

Réchauffement climatique et conséquences sur les routes maritimes

Extension de la banquise

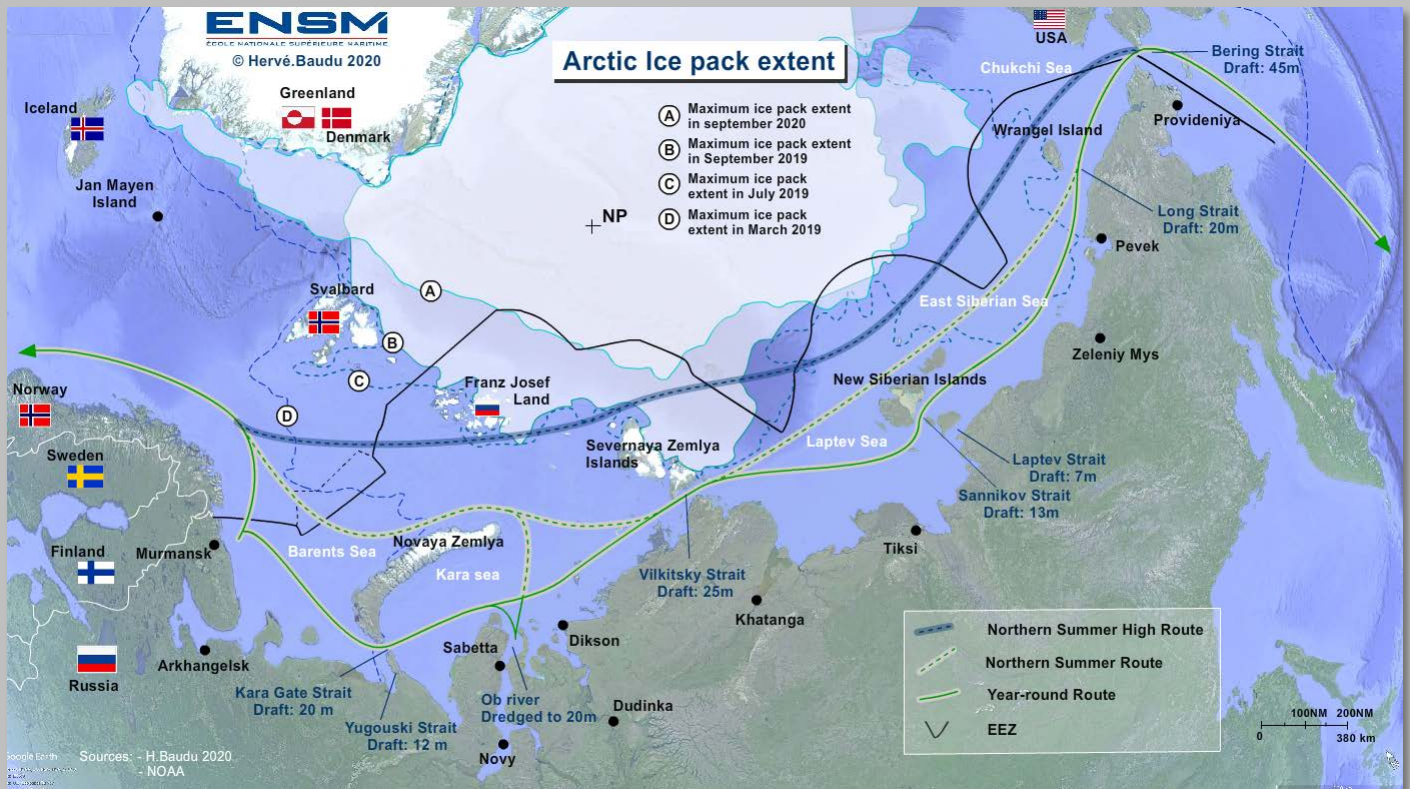


Figure 1 : étendue de la banquise en période estivale (© H.Baudu – sources NOAA - 2020)



Figure 2 : différence d'étendues de banquise entre début juin (couleurs pâles) et mi-septembre 2019 (couleurs denses) (© AARI.ru – calques superposés arrangés par © H.Baudu - 2020)

Etat de la cryosphère – rapport du GIEC 2021

Les océans couvrent 71% de la surface de la Terre et contiennent environ 97% de l'eau de la Terre. Environ 10% de la superficie terrestre est recouverte de glaciers, de zones gelées et de calottes glaciaires, ce qui forme la cryosphère. Le pergélisol (*permafrost* en anglais) arctique et boréal renfermerait le double de quantité de CO² de l'atmosphère s'il venait à se libérer totalement sous l'effet du réchauffement climatique. Auquel se rajouterait la libération du méthane, gaz à effet de serre 30 fois plus polluant que le gaz carbonique. L'étendue de la glace de mer arctique en septembre 2020 est tombée au deuxième minimum annuel le plus bas jamais enregistré. Elle a atteint un plancher de 3,74 millions km² le 15 septembre 2020. Ce n'était que la deuxième fois dans les relevés satellitaires que le minimum était inférieur à 4 millions de km²; le record de minimum de glaces de mer a été mesuré en 2012, année exceptionnelle, lorsque l'étendue des glaces à la mi-septembre était tombée à 3,39 millions de km². L'étendue de la banquise en Arctique à mi-septembre diminue de 12,8% par décennie depuis 1979. Seulement 4% de la superficie de la calotte glaciaire est formée par de la glace pluriannuelle contre 61 % il y a 30 ans. Les 14 minima les plus bas pour l'étendue de la glace de mer se sont produits au cours des 14 dernières années, selon les informations du **NSIDC**. Cette fonte exceptionnelle est très certainement due en partie aux températures extrêmement chaudes de l'été 2020 en Sibérie avec des feux de forêts d'une intensité jamais observée. En mai et juin, des températures de l'air extrêmement élevées - jusqu'à 6°C au-dessus de la moyenne à long terme et des températures de la mer supérieures à la moyenne ont encore accéléré la fonte des glaces de mer. Des températures de la mer persistantes au-dessus de la moyenne peuvent également entraver la formation de glace de mer et retarder la recongélation de l'océan Arctique en automne. La fonte des calottes glaciaires et des glaciers sur la période 2006-2015 est la principale source d'élévation du niveau de la mer (1,8 mm / an) dépassant depuis 2020 l'effet de la dilatation thermique de l'eau de mer (1,4 mm / an). La cause dominante de l'élévation moyenne du niveau de la mer depuis 1970 est le **forçage anthropique**. L'élévation du niveau de la mer s'est accélérée en raison de l'augmentation combinée de la perte de glace des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique. La perte de masse de la calotte glaciaire antarctique au cours de la période 2007–2016 a triplé par rapport à 1997–2006. Pour le Groenland, la perte de masse a doublé au cours de la même période. Les conséquences pour la biodiversité marine sont critiques. Le taux de déplacement vers les pôles de la répartition des différentes espèces marines depuis les années 1950 sont d'une trentaine de km par décennie pour les espèces épipélagiques (entre la surface et jusqu'à 200m). L'aiglefin et le cabillaud (morue) se pêchent de plus en plus Nord en mer de Barents, ces espèces devenant menacées. Même constat en mer de Béring où certaines espèces du Pacifique Nord passent le détroit éponyme pour venir frayer en Mer des Tchouktsches dans l'Est de l'océan Arctique. Suivant les différents scénarii du réchauffement climatique, l'élévation du niveau moyen mondial de la mer devrait être entre 40 cm et 1mètre en 2100. Aujourd'hui, environ 4 millions de personnes vivent en permanence dans la région arctique, dont 10% sont autochtones. 50 % de la population mondiale vit dans les zones côtières à moins de 100 km du rivage.

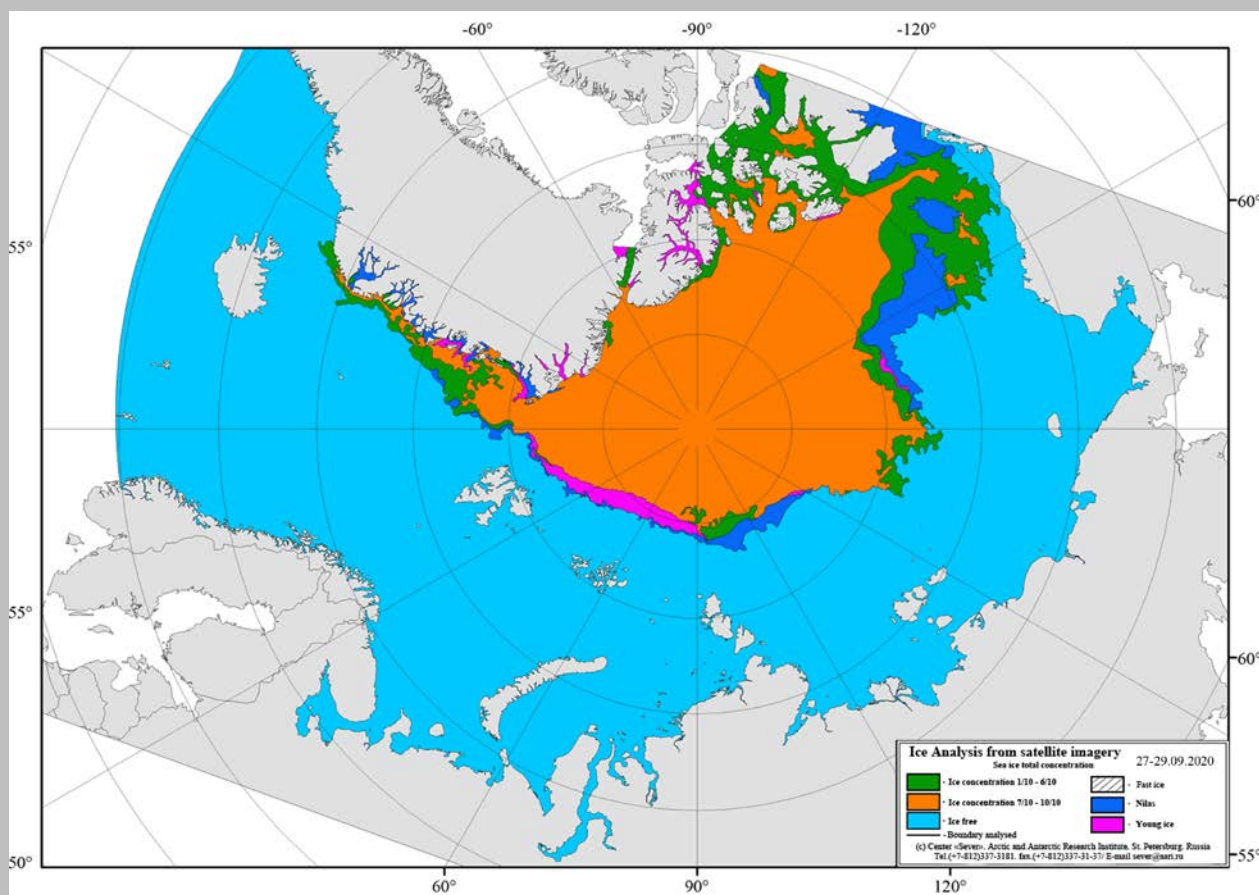


Figure 3 : carte d'extension des glaces en Arctique fin septembre 2020 – record d'extension (© AARI.ru – 2020)

Conséquences sur les routes arctiques

Le réchauffement climatique, qui est deux à trois fois plus élevé au pôle Nord que sur le reste de la planète, laisse entrevoir dans les décennies à venir une navigation estivale entre mars et novembre en Arctique libre de glaces, notamment le long des côtes russes. La période entre novembre et mars correspond à la période de pénombre hivernale au-delà du 60^{ème} degré de latitude sans rayonnement solaire où la mer gèle pour former la banquise. Aucun modèle climatique n'envisage la fonte de la banquise en hiver même si sa reconstruction hivernale n'est pas systématique dans son étendue et dans son épaisseur. Le réchauffement climatique a pour conséquence à ce jour une réduction exponentielle de la superficie de la banquise, notamment en période estivale mais également hivernale. 70% de sa superficie mesurée par satellite depuis 1979 serait perdue à la fin du siècle. Ce recul estival s'accompagne d'une banquise annuelle moins épaisse avec des glaces pluriannuelles de plus en plus concentrées et réduites autour du Pôle. Par l'effet d'**albédo** moins important en raison de la réduction de surface de la banquise, la température de l'eau de mer augmente en contrepartie par une plus grande absorption du rayonnement solaire et contribue à modifier les équilibres d'interaction océan/atmosphère qui commencent à faire apparaître des modifications sensibles de phénomènes météorologiques globaux. Cette boucle rétroactive autoalimente ces effets qui se traduisent, entre autres, par des tempêtes plus intenses et persistantes (*Polar Low*) observées plus fréquemment dans l'océan Arctique au cours des deux dernières décennies. La réduction de la superficie de la banquise favorise les zones libres de glaces sur lesquelles le vent peut souffler (*fetch*) plus longtemps créant une houle plus grosse qui par effet mécanique brise plus facilement la banquise. Les effets dynamiques des tempêtes, augmentent la vitesse de dérive de la banquise, génèrent des vagues océaniques qui modulent l'exportation de la glace de mer en provenance de l'océan Arctique. Ces changements induits par les tempêtes peuvent influencer sur la répartition de la glace de mer. La modification des centres dépressionnaires favorise donc une intensification de la dérive transpolaire et des exportations de glaces de mer par le détroit de Fram. La circulation océanique anticyclonique de la mer de Beaufort, qui atteint le pôle Nord, entraîne une dérive globale du pack, en particulier en été lors de la **débâcle**, du centre de l'océan Arctique vers les côtes du Canada et de l'Alaska. Cette circulation générale favorise la libération des glaces le long des côtes russes et augmente leur accumulation sur la partie Nord-Ouest de l'archipel canadien, notamment sur la route la plus directe par le canal de McClure (figure 5) qui reste encore inaccessible pendant l'été. Avec la banquise de moindre épaisseur en raison d'une période de refroidissement plus faible, la glace de mer devient plus fragile sous l'effet mécanique des vents et de la houle. La banquise se morcèle en plaques plus nombreuses (*Floes*), favorisant sa dérive. Suivant l'action du vent et des courants, les plaques de glaces parviennent plus facilement à embâcler dans les détroits et bras de mer archipélagiques notamment en formant un « bouchon ». Ces plaques de glaces viennent également s'entrechoquer et se superposer formant des concentrations de glace de plusieurs mètres d'épaisseur (glace « *hummockée* »), que même les brise-glaces les plus puissants ne peuvent casser (figure 4).



Figure 4 : banquise arctique au pôle Nord (Cdt Charcot © Hervé Baudu - 2021)

Ces phénomènes se rencontrent surtout le long des côtes (*Fast ice*) rendant très difficile la progression des navires spécialisés en fin et début de saison. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le réchauffement climatique amplifie les phénomènes de dérive des glaces qui à certains endroits et périodes de l'année rend plus difficile la progression dans la banquise de première année. A la dérive des glaces s'ajoute la difficulté de les détecter pour les navires. De jour, ces morceaux de banquise sont visibles mais de nuit et par mauvaise visibilité, la détection au radar devient beaucoup plus aléatoire. Le principe de détection du radar est de favoriser la détection du franc-bord du floe s'il est suffisamment épais au détriment de sa superficie. En termes de sécurité de la navigation, une réduction d'allure s'impose pour conserver les capacités à manœuvrer pour contourner ces morceaux de banquise dérivante. Ces phénomènes liés à la dérive de la banquise s'observent surtout au large des îles de la Sibérie orientale qui peut, suivant les années, représenter un « verrou » qui nécessite l'assistance d'un brise-glace d'escorte. Cette dérive de la banquise est une des raisons pour laquelle une réduction de vitesse est indispensable et qui dans bien des cas contraint le navire à modifier sa route en fonction de la concentration de la glace.

GIÉC : Rapport spécial sur l'océan et la cryosphère dans un climat en évolution 2019

Forçage anthropique : Dans le cas du climat, les forçages sont des perturbations du bilan d'énergie de la planète, c'est-à-dire de son bilan radiatif. Les forçages naturels sont les variations de l'ensoleillement, les éruptions volcaniques etc. Les forçages anthropiques sont d'origines humaines comme les émissions de gaz à effet de serre, la déforestation.

Albédo : l'albédo représente le pourcentage de lumière réfléchi par une surface par rapport à la quantité reçue. Sa valeur varie entre 0% et 100% (ou entre 0 et 1). Par exemple, l'eau de mer, qui absorbe bien le rayonnement solaire, a un albédo compris entre

5 et 10% alors que celui de la banquise est d'environ 60%. En l'absence de banquise, c'est l'océan qui absorbe plus de rayonnements solaires et contribue, par ce fait, à son propre réchauffement.

Débâcle : c'est le phénomène de fonte de la banquise, de sa dislocation et donc de sa dérive due au vent et aux courants ; à l'opposé de l'embâcle qui est le regel de la mer sous forme de banquise. On parle de banquise annuelle si ce cycle se renouvelle chaque année, sinon elle est pluriannuelle.

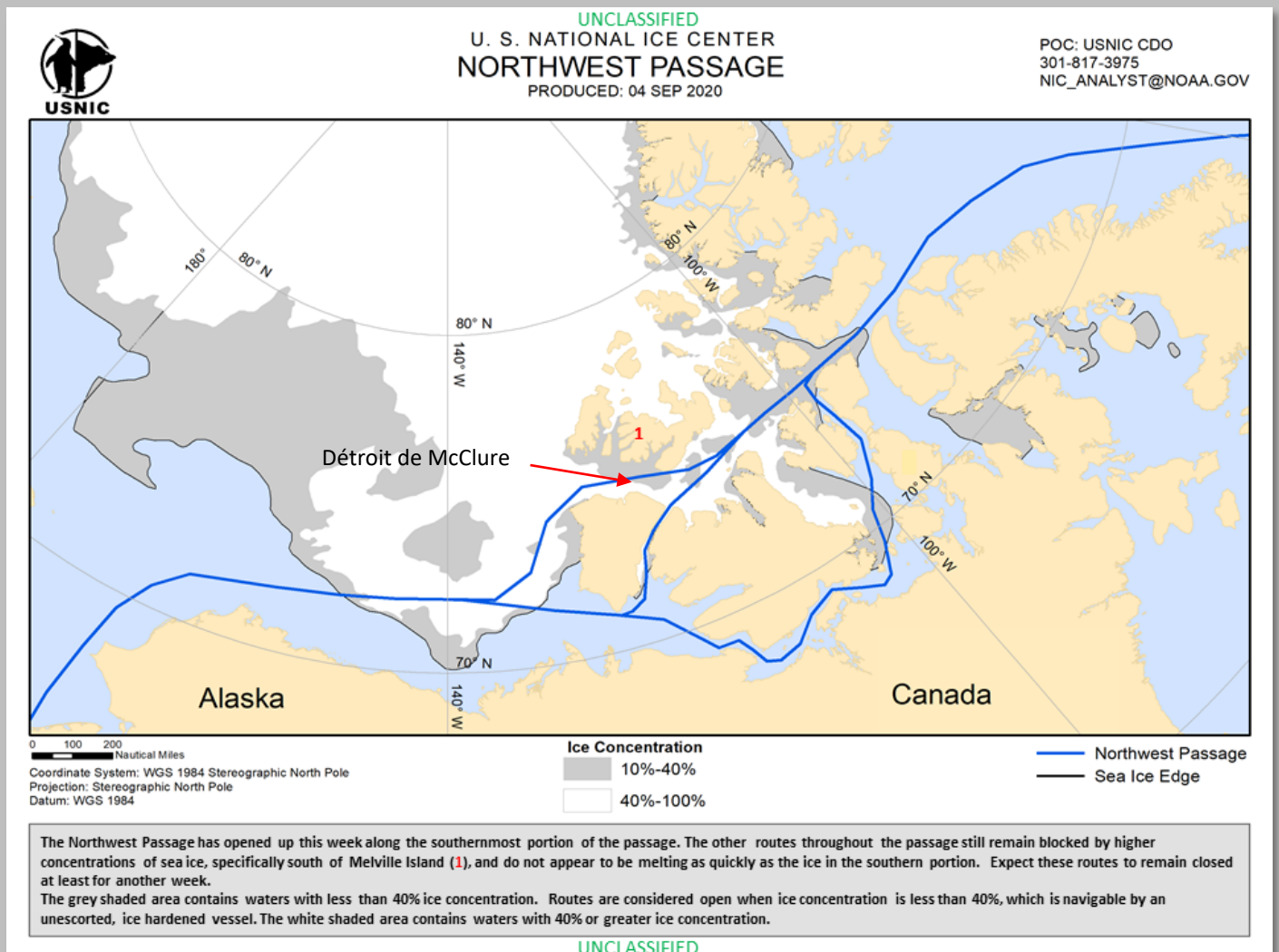


Figure 4 : étendue de la glace de mer dans le passage du Nord-Ouest début septembre 2020 (© NIC_Analyst NOAA)

Références :

- Site de l'auteur : retrouver les fiches de l'auteur sur Polar-navigation.com
- [GIEC](#)
- [NSIDC](#) ; [NOAA](#)
- [AARI](#)
- [PNAS](#)