

Eléments de géomatique EG 2025

Nivellement

Principe – instrument - mesures

EPFL Eléments de géomatique S8: 11.04.25

- Nivellement
 - Principe, définitions et mesures
- TP3 – Nivellement: organisation
 - Mesures dès le 02.05

EPFL Nivellement Géométrique

1. Principe et définitions

- Définitions : altitude, nivellation
- Nivelle et ligne de visée
- Différence de niveau

2. Mesures

- Cheminement
- Types d'instruments et de mires
- Principe du compensateur
- Importance des portées égales
- Contrôle et réglage



EPFL Nivellement Géométrique



- Equipment: niveau et mire

1. Principe et définitions

Définitions

- **Altitude vraie (orthométrique)**: distance mesurée selon la verticale entre un point de l'espace et le géoïde
- **Système altimétrique**: altitude d'un point fondamental (rattaché au niveau moyen de la mer) et une méthode de mesure
- **Nivellement géométrique** : méthode de mesure permettant la détermination directe de différences de niveau (dénivelée)
- *Remarque: la mesure dépend du champ de pesanteur*

1. Principe et définitions

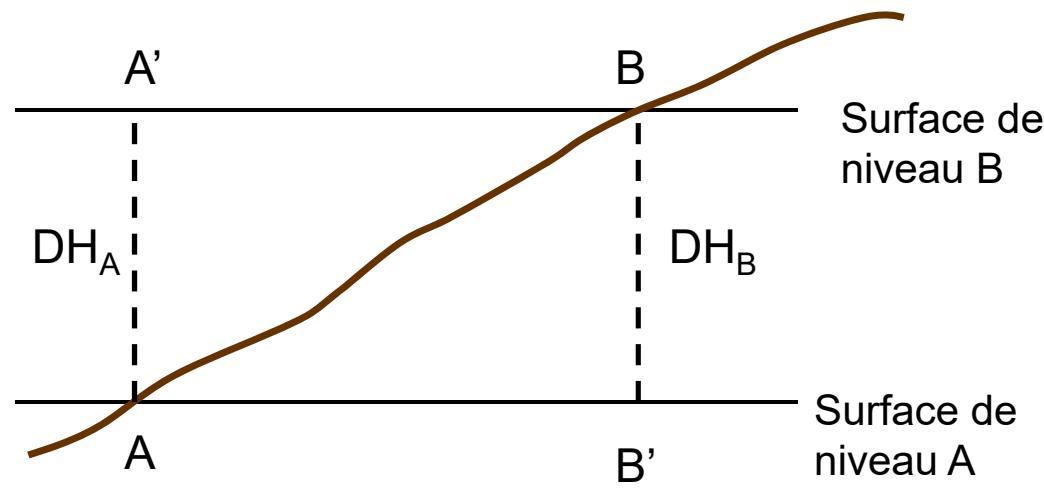
Problème des altitudes

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

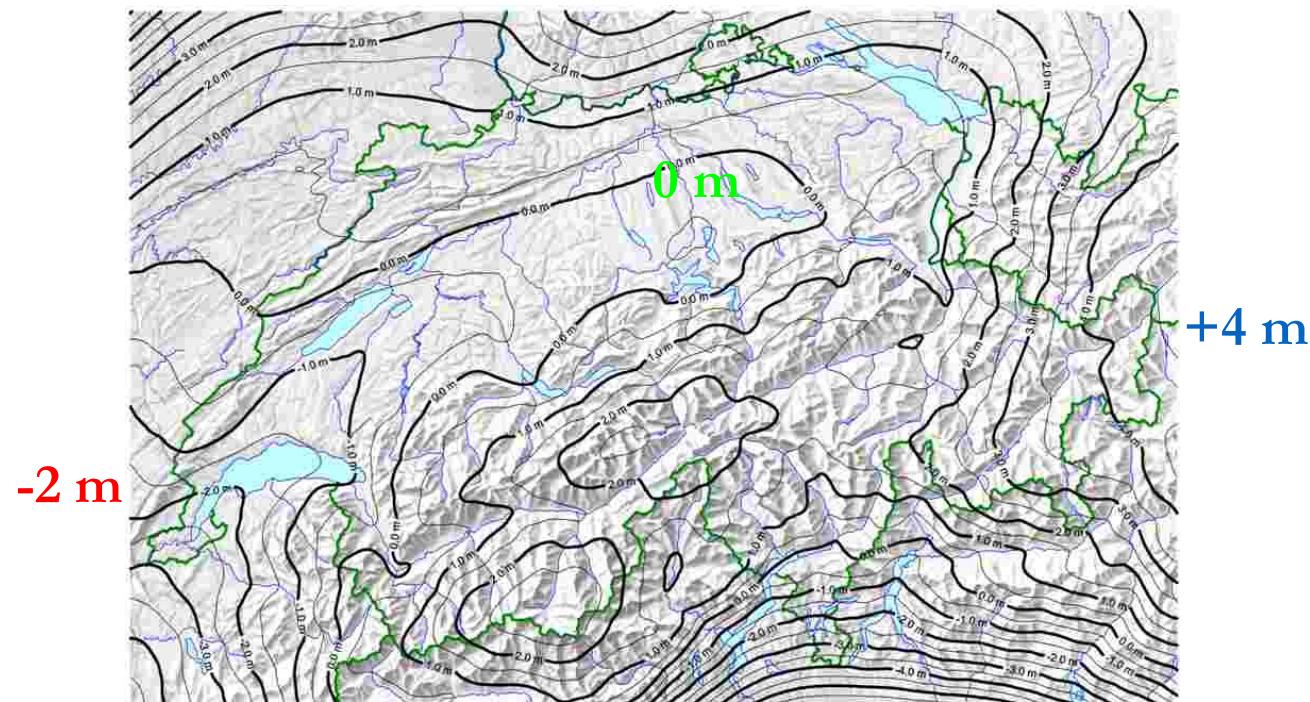
• Hypothèse

- DH_A parallèle à DH_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**



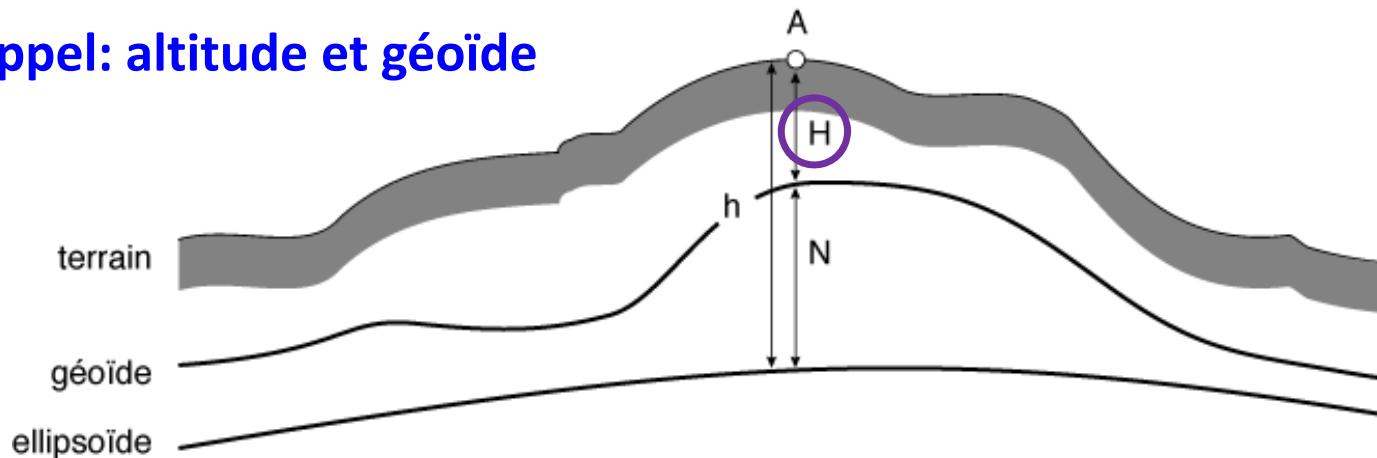
EPFL Géoïde local Suisse (rappel)



Système de référence : CH1903, ellips. Bessel
Variations: de **-2m** (Léman) à **+ 4m** (Grisons)

1. Principe et définitions

Rappel: altitude et géoïde



h = altitude ellipsoïdique

H = altitude usuelle

N = cote du géoïde

$$h = H + N$$

EPFL 1. Principe et définitions

- **Altitude usuelle:** elle s'appuie sur un point origine et un réseau de nivellation
Les différences d'altitudes entre les points du réseau résultent de la somme de dénivelées brutes
- **Cadre de référence Suisse :** Nivellement fédéral - **NF02**
Repère la Pierre du Niton (373.60 m)
Système non rigoureux: le champ de pesanteur influence la mesure de nivellation

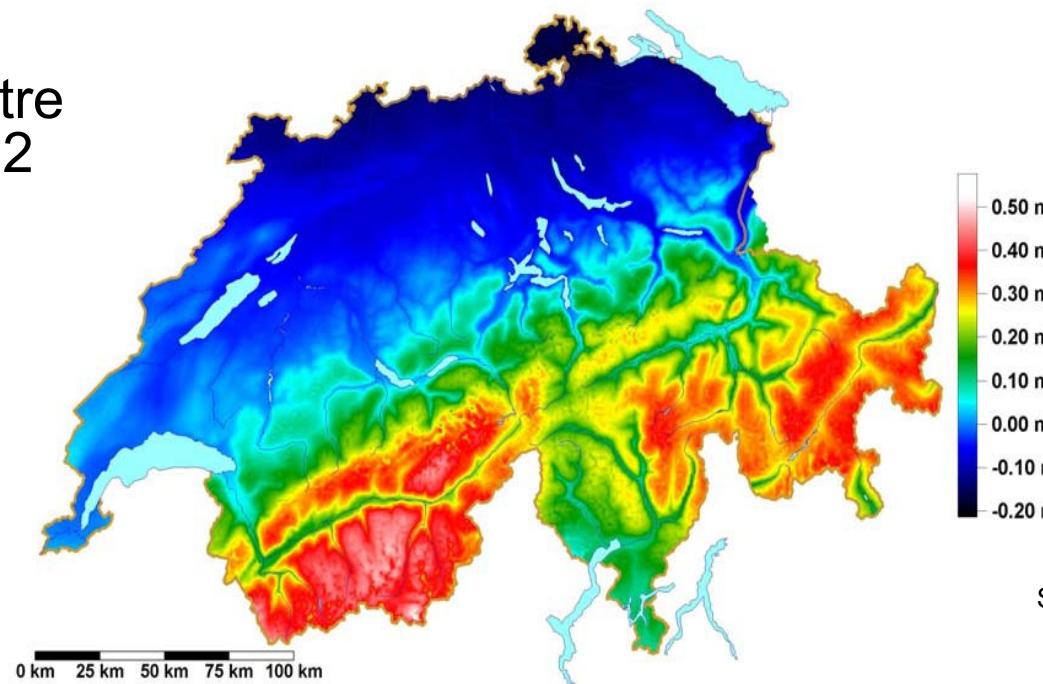
Réseau altimétrique:
ensemble des lignes de nivellation



1. Principe et définitions

- 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 nivellation

Différences entre
RAN95 et NF02



- Fiche signalétique point de nivellation fédéral (NF02)
 - $H = 396.022 \text{ m}$

PFA1	Y = 532 990.000	X = 152 170.000	H_{NF02} = 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.

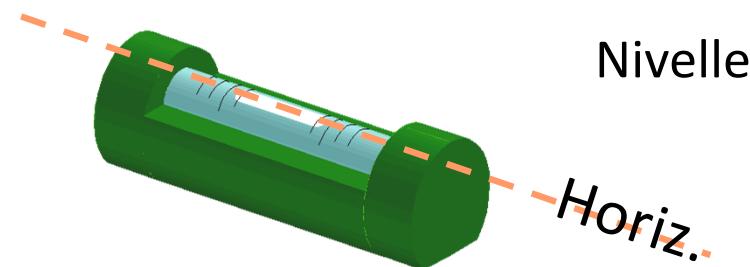


vdo 004a

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

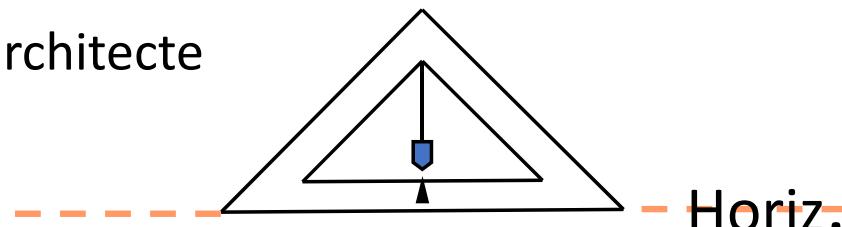
2. Mesures

Principe physique



Nivelle

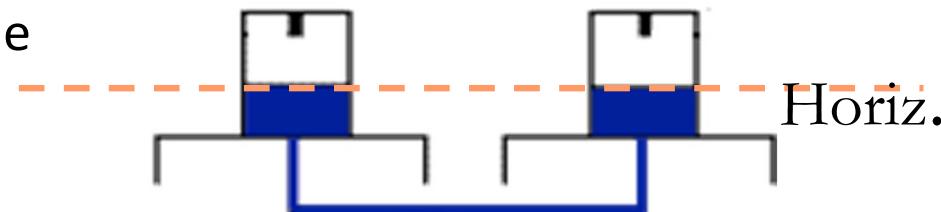
Équerre d'architecte



- Horiz.

- Horiz.

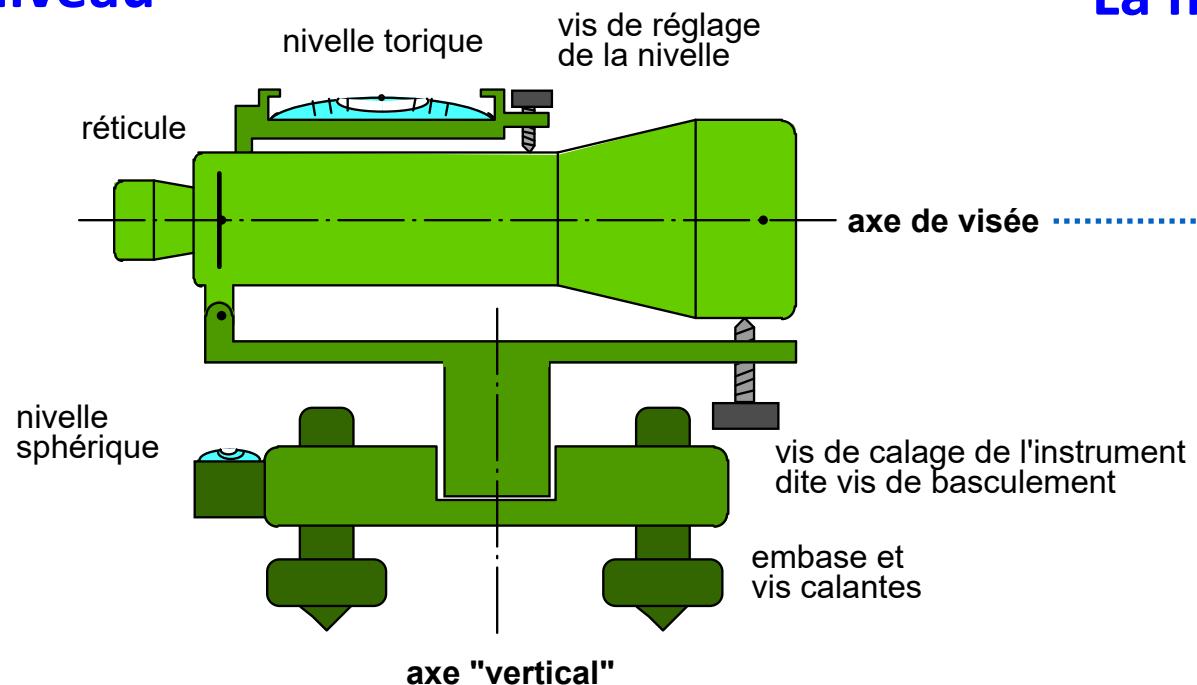
Niveau hydrostatique



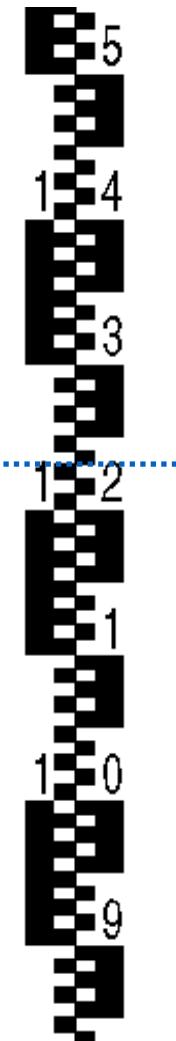
- Horiz.

EPFL 2. Mesures

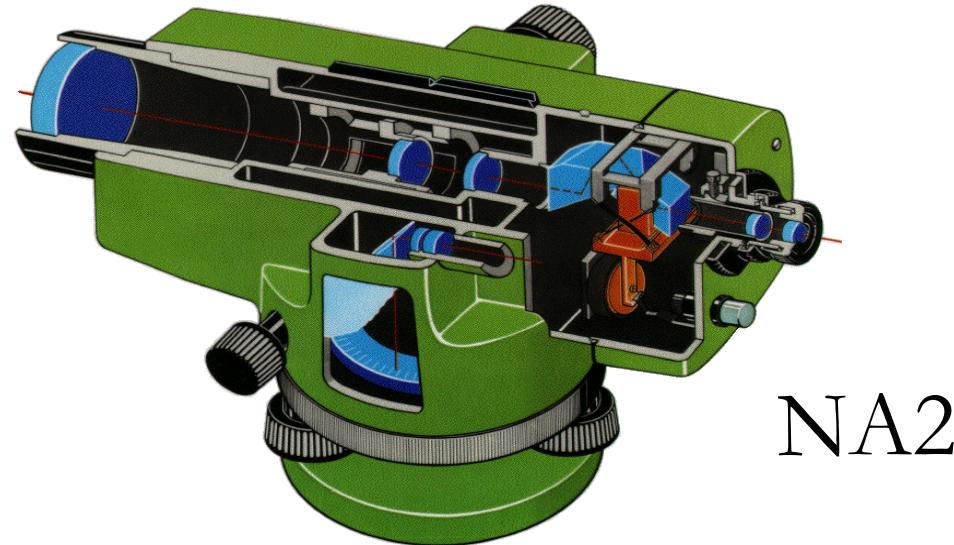
Le niveau



La mire



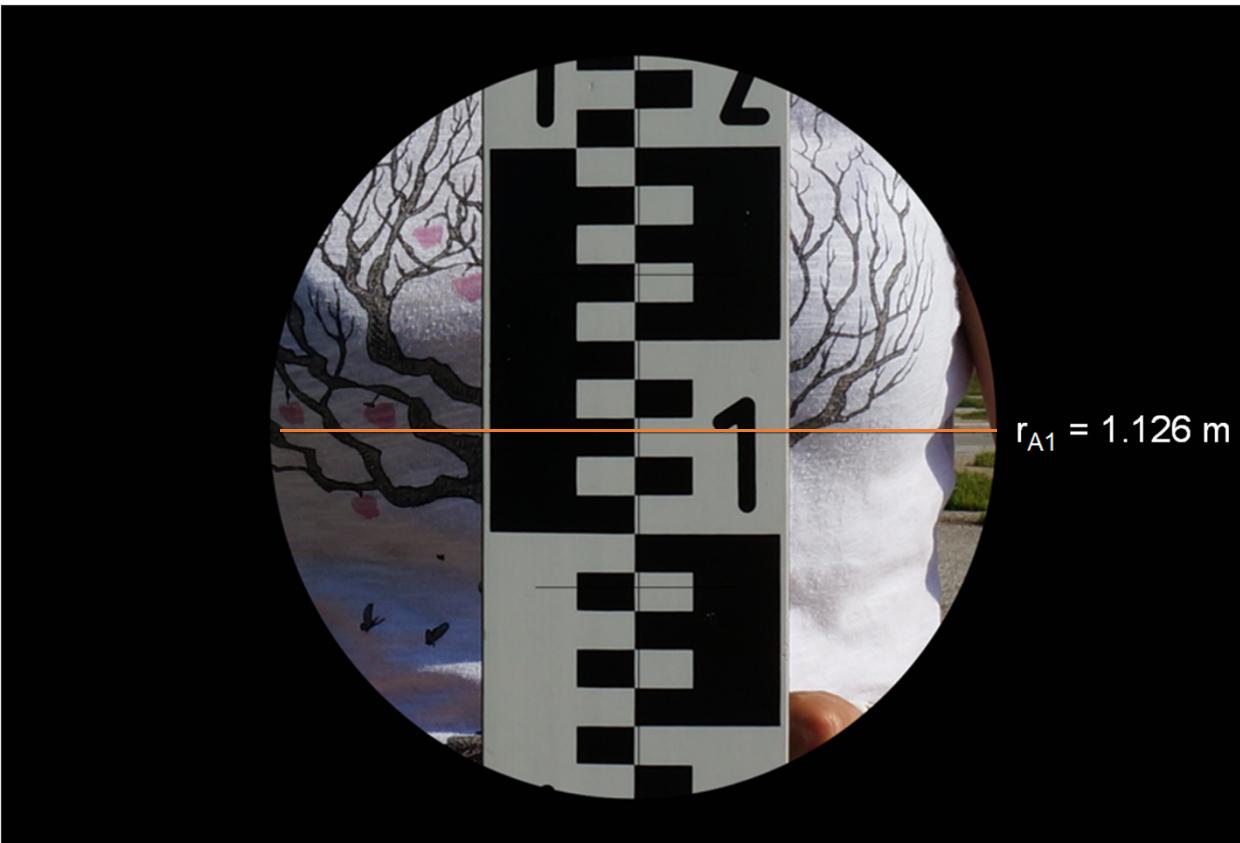
2. Mesures



Précision

- écart type sur 1 km de niveling double
- Niv. ingénieur **NA2** : 1.5 mm/km
- Niv. chantier **NA20** : 2.5 mm/km

EPFL 2. Mesures



La lecture sur la mire

1 m : lecture directe à gauche

1 dm: lecture directe à droite

2 cm: compter les carrés (N/B)

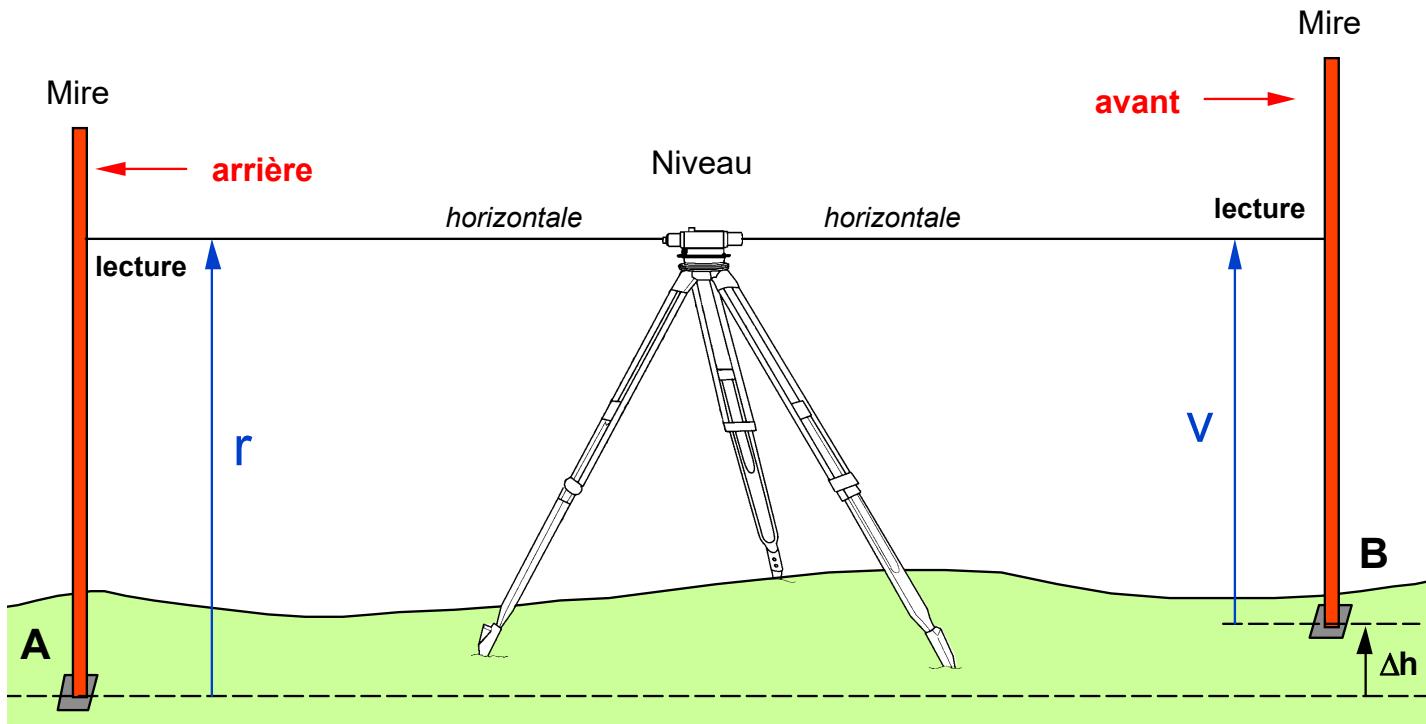
6 mm: estimation à l'œil

Total: 1,126 m

EPFL 2. Mesures

Différence de niveau

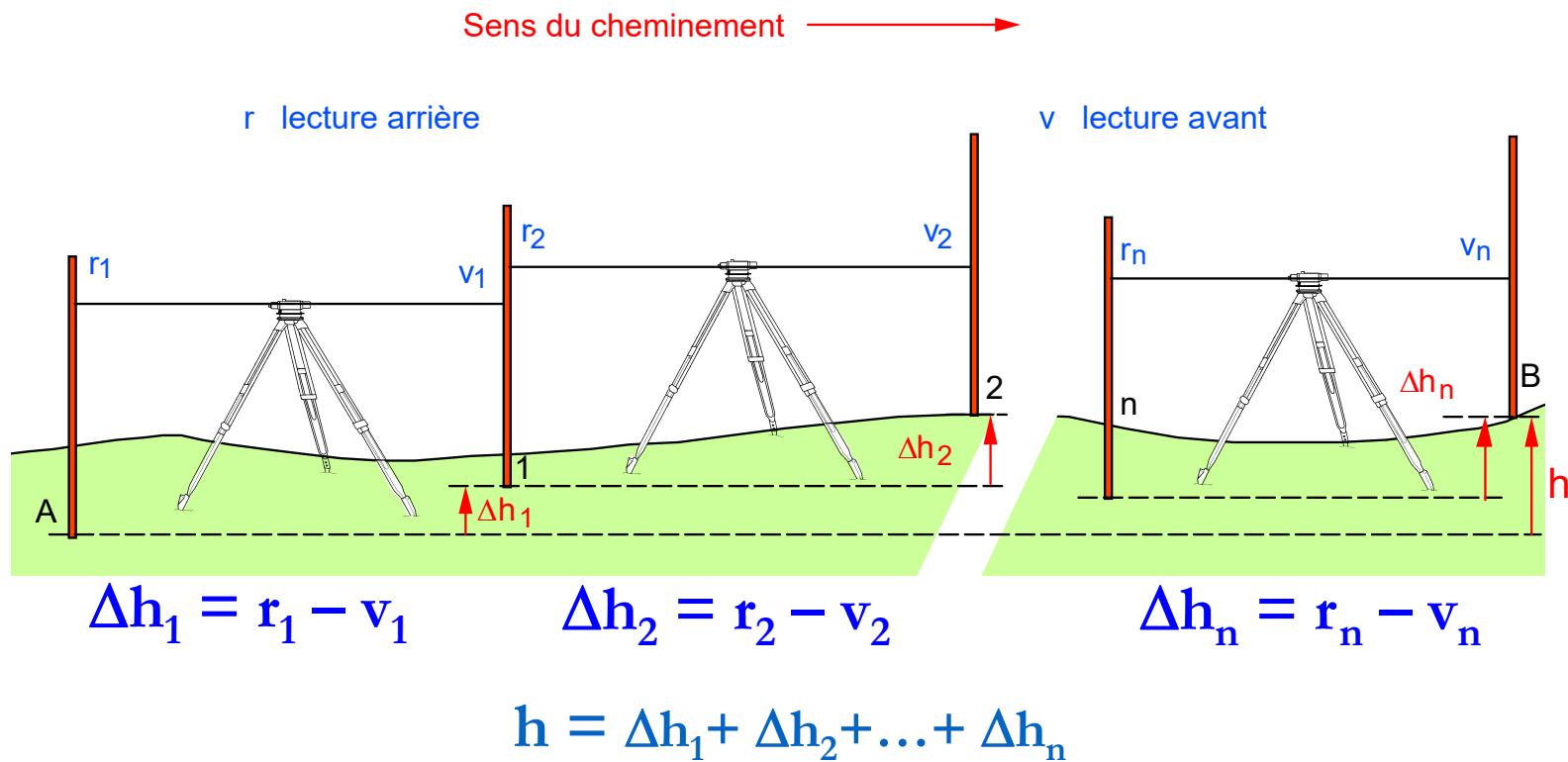
$$\Delta h = r - v$$



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

EPFL 2. Mesures

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



EPFL 2. Mesures: carnet de terrain

Nivellement Géométrique						
Date : 25.04.22 Instruments : Na 720			Equipe : No 124; Herrman, Burnier, Saadé			
Cheminement entre les points : aller de G101 à G999; retour de G999 à G101						
Station n°	Point n°	Lecture arrière (r)	Lecture avant (v)	Dénivelée $dH = r - v$	Dénivelée par section somme (r-v)	Altitude
1000	G101	r 1.364			0.147	394.856
	1	1.328	v 1.217	0.202		
1001	2	1.386	1.126	0.062		
	3	1.297	1.324	0.014	contrôle	
1003	G999		1.283	somme	0.425	395.281
	somme	5.375	4.950			alt G999 calculée G101 + 0.425
	contrôle somme(r)-somme(v)		0.425			
	Cheminement retour					alt G999 calculée G101 - (-0.425)

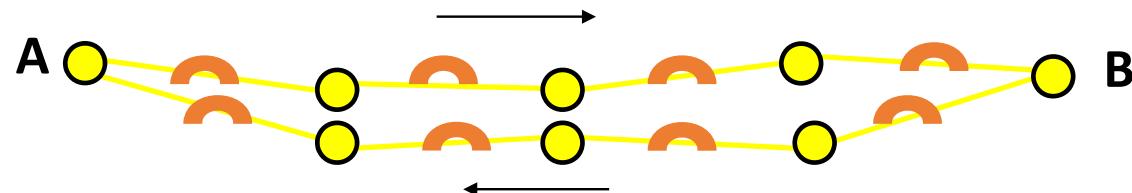
EPFL 2. Mesures

Types de nivellation

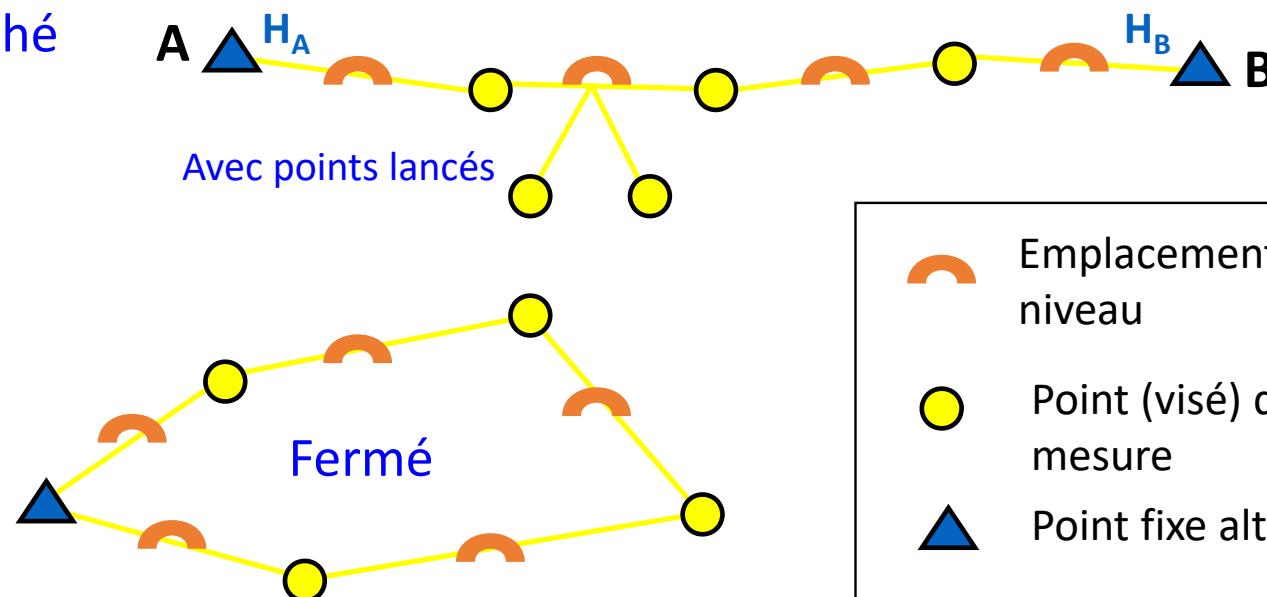
- Aller et retour
 - Cheminement de A à B puis de B à A
 - Contrôle que $\Delta H_{AB} = - \Delta H_{BA}$
 - Écart acceptable ? Si oui, on moyenne ΔH
- Rattaché
 - Cheminement entre 2 points dont l'altitude est connue
 - Contrôle: ΔH mesuré = $H_B - H_A$?
 - On peut déterminer des altitudes de points intermédiaires
- Fermé
 - On referme le cheminement sur le point de départ
- Cheminement avec points lancés
 - Détermination de l'altitude de certains points (hors cheminement) depuis une station

EPFL 2. Mesures

Aller-retour



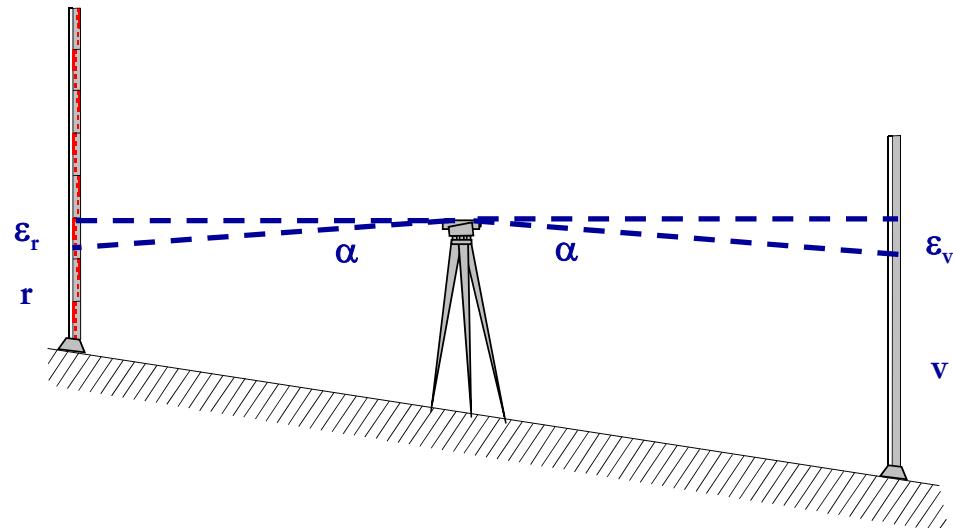
Rattaché



EPFL 2. Mesures

Contrôle et réglage

- Le parallélisme α entre la directrice de la nivelle et l'axe de visée n'est jamais parfait
- Défaut éliminé par des **mesures de portées égales** car l'erreur ε est identique en « r » et « v » et s'élimine par différence



Nivellement

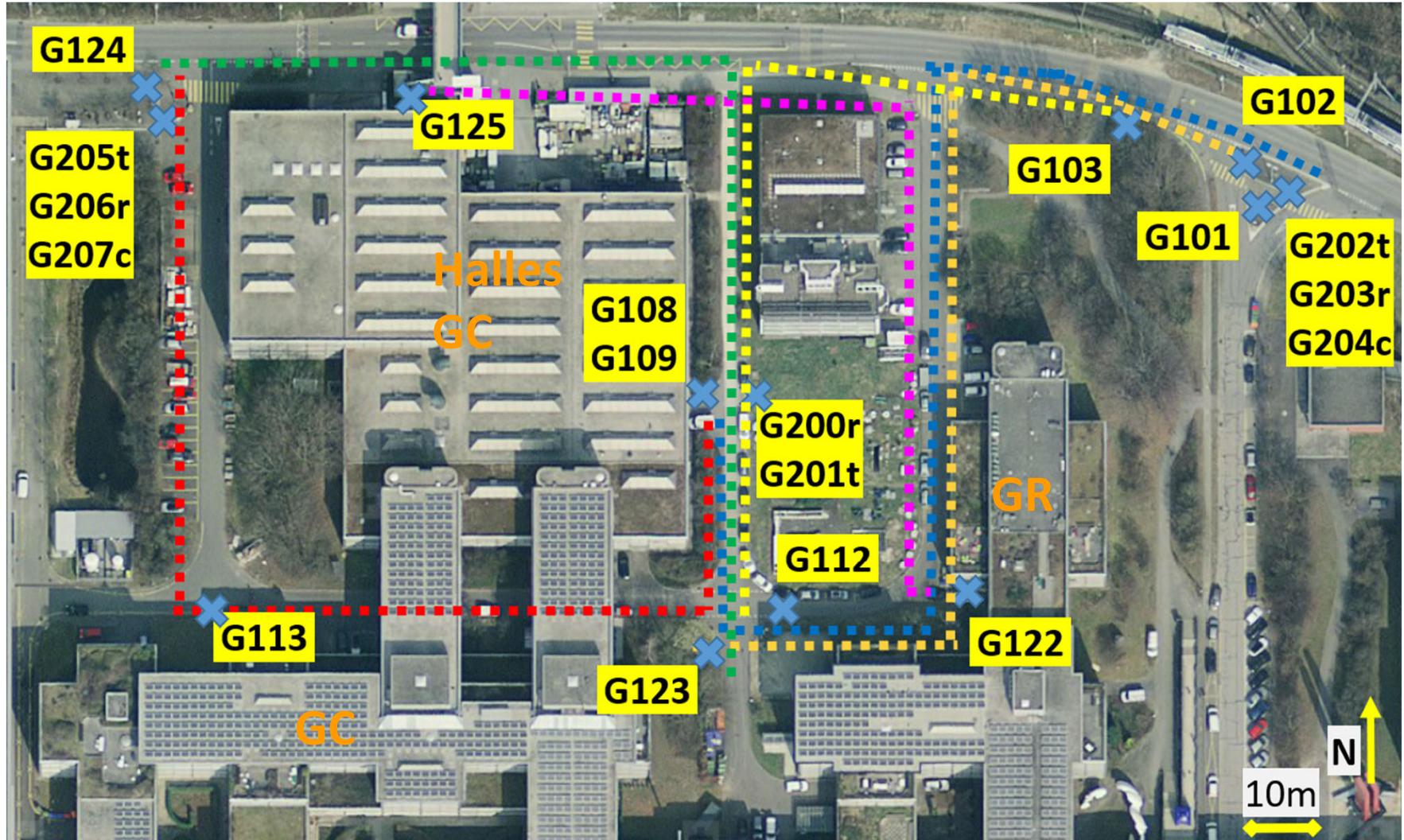
- Démarche d'apprentissage
 - **Avant votre participation au TP3 (dès le 02.05)**
 - Prendre connaissance des principes de base
 - Regarder les vidéos : démonstration du principe de mesure
 - Poser vos questions sur le forum Moodle
- Polycopié
 - 5.2: Nivellement géométrique
- Vidéos disponibles sur Moodle
 - Intro: <https://moodle.epfl.ch/mod/url/view.php?id=1060803>
 - Altitudes: <https://moodle.epfl.ch/mod/url/view.php?id=1060804>
 - Contrôle niveau: <https://moodle.epfl.ch/mod/url/view.php?id=1060805>
 - Cheminement: <https://moodle.epfl.ch/mod/url/view.php?id=1060810>

EPFL Eléments de géomatique

TP3: Nivellement

- Organisation
 - Mesures sur le site de l'EPFL (autour bâtiments GC et GR)
 - Groupe de 3 personnes
 - 1 session = 9 groupes; 5 sessions du 02.05 au 30.05
 - **Présence obligatoire;**
 - en cas de problème majeur, contacter pierre-yves.gillieron@epfl.ch
- Formation des groupes
 - Document «Google Sheet» sur Moodle (figé)
 - **Changement uniquement pour raison impérative (par e-mail)**
- Donnée du TP3
 - Moodle: <https://moodle.epfl.ch/mod/resource/view.php?id=1017084>

EPFL TP3 Nivellement: cheminement



EPFL TP3 Nivellement



EPFL-SIE



25