

L'arpenteur géomètre d'hier à aujourd'hui

Stéphane Jouffrais

Arpenteur géomètre

www.larpenteur.fr/



La géométrie, comme sans doute une grande partie des mathématiques, est née de notre planète. Avec la géométrie, science de la mesure de la Terre, se sont développés le calcul et même le calcul algébrique. Les premiers calculs ont tous pour objet la mesure des surfaces, de parcelles, de pourtours, de partages.

L'homme devenu sédentaire, veut mesurer son territoire

On pense généralement que l'arpentage est né en Mésopotamie, il y a plus de quatre mille ans, sur les bords de l'Euphrate. On trouve des relevés de terrains représentant des parcelles frontières sur des tablettes sumériennes (XIV^e-XIII^e av JC) aux côtés de traités de mathématiques et de tracés géométriques. Le stylet, la règle graduée, la corde à nœuds, sont les outils de base de l'arpenteur qui grave sur ses tablettes d'argile des plans, réductions de l'ouvrage à construire. Il connaît les propriétés de l'homothétie et des techniques de constructions géométriques.



Tablette à écriture cunéiforme présentant un contrat de vente d'un champ.

Musée du Louvre © Raphaël Chipault

L'homme, devenu propriétaire, prend possession de sa cité et entreprend de grands travaux d'urbanisme et d'architecture

Il faut des routes, des aqueducs pour amener l'eau, des tunnels ... Le Tunnel de Samos est un exploit technologique de l'antiquité grecque. Au sixième siècle avant Jésus Christ, un tunnel de 1036 mètres fut creusé à la main dans une montagne sur l'île grecque de Samos. L'historien grec Hérodote considérait ce tunnel comme une des trois réalisations techniques majeures de l'antiquité. Ce tunnel est très intéressant au niveau



Tunnel d'Eupalinos dans l'île grecque de Samos © T.E.Rihll

mathématique car il fut creusé par deux équipes travaillant simultanément des deux côtés de la montagne. Cela pose la question mathématique et la gageure intellectuelle suivante :

Quelle méthode fut employée pour trouver la direction correcte pour le creusement ?

Plusieurs méthodes ont été évoquées. La première fut proposée par Héron d'Alexandrie cinq siècles après la fin du percement du tunnel. En 1950, des historiens des sciences mirent cette explication en doute. L'équipe du projet *Mathematics* a visité le tunnel en 1993, elle a filmé les lieux et en étudiant la disposition du paysage, elle propose une combinaison des deux explications. On peut retrouver cette étude sur leur site.

L'homme, devenu citoyen, part à la conquête d'autres horizons

Pour le guider, il lui faut des cartes. Les premières seront des cartes de proximité, les *portulans*. De l'italien *portolano*, les *cartes portulans* donnent la succession des ports et des havres le long des côtes, tandis que l'espace maritime est sillonné par des lignes géométriques (lignes de rhumb) qui correspondent aux directions de la boussole.

Ce système graphique permettait aux marins de s'orienter en reportant sur la carte la distance qu'ils estimaient avoir parcourue.

Le plus ancien portulan occidental connu daterait de la fin du XIII^e siècle : c'est la *carte pisane*, conservée au département des Cartes et plans de la Bibliothèque Nationale de France.



Le plus vieux portulan connu dessiné sur un parchemin : la carte pisane conservée au département des Cartes et plans de la Bibliothèque Nationale de France.

Le XVIII^e siècle marque un tournant décisif dans le développement de la topographie et de la cartographie

La révolution française et son souci d'universalité va entreprendre une expédition scientifique de la première importance : mesurer un arc de méridien terrestre pour donner une définition du mètre liée à la Terre, donc indiscutable. Ci-joint un extrait des travaux de Pierre Méchain et de Jean-Baptiste Delambre pour la mesure du méridien, basée sur la triangulation. De ces travaux est né le premier *mètre étalon*, égal à la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre.

Notons qu'à cette époque un méridien était considéré comme un grand cercle imaginaire, et non comme un demi grand cercle, reliant les pôles géographiques.



Le cercle répétiteur du mathématicien Jean-Charles Borda, construit par Etienne Lenoir *Inventaire* © 1995 M. Heller qui permit à P.Méchain et J.B. Delambre d'effectuer leurs relevés. © IGN



Les instruments de mesure devenant de plus en plus précis, le métier du géomètre topographe se diversifie

La *topographie* qui s'occupe de la description des lieux se scinde en deux disciplines :

La *topométrie*, technique d'exécution et d'exploitation des mesures du terrain.

La *topologie*, science des formes et des reliefs.

Quant à la *cartographie* elle est à la fois du domaine de l'*altimétrie* et de la *planimétrie*.

La multitude et la diversité de ces disciplines montrent l'importance pour l'homme de mesurer la Terre pour mieux la connaître.

Les instruments de l'arpenteur géomètre

Grâce aux évolutions des sciences et techniques dans les domaines de l'optique et de la mécanique de précision, les instruments du géomètre topographe vont évoluer pour gagner en précisions et rapidité dans la prise des mesures.

Depuis l'équerre d'arpenteur, le niveau à eau ou le cercle d'alignement, les méthodes de relevé se sont adaptées au matériel.

© Le Compendium/
Albert Balasse
www.leCompendium.com



La maîtrise des lentilles optiques va permettre de réaliser des visées plus précises.

L'invention du *vernier* améliorera les lectures angulaires et la création du *cercle répétiteur*, en augmentant le nombre de mesures, va réduire les erreurs instrumentales.

Plus récemment la mesure de distances par infrarouge ou rayon laser sera une véritable révolution pour le métier.

Aujourd'hui l'utilisation des instruments de topographie s'est simplifiée, et les outils mathématiques nécessaires à la compréhension des manipulations instrumentales ont disparu. Les instruments de topographie sont devenus dépendants de l'électronique et l'informatique.

Avec la dernière génération d'instrument, le *tachéomètre électronique*, le géomètre topographe voit son métier évoluer considérablement. Une carte mémoire permet d'enregistrer, par simple pression sur

un bouton, les angles horizontaux et verticaux avec une précision de l'ordre du décimilligrade ($\text{dmgon} = 10^{-4}$ grade), ainsi qu'une distance pouvant aller jusqu'à plusieurs kilomètres avec ou sans réflecteur avec une précision de quelques millimètres.

Tachéomètre électronique

© Leica



Aujourd'hui : le GPS

Il s'agit d'un système de positionnement et de datation par satellites - GNSS *Global Navigation Satellite System*, système de satellites en orbite avec le GPS pour les Américains, GLONASS pour les Russes, GALILEO ou d'un système avec des satellites géostationnaires pour les Européens, BEIDOU ou COMPASS pour les Chinois, IRNSS pour les Indiens.

Couverture par
Global Navigation Satellite System

L'utilisation du système de positionnement par satellites est devenue un outil indispensable dans le domaine de la topographie, permettant un référencement plus global sur un territoire.



Aujourd'hui les besoins administratifs doivent répondre à des problématiques nationales notamment avec la mise en cohérence des plans entre eux, pour les réseaux électriques, gaz, autoroutiers, ferroviaires

Le positionnement par satellites en utilisant des coordonnées géographiques permet cette unicité, mais aussi crée de nouvelles contraintes liées à la projection de ces coordonnées sur le plan et aux imprécisions dues à ces déformations. Ainsi va le progrès...

S.J.