

MOBILE MAPPING

JOURNÉE TEST POUR LA NUMÉRISATION 3D D'UN BOURG

Contexte de la journée et principe du mobile mapping

Le 27 mars, GéoBretagne, BreTel, l'IGN, le Département d'Ille et Vilaine (service aménagement foncier) et Rennes métropole étaient invités à une journée test de *mobile mapping* pour la numérisation en 3D du bourg de Saint-Marc-sur-Couesnon. Cette journée riche en découverte était organisée par le service du cadastre (DRFIP35, Pôle de topographie et de Gestion Cadastre) et le bureau métier cadastre de la DGFIP. Le service du cadastre explore différentes méthodes d'acquisition de données pour l'élaboration et la mise à jour du plan cadastral (lever terrain traditionnel, lever par drones*, avions, acquisition au sol ou *mobile mapping*, imagerie satellitaire, etc.).

À Saint-Marc-sur-Couesnon, un chantier de remaniement traditionnel (élaboration d'un nouveau plan cadastral par les géomètres sur le terrain) est en cours pour être comparé à de nouvelles méthodes :

- acquisition 3D du bourg par *mobile mapping* (journée du 27 mars et journée IGN à venir) ;
- photogrammétrie par drone (à venir pour Saint-Marc-sur-Couesnon) ;
- photogrammétrie par prise de vues aériennes ou satellitaires (pour des chantiers de remaniement de plus grande superficie).

L'objectif est d'élaborer un plan cadastral neuf sur lequel figurent le bâti et les limites apparentes entre propriétés. Nous revenons aujourd'hui sur la solution d'acquisition de données par *mobile mapping* proposée par Leica Geosystem lors de la journée du 27 mars 2018. Cette méthode consiste à acquérir des données 3D de l'espace environnant à partir d'un système d'acquisition en mouvement. Le résultat obtenu est

un nuage de points géoréférencés modélisant l'espace (chaque point est localisé grâce à ses coordonnées x, y et z).

Le **mobile mapping** est un processus de cartographie dynamique qui permet de faire de l'acquisition de données 3D en mouvement

En **photogrammétrie** plusieurs images d'un même objet sont prises selon différents points de vue. Les outils de photogrammétrie comparent entre elles les photos, trouvent des points de concordance puis déduisent la position de ces points dans l'espace 3D en utilisant le décalage causé par la différence de point de vue. C'est ce principe qui est utilisé pour générer les modèles 3D des villes sur Google Street View.

Le **plan cadastral** est un document administratif à finalité essentiellement fiscale : il représente le découpage du territoire en parcelles pouvant supporter des bâtiments, identifie les propriétaires et sert de base pour le calcul des impôts locaux. Au-delà de son usage traditionnel, il est largement utilisé comme couche de référence dans les systèmes d'information géographique (SIG) des acteurs publics. Pour mettre à jour ce plan, deux options sont possibles : mise à jour continue (par la transmission des permis de construire) ou remaniement (élaboration d'un plan neuf lorsque les plans sont trop vieux et que des décalages trop importants apparaissent suite à la numérisation et l'agrégation des documents par exemple).

* Le service du cadastre co-anime le Groupe de travail grande surface du Conseil pour les drones Civils.

Un exemple de résultat de nuages de points pour une grande avenue urbaine



Le nuage de point est suffisamment dense pour numériser une grande quantité d'information sur les surfaces, le mobilier urbain, les façades, les limites de propriété, la végétation, etc.

Les deux systèmes d'acquisition testés à Saint-Marc-sur-Couesnon sont des systèmes de la gamme *Pegasus* de Leica qui permettent de réaliser de l'acquisition en mouvement à pieds (*Leica Pegasus: Backpack*) ou à bord d'un véhicule (*Leica Pegasus: Two*). Le *Backpack* est un sac à dos pesant environ 12 kg équipé d'un scanner LIDAR (permettant l'acquisition du nuage de points), de caméra, d'un GPS, d'une centrale inertielle. La technologie embarqué sur automobile repose sur le même type d'équipement et permet d'acquérir un nuage de point plus dense.

Leica Pegasus: Backpack



Leica Pegasus: Two



Le principe d'acquisition est celui de la télédétection par laser ou LIDAR.

Le **principe du LIDAR** (ou laser imaging detection and ranging) est le suivant : un capteur actif émet des faisceaux lasers vers différentes cibles dans l'espace environnant puis reçoit et enregistre l'écho de ces lasers. La position de la source émettrice, la position du capteur qui reçoit l'écho et le comportement des impulsions lasers dans l'air étant connus, la distance émetteur-cible, et donc la position de la cible dans l'espace peuvent en être déduites.

Des capteurs supplémentaires enrichissent les données. Les caméras par exemple permettent de coloriser le nuage de point (par une corrélation entre les points et les images), offrant un rendu 3D très proche de ce que perçoit l'œil humain. Plus le nuage de point sera dense, plus on aura un rendu brut proche de la réalité. Avec peu de points, des « trous » apparaîtront dans le résultat 3D. La précision spatiale des données 3D est de l'ordre de 3 à 5 cm. Le *Backpack* coûte environ 200 000€ et le *Pegasus: Two* 400 000€. L'autonomie du *Backpack* est de 6 à 8 heures (2 jeux de batterie fournis d'une autonomie de 3 à 4 heures chacun).

Acquisition des données 3D

À Saint-Marc-sur-Couesnon, il a fallu environ 1h pour numériser le bourg d'une dizaine d'hectares, en voiture pour les plus grands axes et à pieds pour les impasses, les chemins. À bord du véhicule, il faut être deux pour gérer la conduite (déplacement à environ 20-30 km/h) et l'acquisition à l'aide du tableau de bord (interrompre l'acquisition lorsque l'on reste plus longtemps à un endroit pour un demi-tour dans une impasse par exemple). Il est important de bien préparer l'itinéraire.



Sur le tableau de bord (tablette pour le *Backpack*, ordinateur portable pour le *Pegasus: Two*), on visualise le nombre de satellites disponibles pour calculer notre position, les prises de vue des caméras en temps réel, le profil de la rue. Il est possible de faire des relevés en intérieur ou dans des passages étroits, même si on perd momentanément le signal GPS. Cela est possible grâce à la trajectoire inertielle qui est calculée et replacée dans l'espace à partir des positions de départ et d'arrivée acquises par le GPS (avant perte et après récupération du signal).

Chargement et visualisation des données acquises

Le chargement des données acquises le matin a duré 1h30 environ et représentait un volume de 20 Go. Le matériel informatique utilisé pour la démonstration et conseillé présente les caractéristiques suivantes :

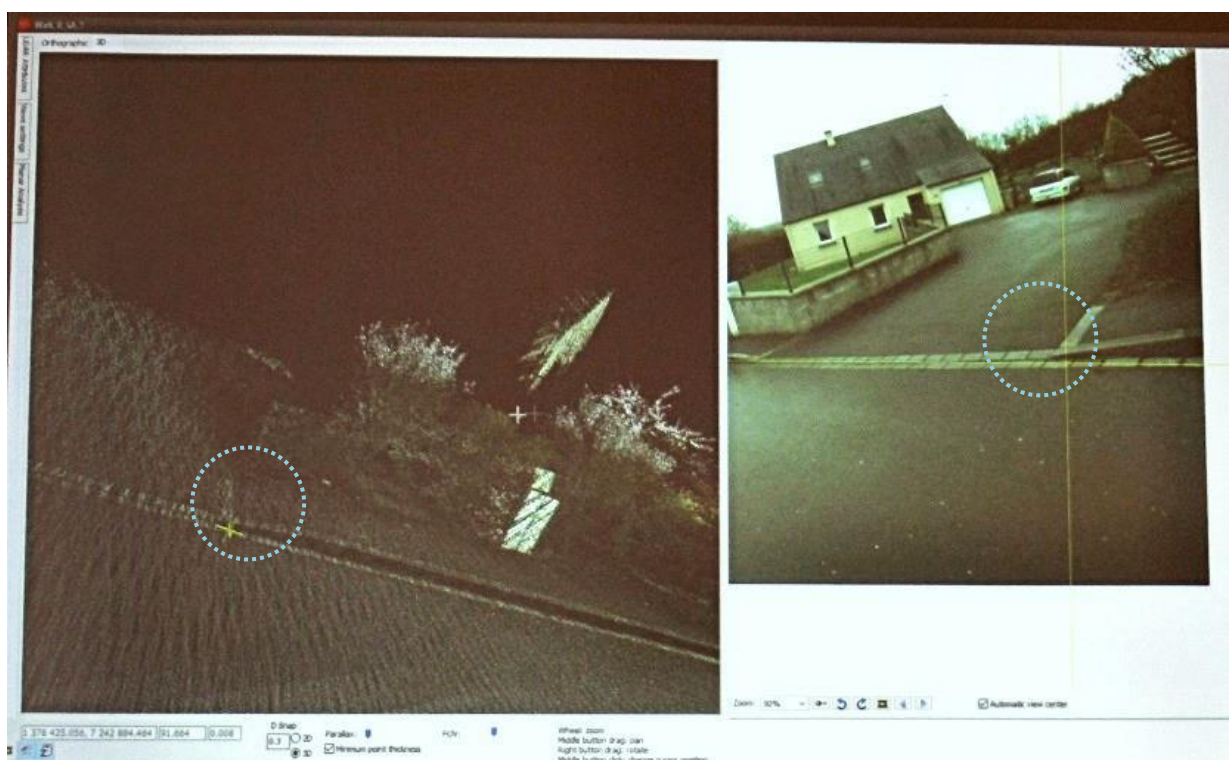
- PC processeur Xeon
- 36 ou 64 Go de RAM
- Disque dur SSD
- Carte graphique Quadro
- Coût d'un tel PC environ 3000€ pour un portable, 1500€ pour un poste fixe
- L'idéal est de disposer de 2 écrans pour le confort de travail

Dans un premier temps, le logiciel calcule la trajectographie qui correspond au trajet suivi pour l'acquisition par la voiture ou le piéton portant le sac à dos (lignes verte, violette et bleue). Le résultat brut se présente sous forme d'un nuage de points dans lequel il est possible de se « balader » et dans lequel l'utilisateur peut directement travailler (prise de mesures, tracé d'objets). Pour identifier des éléments « plats » comme des bouches à clefs sur la chaussée, l'utilisateur peut afficher simultanément le nuage de point et les images prises par les caméras. Le curseur se déplace de façon synchrone dans le nuage de points et sur l'image.

Affichage de la trajectographie dans le nuage de points



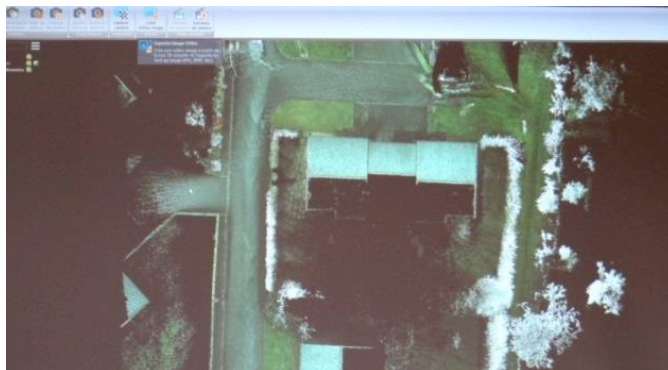
Prise de point du bateau sur le trottoir : on voit le curseur (entouré en bleu sur les 2 images) dans le nuage de point à gauche et sur l'image à droite



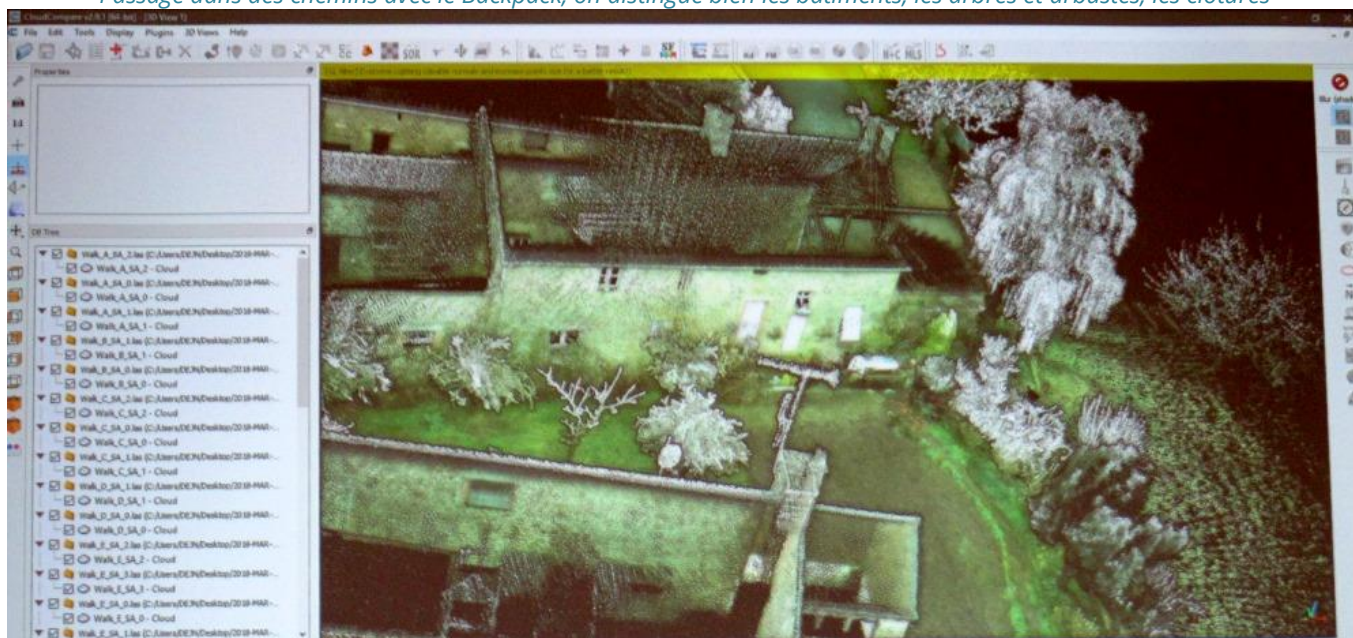
Comment exploiter ce nuage de points ?

Il est possible de connecter les données récoltées et le Viewer de Leica à des logiciels tiers couramment utilisés (Autocad, Microstation, Atlas). Leica donne les droits et fournit un document avec les lignes de code. On peut ainsi prendre des mesures et dessiner avec un logiciel standard sur un nuage de points. Pour une application cadastrale, la portée du scanner est suffisante pour visualiser le corps de rue d'un village. L'utilisateur peut faire des mesures directement dans le nuage de point et simultanément dans les images avec une précision de l'ordre de 3 à 5 cm, tracer des lignes, des polygones. À partir du nuage de point Il est possible de créer une ortho-image 2D dans le système de projection souhaité. L'utilisateur peut ensuite vectoriser sur cette image. Pour obtenir une ortho plus « lisible », il est possible de « couper » le nuage de points en z, et ainsi de n'avoir que la base des bâtiments. D'autres outils permettent de transformer des points en plan pour obtenir une maquette 3D de bâtiments.

Orthophoto créée à partir du nuage de points



Passage dans des chemins avec le Backpack, on distingue bien les bâtiments, les arbres et arbustes, les clôtures



Le service du cadastre de la DGFIP et les autres participants ont montré beaucoup d'intérêt et d'enthousiasme sur le potentiel de ce type d'acquisition. Le service cadastre doit tester l'utilisation de ces données. Pour cela Leica va mettre à disposition ses solutions de traitement du nuage de point pour une durée d'essai. D'autres secteurs peuvent être

intéressés par ce type de techniques d'acquisition de données, les applications sont nombreuses : modélisation 3D de la végétation en ville, modélisation 3D de haies en milieu urbain ou rural (bocage, biomasse), modélisation des données du bâtiment ou *Building Information Modeling* (BIM), services fonciers, etc.

Remarques sur le contexte réglementaire

Au niveau réglementaire, le *mobile mapping* est plus souple que les drones (il est très difficile de faire voler un drone en milieu urbain, les contraintes réglementaires sont extrêmement fortes). Néanmoins, la réglementation européenne oblige à flouter les visages et les plaques

d'immatriculation, notamment sur l'acquisition des données sur les propriétés privées. En ville, les piétons constituent des artefacts. Il est possible de supprimer les points générés par le passage d'un piéton. Des outils sont en développement par Leica pour automatiser ce « nettoyage » du nuage de point.