

Support de cours

Cours:

Éléments de Géomatique

Vidéo:

6.2 Mesure électronique des distances

Concepts (extraits des sous-titres générés automatiquement) :

Mesure électronique des distances. Formule de barrel. Type d'ondes. Partie de la leçon. Type de longueurs. Qualité de la mesure. Changement de température. Valeur de cette vitesse de la lumière. Travaux de topographie. Propriétés de la porteuse. Ondes infrarouges. Résolution de la mesure du temps. Documentation des appareils de mesures. Vitesse de la lumière. Delta t.



[vers la recherche de séquences vidéo](#)
(dans Éléments de Géomatique.)



[vers la vidéo](#)

Center for Digital Education. Plus de matériel de soutien pédagogique ici :

<https://www.epfl.ch/education/educational-initiatives/cede/educational-technologies-gallery/boocs-en/>
page 1/24



Mesure électronique des distances

Éléments de Géomatique, Mesures de distances

Pierre-Yves Gilliéron

© 2013 swisstopo (JD100064)

...

notes

résumé

0m 0s





Bonjour, cette partie de la leçon sur les distances

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

0m 1s



.....

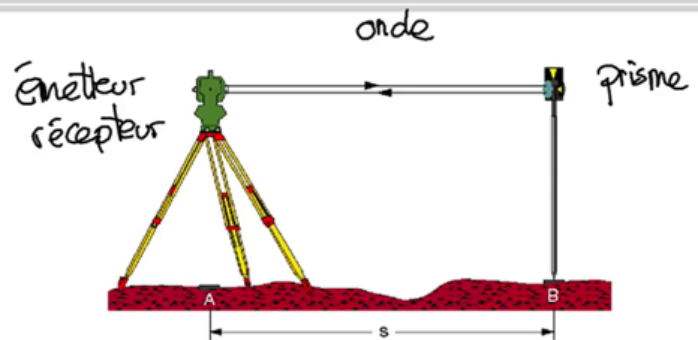
.....

.....

.....

.....

- Principe
- Propriété des ondes électromagnétiques
- $C = 299'792'458 \text{ m/s}$ (vide)
 - Indice de réfraction atmosphère: 1.0003
- Mesure du temps de parcours d'un signal
- Ondes porteuses
 - Infrarouge: 700 – 1000 nm
 - Laser à gaz: 550 - 660 nm
- Portée
 - 100 m jusqu'à 10 – 20 km



est consacrée à la mesure électronique des distances. Nous allons tout d'abord voir les principes fondamentaux de ces mesures électroniques ; ensuite nous verrons comment déterminer une distance, quelle est la méthode utilisée, et finalement, quels sont les facteurs qui peuvent influencer la qualité de la mesure. *Le principe de mesure électronique des distances.* Tout d'abord, on considère le dispositif suivant avec un théodolite muni d'un distancemètre sur lequel nous avons un émetteur (écrit) ainsi qu'un récepteur. A l'autre extrémité, nous avons un prisme, placé sur une canne, sur le point d'intérêt et entre deux, nous avons des ondes qui vont permettre de transmettre un signal.

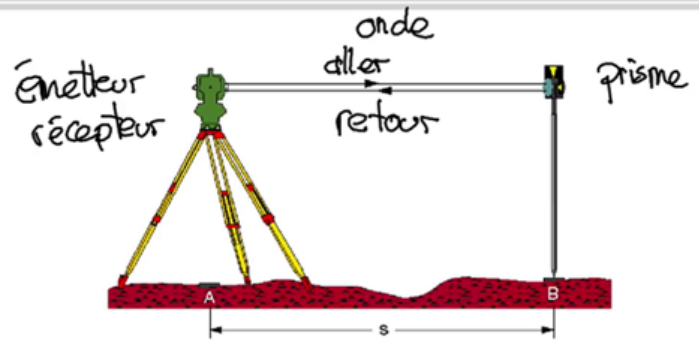
notes

résumé

0m 5s



- **Principe**
- Propriété des ondes électromagnétiques
- $C = 299'792'458 \text{ m/s}$ (vide)
 - Indice de réfraction atmosphère: 1.0003
- Mesure du temps de parcours d'un signal
- Ondes porteuses
 - Infrarouge: 700 – 1000 nm
 - Laser à gaz: 550 - 660 nm
- Portée
 - 100 m jusqu'à 10 – 20 km



Mesure temps de parcours
"aller - retour" ; $2 \cdot s$

Signal, vitesse lumière : c

$$2s = \Delta t \cdot c$$

On peut déterminer ici le parcours Aller ainsi que le parcours Retour ; le principe consistant à mesurer un temps de parcours... (écrit...) ... du signal entre l'aller et le retour. À savoir, 2 fois la distance qui m'intéresse. Le signal se déplace à la vitesse de la lumière... (écrit) ... en l'occurrence, C Ainsi, 2 fois ma distance sera égal à mon Δt fois la vitesse de la lumière. On a ici la valeur de cette vitesse de la lumière dans le vide, ainsi que l'indice de réfraction que l'on applique pour l'atmosphère. Le type d'ondes que l'on utilise sont des ondes infrarouges

notes

résumé

1m 1s



- Principe
- Propriété des ondes électromagnétiques
- $C = 299'792'458$ m/s (vide)
 - Indice de réfraction atmosphère: 1.0003
- Mesure du temps de parcours d'un signal
- Ondes porteuses
 - Infrarouge: 700 – 1000 nm
 - Laser à gaz: 550 - 660 nm
- Portée
 - 100 m jusqu'à 10 – 20 km



avec ce type de longueurs et des lasers à gaz avec ici, également, ces longueurs exprimées en nanomètres. On peut mesurer avec ces techniques, quelques mètres, dizaines de mètres, centaines de mètres pour les travaux de topographie, et pour les travaux plus importants, on peut aller jusqu'à plusieurs kilomètres ou dizaines de kilomètres.

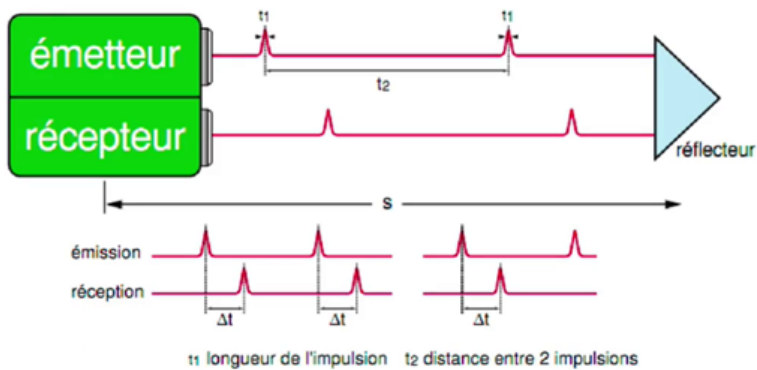
notes

résumé

2m 13s



- Mesures par impulsions



Je vous invite à réfléchir sur la résolution de la mesure du temps pour la détermination d'une distance.

notes

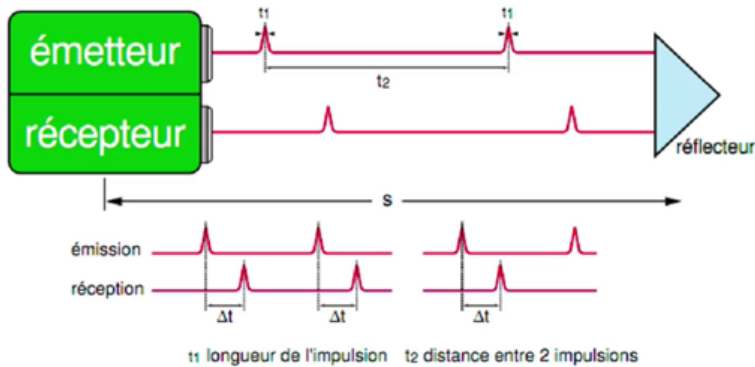
résumé

2m 37s



- Mesures par impulsions

o Onde porteuse haute



La première méthode de mesure des distances électronique est la méthode dite « par impulsion. » Tout d'abord, nous avons une onde porteuse de haute fréquence... (écrit)

notes

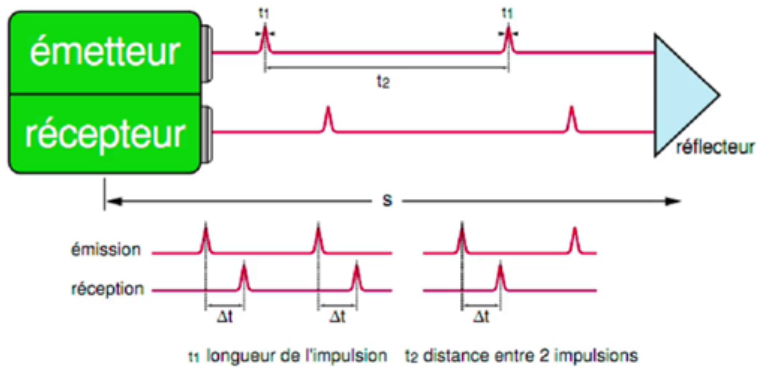
résumé

2m 44s



- Mesures par impulsions

◦ Onde porteuse haute fréquence



sur laquelle on va greffer

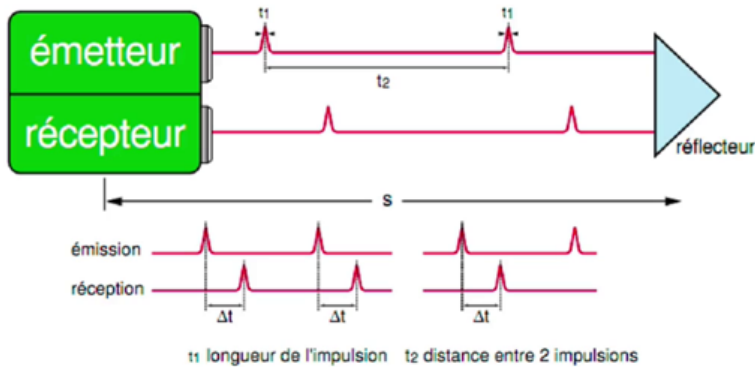
notes

résumé

2m 59s



- Mesures par impulsions



- Onde porteuse haute fréquence
 - Signal court, impulsion
- Δt : al

un signal court, (écrit) que l'on appelle « impulsion. » On voit ici sur cette figure, ce signal greffé sur sa porteuse, qui va aller jusqu'au réflecteur, revenir au récepteur, et on aura ainsi une mesure de delta t

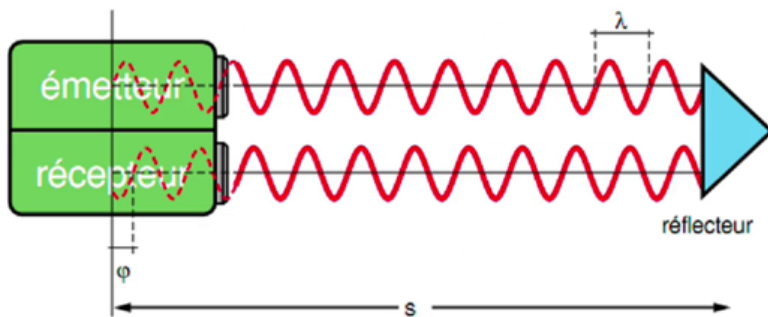
notes

résumé

3m 3s



- Mesures par déphasage



$$2s = n\lambda + \varphi$$

s = distance λ = longueur d'onde
 n = nombre entier φ = déphasage

avec le trajet aller et retour. On peut déterminer ainsi : $2s$ comme Δt fois la vitesse de la lumière.

notes

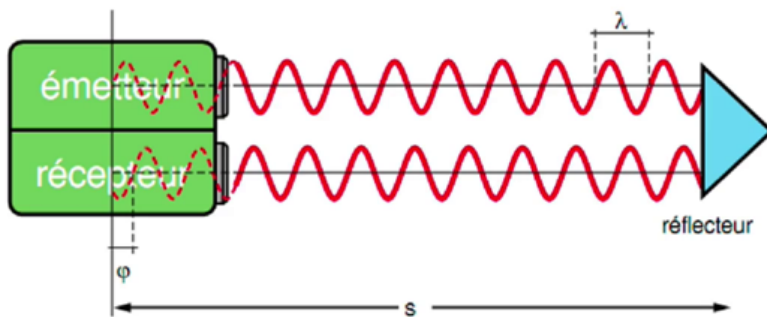
résumé

3m 29s



- Mesures par déphasage

• ?



$$2s = n\lambda + \varphi$$

s = distance λ = longueur d'onde
 n = nombre entier φ = déphasage

La deuxième méthode de détermination est la méthode de mesure dite « par déphasage. »

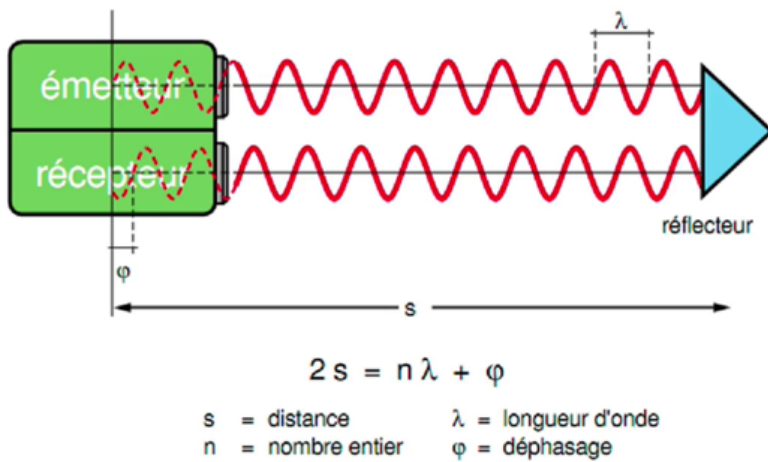
notes

résumé

3m 43s



- Mesures par déphasage



- Porteuse
- long onde : λ
- φ : déphasage précise
- Problème : nombre entier de λ

On va utiliser ici les propriétés de la porteuse, qui a une longueur d'ondes ici, (écrit) que l'on peut voir sur cette figure... et le principe consiste à déterminer un déphasage phi, entre l'émetteur et le récepteur. (écrit) La mesure du déphasage peut être très précise. Par contre, il reste un problème à résoudre, qui est de déterminer le nombre entier de longueur d'ondes.

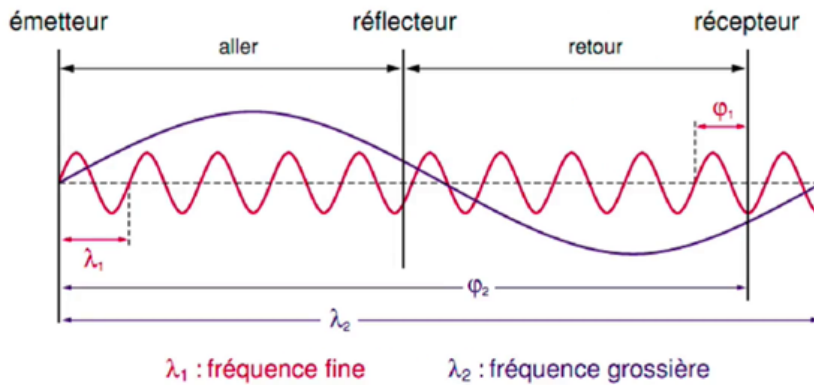
notes

résumé

3m 51s



- Mesures par déphasage



Pour résoudre cette ambiguïté, on a la solution suivante,

notes

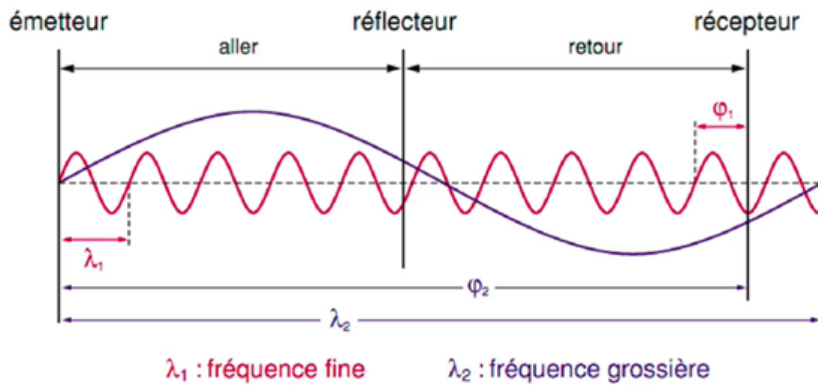
résumé

4m 37s



- Mesures par déphasage

• longueurs différentes



qui consiste à utiliser des longueurs d'ondes différentes,

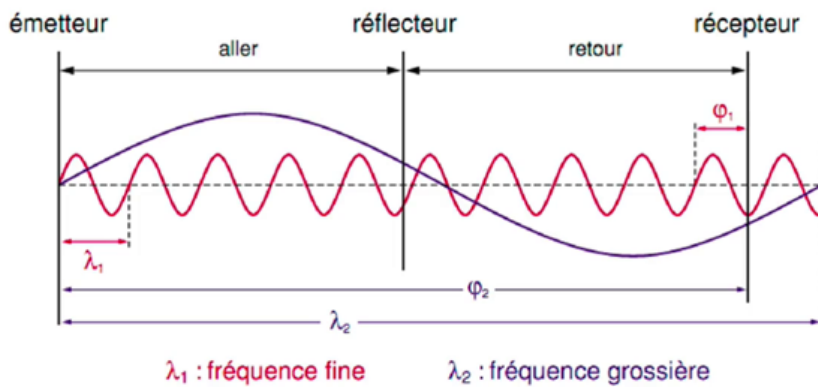
notes

résumé

4m 40s



- Mesures par déphasage



- longueurs différentes
- d_2 : grossière
- d_1

avec tout d'abord une longueur, ici, λ_2 qui permet une mesure grossière

notes

résumé

4m 53s





et ensuite un $\lambda/4$ qui permettra une mesure fine. La combinaison de ces deux observations permet de déterminer sans ambiguïté la distance qui sépare l'observateur du prisme ou réflecteur.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

5m 5s



.....

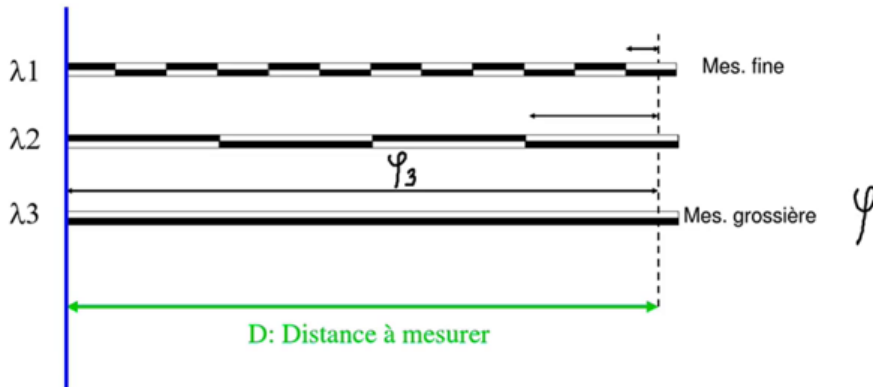
.....

.....

.....

.....

- Mesures par déphasage



$\lambda_3 > D$, pas d'ambiguïté
Echelle: $\lambda_3 = 4 \lambda_2 = 12 \lambda_1$

Pour illustrer ce principe, on prend l'exemple ici avec trois longueurs d'ondes. On a tout d'abord une mesure grossière, avec la mesure de déphasage, ici φ_3

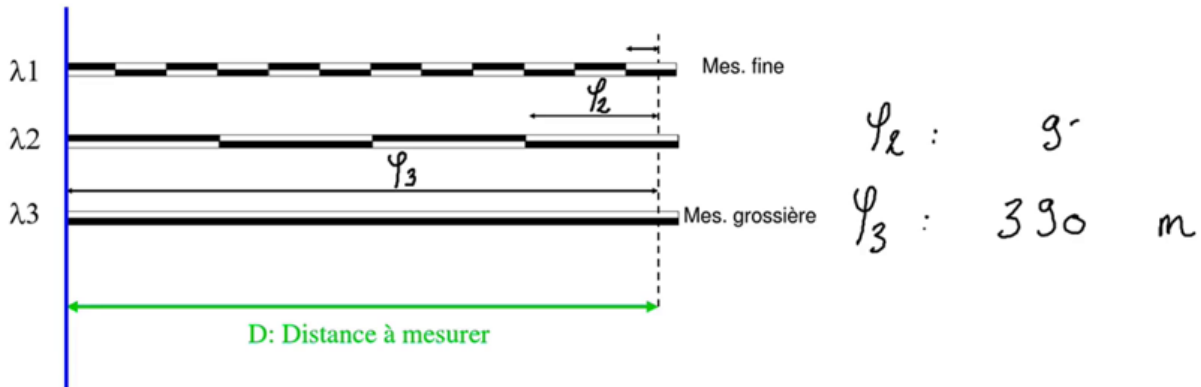
notes

résumé

5m 20s



• Mesures par déphasage



$\lambda_3 > D$, pas d'ambiguïté
Echelle: $\lambda_3 = 4 \lambda_2 = 12 \lambda_1$

Éléments de géomatique 8

et par exemple ici, 390 mètres. On a une mesure intermédiaire ici, ϕ_2 qui va nous donner ici,

notes

résumé

5m 31s



- Correction météo
- L'indice de réfraction varie
 - Température
 - Pression
- Formule de Barrel et Sears
 - Onde infrarouge: 875 – 900 nm

$$c_{ppm} = 282 - \frac{79p}{273 + t}$$

c : constante de multiplication ou facteur d'échelle (ppm = mm/km)
p: pression en [mb] ou [hPa]
t : température en [° C]



93 mètres. Il restera ici la mesure de déphasage phi 1 qui est la mesure fine, avec ici, 2,84 mètres . Il reste après à sommer les parties significatives de ces observations, à savoir 392,84 mètres. On a ainsi notre distance D déterminée par cette combinaison d'observations de phases.

notes

résumé

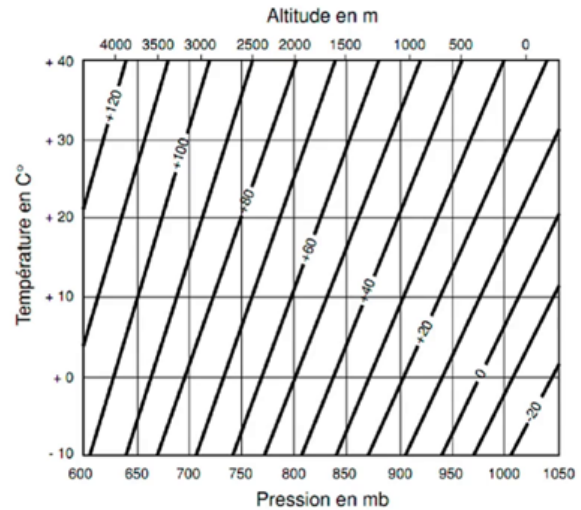
5m 49s



- **Correction météo**
- L'indice de réfraction varie
 - Température
 - Pression
- Formule de Barrel et Sears
 - Onde infrarouge: 875 – 900 nm

$$c_{ppm} = 282 - \frac{79p}{273 + t}$$

c : constante de multiplication ou facteur d'échelle (ppm = mm/km)
 p: pression en [mb] ou [hPa]
 t : température en [° C]



Eléments de géomatique 9

La mesure électronique des distances va être influencée par les propriétés de l'atmosphère. En effet, un changement de température ou de pression va avoir un impact sur l'indice de réfraction. On a ici une formule de Barrel et Sears qui met en relation des valeurs de pression des valeurs de températures, et qui donnent ici une correction, ou un facteur d'échelles, exprimés en ppm. On a sur cet abaque ici à droite,

notes

résumé

6m 30s



- Correction météo
- Exemple
 - Distance mesurée: 1000.000 m
 - Température: 20 °
 - Pression : 970 mb
 - Altitude ~ 500 m
- Calcul
 - $c =$ ppm
 - mm/km
- Distance corrigée:



la valeur de ces facteurs de correction, par exemple pour une pression de 900 millibars et une température de 20 degrés, j'aurai 40 ppm de correction. 40 ppm (écrit) c'est-à-dire 40 millimètres pour une distance de 1 kilomètre. Attention, cette formule est valable pour un type d'ondes. Ici, en l'occurrence, les ondes infrarouges. Il faut donc consulter la documentation des appareils de mesures pour trouver la formule adéquate en fonction de l'onde de la porteuse de l'appareil. Afin d'illustrer cette formule,

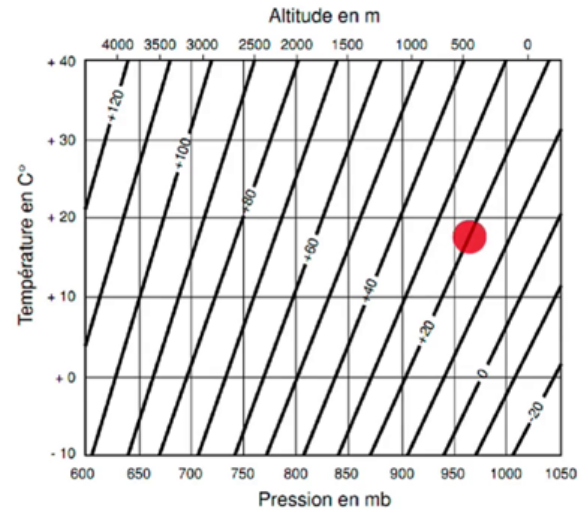
notes

résumé

7m 1s



- **Correction météo**
- **Exemple**
 - Distance mesurée: 1000.000 m
 - Température: 20 °
 - Pression : 970 mb
 - Altitude ~ 500 m
- **Calcul**
 - $c =$ ppm
 - mm/km
- Distance corrigée:



on donne ici un petit exemple numérique. Nous avons mesuré une distance de 1000 mètres avec des valeurs de température 20 degrés et de pression 970 millibars. On peut regarder ici notre abaque à 20 degrés et puis à 970 millibars,

notes

résumé

7m 50s



- Résumé

- MED basé sur la propriété des ondes électromagnétique
- Ondes: infrarouge, laser
- Mesures de temps de parcours
- Précision du mm
- Indice de réfraction varie avec la température et la pression de l'atmosphère
- Correction « Barrel et Sears»
 - Attention: formule valable pour un type d'onde



et on se trouve ici sur la courbe de correction de +20 ppm. Donc on peut noter ici +20 ppm qui correspond effectivement à 20 millimètres par kilomètre. En l'occurrence, notre distance corrigée sera de 1000,021 mètres. Pour résumer cette partie de leçon consacrée à la mesure électronique des distances, on peut dire que les propriétés des ondes électro-magnétiques permettent de déterminer ces distances, principalement en s'appuyant sur des porteuses type infrarouge ou laser et que ces ondes sont influencées par les propriétés de l'atmosphère, à savoir la température et la pression. Il existe des formules qui permettent de calculer un facteur de correction en ppm et il faut prêter attention au fait que, pour chaque appareil, suivant la fréquence, la formule sera différente. la formule sera différente.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

.....

.....

.....

.....

.....

8m 13s

