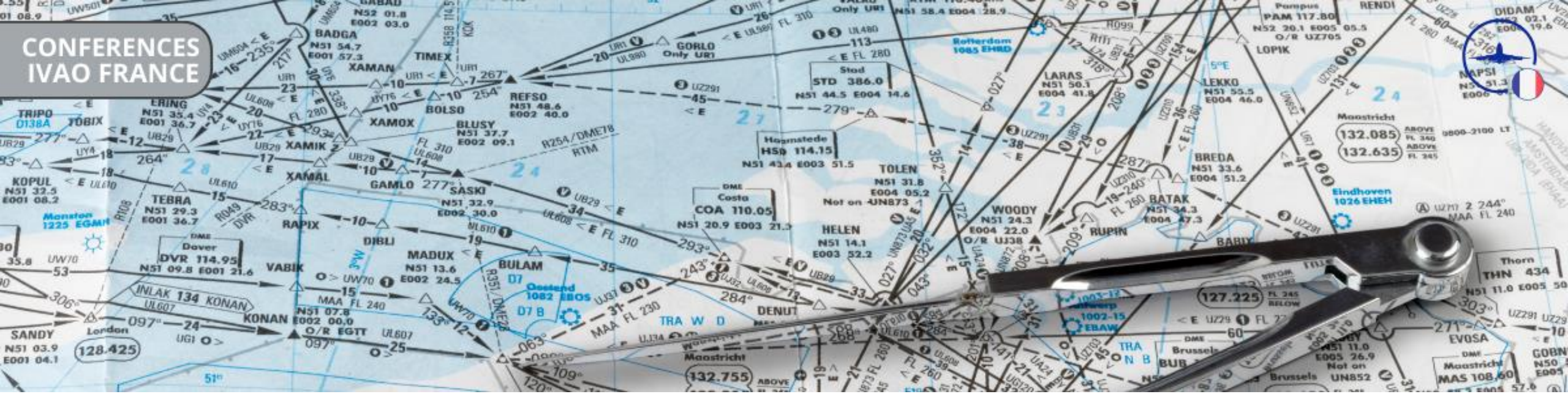


DE A À B, C'EST PAS SORCIER !

Les bases de la navigation

IVAO
FRANCE

Document édité la Division IVAO France, toute réutilisation doit faire l'objet d'une autorisation écrite. 2023 tous droits réservés

BIENVENUE !

Sommaire

1. Quelques notions avant de débuter
2. Les cartes
3. L’orthodromie, c’est magnifique !
4. Et la météo alors?
5. Comment suivre la route choisie ?

Intervenant

Michel V.

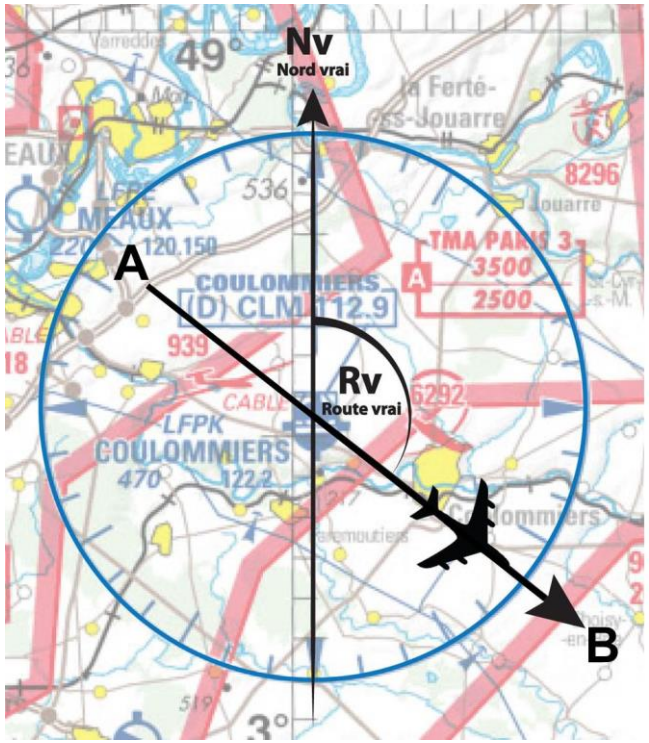
Membre IVAO depuis 2011 – vous pouvez le croiser en Bretagne !

Commandant de bord chez Air France, long courrier en particulier

IVAO FRANCE

1. Quelques notions avant de débuter – l'Estime

Qu'est-ce que l'Estime

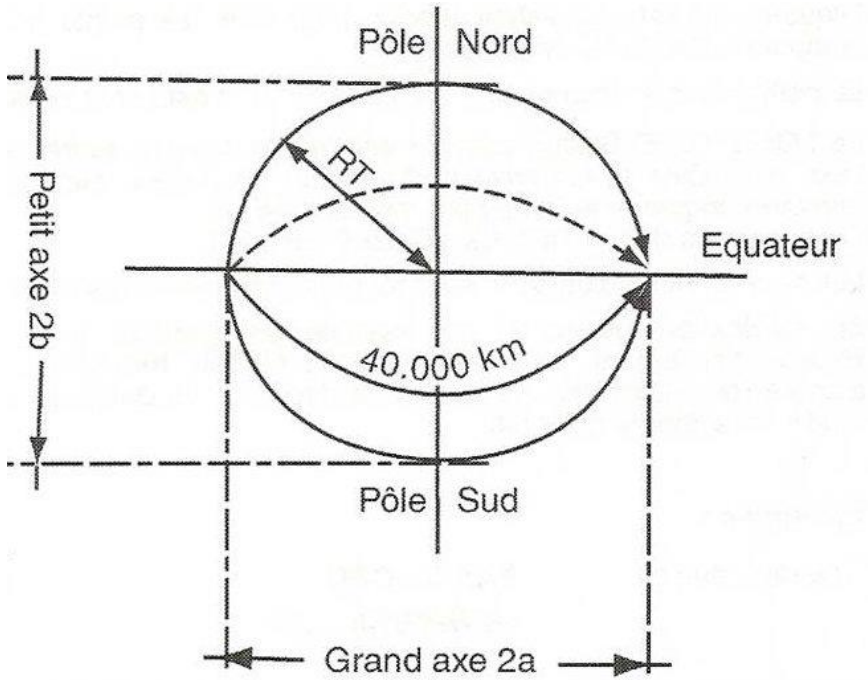


- Naviguer à l'estime c'est, sans repères extérieurs ni radio balises, évaluer le cap et le temps qu'il faudra pour rejoindre le point B depuis le point A.
- Deux paramètres fondamentaux : la **Route Vraie Rv** pour évaluer le cap en fonction du vent, et la **Distance de A à B** pour évaluer le temps de vol en fonction de la vitesse.
- **Rv** et **Distance** peuvent être mesurées sur une carte ou calculées.

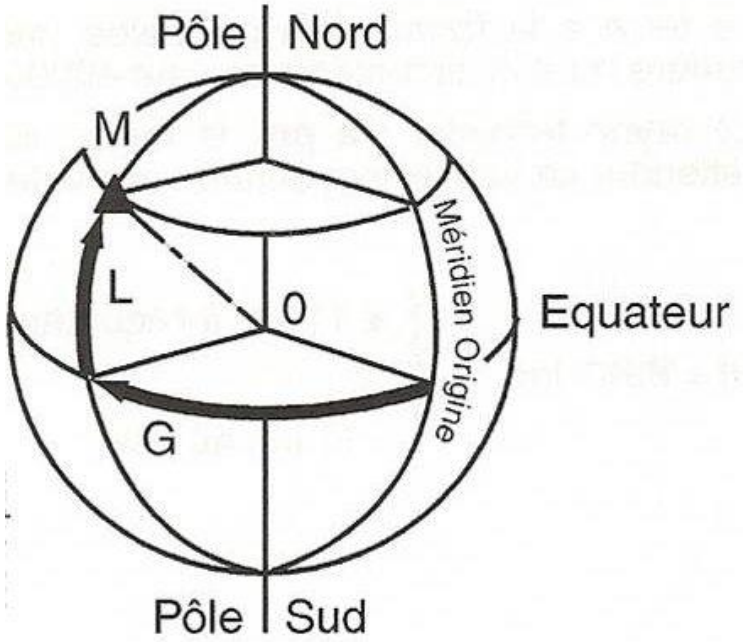
IVAO FRANCE

1. Quelques notions avant de débuter – notre Terre

Notre ~~sphère~~ Terre...



... et s'y repérer.



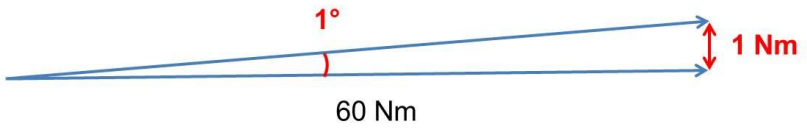
Par exemple, LFPG : N49°00,6' E 002°32,9'

IVAO FRANCE

2. Les cartes

Tout est une question de degrés

- Une grande precision est necessaire dans la determination de la Route Vraie Rv
- Pour un petit degré d'erreur, l'écart de route serait de 1 Nm (mile nautique) au bout de 60 Nm de vol



- TAS = 120 kt 2 Nm / mn 60 Nm = 30 mn
- TAS = 480 kt 8 Nm / mn 60 Nm = 7,5 mn

IVAO FRANCE

DE A À B, C'EST PAS SORCIER !

Sommaire

1. Quelques notions avant de débuter
2. Les cartes
3. L'orthodromie, c'est magnifique !
4. Et la météo alors?
5. Comment suivre la route choisie ?

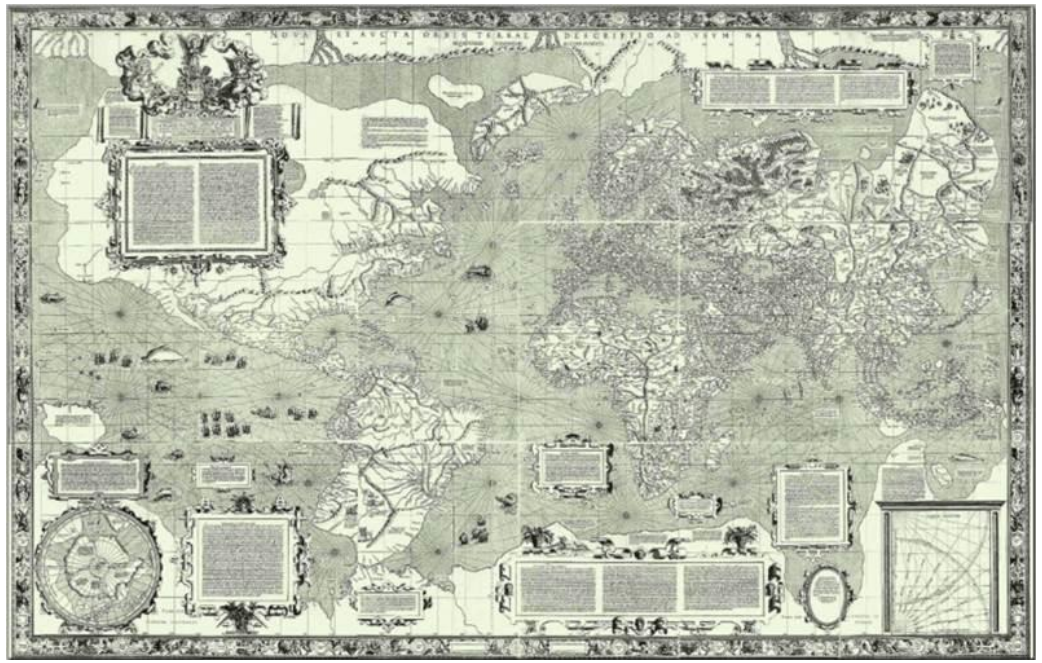
Point clés

- Pour naviguer à l'estime il faut déterminer la **Route Vraie** pour évaluer le cap à suivre et la **Distance** à parcourir pour évaluer le temps de vol.
- Pour repérer une position sur la Sphère Terrestre on utilise les **Parallèles pour la Latitude** et les **Méridiens pour la Longitude**, exprimées en degrés et minutes d'angle.
- Par definition, **une minute de Latitude mesure un Mile Nautique** (Nm pour Nautical Mile en anglais). Comme dans la marine, les Vitesses sont exprimées en Noeuds (Knots Kts), c'est à dire en Nm par heure.
- Sur une carte aéronautique, on peut facilement mesurer une distance en la reportant sur le méridien le plus proche et en comptant les minutes de latitude.

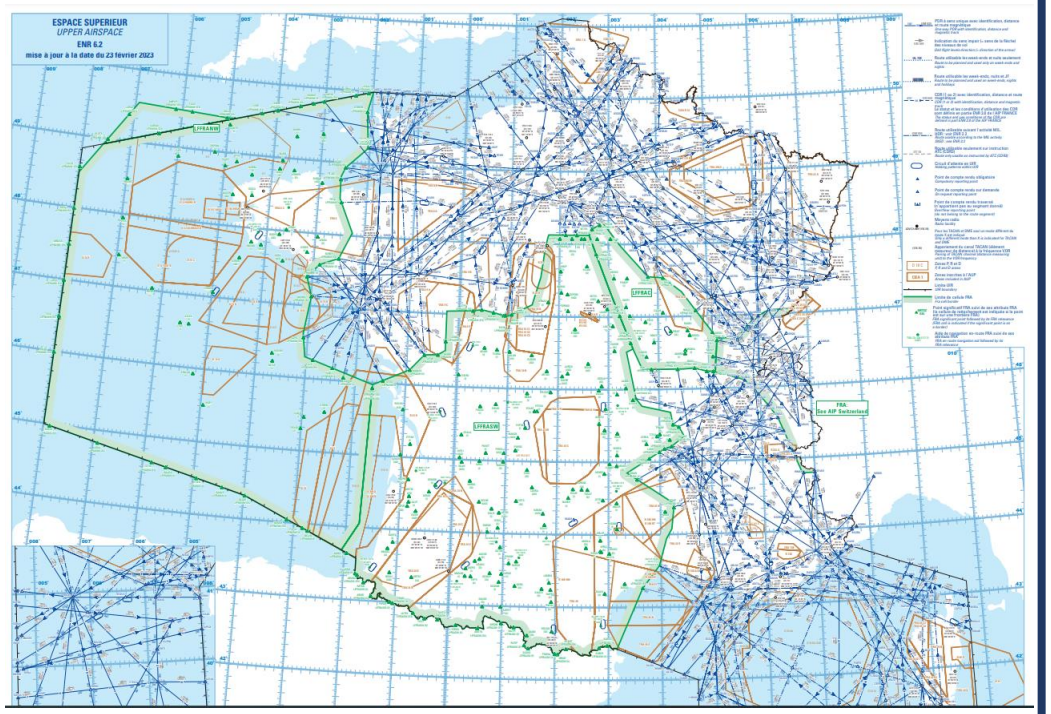
IVAO FRANCE

2. Les cartes

La carte Mercator



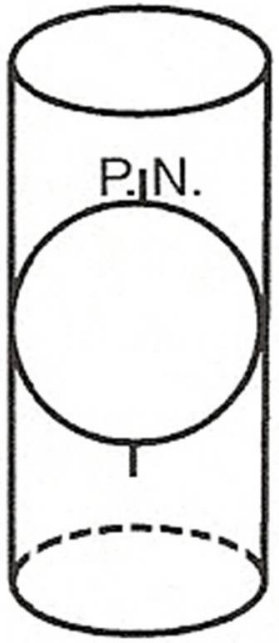
La carte Lambert

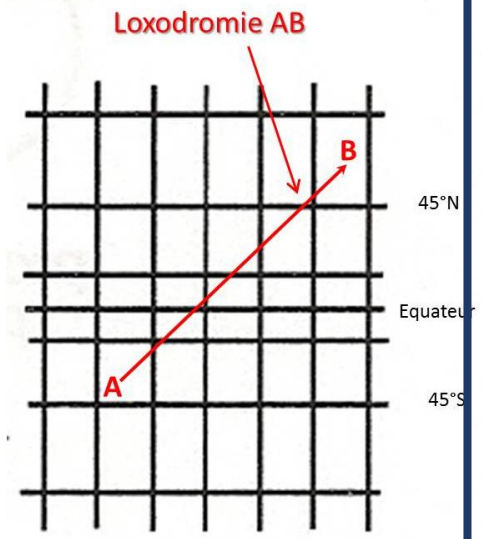


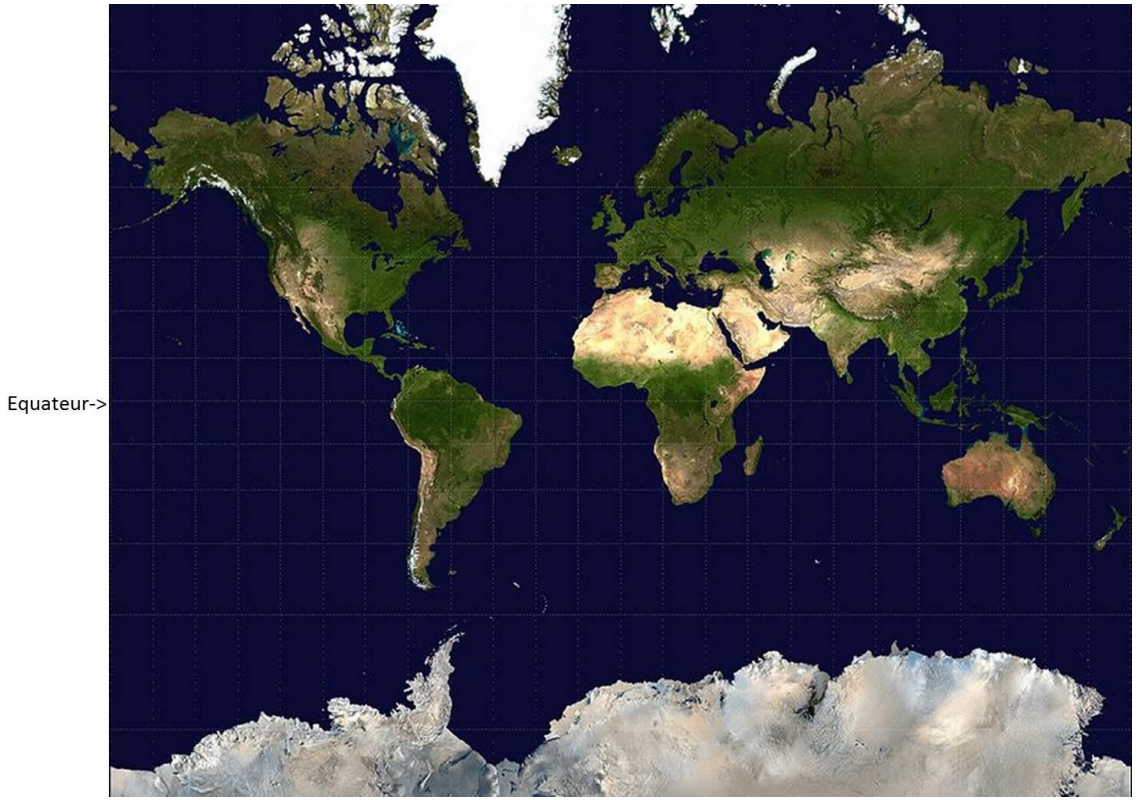
IVAO FRANCE

2. Les cartes - Mercator

La théorie de la carte Mercator







Projection cylindrique tangente à l'équateur

2. Les cartes - Mercator

Entre Paris et San Francisco

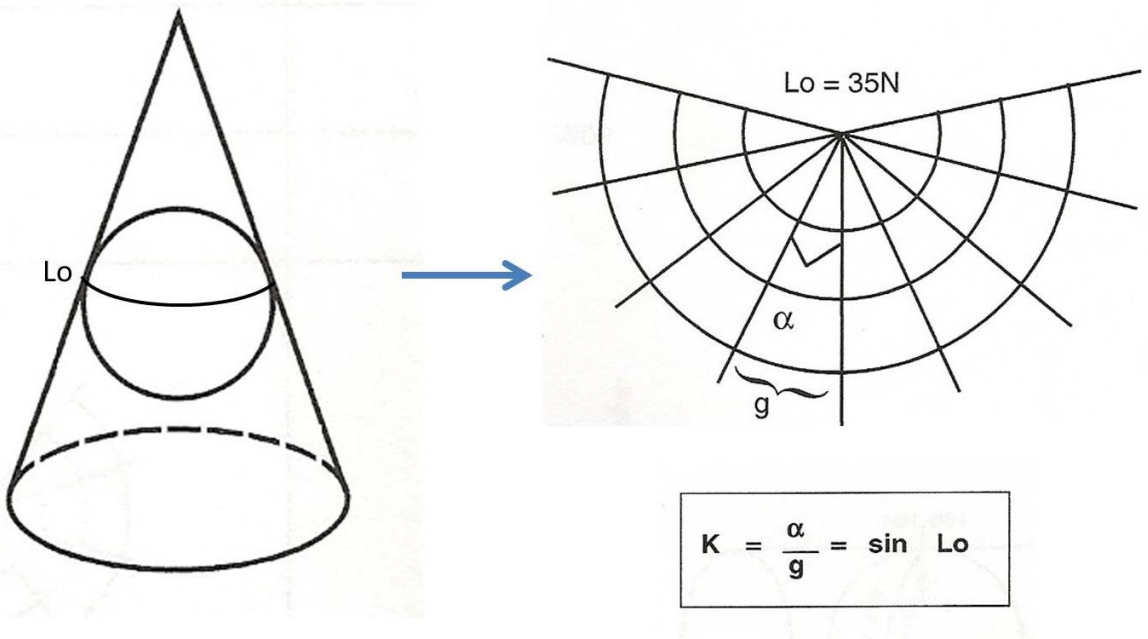
En résumé

- Tous les méridiens sont parallèles;
- Les parallèles sont parallèles mais pas équidistants (échelle variable)
- Utile pour representer des espaces étendus;
- **Mais attention : la ligne droite entre 2 points n'est pas le chemin le plus court !**
- La ligne droite est appelée **Loxodromie**

IVAO FRANCE

2. Les cartes - Lambert

La théorie de la carte Lambert



$$K = \frac{\alpha}{g} = \sin Lo$$

Projection conique qui tangente la terre le long d'un parallèle Lo.

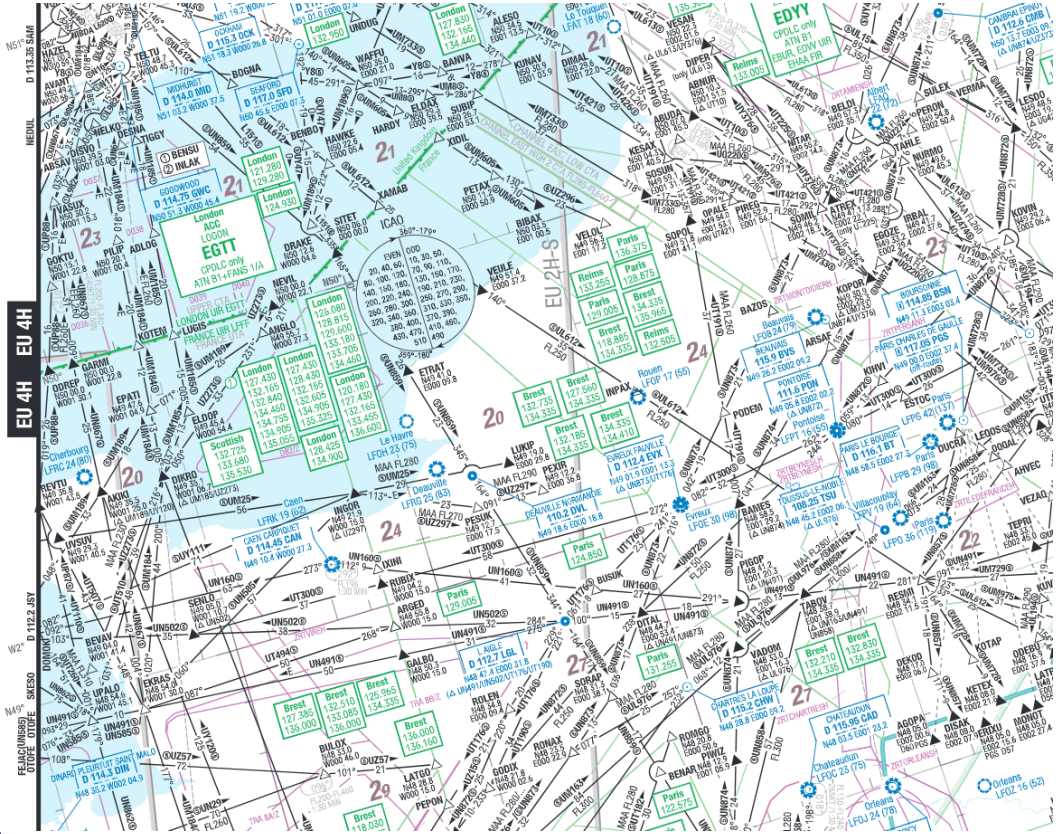
En résumé

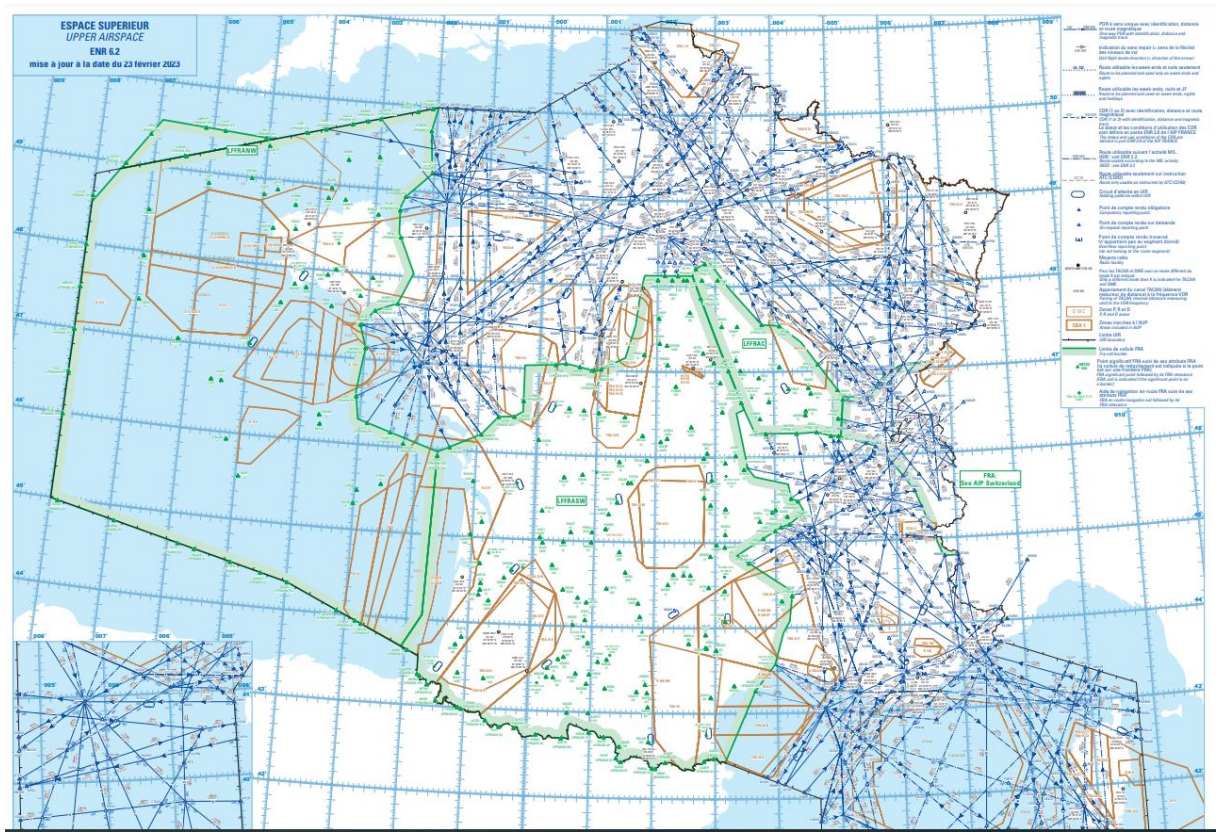
- Les méridiens sont des droites qui convergent vers le pôle, et les parallèles, des cercles concentriques.
- A proximité de Lo, une droite sur la carte représente le chemin le plus court.
- Sur un espace restraint, autour du parallèle de tangence , l'echelle est pratiquement constante
- La plupart des cartes aéronautiques sont de ce type.

IVAO FRANCE

2. Les cartes - Lambert

Enfin des cartes aéro !





IVAO FRANCE

DE A À B, C'EST PAS SORCIER !

Sommaire

1. Quelques notions avant de débuter
2. Les cartes
3. L'orthodromie, c'est magnifique !
4. Et la météo alors?
5. Comment suivre la route choisie ?

Point clés

- Pour naviguer à l'estime il faut déterminer la **Route Vraie** à suivre et la **Distance** à parcourir pour évaluer le temps de vol.
- Pour repérer une position sur la Sphère Terrestre on utilise les **Parallèles pour la Latitude** et les **Méridiens pour la Longitude**, exprimées en degrés et minutes d'angle.
- Par definition, **une minute de Latitude mesure un Mile Nautique** (Nm pour Nautical Mile en anglais). Comme dans la marine, les Vitesses sont exprimées en Noeuds (Knots Kts), c'est à dire en Nm par heure.

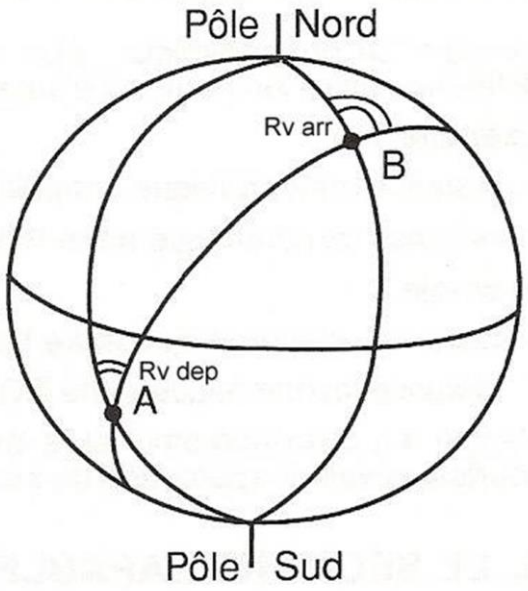
- 2 Types de cartes:
  - Mercator (Méridiens parallèles) déforme les surfaces, la ligne droite est une **Loxodromie**
  - Lambert (Méridiens convergent vers le pôle), la ligne droite entre 2 points est le chemin le plus court appelé **Orthodromie**

IVAO FRANCE

12

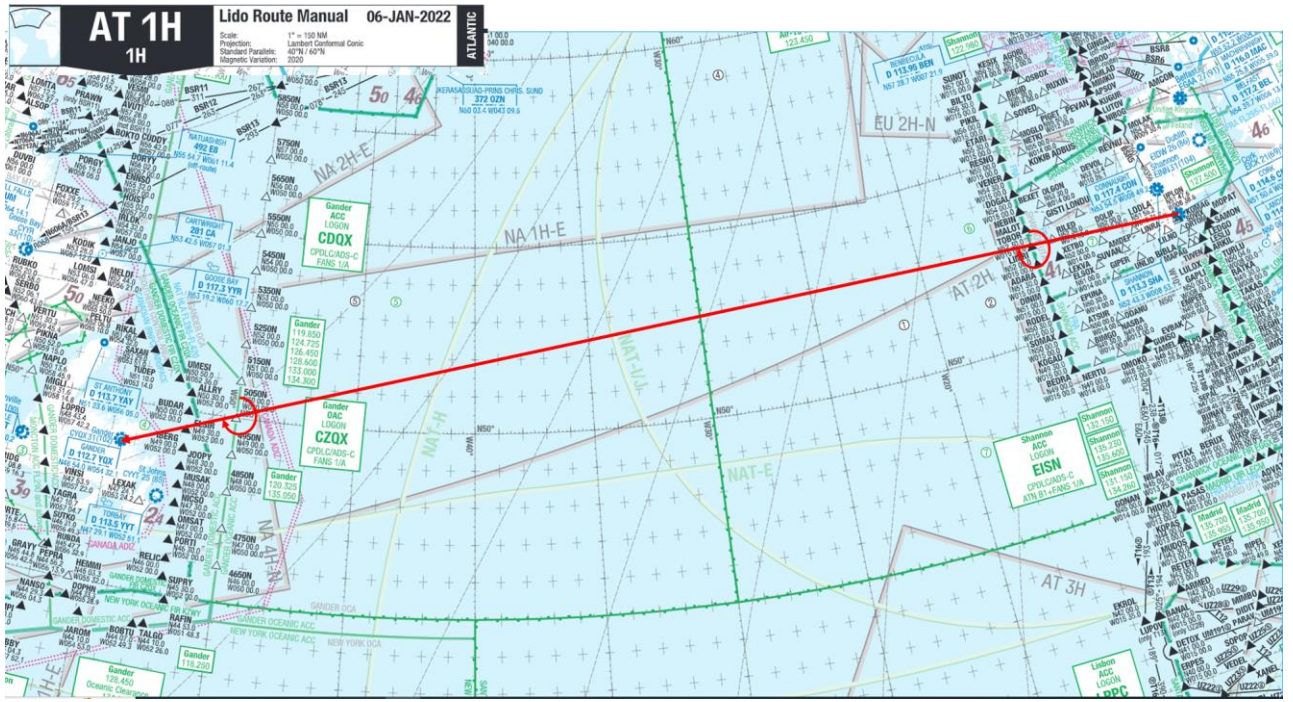
3. L’orthodromie, c’est magnifique !

La convergence des méridiens



Conv = Δ G x sin Lm

Convergence : différence entre Rv départ et Rv arrivée

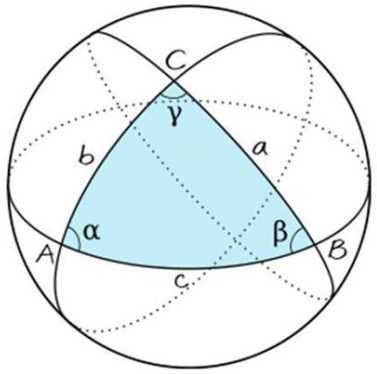


Orthodromie entre Shannon et Gander

IVAO FRANCE

3. L'orthodromie, c'est magnifique !

Un peu de trigonométrie



- Formule des cosinus :
  $\cos c = \cos a \times \cos b + \sin a \times \sin b \times \cos \gamma$

- Formule d'analogie des sinus :
  $\frac{\sin a}{\sin \alpha} = \frac{\sin b}{\sin \beta} = \frac{\sin c}{\sin \gamma}$

- Formule des cotangentes dite des quatre éléments consécutifs :
  $\sin c \times \cotg b = \sin \alpha \times \cotg \beta + \cos \alpha \times \cos c$

A	B	C	D	E	F	G	H
	CALCUL D'ORTHODROMIE						
		COORDONNEES			DSOL		
	TOBOR	N	52	30,0			
		W	15	0,0			
	Rv dep / Rv arr	278	250		1309,9		
	50N/50W	N	50	0,0			
		W	50	0,0			
					Degrés	Minutes	
	Latitude au :	W	20		52	47,6	
	VERTEX	W	25		52	52,5	
		W	30		52	44,8	
		W	40		51	50,5	

14

3. L’orthodromie, c’est magnifique !

Un peu de trigonométrie

		°	'	"	
Point de dèpart	Latitude	52	30		n
TOBOR	Longitude	15	0		w
Point d'arrivée	Latitude	50	0		n
5050N	Longitude	50	0		w

Résultats :

	milles	Route Vraie (0°-360°)	Route (0°-90°)
Loxodromie	1326,2	263°,5	
Orthodromie	1309,9	277°,5	82°,5
Différence	16,3		
latitude vertex	52°,9		

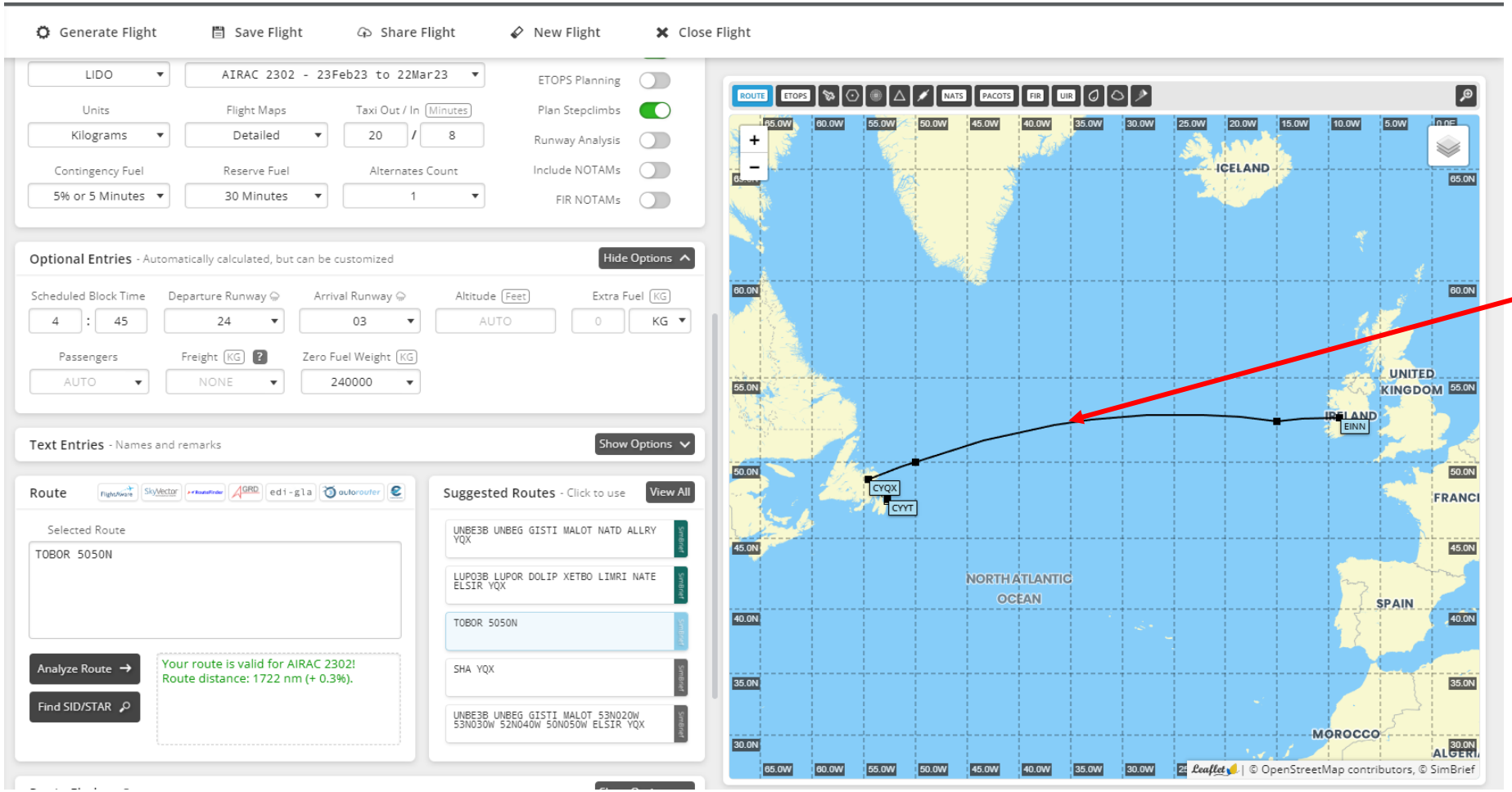
nauticalalmanac.it © 2014

En résumé

- Grace à de la trigonométrie, on peut calculer Rv depart, Rv arrivée et distance de l’orthodromie entre un point A et un point B.
- C’est la route dont la distance sol est la plus courte
- L’orthodromie est une portion du grand cercle qui passe par A et B.

IVAO FRANCE

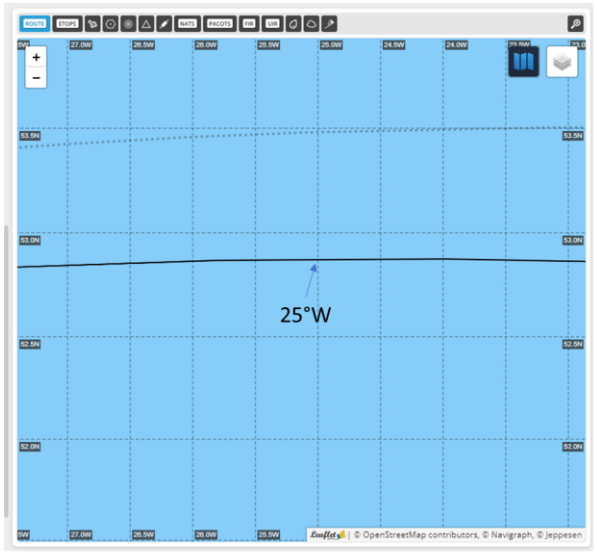
3. L’orthodromie – Simbrief est ton ami !

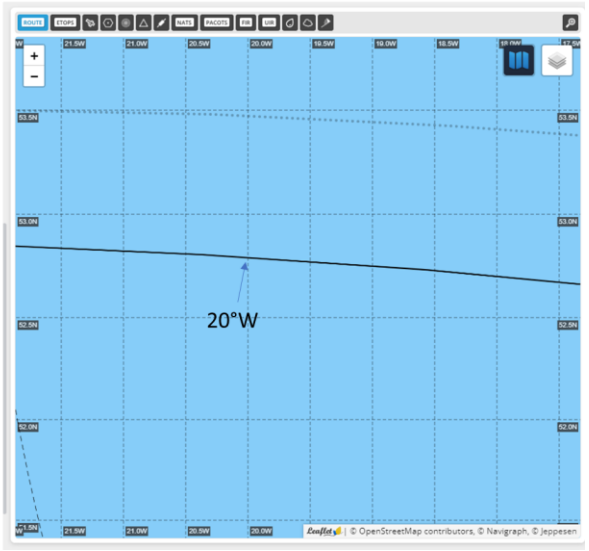


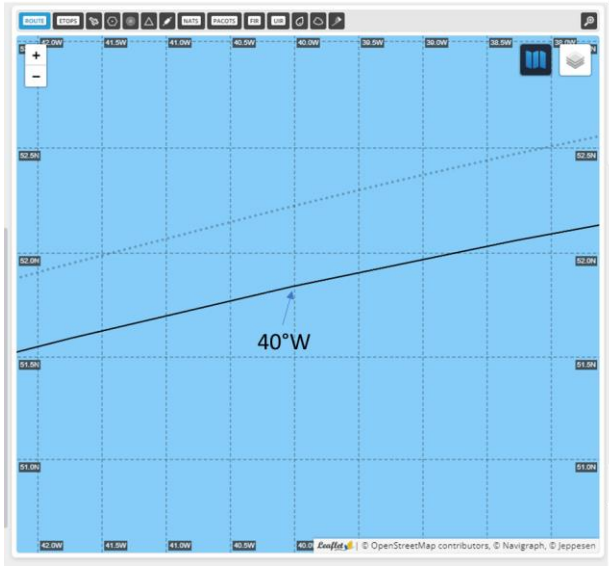
Orthodromie ?

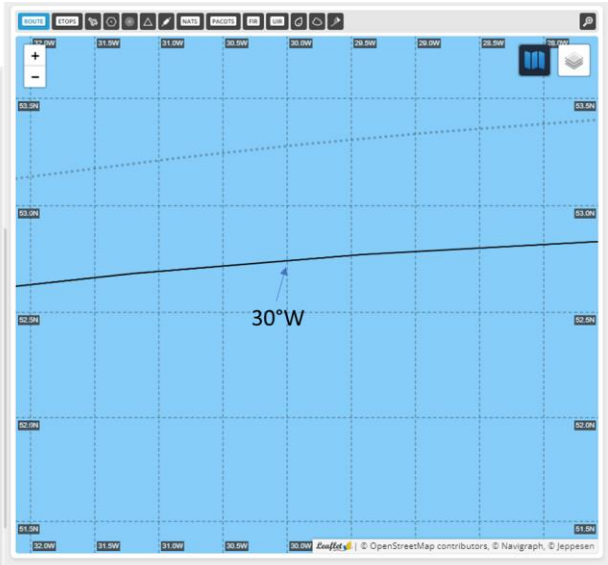
3. L’orthodromie - Simbrief est ton ami !

Reprenons le calcul de tout à l’heure.









Simbrief dessine donc bien l’orthodromie qui joint les points de la route

IVAO FRANCE

3. L'orthodromie - Simbrief est ton ami !

F-GITH/12 MAR/SNN-YQX Page 1

```
[ OFP ]
-----------------------------------------------------------------------
F-GITH    12MAR2023    EINN-CYQX   B744 FGITH   RELEASE 1001 12MAR23
OFP 1          SHANNON INTL-GANDER INTL
               WX PROG 1209 1212 1215 1218   OBS 1206 1206 1206 1206

  ATC C/S   FGITH        EINN/SNN   CYQX/YQX      CRZ SYS     CI 120
12MAR2023   FGITH        1015/1035  1442/1450     GND DIST      1740
B747-400 / CF6-80C2-B1F             STA  1500     AIR DIST      1888
                         CTOT:....                G/C DIST      1716
                                                  AVG WIND   237/045
MAXIMUM    TOW 396893  LAW 265350  ZFW 246071     AVG W/C       M036
ESTIMATED  TOW 291819  LAW 251474  ZFW 240000     AVG ISA       P003
                                                  AVG FF KGS/HR 9794
                                                  FUEL BIAS    P00.0
ALTN CYYT                                         TKOF ALTN  .......
FL STEPS EINN/0360/
-----------------------------------------------------------------------
DISP RMKS   NIL

-----------------------------------------------------------------------
         PLANNED FUEL
---------------------------------
FUEL           ARPT   FUEL   TIME
---------------------------------
TRIP            YQX  40345   0407
CONT 5%               2017   0012
ALTN            YYT   5105   0035
FINRES                4352   0030
---------------------------------
MINIMUM T/OFF FUEL   51819   0525
---------------------------------
EXTRA                    0   0000
---------------------------------
T/OFF FUEL           51819   0525
TAXI            SNN    907   0020
---------------------------------
BLOCK FUEL      SNN  52726
PIC EXTRA            .....
TOTAL FUEL           .....
REASON FOR PIC EXTRA ............
-----------------------------------------------------------------------
```

F-GITH/12 MAR/SNN-YQX Page 4

```
                              FLIGHT LOG
                              ----------

MOST CRITICAL MORA 02800 FEET AT TOD///MXSHR 07 AT TOBOR
-----------------------------------------------------------------------

OCEANIC CLEARANCE:
TOBOR 5050N FL360 .85

MAX OCEANIC ENTRY FL390
-----------------------------------------------------------------------
AWY                            FL   IMT   MN    WIND  OAT  EFOB  PBRN
POSITION    LAT      EET ETO MORA  ITT  TAS    COMP  TDV
IDENT       LONG    TTLT ATO DIS  RDIS   GS     SHR  TRP  AFOB  ABRN
FREQ
-----------------------------------------------------------------------
                                   273                    51.8   0.9
SHANNON INT N5242.1      ...  26   269         M104
EINN       W00855.5 0000 ...      1740  374                ....  ....

DCT                          360   272  .84 262/105  M60  45.1   7.6
T O C       N5239.7 0018 ...  20   267  478    M104  M03
           W01113.9 0018 ...  86  1654  374       4  372  ....  ....

DCT                          360   283  .85 252/096  M59  41.7  11.0
TOBOR       N5230.0 0021 ...  20   277  484    M093  M02
TOBOR      W01500.0 0039 ... 138  1516  391       7  373  ....  ....

SHANWICK OCEANIC FIR
-EGGX       N5229.0 0000 ...
           W01500.0 0039 ...   3  1513

GANDER FIR/UIR
-CZQX       N5124.8 0113 ...
           W03000.0 0152 ... 565   948

DCT                          360   269  .85 228/038  M53  14.5  38.2
N50W050     N5000.0 0137 ...  20   252  490    M026  P04
5050N      W05000.0 0329 ... 743   205  464       3  319  ....  ....

DCT                          360   270  .85 267/026  M51  13.0  39.7
T O D       N4935.7 0009 ...  28   250  494    M025  P06
           W05151.5 0338 ...  76   129  469       1  313  ....  ....

DCT                                                      11.5  41.3
GANDER INTL N4856.2 0029 ...
CYQX       W05434.1 0407 ... 129                          ....  ....
```

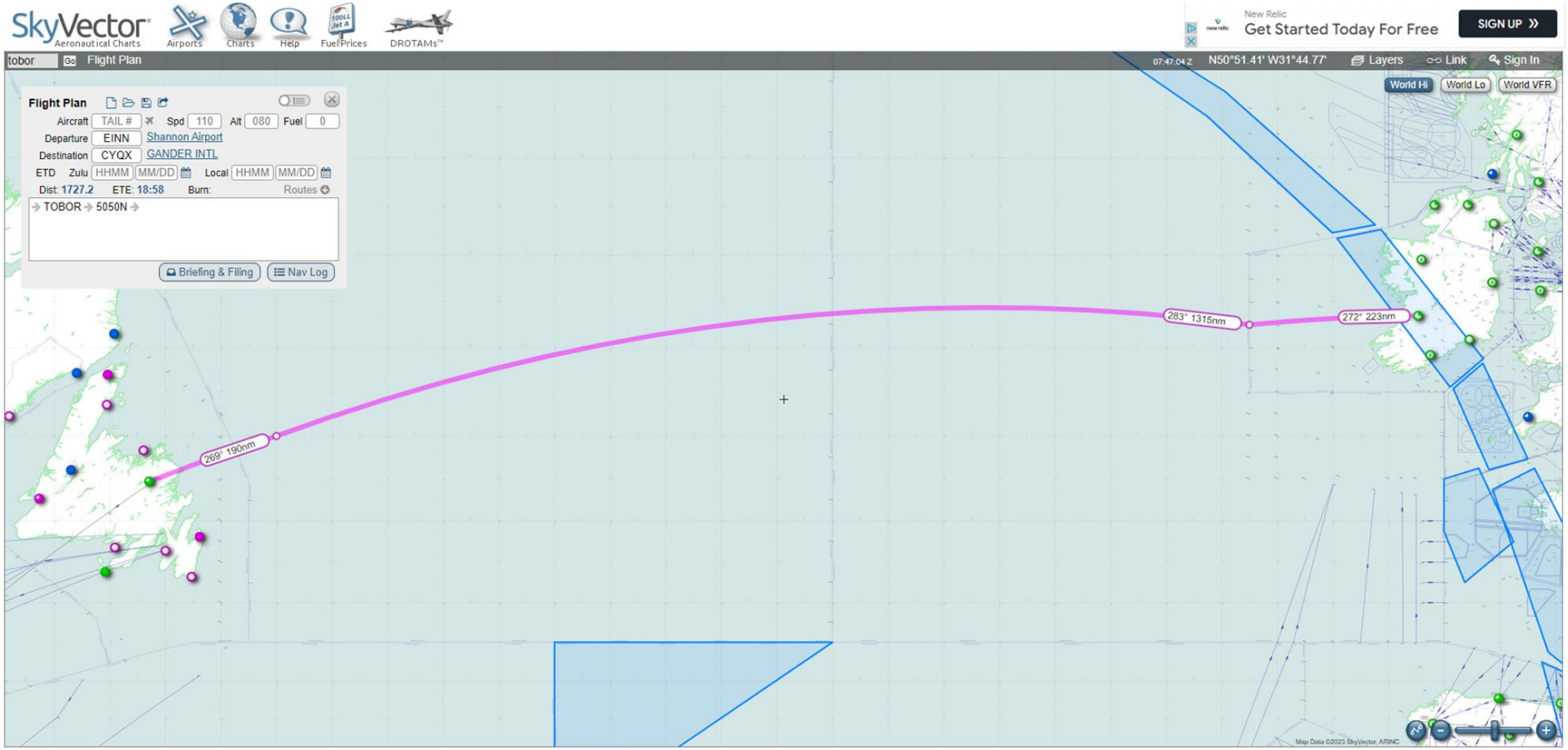
3 + 565 + 743 = 1311 Nm

Très proche des 1309Nm que nous avions trouvés

IVAO FRANCE

2. L’orthodromie - Skyvector est (aussi) ton ami !

Skyvector donne aussi l’orthodromie entre TOBOR et 5050N

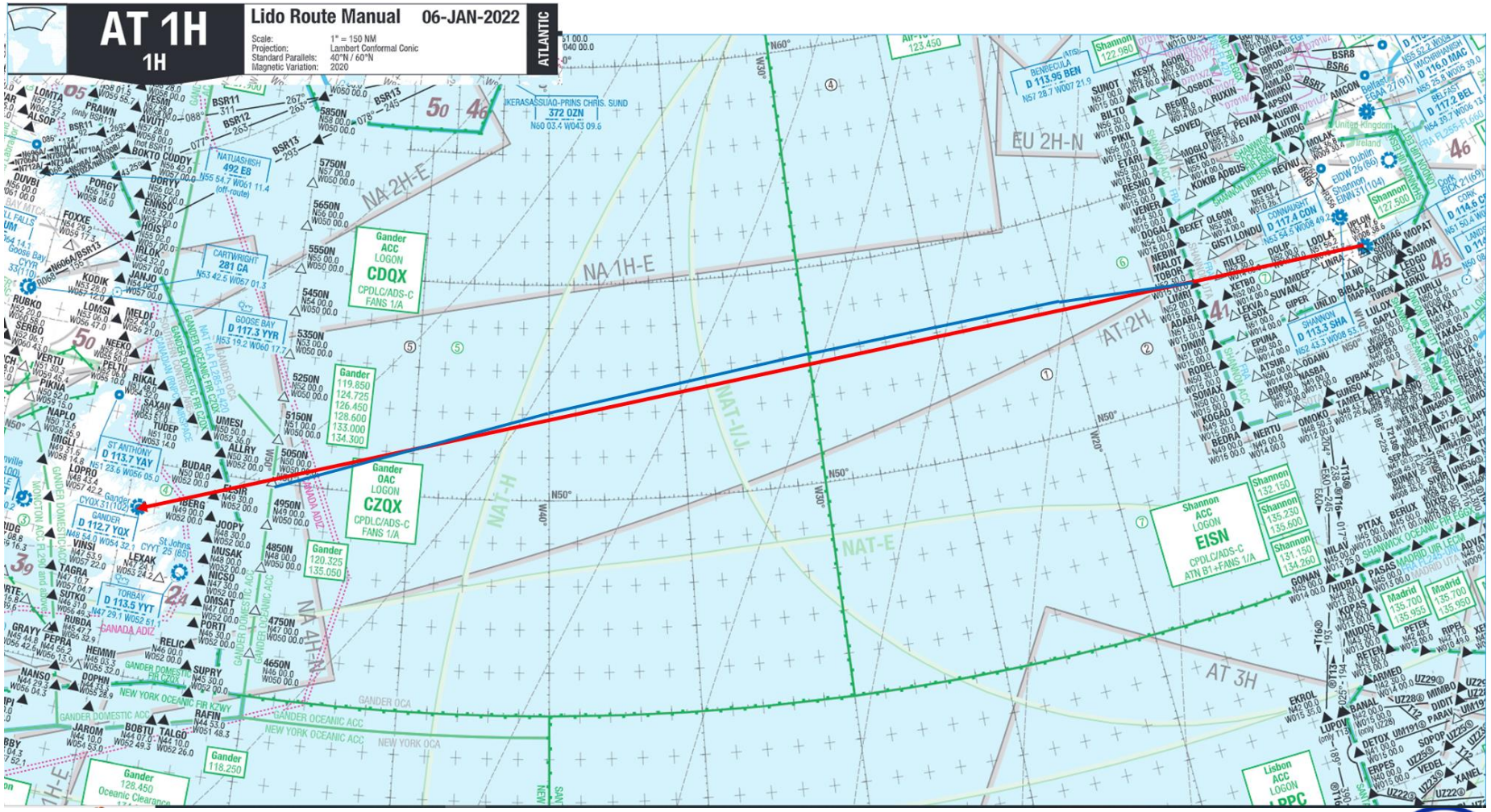


3. Et une fois dans le cockpit...

Toujours les 1309Nm trouvés par le calcul !

Le FMS fera suivre l'orthodromie entre les points du plan de vol

3. L’orthodromie, c’est magnifique !



En bleu la route en espace NAT HLA la plus proche de l’orthodromie :
TOBOR 53°N/020°W 53°N/030°W 52°N/040°W 50°N/050°W

IVAO FRANCE

DE A À B, C'EST PAS SORCIER !

Sommaire

1. Quelques notions avant de débuter
2. Les cartes
3. L'orthodromie, c'est magnifique !
4. Et la météo alors?
5. Comment suivre la route choisie ?

Point clés

- Pour naviguer à l'estime il faut déterminer la **Route Vraie** à suivre et la **Distance** à parcourir pour évaluer le temps de vol.
- Pour repérer une position sur la Sphère Terrestre on utilise les **Parallèles pour la Latitude** et les **Méridiens pour la Longitude**, exprimées en degrés et minutes d'angle.
- Par definition, **une minute de Latitude mesure un Mile Nautique** (Nm pour Nautical Mile en anglais). Comme dans la marine, les Vitesses sont exprimées en Noeuds (Knots Kts), c'est à dire en Nm par heure.
- 2 Types de cartes:
  - Mercator (Méridiens parallèles) déforme les surfaces, la ligne droite est une **Loxodromie**
  - Lambert (Méridiens convergent vers le pôle), la ligne droite entre 2 points est le chemin le plus court appelé **Orthodromie**
- L'orthodromie se calcule via des formules de trigonométrie, c'est le chemin le plus court entre 2 points du globe Terrestre;
- Simbrief, Skyvector sont des outils qui nous donnent les orthodromies entre 2 points, pour éviter d'avoir à faire le calcul nous-mêmes;

IVAO FRANCE

4. Et la météo alors ?

Pourquoi la météo est importante ?

Conso distance = Conso horaire / Ground Speed
(Indépendante de la température)

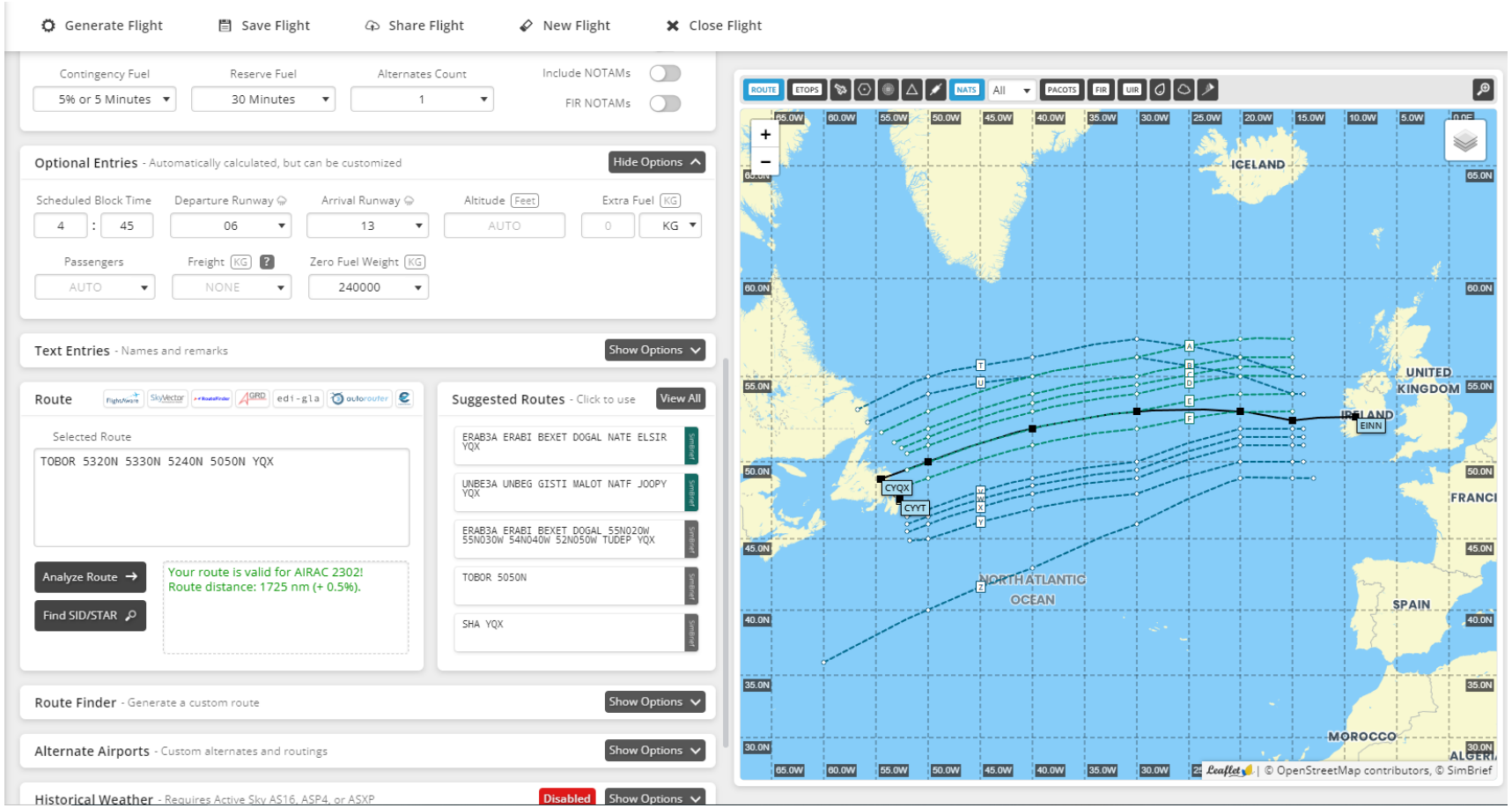
Relation entre Distance AIR et distance SOL :

$$\frac{D_{sol}}{GS} = \frac{D_{air}}{TAS} \text{ donc } D_{air} = Dsol \times \frac{TAS}{GS}$$

La route le plus économique est celle qui a la distance AIR (D_{air}) la plus faible.
Si on s'éloigne de l'orthodromie, la D_{sol} augmente, mais si le vent est plus favorable, la D_{air} pourra être plus faible que sur l'orthodromie

IVAO FRANCE

4. Et la météo alors ?



NATS

- Tracés définis tous les jours, dans les 2 sens (Est-Ouest le matin et Ouest-Est le soir)
- Définis en fonction du vent et de la densité de trafic;

Quel est le Track le plus efficient pour notre vol ?
Comparons la distance Air !

IVAO FRANCE

4. Et la météo alors ?

F-GITH/15 MAR/SNN-YQX Page 1

```
[ OFP ]
-------------------------------------------------------------------------
F-GITH    15MAR2023    EINN-CYQX   B744 FGITH   RELEASE 1025 15MAR23
OFP 1          SHANNON INTL-GANDER INTL
                       WX PROG 1509 1512 1515   OBS 1506 1506 1506

  ATC C/S    FGITH        EINN/SNN   CYQX/YQX      CRZ SYS     CI 120
15MAR2023    FGITH        0920/0940  1349/1357     GND DIST      1763
B747-400 / CF6-80C2-B1F              STA  1405     AIR DIST      1891
                       CTOT:....                  G/C DIST      1716
                                                  AVG WIND   244/035
MAXIMUM    TOW 396893  LAW 265350  ZFW 246071     AVG W/C       M031
ESTIMATED  TOW 291068  LAW 251375  ZFW 240000     AVG ISA       P001
                                                  AVG FF KGS/HR 9536
                                                  FUEL BIAS    P00.0
ALTN CYYT                                         TKOF ALTN  .......
FL STEPS EINN/0360/
-------------------------------------------------------------------------
DISP RMKS   NIL

-------------------------------------------------------------------------
         PLANNED FUEL
---------------------------------
FUEL           ARPT   FUEL   TIME
---------------------------------
TRIP            YQX  39693   0409
CONT 5%              1985   0012
ALTN            YYT   5038   0034
FINRES               4352   0030
---------------------------------
MINIMUM T/OFF FUEL   51068   0526
---------------------------------
EXTRA                    0   0000
---------------------------------
T/OFF FUEL           51068   0526
TAXI            SNN    907   0020
---------------------------------
BLOCK FUEL      SNN  51975
PIC EXTRA            .....
TOTAL FUEL           .....
REASON FOR PIC EXTRA .....
-------------------------------------------------------------------------
```

Avec notre route à la main :

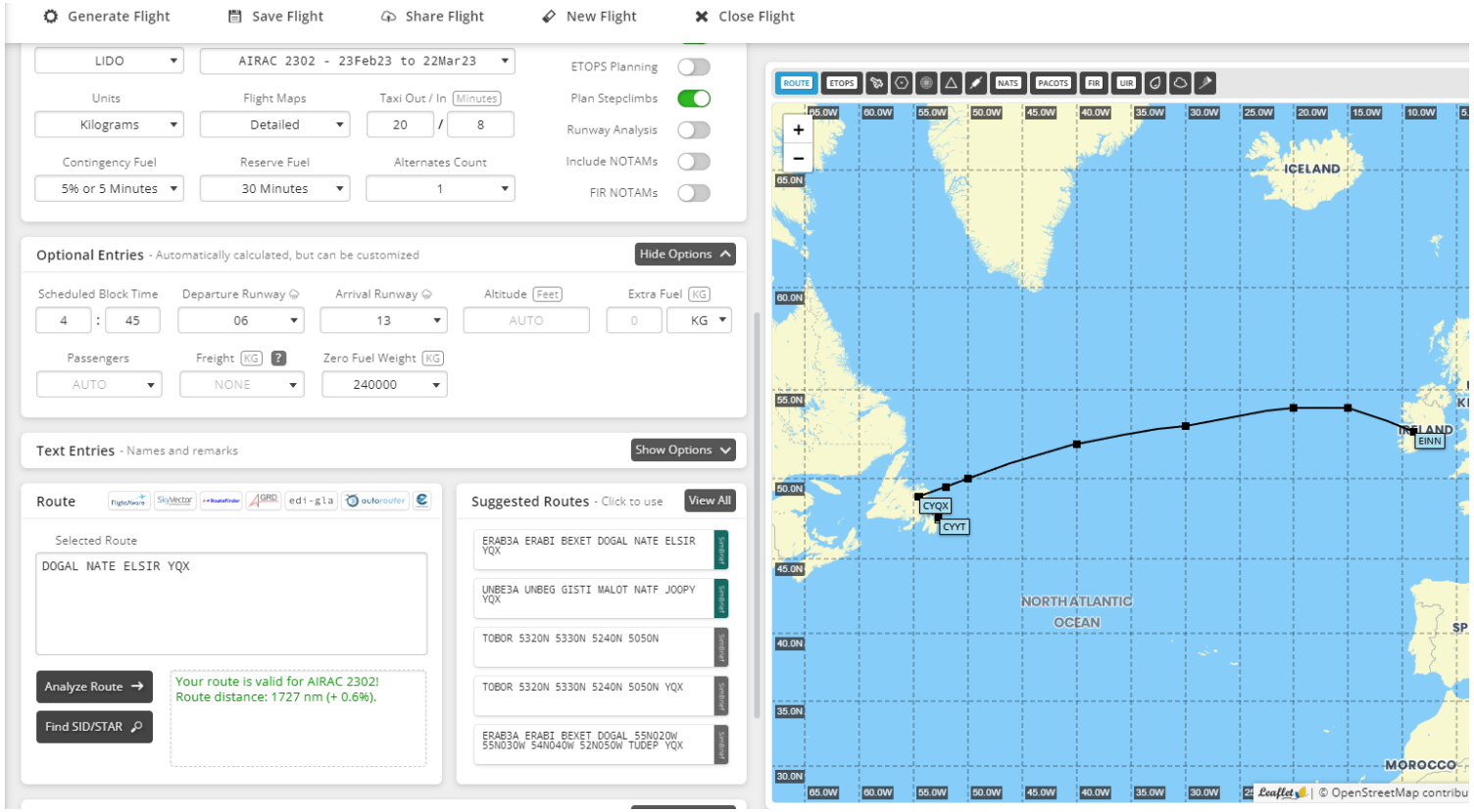
Distance Sol = 1763Nm

Distance Air = 1891Nm

Vent M031

IVAO FRANCE

4. Et la météo alors ?




```
F-GITH/15 MAR/SNN-YQX                                          Page 1
[ OFP ]
-------------------------------------------------------------------------
F-GITH     15MAR2023     EINN-CYQX    B744 FGITH    RELEASE 1040 15MAR23
OFP 3           SHANNON INTL-GANDER INTL
                          WX PROG 1509 1512 1515    OBS 1506 1506 1506

  ATC C/S    FGITH         EINN/SNN    CYQX/YQX       CRZ SYS      CI 120
15MAR2023    FGITH         0920/0940   1349/1357      GND DIST       1762
B747-400 / CF6-80C2-B1F                 STA  1405      AIR DIST       1888
                          CTOT:....                    G/C DIST       1716
                                                       AVG WIND    249/034
MAXIMUM     TOW 396893  LAW 265350  ZFW 246071         AVG W/C        M030
ESTIMATED   TOW 290708  LAW 251358  ZFW 240000         AVG ISA        P002
                                                       AVG FF KGS/HR 9474
                                                       FUEL BIAS      P00.0
ALTN CYYT                                              TKOF ALTN      .....
FL STEPS EINN/0360/DOGAL/0370
-------------------------------------------------------------------------
DISP RMKS    NIL

-------------------------------------------------------------------------
          PLANNED FUEL
-----------------------------------
FUEL            ARPT    FUEL    TIME
-----------------------------------
TRIP             YQX   39350    0409
CONT 5%                 1968    0012
ALTN             YYT    5038    0034
FINRES                  4352    0030
-----------------------------------
MINIMUM T/OFF FUEL     50708    0526
-----------------------------------
EXTRA                      0    0000
-----------------------------------
T/OFF FUEL             50708    0526
TAXI             SNN     907    0020
-----------------------------------
BLOCK FUEL       SNN   51615
PIC EXTRA              .....
TOTAL FUEL             .....
REASON FOR PIC EXTRA ............
-------------------------------------------------------------------------
FMC INFO:
```

Avec le NAT E :

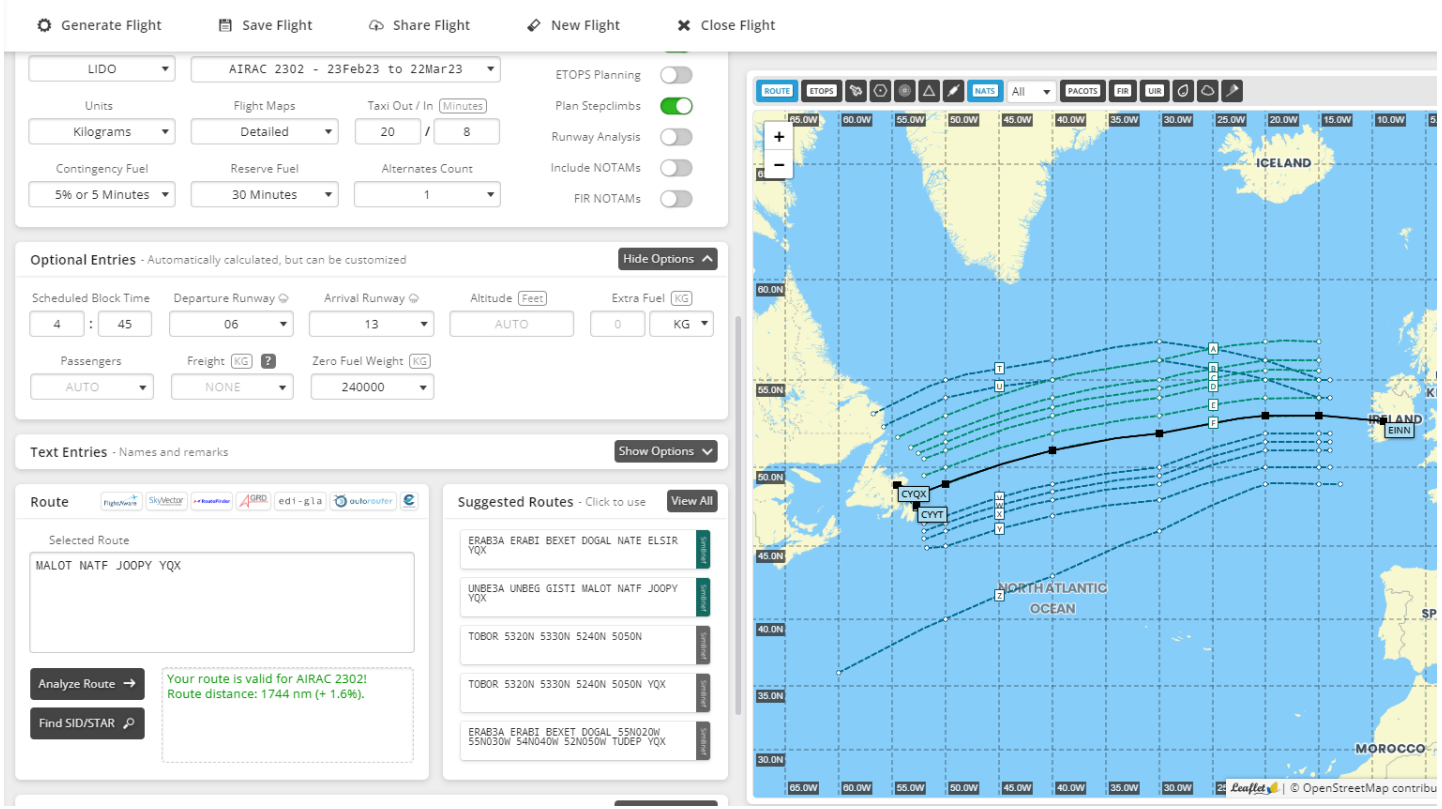
Distance Sol = 1762Nm

Distance Air = 1888Nm

Vent M030

La D_{air} est plus faible avec un vent un peu plus favorable

4. Et la météo alors ?



F-GITH/15 MAR/SNN-YQX Page 1

```
[ OFP ]
-----------------------------------------------------------------------
F-GITH     15MAR2023     EINN-CYQX    B744 FGITH    RELEASE 1045 15MAR23
OFP 4           SHANNON INTL-GANDER INTL
                          WX PROG 1509 1512 1515    OBS 1506 1506 1506

  ATC C/S    FGITH          EINN/SNN    CYQX/YQX       CRZ SYS      CI 120
15MAR2023    FGITH          0920/0940   1354/1402      GND DIST       1786
B747-400 / CF6-80C2-B1F                 STA  1405      AIR DIST       1922
                          CTOT:....                    G/C DIST       1716
                                                       AVG WIND    247/035
MAXIMUM     TOW 396893  LAW 265350  ZFW 246071         AVG W/C        M032
ESTIMATED   TOW 291449  LAW 251393  ZFW 240000         AVG ISA        P001
                                                       AVG FF KGS/HR 9446
                                                       FUEL BIAS      P00.0
                                                       TKOF ALTN      .......
ALTN CYYT
FL STEPS EINN/0360/MALOT/0370
-----------------------------------------------------------------------
DISP RMKS    NIL

-----------------------------------------------------------------------
          PLANNED FUEL
---------------------------------
FUEL           ARPT   FUEL   TIME
---------------------------------
TRIP            YQX  40056   0414
CONT 5%               2003   0013
ALTN            YYT   5038   0034
FINRES                4352   0030
---------------------------------
MINIMUM T/OFF FUEL    51449   0532
---------------------------------
EXTRA                     0   0000
---------------------------------
T/OFF FUEL            51449   0532
TAXI            SNN     907   0020
---------------------------------
BLOCK FUEL      SNN   52356
PIC EXTRA             .....
TOTAL FUEL            .....
REASON FOR PIC EXTRA ............
-----------------------------------------------------------------------
```

Avec le NAT F :

Distance Sol = 1786Nm

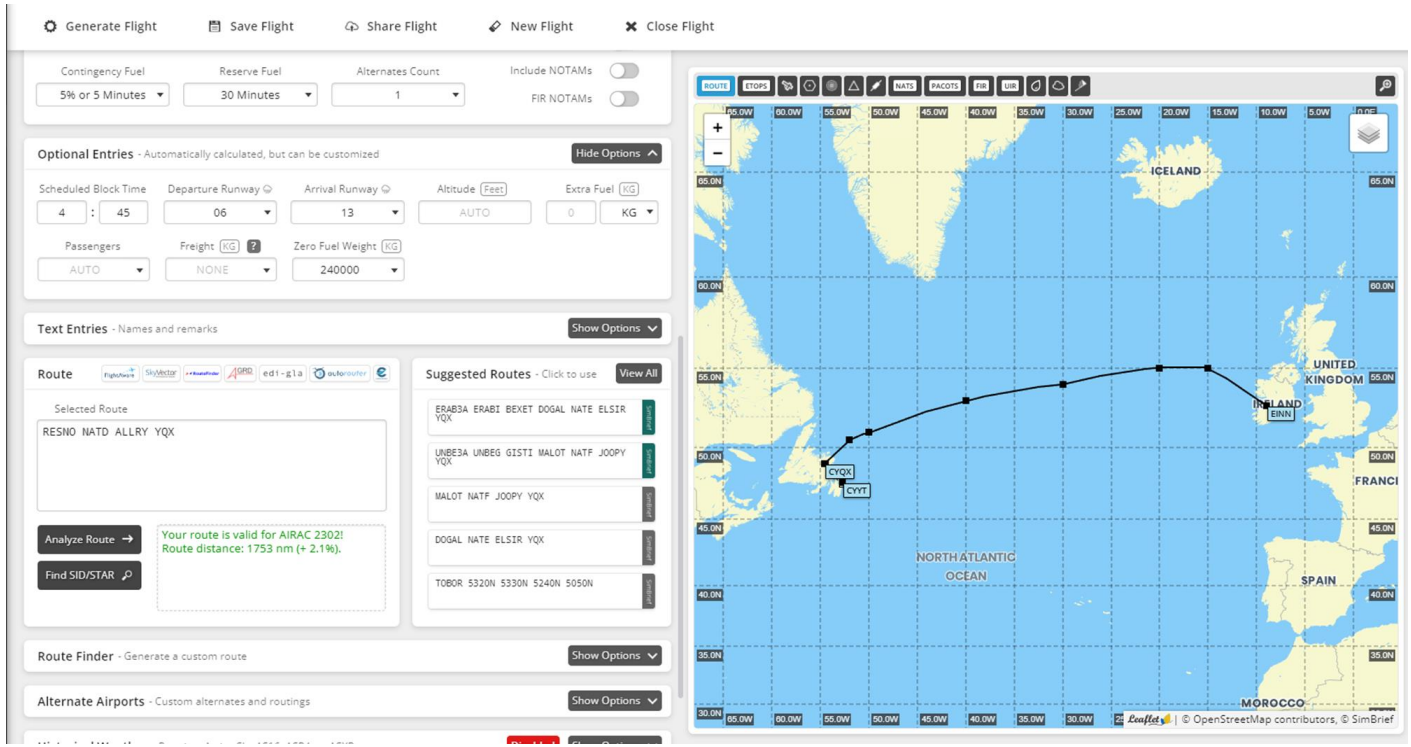
Distance Air = 1922Nm

Vent M032

D_{Air} augmente car D_{sol} augmente et vent plus défavorable

IVAO FRANCE

4. Et la météo alors ?



F-GITH/15 MAR/SNN-YQX Page 1

```
[ OFP ]
-----------------------------------------------------------------------
F-GITH    15MAR2023    EINN-CYQX   B744 FGITH   RELEASE 1532 15MAR23
OFP 1          SHANNON INTL-GANDER INTL
                        WX PROG 1509 1512 1515   OBS 1506 1506 1506

  ATC C/S   FGITH        EINN/SNN   CYQX/YQX      CRZ SYS     CI 120
15MAR2023   FGITH        0920/0940  1350/1358     GND DIST      1782
B747-400 / CF6-80C2-B1F             STA  1405     AIR DIST      1899
                        CTOT:....                 G/C DIST      1716
                                                  AVG WIND   249/033
MAXIMUM    TOW 396893  LAW 265350  ZFW 246071     AVG W/C       M028
ESTIMATED  TOW 290914  LAW 251367  ZFW 240000     AVG ISA       P001
                                                  AVG FF KGS/HR 9482
                                                  FUEL BIAS    P00.0
ALTN CYYT                                         TKOF ALTN  .......
FL STEPS EINN/0360/RESNO/0370/ALLRY/0380
-----------------------------------------------------------------------
DISP RMKS   NIL

-----------------------------------------------------------------------
         PLANNED FUEL
-----------------------------------
FUEL           ARPT   FUEL   TIME
-----------------------------------
TRIP            YQX  39547   0410
CONT 5%               1977   0013
ALTN            YYT   5038   0034
FINRES                4352   0030
-----------------------------------
MINIMUM T/OFF FUEL   50914   0528
-----------------------------------
EXTRA                    0   0000
-----------------------------------
T/OFF FUEL           50914   0528
TAXI            SNN    907   0020
-----------------------------------
BLOCK FUEL      SNN  51821
PIC EXTRA            .....
TOTAL FUEL           .....
REASON FOR PIC EXTRA ............
-----------------------------------------------------------------------
```

Avec le NAT D :

Distance Sol = 1782Nm

Distance Air = 1899Nm

Vent M028

D_{Air} augmente malgré le vent plus favorable car D_{sol} augmente

IVAO FRANCE

4. Et la météo alors ?

On choisit donc le NAT E

Le plan de vol Simbrief définit les éléments de l'orthodromie entre chaque point de la route.

```
MAX OCEANIC ENTRY FL390
-------------------------------------------------------------------------
AWY                              FL   IMT   MN     WIND  OAT  EFOB  PBRN
POSITION     LAT      EET ETO MORA  ITT  TAS     COMP  TDV
IDENT        LONG    TTLT ATO DIS  RDIS   GS      SHR  TRP  AFOB  ABRN
FREQ
-------------------------------------------------------------------------
                                 296                          50.7   0.9
SHANNON INT N5242.1       ...  33  292          M083
EINN        W00855.5 0000 ...      1762  395                  ....  ....

DCT                              360  296  .84 260/095  M60  43.9   7.7
T O C       N5309.4 0018 ...  20  290  478     M083  M03
            W01051.3 0018 ...  91 1671  395        4  372  ....  ....

DCT                              360  278  .85 251/094  M59  40.3  11.3
DOGAL       N5400.0 0023 ...  20  272  484     M077  M02
DOGAL       W01500.0 0041 ... 156 1515  407       11  366  ....  ....

SHANWICK OCEANIC FIR
-EGGX       N5359.9 0000 ...
            W01500.0 0041 ...   0 1515

E                                370  272  .85 236/072  M56  36.3  15.3
N54W020     N5400.0 0024 ...  20  264  489     M060  P01
N54W020     W02000.0 0105 ... 176 1339  429        8  346  ....  ....

E                                370  276  .85 211/032  M53  29.1  22.5
N53W030     N5300.0 0047 ...  20  264  491     M020  P04
N53W030     W03000.0 0152 ... 362  977  471        2  326  ....  ....

GANDER FIR/UIR
-CZQX       N5259.8 0000 ...
            W03000.0 0152 ...   0  977

E                                370  271  .85 253/008  M52  22.1  29.5
N52W040     N5200.0 0045 ...  20  256  493     M008  P05
N52W040     W04000.0 0237 ... 370  607  485        2  316  ....  ....

E                                370  267  .85 287/034  M53  14.5  37.1
N50W050     N5000.0 0052 ...  20  249  491     M029  P04
N50W050     W05000.0 0329 ... 396  211  462        0  318  ....  ....

E                                370  267  .84 260/038  M57  13.0  38.6
T O D       N4932.3 0010 ...  20  248  483     M037  P00
            W05151.2 0339 ...  77  134  446        0  347  ....  ....

E                                351  269  .84 258/038  M59  12.9  38.7
ELSIR       N4930.0 0001 ...  28  251          M037  M04
ELSIR       W05200.0 0340 ...   6  128  442           347  ....  ....
```

IVAO FRANCE

DE A À B, C'EST PAS SORCIER !

Sommaire

1. Quelques notions avant de débuter
2. Les cartes
3. L'orthodromie, c'est magnifique !
4. Et la météo alors?
5. Comment suivre la route choisie ?

Point clés

- Estimer la position revient à mesurer la route et la distance depuis le dernier point connu;
- Sur notre Terre, une sphère, il y a des méridiens (méridien de Greenwich) et des parallèles (l'équateur);
- C'est de là que viennent les unites de Nautiques Marins (Nm) et Knots (Nm/h);
- 2 Types de cartes:
  - Mercator (Méridiens parallèles) déforme les espaces aux poles
  - Lambert (Parallèles équidistants), la ligne droite entre 2 points et le chemin le plus court
- L'orthodromie se calcul via des formules de trigonométrie, c'est le chemin le plus court entre 2 points du globe Terrestre;
- Simbrief, Skyvector sont des outils qui nous donnent les orthodromies entre 2 points, pour éviter d'avoir à faire le calcul nous-mêmes;
- La meilleure route est celle qui a la Distance AIR la plus faible
- NATS sont des tracks publiés quotidiennement qu'utillisent les avions pour traverser l'Atlantique nord.

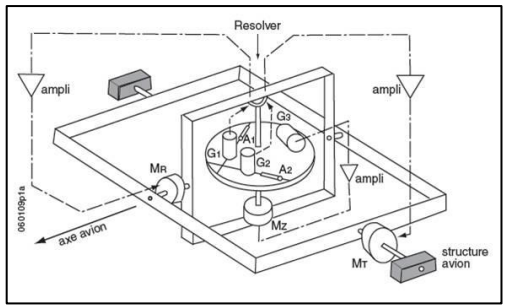
IVAO FRANCE

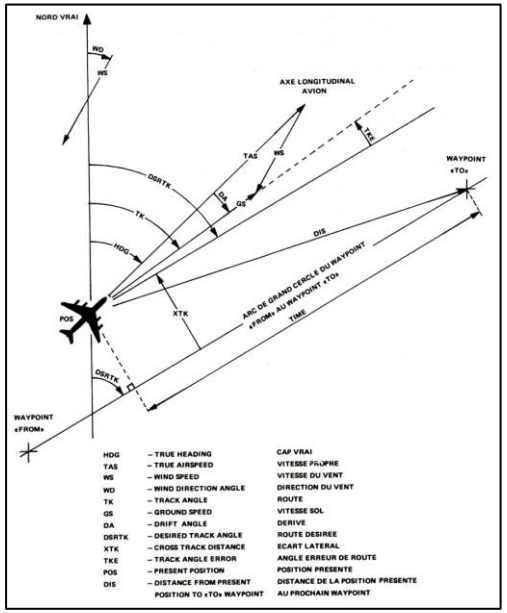
5. Comment suivre la route choisie ?

Principe de la navigation par intertie

- Sur deux axes perpendiculaires :
  - Mesure de l'accélération γ
  - Calcul de la vitesse : $v = \gamma t + v_0$
  - Calcul du déplacement : $x = ½ \gamma t^2 + v_0 t + x_0$
- Il faut donc connaitre:
  - x_0 (position initiale – entrer les coordonner GPS dans le système)
  - V_0 (vitesse initiale – par exemple 0 si à l'arrêt).

Inertial Navigation System (INS)

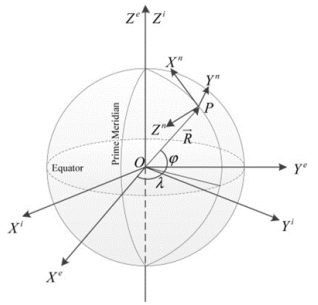




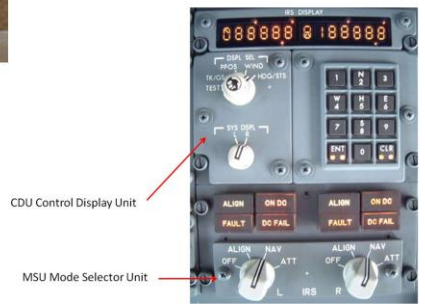
Centrale DELCO Carousel IV

Inertial Reference System (IRS)

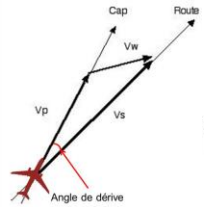
Gyrolaser



Centrale IRS



Triangle des vitesses



$\vec{Vs} = \vec{Vp} + \vec{Vw}$

(GS = TAS + Vw)

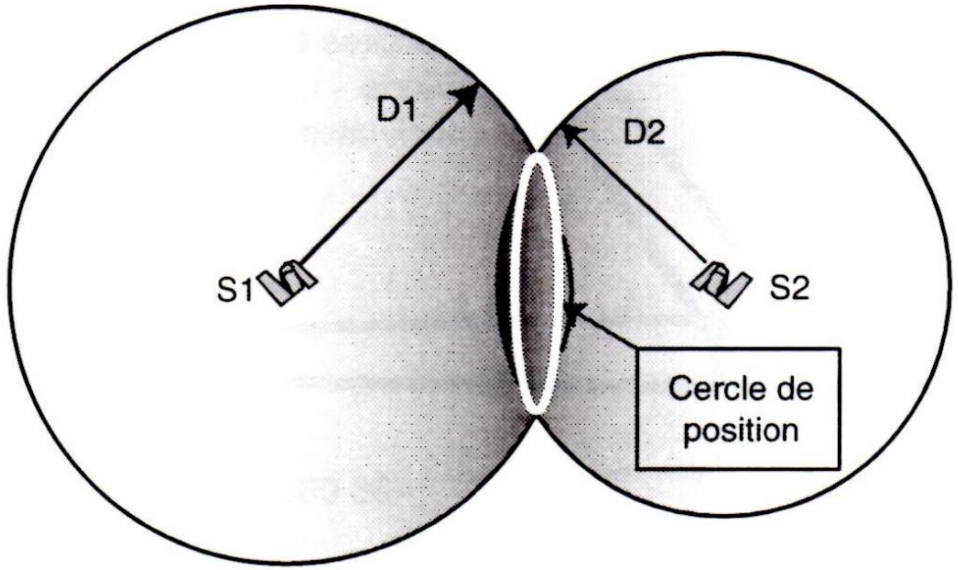
IVAO FRANCE

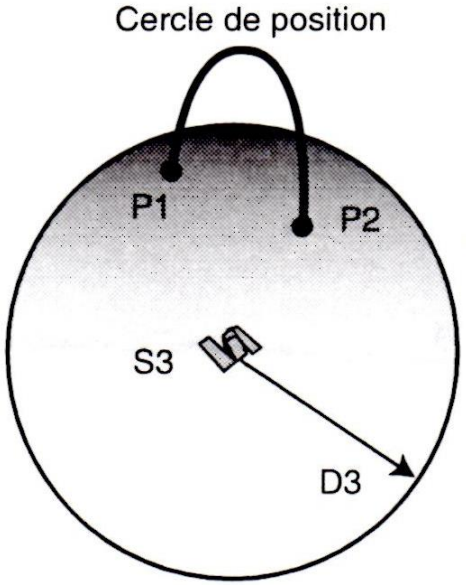
5. Comment estimer la position de l'avion ?

Global Positionning System (GPS)

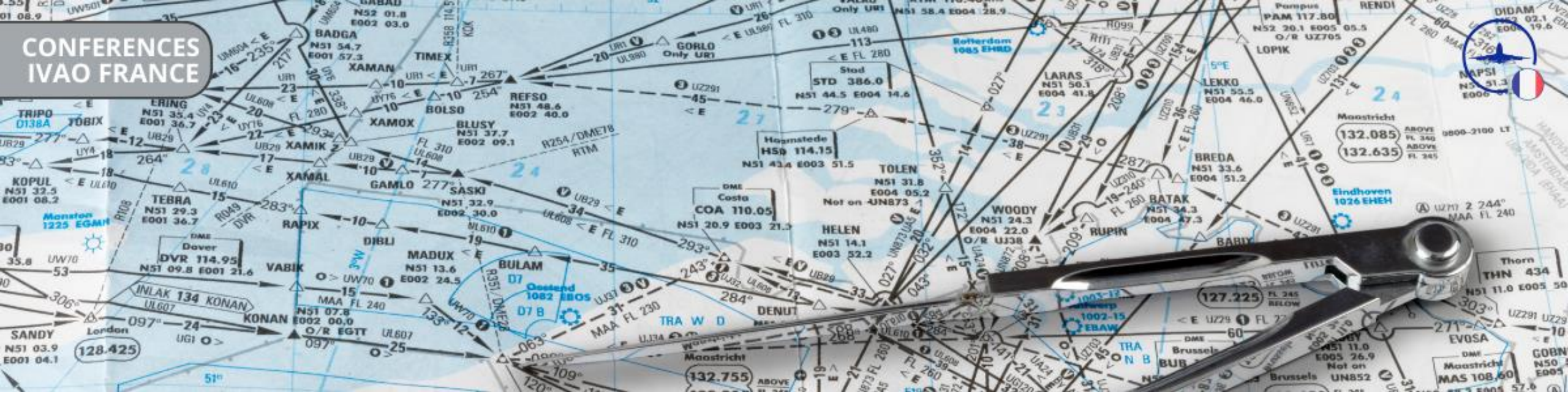
- En aviation commerciale, il est le plus souvent utilisé pour recaler la position du FMS : ce n'est pas un système autonome (on ne l'utilise seul pas comme sur notre smartphone).

- Il faut plusieurs satellites pour déterminer une position exacte : c'est en combinant des distances Satellite – Terre que l'on va pourvoir determiner plusieurs possibilités, un cercle de position possible, puis 2 positions possibles sur ce cercle, puis une seule position possible.





IVAO FRANCE



MERCI DE VOTRE PARTICIPATION

IVAO
FRANCE

Document édité la Division IVAO France, toute réutilisation doit faire l'objet d'une autorisation écrite. 2023 tous droits réservés