

TOPOGRAPHIE

Avant de concevoir un projet, il est nécessaire de connaître le site dans lequel il s'inscrit et d'en faire un relevé précis. Ce chapitre traite des techniques de relevé (étude de l'existant) et d'implantation d'un bâtiment, ces éléments constituent les fondements de la topographie. Ils sont nécessaires au démarrage d'un projet : d'une part, le relevé de l'existant en vue d'une rénovation ou d'une réhabilitation et d'autre part l'implantation du futur bâtiment (neuf).

A Relevé

1. Introduction

Le **relevé** consiste à prendre des mesures afin de se représenter l'élément étudié. Il peut s'agir d'une route, d'un bâtiment ou de tout autre chose. Diverses caractéristiques sont regardées :

- Les longueurs.
- Les hauteurs.
- Les angles.

Concernant les longueurs et les angles, il s'agit de mesures faites à l'horizontale, tandis que la hauteur d'un bâtiment se mesure verticalement. L'**altimétrie** est la position en hauteur d'un ouvrage. Elle est très importante, quel que soit le type d'ouvrage. Par exemple, dans les **Plans Locaux d'Urbanisme** (PLU), les mairies imposent des limitations de taille aux bâtiments afin de garantir une homogénéité du paysage.

On distingue donc deux types de relevés :

- Les relevés plans (longueurs, angles).
- Et les relevés altimétriques (hauteurs relatives : altimétrie ou hauteurs réelles).

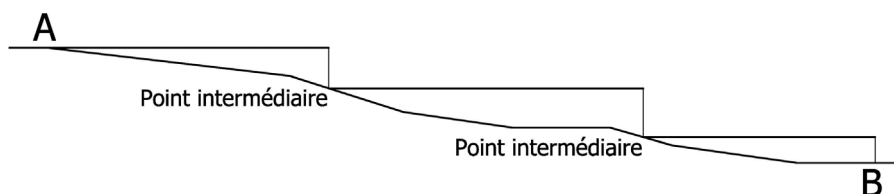
On peut inclure un troisième type, mais qui correspond aux deux précédents, incluant des mesures automatisées dans l'espace. Ce relevé en trois dimensions ne présente pas d'intérêt pédagogique, mais existe de plus en plus dans les entreprises. À noter qu'un long travail d'interprétation des données est nécessaire, car des milliers de points sont pris.

2. Relevé plan

Le relevé plan consiste à mesurer des longueurs (distance entre deux points) et des angles. On utilise pour cela une multitude d'outils. Il est nécessaire d'effectuer ces relevés avec une certaine rigueur, afin d'obtenir des résultats cohérents.

L'outil le plus couramment utilisé est le **décamètre**. Il s'agit d'un ruban gradué permettant de connaître la distance entre deux points (dont la précision est donnée par le fabricant du décamètre). Il faut manier le décamètre avec rigueur : le ruban doit être horizontal afin de connaître la distance en plan séparant les deux points de la mesure, il faut donc le tendre et si possible utiliser un niveau afin de vérifier son horizontalité.

Si la pente est trop importante, la mesure s'effectuera en plusieurs fois, avec l'utilisation d'un fil à plomb afin de marquer le ou les points intermédiaires. Cette démarche en escalier est appelée **cultellation**.



Les autres outils disponibles sont les suivants (la liste est non exhaustive, elle contient les plus utilisés) :

- Télémètre laser : fournit une distance immédiatement.
- Odomètre : fournit le chemin parcouru par la roue, souvent utilisé lors de compétitions sportives.

Pour mesurer les angles horizontaux, il suffit d'utiliser le principe de la triangulation. Cette technique permet de représenter des triangles, et ainsi de connaître les angles formés par les différents segments entre eux.

3. Relevé altimétrique

On mesure l'altitude d'un élément par rapport à un référentiel (niveau 0) identique à tout le monde. Ce niveau 0 a été arrêté arbitrairement et correspond au niveau moyen de la Méditerranée. La mesure est faite à Marseille à l'aide d'un **marégraphe**. Le principe du relevé altimétrique est de mesurer la différence de hauteur entre deux points, dont l'un est connu en altimétrie. La différence de hauteur est appelée **dénivelée**.

Comme il est impossible de faire ce relevé par rapport au niveau du marégraphe, des centaines de points sont implantés en France, dont les coordonnées sont connues, afin de permettre une utilisation simplifiée de ce référentiel. Ces points sont des **repères**. Le référentiel a changé plusieurs fois. Celui qui est utilisé

actuellement est le NGF69 (Nivellement Général de France), finalisé en 1969. Il est plus précis que le précédent et prend en compte les variations de la croûte terrestre.

Les repères sont donc très importants, ils sont censés être positionnés précisément. Ils sont souvent mis en place sur les édifices publics tels que les mairies ou les églises, car ces bâtiments sont par nature pérennes.

On utilise le **niveau** pour mesurer la dénivelée. Le niveau est un outil simple, s'apparentant à une lunette et permettant une visée horizontale sur des objectifs appelés **mires**. La mire est positionnée au niveau du point dont on souhaite mesurer la hauteur.

Le niveau est une lunette qui pivote sur sa base dont l'horizontalité est assurée lors de la mise en station par l'opérateur. La base est un **trépied**, permettant une bonne stabilité.

La lecture sur la mire permet de noter trois valeurs :

- La lecture principale n : ici $n = 1,005$ m.
- Le fil stadimétrique haut s' , ici $s' = 1,040$ m.
- Et le fil stadimétrique bas s : ici $s = 0,970$ m.

Il faut donc à chaque mesure vérifier que :

$$\frac{s+s'}{2} = n$$

Un fil vertical ou un niveau à bulle permet de vérifier la bonne verticalité de la mire. De plus, il faut essayer de se mettre à équidistance des deux points qui vont faire l'objet de la mesure afin d'éviter des erreurs imputables à la lecture distante.

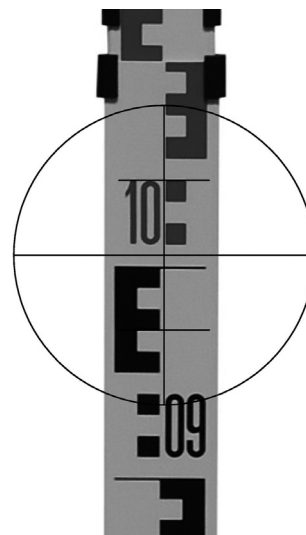
Une fois la valeur de n_A déterminée (soit l'altimétrie relative du point A) et l'altimétrie relative n_B du deuxième point noté B déterminée, il suffit de soustraire la valeur du point connu (ici A pour l'exemple) à celle du point inconnu (ici B) afin de connaître la dénivelée, ΔH_{AB} [en m], entre ces deux points :

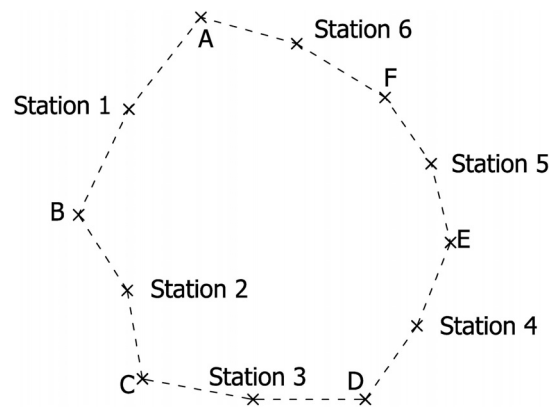
$$\Delta H_{AB} = n_A - n_B$$

Donc l'altitude du point B : H_B [en m] est :

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB}$$

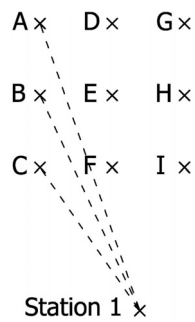
Il est possible d'effectuer des relevés altimétriques par la technique du **cheminement**. Cette technique s'utilise lorsque le point à étudier est éloigné d'un repère. On utilise plusieurs points intermédiaires afin d'arriver au point étudié puis on retourne au point de départ (cheminement fermé) ou on termine le cheminement sur un autre point connu en altitude. Il faut absolument connaître les altitudes des points de départ et d'arrivée.





Exemple de relevé par cheminement fermé (départ et arrivée au point A)

Autre technique, le **rayonnement**, utilisé lorsque les points étudiés sont proches du point connu.



Exemple de relevé par rayonnement

4. Relevé complet

Le relevé complet s'effectue à l'aide d'appareils totalement automatisés, et fournit ce que l'on appelle un nuage de points, découlant du relevé. L'appareil le plus utilisé est le théodolite, dans sa version la plus récente. On peut également utiliser des drones, mais cette technique n'est pas encore totalement opérationnelle.

B Implantation

1. Introduction

L'implantation d'un bâtiment consiste à mettre en place des **repères** (piquets en bois généralement) sur le terrain du futur chantier pour représenter les angles ou tout autre point nécessaire aux travaux. Peu de points sont implantés par un géomètre, car cette opération est coûteuse. Par la suite, les futurs autres points seront implantés par les équipes de gros œuvre à l'aide des deux techniques suivantes :

- Une implantation que l'on nommera linéaire, avec l'utilisation exclusive de distances.
- Une implantation polaire, où l'on utilise des distances et des angles.

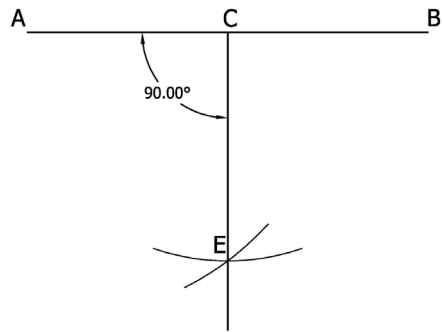
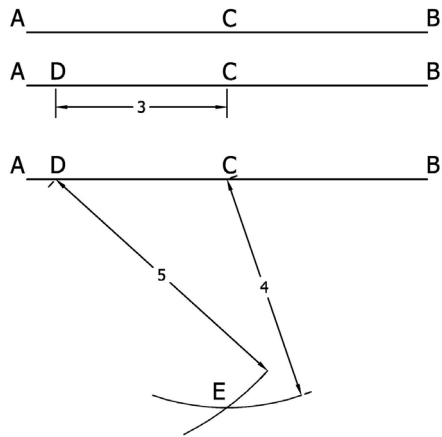
2. Implantation linéaire

a. Méthode du 3-4-5

L'implantation linéaire consiste à utiliser des segments. La première méthode est appelée méthode du 3-4-5 : on crée un triangle rectangle afin de tracer une perpendiculaire à un point, en utilisant la relation : $3^2 + 4^2 = 5^2$ découlant du théorème de Pythagore.

Par exemple, on cherche à tracer la perpendiculaire à AB passant par C, dans l'hypothèse où un géomètre est venu mettre deux piquets correspondants aux points A et B pour l'implantation du bâtiment.

On place à 3 m de C sur la droite (AB) un point D, puis on trace à l'aide d'un décamètre des arcs de cercle : un de 4 m partant de C et un de 5 m partant de D. Le point d'intersection est le point E, avec comme propriété que (CE) est perpendiculaire à (AB). Il suffit par la suite de mettre le point souhaité à la bonne distance de C.

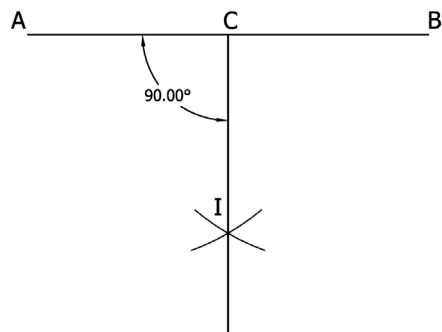
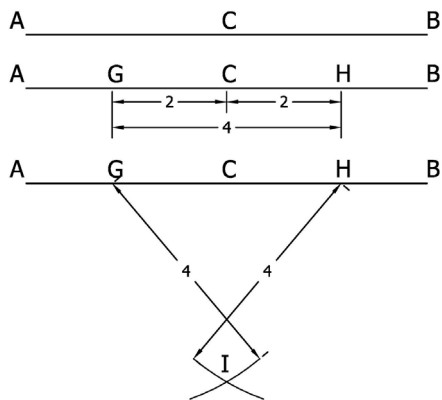


b. Méthode du triangle isocèle

Pour tracer une perpendiculaire, on peut également utiliser la méthode du triangle isocèle, car la bissectrice de l'angle est également la hauteur, donc perpendiculaire au côté opposé.

Par exemple, on cherche toujours à tracer la perpendiculaire à (AB) passant par C. On implante donc deux points, G et H, équidistants de C sur la droite (AB). On trace ensuite des arcs de cercle de la distance [GH] partant de G et de H. Le point d'intersection obtenu, I, permet de former le triangle isocèle GHI. La droite (IC) est donc perpendiculaire à (AB).

Il suffit ensuite de mettre le point souhaité à la bonne distance de C sur la droite (IC).



c. Méthode du rayonnement

Pour implanter un point, on peut simplement utiliser une méthode dite du **rayonnement** (ou de la triangulation), qui consiste à calculer les distances du futur point avec les deux points A et B connus. Cette technique est la plus simple, elle permet de ne pas cumuler d'erreurs en implantant des points à partir d'autres points eux-mêmes déjà implantés à partir d'autres, mais la limite de cette technique est la taille des implantations à faire, car le terrain ne se prête pas forcément à des implantations sur de longues distances (talus, mauvaise qualité de sol, passage d'engins).

3. Implantation polaire

L'implantation polaire est beaucoup plus précise que l'implantation linéaire, car on se base sur un seul point, et non sur deux ou sur des constructions complexes à tracer. Pour réaliser une implantation dite polaire, on se sert d'un **théodolite** (en photographie). Cet appareil permet de donner un angle et une distance, donc d'implanter des points en coordonnées polaires. De plus, il s'agit d'une technique faisant abstraction des conditions environnementales (terrain, engins...).

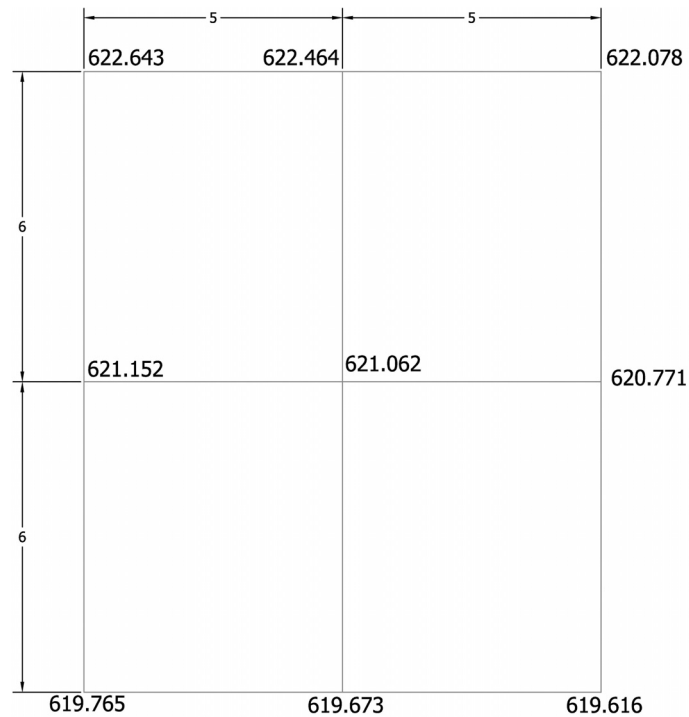
L'appareil doit être mis en station comme le niveau, sauf que le théodolite doit être au-dessus du point de référence (A dans notre exemple), cette mise en station est donc très précise. Une fois mis en station, il suffit de faire pivoter l'appareil jusqu'à atteindre l'angle voulu (attention l'angle est en gradian, degré centésimal par opposition au degré sexagésimal : $400 \text{ grd} = 360^\circ$).

Une fois l'angle atteint, le télémètre laser incorporé permet de pointer la bonne distance au sol avec le laser. Si le théodolite n'en possède pas, on peut se servir d'un décamètre pour mesurer la distance à avoir par rapport au point de départ (l'opérateur pointera l'angle sur le ruban du décamètre, et il suffira de noter la bonne distance du point de référence).



Exercice 1. Relevé : création de courbes de niveaux

Un géomètre a réalisé le relevé par rayonnement ci-dessous. On souhaite représenter les courbes de niveaux afin d'augmenter la lisibilité du relevé.

**Exercice 2. Relevé : exploitation d'un relevé altimétrique par cheminement**

1. Déterminer l'altitude du point inconnu (noté D ici) en complétant la fiche de mesures. On part du point connu en altitude A (398,656 m) et on finit sur l'autre point connu H (400,592).