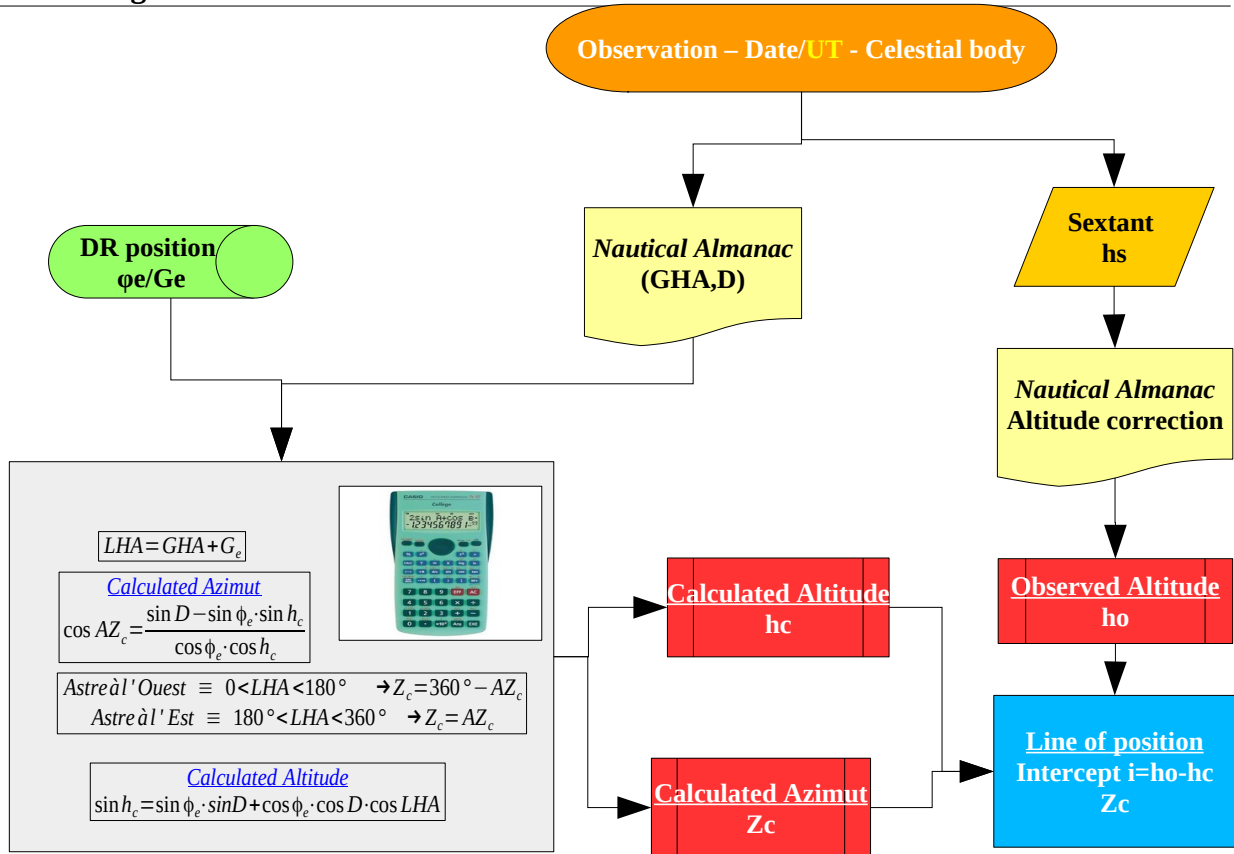


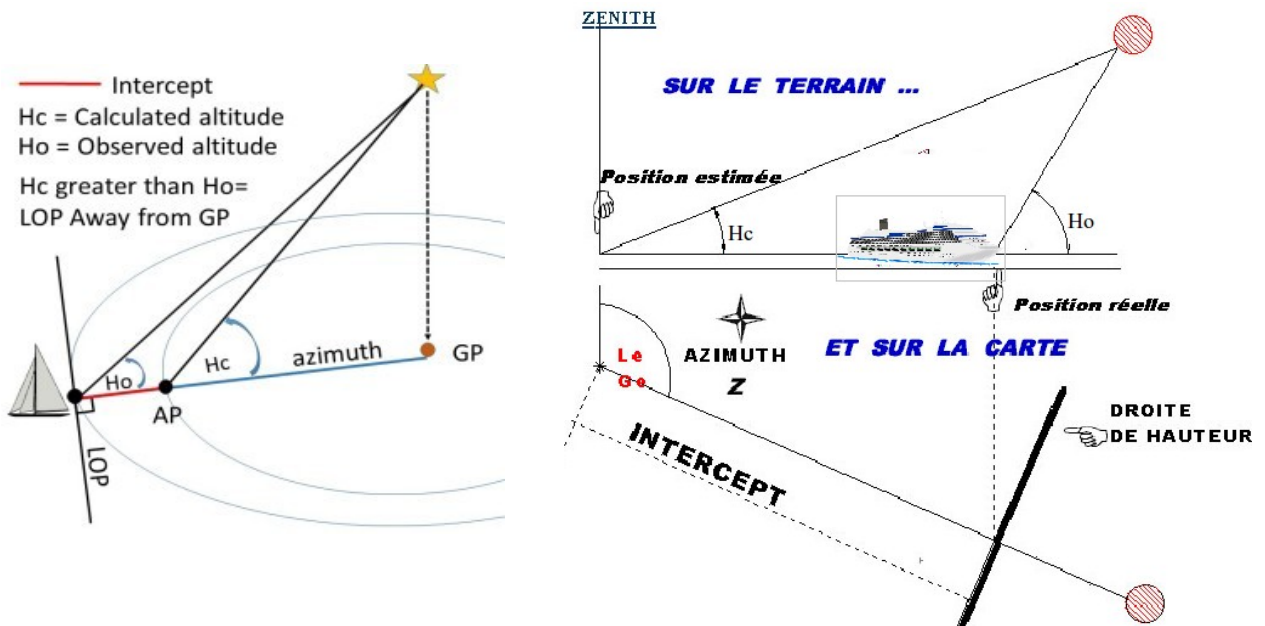
NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	<i>ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE</i>	1/12

PRINCIPE DE LA DROITE DE HAUTEUR DE MARCQ ST HILAIRE

Méthodologie

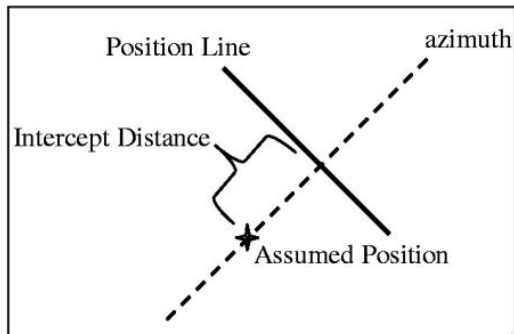


Droite de hauteur



NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	2/12

Tracé de la droite de hauteur



L'intercept $i=ho-hc$ peut être positif ou négatif :

- si positif, on trace la droite perpendiculaire à l'azimut de l'astre à une distance i VERS (TOWARDS) l'astre ;
- si négatif, on trace la droite perpendiculaire à l'azimut de l'astre à une distance i A L'OPPOSE (AWAY) de l'astre.

Exemple

On relève Dubhe à 22h13 et on détermine l'intercept et le relèvement suivant
 $I= +7,2M / Zc=322^\circ$

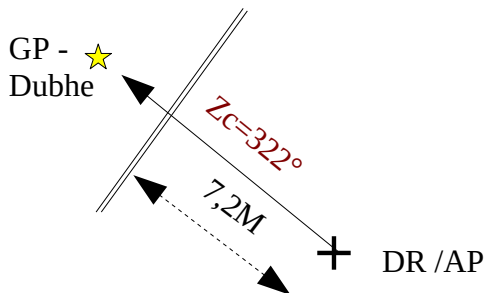


Illustration 2: Principe intercept

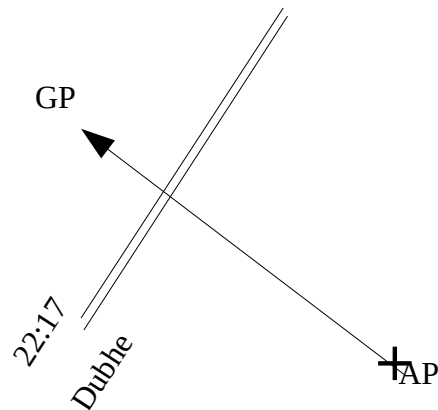


Illustration 1: Les notations et écritures des intercepts

Procédure

1. Déterminer la hauteur observer

- Mesurer la hauteur H_s d'un astre au dessus de l'horizon
- Noter l'heure d'observation
- Corriger la hauteur sextant pour obtenir la H_o via le Nautical Almanac

2. Calculer la hauteur calculée

- **Déterminer une position approchée AP (assumed position) ou une position estimée (DR) ;** cette position doit, si possible se trouver à moins de 50M de la position réelle (voire même 100M sans que cela n'introduise trop d'erreur).
- **Calculer la hauteur H_c and azimuth Z_c** pour un observateur placé à la position définie ci dessus.

3. Calculer l'intercept : $i= ho-hc$

4. Sur le plotting sheet

- **Porter la position approchée (AP) ou la position estimée (DR) ;**
- Tracer une droite dans la direction de l'azimut Z_c
- Mesurer la distance de l'intercept le long de la ligne d'azimut
 - vers l'astre si $H_o > H_c$
 - à l'opposé de l'astre si $H_o < H_c$.
- Tracer une perpendiculaire à la ligne d'azimut : cette droite est la ligne de position.

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	3/12

CANEVAS DE MERCATOR / PLOTTING SHEET

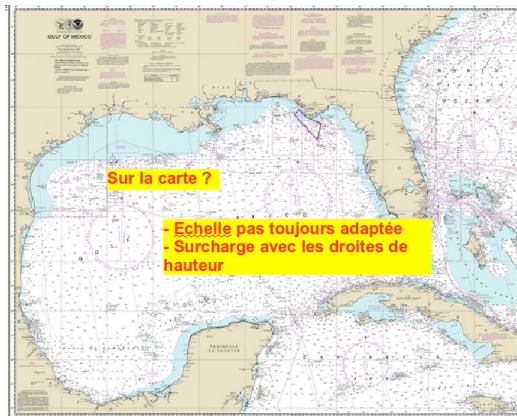


Illustration 3: Extrait de carte marine

Le point astronomique se détermine en portant les tracés sur un canevas de Mercator ou un plotting sheet ; d'une part parce que l'échelle de la carte n'est pas forcément adaptée et d'autre part parce que le tracé des droites de hauteur amène de la surcharge sur la carte.

On utilise donc des canevas de Mercator / plotting sheet pour garantir un schéma conforme (i.e. qui conserve les distances et permet de naviguer à cap constant).

Le canevas traditionnel (échelle locale)

On détermine une échelle de longitude arbitrairement et on crée une échelle locale pour la latitude moyenne désirée (latitude du point estimée).

On crée une échelle locale (fonction de $\cos \varphi_m$) :

- elle est constante sur les longitudes ;
- elle est croissante sur les latitudes ; mais cette croissance est faible jusqu'à 60° .

On peut considérer pour un canevas destiné à l'estime ou à la navigation astronomique que l'échelle des latitudes reste constante localement (15-20M) et **négliger l'influence des latitudes croissantes**.

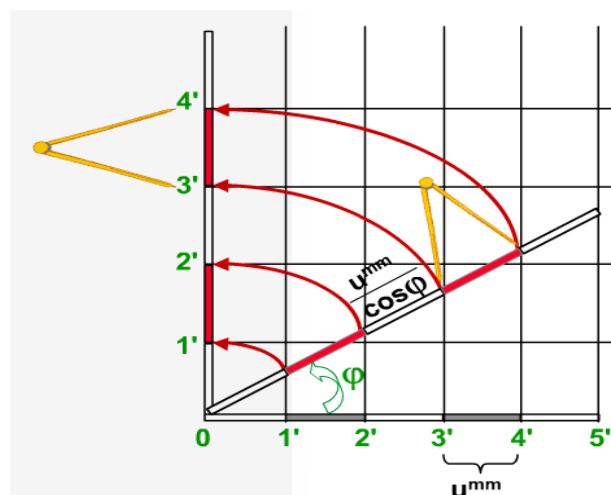


Illustration 4: Principe de construction d'un canevas de Mercator local

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	4/12

Universal Plotting sheet

Sur l'UPS l'échelle des latitudes est déjà définie ; un graphe permet de définir l'échelle des longitude
 Ci après un exemple pour une latitude de 40°N

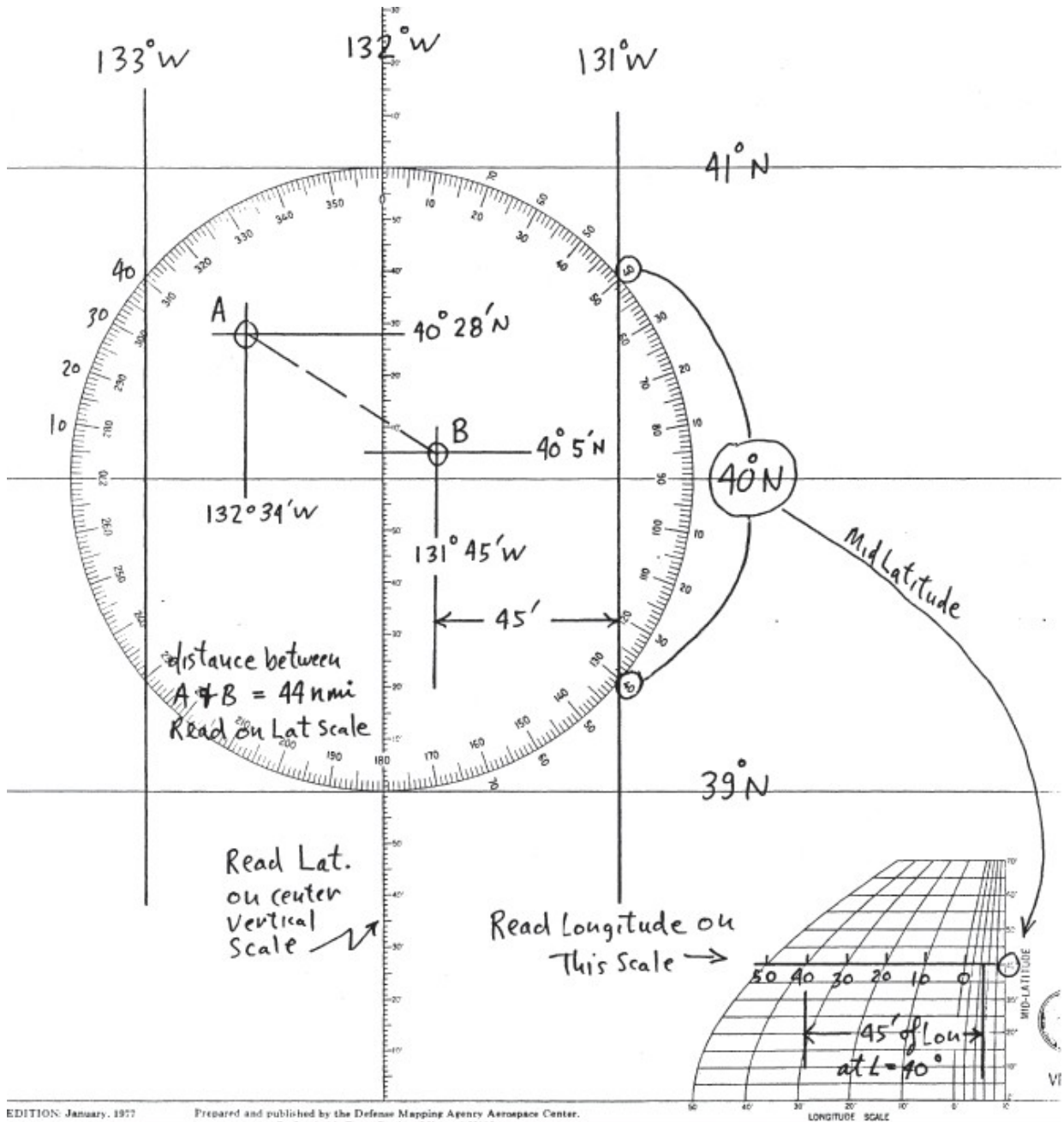


Illustration 5: Universal Plotting sheet (UPS)

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	5/12

EXEMPLE 1 – DROITE DE HAUTEUR D'UNE ÉTOILE

In the evening, 17th July 1981, at DR position 40° 25'N, 32° 40'W, the chronometer showed 10h 21min 07s, chronometer error 4min 09s fast.
 Observed Star Dubhe with sextant altitude 43° 32,0' and star Deneb with sextant altitude 38° 12,3' ; index error 2,3' on the arc ; height of eye 15 m.
 Find intercepts and positions lines.

Define GMT

Chronometer Time	10h 21min 07s	
Chronometer Error	- 4min 09s	Fast - / Slow +
Time GMT [12h]	10h 16min 58s	Time on 12h
GMT	22h 16min 58s	Time on 24h (on the evening => +12h)

Intercept for Dubhe

Define LHA et D for Dubhe

GHA _γ	265° 38,0'	NA - à l'heure ronde = 22h00
+ ΔGHA _γ	4° 15,2'	Pour Δt = 15min 58s
= GHA _γ	269° 53,2'	À l'heure précise = 22h 15min 58s
+ SHA _{Dubhe}	194° 21,9'	NA
GHA _{Dubhe}	104° 15,1'	464°15,1' [360°]
- Ge	- 32° 40,0'	
LHA_{Dubhe}	71°35,1'	

$$D_{\text{Dubhe}} = 61^{\circ} 51, 4' \text{N}$$

Calculate hc

$$\begin{aligned} \sin h_c &= \sin \phi_e \cdot \sin D + \cos \phi_e \cdot \cos D \cdot \cos LHA \\ &= \sin(40^{\circ} 25') \cdot \sin(61^{\circ} 51, 4') + \cos(40^{\circ} 25') \cdot \cos(61^{\circ} 51, 4') \cdot \cos(71^{\circ} 35, 1') \\ &= 0,685 \\ \rightarrow h_c &= 43^{\circ} 14,7' \end{aligned}$$

$$H_c = 43^{\circ} 14,7'$$

Calculate Zc

$$\begin{aligned} \cos AZ_c &= \frac{\sin D - \sin \phi_e \cdot \sin h_c}{\cos \phi_e \cdot \cos h_c} \\ &= \frac{\sin(61^{\circ} 51, 4') - \sin(40^{\circ} 25') \cdot \sin(43^{\circ} 14,7')}{\cos(40^{\circ} 25') \cdot \cos(43^{\circ} 14,7')} \approx 0,78901 \\ \rightarrow AZ_c &\approx 38^{\circ} \\ LHA = 71^{\circ} 35,1' \rightarrow Z_c &= 360^{\circ} - AZ_c \end{aligned}$$

$$Z_c = 322^{\circ}$$

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	6/12

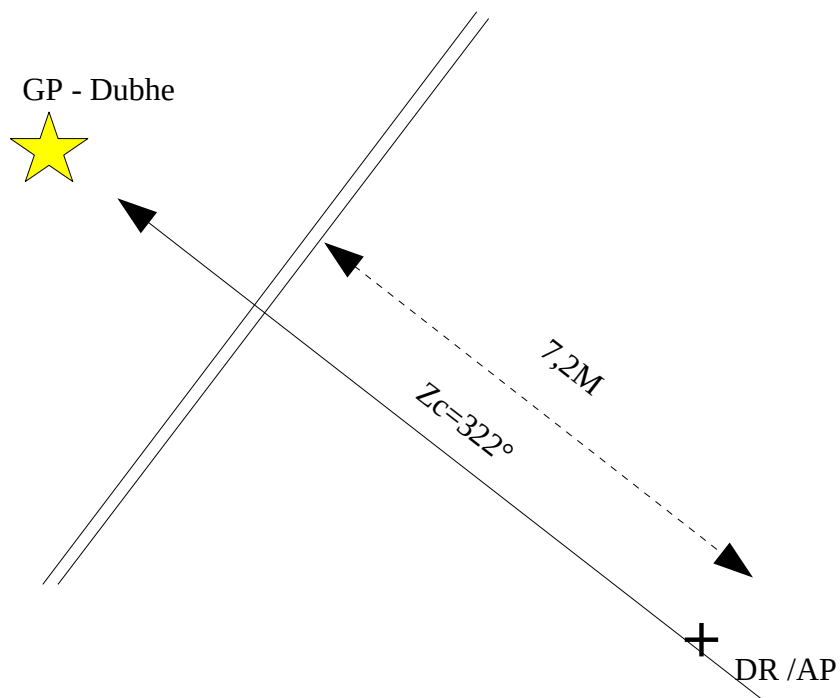
Calculate ho

hs	43°32,0'
+ IC	-2,3'
+ Dip	-6,8'
ha	43° 22,9'
+Alt. Main correction	-1,0'
-30' for upper limb (Moon)	
+U,L, correction for Moon	
+Additional correction for Venus	
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	
ho	43°21,9'

Calculate the intercept/LOP

ho	43°21,9'		
- hc	-	43° 14,7'	
= i	+	7,2'	Zc= 322°

Draw the LOP



NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	7/12

Intercept for Deneb

Define LHA et D for Deneb

GHA _γ		NA - à l'heure ronde	
+ΔGHA γ		Pour Δt	
= GHA _γ		À l'heure précise	
+ SHA _{Deneb}		NA	D_{Deneb} =
GHA _{Deneb}			
- Ge			
LHA_{Deneb}			

Calculate hc

"

Hc =

Calculate Zc

Zc = °

Calculate ho

hs	
+ IC	
+ Dip	
ha	
+Alt. Main correction	
-30' for upper limb (Moon)	
+U,L, correction for Moon	
+Additional correction for Venus	
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	<i>ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE</i>	8/12

ho	
-----------	--

Calculate the intercept/LOP

ho	
- hc	
= i	Zc=

Draw the LOP

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	9/12

EXEMPLE 2 - DROITE DE SOLEIL OU PLANETE

At 0900 LMT, 25th October 1981, DR position 43°15'N, 38°25'W, the chronometer shows 11h 40min 32s, chronometer error is 2m 20s slow. Sextant altitude of the sun's lower limb is 24°02.3'; index error 1.5' off the arc; height of eye 12 m. Find intercept and position line :

Define GMT

LMT		Chronometer Time	
Ge		Chronometer Error	Fast - / Slow +
GMT _(DR)		Time (12h)	
		GMT(sight)	Time on 24h

Define LHA et D for Dubhe

GHA		NA - à l'heure ronde =	D =
+ΔGHA		Pour Δt=	
= GHA		À l'heure précise =	
- Ge			
LHA		À l'heure précise =	

Calculate hc

$$\sin h_c = \sin \phi_e \cdot \sin D + \cos \phi_e \cdot \cos D \cdot \cos LHA$$

„

Hc =

Calculate Zc

$$\cos AZ_c = \frac{\sin D - \sin \phi_e \cdot \sin h_c}{\cos \phi_e \cdot \cos h_c}$$

Zc =

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	10/12

Calculate ho

hs	
+ IC	
+ Dip	
ha	
+Alt. Main correction	
-30' for upper limb (Moon)	
+U,L, correction for Moon	
+Additional correction for Venus	
+Additional refraction correction (non standard Temp/pression)	
ho	

Calculate the intercept/LOP

ho	
- hc	
= i	Zc=

NAV-ASTRO	DROITES DE HAUTEUR	V2.2 – 03/22
A. Charbonnel	<i>ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE</i>	11/12

TRANSPORT DE DROITES DE HAUTEUR

Observations séparées d'une durée de 1h à 4h

C'est le cas des observations diurnes où l'on observe un même astre à différents moments de la journée.

1- Pour chaque observation, on utilise un point estimé **différent** (P1, P2, P3) pour les calculs et les tracés de chaque droite de positions aux instants t1, t2, t3.

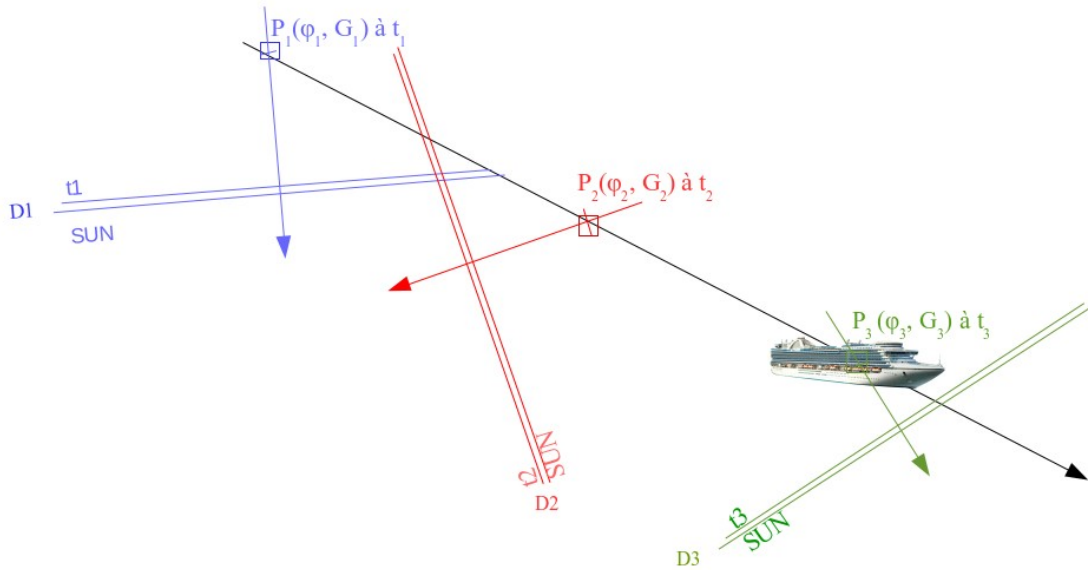


Illustration 6: Différentes droites de hauteur séparées par des durées importantes

2- Pour obtenir la position à l'instant t3, on transporte les droites obtenues à t1 et t2 suivant la Rf et la distance parcourue entre (t3,t2) et (t3, t1)

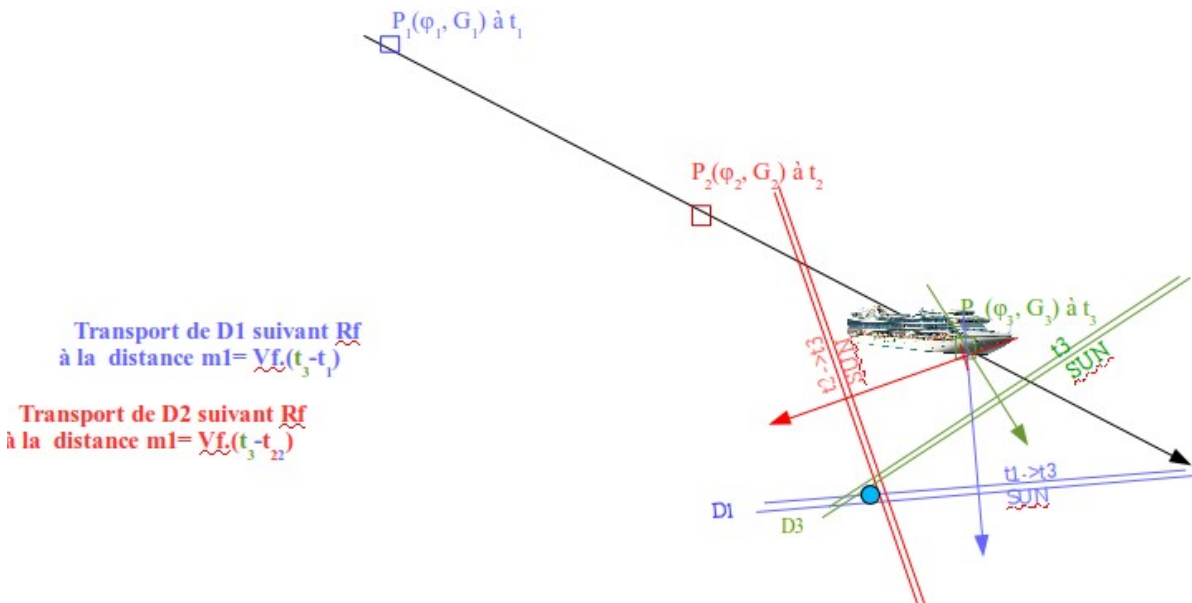


Illustration 7: Point par transport des droites de hauteur

ENSM Le Havre	DROITES DE HAUTEUR	V2.1 – 06/19
A. Charbonnel	ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES – MARCQ ST HILAIRE	12/12

Cas d'observations quasi simultanées

Il s'agit d'observations crépusculaires séparées de quelques minutes.

- 1-On utilise un **point estimé commun pour les calculs et les tracés** des droites de positions aux instants t_1 , t_2 , t_3 ;
- 2 -On transporte de la distance parcourue dans le Δt dans le sens de la Rf.

