

DU BATEAU



AU LABO

KIT DE DONNEES SUR LA FONTE DE LA BANQUISE

Fiche d'accompagnement

Niveau et cadre d'enseignement : Cycle 4 et Lycée

Discipline : Mathématiques, SVT, Physique-Chimie, Informatique

Objectifs et problématiques :

- Découvrir les enjeux environnementaux liés à la fonte de la banquise arctique.
- Apprendre à utiliser une base de données sous forme de tableur.
- Manier les outils statistiques pour extraire des informations d'une base de données.
- Découvrir la démarche expérimentale et le travail de chercheur.

Type de données : Données mensuelles de la surface de la banquise arctique, de 1978 à 2018, pour tout l'Arctique ou par régions.

Introduction et contexte

C'est en Arctique que les effets du changement climatique actuel se font le plus sentir. Selon le GIEC, l'élévation de température associée y est deux fois plus importante que la moyenne planétaire. L'observation la plus frappante de ce changement concerne la banquise, cette étendue d'eau de mer gelée qui flotte à la surface de l'Océan Arctique. Élément régulateur fondamental de notre climat, le volume de la banquise est à la fois conditionné par son extension et son épaisseur. Dans ce kit, nous vous proposons d'analyser les données de son extension depuis 1978 à 2018, pour toute la région arctique mais aussi par régions.

Les données utilisées dans ce kit sont issues de : *Fetterer, F., K. Knowles, W. Meier, M. Savoie, and A. K. Windnagel. 2017, updated daily. Sea Ice Index, Version 3. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. doi: <https://doi.org/10.7265/N5K072F8>.*

1. Formuler la problématique et les hypothèses

Objectifs :

- Connaître les différents types de glace
- Comprendre l'importance de l'Arctique dans la régulation du climat
- Comprendre le contexte des recherches scientifiques menées en Arctique.

Documents ressources

- Carte topographique de l'Arctique : fournie dans ce kit
- Site web AOA –Découvrez l'Océan Arctique : <http://www.aoa.education/fr/thematique/1>
- Images de l'évolution saisonnière de la banquise en 2017 : <https://svs.gsfc.nasa.gov/4455>
- Expérience scientifique simple « Qu'est-ce que l'effet d'albédo ? »
<https://oceans.taraexpeditions.org/rp/influence-de-la-couleur-de-la-banquise-sur-le-rechauffement-de-la-planete/>
- Video de l'ADEME sur le changement climatique : <https://www.mtaterre.fr/videos/le-changement-climatique-comprendre-ses-causes-et-ses-consequences-pour-mieux-reagir>
- Guide de l'ADEME sur le changement climatique :
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-changement-climatique.pdf>

Proposition de déroulé pédagogique

a-Définition de l'Arctique

A l'aide de la carte fournie et su site web AOA (notamment la vidéo), rédigez un petit texte sur les caractéristiques géographiques de l'Arctique.

b- Découvrir la banquise

- Effectuez des recherches sur internet sur les différents types de glace que l'on trouve en Arctique et listez les points qui les distinguent les uns des autres.
- Visionnez l'animation de la NASA sur le rythme saisonnier de la banquise.

c- L'importance de la banquise arctique dans la régulation du climat

- Réalisez l'expérience scientifique « Qu'est-ce que l'effet d'albédo ? »
- Que peut-on en déduire sur le rôle des surfaces claires, et notamment de la banquise, dans la régulation du climat ?

d- Le contexte actuel du changement climatique

- A l'aide de la vidéo et du guide de l'ADEME, découvrez les causes et conséquences du changement climatique actuel.

-Quelle question cela pose-t-il au niveau de la banquise ? *La problématique peut ainsi être posée : quelle est l'évolution de la banquise arctique dans le cadre du changement climatique actuel ?*

Liens complémentaires

-Article de Futura Planète sur la différence entre banquise et glacier : <http://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/eau-banquise-glacier-difference-1132/-xtor=EPR-21-%5BHEBDO%5D-20160720-%5BACTU-Banquise-et-glacier--quelle-difference--%5D>

2. Collecter les données

Objectifs :

- Connaître les circonstances de collecte des données qui seront analysées.
- Se familiariser avec les observations satellites.

Documents ressources

-Site web de l'ESA sur la télédétection :

https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_FR/SEMP401P0WF_0.html

et toute la rubrique « Principes de télédétection » (menu à gauche)

- Site web du CNES et article sur les radiomètres micro-ondes

http://argonautica.jason.oceanobs.com/html/argonautica/tutorial/sensor_radiometer_mw_fr.html

-Site web de la NSIDC sur lequel ont été collectées les données : https://nsidc.org/data/g02135?qt-data_set_tabs=2#qt-data_set_tabs

Proposition de déroulé pédagogique

a) Comprendre ce qu'est la télédétection

-Lire les articles de l'ESA et reformulez avec vos propres mots ce qui caractérise la télédétection.

b) Découvrir les satellites et instruments utilisés

Voici la succession des satellites ayant fourni les données de surface de banquise de 1978 à aujourd'hui.

Platform and Instrument	Time Period
Nimbus-7 SMMR	26 October 1978 - 20 August 1987
DMSP-F8 SSM/I	21 August 1987 - 18 December 1991
DMSP-F11 SSM/I	19 December 1991 - 29 September 1995
DMSP-F13 SSM/I	30 September 1995 - 31 December 2007
DMSP-F17 SSMIS	01 January 2008 - 31 December 2017
DMSP-F18 SSMIS	01 January 2018 - present

Nimbus-7 : le dernier de la série de satellites appelés Nimbus

DMSP : Defense Meteorological Satellite Program

-Localisez en temps réel le satellite DMSP 5D-3/F18 à l'aide du lien :

<https://www.n2yo.com/satellite/?s=35951>

-A quoi font référence les acronymes SSMR et SSM/I ou SSMIS ?

-A l'aide de l'article web du CNES, décrivez le principe de fonctionnement des radiomètres micro-ondes :

http://argonautica.jason.oceanobs.com/html/argonautica/tutorial/sensor_radiometer_mw_fr.html

c) Comprendre le protocole de collecte des données de surface de banquise

Les données proposées dans ce kit proviennent du site web NSIDC (National Snow and Ice Data Center). Explorez la page web dédiée du NSIDC (https://nsidc.org/data/g02135?qt-data_set_tabs=2#qt-data_set_tabs) et répondez aux questions suivantes :

-Quelle est la couverture spatiale et temporelle de ces données ?

La couverture spatiale couvre les latitudes suivantes [31N : 90 N] et les longitudes suivantes [180 W : 180 E]. Les données sont disponibles depuis novembre 1978 à aujourd'hui (août 2018).

-Quelle est la résolution spatiale et temporelle des données disponibles ?

*La résolution spatiale est de 25 km * 25 km (chaque cellule de la grille fait 625 km²).*

La résolution temporelle est de 1 jour ou de 1 mois : les données journalières ont été moyennées pour fournir une mesure de surface mensuelle.

-Selon vous, pourquoi est-ce important de citer la source des données utilisées ? Sur le site web, comment est-il conseillé de les citer ? Quels sont les éléments présents dans cette citation ?

Fetterer, F., K. Knowles, W. Meier, M. Savoie, and A. K. Windnagel. 2017, updated daily. Sea Ice Index, Version 3. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. doi: <https://doi.org/10.7265/N5K072F8>.

Noms des personnes impliquées – Nom des données – Lieu de traitement – identifiant de l'article scientifique de référence.

Liens complémentaires

-A propos de Nimbus 7 : <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/n/nimbus-7>

-A propos de l'instrument SSMR : <https://nsidc.org/cryosphere/icelights/2013/11/celebrating-35-years-sea-ice-satellite-data>

- La collecte des données de surface avant l'ère des satellites :

<https://nsidc.org/cryosphere/icelights/2011/01/arctic-sea-ice-satellites>

- A propos des données d'épaisseur de banquise :

Depuis 2010, le satellite européen Cryosat-2 propose une mesure de l'épaisseur de la banquise à l'aide de modèles mathématiques. Cependant, les mesures ne peuvent être effectuées que pendant l'été arctique, en raison de la présence d'eaux de fonte sur la banquise, que le satellite n'est pas capable de distinguer de l'eau de mer. Pour cette raison, aucune mesure n'est possible entre les mois de Mai et de Septembre. Par ailleurs, l'efficacité et la précision des instruments embarqués sur ce satellite ayant été remis en cause récemment, nous ne vous proposerons pas ici d'étudier ces données. En savoir plus sur Cryosat2 : http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat/Facts_and_figures

3. Traiter et analyser les données

Objectifs :

- Manier les outils statistiques classiques
- Représenter graphiquement les données
- Comprendre la notion de Climatologie

Documents ressources

- Tableur « Data-ArcticSealce.xlsx » des données de banquise arctique, fourni dans ce kit
- Carte des régions arctiques « ArcticRegions-Sealce-NSIDC », pour lesquelles les données de surface de banquise sont fournies dans le tableur. Fournie dans ce kit.
- Graphique interactif de la banquise : un outil en ligne
<https://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/>
- Fichier Google Earth : NSIDC_SealceExtent.kmz, fourni dans ce kit.
- Animation de la NASA sur l'évolution du minimum de banquise arctique de 1979 à 2017 :
<https://svs.gsfc.nasa.gov/4592>
ou de la NSIDC : <https://www.youtube.com/watch?v=dYZ8-iSL0LI&feature=youtu.be>

Proposition de déroulé pédagogique

a) Comprendre les données fournies

Le tableur « Data-ArcticSealce.xlsx » comprend 14 feuilles :

- Feuille 1 « AllARCTIC (millions of km²) » : les données de surface pour tout l'Arctique, en millions de km².
- Feuilles 2 à 14 « Baffin (km²)/ Barents (km²)/ ... » : les données de surface région par région, en km². Les régions correspondantes sont représentées sur la carte des régions arctiques fournie « ArcticRegions-Sealce-NSIDC ».

Vous pouvez ainsi faire travailler votre classe en classe entière ou alors en petits groupes, en proposant à chaque groupe d'analyser une région différente de l'Arctique.

Pour chaque feuille, les données sont présentées sous le format suivant :

	January		February		...
Year	Extent	Area	Extent	Area	
1979					
1980					
...					

Deux mesures de la surface sont fournies : « Extent » et « Area » :

-« Extent » : correspond aux zones comportant au moins 15% de banquise, sans prendre en compte la concentration exacte de banquise.

Ex : ma cellule (ou zone géographique de base) de 625km² comprend au moins 15% de banquise -> je compte 625 km² de banquise

-« Area » : Pour toutes les cellules qui satisfont minimum 15% de concentration, mais sur un calcul prenant en compte leur concentration exacte.

Ex : ma cellule de 625km² comprend au moins 15% de banquise, avec 50% de banquise -> je compte 312,5 km² de banquise. « Area » est donc toujours inférieure à « Extent ».

b) Caractériser l'évolution saisonnière de la banquise arctique

-Pour la période 1981-2010, calculer la moyenne de la surface mois par mois puis tracer son évolution dans le temps. Cette période de temps, 1981-2010, est souvent utilisée comme référence pour pouvoir ensuite calculer les anomalies (par exemple : on compare ensuite l'année 2015 à la moyenne 1981-2010).

-Comparer les mois entre eux (le mois d'extension maximale/minimale) et expliquer l'alternance des saisons en Arctique.

-Sur le même graphique, tracer l'évolution mois par mois de la surface de la banquise pour l'année de votre choix et commentez.

-Utilisez le graphique interactif de la NASA « Charctic interactive sea ice graph » pour explorer différentes années.

c) Caractériser l'évolution interannuelle de la banquise arctique

-Selon vous, comment faire pour s'émanciper de la variabilité saisonnière de la banquise si l'on veut s'intéresser à son évolution interannuelle ?

- Le mois de Septembre est considéré comme le mois d'extension minimale de la banquise et Mars comme le mois d'extension maximale. Sur 2 graphiques distincts, tracez l'évolution de la banquise de 1978 à 2018 pour les mois de Septembre et de Mars.

-Visionnez sur Google Earth, à l'aide du fichier NSIDC_SealceExtent.kmz l'évolution annuelle en Septembre et en Mars ou directement les animations NASA ou NSIDC proposées.

d) Caractériser l'évolution climatologique de la banquise arctique

-Sur toute la période 1979-2018, quelle est l'évolution moyenne de la surface de la banquise en millions de km² / an (pour les mois de septembre et de mars). Tracez la droite sur le graphique associé.

-Réitérer cette opération par période de 10 années : [1978-1988], [1988-1998], [1998-2008] et [2008-2018]. Que constatez-vous ?

-Quelle distinction faites-vous entre l'évolution climatologique et l'évolution interannuelle ?

Liens complémentaires

-Plus d'informations sur la différence entre Extent et Area :

https://nsidc.org/arcticseaicenews/faq/#area_extent

-Documentation sur les données par régions :

<https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/files/data/noaa/g02135/Sea-Ice-Analysis-Spreadsheets-Overview.pdf>



Objectifs :

- Avoir un regard critique sur les données collectées
- Replacer dans un contexte plus large l'étude menée
- Réfléchir aux diverses conséquences de la fonte de la banquise arctique

Documents ressources

- Article CNRS : <http://www.insu.cnrs.fr/environnement/le-changement-climatique-les-retroactions>
- Article Futura Planète : <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-retroaction-13071/>
- Article du Monde « Le réchauffement climatique bouleverse le quotidien des Inuits »
https://www.lemonde.fr/planete/article/2005/11/15/le-rechauffement-climatique-bouleverse-le-quotidien-des-inuits_710327_3244.html
- Expérience sur l'impact de la fonte des glaces terrestres sur le niveau marin :
<https://oceans.taraexpeditions.org/rp/fonte-des-glaces-terrestres/>
- Site web AOA – « Impacts des changements climatiques en Arctique » :
<http://www.aoa.education/fr/thematique/2>
- et « les écosystèmes marins arctiques » : <http://www.aoa.education/fr/thematique/4>
- Article de l'Observatoire de l'Arctique sur les routes maritimes :
<http://www.observatoire-arctique.fr/economie/routes-maritimes-arctiques-enjeu-de-commerce-international-de-liberte-de-navigation/>
- Site web sur le 5ème rapport du GIEC décrypté : <http://leclimatchange.fr/>
- Graphique des projections de l'évolution de la banquise « SealceModelIntercomparison-StroeveNSIDC », fourni dans ce kit
- Vidéo MTaTerre « L'Arctique en péril », sur les effets du changement climatique en Arctique sur les sols : <http://www.mtaterre.fr/videos/larctique-en-peril>

Proposition de déroulé pédagogique

a-Discuter des méthodes employées

- La fiabilité des observations satellites (*nécessaire calibration des satellites pour être en accord avec les observations in situ, ces dernières restant donc indispensables*)
- L'impact des méthodes de calculs sur les chiffres (*exemple de extent/area, l'important étant de comparer toujours la même chose*)

b-Discuter de l'importance d'un suivi long terme en climatologie

Si l'on ne dispose pas d'une période minimale de 30 ans, il n'est pas possible d'analyser le climat d'une région. C'est ce qui fait toute la différence entre Météorologie et Climatologie.

c-Comprendre la complexité des causes

On définit une boucle de rétroaction par son impact sur une perturbation initiale. Elle est dite « positive » si elle amplifie la perturbation initiale ou « négative » si elle atténue la perturbation. Prenons l'exemple de l'élévation de la température de la planète comme perturbation initiale. Une boucle de rétroaction positive est alors un mécanisme naturel qui va amplifier cette élévation de température, tandis qu'une boucle de rétroaction négative est un mécanisme naturel qui va avoir tendance à faire baisser la température.

Les boucles de rétroactions sont très importantes dans les sciences du Climat. En Arctique, comme ailleurs, des boucles négatives et positives sont simultanément à l'œuvre et rendent complexe l'analyse des mécanismes en cause.

-Lire l'article du CNRS sur les rétroactions et réaliser des schémas sur les rétroactions liées à la vapeur d'eau, au méthane et à la cryosphère

-A l'aide de l'article de Futura Planète, discuter de la complexité induite par les nuages.

d-Quelles conséquences ?

- L'amplification polaire

-En vous basant sur votre connaissance de l'effet d'albédo (expérience réalisée pour la partie 1) et des boucles de rétroaction (paragraphe c), réaliser un petit schéma expliquant ce qu'est l'amplification polaire. Ce phénomène relève-t-il d'une boucle de rétroaction positive ou d'une boucle de rétroaction négative ?

- Les impacts locaux

-Impact sur les populations : lire l'article du Monde et en relevant les citations des Inuit, lister les différents aspects des impacts du réchauffement climatique sur leur quotidien.

-Impact sur les écosystèmes marins arctiques : visionner les vidéos de AOA

(<http://www.aoa.education/fr/thematique/2> et <http://www.aoa.education/fr/thematique/4>) . décrire le fonctionnement de l'écosystème marin arctique et expliquer les problèmes posés par la modification de l'environnement.

- Les impacts globaux

-Fonte des glaces et augmentation du niveau marin : réaliser l'expérience proposée et rédiger un texte sur l'impact de la fonte des glaces sur le niveau marin.

-Dégel du permafrost et émission de gaz à effet de serre : visionner la vidéo de MTaTerre « L'Arctique en péril » et rédiger un texte sur le dégel du permafrost.

-Routes commerciales et ressources : lire l'article sur les routes maritimes et en écrire un résumé en 15 lignes.

e- Et demain ? Les projections des modèles climatiques

-Se rendre sur le site web <http://leclimatchange.fr/> pour comprendre ce qu'est le GIEC, ses objectifs et à quoi correspondent les 4 scénarii de projections « RCP ».

-A l'aide du graphique fourni « SealceModelIntercomparison-StroeveNSIDC », commenter les évolutions possibles de la banquise arctique estivale, d'ici à 2100.

-Ces projections peuvent-elles être améliorées avec le temps ou sont-elles certaines à 100% ? Pour quelles raisons ?

Liens complémentaires

-Visioconférence en ligne « Le climat de l'Arctique » qui résume les éléments vus dans ce kit :

<https://oceans.taraexpeditions.org/rp/visioconference-la-fonte-de-larctique-pour-les-13-18-ans/>

-Le rapport complet du GIEC sur la cryosphère : http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter04_FINAL.pdf



Objectifs :

Synthétiser ses résultats et les présenter

Documents ressources

-Un inventaire des différents outils de data-visualisation :

<https://oceans.taraexpeditions.org/wp-content/uploads/2018/03/Les-outils-de-Datavisualisation.pdf>

-Reportage France TV sur la fonte de la banquise de août 2018 (et comportant des erreurs):

https://www.francetvinfo.fr/meteo/climat/arctique-les-images-de-fonte-de-la-banquise_2906605.html

Proposition de déroulé pédagogique

-Visionnez le reportage de France TV et détecter les 3 grandes erreurs qui s'y trouvent.

Débattre ensuite sur l'esprit critique face aux informations reçues. *(1- Le pôle Nord n'est pas une région mais un point bien précis situé à 90°N. 2-La fonte de la banquise ne contribue pas à l'élévation du niveau marin. 3- Les manchots vivent en Antarctique.)*

-Réaliser un poster ou une conférence du projet

-Rédiger un texte en anglais qui synthétise les résultats obtenus

Votre avis nous intéresse

Faites-nous part de vos commentaires pour améliorer ce kit (éléments de langage appropriés, informations complémentaires nécessaires ...) afin qu'il soit plus adapté à vos besoins d'enseignant.

Pour nous écrire : education@taraexpeditions.org

Contributions

Ce kit a été réalisé par Pascaline Bourgain (fondation Tara Expéditions).
