



La balise IESO Vendée globe 2016-2017

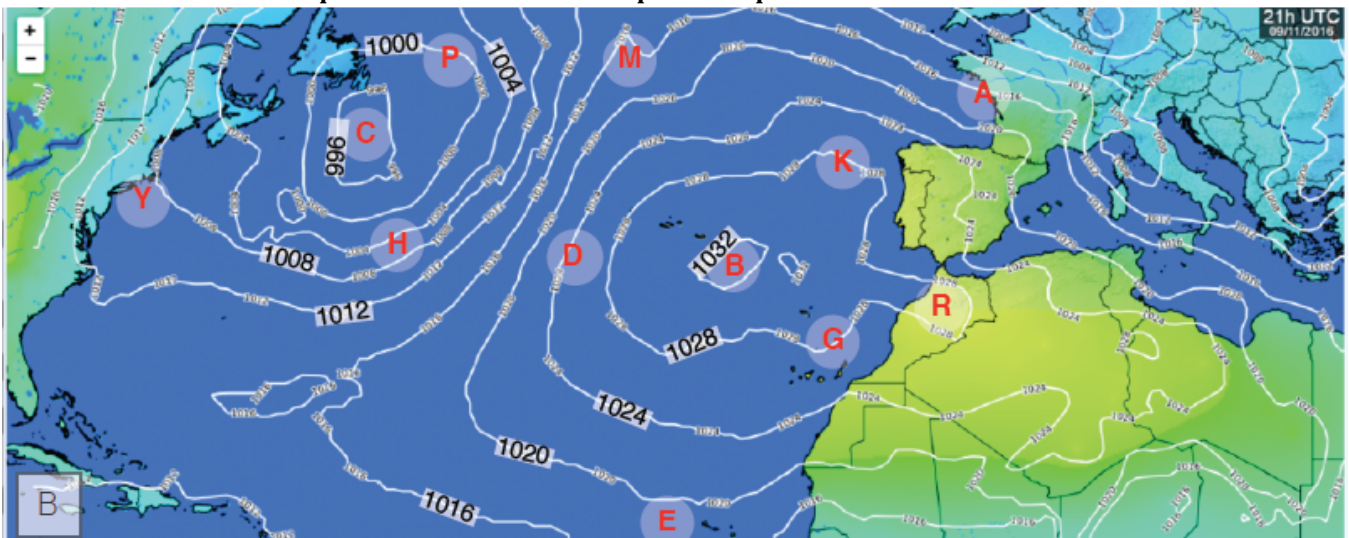
Destinées à des élèves du secondaire, ces questions ont été élaborées par une équipe d'enseignants du lycée de Valbonne à l'occasion du suivi de la balise 'IESO' mise à l'eau par le skipper Kito de Pavant, partenaire d'Argonautica lors du Vendée Globe 2016/2018.

Elles ont été posées aux IESO de 2017 (International Earth Science Olympiad), compétition scientifique internationale annuelle concernant le domaine des géosciences (géologie, météorologie, hydrologie et astronomie).

Les corrections sont en fin de document.

La difficulté, surtout en solitaire, est de trouver le parcours pour lequel le vent est toujours favorable, c'est à dire arrivant par l'arrière ou en travers du bateau. Les voiliers utilisent au mieux les vents dominants le long du parcours

Figure 1 : Carte barométrique de l'océan Atlantique-Nord (et points pour question 1).
Ces conditions barométriques sont restées stables après le départ de la course.



Question 1 : Selon vos connaissances sur la direction des vents créés par les différentes masses d'air, indiquer quel est le trajet le plus rapide que les concurrents doivent prendre pour atteindre les îles du Cap vert (E). (une seule réponse possible)

- 1- Trajet AKGE
- 2- Trajet AKBE
- 3- Trajet AKDE
- 4- Trajet AMPCHE

Question 2 : Au même moment un navigateur décide d'effectuer le trajet Rabat (R) - New York (Y). Quel itinéraire est le plus rapide : (une seule réponse possible)

- 1- RGDHY
- 2- RBDCY
- 3- RGDPY
- 4- RKDHY

La figure 2 présente la position des concurrents après 10 jours de course. Un groupe de voiliers (entouré) semble bloqué et navigue à des vitesses très faibles de 2,5 nœuds marins (*pour information : 1 nœud marin équivaut à un peu moins de 2 km/h*).

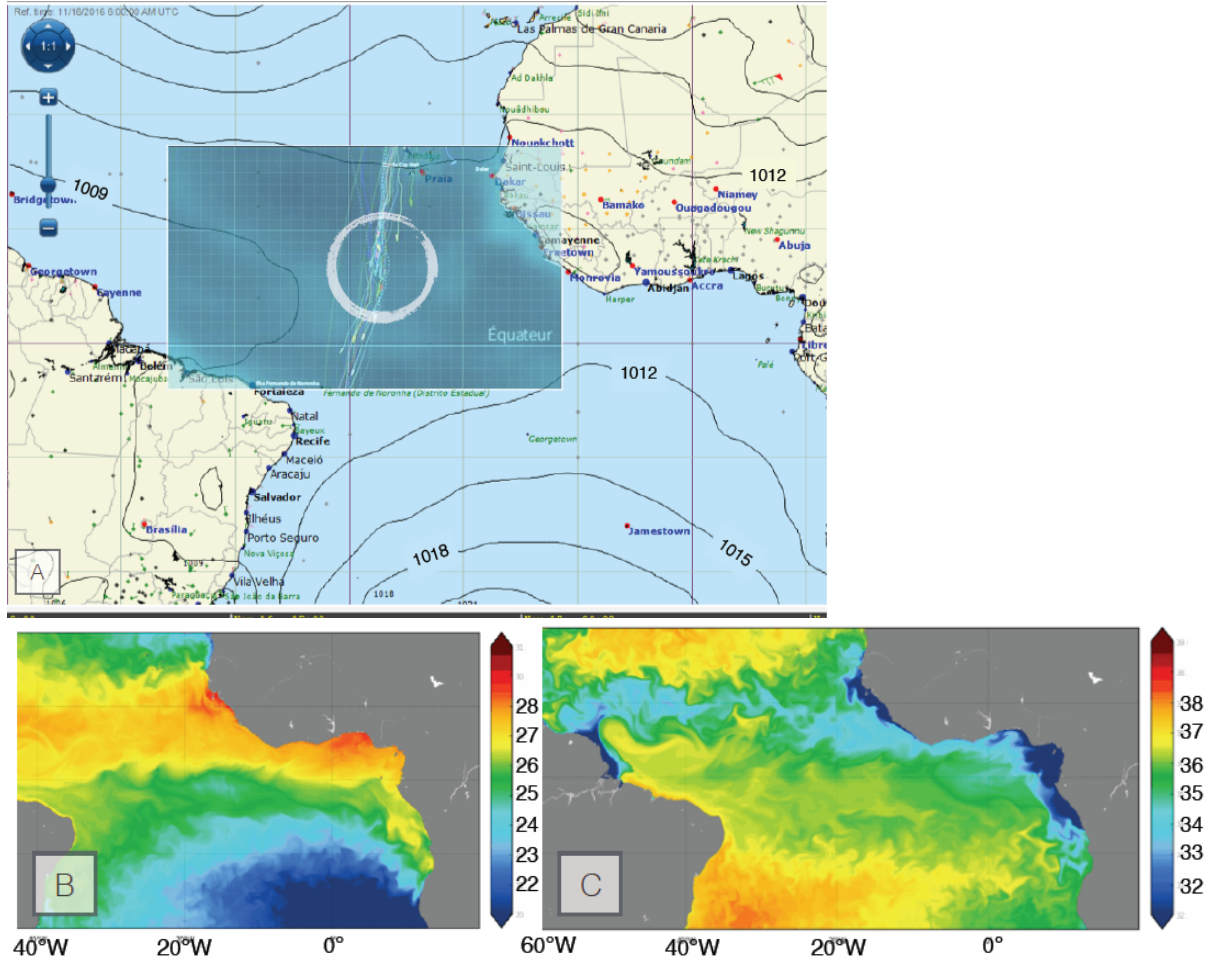


Figure 2 : Situation de la zone de course dans l'océan Atlantique.
(A) Carte barométrique, l'intervalle entre les isobares est de 3hPa.
(B) Carte de température de l'eau, les températures sont données en °C.
(C) Carte de la salinité de l'eau, les valeurs fournies sont des concentrations en g/l.

Question 3 : Parmi les propositions ci-dessous, indiquer celle qui explique le mieux la situation des navigateurs contraints à naviguer à de faibles vitesses. (Une seule réponse possible)

- 1- La forte température de l'eau empêche la formation de vents.
- 2- Les voiliers traversent une zone où les vents viennent de face.
- 3- L'eau est très salée et sa viscosité freine les voiliers.
- 4- Les voiliers sont piégés dans une zone de très faibles vents.

Question 4 : Dans la figure 2C, on observe une salinité différent de la moyenne (zones vertes) dans la zone intertropicale. Choisir la cause la plus évidente. (Une seule réponse possible)

- 1- L'eau des grands fleuves diminue la salinité de l'eau océanique.
- 2- Dans les zones anticycloniques tropicales, la température de l'air est plus basse et donc l'évaporation est plus faible.
- 3- Les pluies sont plus importantes dans la zone de convergence intertropicale, ce qui provoque une diminution de la salinité.
- 4- Les vents forts caractéristiques de la zone de convergence intertropicale provoquent un phénomène d'upwelling qui fait remonter en surface de l'eau moins salée.

Éviter les zones à l'abri des vents est la préoccupation de tous les participants. Kito de Pavant, le skipper partenaire des IESO 2017, est resté bloqué durant plusieurs jours dans la zone décrite par les figures ci-dessous.

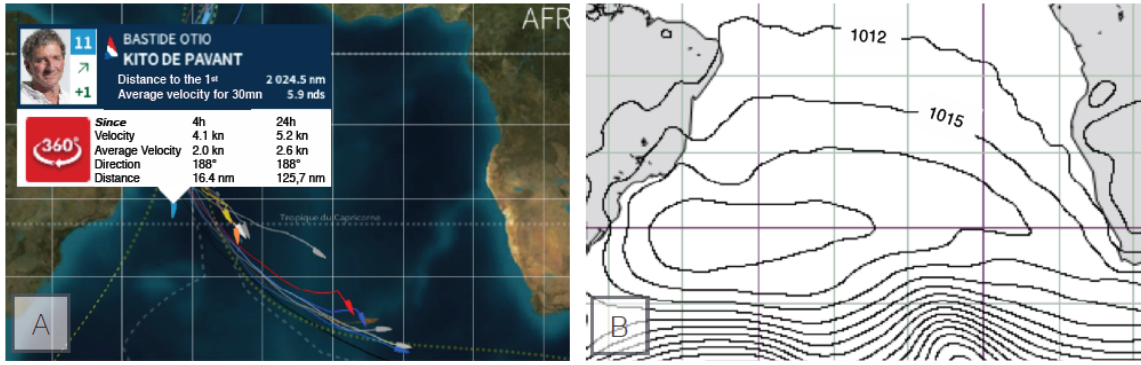


Figure 3 : Carte de situation du concurrent Kito de Pavant (flèche bleue) le 02 décembre 2016. (A) Carte de position indiquant entre autre l'évolution de sa vitesse (en noeuds) sur les dernières 24 heures (distance en mile nautique = 1,85 km). (B) Carte barométrique de la zone de course le 12 décembre 2016. L'intervalle entre deux isobares est de 3 hPa.

Question 5 : Indiquer le problème rencontré par Kito de Pavant dans cette région de la course : (une seule réponse possible)

- 1- Son voilier se situe au centre d'une dépression caractérisée par une absence de vent.
- 2- Son voilier se situe au centre d'un anticyclone caractérisé par une absence de vent.
- 3- Son voilier se situe au centre d'une dépression qui se caractérise par un léger creux dans la surface de l'océan, ce qui gêne la progression du navire

Question 6 : Les vents qui circulent autour d'un anticyclone situé dans l'hémisphère sud ... (plusieurs réponses possibles)

- 1- Tournent dans le sens des aiguilles d'une montre.
- 2- Tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- 3- Sont plus forts lorsqu'on se rapproche de l'oeil de l'anticyclone.
- 4- Sont plus faibles lorsqu'on se rapproche de l'oeil de l'anticyclone.

En traversant le passage de Drake, au sud du Cap Horn (pointe Sud de l'Amérique du Sud), le 26/12/2016, les services océanographiques ont enregistré la température et la salinité de l'eau de mer en fonction de la profondeur le long d'un transect entre l'extrémité sud de l'Amérique du sud et l'extrémité nord de la péninsule antarctique.

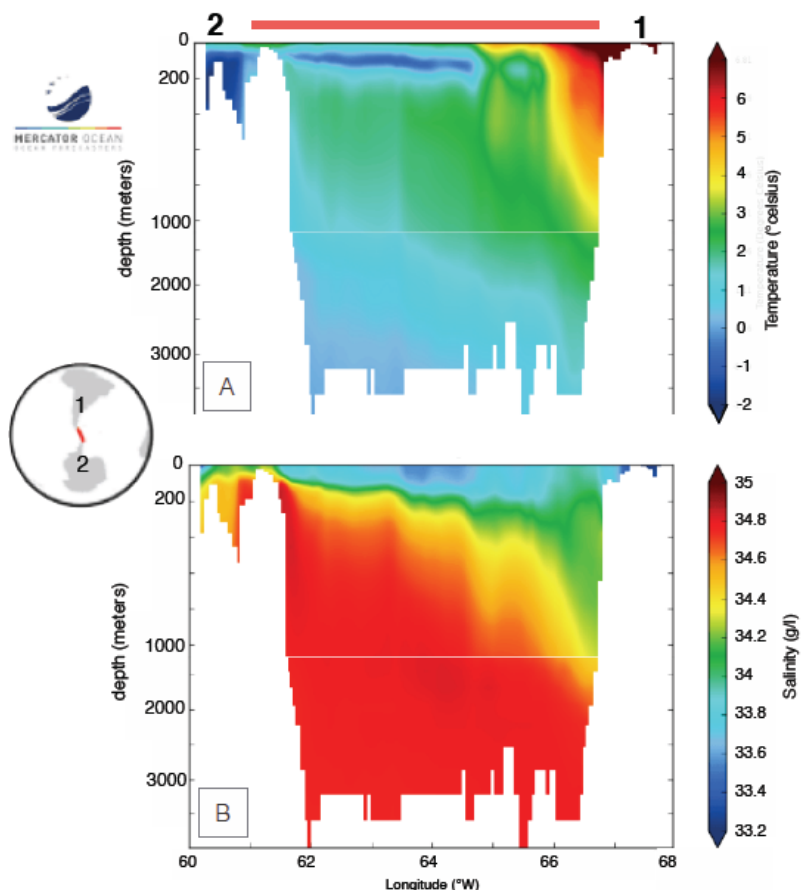


Figure 4 : Profil d'évolution de la température (A) et de la salinité (B) des eaux océaniques le long d'une coupe correspondant au passage de Drake (visible sur la vignette ronde représentant la planète vue du Pôle Sud).

Question 7 : En utilisant la figure 4, à la longitude 62,5°W, on peut dire que... (une seule réponse possible).

- 1- Les deux gradients de température et de salinité sont normaux sur toute la profondeur.
- 2- Seul le gradient de température est anormal au moins dans une zone.
- 3- Seul le gradient de salinité est anormal au moins dans une zone.
- 4- Les deux gradients sont anormaux.

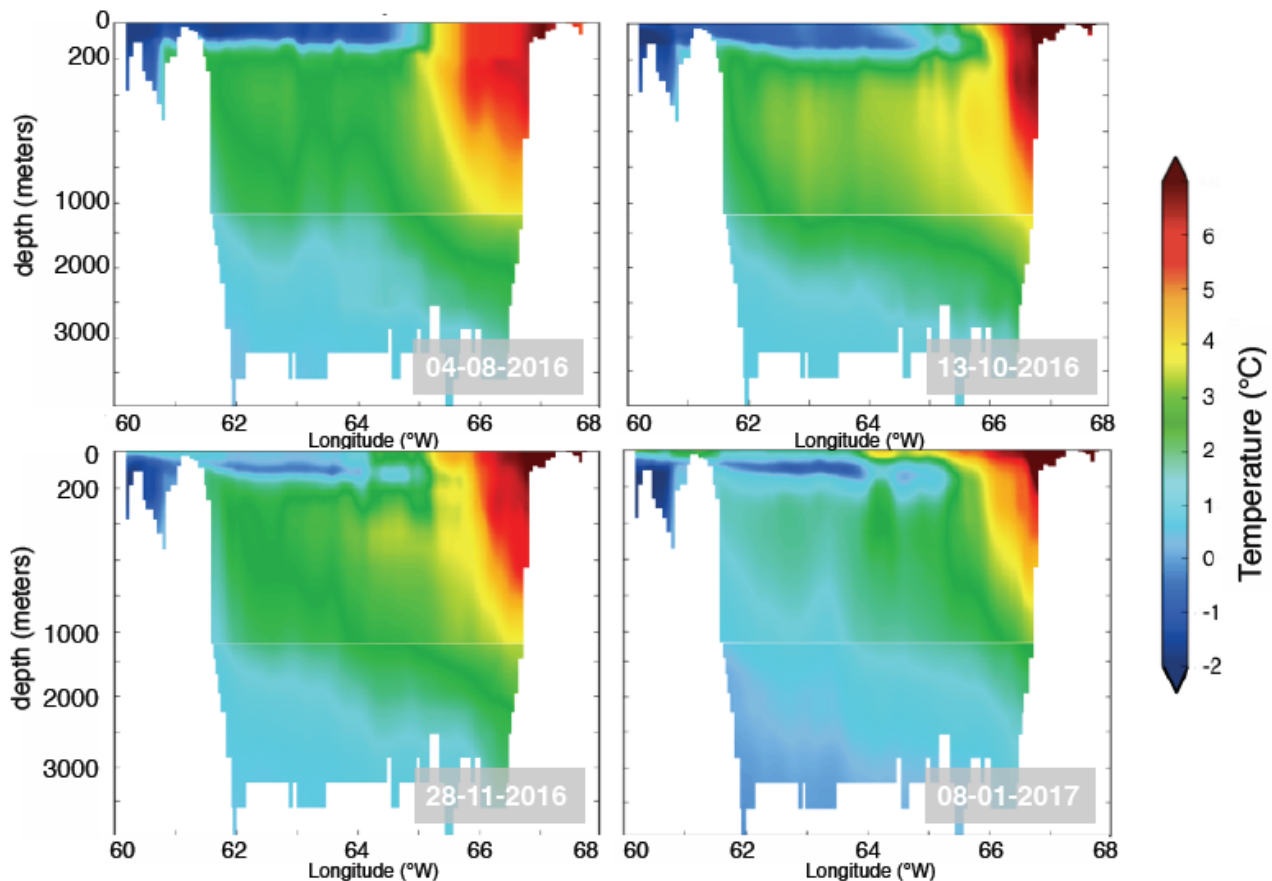


Figure 5 : Profils de température établis sur la période de août 2016 à janvier 2017, le long d'une coupe identique à celle de la figure 4. (Depth = profondeur).

Question 8 : En vous référant aux figures 4 et 5, indiquer les propositions correctes (plusieurs réponses possibles)

- 1- Au mois d'août, à 3000 m de profondeur, l'eau est plus froide qu'en surface
- 2- La banquise (glace flottante) se situe au large du continent arctique et atteint sur le transect, la longitude 64,5° W au mois d'août 2016
- 3- Au mois de janvier 2017, la banquise (glace flottante) a été plus dense et a donc coulé.
- 4- Les couches profondes de l'hydrosphère sont constituées d'eaux plus froides et plus salées car elles sont plus denses

En passant au large de la Namibie, les voiliers ont croisé un grand nombre de bateaux de pêche se dirigeant vers la côte africaine. En effet il existe des zones très poissonneuses dans cette région.

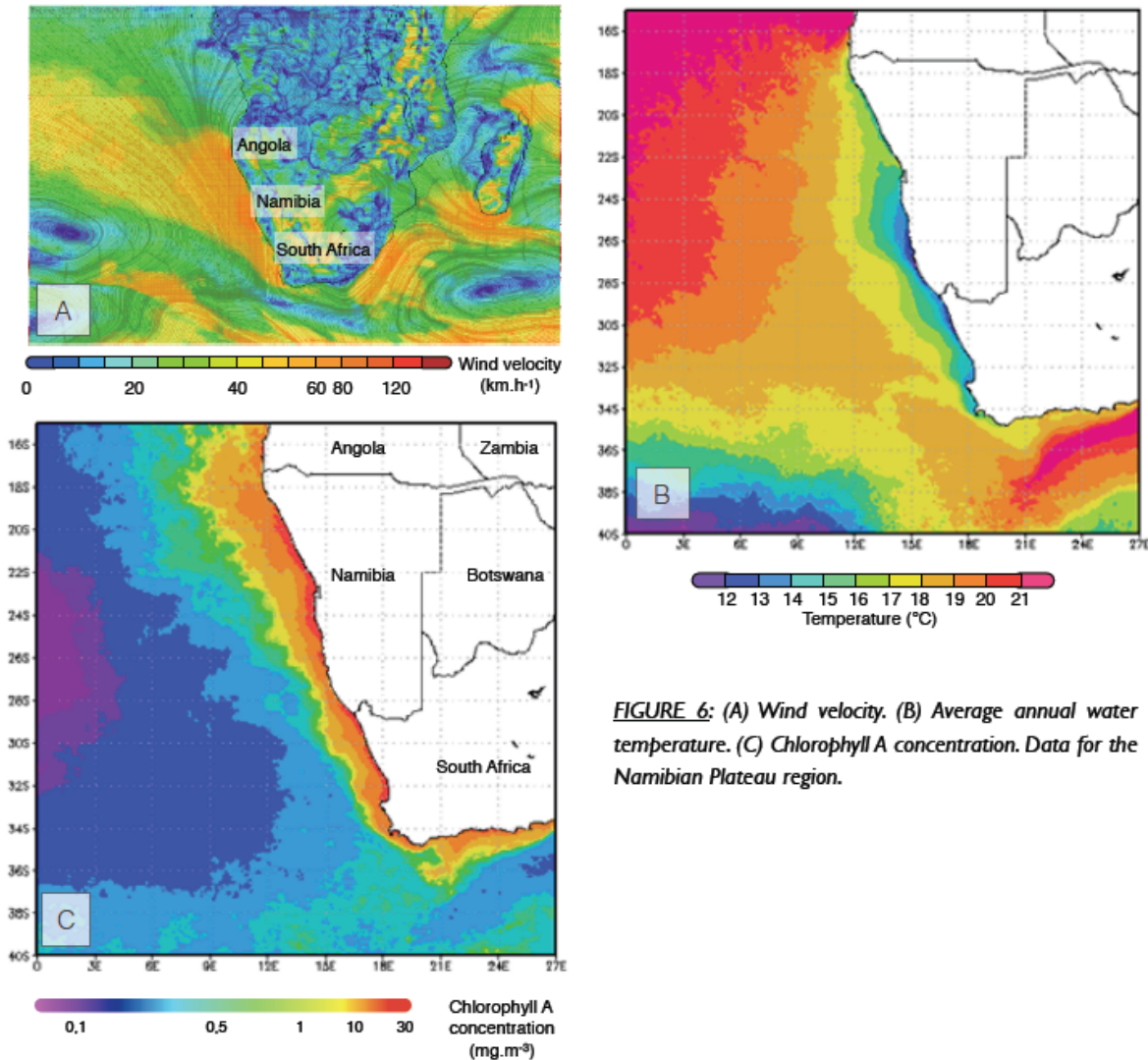


FIGURE 6: (A) Wind velocity. (B) Average annual water temperature. (C) Chlorophyll A concentration. Data for the Namibian Plateau region.

Figure 6 : (A) vitesse du vent ; (B) température moyenne annuelle de l'eau ; (C) concentration en chlorophylle A. Données concernant le plateau dans la région de la Namibie.

Question 9 : En vous référant à la figure 6, indiquer parmi les propositions suivantes toutes celles qui sont correctes (plusieurs réponses possibles).

- 1- L'eau océanique au large de la Namibie est plus chaude que celle qui est au large.
 - 2- Cette anomalie de température le long des côtes namibiennes est due à une remontée d'eau provenant des profondeurs.
 - 3- Le moteur de cette remontée d'eau est la différence de température entre les eaux profondes et superficielles.
 - 4- Le moteur de cette remontée d'eau est la force des vents en surface.
 - 5- La chaleur de l'eau induit une forte productivité primaire qui conduit donc à une chaîne alimentaire riche (chaîne trophique) et donc à l'abondance des poissons.
- La forte productivité primaire est liée à l'augmentation de la quantité des nutriments, ce qui entretient une chaîne alimentaire (chaîne trophique) riche.

Question 10 : Le plateau continental angolais et namibien est bien connu pour sa richesse en hydrocarbures (pétrole, hydrates de gaz). La géographie comme les conditions météorologiques et climatiques sont restées à peu près les mêmes depuis plusieurs centaines de milliers d'années. La côte Sud Ouest de l'Afrique est restée désertique. Indiquez les propositions correctes (plusieurs réponses possibles).

- 1- L'abondance de plancton et la richesse de la chaîne alimentaire sont des éléments nécessaires à la formation des hydrocarbures.
- 2- Le pétrole s'est formé au fond de l'océan atlantique et est remonté grâce aux remontées d'eau (upwelling).
- 3- La matière organique provenant du continent (animaux, végétaux morts ...) a sédimenté sur le plateau continental et constitue la principale source d'hydrocarbures.
- 4- La matière organique du plancton qui a sédimenté sur le plateau continental doit se trouver dans des conditions anoxiques pour se transformer en hydrocarbures..

Le skipper, Kito de Pavant, a jeté à la mer une balise Argos nommée IESO2017 au moment où il passait l'équateur (le 17/11/2016). Cette balise flottante, a dérivé uniquement grâce aux courants marins, émettant chaque heure sa position en latitude et longitude.

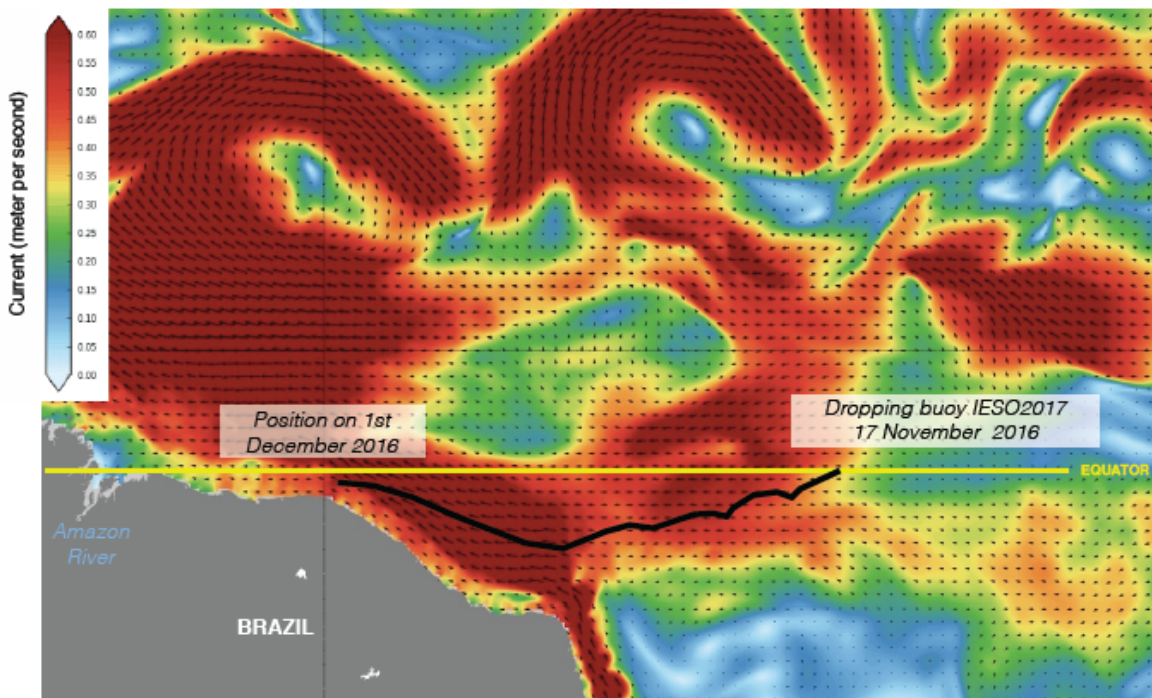


Figure 7 : Carte de la zone équatoriale de l'Océan Atlantique. Le tracé noir correspond au déplacement de la balise IESO2017 au cours de la période du 17 novembre au 01 décembre 2016. La balise a été larguée au moment du franchissement de la ligne équatoriale par le skipper Kito de Pavant. Les couleurs indiquent la force des courants, les flèches en précisent le sens. Le courant qui apparaît sur cette carte est nommé courant équatorial. (Dropping Buoy = largage de la bouée ; Current =courant)

Question 11 : En vous référant à la figure 7, lesquelles de ces propositions sont correctes (plusieurs réponses possibles)

- 1- Le courant porteur de la balise est créé par les vents Alizés de l'hémisphère sud.
- 2- Le courant porteur de la balise est créé par la différence de température entre l'est et l'ouest de l'Atlantique.
- 3- Le courant porteur de la balise est créé par la différence de salinité de l'eau entre l'est et l'ouest de l'Atlantique.
- 4- Le courant porteur de la balise est créé par la différence de hauteur de l'océan entre l'est et l'ouest de l'Atlantique.
- 5- Le sens du courant porteur de la balise est influencé par la force de Coriolis.

Figure 8 : Carte montrant la fin du trajet de la balise entre le 15 décembre 2016 et le 04 janvier 2017. Chaque point correspond à sa position quotidienne à heure fixe (minuit).



Question 12 : En analysant le trajet de la balise se rapprochant de la côte sud américaine (figure 8), choisissez la réponse correcte : (une seule réponse possible)

- 1- La vitesse est constante et la trajectoire devient parallèle à la côte.
- 2- La vitesse est constante et la trajectoire n'est pas influencée par l'approche de la côte.
- 3- La vitesse diminue à l'approche de la côte en raison de l'arrivée d'eau douce dont le courant s'oppose au courant océanique.
- 4- La vitesse diminue à l'approche de la côte en raison de la diminution de la profondeur d'eau.
- 5- La vitesse augmente à l'approche de la côte en raison de l'arrivée d'eau douce dont le courant s'oppose au courant océanique.
- 6- La vitesse augmente lorsque la balise approche la côte en raison de la diminution de la profondeur de l'eau

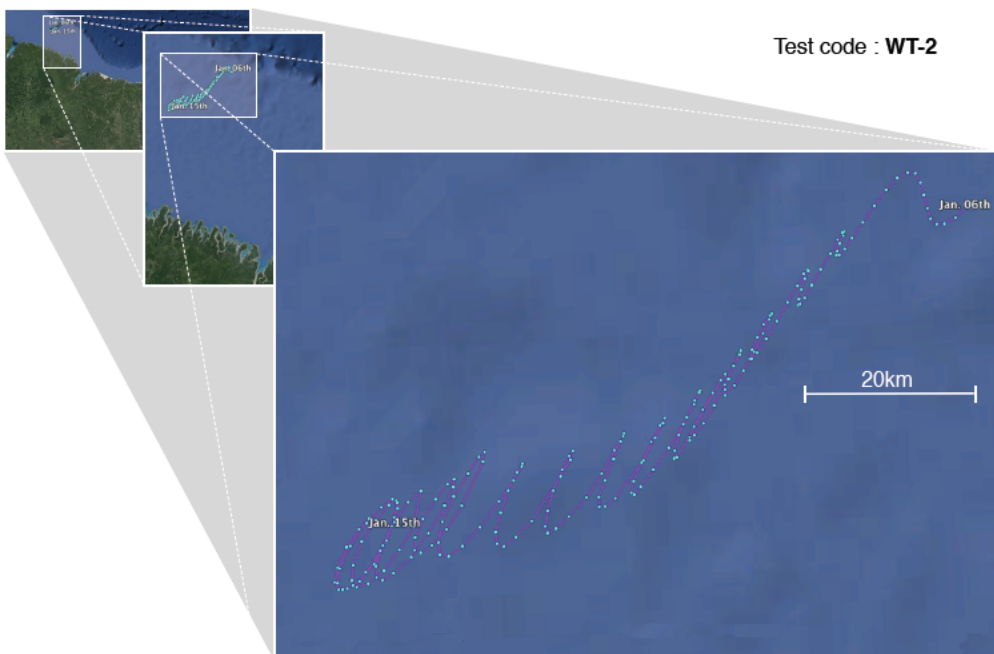


Figure 9 Trajectoire de la balise au contact de la côte sud américaine. La période de relevé des mesures de géolocalisation est de une heure.

Question 13 : En vous référant à la figure 9, choisissez la proposition qui décrit le mieux le comportement de la balise. Le phénomène observé semble être périodique avec une période moyenne de ... (une seule réponse possible)

- 1- 6 heures
- 2- 12 heures
- 3- 24 heures

Question 14 : Parmi les causes possibles indiquées ci-dessous, choisissez la plus probable. Ce type particulier de trajectoire est dû à ... : (une seule réponse possible)

- 1- Des courants de turbulence dus à des différences de salinité entre l'eau d'origine continentale et l'eau du large.
- 2- Des courants de turbulence dus à des différences de température entre l'eau d'origine continentale et l'eau du large.
- 3- Des courants de marée.

CORRECTIONS

Questions	Réponses	Remarques
1	1	
2	3	
3	4	Les navigateurs sont piégés dans la zone de convergence intertropicale (Pot aux noir) qui est en général une zone de faibles vents
4	3	
5	2	
6	2 et 4	
7	2	
8	2 et 4	
9	2 et 4 et 6	
10	1 et 4	
11	1 et 5	Trade winds = alizés La carte des courants ne correspond pas à la période concernée mais y ressemble beaucoup ! Désolé pour les puristes.
12	6	
13	2	
14	3	Tidal = marées