

# 6 Arctic Monitoring

## Arctic monitoring cards

### MARINE ANIMALS

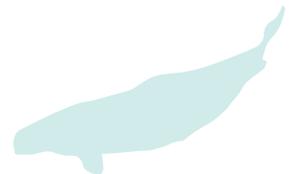
Ocean acidification is an effect of climate change caused by an increase of carbon dioxide in sea water, which lowers the pH level in the oceans. A significant amount of greenhouse gas emissions in the atmosphere are absorbed by oceans. Ocean acidification affects marine organisms such as crabs, corals and plankton.

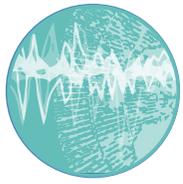
The Alaska Ocean Acidification Network is a division of the National Oceanic and Atmospheric Administration in the United States. The network relies on a variety of methods to gather data — from moored sensor buoys to monitoring stations on ships and on land — so that researchers can measure pH levels in the water, as well as salinity and temperature.

At the Kodiak Laboratory in Alaska, scientists have been studying crabs, both in controlled laboratory environments and in the field, to see how they are affected by acidification. They have found that low pH levels in the water decrease embryo hatching. More corrosive water also makes it harder for crabs to grow their shells.

#### LOCATIONS TO EXPLORE:

- **Seward, Alaska**
- **Ketchikan, Alaska**  
These cities have shore-based stations and monitoring systems that are part of the Pacific Region Ocean Acidification Network that links seven sites along the Pacific Coast of North America.
- **Mouth of Resurrection Bay, Alaska (near Seward)**
- **Southeastern Bering Sea**
- **Northeastern Chukchi Sea**
- **Stefansson Sound, Alaska (by Prudhoe Bay)**  
These locations have mooring stations that monitor variations in temperature and salinity that can reflect environmental changes and affect marine ecosystems.





# 6 Surveillance de l'Arctique

## Fiches « Surveillance de l'Arctique »

### ANIMAUX MARINS

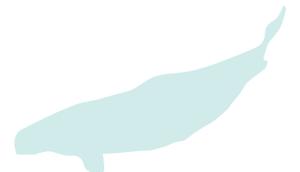
L'acidification de l'océan est un effet des changements climatiques : une hausse de dioxyde de carbone dans l'eau de mer diminue son pH. Les océans absorbent une quantité appréciable des gaz à effet de serre contenus dans l'atmosphère. L'acidification des océans a des effets néfastes sur les organismes marins, comme les crabes, les coraux et le plancton.

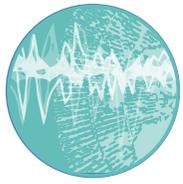
Aux États-Unis, le Réseau de l'acidification de l'océan de l'Alaska est une division de l'Administration océanique et atmosphérique nationale (NOAA). Le Réseau fait appel à diverses méthodes pour recueillir des données : des capteurs sur bouées captives aux stations de surveillance sur les navires et sur terre. Les scientifiques peuvent ainsi mesurer les niveaux de pH, la salinité et la température de l'eau.

En Alaska, les scientifiques du laboratoire Kodiak étudient les effets de l'acidification sur les crabes en les examinant dans le milieu contrôlé du laboratoire ainsi que sur le terrain. Ils ont découvert qu'une baisse du pH de l'eau entraîne une diminution de l'éclosion des embryons. La croissance de leur carapace est aussi plus difficile dans des eaux plus corrosives.

#### LIEUX À EXPLORER :

- **Seward, Alaska**
- **Ketchikan, Alaska**  
Ces villes sont dotées de stations côtières et de systèmes de surveillance faisant partie de la région Pacifique du Réseau de l'acidification de l'océan qui regroupe sept sites le long du littoral Pacifique de l'Amérique du Nord.
- **Entrée de la baie Resurrection, Alaska (près de Seward)**
- **Sud-est de la mer de Béring**
- **Nord-est de la mer des Tchouktches**
- **Détroit de Stefansson, Alaska (à côté de la baie Prudhoe)**  
À ces sites, on trouve des stations ancrées qui suivent les variations de températures et de salinité, lesquelles traduisent des changements environnementaux qui peuvent influencer sur les écosystèmes marins.





# 6 Arctic Monitoring

## Arctic monitoring cards

### TERRESTRIAL ANIMALS

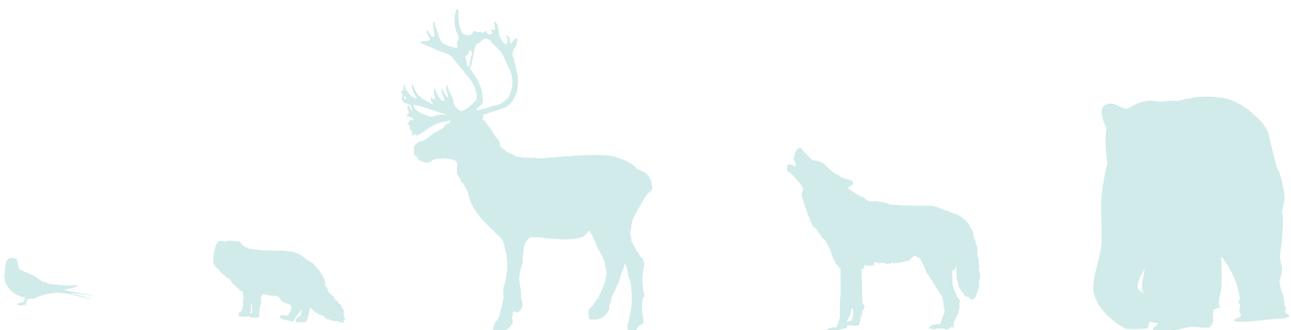
Polar bears have been referred to as the canaries in the coal mine when it comes to tracking the effects of climate change in the Arctic. These massive mammals depend heavily on sea ice for hunting seals. With global warming, this important habitat is rapidly contracting.

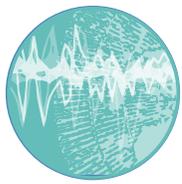
Scientists use aerial photography, satellites and radio telemetry to monitor polar bears in their natural habitats. Biologists capture female bears and fit them with radio collars, which transmit data via satellite about the bear's movements. Only female polar bears can be collared because male bears have necks that are wider than their heads, so the collars would simply fall off. The data scientists collect can track the date, time and location of the bear and, in some cases, biometric and environmental indicators, such as when the females are in their den.

#### LOCATIONS TO EXPLORE:

- **Churchill, Man.**
- **Wapusk National Park**
- **Land around Hudson Bay**

The data highlighted from the trackers shows the bears are in and around Hudson Bay. One of the primary concerns for polar bears is loss of their sea ice habitat reducing their access to food.





# 6 Surveillance de l'Arctique

## Fiches « Surveillance de l'Arctique »

### ANIMAUX TERRESTRES

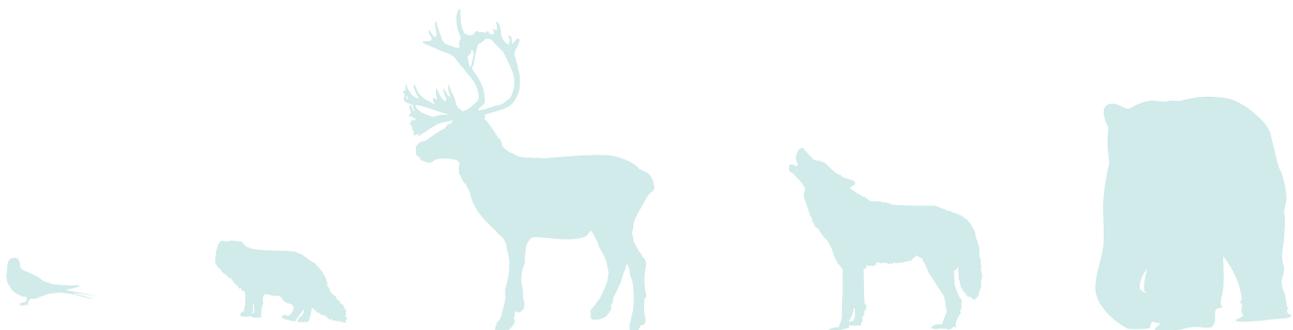
On assimile souvent l'ours blanc au canari des mines de charbon lorsqu'il s'agit de repérer les effets des changements climatiques dans l'Arctique. Ces impressionnants animaux dépendent énormément de la glace de mer pour chasser les phoques. Avec le réchauffement de la planète, cet habitat important décline rapidement.

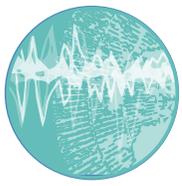
Les scientifiques se servent de la photographie aérienne, des satellites et de la radiotélémétrie pour surveiller les ours blancs dans leur habitat naturel. Les biologistes capturent des femelles et leur installent un collier radio, qui envoie par satellite les données sur les mouvements de l'animal. Seules les femelles peuvent porter un collier, car les mâles ont le cou plus large que la tête. Leur collier ne tiendrait tout simplement pas. Les scientifiques peuvent ainsi obtenir des données sur la date, l'heure et la situation géographique de l'animal et, dans certains cas, des indicateurs biométriques et environnementaux, comme le moment où la femelle se trouve dans sa tanière.

#### LIEUX À EXPLORER :

- **Churchill, Man.**
- **Parc national Wapusk**
- **Territoire autour de la baie d'Hudson**

Les données ainsi obtenues révèlent que les ours se trouvent dans la baie d'Hudson et dans ses environs. Un des principaux dangers pour les ours blancs réside dans la perte de l'habitat que constitue la glace de mer, ce qui réduirait son accès à la nourriture.





# 6 Arctic Monitoring

## Arctic monitoring cards

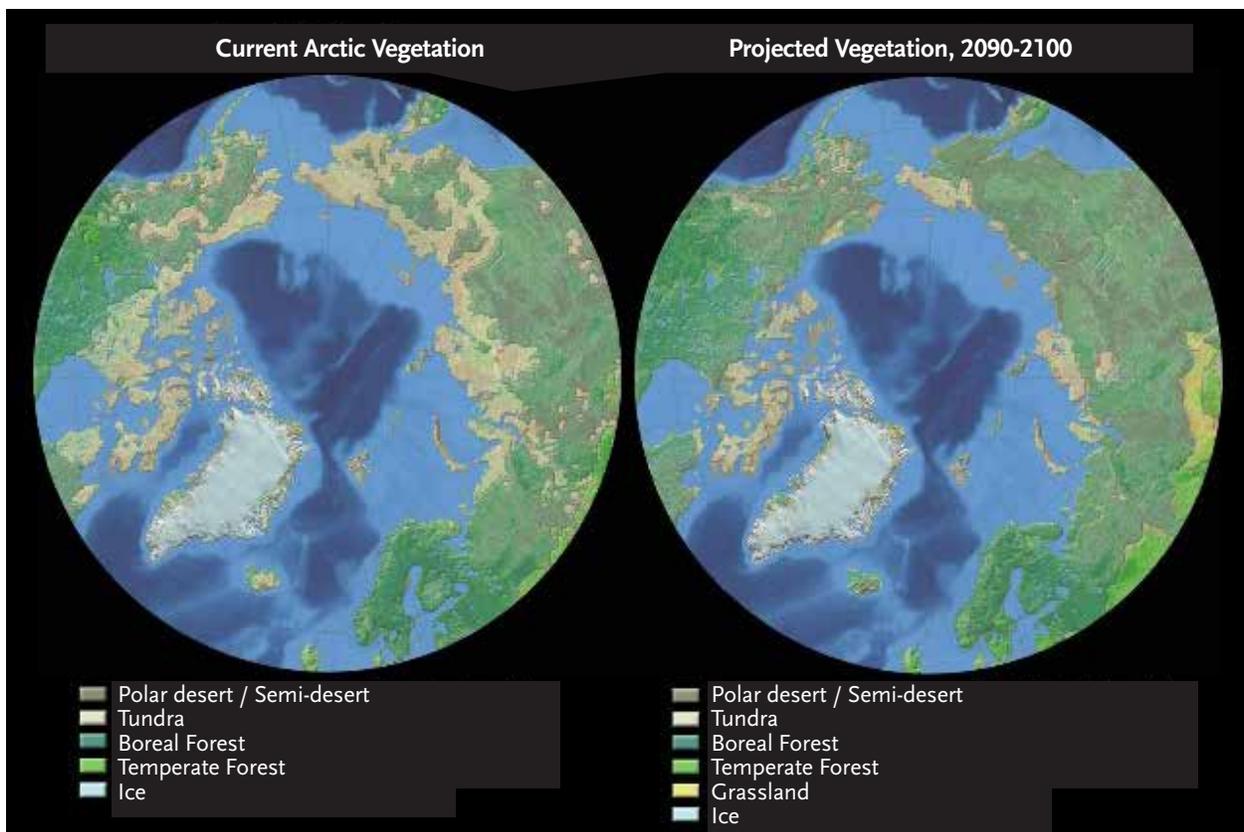
### VEGETATION PATTERNS

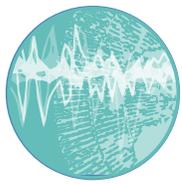
The Arctic tundra biome is composed of low-growing vegetation, such as shrubs, grasses, lichens and moss. With global warming, scientists are observing shifts in vegetation patterns, meaning that the plant distribution is changing in the Arctic.

Remote sensing by satellites is one of the methods used to monitor vegetation patterns in the Arctic. The normalized difference vegetation index (NDVI) is a common index used to monitor the density of vegetation. Visible and infrared satellite sensors measure the amount of radiation from sunlight reflected back into space by land surfaces. Scientists can then take the data and measure the wavelengths of light to determine the growth of vegetation in specific land areas — essentially looking at the “greenness” of an area — monitoring the changes over time.

#### LOCATIONS TO EXPLORE:

The two images below highlight present-day vegetation and show a prediction of how the vegetation may look in the future. Place blocks on the giant floor map to highlight places that show significant change.





# 6 Surveillance de l'Arctique

## Fiches « Surveillance de l'Arctique »

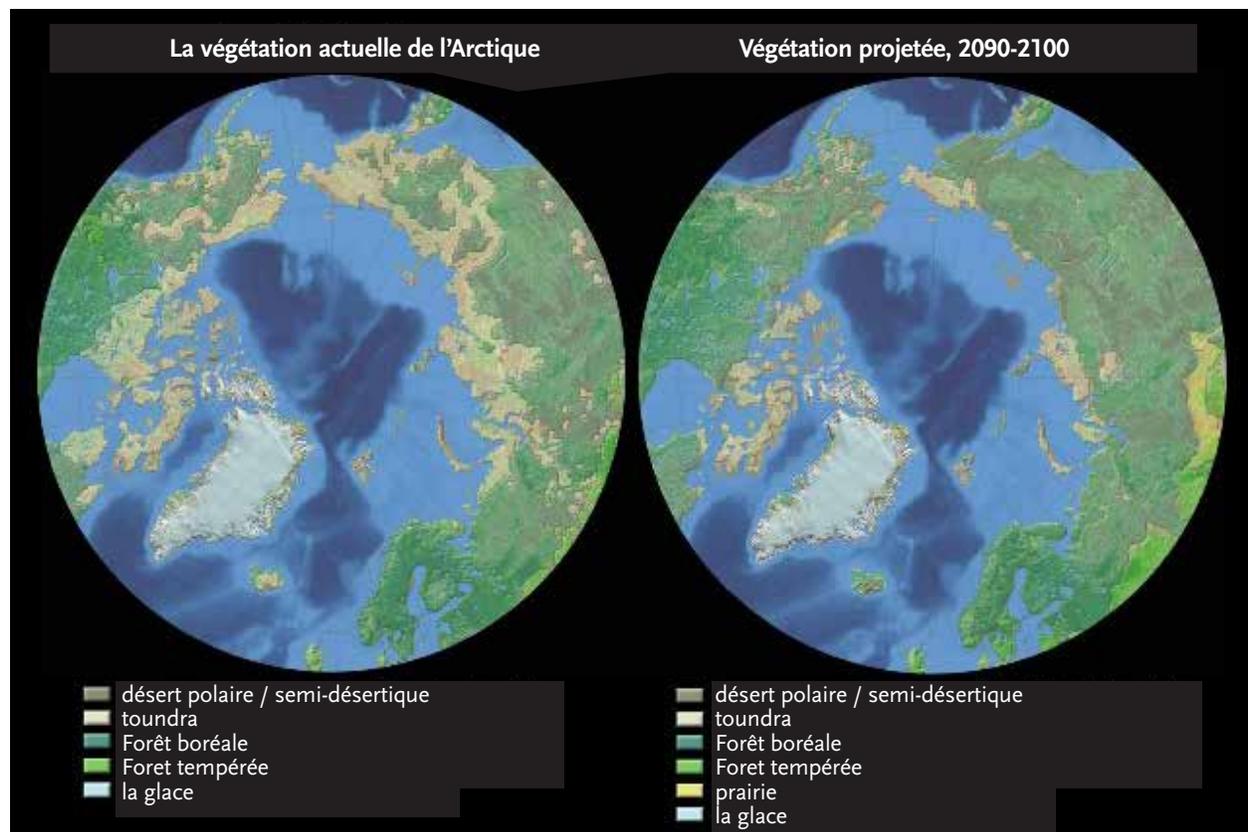
### CONFIGURATIONS DE LA VÉGÉTATION

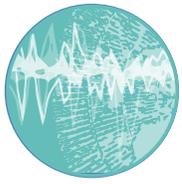
Le biome de la toundra arctique se compose de végétation basse, comme des arbustes, des graminées, des lichens et des mousses. Avec le réchauffement climatique, les scientifiques observent des transformations dans les configurations végétales, ce qui indique des changements dans la distribution des plantes dans l'Arctique.

La télédétection par satellite est l'une des méthodes employées pour surveiller les configurations de végétation dans l'Arctique. L'indice de végétation par différence normalisée (IVDN) est communément utilisé pour suivre la densité de végétation. Des capteurs satellitaires des lumières visibles et infrarouges mesurent la quantité de radiation solaire qui est réfléchi dans l'espace par les surfaces terrestres. À partir de ces données, les scientifiques peuvent mesurer la longueur d'onde de la lumière pour déterminer la croissance des plantes dans certaines zones terrestres — essentiellement en regardant la couleur plus ou moins verte — suivant les changements au fil du temps.

#### LIEUX À EXPLORER :

Les deux images ci-dessous illustrent la végétation actuelle et montrent ce qu'elle pourra devenir. Disposez des blocs sur la carte-tapis géante pour montrer les sites qui connaissent des changements importants.





# 6 Arctic Monitoring

## Arctic monitoring cards

---

## INTERNATIONAL BORDERS

Canada is an Arctic state and exercises its sovereignty in the North through various means. The Canadian Armed Forces conduct regular operations and exercises in the North and also work with the United States through the North American Aerospace Defence Command (NORAD) to monitor continental airspace in the Arctic.

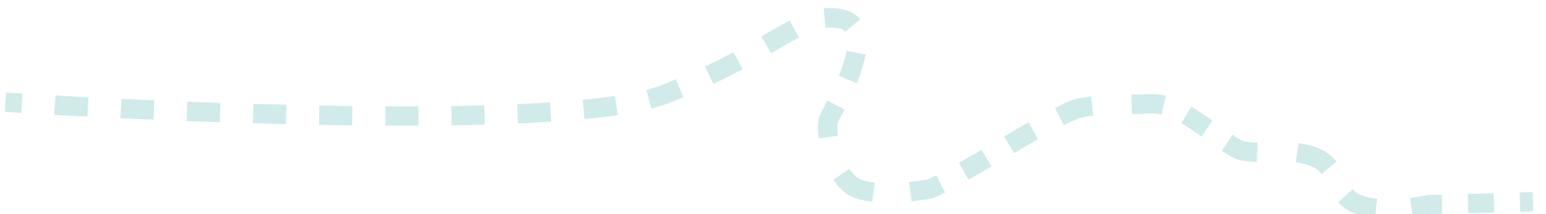
Canada has also expanded the Canadian Rangers, volunteers who are part of the Canadian Armed Forces Reserve from the remote communities across Canada where they serve, including in the Arctic.

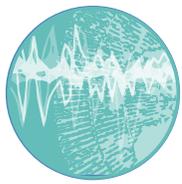
In 2013, the Canadian Armed Forces Arctic Training Centre was opened in Resolute Bay, Nunavut, to serve as a state-of-the-art cold weather training facility for various elements of the Canadian Armed Forces, including the Arctic Response Company Group.

Operation NANOOK is an annual exercise of the Canadian Armed Forces that takes place across the Arctic and involves international, federal, territorial and local partners. Operation NANOOK includes both defence and safety-focused scenarios, and focuses on cooperation in the challenging Arctic environment. Since 2010, Operation NANOOK has involved international partners such as the United States and Denmark.

### LOCATIONS TO EXPLORE:

- **Resolute Bay, Nunavut:** location of the Canadian Forces Arctic Training Centre.
- **Yukon, Northwest Territories, Nunavut:** Places in Canada where operation NANOOK takes place.
- **United States and Denmark:** NANOOK's international reach to date.





# 6 Surveillance de l'Arctique

## Fiches « Surveillance de l'Arctique »

### FRONTIÈRES INTERNATIONALES

Le Canada fait partie des États de l'Arctique et exerce sa souveraineté sur le Nord de diverses façons. Les Forces armées canadiennes y mènent des opérations et des exercices et collaborent avec les États-Unis dans le cadre du Commandement de la défense aérospatiale de l'Amérique du Nord (NORAD) pour surveiller l'espace aérien continental dans l'Arctique.

Le Canada a aussi déployé ses Rangers canadiens sur un plus vaste territoire. Ce sont des volontaires de la réserve des Forces armées canadiennes au service de collectivités éloignées du Canada, notamment dans l'Arctique, où ils résident.

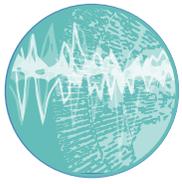
En 2013, le Centre de formation des Forces armées canadiennes dans l'Arctique a ouvert ses portes à Resolute Bay, au Nunavut. Il s'agit d'une installation de pointe pour l'entraînement en milieu froid de diverses unités des Forces armées canadiennes, y compris le groupe-compagnie d'intervention dans l'Arctique.

L'opération NANOOK est un exercice annuel des Forces armées canadiennes qui se déroule dans l'Arctique et fait appel à des partenaires internationaux, fédéraux, territoriaux et locaux. Cette opération, qui comprend à la fois des scénarios de défense et de sécurité, favorise la coopération dans l'environnement difficile de l'Arctique. Depuis 2010, l'opération NANOOK a collaboré avec des partenaires comme les États-Unis et le Danemark.

#### LIEUX À EXPLORER :

- **Resolute Bay, Nunavut** : Site du Centre de formation des Forces armées canadiennes dans l'Arctique.
- **Yukon, Territoires du Nord-Ouest, Nunavut** : Sites au Canada où se déroulent les exercices de l'opération NANOOK.
- **États-Unis et Danemark** : Partenaires de NANOOK jusqu'à présent.





# 6 Arctic Monitoring

## Arctic monitoring cards

### POLLUTION

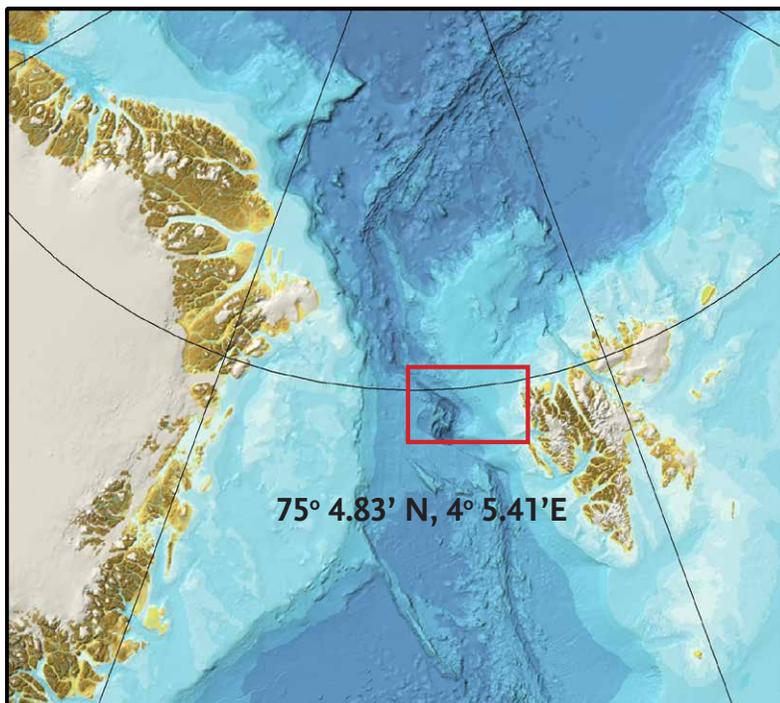
Pollution can take many forms in the environment, from greenhouse gases in the atmosphere to microplastics in the water, to toxins in animals and fish. Despite being sparsely populated, the Arctic is not immune to pollution. One example of a type of pollution is litter accumulating in the Arctic. Since 2002, researchers from Germany's Alfred Wegener Institute have been studying litter pollution at two stations that are part of a larger deep-sea observation network called the Long-Term Ecological Research (LTER) Hausgarten, made up of 21 stations in total.

To study the accumulation of litter on the Arctic sea floor, scientists conduct photographic surveys by towing a special underwater camera system along a latitudinal gradient. The camera, called an ocean floor observation system, is made to withstand the harsh conditions of deep Arctic waters and can go to depths of 2,500 metres.

The researchers have found that marine litter continues to increase and spread to the North. They speculate that some of the litter may have been trapped in sea ice from passing ships and is being released when the ice melts. The fragmentation of small-sized plastic is also a concern because it can have negative effects on marine life. At one of the research stations, scientists found that the amount of marine litter was 20 times greater in 2014 than in 2004.

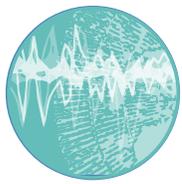
#### LOCATIONS TO EXPLORE:

The 21 stations that make up the LTER Hausgarten Observatory are in the Fram Strait, located between Greenland and Svalbard.



Source: Atlas of submarine glacial landforms





# 6 Surveillance de l'Arctique

## Fiches « Surveillance de l'Arctique »

### POLLUTION

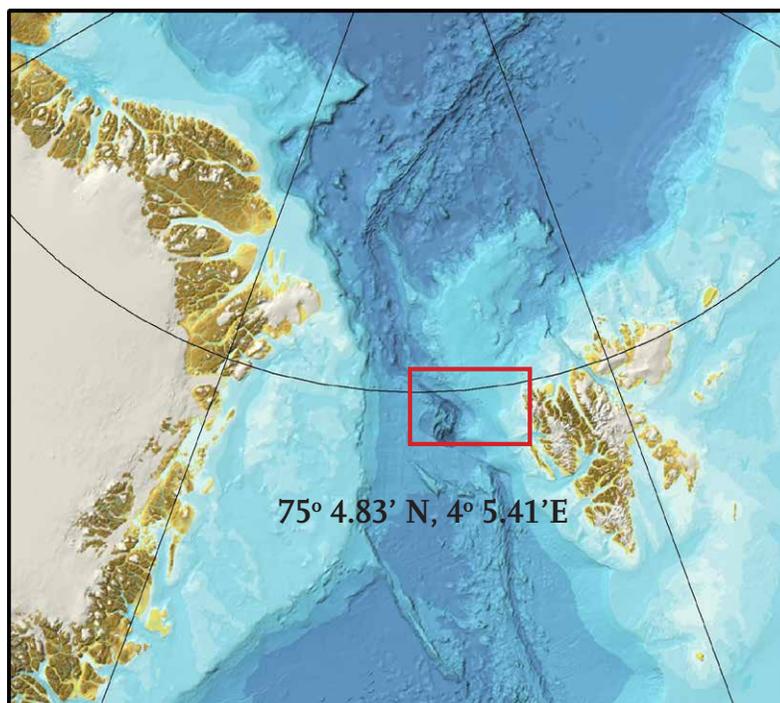
La pollution peut prendre diverses formes dans l'environnement : gaz à effet de serre dans l'atmosphère, particules de microplastique dans l'eau, toxines dans les poissons et autres animaux. Bien que l'Arctique soit peu peuplé, il n'est pas exempt de pollution. L'accumulation de déchets est un exemple de pollution qui touche cette région. Depuis 2002, des chercheurs de l'institut allemand Alfred Wegener étudient l'accumulation des ordures à deux stations qui font partie d'un réseau plus large d'observation en mer appelé Long-Term Ecological Research (LTER) Hausgarten et comprenant un total de 21 stations.

Pour étudier l'accumulation de déchets dans les fonds marins de l'Arctique, les scientifiques ont fait des relevés photographiques en remorquant un système spécial de caméras sous-marines le long d'un gradient latitudinal. Ce système d'observation des fonds marins est conçu pour supporter les conditions difficiles des profondeurs arctiques et peut atteindre 2500 mètres de profondeur.

Ces recherches ont révélé que les ordures continuent de s'accumuler et de s'étendre vers le nord. Ils pensent qu'une partie des déchets est restée piégée dans la glace de mer au passage des navires et s'est déposée sur le lit marin à la fonte. La fragmentation du plastique en petites particules est un sujet d'inquiétude, car cela peut avoir des effets néfastes sur la vie marine. Selon cette étude, l'une des stations de recherche comporterait 20 fois plus de déchets en 2014 qu'en 2004.

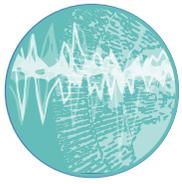
#### LIEUX À EXPLORER :

Les 21 stations qui composent le réseau d'observation LTER Hausgarten se trouvent dans le détroit de Fram qui passe entre le Groenland et Svalbard.



Source: Atlas des formes de relief glaciaires sous-marines





# 6 Arctic Monitoring

## Arctic monitoring cards

### TRADITIONAL HUNTING PRACTICES

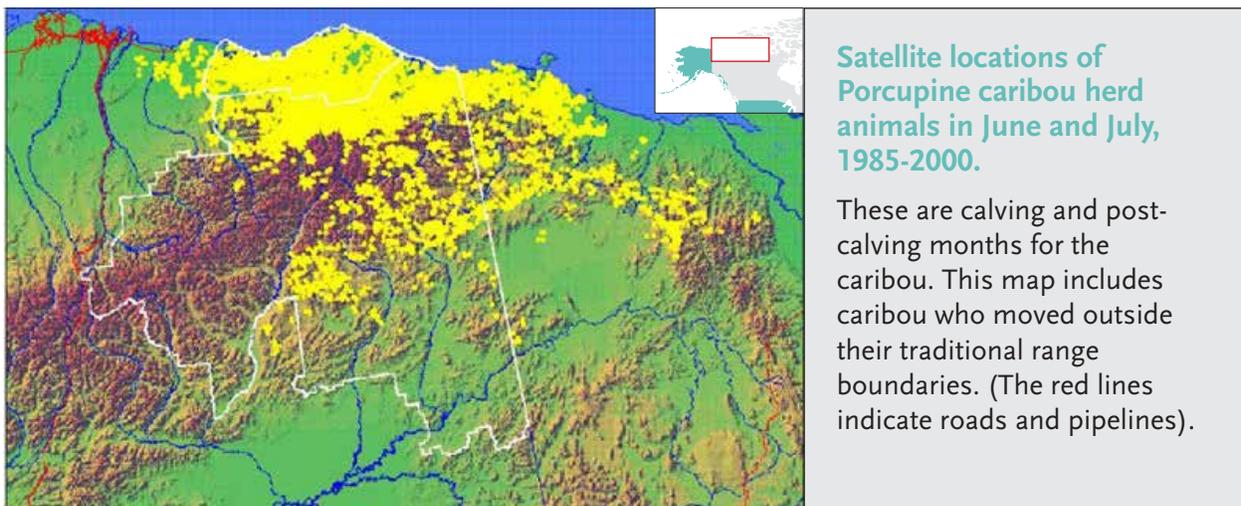
Climate change affects the availability of certain species that are important for the traditional hunting and harvesting practices of Indigenous people living in the Arctic. Using technologies like satellite tracking in combination with hunting reports, it is possible to monitor different animal populations and practise sustainable hunting. There has also been a movement towards community-based monitoring that is community-driven, gathering information that community members want to enhance their decision-making process.

For example, many Northern people, such as the Inuit, rely on barren-ground caribou as a food source and to make traditional clothing. The Porcupine caribou herd is one of the largest migratory barren-ground caribou herds in North America. The Porcupine Caribou Management Board uses GPS collars to track the caribou range distribution and migration patterns.

To capture the caribou, biologists use helicopters to drop a net on the animals from above. This immobilizes them without hurting them so the researchers can gather information about the population. They then attach GPS collars, which can last up to four years. These collars transmit information used to create maps and contribute information to census counts being done through aerial photography. Scientists also work with Inuit hunters who are caribou experts and can provide population estimates that determine limitations for sustainable hunting.

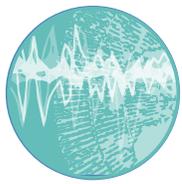
#### LOCATIONS TO EXPLORE:

Explore the map highlighting the distribution of the Porcupine caribou herd using satellite collars.



Source: US Fish and Wildlife Service





# 6 Surveillance de l'Arctique

## Fiches « Surveillance de l'Arctique »

### CHASSE TRADITIONNELLE

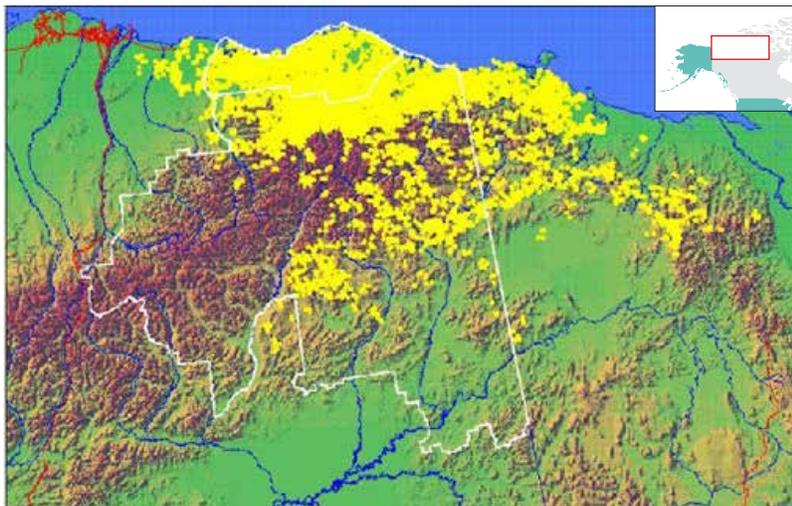
Les changements climatiques influent sur la disponibilité de certaines espèces qui comptent beaucoup dans les pratiques traditionnelles de chasse et de cueillette des Autochtones de l'Arctique. En combinant des technologies comme le suivi par satellite avec les rapports de chasse, il est possible de surveiller différentes populations animales et de pratiquer une chasse durable. On observe aussi un mouvement vers la surveillance réalisée par les collectivités locales et vers un partenariat avec les autres collectivités pour collecter des données susceptibles d'aider les Autochtones à prendre des décisions concernant leur territoire.

Par exemple, de nombreux groupes, dont les Inuits, ont recours au caribou de la toundra pour se nourrir et confectionner les vêtements traditionnels. La harde de caribous de la rivière Porcupine est l'un des plus grands troupeaux de caribous migrateurs en Amérique du Nord. Le Conseil de gestion de la harde de caribous de la Porcupine se sert de colliers GPS pour suivre ces mammifères et connaître leur distribution et leurs mouvements migratoires.

Pour les capturer, les biologistes les survolent en hélicoptère et leur lancent un filet en plein vol. Ils immobilisent les bêtes sans leur faire de mal afin de collecter des données sur la population. Ils leur attachent ensuite un collier GPS qui peut fonctionner quatre ans. Ces colliers transmettent les données qui servent à élaborer des cartes et qui complètent les recensements effectués par photographie aérienne. Les scientifiques travaillent aussi avec les chasseurs inuits qui connaissent bien les caribous et peuvent fournir des estimations de la population utiles pour déterminer les restrictions en vue d'une chasse durable.

#### LIEUX À EXPLORER :

Explorez la carte en observant la distribution de la harde de caribous de la Porcupine mise en évidence par les colliers GPS.

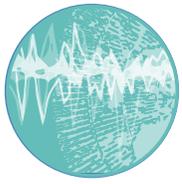


#### Localisation satellite des animaux de la harde de caribous de la Porcupine en juin et en juillet 1985-2000.

Ce sont des mois de vélage et de post-vélage pour le caribou. Cette carte comprend le caribou qui a déménagé à l'extérieur de ses limites traditionnelles. (Les lignes rouges indiquent les routes et les pipelines).

Source: US Fish and Wildlife Service





# 6 Arctic Monitoring

## Arctic monitoring cards

### SNOW AND ICE

Monitoring snow cover and sea ice in the Arctic is important because it acts as an indicator of climate change. Sea ice reflects sunlight back into space, but open ocean absorbs sunlight and heats up the water, even further.

The American National Snow and Ice Data Center uses satellites to monitor the effects of global warming on the extent of sea ice melting. Arctic ice has shrunk to record-level lows several times over the past decade, which has had an impact on traditional hunting and transportation routes between Inuit communities.

Satellites allow scientists to measure sea ice over a wider area than just ground-level observations of thickness. Satellites pass over the Arctic collecting data, which researchers can then compile into images and analyze, comparing changes over the course of years and decades. They combine satellite information with traditional knowledge from the local Indigenous communities (Smart Ice Project).

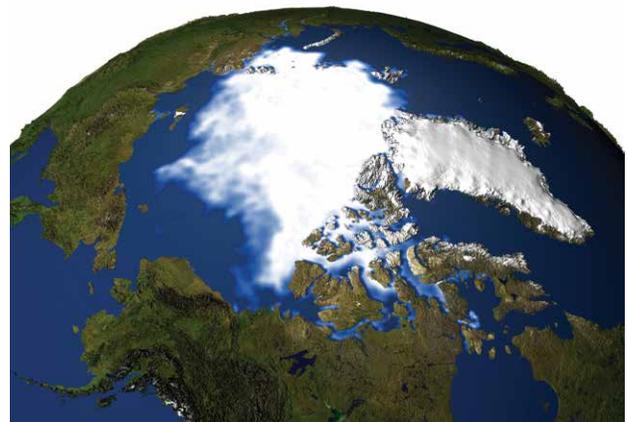
#### LOCATIONS TO EXPLORE:

Arctic sea ice reached its annual maximum on March 21, 2014. Examine the two NASA images and use the coloured blocks to highlight places where a clear change has occurred.



Source: NASA GSFC Scientific Visualization Studio

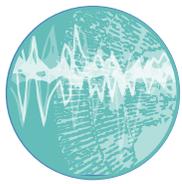
1979



Source: NASA GSFC Scientific Visualization Studio

2003





# 6 Surveillance de l'Arctique

## Fiches « Surveillance de l'Arctique »

### NEIGE ET GLACE

Il importe de surveiller le couvert de neige et de glace de mer dans l'Arctique parce que la glace de mer est un indicateur des changements climatiques. La glace de mer réfléchit la radiation solaire dans l'espace, alors que l'eau libre absorbe les rayons et réchauffe l'eau.

Le Centre national de données sur la neige et la glace des États-Unis utilise les satellites pour surveiller les effets du réchauffement mondial sur l'ampleur de la fonte de la glace de mer. Au cours de la dernière décennie, le rétrécissement de la glace de mer dans l'Arctique a atteint des records à plusieurs reprises, ce qui a menacé les pratiques traditionnelles de chasse et les voies de communication des collectivités inuites.

Grâce aux satellites, les scientifiques peuvent mesurer la glace de mer de façon beaucoup plus fiable que ne le permettent les mesures d'épaisseur effectuées en mer. Les satellites passent au-dessus de l'Arctique et collectent des données dont les chercheurs tirent des images; ils peuvent analyser et comparer les changements au fil des ans et des décennies. Ils combinent des données satellitaires avec le savoir autochtone des collectivités locales.

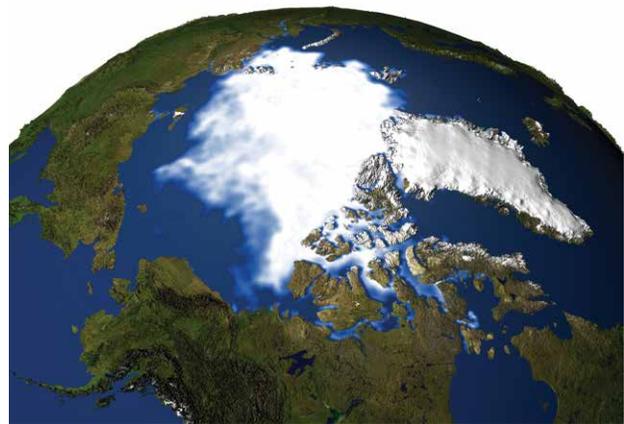
#### LIEUX À EXPLORER :

En 2014, la glace de mer de l'Arctique a atteint son maximum annuel le 21 mars. Examinez les deux images de la NASA et utilisez les blocs de couleur pour mettre en évidence les sites où un changement manifeste apparaît.



Source : NASA GSFC Scientific Visualization Studio

1979



Source : NASA GSFC Scientific Visualization Studio

2003

