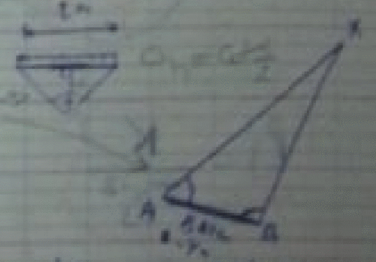
Chapitre (02) : Mesure des longueur — 14/03/2016

1- Ruban (Chaîne).
2- Parallactique avec "Stadia".
3- Stadimétriques.
4- Par variation de pente.
5- Au moyen "IMEL" (Instrument de Mesure Électronique des Longueurs)



→ IMEL → Distance mètre : c'est un appareil qui fonctionne par émission d'une onde électromagnétique qui permet la mesure de déphasage de l'écho de cette onde renvoyé par un réflecteur (...)

1 PPM → Partie par million → la précision. → 1 mm/Km.

↘ 1 Cm → 1000 000 Cm = 1 Km.

→ Différent longueurs d'ondes (petite, moyenne, grande,).

→ Appareil : microonde → 0 ∼ 150 Km. (... infrarouge → 3 Km)

: • DI2002 ... → 0 ≃ 30 Km. (± 1 mm + 1 ppm).

• Principe de la mesure d'un distance à l'aide d'un IMEL :

→ les propriétés fondamentales de la propagation des ondes sont :

1. la fréquence f et 2. la vitesse de propagation dans le vide c sont constantes du point émission et point de réception. ($c = 299\,792\,458\ m\,s^{-1}$)

→ la longueur d'onde $\lambda = \frac{c}{f}$

→ l'atmosphère diminué la vitesse de propagation des ondes. Cette diminution est fonction de la composition chimique de l'atmosphère.

et des conditions température, humidité, Pression.

→ L'amplitude d'une onde A démine entraverson l'atmosphère, c'est phénomène d'absorbtion des énergies.

→ La vitesse de Propagation de l'onde dans l'atmosphère noté V

→ $\frac{c}{V} = n$ → l'indice de réfraction de Atm, et déterminée expérimentalement تجريبيا

$n = 1{,}003$ dans les conditions normal de T et P

· Mésure de déphasage :

EX : DI 2002 : $f = 50\ MHz$. $\lambda = 3m$ → $V = \lambda f = 150.000\ Km/s$.

$Di = 1\ Km$ → $t = 0{,}66 \cdot 10^{-6} \approx 7 \cdot 10^{-6}\ s$ ← (مسافة)

→ satélites : utilise l'horaire atomique $\approx 10^{-13}\ s$.

→ Le temps mis par l'onde pour faire l'aller et le retoure est de $7 \cdot 10^{-6}\ s$ qui est téchniquemant impossible mésuré avec Précision. sel une hourloge atomique permitant d'aller jusqu'à $10^{-13}\ s$

→ Donc la mésure de distance sera faite par la mésure de déphasage de l'onde retoure par rapport à l'onde d'aller.

· Les phénomènes parasite :

1 → Erreur du au système de mésure : (L'émiteur et le système de mésure de déphasage nécessite un calibrage régulièrement)

2 → Densité de l'atmosphère :

Milieu Dense → $n\nearrow$ → onde ralontie → V démunue

$D\nearrow$ ⇒ Il est nécessaire de faire sabira (subir) Di à une correction Atm

Soit Automatiquement ou bien Semi automatique : Comme suite

علاقة تجريبية

$$\Delta Di = 282,2 - \frac{0,2908\ P}{1 + 0,00366\ t}$$ (wild DI 4L). (1'~~3000~~)

ΔDi en PPm (mm / Km).

P en milibars (hectopascal).

t en °C

EX :

P = 1000 milibars. $\qquad \Delta Di_{20°} \rightarrow 11,2$ PPm

$t = 20°c \rightarrow 30°c$ $\qquad \Delta Di_{30°} \rightarrow 20,1$ PPm.

Donc :

$\Delta(\Delta Di) = 20,1 - 11,2 = +9$ PPm.

EX 02 : $t = 25°c$.

$P_1 = 1000$ milibars $\qquad P_2 = 950$ milibars

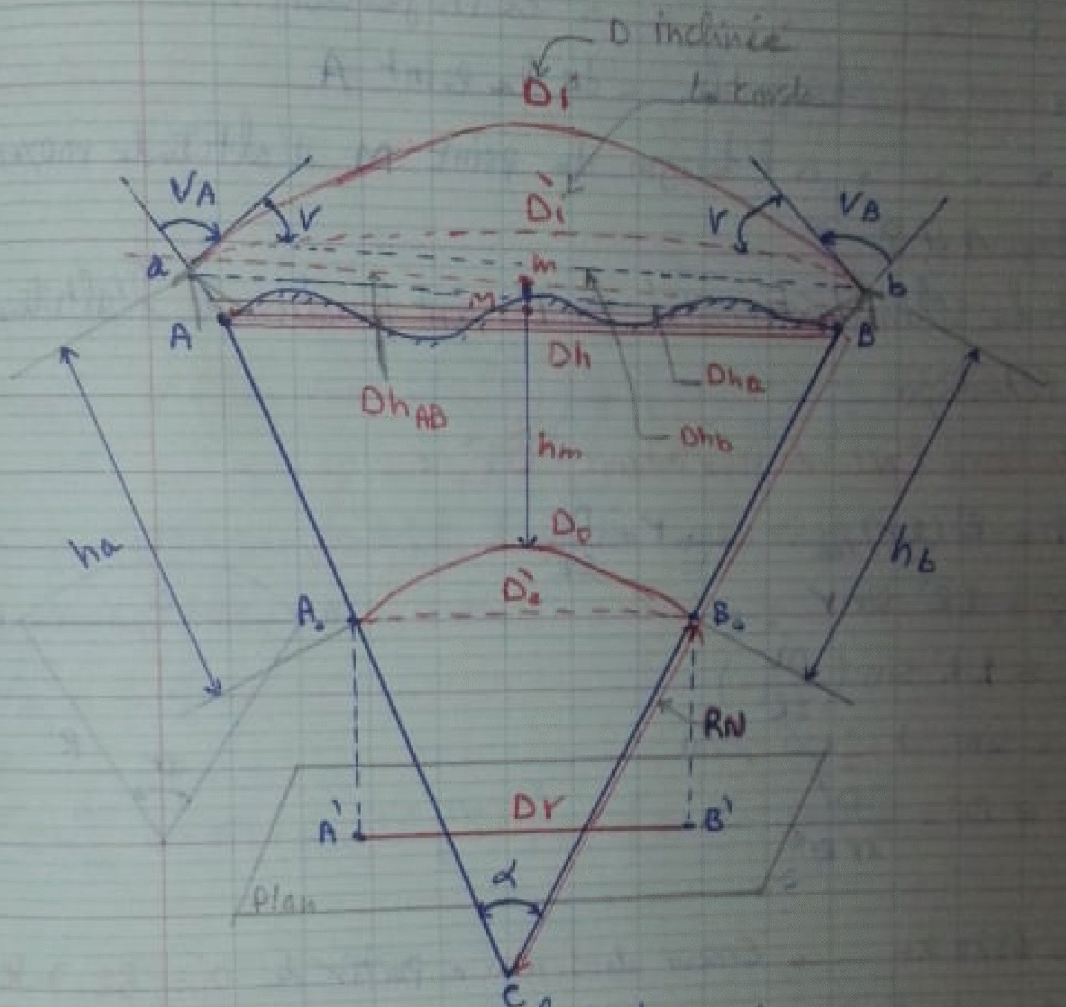
$\Delta Di_{P_1} = 15,77$ $\qquad \Delta Di_{P_2} = 29,09$

$\rightarrow \Delta\ \Delta Di = +13,3$ PPm.

- Trajet d'onde :

La phénomène d'absorption qui tend à diminuer l'amplitude + ne fausse pas les mesures + Diminue la portée + dispersion du fuseau lumineux.

Réduction à la Projection des distances mesurées =



D_i : Distance inclinée entre les point a . b

$h_a . h_b$ → hauteur de a et b audessus de l'elpsoide .

$R_N = \frac{R_A + R_B}{2}$

$V_a . V_b$ → Angles verticaux .

R_N → La moyenne des rayons des sections normales à l'ellipsoide en A.B

h_m : L'Altitude de m au milieu du segment (a . b) → $h_m = \frac{h_a + h_b}{2}$

$h_a^t . h_b^t$ = Hauteur de Tourillon ou de voyant : $h_a = h_A + h_a^t$; $h_b = h_B + h_b^t$

$h_M = \frac{h_A + h_B}{2}$

D_0 = Distance en mètre réduite à l'ellipsoïde.

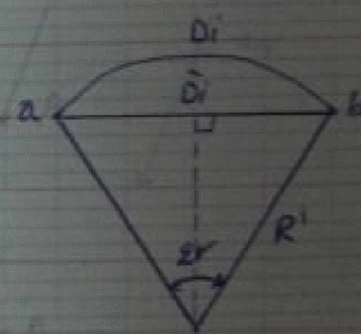
Dr = " " " " à la projection.

Dh_A = " " " horizon. du point A

Dh_{AB} = " " " " à l'horizon du point M d'altitude moyenne entre A et B.

. En raison de la sphéricité terrestre les Dh sont fonction de l'altitude du point de réduction.

→ Réduction à la corde pour obtenir "$\grave{D}i$" :



$Di = R'(2r)_{rad}$. $\longrightarrow r = \frac{Di}{2R'}$

$\grave{D}_i = 2R' \sin r$

$\rightarrow \grave{D}_i = 2R' \sin\left(\frac{Di}{2R'}\right)$

= sin. النشر الزرني ل

$\rightarrow \grave{D}_i = Di - \underbrace{\frac{Di^3}{24R'^2}}_{\simeq 0} + \dots$

Si $R = 6380$ Km $\longrightarrow$ Erreur de 1 mm à partir de $Di = 82,7$ Km

Pour ça on suppose que :

$$Di \simeq \grave{D}i$$

→ Réduction à l'horizontale "Dh" :

$$Dh_A = Di \sin V_A + \frac{mra - 2}{2RN} D_i^2 \sin V_A \cos V_A$$

$\longrightarrow Dh_A = Di \sin V_A$

mra → module de réfraction atmosphérique.

$$Dh_B = Di \sin V_B + \frac{mra - 2}{2RN} D_i^2 \sin V_A \cos V_A$$

$\longrightarrow Dh_B = Di \sin V_B$

خطأ خطأ

$\rightarrow$ $Dh_{AB} = Di \cos\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)$ / $Dh_{AB} = \frac{Dh_A + Dh_B}{2}$

Erreur: $\rightarrow (\delta Dh_{AB})^2 = \left(\delta Di \cdot \cos\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)\right)^2 + Di^2 \left[\frac{1}{2} \sin\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right) \delta V_A + \frac{1}{2} \sin\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right) \delta V_B \right]^2$

خطأ

$$\boxed{(\delta Dh_{AB})^2 = \left(\delta Di \cdot \cos\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)\right)^2 + \left(Di\, \delta V \sin\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)\right)^2}$$

δV [illegible] الشاقولي في القياس $\leftarrow$

AP: A quel précision faut-il lire les angles verticaux pour obtenir Dh_{AB} au Cm près : $Di = 2$ Km , $\delta Di = \pm 3$ mm $+ 2$ ppm.

$V_B - V_A = 6$ Grd.

Sol :

$\rightarrow \sigma Dh_{AB}^2 = \left[\sigma Di \cos\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)\right]^2 + \left[Di\, \sigma V \sin\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)\right]^2$

$\rightarrow \sigma V = \frac{\sqrt{\sigma Dh^2 - \left[\sigma Di \cos\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)\right]^2}}{Di \sin\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right)}$

$\rightarrow \sigma V = \frac{\sqrt{(0{,}01)^2 - [7 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(3)]^2}}{2000 \cdot \sin(3)} = 7{,}59 \cdot 10^{-5}$ rad

$\pi \longrightarrow 200$ grd

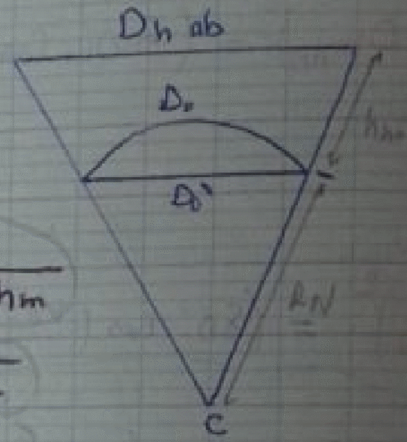
$7{,}59 \cdot 10^{-5} \longrightarrow x$

$\rightarrow x = \frac{7{,}59 \cdot 10^{-5} \cdot 200}{\pi} = 4{,}8$ mgrd.

$\delta V = 4{,}8$ mgrd

Réduction à l'ellipsoïde :

$\rightarrow \boxed{D_0 \simeq D_0'}$



Avec Théorème de Thalès :

$$\frac{D_0'}{Dh_{ab}} = \frac{RN}{RN+hm} \rightarrow D_0' = Dh_{ab} \cdot \frac{RN}{RN+hm}$$

$$D_0' = Dh_a \cdot \frac{RN}{RN+ha}$$

$$D_0' = Dh_b \cdot \frac{RN}{RN+hb}$$

APP : Avec quel précision fautil connaître h_m pour obtenir D_0' avec mm près : D_i et RN constant et le même valeur précédent.

$D_i = 2km$, $R_N = 6400$, $\delta D_i = \pm 3\,mm + 2\,ppm$.

$V_B - V_A = 6\,grd$.

Sol $\rightarrow Dh_{ab} = D_i \cos\left(\frac{V_B - V_A}{2}\right) = 2000 \cdot \cos(3) = 1997,779\,m$

$$(\delta D_0')^2 = \left(Dh_{ab} \cdot \frac{-\delta h_m}{(R_N+h_m)^2} \right)^2$$

$$\rightarrow (\delta D_0')^2 = \left(\frac{-\delta h_m \cdot Dh_{ab} \cdot RN}{RN^2} \right)^2$$

$$\rightarrow (\delta h_m \cdot Dh_{ab})^2 = (\delta D_0')^2 \cdot (RN)^2$$

$$\rightarrow \delta h_m^2 = \frac{\delta D_0'^2 \cdot RN^2}{(Dh_{ab})^2} \rightarrow \delta h_m = \sqrt{\frac{\delta D_0'^2 \cdot RN^2}{Dh_{ab}^2}}$$

$$\rightarrow \boxed{\delta h_m = 3,2\,km}$$

Remarque : $\rightarrow$ $D_0^2 = \sqrt{\dfrac{D_i^2 - (h_b - h_a)^2}{\left(1+\frac{h_a}{R_N}\right)\left(1+\frac{h_b}{R_N}\right)}}$

$D_r = D_0 (1 + k_r)$ / $k_r \rightarrow$ coéficient d'altération linéaire.

$= D_0 + \underbrace{D_0 k_r}_{c_r}$ $k_r = $ cm/km.

cr : Correction d'altération linéaire.