

Support de cours

Cours:

Éléments de Géomatique

Vidéo:

4.2 Définition des altitudes, principe de mesure

Concepts (extraits des sous-titres générés automatiquement) :

Altitude du point. Nivellement géométrique. Principe de mesure. Surface de référence. Champ de pesanteur. Altitude vraie. Définition du système d'altimétrie. Nombre de définitions. Niveau moyen des mers. Première définition. Long de la verticale. Définition du géoïde. Lecture de la hauteur. Point. Méthode de mesure.



[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 1/25



Définition des altitudes, principe de mesure

Eléments de Géomatique, nivellement géométrique

Pierre-Yves Gilliéron

© 2013 swisstopo (JD100064)

...

notes

résumé

0m 0s





Bonjour, bienvenue à cette partie sur le nivellement géométrique

notes

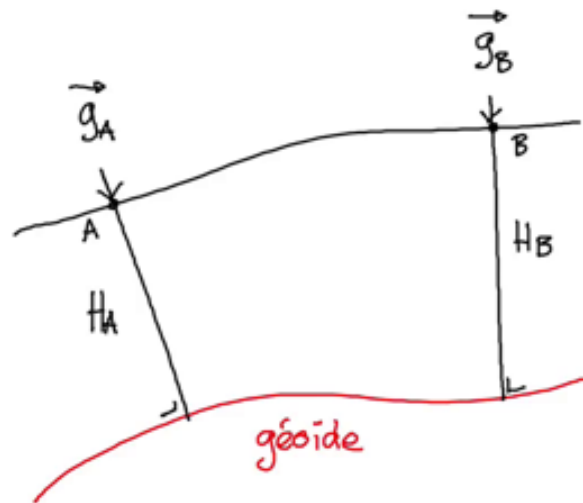
résumé

0m 1s



Définitions

- **Altitude vraie (orthométrique):** distance mesurée selon la verticale entre un point de l'espace et le géoïde
- *Remarque: la mesure dépend du champ de pesanteur*



où nous allons aborder un certain nombre de définitions, qu'est-ce que c'est une altitude, et voir le principe de mesure avec le niveau et la mire. La première définition que l'on va poser c'est l'altitude vraie ; qu'est-ce qu'une altitude ? Nous avons vu dans la partie consacrée à la géodésie la définition du géoïde ; je vous rappelle, le géoïde c'est la surface de référence pour les altitudes, c'est une surface physique qui dépend du champ de pesanteur. Ensuite je peux dessiner une surface topographique et l'altitude c'est la distance mesurée selon la verticale ; si je considère ici le point A, j'aurai ma distance ici le long de la verticale et l'altitude du point A, donc l'altitude orthométrique ou altitude vraie, est cette distance. Si je considère ici un point B, je fais le même exercice j'ai ma distance ici H_B qui est l'altitude vraie en ce point. Ce qu'il faut savoir c'est que le champ de pesanteur va varier donc on aura ici au point A un vecteur de gravité avec son orientation et au point B j'aurai un autre vecteur avec son orientation

notes

résumé

0m 5s



Définitions

- **Système altimétrique:** altitude d'un point fondamental (rattaché au niveau moyen de la mer) et une méthode de mesure



et les autres orientations de ces deux vecteurs ne sont pas forcément parallèles, il peut y avoir des variations du champ de pesanteur, ainsi il faut tenir compte de ces variations pour avoir un modèle rigoureux des altitudes.

notes

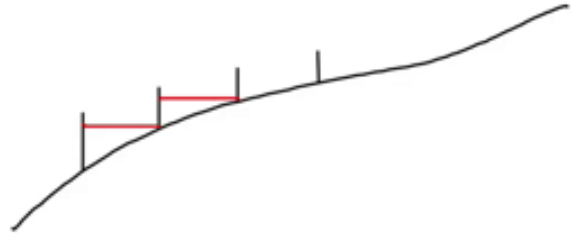
résumé

1m 49s



Définitions

- **Nivellement géométrique :**
méthode de mesure permettant
la détermination directe de
différences de niveau
(dénivelée)



Dans la définition du système d'altimétrie on va devoir se rattacher à ce qu'on appelle un point fondamental, en l'occurrence pour définir ce niveau moyen des mers on va utiliser un marégraphe qui sera placé au bord de mer, notamment en ce qui nous concerne, à Marseille, et ensuite on va utiliser une méthode de mesure, en l'occurrence le nivellement, pour pouvoir propager cet horizon de référence dans le Pays. C'est ce qu'on a fait pour la Suisse, où on est parti de Marseille, et on a fait un cheminement le long de la vallée du Rhône pour arriver à Genève ici qui est notre point fondamental pour le système suisse. Troisième définition, le nivellement géométrique. Le nivellement géométrique est une méthode de mesure directe des différences de hauteur que l'on appelle aussi dénivelée. Je prends ici un petit exemple où je dessine une surface topographique et le long de cette surface je vais placer ici des mires verticales qui vont permettre de mesurer ces différences de niveau. Entre chaque mire, dans une section ici, je peux dessiner une horizontale

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

2m 5s



.....

.....

.....

.....

.....

Problème des altitudes

- Comment définir la distance verticale entre des points A et B non situés sur une verticale commune ?



et ce qui va m'intéresser c'est effectivement la somme de ces dénivellées qui va permettre de définir une différence de hauteur entre deux points d'intérêt du terrain.

notes

résumé

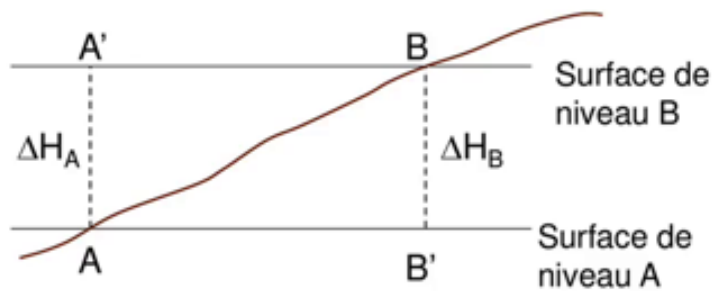
3m 37s



Problème des altitudes

• Hypothèse

- $\Delta H_A = \Delta H_B$
- Les deux surfaces de niveau passant par A et par B sont parallèles
- >> Vrai pour des travaux de topographie à une échelle locale (chantier)



On parle **d'altitude usuelle**

Le problème des altitudes, on l'a vu, dépend du champ de pesanteur ; je redessine ici ma surface de référence, en l'occurrence le géoïde, et la surface qui m'intéresse, à savoir, la surface ici topographique ; et je me place en deux points d'intérêt ici du terrain, le point A ici et le point B, et le problème que j'ai c'est que nous ne sommes pas sur une verticale commune donc les verticales en A et en B ne sont pas forcément parallèles. Je vous rappelle ici le champ de pesanteur en A et le champ de pesanteur ici en B.

notes

résumé

3m 53s



- **Altitude usuelle:** elle s'appuie sur un point origine et un réseau de nivellement
Les différences d'altitudes entre les points du réseau résultent de la somme de dénivelées brutes
- **Réseau altimétrique:** ensemble de lignes de nivellement



© 2013 swisstopo (JD100064)
Éléments de géomatique 9

Alors la première hypothèse qu'on peut faire pour se simplifier la vie, et c'est souvent le cas dans les opérations de chantier, ou de travaux à l'échelle d'un quartier ou d'une ville, c'est que les deux surfaces qui vont ici passer par le point *A* et le point *B*, donc ces surfaces de niveau, sont parallèles parce qu'on fait l'hypothèse que le champ de pesanteur ici est uniforme et qu'on est bien sur une même verticale. On parle dans ce cas d'altitude usuelle, c'est ce qu'on va utiliser pour la plupart des travaux topométriques.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

4m 45s



- **Altitude usuelle:** quiz



© 2013 swisstopo (JD100064)
Éléments de géomatique 11

L'altitude usuelle, elle, s'appuie sur un point fondamental, on l'a vu, c'est le point qui est rattaché au niveau moyen des mers, on a ici matérialisé à Genève sur la pierre du Niton, un point de base, de référence, pour notre système d'altitude en Suisse. Le système d'altitude est composé, comme on le voit sur cette carte, ce ne sont pas les routes mais en fait ce sont les cheminements de nivellement qui ont été faits à travers le Pays à l'échelon fédéral, donc on a ici une série de chemins avec des points qui sont documentés où on trouve des informations sur l'altitude. On parle ici d'un réseau altimétrique. Le cadre de référence a été défini au début du XXème siècle, en 1902, et il s'appelle le nivellement fédéral, NF02, et il est rattaché effectivement à cette Pierre du Niton comme horizon de référence pour notre Pays. Je vous rappelle que c'est un système qui est non rigoureux, le champ de pesanteur influençant la mesure de nivellement. On va s'arrêter maintenant sur un petit quiz où on va s'intéresser à deux cheminements différents à travers la Suisse.

notes

résumé

5m 25s



Définitions des altitudes

- **Altitude usuelle:** quiz



© 2013 swisstopo (JD100064)
Éléments de géomatique 11

On va partir ici de Lausanne et on va faire un premier parcours le long du plateau

notes

résumé

6m 36s



Définitions des altitudes

- **Altitude usuelle:** quiz



pour rejoindre Zurich. On va considérer un deuxième cheminement qui, lui, va passer par le Valais, par les Alpes, le canton d'Uri et rejoindre également la Suisse. La question qu'on se pose ici c'est

notes

résumé

6m 44s



Définitions des altitudes

- **Altitude usuelle:** quiz



ΔH Ls-zh

plateau

Alpes



est-ce que le ΔH entre Lausanne et Zurich à travers le plateau, ou à travers les Alpes,

notes

résumé

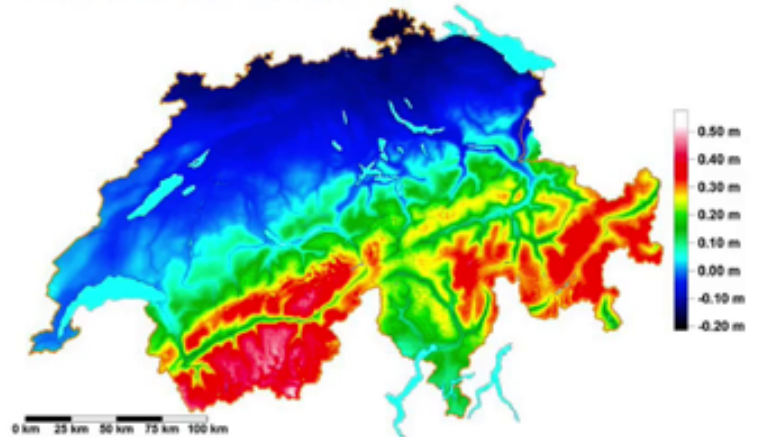
7m 6s



Définitions des altitudes

- **Nouveau Réseau Altimétrique National** de 1995 - **RAN95**
- **Système d'altitude orthométrique** (« mesures » selon la verticale), rigoureux au sens de la théorie du potentiel de gravité
- Application d'une correction orthométrique aux mesures brutes de nivellement

Différences entre RAN95 et NF02



© 2013 swisstopo (JD100064)
Éléments de géomatique 12

est-ce que ce ΔH est égal ? C'est la question qu'on se pose dans ce quiz.

notes


résumé

7m 25s



| | | | | | |
|-------------|-----------------|-----------------------|----------------------------|---------|--------------|
| PFA1 | Y = 532 990.000 | X = 152 170.000 | H _{MSL} = 396.022 | CN | 1243 |
| | Précision (1σ) | Planimétrie = 7.000 m | Altimétrie = 0.003 m | VDO | 4a |
| | Fiabilité | Planimétrie = Non | Altimétrie = Oui | IdentDN | CH0200000VDO |

EPFL, bâtiment TCV-D, façade est; à 0.20 m de l'angle sud-est, 0.25 m au-dessus du sol.



vdo 604a

| | |
|--------------------------|-----|
| Matérialisation | T4H |
| Cheville S+T, horizontal | |
| Inscription | L |
| Remarque | |
| Mesure gravimétrique | |

| Mise à jour | | |
|-------------|------|----------------------------------|
| Provenance | Date | |
| S+T | 1996 | Nouvelle édition RNF |
| S+T | 2007 | Nouvelle cote > 1 mm depuis 1996 |

© 2013 swisstopo (JD100064)
Éléments de géomatique 13

En 1995 la Suisse a modernisé sa géodésie nationale, elle a notamment défini un système rigoureux pour les altitudes, à savoir le système *RAN95* qui est le nouveau réseau altimétrique national. C'est un système rigoureux, orthométrique, donc de mesures d'altitude selon la théorie du potentiel du champ de gravité. On applique aux mesures brutes de nivellement des corrections orthométriques et on a maintenant un modèle parfait de notre altitude en Suisse. Si on compare maintenant le modèle défini en 1902, *NF02*, avec ce nouveau modèle, on a la carte suivante qui met en évidence ces différences. On peut constater dans la région du plateau, donc ici sur cette zone là, je vois que les différences altimétriques sont quasi nulles ou de quelques centimètres ; par contre si je vais dans la région des Alpes où le géoïde est beaucoup plus perturbé avec des pentes plus importantes, et bien, dans ce cas-là, je vois que je peux avoir des différences entre les deux modèles, jusqu'à 40-50 cm. Donc ces éléments sont maintenant documentés et on dispose d'un réseau rigoureux des altitudes pour la Suisse. Quand on parle de documentation, chacun des points le long du nivellement fédéral et des nivellements cantonaux, est documenté par des fiches sur lesquelles

notes

résumé

7m 31s





on va trouver un certain nombre d'informations, à savoir, l'identification du point, on a sa région, on a un numéro qui correspond à la carte nationale, ensuite vous aurez évidemment des coordonnées approximatives pour situer le point sur une carte ; associé à ceci, vous avez une photo qui permet de repérer ce point dans le paysage en l'occurrence ici au pied du bâtiment, on a une indication sur la matérialisation, en l'occurrence c'est une cheville qui était matérialisée par l'Office Fédéral de Topographie et vous avez évidemment la valeur de l'altitude ici dans le système *NF02* avec une estimation de la précision ici de 3 millimètres. On voit également sur cette fiche qu'il y a régulièrement des mises à jour et des contrôles ici de ces points d'altitude, qui sont faits par l'Office Fédéral de Topographie.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

9m 13s



.....

.....

.....

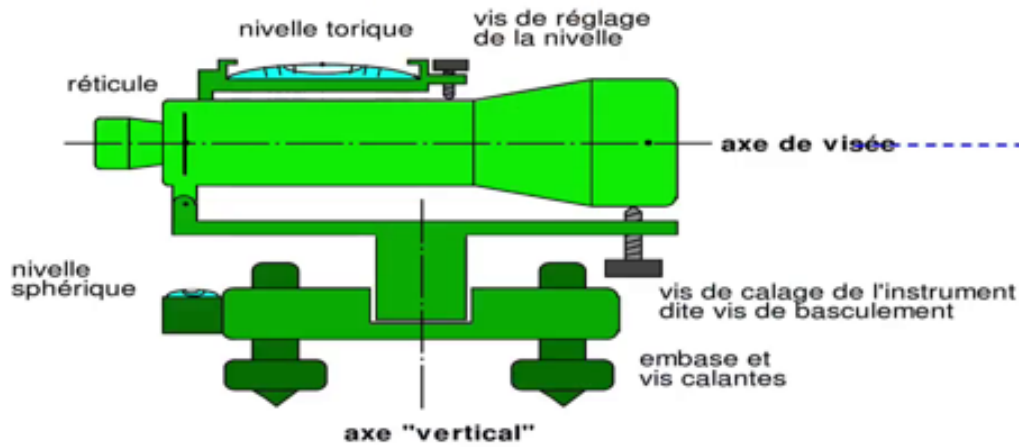
.....

.....

Principe de mesure

Le niveau

La mire



Le principe de mesure : pour pouvoir mesurer avec le niveau, il faut que la ligne de visée soit horizontale.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

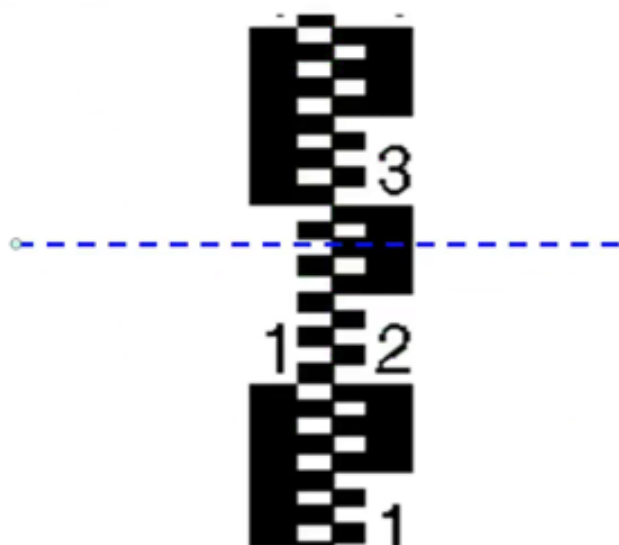
.....

résumé

10m 17s



La lecture sur la mire



Ligne de visée



Éléments de géomatique 15

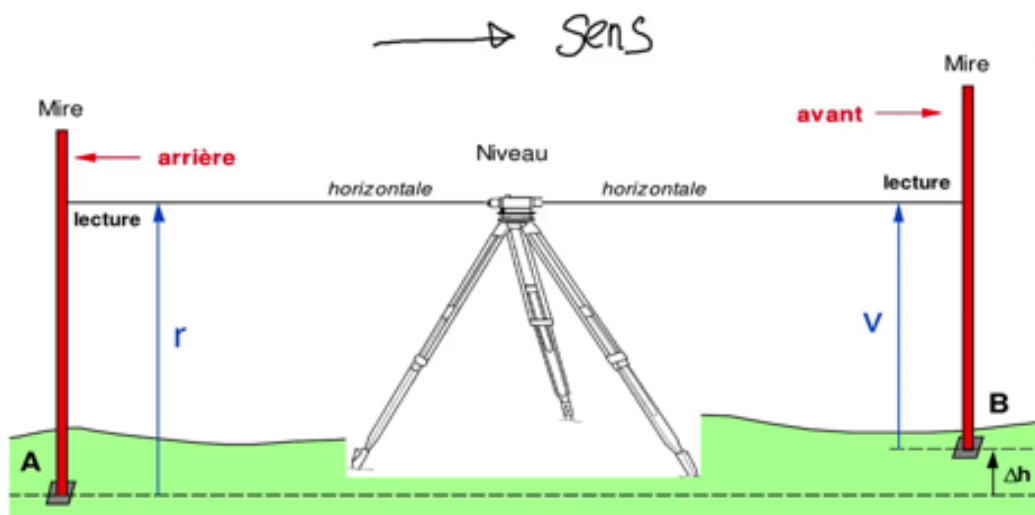
On vous rappelle ici que la nivelle torique sert à caler le niveau, on a ici la ligne directrice ; une fois que la bulle est dans la partie supérieure de la fiole, la tangente en ce point supérieur donne ici cette ligne directrice. Si le niveau est réglé, cette ligne directrice sera parallèle à l'axe de visée et permettra ainsi de faire la mesure dans un plan horizontal.

notes

résumé

10m 27s





Différence de niveau

$$\Delta h = r - v$$

Signe

Les repères A, B et le niveau ne sont pas forcément alignés

Éléments de géomatique 16

La mesure se fait sur la mire graduée ; la graduation de la mire est la suivante : vous avez d'abord les mètres, les décimètres et puis les centimètres ici qui sont donnés par ces petits carrés noirs et blancs. Le millimètre sera estimé à l'œil avec une précision de plus ou moins un millimètre. Dans cet exemple ici on peut dire que nous avons ici un mètre, nous avons deux décimètres et on peut compter le nombre de centimètres en partant d'ici jusqu'ici et on a sept centimètres, et l'estimation des millimètres nous donne ici environ huit millimètres, ce qui fait que la lecture de la hauteur est 1,278 mètres. Le principe de mesure est le suivant : vous avez le niveau qui est placé ici au milieu de la portée, entre le point A et le point B, sur le point A on place une mire verticale on va faire une lecture dite arrière, ensuite cette mire va se déplacer avec son opérateur sur le point B et on va faire une lecture avant ; on définit ici un sens de mesure ou sens du cheminement, qui va donner ici un signe à la dénivelée, + si on monte, - si on descend et la dénivelée est, comme on l'a déjà montré, la différence de la lecture arrière moins la lecture avant.

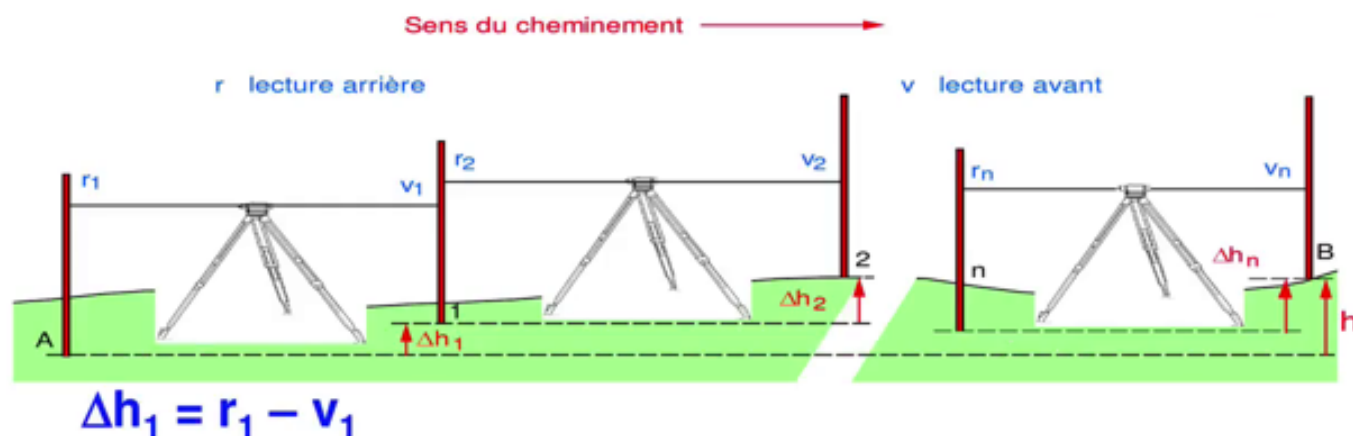
notes

résumé

11m 1s



Le cheminement: une section de nivellement définit une suite de stations entre deux points connus (A et B)



Maintenant si on se place dans le contexte d'un cheminement,

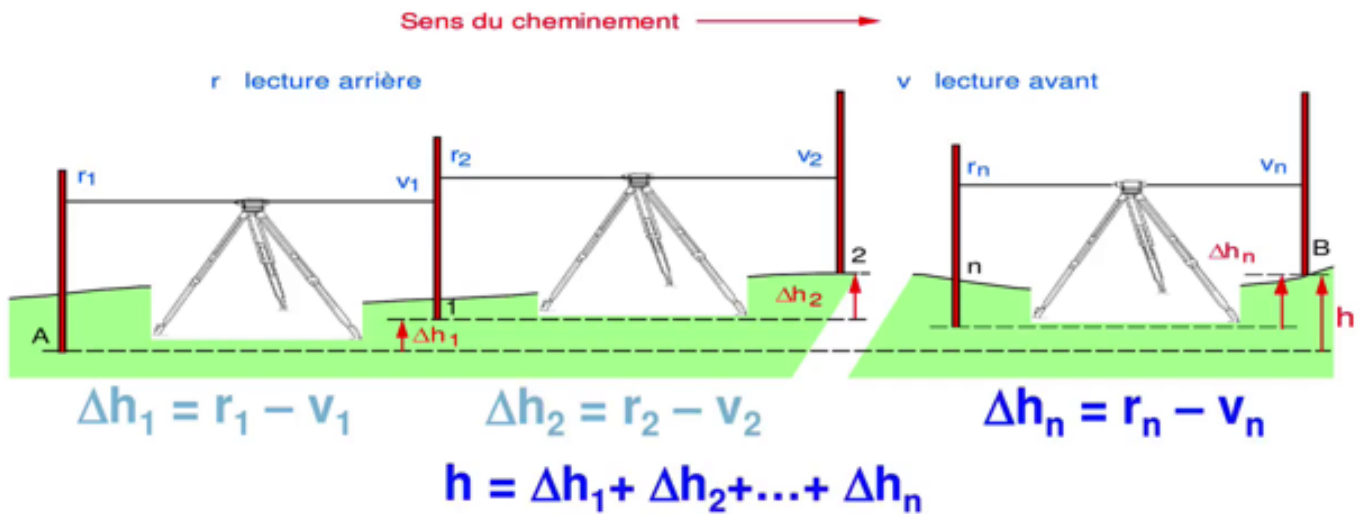
notes

résumé

12m 49s



Le cheminement: une section de nivellement définit une suite de stations entre deux points connus (A et B)



Éléments de géomatique 19

on va partir ici d'un point connu en altimétrie, par exemple, et faire une succession de portées ici jusqu'à atteindre le point *B* et la somme de ces dénivelées nous donnera la différence d'altitude entre *A* et *B* ; donc on a ici dans la première section un Δh_1 , dans la deuxième section vous avez un Δh_2 , etc. ,

notes

résumé

12m 50s





pour finir au Δh_n et terminer sur le point B , et la somme de ces différences de niveau ou dénivelées donnera la hauteur entre le point A et le point B .

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

13m 22s



.....

.....

.....

.....

.....

EPFL – Géodésie et Mensuration

Nivellement géométrique

Entreprise : Exercice de topographie

Groupe : 1

Date : 22.05.11

Temps : *Beau*

Instrument : NA20 n° 606172

Observateur : F. Perrin

| Points visés | Lectures | | | Différence de niveau $\Delta h = r - v$ | | Altitudes | Remarques |
|--------------|--------------|-------------|------------|--|-------|-----------|--|
| | Arrière r | Lancée v | Avant v | + | - | | |
| A 76 | r 2.052 | | | + 0.309 | - | | |
| 1 | 0.781 | | v 1.743 | | 0.515 | | |
| 2 | 1.543 | | 1.276 | | 0.239 | | |
| 3 | 2.271 | | 1.782 | | | | |
| A 87 | | | 0.954 | 1.317 | | | contrôle |
| [r] = | 6.627 | [v] = | 5.755 | 1.626 | 0.754 | | Contrôle des calculs: [r-v]=[r]-[v] |
| | -5.755 | | | -0.754 | | | |
| [r]-[v] = | 0.872 | | [r-v] = | 0.872 | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Eléments de géomatique 20

Pour les opérations de terrain d'un cheminement de nivellement géométrique on utilise en général le formulaire suivant

notes

résumé

13m 35s



- Définition des altitudes

- Altitude usuelle: point origine et mesure de dénivelées entre les points du réseau
Système non rigoureux car il est influencé par le champ de pesanteur
- Altitude orthométrique: mesure selon la verticale entre le repère et le géoïde
Système rigoureux au sens de la théorie du potentiel de gravité

- Principe de mesure

- Appareil: le niveau
- La nivelle permet de caler le niveau
- Ligne de visée horizontale indique le point de lecture sur la mire
- Hauteur entre le repère et la ligne d'horizon
- Détermination de dénivelée entre la mesure arrière et la mesure avant

sur lequel on va observer les différents points avec les lectures arrière et les lectures avant, qu'on a ici dans une première portée, et on va calculer directement la différence de niveau avec son signe, ça permet le long d'un cheminement de sommer ces différences de niveau positives et négatives et d'avoir finalement la dénivelée le long de cette section de cheminement.

notes

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

résumé

13m 43s



.....

.....

.....

.....

.....



En résumé cette partie consacrée au nivellement géométrique on a vu un certain nombre de définitions des altitudes : les altitudes usuelles, altitudes orthométriques, donc une modernisation de notre système qui permet de tenir compte du champ de pesanteur, et nous avons vu les principes avec la description du niveau, la description de la mire sur laquelle on fait une lecture et le principe de cheminement. Je vous invite à regarder les différentes vidéos tournées en extérieur qui illustrent et complètent ces principes théoriques. ces principes théoriques.

notes

résumé

14m 9s

