UNIVERSITÉ
de Cergy-Pontoise

2013

Rapport des TP de Topographie

Ansumoudine - Solange - Quentin- Mariama
Université De Cergy Pontoise
09/01/2013

TP n° 1 : Nivellement direct

1. But du TP

L'objectif de ce TP est de déterminer l'altitude des 5 points situés entre les bâtiments E et F à partir d'un point de référence R0 (Z = 50.08 NGF) situé sur le bâtiment A.

Tous les points étant accessibles, on privilégie la technique du « **nivellement direct** ».

2. Définitions

a. Nivellement direct

Le nivellement direct, appelé aussi nivellement géométrique, consiste à déterminer la dénivelée ΔH (différence d'altitudes) entre deux points A et B à l'aide d'un appareil : le niveau et d'une échelle verticale appelée la mire.

b. Nivellement indirect

Le nivellement indirect est réalisé par calcul du dénivelé et non plus sa mesure directe. On ne mesure plus le dénivelé entre 2 points pour déduire une altitude, mais on calcule tout d'abord ce dénivelé grâce à des mesures d'angles et de distances réalisés à l'aide d'un théodolite ou d'un tachéomètre.

c. Porté, nivelée

- La portée est la distance du niveau à la mire ; elle varie suivant le matériel et la précision recherchée et doit être au maximum de 60m en nivellement ordinaire et de 35 m en nivellement de précision.
- La nivelée est la somme des 2 portées relatives à une même station.

d. Erreur de collimation

Mécaniquement l'axe optique du niveau n'est jamais parfaitement horizontal même si la bulle est calée ou le compensateur libéré: cette erreur (collimation c) est proportionnelle à la longueur des visées.

Pour s'en affranchir, on veille à ce que le point de station soit placé à mi-distance entre les deux points. C'est à dire que les portées doivent être égales.

e. Les cheminements

- *Cheminement fermé*

On parle de cheminement fermé, si le premier point A0 et le dernier point An sont confondus. La différence d'altitude entre A0 et An donne l'erreur effectuée sur le cheminement.

- *Cheminement encadré*

  On parle de cheminement encadré si l'altitude du dernier point du cheminement est connue. La différence entre l'altitude mesurée et l'altitude dans le système de référence donne l'erreur.

- *Cheminement en antenne*

  Le cheminement en antenne A FAIRE

f. Nivellement par rayonnement

Le nivellement par rayonnement se fait à partir d'une seule station. On détermine les altitudes de différents points intermédiaires par rapport à un repère connu.
En effet, si tous les points (A0, A1,…, An) sont visibles à partir d'une station St, on vise le point de référence A0 en lecture arrière puis tous les autres points Ai en lecture avant.

g. Procédés de contrôle des lectures

A chaque visée, il faut vérifier la cohérence des lectures avant de déplacer la mire. Pour cela, les lectures effectuées pour le files stadimétrique haut, bas et pour le fil niveleur, doivent vérifier cette formule : $2fn = st1 + st2 \pm 2mm$.

3. Connaissance des systèmes d'altitude

a. Altitude normale

Altitude tenant compte de la variation de la pesanteur réelle. En France, le système de mesure de l'altitude IGN 69 tient compte de ces variations.

b. Altitude orthométrique

C'est une altitude définie par la seule **mesure de la distance verticale entre le géoïde et le point** à laquelle on applique une correction dite "orthométrique" qui

dépendra de la pesanteur pris égale à la valeur moyenne de l'accélération de la pesanteur théorique entre la surface de niveau 0 et le point d'observation

c. Réseau (altitude ville de Paris)

Un réseau est constitué d'un ensemble de points matérialisés dont l'altitude est connue et diffusée. L'altitude de Paris varie selon les rues, les lieux, il y en a donc plusieurs ! La Seine étant le point le plus bas, avec 28 m d'altitude, au Point du Jour, contre 130 m pour la Butte Montmartre, qui est le point le plus haut.

d. Réseau NGF (IGN69)

NGF- IGN69 est le niveau Français de nivellement. Il est établi sur le territoire métropolitain (France). Ce réseau général est subdivisé en 4 réseaux de plus en plus denses, dits de 1er ordre (réseau composé de points primordiaux), 2ème, 3ème et 4ème ordre.

Ordre	Longueur (km)	Nombre de repères	Précision Ecart-Type
1er	13 754	22 440	2.0 mm
2ème	18 510	30 040	2.3 mm
3ème	45 600	76 080	3.0 mm
4ème	169 330	263 310	3.6 mm
Total	247 194	391 870	
Profil de	Rivière 50 000 environ	60 000	
Total	300 000 environ	450 000 environ	

4. Connaissance du matériel

Nous avons eu à notre disposition un niveau Leica NAK2 à image droite. Il s'agit d'un niveau automatique universel répondant à toutes exigences du nivellement de précision.
Voir image ci-après.

Image d'un niveau Leica NAK2

Fiche technique d'un niveau Leica NAK2

Données techniques	NAK2
Précision	0.7 mm (selon mire et procédée de mesure) 0.3 mm (avec micromètre plan-parallèle)
Grossissement	Standard : x 32 Oculaire FOK73 (option) : x 40
Visée minimale	1.6 m
Précision de calage (écart type)	0.3 ''

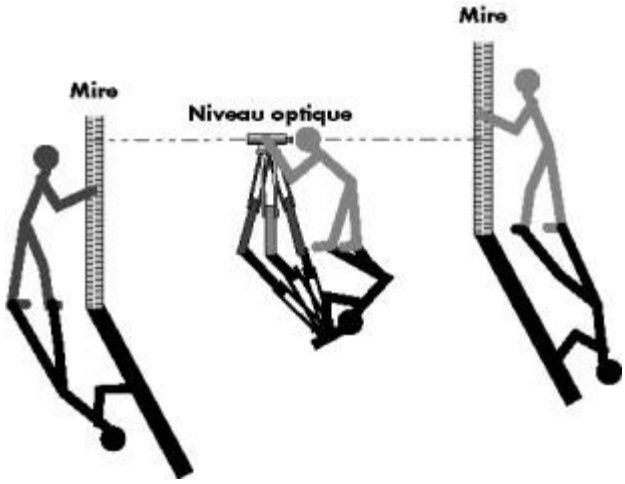
Pour se servir du niveau, il faut d'abord procéder à sa mise en station : positionnement et calage. Pour cela :

- On fixe le niveau au centre des jambes du trépied de façon à ce que la lunette de visée soit situé à hauteur des yeux ou légèrement plus bas puis positionner le niveau au-dessus du point de station.
- Caler la nivelle sphérique en jouant sur les longueurs des jambes du trépied.
- Régler finement la verticalité de l'axe principal.
- Faire le réglage de la bulle en jouant uniquement sur la troisième vis calante.

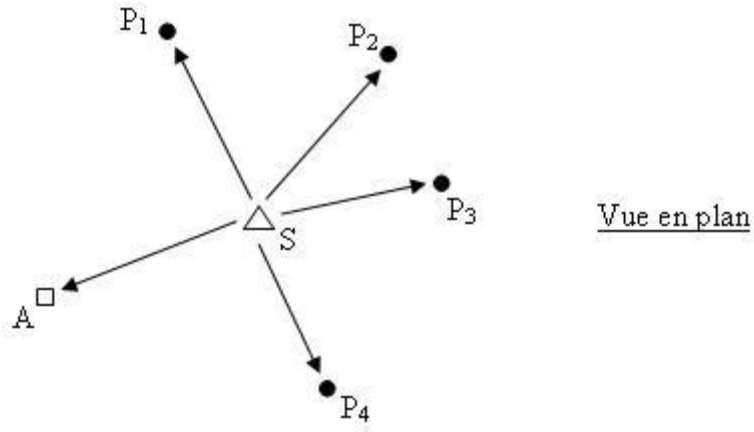
5. Description du mode opératoire utilisé

Afin de déterminer les altitudes des points demandées, nous avons utilisé la technique de nivellement direct car on avait à faire à un terrain plat. Pour cela, pour les points Ri qui étaient à la queue leu leu, nous avons effectué les mesures des dénivelées par **cheminement** en partant d'un point de référence donné R0 (Z = 50.08).
Ensuite pour les points Pi, qui étaient tous accessibles à partir du point R4, le nivellement par **rayonnement** était le plus approprié.

Pour le nivellement par cheminement, la mire est placée à la mi-distance entre 2 points et on procède à **une lecture avant** de l'un des points et **une lecture arrière** de l'autre point.



Pour le nivellement par rayonnement, il a juste suffit de considérer un point de station (S sur le schéma) entre le point R4 (A sur le schéma) et les points Pi. Ensuite on effectue une **lecture arrière** du point R4 suivie que **des lectures avant** des points Pi.



6. Liste du matériel à utiliser

Voici la liste du matériel mis utilisés.

- Un niveau Leica NAK2 à image droite
- Mire 4 mètres bois
- Trépied
- Planchette

7. Carnet de nivellement complet

Ci-après le carnet de nivellement complet obtenu à partir des mesures faites sur le terrain. Vous y trouverez, les données relatives aux lectures avant et arrière pour chaque station, les dénivelées, les compensations, les altitudes et les distances.

No	Point Visé	Lecture arrière			Lecture avant			Portée Dh (m)	Dénivelées ΔH (mm)		Comp (mm)	Altitude m
		S' (mm)	Niv (mm)	S (mm)	S' (mm)	Niv (mm)	S (mm)		+	-		
1	R0	2050	1860	1670								50,08
								68	370			
2	R1	1080	910	770	1670	1490	1370					50,45
								63		470		
3	R2	1720	1570	1430	1540	1380	1220					49,98
								58	80			
4	R3	1585	1490	1400	1640	1490	1350					50,06
								38,5		280		
5	R4	1530	1445	1355	1870	1770	1670					49,78
								61,5	150			
6	P1				1560	1340	1120					49,93
								59,5	85			
7	P2				1570	1360	1150					50,015
								45,5		615		
8	P3				2200	2060	1920					49,4
								28		225		
9	P4				1725	1670	1620					49,175
								41,5		205		
10	P5				1770	1650	1530					48,97
								463,5	685	1795		

Bon à savoir :

S’ : valeur lue pour le fil stadimétrique haut

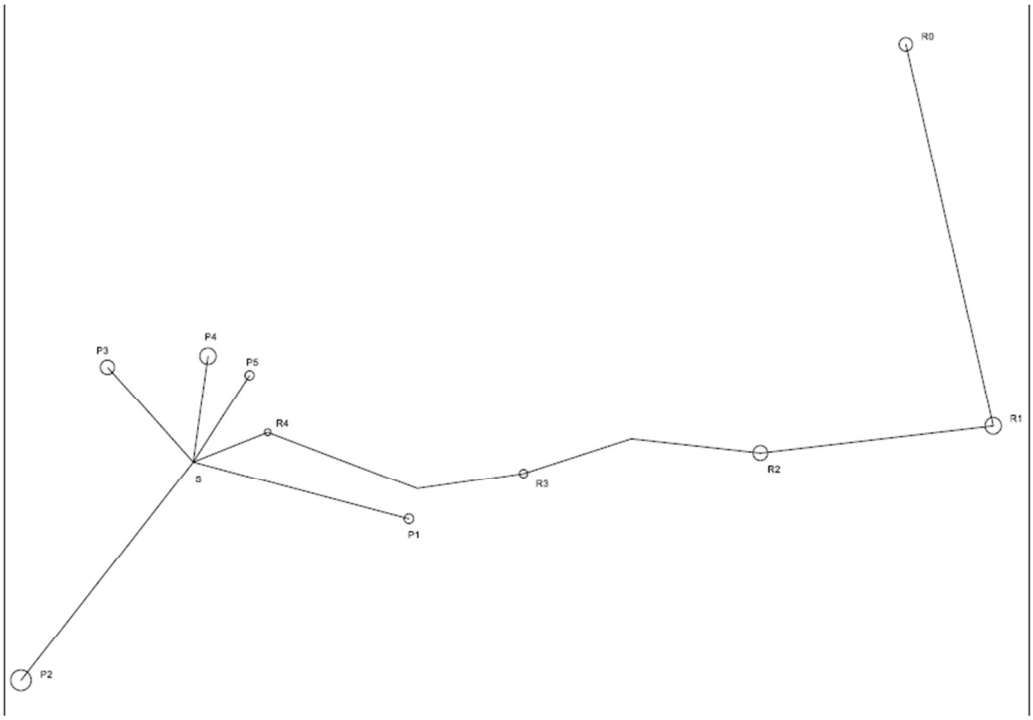
Niv : valeur lue pour le fil niveleur

S : valeur lue pour le fil stadimétrique bas

ΔH : Dénivelée

Dh : Portée

8. Schéma de synthèse



REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Rappel :

Du point R0 au point R4, nous avons utilisé le rayonnement direct par cheminement.

Du point R4 aux autres points Pi, nous nous sommes servis du nivellement direct par rayonnement en prenant comme station le point S.

TP n°2: Nivellement indirect

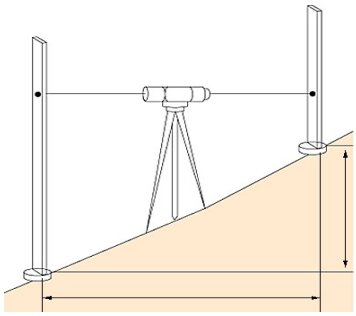
1. But

Réaliser un nivellement indirect avec des points accessibles avec le prisme sauf pour le dernier point.

2. Définitions

- Nivellement direct :

  - L'on utilise comme outils un **niveau** ainsi qu'une **mire**.
  - L'on effectue une lecture **arrière** et une lecture **avant**.



  - A travers la lunette vers la mire on a trois données :
    - Ls : fil stadimétrique supérieur
    - Lo : fil niveleur
    - Li : fil stadimétrique inférieur

  - On distingue différents nivellements direct
    - Par rayonnement pour les points visibles
    - Par cheminement pour les points non visibles

  - Les différentes erreurs
    - Erreurs cumulées par cheminement fermé. C'est lorsque le point de départ est diffèrent du point d'arrivé.

      Par cheminement encadré. C'est lorsque le point d'arrivé est diffèrent du point prévu.

    - Erreurs de collimation : Mettre la station approximativement à mi-distance des deux points afin d'éviter cet erreur.

- Nivellement indirect :

  - L'on utilise comme outils un tachéomètre ou station total et un prisme.

  - L'on peut lire un angle vertical et la distance (si le point visé est accessible pour la mire), ainsi que l'angle horizontal.

  - Pour obtenir l'altitude il faut appliquer la formule suivante :

$$\nabla H = ht + D_i \cos(V) - h_v$$

avec ∇H : altitude du point

ht : Hauteur station

D_i : Distance station prisme

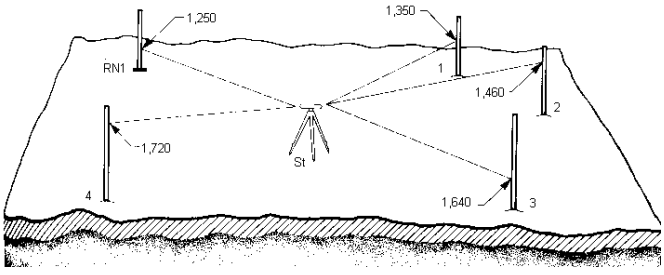
V : Angle

h_v : Hauteur prisme

  - On distingue différentes méthodes :
    - **Planimétrie**

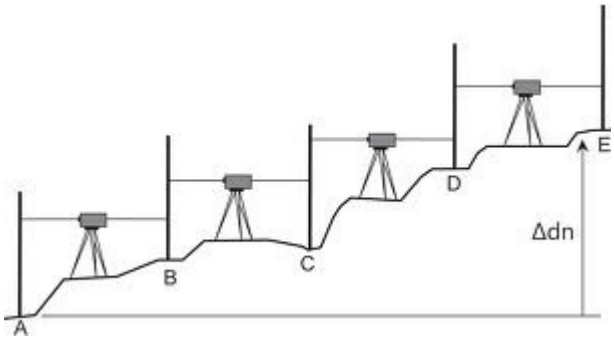
      Principe de déterminer les coordonnées (X;Y) dans un plan horizontal.

    - **Rayonnement**



- **Polygonale**

  Point non observable à partir du point de référence.



- Le prisme :

Le prisme est utilisé avec la station avec une hauteur h_v , muni d'une bulle pour son positionnement.

La mesure se fait à l'aide d'un prisme réflecteur **tétrasodique** donc catoptrique, placé à la verticale du point que l'on souhaite mesurer à l'aide d'un niveau.

3. Matériel

- Distancemètre pour déterminer la distance sans contact avec laser. Les distancemètres déterminent avec précision la distance jusqu'au point de mesure. Ici on utilise un tachéomètre Leica Builder 100RM, installé sur un trépied

Image

- Mise en station :

  On trouve le point de repère au sol marqué à la peinture. On ouvre le trépied, on le cale à la hauteur souhaité. On déroule ensuite le fil à plomb pour bien positionner le tachéomètre au-dessus du point de référence.

  Puis on joue avec les pieds afin de bien positionner les bulles de stabilisation.

- Lunette : il y a différentes molettes afin de régler la netteté. D'autres aussi pour régler avec précision le visé de la lunette.

- Il y a un bouton distance qui permet à la machine d'évaluer la distance inclinée entre la station et le prisme.

4. Mode opératoire

1. Récupération du matériel.

2. Installation du tachéomètre au niveau du point de départ P_1 .

3. Positionnement du prisme au premier point P_2 .

4. Lecture haute, lecteur basse et distance grâce au matériel.

5. On répète la même procédure du point P_2 au point P_6 avec la station au point P_1

6. Les points précédents étaient accessibles au prisme mais le point P_7 ne l'était pas.
   - Création d'un point P_8 accessible au prisme et à partir duquel le point P_7 est toujours visible.
   - Relevé des angles horizontaux $\widehat{P_1 P_8 P_7}$ et $\widehat{P_8 P_1 P_7}$.
7. On détermine par calcul les angles manquants.

8. On détermine la distance $[P_1 P_7]$.

9. On peut remplir le carnet de nivellement.

5. Matériel à utiliser

L'on utilise comme outils un tachéomètre ou station total et un prisme.

6. Carnet de nivellement

Tableau des mesures :

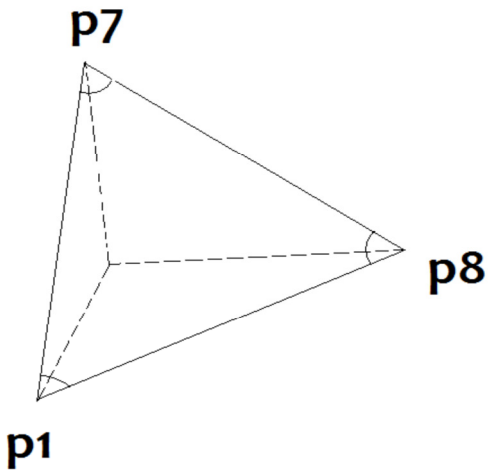
station	Point visé	D_i	V_{cg} V_{cd}	H_t H_v
P_1				1.60m / 1.37 m
	P_2	6.75	101.822/298.142	1.60m / 1.37 m
	P_3	12.88	87.322 / 312.644	1.60m / 1.37 m
	P_4	16.32	85.798/314.198	1.60m / 1.37 m
	P_5	26.47	72.874 / 317.132	1.60m / 1.37 m
	P_6	33.36	82.728 /319.272	1.60m / 1.37 m
	P_7	43.34	74.356 / 325.645	1.60m / 1.37 m
	P_8	24.66		1.60m / 1.37 m

P_8	P_7		77.704 /322.306	1.55m

Calcul $\widehat{P_1P_7P_8}$:

Données : $\widehat{P_1P_8P_7} = 62.63°$ et $\widehat{P_8P_1P_7} = 86.95°$

$\widehat{P_1P_7P_8} = 180° - 62.63° - 86.95° = 30.42°$



Calcul de la distance $[P_1 P_7]$:

$$\frac{[P_1 P_7]}{\sin(P_1 P_8 P_7)} = \frac{[P_1 P_8]}{\sin(P_1 P_7 P_8)} \Leftrightarrow$$

$$[P_1 P_7] = \frac{[P_1 P_8]}{\sin(P_1 P_7 P_8)} \times \sin(P_1 P_8 P_7)$$

$$[P_1 P_7] = \frac{24.65}{\sin(30.43)} \times \sin(62.63) = 43.34\,m$$

Tableau de calcul :

station	Point visé	V (gon)	Dh (m)	Cna (mm)	∇H (m)	Tolérance	compens
P_1							
	P_2	101.84	6.74	3	0.04	48.4	
	P_3	87.34	12.62	10	2.78	547.3	
	P_4	85.8	15.92	16	3.86	161.9	
	P_5	77.87	24.89	41	9.29	347.6	
	P_6	81.73	31.99	68	10.35	712.6	
	P_7	74.36	39.87	105	17.32	834.1	

Calcul de V : $V = \frac{1}{2}(V_G - V_d + 400)$

Calcul de Dh : $D_h = D_i \times \sin(V)$

Calcul de Cna : $Cna = \frac{(Dh/1000)^2}{15} \times 1000$

Calcul de ∇H *:* $\nabla H = h_t + D_i \cos(V) - h_v + Cna$

Tolérance : $Tol = \sqrt{4 + (3 + D_i)^2 \sin(i)^2 + 40(D_i \cos(i))^2 + \frac{D_h^4}{4}}$ avec $i = V - 100(gon)$

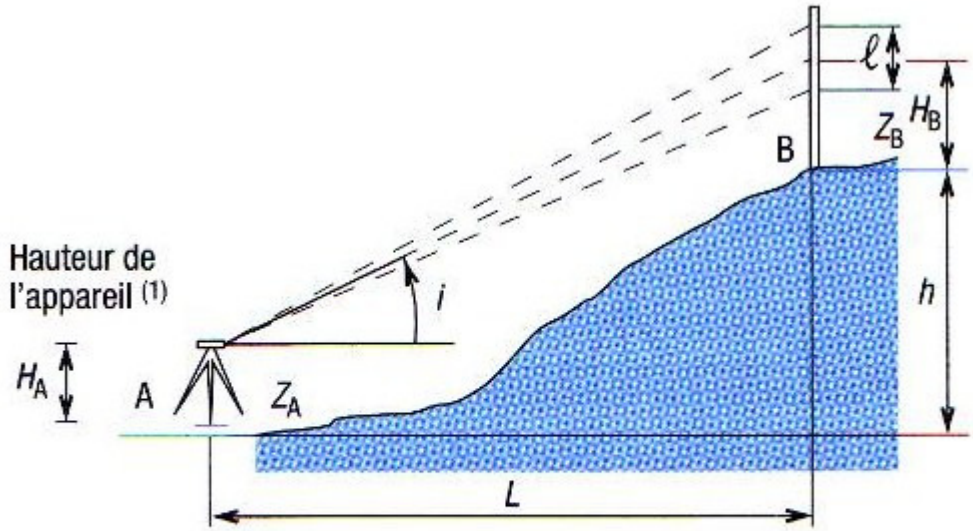
Pour vérifier si c'est tolérable : $T = \sqrt{\sum T_i^2} = 1285\,cm$

Compensation de chaque point = $\frac{comp_{total} \times Dh_i}{\sum Dh_i}$ avec $\sum Dh_i = 132.03$

Tableau des altitudes :

Point	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7
Altitude(m)	50.49	50.53	53.27	54.35	59.78	60.84	67.81

Schéma d'exemple :



$L = 100\,\ell \cos^2 i$
$Z_B = Z_A + H_A + L \tan i - H_B$
$h = Z_B - Z_A$

ℓ : lue entre fils stadimétriques
100 : constante stadimétrique

TP n° 3 : Implantation par rayonnement

1. But du TP

Le but de ce travail pratique consiste à implanter des points pour une construction, par rayonnement en station sur le point immatriculé « 4 » en utilisant pour référence le point immatriculé « R 9 ».

Ces alignements sont reportés par suite des chaises avec la précision du centimètre.

2. Définitions

a. Implantation, levé

- L'implantation consiste à reporter sur le terrain la position d'ouvrages ou de parties d'ouvrages représentées sur un plan. Il est donc nécessaire de matérialiser sur le terrain la position de points, de droites ou de courbes, soit par piquetage, soit en implantant des chaises, soit en effectuant un tracé.

- Le levé est une opération permettant de déterminer les coordonnées (polaires et cartésiennes) d'un point vu sur le terrain dans le but de le représenter graphiquement.

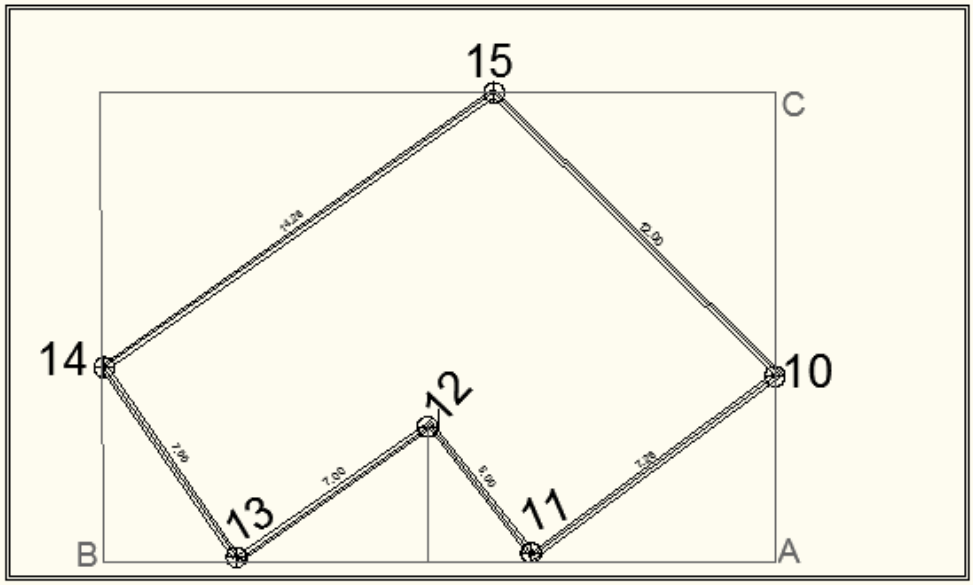
b. Implantation par rayonnement

- Il s'agit d'une implantation où les points sont visibles depuis une seule station.

c. Chaise

- Utilisé lors de l'implantation, pour matérialiser sur le terrain, la position de points, un portique en planches permet de repérer l'extrémité d'un axe et un niveau.

3. Calculs des coordonnées des points, détermination des éléments d'implantation



- Calcul des coordonnées du point 10

  Soit A, le point qui forme un triangle rectangle avec les points 11 & 10.Près du point 4.

  Considérons d(10 ;A),on notera ainsi la distance entre le point 10 et A.

  En considérant le triangle ci-haut mentionné, on a :

  $\sin 39.5 = \frac{d(10;A)}{7.25}$ => d(10 ; A)= 7.25*sin 39.5 =4.22

  D'où les coordonnées du point 10 (4.22 ; 4.3)

- Calcul des coordonnées du point 11

  $\sin 60.5 = \frac{d(11;A)}{d(11;10)}$ => d(11 ;A)= 7.25*sin 60.5= 5.89

  D'où les coordonnées du point 11 (5.89+4.30 ; 2.60)

  soit ***11 (10.19 ; 2.60)***

- Calcul des coordonnées du point 12

  On cherche la distance d(12 ; 10)

  On considère, pour ce, le triangle rectangle 12.11.10

  d(12 ; 10) =$\sqrt{(5^2 + 7.25^2)}$ =8.806

  On trouve pour le point 12 (6.67 ; 4.30+8.80)

  soit ***12(6.67 ; 13.1)***

- Calcul des coordonnées du point 13

  On a 13(2.60 ; d(13 ;11)+d(11 ;A)+4.30)) où

  d (13 ; 11) =$\sqrt{7^2 + 5^2}$ =8.60

  13(2.60 ; 8.60+5.89+4.30) soit ***13(2.60 ; 18.79)***

- Calcul des coordonnées du point 14

  Soit le point B, point d'intersection des hauteurs issues des points 13 et 14.

  Pour calculer l'ordonnée:

  $\sin 39.5 = \frac{d(13,B)}{d(13,14)}$ => d (13, B) = d(13,14)*sin 39.5 =4.07

  Finalement, 14 (8.3 ; 4.07+18.79) => ***14(8.3 ; 22.89)***

- Calcul des coordonnées du point 15

  Soit le point C, point d'intersection des hauteurs issues des points 10 et 15

  On détermine l'angle (15, 10, C)= 200-(100+60.5) =39.5

  Pour calculer l'ordonnée: d(15, C) =12* sin 39.5 =6.9

4. Procédés de contrôle des implantations

Les procédés de contrôle d'implantation par rayonnement des points, consistent à déterminer une unique station de référence que nous avons nommé **0** et à partir de ce dernier, on procède à un ajout de l'angle de référence sur la mesure effectuée de l'angle horizontale du point implanté.

5. Liste du matériel utilisé, avec détermination de la précision

- Théodolite Slom STNEC
- Trépied
- Planchette
- Ruban
- 10 fiches arpentages
- Chaises

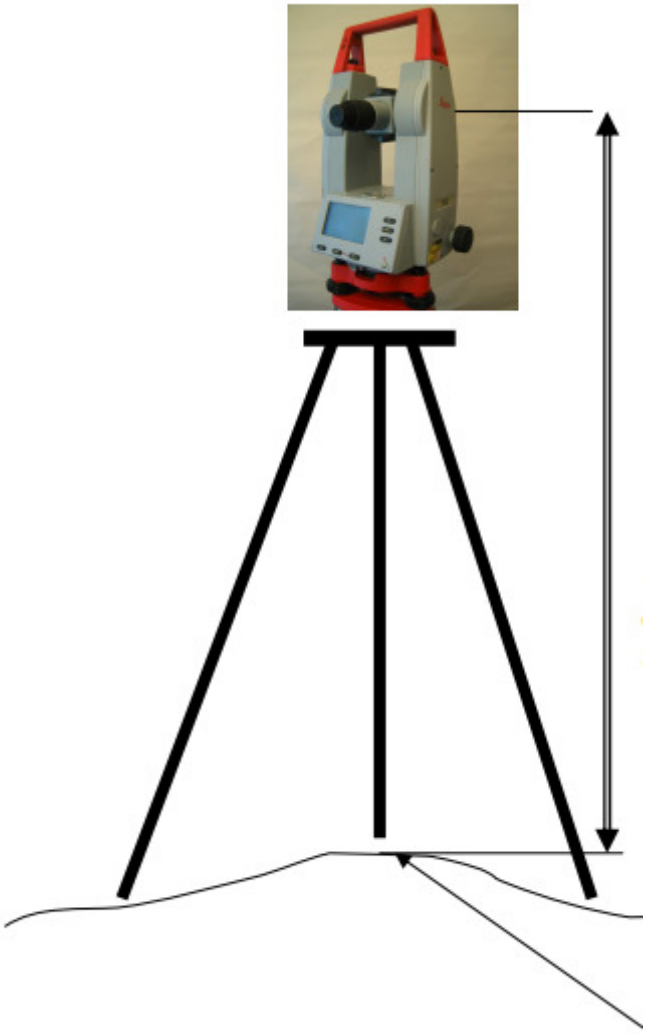
6. Connaissance du matériel

Pour réaliser ce TP, nous avons eu à notre disposition un théodolite Slom STNEC comme mentionné ci-dessus. Il s'agit en effet, d'un appareil de mesures permettant de déterminer après mise en station et centrage, les angles verticaux et horizontaux.

*** Image d'un théodolite SLOM STNEC**

7. Description du mode opératoire utilisé pour l'implantation

Mise en station d'un théodolite



- Positionnement du trépied à la hauteur H du tourillon à la hauteur du point de station
- On utilise les deux vis calantes arrière pour amener la bulle vers son centre
- On finalise le centrage de la nivelle horizontale en répétant plusieurs fois ces opérations en amenant le théodolite dans différentes directions
- On resserre le théodolite et on vérifie que notre nivelle horizontale reste bien centrée

<u>Côte du point de station</u>

Pour résumé, il s'agit de:

La mise en station sur le point à implanter, initialisation de l'instrument sur le point de référence, ensuite on tourne l'instrument de l'angle d'implantation, selon la direction d'implantation par suite la mise au point de l'oculaire de la lunette en tournant l'oculaire jusqu'à ce que le réticule soit net.

8. Résultats obtenus

Récapitulons dans le tableau ci-dessous les coordonnées des points, leurs distances calculées théoriquement et leurs mesures d'angles.

Matricule du point à implanter	X[m]	Y[m]	Distance d [m]	Arctan (gon)	Distance pratique [m]
10	6,81	4,3	8,05	64,14	7,92
11	2,6	10,2	10,53	15,889	5,67
12	6,67	13,11	14,71	29,982	7,06
13	2,6	18,79	18,9	8,753	7,05
14	8,3	22,86	24,32	22,172	14,35
15	16,58	11,28	20,1	61,968	12,08
10	6,81	4,3	8,05	64,14	

TP N° 4 : Relevé d'ouvrage

1. But du TP

Le but de ce TP est de réaliser une opération de levé par rayonnement et triangulation depuis une station libre. Les points d'appuis étant les suivants : 1001(632259 ,6880141) et T1 (632275 .519 ,6880105 .859).

Matériel utilisé

- Tachéomètre GPT3100N
- Trépied
- Ruban
- Planchette

2. définitions

- Levé
  Opération permettant de déterminer les coordonnées (polaire et cartésiennes) d'un point vu sur le terrain en vue de le représenter graphiquement.

- Station libre
  Opération qui consiste, tout simplement, à pouvoir **lever** ou **implanter**, par **rayonnement**, à l'aide d'un tachéomètre, sans avoir l'absolue nécessité de le stationner sur un point **matérialisé** au sol par un piquet ou un clou. Elle se réalise bien sûr en connaissant les coordonnées de deux points sur le terrain en question.

- Rattachement
  Le rattachement est une opération technique qui permet de mettre dans les systèmes planimétrique et altimétrique légaux des plans réalisés dans des systèmes locaux.

- Points d'appuis
  Point connu en coordonnées rectangulaires, visé et/ou stationné, servant à la détermination des coordonnées d'un nouveau point du canevas d'ensemble.

3. Mode opératoire utilisé

- Levé par rayonnement
  Opération consistant à déterminer à partir d'un même point de station, les distances horizontales entre ce point et les points visés , ainsi que les angles horizontaux entre une direction de référence et les points visés

- levé par triangulation
  La triangulation est une technique permettant de déterminer la position d'un point en mesurant les angles entre ce point et d'autres points de référence dont la position est connue. Ce point peut être considéré comme étant le troisième sommet d'un triangle dont on connaît deux angles et la longueur d'un côté.

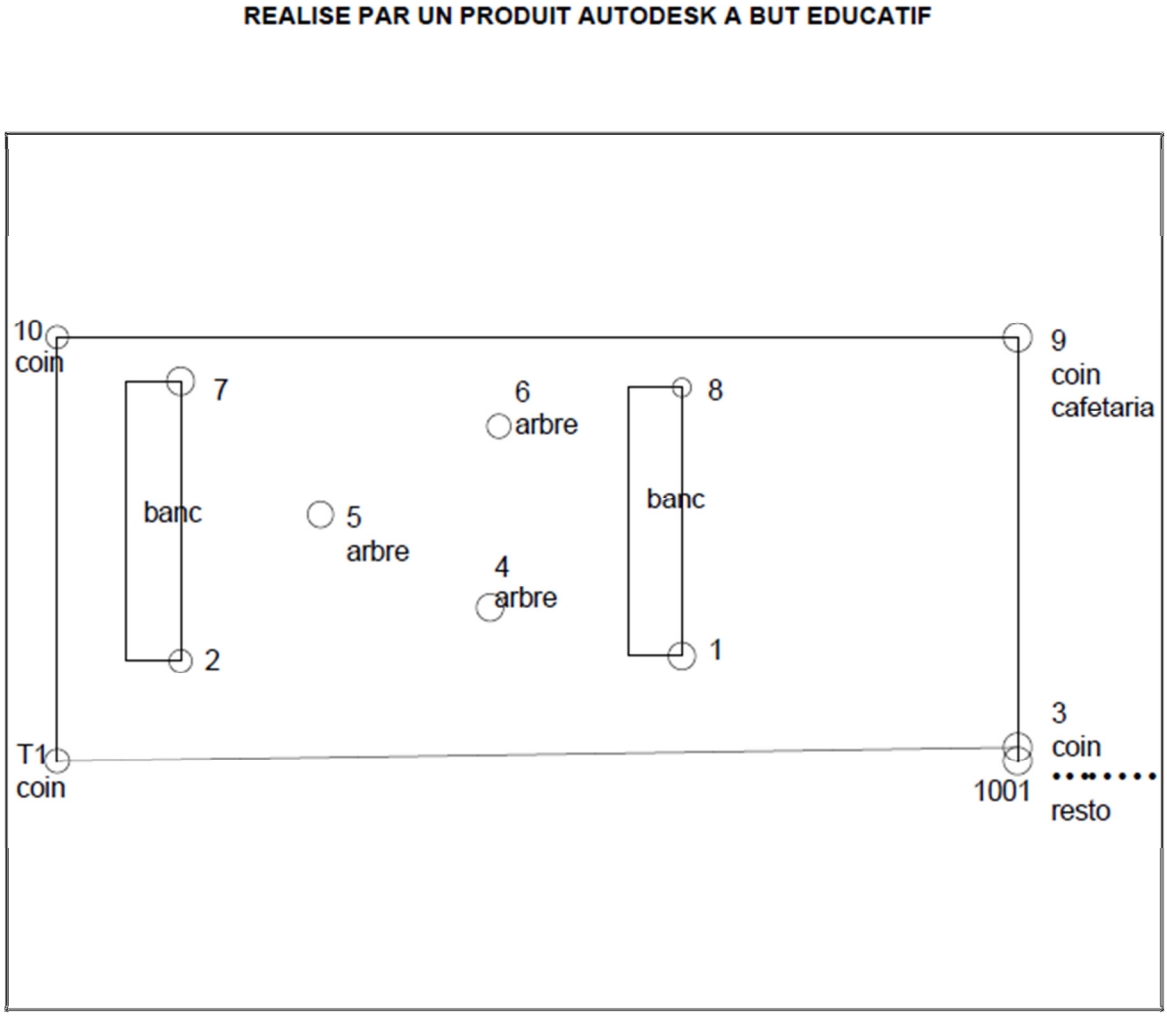
- Au cours de ce TP, ces deux méthodes nous ont permis de réaliser le levé tel que demandé en sachant que nous avions au départ 2 points d'appuis dont l'un servait de station et l'autre pour faire le zéro avec le tachéomètre.

4. Croquis, mesures, fichier AutoCAD et plan au format PDF

- Croquis de la zone à lever

  Nous avons défini des points qui nous ont permis de rendre la lavée possible et ainsi pouvoir représenter notre plan sur AutoCAD.

  Ci-après, le croquis avec nos points de référence choisis.



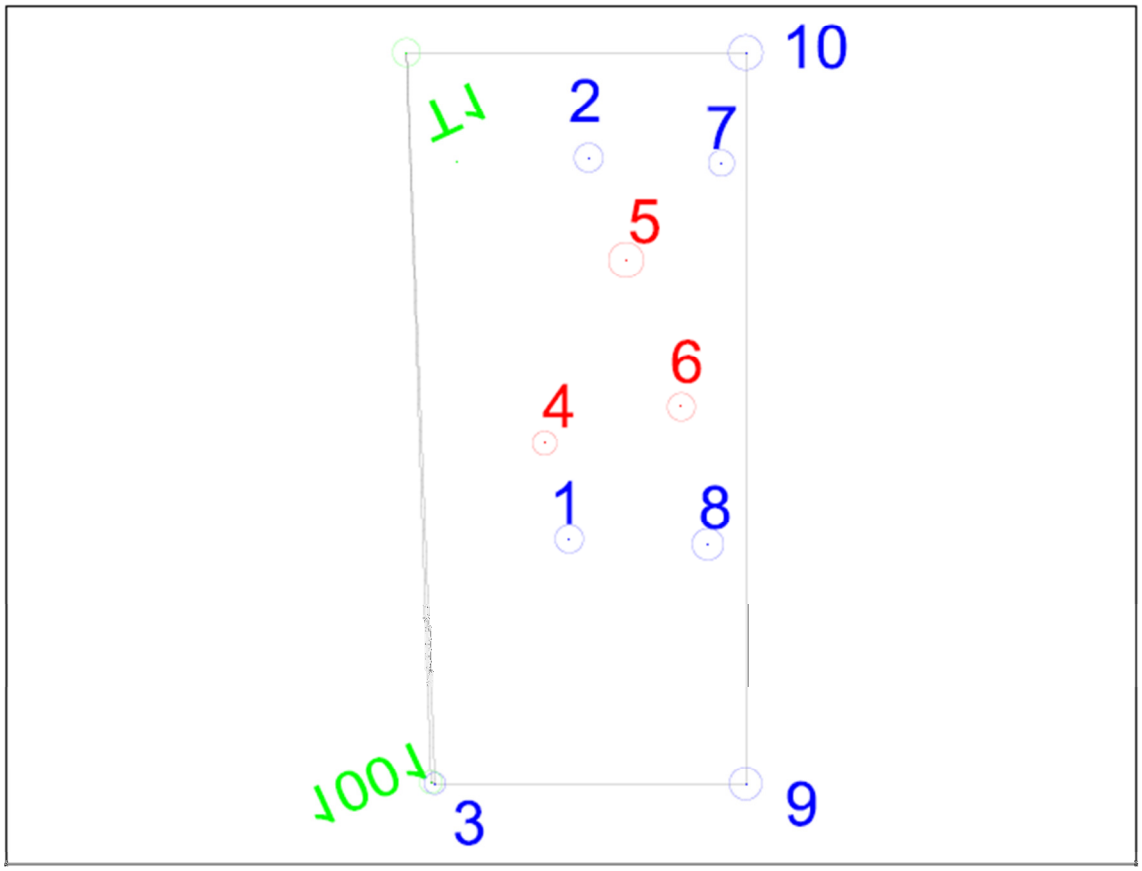
- Les mesures

  Le levé des points par rayonnement nous a permis d'établir le carnet de terrain suivant :

Point	Distance (entre 1001 et le point X en m)	Angle horizontale (degré)
1	16,2	29,58
2	37,2	14,15
3	0,23	107,1
4	20,7	18,43
5	32,2	20,52
6	26,1	33,59
7	39,5	25,13
8	21,1	49,19
9	18,15	90
10	42.12	42,12

- Plan au format PDF

  Suite à la mise au net sur AutoCAD, nous pouvons fournir le plan correspondant à notre travail. La mise au net sur AutoCAD a été réalisée en suivant soigneusement la configuration suggérée du logiciel.



5. Aire de la pelouse centrale

Sachant qu'il faudrait calculer l'aire de la surface engazonnée, nous avions choisi 4 points sur les 4 coins de cette surface. Il s'agit des points T1, 3, 9 et le point 10.
Ainsi, une simple commande « Aire » sur AutoCAD au niveau de ces 4 points, permet de déterminer l'aire de cette surface. Et l'on obtient : 696,53m²

6. Conclusion

Ce TP nous a paru très intéressant. Il nous a permis de pratiquer dans une situation vraisemblable à la réalité. Nous avons bien assimilé le système de levé d'une zone et nous avons pu comprendre son importance dans la construction. Enfin, ce TP nous a aussi permis de beaucoup pratiquer le logiciel AutoCAD qui est un outil important en génie civil.