

# NOTATIONS ET FORMULES

## Estime graphique

D	déclinaison (E+, W-)
d	déviaton (E+, W-)
W	variation (E+, W-)
dér	dérive (Td +, Bd -)
Z <sub>V</sub>	relèvement vrai
C <sub>C</sub>	cap compas
C <sub>M</sub>	cap magnétique
γ	gisement (Td +, Bd -)
R <sub>S</sub>	route-surface
V <sub>F</sub>	vitesse-fond
$\vec{V}_C$	vecteur courant

## Loxodromie

φ	latitude (N+, S-)
G	longitude (W+, E-)
Λ	latitude croissante
l	variation de latitude
g	variation de longitude
λ	variation de latitude croissante
e	distance pour une route E/W
m	distance
R <sub>F</sub>	route-fond
R <sub>Fq</sub>	route-fond-quart
φ <sub>M</sub>	latitude moyenne

$$W = D + d$$

$$Z_V = Z_C + W$$

$$Z_V = C_V + \gamma$$

$$R_S = C_V + \text{dér}$$

$$C_V = C_M + D$$

$$C_M = C_C + d$$

$$\vec{V}_F = \vec{V}_C + \vec{V}_S$$

$$l^\circ = \varphi_2^\circ - \varphi_1^\circ$$

$$g^\circ = G_2^\circ - G_1^\circ$$

$$A^\circ = \frac{180}{\pi} \cdot \ln \left( \tan \left( 45 + \frac{\varphi^\circ}{2} \right) \right)$$

$$\lambda^\circ = A_2^\circ - A_1^\circ$$

$$l^\circ = \frac{m^M}{60} \cdot \cos(R_F^\circ)$$

$$g^\circ = -\lambda^\circ \cdot \tan(R_F^\circ)$$

$$R_{Fq}^\circ = \arctan \left( \frac{|g^\circ|}{|\lambda^\circ|} \right)$$

$$m^M = \frac{60 \cdot |l^\circ|}{\cos(R_{Fq}^\circ)}$$

$$\varphi_M^\circ = \frac{\varphi_1^\circ + \varphi_2^\circ}{2}$$

$$e^M = 60 \cdot g^\circ \cdot \cos(\varphi_M^\circ)$$

$$g^\circ = -\frac{m^M \cdot \sin(R_F^\circ)}{60 \cdot \cos(\varphi_M^\circ)}$$

$$R_{Fq}^\circ = \arctan \left( \frac{|g^\circ| \cdot \cos(\varphi_M^\circ)}{|l^\circ|} \right)$$

$$m^M = \frac{60 \cdot |g^\circ| \cdot \cos(\varphi_M^\circ)}{\sin(R_{Fq}^\circ)}$$

formules  
approchées

# INTERROGATION DE NAVIGATION

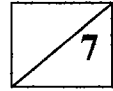
NOM CLASSE	Cours : généralités, Mercator, loxodromie	20
DUREE	1 heure	

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

**1** Un navire quitte Le Cap (Afrique du Sud) pour Abidjan (Côte d'Ivoire)

$$\text{Le Cap} \begin{cases} \varphi_A = 33^\circ 56' S \\ G_A = 018^\circ 21' E \end{cases}$$

$$\text{Abidjan} \begin{cases} \varphi_B = 05^\circ 15' N \\ G_B = 004^\circ 05' W \end{cases}$$



Calculer la route-fond et la distance qu'il doit franchir

R <sub>F</sub> =	331°	m =	2674,4 M
------------------	------	-----	----------

On souhaite représenter la route du navire sur une carte de largeur de 1,5 m dont les coins opposés sont Abidjan et le Cap. Calculer l'unité u de la carte, la hauteur h de la carte et l'échelle e pour φ = 30° S.

u =	1,1 mm / 'de G	h =	2,76 m	e =	$\frac{1}{1439193}$
-----	----------------	-----	--------	-----	---------------------

**2** Un navire part du point A  $\begin{cases} \varphi_A = 60^\circ 00' N \\ G_A = 015^\circ 00' W \end{cases}$

il navigue durant 10 heures à 18 nœuds en suivant une route-fond au 270° jusqu'au point B puis durant 20 heures à 10 nœuds en suivant une route-fond au 180° jusqu'au point C.

Calculer les coordonnées des points B et C

B	$\begin{cases} \varphi_B = 60^\circ N \\ G_B = 021^\circ W \end{cases}$	C	$\begin{cases} \varphi_C = 56^\circ 40' N \\ G_C = 021^\circ W \end{cases}$
---	---	---	---

**3** Un navire part du point A  $\begin{cases} \varphi_A = 48^\circ 00' N \\ G_A = 005^\circ 00' W \end{cases}$

il navigue durant 4 heures à 15 nœuds en suivant une route-surface au 075° jusqu'au point B, durant sa traversée, il subit un courant portant au NE à 2 nœuds.

Calculer les coordonnées du point B

B	$\begin{cases} \varphi_B = 48^\circ 21,2' N \\ G_B = 003^\circ 24,6' W \end{cases}$
---	---

**4** Un navire suit le cap compas C<sub>c</sub> = 136°

D = 3°20' W 1999 (20' E)

d selon la courbe de déviation = +5°

dérive 4° par vent SW dér = -4°

Calculer sa route-surface R<sub>s</sub> (en 2003)

R <sub>S</sub> =	135°
------------------	------

**5** Un navire suit une route-surface R<sub>s</sub> = 306°

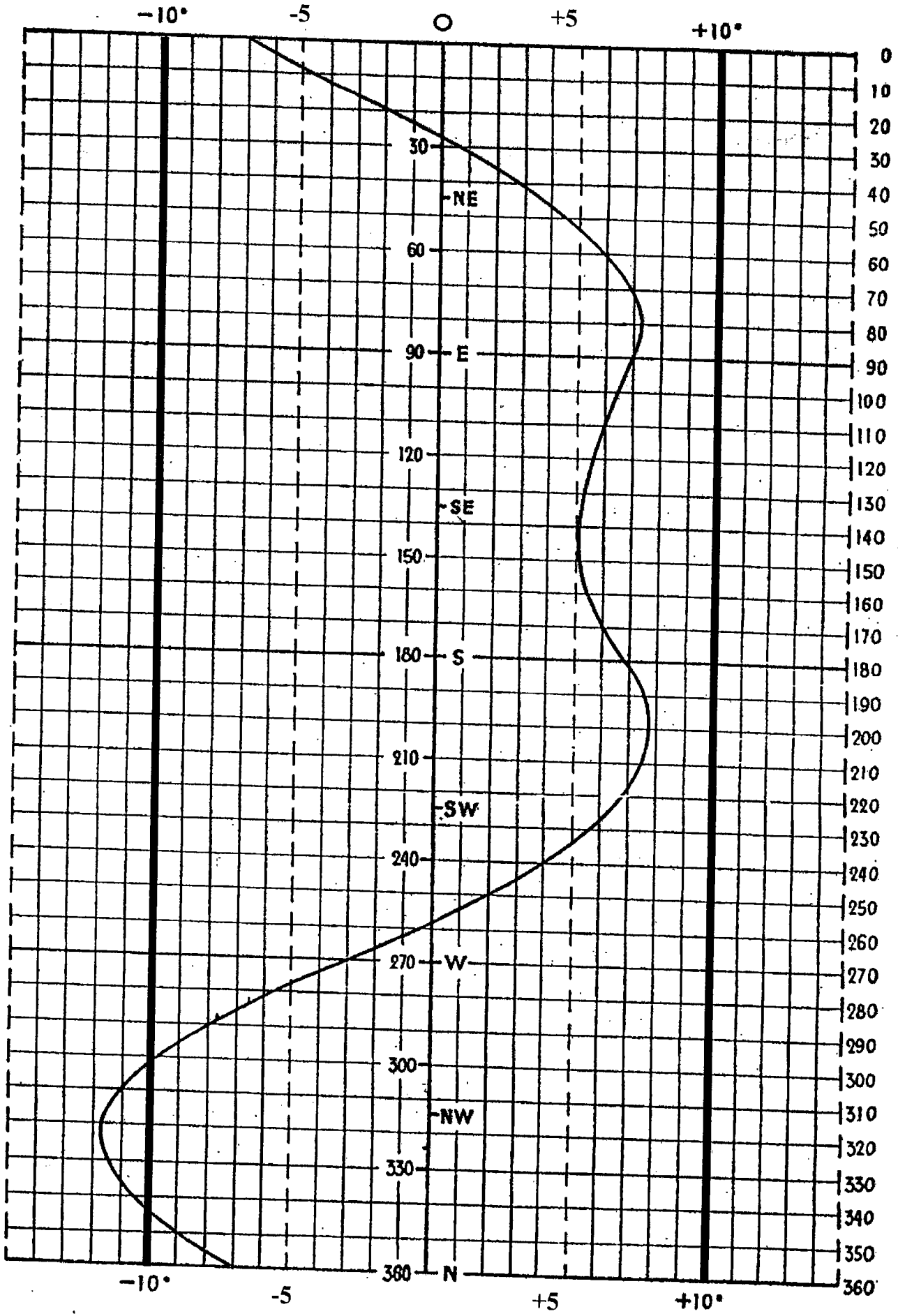
D = 5° E = +5°

d selon la courbe de déviation = -11°

dérive 3° par vent N dér = -3°

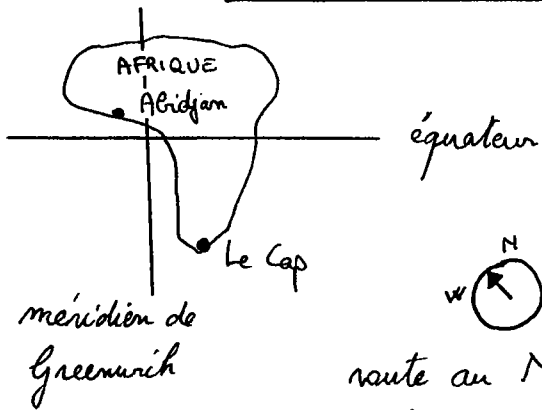
Calculer son cap compas C<sub>c</sub>

C <sub>c</sub> =	315°
------------------	------



# Correction de l'interrogation de navigation "généralités, Mercator, loxodromie"

1



la distance est supérieure à 300M  
donc il faut utiliser les formules  
exactes :

$$R_{FQ} = \arctg \left| \frac{g}{\lambda} \right|$$

$$m = \frac{60 \cdot |l|}{\cos R_{FQ}}$$

route au Nord-Ouest

$$g = G_B - G_A = +4,083 - (-18,350) = +22,433^\circ$$

$$\lambda = \Lambda_B - \Lambda_A \quad \text{avec} \quad \Lambda_A = \Lambda(\varphi_A) = \frac{180}{\pi} \cdot \ln \left( \operatorname{tg} \left( \frac{\varphi_A}{2} + 45^\circ \right) \right)$$

$$\lambda = 5,257 - (-36,111)$$

$$\lambda = 41,368^\circ$$

$$R_{FQ} = \arctg \left| \frac{22,433}{41,368} \right| = N \ 28,47^\circ W$$

remarque :  $\forall \varphi > 0 \quad \Lambda(-\varphi) = -\Lambda(\varphi)$   
penser à mettre le signe  
de  $\varphi$  : N ⊕ S ⊖

$$R_F = 360^\circ - 28,47^\circ = 331,53^\circ$$

$$R_F = 331,5^\circ$$

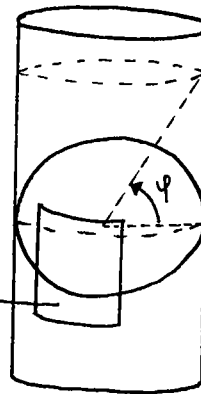
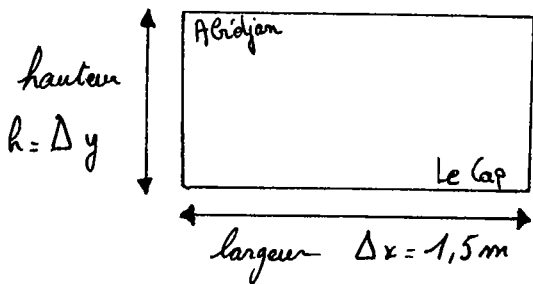
le résultat de  $R_F$  est donné  
avec 1 décimale ; davantage de  
précision est inutile car les  
compas sont gradués en degrés  
et 0,5 degré mais pas mieux

$$l = \varphi_B - \varphi_A = +5,250 - (-33,933)$$

$$l = 39,183^\circ$$

$$m = \frac{60 \cdot 39,183}{\cos(28,47)} = 2674,4 \text{ M}$$

$$m = 2674,4 \text{ M}$$



sur le cylindre,  
hauteur de l'équateur  
au parallèle  $\varphi$  :  
 $h = u \cdot \Lambda'(\varphi)$

avec  $u$  unité de la  
carte en mm/' de G

$$u = \frac{1500 \text{ mm}}{22,433^\circ \times 60} = 1,1 \text{ mm/' de G}$$

$$u = \frac{\Delta x^{\text{mm}}}{g'} = \frac{\Delta y^{\text{mm}}}{\lambda'}$$

$$h = u \cdot \lambda' = 1,1 \times 41,368^\circ \times 60 = 2766 \text{ mm} = 2,76 \text{ m}$$

échelle à  
la latitude  $\varphi$  :  $e = \frac{u}{1852 \cdot 10^3 \cdot \cos \varphi}$

échelle pour  $\varphi = 30^\circ S$

$$e = \frac{1,1}{1852 \cdot 10^3 \cdot \cos(-30)} = 695 \cdot 10^{-9} = \frac{1}{1\ 439\ 193}$$

2

route au  $270^\circ$  : le long du parallèle  $\varphi_A = 60^\circ N$  donc  $\varphi_B = \varphi_A$   
 distance parcourue :  $m = V \cdot \Delta t = 18 \cdot 10 = 180 M$   
 distance parcourue sur l'axe des longitudes :  $e = 180 M = g \cdot \cos \varphi_B$   
 d'où la variation de longitude

$$g = \frac{e^M}{\cos \varphi_B} = \frac{180 M}{\cos(60^\circ)} = \frac{180}{0,5} = 360' = 6^\circ$$

⚠ cette notation "e" ne doit pas être confondue avec "e" l'échelle de la carte

puisque l'on fait route à l'Ouest, g est positif (convention des longitudes W ⊕)  
 $G_B = G_A + g = 015^\circ W + 6^\circ W = 021^\circ W$

$$B \begin{cases} \varphi_B = 60^\circ N \\ G_B = 021^\circ W \end{cases}$$

route au  $180^\circ$  : le long du méridien  $G_B = 021^\circ W$   
 donc  $G_C = G_B$  et la distance  $m^M = l$   
 distance parcourue :  $m = V \cdot \Delta t = 10 \cdot 20 = 200 M$   
 l est négatif (convention des latitudes N ⊕)  
 donc  $l = -200' = -3^\circ 20' = 3^\circ 20' S$   
 $\varphi_C = \varphi_B + l = 60^\circ N + 3^\circ 20' S = 56^\circ 40' N$

$$C \begin{cases} \varphi_C = 56^\circ 40' N \\ G_C = 021^\circ W \end{cases}$$

3

les distances sont inférieures à 300M et  $|\varphi| < 60^\circ$   
 on peut donc utiliser les formules approchées :

$R_S = 075^\circ$ ;  $m_S = 60M \rightarrow \varphi_A = 48^\circ$   
 $l_S = 0,259^\circ$

$R_C = 045^\circ$ ;  $m_C = 8M \rightarrow \varphi_M = 48,177^\circ$   
 $l_C = 0,094^\circ$   
 $\varphi_B = 48,353^\circ$

$G_A = 5^\circ$   
 $g_S = 1,449^\circ$   
 $G_B = 3,410^\circ$   
 $g_C = 0,141^\circ$

$$l^o = \frac{m^M \cdot \cos R_F}{60}$$

$$g^o = \frac{-m^M \cdot \sin R_F}{60 \cdot \cos \varphi_{moy}}$$

$$B \begin{cases} \varphi_B = 48^\circ 24,2' N \\ G_B = 003^\circ 24,6' W \end{cases}$$

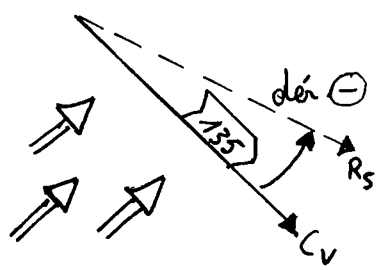
4

$D_{1999} = 3^\circ 20' W$  ; correction de 1999 à 2003 :  
 4 ans  $\times 20' E = 80' E = 1^\circ 20' E$

$$D_{2003} = D_{1999} + \text{correction} = 3^\circ 20' W + 1^\circ 20' E$$

$$D_{2003} = 2^\circ W = -2^\circ$$

signe de la dérive : vent de SW  
 $\text{dér} = -4^\circ$



$$C_C = 136^\circ$$

$$+ d = +(+5^\circ)$$


---


$$C_m = 141^\circ$$

$$+ D = +(-2^\circ)$$


---


$$C_V = 139^\circ$$

$$+ \text{dér} = +(-4^\circ)$$


---


$$R_S = 135^\circ$$