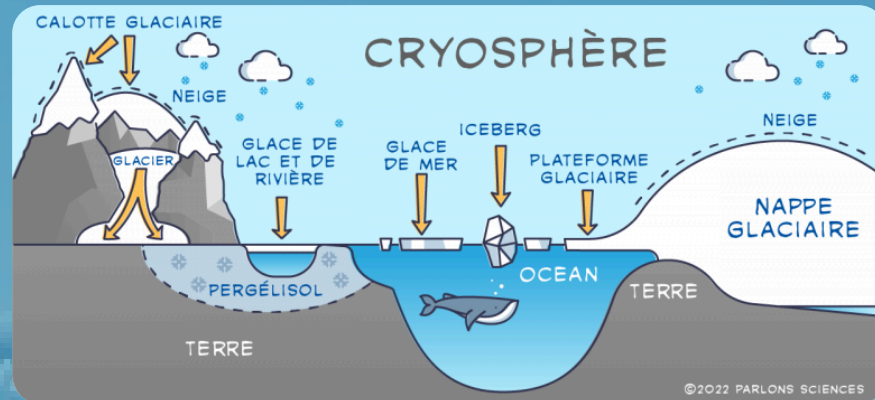


Analyse et prévision géospatiale de la température des océans et de l'épaisseur de la banquise.

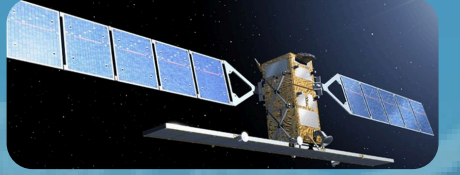
Colella Julien, Fermaut Lukas, Laurens Marin, Maricelle Paul, Joubert des Ouches Léonard
[prénom.nom]@etu.minesparis.psl.eu

Introduction

L'intensification du réchauffement climatique provoque la hausse des **températures** océaniques et impacte grandement la **cryosphère**. Cela se manifeste par l'accélération de la fonte des banquises, des calottes glaciaires, des neiges ainsi que par le **dégel irréversible des pergélisols**. Au-delà des risques pour la **biodiversité** et d'un bouleversement de l'équilibre des écosystèmes, c'est toutes les dynamiques **géopolitiques** et la régulation climatique qui sont touchées.



Cette étude exploite les données du programme européen **Copernicus**, référence mondiale de la surveillance de la Terre.

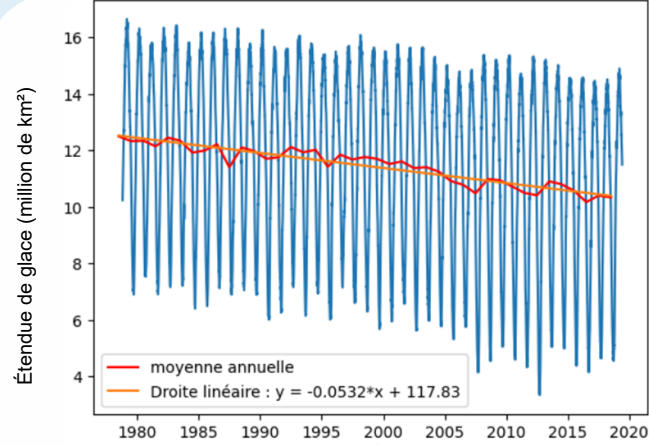


Un exemple emblématique est la mission **CryoSat-2** (ESA). Contrairement aux satellites optiques classiques qui ne mesurent que la surface de la banquise, **CryoSat-2** permet de mesurer également **l'épaisseur de la glace**, une donnée indispensable pour estimer le volume réel de la banquise et **anticiper sa disparition**.

Diminution de l'étendue de la glace en mer Arctique

Les observations des satellites montrent que, contrairement à la banquise de Antarctique dont l'étendue est restée plutôt constante depuis quelques décennies, celle de l'Arctique connaît une **réduction significative et continue depuis 1980**.

Tendance actuelle et prévision

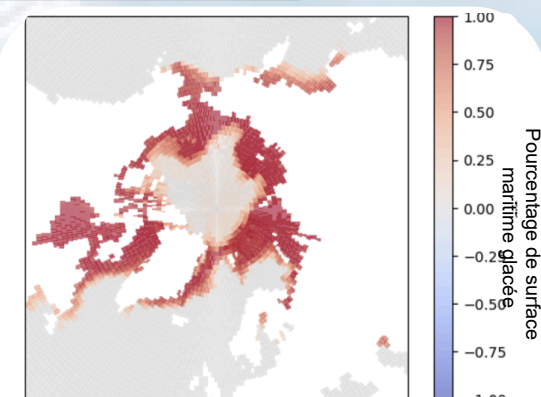


Étendue de la glace dans l'hémisphère Nord

En moyenne, **depuis 1980**, l'Arctique a perdu plus de **17 %** de son étendue de glace totale depuis cette date.

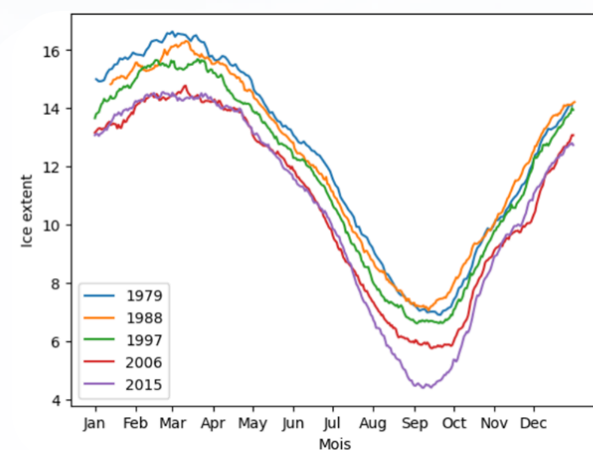
Dans l'hypothèse d'un scénario optimiste où les émissions n'augmenteraient plus, un premier mois de septembre libre de glace serait observé dès **2070**.

Cette période d'absence de glace s'étendrait à 3 mois par an d'ici 2090, et prévoit une **disparition totale** de la banquise à l'horizon **2200**.



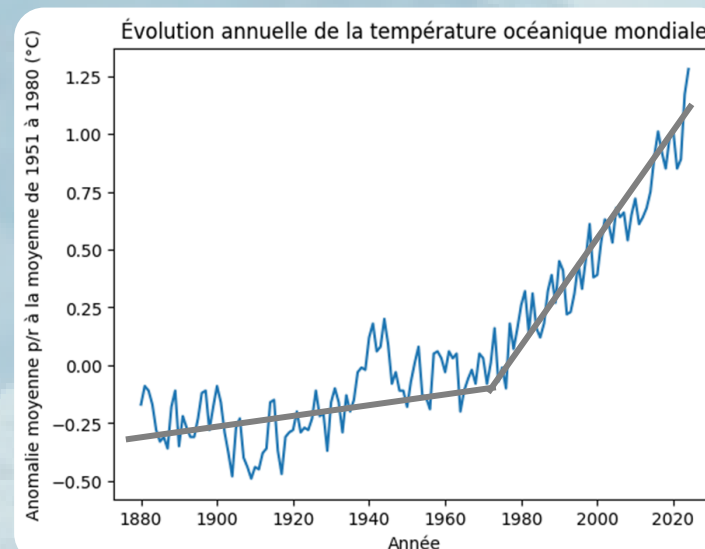
Différence de surface des mers glacées entre 1870 et 2025

Cette fonte accélérée a permis la libération progressive des voies maritimes au nord de l'Europe, particulièrement durant la **saïson estivale** où la couverture enneigée a déjà **chuté de moitié** par rapport aux niveaux de 1980.



Variation annuelle de l'étendue de la glace dans l'hémisphère nord

Augmentation de la température des océans

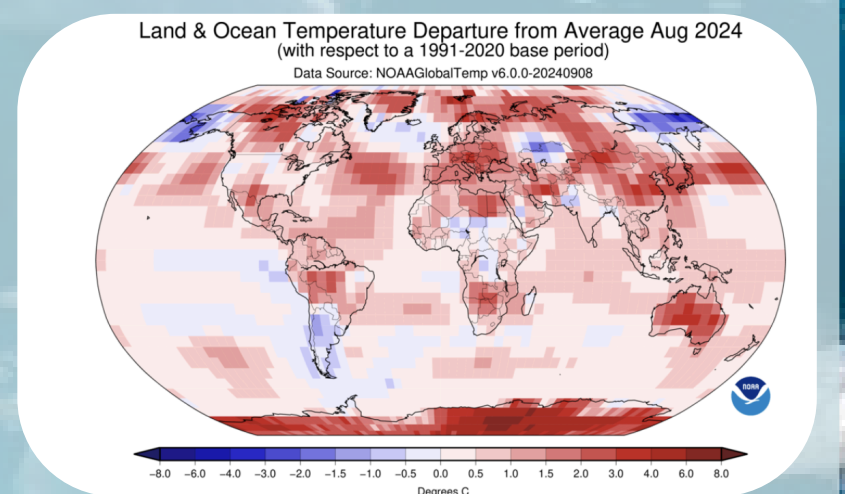


Ceci affecte considérablement les écosystèmes marins, notamment à cause de l'acidification des océans causée par ce réchauffement.

La cartographie comparative de 2024 aux normes de 1991-2020 confirme que ce réchauffement est **mondial**, affectant l'ensemble des bassins océaniques. Cependant, l'intensité varie géographiquement, soulignant l'impact des **courants marins** et la vulnérabilité accrue de certaines zones, notamment **les pôles**, accélérant ainsi la fonte de la cryosphère.

L'analyse de l'évolution des **anomalies de température océanique mondiale** révèle une hausse ininterrompue depuis le début du XXe siècle, avec une accélération marquée depuis les **années 1980**.

On observe aujourd'hui une **anomalie positive** dépassant les **+1°C** par rapport à la moyenne historique.



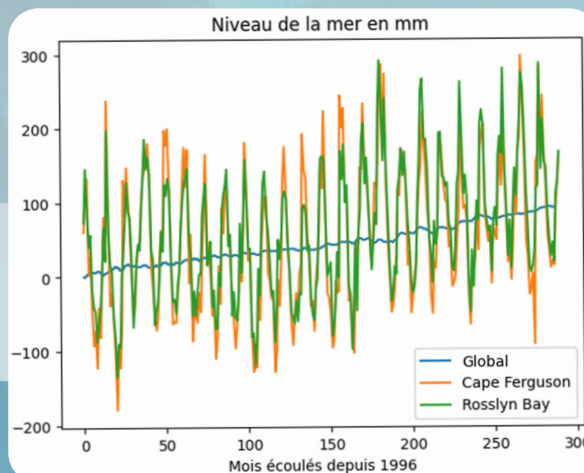
Conséquences

Les prévisions actuelles basées sur le scénario **SSP2-4.5** du GIEC, prenant en compte une augmentation continue de nos émissions, **avancent l'échéance de cette disparition dès 2040**. La réduction de la glace entraînera une **diminution de l'albédo**, qui amplifiera donc le **réchauffement global** et modifiera les écosystèmes pour toujours.

Augmentation du niveau de l'océan

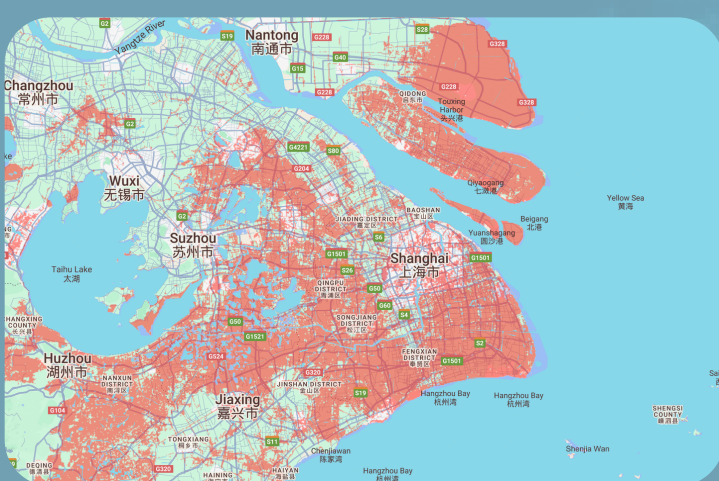
Les données satellites révèlent une **augmentation significative** du niveau global des océans depuis la **fin du XXe siècle** due à la fonte des glaces et de la cryosphère notamment mais aussi de la dilatation thermique.

Nos prévisions tablent sur une **augmentation de ce niveau** d'au moins 26 centimètres supplémentaires d'ici **2100**.



D'ici 2310, nous prévoyons que le niveau moyen de l'eau augmentera encore d'environ **un mètre**.

De plus en plus de zones sont menacées par la submersion en raison de l'élévation du niveau des océans. Certains territoires sont particulièrement vulnérables à ce phénomène, notamment **les côtes asiatiques et les Pays-Bas**.



Zone immergée (en rouge) en périphérie de Shanghai si le niveau global de la mer augmente de 1 mètre

A retenir

Les différentes observations satellitaires confirment l'impact du réchauffement climatique sur la banquise et les océans:

- Le niveau des océans a augmenté de plusieurs centimètres depuis le début des années 2000 et une élévation de **26cm** est prévue d'ici 2100
- L'étendue et l'épaisseur de la banquise diminuent depuis 1980, avec une **perte totale estimée à 17%** en glace depuis 1980
- Les océans se réchauffent avec une hausse moyenne de **+1°C** actuellement par rapport à la moyenne historique

Ces tendances devraient s'intensifier dans les années à venir et s'accompagner d'autres conséquences du changement climatique tels que l'**acidification des océans** lié à l'absorption du CO2 atmosphérique, la **destruction des coraux** et des écosystèmes, le **ralentissement des courants marins** ou même la **désoxygénation** de certaines zones de l'océan.

Sources

- Augmentation de la température des océans**
 - Data : <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/>
 - <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202408>
- Diminution de l'étendue de la glace**
 - Data : <https://www.kaggle.com/datasets/nsidcorg/daily-sea-ice-extent-data?resource=download>
 - Les enjeux : <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/cryosphere-les-enjeux-immerses-de-liceberg>
- Augmentation du niveau de l'océan**
 - Climate Central - coastal.climatecentral.org
 - Research Data Australia - researchdata.edu.au

Les visuels ont été générés par nos soins via un environnement Python Data Science (Pandas, GeoPandas). Nous avons traité directement les données brutes satellitaires pour construire nos propres modèles de projection, sans recourir à des graphiques préexistants.

