



# **Initiation à la navigation astronomique**

## **La droite de hauteur**



## La droite de Hauteur

Toutes les personnes qui observent le même astre au même instant sous le même angle se trouvent sur un même cercle. Ce cercle s'appelle le cercle de hauteur.

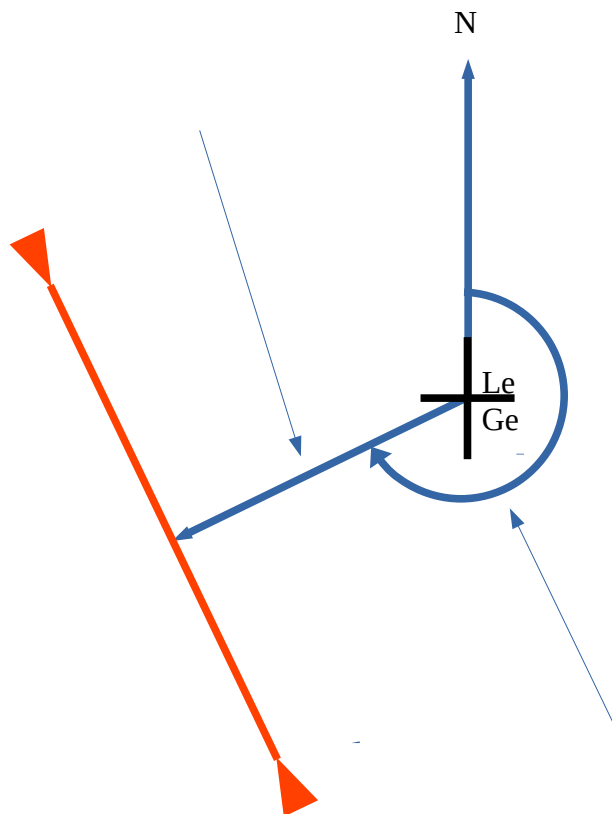
A l'échelle d'une carte marine la portion du cercle peut être considérée comme une droite

Pour tracer la droite de hauteur sur la carte il faut connaître l'intercept et l'azimut de l'astre.

L'intercept est la distance entre la position estimée et la droite de hauteur.

L'azimut est la direction dans laquelle est observée l'astre.

- Placer l'intercept et l'azimut sur la figure



# Coordonnées horaires

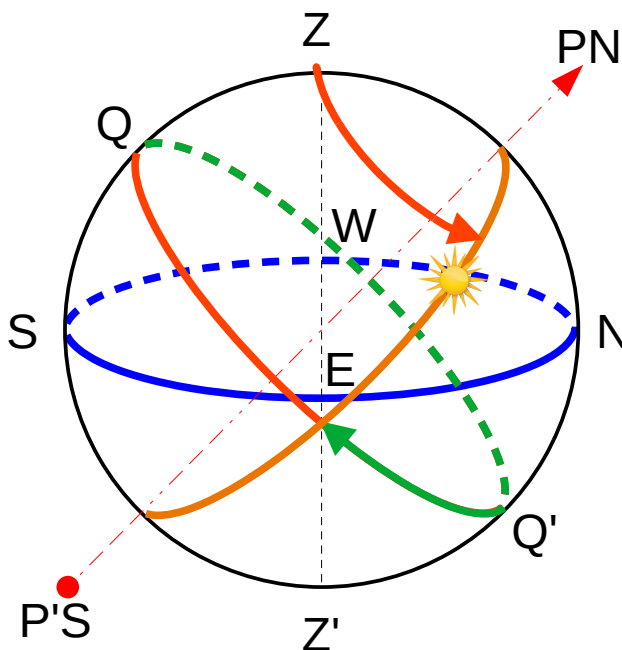
## Ahvg : Angle horaire du Soleil

Angle mesuré entre le méridien supérieur du lieu et le cercle horaire du Soleil.  
(cercle horaire = cercle de déclinaison = méridien de l'astre) L'Ahvg se compte 0 à 360° vers l'ouest

## Angle au pôle : P

Angle formé au pôle élevé entre le méridien supérieur du lieu et le cercle horaire de l'astre. L'angle au pôle se compte de 0 à 180° à partir du méridien supérieur du lieu vers l'Est ou vers l'Ouest jusqu'au cercle horaire de l'astre

- Placer sur la figure l'Ahvg et l'angle au Pôle



## Relation entre Ahvg et P

### Le soleil est dans l'Est

$$180^\circ < \text{Ahvg} < 360^\circ$$
$$P = 360^\circ - \text{Ahvg}$$

### Le soleil est dans l'Ouest

$$0 < \text{Ahvg} < 180^\circ$$
$$P = \text{Ahvg}$$

# Le calcul de la droite

Le calcul de la droite de hauteur se fait en sept étapes

- Mesurer la hauteur instrumentale et relever l'heure de l'observation
- Calcul de l'angle horaire pour la longitude estimée
- Calcul de l'angle au pôle
- Calcul de la déclinaison
- Calcul de la hauteur vraie
- Calcul de la hauteur estimée
- Calcul de l'intercepte
- Calcul de l'azimut

## Exemple

### Mesure de la hauteur instrumentale et relevé de l'heure de l'observation

Date : Mardi 13 février 2024 , Heure locale de l'observation (Heure TU -1 ) 15 h 14m 06s.

Position estimée : Le : 39° 22' N Ge : 20° 50' W

Hauteur instrumentale : 25° 43,9'

Collimation : +3'

Élévation de l'œil 3 m

### Transformer l'heure locale en heure TU

15h 14 m 06s + 1h = **16h 14 m 06 s**

### Calcul de l'angle horaire pour la longitude estimée

Ahv0 : angle horaire du soleil à Greenwich à l'«heure ronde »

dAh : variation de l'angle horaire pour la différence de temps entre l'heure ronde et l'heure de l'observation

Ahvp : angle horaire à Greenwich pour l'heure de l'observation

G : longitude estimée . Attention aux signes **G EST - , G West +**

Ahvg : angle horaire du soleil au lieu G, à l'heure de l'observation

$$Ahvp = Ahv0 + dAh \quad Ahvg = Ahvp - G$$

Ahv0 angle horaire du soleil

Var Ah : variation horaire de Ah,

Ahvp = Ahvo + dAh

- si G Est, +si G West

Ahv0 = 56°27,3'

+ dAh = 3°31,5'

Ahvp = 59°58,8'

G = 20°50'

Ahvg = 39°08,8'

### Calcul de l'angle au pôle

180° < Ahvg < 360° P = 360° - Ahvg

0 < Ahvg < 180° P = Ahvg

**P = 39°08,8'**

## Calcul de la déclinaison

D0 : à l'heure ronde	D0=13°22,5' S
dD : variation de D pour l'heure de l'observation (interpolation à vue)	dD = -0,2
Attention au sens de la variation Déclinaison Nord +, Déclinaison Sud - D : Déclinaison	<b>D =13°22,3 S</b>

## Calcul de la hauteur vraie

Hauteur instrumentale	Hi = 25°43,9'
Collimation	c = + 3,0'
Ho= Hi +c	Ho = 25°46,9'
corr1+corr2	corr1+corr2= + 11,3'
Hv= Ho + corr1+corr2	<b>Hv = 25°58,2'</b>

## Calcul de la hauteur estimée

$$He = \arcsin(\sin(L) * \sin(D) + \cos(L) * \cos(D) * \cos(P))$$

**Hauteur estimée** **He = 25° 53,3'**

## Calcul de l'intercept

Hauteur vraie	Hv = 25°58,2'
Hauteur estimée	- He = 25°53,3'
Intercept = Hv – He	<b>Hv -He = 4,9'</b>

## Calcul de l'azimut

$$Aze = \arctan \frac{(\sin(P))}{(\tan(D) * \cos(L) - \cos(P) * \sin(L))}$$

La précision au degré est suffisante

**si Ahvg > 180°, Aze est NE Zv = Aze**

**si Ahvg < 180°, Aze est NW Zv = 360° - Aze**

Attention : si la calculatrice donne Aze < 0, ajouter 180°

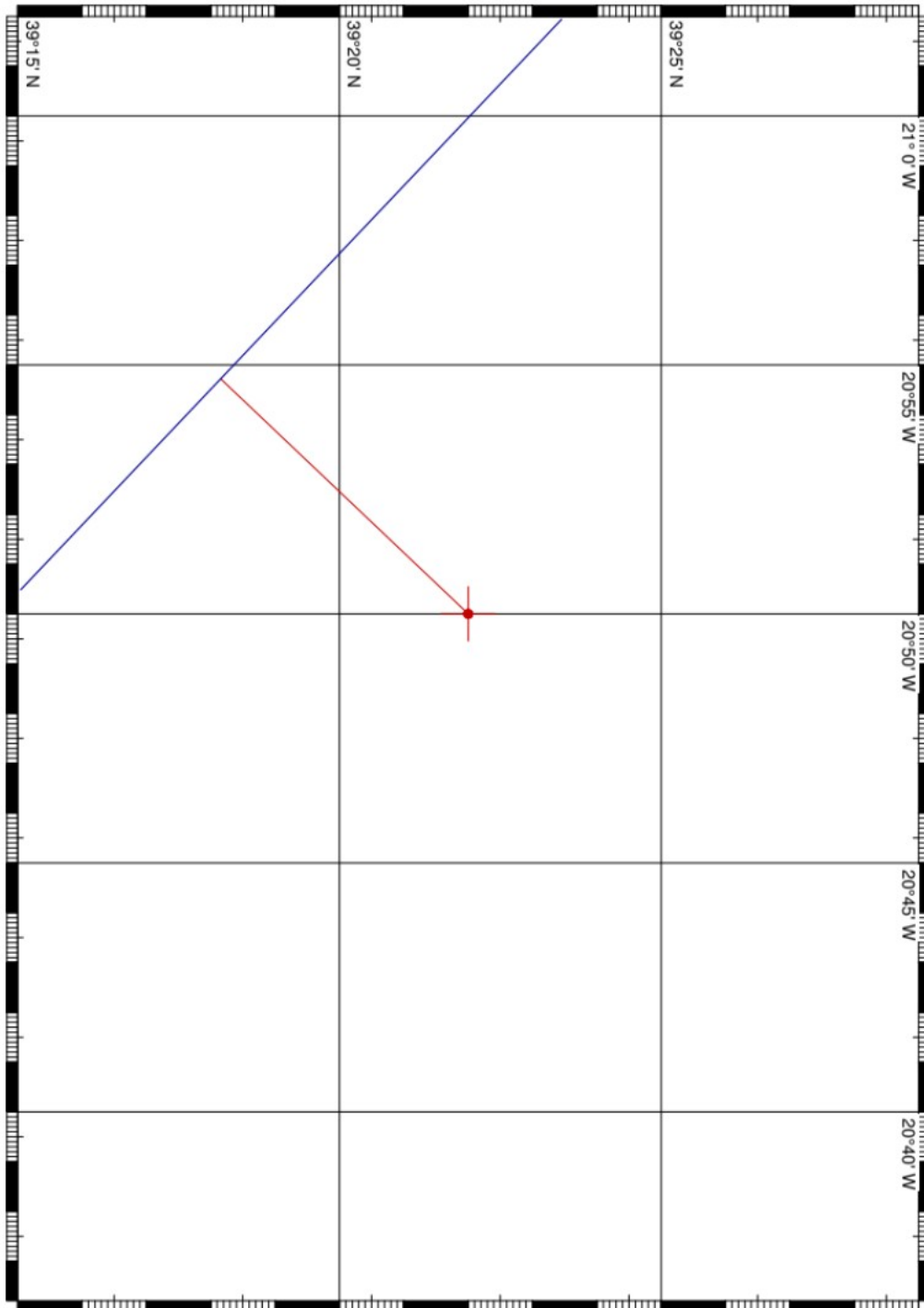
Ahvg < 180°	<b>Aze = 137°</b> <b>Zv = 360 - 137 = 223</b>
-------------	--

## Porter la droite de hauteur sur la carte

A partir du point estimée, tracer le Zv

Sur cette ligne, porter l'intercept dans la direction indiquée si l'intercept est positif, à l'opposée si l'intercept est négatif. (voir carte)

# Tracer de la droite de hauteur





DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)  
(les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

Date : Mardi 13 février 2024			
Position estimée		UT : - 1 Heure locale 15 h 14 m 06 s	
Le	39° 22' N	Hauteur instrumentale	25° 43,9'
Ge	20° 50' W	Collimation	+3'
Heure de l'observation (Heure TU)		Élévation de l'œil	3 m

Calcul de l'angle horaire pour la longitude estimée		
Ahv0 angle horaire du soleil	<b>Ahv0</b>	
Var Ah : variation horaire de Ah	<b>+ dAh</b>	
Ahvp = Ahvo + dAh	<b>Ahvp</b>	
- si G Est, +si G West	<b>- G</b>	
	<b>Ahvg</b>	

Calcul de l'angle au pôle		
si Ahvg < 180°, P = Ahvg	P	
si Ahvg > 180°, P = 360 - Ahvg		

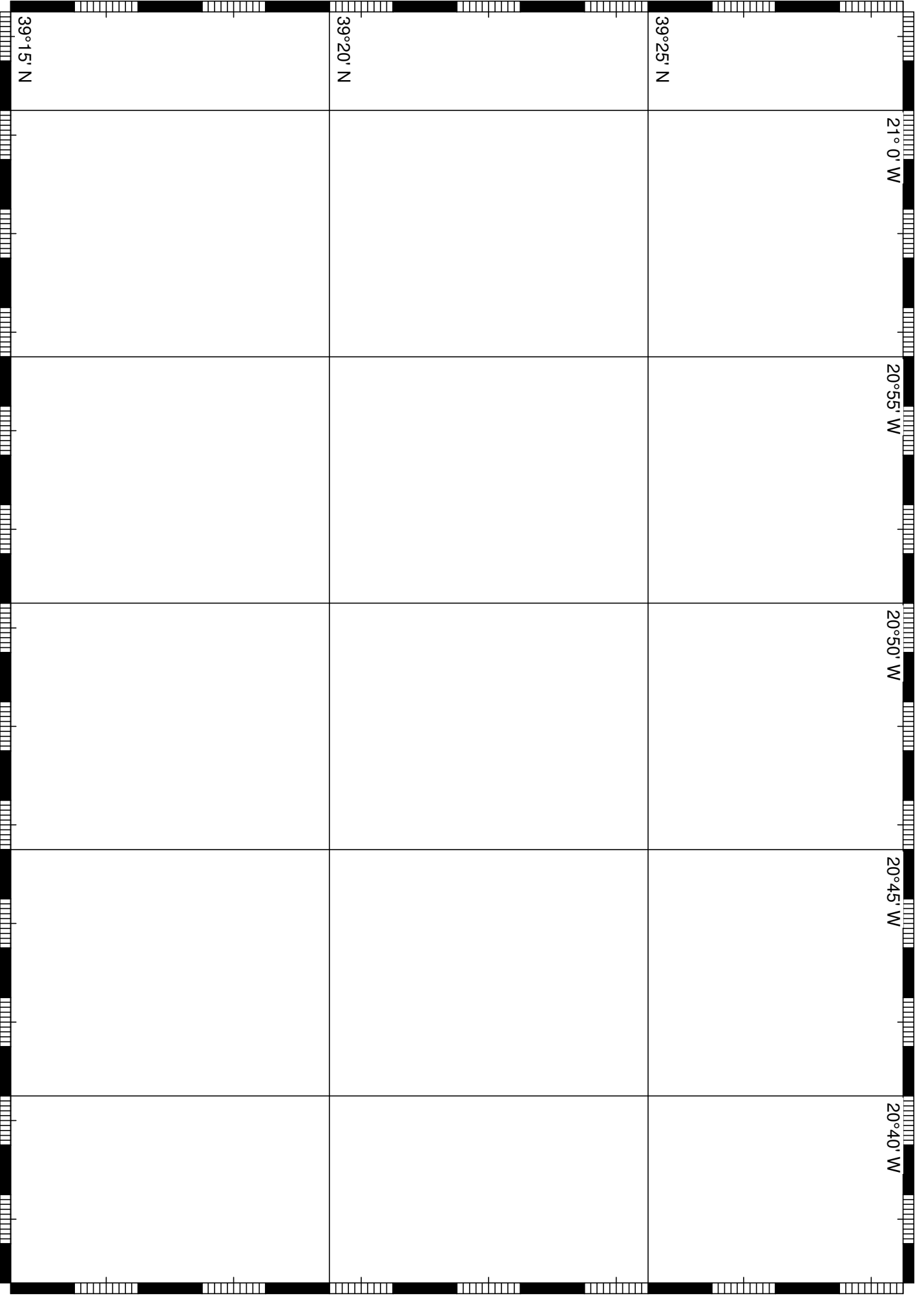
Calcul de la déclinaison		
D0	D0	
Var D interpolation à vue	dD	
Attention au sens de la variation	<b>D</b>	

Calcul de la hauteur vrai		
	Hi	
Excentricité, collimation	+ c	
	Ho	
Corr1+corr2	+ e	
	<b>Hv</b>	

DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)  
(les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

<b>Calcul de la hauteur estimée</b>		
$He = \arcsin(\sin(L) * \sin(D) + \cos(L) * \cos(D) * \cos(P))$		
Hauteur estimée	<b>He</b>	
<b>Calcul de l'intercept</b>		
	Hv - He	Hv = - He = <b>Hv - He =</b>
<b>Calcul de l'azimut</b>		
$Aze = \arctan \frac{(\sin(P))}{(\tan(D) * \cos(L) - \cos(P) * \sin(L))}$		
La précision au degré est suffisante si Ahvg > 180°, Aze est NE Zv = Aze si Ahvg < 180°, Aze est NW Zv = 360° - Aze Attention : si la calculatrice donne Aze < 0, ajouter 180°	Aze	
	<b>Zv</b>	

Tracer de la droite de Hauteur sur la carte simplifiée





DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)  
(les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

Date : Mardi 21 mai 2024			
Position estimée		UT : + 1 Heure locale 11 h 35 m 45 s	
Le	36°38' N	Hauteur instrumentale	73°28,5
Ge	18°34' E	Collimation	+3'
Heure de l'observation (Heure TU)	10h 35m 45 s	Élévation de l'œil	3 m

Calcul de l'angle horaire pour la longitude estimée		
Ahv0 angle horaire du soleil	<b>Ahv0</b>	
Var Ah : variation horaire de Ah,	<b>+ dAh</b>	
Ahvp = Ahvo + dAh	<b>Ahvp</b>	
- si G Est, +si G West	<b>- G</b>	
	<b>Ahvg</b>	

Calcul de l'angle au pôle		
si Ahvg < 180°, P = Ahvg si Ahvg > 180°, P = 360 - Ahvg	<b>P</b>	<b>360-358°20,7' = 1°39,3'</b>

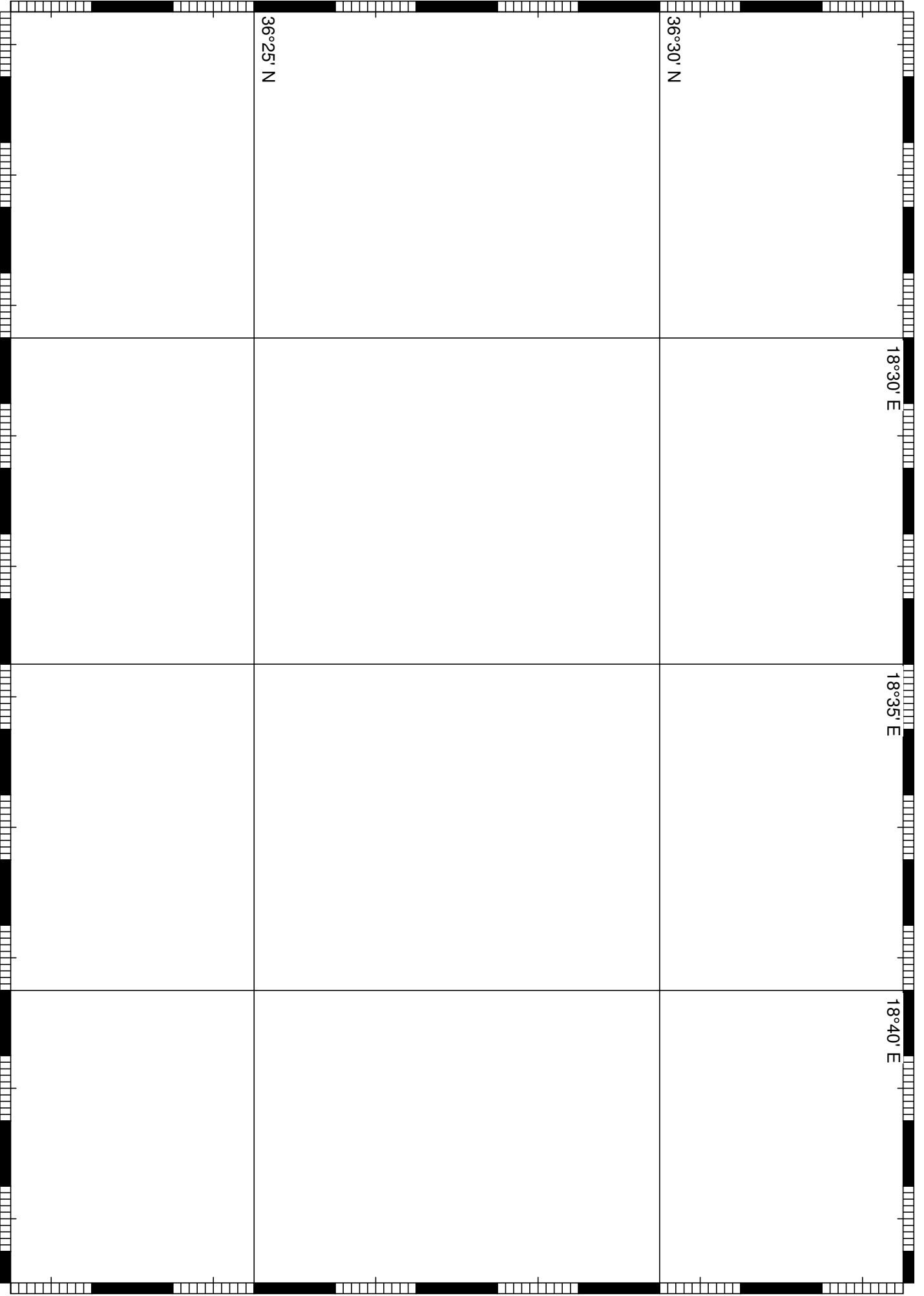
Calcul de la déclinaison		
D0 , page journalière	<b>D0</b>	
Var D interpolation à vue	<b>dD</b>	
Attention au sens de la variation	<b>D</b>	

Calcul de la hauteur vrai		
	<b>Hi</b>	
Excentricité, collimation	<b>+ c</b>	
	<b>Ho</b>	
Corr1 + corr2 hauteur observée	<b>+ e</b>	
	<b>Hv</b>	

**DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)**  
 (les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

<b>Calcul de la hauteur estimée</b>		
$He = \arcsin(\sin(L) * \sin(D) + \cos(L) * \cos(D) * \cos(P))$		
Hauteur estimée	<b>He</b>	
<b>Calcul de l'intercept</b>		
	Hv - He	<b>Hv =</b> <b>-He =</b> <b>Hv-He =</b>
<b>Calcul de l'azimut</b>		
$Aze = \arctan \frac{(\sin(P))}{(\tan(D) * \cos(L) - \cos(P) * \sin(L))}$		
La précision au degré est suffisante si Ahvg > 180°, Aze est NE Zv = Aze si Ahvg < 180°, Aze est NW Zv = 360° - Aze Attention : si la calculatrice donne Aze < 0, ajouter 180°	<b>Aze</b>	
	<b>Zv</b>	

Tracer de la droite de Hauteur sur la carte simplifiée





DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)  
(les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

Date : Mardi 16 juillet 2024			
Position estimée		UT : -1 Heure locale : 14 h 18 m 15 s	
Le	14° 16' S	Hauteur instrumentale	38°48,2'
Ge	10°50' W	Collimation	+3'
Heure de l'observation (Heure TU)		Élévation de l'œil	3 m

Calcul de l'angle horaire pour la longitude estimée		
Ahv0 angle horaire du soleil	<b>Ahv0</b>	
Var Ah : variation horaire de Ah, Tables d'interpolation générales	<b>+ dAh</b>	
Ahvp = Ahvo + dAh	<b>Ahvp</b>	
- si G Est, +si G West	<b>- G</b>	
	<b>Ahvg</b>	

Calcul de l'angle au pôle		
si Ahvg < 180°, P = Ahvg si Ahvg > 180°, P = 360 - Ahvg	<b>P</b>	

Calcul de la déclinaison		
D0 , page journalière	<b>D0</b>	
Var D interpolation à vue	<b>dD</b>	
Attention au sens de la variation	<b>D</b>	

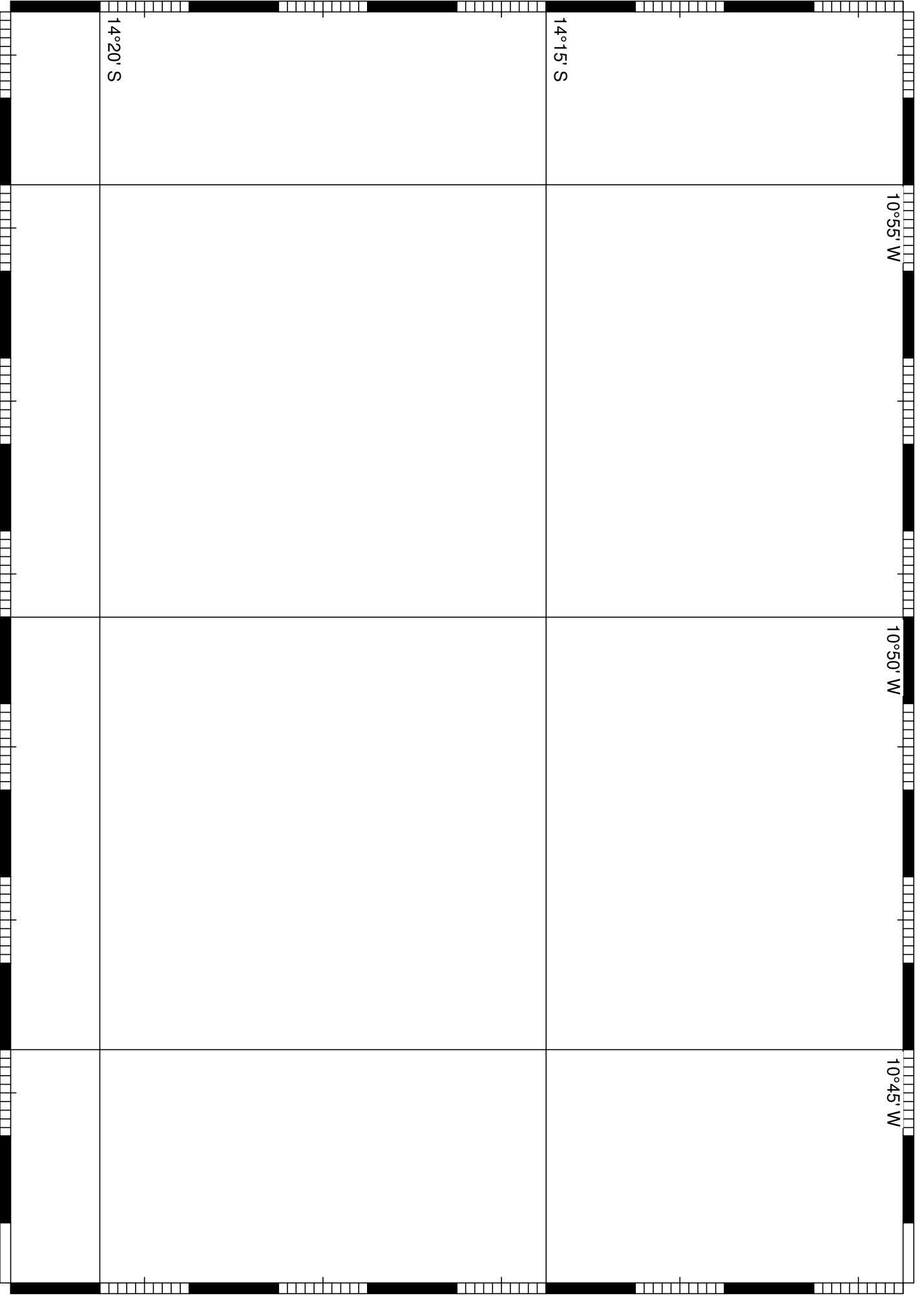
Calcul de la hauteur vrai		
	<b>Hi</b>	
Excentricité, collimation	<b>+ c</b>	
	<b>Ho</b>	
Table VII	<b>+ e</b>	
	<b>Hv</b>	

**DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)**  
 (les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

<b>Calcul de la hauteur estimée</b>		
$He = \arcsin(\sin(L) * \sin(D) + \cos(L) * \cos(D) * \cos(P))$		
Hauteur estimée	<b>He</b>	
<b>Calcul de l'intercept</b>		
	Hv - He	Hv - He =
<b>Calcul de l'azimut</b>		
$Aze = \arctan \frac{(\sin(P))}{(\tan(D) * \cos(L) - \cos(P) * \sin(L))}$		
La précision au degré est suffisante si Ahvg > 180°, Aze est NE Zv = Aze si Ahvg < 180°, Aze est NW Zv = 360° - Aze Attention : si la calculatrice donne Aze < 0, ajouter 180°	<b>Aze</b>	
	<b>Zv</b>	

Tracer de la droite de Hauteur sur la carte simplifiée







DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)  
(les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

Date : Mardi 19 novembre 2024			
Position estimée		UT : + 5 Heure locale 14h 20 m 30 s	
Le	12° 28' S	Hauteur instrumentale	46°22,5'
Ge	80° 48' E	Collimation	+3'
Heure de l'observation (Heure TU)		Élévation de l'œil	3 m

Calcul de l'angle horaire pour la longitude estimée		
Ahv0 angle horaire du soleil	<b>Ahv0</b>	
Var Ah : variation horaire de Ah, Tables d'interpolation générales	<b>+ dAh</b>	
Ahvp = Ahvo + dAh	<b>Ahvp</b>	
- si G Est, +si G West	<b>- G</b>	
	<b>Ahvg</b>	

Calcul de l'angle au pôle		
si Ahvg < 180°, P = Ahvg si Ahvg > 180°, P = 360 - Ahvg	<b>P</b>	

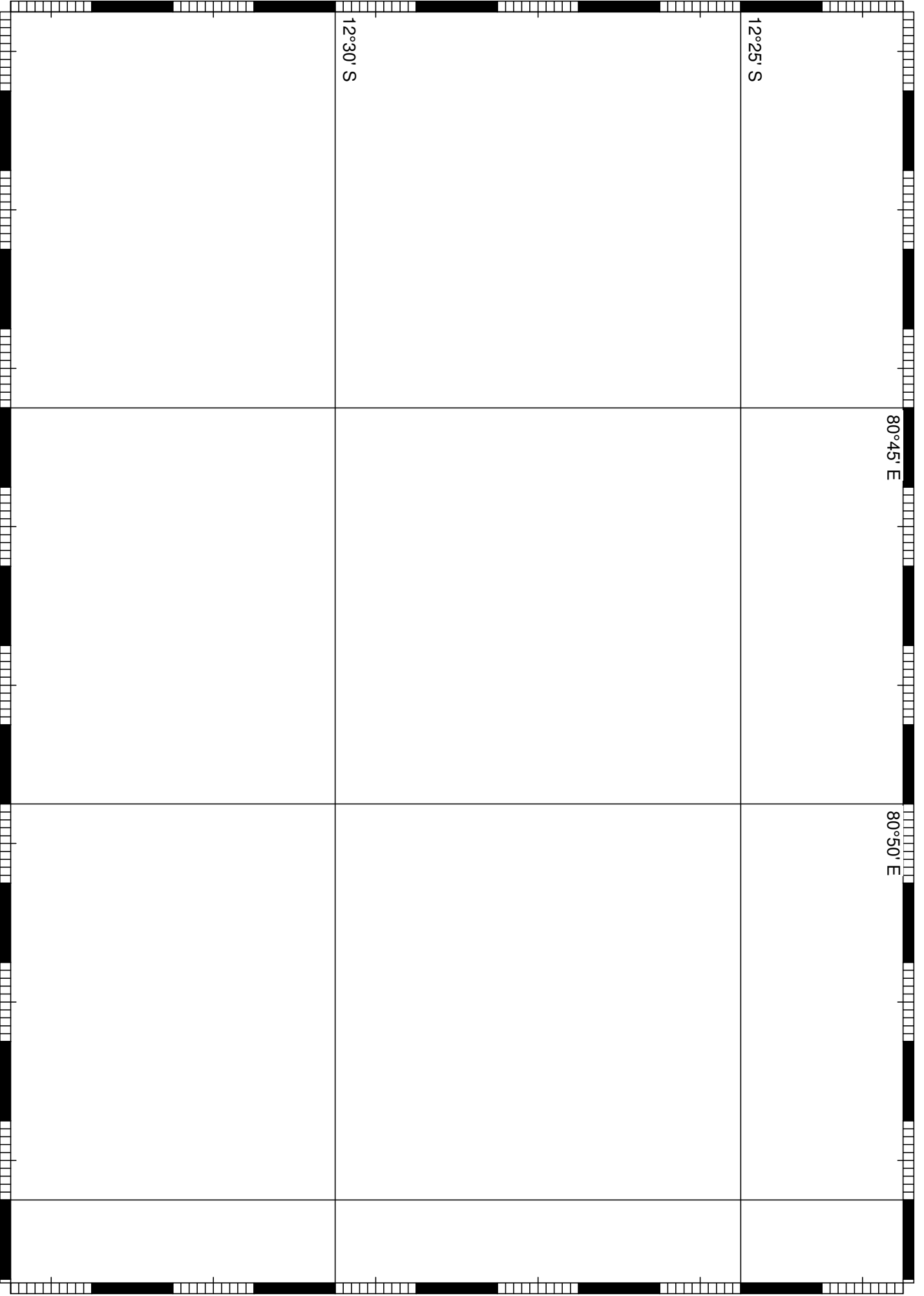
Calcul de la déclinaison		
D0 , page journalière	<b>D0</b>	
Var D interpolation à vue	<b>dD</b>	
Attention au sens de la variation	<b>D</b>	

Calcul de la hauteur vrai		
	<b>Hi</b>	
Excentricité, collimation	<b>+ c</b>	
	<b>Ho</b>	
Corr1 + corr2	<b>+ e</b>	
	<b>Hv</b>	

DROITE DE HAUTEUR DU SOLEIL (bord inférieure)  
(les tables utilisées sont celles des Éphémérides nautiques)

<b>Calcul de la hauteur estimée</b>		
$He = \arcsin(\sin(L) * \sin(D) + \cos(L) * \cos(D) * \cos(P))$		
Hauteur estimée	<b>He</b>	
<b>Calcul de l'intercept</b>		
	Hv - He	Hv = - He = Hv - He =
<b>Calcul de l'azimut</b>		
$Aze = \arctan \frac{(\sin(P))}{(\tan(D) * \cos(L) - \cos(P) * \sin(L))}$		
La précision au degré est suffisante si Ahvg > 180°, Aze est NE Zv = Aze si Ahvg < 180°, Aze est NW Zv = 360° - Aze Attention : si la calculatrice donne Aze < 0, ajouter 180°	Aze	
	<b>Zv</b>	

Tracer de la droite de Hauteur sur la carte simplifiée



12°25' S

80°45' E

12°30' S

80°50' E