flèche allant de l'océan à l'atmosphère, vous écririez "L'eau s'évapore de l'océan".

Faites cela pour toutes les étapes du parcours de l'eau qui impliquent un déplacement de l'eau d'un élément à un autre.

Votre professeur vous montrera un exemple de schéma. Cela vous donnera une idée pour commencer.

Le système Terre à l'échelle planétaire

Feuille de travail – 2: Carnet de réflexions personnelles de l'étudiant

Nom:_____ Classe:_____ Date:_____

Vos réponses aux questions ci-dessous sont faites pour aider votre professeur à prendre conscience de ce que vous pensez et de ce que vous avez du mal à comprendre et qui nécessiterait de l'aide. Ces réponses ne seront pas notées.

1. Qu'avez-vous trouvé utile dans les cartes de la planète et les images satellites pour vous aider à identifier les différents éléments du système Terre? Qu'est-ce qui ne l'était pas? Pourquoi? Expliquez.

2. Qu'est-ce qui vous avez laissé perplexe, ou qu'est-ce que vous avez trouvé difficile, lorsque vous avez dû trouver les différents éléments du système Terre à l'échelle planétaire? Ou avez-vous tout trouvé clair et facile à comprendre?

3. Comment décririez-vous le système Terre à l'échelle planétaire?

EA-GC2-1a: 3 images satellites de la Terre en janvier (par 3 satellites différents), qui montrent: a) L'Amérique du Nord et du Sud, b) L'Afrique et l'Europe, c) Le Japon

a) *L'Amérique du Nord et du Sud*

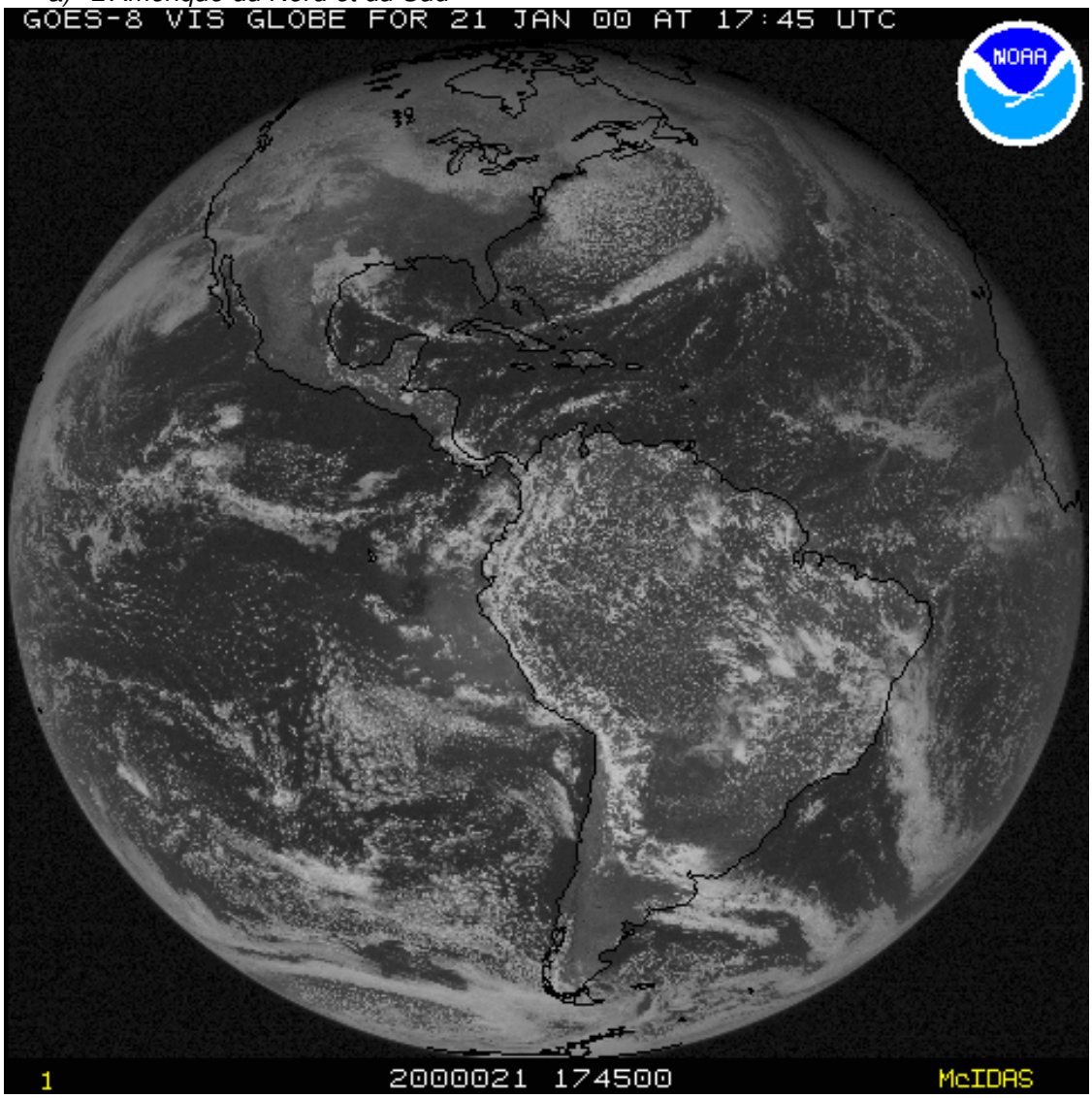


Figure EA-GC2-1b: L'Afrique et l'Europe

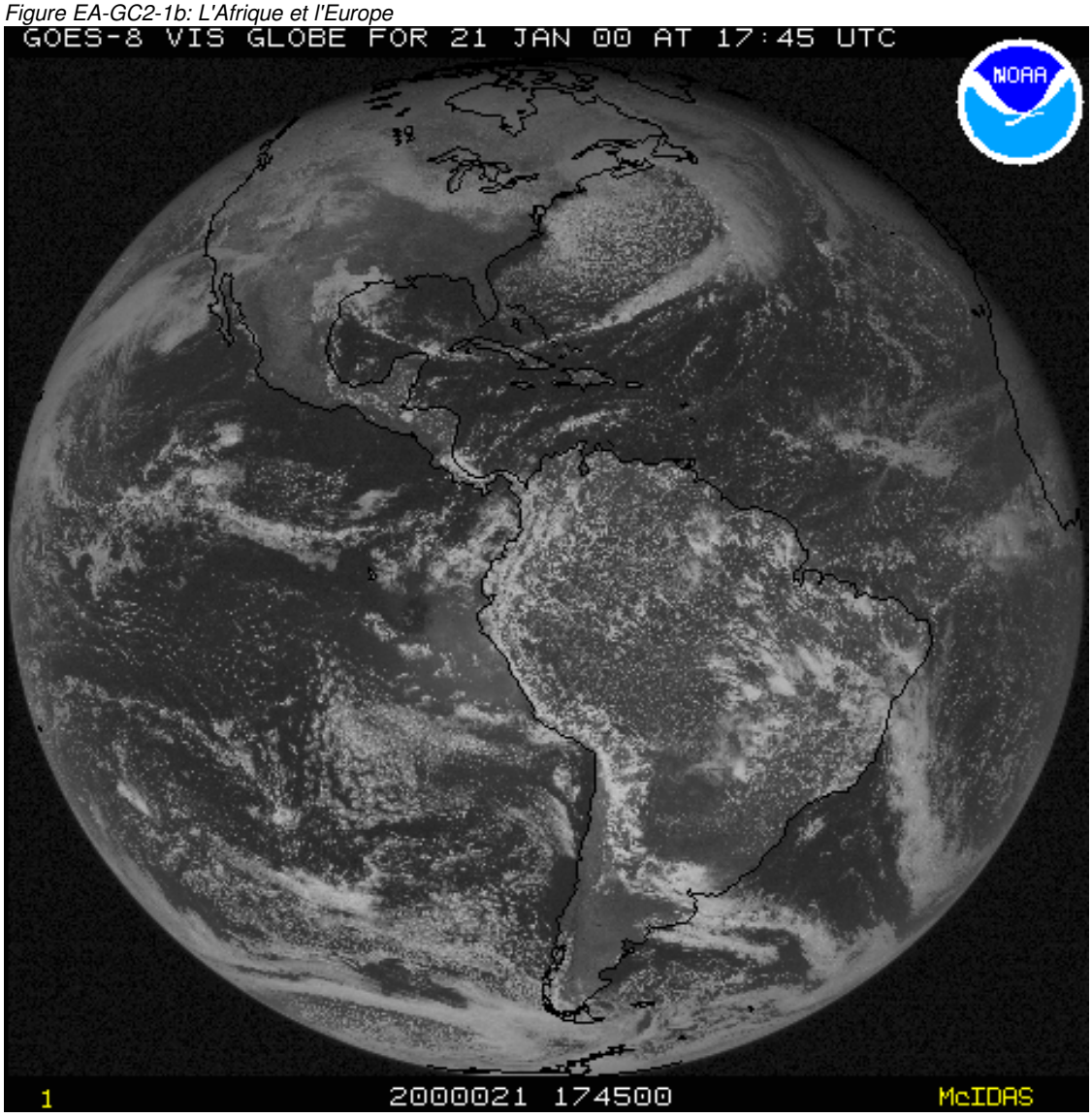
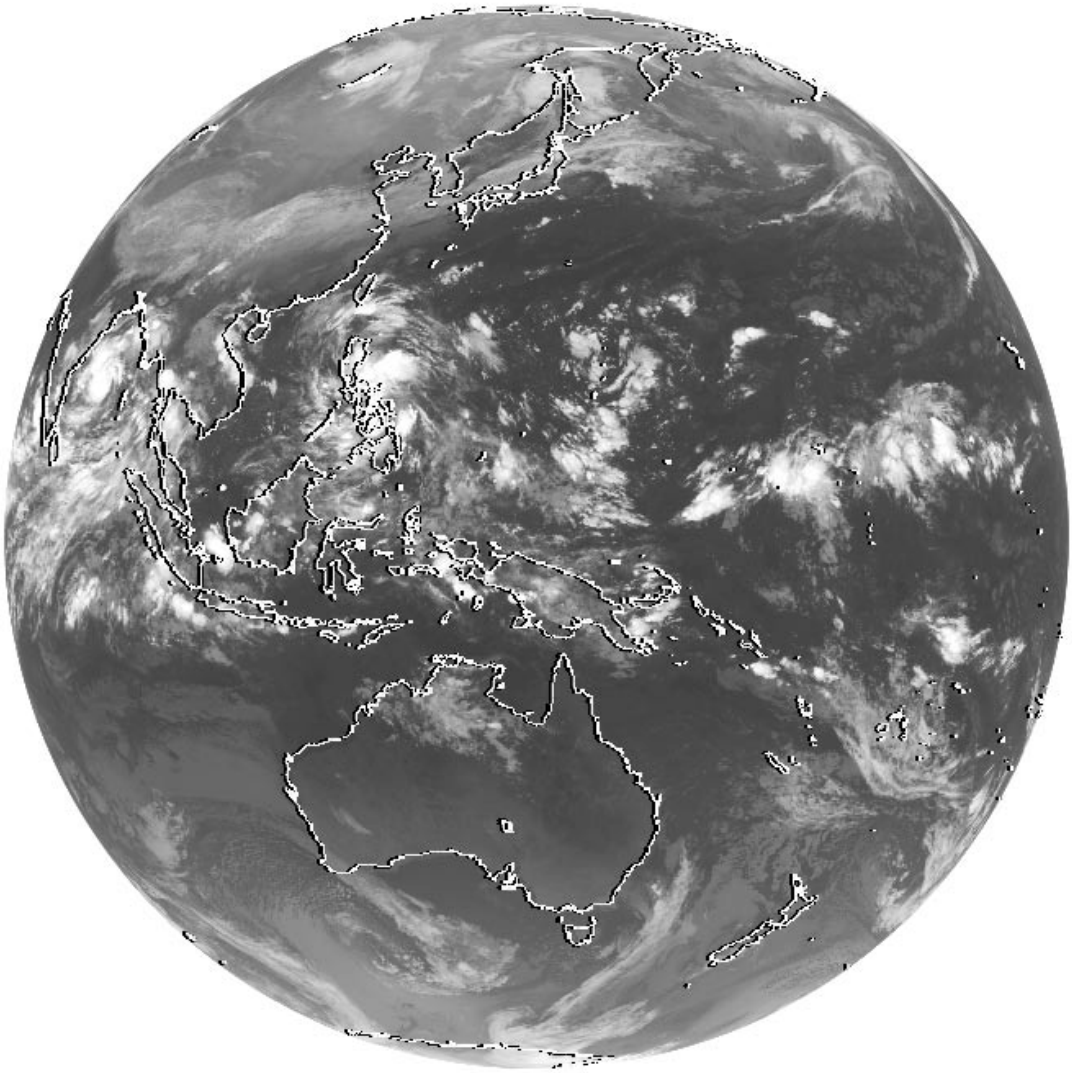
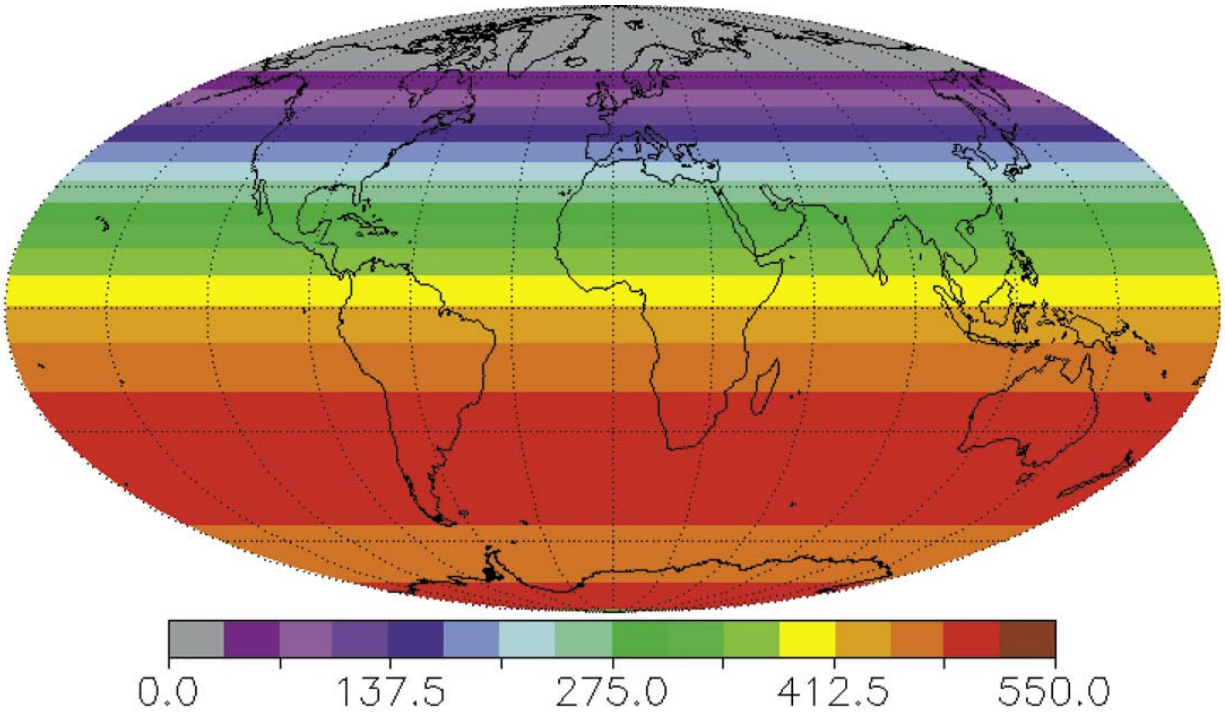


Figure EA-GC2-1c: Le Japon et l'Australie

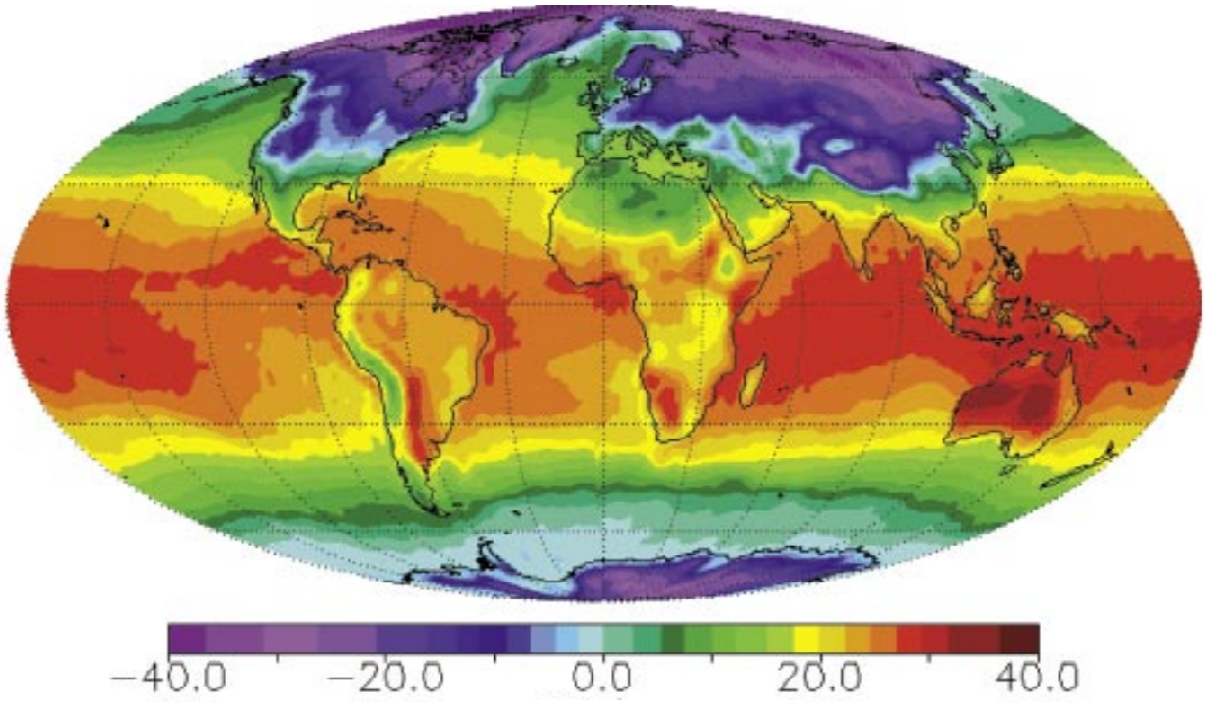


EA-GC2-2a-f: 6 cartes de la Terre entière au mois de janvier, tirés de l'affiche du Système Terre de GLOBE, Exploration des Interactions lors d'une Année ordinaire, montrant a) La répartition d'énergie solaire, b) Les températures moyennes, c) La couverture nuageuse, d) Les précipitations, e) L'humidité du sol, f) La végétation.

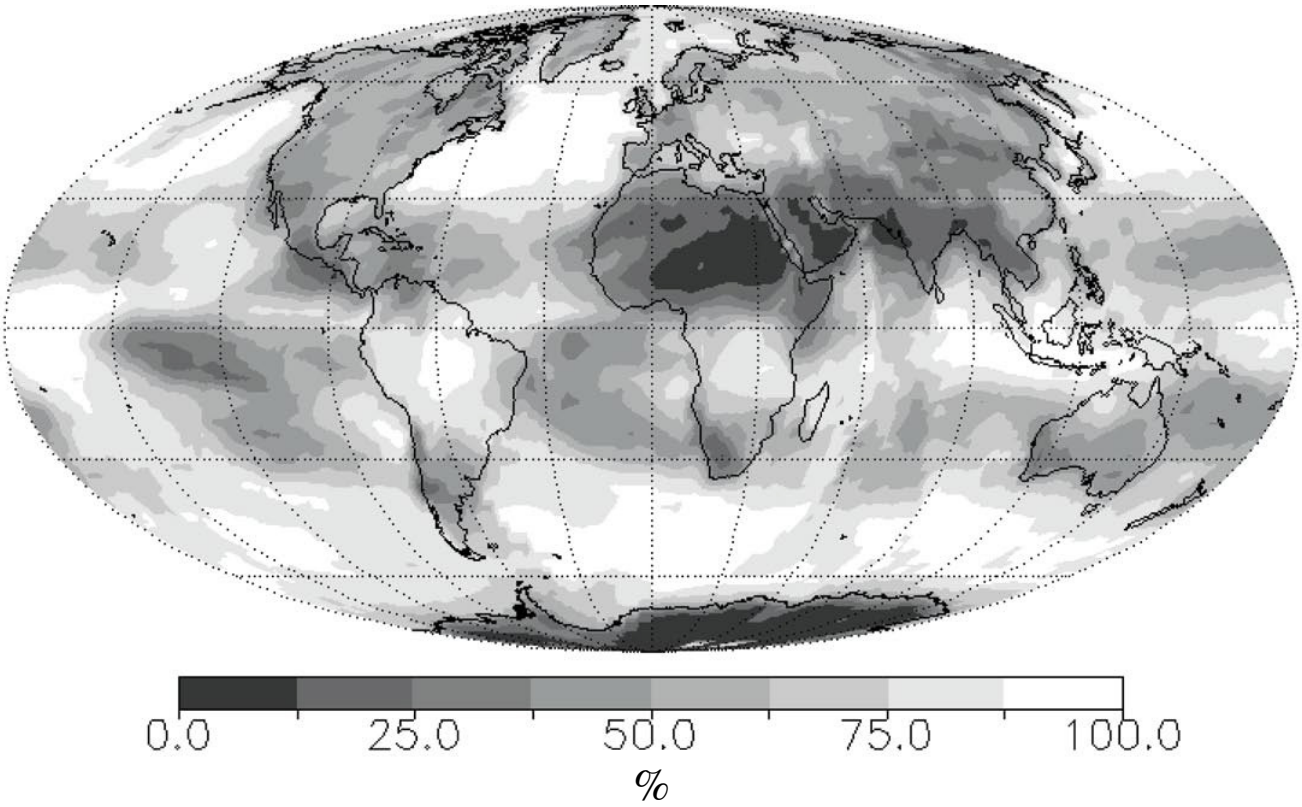
EA-GC2-2a : La répartition d'énergie solaire



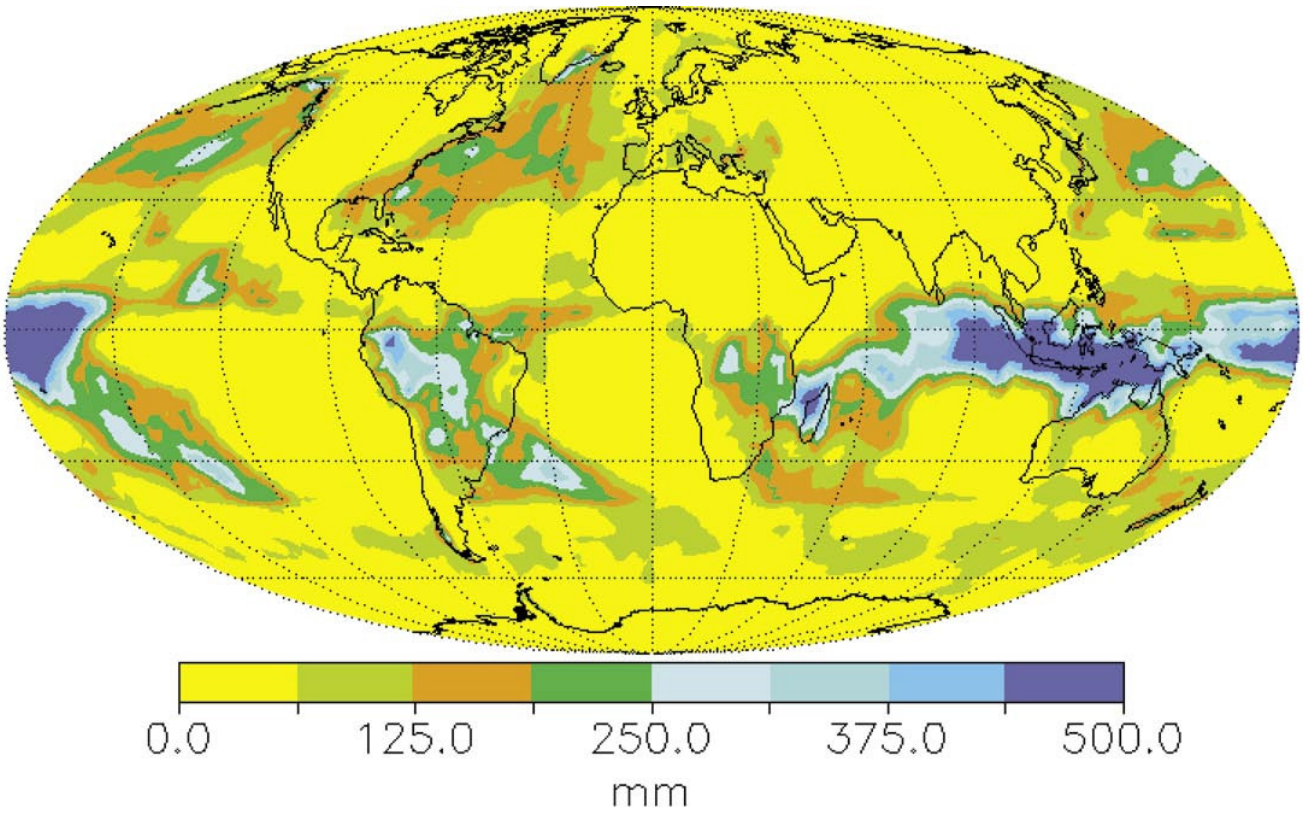
EA-GC2-2b : Les températures moyennes



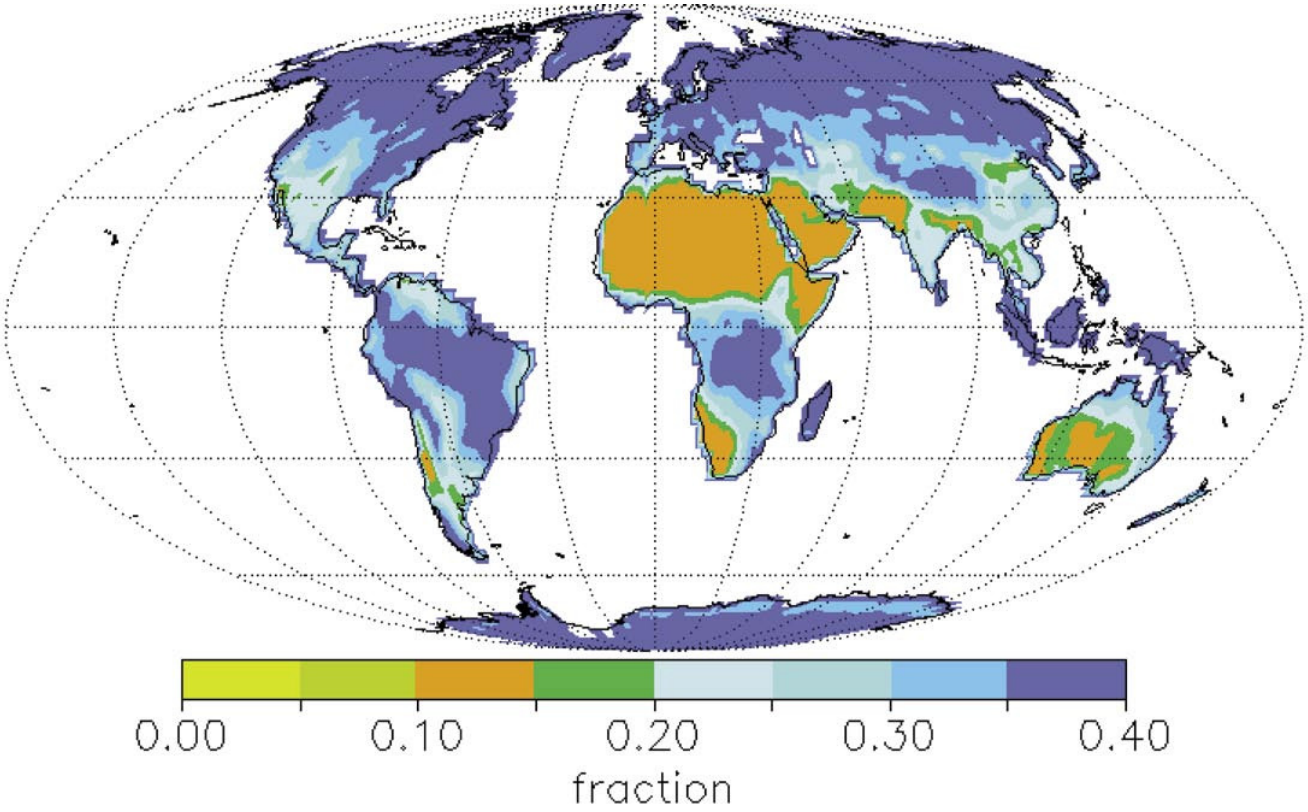
EA-GC2-2c: La couverture nuageuse



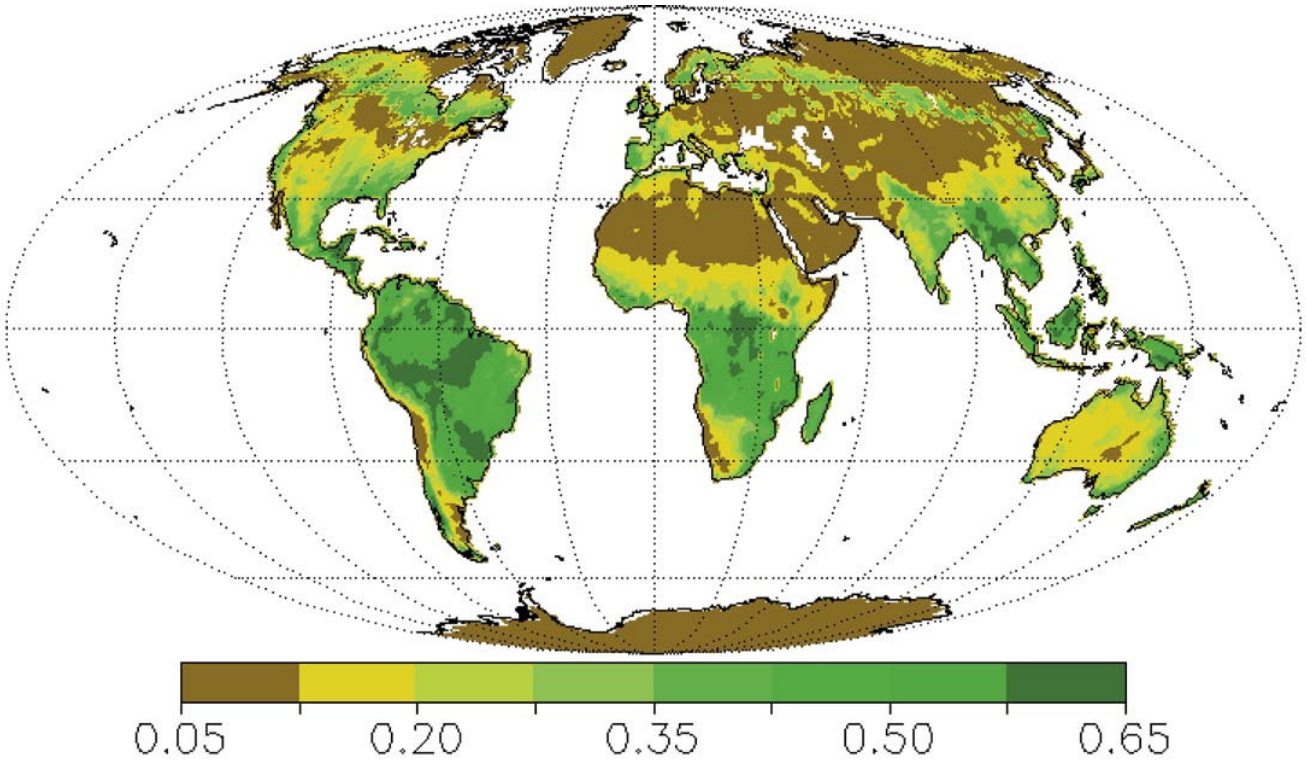
EA-GC2-2d: Les Précipitations

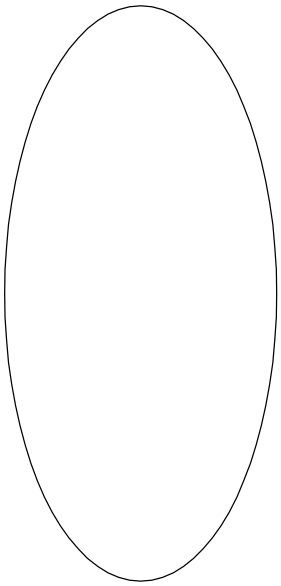


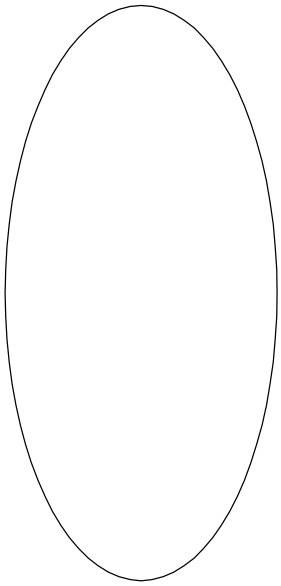
EA-GC2-2e: L'humidité du sol

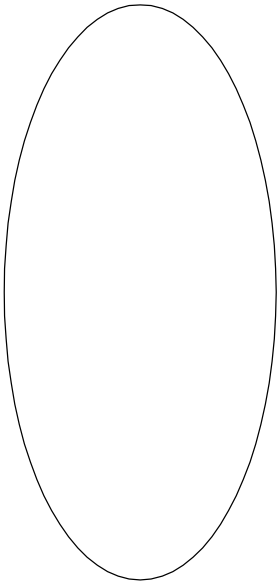


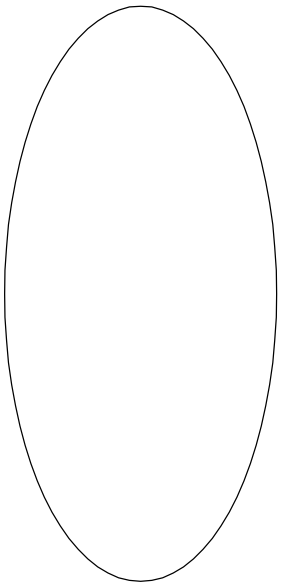
EA-GC2-2f: La Végétation

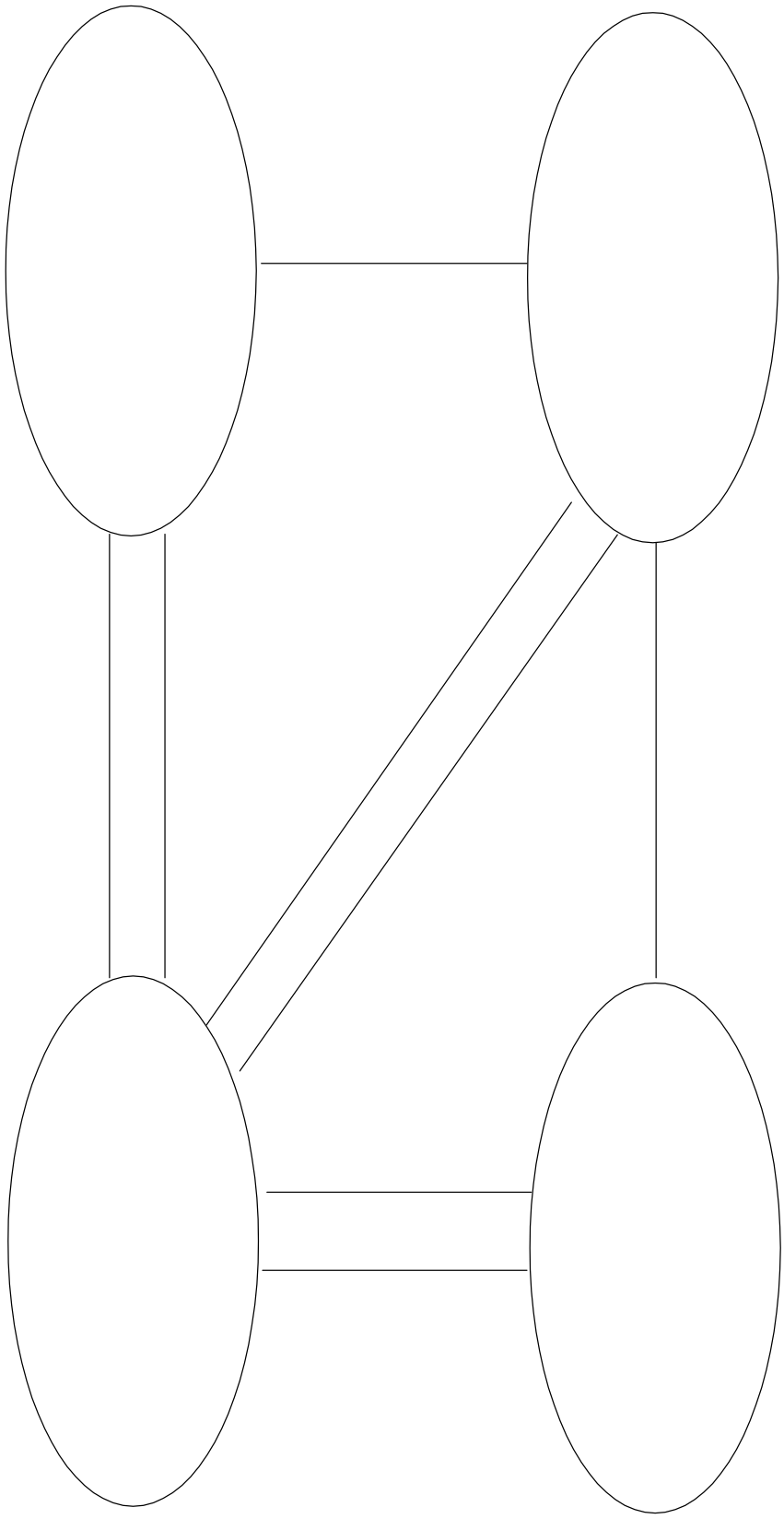




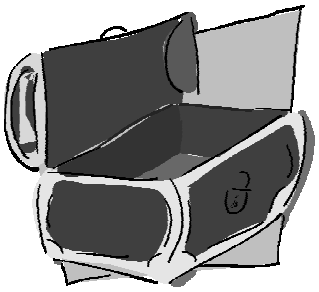








Appendice



Fiche de définition du site d'éclosion des bourgeons

Fiche de définition du site de floraison et de fanaison

Fiche de relevé de données d'éclosion des bourgeons

Fiche de relevé de données de verdissement des arbres et buissons

Fiche de relevé de données de verdissement des herbes

Fiche de relevé de données de fanaison des arbres, buissons et des herbes

Fiche de définition du site d'étude pour les colibris à gorge rouge (RHTU)

Fiche de protocole d'observation du RTHU

Fiche de relevé de données des visites des dispositifs d'alimentation artificiels RTHU

Fiche de relevé de données des visites des fleurs RHTU

Fiche de relevé de données des visites des dispositifs d'alimentation artificiels et des fleurs RTHU

Fiche de protocole de visite des espèces de fleurs RTHU

Fiche de protocole de rapport de nichée RTH (U.SA. and Canada)

Fiche de définition du site d'étude du lilas commun et cloné

Fiche de relevé de données phénologiques du lilas commun et cloné

Fiche de définition du site d'étude des jardins

Fiche de relevé de données phénologiques des jardins

Fiche de définition du site d'étude de la reproduction des algues

Fiche de relevé de données de reproduction des algues

Fiche de définition du site d'études des migrations des oiseaux arctiques

Fiche de relevé de données d'étude des migrations des oiseaux arctiques

Glossaire

Etude du système Terre

Fiche de définition du site d'éclosion des bourgeons

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

Nom du site (Donner un site unique):_____

Coordonnées: Latitude: _____ N ou S (cocher)

Longitude: _____ E ou O (cocher)

Altitude: _____mètres

Source de localisation (cocher): GPS Autre

Si autre, décrivez:_____

Etiquette de l'arbre ou du buisson	**Genre**	**Espèce**

Commentaires (métadonnées):

1. Les arbres ou les buissons sont ils dans la couche supérieure ?
2. Sur ce site, y a-t-il plus d'une espèce dominante ?

Autres commentaires: _____

_____

_____

_____

Etude du système Terre

Fiche de définition du site de verdissement et de fanaison

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____ Cocher: ☐ Nouveau site ☐ Mise à jour

Nom du site (Donner un site unique):_____

Coordonnées: Latitude: _____☐ N ou ☐ S (cocher)

Longitude: _____☐ E ou ☐ O (cocher)

Altitude: _____mètres

Source de localisation (cocher): ☐ GPS ☐ Autre

Si Autre, décrivez:_____

Site Atmosphère le plus proche: ATM-_____

Distance au site: ____mètres; Direction du site: ☐ N ☐ NE ☐ E ☐ SE ☐ S ☐ SO ☐ O ☐ NO

Type de site: ☐ Site d'étude de l'atmosphère ☐ Site d'échantillonnage de la couverture du sol ☐ Autre

Si Autre, décrivez:_____

_____

Pour chaque arbre, buisson ou espace d'herbe, fournissez les informations suivantes
L'espèce n'est PAS requise pour les herbes

Etiquette de l'arbre, buisson ou herbe	
Genre	
Espèce	
Nom commun	

Commentaires:

_____

_____

_____

_____

_____

Protocole d'éclosion des bourgeons

Fiche de relevé de données

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

Nom du site (Donner un site unique):_____

	Arbre **Etiquette: _____**		**Arbre** **Etiquette: _____**	
Date	**De petites feuilles émergent-elles ? Oui ou Non**	**L'éclosion de bourgeons peut-elle être vue à trois endroits ? Oui ou Non**	**De petites feuilles émergent-elles ? Oui ou Non**	**L'éclosion de bourgeons peut-elle être vue à trois endroits ? Oui ou Non**

Commentaires: _____

_____

_____

_____

Sciences de la Terre

Fiche de relevé de données de verdissement des arbres et buissons

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

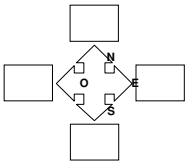
Nom du site (Donner un site unique):_____

Nom scientifique de la plante: Genre :_____ Espèce: _____

Nom commun de la plante: _____

Cycle de floraison:_____ Année:_____

Numéro de la photo et Orientation



Floraison des arbres et buissons

Date (Jour et mois)	**Feuille 1** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Feuille 2** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Feuille 3** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Feuille 4** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Rapportée à GLOBE**
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐

Cochez la derrière colonne sur la table de floraison lorsque vous avez rapporté vos données à GLOBE.

Commentaires *(Datez chaque commentaire):*

_____

_____

_____

Sciences de la Terre

Fiche de relevé de données de verdissement des herbes

Nom de l'école: _____Site d'Etude - PHN:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

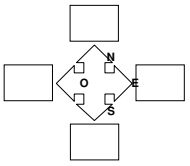
_____

Nom scientifique de la plante: Genre :_____

Nom commun de la plante: _____

Cycle de floraison:_____ Année:_____

Numéro de la photo et Orientation



Verdissement des herbes

Date (Jour et mois)	**Feuille 1** (longueur (mm) non disponible ou perdue)	**Feuille 2** (longueur (mm) non disponible ou perdue)	**Feuille 3** (longueur (mm) non disponible ou perdue)	**Feuille 4** (longueur (mm) non disponible ou perdue)	**Rapportée à GLOBE**
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐

Cochez la dernière colonne sur la table de verdissement lorsque vous avez rapporté vos données à GLOBE.

Commentaires *(Datez chaque commentaire):*

_____

_____

_____

_____

Sciences de la Terre

Fiche de relevé de données de fanaison des arbres, buissons et herbes

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

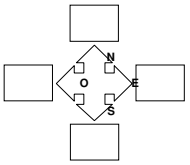
Nom du site (Donner un site unique):_____

Nom scientifique de la plante: Genre :_____ Espèce: _____

Nom commun de la plante: _____

Cycle de floraison:_____ Année:_____

Numéro de la photo et Orientation



Fanaison des arbres, buissons, et herbes

Date (Jour et mois)	**Feuille 1** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Feuille 2** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Feuille 3** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Feuille 4** (dormante, enflée, éclos, longueur (mm), perdue)	**Rapportée à GLOBE**
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐
					☐

Cochez la derrière colonne sur la table de floraison lorsque vous avez rapporté vos données à GLOBE.

Commentaires *(Datez chaque commentaire):*

_____

_____

_____

Colibris à gorge rouge (RTHU)

Fiche de définition de site

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____ Cocher: ☐ Nouveau site ☐ Mise à jour

Nom du site (Donner un site unique):_____

Coordonnées: Latitude: _____☐ N ou ☐ S (cocher)

Longitude: _____☐ E ou ☐ O (cocher)

Altitude: _____mètres

Source de localisation (cocher): ☐ GPS ☐ Autre

Si Autre, décrivez:_____

Site Atmosphère le plus proche: ATM-_____

Distance au site: ____mètres; Direction du site: ☐ N ☐ NE ☐ E ☐ SE ☐ S ☐ SO ☐ O ☐ NO

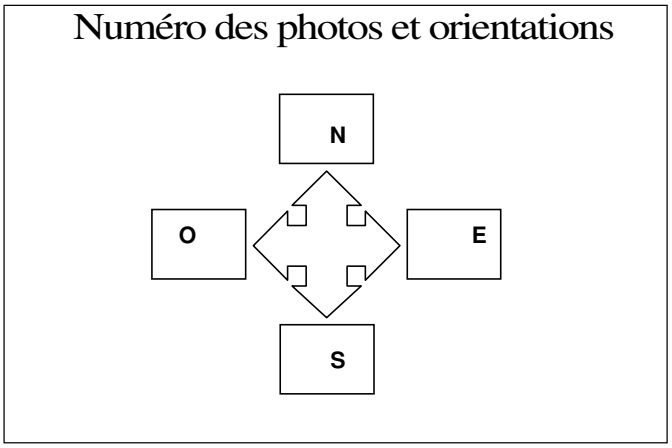
Différence d'altitude (Site d'humidité du sol – Site des colibris) :_____ mètres
(Cette valeur peut être positive ou négative)

Cocher si présent sur le site : ☐ Nourrisseur ☐ Fleurs

Si les fleurs sont présentes, notez ci-dessous les informations (utilisez des feuilles supplémentaires si nécessaire):

Genre	Espèce	Nom commun

Numéro des photos et orientation



Commentaires (Métadonnées):

Colibris à gorge rouge (RTHU)

Fiche de relevé de données d'observation de RTHU

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

Nom du site (Donner un site unique):_____

	NOMBRE DE COLIBRIS OBSERVES					
Date						
Heure du début de l'observation : (heure locale)						
Heure de fin de l'observation : (heure locale)						
Heure du début de l'observation : (UT)						
Heure de fin de l'observation : (UT)						
Male adulte *Gorge totalement rouge* Février-Octobre (USA, Canada) Janvier-Septembre SEULEMENT (Mexique, Amérique Centrale Amérique, Caraïbes)						
Male Adulte (probablement adulte, mais pouvant être un jeune) *Gorge totalement rouge* Octobre-Décembre (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Femelle Adulte *Gorge blanche* Février- Avril SEULEMENT (USA, Canada) Janvier-Mai (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé (Peut-être femelle ou jeune mâle) *Gorge blanche* Mai-Octobre (USA, Canada) Aout-Décembre SEULEMENT (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé *Gorge non observée* Toute époque, tout endroit						
Jeune mâle *Gorge tachetée de vert, noir, ou possède une ou plusieurs plumes rouges* Mai- Octobre (USA, Canada) Aout-Avril (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						

Les observations sont faites par sessions de 45 minutes. Si aucun colibris n'a été observé, notez "0" sur la fiche de données et sur l'entrée de données du site Web GLOBE.

Pour tout RTHU "inhabituel', c'est à dire avec un plumage anormal ou coloré, notez cela en tant que commentaire. Précisez la couleur du front de l'oiseau, de son col, de sa gorge, de sa poitrine, de son ventre, de ses flancs, de sa queue et de ses yeux, ainsi que la localisation des autres marques distinctives. Décrivez l'activité de l'oiseau et son comportement alimentaire. Prenez une photo si possible. Suivez aussi cette procédure pour tout colibri errant du 15 octobre au 15 mars. Rapportez toute observation d'un colibri errant ou inhabituel aussi rapidement que possible à research@hiltonpond.org.

Commentaires:

Colibris à gorge rouge (RTHU)

Fiche de relevé de données de visite des dispositifs d'alimentation artificiels

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Nom du site:_____

	NUMERO DE LA VISITE					
Date						
Heure du début de l'observation : (heure locale)						
Heure de fin de l'observation : (heure locale)						
Heure du début de l'observation : (UT)						
Heure de fin de l'observation : (UT)						
Male adulte *Gorge totalement rouge* Février-Octobre (USA, Canada) Janvier-Septembre SEULEMENT (Mexique, Amérique Centrale Amérique, Caraïbes)						
Male Adulte (probablement adulte, mais pouvant être un jeune) *Gorge totalement rouget* Octobre-Décembre (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Femelle Adulte *Gorge blanche* Février- Avril SEULEMENT (USA, Canada) Janvier-Mai (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé (Peut-être femelle ou jeune male) *Gorge blanche* Mai-Octobre (USA, Canada) Aout-Décembre SEULEMENT (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé *Gorge non observée* Toute époque, tout endroit						
Jeune male *Gorge tachetée de vert, noir, ou possède une ou plusieurs plumes rouges* Mai- Octobre (USA, Canada) Aout-Avril (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						

Les observations sont faites par sessions de 45 minutes. Si aucun colibris n'a été observé, notez "0" sur la fiche de données et sur l'entrée de données du site Web GLOBE.

Pour tout RTHU “inhabituel’, c’est à dire avec un plumage anormal ou coloré, notez cela en tant que commentaire. Précisez la couleur du front de l’oiseau, de son col, de sa gorge, de sa poitrine, de son ventre, de ses flancs, de sa queue et de ses yeux, ainsi que la localisation des autres marques distinctives. Décrivez l’activité de l’oiseau et son comportement alimentaire. Prenez une photo si possible. Suivez aussi cette procédure pour tout colibri errant du 15 octobre au 15 mars. Rapportez toute observation d’un colibri errant ou inhabituel aussi rapidement que possible à research@hiltonpond.org.

Commentaires:

Colibris à gorge rouge (RTHU)

Fiche de relevé de données de visite des fleurs

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

Nom du site (Donner un site unique):_____

	NUMERO DE LA VISITE					
Date						
Heure du début de l'observation : (heure locale)						
Heure de fin de l'observation : (heure locale)						
Heure du début de l'observation : (UT)						
Heure de fin de l'observation : (UT)						
Male adulte *Gorge totalement rouge* Février-Octobre (USA, Canada) Janvier-Septembre SEULEMENT (Mexique, Amérique Centrale Amérique, Caraïbes)						
Male Adulte (probablement adulte, mais pouvant être un jeune) *Gorge totalement rouget* Octobre-Décembre (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Femelle Adulte *Gorge blanche* Février- Avril SEULEMENT (USA, Canada) Janvier-Mai (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé (Peut-être femelle ou jeune male) *Gorge blanche* Mai-Octobre (USA, Canada) Aout-Décembre SEULEMENT (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé *Gorge non observée* Toute époque, tout endroit						
Jeune male *Gorge tachetée de vert, noir, ou possède une ou plusieurs plumes rouges* Mai- Octobre (USA, Canada) Aout-Avril (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						

Les observations sont faites par sessions de 45 minutes. Si aucun colibris n'a été observé, notez "0" sur la fiche de données et sur l'entrée de données du site Web GLOBE.

Pour tout RTHU “inhabituel’, c’est à dire avec un plumage anormal ou coloré, notez cela en tant que commentaire. Précisez la couleur du front de l’oiseau, de son col, de sa gorge, de sa poitrine, de son ventre, de ses flancs, de sa queue et de ses yeux, ainsi que la localisation des autres marques distinctives. Décrivez l’activité de l’oiseau et son comportement alimentaire. Prenez une photo si possible. Suivez aussi cette procédure pour tout colibri errant du 15 octobre au 15 mars. Rapportez toute observation d’un colibri errant ou inhabituel aussi rapidement que possible à research@hiltonpond.org.

Commentaires:

Colibris à gorge rouge (RTHU)

Fiche de relevé de données de visite des fleurs et dispositifs d'alimentation artificiels

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

Nom du site (Donner un site unique):_____

	NUMERO DE LA VISITE					
Date						
Heure du début de l'observation : (heure						
Heure de fin de l'observation : (heure						
Heure du début de l'observation : (UT)						
Heure de fin de l'observation : (UT)						
Male adulte *Gorge totalement rouge* Février-Octobre (USA, Canada) Janvier-Septembre SEULEMENT (Mexique, Amérique Centrale Amérique, Caraïbes)	Alimenteurs					
	Fleurs					
Male Adulte (probablement adulte, mais pouvant être un jeune) *Gorge totalement rouget* Octobre-Décembre (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)	Alimenteurs					
	Fleurs					
Femelle Adulte *Gorge blanche* Février- Avril SEULEMENT (USA, Canada) Janvier-Mai (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)	Alimenteurs					
	Fleurs					
Age et Sexe indéterminé (Peut-être femelle ou jeune male) *Gorge blanche* Mai-Octobre (USA, Canada) Aout-Décembre SEULEMENT (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)	Alimenteurs					
	Fleurs					
Age et Sexe indéterminé *Gorge non observée* Toute époque, tout endroit	Alimenteurs					
	Fleurs					
Jeune male *Gorge tachetée de vert, noir, ou possède une ou plusieurs plumes rouges* Mai- Octobre (USA, Canada)	Alimenteurs					
	Fleurs					

Les observations sont faites par sessions de 45 minutes. Si aucun colibris n'a été observé, notez "0" sur la fiche de données et sur l'entrée de données du site Web GLOBE.

Pour tout RTHU "inhabituel', c'est à dire avec un plumage anormal ou coloré, notez cela en tant que commentaire. Précisez la couleur du front de l'oiseau, de son col, de sa gorge, de sa poitrine, de son ventre, de ses flancs, de sa queue et de ses yeux, ainsi que la localisation des autres marques distinctives. Décrivez l'activité de l'oiseau et son comportement alimentaire. Prenez une photo si possible. Suivez aussi cette procédure pour tous colibris errant du 15 octobre au 15 mars. Rapportez toute observation d'un colibri errant ou inhabituel aussi rapidement que possible à research@hiltonpond.org.

Commentaires:

Colibris à gorge rouge (RTHU)

Fiche de relevé de données de visite des espèces des fleurs

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

Nom du Site: _____

Date						
Heure du début de l'observation : (heure						
Heure de fin de l'observation : (heure						
Heure du début de l'observation : (UT)						
Heure de fin de l'observation : (UT)						
NOM DE LA FLEUR	**NUMERO DE LA VISITE, par espèce**					
Genre:						
Espèce						
Male adulte *Gorge totalement rouge* Février-Octobre (USA, Canada) Janvier-Septembre SEULEMENT (Mexique, Amérique Centrale Amérique, Caraïbes)						
Male Adulte (probablement adulte, mais pouvant être un jeune) *Gorge totalement rouget* Octobre-Décembre (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Femelle Adulte *Gorge blanche* Février- Avril SEULEMENT (USA, Canada) Janvier-Mai (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé (Peut-être femelle ou jeune male) *Gorge blanche* Mai-Octobre (USA, Canada) Aout-Décembre SEULEMENT (Mexique, Amérique centrale, Caraïbes)						
Age et Sexe indéterminé *Gorge non observée* Toute époque, tout endroit						
Jeune male *Gorge tachetée de vert, noir, ou possède une ou plusieurs plumes rouges* Mai- Octobre (USA, Canada)						

Les observations sont faites par sessions de 45 minutes. Si aucun colibris n'a été observé, notez "0" sur la fiche de données et sur l'entrée de données du site Web GLOBE.

Pour tout RTHU "inhabituel', c'est à dire avec un plumage anormal ou coloré, notez cela en tant que commentaire. Précisez la couleur du front de l'oiseau, de son col, de sa gorge, de sa poitrine, de son ventre, de ses flancs, de sa queue et de ses yeux, ainsi que la localisation des autres marques distinctives. Décrivez l'activité de l'oiseau et son comportement alimentaire. Prenez une photo si possible. Suivez aussi cette procédure pour tout colibri errant du 15 octobre au 15 mars. Rapportez toute observation d'un colibri errant ou inhabituel aussi rapidement que possible à research@hiltonpond.org.

Commentaires:

Colibris à gorge rouge (RTHU)

Fiche de relevé de données de nichée (USA et Canada)

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____

Nom du site (Donner un site unique):_____

Date de découverte du: _____

Cocher: ☐ 1ère série d'œufs dans ce nid

☐ 2ème série d'œufs dans ce nid

☐ 3ème série d'œufs dans ce nid

Notez les dates des observations suivantes. Il est possible que vous n'observiez pas toutes les activités énumérées.

Observation	**Date**
Début de la construction du nid	
Fin de la construction du nid	
Première observation d'un oiseau male ou femelle	
Ponte du premier œuf	
Ponte du second œuf	
Eclosion du premier œuf	
Eclosion du second œuf	
Première nichée quitte le nid	
Seconde nichée quitte le nid	
Dernière observation d'un oiseau male ou femelle	

Nombre d'œufs pondus: _____

Nombre d'œufs qui n'ont pas éclos: _____

Nombre d'oisillons ayant survit: _____

Notez les dates et les observations sur le comportement des colibris RTHU adultes autour du nid:_____

_____

_____

_____

Commentaires: _____

_____

_____

_____

_____

Lilas commun et cloné

Fiche de définition de site

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____ Cocher: ☐ Nouveau site ☐ Mise à jour

Nom du site (Donner un site unique):_____

Coordonnées: Latitude: _____☐ N ou ☐ S (cocher)

Longitude: _____☐ E ou ☐ O (cocher)

Altitude: _____mètres

Source de localisation (cocher): ☐ GPS ☐ Autre

Si Autre, décrivez:_____

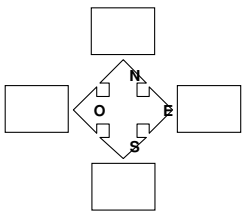
Site Atmosphère le plus proche: ATM-_____

Distance au site: ____mètres; Direction du site: ☐ N ☐ NE ☐ E ☐ SE ☐ S ☐ SO ☐ O ☐ NO

Différence d'altitude (Site d'humidité du sol – site) :_____ mètres
(Cette valeur peut être positive ou négative)

Etiquette du plant de lilas	**Cloné ou commun**	**Date de plantation OU précisez si planté avant 1997**	**Hauteur (cm)**

Numéro de photo et Orientation



Commentaires:_____

_____

_____

_____

_____

_____

Lilas commun et cloné

Fiche de relevé de données

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Nom du site (Donner un site unique):_____

Etiquette du plant de lilas	Cloné ou commun	Date d'observation de la première feuille (JJ/MM/AAAA)	Date de la dernière observation avant la première feuille (JJ/MM/AAAA)	Date de pleine feuillaison ou à 95% (JJ/MM/AAAA)	Date de la dernière observation avant la pleine feuillaison (JJ/MM/AAAA)

Etiquette du plant de lilas	Cloné ou commun	Date d'observation de la première fleur (JJ/MM/AAAA)	Date de la dernière observation avant la première fleur (JJ/MM/AAAA)	Date de pleine floraison (JJ/MM/AAAA)	Date de la dernière observation avant la pleine floraison (JJ/MM/AAAA)

Etiquette du plant de lilas	Cloné ou commun	Date de fanaison (JJ/MM/AAAA)	Date de la dernière observation avant la fanaison (JJ/MM/AAAA)	Hauteur (cm) Mesurée une seule fois pendant l'automne

Commentaires:_____

_____

_____

_____

_____

_____

Jardins expérimentaux

Fiche de données de définition de site

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____ Cocher: ☐ Nouveau site ☐ Mise à jour

Nom du site (Donner un site unique):_____

Coordonnées: Latitude: _____☐ N ou ☐ S (cocher)

Longitude: _____☐ E ou ☐ O (cocher)

Altitude: _____mètres

Source de localisation (cocher): ☐ GPS ☐ Autre

Si Autre, décrivez:_____

Site Atmosphère le plus proche: ATM-_____

Distance au site: ____mètres; Direction du site: ☐ N ☐ NE ☐ E ☐ SE ☐ S ☐ SO ☐ O ☐ NO

Différence d'altitude (Site d'humidité du sol – site) :_____ mètres

Site Humidité du sol le plus proche: _____

Distance au site: ____mètres; Direction du site: ☐ N ☐ NE ☐ E ☐ SE ☐ S ☐ SO ☐ O ☐ NO

Différence d'altitude (Site d'humidité du sol – site) :_____ mètres

Plantes dans le Jardin

Plante	**Plantée dans le jardin ? Oui ou Non**	**Date de plantation**
Hamamelis de Virginie 'Jelena'		
Hamamelis de Virginie 'Genuine'		
Lilas		
Seringa		
Forsythia		
Bruyère 'Allegro'		
Bruyère 'Long Ohite'		
Perce-neige		

Texture de la terre dans les 10 premiers cm (selon le *Protocole de champ de caractérisation de la terre)*: _____

pH de la terre dans les 10 premiers cm (selon le *Protocole de champ de caractérisation de la terre)*: _____

Méthode de détermination du pH (cocher): ☐ papier ☐ mètre

Hauteur et état de santé de chaque plante. Mesurée à l'automne

Plante	**Hauteur (cm)**	**Santé du plant Bonne = B Mauvaise = Ma Mort = Mo**	**Si la plante est morte, l'avez vous remplacée par une autre ? Oui ou Non**
Hamamelis de Virginie 'Jelena'			
Perce-neige	Non nécessaire		
Seringa			
Bruyère 'Allegro'			
Bruyère 'LongOhite'			
Lilas			
Forsythia			

Quel engrais a été utilisé pour cette plante cette année?_____
Si oui, date d'application: _____

Type d'engrais _____

Notez les dates d'arrosage:_____

Si les plantes sont cisaillées, notez les dates:_____

Commentaires (Metadonnées): _____

Jardins expérimentaux

Fiche de données

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Nom du site (Donner un site unique):_____

Notez les dates des phases suivantes de floraison de l'Hamamelis de Virginie,Seringa, Bruyère et Perce-neige :

Plante	DF	FG	FF
Hamamelis de Virginie 'Jelena'			
Perce-neige			
Seringa			
Bruyère 'Allegro'			
Bruyère 'Long White'			
Hamamelis de Virginie			

DF = Début de floraison
FG = Floraison générale
FF = Fin de floraison

Pour le lilas et la forsythia, notez les dates des phases suivantes de floraison et croissance des feuilles :

	Phase de floraison			**Phase de croissance des fueilles**	
Plante	**DF**	**FG**	FF	**DE**	**FC**
Lilas					
Forsythia					

DE = début d'éclosion
FC = feuille complète

Hauteur et condition de chaque plante. Mesurez en Automne.

Plante	Hauteur (cm)	Condition de la plante Bonne santé = BS Mauvaise santé = MS Morte = M	Si la plante est morte, est-ce qu'elle a été remplacée par une autre plante ? (oui ou non)
Hamamelis de Virginie 'Jelena'			
Perce-neige			
Seringa			
Bruyère 'Allegro'			
Bruyère 'Long White'			
Lilas			
Forsythia			

Est-ce la plante a été engraissée cette année ?_____Si oui, en quelle date :_____

Type d'engrais :_____

Notez les dates où la (les) plante(s) a été arrosée :_____

Si les plantes ont été élaguées, notez la date :_____

Commentaire (meta-données) :

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Reproduction phénologique des algues

Fiche de relevé de données de définition de site

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____ Cocher: ☐ Nouveau site ☐ Mise à jour

Nom du site (Donner un site unique):_____

Coordonnées: Latitude: _____☐ N ou ☐ S (cocher)

Longitude: _____☐ E ou ☐ O (cocher)

Altitude: _____mètres

Source de localisation (cocher): ☐ GPS ☐ Autre

Si Autre, décrivez:_____

Amplitude des marrées: _____mètres

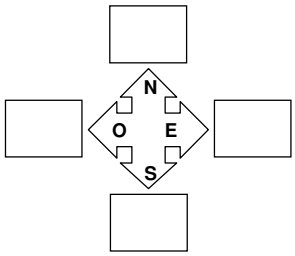
Orientation de la plage:_____°

Pente de la plage:_____°

Taille des roches dominantes (cocher): ☐ Gros rochers ☐ Rochers intermédiaires

☐ Petits rochers ☐ pavés ☐ galets ☐ graviers

Numéro de photo et orientation



Commentaires (Metadonnées): _____

_____

_____

_____

_____

Protocole de reproduction des algues

Fiche de sélection de données

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Nom du site (Donner un site unique):_____

Date: _____

Heure:_____(locale) _____(UT)

Heure de la marée basse:_____(locale) _____(UT)

Espèces (cocher): ☐ *Fucus vesiculosus* ☐ *Asophyllum nodosum*

☐ *Fucus distichus* ☐ *Fucus spiralis* ☐ *Fucus serratus*

☐ *Pelvetia canaliculata*

Etape	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**Total**
Nombre de réceptacles de l'étape						
Pourcentage de réceptacles dans l'étape [(nombre dans l'étape/nombre total de réceptacles observés)*100]						100

Commentaires: _____

_____

_____

_____

_____

_____

Surveillance de la migration des oiseaux arctiques

Fiche de relevé de données de définition de site

Nom de l'école: _____Classe ou nom du groupe:_____

Nom(s) du ou des étudiant(s) qui remplissent la fiche de relevé de données: _____

_____

Date: _____ Cocher: ☐ Nouveau site ☐ Mise à jour

Nom du site (Donner un site unique):_____

Coordonnées: Latitude: _____☐ N ou ☐ S (cocher)

Longitude: _____☐ E ou ☐ O (cocher)

Altitude: _____mètres

Source de localisation (cocher): ☐ GPS ☐ Autre

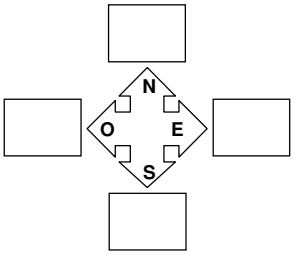
Si Autre, décrivez:_____

Site Atmosphère le plus proche: ATM-_____

Distance au site: ____mètres; Direction du site: ☐ N ☐ NE ☐ E ☐ SE ☐ S ☐ SO ☐ O ☐ NO

Différence d'altitude (Site d'humidité du sol – site) :_____ mètres

Numéro de la photo et orientation



Type du site (Cocher): ☐ Champ ☐ Estuaire/Côté ☐ Lacs ou Bassin ☐ Océan/Côté
☐ Forêt ☐ Autre

Si autre, décrirez: _____

Commentaires (Metadonnées): _____

_____

_____

_____

_____

Glossaire

Abscission
Chute des feuilles de l'arbre, déclenchée par la création d'une couche qui réduit puis éteint l'alimentation d'eau et de nutriments de la feuille.

Acclimatation
Processus par lequel la plante devient de plus en plus résistante à des températures de gel sans subir de séquelles.

Action capillaire
Attraction d'un liquide par une surface solide, qui correspond à la disponibilité d'un liquide comme l'eau à pénétrer un solide comme le papier.

Adhésion
Attraction moléculaire qui retient ensemble deux substances, comme par exemple l'attraction des molécules d'eau par d'autres molécules.

Aérosols
Particules solides et liquides suspendues dans l'atmosphère.

Altitude
Distance moyenne d'un lieu au dessus du niveau moyen des océans.

Annoter
Etiqueter

Anthocyane
Pigment présent dans les plumes, de couleur rouge vif, ou violet.

Aquifère
Un corps de roche perméable ou des graviers capables de stocker des eaux souterraines.

Arbres à feuilles larges
Arbres qui ont des feuilles larges et plates plutôt qu'en forme d'aiguilles.

Axe
Ligne droite invisible reliant les deux Pôles.

Biomasse
Masse totale cumulée de tous les organismes d'un type donné occupant une zone ou région.

Biome
Une population écologique (par exemple, une forêt ou le désert)

Biotope
Ensemble des organismes vivant dans une région particulière, plantes, animaux et microorganismes compris.

Boréal
Relatif aux régions polaires de l'hémisphère Nord.

Carbone Atmosphérique
Carbone sous forme gazeuse (combiné avec d'autres atomes comme de l'oxygène) qui constitue une partie de l'atmosphère, sous forme de dioxyde ou de monoxyde de carbone.

Carotène
Pigment orange.

Chaleur sensible
Energie mise en jeu lors du réchauffement, ou refroidissement dans le cas d'une perte de chaleur sensible, d'un objet.

Chlorophylle
Un pigment donnant aux plantes leur couleur verte et qui piège l'énergie lumineuse chez les plantes, les algues et quelques bactéries.

Chromatographie
Séparations des substances dans une mixture en positionnant la mixture dans une phase mobile (eau ou autre solvant) placé dans une phase stationnaire (par exemple, papier).

Climat
Statistiques collectives des conditions du temps sur une zone donnée et pendant une durée établie.

Climat continental
Caractéristique de l'intérieur d'une grande étendue de terre, marqué généralement par une grande amplitude annuelle et journalière des températures, une humidité relativement faible, et des faibles précipitations.

Climat Marin
Climat d'une région affectée par la mer. Généralement caractérisé par des hivers doux, des étés tempérés et des précipitations uniformes au cours de l'année.

Climatogramme

Graphe représentant la moyenne à long terme des températures et des précipitations totales d'une région (sur un an ou plus).

Climatographe

Voir climatogramme

Cohésion

Force maintenant un solide ou un liquide ensemble, par attraction des molécules similaires, comme par exemple l'attraction des molécules d'eau les unes aux autres.

Composant

Partie d'un tout.

Conifères

Tout arbre dons les feuilles ressemblent à des aiguilles, comme les pins, sont des conifères.

Connections

Liens existant entre un composant du système terrestre et un autre.

Consommateur

Entité vivante consommant les ressources de son environnement pour survivre.

Contraste

Ratio entre les valeurs maximales et minimales.

Contrôle

Méthode expérimentale au cours de laquelle une expérience originale est comparée à la réalité.

Courants océaniques

Mouvement des eaux océaniques selon un chemin régulier, pouvant être cyclique ou continu.

Couronne

Partie feuillue d'un arbre ou d'un buisson. Même les branches inférieures d'un arbre ou d'un buisson en font partie.

Couverture végétale

De manière générale, de la végétation, mais en cas d'absence, une indication de ce qui occupe le terrain à cet endroit là.

Cryosphère

Partie de la Terre qui est gelée, incluant les glaciers, les icebergs, et les zones couvertes par les neiges éternelles.

Cycle de carbone

Le mouvement du carbone au sein de la surface, de l'intérieur et de l'atmosphère de la Terre, concerne de nombreux organismes.

Cycle de l'azote

Série de processus chimiques, ayant principalement lieu dans les organismes, grâce auxquels le nitrogène se déplace dans le système Terre.

Cycle de l'eau

Cycle par lequel l'eau est mise en mouvement entre les différents composants du système Terre (atmosphère, hydrosphère, lithosphère, pédosphère, cryosphère et biosphère) sous ses différents états (liquide, solide ou gazeux).

Cycles Biogeochimiques

Mouvement des éléments chimiques des organismes vers l'environnement physique, en cycle.

Cycles climatiques

Evènements climatiques alternatifs qui se reproduisent régulièrement, sans être rigoureusement périodiques.

Cycles énergétiques

Mouvements énergétiques de toute forme au sein de la Terre, à sa surface, ou dans l'atmosphère.

Cycles saisonnier

Progression régulière au cours de l'année, à travers l'hiver, le printemps, l'été et l'automne.

Diagramme

Représentation visuelle d'un système, utile pour en communiquer les informations essentielles.

Echelle

Marques régulières sur un instrument qui permettent la lecture d'une quantité mesurée, ou la taille relative d'un objet, permettant de préciser les processus qui affectent l'objet ou la zone.

Echelles de temps

Les périodes temporelles de différents processus varient largement, depuis quelques secondes pour la formation de nuages, jusqu'à plusieurs milliards d'années dans le cas de la formation de la Terre.

Ecliptique

Intersection entre l'orbite terrestre et la voute céleste.

Eclosion des bourgeons
L'ouverture ou le craquellement des bourgeons qui sont des protections épaisses pour les feuilles minuscules. Cet évènement saisonnier signale le début de la croissance des feuilles et le développement du feuillage.

Ecologie
Etude des relations entre organismes et environnement.

Ecologiste
Scientifique qui étudie les relations entre un organisme et son environnement.

Ecosystème
Une communauté locale biologique et ses modèles d'interactions avec son environnement.

Energie chimique
Energie produite ou absorbée au cours d'une réaction chimique.

Energie cinétique
Energie qu'un objet doit à son mouvement.

Energie potentielle
Energie possédée par un objet, ou capacité de travail stockée, en raison de sa configuration ou de sa position.

Energie solaire
Energie provenant du soleil.

Ensoleillement(Insolation)
Energie issue du Soleil en direction de la Terre. (INcoming SOLar radiATION)

Environnement
Conditions environnantes qui affectent la qualité de vie des plantes et des animaux.

Equateur
Cercle invisible qui divise la Terre en deux hémisphères.

Equatorial
Situé au niveau de l'équateur.

Equinoxe
Jour, ou nuit, pour lequel le soleil traverse le plan équatorial, forçant donc le jour et la nuit à être de durée égale dans les deux hémisphères.

Estuaire
Masse d'eau côtière quasi-fermée qui conserve un lien direct avec la mer ou l'océan.

Facteur limitant
Les facteurs limitants sont les éléments conditionnant les limites du développement d'un écosystème.

Fanaison
Lorsque les plantes commencent à changer de couleurs et/ou perdent leurs feuilles à la fin de l'été.

Feuillage
La couche supérieure des feuilles qui est détectée par le capteur du satellite.

Fixation du carbone
Processus par lequel le carbone issu du dioxyde de carbone de l'air est incorporé dans les cellules des plantes ou des micro organismes, comme par exemple la photosynthèse.

Floraison
Lorsque les plantes commencent une nouvelle saison de croissance.

Flux
Quantité de matière traversant une surface spécifiée en un temps donné.

Glace brisée
De la glace s'écoulant, formant une série de plaques, plutôt que des étendues uniformes, sur les berges des rivières, ou les autres corps d'eau mouvante.

Hémisphère
Moitié sphérique ou pseudo-sphérique d'un corps (comme la Terre)

Hémisphère Nord
La moitié de la Terre située au Nord de l'équateur.

Hibernation
Etat de croissance et métabolisme suspendue et métabolisme

Icosaèdre
Polyhèdre à 20-côtés

IDVN(NDVI)
Index de Différentiation Végétale Normalisé (Normalized Difference Vegetation Index)

Ilot climatique
Zone ou le climat est uniforme, comme par exemple un sommet de montagne, isolé des autres zones similaires.

Inertie thermique
Résistance d'un corps à un changement de température.

Interconnections
Processus par lequel les divers composants

terrestre interagissent les uns ave les autres.

Latitude
Distance angulaire entre un point de la Terre et l'équateur, orientée vers le Nord ou vers le Sud.

Latitude moyenne
Zone de latitude comprise généralement entre 30 et 60 °.

Lichen
Combinaison d'algues, et de fungus, qui vivent dans une relation symbiotique.

Lithosphère
Parties solides de la Terre.

Liverwort
Forme de mousse qui grandit et aide à éroder les roches ou les troncs d'arbres sur les sols humides

Longitude
Mesure de distance angulaire qui s'étend d'un pôle à l'autre, d'est en ouest.

Maxima
(Pluriel de maximum) La plus grande quantité d'une valeur.

Maximum de verdure
Lorsque la croissance des plantes est maximale.

Méridien
Cercle imaginaire à la surface de la Terre qui joint les deux pôles.

Niveaux de gris
Une échelle de tons du blanc au noir qui indique sur une carte ou autre représentation les quantités relatives de la quantité décrite.

NOAA
Administration Nationale Américaine de l'Atmosphère et des océans

Ozone
Un isotope de l'oxygène (O3), parfois appelé tri-oxygène.

Perpendiculaire
Ligne traçant un angle droit avec un plan ou une autre ligne.
(par exemple, quand vous regardez le coucher de soleil, vous vous tenez perpendiculairement à l'horizon)

Pétiole
Tige qui supporte la feuille

pH
Mesure de l'acidité sur une échelle de 0 à 14, 0 représentant une solution d'ions hydrogène, très acide, 14 une forte concentration de soude.

Phénologie
Etude de la réponse naturelle des organismes vivant à des changements climatiques dans leur environnement, comme par exemple la migration des oiseaux, des papillons ou encore des saumons, les floraisons… La phénologie comprend la feuillaison et la défeuillaison.

Photosynthèse
Processus utilisé par les plantes vertes, algues et bactéries photosynthétiques, pour utiliser l'énergie solaire afin de convertir le dioxyde de carbone et l'eau en sucre, grâce à un piment vert, la chlorophylle : Ce processus libère de l'oxygène, ce qui en fait la source principale pour l'atmosphère.

Point de rosée
Température à laquelle l'eau doit être refroidie pour atteindre la saturation de sa vapeur d'eau.

Polaire
Régions sur Terre dont la latitude est supérieure à 69 °.

Polyèdre
Solide formé de plusieurs plans, ou faces.

Prairie
Zone ou la végétation naturelle est dominée par les herbes. (Zones appelées steppes ou prairies dans les zones tempérées, savane dans les régions)

Processus
Succession d'interactions physiques entre composants et sous-composants de la Terre.

Producteurs
Entité vivantes qui, à cause de leurs processus biologiques propres, libèrent dans l'environnement des choses pouvant être utilisées par d'autres êtres.

Projection Mercator
Une projection de la Terre ou les latitudes sont représentées par des lignes droites de même ligne qu'à l'Equateur et coupent les longitudes par des angles droits. L'inconvénient de cette projection est une grande déformation au niveau des pôles.

Rapporteur
Instrument de mesure des angles.

Région

Zoné définie par une caractéristique particulière.

Relation

Processus par lequel chaque composant du système Terrestre ou ses parties interagissent et affectent les autres.

Relation spatiale

Position relative des objets. (Par exemple, le soleil et la Terre)

Réservoirs

Espace pour stocker une substance, ou container.

Résolution

Plus petite zone sur laquelle puisse être identifiée une variation d'une valeur, individuellement, sur une carte ou une photo satellite.

Respiration

Processus par lequel les organismes convertissent l'énergie organique en énergie utilisable pour les cellules.

Rural

Zone ne possédant que très peu d'infrastructures humaines.

Saison de croissance

Partie du début du cycle de croissance d'une plante au cours de laquelle la végétation sort de son hibernation hivernale, croît et se reproduit.

Saison de croissance potentielle

Partie du cycle de températures annuelles ou la température est supérieure à la température de gel, permettant ainsi à la plante de se développer.

Satellite

Tout objet, fait ou non par l'homme, qui orbite dans l'espace. Les satellites humains transportent généralement des charges utiles permettant l'observation de la Terre.

Satellite AVHRR

Satellite embarquant un radiomètre à très haute résolution (Advanced Very High Resolution Radiometer instrument)

Sciences de la Terre

Domaine de recherche scientifique qui étudie de près les processus mis en œuvre au niveau de l'atmosphère, de l'hydrosphère, de la lithosphère, de la cryosphère (glace), de la biosphère.

Sénescence

Changement se produisant dans un organisme entre la maturité et la mort; pour une plante, c'est équivalent à la défeuillaison et associé à une réduction ou à une interruption de la photosynthèse.

Senseur à distance

Outil permettant d'obtenir des informations sur un objet sans entrer en contact physique.

SIG (GIS)

Système d'information géographique (Geographic Information System)

Solstice

Lorsque le soleil est à la plus grande distance de l'équateur, ayant pour conséquence le jour le plus long dans un hémisphère, le jour le plus court dans l'autre. Le soleil semble immobile quand il atteint le point le plus haut.

Sub-Polaire

Zone climatique s'étendant entre les zones tempérées et polaires.

Sub-Tropical

Zone climatique s'étendant entre les tropiques.

Suburbain

Zone ou il y a un mélange d'infrastructures humaines et d'espaces ouverts.

Système

Un groupe de composants interagissant afin de produire un tout (cas du système Terre) ou un résultat spécifique (dans le cas d'une machine).

Système fermé

Un système ou rien ne rentre ni ne sort.

Système ouvert

Système subissant des échanges de masse et d'énergie.

Système Terrestre

Les composants qui comprennent les environnements que l'on peut trouver sur Terre, soit par exemple l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère, la pédosphère (terre), la cryosphère (grâce à la biosphère, ainsi que les processus qui régissent leurs interactions).

Tannin
Déchet amer produit dans les feuilles, marron. Nom commun de l'acide tannin ou d'autres dérivés.

Température
Mesure de l'énergie interne d'un objet, ou d'un gaz, mesurée avec un thermomètre.

Température surfacique
La température de la surface de l'air la plus proche de la surface de l'atmosphère.

Temps
Etat jour après jour de l'atmosphère, principalement en fonction de la manière dont il va affecter la vie et les activités humaines.

Toundra
Prairies sans arbres marquant le début du cercle arctique. Ces zones sont gelées la plupart du temps, mais ne sont pas couvertes de neige constamment.

Transpiration
Pertes d'eau par les plantes, principalement à travers les pores

Tropical
Relatif aux tropiques.

Tropique du cancer
Parallèle de latitude 23°27' au Nord de l'équateur, latitude la plus au Nord que le soleil puisse éclairer directement à la verticale.

Tropique du Capricorne
Parallèle de latitude 23°27' au Sud de l'équateur, latitude la plus au Sud que le soleil puisse éclairer directement à la verticale.

Urbain
Zone principalement couverte d'infrastructures humaines.

Valeur de terrain
Point sur une échelle colorée
où la valeur représentative subit un changement distinct.

Variables
Caractéristique pouvant être mesurée et pouvant posséder différentes valeurs.

Variables environnementales
Propriété physiques qui décrivent l'état de l'environnement.

Vents
Mouvements relatifs de l'air par rapport à la surface de la Terre.

Vigueur de la végétation
Croissance des plantes

Visualisation
Moyen de représentation de l'information Utilisant un graphique ou une carte colorée ou à niveaux de gris, et une légende.

Voûte céleste
Une sphère imaginaire de rayon infinie, dont la terre est au centre, et sur laquelle les planètes et les autres corps stellaires sont projetés.

Xanthophylle
Pigment jaune des feuilles.