

Les coulisses de l'expédition du *Fram* (1893-1896)

La Fondation Tara Océan vous propose d'entrer dans les coulisses des grandes expéditions maritimes.

Ce dossier est consacré à l'explorateur norvégien Fridtjof Nansen et à l'expédition menée à bord du *Fram* en Arctique, qui signera de nombreuses découvertes scientifiques et une extraordinaire aventure humaine.

A travers un récit documentaire et des activités à destination des jeunes de cycle 3 et cycle 4, vous découvrirez les enjeux de cette expédition polaire hors du commun et comment elle a été rendue possible.

Sommaire

1. Préambule	3
2. Introduction	3
3. Prémices et préparation de l'expédition	4
4. Du départ à la dérive (1893-1895)	5
5. « Farthest North » et retour (1895-1896)	7
6. Conclusion	9
7. Activités en lien avec les programmes	10
A. EXPLORER LE MONDE	10
Activité 1 : La traversée du Groenland	10
Activité 2 : L'expédition du <i>Fram</i>	14
Activité 3 : A la découverte des grands voyages d'exploration	19
B. ETUDIER L'ARCTIQUE	23
Activité 4 : Les profondeurs de l'Océan Arctique	23
Activité 5 : Les mesures scientifiques de l'atmosphère.....	30
Activité 6 : La banquise en danger	35
8. Annexes documentaires	41
A. Coupe de la <i>Jeannette</i> et dimensions du <i>Fram</i>	41
B. Liste des membres de l'équipage du <i>Fram</i>	42

1. Préambule

Véritable laboratoire scientifique flottant, la goélette *Tara* a déjà parcouru depuis 2004 plus de 500 000 kilomètres, faisant escale dans plus de 70 pays. Elle s'inscrit ainsi dans la droite lignée des grandes expéditions qui, depuis le XV^{ème} siècle, ont permis d'explorer le monde et de construire l'ensemble des connaissances scientifiques dont nous disposons aujourd'hui.

Au XV^{ème} siècle, le monde occidental connaît une révolution technique et scientifique : l'idée que la Terre est ronde est enfin admise et la généralisation de nouveaux instruments tels que la boussole ou l'astrolabe (qui permet le calcul de la latitude en pleine mer, à toute époque de l'année) ouvre la voie aux Grandes Découvertes. Les progrès de la construction navale permettent l'apparition des caravelles puis des galions, qui joueront un rôle majeur dans l'exploration de l'Océan Indien, la découverte de l'Amérique et de l'Océan Pacifique.

Le XVIII^{ème} siècle voit la naissance des premières expéditions dites « scientifiques » avec le départ en 1764 du *Dolphin* de John Byron pour le sud de l'Océan Atlantique. Bougainville, Cook, La Pérouse, Darwin, Nansen, Dumont d'Urville... chacun de ces grands explorateurs a contribué à la connaissance et à la compréhension de notre monde. En parallèle de ces voyages, les instruments de mesure et d'observation ont été développés et adaptés à cette volonté d'approche scientifique de l'univers.

Nous vous invitons aujourd'hui à revivre ces grandes expéditions pour comprendre comment elles ont contribué à l'élaboration des outils que les scientifiques utilisent aujourd'hui à bord de la goélette *Tara*, lorsqu'ils cherchent à enrichir encore notre connaissance de l'Océan.

2. Introduction

En 1893, en Norvège, c'est jour de fête : le Norvégien Fridtjof Nansen part avec un équipage de 12 hommes en direction de l'Arctique pour une expédition jamais tentée jusque-là : se faire délibérément emprisonner dans les glaces de la banquise dans l'espoir d'atteindre enfin le Pôle Nord.

Pour cela, il a fait construire un navire tout à fait unique : le *Fram*, qui deviendra source d'inspiration bien des décennies plus tard pour la construction de la goélette *Tara*.

Aujourd'hui, plus de 130 ans après le départ du *Fram*, la Fondation Tara Océan vous propose d'entrer dans les coulisses de cette expédition mythique menée aux confins de notre planète.

A travers un récit documentaire et des activités à destination des jeunes de cycle 3 et cycle 4, vous découvrirez les enjeux de cette expédition polaire norvégienne et comment elle a été rendue possible.

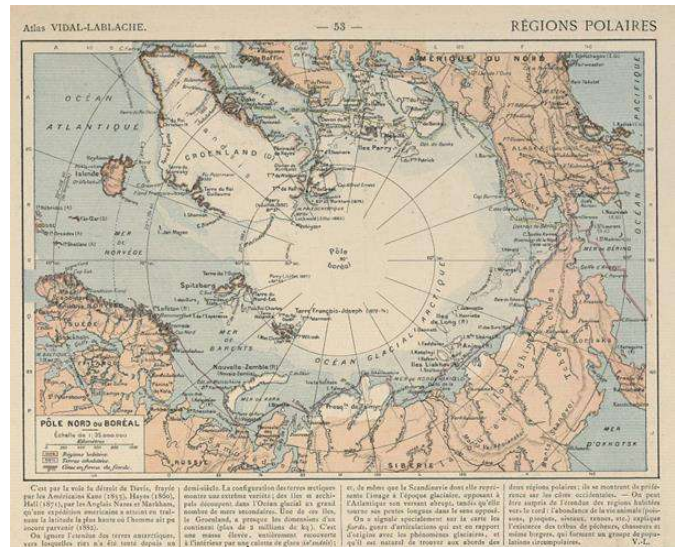
3. Prémices et préparation de l'expédition

Le contexte scientifique et historique

En 1881, un navire américain du nom d'USS Jeannette parti deux ans plus tôt pour le Grand Nord avec pour objectif d'atteindre le pôle, coule au Nord de la Sibérie, littéralement broyé par la pression de la banquise. Deux ans plus tard, ses débris sont retrouvés sur la côte sud-ouest du Groenland... Pourtant, le navire a coulé bien loin de là !

A partir de cette observation, l'idée qu'il existerait un courant marin traversant le pôle de part en part est exprimée par le météorologue Henrik Mohn. Selon ce dernier, un navire suffisamment solide et bien conçu pourrait ainsi traverser l'océan glacial Arctique, en partant de Sibérie pour arriver au Groenland.

L'explorateur polaire norvégien Fridtjof Nansen, tout juste rentré de la traversée de la calotte groenlandaise, suit avec attention cette théorie...



Carte de l'Arctique tel que connu juste avant l'expédition du Fram

Source : Atlas classique Vidal-Lablache

Le plan de Nansen (1890)

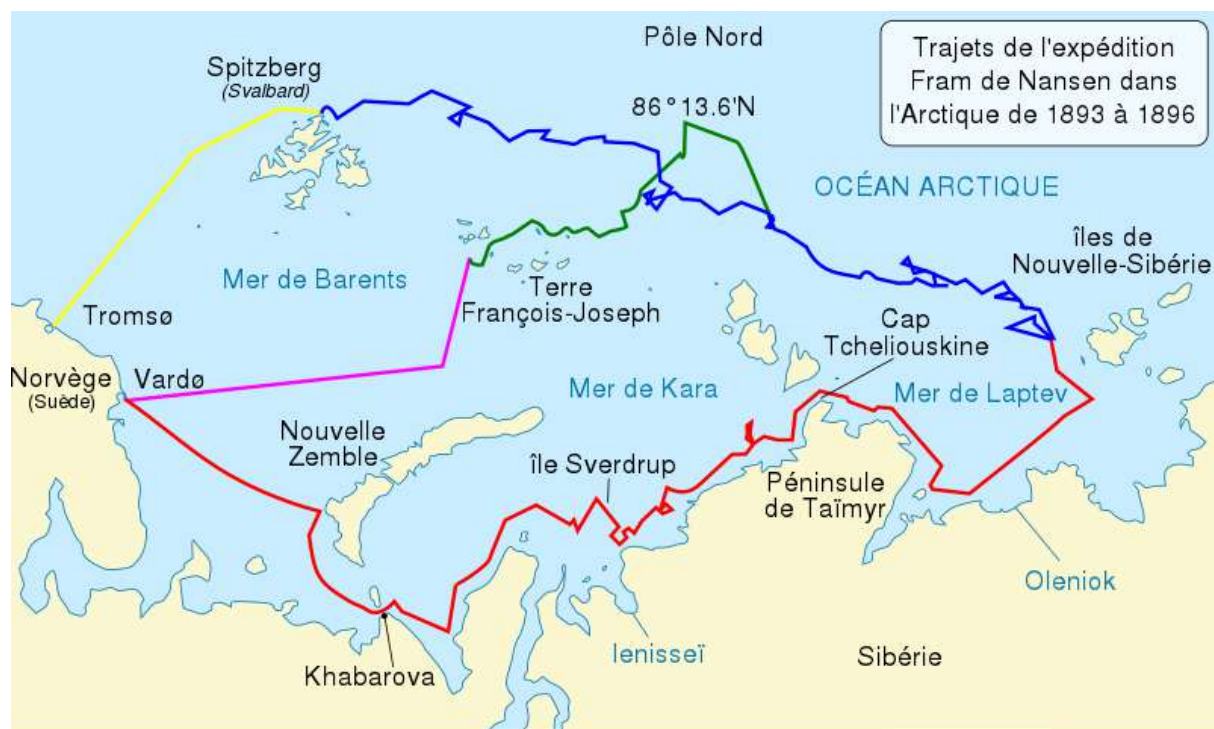
En février 1890, Nansen présente son ambitieux projet à la Société norvégienne de Géographie : traverser l'Arctique et atteindre le pôle Nord en se laissant volontairement prendre par la banquise puis porter vers l'Ouest à bord d'un navire conçu à cette fin et qui résisterait aux terribles pressions de la glace sur sa coque.

Pour mener à bien cette expédition, Nansen estime à 300 000 couronnes (1 million d'euros environ) les frais de ce projet : pour le navire, des vivres pour une douzaine de personnes, l'équipement scientifique, les chiens de traineau etc. D'après ses calculs, il lui faut en effet prévoir pour 5 ans de vivres, la nourriture devant être « suffisamment et variée », incluant par exemple des légumes secs et des biscuits, pour prévenir des maladies comme le scorbut mais aussi bien conservée, dans des boîtes en zinc notamment.

Lorsque Nansen présente son projet, nombreux sont les explorateurs qui le juge irréalisable. Pour beaucoup, il condamne ses hommes à une mort certaine étant donné qu'il semble peu probable qu'un bateau puisse un jour résister aux pressions horizontales de la banquise. Mais malgré tous ces avis, quelques explorateurs ou sociétés géographiques (comme la Royal Geographical Society) soutiennent le projet. Même le New York Times écrit un article à ce sujet ! Ce plan, si audacieux, fascine et enthousiasme une partie du grand public de l'époque.

Source : Livre de NANSEN Fridtjof, « Vers le pôle »

seulement, après le Vega de Nordenskjöld en 1878, à parvenir à passer ce cap. Nansen et son équipage s'engagent alors dans la mer de Laptev.



Légende	
	Trajet du Fram vers l'est, depuis Vardø en Norvège jusqu'aux côtes de Sibérie, puis vers le nord après les îles de Nouvelle-Sibérie pour entrer dans le pack de glace. De juillet à septembre 1893
	Dérive du Fram dans la banquise depuis les îles de Nouvelle-Sibérie vers Spitzberg, suivant une direction nord puis ouest. De septembre 1893 à août 1896.
	Marche de Nansen et Johansen vers le grand nord, jusqu'à la latitude 80°20'N, et leur retraite vers le cap Flora sur la terre de François-Joseph. De février 1895 à juin 1896.
	Retour de Nansen et Johansen à Vardø depuis le cap Flora. Août 1896.
	Retour du Fram de Spitzberg à Tromsø. Août 1896.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Nansen_Fram_Expédition_map-fr.svg

Le Fram pris par les glaces

A partir du 20 septembre, il devient évident que le *Fram* ne pourra pas naviguer plus au Nord, bloqué par la banquise. Le navire se prépare donc à hiverner (le gouvernail est par exemple relevé afin de le mettre en sécurité) et le 9 octobre, le navire est pour la première fois mis à l'épreuve de la banquise ! Comme Nansen l'avait voulu et Colin conçu, celui-ci résiste aux pressions horizontales sur sa coque en se soulevant au gré des pressions.

Jusqu'en mars 1894, le navire dérive alternativement vers le Nord et vers le Sud, descendant même à une latitude inférieure à celle, de 78°, atteinte par le navire juste avant son hivernage. Finalement, le *Fram* prend la route du Nord et dépasse enfin les 80° de latitude le 26 mars.

La durée totale de la dérive ne devrait pas dépasser 5 ans d'après les estimations de Nansen. Ce dernier se base dans ses



Le Fram pris par les glaces en mars 1894

calculs sur la distance quotidienne moyenne parcourue par le navire, la distance jusqu'au pôle, la vitesse du vent etc. Cette durée estimée est confirmée par la suite en 2009 par une étude publiée dans *American Scientist*, qui se fonde sur des connaissances plus précises du courant transpolaire.

Une longue dérive

Commence alors une longue dérive....

Pour combattre l'ennui, et surtout répondre aux attentes scientifiques de l'expédition, l'équipage effectue diverses mesures. Parmi celles-ci, nous pouvons citer les suivantes : la position du navire, la température et l'humidité de l'air, la pression atmosphérique, la vitesse et l'orientation du vent, des observations astronomiques, la déclinaison ainsi que l'inclinaison et l'intensité magnétique, la profondeur de l'océan ainsi que la température à différentes profondeurs, différents échantillons d'eau, observation et collecte d'espèces animales etc. A tous les instruments que Nansen emporte sur le *Fram* se joint son précieux appareil photo, qui lui permettra d'immortaliser de nombreux moments de vie et les nombreuses étapes de leur formidable périple.



Mesures scientifiques avec la lecture du thermomètre plongeur
Source : Livre « Vers le Pôle », de F.Nansen

Le reste du temps, l'équipage s'occupe comme il le peut. Les hommes se divertissent en jouant, en lisant (grâce à une importante bibliothèque à bord), en nettoyant... Nansen tente également de lancer un journal, sans succès. Ce qui leur manque, c'est l'aventure ! Alors ils s'entraînent, font du ski, apprennent à commander les attelages de chiens, chassent des ours et autres mammifères... Nansen en vient même à espérer que les éléments se déchainent pour qu'enfin le *Fram* sorte de sa torpeur. En somme, l'ennui n'a pas une bonne influence sur les explorateurs (quelques bagarres éclatent même) et en novembre 1894, Nansen annonce son intention, mûrie pendant l'été, d'atteindre le pôle à traîneau. En effet, le *Fram* devrait passer trop au Sud du pôle et l'atteindre en traîneau reste leur seul espoir.... Ce projet occupera l'équipage pendant les mois suivants.

5. « Farthest North » et retour (1895-1896)

L'équipage continue les préparatifs pour une expédition « à pied » vers le pôle pendant le début de l'année 1895. Pour cela, ils construisent des traîneaux et s'entraînent surtout à commander les attelages de chiens. Cette approche, en envisageant un raid à traîneau, est une première pour ce genre d'expédition et Nansen se base lors de sa conception sur ce qu'il a entendu dire de cette pratique répandue chez les peuples bordant l'océan glacial Arctique.

Nansen choisit comme coéquipier Johansen et le 14 mars 1895, le duo s'élance sur la banquise avec leurs skis, traîneaux, chiens, provisions et équipements. Dès la fin du mois de mars, le voyage devient difficile, en raison d'hummocks (amoncellement de blocs de banquise) toujours plus nombreux et d'un terrain de plus en plus accidenté ; leur progression ralentit considérablement. Le 7 avril, Nansen atteint 86°14 de latitude Nord, établissant un nouveau Farthest North, record du point le plus au Nord de l'époque. Face à lui, un mur de glace, infranchissable. Le duo est forcé d'opérer un demi-tour plus vite que prévu et se dirige vers le Sud-Ouest en direction de l'archipel François-Joseph.



Départ de Nansen et Johansen le 14 mars 1895

Source : Wikipédia, Expédition Fram

Vers le Sud

Lors de leur retour, les provisions s'épuisent petit à petit et le manque d'espèces animales pousse le duo à progressivement tuer leurs chiens afin de se nourrir. Le retour de ce raid est extrêmement difficile et long pour les deux hommes, de plus en plus fatigués et affamés par ce périple. Le 14 août 1895, ils touchent enfin terre au Nord-Est de l'archipel François Joseph. Ils stoppent leur progression le 28 août et construisent une hutte pour s'abriter de l'hiver. Ils n'en repartiront que neuf mois plus tard, le 19 mai 1896.

Et puis, un mois plus tard, le 17 juin 1896, ils entendent un chien aboyer au loin. Nansen, parti seul pour déterminer l'origine de cet aboiement, aperçoit une silhouette humaine. L'inconnu prend la parole en premier : « How do you do ? ». L'homme se présente, Frederick Jackson, dont la candidature avait été refusée pour l'expédition de Nansen, et qui reconnaît les traits de Nansen ! Les deux hommes retournent chercher Johansen puis quitteront l'archipel François Joseph quelques semaines plus tard avec le navire de ravitaillement de Jackson.



Photographie commémorant la rencontre entre Nansen et Jackson au cap Flora, le 17 juin 1896. Celle-ci est réalisée quelques jours après la véritable rencontre. (Source : Wikipédia, Nansen)

Pendant ce temps-là, le Fram

Après le départ du duo, le *Fram* et son équipage continuent leur dérive. Malgré l'absence de Nansen, les observations scientifiques se poursuivent et des relevés de la profondeur de l'océan indiquent clairement l'absence de terres aux alentours. Contrairement à Nansen, l'ennui est la plupart du temps leur seul ennemi.

Le 13 juin 1896, le *Fram* sort enfin de la banquise au Nord-Ouest du Spitzberg, là où Nansen l'avait prédit près de 6 ans auparavant ! De son côté, Nansen, qui est de retour à Vardø (où il est d'ailleurs accueilli par Mohn dont nous avons parlé précédemment et qui s'y trouvait par hasard) puis à Hammerfest début août, reçoit le 20 août des nouvelles du *Fram* : il est en direction de Tromsø ! Les deux équipes s'y rejoignent finalement le lendemain et y célèbrent leurs retrouvailles pendant plusieurs jours avant de reprendre la route du Sud et d'entrer dans l'Histoire.

6. Conclusion

Ce qui rend l'expédition de Nansen et du *Fram* aussi mythique, au-delà des impressionnants obstacles surmontés, ce sont ses résultats scientifiques et logistiques. L'expédition a en effet permis d'importantes découvertes, en prouvant l'existence d'un courant transpolaire par exemple, tout en ramenant un grand nombre de données extrêmement précieuses, tant météorologiques que biologiques ou bathymétriques. L'ensemble de ces éléments ont par la suite permis de briser, justement, de nombreux mythes, comme l'existence de terres au Nord ou encore l'existence d'eau libre vers le pôle.

En menant à bien cette expédition, Nansen a également réalisé une merveilleuse prouesse technique et logistique. Même si son record du *Farthest North* ne tiendra pas longtemps, il inaugure une nouvelle ère pour l'exploration arctique. Rompant avec la tradition des expéditions massives réalisées précédemment, Nansen prouve qu'un équipage réduit et un navire bien conçu sont les clés du succès. Ses méthodes seront reprises par la suite pour la majorité des expéditions qui réussiront à se rapprocher du pôle... Et à en revenir !

Considéré comme un héros à son retour, Nansen décidera de militer pour une Norvège indépendante de la Suède. Nommé premier ambassadeur de Norvège à Londres puis représentant norvégien à la Société des Nations (SDN), il permettra le retour de près d'un demi-million de prisonniers de guerre à la fin de la Première Guerre mondiale, ce qui lui vaudra le Prix Nobel de la Paix en 1922. Il créera aussi un passeport à destination des apatrides, le « passeport Nansen », qui permettra à de nombreux réfugiés, notamment russes, de pouvoir circuler légalement dans le monde et surtout en Europe, afin de fuir la guerre.

L'aventure est également loin d'être finie pour le *Fram* qui repart quelques années plus tard pour le Canada avec Sverdup puis pour le pôle Sud et l'Antarctique avec Amundsen, mais ça, c'est une autre histoire...

Bibliographie et sources principales :

- NANSEN Fridtjof, North Polar Expedition 1893-1896. Scientific results,
- NANSEN Fridtjof, Vers le Pôle, (trad. C. RABOT), Flammarion, 1897.
- JENNI Alexis, Le passeport de Monsieur Nansen, Editions Paulsen, 2022.
- Plan du Fram sur Wikipédia : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fram_Drawings.jpg
- Autres sources iconographiques : Gallica (site de la BNF) et archives de l'US Navy.

7. Activités en lien avec les programmes

Les activités proposées ci-dessous sont en lien avec les programmes de cycle 3 et cycle 4.

A. EXPLORER LE MONDE

Activité 1 : La traversée du Groenland

Disciplines	Thèmes	Compétences travaillées	Domaine du socle
Français Cycle 3	Lecture et compréhension de l'écrit	Lire	1, 5
Histoire- Géographie Cycle 3	Thème 2 : -habiter un espace de faible densité -habiter un espace à fortes contraintes naturelles et/ou de grande biodiversité	Se repérer dans l'espace : nommer et construire des repères géographiques	1, 2, 5
		Analyser et comprendre un document (extraire des informations pertinentes)	1, 2
		Pratiquer différents langages en histoire-géographie : écrire pour construire sa pensée et son savoir	1, 2, 5

Document 1 : la traversée du Groenland

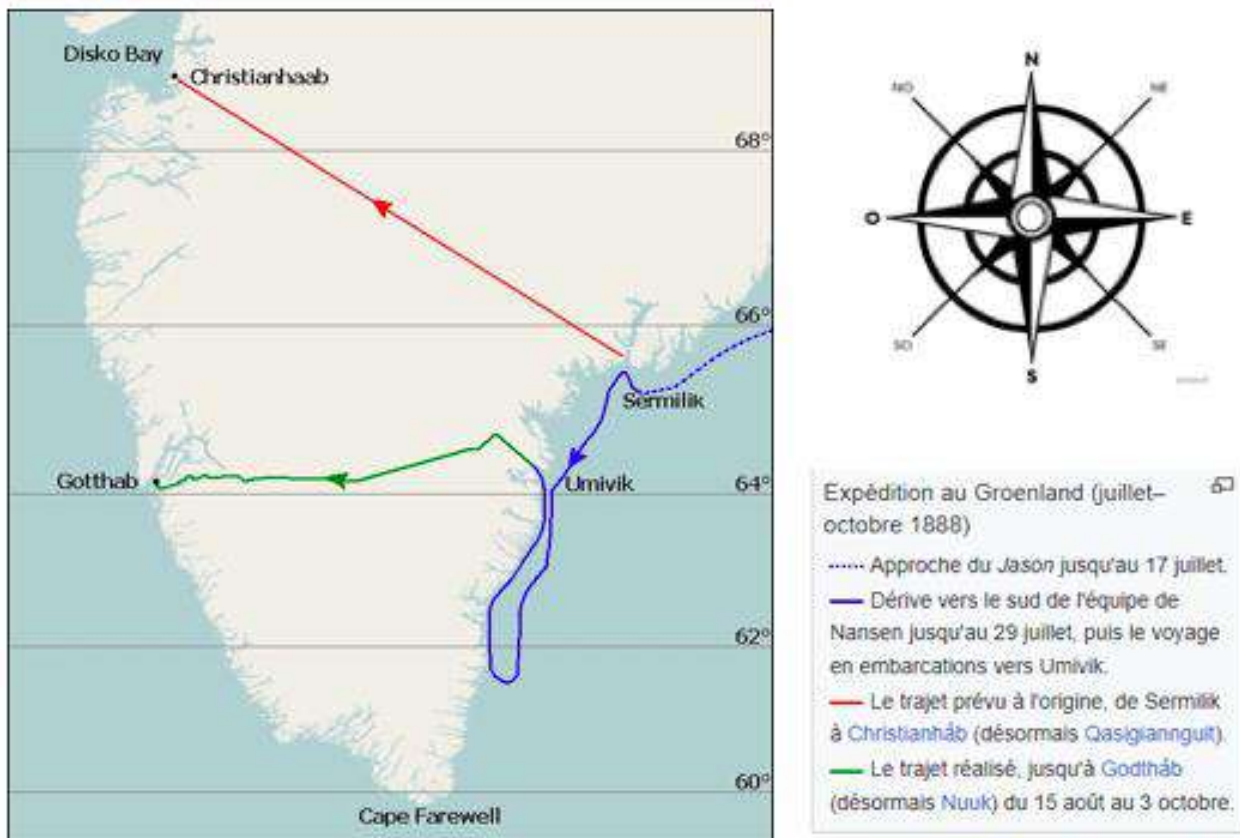
« De 1888 à 1889, Nansen et cinq hommes vont traverser le Groenland d'Est en Ouest. Jusque-là, deux tentatives avaient été faites en partant de la baie de Disko sur la côte ouest, mais après avoir parcouru environ 160 kilomètres vers l'Est les explorateurs avaient dû faire marche arrière.

Un voyage d'Est en Ouest, se terminant à la baie de Disko plutôt que l'inverse, voilà ce qu'imagine Nansen. Une équipe partant de la côte Ouest habitée serait, expliquait-il, obligée de faire un aller-retour car aucun navire ne pouvait être certain d'atteindre la dangereuse côte Est pour les y attendre. En partant de l'Est, Nansen ferait un aller simple vers une zone peuplée.

La traversée de 500 km est réalisée en quarante-neuf jours et pendant tout le voyage, l'équipe a maintenu soigneusement des relevés météorologiques, géographiques et d'autres informations sur l'intérieur du Groenland, qui était jusque-là inexploré. Le voyage est périlleux avec de nombreuses crevasses et des tempêtes souvent très fortes. Le succès de Nansen est dû à l'utilisation d'un moyen de locomotion d'origine lapone, le ski.

Quand il arrive à Gothab, il doit attendre avec son équipage le printemps pour pouvoir repartir, ce qui va lui permettre d'étudier la vie des Esquimaux. »

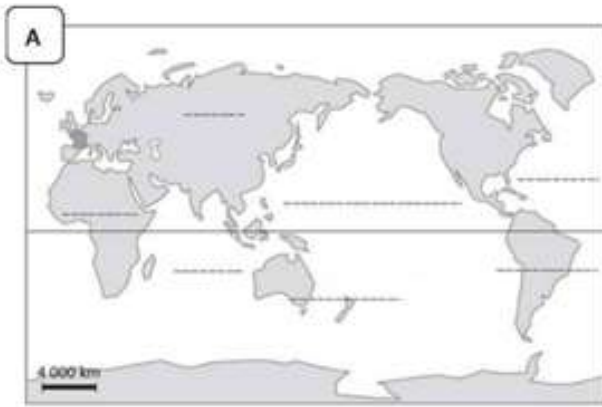
Document 2 : carte de la traversée du Groenland par Nansen (1888-1889)



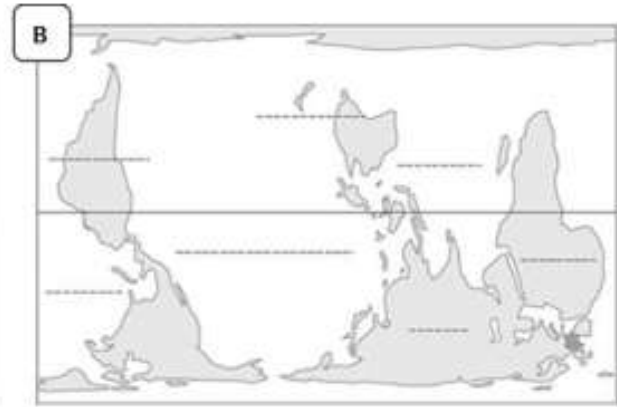
Source : Par Base map is from OpenStreetMap by User:Dr. Blofeld, labels, latitude lines, and journey lines added by Ruhrfish (talk) — Base map is File:Location map Greenland Southern.png, sea (blue) and land (green) journey lines based on File:NansenGreenlandrevisedMap.jpg, published 1888. Latitude lines based on Google Earth satellite photos., CC BY-SA 4.0,

Questions :

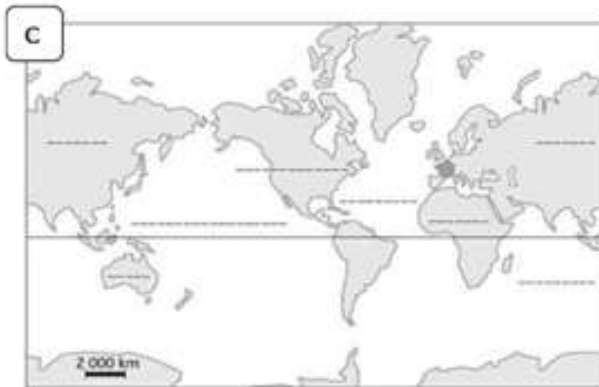
- 1) A l'aide du document 1, explique quel est l'objectif de Nansen quand il organise son expédition.
- 2) En combien de temps Nansen et son équipe traversent-ils le Groenland ?
- 3) Pourquoi les autres continents n'apparaissent-ils pas ?
- 4) La traversée du Groenland est difficile mais qu'utilisent-ils pour affronter les différents obstacles (crevasses, glaciers...) ?
- 5) Il est dit dans le texte que Nansen va étudier la vie des Esquimaux. Cherche dans un dictionnaire comment appelle-t-on aujourd'hui les habitants du Groenland ?
- 6) Quel était le trajet qu'avait initialement prévu d'emprunter Nansen ?
- 7) A l'aide de la légende de la carte, explique pourquoi Nansen et son équipe n'ont pas pu partir de Sermilik comme prévu.
- 8) Dans quelle ville arrive l'expédition ?
- 9) A l'aide des points cardinaux, localise cette ville par rapport à Christianhaab.
- 10) Saurais-tu retrouver le Groenland sur différents planisphères ?
 - ⇒ Localise le Groenland par un point rouge sur chacun des planisphères.
 - ⇒ Place en bleu le nom des océans et en noir le nom des continents
 - ⇒ Rédige une phrase dans laquelle tu situes précisément le Groenland



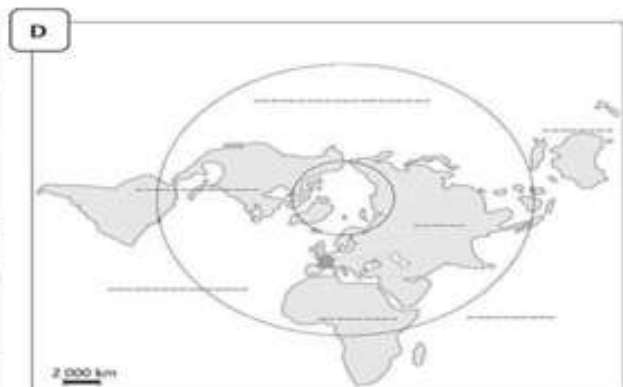
Le monde vu de Chine



Le monde vu de l'Australie



Le monde vu d'Amérique



Le monde vu du pôle Nord

- 11) Tu viens de recevoir une lettre d'un jeune Inuit qui te décrit l'endroit où il vit au Groenland. Il est curieux d'en savoir plus sur l'endroit où toi tu vis. Sauras-tu lui répondre ?



Le centre de Sisimiut

Bonjour,

Je m'appelle Imaka, j'ai 11 ans et je vis à Sisimiut au Groenland. C'est une île qui appartient au Danemark. Elle se trouve au Nord-Est du Canada entre l'océan Atlantique et l'océan Arctique. Sisimiut se trouve au nord du cercle polaire arctique, ce qui signifie qu'il y a des jours où le soleil ne se couche pratiquement jamais. L'hiver, par contre, le soleil peut ne pas se lever de la journée. Le Groenland est très peu peuplé, il y a 56 650 habitants, les Inuit. »
Et toi ? Qui es-tu ? Où habites-tu ?
Réponds-moi vite !

Imaka

Éléments de correction :

- 1) Nansen imagine de traverser le Groenland d'Est en Ouest.
- 2) Cela se déroule en 49 jours.
- 3) C'est une carte zoomée sur le Groenland. Et le Groenland est une île.
- 4) Le succès de Nansen est dû à l'utilisation d'un moyen de locomotion d'origine lapone, le ski.
- 5) Ce sont les Inuit. (« Inuk » au singulier, « Inuit » au pluriel).
- 6) De Sermilik à Christianhaab.
- 7) Le bateau a dérivé au sud de l'endroit initialement prévu, déporté par les vents contraires et les courants.
- 8) L'expédition arrive à Gotthab.
- 9) Gotthab se situe au sud de Christianhaab.
- 10) Le Groenland est une grande île située à proximité du pôle nord, entre l'océan glacial arctique et l'océan atlantique.

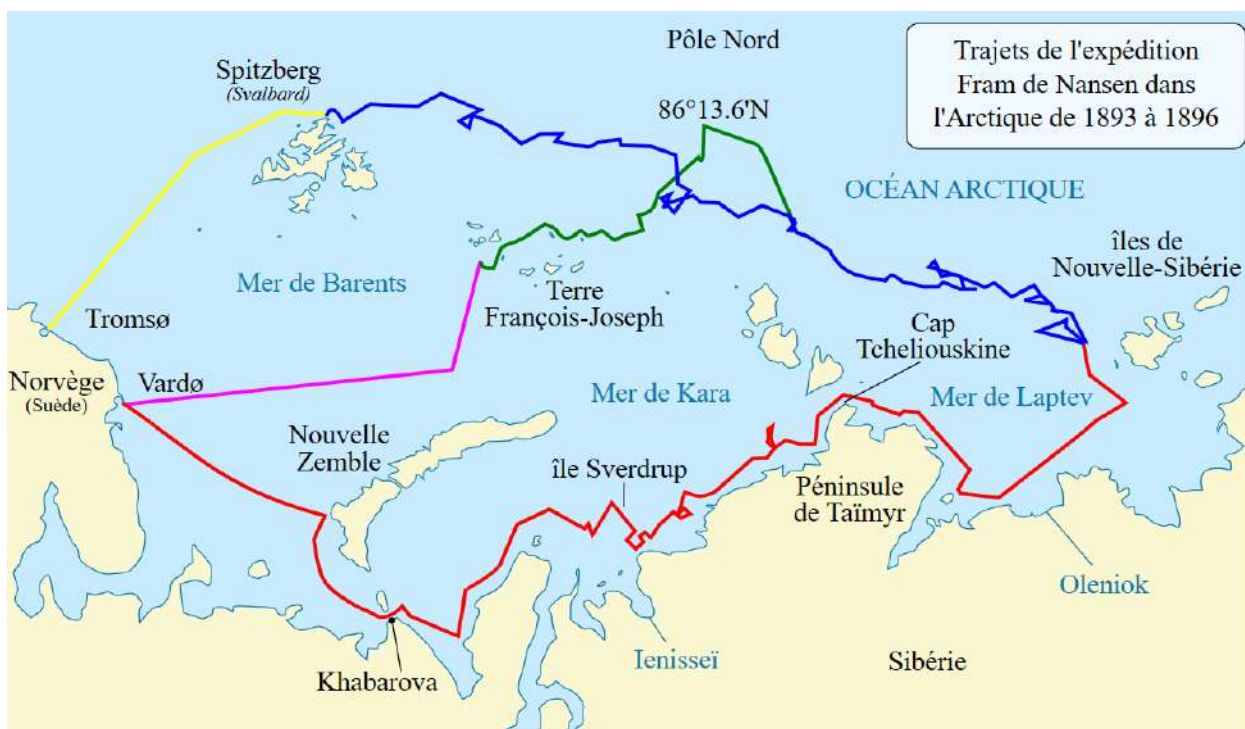
Pour aller plus loin :

Activités autour du GPS : <https://fondationtaraoccean.org/education/carnet-de-labos-le-gps/>

Activité 2 : L'expédition du Fram

Disciplines	Thèmes	Compétences travaillées	Domaine du socle
Français Cycle 4	Se chercher, se construire : Le voyage et l'aventure (5 ^{ème})	Lire, écrire	1, 5
		Se repérer dans le temps : construire des repères historiques	1, 2, 5
Découverte des métiers au collège (Parcours avenir) Cycle 4	Connaître des secteurs d'activités Découvrir les métiers dans des contextes professionnels	Donner à l'élève les fondements de la culture mathématique, scientifique et technologique nécessaire à une découverte de la nature et de ses phénomènes, ainsi que des techniques développées par les femmes et les hommes...	1, 2, 4
		Organiser son travail personnel Faire preuve de responsabilité, s'engager et prendre des responsabilités	1, 2, 3

Document 1 : Carte de l'expédition du Fram



Légende	Description
	Trajet du Fram vers l'est, depuis Vardø en Norvège jusqu'aux côtes de Sibérie, puis vers le nord après les îles de Nouvelle-Sibérie pour entrer dans le pack de glace. De juillet à septembre 1893
	Dérive du Fram dans la banquise depuis les îles de Nouvelle-Sibérie vers Spitzberg, suivant une direction nord puis ouest. De septembre 1893 à août 1896.
	Marche de Nansen et Johansen vers le grand nord, jusqu'à la latitude 80°20'N, et leur retraite vers le cap Flora sur la terre de François-Joseph. De février 1895 à juin 1896.
	Retour de Nansen et Johansen à Vardø depuis le cap Flora. Août 1896.
	Retour du Fram de Spitzberg à Tromsø. Août 1896.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Nansen_Fram_Expedition_map-fr.svg

Document 2 : les grandes étapes de l'expédition du *Fram*

① Alors que Nansen est à Vardø il reçoit des nouvelles du *Fram* qui est en route vers Tromsø ! Les deux équipes s'y rejoignent finalement le 21 août 1896.

② Nansen et son compagnon sont de retour à Vardø début août 1896.

③ Nansen quitte Vardø dernier port norvégien au nord, le 21 juillet 1893 pour la Nouvelle Zemble et la mer de Kara. Les premières glaces apparaissent dès le 27 juillet et le 29, le *Fram* fait escale à Kabarova sur la côte russe. Le 4 août 1893, le *Fram* entre dans la mer de Kara et une très difficile navigation au milieu des glaces va débuter dans cette région mal connue. Le 20 septembre, le *Fram* se retrouve au nord de l'archipel de la Nouvelle-Sibérie à l'extrémité de l'eau libre. Le 23 septembre 1893, il est entièrement bloqué par les glaces [...]

④ Le 5 octobre 1893, le navire se prépare à hiverner. Le 9 octobre, le navire est pour la première fois mis à l'épreuve par les glaces et, comme Nansen l'avait voulu et Colin conçu, celui-ci résiste aux pressions horizontales sur sa coque en se soulevant au gré des pressions. Jusqu'en mars 1894 le navire dérive alternativement vers le Nord et vers le Sud (...) Finalement, le *Fram* prend la route du Nord et dépasse enfin les 80° de latitude le 26 mars 1894. La durée totale de la dérive ne devrait pas dépasser 5 ans d'après les estimations de Nansen. Ce dernier se base dans ses calculs sur la distance quotidienne moyenne parcourue par le navire, la distance jusqu'au pôle, la vitesse du vent etc. Le 13 juin 1896, le *Fram* sort de la banquise au Nord-Ouest du Spitzberg.

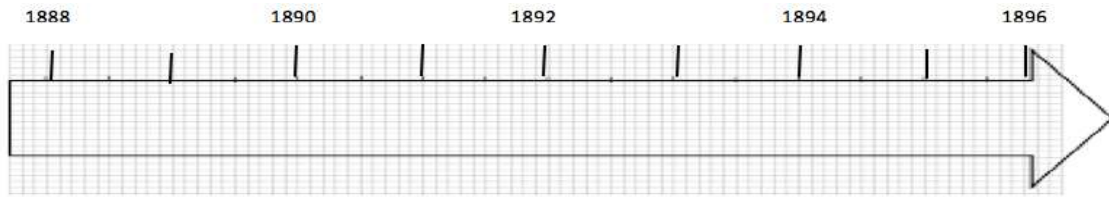
⑤ Nansen décide de quitter le *Fram* pour atteindre le pôle en traîneau. Nansen choisit comme coéquipier Johansen et le 14 mars 1895 le duo s'élance sur la banquise avec leurs skis, traîneaux, chiens, provisions et équipements. Dès la fin du mois de mars, le voyage se fait de plus en plus difficile. Le 7 avril, Nansen atteint 86°14 de latitude Nord, record du point le plus au Nord de l'époque. Face à lui, un mur de glace, infranchissable. Le duo est forcé d'opérer un demi-tour et il se dirige vers le Sud-Ouest en direction de l'archipel François-Joseph. Le 14 août 1895, ils touchent enfin terre au Nord-Est de l'archipel François Joseph et ils y restent jusqu'en juin 1896. Ils rentrent à bord d'un bateau de ravitaillement.

Document 3 : L'équipage du *Fram*

- Otto Sverdrup, capitaine du navire et second de Nansen
- Theodore Jacobsen, second du capitaine Sverdrup
- Sigurd Scott Hansen, en charge des observations météorologiques et magnétiques
- Henrik Blessing, botaniste et docteur de l'expédition
- Hjalmar Johansen, chauffeur du moteur
- Adolf Juell, cuisinier de l'expédition
- Ivar Mogstad, bricoleur
- Anton Amundsen, premier mécanicien
- Lars Pettersen, second mécanicien
- Peter Henriksen, harponneur
- Bernhard Nordahl, électricien (le navire est éclairé avec de l'électricité produite par un moulin à vent lorsqu'il est à l'arrêt)
- Bernt Bentzen, en charge du cabotage

Questions :

- 1) A l'aide du document 1, complète la frise chronologique ci-dessous sans oublier de faire une légende.



- 2) Comme tu peux le voir en lisant la légende du document 1, le voyage de Nansen à bord du *Fram* s'est déroulé en plusieurs étapes.

- ⇒ Combien y-a-t-il d'étapes dans ce voyage ?
- ⇒ Repasse chaque étape du voyage d'une couleur différente et complète la légende
- ⇒ Puis associe chaque étape à un extrait de texte comme l'exemple dans le tableau

Trajet du <i>Fram</i> vers l'est, depuis Vardø en Norvège jusqu'aux côtes de Sibérie, puis vers le nord après les îles de Nouvelle-Sibérie pour entrer dans le pack de glace. De juillet à septembre 1893	Texte n°
Dérive du <i>Fram</i> dans la banquise depuis les îles de Nouvelle-Sibérie vers Spitzberg, suivant une direction nord puis ouest. De septembre 1893 à août 1896.	Texte n°
Marche de Nansen et Johansen vers le grand nord, jusqu'à la latitude 80°20'N, et leur retraite vers le cap Flora sur la terre de François-Joseph. De février 1895 à juin 1896.	Texte n°
Retour de Nansen et Johansen à Vardø depuis le cap Flora. Août 1896.	Texte n°
Retour du <i>Fram</i> de Spitzberg à Tromsø. 21 Août 1896	Texte n°

- 3) Le *Fram* est le nom du navire utilisé par Nansen pour réaliser son projet. Il existe de nombreuses autres sortes de bateaux. En voici quelques exemples.

Relie le nom du bateau à la bonne image.

Pirogue



Chalutier



Paquebot



Péniche



Goélette



Frégate

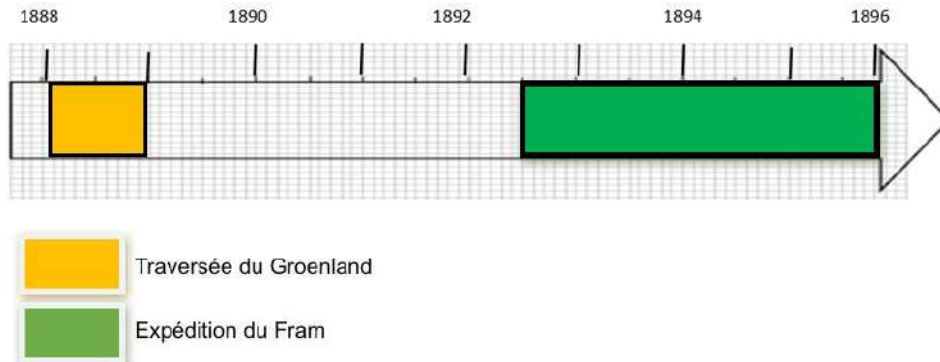


- 4) Sur le *Fram*, Nansen s'est entouré de personnes ayant des métiers ou des compétences différentes. Explique à l'aide d'un dictionnaire ce que fait :
- ⇒ Un harponneur :
 - ⇒ Un botaniste :
 - ⇒ Celui qui est chargé des observations météorologiques et magnétiques :
 - ⇒ Celui qui est chargé du cabotage :
- 5) Recherche quels autres métiers peut-on trouver aujourd'hui sur un bateau comme la goélette Tara, à l'aide de ce lien : <https://fondationtaraocéan.org/education/tara-europa-portraits-equipage/>
- 6) Choisis un de ces métiers, et réalise la fiche d'identité de ce métier selon le plan suivant :

Nom du métier			
Description	Qualités requises	Conditions de travail	Formations
Bibliographie			

Éléments de correction :

1) Voici la frise du temps complétée :



2) Le voyage se déroule en 5 étapes.

Légende		Trajet du <i>Fram</i> vers l'est, depuis Vardø en Norvège jusqu'aux côtes de Sibérie, puis vers le nord après les îles de Nouvelle-Sibérie pour entrer dans le pack de glace. De juillet à septembre 1893
		Dérive du <i>Fram</i> dans la banquise depuis les îles de Nouvelle-Sibérie vers Spitzberg, suivant une direction nord puis ouest. De septembre 1893 à août 1896.
		Marche de Nansen et Johansen vers le grand nord, jusqu'à la latitude 80°20'N, et leur retraite vers le cap Flora sur la terre de François-Joseph. De février 1895 à juin 1896.
		Retour de Nansen et Johansen à Vardø depuis le cap Flora. Août 1896.
		Retour du <i>Fram</i> de Spitzberg à Tromsø. Août 1896.

Dans l'ordre : textes n°3, n°4, n°5, n°2, n°1

3)

4)

⇒ Un harponneur : pêcheur qui lance un harpon

⇒ Un botaniste : celui qui s'occupe de botanique (étude des végétaux)

⇒ Celui qui est chargé des observations météorologiques et magnétiques : il est chargé de récolter des informations, d'étudier et d'analyser les anticyclones, les vents, les pressions, l'humidité de l'air... Il effectue des relevés (températures, pluviométrie...) à la surface de la Terre et dans l'atmosphère avec un matériel et des systèmes sophistiqués (satellites, stations automatiques, radiosondes...). Il étudie les changements qui se produisent (direction des vents, nuages, dépressions...).

⇒ Celui qui est chargé du cabotage : un marin effectuant une navigation de cabotage sur une courte distance, le long des côtes (pour l'acheminement de marchandises ou de passagers).

5) Chef de pont, officier de pont, marin polyvalent....

Pour aller plus loin :

- <https://www.onisep.fr/>
- <https://www.oceano.org/metiers/navigation-et-marine-marchande/>

Activité 3 : A la découverte des grands voyages d'exploration

Disciplines	Thèmes	Compétences travaillées	Domaine du socle
Français Cycle 4	Se chercher, se construire : Le voyage et l'aventure (5 ^{ème})	Lire, écrire	1, 5
Histoire-Géographie Cycle 4	Thème 3 : (5 ^{ème}) transformations de l'Europe et ouverture sur le monde - le monde au temps de Charles Quint et de Soliman Thème 1 (4 ^{ème}) : le XVIII ^{ème} siècle : expansions, Lumières et révolutions - L'Europe des Lumières	Se repérer dans le temps : construire des repères historiques	1, 2, 5
		Se repérer dans l'espace : nommer et construire des repères géographiques	1, 2, 5
		Analyser et comprendre un document (extraire des informations pertinentes)	1, 2
		Pratiquer différents langages en histoire-géographie : écrire pour construire sa pensée et son savoir	1, 2, 5
Travail interdisciplinaire français et histoire sur la réalisation de carnets de voyage			1, 2, 3, 5

Document 1 : Journaux de bord

- a. Extrait du journal de bord de Nansen « Vers le pôle » dans lequel il décrit une journée

A 8h, lever. Aussitôt après, déjeuner composé de fromage, de corned beef ou de mouton en conserve, de jambon, de langue de Chicago ou de lard, de caviar de morue, d'anchois, de biscuits de farine d'avoine ou de biscuits de mer anglais, de marmelade d'orange ou de compote. 3 fois par semaine, du pain frais. Comme boisson, du thé, du café ou du chocolat.

A 1h, tout le monde se retrouvait dans le carré pour le dîner composé de 3 plats : soupe, viande et dessert. La viande était toujours accompagnée de légumes verts, de pommes de terre ou de macaronis.

Après une petite sieste, on se remettait au travail jusqu'au souper, à 6h du soir. Le menu de ce troisième repas était le même que celui du déjeuner. La soirée se passait à fumer, à lire ou à jouer aux cartes pendant que l'un de nous faisait fonctionner l'orgue et que Johansen exécutait sur son accordéon ses fameux morceaux « Oh, Suzanne » et « La marche de Napoléon en canot à travers les Alpes ».

A minuit, on allait se coucher sauf l'homme de veille. Le quart de nuit ne durait qu'une heure et était pris à tour de rôle par chacun de nous. Toutes les deux heures, l'homme de veille notait les observations météorologiques.

- b. Extrait du journal de bord d'Antonion Pigafetta lord du voyage de Magellan (1520-1522)

Octobre 1520, Sud de l'Amérique. Après avoir perdu un navire, nous avons trouvé un passage au Sud de l'Amérique.

Novembre 1520, Océan Pacifique. Nous sommes entrés dans l'océan, que nous avons appelé « Pacifique ». Nous y sommes restés 3 mois et 20 jours sans trouver à manger ni boire. Nous avons mangé de vieux biscuits tournés en poudre pleins de vers et puant l'urine des rats. Nous buvions une eau infecte. Nous mangions aussi de la sciure de bois et des rats. Le scorbut apparut, faisant 19 morts et 25 ou 30 autres tombèrent malades de diverses maladies, de sorte qu'il en restait peu en bonne santé. Je crois que plus personne ne fera plus jamais ce voyage.

Mars 1521, Océan Pacifique. Après trois mois dans l'océan Pacifique, nous avons vu des petites îles inhabitées. Nous y avons trouvé des vivres. Quelques temps plus tard, nous avons trouvé des îles habitées.

D'après Antonion Pigafetta

Document 2 : explorateurs ayant découvert de nouvelles voies maritimes

- Magellan (1519-1522)
- Vasco de Gama (1497-1499 ; 1502-1503)
- Jacques Cartier (1534-1542)
- Christophe Colomb (1492 à 1504)
- Bougainville (1766-1769)
- La Pérouse (1785-1788)

Questions

- 1) Après avoir lu les deux exemples, explique ce qu'est un journal de bord.
- 2) Quel est l'intérêt de ce type de document ?
- 3) Compare les conditions de vie des deux équipages. Sur quel bateau la vie semblait-elle plus facile ? Justifie ta réponse à l'aide d'exemples pris dans les textes.
- 4) D'après le document 2, à quels siècles ces navigateurs ont-ils voyagé ?
- 5) Attribue à chacun de ces grands explorateurs la découverte qui l'a rendu célèbre.

Christophe Colomb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Il atteint l'Inde en contournant l'Afrique par le Sud
Vasco de Gama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Il démontre que la terre est ronde en accomplissant le premier tour du monde. Un détroit porte son nom
Magellan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Il part pour l'Inde avec trois navires : la Santa Maria, la Pinta et la Nina
Jacques Cartier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Il mène une expédition scientifique pour le Roi Louis XVI et part cartographier les côtes de l'Amérique et de l'Asie. Il disparaît au large de l'Australie
La Pérouse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Son expédition compte de nombreux savants. Il aborde à Tahiti, laisse son nom à une plante grimpante
Bougainville	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Il explore le Québec

6) Choisis un navigateur et fais sa carte d'identité en faisant des recherches documentaires

Carte d'identité	Colle une photo du navigateur
Nom Prénom Année de naissance Année de décès Nationalité A quelle époque a-t-il voyagé ? Quelles traces a-t-il laissées en géographie (terres ou routes maritimes découvertes) ? Quelles découvertes de faune ou de flore a-t-il faites ? Quel savoir, richesse ou plante des terres étrangères a-t-il ramené en Europe ?	

7) Imagine que tu es un navigateur et que tu prépares une expédition vers une destination inconnue, pendant ton voyage tu vas rédiger ton journal de bord comme l'ont fait Nansen ou Magellan.

- Précise ce qui te motive à entreprendre cette expédition
- Raconte tes préparatifs (liste des objets que tu vas emporter par exemple)
- Décris ton bateau et ton équipage, les conditions du voyage (alimentation, sommeil, activités...)
- Ton journal de bord peut être illustré par la carte de ton voyage et des dessins de tes observations

Éléments de correction :

1) Dans un journal de bord l'auteur raconte les péripéties de son voyage. Il décrit les paysages, la vie quotidienne, les personnes rencontrées, les nouveaux territoires découverts. Il donne son point de vue, ses impressions, il exprime ses émotions.

2) C'est un témoignage, un documentaire qui donne des informations sur des territoires et des populations.

3) La vie semble plus facile pour l'équipage de Nansen, les repas sont assez copieux et la nourriture variée. L'équipage joue de la musique, aux cartes... Alors que sur le bateau de Magellan, l'équipage se nourrit mal et boit de l'eau infestée. Des marins meurent à cause du scorbut.

4) Ces navigateurs ont voyagé du XV^{ème} au XVIII^{ème} siècle. Il y a eu de nombreux voyages aux XV-XVI^{ème} siècles financés par les monarques européens dont l'objectif était d'explorer le monde, de cartographier la planète et d'établir des contacts directs avec l'Afrique, l'Amérique, l'Asie et l'Océanie.

5) Voici les résultats :

- Colomb : Il part pour l'Inde avec trois navires : la Santa Maria, la Pinta et la Nina
- Vasco de Gama : Il atteint l'Inde en contournant l'Afrique par le Sud
- Magellan : Il démontre que la terre est ronde en accomplissant le premier tour du monde. Un détroit porte son nom
- Jacques Cartier : Il explore le Québec
- La Pérouse : Il mène une expédition scientifique pour le Roi Louis XVI et part cartographier les côtes de l'Amérique et de l'Asie. Il disparaît au large de l'Australie
- Bougainville : Son expédition compte de nombreux savants. Il aborde à Tahiti, laisse son nom à une plante grimpante

Pour aller plus loin :

- <https://fondationtaraoccean.org/education/coulisses-magellan/>
- <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/les-odysses/le-grand-voyage-de-christophe-colomb-1492-la-decouverte-de-l-amerique-1e-episode-8932798>

B. ETUDIER L'ARCTIQUE

Activité 4 : Les profondeurs de l'Océan Arctique

Disciplines	Thèmes	Compétences travaillées	Domaine du socle
Histoire-Géographie Cycle 4	Thème 2 : L'Europe et le monde au XIX ^e siècle : Conquêtes et sociétés coloniales. Thème 3 : Des espaces transformés par la mondialisation - Mers et Océans : un monde maritimisé	Se repérer dans le temps : construire des repères historiques	5
		Se repérer dans l'espace : construire des repères géographiques	5
		Analyser et comprendre un document	1, 2
		Raisonner, justifier une démarche et les choix effectués	1, 2
Physique-Chimie Cycle 4	Organisation et transformations de la matière. Des signaux pour observer et communiquer	Pratiquer des démarches scientifiques	4
		S'approprier des outils et des méthodes	2
		Pratiquer des langages	1
		Mobiliser des outils numériques	2
		Se situer dans l'espace et le temps	5
Sciences de la vie et de la Terre Cycle 4	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine	Pratiquer des démarches scientifiques	4
		S'approprier des outils et des méthodes	2
		Pratiquer des langages	1
		Mobiliser des outils numériques	2
		Se situer dans l'espace et le temps	5
Mathématiques Cycle 4	Nombres et calculs Organisation et gestion de données, fonctions	Représenter	1, 4, 5
		Raisonner	2, 3, 4
		Calculer (expression littérale)	1, 4

Document 1 : Le succès de l'expédition de Nansen

L'expédition de Nansen fût un réel succès. Déjà d'un point de vue humain, l'équipage composé de 13 membres a survécu à 3 hivers en Arctique et deux explorateurs se sont rendus jusqu'au point le plus septentrional jamais atteint ! D'un point de vue matériel, le bateau le *Fram* est revenu à bon port, en parfait état.

Enfin, d'un point de vue scientifique cette expédition a permis notamment de :

- Constater que l'océan qui entoure le pôle est très profond,
- Suivre une partie de la dérive de la banquise qui résulte principalement des vents,
- Mesurer des différences de température et de salinité dans cet océan selon la profondeur,
- Comprendre la formation des glaces,
- Observer la présence importante d'oiseaux.

Source : http://transpolair.free.fr/explorateurs/nansen/derive_hivernage1.htm

Document 2 : extrait du livre « Vers le pôle » de Fridtjof Nansen, traduit et abrégé par Charles Rabot, édité par Ernest Flammarion éditeur, 1910.

4 octobre. Toute la journée sondages. Profondeur maxima : 1 440 mètres [...].

La température dans la nappe d'eau inférieure s'élève à + 0°,18, tandis qu'à 135 mètres elle est de - 0°,4.

Une étrange découverte qui réduit à néant la théorie d'un bassin polaire, peu profond, rempli par des eaux très fraîches.

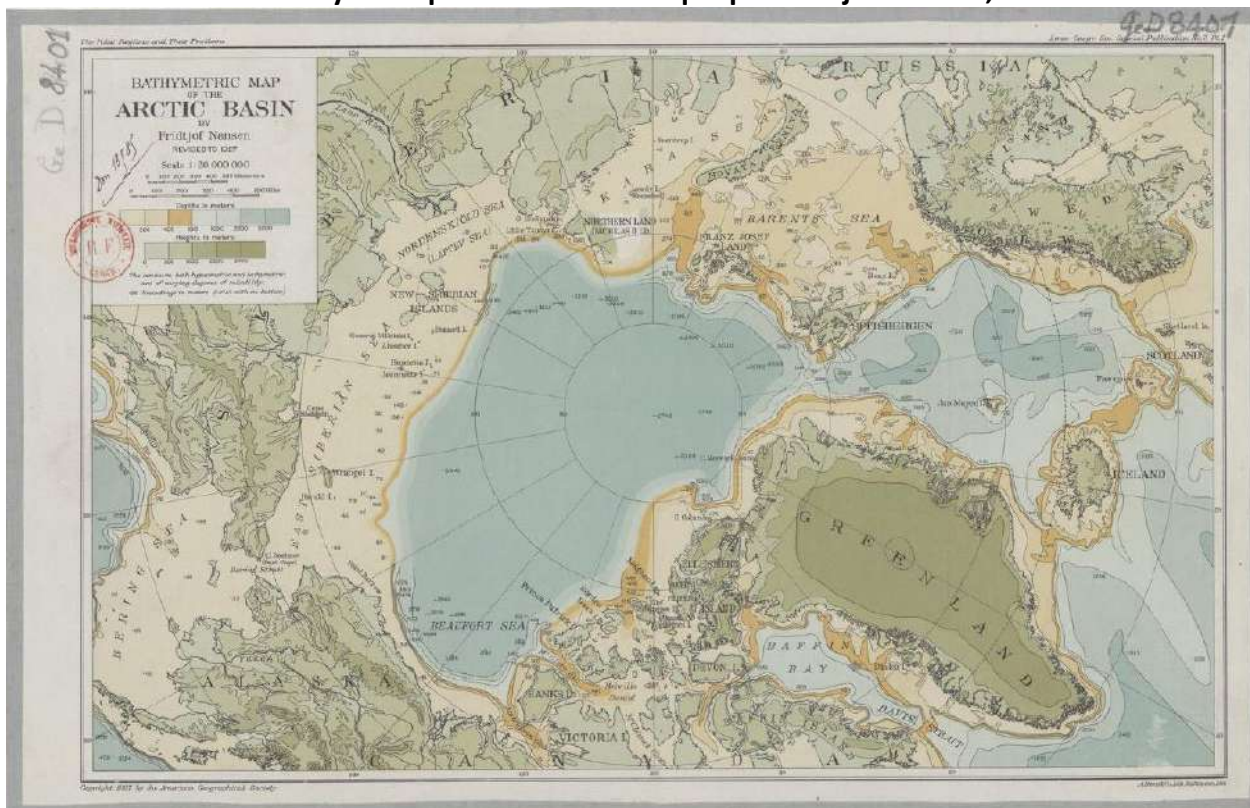
21 décembre. [...] Aujourd'hui sondage ; à 2 100 mètres, pas de fond ! Qui aurait pu s'attendre à trouver ici une pareille profondeur ?

4 janvier. [...] Le plus grand fond rencontré par la Jeannette ⁽¹⁾ n'était que de 164 mètres ; je croyais donc l'Océan polaire peu profond. [...] Aussi, grand a été mon étonnement de trouver dans cet océan des abîmes atteignant 1 800 mètres au moins et peut-être même le double.

Pendant l'été, nous poursuivîmes nos études scientifiques. [...] La profondeur variait de 3 300 à 3 900 mètres : une intéressante découverte qui renversait toutes les idées reçues sur la nature du bassin polaire.

⁽¹⁾ L'expédition Jeannette est une expédition polaire américaine se déroulant entre 1879 et 1881. Le but de cette mission était d'atteindre le pôle Nord par l'océan Pacifique via le détroit de Béring. La Jeannette coula lors de son expédition.

Document 3 : Carte bathymétrique du bassin Arctique par Fridtjof Nansen, révisée en 1927



Source : gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Document 4 : Expédition Tara-Arctique dans le sillage de Fridtjof Nansen (2006-2008)

Jusqu'ici, seul le voilier *Fram* avait osé affronter, en 1893, les conditions extrêmes du Grand Nord. En 2006, la goélette *Tara* et son équipe ont entrepris une aventure humaine aussi risquée

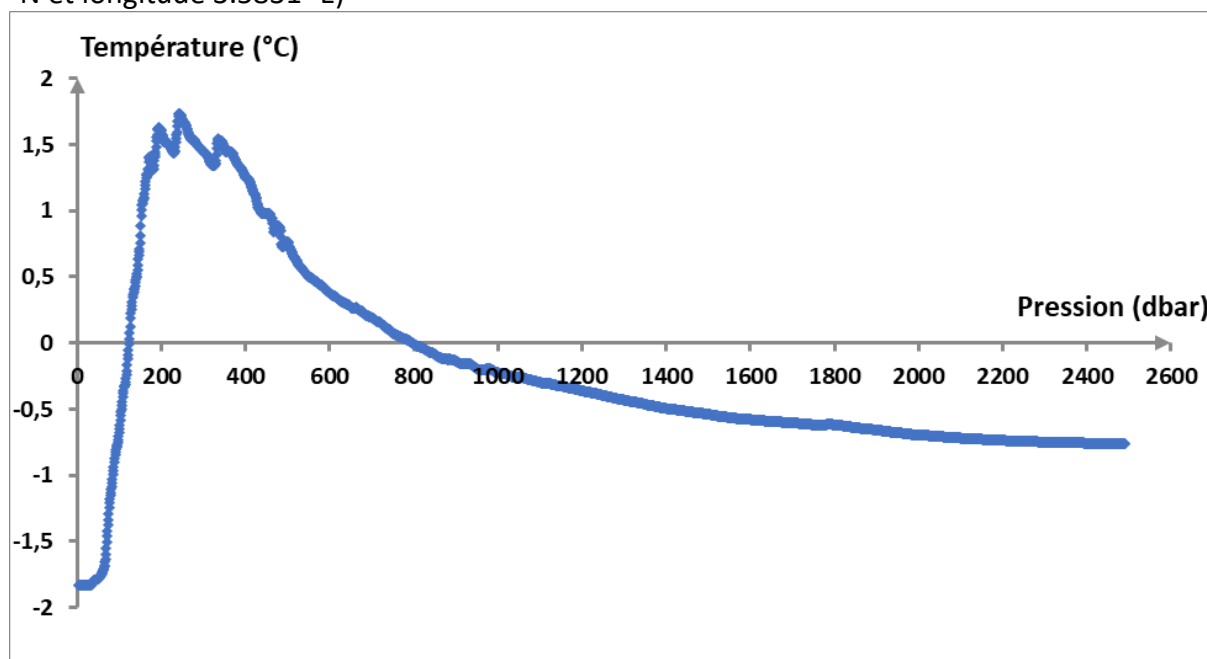
qu'inédite. Pendant près de 500 jours, soit deux nuits et un jour polaire de 6 mois chacun, par un froid de - 25 °C, la goélette a traversé l'Océan Glacial Arctique en dérive avec la banquise. À la vitesse moyenne de 10 km par jour, les onze hommes et femmes ont pour objectif de nourrir les modèles du GIEC ⁽²⁾ pour tenter de prédire les événements climatiques majeurs en Europe.

Source : <https://fondationtaraocean.org/dossiers/tara-arctic/>

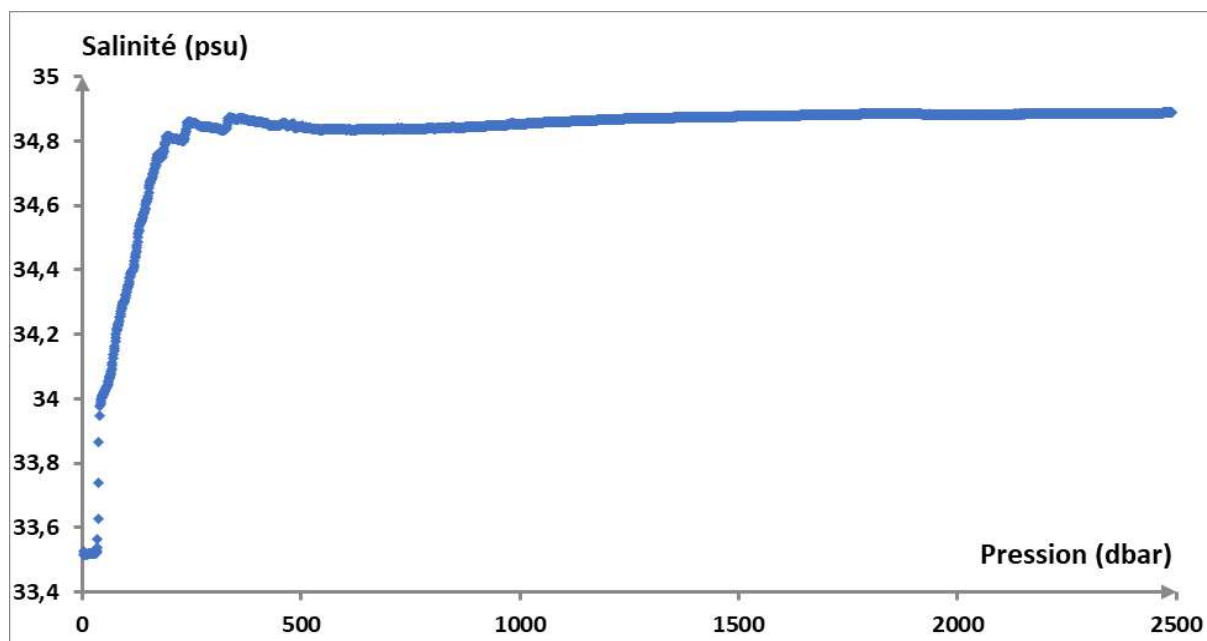
(2) Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a été créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade.

Document 5 : Graphiques obtenus avec les données recueillies lors de l'expédition Tara Arctic

Les mesures ont été réalisées le 24 octobre 2007, à 13h dans le bassin de Nansen (latitude 83.895 °N et longitude 3.5831 °E)



Graphique 1



Graphique 2

Notes

La pression de l'eau s'élève avec la profondeur : elle augmente de 1 bar tous les 10 mètres. Cette pression s'ajoute à celle de l'air atmosphérique qui a une valeur de 1 bar à la surface de l'eau. L'unité de salinité pratique (ou psu) est utilisée pour décrire la propriété salée de l'eau, soit la salinité.

1 psu = 1 g de sel par kg d'eau de mer.

Document 6 : Données recueillies lors de l'expédition de Nansen, 130 ans plus tôt, durant le mois d'août et extraites du livre « Vers le pôle » de Fridtjof Nansen, traduit et abrégé par Charles Rabot, édité par Ernest Flammarion éditeur, 1910

Profondeur (m)	Température (°C)
2	-1,32
20	-1,33
40	-1,5
60	-1,5
80	-1,5
100	-1,4
120	-1,24
140	-0,97
160	-0,58
180	-0,31
200	-0,03
220	0,19
240	0,2
260	0,34
280	0,42
300	0,34
350	0,44
400	0,35

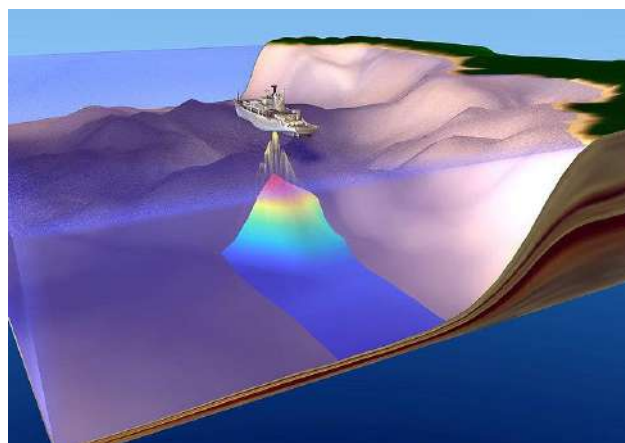
Profondeur (m)	Température (°C)
450	0,36
500	0,34
600	0,26
700	0,14
800	0,07
900	-0,04
1000	-0,1
1200	-0,28
1400	-0,34
1600	-0,46
1800	-0,6
2000	-0,66
2600	-0,74
2900	-0,76
3000	-0,73
3400	-0,69
3700	-0,65
3800	-0,64

Document 7 : Le principe du sonar

Le sonar est un appareil utilisant les propriétés particulières de la propagation du son dans l'eau pour détecter et situer les objets sous l'eau en indiquant leur direction et leur distance.

Il est notamment utilisé pour cartographier le fond des océans et d'autres plans d'eau, on parle alors de sondeur bathymétrique utilisé par les océanographes.

La profondeur est déduite de la mesure du temps de trajet du signal sonore réfléchi par le fond. La vitesse du son dans l'eau étant approximativement égale à 1500 m/s.



Source :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Sondeur_bathym%C3%A9trique

Questions

- 1) D'après le journal de bord de Nansen, quelle profondeur l'Océan Arctique pouvait-il atteindre ? Pourquoi est-ce une étrange découverte ?
- 2) De quelles couleurs sur la carte sont représentées les profondeurs du bassin arctique ? Est-ce en accord avec les indications de son journal ?
- 3) a- Donner un titre aux graphiques présentés dans le document 5.
b- Commenter l'allure de ces deux graphiques. Vous attendiez-vous à ces résultats ?
c- En vous aidant de la note présente dans le document 5, estimer jusqu'à quelle profondeur les mesures présentées ont été réalisées.
- 4) A partir des données obtenues à l'époque de Nansen (document 6), tracer le graphique présentant l'évolution de la température en fonction de la profondeur de l'océan. Que constatez-vous par rapport au graphique 1 du document 5 ?
- 5) a- A l'aide document 6, expliquer le principe du sonar.
b- Quelle est la relation mathématique à utiliser pour déduire la profondeur de l'océan en précisant les grandeurs et leurs unités
c- Quelle durée mettrait le signal sonore entre son émission et sa réception si la profondeur de l'océan est de 3500 m.



Flashez pour avoir une aide

Comment calculer : VITESSE, DISTANCE, TEMPS ? par Paul Olivier

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=hJiBInFDSVg>

Éléments de correction

- 1) D'après le journal de bord de Nansen, l'Océan Arctique pouvait atteindre presque 4 000 m de profondeur alors que lors de l'expédition de la Jeannette elle était estimée à 164 m. Nansen ne s'attendait pas à un océan aussi profond.
- 2) Les profondeurs du bassin arctique sont représentées des couleurs beige/jaune au bleu. Pour la couleur bleue plus foncée, la profondeur est supérieure à 3 000 m, ce qui est bien annoncé dans son journal (« Pendant l'été, la profondeur variait de 3 300 à 3 900 mètres »).
- 3) a- Graphique 1 : évolution de la température en fonction de la pression de l'Océan Arctique dans le bassin de Nansen

Graphique 2 : évolution de la salinité en fonction de la pression de l'Océan Arctique dans le bassin de Nansen

b- Commenter l'allure de ces deux graphiques

Graphique 1 : la température augmente (de -1,7 °C jusqu'à environ +1,7 °C) jusqu'à la pression de 200 dbar. Entre 200 et 400 dbar elle subit quelques variations autour de 1,5 °C puis chute progressivement jusqu'à - 0,7 °C lorsque la pression atteint 2500 dbar.

On peut s'attendre à ce que les élèves pensent que plus les mesures sont profondes, plus la température sera faible.

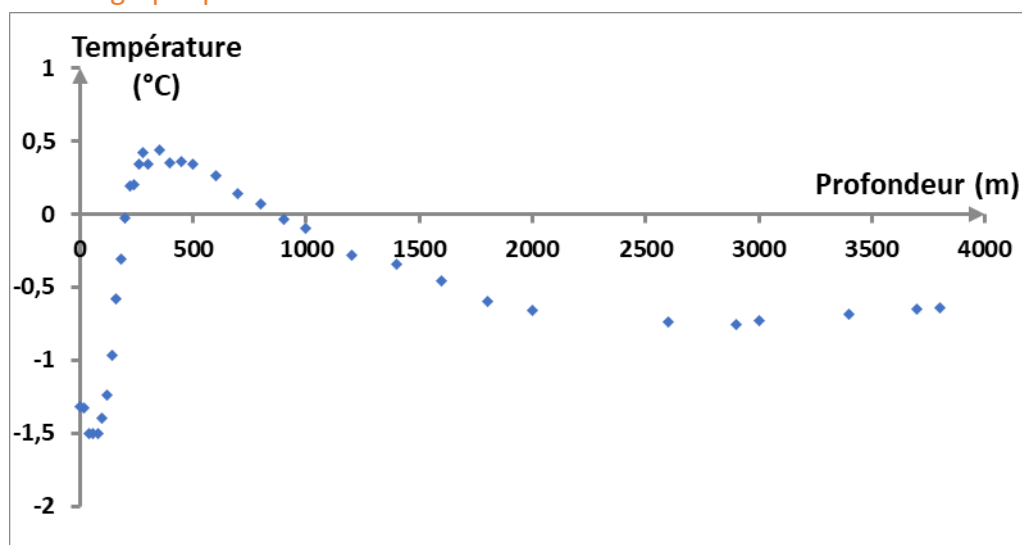
Graphique 2 : la salinité de l'eau augmente (de 33,55 psu jusqu'à environ 34,8 psu) jusqu'à la pression d'environ 250 dbar puis elle se stabilise.

On peut s'attendre à ce que les élèves pensent que les mesures auraient dues être les mêmes en surface et en profondeur.

c- Les mesures sont réalisées jusqu'à une pression de 2500 dbar = 250 bar = 1 + 249 bar

Sachant qu'elle augmente de 1 bar tous les 10 mètres, 249 bar correspond à une augmentation de 2490 m. Les mesures ont été réalisées à une profondeur d'environ 2500 m.

- 4) Voici le graphique obtenu



On constate que l'allure générale des courbes est similaire. Les températures dans l'océan arctique atteignent des valeurs plus hautes 130 ans plus tard. Impossible de s'avancer sur un réchauffement, il faudrait pour cela avoir réalisé les relevés au même endroit et à la même période, sur plusieurs décennies.

5) a- L'émetteur émet un signal sonore (vitesse connue) qui sera réfléchi par la surface de l'océan. Le signal renvoyé sera détecté par le récepteur. En mesurant le temps mis par le signal pour effectuer un aller-retour, on déterminera la distance à laquelle se trouve la surface de l'océan, soit sa profondeur.

b- On utilise la relation $d = \text{vitesse} \times \text{temps}$ avec :

d = distance parcourue par le signal (aller-retour) en mètre (m)

v = vitesse du son dans l'eau en mètre par seconde (m/s)

t = temps mis par le signal pour effectuer un aller-retour en seconde (s)

c- On cherche le temps t .

$$t = \frac{d}{v}$$

On sait que la profondeur est de 3 500 m donc le signal parcourt la distance $d = 3500 \times 2 = 7\ 000$ m

$v = 1500$ m/s

$$t = \frac{7\ 000}{1\ 500} = 4,67 \text{ s}$$

Pour aller plus loin

- A propos de l'expédition Tara Arctic :

<https://fondationtaraocean.org/expédition/tara-arctic/>

<https://fondationtaraocean.org/dossiers/tara-arctic/>

- Données physiques sur l'Océan Arctique à analyser en classe :

<https://fondationtaraocean.org/education/du-bateau-au-labo/>

- Activités sur l'Arctique

<https://echosdescale.fondationtaraocean.org/wp-content/uploads/2022/02/arctique-changement-climatique-college-prof.pdf>

- Mieux connaître le fonctionnement du thermomètre et du GPS :

Carnet de Labos « le thermomètre » : <https://fondationtaraocean.org/education/carnet-de-labos-le-thermometre/>

Carnet de Labos « le GPS » : <https://fondationtaraocean.org/education/carnet-de-labos-le-gps/>

Activité 5 : Les mesures scientifiques de l'atmosphère

Disciplines	Thèmes	Compétences travaillées	Domaine du socle
Français <i>Cycle 4</i>	Lecture et compréhension de l'écrit	Lire	1, 5
Histoire- Géographie <i>Cycle 4</i>	Thème 2 : L'Europe et le monde au XIXe siècle : Conquêtes et sociétés coloniales. Thème 3 : Des espaces transformés par la mondialisation - Mers et Océans : un monde maritimisé	Se repérer dans le temps : construire des repères historiques	5
		Se repérer dans l'espace : construire des repères géographiques	5
		Analyser et comprendre un document	1, 2
		Raisonner, justifier une démarche et les choix effectués	1, 2
Physique-Chimie <i>Cycle 4</i>	Organisation et transformations de la matière.	Pratiquer des langages	1
		Se situer dans l'espace et dans le temps	5
Mathématiques <i>Cycle 4</i>	Nombres et calculs Grandeurs et mesures	Chercher	2, 4
		Raisonner	2, 3, 4
		Calculer	1, 4

Document 1 : L'expédition Fram

A bord du navire *Fram*, le Norvégien Fridtjof Nansen mène une expédition maritime dans l'océan Arctique entre 1893 et 1896. Nansen et son équipage ont tenté d'atteindre le pôle Nord en se laissant prendre par la banquise et en utilisant la dérive de la banquise créée par le courant marin de l'océan Arctique.

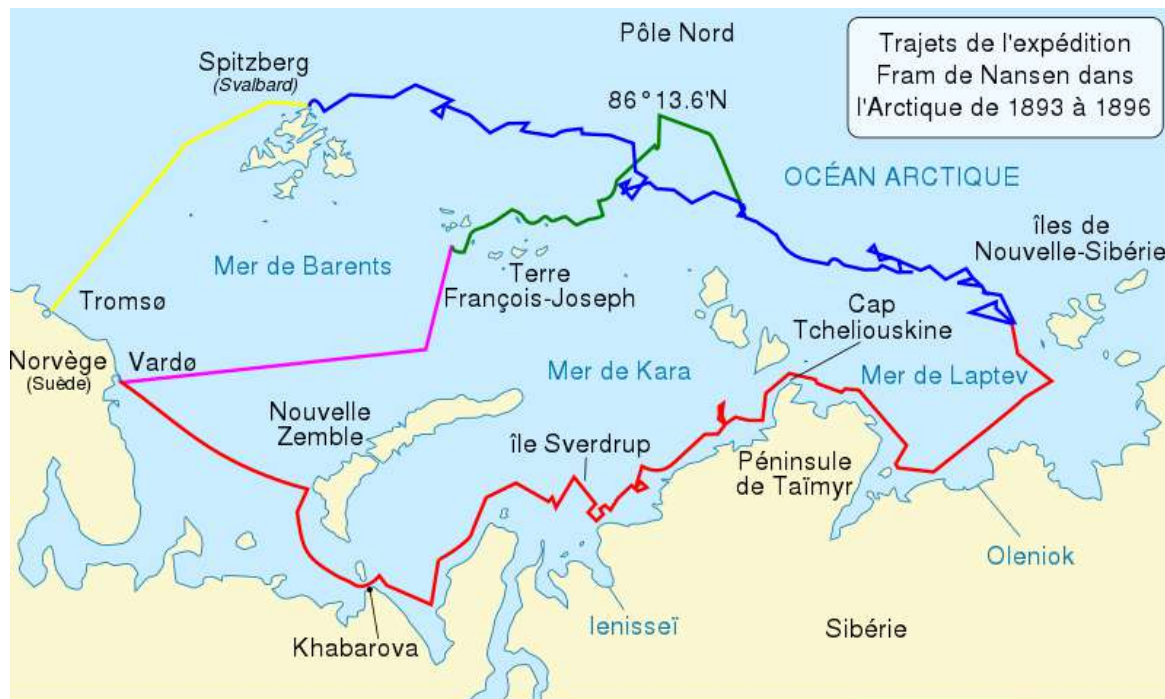
Pour cela le bateau *Fram* a été conçu afin de résister aux très fortes pressions horizontales causées par la banquise et ses mouvements grâce à une coque solide et surtout arrondie afin de lui permettre de se soulever au-dessus de la glace et non lui résister.

L'expédition *Fram* n'a pas pour seul but d'explorer un nouveau territoire. Pour répondre aux attentes scientifiques de l'expédition afin de documenter le plus précisément possible cet environnement arctique largement inconnu, de nombreux instruments scientifiques rejoignent l'expédition. Parmi les mesures réalisées par l'équipage nous pouvons citer les suivantes : la position du navire, la température et l'humidité de l'air, la pression atmosphérique, la vitesse et l'orientation du vent, la profondeur de l'océan ainsi que la température à différentes profondeurs et la collecte d'espèces animales.



Le Fram, au début de l'expédition

Document 2 : Carte des itinéraires suivis par l'expédition *Fram* de Fridtjof Nansen de 1893 à 1896



Légende		
		Trajet du <i>Fram</i> vers l'est, depuis Vardø en Norvège jusqu'aux côtes de Sibérie, puis vers le nord après les îles de Nouvelle-Sibérie pour entrer dans le pack de glace. De juillet à septembre 1893
		Dérive du <i>Fram</i> dans la banquise depuis les îles de Nouvelle-Sibérie vers Spitzberg, suivant une direction nord puis ouest. De septembre 1893 à août 1896.
		Marche de Nansen et Johansen vers le grand nord, jusqu'à la latitude 80°20'N, et leur retraite vers le cap Flora sur la terre de François-Joseph. De février 1895 à juin 1896.
		Retour de Nansen et Johansen à Vardø depuis le cap Flora. Août 1896.
		Retour du <i>Fram</i> de Spitzberg à Tromsø. Août 1896.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Nansen_Fram_Expedition_map-fr.svg D'après le document 1, quels sont les objectifs de l'expédition Fram

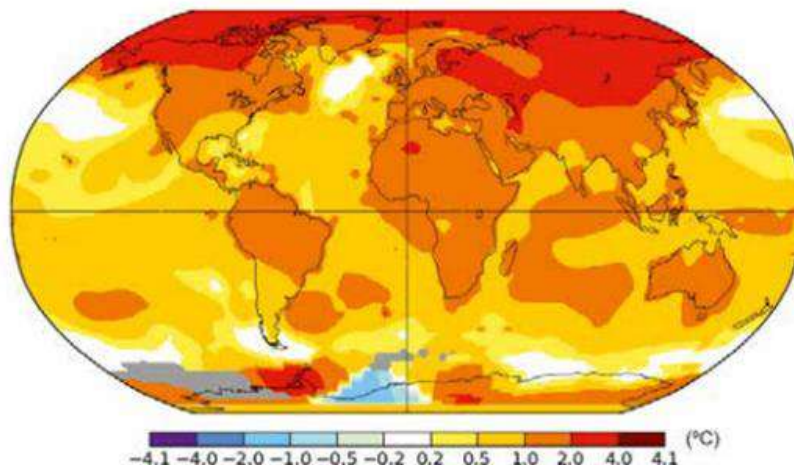
Document 3 : mesures de températures réalisées lors de l'expédition *Fram*

Nansen et son équipage ont relevé les températures moyennes en degré Celsius, observées chaque mois durant la dérive du *Fram*. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous

Années → Mois ↓	1893	1894	1895	1896
Janvier		- 35,7	-33,4	-37,3
Février		-35,6	-36,7	-34,7
Mars		-37,3	-34,8	-18,7
Avril		-21,1	-28,7	-18,1
Mai		-10,1	-12,1	-10,7
Juin		-1,4	-2,8	-1,7
Juillet		+ 0,2	+0,3	-0,1
Aout		-1,0	-2,5	+1,1
Septembre	-1,6	-8,2	-9,5	
Octobre	-18,4	-22,5	-21,2	
Novembre	-24,2	-30,8	-30,9	
Décembre	-29,2	-31,0	-32,9	

Source : « Vers le pôle » de Fridtjof Nansen, traduit et abrégé par Charles Rabot, édité par Ernest Flammarion éditeur, 1910

Document 4 : Le réchauffement climatique observé



Variation de la température de surface entre 1950 et 2018 (en degrés Celsius)

Source : NASA-GISS – https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/index_v4.html

Document 5 : Vidéo de Météo France « Tout savoir : ne pas confondre climat et météo »



Lien : https://www.youtube.com/watch?v=I_fz0m8ADkA

Questions

- 1) D'après le document 1, quels sont les objectifs de l'expédition *Fram* ?
- 2) D'après le document 1, quelles sont les grandeurs physiques mesurées lors de l'expédition *Fram* ?
- 3) Depuis 130 ans les appareils de mesure ont évolué. Relie chaque grandeur mesurée à l'époque de l'expédition de Nansen à son appareil de mesure et unité actuels.

Grandeurs mesurées		Appareils de mesure		Unités
Latitude - longitude	●	● Hygromètre	●	● degré Celsius
Température	●	● Anémomètre	●	● mètre
Humidité de l'air	●	● Sondeur bathymétrique	●	● pascal
Pression atmosphérique	●	● GPS	●	● % d'humidité
Vitesse du vent	●	● Girouette	●	● degré (N, S et E, O)
Orientation du vent	●	● Baromètre	●	● point cardinaux
Profondeur de l'océan	●	● Thermomètre	●	● mètre par seconde

- 4) a- Certaines données sont absentes dans le tableau du document 3, formuler une hypothèse permettant de l'expliquer (documents 2 et 3)
- b- Indiquer pour les années 1894 et 1895, les températures moyennes minimales et maximales.
- c- En 1894 et 1895, quels sont les 3 mois durant lesquels la température moyenne mensuelle est la plus faible et les 3 mois durant lesquels elle est la plus élevée.

5) Et la température en Arctique aujourd'hui ?

La terre François-Joseph est un ensemble d'îles de l'Extrême-Nord de la Russie situé au nord de la Nouvelle-Zemble et à l'est du Svalbard (voir document 2). Le centre de l'archipel regroupe une dizaine d'îles séparées les unes des autres par des chenaux étroits recouverts souvent de glace la plupart du temps. La Terre Blanche est un groupe de trois îles dans le nord-est de l'archipel. Son nom d'origine norvégienne « Hvidtenland » est attribué en 1893 par l'expédition de Fridtjof Nansen. En janvier, la température moyenne oscille entre $-26,2$ °C et $-19,2$ °C. En juillet, elle varie de $-0,3$ à $2,1$ °C dans les années 2000.

a- Comparer les températures sur la terre François-Joseph avec celle relevées par Nansen et son équipage? Que pouvez-vous en conclure ? Pourquoi faudrait-il nuancer votre réponse ?

b- L'image du document 4 présente les variations de la température entre 1950 et 2018. Que constatez-vous au niveau de l'Arctique ? Que pouvez-vous en conclure ? Pour vous aider dans l'argumentation, vous pouvez visualiser la vidéo du document 5.

Pour aller plus loin

- *Echos d'escale - Ressources cycle 3 et 4 (Ilulissat – Groenland Morceau d'iceberg)*

<https://echosdescale.fondationtaraocean.org/carte/>

<https://echosdescale.fondationtaraocean.org/wp-content/uploads/2022/02/arctique-changement-climatique-college-prof.pdf>

- *Carnet de Labos : le thermomètre*

<https://fondationtaraocean.org/education/carnet-de-labos-le-thermometre/>

- *Carnet de Labos : le GPS*

<https://fondationtaraocean.org/education/carnet-de-labos-le-gps/>

Eléments de correction

- 1) L'expédition du *Fram* a pour objectif d'explorer un nouveau territoire. Pour cela, il faudra documenter le plus possible ce nouvel environnement en réalisant différentes mesures et en collectant des espèces animales.
- 2) Parmi les grandeurs mesurées nous pouvons citer : la position du navire, la température et l'humidité de l'air, la pression atmosphérique, la vitesse et l'orientation du vent, la profondeur de l'océan ainsi que la température à différentes profondeurs.
- 3)

Grandeur mesurée	Appareil de mesure	Unité	Symbole de l'unité
Position du navire (latitude et longitude)	GPS	Degré (Nord ou Sud) et degré (Est ou Ouest)	° N ou S et ° E ou W
Température	Thermomètre	Degré Celsius	° C
Humidité de l'air	Hygromètre	Pourcentage d'humidité *	%
Pression atmosphérique	Baromètre	Pascal	Pa
Vitesse du vent	Anémomètre	Mètre par seconde	m/s
Orientation du vent	Girouette	Point cardinaux	
Profondeur de l'océan	Sondeurs bathymétriques	Mètre	m

- 4) a- Les valeurs correspondent aux mesures de température pendant la dérive, soit lorsque le bateau a été pris par la glace. Or d'après le document 2, la dérive du *Fram* dans la banquise depuis les îles de Nouvelle-Sibérie vers Spitzberg, débute en septembre 1893 et se termine en août 1896. Cela correspond à la plupart des mesures réalisées.
 b- En 1894, $T_{min} = - 37,3 \text{ °C}$ et $T_{max} = 0,2 \text{ °C}$
 En 1895, $T_{min} = - 36,7 \text{ °C}$ et $T_{max} = 0,3 \text{ °C}$
 c- En 1894 et 1895, les températures moyennes mensuelles les plus faibles sont en janvier, février et mars et les plus élevées en juin, juillet et août.
- 5) a- Elles sont plus élevées (au moins 10 °C d'écart) en janvier et proches voir un peu au-dessus en juillet.
 b- La température de l'air de la Terre a augmenté en 130 ans : c'est probablement lié au réchauffement climatique. Pour comparer des données, il faudrait les prendre aux mêmes endroits dans les mêmes conditions. Or l'archipel n'est pas le lieu de dérive du *Fram*. Par ailleurs, les données sur plusieurs décennies sont nécessaires pour tirer des conclusions sur des changements climatiques.
 c- On constate qu'en 70 ans environ les températures de surface au niveau de l'Arctique ont augmenté entre $+2$ et $+4 \text{ °C}$. C'est la région du globe qui s'est la plus réchauffée. On peut en conclure que l'on observe bien le réchauffement climatique compte tenu de la durée de ces observations.

Activité 6 : La banquise en danger

Disciplines	Thèmes	Compétences travaillées	Domaine du socle
Français Cycle 4	Lecture et compréhension de l'écrit	Lire	1,5
Histoire-Géographie Cycle 4	Thème 3 Des espaces transformés par la mondialisation - Mers et Océans : un monde maritimisé	Se repérer dans le temps : construire des repères historiques	5
		Se repérer dans l'espace : construire des repères géographiques	5
		Analyser et comprendre un document	1, 2
		Raisonner, justifier une démarche et les choix effectués	1, 2
Physique-Chimie Cycle 4	Organisation et transformations de la matière.	Pratiquer des démarches scientifiques	4
		Pratiquer des langages	1
		Se situer dans l'espace et le temps	5
Sciences de la vie et de la Terre Cycle 4	La planète Terre, l'environnement et l'action humaine	Pratiquer des démarches scientifiques	4
		Pratiquer des langages	1
		Se situer dans l'espace et le temps	5

- Première partie : analyse documentaire -

Document 1 : Les différentes expéditions en Arctique au fil du temps

En 1879, un navire américain du nom d'*USS Jeannette* part pour le Grand Nord avec pour objectif d'atteindre le pôle. Ce navire est rapidement pris par la banquise de l'océan Arctique. Le bateau tient près de 2 ans avant de finalement couler le 13 juin 1881. L'équipage parvient à s'enfuir mais la majorité meurt peu après avoir accosté en Sibérie. Quelques années plus tard, en 1883, des débris de la *Jeannette* sont retrouvés sur la côte sud-ouest du Groenland... Pourtant, le navire est passé par le détroit de Béring avant de couler un peu plus à l'Ouest mais toujours bien loin du Groenland !

Quelques années plus tard, Nansen présente son projet ambitieux : traverser l'Arctique et atteindre le pôle Nord en se laissant prendre par la banquise puis porter vers l'Ouest. Pour beaucoup d'explorateurs il semble peu probable qu'un bateau puisse un jour résister aux pressions horizontales de la banquise.

Nansen qui a une idée bien précise sur le bateau, confie la construction du *Fram* à l'architecte Colin Archer. Le *Fram* doit pouvoir résister aux très fortes pressions horizontales causées par la banquise et ses mouvements grâce à une coque solide et surtout arrondie : il doit se soulever au-dessus de la glace et non lui résister afin de ne pas subir le même sort que la *Jeannette*. En juin 1893, l'expédition commence et fut un succès.

En 2007, la *goélette Tara* était le premier voilier à s'aventurer dans les conditions dantesques du pôle Nord depuis plus d'un siècle, sur les traces du voilier *Fram*. Cette première expédition a

permis de rendre compte des bouleversements climatiques et de la beauté brute de cet environnement méconnu.

En 2024, la base polaire dérivante *Tara Polar Station* embarquera des scientifiques du monde entier, sur de multiples dérives successives. C'est une exploration scientifique de plus de 20 ans qui démarrera au cœur de l'océan Arctique. Piégée dans la banquise, la *Tara Polar Station* aura pour objectif de renforcer la recherche française et internationale sur l'Arctique, milieu parmi les plus extrêmes de notre planète, afin de mieux comprendre l'impact du changement climatique sur la biodiversité et les capacités d'adaptation des espèces locales.

Pour plus d'infos sur le projet *Tara Polar Station* :

<https://www.youtube.com/watch?v=Ge7vcFSFMsQ>



Document 2 : Pourquoi une nouvelle expédition en Arctique ?

L'océan Arctique est un environnement éloigné et extrême, que nous connaissons mal. On ignore comment les organismes y vivant font face à l'extrême saisonnalité de la lumière, de la température, de la glace de mer, et comment ils survivent pendant la longue nuit polaire, qui dure pendant près de la moitié de l'année.

Au cours des dernières décennies, cet écosystème unique a été de plus en plus menacé par le réchauffement climatique et par la pollution produite par les êtres humains. Les températures à la surface de la banquise augmentent, en moyenne, deux fois plus vite qu'ailleurs dans le monde. Les effets sur le milieu sont d'ores et déjà très perceptibles : réduction de la banquise, altération de la qualité de la glace, absorption de davantage d'énergie solaire, fonte du pergélisol et accroissement de l'humidité dans l'air.

Source : <https://fondationtaraocean.org/goelette/tara-polar-station/>

Document 3 : Le rôle de la cryosphère

La cryosphère se compose de glace et de neige qui se présentent sous différentes formes :

- dans l'océan: la **banquise**, correspondant à de la glace. Elle est composée d'eau de mer glacée.
- sur les continents : les **glaciers** sur les terres émergées, les deux **calottes glaciaires** (le Groenland et l'Antarctique), le **pergélisol** (sol gelé en permanence), la «**neige saisonnière**», ainsi que les **lacs et fleuves gelés**. Les glaciers et les calottes glaciaires sont issus d'une accumulation graduelle de neige, qui avec le temps se comprime jusqu'à former de la glace, s'écoulant ensuite très lentement en aval. Les calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique atteignent par endroits plusieurs kilomètres d'épaisseur. Suite à leur écoulement quand elles atteignent la côte et l'océan, les calottes glaciaires forment des plateformes épaisses de glace flottantes rattachées à la terre, que l'on qualifie de **plateforme de glace**.

La cryosphère influence le climat de différentes manières. Premièrement, elle fait partie intégrante du cycle global de l'eau et abrite les trois quarts de l'eau douce présente sur Terre. Deuxièmement, du fait de leur fort pouvoir réfléchissant (ou «albedo»), la glace et la neige servent de «miroirs » et une grande proportion du rayonnement solaire qu'elles reçoivent est réfléchi vers l'espace. Troisièmement, la formation et la fonte de la banquise aux pôles contribuent à la

circulation océanique en modifiant la salinité de l'eau de mer. Enfin, le pergélisol participe de façon majeure au cycle du carbone de la planète.

Source : <https://www.oce.global/sites/default/files/2020-06/Ocean-et-cryosphere-FR-WEB.pdf>

Questions

- 1) a- Les débris de la Jeannette sont retrouvés sur la côte sud-ouest du Groenland. Quelle hypothèse peut-on émettre à partir de cette découverte ?
b- Quelle idée a Nansen pour que son bateau résiste lors de l'expédition ?
c- Existe-t-il des similitudes entre l'expédition de Nansen et celle de la *Tara Polar Station* ?
- 2) A l'aide du document 2, explique quelles sont les causes de la menace qui pèse sur l'écosystème en Arctique ? et quelles en sont les conséquences ?
- 3) A l'aide du document 3, complète le schéma avec les mots en gras dans le texte.

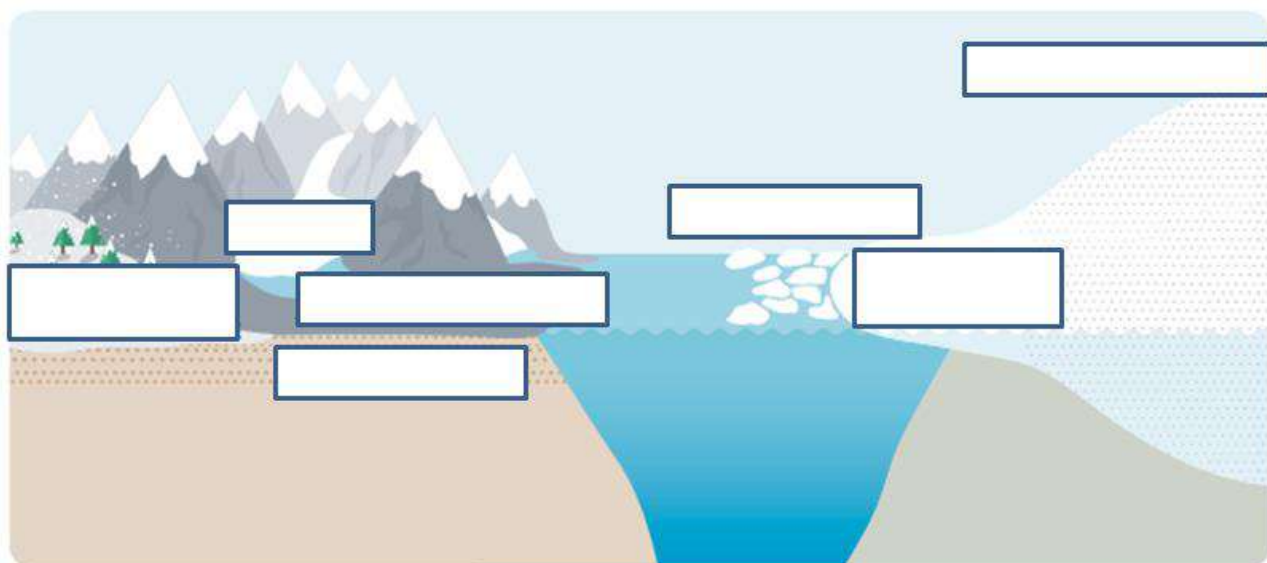


Schéma issu de livre : <https://www.oce.global/sites/default/files/2020-06/Ocean-et-cryosphere-FR-WEB.pdf>

- Deuxième partie : démarche scientifique -

Document 1 : La fonte de la banquise

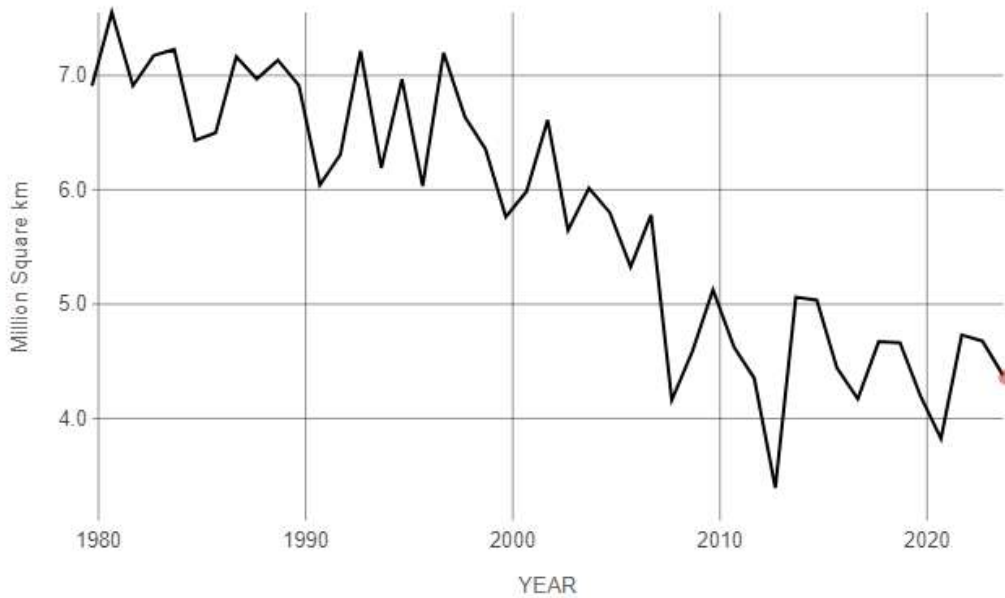
Bien qu'elle ne contribue pas à la hausse du niveau marin puisqu'elle baigne déjà dans l'océan, il a été constaté un rapide recul de la banquise estivale en Arctique au cours des dernières années. La surface de la banquise recouvrant l'Arctique varie en fonction des saisons : elle est maximale en mars et minimale en septembre. Cependant, depuis 1980, la couverture de glace du mois de septembre a rétréci d'environ 40%.

Cette fonte provoque l'assombrissement de la surface de la Terre et par conséquent accélère le changement climatique. Ce réchauffement serait comparable à celui dû aux émissions humaines de gaz à effet de serre.



Banquise arctique (Source : OCE)

Document 2 : Evolution de la surface de la banquise en septembre depuis 1980



Source : <https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/>

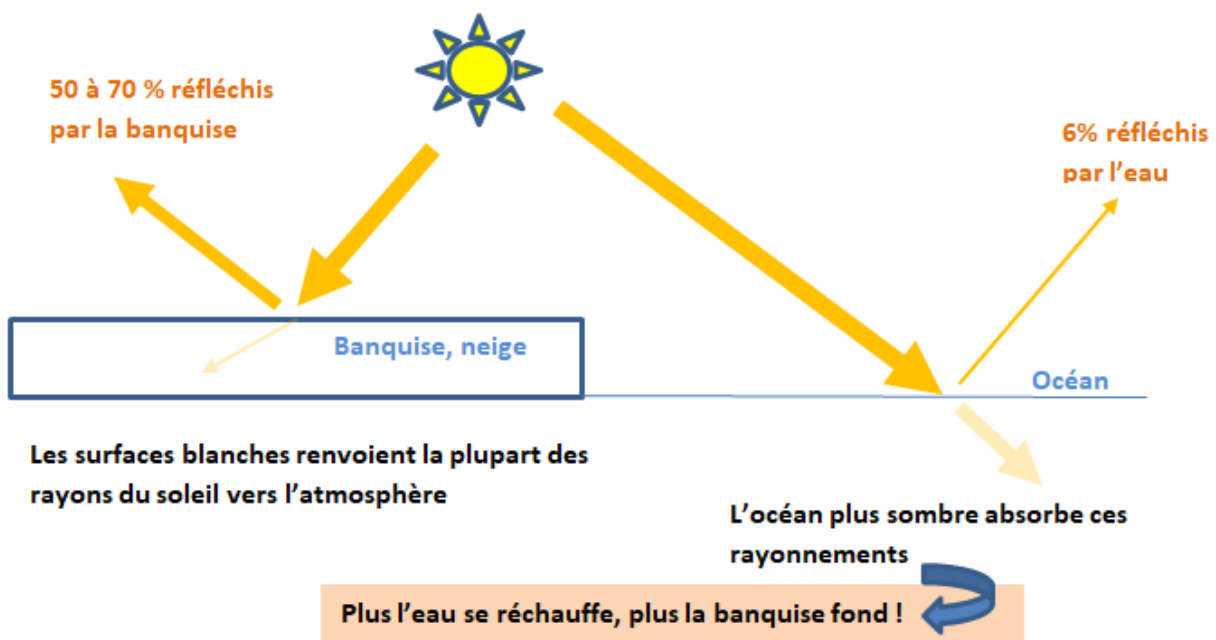
Document 3 : Vidéo sur l'évolution de la banquise de 1979 à 2022



Accéder à la vidéo en cliquant sur le lien ou en flashant le QR code :
<https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/>

Document 4 : L'effet « albédo » en Arctique

La température a augmenté d'environ 2°C depuis 1900 en Arctique, deux fois plus que dans le reste du monde, notamment à cause de l'effet albédo. La banquise pourrait disparaître d'ici 2035 !



Question

Mettre en place une démarche scientifique pour répondre à la problématique suivante : Pourquoi la fonte de la banquise provoque-t-elle un réchauffement climatique ?

Vous rendrez compte de votre démarche par écrit.

Notes pour les enseignants :

- ⇒ *il est possible de faire trouver aux élèves la problématique à partir des documents proposés, plutôt que de leur fournir.*
- ⇒ *un plan et/ou des aides peuvent être donnés pour la présentation de la démarche scientifique, par exemple :*

Problème à résoudre
Hypothèse
Expériences

- *Matériel*
- *Protocole*
- *Schéma*

Résultats
Interprétation
Conclusion (réponse à la problématique)

Pour aller plus loin

- *Echos d'escale - Ressources cycle 3 et 4 (Ilulissat – Groenland Morceau d'iceberg)*

<https://echosdescale.fondationtaraocean.org/carte/>

<https://echosdescale.fondationtaraocean.org/wp-content/uploads/2022/02/arctique-changement-climatique-college-prof.pdf>

- *Carnet de Labos : le thermomètre*

<https://fondationtaraocean.org/education/carnet-de-labos-le-thermometre/>

- *Carnet de Labos : le GPS*

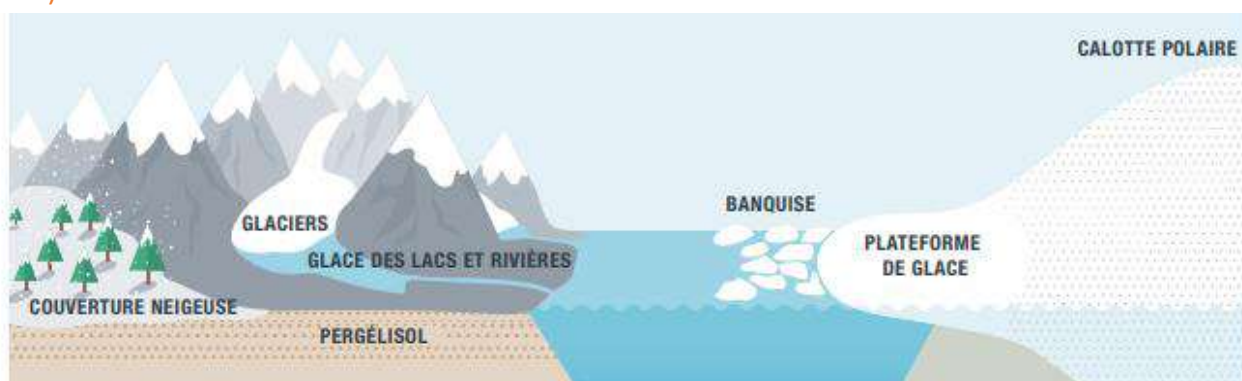
<https://fondationtaraocean.org/education/carnet-de-labos-le-gps/>

Eléments de correction

Première Partie

- 1) a-A partir de cette observation, on peut émettre l'hypothèse qu'il existe un courant marin traversant le pôle de part en part.
b- Nansen propose que le *Fram* se soulève au-dessus de la glace afin d'éviter les fortes pressions horizontales causées par la banquise et ses mouvements. Pour cela, il faut concevoir une coque solide et surtout arrondie.
c- Les deux expéditions visent à obtenir des données scientifiques sur cet océan méconnu. L'idée de se laisser dériver une fois pris par la banquise est commune aux 2 expéditions.
- 2) L'océan arctique est menacé à cause du réchauffement climatique et de la pollution produite par les êtres humains.
Les conséquences sont multiples comme la réduction de la banquise, l'altération de la qualité de la glace, l'absorption de davantage d'énergie solaire, la fonte du pergélisol et l'accroissement de l'humidité dans l'air.

3)



Deuxième Partie

Problématique à résoudre : Pourquoi la fonte de la banquise provoque-t-elle un réchauffement climatique ?

Hypothèse : Je pense que le blanc de la banquise empêche la Terre de s'échauffer.

Expériences (en fonction du matériel à disposition)

- Matériel
- Protocole
- Schéma



(A) Expérience avec deux récipients contenant de l'eau colorée.

Source : <https://www.oce.global/sites/default/files/2020-06/Ocean-et-cryosphere-FR-WEB.pdf>

Résultats :

Observer que la température du tissu (ou plaque/feuille...) noir s'élève plus vite que celle du tissu blanc.

L'utilisation d'un chronomètre permet de compléter un tableau de mesure et/ou de réaliser le graphique représentant $T = f(t)$ pour chaque « couleur »

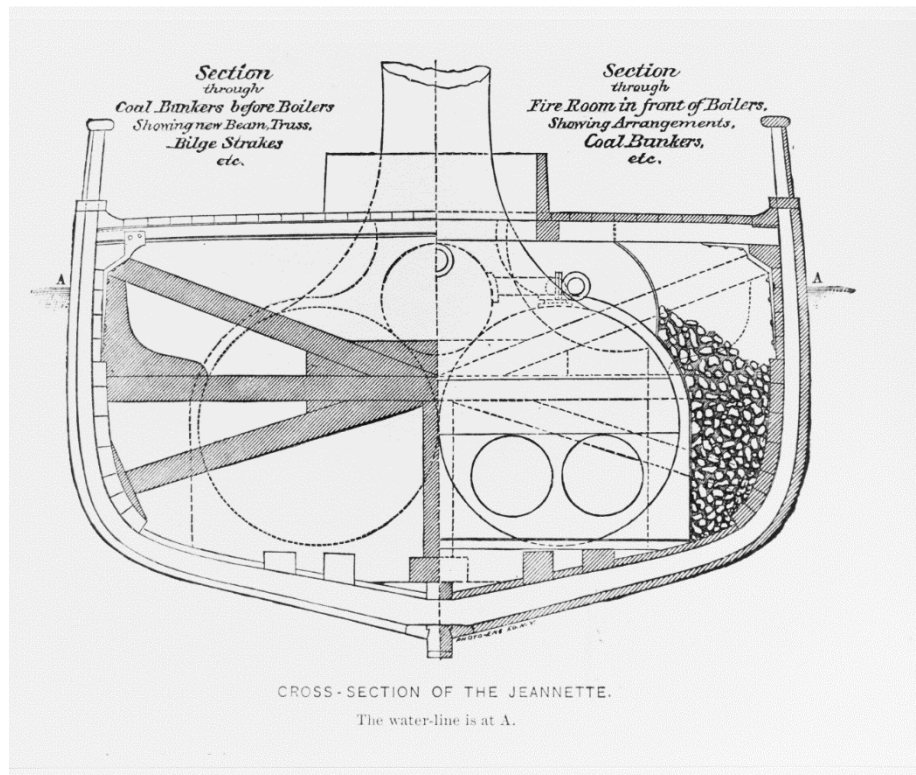
En déduire qu'une surface blanche limite le réchauffement de l'objet par rapport à une surface noire (plus foncée).

Conclusion : La disparition de la banquise au pôle Nord rend la Terre plus sombre et fait qu'elle absorbe plus la chaleur du Soleil, amplifiant ainsi le réchauffement climatique.



8. Annexes documentaires

A. Coupe de la *Jeannette* et dimensions du *Fram*



Plan de coupe de la Jeannette (issu des archives de la marine américaine)

Les principales dimensions du *Fram* sont les suivantes :

- Longueur sur quille : 31 m
- Longueur à la flottaison : 34,5 m
- Longueur sur le pont : 39 m
- Plus grande largeur : 11 m
- Profondeur : 5 m
- Tirant d'eau avec faible/fort chargement : 3,81 m / 4,58 m
- Vitesse maximale : 7 nœuds
- Epaisseur totale de la coque : entre 70 et 80 cm
- Voiles : 600 m²
- Puissance du moteur : 220 chevaux

B. Liste des membres de l'équipage du Fram

Noms, prénoms, rôle et autres indications sur les membres de l'équipage du Fram :

- Otto Sverdrup, capitaine du navire et second de Nansen, qui l'a connu lors de sa traversée du Groenland ;
- Theodore Jacobsen, second du capitaine Sverdrup
- Sigurd Scott Hansen s'occupera des observations météorologiques et magnétiques
- Henrik Blessing sera le botaniste et docteur de l'expédition
- Hjalmar Johansen sera le chauffeur du moteur et possède de solides connaissances sur les chiens de traîneau ;
- Adolf Juell, cuisinier de l'expédition, est un vétéran des mers arctiques qu'il a exploré en tant que capitaine de navire, et qui, à l'instar de Johansen, accepte ce poste bien en deçà de ses compétences afin de s'assurer une place dans cette expédition ;
- Ivar Mogstad est pris pour ses talents de bricoleur ;
- Anton Amundsen sera le premier mécanicien
- Lars Pettersen, second mécanicien, est en réalité suédois mais il reste tout de même autorisé à participer à l'expédition malgré la découverte de sa nationalité ;
- Peter Henriksen prend le poste d'harponneur ;
- Bernhard Nordahl sera l'électricien (le navire est éclairé avec de l'électricité produite par un moulin à vent lorsqu'il est à l'arrêt) ;
- Bernt Bentzen, en charge du cabotage, rejoint l'équipage au dernier moment à Tromsø ;



*Les membres de l'expédition, après le retour du Fram à Christiania en août 1896.
À l'arrière, de gauche à droite : Blessing, Nordhal, Mogstad, Henriksen, Pettersen, Johansen.
Assis : Bentzen, Scott Hansen, Sverdrup, Amundsen (avec un chien), Jacobsen, Nansen, Juell.*

Source : Wikipédia, Expédition Fram

Ce dossier pédagogique a été réalisé par Vladimir Gilg, étudiant Science Po, Alexandra Gondonneau, enseignante en Sciences Physiques (académie Orléans Tours) et Dominique Raveneau, enseignante en Histoire Géographie-EMC (académie Orléans Tours).