Module 4 : biodiversité et changement Climatique.

La démarche d'investigation : étudier les rythmes et les contraintes de la nature en Arctique

Mettre en évidence la fragilité de la biodiversité circumpolaire dans un environnement en mutation

Les équilibres précaires de l'Arctique

Documents de base

Ils définissent un cheminement d'analyse et de recherche à partir du carnet d'observations d'Olivier Pitras (*biodiversité arctique et réchauffement climatique*),sur les caractéristiques de l'environnement polaire , la répartition et l'adaptation des êtres vivants.

-Ouvrages sur les milieux polaires et l'écosystème arctique (climat, faune, flore)

-Photographies d'animaux et de plantes et vidéos de l'environnement arctique

-Articles de revues et de sites scientifiques (La Recherche, Sciences et Nature, Notre Planète)sur les espèces et les écosystèmes arctiques afin de mesurer l'impact des changements climatiques.

-Programme éducatif Tara-Damoclès Junior (« expéditions arctiques »)

-Programme de surveillance de la biodiversité circumpolaire (EICCA)

-Groupe de travail de conservation de la faune et de la flore arctique (CFFA-EMAN-RESE)

-Site pédagogique de la Fondation Polaire Internationale (IPF-Educapôles : animations sur les régions polaires et animaux rencontrés lors des expéditions)

-Etudes thématiques sur la productivité de l'écosystème arctique et le complexe alimentaire en milieu marin glaciaire et dans les déserts froids (cours et activités / géographie-sciences)

Ressources complémentaires

-DVD « Mondes polaires », Arte-Vidéo / Géo, cartographie des espèces menacées

-DVD « Une planète en sursis », Arte-Vidéo / Géo, le Grand Nord agressé

-Les cahiers nature de Terre Sauvage et les cartes interactives du GRID-ARENDAL (végétation)

-« Les milieux polaires » d'Alain Godard et de Marie-Françoise André, Armand Colin, U-1999

-« L'Arctique est un écosystème » de Bill Heal, Arctic Institute

-« Les animaux du Grand Nord » de Michel Cuisin, Hachette 2004

Sitographie

Dossiers consultables sur les thématiques liées à l'**évolution** et à la **préservation de la biodiversité circumpolaire ; les élèves peuvent construire des documents incluant d'autres photographies, textes ou références illustrant la problématique mais doivent partir des situations d'observation d'Olivier Pitras sur la biodiversité terrestre et marine de l'Arctique, de Tromsö à Dutch Harbour.**

Les sites permettent de poursuivre certaines recherches associées sur le monde polaire**.**

-www.transpolair.com

-www.canadianencyclopedia.ca

-www.theartic.is

-www.climatic-suisse.ch

-www.planete.org

-www.cndp.fr

-www.mission-polaire.ac-versailles

Maîtriser les mots-clés

Benthique, chaîne alimentaire, plancton, phytoplancton, zooplancton, rétroaction, taxinomique, zone photique, écozone, pélagique, milieu polaire, comportement animal, adaptation, environnement, interaction, géosystème, écosystème, espèce, classification, écologie, biodiversité, endotherme, biome, entomologie, prédateur, contrainte, toundra, taïga, permafrost, pergélisol, développement durable.

Niveau : 6ème, 4ème, Seconde, Terminale S

Programmes de collège : **les milieux désertiques froids, les grands types de paysages, les grandes zones climatiques et biogéographiques, les caractéristiques de l'environnement polaire, l'évolution des espèces et le peuplement des milieux, l'environnement et le développement durable, la responsabilité vis-à-vis du cadre de vie et de l'environnement (géographie-SVT)**

Programmes de lycée : **la compréhension de l'environnement polaire et la perception de sa fragilité, l'écosystème terrestre, la notion de géosystème (géographie-sciences)**

Les thèmes d'étude sont porteurs de questionnements sur l'environnement polaire, avec des approches qui vont de l'objet biologique aux considérations mondialistes.

Compétences

-**Rendre compte** de faits d'observation

-**Identifier et relier** les composantes physiques et biologiques de l'environnement polaire

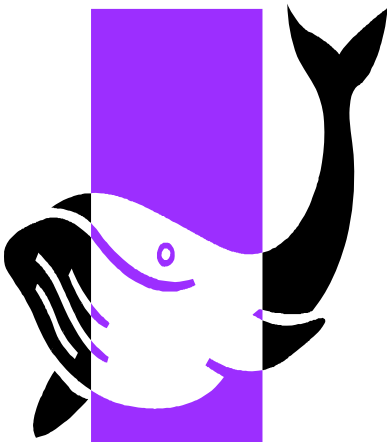
-**Etablir un questionnement** afin de relier la présence d'êtres vivants aux conditions de milieu

-**Identifier** des espèces avec des clés de détermination

-**Etablir** des schémas –bilan des caractéristiques de l'environnement polaire et des relations entre ses composantes aux différentes saisons (*hiver et été*)

-**Repérer** les transformations du milieu polaire apportées par le changement climatique et l'homme dans son environnement (*action sur le peuplement animal*)

-**S'interroger** sur les formes de dispersion ou d'adaptation qui permettent aux êtres vivants de survivre dans un milieu extrême ou d'évoluer dans un « nouveau milieu »



I°) L'environnement arctique : au pôle de la vie

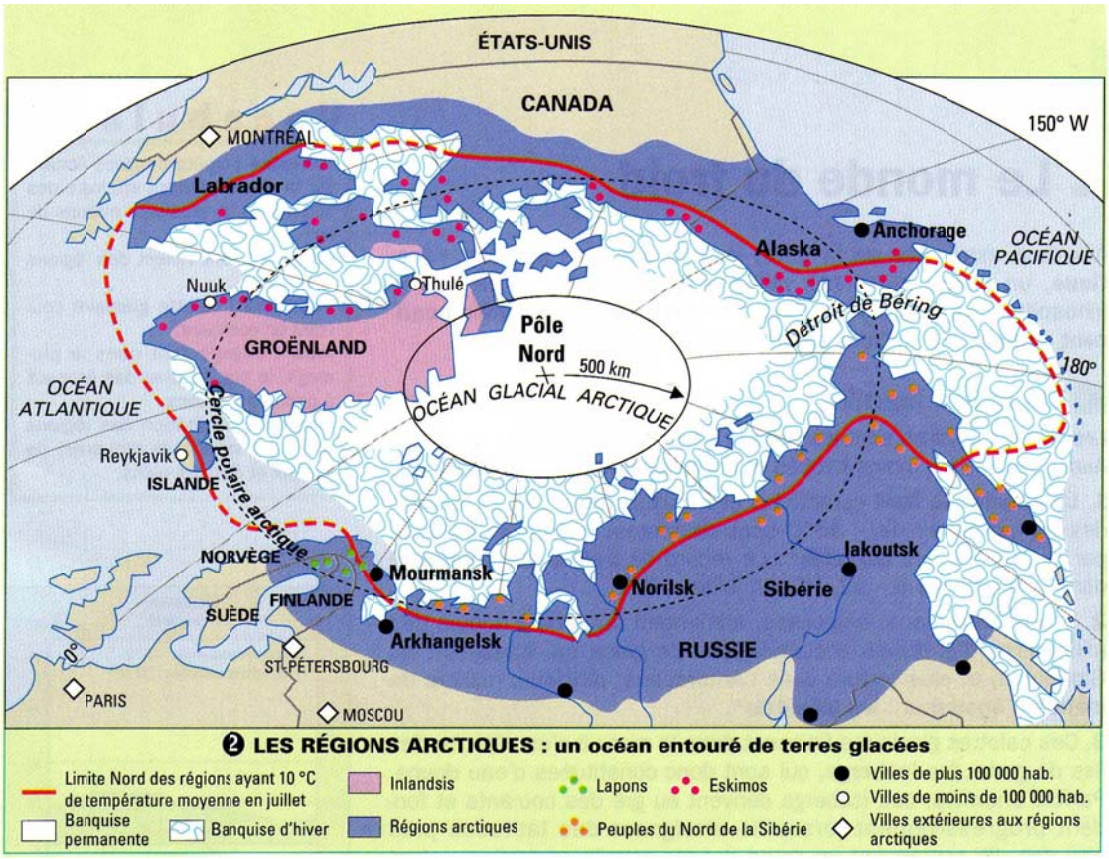
L e monde polaire est complexe et l'ensemble des facteurs qui le régissent sont en interaction constante. L a moindre perturbation peut mettre en marche tout un système de rétroactions complexes dont il est souvent difficile d'évaluer l'impact.

Olivier Pitras témoigne des conditions extrêmes et évolutives des régions polaires arctiques qu'il traverse et souligne **le rôle de chaque composante au sein du géosystème**.

Les espaces situés entre le Pôle Nord et le Cercle polaire limitent la zone arctique même si l'affectation de certains espaces nordiques dépassent cette ligne géographique (*55° dans le Labrador et 71° en Scandinavie*- la délimitation de l'Arctique a été réalisée dans le module 1).

L'écosystème arctique comprend les **écozones** de la Cordillière Arctique, du Haut-Arctique et du Bas-Arctique ainsi que les régions marines du Bassin Arctique, de l'archipel Arctique et de l'Atlantique du Nord- Ouest.

Localiser les écozones de l'écosystème arctique sur la carte.



Quels sont **les facteurs** qui définissent les écozones arctiques ?

Sont-elles un bon indicateur de la **biodiversité** ?

Quels **domaines bioclimatiques** Olivier Pitras traverse t-il pendant son **expédition** ?

Les terres et l'océan arctiques, situés au nord du CPA sont parmi les plus inhospitalières de la planète.**L'intensité du froid** et le **long hiver polaire**, les **conditions glaciaires** (*banquise sur la mer , inlandsis et calottes locales sur la terre*) et les **faibles ressources du milieu naturel** en font un **domaine répulsif. La répartition des êtres vivants dépend des caractéristiques de ce milieu extrême et difficile.**

1) Le climat et les paysages : dynamisme et statisme des éléments naturels

Carnet de bord

La description initiale des paysages polaires et du décor sauvage des régions arctiques

(*mettre en relation les extraits du carnet d'observation du navigateur et les photographies de Delphine Maratier et de Gabriel Pitras).*
La description de ces aspects paysagers est le point de départ de questionnements et de recherche d'informations sur les ***milieux de vie du Groenland, du Nunavut et de l'Alaska****.*

Replacer le vocabulaire spécifique en face de la bonne description
A choisir parmi les mots suivants : fjord, banquise, iceberg, archipel côtier, glacier maritime, paysage insulaire sauvage.

Journée	*Extrait*	*Vocabulaire*	*Formation du paysage*	*Caractéristique*	*Lien photo*
2 août 2008	*« Nous trouvons dans le sud de la baie, une petite plage de sable fin, abritée du vent. Les plantes et les fleurs arctiques sont nombreuses sur les contreforts du relief »*				
30 juillet 2008	*« Notre horizon se résume aux quelques morceaux de glace qui nous entourent. Le brouillard ne nous lâche pas ».*				
26 juillet 2008	*«Quelques dizaines d'icebergs et des growlers sont en vue. Les sommets des montagnes sont escarpés et érodés. Les bancs de brume épaisse venant du large s'engouffrent dans le passage étroit et rampent sur l'eau »*				

25 juillet 2008	*« Nous débarquons non loin de la moraine sud du glacier »*				
21 juillet 2008	*« La couleur de la glace vue en transparence sous l'eau embrasse toute la palette des turquoises »*				
20 juillet 2008	*«Les îles rocailleuses s'élèvent entre 20 et 30 mètres d'altitude et composent un réseau complexe de baies, de bras et d'anses »*				

Quelles sont les **principales données** du **milieu polaire** ?

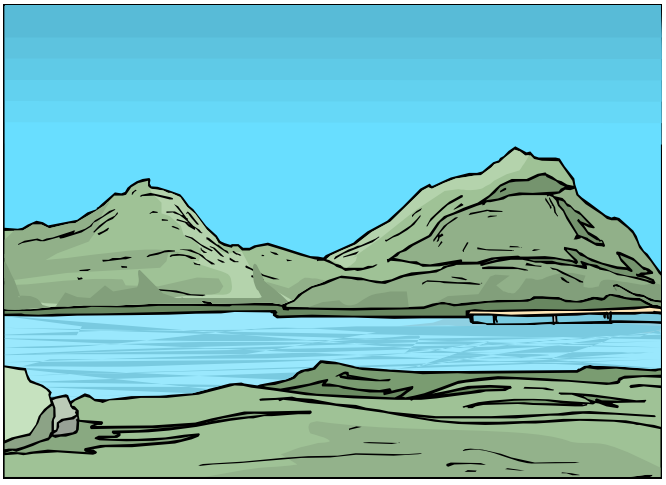
Quels types de **paysages polaires** rencontre Olivier Pitras ?

Sont-ils seulement constitués de **glace** ?

Où observe t-il **l'essentiel de la vie** ?

Quels sont les **éléments physiques** qui participent à la **dynamique** et à **l'évolution naturelle des paysages côtiers de l'Arctique ?**

Indiquez que les **descriptions** des aspects paysagers **d'Olivier Pitras** (*étapes 3,4 et 5*) passent du **dynamisme** (*flots, ciel, vents, banquise instable*…)au **statisme** (*blancheur glaciale du décor, îles, montagnes rocheuses…).***Quelle atmosphère instaurent-elles ?**

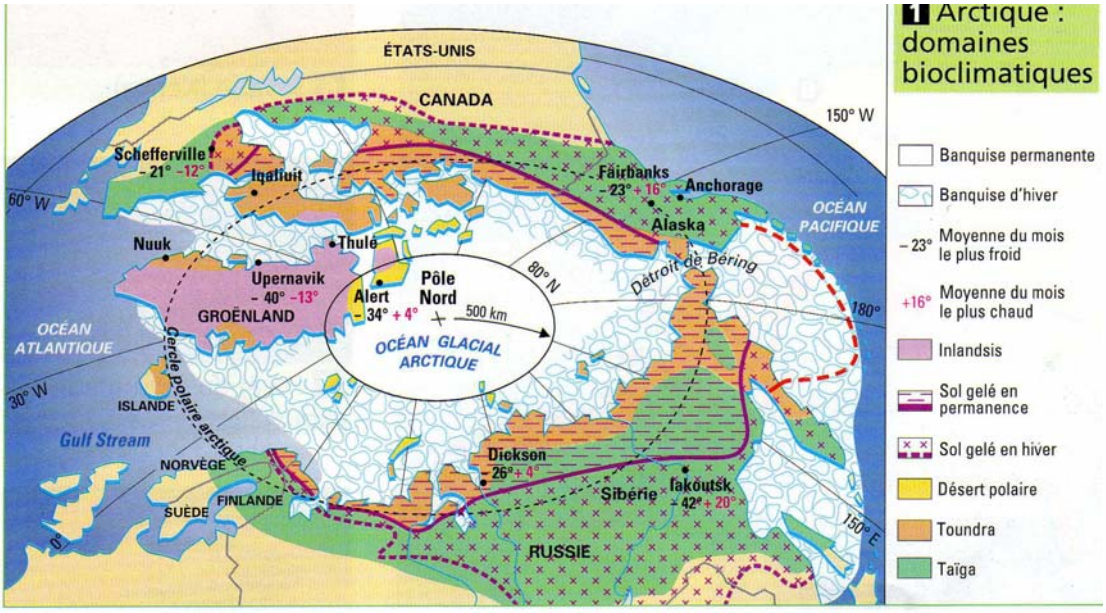


<u>Les contraintes d'un milieu froid : de fortes variations saisonnières</u>

Une première approche du **milieu naturel de l'Arctique** a été réalisée dans le module 2 (**activités d'identification** des paysages : *banquise, glacier côtier, inlandsis*, …).

La vie dans l'Arctique s'adapte aux **conditions extrêmes d'obscurité saisonnière** *(les périodes climatiques se réduisant à un* ***long hiver glacial*** *en partie dans la nuit continue, et à 3 mois d'un* ***été frais****. La glace est présente sur la terre (inlandsis et calottes locales) et sur la mer (banquise).La vie explose dès la fonte des neiges. Les paysages se colorent, c'est le miracle de l'été arctique (image de la transformation paysagère d'un fjord au Groenland en hiver et au début de l'été).*

Comprendre les **impacts climatiques sur l'environnement et les paysages**.



-Comment les milieux de vie de l'Arctique **organisent-ils** l'espace polaire ?

-Quelles sont les **limites biogéographiques** des principales **écozones** ?

-Combien de **domaines bioclimatiques** distingue t-on dans cette région ?

-Quelles **caractéristiques du climat polaire** peuvent expliquer les types de végétation rencontrés dans les **territoires du nord** et dans **ceux du sud, leur absence dans les déserts ?** Qu'est est le seul **biome arboré** de l'Arctique ? Quelle est le **dernier élément végétal avant les zones de glace ?**

-Quel **système** est utilisé pour classer les zones de végétation ?

-Qu'entraîne la **présence de la mer** sur **les écosystèmes littoraux** ?

-Que provoque le **rétrécissement de la glace de mer** sur la **géographie des milieux côtiers et marins** ? Quelles sont les principales **constatations d'Olivier Pitras à ce sujet** ?

Synthèse

-Peut-on parler de **gradients arctiques** ? (classement des biomes par ordre de chaleur ou d'humidité)

-Le **maintien des équilibres de l'Arctique** passe t-il par la **stabilité climatique** ? Les paysages arctiques sont-ils **immuables** ?

2) Les ressources d'un milieu difficile

Climat, faune, flore : des équilibres précaires

Les régions de l'Arctique offrent des **ressources limitées**. Toundra, taïga et déserts polaires (glaces et roches) comptent assez peu d'espèces animales. Les végétaux sont inexistants sur la banquise mais les terres arctiques recélent de nombreuses espèces de plantes. La **mer** offre d'autres ressources : *phoques, morses, baleines, poissons, crevettes*.

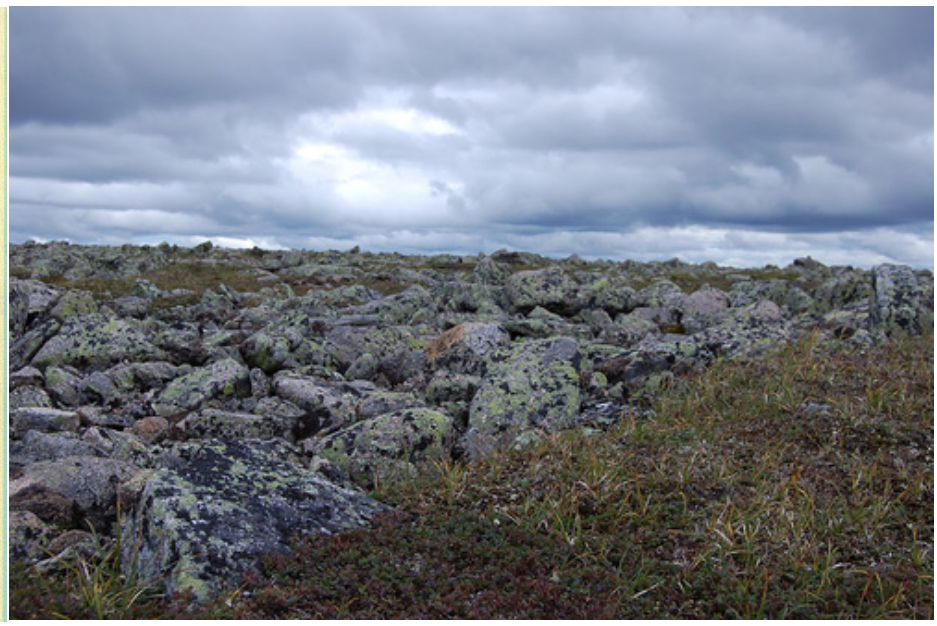
L'essentiel de la vie **se concentre sur le littoral** : en effet, **toute l'alimentation vient de la mer** qui, riche en **plancton**, nourrit une longue **chaîne alimentaire**. Les **biodiversités terrestre, d'eau douce et marine** de l'Arctique entretiennent des **liens indissociables** par **l'interaction entre les espèces**, **les habitats et les écosystèmes terrestre et marin.**

3 Un milieu difficile

«La végétation est pauvre, et seules quelques dizaines d'espèces de lichens et de mousses couvrent le sol. Les formes de végétation sont naines ou rampantes, car en hiver, toute brindille qui n'est pas protégée par un épais manteau neigeux, est exposée aux températures extrêmes, et brûlée par le froid en quelques minutes.
Chaque été, la vie explose dès la fonte des neiges. Plantes, insectes et oiseaux se pressent ; mais sur plus de 100 espèces d'oiseaux, seules 3 resteront sur place durant l'hiver. Dès juin, les côtes s'animent, la banquise se disloque et pour quelques mois le soleil va asperger la toundra qui se colore, c'est le miracle de l'été arctique.»

D'après G. Kempf, SAEP, 1974.

- ***Pourquoi la végétation est-elle basse ?***
- ***Comment les animaux s'adaptent-ils au froid ?***



Partir du carnet de bord pour relever les espèces rencontrées par Olivier Pitras lors de la remontée de la côte ouest du Groenland, au nord-est du Canada et du littoral alaskien (*en Arctique, la faune est à la fois terrestre et marine*).

Utiliser les clés d'identification de détermination des animaux et des végétaux pour identifier et classer les êtres vivants observés dans l'environnement polaire (par type de régions).
Etablir des liens avec les classements du règne animal (6ème-seconde)

TP-Chaque élève choisit un animal polaire et recherche des informations. Il doit présenter une fiche scientifique (*cf site-zoocosmos*) mettant en relation cet animal avec son environnement *(place dans la chaîne alimentaire-cf II° /1 , problématiques liées à son habitat , au changement climatique, liens avec l'homme…).*

Animation pédagogique sur la reconnaissance des animaux polaires sur le site Educapôles

-Extraits d'une fiche de traitement

Journée	Carnet d'observation	Site et situation	Ecozone Ecosystème nordique	Composantes de l'environnement	Identification et habitat Niche écologique
15 août 2008	5 observations d'ours	Péninsule de Boothia, détroit de Tasmanie Larsen Sound Entrée du Shortland Channel	Ecosystème insulaire et zone marine Ecozone à déterminer (cf carte/I)	Baie Petites falaises Iles basses Roches claires Floes proches de la côte	Mammifère Carnivore **Côte** **Banquise**
13 août 2008	Plantes arctiques Silènes Pavots Terriers de lemmings et crottes de caribous	Ile du Prince de Galles Willis bay Limite de la zone des glaces Pack dense en mer	Zone arctique insulaire et marine Ecozone à déterminer (cf carte-I)	Sol minéral compacté Plage Galets, graviers Végétation clairsemée Parcelles de terre Sol érodé, sans neige ni glace Paysage sauvage	Silène Plante vivace rampante Caryphyllacée Pavot Papavéracée Plante à fleurs Lemming Mammifère Rongeur Caribou Mammifère Cervidé **Toundra arctique** **Côte** **Iles arctiques**
12 août 2008	Belougas	Peel Sound	Zone marine Ecozone à déterminer	Mer froide et agitée Floes	Mammifère Cétacé Baleine blanche

		Détroits de Franklin et de Ross			**Mer arctique Zones de glaces en mouvement Eaux libres**

Olivier Pitras observe également des phoques annelés et à capuchon, des baleines à bosse, des morues, des flétans et des crevettes, des bancs de krill….
Il effectue de nombreux prélèvements zooplanctoniques.
Quelques travaux de recherche complémentaire sur le milieu benthique des îles arctiques peuvent permettre aux élèves de procéder à des analyses comparatives.

Bilan de l'observation d'Olivier Pitras et des activités

-Quelle est l'écozone arctique qui présente la plus forte **biodiversité** et la plus forte **productivité** terrestre et marine ?
-Combien le navigateur relève t-il d'espèces **dépendantes du milieu marin** dans les zones côtières du Groenland, du Canada et de l'Alaska ?
-Quelles sont les **stratégies d'adaptation** des plantes et des animaux aux conditions écologiques extrêmes ?
-Quelles sont les **espèces endémiques** des milieux arctiques ? Font-elles partie des **espèces menacées** par le réchauffement climatique et **protégées** ?
-Quels sont les **processus écologiques** qui définissent les **stratégies d'interaction** entre les espèces dans ces zones froides ?
-**L'équilibre des populations** arrive t-il à se maintenir ? Dans **quelles conditions** ?
-Quelle est l'influence des conditions climatiques et météorologiques (*Olivier Pitras parle* **d'espaces froids, secs et ventés**) sur la **colonisation végétale des biomes** (*étendue des zones de végétation et dissémination naturelle*) et les **sites de reproduction des animaux** ?
-Les îles de l'archipel arctique sont-elles une bonne mesure pour le **suivi des changements climatiques**, pour détecter les **menaces** et les **adaptations environnementales** ?
-Quels **changements** sur le milieu marin et terrestre Olivier Pitras a-t-il relevés ?
-Quelles sont les **voies de la migration sauvage** au nord et au sud des espaces arctiques ?
-La **déstabilisation climatique** entraîne t-elle de **nouveaux déplacements** ? Quels sont les nouveaux **enjeux des écosystèmes de l'Arctique** ?
-Pourquoi la **fonte précoce de la glace de mer** perturbe t-elle autant les habitudes de migration ?

-Existe-t-il des programmes de **suivi circumpolaire** et de **protection des écosystèmes** et de la faune sauvage arctiques ?

Y a-t-il des **règles** strictes concernant la **navigation** et la **recherche scientifique** dans ces **zones écologiques fragiles ?**

-Quels sont les **critères d'accès** à ces îles ? Quelle est la **réglementation** en vigueur sur les **îles de l'archipel arctique ?**

Ces îles font-elles partie de **réserves naturelles intégrées** ? Sont-elles des **zones écologiques uniques ?**

Synthèse

Sur un fond de paysage polaire ou à partir d'un transect, établir un schéma-bilan des caractéristiques de l'environnement polaire, à partir des critères d'observation et des diverses composantes (possibilité d'utiliser des vignettes d'animaux et de végétaux)

-éléments de l'environnement (air, eau, êtres vivants, roches)
-composantes minérales (roches, air, eau)
-caractéristiques des êtres vivants (colonisation, habitat, reproduction, croissance et migration)
-relations entre les composantes à partir des contraintes du milieu polaire

<u>Identifier les permanences, repérer les changements</u>

Pourquoi le programme de surveillance de la biodiversité circumpolaire est-il essentiel pour arriver au **développement durable** ?

Quels sont les objectifs de travail du **Conseil de l'Arctique** sur la **conservation de la faune et de la flore** ?

Quelles informations Olivier Pitras recueille t-il **sur le terrain**, sur la **situation** et les **tendances** de la **biodiversité** ?

Quelles sont ses **démarches** ? Quel **éclairage** apportent-elles sur les **transformations de la géographie polaire** ?

Les écosystèmes en place **peuvent-ils se maintenir** malgré le réchauffement climatique ?

Comment le navigateur **collabore** t-il avec les **communautés autochtones** (*utilisation durable des ressources vivantes, gestion des écosystèmes et fondements de la préservation de la biodiversité à long terme…)* ?
Quels sont les **modèles globaux** de la **dynamique des écosystèmes polaires** ?
Représentent-ils la **réalité** de manière fidèle? Quels **processus** intègrent-ils ?
Simulent-il une **nouvelle compétition** entre les animaux et les plantes ?

II°) Un monde en sursis

1) <u>Les caractéristiques de la chaîne alimentaire en milieu marin arctique</u>

-Un équilibre local lié à la présence de la glace de mer

Sur le trajet de l'expédition, Olivier Pitras s'intéresse surtout à l'évolution de **l'écosystème marin** et à la **productivité biologique des espaces côtiers,** liée à la **dynamique des couverts de glace** et de neige.
L'étude de la chaîne alimentaire marine de l'Arctique permet aux élèves d'identifier les **liens** entre les éléments propres de l'**écosystème (relations entre les animaux et leur milieu)** et de mieux comprendre les **pressions environnementales.**
Ils doivent noter les **éléments physiques** qui participent à **l'évolution naturelle de l'écosystème arctique en fonction de la phase d'évolution actuelle des glaces marines**.

La raréfaction de la banquise modifie la chaîne alimentaire : ainsi, les poissons qui migrent avec la banquise sont suivis par les oiseaux, les phoques et les ours, qui s'éloignent de plus en plus de leur habitat originel. Le cadre de vie des espèces est menacé par la fonte des glaces et du permafrost.

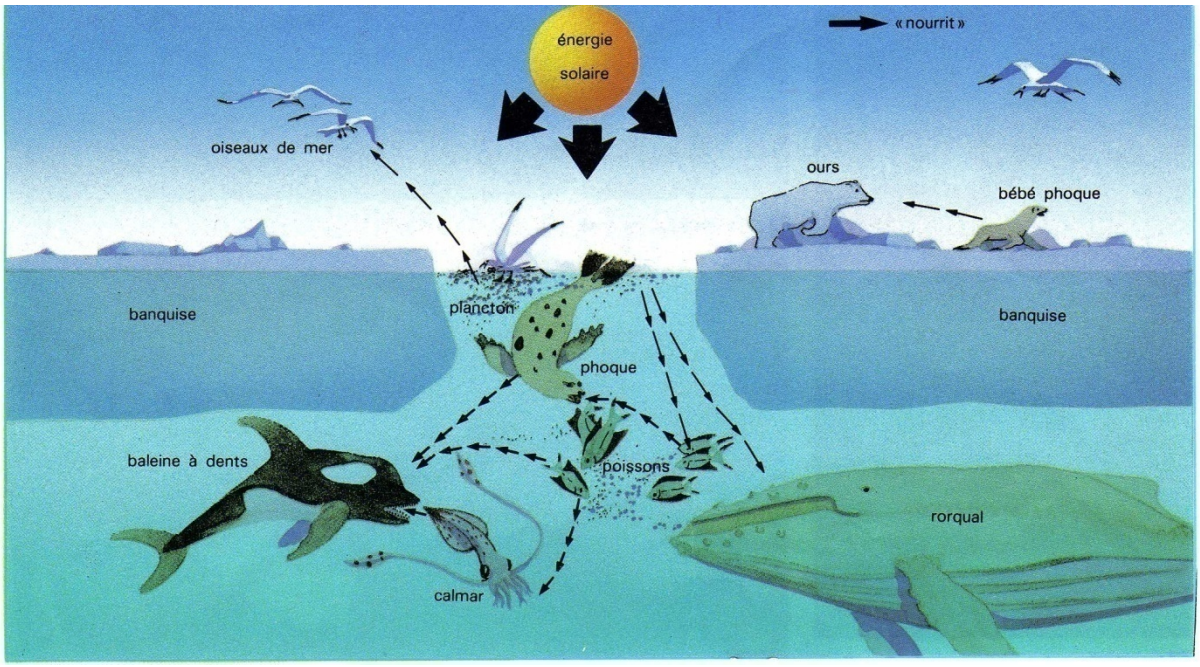
Une approche écologique et climatique à partir de l'environnement marin

Dans la zone arctique, **l'extension saisonnière des glaces de mer** rythme les **apports nutritifs** qui **commandent la chaîne alimentaire**.

Les ours polaires, les phoques et les oiseaux doivent leur survie à la **productivité biologique de la mer** et à la **présence de la banquise**, qui **dépendent** toutes les deux des **conditions climatiques**.

Selon l'IUCN (*Union Internationale pour la Conservation de la Nature*), la **qualité des milieux de vie** polaires met en péril certaines espèces, notamment en raison de la **fragilisation** et de la **réduction des glaces marines** (*exemple des ours blancs et des phoques à capuchon, rencontrés par Olivier Pitras dans le Grand Nord canadien*).Les experts de la modélisation et de l'analyse climatique **prévoient aussi** qu'en 2050 la banquise sera absente de l'hémisphère nord pendant l'été.

Dans la nature arctique, un **équilibre** s'est établi entre les différentes populations qui occupent le milieu marin (*cf schéma*). Si un **changement** intervient dans les conditions de ce milieu, c'est l'**évolution** des populations et le **fragile équilibre entre les espèces** qui sont alors **menacés**…



Questions

-De quoi **dépend** principalement la vie marine de l'Arctique ?

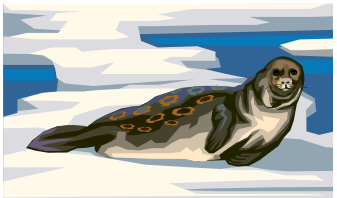
-Comment **l'équilibre du complexe alimentaire** est-il réalisé ?

-Quelles sont-ici les **fonctions écologiques** qui se superposent ?

-La glace et la neige produisent-elles des **éléments nutritifs** ?
-Qu'est ce qui détermine la **qualité biologique** d'un tel **système** ?
-Quels sont les **mécanismes** développés par ces animaux pour **résister** à des températures proches de la congélation ?
-Existe-t-il dans ce milieu, une **classification** basée sur la source de chaleur corporelle ?
-Certains animaux peuvent-ils élever leur température au-delà de celle de l'environnement ?
-De quoi sont composées les **faunes de surface et de fond** ?
-Quels sont les animaux qui vivent **en permanence sur la banquise** ?
-Quel **phénomène** permet l'amorçage de la multiplication des algues et des animaux microscopiques, stockés dans la glace sous la banquise ?
-La **disponibilité alimentaire** est-elle la même selon les **saisons** et selon les **secteurs** du bassin arctique ?
-Où Olivier Pitras repère t-il les **réseaux de nourriture** les plus importants ?
-Pourquoi la **zone de vie plus active** se trouve t-elle **aux limites de la banquise** ?
-Quels animaux viennent y chercher leur **nourriture en été** ?
-Quelle est **l'influence de la nourriture sur la reproduction des espèces** dans ce milieu ?
-Quels sont les **animaux** qui témoignent, par des signes extérieurs et visibles de la **productivité des mers arctiques (ils sont les premiers à migrer en raison du changement climatique)** ?
-Quels sont les **producteurs primaires et secondaires** de cette chaîne ?
-Quels sont les **prédateurs (chasseurs actifs)**?
-Quel est le **poisson** des mers arctiques qui se trouve au **cœur de cette chaîne trophique** *(il nourrit les oiseaux, les baleines et les phoques)* ?
-Pourquoi les poissons du bassin arctique **migrent**-ils **vers les eaux côtières durant l'été** ?
-La **biodiversité** s'accroît-elle vers les **limites méridionales des habitats** ?

-Quelle **menace** fait peser la **fonte précoce de la glace de mer** sur la **viabilité** du **réseau trophique des mers arctiques** (*le réchauffement des eaux de surface pourrait entraîner l'augmentation des maladies des poissons et des plantes, mettant en danger la qualité de la nourriture, et la perte de certains habitats. Les poissons représentent aussi une importante **ressource alimentaire** pour les économies locales)?*

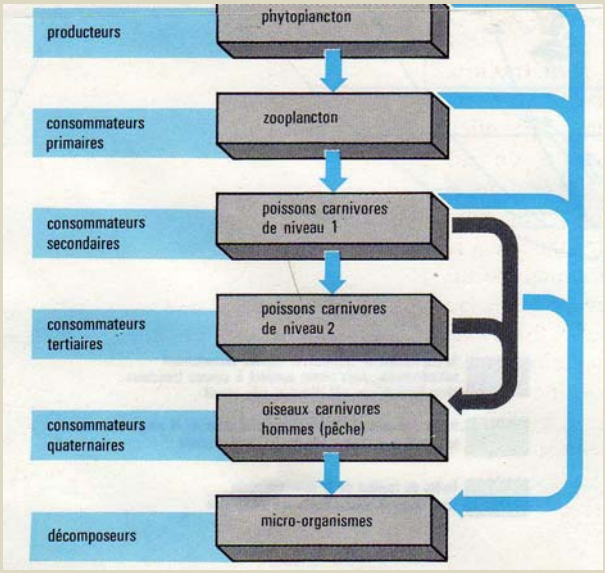
*Olivier Pitras constate**dans l'archipel arctique**, que la hausse printanière des températures avance la date de rupture des glaces, ce qui réduit la période durant laquelle les ours ont accès à leur ressource : les phoques annelés. Parallèlement, la fonte des glaces et du permafrost augmente l'étendue des **zones humides** et favorise l'apparition de **moustiques**, dans des régions où ils étaient autrefois absents.*



Synthèse

Compléter le texte avec le **vocabulaire spécifique** et établir un **schéma systémique** des **relations alimentaires en milieu marin arctique**.
Comprendre le fonctionnement de la chaîne alimentaire et le rôle des fonctions écologiques dans l'écosystème polaire.
Faire le lien avec les **aléas** et les **enjeux** du **réchauffement climatique**.

Schéma récapitulatif

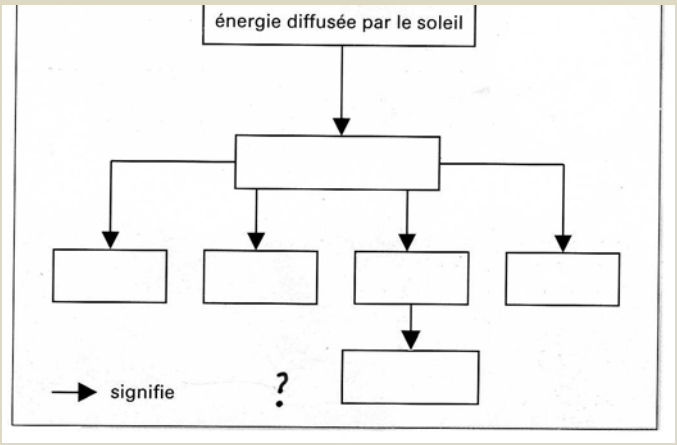


Quelles sont les **6 fonctions écologiques** définies sur le schéma ?
Combien celui-ci distingue t-il d'**organismes vivants** ?

Paragraphe

A la surface des eaux marines polaires de……. ,de petites…….se nourrissent de l'énergie du……. ; ces organismes microscopiques s'appellent le…….
Toute la vie animale est liée à la présence de ce…… : les oiseaux de mer, le…… , le rorqual, les…….et les calmars mangent ces minuscules algues flottantes. Les baleines à bosses, les phoques et les……..nourrissent des…….qui peuplent les eaux supérieures du bassin polaire.Les……chassent à leur tour les calmars et les phoques.Sur la banquise, les……sont parfois la proie des……**Cette glace de mer joue un rôle très important dans l'écologie maritime polaire car elle permet de maintenir l'intégrité des complexes alimentaires dont certains animaux dépendent pour leur survie.**

Représentation simplifiée du complexe alimentaire de l'Arctique



Le point d'interrogation signifie que les élèves doivent **identifier le problème environnemental** lié à la fonte précoce de la glace de mer.

2) Des modifications écologiques liées à l'altération climatique

Dans le cadre de l'expédition « Around North America », des **études biologiques** ont été entreprises à bord pour suivre les **modifications écologiques liées au changement climatique.**
Des échantillonnages de **zooplancton** et d'**invertébrés** et des séquençages sur des colonnes d'eau ont été réalisés pour mieux appréhender les **processus écophysiologiques** qui régissent le **fonctionnement de l'écosystème marin polaire**.
La **zonation** est définie par l'intensité des courants, l'agitation des couches superficielles de la mer, la profondeur de l'eau, la proximité de la banquise et des côtes (la *distribution de la biomasse s'effectue selon un gradient successionnel).*

Présentation des études biologiques d'Emilie Guégan sur la colonisation des régions arctiques, les variables écologiques, la sélection et l'adaptation biologiques, la distribution spatiale des copépodes et les perturbations du climat dans l'Arctique canadien et en Alaska.

Le questionnaire permet de rechercher les données capables d'expliquer la **structure**, le **fonctionnement** et **l'évolution des peuplements** depuis la **mise en place des premiers écosystèmes.**
La **reconstitution des climats du passé** et de **l'évolution des êtres vivants** peuvent être envisagées sous cet angle avec des classes de lycée.

Un travail sur **la reproduction des petits crustacés**, le maintien du peuplement des milieux froid dans un environnement modifié par le réchauffement climatique et les variations de la fertilité de certaines espèces du monde arctique (*copépodes, ours, phoques*) peut être réalisé en 4ème.

Proposition d'exercice

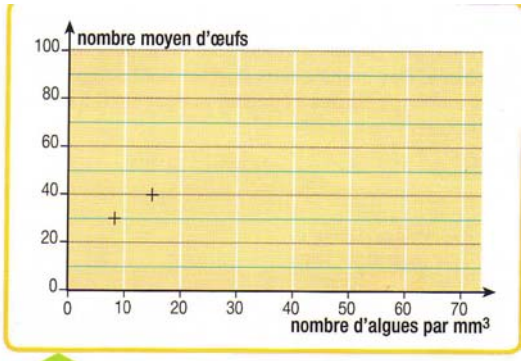
Copépodes et phytoplancton

Communiquer des résultats sous la forme d'un graphique et expliquer les variations de la fertilité d'une espèce.

Les copépodes sont des petits crustacés se nourrissant des algues microscopiques constituant le phytoplancton. On a compté le nombre d'œufs pondus par les femelles placées dans des milieux contenant des algues en quantités différentes.

Nombre d'algues par mm^3 d'eau	7	15	35	70	200
Nombre d'œufs pondus	25	40	85	100	120

Résultat du comptage.



Graphique de compte-rendu des observations.

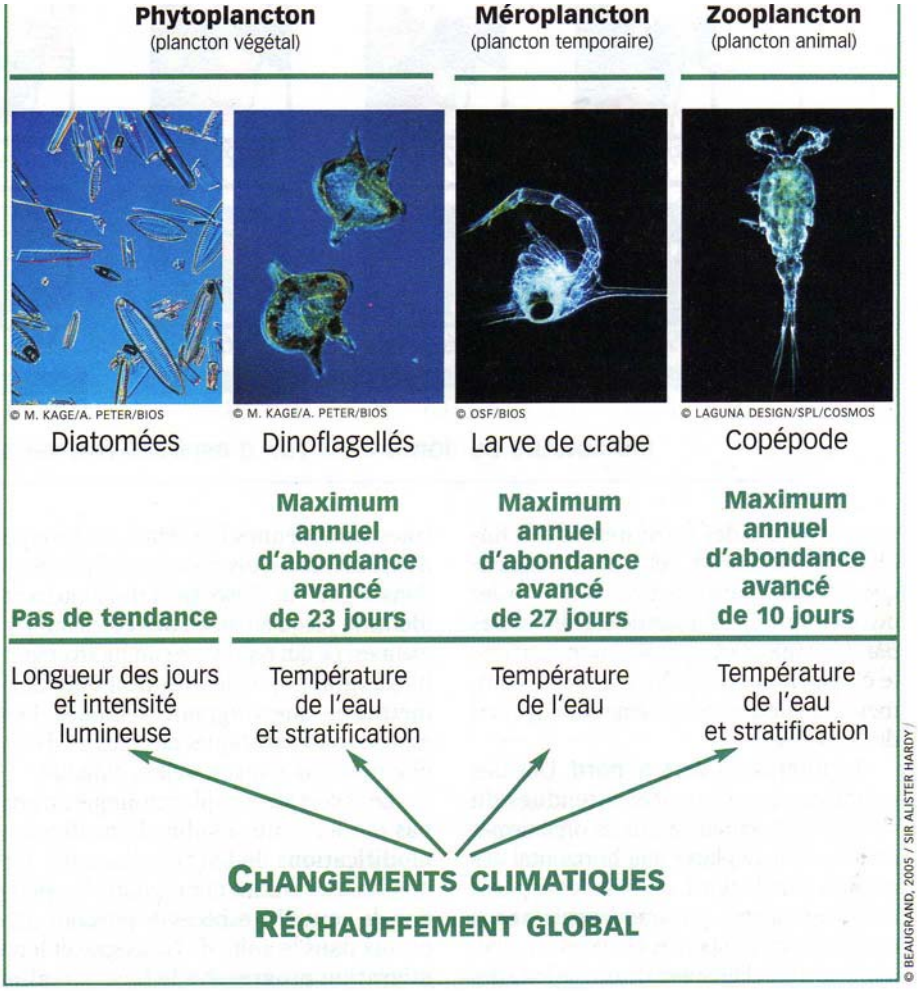
Des copépodes.

Questions

1. **Reproduisez** la partie du graphique réalisé puis terminez-le en utilisant le tableau. **(C)**

2. **Précisez** comment varie la quantité d'œufs pondus par rapport au nombre d'algues. **(I)**

3. **Expliquez** les variations de la fertilité des copépodes. **(Ra)**



Mettre en relation les données des documents et les analyses et observations réalisées pendant l'expédition sur les étapes du passage de l'archipel arctique

-**Où** se nourrissent les **copépodes** ?
-Quelles sont les conditions de **luminosité, de salinité ,d'oxygénation et de température** dans la **couche superficielle de la mer** ?
-Sont-elles propices à la **productivité biologique** ?
-**De quoi** se nourrissent ces organismes **zooplanctoniques** ?
-**A quoi s'exposent ces petits crustacés** quand ils remontent vers **les eaux de surface** (*niveau trophique supérieur) ?*
-Quelle est la différence observée entre les **copépodes** et le **krill** ?
-**Que nourrit** le **phytoplancton** ?
-Quelle est la **disponibilité saisonnière actuelle des producteurs primaires de l'écosystème marin arctique** ?
-Les caractéristiques du milieu sont-elles **identiques toute l'année** dans la zone euphotique ?
-**A quel moment** permettent-elles le **retour de la chaîne alimentaire** ?
-Que se passe t-il en hiver lors de la **prise en glace** ?
-Le **plancton se déplace t-il** dans l'écosystème marin ?
-Comment les facteurs du milieu peuvent-ils le **modifier** ?
-Quelles sont les **conséquences sur le complexe alimentaire** ?
-La fonte précoce des glaces de mer, la remontée des eaux profondes influent-elles sur la **fertilité** et le **maintien des espèces dans** ces régions froides ?
-Pourquoi la prolifération des algues marines a-t-elle une influence directe sur la **reproduction des copépodes** ?
-Pourquoi se développent-elles **aux bordures de la glace** ?
-Jusqu'à quelle **profondeur** peuvent-elles proliférer ?
-Quels sont les **facteurs limitants** ?
-Que disent les **scientifiques** présents sur le « *Southern Star* » sur le **carbone** et le **cycle des éléments nutritifs** (*ils effectuent de nombreux prélèvements pour la récupération de sédiments marins, au niveau des eaux de surface et en eau profonde, à plus de 10 mètres)* ?
Quelles **conséquences** ont-ils sur **l'activité et la productivité biologiques** des zones côtières de l'Arctique et **l'évolution des stocks de poissons** (*flétans, morues et crevettes* ? */cf étape au port d'Ilulissat le 21 juillet 2008, où les algues laminaires sont tellement nombreuses qu'elles empêchent les prélèvements sur le fond de la baie / carnet de bord de l'équipe scientifique de l'IUT-Département chimie de Marseille, partenaire de l'expédition).*
-Quelles sont les **espèces favorisées** par le **recul printanier de la banquise** et la **hausse des températures** ?

-Y a t-il des **espèces invasives** *(colonisation récente des eaux libres, remontée de poissons des eaux de l'Atlantique et du Pacifique nord) ?*
-Quelle est la **tendance actuelle des espèces** dans l'océan Glacial Arctique *?*
-Pourquoi l'eau qui sort de l'océan Glacial Arctique contient **peu de zooplancton** ?
-Comment le **CO2** réagit-il au **contact de l'océan** quand la **température** est **basse** ?
-Quelles sont les principales **ressemblances** et **différences** aux **échelles locales et régionales dans le bassin arctique ?**

La conclusion doit s'établir sur les **changements amorcés aux marges de l'océan Arctique** et constatés par les membres de l'expédition lors des 7 premières étapes.
La **surveillance** des **influences naturelles et anthropiques** sur les **complexes alimentaires** et les **fonctions écologiques de l'environnement et des écosystèmes** de l'Arctique fournit des **informations essentielles** sur la **situation et la tendance des espèces**, et **l'intégrité des ressources** dont dépendent pour leur **survie**, dans des régions où les couverts de glace et de neige se rétrécissent…
Il faut ici établir un lien avec la stabilité socio-économique et culturelle des sociétés vivant dans l'espace arctique circumpolaire (cf module 5 : les rapports de l'homme à son environnement),et qui assurent la viabilité de l' environnement.

Autres travaux possibles(avec documents d'appui)

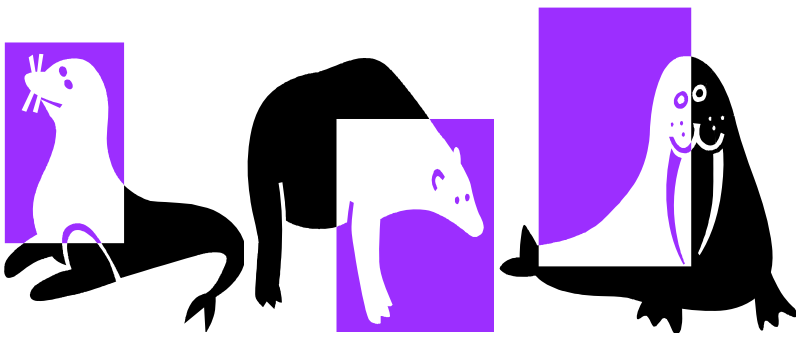
-La colonisation des milieux insulaires de l'Arctique et les écosystèmes pionniers.

-Le rôle du zooplancton dans la transformation de la matière particulaire et dissoute.

-L'influence de la nourriture sur la reproduction de l'ours polaire (établir un lien entre le rétrécissement de la banquise, la disponibilité des phoques et la reproduction des ours.

-Les effets de la température sur la reproduction des mammifères dans la zone polaire.

-Le développement des moustiques dans les régions froides



Les outils du débat

Proposition de sujets

Collège

- Les domaines biogéographiques de l'Arctique
-Les caractéristiques de l'environnement polaire
-La répartition des êtres vivants dans un milieu désertique froid
-La reproduction et les ressources du milieu arctique dans leur milieu
-Le devenir des espèces
-Les richesses biologiques des mers et des océans
-Les enjeux de la biodiversité en Arctique
-Menaces sur la biodiversité, menaces sur les espèces
-Développement durable et protection de la biodiversité arctique

Lycée

-L es écosystèmes nordiques et les changements environnementaux
-La géographie du réchauffement polaire
-Les conséquences biochimiques et écologiques du changement des glaces
-L'influence du climat sur la biodiversité
-Les empreintes biologiques du réchauffement climatique
-le maintien des espèces dans les milieux de vie
-La conservation de la biodiversité et le développement durable