

À L'ÉCOLE

## LE LiDAR S'INVITE À L'ENSG

Durant le stage terrain à Forcalquier, moment primordial pour mettre en pratique la théorie en répondant à des commandes directes de structures publiques ou privées, deux projets étudiants ont utilisé la technologie LiDAR.

◆ Clément Mallet - ENSG



## Modélisation du marégraphe de Marseille

Le marégraphe de Marseille, construit en 1884, est un bâtiment géré par l'IGN qui mesure en continu le niveau de la mer Méditerranée.

Ces mesures ont eu une importance capitale car elles ont permis de fixer en 1894 le niveau « 0 » des altitudes et, à partir de celui-ci, l'ensemble des points altimétriques de la France métropolitaine. Le système de mesure fonctionne par le biais d'un flotteur. Il a été complété par un dispositif à ultrason, puis par laser depuis 2009.

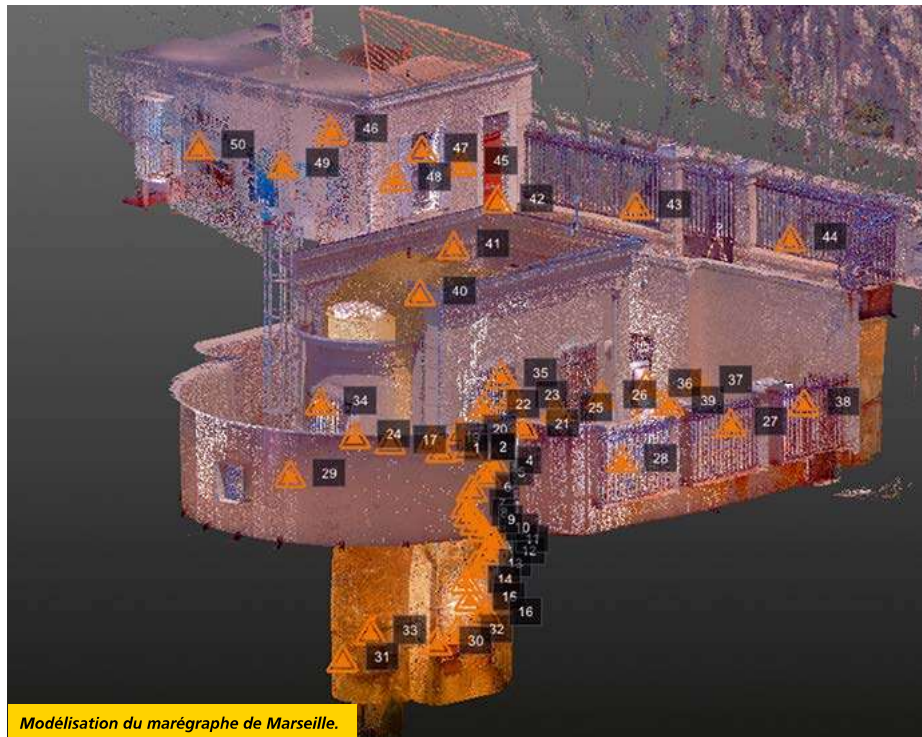
Classé au répertoire des monuments historiques, le marégraphe est devenu également indispensable en indiquant la montée des eaux et en étant un témoin direct des conséquences du réchauffement climatique.

Dans le but de promouvoir et de mettre en valeur ce monument, l'association des Amis du marégraphe de Marseille a sollicité l'école avec le soutien de la direction territoriale sud-est de l'IGN, par le biais d'un projet étudiant à destination des élèves ingénieurs de première année. **L'idée est de proposer une visite virtuelle du lieu, car celui-ci n'est accessible que lors des Journées européennes du patrimoine.**

La modélisation 3D d'un bâtiment peut sembler facile, mais il faut tenir compte de la configuration du site. Le marégraphe dispose d'un intérieur, d'un extérieur et d'une cour, le tout en contrebas d'une route et au milieu des rochers ! Se pose ainsi une première problématique autour du géoréférencement.

L'extérieur du bâtiment et la cour ont été captés par photogrammétrie aéroportée, à l'aide d'un drone. Une consolidation s'en est ensuivie par l'utilisation du LiDAR, scannant ainsi la cour et surtout l'intérieur du bâtiment. À partir de ces relevés, plusieurs points de calage ont été fixés, dans l'objectif de combiner le tout.

Sur la partie laser-scanner, les étudiants ont utilisé un capteur posé sur trépied, permettant ainsi de balayer l'ensemble des pièces du marégraphe. Ces mesures délivrent un nuage de points noir et blanc représentant l'intensité du rayon réfléchi sur chacune des parois. Un capteur photo apporte la couleur. Utilisant l'algorithme ICP (iterative closest point), le laser fait coïncider deux nuages de points successifs pour éviter toute itération. L'algorithme ICP recalcule les nuages de points acquis depuis chacune des stations lasers. Le géoréférencement de l'ensemble des données photogrammétriques et lasergramétriques est basé sur des données GNSS en planimétrie et sur les points de nivellement pour l'altimétrie. Après nettoyage et traitement des données, le marégraphe a pu être modélisé dans son intégralité !



Modélisation du marégraphe de Marseille.

© ENSG

## Modélisation 3D de la grotte de Saint-Eucher

Située à Beaumont-de-Pertuis, la grotte de Saint-Eucher est une cavité fréquentée par de nombreux spéléologues, mais aussi par de nombreuses chauves-souris.

Afin de préserver la tranquillité de la colonie implantée à l'entrée de la cavité, **le Groupe Chiroptères de Provence a sollicité l'ENSG-Géomatique pour modéliser la grotte et trouver le meilleur emplacement pour percer, depuis la surface, un puits d'accès permettant aux spéléologues un accès direct à l'intérieur de la cavité.**

Au début du projet, les étudiants disposaient d'un plan de la grotte relevé à la boussole en 1986, par les spéléologues Paul Courbon et René Parein.

Dans un premier temps, le travail a consisté à recalculer ce plan et à le réorienter en tenant compte de la déclinaison magnétique de l'époque ainsi que de la convergence des méridiens. L'objectif était de le superposer au tout récent LiDAR HD de l'IGN en Lambert93 pour modéliser la surface à la verticale de la cavité.

Associé au plan topo, le profil de la cavité est ensuite développé en 3D donnant ainsi une première estimation des épaisseurs de perçement à envisager.

Le second défi était d'implanter en surface les points de perçement potentiels à la verticale des différents points hauts de la cavité. Pour ceci, la première partie de la grotte a été modélisée à l'aide des techniques classiques de lasergrammétrie terrestre.

Une méthode innovante a été imaginée pour propager l'assemblage des stations au niveau d'une étroiture : quatre sphères, montées deux par deux sur un câble métallique tendu, permettent de matérialiser une orientation commune dans les salles, de part et d'autre du passage. Une cinquième sphère placée au centre de la chatière permet de propager la distance entre les deux parties du réseau.

Après ce passage difficile et une zone de puits, la suite de la cavité, plus vaste, est modélisée à l'aide d'un laser portatif.

L'assemblage des différents nuages a permis de modéliser la cavité jusqu'au premier point d'accès potentiel situé à plus de 15 mètres de la surface.

Dans le cadre de ce projet, les étudiants ont également participé au contrôle de cette position par une méthode totalement indépendante.

La technique de radiolocalisation est basée sur les principes de l'électromagnétisme. La verticale d'une balise émettrice placée dans la cavité est détectée en surface par une antenne réceptrice.