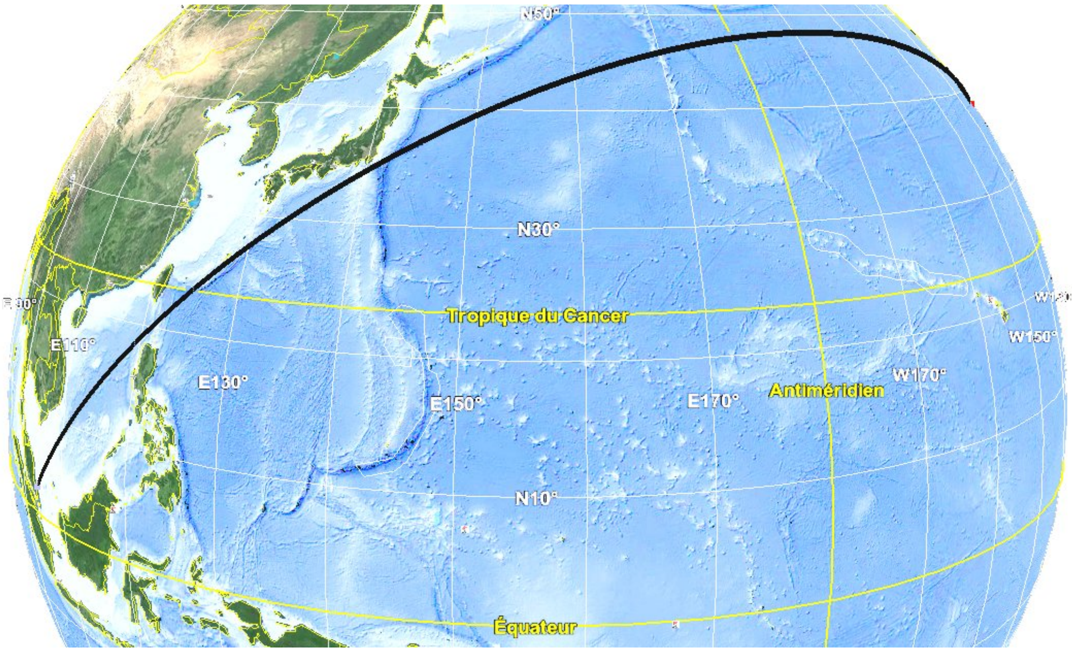
INTERROGATION DE NAVIGATION

NOM	*Cours : orthodromie*	**/ 20**
DUREE *30 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*	

Le commandant vous demande de préparer le voyage de Singapour $\begin{cases} \varphi_S = 02°39,6'N \\ G_S = 104°16,7'E \end{cases}$ vers San Francisco $\begin{cases} \varphi_F = 37°42,1'N \\ G_F = 122°35,9'W \end{cases}$

Le port de Tokyo étant desservi par une compagnie concurrente, le commandant étudie l'opportunité d'y ajouter une escale. $\begin{cases} \varphi_T = 34°49,2'N \\ G_T = 139°34,1'E \end{cases}$



Formulaire

m_o	distance orthodromique
A	angle entre cercle orthodromique et méridien du point de départ (<180°)
V	route-fond orthodromique initiale (<360°)
φ_v	latitude du vertex
G_v	longitude du vertex
Δt	durée du 1er tronçon de loxodromie
V_f	vitesse-fond
α	correction de Givry
R_f	route-fond du 1er tronçon de loxodromie
m_{EW}	distance pour une route E/W

$$g = G_2 - G_1 \ ; \text{chemin le plus court pour } |g| < 180°$$

$$m_o = 60 \cdot arcos\left(\sin(\varphi_1)\cdot\sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2)\cos(g)\right)$$

$$A = arcos\left(\frac{\sin(\varphi_2) - \sin(\varphi_1)\cdot\cos\left(\frac{m_o}{60}\right)}{\cos(\varphi_1)\cdot\sin\left(\frac{m_o}{60}\right)}\right) \qquad \begin{cases} g>0 \Rightarrow V = 360° - A \\ g<0 \Rightarrow V = A \end{cases}$$

$$|\varphi_v| = arcos\left(\cos(\varphi_1)\cdot\sin(A)\right) \qquad \begin{cases} A<90° \Rightarrow \varphi_v > 0 \\ A>90° \Rightarrow \varphi_v < 0 \end{cases}$$

$$G_v = G_1 \pm arcos\left(\frac{\tan(\varphi_1)}{\tan(\varphi_v)}\right) \qquad \begin{cases} g>0 \Rightarrow signe + \\ g<0 \Rightarrow signe - \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\Delta t \cdot V_f}{120} \cdot \sin(V) \cdot \tan(\varphi_1) \ ; \ R_f = V + \alpha$$

$$m_{EW} = 60 \cdot |g| \cdot \cos(\varphi_m)$$

1 ***Calculer la distance orthodromique et les coordonnées du vertex de Singapour vers San Francisco***

	6			

distance ortho m_{oSF} = ***M***	***vertex V*** $\begin{cases}\varphi_V = \\ G_V = \end{cases}$

Pour les questions suivantes, on utilise le vertex X
de l'orthodromie partant de Singapour à San Francisco.

$$\begin{cases} \varphi_X = \quad 48\,°\,N \\ G_X = 168\,°\,W \end{cases}$$

5

2 ***Calculer les coordonnées du point M de l'orthodromie sur le méridien de Tokyo***

point M $\begin{cases} \varphi_M = \\ G_M = \end{cases}$

3 ***Calculer les coordonnées du point P de l'orthodromie sur le parallèle de Tokyo***

/ 5

point P $\begin{cases} \varphi_P = \\ G_P = \end{cases}$

4 ***Calculer la longueur du trajet composé d'une orthodromie Singapour - Tokyo et d'une orthodromie Tokyo - San Francisco. Comparez avec le trajet direct.***

/ 4

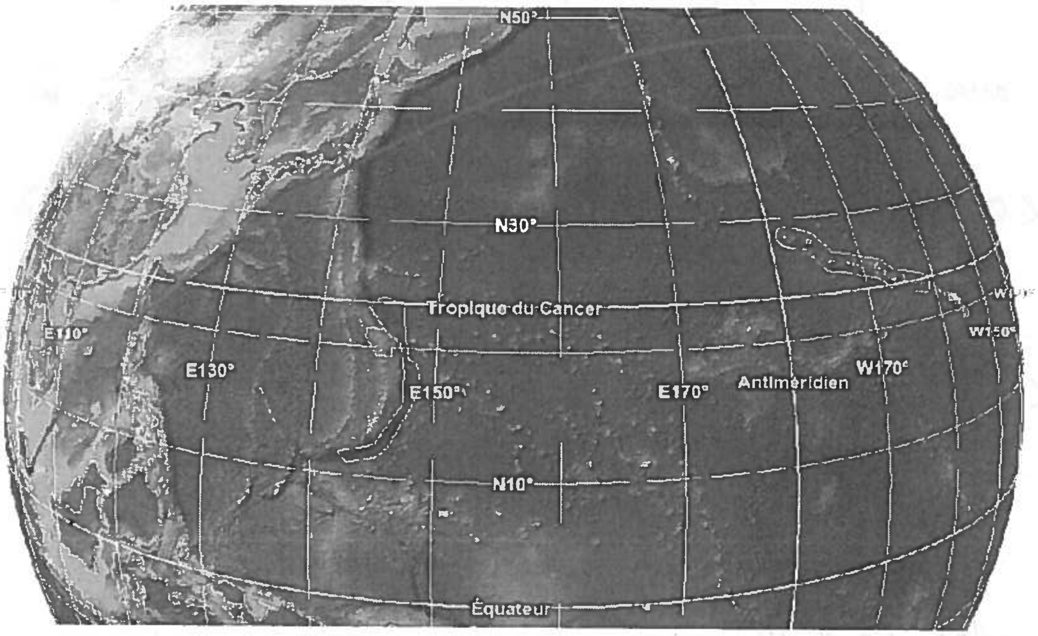
m_{oST} = M	***m_{oTF} = M***	***m_{oSTF} = M***	***m_{oSTF} - m_{oSF} = M***

INTERROGATION DE NAVIGATION

NOM	*Cours : orthodromie*	/20
DUREE *30 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*	

Le commandant vous demande de préparer le voyage de Singapour vers San Francisco $\begin{cases}\varphi_F = 37°42{,}1'N \\ G_F = 122°35{,}9'W\end{cases}$ $\begin{cases}\varphi_S = 02°39{,}6'N \\ G_S = 104°16{,}7'E\end{cases}$

Le port de Tokyo étant desservi par une compagnie concurrente, le commandant étudie l'opportunité d'y ajouter une escale. $\begin{cases}\varphi_T = 34°49{,}2'N \\ G_T = 139°34{,}1'E\end{cases}$



Formulaire

m_o	distance orthodromique
A	angle entre cercle orthodromique et méridien du point de départ (<180°)
V	route-fond orthodromique initiale (<360°)
φ_v	latitude du vertex
G_v	longitude du vertex
Δt	durée du 1er tronçon de loxodromie
V_f	vitesse-fond
α	correction de Givry
R_f	route-fond du 1er tronçon de loxodromie
m_{EW}	distance pour une route E/W

$$g = G_2 - G_1 \text{ ; chemin le plus court pour } |g| < 180°$$

$$m_o = 60 \cdot \arccos\left(\sin(\varphi_1)\cdot\sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2)\cos(g)\right)$$

$$A = \arccos\left(\frac{\sin(\varphi_2) - \sin(\varphi_1)\cdot\cos\left(\frac{m_o}{60}\right)}{\cos(\varphi_1)\cdot\sin\left(\frac{m_o}{60}\right)}\right) \quad \begin{cases} g>0 \Rightarrow V = 360° - A \\ g<0 \Rightarrow V = A\end{cases}$$

$$|\varphi_v| = \arccos\left(\cos(\varphi_1)\cdot\sin(A)\right) \quad \begin{cases} A<90° \Rightarrow \varphi_v > 0 \\ A>90° \Rightarrow \varphi_v < 0\end{cases}$$

$$G_v = G_1 \pm \arccos\left(\frac{\tan(\varphi_1)}{\tan(\varphi_v)}\right) \quad \begin{cases} g>0 \Rightarrow signe + \\ g<0 \Rightarrow signe -\end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\Delta t \cdot V_f}{120}\cdot\sin(V)\cdot\tan(\varphi_1) \text{ ; } R_f = V + \alpha$$

$$m_{EW} = 60\cdot|g|\cdot\cos(\varphi_m)$$

1 <u>*Calculer la distance orthodromique et les coordonnées du vertex de Singapour vers San Francisco*</u>

6

$g = G_F - G_S = (+122°35,9') - (-104°16,7') = 226°52,6'$

cet écart de longitude est supérieur à 180° et correspond à un voyage vers l'Ouest. Or on privilégie le chemin le plus court, vers l'Est, qui traverse l'océan Pacifique :

$g = 226°52,6' - 360° = -133°07,4'$

$m_0 = 60 \cdot \arccos(\sin \varphi_S \cdot \sin \varphi_F + \cos \varphi_S \cos \varphi_F \cdot \cos g) = 7247,4$ M

$$A = \arccos\left(\frac{\sin \varphi_F - \sin \varphi_S \cdot \cos \frac{m_0}{60}}{\cos \varphi_S \cdot \sin \frac{m_0}{60}}\right) = 042,240°$$

$g < 0$ donc $V = A = 042,240°$

$|\varphi_V| = \arccos(\cos \varphi_S \cdot \sin A) = 47°49,0'$

$A < 90° \Rightarrow \varphi_V > 0$ donc $\varphi_V = 47°49,0'N$

$$G_V = G_S \pm \arccos\left(\frac{\tan \varphi_S}{\tan \varphi_V}\right)$$ avec un signe ⊖ car $g < 0$

$G_V = 168°08,1'W$

distance ortho m_{oSF} = 7 247,4 M	vertex V φ_V = 47°49,0' N ; G_V = 168° 08,1'W

Pour les questions suivantes, on utilise le vertex X de l'orthodromie partant de Singapour à San Francisco.

$$\begin{cases}\varphi_X = 48°N \\ G_X = 168°W\end{cases}$$

5

2

Calculer les coordonnées du point M de l'orthodromie sur le méridien de Tokyo

la formule permettant de relier les coordonnées du vertex de l'orthodromie à un point intermédiaire est $G_X = G_M \pm \arccos\left(\frac{\tan \varphi_M}{\tan \varphi_X}\right)$

on cherche le point M tel que $G_M = G_T$

$$G_X - G_M = \pm \arccos\left(\frac{\tan \varphi_M}{\tan \varphi_X}\right)$$

$$\cos(G_X - G_M) = \frac{\tan \varphi_M}{\tan \varphi_X}$$ le signe ± disparaît car cos x est paire

$$\varphi_M = \arctan(\tan \varphi_X \cdot \cos(G_X - G_M))$$

$$\varphi_M = +34°06,2' = 34°06,2'\,N$$

point M $\begin{cases}\varphi_M = 34°06,2'\,N \\ G_M = 139°34,1'\,E\end{cases}$

3 Calculer les coordonnées du point P de l'orthodromie sur le parallèle de Tokyo

5

on cherche le point intermédiaire de l'orthodromie de vertex X tel que $\varphi_P = \varphi_T$

$$G_X = G_P \pm \arccos\left(\frac{\tan\varphi_P}{\tan\varphi_X}\right)$$

de P vers X on se déplace vers l'Est donc on garde le signe ⊖

$$G_X = G_P - \arccos\left(\frac{\tan\varphi_P}{\tan\varphi_X}\right)$$

$$G_P = G_X + \arccos\left(\frac{\tan\varphi_P}{\tan\varphi_X}\right)$$

$$G_P = +219°13{,}5' - 360° = -140°46{,}5'$$

$$G_P = 140°46{,}5'E$$

point P $\begin{cases}\varphi_P = 34°49{,}2'N \\ G_P = 140°46{,}5'E\end{cases}$

4 Calculer la longueur du trajet composé d'une orthodromie Singapour - Tokyo et d'une orthodromie Tokyo - San Francisco. Comparez avec le trajet direct.

4

$$g_{ST} = G_T - G_S = -35°17{,}4'$$
$$m_{oST} = 60 \cdot \arccos(\sin\varphi_S \cdot \sin\varphi_T + \cos\varphi_S \cdot \cos\varphi_T \cdot \cos g_{ST}) = 2754{,}2\ M$$

$$g_{TF} = G_F - G_T = +262°10{,}0' - 360° = -97°50{,}0'$$
$$m_{oTF} = 60 \cdot \arccos(\sin\varphi_T \cdot \sin\varphi_F + \cos\varphi_T \cdot \cos\varphi_F \cdot \cos g_{TF}) = 4493{,}4\ M$$

$$m_{oSTF} = m_{oST} + m_{oTF} = 7247{,}6\ M$$

$$m_{oSTF} - m_{oSF} = 7247{,}6\ M - 7247{,}4 = 0{,}2\ M$$

m_{oST} = 2754,2 M	m_{oTF} = 4493,4 M	m_{oSTF} = 7247,6 M	$m_{oSTF} - m_{oSF}$ = 0,2 M