



©Andrew E. Derocher

PAGES 2 à 4 : Déplacements de l'ours Arctique: Observations et questions

PAGES 5 à 7 : Etude et calcul des vitesses de déplacement d'Arctique

PAGES 8 à 10 : Déplacements d'Arctique et environnement : mises en relation

PAGE 11 : Perspectives

PAGE 12 : Fiche élève : Utilisation du site Argonautica

Exemple concret de suivi avec Argonautica

Exemple de l'ours Arctique

Matériel : Ordinateurs avec liaison internet, google earth installé si possible.

Utilisation du site d'Argonautica : Cf. fiche élève p. 12

Cet exemple concret de suivi des déplacements de l'ours est structuré en 3 parties :

1- Déplacements de l'ours Arctique: Observations et questions

Cette première partie montre comment les observations des déplacements d'Arctique peuvent amorcer une démarche d'investigation des élèves :

- Découverte des positions et trajets parcourus par l'ours polaire Arctique
- Caractérisation des positions et déplacements d'Arctique
- Problématisation et investigation

2- Etude des vitesses de déplacement d'Arctique

Cette deuxième partie montre comment on peut calculer les vitesses de déplacement à partir des données satellites fournies par le site Argonautica. Elle montre aussi comment on peut mettre en évidence des données aberrantes !

3- Déplacements d'Arctique et environnement : mises en relation

Cette partie illustre comment la comparaison des cartes de positions et des cartes de paramètres environnementaux permet de découvrir des paramètres environnementaux qui semblent favorables à l'ours...et d'ouvrir de nouvelles pistes de recherches

En fin de document, quelques pistes pédagogiques autour suivi des ours avec Argonautica seront évoquées en perspective.

1-Déplacements de l'ours Arcaïque: Observations et questions

Site Argonautica :



Choix de la balise :
Ours polaire Arcaïque
Date :
2013/03/26

(Dates notées « à l'anglaise »)

Découverte des positions et trajets parcourus par l'ours polaire Arcaïque

L'observation des positions peut se faire :

- soit directement sur les cartes de position

Afficher les cartes

Exemple : Carte des positions du
2013/01/15 au 2013/03/11 :



- soit à partir des tableaux de position, en reportant les points sur la carte vierge « zone balise Arcaïque » :

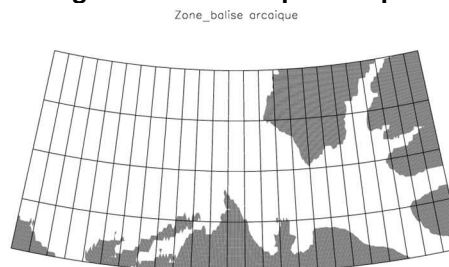
Afficher les positions

Tableaux des positions de
2013/01/15 au 2013/03/11

num	cl.	date	h.	lat.	lon.
		yyyy/mm/dd	hh:mm	deg.	deg.
0035501	B	2013/01/15	17:53	70.761	-124.909
0035501	B	2013/01/22	19:05	70.525	-124.154
0035501	A	2013/01/28	17:25	69.878	-123.111
0035501	A	2013/01/28	19:18	69.870	-123.098
0035501	B	2013/01/30	20:41	69.703	-125.237
0035501	A	2013/02/07	17:49	69.821	-123.482
0035501	B	2013/02/07	19:15	69.464	-124.551
0035501	B	2013/02/09	17:26	69.992	-123.060
0035501	B	2013/02/09	18:37	69.948	-125.474
0035501	I	2013/02/09	20:21	69.972	-123.229
0035501	A	2013/02/11	17:58	70.239	-123.122
0035501	B	2013/02/11	18:33	70.246	-123.109
0035501	B	2013/02/11	20:11	70.362	-123.489
0035501	A	2013/02/17	20:54	76.964	-158.662
0035501	B	2013/02/17	17:51	69.894	-121.877
0035501	B	2013/02/21	20:13	69.848	-121.838
0035501	A	2013/02/25	18:03	70.017	-122.299
0035501	A	2013/02/27	19:09	70.017	-121.820

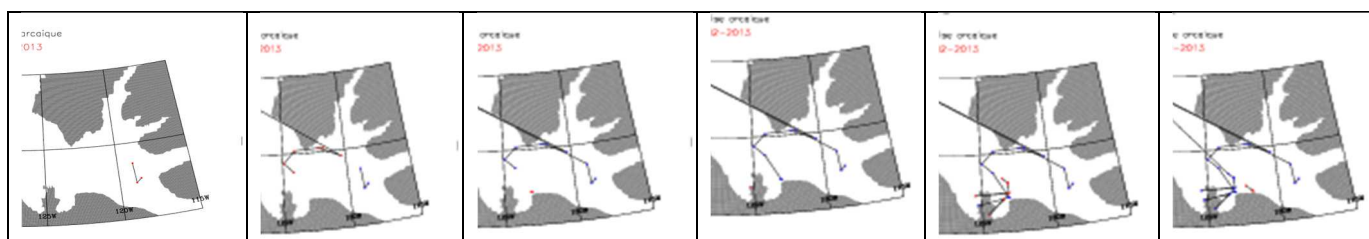
Afficher les cartes

Carte vierge de la zone fréquentée par Arcaïque

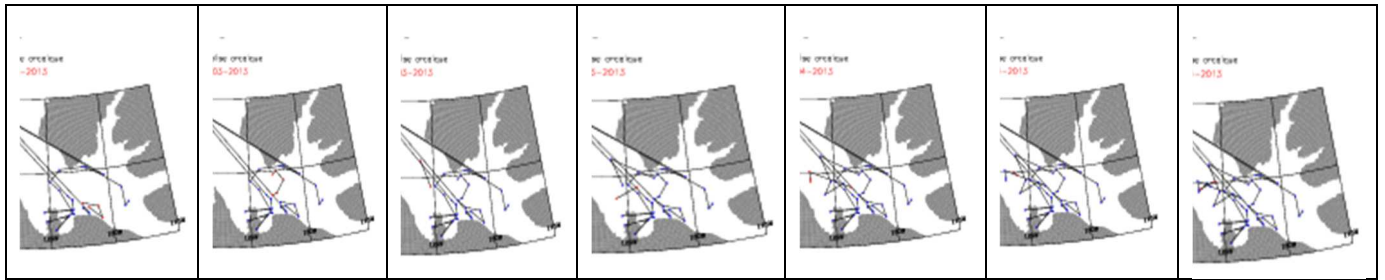


Numéroter parallèles et méridiens puis reporter les
positions de l'ours indiquées par le tableau des positions

Le site permet de récupérer les cartes des positions semaine par semaine : ainsi, on peut observer les déplacements successifs d'Arcaïque, du 15/01 au 23 /04 :



Positions, du 15 janvier...



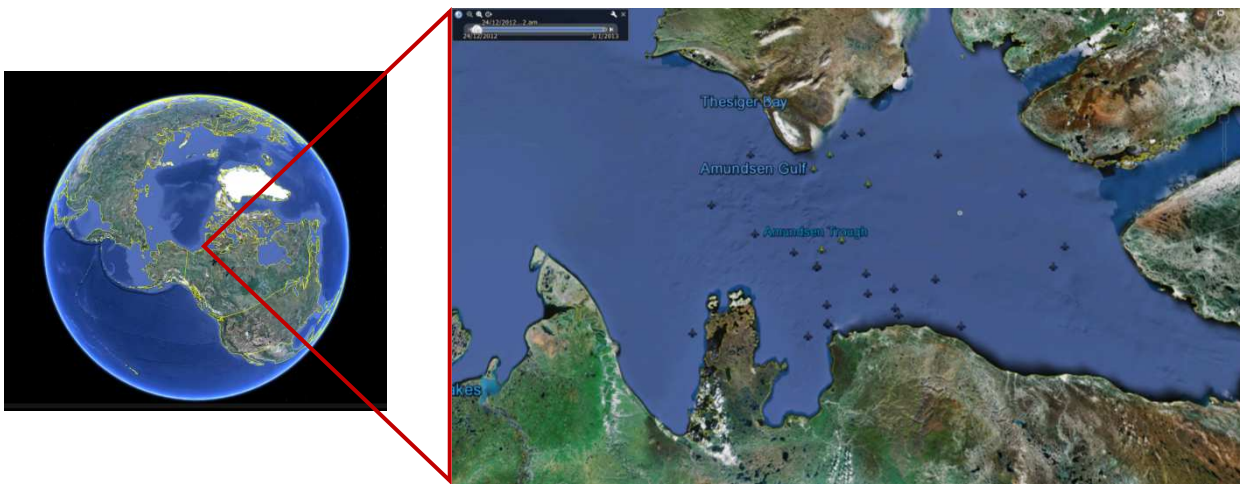
...au 23 avril.

Ces positions montrent une zone assez délimitée pour les déplacements d'Arcaïque.

Caractérisation des positions et déplacements d'Arcaïque

On peut situer la zone de déplacement sur le globe terrestre à partir d'une carte géographique, ou sur google earth à partir du site (tutorial sur : http://argonautica.jason.oceanobs.com/html/argonautica/ge_fr.html).

La plupart des positions d'Arcaïque sont situées dans la mer de Beaufort, il s'agit de la baie d'Admundsen, au nord du Canada.



En observant les positions du 15/01 au 11/03, on remarque 3 points qui sortent de la zone d'enregistrement :

- La position du 2013/01/16 à 17:11 indiquée sur le tableau avec latitude 73.337 et longitude -135.198
- La position du 2013/02/17 à 20:54 indiquée sur le tableau avec latitude 76.964 et longitude -158.662
- La troisième position n'est pas retrouvée dans le tableau des positions.



En rouge : positions et trajets durant la dernière semaine d'enregistrement

En bleu : positions et trajets antérieurs

Arcaïque se déplace donc dans la zone marine (un seul point sur le continent), sur un territoire globalement entre les parallèles 69 et 71 N et les méridiens 125 et 120 W, dans la baie d'Admundsen. Beaucoup de déplacements se situent près de la côte canadienne.

Arcaïque a traversé le golfe entre le Canada et l'île Banks à deux reprises.

Problématisation et investigations....

Les caractéristiques des positions et les déplacements de l'ours polaire Arcaïque sont sources de questions : les élèves entrent dans une démarche d'investigation.

Quelques exemples de problématiques et questions à résoudre à partir des observations sur Arcaïque.

Problématiques	hypothèses	Questions à résoudre
Comment Arcaïque peut-il effectuer des déplacements si longtemps dans une zone marine ?	Il nage tout le temps (et dort en nageant) L'eau est gelée : il se déplace à pied. La zone marine est une banquise.	Comment se déplace l'ours polaire ? Comment est la mer de la baie d'Admundsen de janvier à mars ? Est-elle gelée ? La banquise peut-elle supporter le poids d'un ours ?
Pourquoi Arcaïque ne va-t-il pas sur le continent ?	Le continent est dangereux pour lui, il n'y a pas de nourriture, La zone marine lui permet de chasser, de se mettre à l'abri, ...	Pourquoi se déplace-t-il surtout dans la zone marine ? Quels sont les prédateurs et les dangers que peut rencontrer Arcaïque ? Que mange-t-il ? Comment chasse-t-il ?
Comment a-t-il pu aller si loin le 16/01, le 17/02 et une troisième fois ?	En fait, ce n'est pas loin : il a dû courir/nager plus vite... Il avait vu une proie et s'est mis à la poursuivre	A quelle vitesse se déplace en général Arcaïque ? A quelle vitesse s'est-il déplacé le 16/ 01 et 17/02 ?
Où est Arcaïque en été ?	Il reste dans cette zone-là. Il va sur le continent, il n'y a plus de banquise. Il hiberne en été (!) Il vit en groupe et se reproduit...	Comment vit l'ours polaire pendant un an ? Que fait-il s'il n'y a plus de banquise ? Quand se reproduit-il ? Vit-il en groupe ?

Les représentations initiales des élèves amèneront également des problématiques plus globales, telles :

Problématiques	hypothèses	Questions à résoudre
Pourquoi dit-on que les ours polaires sont en danger ? Et qu'ils vont disparaître ?	Ils vivent sur la banquise et la banquise fond. C'est à cause du réchauffement climatique.	La banquise fond elle ? Qu'est-ce que le réchauffement climatique ? Qu'entraîne le réchauffement climatique ?

Un classement des interrogations des élèves permet de dégager 3 grands thèmes d'étude:

- **le déplacement d'Arcaïque** (Pourquoi ces directions ? A quelle vitesse? Vitesses du 16/ 01 et 17/02 ? Pourquoi se déplace-t-il surtout dans la zone marine ?)
- **la vie de l'ours polaire** (Quels prédateurs et dangers peut rencontrer l'ours ? Que mange-t-il ? Comment chasse-t-il ? Comment se déplace-t-il ? Comment vit l'ours polaire pendant un an ? Que fait-il s'il n'y a plus de banquise ? Quand se reproduit-il ? Vit-il en groupe ?)
- **l'environnement de l'ours polaire** (Comment est la mer de la baie d'Admundsen de janvier à mars ? Est-elle gelée ? La banquise peut-elle supporter le poids d'un ours ? La banquise fond elle ? Qu'est-ce que le réchauffement climatique ? Qu'entraîne le réchauffement climatique ?)

Le site ArgoNautica permet d'approfondir les caractéristiques du déplacement d'Arcaïque : les localisations et dates vont nous permettre de calculer les vitesses de déplacement. Le site fournit aussi les cartes de température, salinité, courants de surface de l'océan, vents...de la zone où est Arcaïque, ce qui peut donner des indications sur l'environnement qu'il recherche et celui qu'il fuit. Pour d'autres questions, nous devons nous documenter sur le mode de vie des ours polaires : livres, sites web, questions aux scientifiques d'Argonautica,...

Les études concernant la vitesse de déplacement et les facteurs environnementaux favorables à l'ours Arcaïque sont détaillées ci-après.

2-Etude des vitesses de déplacement d'Arcaïque

Nos questions (« A quelle vitesse se déplace en général Arcaïque ? Quelle était la vitesse du déplacement les 16/ 01 et 17/02, où l'on a remarqué des déplacements très importants comparés aux autres? ») et nos hypothèses vont pouvoir être approfondies grâce au site Argonautica.

En préalable :

Calculer une vitesse

Pour calculer une vitesse, il faut connaître la distance et le temps mis pour faire cette distance. $V=D/t$

Données sur le site Argonautica

La carte de suivi n'est pas suffisamment précise pour calculer la distance entre des points (il n'y a pas d'échelle, seulement le tracé des méridiens et latitudes).

Par contre, le tableau des positions donne l'emplacement exact des positions d'Arcaïque et la date et heure à laquelle il y était, c'est donc à partir du tableau que nous pourrons calculer les vitesses de l'ours.

Problème d'unité...

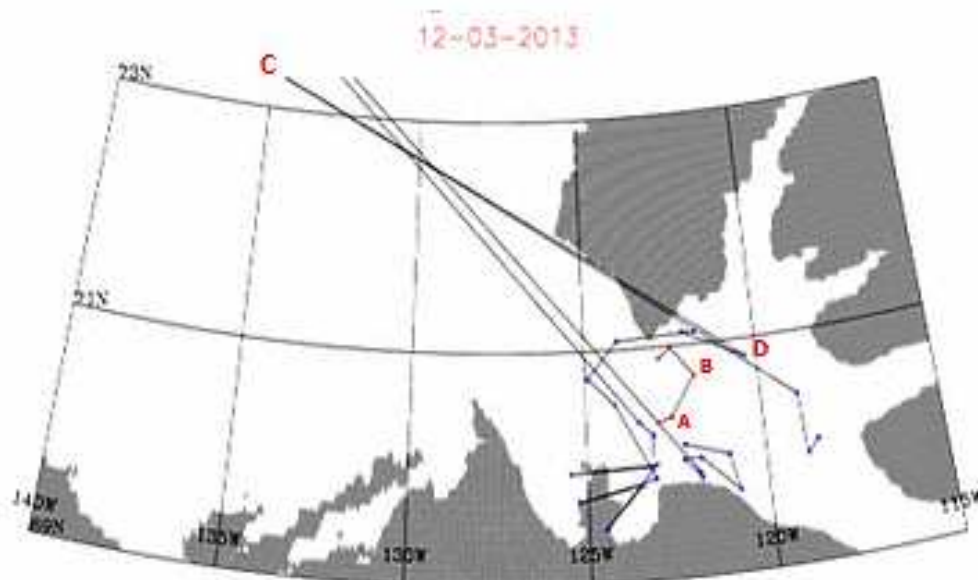
Calculer la distance entre deux points à partir des longitudes et latitudes est complexe, car il faut tenir compte de la rotondité de notre planète (formule de trigonométrie sphérique).

Au lycée cet aspect pourra être abordé mais au collège et en primaire, on peut utiliser un site qui effectue directement les calculs et convertit la distance en kilomètres, comme celui-ci :

<http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>

Calcul des vitesses :

Deux exemples: la vitesse entre A et B et la vitesse entre C et D (déplacement étonnant du 16/01)



➤ Calcul de la vitesse de déplacement entre les points A et B



Date, heure et coordonnées des positions A et B :

A relever sur le tableau des positions du site Argonautica.

2013/03/07	20:54	70.388	-122.570
2013/03/09	20:32	70.732	-121.845

Distances entre A et B :

Sur le site : <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html> , on rentre les coordonnées latitude puis longitude de chacun de ces points (Indiquer N pour latitude et W pour longitude, le signe négatif étant inutile)

Pour les points A et B, voici ce que l'on trouve :

Great-circle distance between two points

Enter the co-ordinates into the text boxes to try out the calculations. A variety of formats are accepted, principally:

- deg-min-sec suffixed with N/S/E/W (e.g. 40°44'55"N, 73 59 11W), or
- signed decimal degrees without compass direction, where negative indicates west/south (e.g. 40.7486, -73.9864):

Point 1: ,

Point 2: ,

Distance: **46.72 km**

Initial bearing: **034°42'21"**

Final bearing: **035°23'22"**

Midpoint: **70°33'37"N, 122°12'38"W**

And you can **see it on a map** (aren't those Google guys wonderful!)

La distance indiquée entre A et B est de 46,72 Km

Temps mis entre A et B :

Arcaïque était en A le 7/03 à 20h54 et en B le 9/03 à 20h32. Il a donc mis presque 2 jours (on peut garder cette approximation ou calculer plus exactement : 47h38mn) pour faire 47 km environ.

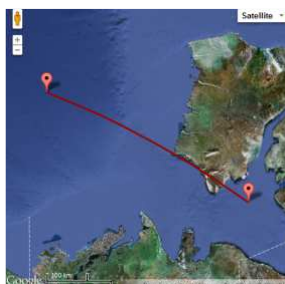
Vitesse de déplacement entre A et B :

Approximativement 47km en 48h, cela fait une moyenne de $47/48 \sim 1$ Km/h

L'approximation se justifie car l'ours n'effectue pas en réalité un déplacement rectiligne. Le déplacement (et donc la vitesse) est donc un peu plus élevé (des recherches documentaires donnent 4 km/h en moyenne).

On peut faire d'autres calculs pour avoir une vision plus précise (déplacement entre deux horaires proches,...).

➤ **Calcul de la vitesse de déplacement entre les points C et D (déplacement repéré le 16/01)**



Date, heure et coordonnées des positions C et D :

A relever sur le tableau des positions du site Argonautica.

2013/01/16	17:11	73.337	-135.198
2013/01/16	20:18	70.847	-120.336

Distances entre C et D :

Great-circle distance between two points

Enter the co-ordinates into the text boxes to try out the calculations. A variety of formats are accepted, principally:

- deg-min-sec suffixed with N/S/E/W (e.g. 40°44'55"N, 73 59 11W), or
- signed decimal degrees without compass direction, where negative indicates west/south (e.g. 40.7486, -73.9864):

Point 1: , Distance: **576.5 km**

Point 2: , Initial bearing: **111°22'16"**

Final bearing: **125°31'26"**

Midpoint: **72°13'56"N, 127°15'52"W**

And you can **see it on a map** (aren't those Google guys wonderful!)

La distance entre les deux points est donc de 576,5 km.

Temps mis entre C et D :

Le tableau des positions indique le temps passé entre ces deux points : de 17h11 à 20h 18, il y a 3h7mn (soit 187 mn).

Vitesse de déplacement entre C et D :

L'ours Arcaïque aurait donc été à la vitesse de $576.5/187 \sim 3\text{km/mn}$ c'est-à-dire environ 185 km/h !

La seule hypothèse valable est celle d'une erreur informatique ou technique, l'ours ne pouvant avoir une telle allure !

Conclusion sur les vitesses de déplacement d'Arcaïque

Arcaïque se déplace avec une vitesse de quelques Km/h. (A développer si d'autres calculs ont été faits : moyenne,...). *A poursuivre avec documentation: vitesse de nage ? de marche ?...*

Les hypothèses initiales sur les déplacements remarqués en dehors de sa zone de déplacement (ce n'est pas loin : il a dû courir/nager plus vite...Il avait vu une proie et s'est mis à la poursuivre) ne sont pas valides. Il doit s'agir de points aberrants : les données ne sont pas toujours correctes et il peut y avoir des problèmes de mesure, des problèmes techniques...Ce sont des artéfacts. *A poursuivre : questions aux scientifiques pour confirmer, observations d'autres points révélant des vitesses aberrantes, qualité des informations reçues...*

Les données du site permettent également de découvrir des caractéristiques de l'environnement et de déceler si certaines guident les pas d'Arcaïque... : voir ci-après.

3-Déplacements d'Arcaïque et environnement : mises en relation

Nos questions (« Pourquoi ces directions de déplacement? Pourquoi se Arcaïque déplace-t-il surtout dans la zone marine ? Comment est la mer de la baie d'Admundsen de janvier à mars ? Est-elle gelée ?...») et les hypothèses formulées vont pouvoir être approfondies grâce aux cartes environnementales de la zone fréquentée par l'ours « Arcaïque » sur le site Argonautica.

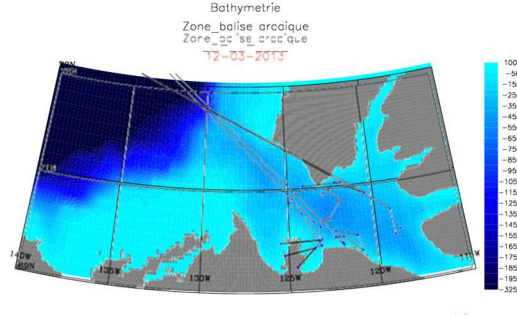
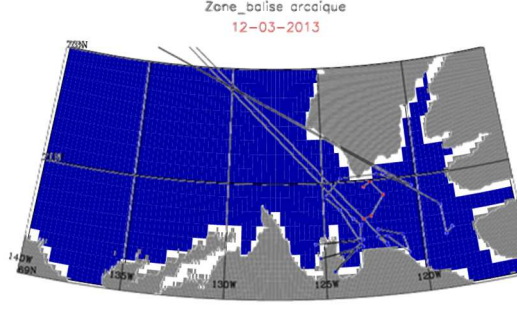
Effectuées sur une période de plusieurs mois (du 15/01 au 23 /04), les comparaisons des cartes de position et des cartes environnementales permettent d'établir si certains paramètres influencent les déplacements. Pour ce travail, les positions d'Arcaïque de chaque semaine sont superposées aux cartes des paramètres environnementaux fournies par le site. Parfois des liens semblent pouvoir être établis...souvent de nouvelles pistes surgissent !

En classe, on pourra effectuer ces comparaisons et analyses chaque semaine ou effectuer ce travail plus ponctuellement puisque le site conserve les données des semaines précédentes.

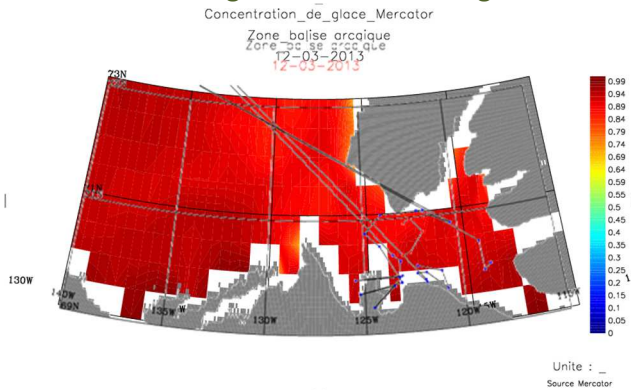
NB. Chaque type de carte est expliquée en détail sur :

http://argonautica.jason.oceanobs.com/html/argonautica/donnees_fr.html

Etude pour la période du 15/01 au 23 /04: Evolution des paramètres environnementaux de la zone de déplacement d'Arcaïque et analyses.

Positions d'Arcaïque et carte environnementale de :	Analyse
Bathymétrie « profondeur de l'eau » (le relief des fonds marins "en négatif").  Unité : m Source: Mercator-CLS	Les déplacements d'Arcaïque se situent dans la baie d'Admundsen, on peut voir que la profondeur de l'eau est « faible » (- 650m, maximum) comme autour des côtes du nord Canada également. Arcaïque n'a pas effectué de déplacement dans la partie Nord Est où la bathymétrie est plus importante. (Les points notés à l'Est sont des artéfacts (cf. calcul des vitesses de déplacement)) <i>Il y a-t-il un lien ?</i>
Température de surface (Bleu sombre : -2°C à rouge : + 16°C)  Unité : degC Source: CLS	La mer de Beaufort a une température négative (-2°C) pour toute cette période de l'année (ce qui est en relation avec les cartes de concentration et épaisseur de glace). Les déplacements d'Arcaïque n'ont pas été influencés par la température de surface.

Concentration de glace : de bleu à rouge de 0 à 1 (en fait, 0 à 100 %) de la surface couverte de glace

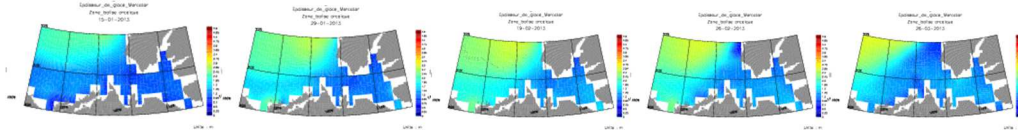


Les cartes de concentration des glaces du 15/01 au 23 /04 montrent que l'eau de mer est toujours gelée pour toute cette période : cette zone marine est donc intégralement recouverte de banquise.

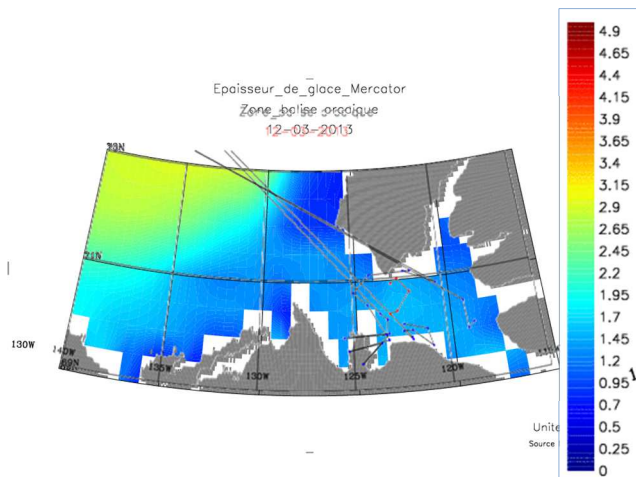
Pourquoi Arcaïque reste sur la banquise ???

Epaisseur de glace (indicateur de l'âge : glace épaisse âgée) Echelle : épaisseur en mètre

Evolution de l'épaisseur au cours du temps en 5 cartes :



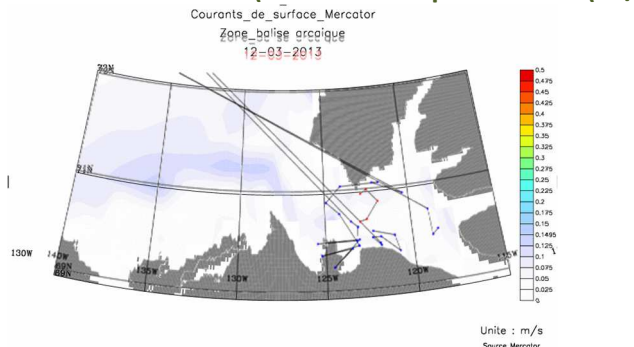
Au cours des 4 mois, l'épaisseur de glace varie un peu : la banquise s'épaissit au cours du temps (jusqu'à 3, 15 m d'épaisseur au nord Est (mer de Beaufort)) puis, à partir du 26/02, elle diminue d'épaisseur.



Arcaïque se déplace dans une zone où la banquise a une épaisseur comprise entre 1,2 et 1,7 m.

*Pourquoi Arcaïque reste t'il sur des glaces de cette épaisseur ?
(Pourquoi Arcaïque ne va-t-il pas sur des banquises d'épaisseur supérieure à 1,7 m ou inférieure à 1m20?)*

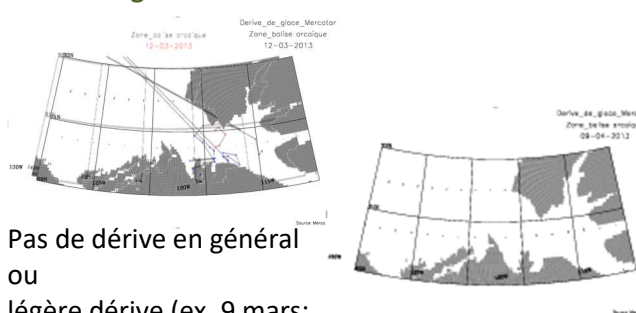
courants de surface (Unité : mètre par seconde (m/s))



Pour la baie d'Admundsen, on remarque tout au long de la période d'observation qu'il n'y a pas de courants de surface (ou très peu)

Les déplacements de l'ours pour la période ne sont donc pas guidés par des courants marins de surface.

Dérive de glace : mouvement sous effet courants et vent (les flèches indiquent les directions et la distance)



Pas de dérive en général
ou
légère dérive (ex. 9 mars :

La zone où se déplace Arcaïque ne présente quasiment pas de mouvement des glaces, lorsqu'il y en a, la dérive des glaces se fait en direction du Nord Est et elle est moins importante que dans le reste de la zone (mer de Beaufort).

Peut-être qu'Arcaïque reste justement dans la baie parce que la banquise ne dérive pas ?

Conclusion sur les déplacements d'Arcaïque en relation avec l'environnement

Ces comparaisons renseignent sur Arcaïque :

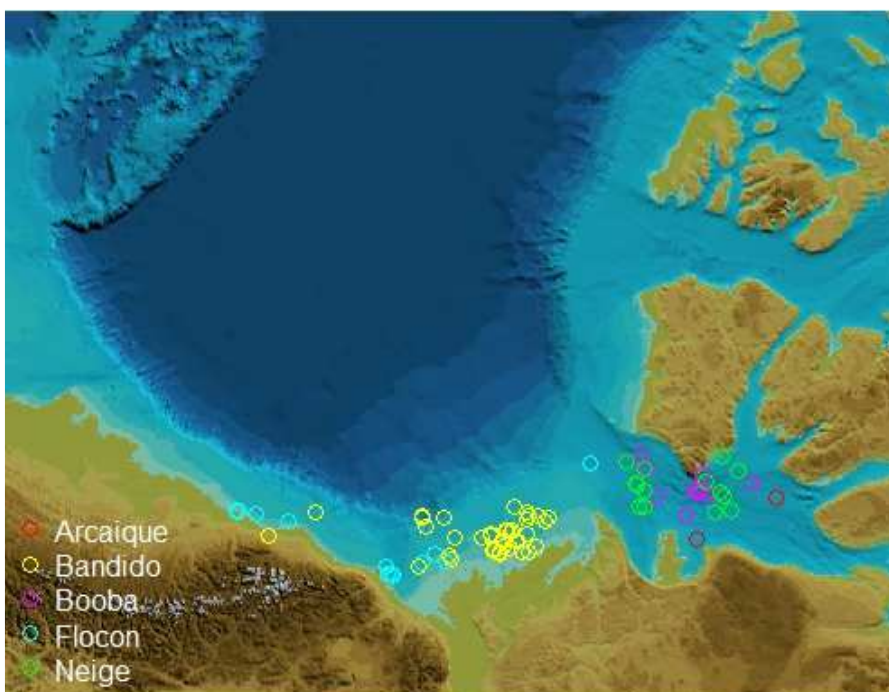
- Les déplacements observés ne sont pas liés à des déplacements d'eau ou de banquise puisqu'il n'y a pas eu de mouvement de ces masses pour la période. *(Par contre, dans des zones où les glaces sont en mouvement, les observations montrent que les ours tiennent compte de la « dérive » et la compensent dans leurs déplacements. Ils conservent un territoire géographique favorable constant mais au prix d'une dépense énergétique supplémentaire)*
- Les déplacements ne sont pas non plus liés à la température (identique sur la zone) pour cette période. Les cartes des vents restent à comparer avec les déplacements pour voir s'il existe une corrélation (pas de données valides: la présence d'eau libre est nécessaire pour les mesures satellite concernant les vents).
- Les déplacements se font sur la banquise, exclusivement sur la banquise d'épaisseur comprise entre 1,2 et 1,7 mètre, dans des zones de profondeur d'eau de 650 mètres.

L'épaisseur minimale de 1m20 correspond-elle au minimum pour supporter le poids d'Arcaïque qui s'y déplacerait plus facilement en marchant ?

- Les caractéristiques de la glace fréquentée par Arcaïque amènent à se documenter sur le mode de vie de l'ours...et particulièrement sur leur technique de chasse et alimentation... *(La nourriture prioritaire des ours est les phoques annelés qui font leurs petits dans des abris dans la banquise et maintiennent des trous dans la banquise pour venir respirer...)*

Les cartes de Bathymétrie « profondeur de l'eau » et d'épaisseur de glace semblent présenter une corrélation (fonds profonds –banquise épaisse/ fonds moins profonds, banquise moins épaisse). Ce parallélisme est vérifié et à mettre également en relation avec...la présence continentale? la latitude (oui!) ? Des observations de cartes environnementales en d'autres endroits peuvent permettre d'approfondir cette question...

De nombreuses questions restent en suspens à l'issue de cette étude et de nouvelles pistes apparaissent. L'investigation peut se poursuivre à l'aide de documents.



« Cette carte démontre deux aspects de la vie des ours. Le premier aspect est que les ours de la mer de Beaufort sont très rarement sur terre. Le deuxième aspect est que les ours restent sur le plateau continental (eaux peu profondes). La raison principale est que les phoques annelés, leur nourriture préférée, restent aussi sur le plateau continental. »

Marie Auger Méthé,
chercheuse de l'Université de
l'Alberta (Canada)

Carte des positions des ours disponibles sur le site d'Argonautica

Perspectives

Le suivi de l'ours polaire par satellite peut s'élargir à de nombreuses thématiques : histoire des découvertes, sciences, mode de vie, biodiversité arctique... (Consulter les fiches pédagogiques « Arctique » sur le site). Les recherches documentaires permettront de compléter et d'aborder de nombreuses autres notions.

A titre d'exemple, le document suivant illustre à lui tout seul plusieurs pistes différentes à explorer en classe si on le souhaite !

Golf d'Admundsen - D'après Wikipédia

Le golfe d'Amundsen est un golfe situé dans les Territoires du Nord-Ouest canadiens à 70° Nord et 120° Ouest. Il sépare l'île Banks et l'île Victoria au nord du continent américain au sud. Il mesure environ 402 km de long pour 150 km de large à l'endroit où il rejoint la mer de Beaufort.

*Ce golfe a été exploré par l'explorateur polaire norvégien **Roald Amundsen** entre 1903 et 1906. Il marque la fin occidentale du célèbre passage du Nord-Ouest, **route maritime** menant de l'océan Atlantique à l'océan Pacifique.*



*Peu d'habitants vivent le long de ses côtes mais on trouve quelques **villages** ou communautés dont : Sachs Harbour, Holman et Paulatuk. Au nord du golfe se trouve le détroit du Prince-de-Galles. Au sud-est et à l'est, le golfe mène, à travers le détroit du Dauphin et de l'Union, à la baie Simpson puis au golfe du Couronnement. De là, on peut rejoindre le golfe de la Reine Maud à travers le détroit Dease. Par l'ouest et le nord-ouest, on atteint la mer de Beaufort puis l'océan Arctique.*

*L'intégralité du golfe est soumise au rude **climat** de la **steppe arctique**, caractérisé par des hivers extrêmement froids. Tard dans l'hiver, le golfe est encore pris dans les glaces. En année normale, la plupart des brise-glaces interviennent jusqu'en juillet. Certaines zones à l'est et au nord ne sont libérées de la banquise qu'en août.*

*Des **bélougas**, des **phoques**, des **ombles chevaliers**, des **morues** et même des saumons fréquentent les eaux du golfe, les saumons sont réapparus pour la première fois à Sachs Harbour entre 1999 et 2001.*

SUIVRE DES OURS AVEC ARGONAUTICA...UN RICHE PROJET PLURIDISCIPLINAIRE EN PERSPECTIVE!



©Andrew E. Derocher

Utilisation du site Argonautica

SUIVRE LES OURS POLAIRES AVEC ARGONIMAUX

1- Aller sur la page d'accueil du projet Argonautica du CNES :

<http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/7161-argonautica.php>

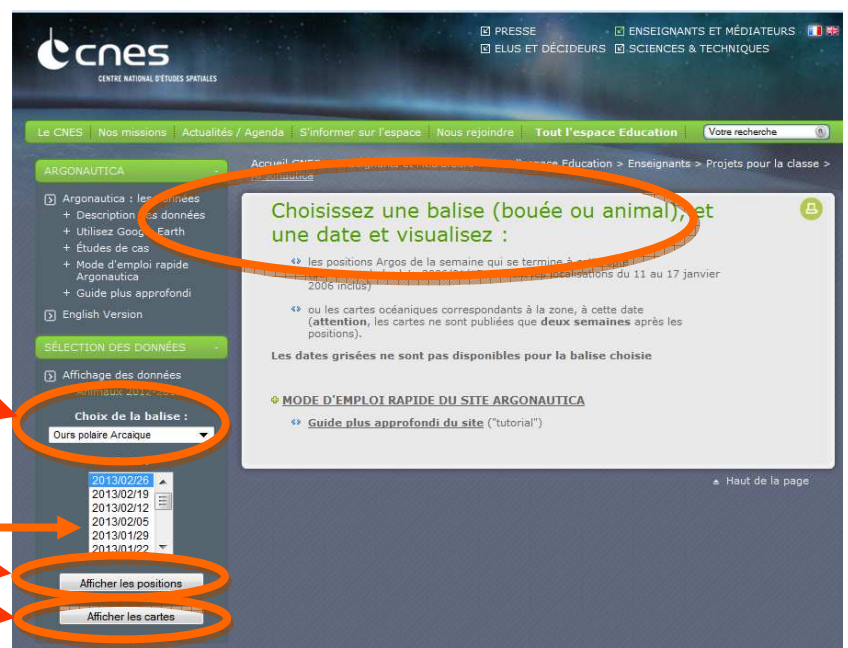
2- Cliquer sur **DONNEES SATELLITES**



3- Cliquer sur :



4- Suivre les consignes :



Sélectionnez le nom de l'ours à suivre

Sélectionnez une date (Pas de données pour les dates affichées en gris).

Afficher le tableau des positions ou l'ensemble des cartes