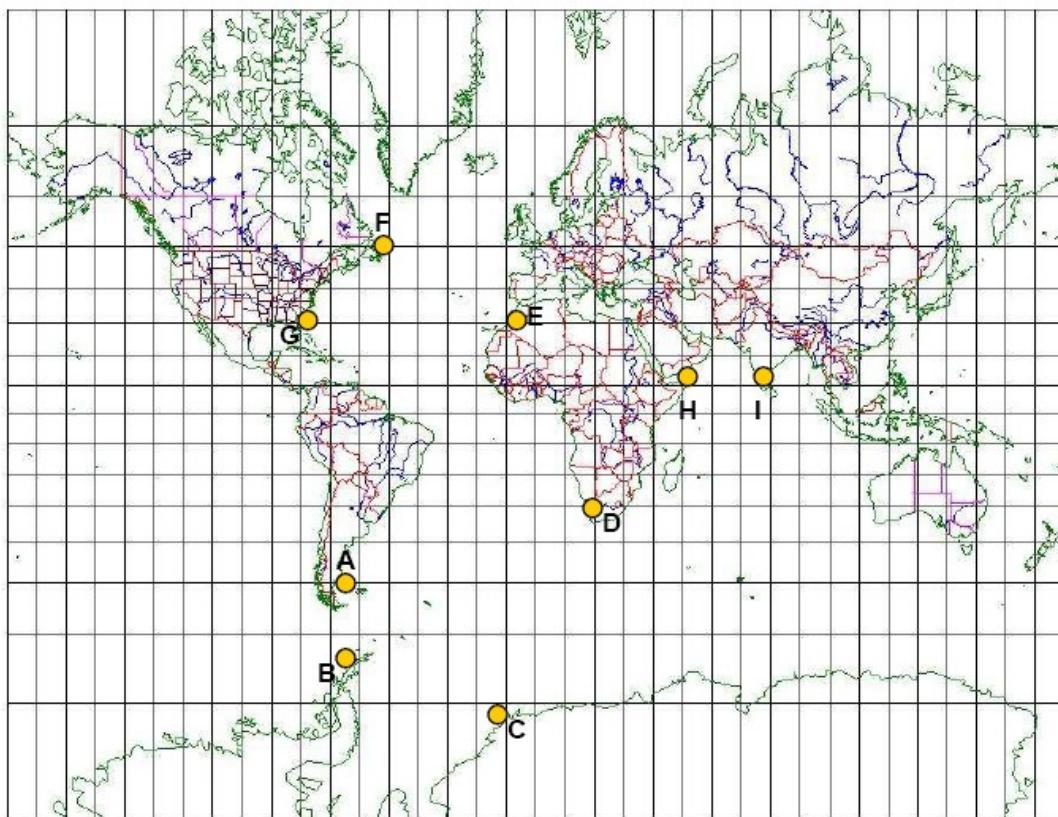


**Pré requis :**

1. Être capable à se repérer sur la sphère terrestre (coordonnées terrestres et locales).
2. Connaitre les éléments de trigonométrie sphérique relatifs à l'orthodromie.
3. Connaitre les formules de la loxodromie et de l'orthodromie.
4. Se représenter graphiquement les trajets loxodromiques et orthodromiques sur une carte de Mercator et un globe terrestre.
5. Maîtriser le calcul loxodromique.
6. Connaitre votre cours sur l'orthodromie.
7. Avoir noté ce qui vous semble important sur votre carnet du Marin.

**1. Déterminer des éléments de base****Exercice 1.1- Projection de Mercator (complément)**

1. Tracer l'allure des routes orthodromiques entre les binômes de points suivants : (A,B), (A,C), (C,D), (D,G), (E,G), (E,F), (H,I).

**Exercice 1.2– Différence de longitude**

Déterminer la différence de longitude entre les villes suivantes :

1. Sydney vers San Francisco :
2. San Francisco vers îles Gilbert :
3. Îles Gilbert vers Brest :
4. Brest vers Norfolk :
5. Norfolk vers Le Cap :
6. Le Cap vers Rio :

Villes	Latitude	Longitude
Sydney	33° 55,0' S	157° 17,0' E
San Francisco	37° 47,0' N	122° 26,0' W
Îles Gilbert	00° 00,1' N	173° 50,0' E
Brest	48° 24,0' N	004° 31,0'W
Norfolk	36° 54,0'N	076° 18,0'W
Le Cap	33° 55,0' S	018° 27,0'E
Rio	22° 54,2' S	043° 12,0' W

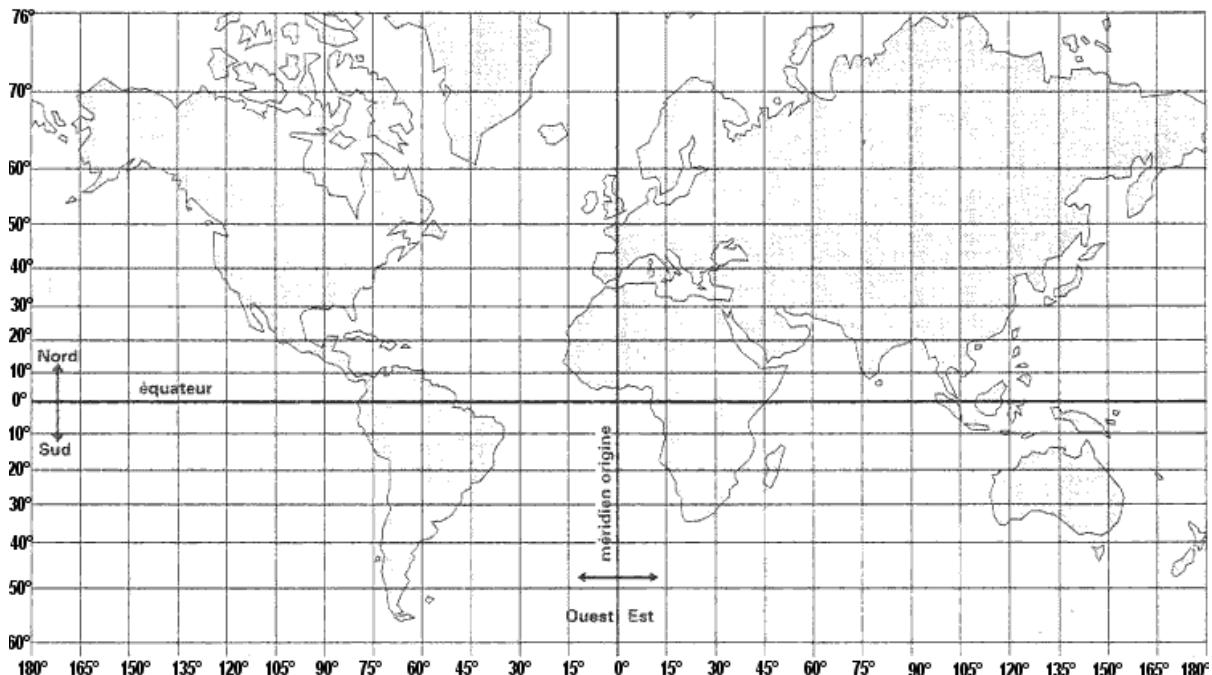
NAV-ORTHO	<b>CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	V2.3– 11/21
A. Charbonnel	<b>EXERCICES – CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	2/5

## 2. Réaliser un calcul d'orthodromie simple / Great circle navigation

### Exercice 2.1 Great circle sailing - Orthodromie simple Brisbane - Raratonga

Vous souhaitez faire route de **Brisbane** ( $\phi_D = 27^\circ 27,0' S$  /  $G_D = 153^\circ 04,4' E$ ) à **Raratonga** ( $\phi_A = 34^\circ 54,0' N$  /  $G_A = 139^\circ 50,0' W$ ).

1. Calculer la distance orthodromique de ce parcours :
2. Calculer la valeur de l'angle de route initial :
3. Déterminer les coordonnées du Vertex :
4. Déterminer la route fond initiale loxodromique pour une durée de 24h à la vitesse fond de 15 nœuds :
5. Déterminer la distance loxodromique et le gain de distance de l'orthodromie par rapport à la loxodromie :
6. Représenter sur un graphique de type de Mercator la forme de cette orthodromie ainsi que les différents éléments qui la caractérisent.

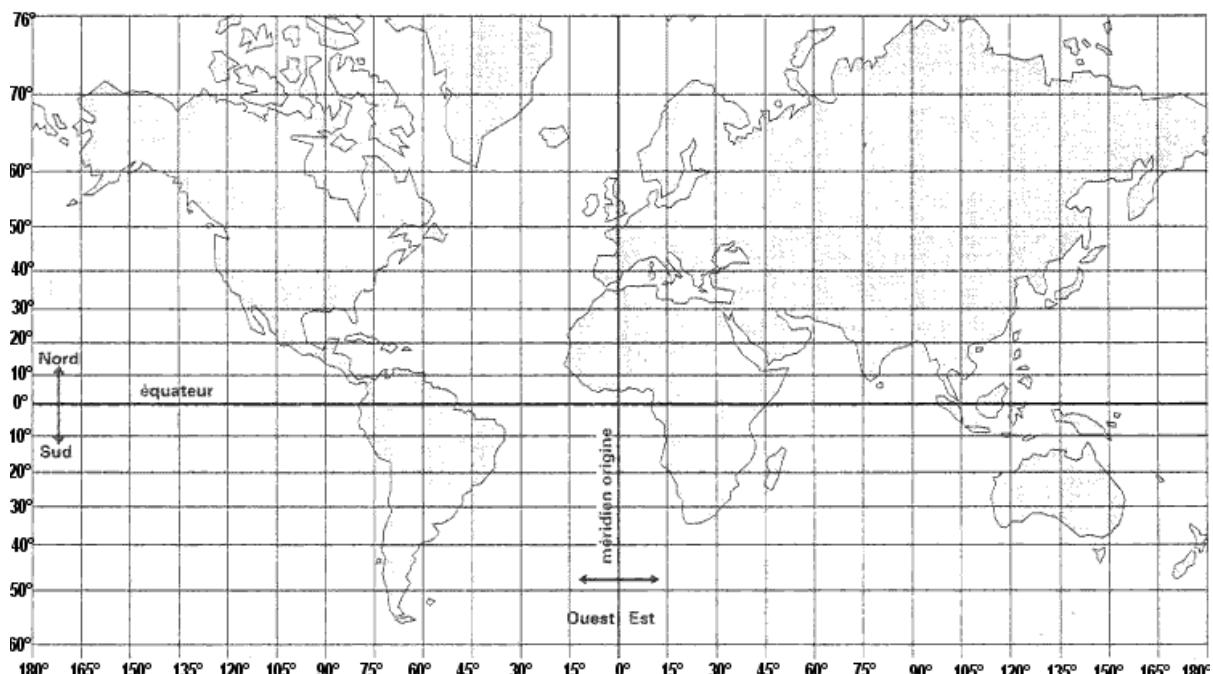


NAV-ORTHO	<b>CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	V2.3– 11/21
A. Charbonnel	<b>EXERCICES – CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	3/5

### Exercice 2.2 - Great circle sailing - Orthodromie simple Nantes – Cayenne

Vous souhaitez faire route de Nantes ( $\phi_D = 47^\circ 13,0' \text{ N}$  /  $G_D = 001^\circ 033,2 \text{ W}$ ) à Cayenne ( $\phi_A = 04^\circ 50,0' \text{ N}$  et  $G_A = 052^\circ 22,0' \text{ W}$ )

1. Calculer la distance orthodromique de ce parcours :
2. Calculer la valeur de l'angle de route initial :
3. Déterminer les coordonnées du Vertex :
4. Déterminer la route fond initiale loxodromique pour une durée de 24h à la vitesse fond de 15 noeuds :
5. Déterminer la distance loxodromique et le gain de distance de l'orthodromie par rapport à la loxodromie :
6. Représenter sur un graphique de type de Mercator la forme de cette orthodromie ainsi que les différents éléments qui la caractérisent.



### Exercice 2.3 – Great circle sailing - Orthodromie simple

Un lieutenant fait un calcul d'orthodromie entre le point ( $\phi_D = 46^\circ 46,5' \text{ N}$ ,  $G_D = 002^\circ 38,1' \text{ W}$ ), et le point ( $\phi_A = 40^\circ 31,0' \text{ N}$ ,  $G_A = 069^\circ 50,0' \text{ W}$ ). Il trouve comme résultat une distance de 2 938 milles et une route fond de 263°.

1. Vérifier par le calcul la valeur de la distance :
2. Déterminer l'erreur commise dans le calcul :
3. Déterminer la valeur de l'angle de route initial :
4. Déterminer les coordonnées du Vertex :
5. Déterminer le gain de distance par rapport à une loxodromie directe entre ces deux points :

NAV-ORTHO A. Charbonnel	<b>CALCUL ORTHODROMIQUE</b> <b>EXERCICES – CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	V2.3– 11/21 4/5
----------------------------	--	--------------------

### 3. Calculer les éléments d' une route mixtes/ composite sailing

#### Exercice 3.1 – Composite sailing – route mixte

Vous souhaitez naviguez du point D ( $\varphi_D = 09^{\circ}12' S / G_D = 036^{\circ}00' W$ ) au point A ( $\varphi_A = 35^{\circ}03' S / G_A = 120^{\circ}02'E$ ).

1. Calculer la distance orthodromique :
2. Calculer les coordonnées du vertex :
3. Calculer la valeur de l'angle de route initial :
4. En déduire le cap au départ :





Pour des raisons météorologiques, vous décidez finalement d'effectuer une orthodromie mixte limitée au parallèle  $46^{\circ}S$ .

1. Calculer la distance totale en réalisant une route mixte :

2. Déterminer si le navire commence son voyage avec le même cap de départ que celui de l'orthodromie directe (justifier) :



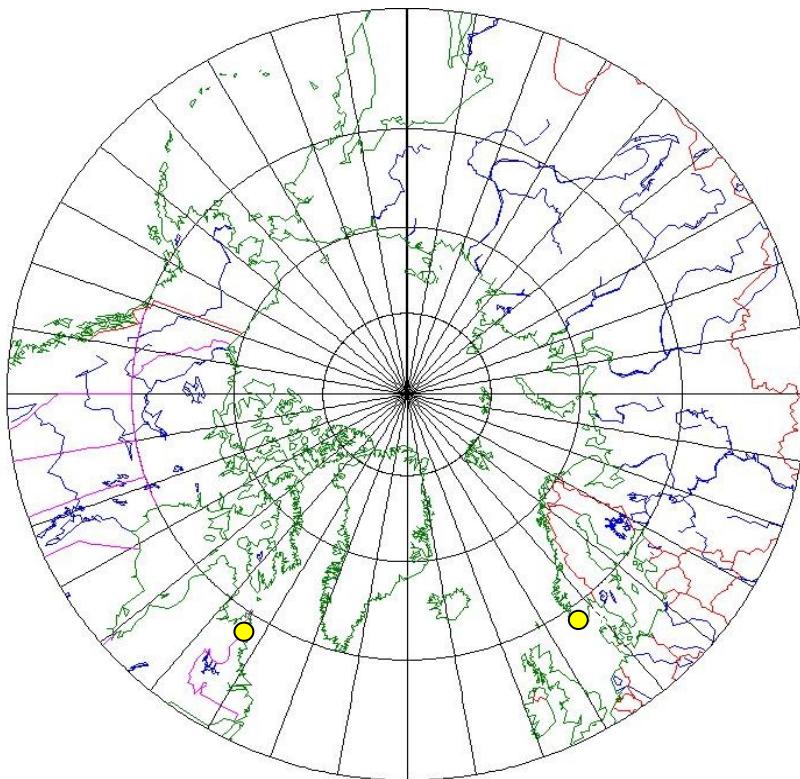
#### Exercice 3.2 - Projection projection gnomonique polaire/ Projection de Gernez (complément)

Voici une projection gnomonique polaire ou projection polaire

La projection gnomoniques polaire est la projection utilisée pour les cartes orthodromiques polaire.



1. Tracer la route orthodromique entre A et B.
2. Vous voulez éviter les glaces qui dérivent au-dessus du  $60^{\circ}$ . Tracer une route mixte pour rester en dessous du  $60^{\circ}N$  (nota on souhaite bien sur suivre la route mixte la plus courte possible)



ENSM Le Havre	<b>CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	V2.3 – 06/19
A. Charbonnel	<b>EXERCICES - CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	5/5

### **Exercice 3.3 - Great Circle & Composite sailing – Orthodromie simple et mixte**

Un navire souhaite faire une orthodromie à une  $V_f=20$  nd entre le point  $\phi_D = 35^{\circ}40' S$  et  $G_D = 019^{\circ}00' E$  et le point  $\phi_A = 44^{\circ}23' S$  et  $G_A = 146^{\circ}50'E$

1. Calculer la distance parcourue, ainsi que la durée approximative du voyage :

2. Calculer la latitude du vertex :

Le navire décide de faire une orthodromie mixte en se limitant à une latitude de  $53^{\circ}S$

1. Déterminer les coordonnées du tronçon loxodromique :

2. Déterminer la distance totale du voyage :

3. Déterminer le retard pris en suivant l'orthodromie mixte :  
Conclure.

## **4. Conclusion**

### **4.1 - Recommandations :**

1. Penser à synthétiser vos erreurs et porter sur votre carnet du marin les points qui peuvent porter problèmes.
2. Réaliser l'ensemble des exercices progressivement si vous n'avez pas eu le temps de terminer pour la séance suivante ; une deuxième séance d'orthodromie sera programmée plus tard dans l'année scolaire, plus orientée sur les cartes orthodromiques.
3. Ne pas hésiter à poser des questions (en TD / sur le forum / par mail).
4. Ne pas oublier de remplir le portefeuille de compétences périodiquement : vos compétences évoluent au fil du temps ; il est bon de vérifier où vous vous situez en refaisant des exercices.
5. Des ressources complémentaires sont éventuellement disponibles sur la plateforme Vega.

### **Rappels des compétences attendues :**

1. Calculate a difference of longitude.
2. Calculate the great circle distance between two points.
3. Calculate the vertex of a great circle.
4. Calculate the gain between rhumb and great circle route.
5. Plot the pace of a great circle track with the departure, arrival and vertex point on a mercator chart/graphic .and on the terrestrial globe
6. Plot a series of rhumb lines on a Mercator chart/canvas to approximate a great circle route.
7. Determine the great circle distance using great circle charts or specific abacus. (future assignment)
8. Calculate the limit points of the great circle tracks on a composite sailing
9. Calculate the distance on a composite sailing
10. Plot a composite sailing on a graphic and mercator chart