L'expédition «Around north America » d'Olivier Pitras

Octobre-Novembre 2008/ Module 2-CDI-tableau numérique

Les géographies climatiques

Une stratégie d'étude et de recherche dans une base simple d'utilisation est proposée aux élèves dans les activités autour du trajet de l'expédition : le projet permet une **approche expérimentale de la météorologie et une initiation aux pratiques de modélisation climatique.**

Les éléments de la démarche complètent le travail réalisé dans le module 2 *« connaître et comprendre les climats* » : les élèves constituent un fichier de reconnaissance pratique des climats de la Terre, à partir des **stations de l'expédition** et des données qui permettent de les **interpréter.**

La méthode permet d'aborder plus aisément les exercices en classe (*construction et lecture de graphiques simples).*

Portant sur les **grands climats du programme** (*polaire, tropical, tempéré*) les phénomènes abordés dans le sujet mettent en valeur la dimension spatiale et environnementale de l'expédition d'Olivier Pitras et répondent à certaines **évolutions géographiques** (*situation glaciaire, ralentissement de certains courants, dynamiques littorales, augmentation des précipitations aux hautes latitudes, augmentation de l'activité cyclonique qui entraîne de plus en plus d'air chaud vers l'Arctique, perte globale de masse des calottes polaires sur leurs parties côtières…..).*

Ils permettent de formuler la problématique sur les conditions du réchauffement climatique et ses **impacts régionaux**, et de rechercher les **exemples** à partir desquels la démonstration peut être conduite (*constat descriptif pendant l'expédition, explications, nuances et limites*).

Les élèves peuvent ainsi apporter leurs propres réponses et élargir les perspectives du sujet dans le **temps et l'espace géographique** (*comparaison des indicateurs saisonniers de Point Barrow, de Siska et d'Acapulco par exemple).*

Les sujets d'étude portent sur l'un des thèmes (**le climat polaire**) ou ensembles géographiques (**les grandes zones climatiques**) définis par le programme : ils comportent des données statistiques et des **paysages** (*cf site photographique de l'expédition*) et doivent être accompagnés de fonds de cartes.

Les thèmes relatifs à l'étude climatique rassemblent trois catégories d'informations :

-celles qui **caractérisent** les espaces de la traversée (*océan, façade maritime, courants principaux*….) ;

-celles qui **expliquent** la zonalité du climat (*latitude, position par rapport aux côtes* …) ;

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

-celles qui **traduisent** des **évolutions** ou des **relations** entre les espaces océaniques (*seuils, courants, position des glaces……)*

Ce thème s'intègre dans **l'étude des climats et de l'environnement mondial** (*programmes de géographie et d'éducation civique de sixième*) et complète la **séquence d'activité n°1** : en effet, elle participe à l'apprentissage des **grands repères terrestres** à travers la connaissance des principaux phénomènes qui régissent les climats de notre planète.

L'étude doit également distinguer les termes de **météorologie** et de **climatologie**.

Dans le carnet de bord, Olivier Pitras renseigne chaque jour sur les mesures qui concernent essentiellement les structures et les caractéristiques de l'atmosphère (*températures, pressions*, *masses d'air, vents*….) ; **ces paramètres évoluent chaque jour et à l'échelle de la semaine sur le trajet.**

La climatologie s'intéresse, elle, à l'ensemble des variables qui interviennent dans **l'équilibre écologique de la Terre**. Elle concerne l'étude à long terme des conditions météorologiques moyennes d'une région du globe, en prenant en compte les **contributions naturelles et anthropiques** ainsi que les **échanges entre la Terre, les océans et l'atmosphère** (*révision-cours*).

Le suivi de l'aventure et la découverte de l'environnement climatique

1) Les différents climats du monde

-classification, mécanisme et répartition climatiques.

-les climats types (*ordre de Koppen*).

-les climats biologiques et les saisons géographiques.

-la reconnaissance et l'interprétation des diagrammes climatiques.

-les techniques et les conventions pour représenter les statistiques climatiques.

(*lecture d'un tableau à double entrée, représentation des températures positives et négatives, identification des mois froids, des mois chauds et des mois secs…).*

Vocabulaire du climat (cf module 2).

2) Le climat polaire : 9 mois d'hiver, 3 mois d'été

-une **ébauche météorologique des régions arctiques** à partir des observations réalisées pendant l'expédition.

-une **présentation simplifiée** des régions septentrionales à climat polaire.

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

-les **caractéristiques saisonnières** des régions du Grand Nord.

- les **nuances du climat polaire** (*espace continental, espace maritime*..) : le climat n'est pas le même dans toutes les régions de l'Arctique.

-**l'été polaire**.

-étude comparative des diagrammes ombrothermiques des stations de **Nuuk, de Point Barrow et de Shismaref.**

-**l'influence du climat froid sur le milieu et sur l'homme** : un type d'environnement rude.

-**les variations des conditions climatiques globales et l'incidence de la fonte des glaces sur les équilibres régionaux de l'Arctique.**

Vocabulaire du climat polaire (*arctique, froidure, iceberg*…..).

La mission du mois

Comprendre les climats en se posant des questions sur le temps et l'environnement de l'expédition. Réaliser un **petit atlas climatique (sous forme de fichier)** à partir des graphiques ombrothermiques des différentes stations et de la base de données de sites interactifs :

-**www.meteo.fr/temps/monde/climat2.htm** (*détermination des grands types de climats mondiaux et visualisation graphique des statistiques climatiques des* ***stations de l'expédition****).*

-***www.ecoles.cfwb.be/icesquaregnon/climats***

-***www.acia.uaf.edu (Arctic Climate Impact Assessment)***

-***cédérom « comprendre les climats »/Multimédia-Montparnasse/ QA International-2005***

-**www.legos.obs-mip.fr/fr.equipes/glacio (cryosphère satellitaire)**

-www.docsciences.fr (site pédagogique de Docsciences)

Les élèves travaillent en groupes au **CDI** et en **salle informatique**

1-ils sélectionnent les stations climatiques de l'expédition (*cf page 10 du module 1-repérage géographique).*

2-ils précisent leurs coordonnées géographiques (*elles permettent de positionner chaque station dans une zone climatique précise en fonction de la latitude).*

3-ils recherchent des informations sur le carnet de bord pour valider les statistiques et effectuent des remarques sur **la période et la durée de l'observation**, les **caractéristiques**

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

générales et saisonnières, la distribution pluviométrique et les facteurs climatiques observés pendant le trajet.

Ils constatent ainsi que les données du bord n'engendrent pas de modifications notoires dans **la détermination et le classement du type de climat de chaque station** (*villes côtières d'Islande, du Groenland, du Nunavut, de l'Alaska, de Californie et du Mexique).*

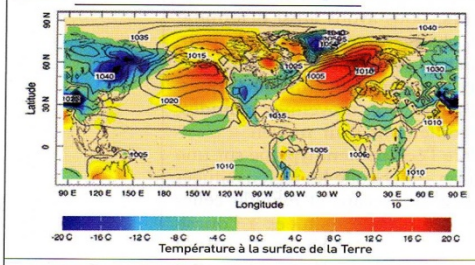
Les résultats sont cohérents et donnent une bonne idée des **climats** et des **saisons** mais en aucun cas **ne peuvent servir d'expertise climatique** : ils ne résultent que d'une **observation périodique** et ne prennent pas en compte toutes les variables et l'évolution de la dynamique des milieux pendant les trente dernières années. Le thème retient donc le milieu dans sa **globalité**, mais les observations d'Olivier Pitras et des scientifiques sur le fait et le transit glaciaires sont intéressantes : elles montrent bien que les fluctuations climatiques et l'influence du bilan radiatif estival déterminent le volume de la fusion annuelle et allongent la période d'ablation (*constations réalisées à Ilulissat et dans les régions du Grand Nord canadien notamment*). L'apport de la longue saison froide est d'un **poids moindre** puisque les **irrégularités pluviométriques et thermiques tendent à s'y compenser** *(« l'eau atmosphérique et continentale » Jean-Pierre Vigneau-SEDES).La circulation atmosphérique, la variabilité des vents, la dynamique de la banquise (qui bloque la convection) ont également un rôle primordial dans l'étude des phénomènes météorologiques et les anomalies climatiques de la zone froide.*

Il est très intéressant de noter **tout au long du trajet**, les **seuils** à partir desquels les **variables climatiques** sont perceptibles, les milieux se différencient (*exemple de l'étape entre l'Islande et le Groenland, le nord du Canada et le Mexique).Ils sont rendus d'une extrême **variété** par la disposition propre de chaque espace climatique (positionnement nord-sud), la configuration des côtes, la circulation des courants océaniques et atmosphériques. L'étude du **contraste des températures hivernales entre les côtes atlantiques américaine et européenne** est à ce sujet intéressante : elle souligne l'incidence de la variabilité des vents et l'écoulement typique sur **une saison** à l'**ouest** et à l'**est** des continents (système atmosphère-océan et incidence de la longitude).*

Il est important d'expliquer ces phénomènes pour comprendre les modèles de prévision (la recherche-mai 2008), les observations faites par ***Olivier Pitras*** ***de la Norvège à l'Alaska*** *et les cartes climatiques.*

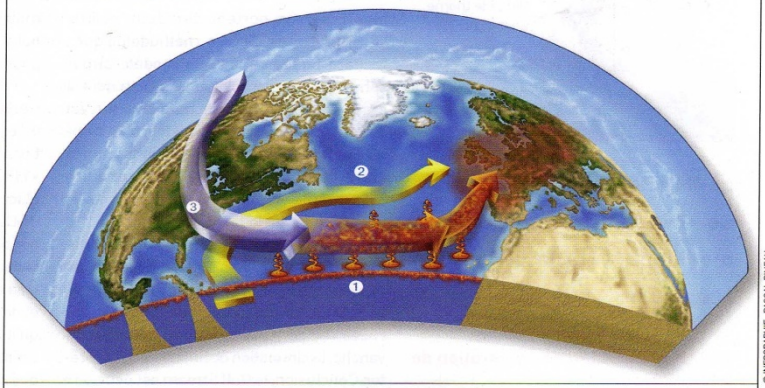
Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Fig. 3 **Simulation numérique**



LE MODÈLE UTILISÉ reproduit le contraste de températures (moyennes en janvier) réellement observé de part et d'autre de l'Atlantique nord, alors qu'il ne tient pas compte des courants océaniques, comme le Gulf Stream.

Fig. 2 **Trois phénomènes en compétition**



© INFOGRAPHIE : PASCAL PINEAU

LE CONTRASTE DES TEMPÉRATURES HIVERNALES entre les côtes atlantiques américaine et européenne dépend de trois phénomènes. ❶ Le relargage dans l'atmosphère de la chaleur stockée pendant l'été dans la couche superficielle de l'océan. ❷ Le transport de chaleur par le Gulf Stream des subtropiques vers le nord et sa libération dans l'atmosphère. ❸ Le grand méandre atmosphérique à l'est des montagnes Rocheuses, qui souffle depuis le nord de l'air froid sur l'est de l'Amérique du Nord et, depuis le sud, de l'air chaud vers l'Europe de l'Ouest.

LES DOSSIERS DE LA RECHERCHE N° 31 | MAI 2008 | 25

Les grands types de bilans quotidiens réalisés depuis le « Southern Star » fournissent donc un cadre pertinent pour la détermination de l'évolution des climats océaniques et côtiers dans les différents types de milieux traversés (*sous l'angle de leur dynamique et dans le cadre du réchauffement climatique).De part et d'autre de l'océan Atlantique et de l'océan glacial Arctique, les climats comportent des nuances à la même saison et à la même latitude : les températures sont plus basses dans le Grand Nord que sur la façade occidentale du Groenland , de l'Islande ou de la Norvège.*

4-sur le site météo.fr *(sur Google, taper météofrance-le climat du monde*), les élèves se déplacent sur la carte du monde et localisent les différentes étapes par pays en utilisant les 4 flèches qui permettent une rotation autour d'un axe polaire et une rotation autour d'un axe au niveau de l'équateur d'un quart de tour. Ils cliquent sur le globe et peuvent agrandir les zones sélectionnées en fonction des **escales d'Olivier Pitras.**

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

L'accès aux **données climatologiques** d'une station devient possible après un ou deux niveaux de zoom *(son nom s'affiche alors sur fond bleu-exemples de Barrow, Reykjavik et San Francisco)* : il suffit de déplacer la souris sur la courbe des températures pour obtenir l'évolution des valeurs mensuelles.

Le temps dans le monde

Ils reproduisent l'exercice avec la grille des précipitations pour obtenir un graphique complet.

5-ils utilisent enfin les données climatiques pour construire, lire et interpréter des graphiques ombrothermiques et réaliser un petit atlas (fichier par zones-cf annexe).

Ils insistent sur les tendances de l'évolution du climat polaire et la quasi-disparition de la banquise pluriannuelle, qui constitue l'événement climatique le plus important du XXIème siècle, avec des conséquences écologiques et économiques importantes.

6-ils proposent des modélisations par type de climat et créent des fichiers en mettant en relation les cartes et les tableaux statistiques.

7-ils rédigent une petite conclusion sur l'évolution du climat de chaque station météorologique en utilisant les résultats de leur recherche, les observations d'Olivier Pitras et leurs connaissances.

Ils peuvent affiner leur **diagnostic** en mettant en perspective les résultats des derniers **travaux scientifiques sur l'avenir climatique proche**, les **impacts sur les milieux** et les **équilibres de la planète** (*articles de journaux, revues spécialisées, sites internet, documentaires…*).

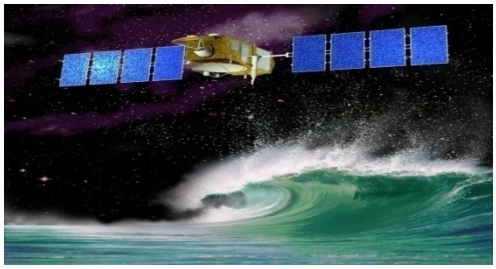
Cette séquence pédagogique s'inscrit dans le prolongement des thèmes traités dans les modules 1 et 2, en proposant une **recherche** et une **réflexion** sur la **possible évolution des climats due au réchauffement climatique et aux modifications de la circulation océanique** ;

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Olivier Pitras confirme les **hypothèses** et les observations des scientifiques : il dit que l'influence de l'environnement sur les mesures sont importantes et note quelques ruptures d' « *homogénéité* »dans les régions du Grand Nord : les nombreux paramètres météorologiques relevés pendant les premiers mois de l'expédition ne permettent pas cependant de constituer une marque de référence pour étudier les **évolutions climatiques de la « zone Arctique »**, mais certaines observations sont très significatives *(étapes 2 à 8*) : **le changement climatique est en cours, et il constate déjà un certain nombre de conséquences qui ne feront que s'amplifier dans l'avenir (cf étapes du Groenland, Nunavut, Grand Nord Canadien, Archipel Arctique et au nord de l'Alaska)**

L'exercice final doit consister en un **va-et-vient** entre les **modèles réalisés** et les **observations** du navigateur pendant son périple (*discussion des données et caractéristiques des saisons*) ;

On peut aussi relier les données enregistrées pendant le trajet de l'expédition et celles réalisées sur des séries de référence par **le GIEC** depuis 1988 (*le groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat*), qui synthétise les connaissances récentes sur l'évolution des climats et les modèles actuels utilisés **en météorologie** et **en océanographie** physique et spatiale (*IFREMER et CNES).*



Jason2-2008-CNES / un satellite pour mesurer l'impact du réchauffement et la dilatation des océans

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Le constat prouve aussi que les principes fondamentaux contenus dans la première génération de **modèles climatiques** restent les **processus dominants**.

Olivier Pitras dit en conclusion que le réchauffement global, prévu par ces modèles est passé du statut d'hypothèse à celui de fait et que la conception de nouveaux systèmes devrait permettre de déterminer les nouveaux enjeux de l'évolution future du climat (*escale de Vancouver). Les spécialistes rencontrés insistent sur l'amplification des tendances actuelles (températures plus élevées et situations extrêmes aux échelles intrasaisonnières et interannuelles, précipitations plus fréquentes en hiver…) et les interactions complexes des différents systèmes atmosphériques et océaniques* ***sur les continents et les régions de hautes latitudes****, qui peuvent entraîner pendant l'été, une fonte presque totale de la banquise en Arctique. Olivier Pitras a plusieurs fois souligné l'absence de glace dans le Passage du Nord-Ouest liée à une modification des précipitations dans la zone et à un ralentissement de la circulation océanique dans l'archipel canadien.*

Les effets du réchauffement climatique sont donc perceptibles à toutes les échelles et se rapprochent de la climatologie observée, dans toutes les zones du monde.Olivier Pitras dit que l'organisation de **l'espace arctique**, marquée par une seule véritable ouverture maritime entre le Groenland et la Norvège (*le passage du Nord-Ouest ne permet pas une circulation océanique importante et le détroit de Béring n'est large que de 80 kilomètres et peu profond…*)structure la circulation atmosphérique et les courants marins et permet de comprendre la grande importance pour le climat des hautes latitudes, de l'échange physique qui s'y effectue entre le **Gulf Stream** et le **courant du Labrador**. Les zones polaires traversées par l'expédition à la fin de l'été et en automne sont de plus en plus sensibles aux fluctuations thermiques et océaniques, qui les font **basculer dans des dynamiques climatiques différentes**.

Annexe

Exemple de fiche proposée dans l'atlas climatique

Station météorologique : Point Barrow

Pays : *Etats-Unis.*

Etat : *Alaska.*

Situation : « *le point le plus septentrional d'Alaska* »-Olivier Pitras-*JDB du 4 septembre 2008.*

-**latitude** : 71°21N (*à 550 kilomètres au nord du Cercle polaire Arctique*).

-**longitude** : 156°24W.

Façade océanique : *rives de la mer des Tchouktches, mer de Beaufort.*

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Données climatiques

Climat : *froid glacial et sec.*

Zone climatique polaire.

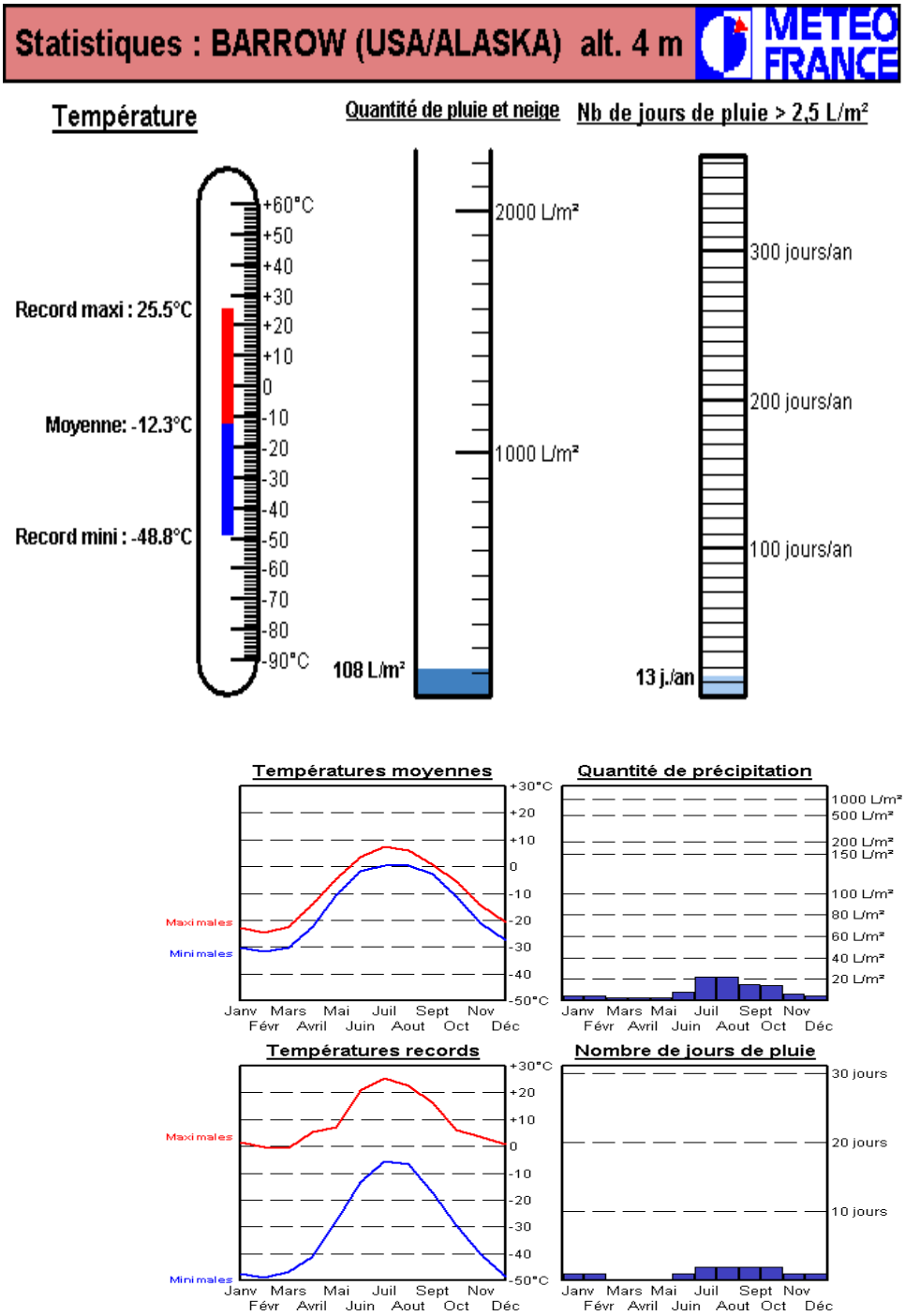
Saison pluvieuse en été (*juillet-août),* **hiver froid et long.**

Indices du réchauffement climatique (*JDB du 4 septembre 2008*) : « *ratissage de la banquise, bancs de sable non cartographiés, absence de glace, transport de nombreuses alluvions, moustiques, permafrost dégelé, humidité (fin d'été)* » .*Olivier Pitras*

Faune caractéristique du milieu : *ours blancs, renards, caribous, élans, hiboux, baleines à bosse et castors.*

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Synthèse : un réchauffement climatique plus marqué en hiver, un embâcle plus tardif et des côtes érodées par les vagues (*la banquise ne les protège plus*) et la montée du niveau de l'océan (*des villages Inupiaks et des activités menacés*), une prolifération de moustiques dans les marécages et une fonte inquiétante du permafrost en raison de la douceur des étés et des automnes de plus en plus humides .



Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Les élèves doivent analyser les **indicateurs climatiques** (*éléments dominants : hiver long, mois secs, phénomènes et facteurs climatiques, températures…*) et préciser les **discontinuités saisonnières** (*seuils*) ainsi que **l'évolution de certaines variables** dans le cadre de **l'étude du réchauffement climatique** de la zone polaire (*plus forte humidité des sols*)

Une **étude paysagère** complète la présentation climatique de la station pour confirmer certaines hypothèses et paramétrer certaines données (*observation détaillée des modifications liées au réchauffement climatique et détermination des évolutions irréversibles : les systèmes écologiques et les peuples Inuits sont exposés à de nouvelles contraintes et doivent gérer l'incertitude : Olivier Pitras dit qu'ils sont de plus en plus vulnérables face au climat et devant la nature mais qu'ils ont toujours fait face et savent comment survivre. Il y a simplement plus de fleurs et de moustiques sur les côtes pluvieuses ; ils peuvent chasser le phoque et la baleine en bateau plus longtemps…..).Les côtes sont les plus touchées par les effets du réchauffement et de la remontée océanique.*

www.lovehusky.com/sitebuilder/images/Point Barrow

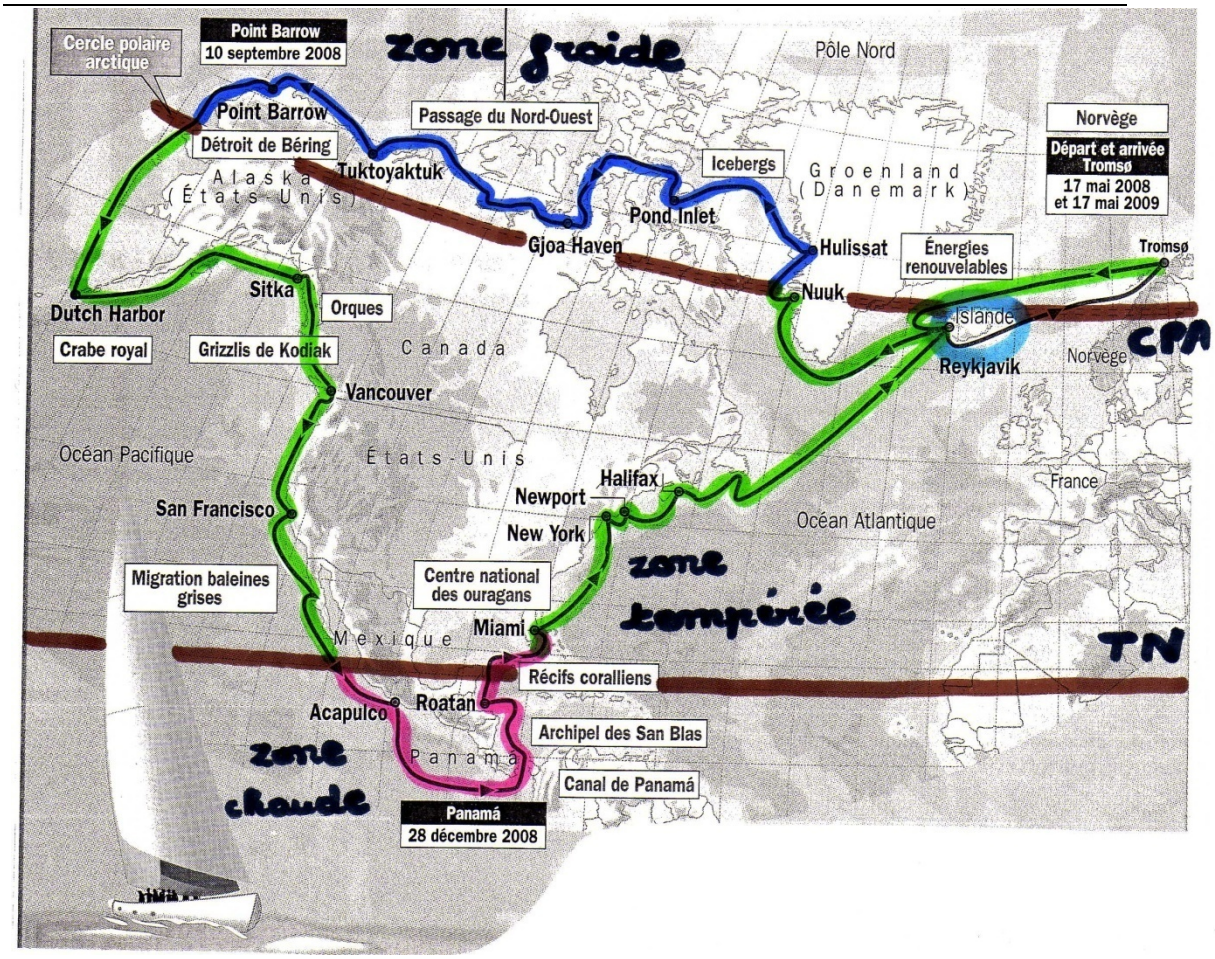
Exemple de fiche de travail réalisée dans le cadre de l'étude de la distribution des grandes zones climatiques

-**parties 1 et 2 du module 2** (*révision*)

Les élèves produisent une **carte des zones climatiques traversées par l'expédition** : la zone froide (*en bleu*), la zone tempérée (*en vert*) et la zone chaude (*en rose*).Ils s'aperçoivent que le navigateur a franchi deux fois le **tropique nord** et le **cercle polaire arctique**, et que les conditions climatiques générales sont principalement déterminées par les **ceintures de latitude** et les **courants océaniques.**

Ils étudient ensuite la position particulière de **l'Islande**, qui, située à une **latitude polaire**, connaît des températures relativement douces (**influence du Gulf Stream**).Ils essaient d'expliquer la présence de **bananeraies** sur l'île (*climat local inadapté*).

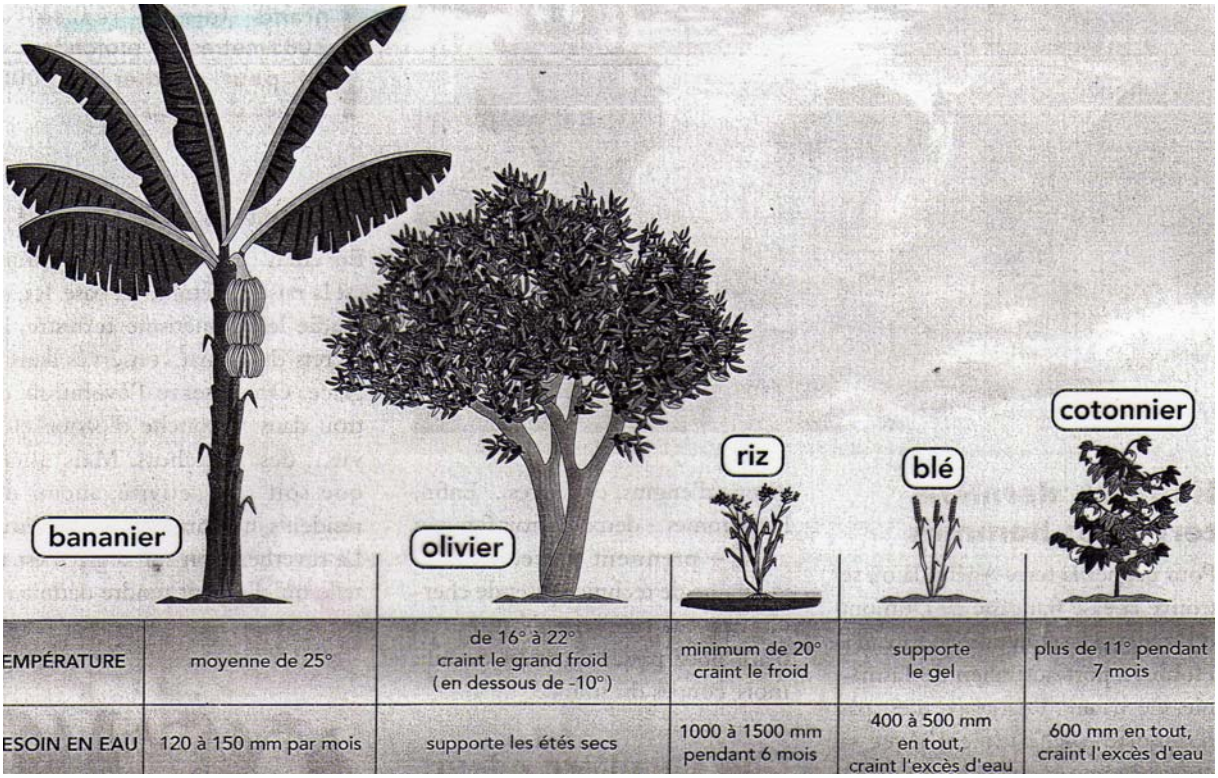
Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras



Olivier Pitras visite une **serre** où poussent des **bananiers en Islande**.

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

Est-ce que le climat local répond aux besoins de cette plante ?



EMPÉRATURE	moyenne de 25°	de 16° à 22° craint le grand froid (en dessous de -10°)	minimum de 20° craint le froid	supporte le gel	plus de 11° pendant 7 mois
ESOIN EN EAU	120 à 150 mm par mois	supporte les étés secs	1000 à 1500 mm pendant 6 mois	400 à 500 mm en tout, craint l'excès d'eau	600 mm en tout, craint l'excès d'eau

Comment l'homme peut-il modifier les effets du climat ?

Au large de Barrow-09-2008

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras

"L'étude des climats doit être conçu comme un parcours transversal, organisé selon le continuum d'un cycle porté sur les échanges entre les grands réservoirs de la planète et sur les transferts au sein des océans. Il faut donc se calquer sur la typologie de la zonation climatique, en y ménageant des variantes en fonction des domaines et de son inscription dans l'espace. Il ne s'agit pas d'examiner le système perturbé des hautes latitudes de façon exhaustive, mais d'en saisir la signification tout en précisant quelques spécificités de son fonctionnement dans le cadre du réchauffement global »

Jean-Pierre Vigneau-L'eau atmosphérique et continentale-Dossier des images économiques du monde-collection dirigée par André Gamblin-SEDES-1996.

L'étude réalisée avec les élèves a permis d'aborder le thème central de la **géographie climatique dans l'étude des mécanismes qui régissent les interactions entre l'atmosphère et les océans, et les enjeux géographiques du développement durable.**

Les études scientifiques récentes confirment les hypothèses d'Olivier Pitras, à savoir l'insuffisante prise en considération de facteurs susceptibles d'augmenter les effets d'une élévation du niveau des océans sur le caractère brutal de la progression des températures.

La réalité d'une augmentation de la température moyenne mondiale est maintenant **avérée,** même si localement certaines régions semblent se refroidir. **Les réalités du réchauffement global doivent donc être nuancées dans l'étude des climats.**

Copyright Bruno Philippe & Olivier Pitras