



Le grand large et le passage des méridiens TI 59 et FX 702 P

En navigation hauturière, il ne suffit pas de connaître le port de départ et le port d'arrivée pour avoir une idée précise de la route qui les relie et de sa longueur...

■ Pour se rendre d'un point à un autre, on peut procéder de plusieurs façons :

- on peut tout d'abord passer n'importe où ;
- on peut suivre la route « droite » ou orthodromie (1) ;
- on peut suivre la route oblique ou loxodromie.

Nous n'étudierons pas le premier cas bien qu'il soit le plus fréquent.

L'orthodromie est, sur la sphère terrestre, le grand cercle constitué

par l'intersection de la sphère avec le plan passant par le centre de la Terre et les deux points de départ et d'arrivée. C'est la route la plus courte. Passez à droite, passez à gauche et vous allongerez le parcours.

Hélas, cette route coupe tous les méridiens sous des angles différents, ce qui la rend dans la pratique presque impossible à suivre. Bien avant l'invention de la boussole, on avait déjà l'habitude de naviguer à angle constant. Il suffisait de conserver la même orientation par rapport à un astre, ou même seulement par rapport à un point suffisamment éloigné. On ne fait d'ailleurs pas autre chose quand on « s'oriente » dans la campagne.

L'apparition de la boussole a obligé les navigateurs à choisir des routes qui faisaient un angle constant par rapport aux méridiens que cet instrument semblait matérialiser. On appelle loxodromie cette courbe qui coupe tous les méridiens sous le même angle. Elle s'enroule autour des pôles sans jamais les rejoindre, ce qui la rend inutilisable dans ces

régions. Mais peu importe : nous n'avons pas l'intention de naviguer près des pôles...

Sur des trajets inférieurs à 500 milles nautiques, elle diffère peu, *en longueur*, de l'orthodromie, du moins sous nos latitudes. Même remarque d'ailleurs lorsque le parcours est sensiblement parallèle à l'équateur. C'est ainsi qu'un bateau qui se rend de Portsmouth (50°47' de latitude Nord, 1°06' de longitude Ouest) à Port Stanley (51°40' de latitude Nord et 57°52' de longitude Ouest) parcourt 6 787,8 milles s'il suit exactement l'orthodromie, et 6 803,4 milles s'il suit exactement la loxodromie : la différence est d'à peine 16 milles.

On comprend que la loxodromie

(1) La terre étant ronde, cette route ne suit pas vraiment une ligne droite...



Calcul de loxodromie sur TI 59

Auteur Lucien Strebler

Copyright l'Ordinateur de poche et l'auteur

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|
| 000 | 76 | LBL | 053 | 75 | - | 106 | 85 | + | 162 | 42 | STD | 218 | 54 |) |
| 001 | 11 | A | 054 | 43 | RCL | 107 | 43 | RCL | 163 | 06 | 06 | 219 | 92 | RTN |
| 002 | 22 | INV | 055 | 04 | 04 | 108 | 02 | 02 | 164 | 77 | GE | 220 | 76 | LBL |
| 003 | 58 | FIX | 056 | 54 |) | 109 | 95 | = | 165 | 87 | IFF | 221 | 10 | E' |
| 004 | 88 | DMS | 057 | 65 | x | 110 | 22 | INV | 166 | 53 | (| 222 | 22 | INV |
| 005 | 42 | STD | 058 | 06 | 6 | 111 | 88 | DMS | 167 | 43 | RCL | 223 | 58 | FIX |
| 006 | 01 | 01 | 059 | 00 | 0 | 112 | 58 | FIX | 168 | 01 | 01 | 224 | 88 | DMS |
| 007 | 91 | R/S | 060 | 95 | = | 113 | 04 | 04 | 169 | 75 | - | 225 | 42 | STD |
| 008 | 76 | LBL | 061 | 50 | IxI | 114 | 91 | R/S | 170 | 43 | RCL | 226 | 07 | 07 |
| 009 | 12 | B | 062 | 58 | FIX | 115 | 76 | LBL | 171 | 04 | 04 | 227 | 71 | SBR |
| 010 | 22 | INV | 063 | 01 | 01 | 116 | 77 | GE | 172 | 54 |) | 228 | 77 | GE |
| 011 | 58 | FIX | 064 | 91 | R/S | 117 | 22 | INV | 173 | 77 | GE | 229 | 30 | TAN |
| 012 | 88 | DMS | 065 | 76 | LBL | 118 | 58 | FIX | 174 | 88 | DMS | 230 | 35 | 1/X |
| 013 | 42 | STD | 066 | 16 | A' | 119 | 53 | (| 175 | 53 | (| 231 | 65 | x |
| 014 | 02 | 02 | 067 | 22 | INV | 120 | 53 | (| 176 | 43 | RCL | 232 | 53 | (|
| 015 | 91 | R/S | 068 | 58 | FIX | 121 | 43 | RCL | 177 | 06 | 06 | 233 | 43 | RCL |
| 016 | 76 | LBL | 069 | 88 | DMS | 122 | 05 | 05 | 178 | 85 | + | 234 | 07 | 07 |
| 017 | 14 | D | 070 | 42 | STD | 123 | 75 | - | 179 | 03 | 3 | 235 | 75 | - |
| 018 | 22 | INV | 071 | 03 | 03 | 124 | 43 | RCL | 180 | 06 | 6 | 236 | 43 | RCL |
| 019 | 58 | FIX | 072 | 71 | SBR | 125 | 02 | 02 | 181 | 00 | 0 | 237 | 02 | 02 |
| 020 | 88 | DMS | 073 | 77 | GE | 126 | 54 |) | 182 | 54 |) | 238 | 54 |) |
| 021 | 42 | STD | 074 | 30 | TAN | 127 | 55 | ÷ | 183 | 92 | RTN | 239 | 65 | x |
| 022 | 04 | 04 | 075 | 65 | x | 128 | 53 | (| 184 | 76 | LBL | 240 | 89 | π |
| 023 | 91 | R/S | 076 | 01 | 1 | 129 | 53 | (| 185 | 88 | DMS | 241 | 55 | ÷ |
| 024 | 76 | LBL | 077 | 08 | 8 | 130 | 04 | 4 | 186 | 53 | (| 242 | 01 | 1 |
| 025 | 15 | E | 078 | 00 | 0 | 131 | 05 | 5 | 187 | 43 | RCL | 243 | 08 | 8 |
| 026 | 22 | INV | 079 | 55 | ÷ | 132 | 85 | + | 188 | 06 | 06 | 244 | 00 | 0 |
| 027 | 58 | FIX | 080 | 89 | π | 133 | 43 | RCL | 189 | 85 | + | 245 | 95 | = |
| 028 | 88 | DMS | 081 | 65 | x | 134 | 04 | 04 | 190 | 01 | 1 | 246 | 22 | INV |
| 029 | 42 | STD | 082 | 53 | (| 135 | 55 | ÷ | 191 | 08 | 8 | 247 | 23 | LNx |
| 030 | 05 | 05 | 083 | 53 | (| 136 | 02 | 2 | 192 | 00 | 0 | 248 | 65 | x |
| 031 | 91 | R/S | 084 | 04 | 4 | 137 | 54 |) | 193 | 54 |) | 249 | 53 | (|
| 032 | 76 | LBL | 085 | 05 | 5 | 138 | 30 | TAN | 194 | 92 | RTN | 250 | 04 | 4 |
| 033 | 13 | C | 086 | 85 | + | 139 | 55 | ÷ | 195 | 76 | LBL | 251 | 05 | 5 |
| 034 | 71 | SBR | 087 | 43 | RCL | 140 | 53 | (| 196 | 87 | IFF | 252 | 85 | + |
| 035 | 77 | GE | 088 | 03 | 03 | 141 | 04 | 4 | 197 | 53 | (| 253 | 43 | RCL |
| 036 | 58 | FIX | 089 | 55 | ÷ | 142 | 05 | 5 | 198 | 43 | RCL | 254 | 01 | 01 |
| 037 | 01 | 01 | 090 | 02 | 2 | 143 | 85 | + | 199 | 01 | 01 | 255 | 55 | ÷ |
| 038 | 91 | R/S | 091 | 54 |) | 144 | 43 | RCL | 200 | 75 | - | 256 | 02 | 2 |
| 039 | 76 | LBL | 092 | 30 | TAN | 145 | 01 | 01 | 201 | 43 | RCL | 257 | 54 |) |
| 040 | 18 | C' | 093 | 55 | ÷ | 146 | 55 | ÷ | 202 | 04 | 04 | 258 | 30 | TAN |
| 041 | 71 | SBR | 094 | 53 | (| 147 | 02 | 2 | 203 | 54 |) | 259 | 95 | = |
| 042 | 77 | GE | 095 | 04 | 4 | 148 | 54 |) | 204 | 77 | GE | 260 | 22 | INV |
| 043 | 30 | TAN | 096 | 05 | 5 | 149 | 30 | TAN | 205 | 89 | π | 261 | 30 | TAN |
| 044 | 33 | X² | 097 | 85 | + | 150 | 54 |) | 206 | 43 | RCL | 262 | 75 | - |
| 045 | 85 | + | 098 | 43 | RCL | 151 | 23 | LNx | 207 | 06 | 06 | 263 | 04 | 4 |
| 046 | 01 | 1 | 099 | 01 | 01 | 152 | 54 |) | 208 | 92 | RTN | 264 | 05 | 5 |
| 047 | 95 | = | 100 | 55 | ÷ | 153 | 65 | x | 209 | 76 | LBL | 265 | 95 | = |
| 048 | 34 | FX | 101 | 02 | 2 | 154 | 89 | π | 210 | 89 | π | 266 | 65 | x |
| 049 | 65 | x | 102 | 54 |) | 155 | 55 | ÷ | 211 | 53 | (| 267 | 02 | 2 |
| 050 | 53 | (| 103 | 30 | TAN | 156 | 01 | 1 | 212 | 43 | RCL | 268 | 95 | = |
| 051 | 43 | RCL | 104 | 54 |) | 157 | 08 | 8 | 213 | 06 | 06 | 269 | 22 | INV |
| 052 | 01 | 01 | 105 | 23 | LNx | 158 | 00 | 0 | 214 | 85 | + | 270 | 88 | DMS |
| | | | | | | 159 | 95 | = | 215 | 01 | 1 | 271 | 58 | FIX |
| | | | | | | 160 | 22 | INV | 216 | 08 | 8 | 272 | 04 | 04 |
| | | | | | | 161 | 30 | TAN | 217 | 00 | 0 | 273 | 91 | R/S |

Le grand large et le passage des méridiens

| | | |
|-----|----|-----|
| 001 | 11 | A |
| 009 | 12 | B |
| 017 | 14 | D |
| 025 | 15 | E |
| 033 | 13 | C |
| 040 | 18 | C' |
| 066 | 16 | A' |
| 116 | 77 | GE |
| 185 | 88 | DMS |
| 196 | 87 | IFF |
| 210 | 89 | n |
| 221 | 10 | E' |

Les différentes étiquettes utilisées par le programme de TI 59 et leurs numéros de pas.

soit la route la plus couramment empruntée : non seulement elle permet de naviguer à angle constant, mais en plus, depuis le XVI^e, on dispose de cartes où elle est représentée par une droite, les différentes latitudes y étant figurées sous forme de droites parallèles (projection de Mercator, du nom de son inventeur).

Avec un tel système, il suffit pour connaître l'angle de route de joindre le point de départ et le point d'arrivée par une droite et de lire l'angle sur n'importe quel méridien. En contrepartie la mesure des distances devient très délicate, car la carte de Mercator est à échelle variable et croissante vers les pôles. On ne peut faire qu'une mesure moyenne et approximative en utilisant comme unité de longueur la minute de latitude qui figure au niveau de la latitude moyenne du parcours. Du côté le plus au Sud de la route cette unité est trop grande. Du côté le plus au Nord, elle est trop petite. Impossible de graduer la route avec précision.

De plus, et surtout, ces cartes n'étant pas juxtaposables, comment tracer la route si le point de départ et le point d'arrivée ne sont pas sur la même carte ? Il faut en fait avoir recours à des calculs passablement laborieux... que les ordinateurs de poche font très bien à notre place !

Les deux programmes qui accompagnent cet article, l'un pour TI 59 et l'autre pour FX-702 P, n'ont pas été conçus pour résoudre les relations mathématiques à leurs limites (tangentes infinies, division par zéro, etc.) ; ces problèmes ne correspondent à rien de concret. C'est pourquoi si vous voulez aller de votre position à un point de même lati-

Calcul de loxodromie sur 702 P

Auteur Lucien Strebler
Copyright l'Ordinateur de poche
et l'auteur

```

10 PRT "LOXO"
20 INP "LAT.DEP",A
  ,"LONG.DEP",B,"
  LAT.AR",C
30 INP "LONG.AR",D
  :N=A:GSB 300:A=
  N:N=B:GSB 300:B
  =N
40 N=C:GSB 300:C=N
  :N=D:GSB 300:D=
  N:P=C:Q=A:GSB 2
  00:X=R:Y=D-B
50 RPC X,Y:IF Y<0:
  Y=Y+360
60 Z=SQR (1+(TAN Y
  )^2)*60*ABS (C-
  A):SET FI
70 PRT "RV=":Y:CSR
  11:"D=":Z
80 INP "LAT",L:IF
  L=0 THEN 110
90 N=L:GSB 300:L=N
  :P=L:Q=A:GSB 20
  0
100 PRT "LONG =" :D
  MS B+R*TAN Y:GO
  TO 80
110 INP "LONG",K:IF
  K=0 THEN 80
120 H=K:GSB 300:K=N
130 M=(ATN ((EXP ((
  K-B)/TAN Y/180*
  x))*TAN ((90+A)
  /2))-45)*2
140 PRT "LAT=" :DMS
  M:GOTO 110
200 R=LN (TAN ((90+
  P)/2)/TAN ((90+
  Q)/2))*180/x:RE
  T
300 H=SGN N:N=ABS N
301 E=FRAC N*100:N=
  INT N+INT E/60+
  FRAC E/36:N=N*H
  :RET

```

A vos risques et périls

Comme pour tous les logiciels susceptibles d'être appliqués à des situations sérieuses, les programmes présentés ici devront être entièrement testés avant d'être utilisés autrement que dans le cadre d'une simulation. Le lecteur vérifiera donc que les résultats fournis par ces programmes sont toujours exacts avant de les employer pour piloter une embarcation réelle.

□ NDLR

tude, la machine ne vous dira pas que votre route est 90° : on suppose que vous le savez...

Malgré tout, pour ceux qui veulent tout essayer et se retrouvent devant un affichage clignotant ou un message d'erreur, le remède est simple : ils devront modifier leur latitude d'un dixième de seconde (3 mètres !) et la machine, satisfaite, leur répondra.

Une remarque qui a son importance : pour plus de commodité, les longitudes sont comptées positivement vers l'Est contrairement à l'usage international. Cela n'empêche évidemment pas d'aller à l'Ouest ; il suffit de compter négativement les longitudes Ouest.

Pour la TI 59 comme pour le 702 P, tous les angles seront entrés sous le format DD.MMSS ; autrement dit 41°36' sera frappé au clavier 41.36. Avec la TI 59, on entre les données comme suit :

- en A (touche-utilisateur A), la latitude du point de départ ;
- en B, la longitude du même point ;
- en D, la latitude du point d'arrivée ;
- en E, la longitude du même point.

Une pression sur la touche C déclenche alors le calcul et l'affichage de la route vraie exprimée en degrés. La touche C' (2nd C) donne accès quant à elle à la distance loxodromique.

D'autre part, en introduisant une latitude en A', on obtient la longitude correspondante sur la route, et inversement, si l'on introduit une

Le grand large et le passage des méridiens

longitude en E', la machine affiche la latitude correspondante.

A titre d'exemple, nous avons choisi une traversée reliant La Chiappa (41°36' de latitude Nord et 9°21' de longitude Est) à Marina di Capri (40°33' de latitude Nord et 14°14' de longitude Est). L'encadré ci-dessous récapitule les opérations à effectuer pour cette course si l'on utilise le programme de TI 59.

Avec le 702 P, Basic aidant, le programme est beaucoup plus conversationnel : on doit simplement



Utilisation du programme sur TI 59

- | | | |
|-----------------------|-------|---|
| Latitude de départ : | 41.36 | A |
| Longitude de départ : | 9.21 | B |
| Latitude d'arrivée : | 40.33 | D |
| Longitude d'arrivée : | 14.14 | E |
- Route vraie : touche C ; affichage 105.9
 - Distance loxodromique : touche 2nd C ; affichage 229,7 milles nautiques.
 - Pour obtenir la longitude correspondant au point de la route dont la latitude est 41°30' Nord, introduire 41.30 et presser 2nd A : affichage de 9.4906, soit 9°49'06" Est.
 - Pour obtenir la latitude correspondant au point de la route dont la longitude est 10°40', introduire 10.40 puis presser 2nd E : affichage de 41.1907, soit 41°19'07" Nord.

répondre aux questions que pose le micropoche et l'on obtient en retour la route et la distance en un seul affichage. Si l'on appuie ensuite sur CONT, l'ordinateur demande « LAT ? » et à chaque fois que l'on indique une latitude, il répond par la longitude du point sur la route.

Si l'on répond par un zéro, le 702 P interprète ce zéro comme une demande de changement de programme ; l'affichage demande alors « LONG ? ». Il suffit dès lors de lui indiquer une longitude pour obtenir en réponse la latitude correspondante, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on réponde par un zéro,

auquel cas on retourne à la séquence précédente.

Si d'aventure vous tenez absolument à savoir à quelle longitude votre route coupe l'équateur ou à quelle latitude elle coupe le méridien de Greenwich, il vous faudra ruser. Au lieu d'indiquer zéro (ce qui entraînerait un changement de programme), introduisez .00001, c'est-à-dire un dixième de seconde, et vous obtiendrez la réponse avec une erreur de 3 mètres. J'espère que votre bateau est plus long que cette « erreur » !

□ Lucien Strebler