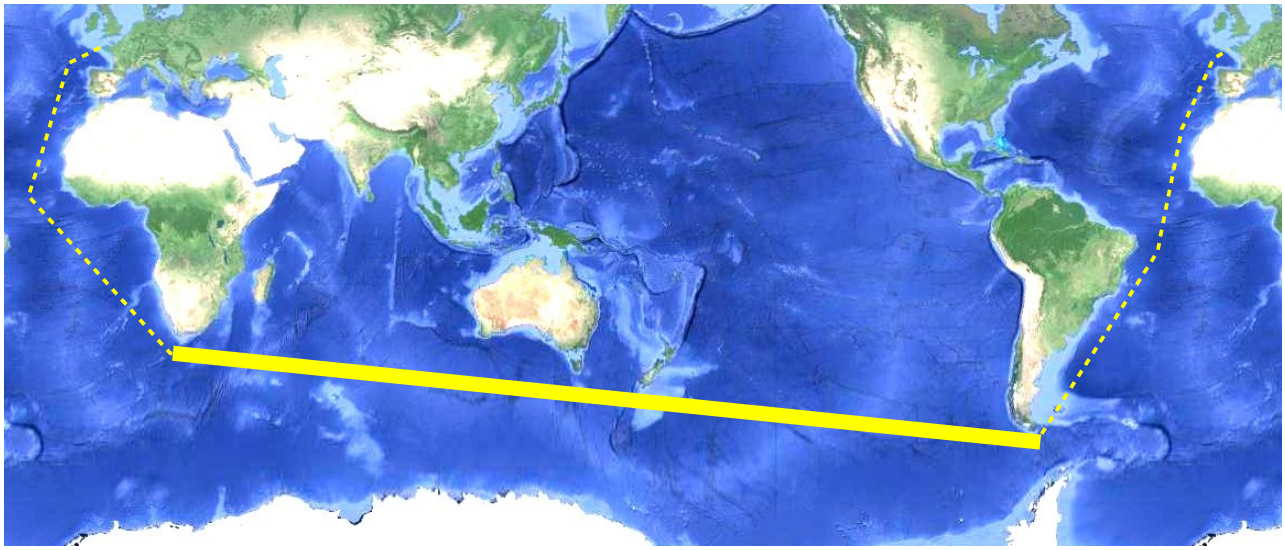
INTERROGATION DE NAVIGATION

NOM	*Cours : loxodromie, route-fond, distance, position*	
DUREE 20 minutes	*tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle d'examen et risque l'exclusion temporaire ou définitive de toute école et d'une ou plusieurs sessions d'examen sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours publics*	**20**



Un navire participe au Vendée-Globe et prépare sa traversée du cap de Bonne Espérance au cap Horn :

cap de Bonne Espérance $\begin{cases} \varphi_1 = & 36^\circ 07{,}9' S \\ G_1 = & 019^\circ 05{,}2' E \end{cases}$ ***cap Horn*** $\begin{cases} \varphi_2 = & 56^\circ 09{,}2' S \\ G_2 = & 067^\circ 52{,}7' W \end{cases}$

Loxodromie

φ	latitude
G	longitude
Λ	latitude croissante
l	variation de latitude
g	variation de longitude
λ	variation de latitude croissante
m_{EW}	distance pour une route E/W
m_l	distance loxodromique
R_f	route-fond
R_{fq}	route-fond-quart
φ_m	latitude moyenne

$$\Lambda(\varphi) = \frac{180}{\pi} \cdot \ln\left(\tan\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)\right) \quad ; \quad m_{EW} = 60 \cdot |g| \cdot \cos(\varphi_m)$$

calcul de route-fond et distance

$$l = \varphi_2 - \varphi_1 \quad ; \quad g = G_2 - G_1$$

$$\lambda = \Lambda(\varphi_2) - \Lambda(\varphi_1)$$

$$R_{fq} = \arctan\left|\frac{g}{\lambda}\right| \quad (2)$$

$$m_l = \frac{60 \cdot |l|}{\cos(R_{fq})} \quad (3)$$

calcul du point d'arrivée

$$l = \frac{m_l}{60} \cdot \cos(R_f)$$

$$\varphi_2 = \varphi_1 + l$$

$$g = -\lambda \cdot \tan(R_f) \quad (1)$$

$$G_2 = G_1 + g$$

formules approchées $\varphi_m = \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}$

(1) $g = -\frac{m \cdot \sin(R_f)}{60 \cdot \cos(\varphi_m)}$

(2) $R_{fq} = \arctan\left(\frac{|g| \cdot \cos(\varphi_m)}{|l|}\right)$

(3) $m_l = \frac{60 \cdot |g| \cdot \cos(\varphi_m)}{\sin(R_{fq})}$

1 ***Calculer la route-fond R_f et la distance m loxodromiques du cap de Bonne Espérance au cap Horn***

/10

R_f =	m =

Pour la suite, on considère que le navire suit une route-fond R_f = 098,0°.

2 ***<u>Calculer la latitude φ_3 à laquelle le navire franchira le méridien G_3 = 180°W</u>***

/ **5**

φ_3 =

Le premier voilier du classement suit une route-fond au 098,0°. Grâce à ses dérives à foils, il maintient une vitesse-fond moyenne de 20,0 nd depuis le passage au cap de Bonne Espérance. Après 9 jours, 99 heures , 999 minutes et 9 999 secondes de navigation, il déclenche sa balise de détresse. Les violentes éruptions solaires à ce moment saturent l'ionosphère et les signaux des satellites GPS sont masqués : sa balise ne peut pas calculer la position du sinistre.

3 ***Calculer les coordonnées géographiques de sa position estimée D à cet instant-là*** **/ 5**

$$D \begin{cases} \varphi_4 = \\ G_4 = \end{cases}$$

1 ***Calculer la route-fond R_f et la distance m loxodromiques du cap de Bonne Espérance au cap Horn***

10

$l = \varphi_2 - \varphi_1 = -20° 1,3' < 0 \Rightarrow S$

$g = G_2 - G_1 = +86° 57,9'$ cette valeur correspond au voyage vers l'Ouest à travers l'Atlantique, or notre skipper part à travers l'océan Indien et le Pacifique, donc vers l'Est

$g = +86° 57,9 - 360° = -273° 02,1' < 0 \Rightarrow E$

$\lambda = \Lambda(\varphi_2) - \Lambda(\varphi_1) = (-68,173°) - (-38,796°) = -29,377°$

$R_{FQ} = \text{arctan}\left|\frac{g}{\lambda}\right| = S\ 83,859° E$

$R_F = 180° - R_{FQ} = 096,1°$

$m = \frac{60.|l|}{\cos R_{FQ}} = 11229,5\ M$

$R_f =$ 096,1°	$m =$ 11229,5 M

Pour la suite, on considère que le navire suit une route-fond $R_f = 098{,}0°$.

2 ***Calculer la latitude φ_3 à laquelle le navire franchira le méridien $G_3 = 180°W$*** — 5

pour la recherche de point intermédiaire on utilise la formule
$g = -\lambda . \tan R_f$

de Bonne Espérance vers $(\varphi_3 ; G_3)$:
$g = (+180°) - (-019°05{,}2') = +199°05{,}2'$
le voyage part vers l'Ouest on soustrait allà du 098° donc à l'Est
$g = (+199°05{,}2) - 360° = -160°54{,}8'$

alors $\lambda = \dfrac{-g}{\tan R_f} = -22{,}615°$

$N(\varphi_3) = N(\varphi_1) + \lambda = -61{,}411°$

$\varphi_3 = 2\left(\arctan\left(e^{\frac{\pi . N(\varphi_3)}{180}}\right) - 45\right) = -52°12{,}0' = 52°12{,}0'S$

$\varphi_3 =$ 52°12,0'S

Le premier voilier du classement suit une route-fond au 098,0°. Grâce à ses dérives à foils, il maintient une vitesse-fond moyenne de 20,0 nd depuis le passage au cap de Bonne Espérance. Après 9 jours, 99 heures , 999 minutes et 9 999 secondes de navigation, il déclenche sa balise de détresse. Les violentes éruptions solaires à ce moment saturent l'ionosphère et les signaux des satellites GPS sont masqués : sa balise ne peut pas calculer la position du sinistre.

3 ***Calculer les coordonnées géographiques de sa position estimée D à cet instant-là*** **/5**

$\Delta t = 9 \times 24^h + 99^h 999 \text{ min } 9999 s = 334^h 25 \text{ min } 39 s$

$m = V_p \cdot \Delta t = 6688,6 \text{ M}$

$l = \frac{m}{60} \cdot \cos Rf = -15° 30,9'$

$\varphi_4 = \varphi_1 + l = -51° 38,8'$

$\lambda = \Lambda(\varphi_4) - \Lambda(\varphi_1) = (-60,514°) - (-38,796°) = -21,718°$

$q = -\lambda \cdot \tan Rf = -154° 31,9'$

$G_4 = G_1 + q = -173° 37,1' = 173° 37,1' E$

$D \begin{cases} \varphi_4 = 51° 38,8' S \\ G_4 = 173° 37,1' E \end{cases}$