



LSCE

LABORATOIRE DES SCIENCES DU CLIMAT
& DE L'ENVIRONNEMENT

CEARC

Cultures • Environnements
Arctique • Représentations • Climat

UVSQ

université PARIS-SACLAY

Impacts du Changement Climatique en Arctique

Approche interdisciplinaire, régionale et sociétale

Jeanne Gherardi-Scao

DÉROULÉ DE L'EXPOSÉ

- Climat Arctique : état des lieux
 - SROCC - 2019
 - Arctic Report Card 2021
 - IPCC AR6 – 2021
- Zoom sur le Scoresby Sund
 - Le projet SeMPER Arctic
 - Les premiers terrains
 - Perception et adaptation

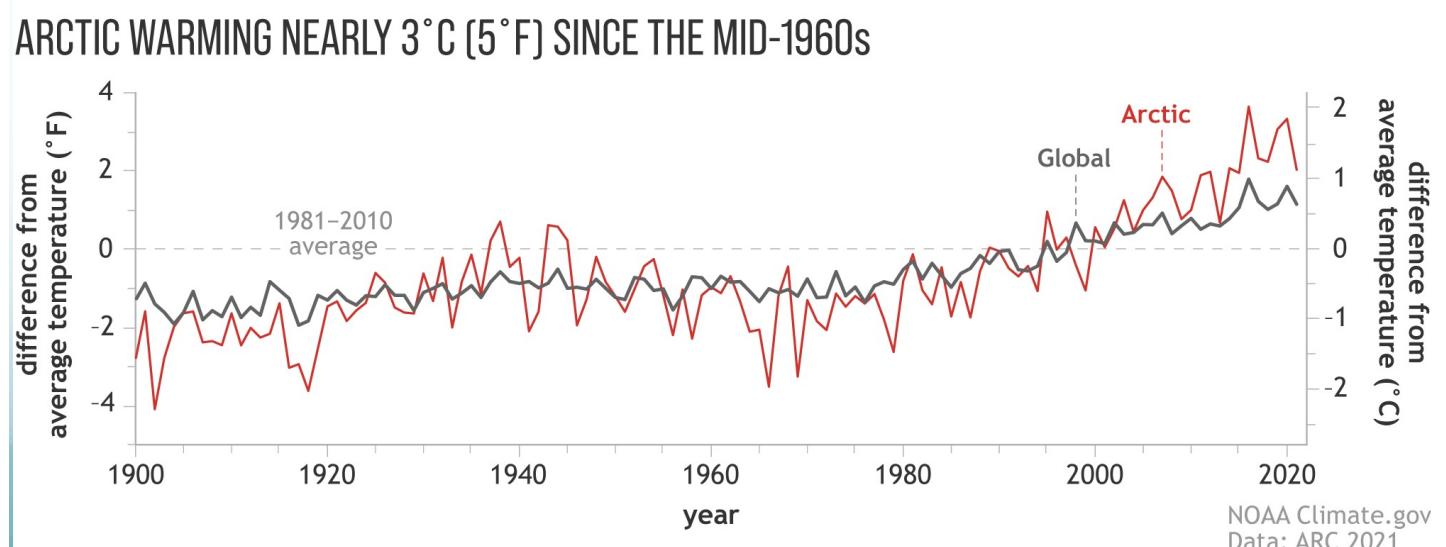
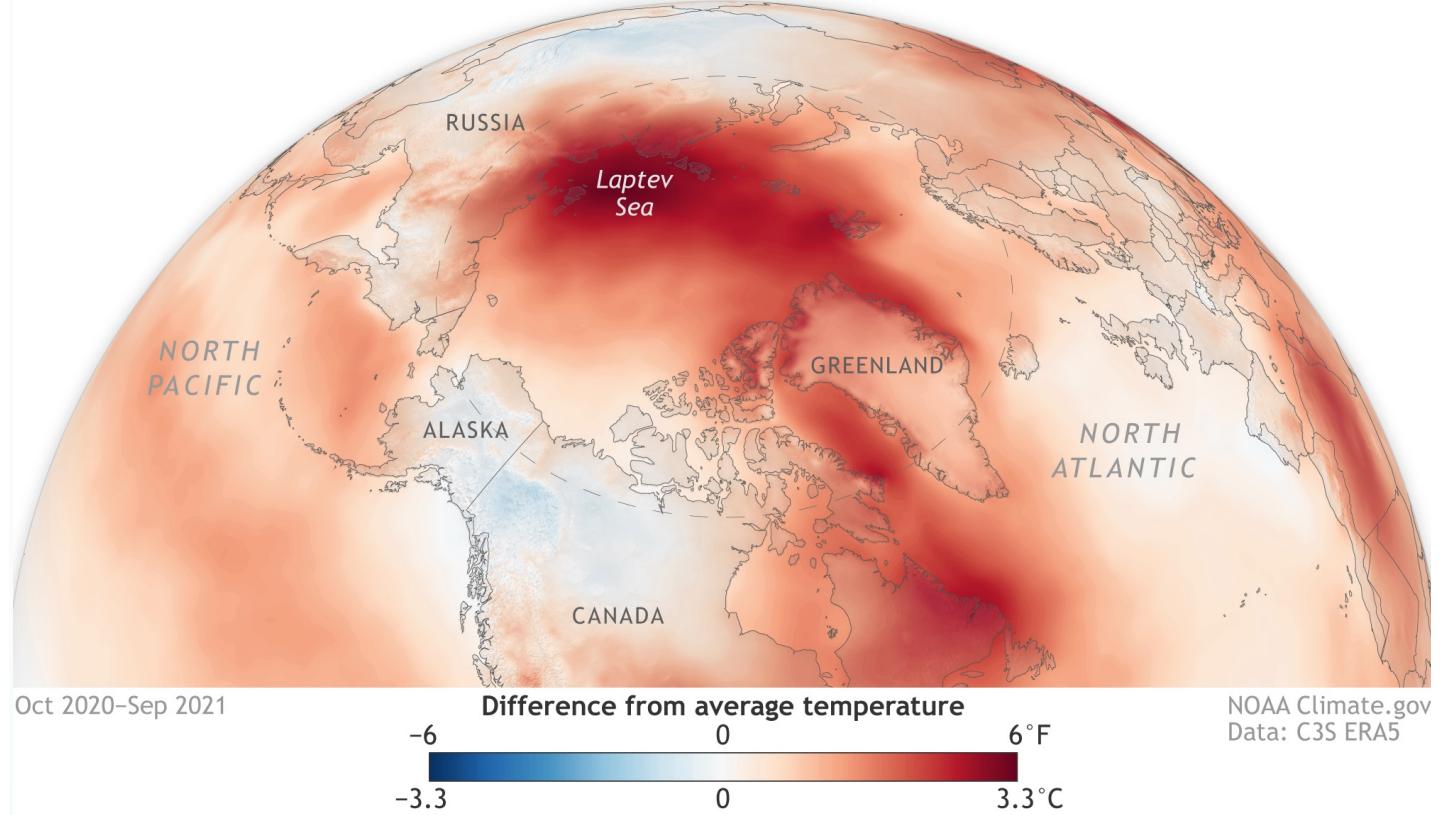


POINT MARQUANT

- L'évolution de l'environnement Arctique continue d'être caractérisé par un réchauffement rapide et marqué
- l'Arctique continue de se réchauffer plus de deux fois plus vite que le reste du globe



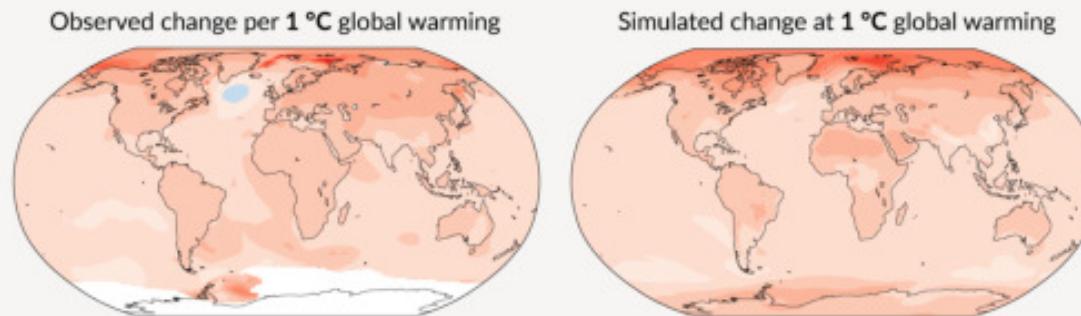
Arctic Report Card, 2021



PROJECTION DES TEMPERATURES

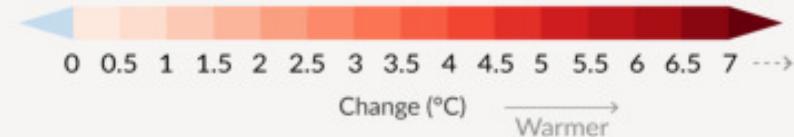
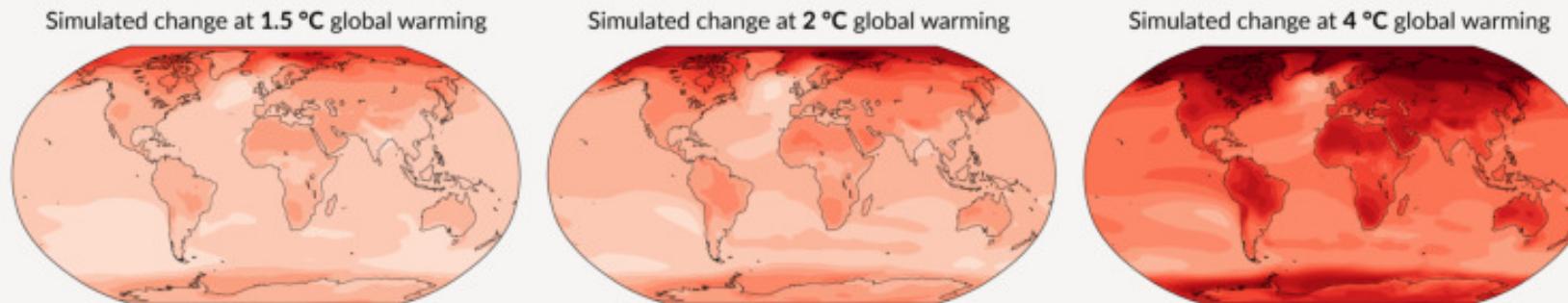
a) Annual mean temperature change ($^{\circ}\text{C}$) at 1 $^{\circ}\text{C}$ global warming

Warming at 1 $^{\circ}\text{C}$ affects all continents and is generally larger over land than over the oceans in both observations and models. Across most regions, observed and simulated patterns are consistent.



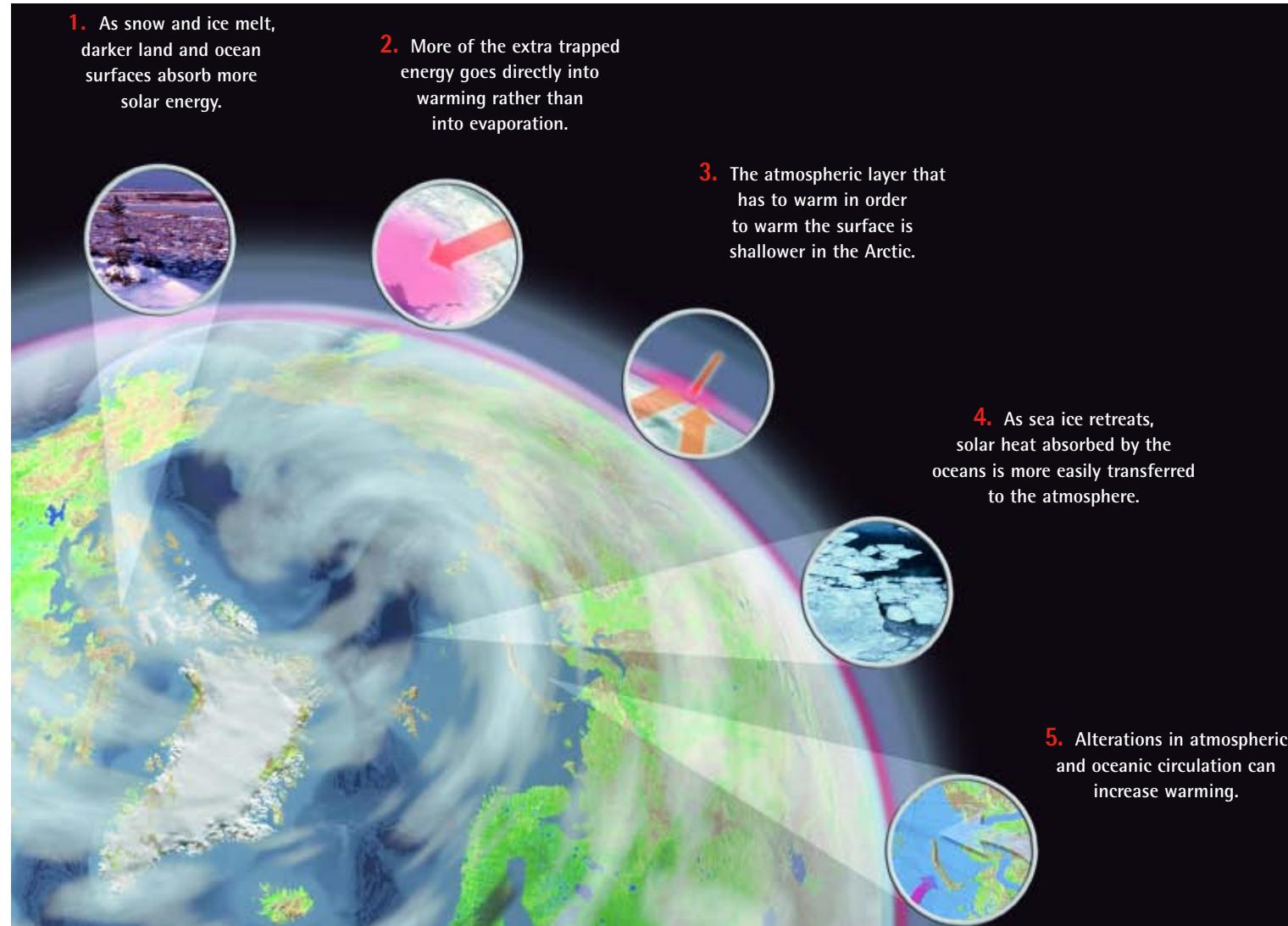
b) Annual mean temperature change ($^{\circ}\text{C}$) relative to 1850-1900

Across warming levels, land areas warm more than oceans, and the Arctic and Antarctica warm more than the tropics.



AMPLIFICATION ARCTIQUE

- Réduction de l'albédo estival due à la perte de la glace de mer et de la couverture neigeuse,
- Augmentation de la teneur totale en vapeur d'eau dans l'atmosphère arctique,
- Changements dans la nébulosité totale en été,
- Chaleur supplémentaire générée par la glace de mer nouvellement formée dans des zones d'eau libre plus étendues en automne,
- Transport vers le nord de la chaleur et de l'humidité
- Taux plus faible de perte de chaleur dans l'espace depuis l'Arctique par rapport aux régions subtropicales.



2021 Arctic-wide highlights

Tundra greening

2021 Pan-Arctic tundra vegetation greenness second-highest in 39-year record.

Arctic rivers

Long-term increasing river discharge reveals intensifying water cycle.

Sea ice volume

Sea ice volume in April lowest observed since records began in 2010.

EMERGING DISRUPTIONS

Ocean noise

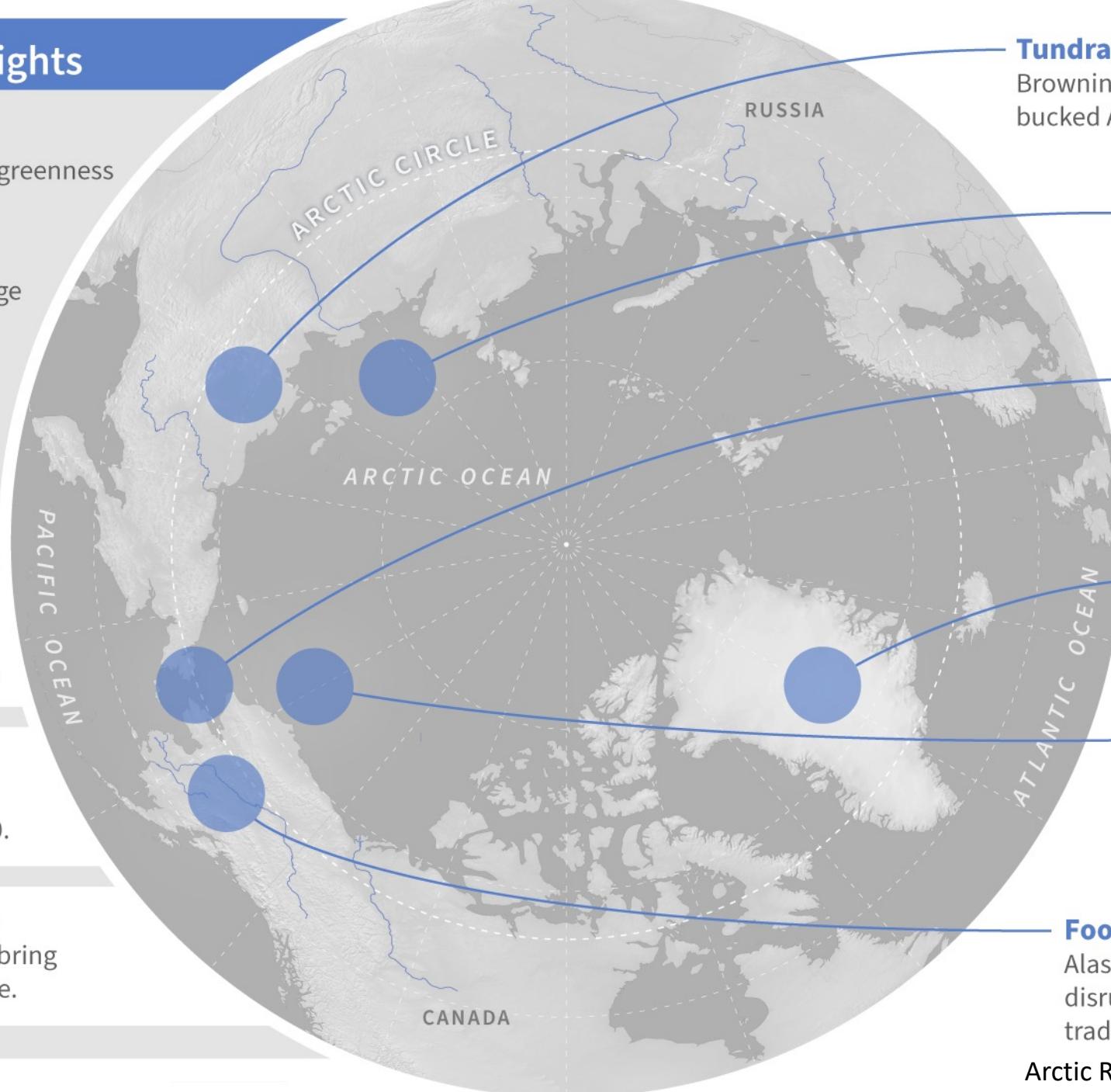
Sea ice loss, more ship traffic are increasing underwater noise.

Beaver range expansion

Beaver ponds on Alaskan tundra doubled in most areas since 2000.

Glacier, permafrost hazards

Glacier retreat, permafrost thaw bring landslides, infrastructure collapse.



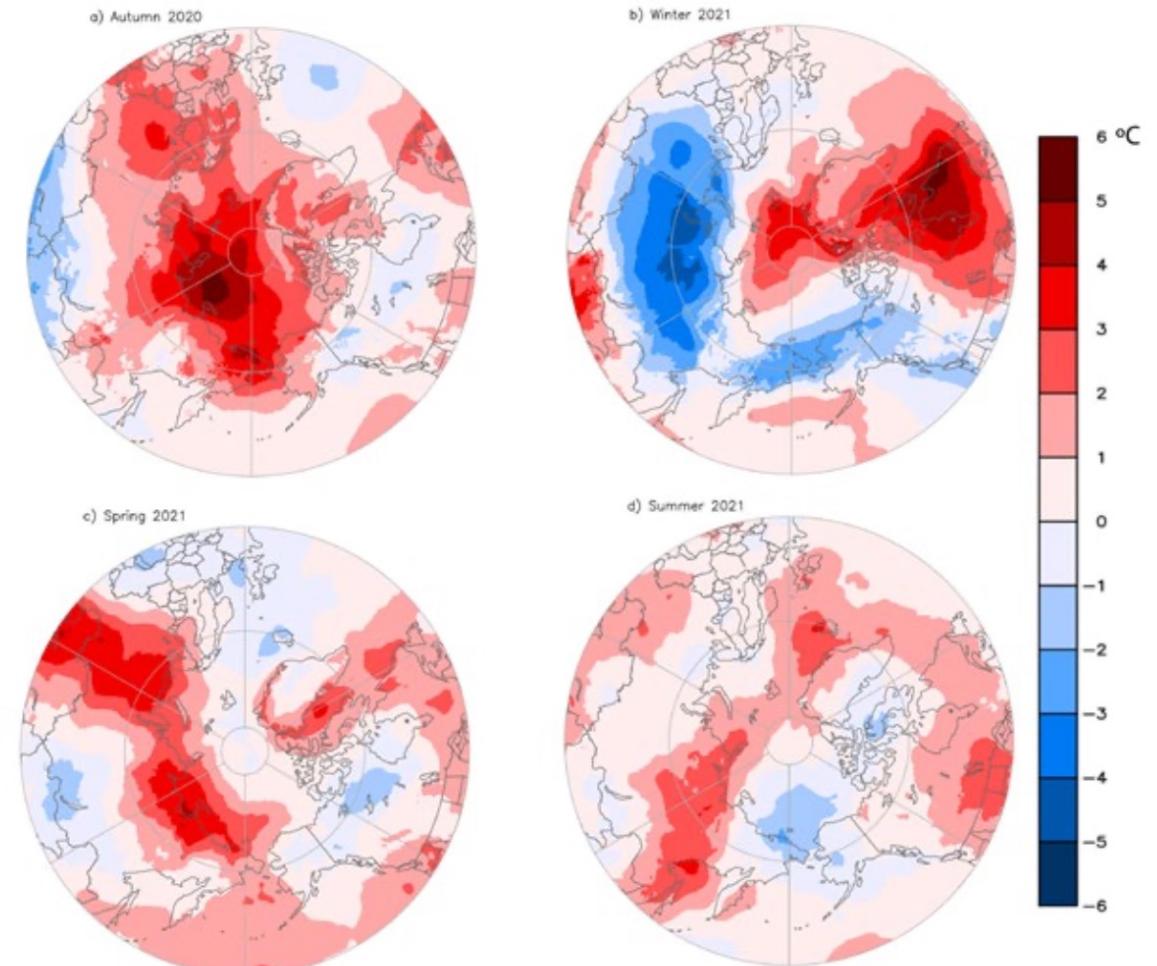
TEMPÉRATURE DE SURFACE

Anomalies saisonnières, marquées en automne

Anomalie dans les jets streams

Arctic Oscillation - OA

North Atlantic Oscillation - NAO



Near surface seasonal air-temperature anomalies in °C relative to 1981-2010 average

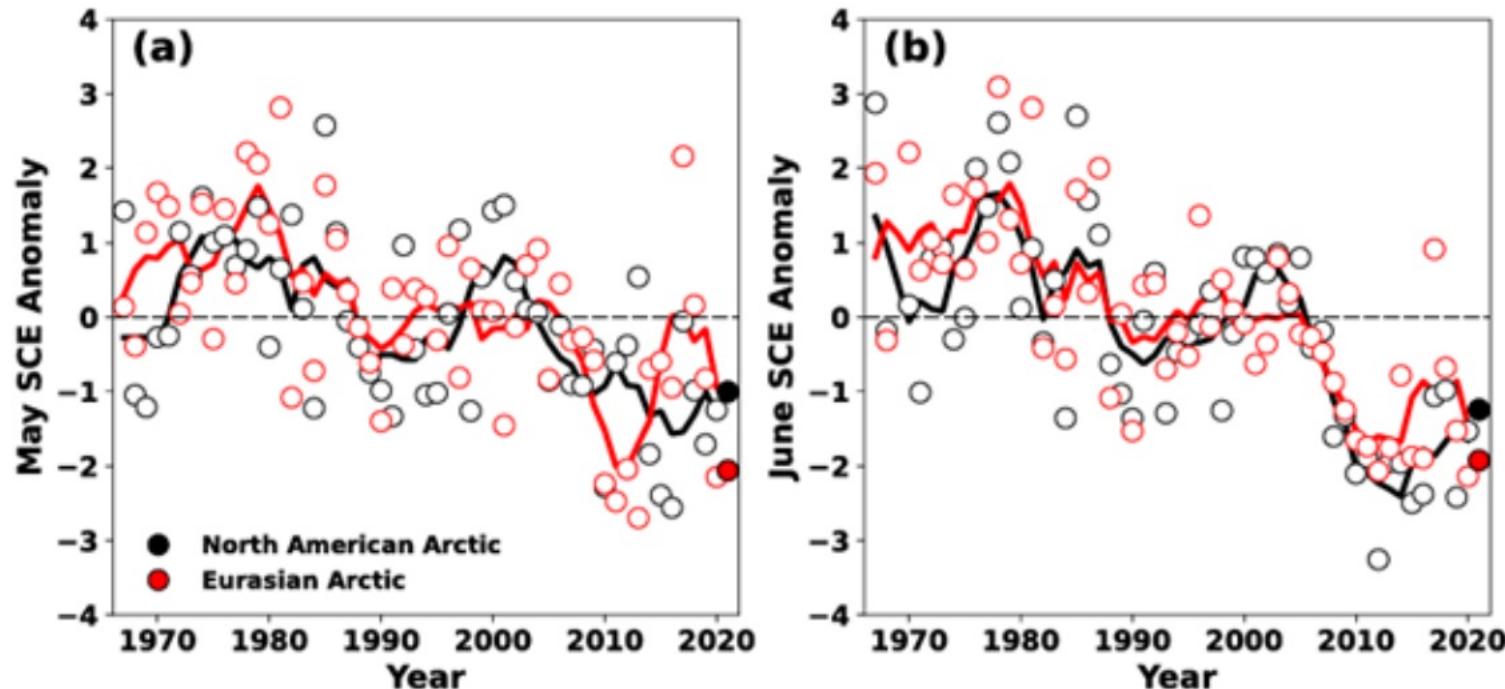
COUVERTURE NEIGEUSE

Evolution de la couverture neigeuse :

May : -3,8+/- 1,9% par décennie

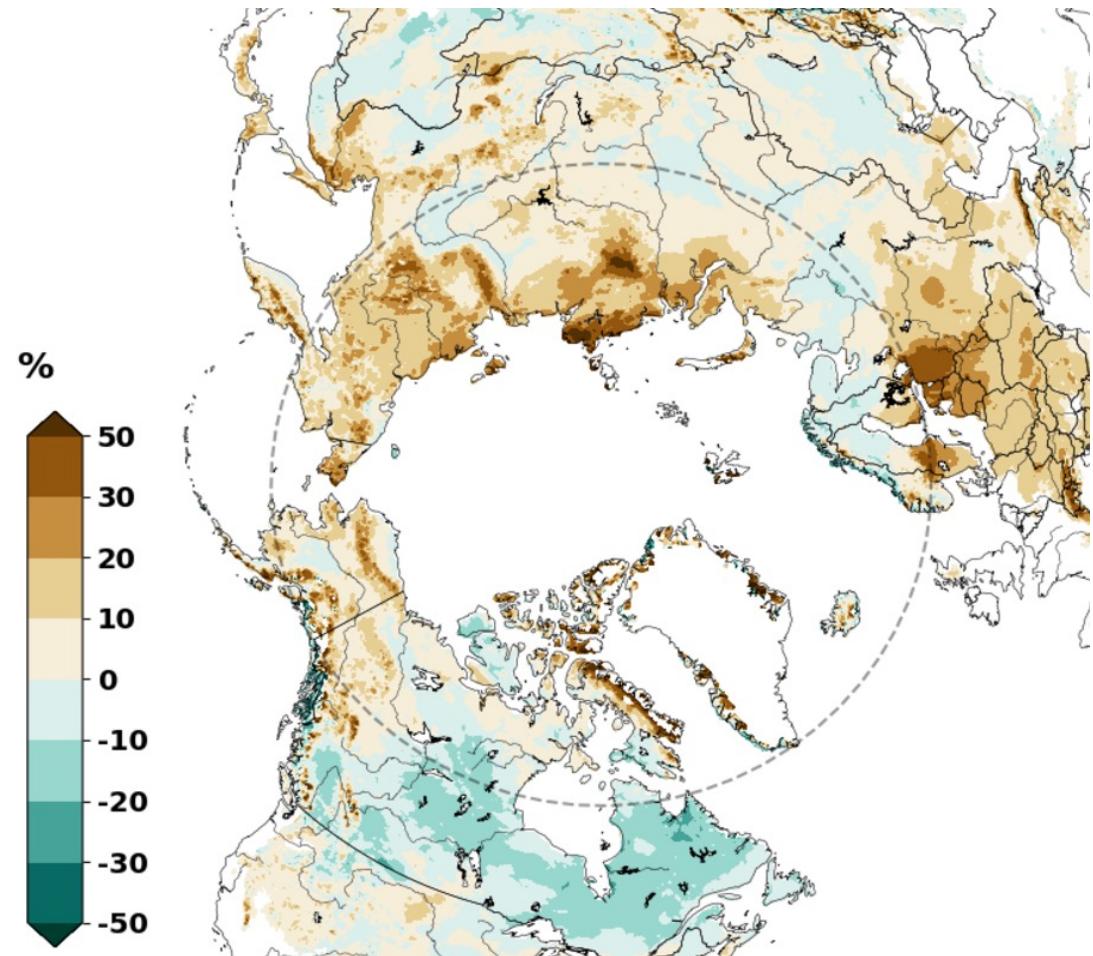
June : -15,5+/- 5,8% par décennie

la tendance de la masse de neige est à une diminution de **-2 +/- 1,7 % par décennie**, ce qui représente une diminution de près de 10% de l'eau stockée de façon saisonnière dans tout l'Arctique depuis 1981



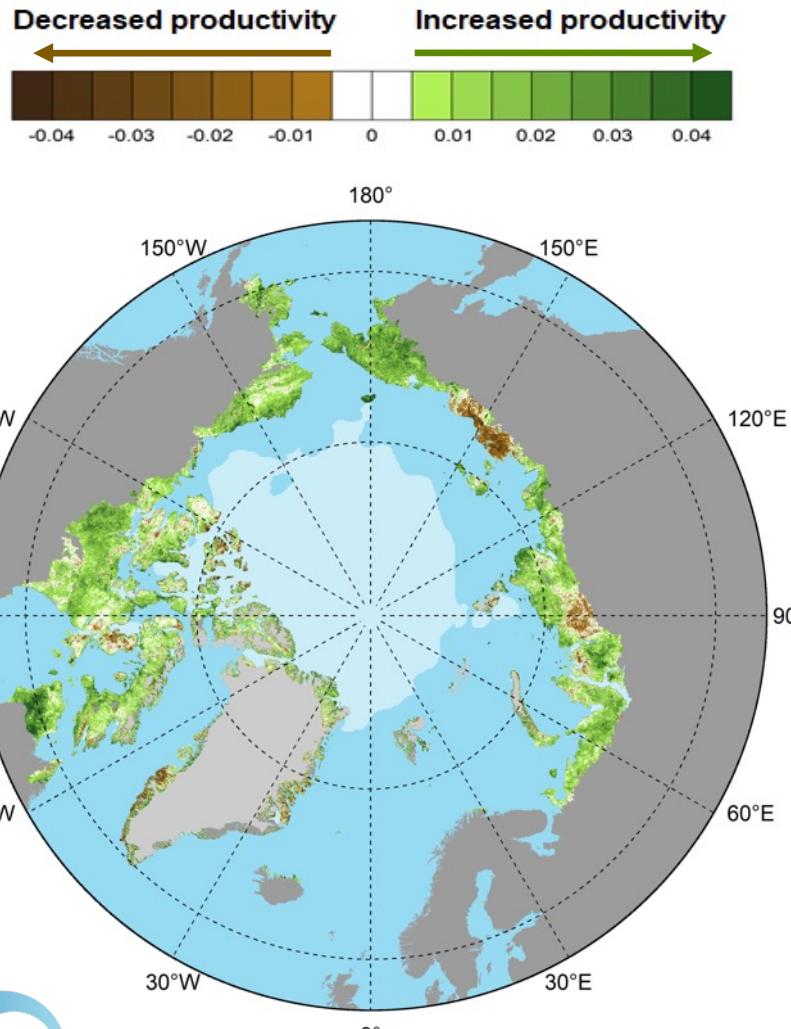
COUVERTURE NEIGEUSE

- La période sans neige de 2020 a été jusqu'à 50 % plus longue dans l'Eurasie arctique par rapport à la moyenne.
- L'été 2020 a connu la plus longue période sans neige dans l'Eurasie arctique depuis au moins 22 ans.



Arctic Report Card, 2021

EVOLUTION DE LA COUVERTURE NEIGEUSE : CONSÉQUENCES



Fonte des neiges plus précoce =>

- verdissement de la toundra,
- risque accru d'incendie de forêt
- une augmentation de la productivité terrestre estivale



CALOTTE GLACIAIRE

Le bilan massique de la calotte glaciaire =

bilan massique de surface, (la neige accumulée sur la calotte glaciaire et la perte de glace par la fonte de surface et le ruissellement)

+ bilan massique de la décharge de glace solide par le vêlage des glaciers de marée.

La fonte de surface est sensible aux conditions atmosphériques et aux conditions de surface de la calotte glaciaire, et constitue une composante majeure de la perte de glace (ablation).

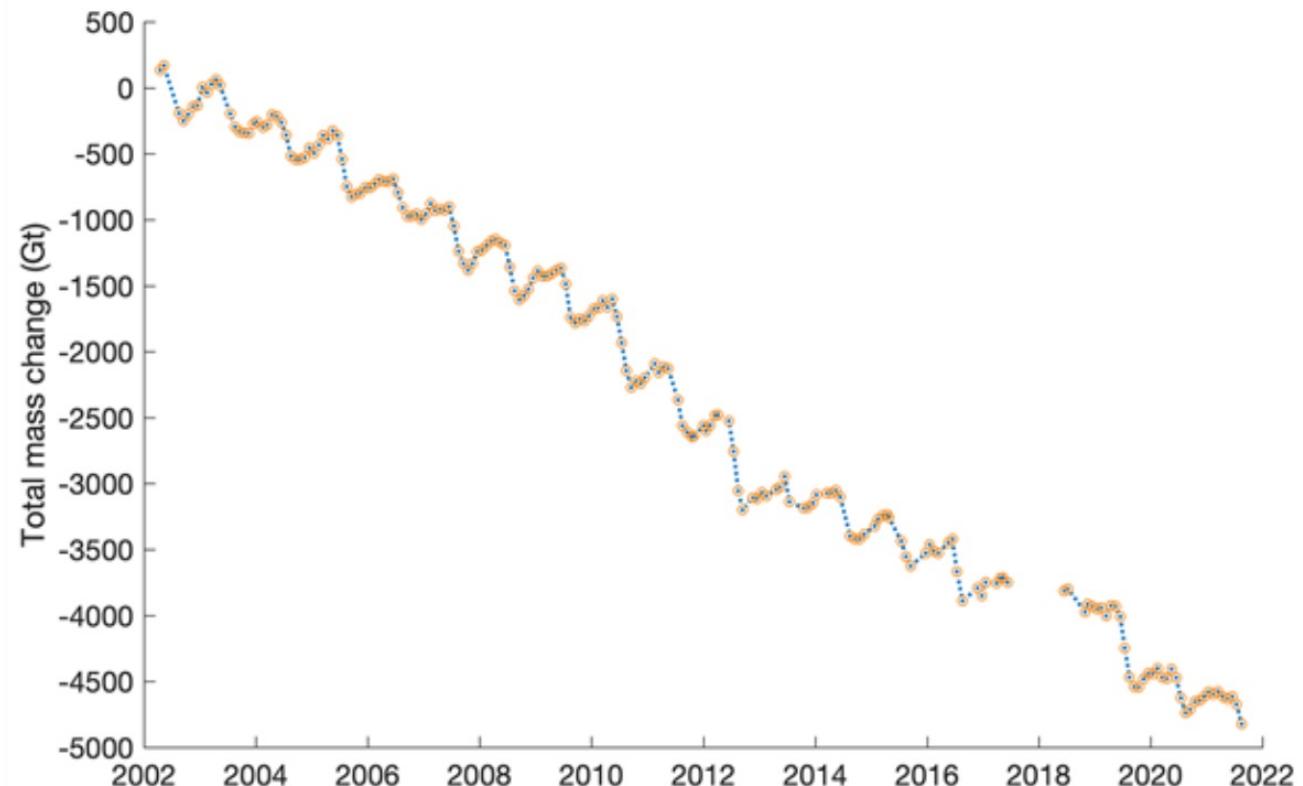
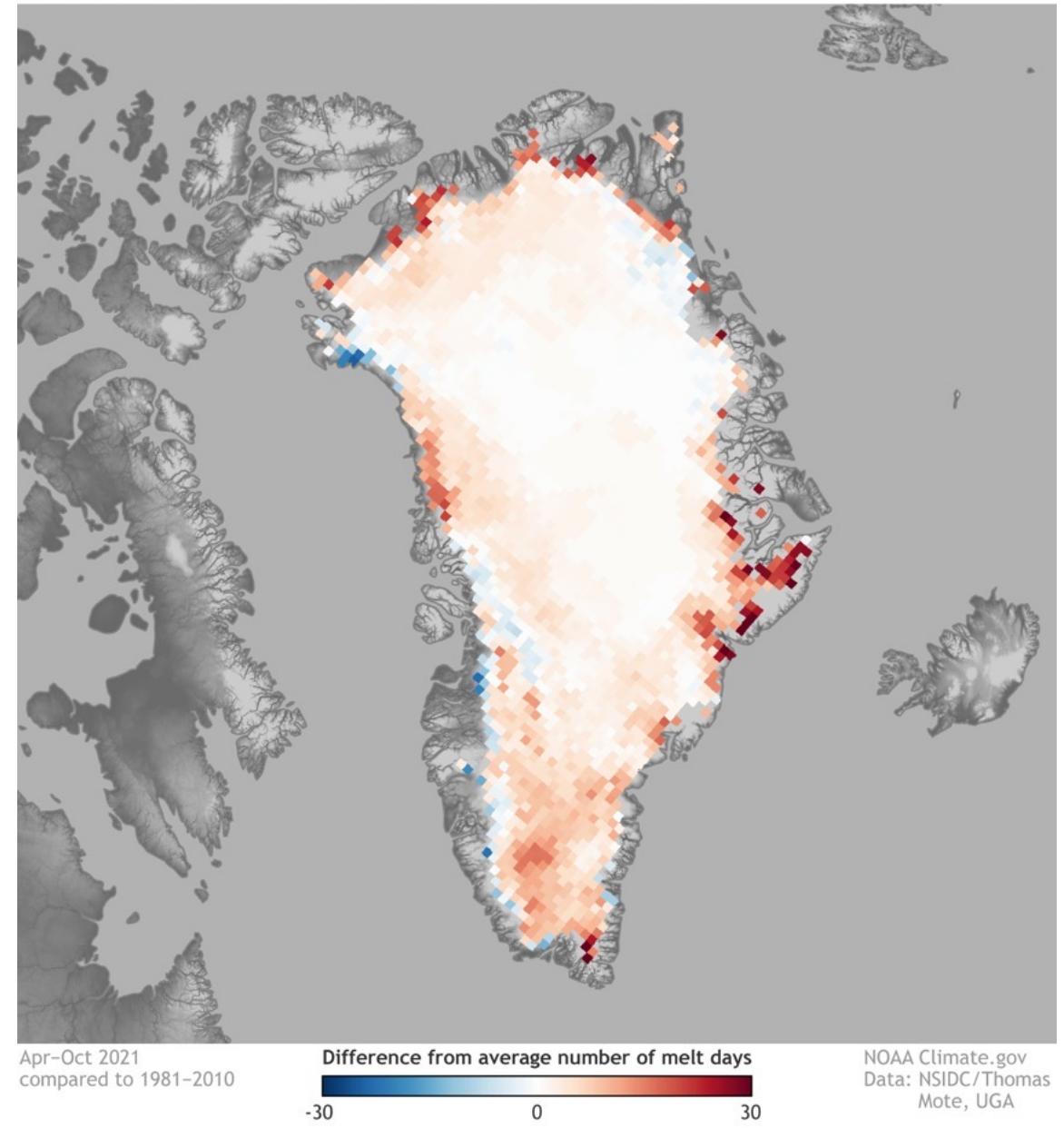


Fig. 1. Total mass change (Gt) of the Greenland ice sheet from April 2002 to August 2021 determined from GRACE (2002-17) and GRACE-FO (2018-Present) satellite data.

CALOTTE GLACIAIRE

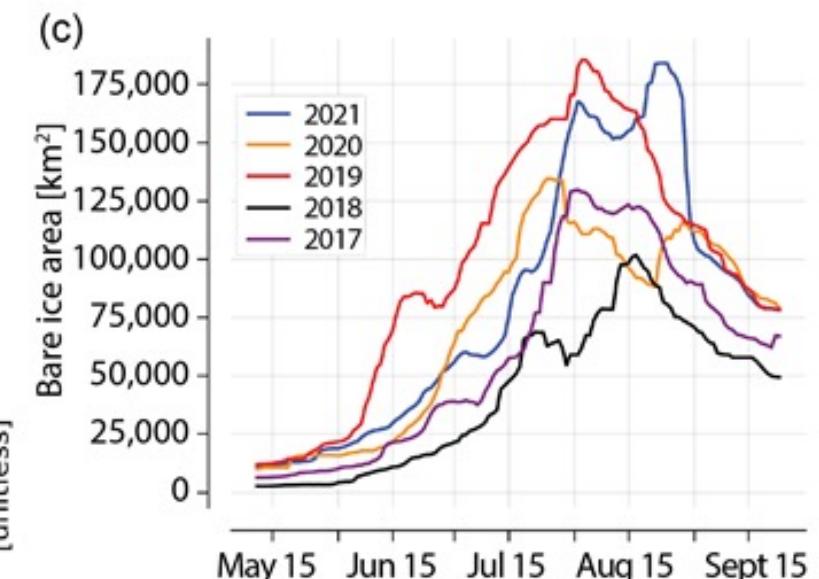
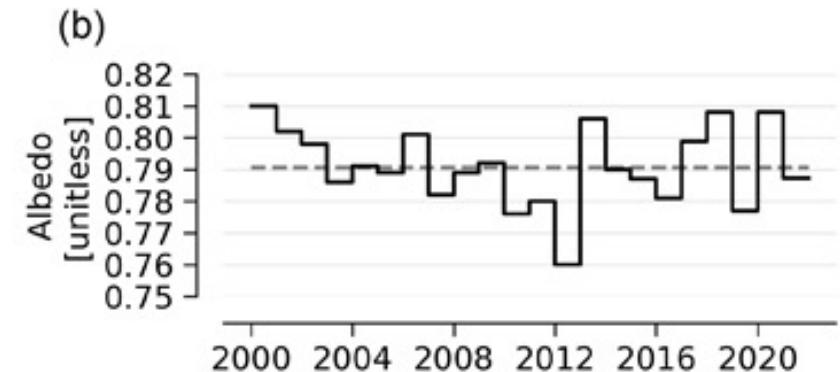
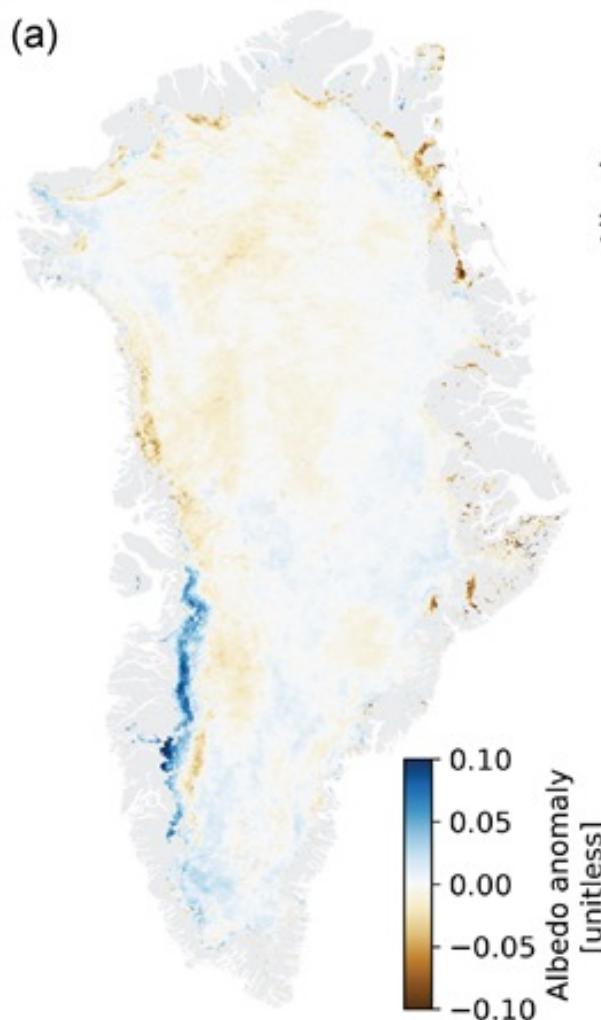
- Pluie au sommet du Groenland observée pour la 1ere fois en juillet 2021

LATE-SUMMER SPIKE EXTENDED 2021 SURFACE MELT SEASON

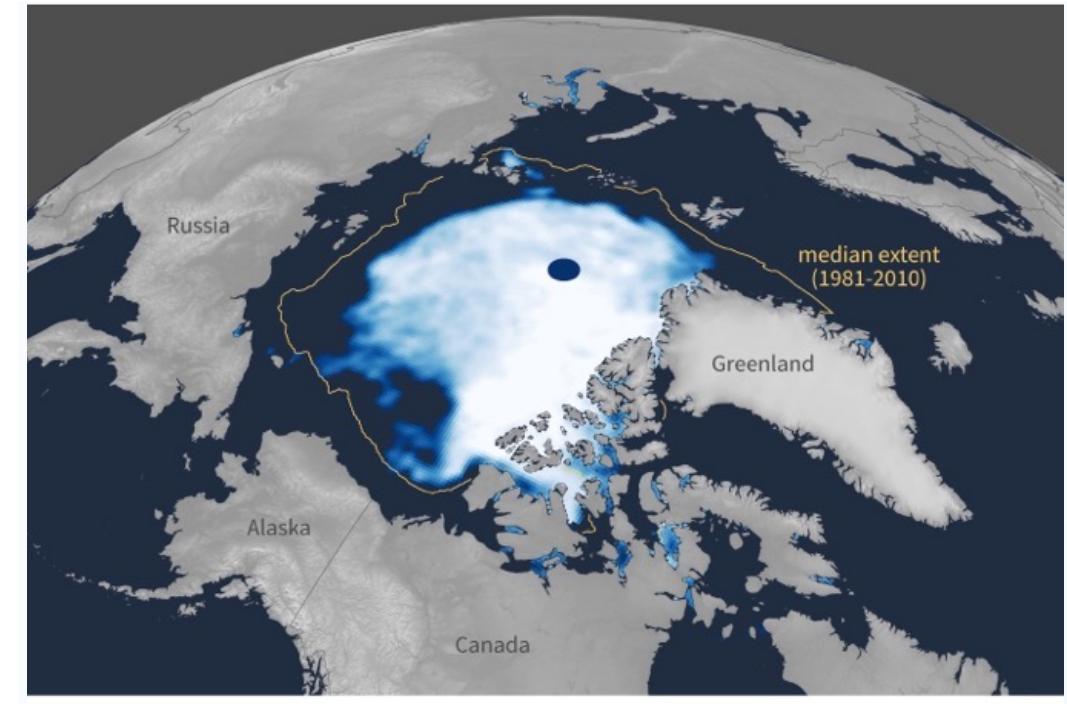
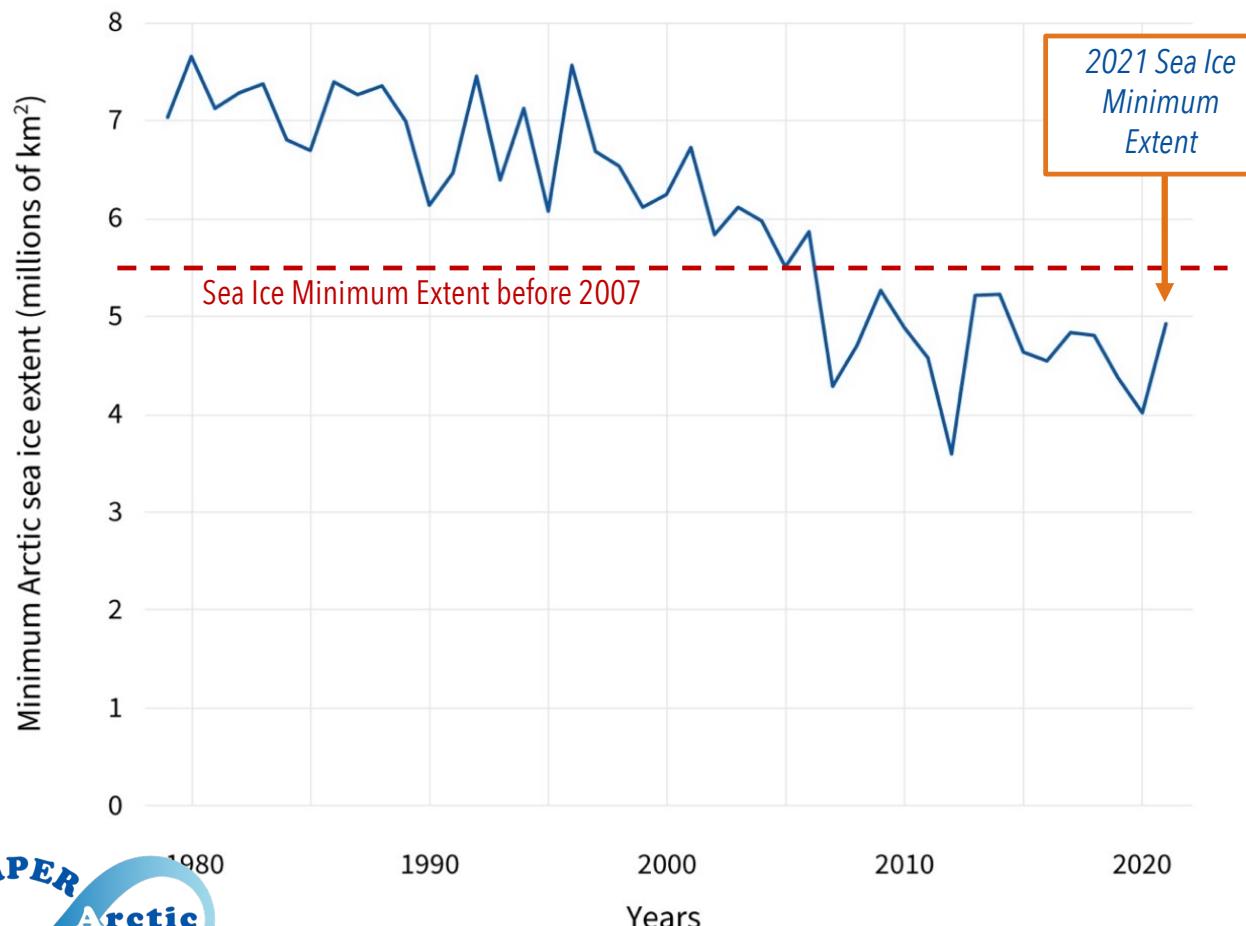


CALOTTE GLACIAIRE

- La réflectivité de la calotte glaciaire (albédo) module fortement la fonte de surface.
- Les facteurs contribuant à un faible albédo :
 - la perte de la couverture neigeuse révélant la glace nue,
 - la croissance des grains de neige et
 - les matériaux de surface organiques et inorganiques comme les microbes ou le carbone noir.
- À la mi-août, la superficie de glace nue a atteint des valeurs extrêmement basses, égales à celles de 2019, année record de perte de glace.
- le sud-ouest était plus lumineux que la normale en raison du retard de la fonte et plus sombre que la normale dans tout le nord de l'inlandsis



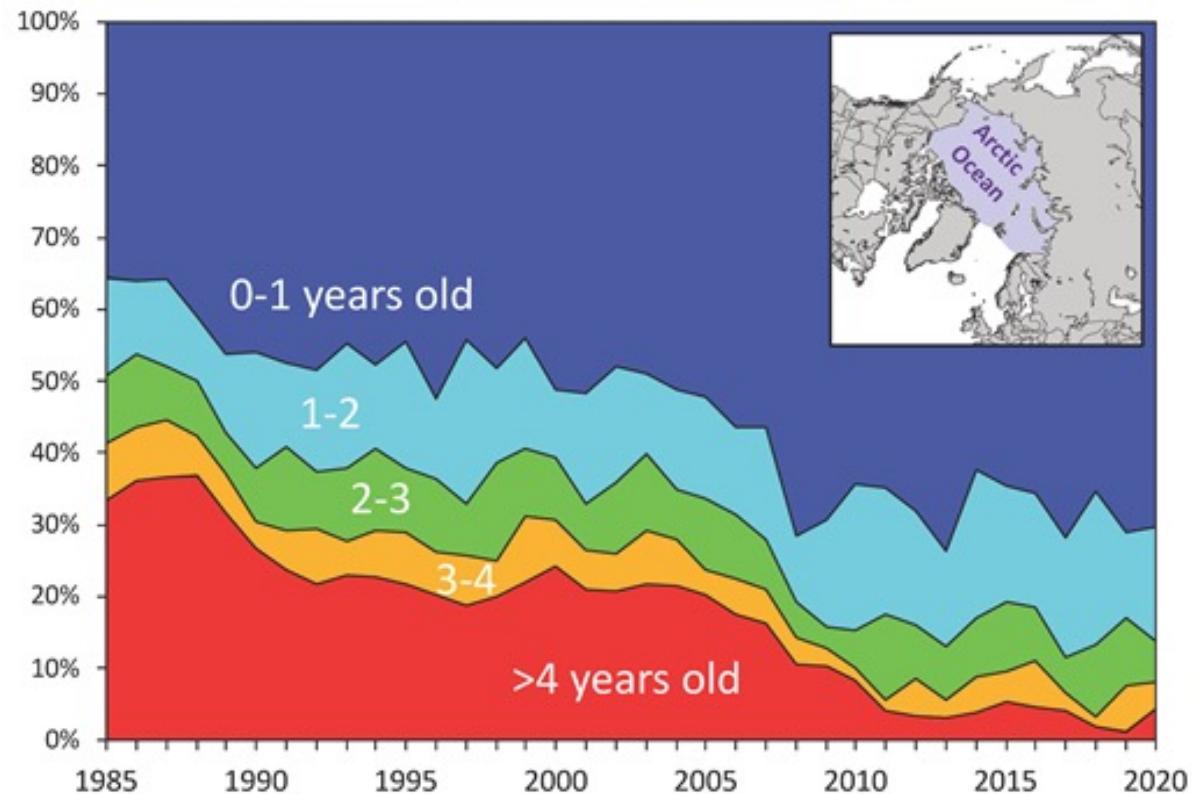
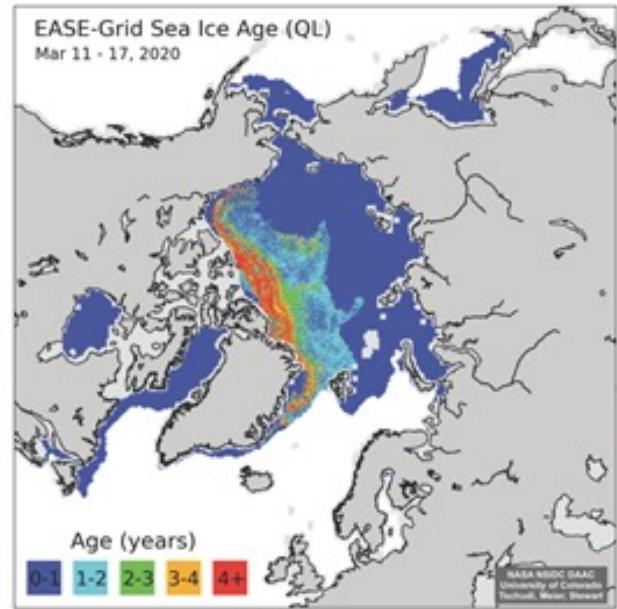
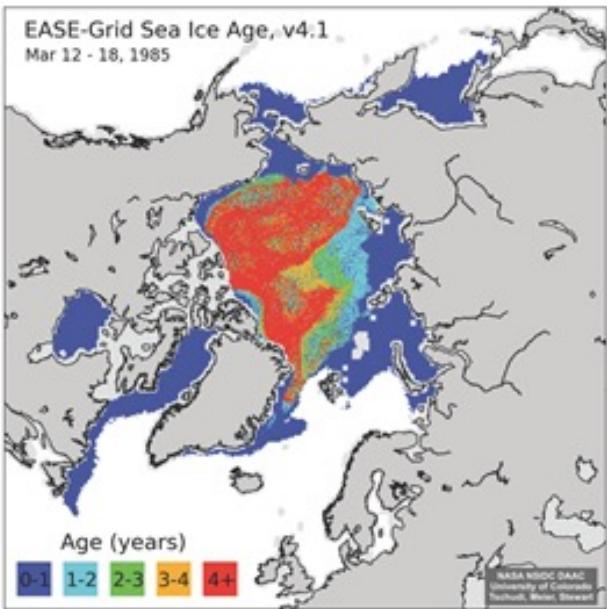
ETENDUE DE LA GLACE DE MER



Les 15 étendues minimales les plus basses ont toutes eu lieu au cours des 15 dernières années

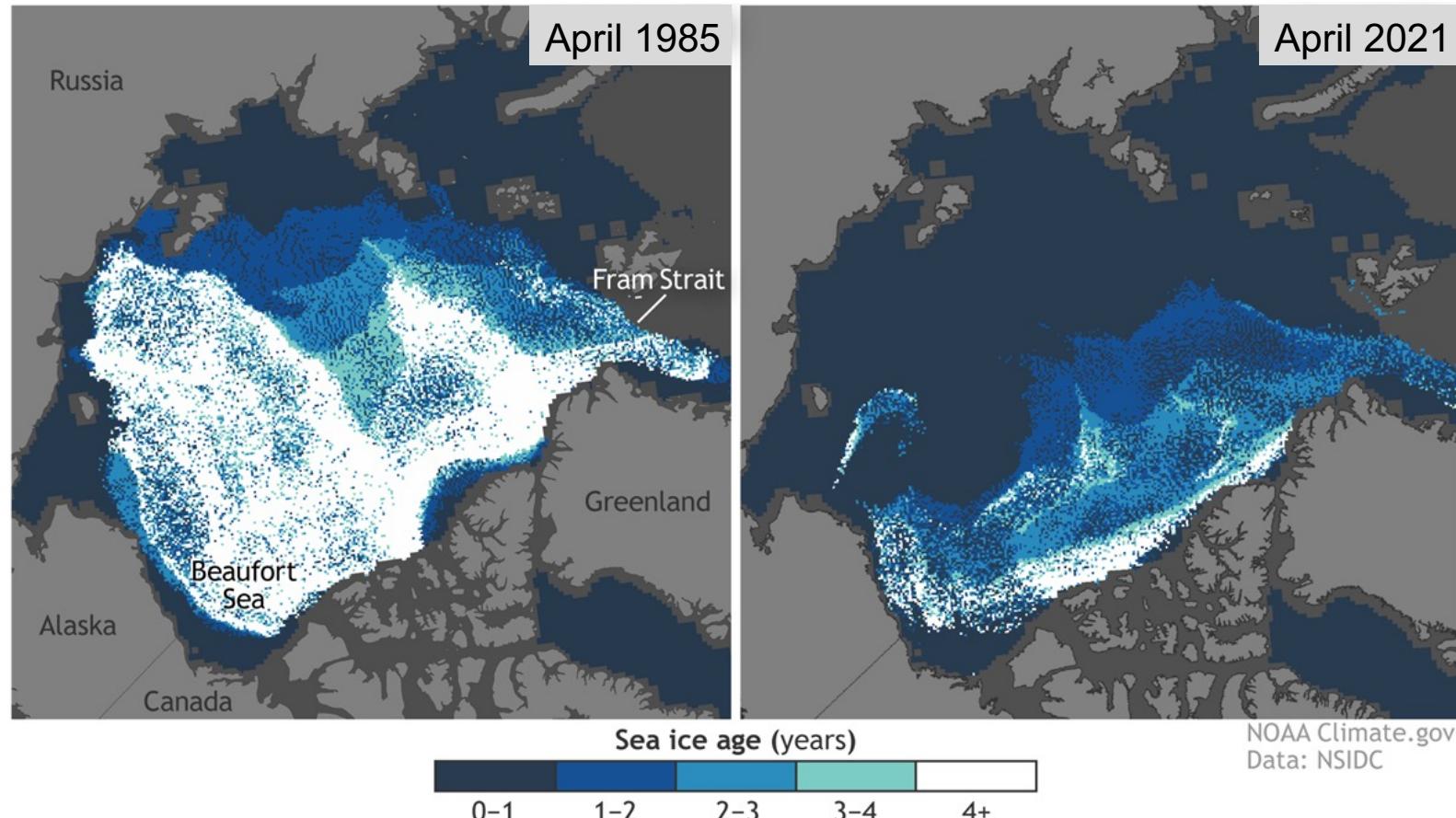
AGE DE LA GLACE

- Il y a de moins en moins de glace de plus de 4 ans



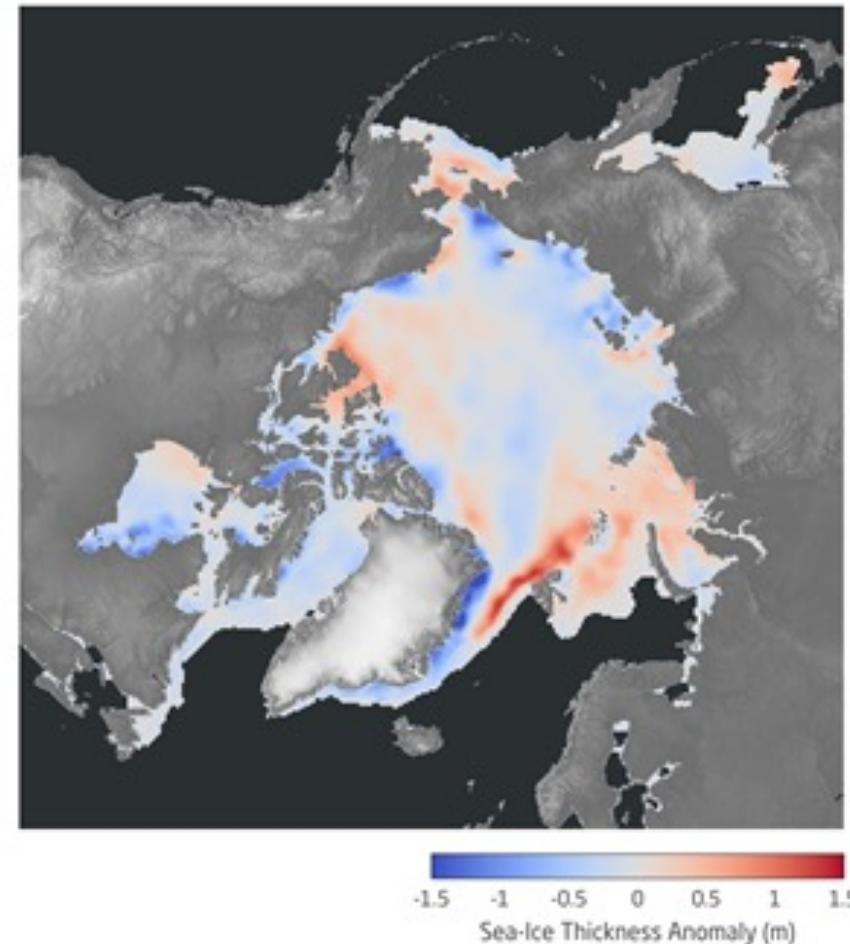
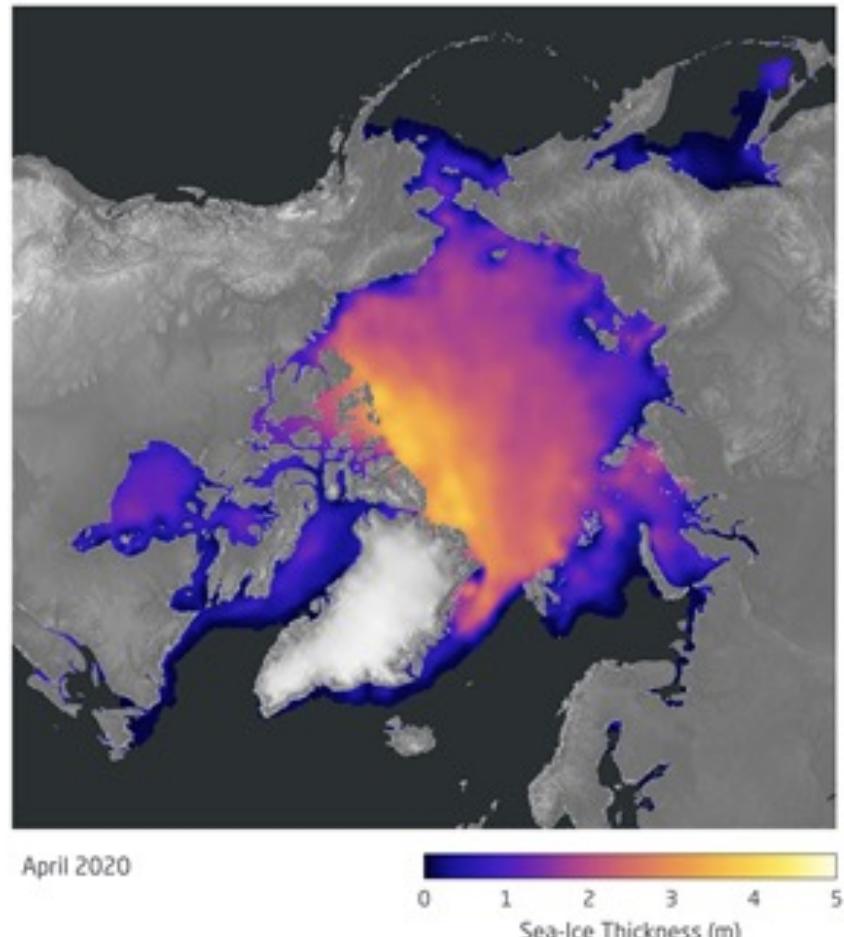
AGE DE LA GLACE

- La banquise est dominée de la glace jeune
- La perte combinée de l'étendue et de l'épaisseur de la glace a entraîné le maximum saisonnier de glace le plus bas en 2021.



VOLUME ET EPAISSEUR

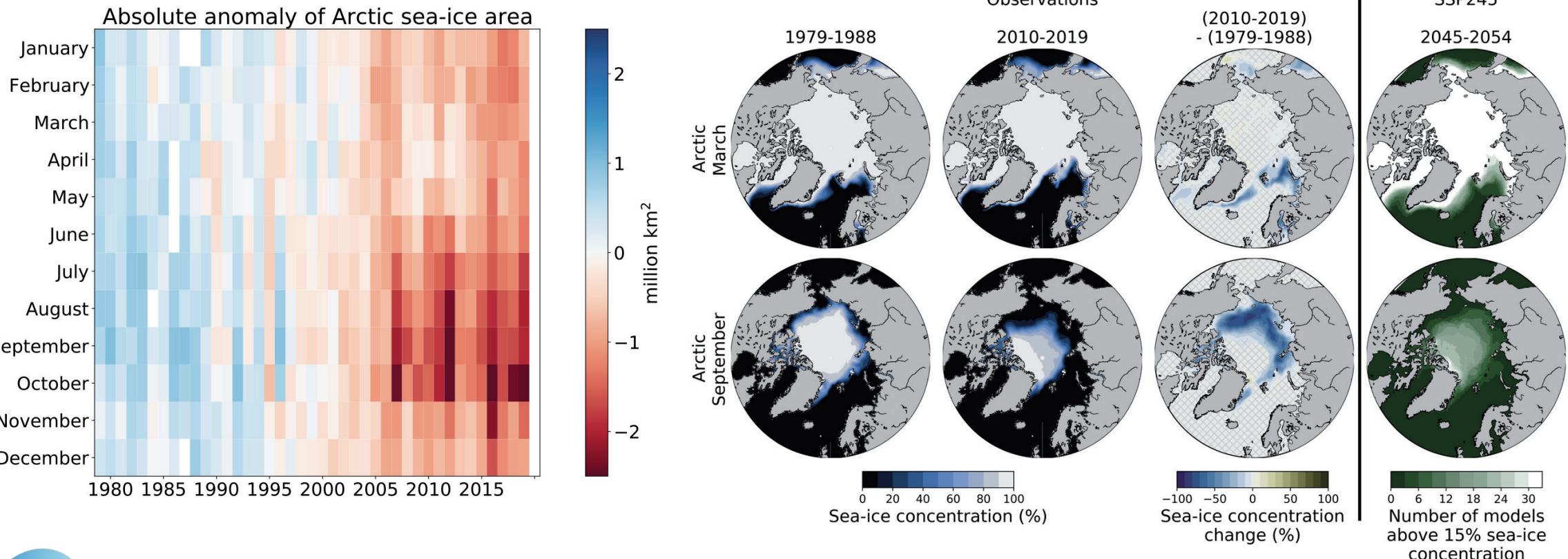
Les dernières années sont marquées par des records négatifs dans le volume et l'épaisseur de la glace de mer (2020, 2021)



EVOLUTION PASSÉE ET PROJETÉE

Arctic sea-ice historical records and CMIP6 projections

Anomaly time series, maps of seasonal sea-ice concentration and changes, and projected sea-ice metrics in SSP2-4.5





Point Lay Permafrost Collapse
Complete Water System Failure
2021



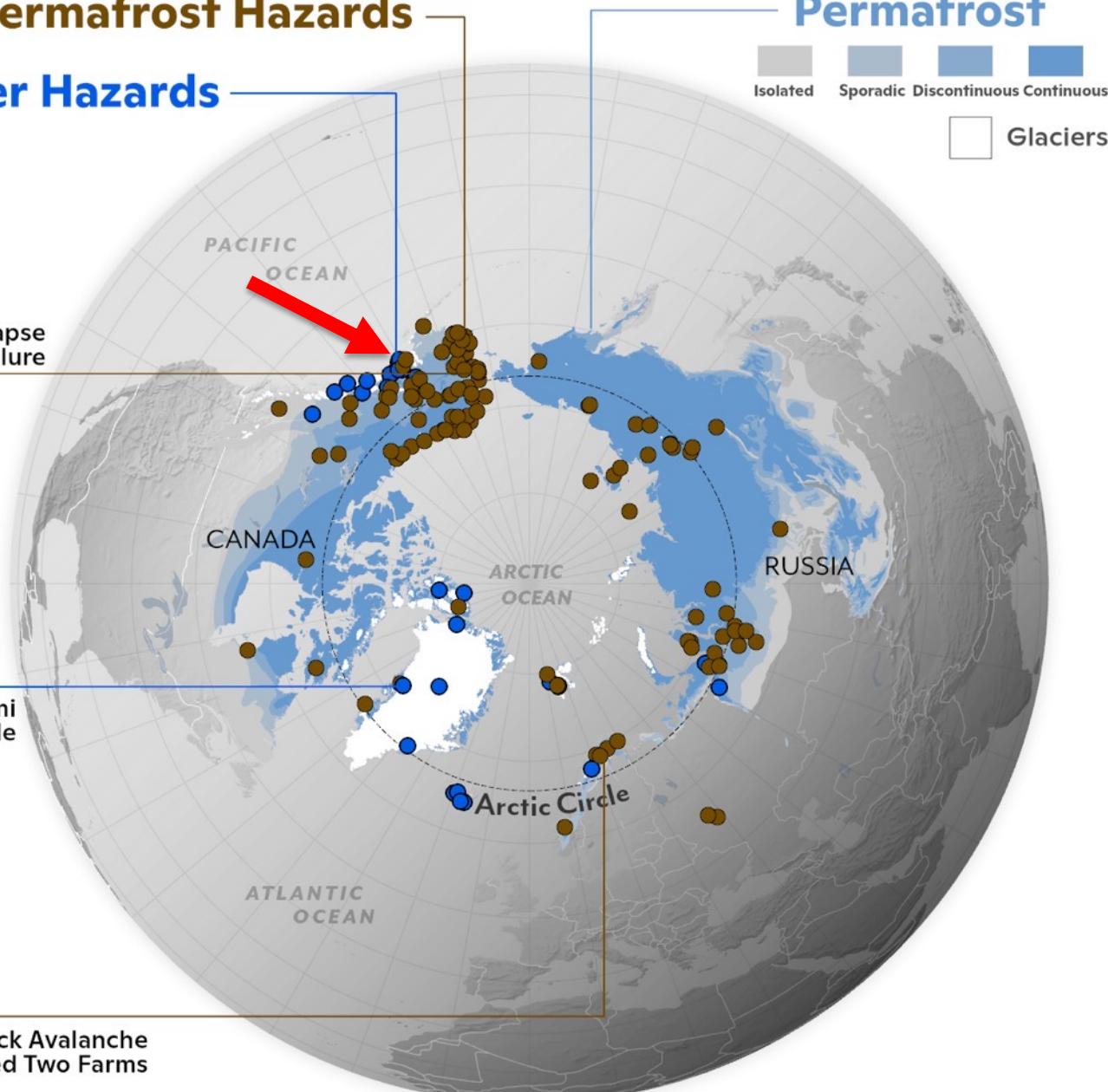
Karrat Fjord Tsunami
Killed Four People
2017



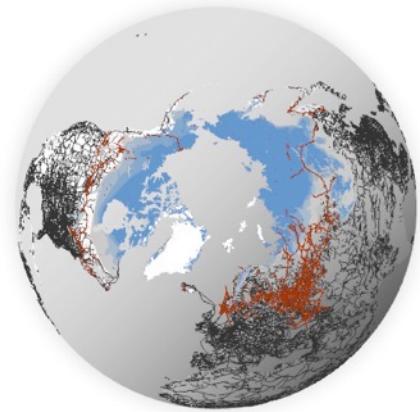
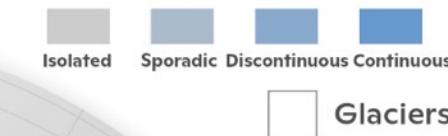
Arctic Report Card, 2021

Permafrost Hazards

Glacier Hazards



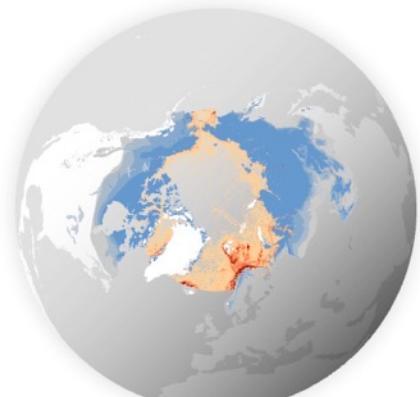
Permafrost



Roads and Pipelines

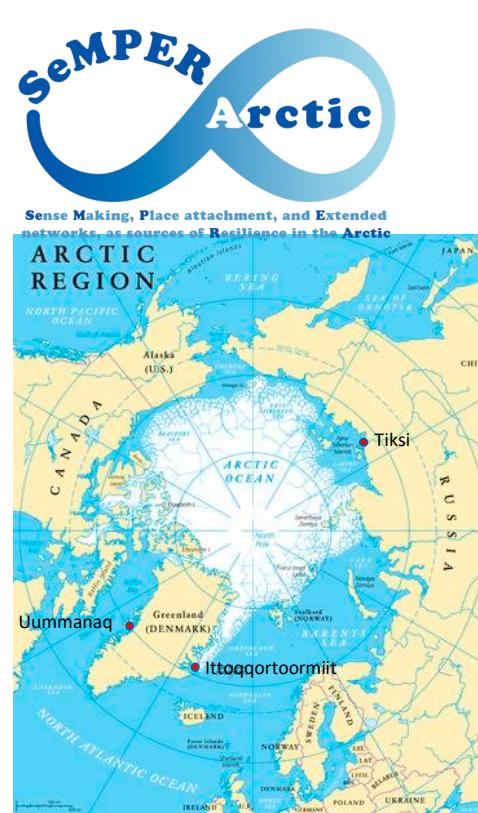


Populated Places



Arctic Shipping

SOURCES: PERMAFROST, BROWN ET AL. (1997) CITIES AND GLACIERS, NATURAL EARTH DATA. INFRASTRUCTURE, OPEN STREET MAP. HAZARD DATA, LEO NETWORK. SHIPPING, BERKMAN ET AL. (2020) HYDRANT PHOTO, G. HAGLE. TSUNAMI PHOTO, JOINT ARCTIC COMMAND 2021. AVALANCHE PHOTO, R. FRAUENFELDER.



"Sensemaking, place attachment, and extended networks as sources of resilience in the Arctic"

2020-2023 - Belmont Forum (CRA II Arctic resilience)

The project in a pocket :

Collecting local stories of changes, shocks, upheavals and their aftermaths

3 concepts

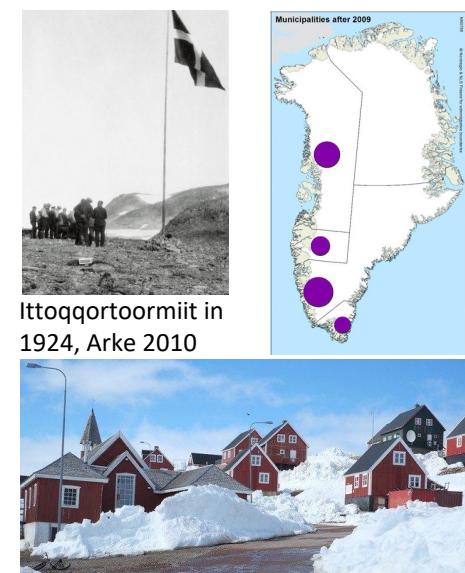
- Sense making
- Place attachment
- Extended networks

2 categories of narratives

- environmental changes
- Public policy and regional development

3 sites

- Ittoqqortoormiit
- Uummannaq
- Tiksi



Objectives and philosophy

- The narratives based approach should give voice to Ittoqqortoormiit residents to strengthen their ability to absorb shocks and their agency
- This objective is accompanied by a constant reflexive approach
- The formulation of what it means to be “resilient at Ittoqqortoormiit” should contribute to an decentred /Arctic definition of resilience, through comparison

Partners

OVSQ/CEARC – Jean-Paul Vanderlinden, Jean-Michel Huctin et Tanguy Sandré
 Nordregio (Sweden) – Anna Karlsdottir et Leneisja Jungsberg
 UiB (Norway) - Anne Blanchard
 Utretch University - (Netherland) : Arjan Wardekker et Joroen Van der Sluijs
 University of Yakoutia - (Russia) – Inga Nikulkina

SeMPER O18 – a side project (IPEV 2021-2024)

Figure 1 : 15 PLs east of Greenland which travel eastward to Norwegian and Barents Seas during the period 2001-2013.

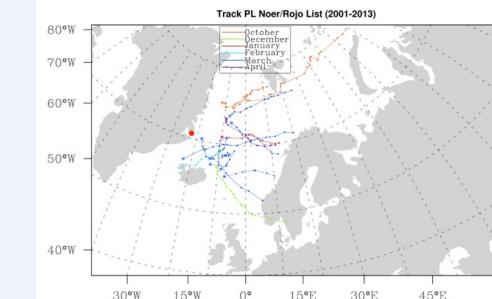
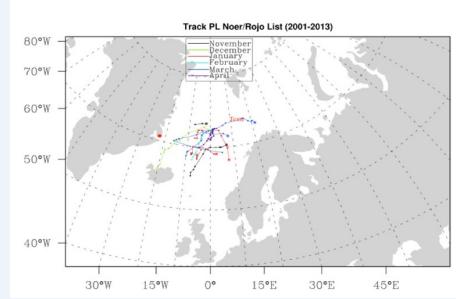


Figure 2 : 10 PLs in Norwegian sea which travel westward to east of Greenland during the period 2001-2013.



3 scientific questions :

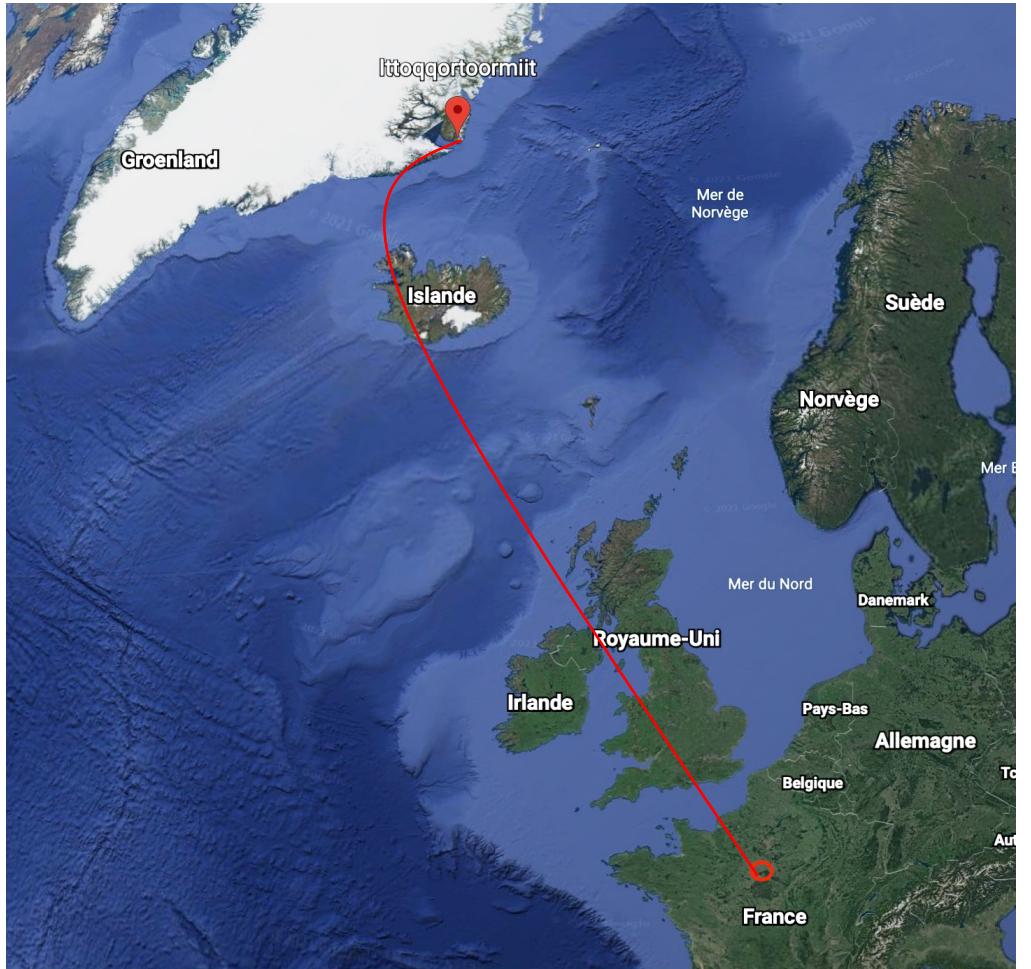
- identify the isotopic signature of synoptic events characterizing the climate variability in Ittoqqortoormiit
- identify moisture source by analyzing long-term records in water vapor and precipitation isotopic composition
- establishing potential links between moisture sources, polar lows frequency and average climatic conditions.

Sensemaking, place attachment, and extended networks as sources of resilience in the Arctic

- Le projet **SeMPER-Arctic** vise à recueillir des "histoires locales de changements, de chocs, de bouleversements et de leurs séquelles" afin de développer des outils et des stratégies pour accroître la résilience, au sein de trois communautés arctiques, dont Ittoqqortoormiit.
- les récits locaux comme point de départ pour déterminer un ensemble de paramètres saillants au niveau local, les impacts associés
- L'approche narrative basée sur le lieu permet de comprendre la manière dont les membres de la communauté donnent du sens, donnent un sens aux connaissances environnementales et climatiques abstraites.



Ittoqqortoormiit : 70° 29' 08" N, 21° 58' 01" E



Bilan carbone : 0,84 t CO₂ eq.

PRÉSENTATION DE LA COMMUNAUTÉ D'ITTOQQORTOORMIIT

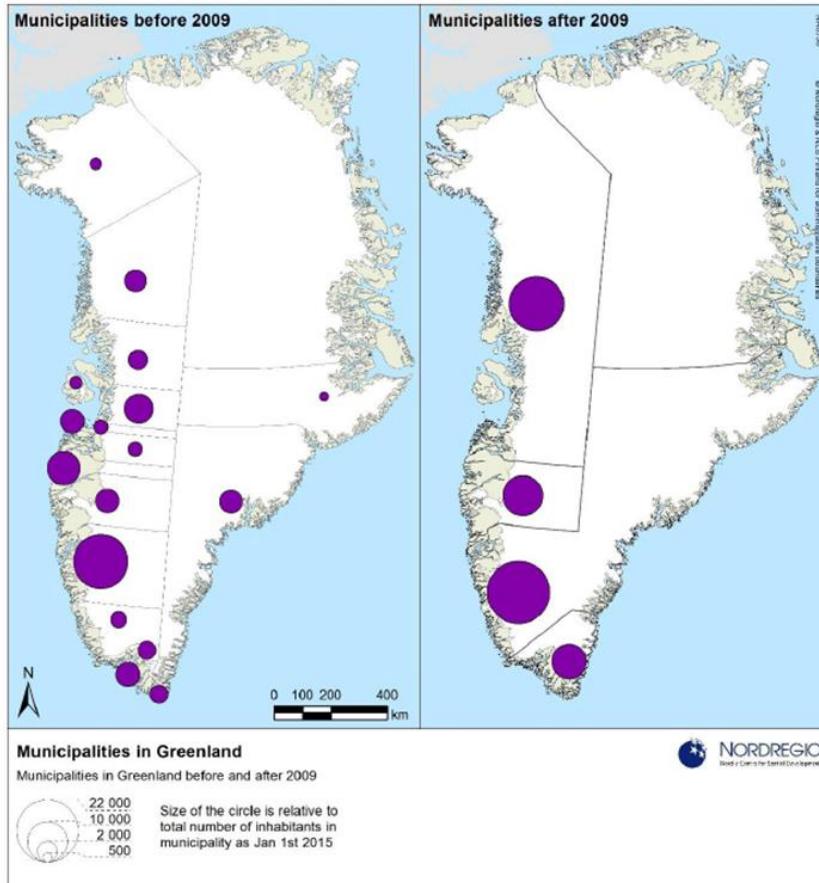


Figure 19. Municipalities in Greenland before and after 2009, Nordregio.

Source: <https://nordregio.org/maps/municipalities-in-greenland-2009/>

- **Formed in 1925** to face growing Ammassalik population & Norwegian expansion southward.
- **Northernmost community on the east coast** ($70^{\circ}30' \text{ N } 22^{\circ} \text{ W}$), on the Scoresby Sund (Kangertittivaq), the world's largest fjord.
- **Subsistence hunting** (polar bears, walrus, narwhals, muskox, seals, etc.) as its main source of livelihood.

METEO ET CLIMAT À ITTOQQORTOORMIIT

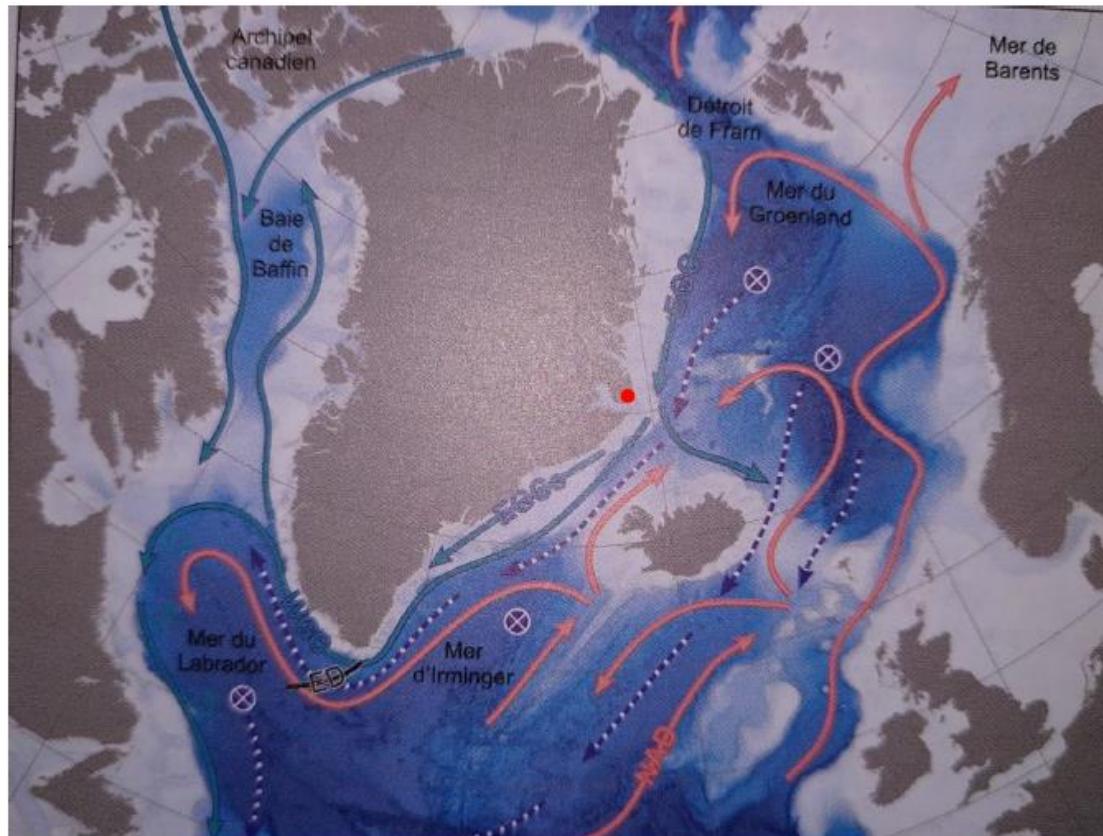


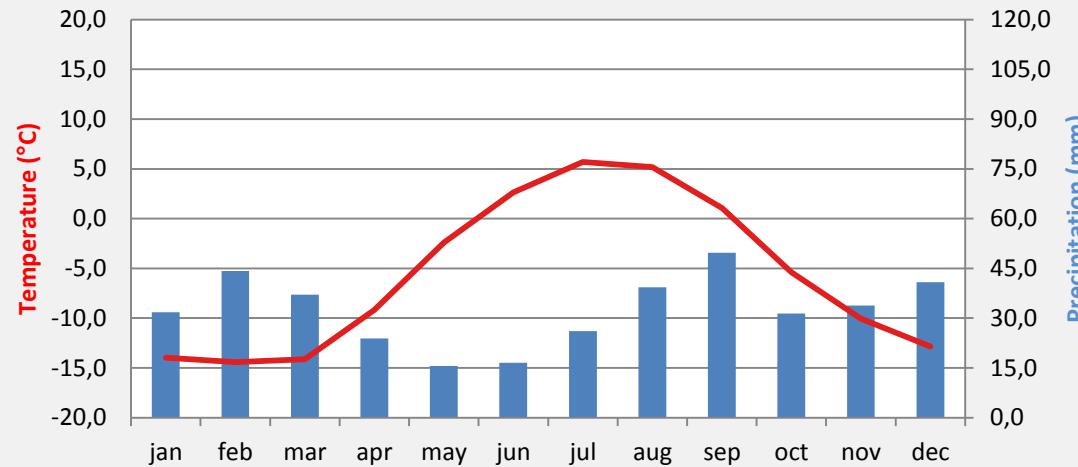
Figure 8. Near-surface ocean circulation around Greenland (Masson-Delmotte et al. 2016, 32).

- Température inférieure à la moyenne côtière (pas de mer ouverte en hiver).
- Courant de l'Est du Groenland => Hiver froid et été frais.
- Vents de secteur nord prédominants et système de vents catabatiques.
- Faible amplitude thermique/événements extrêmes modérés.
- Entouré de glace brisée et de polynie.

TEMPERATURES ET PRÉCIPITATIONS

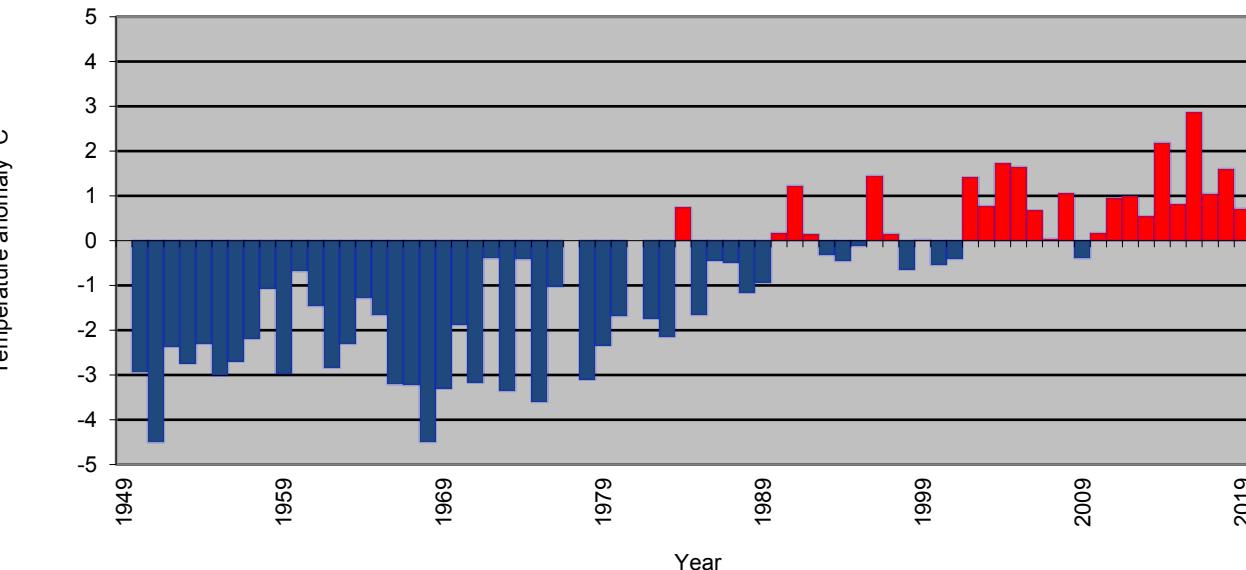
Juillet 2021 : 23°C

Ittoqqortoormiit, Greenland
1981-2010

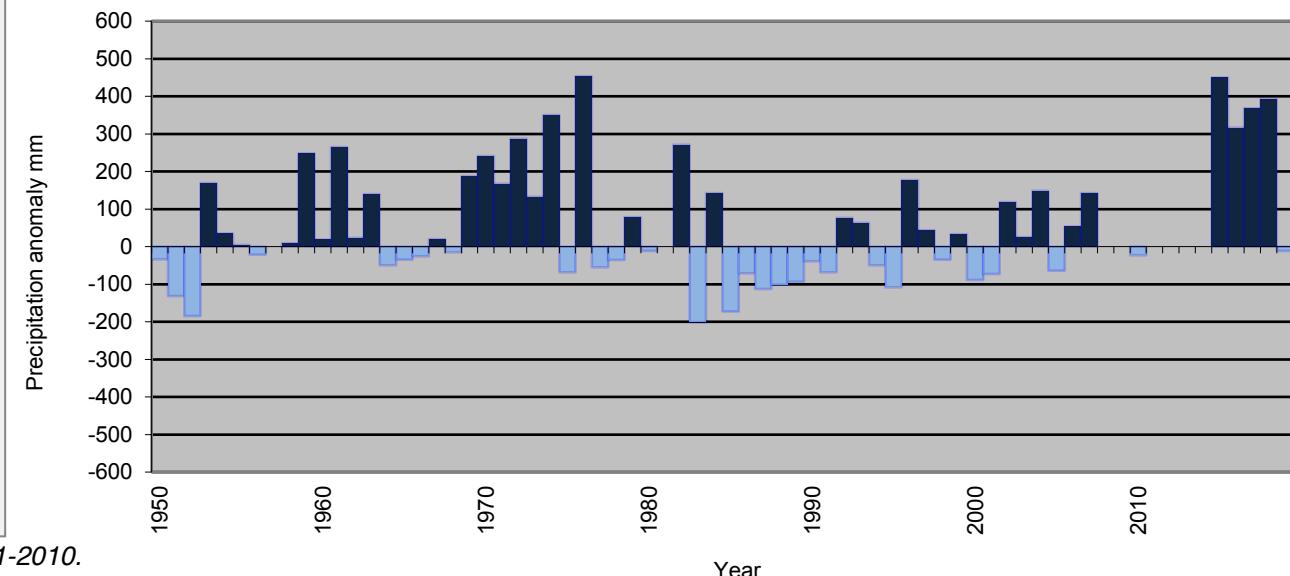


Annual average air temperature and annual accumulated precipitation for 4339 Ittoqqortoormiit 1981-2010.

Ittoqqortoormiit annual average temperature 1949-2019
anomaly relative to 1981-2010



Ittoqqortoormiit annual accumulated precipitation 1950-2019
anomaly relative to 1981-2010



*"there is a glacier, not big, but when I was a boy it was higher,
every half an hour, twenty minutes, we could hear it crambling.
Today it is very rare and the height of the glacier, from the sea,
it is, I'm not sure, maybe half »*

K. H., man, 44 years old



"when I was a kid, we use to skying on the ice, and mountains everywhere, and now we can not take out there without a gun because there can be polar bear everywhere "

"there were many polar bears far away, now it is almost in the town, or sometime in the town"

K.H. , woman, 42 ans,



*« All this snow early september, this is not that usual, weather
is becoming unpredictable »*

M. P. B. woman, 42 years old



“Maybe the most affecting for our livelihood, like my father, is the sea-ice. When I was a boy, just before Christmas time, December, November, he took us by dogsledge and go far muskox hunting together with the other hunters. They could travel by the sea-ice, as early as October»

K. H. man, 44 years old

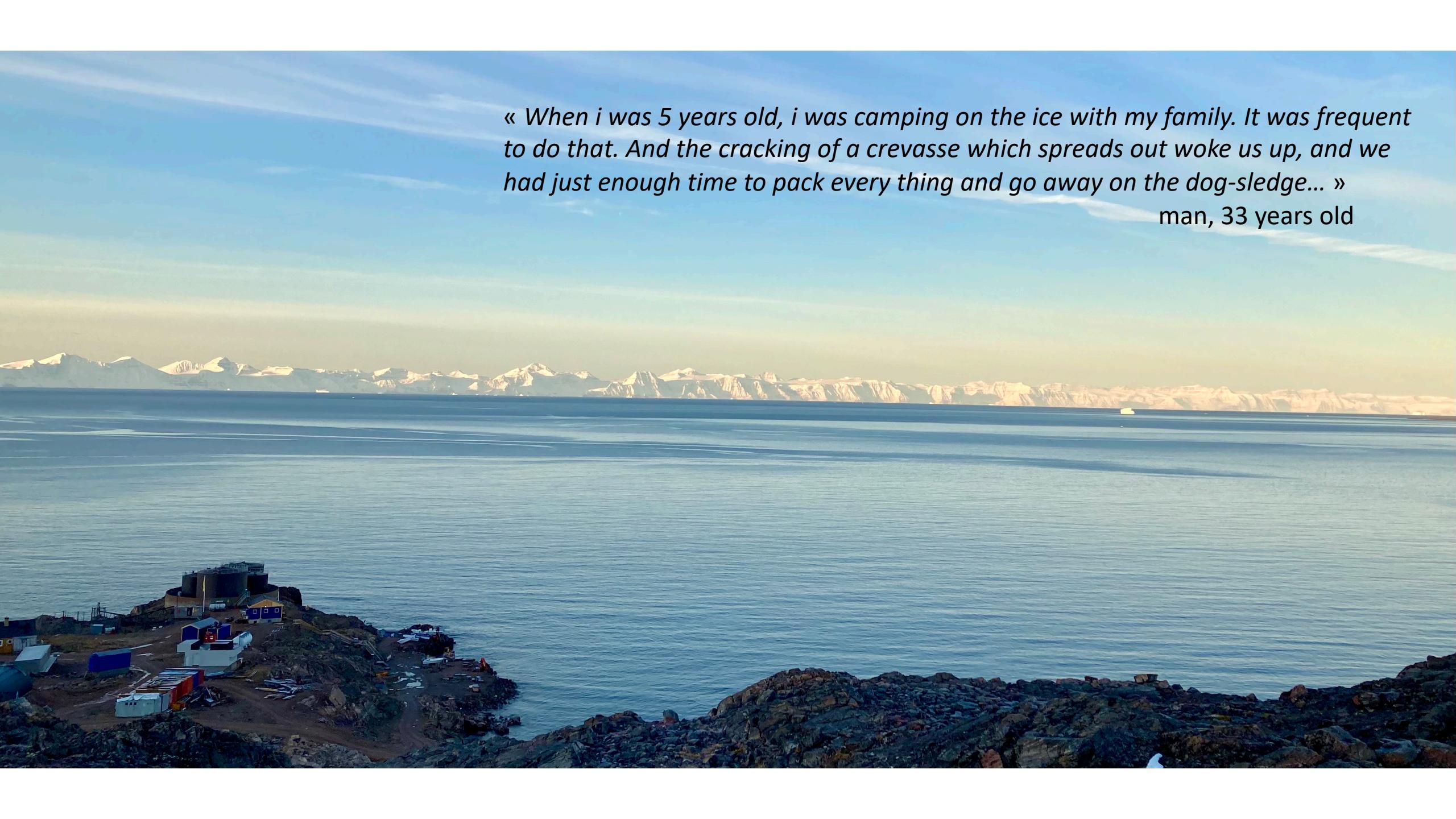


*« More stormy weather coming from the south,
for many years ago, storms were coming from
the North, and the wind was less strong »*

Rafales à 159,84 km/h



*« It is common to have those type of storms in the
winter, but not in september ! With climate change,
the weather has became unpredictable »*



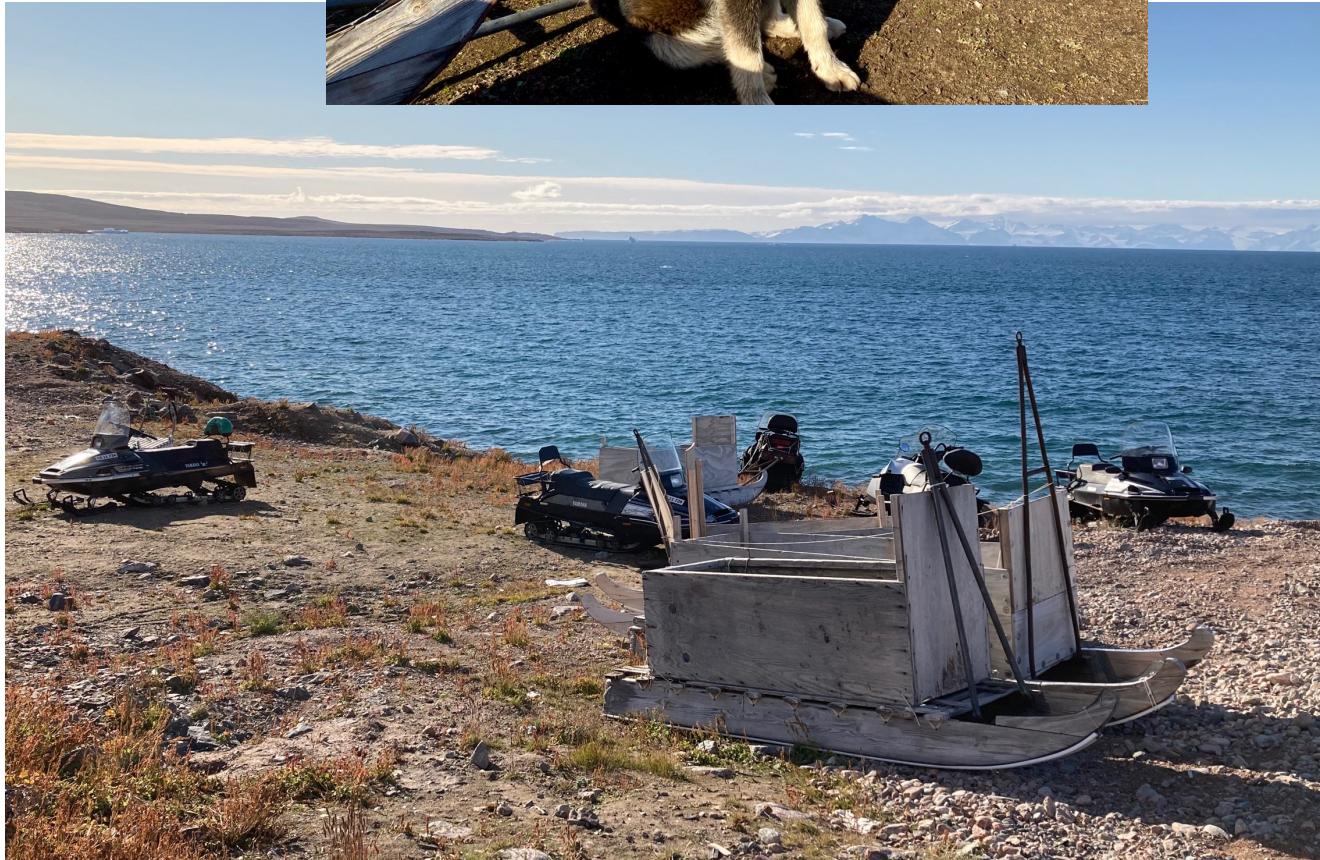
« When i was 5 years old, i was camping on the ice with my family. It was frequent to do that. And the cracking of a crevasse which spreads out woke us up, and we had just enough time to pack every thing and go away on the dog-sledge... »

man, 33 years old



"We haven't seen walrus this year, we haven't see, well just one narval this year, (.../...)but we now have very much different animals we don't see some animals we used to see, but we see new animals, we see killer whales, also minke whales »

teachers





- *It is warmer and warmer, no ice in summer*

Evald Brønlund, l'homme qui observe les ours

En 2019, de janvier à mi-avril : 153 ours

Fin de la chasse 16/04

En 2020, 104 ours, et fin de la chasse le 22/04

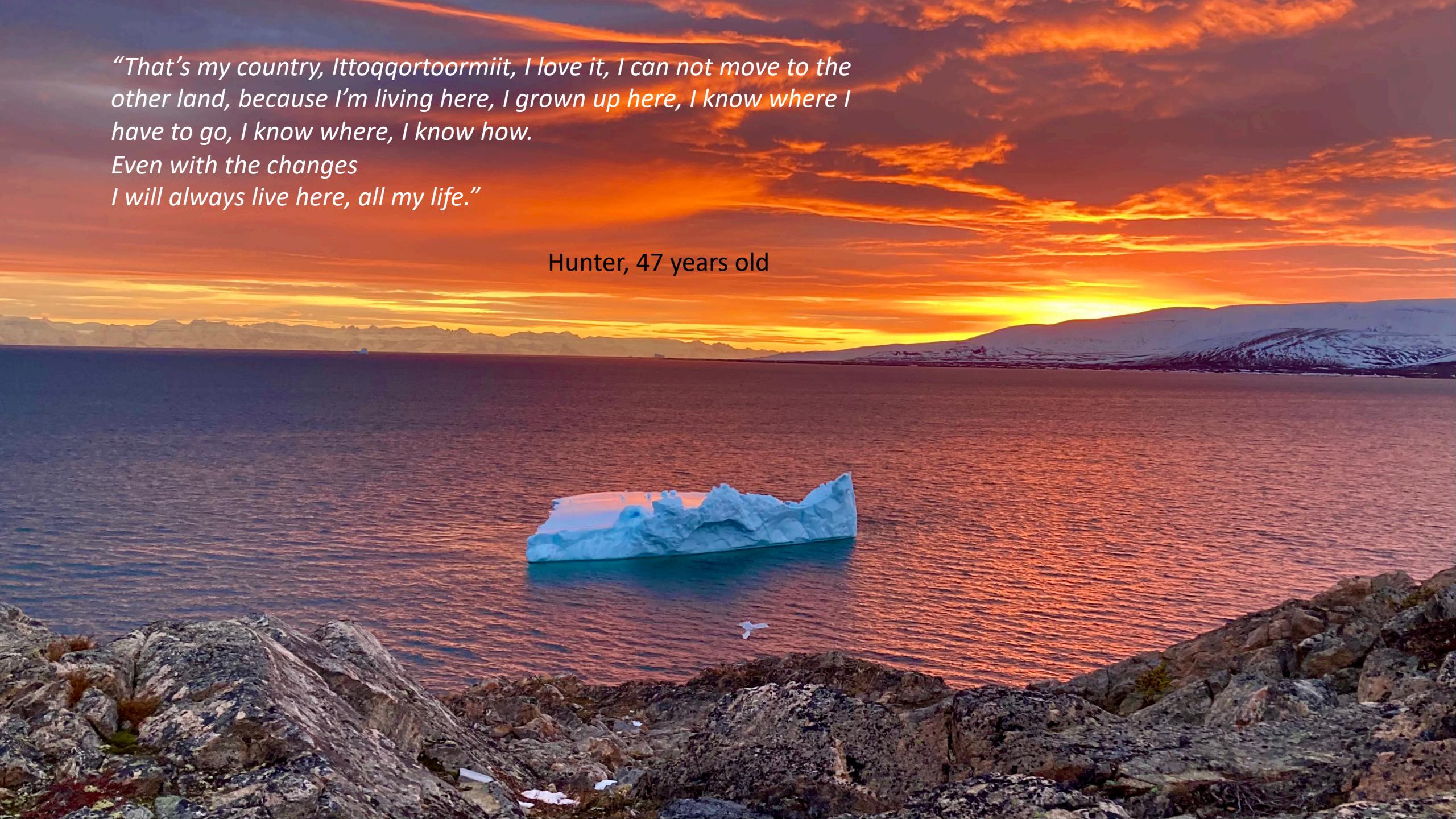
« I was unwise because I was too familiar with this place where I can go every day in winter »



Jan Lorentzen, l'homme qui s'est battu avec un ours

*"That's my country, Ittoqqortoormiit, I love it, I can not move to the other land, because I'm living here, I grown up here, I know where I have to go, I know where, I know how.
Even with the changes
I will always live here, all my life."*

Hunter, 47 years old



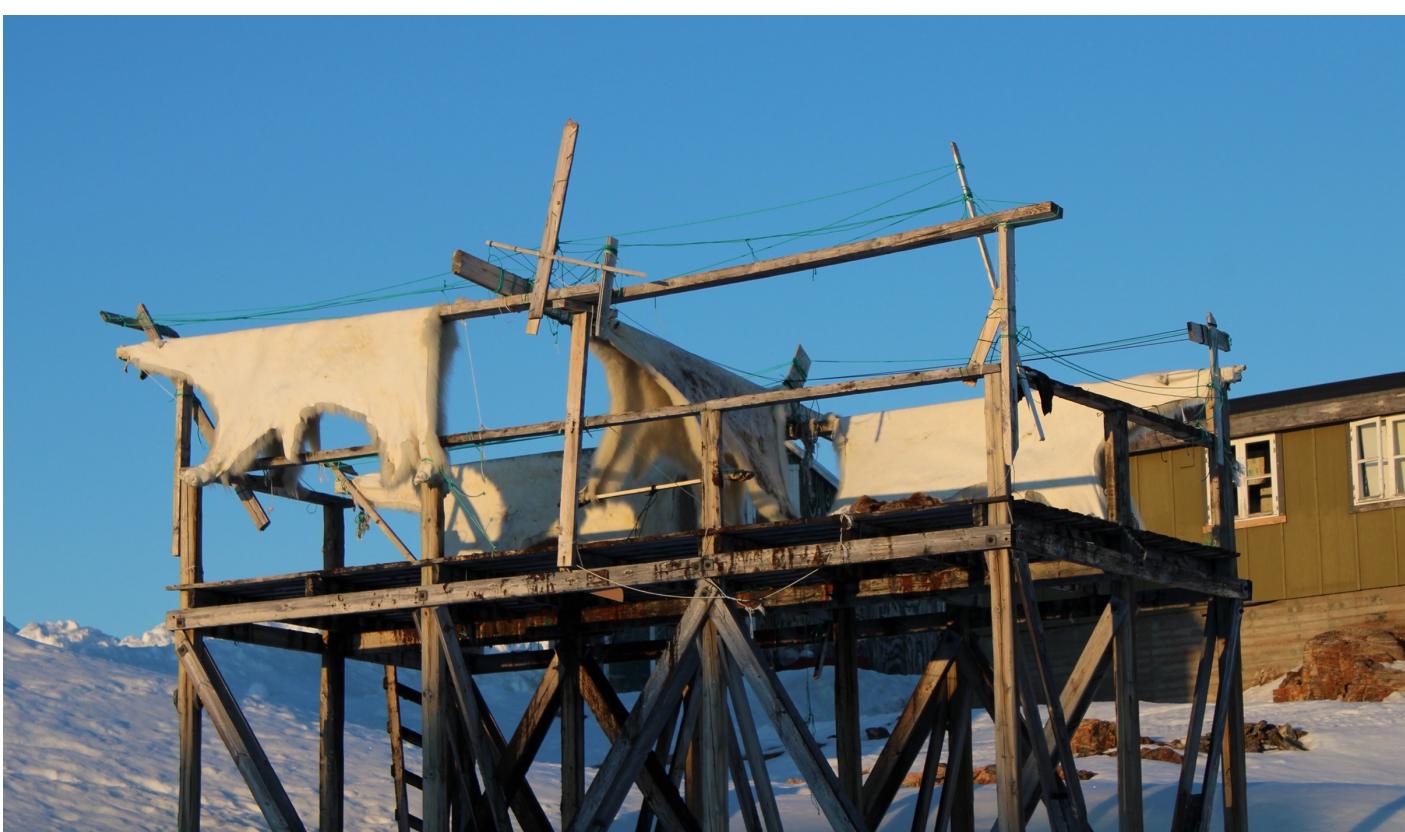
Résilience évolutive

Les pratiques de chasse sont affectées par les changements rapides et imprévisibles des conditions de la glace de mer.

La présence ou l'absence de glace de mer saisonnière influence profondément la vie quotidienne et la capacité à s'appuyer sur la tradition des personnes vivant dans les petits villages du Groenland.

Le changement de saisonnalité, lié au changement climatique, a eu un impact sur les conditions de la glace de mer ces dernières années. En effet, la glace de mer est omniprésente dans les récits que nous avons recueillis à Ittoqqortoormiit.

Ces récits expriment une résilience motivée par l'acceptation de l'incapacité à réduire les incertitudes concernant l'évolution saisonnière de l'épaisseur et de l'étendue de la glace de mer



D'autres marqueurs de changement

- Les ours sont présents dans de nombreux récits partagés par les habitants du village de tous âges :

- Figure terrifiante
- Patrouille polaire
- Ressource
- Attraction



=> Son omniprésence dans les discours semble directement lié au réchauffement climatique

Merci

Qujanaq

