

ENSM Le Havre A. Charbonnel	<b>CALCUL ORTHODROMIQUE</b> <b>FORMULES &amp; ERREURS DU CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	V1.5-10/18 1/3
--------------------------------	--	-------------------

A : point d'arrivée - D : point de départ - V :Vertex

### DISTANCE ORTHODROMIQUE

$$d = \cos^{-1}(\sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_D + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_D \cdot \cos g)$$

Ou  $g = G_A - G_D$

Attention  $d$  est donné en degrés et non en milles

### ANGLE DE ROUTE INITIAL ORTHODROMIQUE

$$Ad = \cos^{-1} \left( \frac{\sin \varphi_A - \sin \varphi_D \cdot \cos d}{\sin d \cdot \cos \varphi_D} \right)$$

### COORDONNÉES DU VERTEX

$$|\varphi_V| = \cos^{-1}(\cos \varphi_D \cdot \sin Ad)$$

$$G_V = G_D + \frac{g}{|g|} \cdot \cos^{-1} \left( \frac{\tan \varphi_D}{\tan \varphi_V} \right)$$

Si  $Ad < 90^\circ$   $\varphi_V$  est Nord  
Si  $Ad \geq 90^\circ$   $\varphi_V$  est Sud

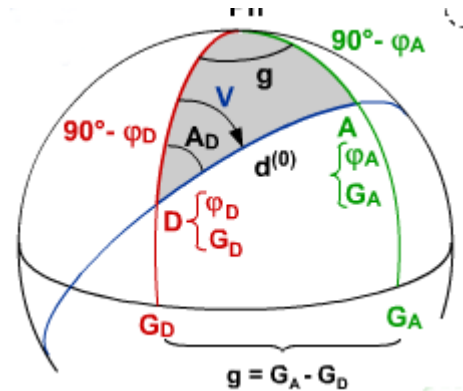


Illustration 1: Route orthodromique

Cette formule donne toujours le vertex qui se situe sur l'avant de votre route, et non pas le vertex le plus proche.

### ROUTE FOND INITIALE LOXODROMIQUE

$$Rf = V + \alpha$$

Si  $g < 0$  :  $V = Ad$   
Si  $g \geq 0$  :  $V = 360 - Ad$

$$\alpha = \frac{di}{120} \cdot \sin V \cdot \tan \varphi_D$$

Distance =  $di = vf \times t$

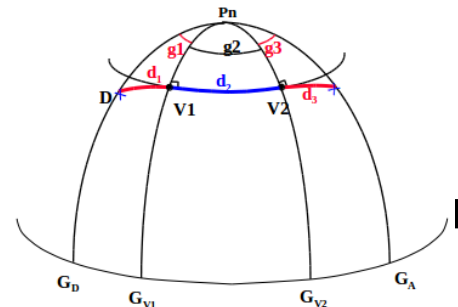


Illustration 2: Route mixte orthodromique

### PARCOURS MIXTE

Pour trouver la longitudes des points V1 et V2 limitant l'orthodromie en dessous d'une latitude  $\varphi_{\max} = \varphi_{V1} = \varphi_{V2}$ , il suffit de reprendre la formule donnant la longitude du vertex et d'y rentrer comme point de départ le point V1 puis V2.

$$G_{V1} = G_D + \frac{g}{|g|} \cos^{-1} \left( \frac{\tan \varphi_D}{\tan \varphi_{V1}} \right)$$

$$G_{V2} = G_A - \frac{g}{|g|} \cos^{-1} \left( \frac{\tan \varphi_A}{\tan \varphi_{V2}} \right)$$

$$m_1 = |60 \cdot \text{atan}(\cos \varphi_v \cdot \tan g_1)|$$

$$m_2 = |60 \cdot (G_{V2} - G_{V1}) \cdot \cos \varphi_v|$$

$$m_3 = |60 \cdot \text{atan}(\cos \varphi_v \cdot \tan g_2)|$$

$m_1$  : distance entre le point de départ D et V1  
 $m_2$  : distance entre V1 et V2  
 $m_3$  : distance entre V2 et A

ENSM Le Havre	<b>CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	V1.5-10/18
A. Charbonnel	<b>FORMULES &amp; ERREURS DU CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	2/3

## LES ERREURS DANS LES CALCULS D'ORTHODROMIE

### a) Signes des angles de latitude/longitude

Latitude NORD : +    Longitude OUEST : +  
**Latitude SUD : -    Longitude EST : -**

- **REVÉRIFIER les signes dans vos calculs**
- **FAIRE un croquis des positions par rapport à l'équateur/méridien de Greenwich ou antiméridien**  
=> visualiser les position N/S W/E

### b) Différence de longitude : partir dans le bon sens (le plus court)



Illustration 3 : Trajets orthodromiques AB

Par exemple :

si  $G_D = 150^\circ E$ ,  $G_A = 150^\circ W$ ,

Si on applique bêtement la formule  $g = G_A - G_D$ , on obtient  $g = 300^\circ$  (trajet rouge sur), alors que la différence de longitude entre A et D est de  $60^\circ$  (le complément à  $360^\circ$ )

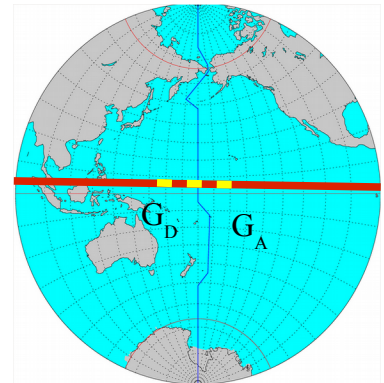


Illustration 4 : Différences de longitudes

Pour aller de D à A, on peut soit prendre le trajet jaune trait plein, soit le rouge (trait discontinu).

L'orthodromie en navigation est le **chemin le plus court** entre deux points.

Si on applique bêtement les formules ( $g = G_A - G_D$ ) on peut se retrouver à prendre le chemin le plus long (en trait plein) entre D et A au lieu de prendre le plus court (en trait discontinu) ; ce « problème » peut se rencontrer quand l'on se trouve autour du méridien de Greenwich ou de l'antiméridien

### c) Utilisation des formules d'orthodromie

Préférer retenir les formule sous la forme cos ou tan que arcsin ou atan

$\cos(x) = \cos(-x)$  Donc  $\cos \phi_v = \sin Ad \cdot \cos \phi_D$  ne donne pas le signe de  $\phi_v$

### d) Faire attention aux conditions toujours sur les signes

$$\cos \phi_v = \sin Ad \cdot \cos \phi_D \quad \text{or} \quad \cos \phi_v = \cos(-\phi_v)$$

donc le passage par  $\cos^{-1}$  (arccos) ne permet d'avoir le signe de  $\phi_v$   
les conditions sont :

- Si  $Ad < 90^\circ$ ,  $\phi_v$  est Nord
- Si  $Ad > 90^\circ$ ,  $\phi_v$  est Sud

ENSM Le Havre	<b>CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	V1.5-10/18
<i>A. Charbonnel</i>	<b>FORMULES &amp; ERREURS DU CALCUL ORTHODROMIQUE</b>	3/3

#### **d) conclusion**

- 1. Faire un croquis pour visualiser les points de départ et arrivés par rapport à l'équateur et au méridien de Greenwich ou antiméridien**
- 2. Retenir et visualiser les conditions sous lesquelles les latitudes sont N/S et les longitudes E/W**

#### **SOURCES**

##### **Crédit graphique**

<i>Illustration</i>	<i>Source</i>
Illustration 1: Route orthodromique	MM. Baudu & Hayot – Diaporama « Orthodromie » - ENMM Marseille – sept 2009
Illustration 3 : Trajets orthodromiques AB	d'après image consultée le 04/11/2016 : <a href="https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/images/greatcircle_thumb.gif">https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/images/greatcircle_thumb.gif</a>
Illustration 4 : Différences de longitudes	d'après page consultée le 04/11/2016 <a href="https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/images/greatcircle_thumb.gif">https://earthquake.usgs.gov/learn/glossary/images/greatcircle_thumb.gif</a>

