

CHAPITRE 1

TOPOGRAPHIE ET GÉODÉSIE

I. GÉNÉRALITÉS

Pour le profane, le technicien chargé des relevés topographiques est le géomètre, voire le topographe. La topographie (du grec topos = lieu, et graphein = dessiner) est l'art d'établir des plans.

C'est une discipline vieille comme le monde puisque déjà 4 000 ans avant Jésus-Christ, les Babyloniens avaient confectionné un plan de la ville de Dunghi en Mésopotamie. Quant aux Égyptiens, ils étaient forcés de rétablir les limites des parcelles régulièrement gommées par les crues du Nil.

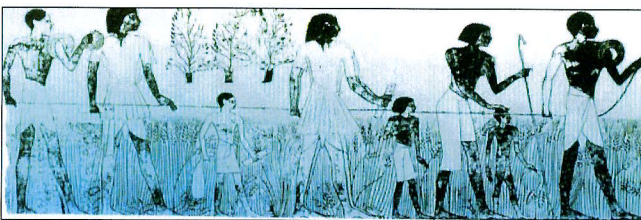


Figure 1. © DR

La croissance démographique, le besoin grandissant d'infrastructures et de superstructures ont généré une évolution technique sans pareil dans les méthodes et les instruments topographiques ; c'est l'ère de l'électronique, de l'automatisme et des satellites.

Mais la topographie, nom générique, n'est qu'un aspect des sciences dites géographiques, au répertoire desquelles nous trouvons la topométrie, la géodésie, la photogrammétrie, la géomatique...



Figure 2. Le géomètre en 1865 © Zeiss



Figure 3. Tachéométrie électronique et GPS © Trimble

Le géomètre-topographe est le spécialiste du **plan**, qui n'est plus désormais que l'image de données numériques informatisées, qu'on appelle Modèle Numérique de Terrain (MNT). Le MNT relève de la topométrie. Les sciences géographiques répondent aux exigences de la vie moderne pour :

- dresser des cartes et des plans de la surface et du sous-sol de la Terre et des fonds marins ;
- déterminer la forme et les dimensions de notre planète ;
- étudier la gravité et les champs magnétiques ;
- délimiter les biens du domaine public et du domaine privé ;
- créer des bases de données localisées ou des SIG (Systèmes d'Informations Géographiques).

Il faudrait des pages pour décrire les champs d'intervention du géomètre-topographe : l'Armée, les DIR, la DDAF, les collectivités territoriales, la SNCF, l'EDF, les Mines, les Eaux et forêts, les entreprises du bâtiment et des travaux publics, les bureaux d'études, les agences d'urbanisme, les industriels, les laboratoires, la géographie, la géophysique, l'archéologie, le Droit et la Justice, les particuliers...

II. LES SCIENCES GÉOGRAPHIQUES

Nous limiterons notre étude à la topographie, la géodésie, la photogrammétrie, la métrologie, la bathymétrie et la géomatique.

A. La topographie

Comme l'indique la racine grecque, la topographie est l'art de représenter le lieu, par des cartes ou des plans. Les textes précisent que « la topographie et la cartographie comprennent les activités associées au mesurage, à la localisation et à la préparation des cartes, plans et autres représentations graphiques ou numériques, décrivant les caractéristiques physiques naturelles et artificielles des phénomènes et des limites de la terre ».



Carte = cartographie et plan = topographie.
Frontière entre les deux : le 1/5 000.

Au-delà du 1/5 000, la carte subit la déformation liée à la représentation plane de la terre.



Figure 4. Plan topographique © Eurosense

On peut mesurer tous les objets sur un plan topographique régulier, pour des échelles variant du 1/50 au 1/5000.



Figure 5. Carte © IGN

La carte ne permet qu'une localisation à quelques mètres près. Pas question d'y mesurer des objets représentés de manière conventionnelle. Échelle courante : le 1/25 000.

B. La topométrie

Selon les textes, « la topométrie s'appuie sur les points géodésiques et les repères de nivellement pour représenter la planimétrie (projection des détails naturels, artificiels et conventionnels de la surface de la terre sur un plan tangent) et l'altimétrie (représentation du relief) à grandes échelles ».

À partir d'un ensemble de points levés et calculés en trois dimensions, une représentation statistique de la surface continue du sol peut être générée : le modèle numérique du terrain (MNT).



Figure 6. Modèle Numérique de Terrain © IGN

Cette surface constitue ensuite le support de toutes les applications 3D : coupes, courbes de niveau, analyse du relief, projets routiers, plateformes, rendu 3D...

La qualité d'un MNT repose donc essentiellement sur le choix, la quantité et la précision des points relevés sur le terrain : la topométrie.

! La topométrie s'appuie généralement sur la géodésie.

C. La géodésie

La géodésie est la science qui étudie les formes et les dimensions de la terre, mais aussi ses propriétés physiques (gravité, champ magnétique) et dont les travaux aboutissent à la représentation plane de vastes étendues.

Selon les textes, « elle comprend l'établissement des canevas de références horizontaux et verticaux des trois premiers ordres, l'astronomie de position, les mesures gravimétriques et de détermination des champs magnétiques, en utilisant des instruments conventionnels et électroniques, la photogrammétrie, l'inertie, les satellites et autres moyens appropriés ».

! La géodésie doit fournir des points d'appui au géomètre-topographe, connus en coordonnées cartésiennes (X,Y,Z) dans les systèmes légaux de la France.

D. La photogrammétrie

C'est la science qui permet d'établir des cartes ou des plans à partir de photos aériennes ou terrestres. C'est en fait l'observation ou l'interprétation d'un modèle stéréoscopique par **restitution** qui assure l'obtention d'éléments numériques ou graphiques. Elle est exploitée pour toutes échelles : cartes de base au 1/25 000, plans au 1/1 000, architecture (statues, plans de façades...) et métrologie.



La photo est une perspective du terrain !

C'est un modèle numérisé de terrain !



Figure 7. Représentation en 3D d'un orthophotoplan issu de la photogrammétrie © Eurosense

E. La métrologie

La métrologie est une application particulière de la topométrie dans l'industrie : mesure de conformité ou de déformation de grosses pièces qui échappent aux instruments de métrologie des laboratoires. Elle fait appel aux procédés topométriques ou photogrammétriques. Elle utilise des méthodes et des instruments particuliers.



Elle intervient pour des mesures inférieures au millimètre !



Figure 8. Contrôle de la forme de la carrosserie au millimètre près, par intersection spatiale, au moyen de plusieurs théodolites de précision © Leica

F. La bathymétrie

La bathymétrie consiste à déterminer la forme des fonds aquatiques : étude des rivières, des rivages pour des projets d'installations portuaires. Elle est plutôt du ressort des ingénieurs hydrographes.



Figure 9. Les points du fond de l'eau sont repérés au moyen du GPS (X,Y) et du sonar (Z) © Leica

G. La géomatique

La géomatique est la science qui traite de l'informatique appliquée à la géographie, c'est-à-dire à la connaissance du territoire. Le terme géomatique, qui associe géographie et informatique, met en œuvre la gestion des données accumulées dans une **banque de données localisées** par des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG).

Par exemple, un SIG est capable de tracer le trajet le plus court d'un point d'une ville à un autre ; ou de donner une foule de renseignements sur une parcelle cadastrale : droits à construire, réseaux, équipements, surface...

Le SIG repose sur la saisie de données provenant de levés topographiques, de numérisation, de photogrammétrie, de photos Spot...

Des logiciels de CAO et de gestion de ces données font du SIG un véritable outil d'information géographique et d'analyse.



La géomatique nécessite l'acquisition de données de multiples origines. Ces données sont ensuite gérées, mises à jour, valorisées par le biais de requêtes intelligentes...

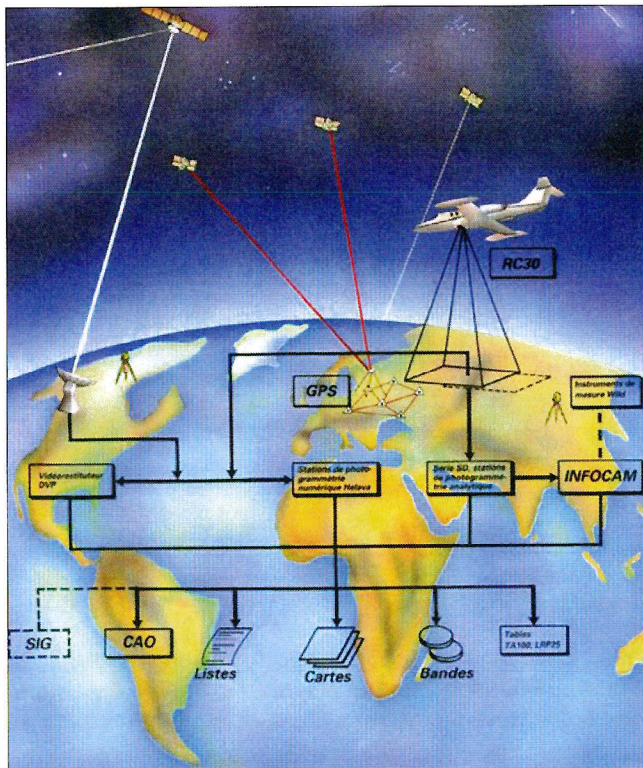


Figure 10. Système d'Informations Géographiques © Leica

III. LA TOPOGRAPHIE

Avant d'aborder les instruments et méthodes, il est judicieux de présenter le champ d'application de la topographie en général. On distinguera les opérations de levés, les opérations d'implantation et les opérations de contrôle.

A. Opérations de lever

On peut lister :

- lever topographique classique du terrain rural ;
- lever d'intérieurs de bâtiments ;
- lever de façades de bâtiments et d'héberges ;
- lever de carrières ;
- lever de fonds aquatiques ;
- délimitation foncière ;
- levés urbains et de rues ;
- levés parcellaires ;
- lever de réseaux divers ;
- lever cadastral...

B. Opérations d'implantation

On peut lister :

- implantation d'infrastructures (routes, rails, pistes, talus...);
- implantation de superstructures (bâtiments et ouvrages d'art...);
- implantation de réseaux divers ;
- drainage ;
- remembrement : bornage des nouvelles parcelles ;
- division de parcelles et lotissements ;
- bornage de nouvelles limites ;
- guidage de tunneliers...

C. Opérations de contrôle

On peut lister :

- contrôle de stabilité d'ouvrages d'art ;
- contrôle de verticalité d'antennes, de tours ou de façades ;
- contrôle de mise en place de machines en industrie ;
- contrôle de conformité de pièces en industrie ;
- contrôle de stabilité de bâtiments sur métro ;
- récolement des ouvrages ;
- homologation de pistes, de piscines... ;
- contrôles de qualité de levés ;
- contrôle de stabilité du terrain (talus, montagne...).

IV. NOTIONS DE GÉODÉSIE

La géodésie est la science de la figure de la Terre. En plus de la détermination de la forme et des dimensions du globe, elle localise avec précision les **points géodésiques** et les **repères de nivellement** à sa surface, qui serviront d'ossature aux levés topographiques.

A. Évolution de la géodésie

1. Géodésie géométrique

Si Pythagore fut le premier à admettre, en 550 avant Jésus-Christ, la sphéricité de la terre, c'est Ératosthène qui, trois siècles plus tard, en calcula le rayon : 6300 km, résultat remarquable pour l'époque ! Il faut attendre, au

début du XVII^e siècle, le Hollandais Snellius qui imagine la mesure des arcs par triangulation.

En 1687, Newton énonce son principe de la gravitation universelle, qui a pour conséquence de remplacer la sphère par un ellipsoïde de révolution.

En tout point de la surface du globe, un corps est soumis à deux forces : la force centrifuge et la gravité, dont la composante est la pesanteur. Le globe est aplati aux pôles : cette théorie est controversée par Cassini qui voyait le petit axe à l'équateur, mais confirmée par les expéditions de Clairaut en Laponie et de La Condamine au Pérou.

! L'ellipsoïde est un volume mathématique régulier.

La direction de la pesanteur s'appelle la verticale ; l'horizontale est une perpendiculaire à la verticale.

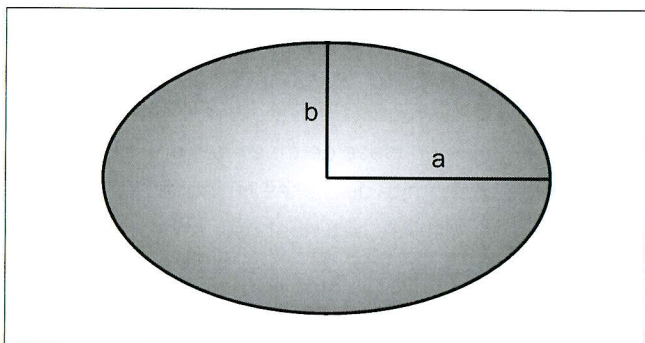


Figure 11. Ellipsoïde © ECS

$$\text{Aplatissement} = \frac{(a-b)}{a}$$

avec : a = demi-grand axe
aplatissement 1/300

Système RGF93 (ellipsoïde GRS80) :

$$a = 6378137,0 \text{ m}$$

$$b = 6356752,314 \text{ m}$$

Donc :

$$\text{Aplatissement} = 298,257222$$

La direction du fil à plomb donne la verticale. Cette verticale résulte de la force centrifuge de la terre et de la gravité, en un lieu donné. L'horizontale est, par définition, perpendiculaire à la verticale !

Du fait des masses voisines plus ou moins hétérogènes,

la direction de la verticale n'est pas régulière sur la surface de la terre, contrairement à la normale qui elle est perpendiculaire à un volume géométrique parfait appelé ellipsoïde.

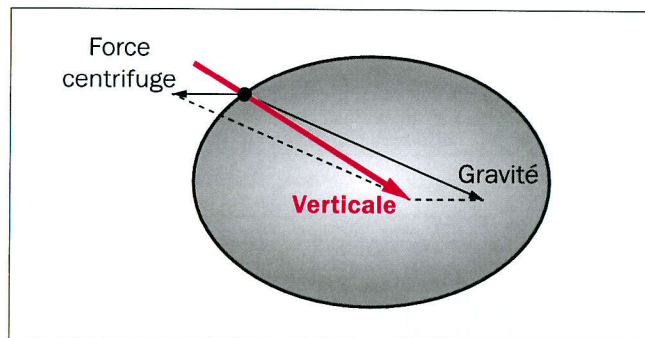


Figure 12. © ECS

2. Géodésie physique

Dans les calculs sur l'ellipsoïde, on faisait intervenir la **normale**, direction perpendiculaire à l'ellipsoïde alors que les instruments de mesure sont soumis à la pesanteur dont la direction, la **verticale**, est irrégulière en raison de l'attraction des masses montagneuses voisines. On avait négligé cet écart angulaire θ aléatoire entre les deux directions.

! L'angle entre la verticale et la normale est la déviation de la verticale.

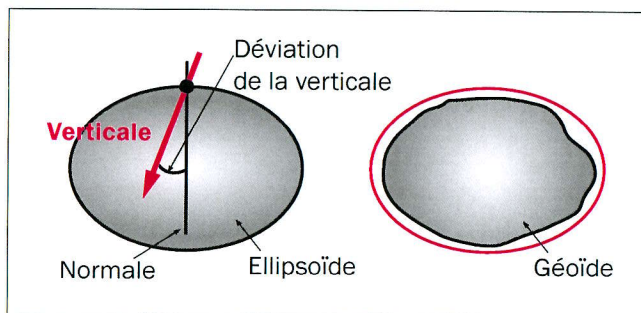


Figure 13. © ECS

Ce n'est qu'en 1880 que Helmert, s'appuyant sur les travaux de Clairaut, introduit la notion de surfaces **équi-potentielles** de pesanteur, ou surfaces de **niveau**, perpendiculaires en tous points aux verticales (surface d'un étang, d'un lac...).

Il existe des milliers de surfaces équipotentielles, non parallèles entre elles. Deux surfaces sont telles qu'on passe de l'une à l'autre en effectuant le même travail, quel que soit l'endroit. Cette surface physique oblige à associer mesures géométriques et mesures de gravité (gravimétrie).

! Le géoïde est une surface équipotentielle. Il génère un volume irrégulier, bosselé, proche mais différent de l'ellipsoïde.

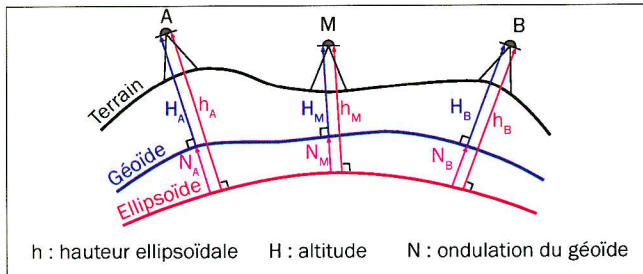


Figure 14. Les trois surfaces du géomètre © ECS

3. Géodésie temporelle

Les progrès de la **géophysique** montrent que la terre n'est pas un corps indéformable : ses dimensions ne sont pas figées dans le temps. Sous l'effet des marées océanographiques et terrestres, on assiste à des déformations **radiales** de l'ordre de 50 cm et à des déplacements latéraux de plusieurs centimètres. D'autres mouvements perturbateurs comme le déplacement rotatif de l'axe des pôles commencent à être bien cernés.

! Précession, nutation des pôles, tectonique des plaques, déforment la terre dans le temps. Une échelle de temps devrait être imposée pour les mesures.

4. Géodésie spatiale

L'apport des satellites dans la connaissance de la Terre est considérable. Il ne s'agit pas ici des satellites de **télé-détection** (Landsat, SPOT) qui photographient notre planète, mais des satellites qui permettent la mesure du globe comme ceux de la constellation NAVSTAR du système **GPS**.

! Le système GPS permet le positionnement sur terre au centimètre près.

B. Surfaces de référence

S'il peut arriver de temps à autre d'effectuer un lever de petite taille dans un système local dont la surface de référence sera alors le plan tangent au lieu considéré, la plupart des relevés topographiques sont aujourd'hui rattachés aux systèmes de référence légaux en planimétrie (RGF93) et altimétrie (IGN69).

Ces systèmes français, attachés à la plaque tectonique Eurasie utilisent des surfaces de référence différentes :

- ellipsoïde GRS80 pour le RGF93, surface projetée sur un cône (projection Lambert : coordonnées planes E,N) ;
- le géoïde pour l'IGN69, prenant en compte la variation du champ de pesanteur (altitude H).

Le positionnement par satellites (notamment le système GPS), utilise un système de référence mondial autonome : WGS84 (World Geodetic System). Les coordonnées WGS84 ne sont pas directement compatibles avec les coordonnées RGF93.

Les systèmes tridimensionnels utilisent tous les coordonnées cartésiennes (X,Y,Z) ou géographiques (longitude λ , latitude φ , hauteur ellipsoïdale h) pour positionner un point.

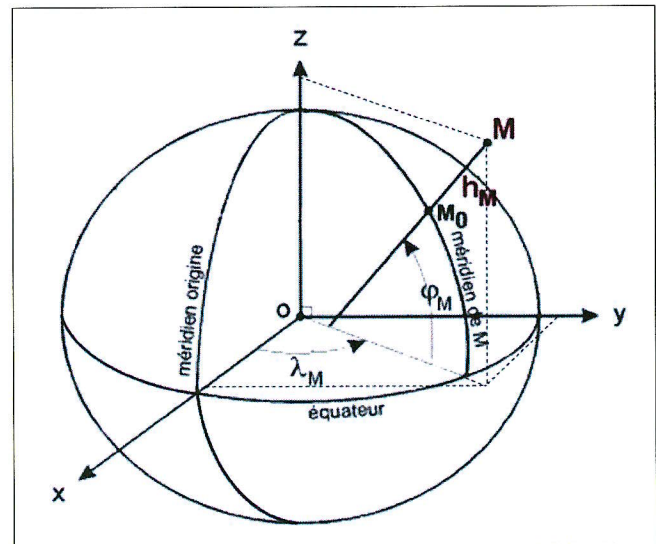


Figure 15. © IGN

1. Le géoïde

Les niveaux (instruments) étant soumis à la pesanteur, il était normal de choisir, pour l'altimétrie, une surface physique qui est le **géoïde**, surface de niveau (le but du nivellement n'est-il pas de faire couler l'eau !). Les déviations de verticale y varient en moyenne de 10".

La surface choisie pour la France est le **géoïde**, proche du niveau moyen des mers, rattaché au **point fondamental de Marseille**, qui a pour altitude le niveau moyen figé de la mer Méditerranée, obtenu par le marégraphe en 1898.

! Le géoïde est une surface équipotentielle fictive : partout la verticale y est perpendiculaire.

L'irrégularité d'une telle surface empêche l'application de formules mathématiques pour le calcul de réseaux planimétriques : c'est pourquoi la planimétrie exige une autre surface, mathématique elle, qu'est l'ellipsoïde.

Le géoïde de référence est positionné par le repère fondamental de Marseille.

La surface du géoïde français a été modélisée par l'IGN : le quasi géoïde français (QGF). Une grille nationale permettant de convertir en tout point du territoire hauteurs ellipsoïdales (h) en altitudes IGN69 (H) a été éditée : RAF09 (Référence d'Altitude Française 2009).

2. L'ellipsoïde

Un ellipsoïde est un volume engendré par la rotation d'une ellipse autour de son petit axe. De nombreux ellipsoïdes sont utilisés dans le monde, épousant au mieux un modèle de géoïde local existant.

Depuis 2000, le système géodésique légal est le RGF93, issu d'une réalisation Européenne nommée ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989). L'ellipsoïde associé est le GRS80 (Ground Reference Surface 1980).

3. L'ondulation

La distance entre le géoïde et l'ellipsoïde en un point donné s'appelle l'ondulation du géoïde, qui varie de 43 à 54m environ sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Cet écart, fourni par la grille RAF09 est à prendre en compte :

- pour la réduction des distances horizontales sur l'ellipsoïde (en fonction de h , et non de H) ;
- pour la conversion des hauteurs en altitudes, et réciproquement.

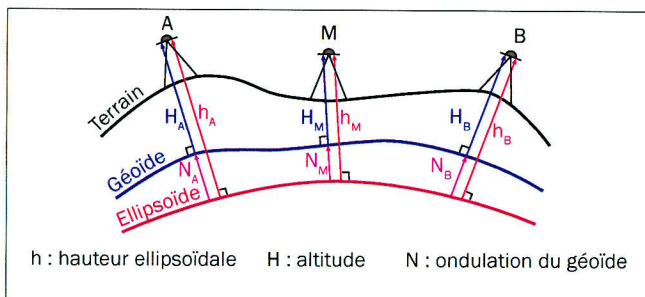


Figure 16. © ECS

Ondulation $N = h - H$

avec : h hauteur ellipsoïdale
 H altitude

La grille RAF09 fournit l'ondulation avec une précision de ± 1 à ± 2 cm partout en France.

La pente du géoïde par rapport à l'ellipsoïde est faible en zone de plaine ; elle atteint 15cm/km dans la région Niçoise.

Conséquence : entre deux points ayant une différence de hauteur ellipsoïdale nulle, il se peut que l'eau coule quand même !

V. TERMINOLOGIE

Afin de ne pas égarer le lecteur, il est souhaitable de définir quelques termes techniques nouveaux qui vont souvent revenir dans les paragraphes suivants.

A. Terminologie générale

Altimétrie : synonyme de nivellement.

Canevas : ensemble de points matérialisés par des bornes, ou des repères, ou encore des points bien identifiés sur des images, qui servent d'appui aux levés de plans.

Cheminement : succession de stations dépendantes les unes des autres où l'on place l'instrument pour mesurer des angles, des distances ou des dénivelées. Un cheminement polygonal est un cheminement de plusieurs côtés.

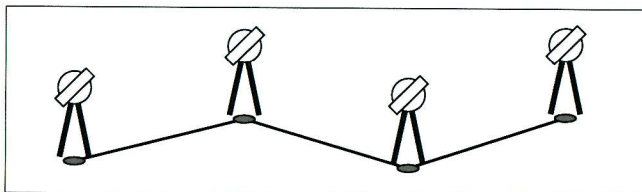


Figure 17. © ECS

Classe de précision : mesure exprimée généralement en cm, caractérisant les propriétés statistiques des écarts observés entre les coordonnées obtenues et les coordonnées issues de contrôles.

Implantation : opération topographique qui consiste à matérialiser sur le terrain des points de coordonnées déterminés, par calculs le plus souvent, sur le MNT.

Intersection : opération topographique qui consiste à viser (angle horizontal) un point inconnu, depuis un point connu, après s'être orienté sur une référence connue.

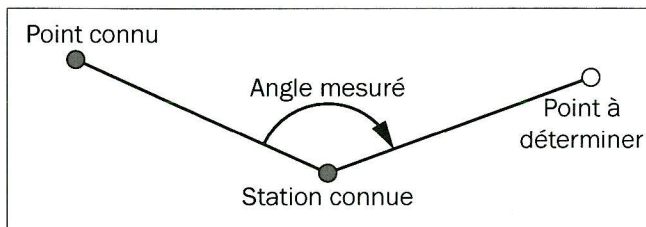


Figure 18. © ECS

Lever : opération de mesure locale d'un nombre important de points permettant de décrire, en s'appuyant sur les points de canevas, des objets géographiques.

Objets géographiques : objets ou entités du monde réel dont on reporte la localisation dans un lever. On distingue les objets géographiques ponctuels, linéaires, surfaciques et volumiques. Ce qu'on appelle aussi les points de détail.

Planimétrie : qui concerne la projection sur un plan horizontal (X,Y) ; à ne pas confondre avec la planéité, qualité de ce qui est plan.

Rattachement : établissement des liens géométriques entre 2 réseaux de points dont l'un sert de référence, afin d'exprimer l'autre dans la même référence géométrique que le premier.

Rayonnement : mesures topographiques qui combinent la mesure d'un angle horizontal et la mesure d'une distance.

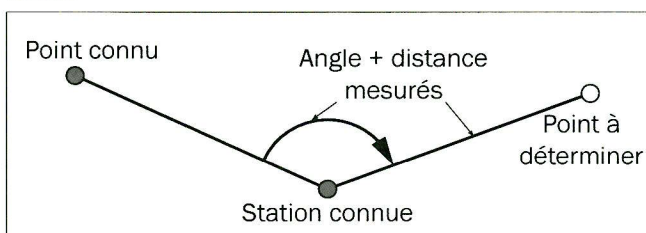


Figure 19. © ECS

Relèvement : opération topographique qui consiste à viser (angles horizontaux) des points connus en coordonnées dans un système.

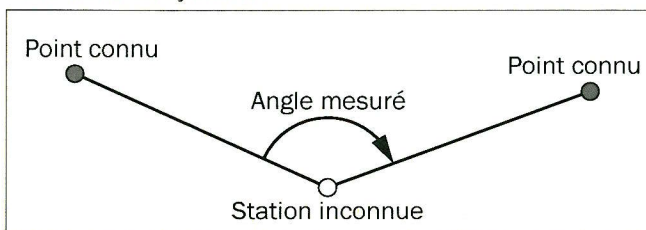


Figure 20. © ECS

Réseau légal de référence : réseau matérialisant le référentiel légal défini depuis le décret 2000-1276 soit sous forme de repères physiquement accessibles, soit sous forme de données issues de stations permanentes de mesure de géodésie spatiale et des données auxiliaires nécessaires pour calculer la position d'un récepteur GPS sur un point connu.

Terrain nominal : ensemble des objets géographiques d'un lever tels qu'ils doivent être représentés compte tenu des spécifications de détermination. Plus généralement, c'est l'image du terrain considéré à travers les spécifications du lever.

Travaux topographiques : travaux d'exécution et d'exploitation des observations concernant les positions planimétrique et altimétrique, la forme, et les dimensions des éléments naturels et artificiels du terrain (objets géographiques) ayant un caractère concret, fixe et durable à un instant donné.

B. Terminologie instrumentale courante

Azimut : angle horizontal, mesuré par un théodolite.

Angle vertical : angle mesuré depuis le zénith par un théodolite.

Dénivelée : différence d'altitude entre deux points levés.

Distancemètre : instrument électronique de mesure de distance.

Équidistance : dénivelée constante et ronde entre deux courbes de niveau.

Façade : mesure de distance entre deux points levés.

Gisement : angle compris entre l'axe des Y positif et une direction donnée, compté dans le sens « horaire ».

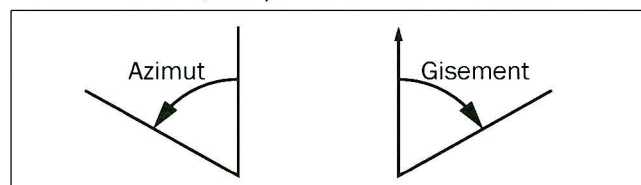


Figure 21. © ECS

Jalon : « bâton » de bois qui matérialise des points sur le terrain.

Niveau : instrument qui mesure des dénivelées.

Pente : inclinaison par rapport à l'horizontale, exprimée en %.

Récepteur GNSS : instrument qui reçoit des messages des satellites GPS, GLONASS, et bientôt GALILEO.

Ruban : bande d'acier graduée qui remplace la « chaîne d'arpenteur ».

Station : point matérialisé sur le terrain sur lequel on place l'instrument de mesure.

Tachéomètre : instrument qui mesure angles horizontaux, verticaux et distances.

Théodolite : instrument qui mesure des angles horizontaux et verticaux.

C. Quelques sigles

GNSS : Global Navigation Satellite System

GPS : Global Positioning System

IGN : Institut Géographique National

MNT : Modèle Numérique de Terrain

NGF : Nivellement Général de la France

NTF : Nouvelle Triangulation de la France (ancien système légal jusqu'en 2000, remplacée par le RGF93)

OGE : Ordre des Géomètres-Experts

RGF : Réseau Géodésique Français

RGP : Réseau GNSS Permanent

SIG : Système d'Informations Géographiques

VI. INSTRUMENTS ET MÉTHODES

La qualité d'un lever ou d'une implantation est conditionnée par celle de l'instrument et de la méthode.

A. Instruments

Aux chapitres 6 à 11, nous passerons en revue tous les instruments topographiques disponibles actuellement pour le géomètre-topographe, pour mener à bien sa mission.

- Instruments pour **aligner** :

Depuis le simple cordeau jusqu'au théodolite de précision, en passant par les jalons, l'équerrette, le laser d'alignement, la lunette nadiro-zénithale...

- Instruments de mesure de **distance** :

Depuis le simple ruban jusqu'au distancemètre de précision, en passant par l'odomètre, le tachéomètre, le distancemètre à main, la barre stadimétrique...

- Instruments de mesure des **angles**, verticaux ou horizontaux :

Depuis le théodolite de chantier jusqu'au théodolite de haute précision, en passant par l'équerrette, le gyroscope...

- Instruments de mesure des **dénivelées** :

Depuis le niveau de déclivité jusqu'au niveau de haute précision, en passant par le niveau de chantier, le niveau-laser, le tachéomètre, le récepteur GNSS...

- Le récepteur **GNSS** : seul instrument capable de fournir des **coordonnées** d'un point stationné à partir des satellites.
- Le **scanner laser** : acquisition d'un nuage de points par balayage laser horizontal et vertical.
- Le **théodolite** : instrument capable de mesurer des angles horizontaux et verticaux.
- Le **tachéomètre** : théodolite capable de mesurer des distances.
- La **station totale** : tachéomètre capable :
 - de stocker les observations de terrain pour les transférer dans un ordinateur ;
 - d'effectuer des calculs sur le terrain.



La station totale est l'outil universel de lever des détails.

Le récepteur GNSS reste l'outil idéal pour établir les points de canevas.

B. Méthodes

En fonction de l'étendue du lever, le géomètre devra s'organiser pour lever tous les détails spécifiés par le cahier des charges, tout en préservant la qualité requise par le client. Or, la multiplication et l'éloignement des stations du canevas seront forcément un facteur de dégradation de la précision du positionnement des points de détails.

Le choix des méthodes nécessite une bonne connaissance des procédés d'établissement des points de canevas, des procédés de mesures des cheminements polygonaux et de nivellement, des précisions de rattachement aux réseaux légaux.

Aux chapitres 12 à 16, nous passerons en revue toutes les méthodes topométriques qui permettront au géomètre-topographe d'assurer la bonne qualité du lever, ou de l'implantation.

Cela concerne :

- les modes d'établissement des Canevas ;
- les contrôles de la qualité de ces points ;
- les contrôles de fermeture des cheminements ;
- les méthodes de lever des détails ;
- les méthodes d'implantation des détails ;
- les méthodes de contrôles de stabilité ou de verticalité ;
- la saisie des mesures avec ou sans codification...

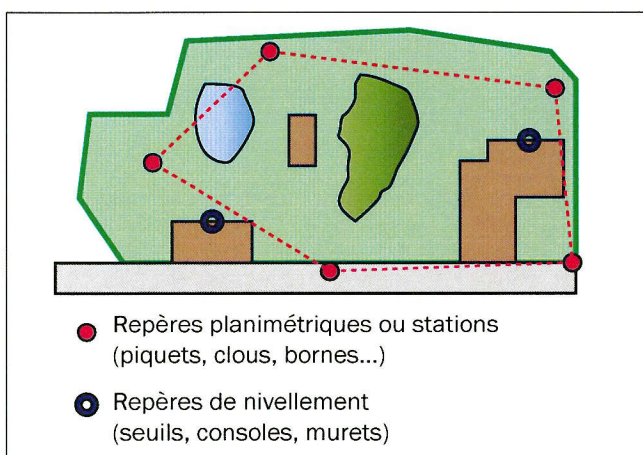


Figure 22. Exemple de mise en place de canevas planimétrique et altimétrique pour un petit lever, en système local © ECS



Résumé du chapitre 1

La frontière du plan et de la carte se situe à l'échelle du **1/5000**. Le plan relève de la topométrie, la carte relève de la géodésie.

La **géodésie** s'occupe aussi de la mise en place et de l'entretien des repères géodésiques et de nivellement.

La **photogrammétrie** est une perspective du terrain qu'elle représente au moyen de photos.

La **bathymétrie** concerne les mesures subaquatiques.

La **géomatique**, contraction de géographie et informatique, s'occupe de la gestion des bases de données localisées au moyen des SIG, systèmes d'informations géographiques.

Les surfaces de références de la géodésie sont :

- l'ellipsoïde, volume régulier, qui sert de référence à la planimétrie ;
- le géoïde, volume irrégulier en raison des déviations de la verticale, sert de référence au nivellement.

Chaque pays choisit les systèmes de référence les mieux adaptés (en France, le RGF93 pour la planimétrie et l'IGN69 pour l'altimétrie). La différence de dénivelée entre la Hauteur (dénivelée d'un point sur l'ellipsoïde) et l'Altitude (dénivelée d'un point sur le géoïde) s'appelle l'Ondulation.

Enfin, la **topométrie** emploie une terminologie particulière (vocabulaire et sigles) que l'on s'efforcera de bien maîtriser. On remarquera que les instruments les plus utilisés sont actuellement la station totale (leviers et implantations) et les antennes GNSS (établissement des points d'appui, levé, implantation).

A large rectangular area with a light beige background and horizontal dashed lines, intended for personal notes. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for writing.