Détection automatique de changements et de défauts dans le béton sur orthophotographies au sein de la société SITES

Caroline GRUSSI

Directeur de PFE: Pierre CARREAUD

Correcteur: Emmanuel ALBY





Contexte et objectifs

Actuellement, l'inspection est réalisée de manière manuelle sur orthophotographies \rightarrow Objectif d'automatisation, car plus fiable et temps de traitement moins long.

- Automatisation n° 1 : Détection automatique de changements sur deux orthophotographies d'un même ouvrage réalisées à des moments différents.
- Automatisation n° 2 : Détection automatique de défauts -> Méthodes d'analyse d'image et solutions de deep learning intégrées.

Détection de changements

Méthode en 2 parties :

→ Utilisation d'un plugin QGIS sur image brute pour les gros défauts

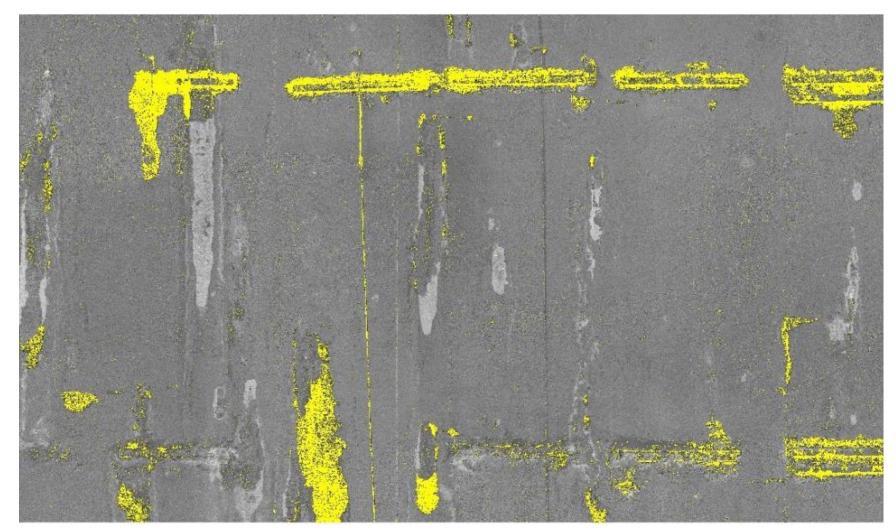


Figure 1 : Résultat de la détection de changements

→ Prétraitement préalable pour la détection de changements fins (fissures)

Mise en valeur des fissures

Isolement des fissures par rapport à l'arrière plan : utilisation d'un script Python

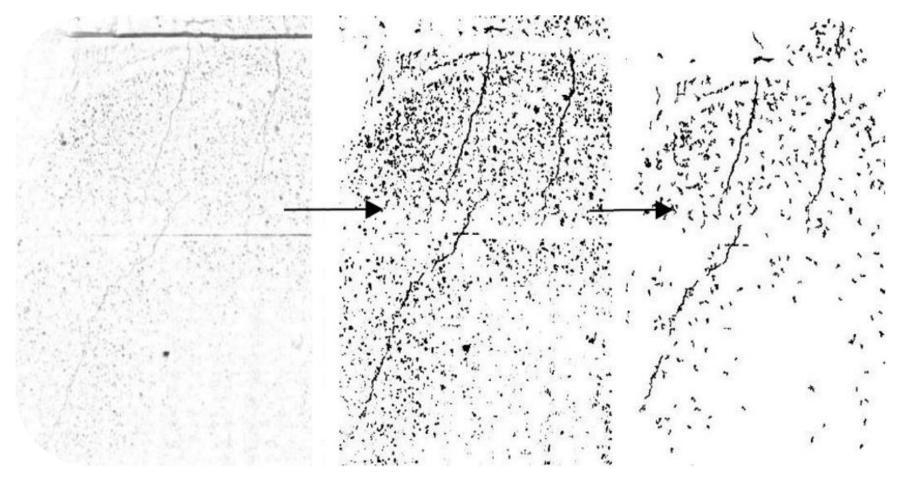


Figure 2 : Etapes et résultat du script Python

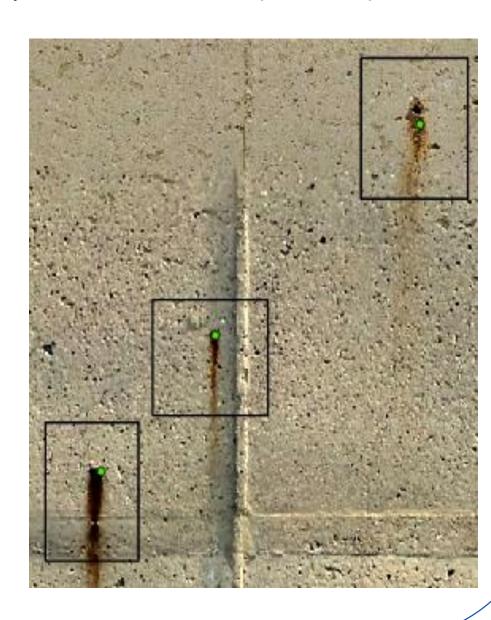
Détection de défauts

Etude de solutions intégrées de deep learning : Picterra, ArcGis Pro, Sterblue, EasyInspect.



Figure 3 : Détection automatique avec Picterra (en bleu) par rapport à l'inspection de SITES (en vert)

Figure 4 : Détection automatique avec ArcGis Pro (box) par rapport à l'inspection de SITES (points vert)



Conclusion

- Mise en place d'une méthodologie de détection de changements
- Mise en avant du potentiel important des méthodes de deep learning.
- Perspective : Amélioration des détecteurs ArcGis
 Pro pour mise en production.

Optimisation des services de positionnement GNSS pour les opérations offshore d'exploration production de Total

Correcteur de PFE: Gilbert Ferhat Directeur de PFE : Frédéric Auger

Projet présenté le 24 septembre 2020 par Gautier Jolain gautier.jolain@gmail.com

Contexte et problématique

Les opérations offshore d'exploration production nécessitent l'utilisation de corrections GNSS. Actuellement, ces corrections sont facturées au prix fort par des fournisseurs commerciaux et représentent, pour les 17 supports étudiés durant ce projet, un coût très élevé.

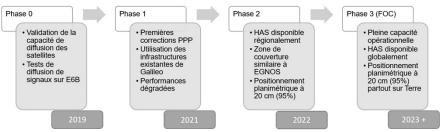
Objectifs du projet :

- Etudier les services de correction gratuits
- Proposer des scénarios reposant sur l'utilisation de ces services gratuits
- Estimer les économies réalisables

Galileo High Accuracy Service (HAS)

Futur service public gratuit de corrections PPP 20 cm (95%) en planimétrie Corrections transmises directement via la fréquence E6 des satellites Galileo

Pleine capacitée opérationnelle (FOC) ~ 2023



Programme de disponibilité du High Accuracy Service de Galileo

Scénarios d'optimisation

- Solution mixte PPP commercial/HAS 1.
- 2. Solution 100% HAS (positionnement)
- 3. Solution 100% HAS (position + cap)
- *Economies réalisable la première année, 100% les années suivantes

Economies de 20%/an Economies de 82%*

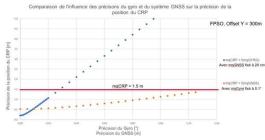
Economies de 72% *

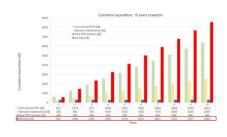


Récepteurs compatibles avec la fréquence E6 de Galileo

Application du scénario 3 aux FPSO (Floating Production Storage and Offloading)







Situation actuelles des FPSO

Dépenses actuelles

- 7 supports équipés de corrections PPP 645 k\$/an
- 5 supports non équipés de corrections 0 k\$/an

Objectifs d'optimisation

- Exactitude du positionnement < 1.5 m
- Standardisation du matériel pour tous les supports
- Développement de nouvelles applications de monitoring

Economies

- Liées au positionnement 6 millions
- Liées aux nouvelles application 2.5 millions en 10 ans
- Total sur 10 ans : 8.5 millions de dollars

Conclusions et perspectives

- Utiliser le futur HAS de Galileo pourrait permettre de réaliser des économies importantes.
- Le HAS sera un service public complémentaire des services commerciaux, mais il ne peut pas les remplacer pour toutes les applications.
- Lorsque le service sera disponible, il faudra valider les performances par des tests en conditions réelles.









Mira LECOCQ INSA Strasbourg - Topographie IGO, service R&D 78 rue John Mac Adam, 30900 Nîmes 04.66.38.68.40



Utilisation de l'apprentissage machine dans la classification de données aériennes 3D

Présenté le 25 septembre 2020

L'étude menée à IGO dans le cadre du PFE consiste à classifier le nuage de points 3D d'une ville acquis par photogrammétrie aérienne dans un but de reconstruction objet. Pour cela, nous faisons appel à l'apprentissage machine afin de diviser nos données en quatre classes : "bâti", "sol", "végétation" et "autre". Ce processus est appelé « segmentation sémantique » et est un dérivé de la classification. On distingue dans l'état de l'art des méthodes traditionnelles et des méthodes avec un réseau de neurones. Toutefois, l'efficacité de ces dernières n'est pas assurée car elles ne sont généralement pas appliquées à de la segmentation sémantique.

Données employées

Nous étudions deux jeux de données aériennes traitées par IGO fournissant les positions XYZ des points et leur colorimétrie RVB :

le centre-ville de Bordeaux, acquis par photogrammétrie et LiDAR, sur une surface de 50 ha avec une densité de 10 points / m²,

sortie

le vieux Lyon sur 9 ha avec une densité de 250 points / m², obtenu uniquement par photogrammétrie.





Méthodes étudiées

Comme classifieurs traditionnels, nous testons :

- la forêt d'arbres décisionnels de la bibliothèque CGAL,
- les fonctions d'identification des logiciels LAStools et ArcGIS Pro.

Les réseaux de neurones étudiés sont :

- PointCNN de Li et al. (2018),
- PointNet++ de Qi et al. (2017).

Après une étude de faisabilité, la méthode la plus adaptée pour nos données et nos besoins est la 1ère, fournie par la bibliothèque CGAL.

Nous adaptons les fonctions de cette bibliothèque et ajoutons des étapes permettant un meilleur usage de nos données et une sauvegarde des résultats. L'algorithme est décrit à la figure 1.

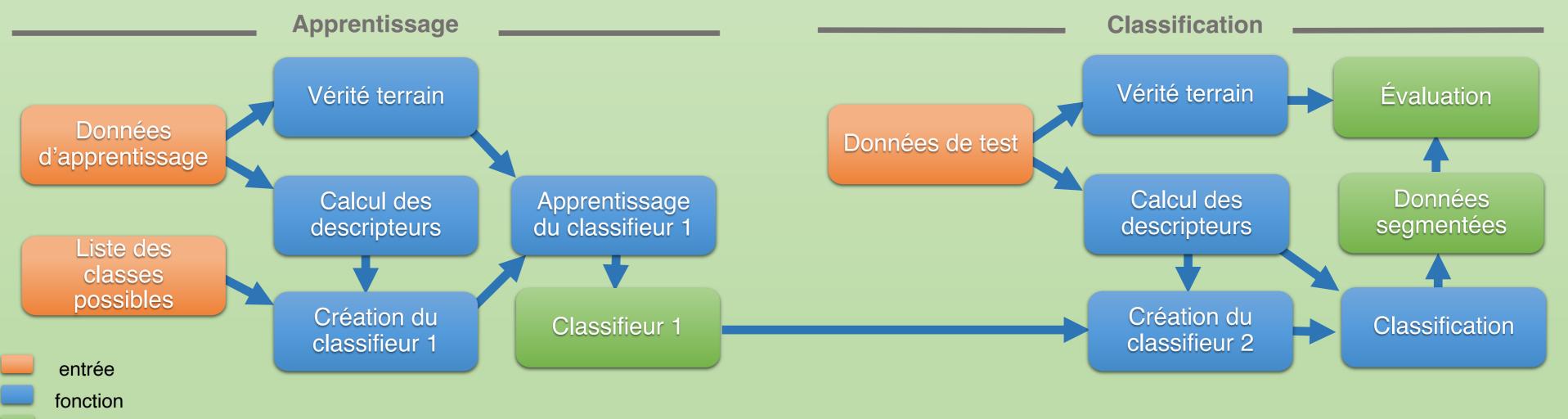


Figure 1 : Processus de l'algorithme utilisant la forêt d'arbres décisionnels de la bibliothèque CGAL

Résultats obtenus

Afin d'améliorer le résultat par défaut, nous cherchons l'influence de certains paramètres ; les valeurs optimales sont indiquées avec des flèches bleues à la table 1. Des extraits sont illustrés en figure 2.

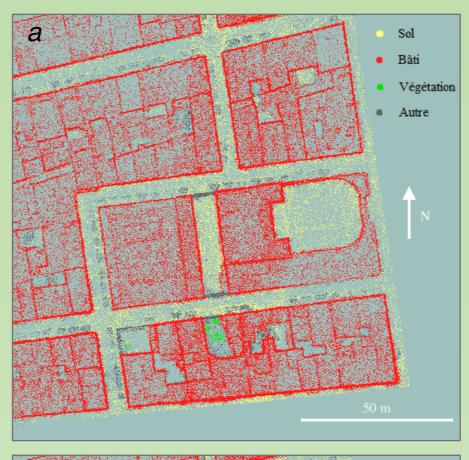
La classification finale est globalement satisfaisante mais présente toujours des défauts :

- classes majoritaires "bâti" et "sol" excellentes (94 %, 87%),
- classes "végétation" et "autre" mal détectées (19%, 26 %).

À l'avenir, il conviendra d'augmenter le jeu d'apprentissage de ces deux classes puis d'explorer la reconstruction objet.

Paramètre	Valeur	Globalité	Bâti	Sol	Végétation	Autre	
Défaut	х	55%	93%	90%	5%	32%	
Ajout couleur	Х	-0,3	-0,4	-0,8	-0,6	0,8	
Nombre échelles des	2	-0,3	0,8	-2,4	7,1	-6,6	
	4	1,8	1,2	-6,8	9,0	-0,6	+
descripteurs	6	-4,4	-14,1	-1,5	-4,6	2,7	
	20	-0,4	0,4	0,0	0,5	-0,2	
Nombre arbres	30	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	
décisionnels	40	0,4	0,4	0,0	0,4	0,7	
	50	0,5	0,5	0,1	0,6	0,8	+
	5	-6,5	0,8	-1,8	-4,7	-20,2	
Profondeur arbres	10	0,6	1,8	-0,4	1,0	0,1	+
décisionnels	15	0,4	0,8	-0,4	1,4	0,0	
	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ajout régularisation	Х	-0,2	1,4	-5,4	2,7	-4,1	
Densité	10	-1,9	-3,8	-0,3	-1,0	-2,6	

Table 1 : Indices de Jaccard d'un extrait de Bordeaux selon les paramètres



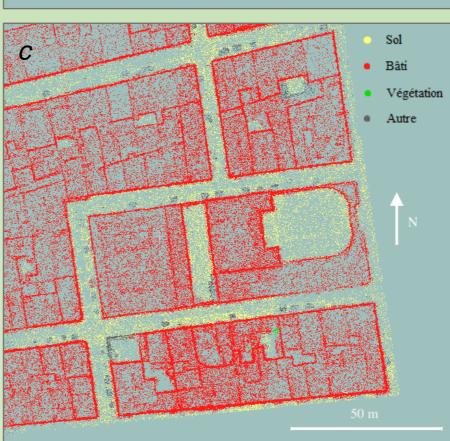




Figure 2 : Extraits de la classification sur Bordeaux

(a : vérité terrain ; b : résultat par défaut ; c : résultat avec les paramètres optimaux)

Références

Li, Y., Bu, R., Sun, M., Wu, W., Di, X., et Chen, B. (2018). PointCNN: Convolution On X-Transformed Points. pages 820-830.

Qi, C. R., Yi, L., Su, H., et Guibas, L. J. (2017). PointNet++: Deep Hierarchical Feature Learning on Point Sets in a Metric Space. In Advances in Neural Information Processing Systems, pages 5100-5109.

Reconstruction 3D des usines de la faïencerie de Sarreguemines à partir de photos d'archives terrestre, de relevés drones et TLS





Laboratoire Icube, INSA Groupe PAGE, Membre de l'équipe TRIO

Merlin Losser, étudiant en 5ème année, spécialité Topographie Projet de Fin d'Etude

Directrice de PFE: Mme Julie KIEFFER / Encadrants: Mr Pierre GRUSSENMEYER et Mr Samuel GUILLEMIN / Correcteurs : Mr Pierre GRUSSENMEYER et Mr Mathieu KOEHL Date de soutenance : 23 Septembre 2020

Contexte et objectifs du projet

Ce projet est le fruit de la collaboration entre la ville de Sarreguemines et l'INSA Strasbourg. Cela a commencé par la modélisation du jardin d'hiver puis par la modélisation du Casino des faïenceries et du pavillon De Geiger. C'est donc la troisième année qu'un projet est réalisé. Il s'agit cette fois-ci de la reconstruction 3D des usines de faïencerie, plus précisément de l'ancien bâtiment administratif, de l'ancien laboratoire et de l'ancien magasin.

Modélisation des bâtiments existants

La première étape de ce projet a été la modélisation des bâtiments tels qu'ils sont actuellement. Cela a permis plus tard la prise de cotes et l'établissement d'un listing de points connus en coordonnées.

Pour la réalisation de ces modèles deux types de levés ont été réalisés :

- Un levé photogrammétrique par drone
- Un levé par balayage laser

Ces données ont été fusionnées afin d'obtenir un nuage global du site. Les bâtiments ont également été maillées et texturés afin d'obtenir un résultat visuel satisfaisant.



Figure 1 : Modèles 3D et nuages de points des bâtiments actuels

Méthode de modélisation à partir des images d'archives

Pour reconstruire les bâtiments tels qu'ils étaient auparavant, nous disposions d'une dizaine d'images d'archives. Il a alors fallu trouver une solution pour orienter et exploiter ces images. Différentes solutions ont été testées.

- Utilisation du logiciel Metashape : Orientation des images d'archives via un listing de points connu en coordonnées et des images drones.
- Transformation Linéaire Directe Calcul d'une Calcul manuellement et via l'application « Faisceau »
- Utilisation du logiciel Photomodeler: Orientation des images via le pointage de points connus en coordonnées sur les images d'archives
- Utilisation du logiciel Sketchup: Modélisation à partir de cotes prises sur les modèles 3D des bâtiments actuels.

C'est la dernière solution de modélisation qui a été retenue puisque c'est la seule qui a donné des résultats satisfaisants

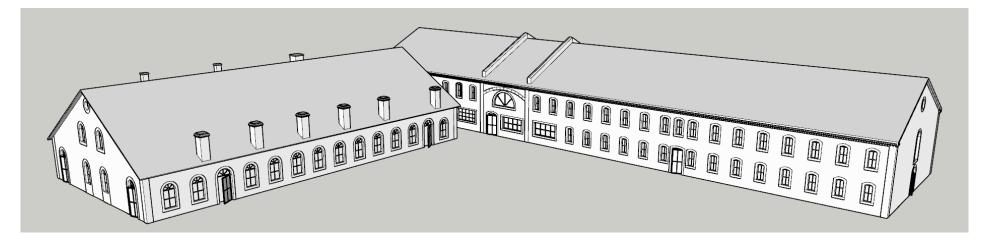


Figure 2: Modélisation 3D des bâtiments sous Sketchup

Résultat de la modélisation et texturage des modèles

La modélisation a été effectué sur Sketchup, il a alors été alors été possible de texturer les modèles. Deux solutions ont été testées : un texturage dit réaliste et un texturage à partir des images d'archives.

Suite à des problèmes lors de l'exportation des textures dites réalistes, ces modèles texturés n'ont pas pu être exploités.

Les modèles 3D texturés ont été intégrés un nuage de points de l'environnement alentours.

Les modèles 3D et le nuage de points combinées sont alors le support d'une expérience de réalité virtuelle. C'est une des solutions de partage de ce patrimoine industrielle de la ville qui a été retenu dans ce projet.





Figure 3 : Modélisation 3D des bâtiments texturés de façon réaliste sous Sketchup

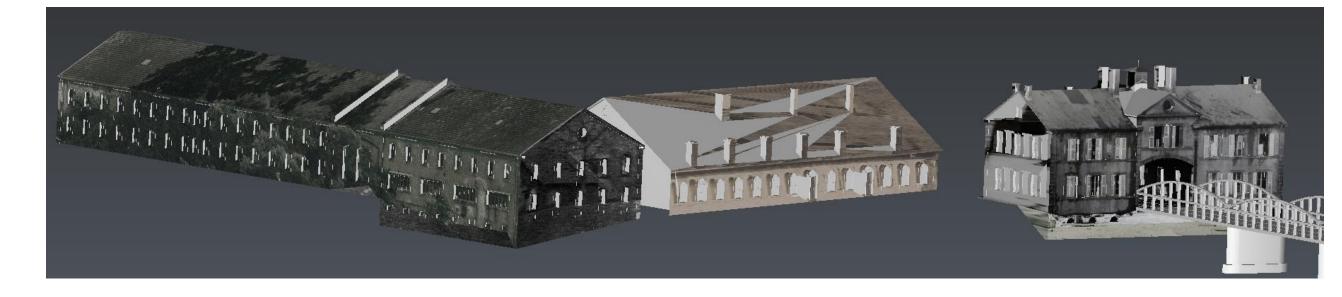


Figure 4 : Modélisation 3D des bâtiments texturés avec les images d'archives sou 3DReshaper

Conclusion et perspectives

Ce projet a donc permis de mettre en évidence différentes techniques de traitements d'images d'archives avec plus ou moins de réussites. Après de nombreux essais, c'est la modélisation sous Sketchup qui a été retenue. Une étape de texturage des modèles a été réalisée. La réalité virtuelle a été utilisée afin de mettre en avant ce patrimoine industrielle de la ville.

Ce projet ne devrait pas être la fin de la collaboration entre la mairie de Sarreguemines et l'INSA Strasbourg. Un projet de modélisation de l'intérieur du triangle que forment les trois premiers projets. Cela permettrait de voyager virtuellement dans la ville de Sarreguemines lorsque les usines de faïencerie battaient leurs pleins.

Maquette numérique 3D à l'échelle de la ville : Mise en place d'un processus de production automatisé



Présenté par : Victor MARTIN le 25 septembre 2020

Société d'accueil : ATGT Géomètre-Expert
Directeur de PFE : M. Romain SALICIS
Correctrice de PFE : Mme Hélène MACHER





1. Contexte et objectifs de l'étude

Les villes sont de nos jours confrontées à de nombreux enjeux sociaux, politiques, environnementaux et économiques. Pour y répondre, la maquette numérique urbaine se présente comme un outil très précieux et suscite de plus en plus l'intérêt des villes. ATGT Géomètre-Expert souhaite par conséquent développer ses compétences dans la modélisation à l'échelle du territoire.

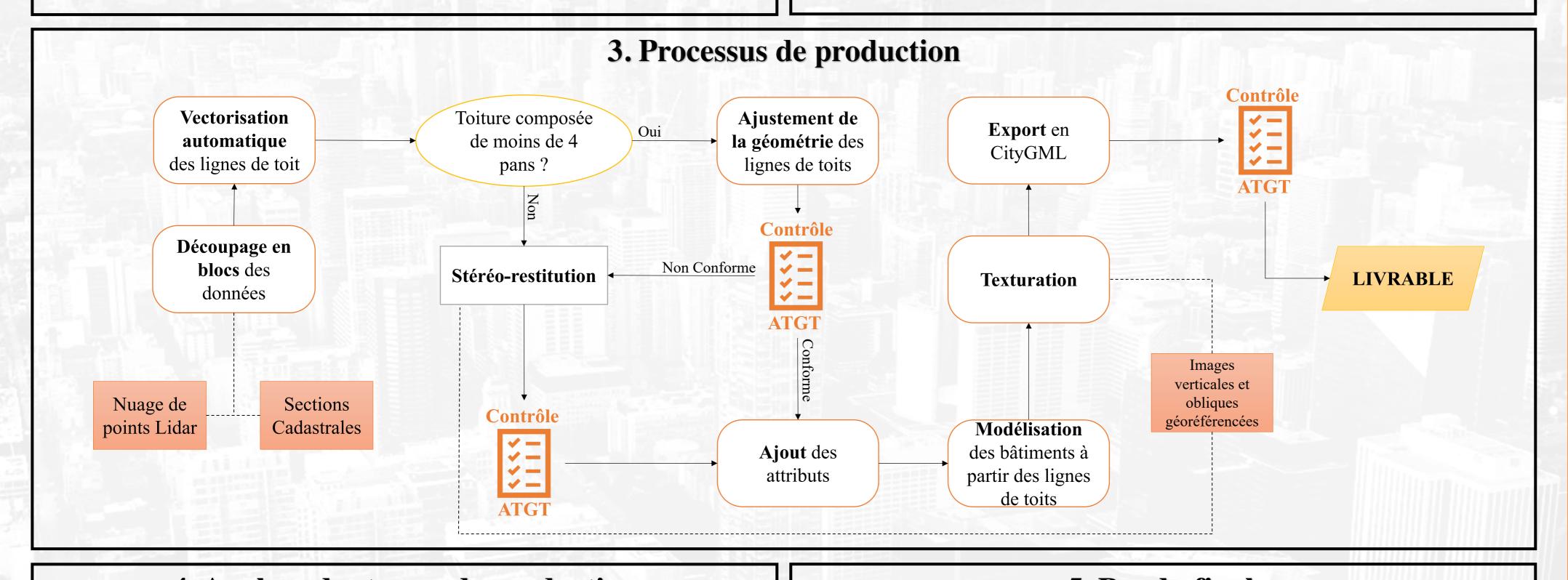
Ce Projet de Fin d'Études s'inscrit dans ce contexte et a pour objectif la mise en place d'un processus automatisé permettant la production des bâtiments en LoD2 au format CityGML. La modélisation à partir de données Lidar s'est avérée être la solution la plus adéquate. Il a donc été nécessaire de rechercher des solutions logicielles pour la mettre en œuvre. Ce mémoire présente ainsi les différentes recherches et actions menées lors de ce projet au sein de l'entreprise.

2. La maquette numérique urbaine

La maquette numérique urbaine est un modèle virtuel en trois dimensions d'un quartier, d'une ville ou encore d'un territoire. Elle est composée de plusieurs éléments comme les bâtiments, le MNT, la végétation ou encore le mobilier urbain.

L'échelle de cette maquette implique un nombre important de données. Pour une meilleure gestion et surtout une bonne interopérabilité, le format CityGML a été développé et rapidement adopté à l'international.

La maquette numérique a de nombreux usages. Elle est d'abord un formidable outil de communication et d'aide à la prise de décision. Elle permet également de réaliser différents types de simulation et d'analyse. Elle participe également à la sauvegarde du patrimoine en retraçant l'évolution des villes.



4. Analyse des temps de production

Comparaison entre les temps de production d'un processus se basant uniquement sur la stéréo-restitution et ceux du processus mis en place. Cette estimation se base sur un échantillon d'environ 1000 bâtiments produits par un seul opérateur.

Étape de modélisation	Temps Machine / Humain	Temps de production (stéréo- restitution)	Temps de production (Processus mis en place)
Vectorisation des bâtiments	Machine	/	Négligeable
Filtrage des bâtiments	Machine	/	Négligeable
Ajustement géométrique	Machine	/	Négligeable
Contrôle de la vectorisation	Machine	/	Négligeable
Stéréo-restitution	Humain	100 h	40 h
Contrôle de la	Humain	1 h 30min	1 h 30 min
stéréo-restitution	Machine	Négligeable	Négligeable
Ajout des attributs	Machine	Négligeable	Négligeable
Madálization finale	Machine	Négligeable	Négligeable
Modélisation finale	Humain	11 h	11 h
Texturation et export en CityGML	Machine	Négligeable	Négligeable
Contrôle finel	Machine	Négligeable	Négligeable
Contrôle final	Humain	2 h 45 min	2 h 45 min
Total	/	Environ 115 h	Environ 55 h

Les temps « machine » sont considérés comme négligeables car les tâches correspondantes ne nécessitent pas d'intervention humaine. Au final, le processus permet de réduire de moitié les temps de production.

5. Rendu final

Grâce à ce processus, deux échantillons ont été produits pour l'agglomération de Cergy-Pontoise :

Le premier présente les bâtiments modélisés de façon automatique à partir du nuage de points Lidar.





Le second présente les bâtiments modélisés grâce à la stéréo-restitution.





6. Conclusion et perspectives

La mise en place d'un premier processus de production et la création de plusieurs échantillons ont permis de répondre aux objectifs fixés par l'entreprise au début de l'étude.

Cependant, certaines étapes du processus nécessitent encore une intervention humaine et pourraient être automatisées. De plus, il sera important pour l'entreprise d'améliorer la gestion des bâtiments mal modélisés. Une fois le processus maîtrisé, l'entreprise pourra également s'intéresser à la modélisation des autres éléments de la maquette.

DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODE DE VECTORISATION AUTOMATIQUE DES MARQUAGES DE RÉSEAUX ENTERRÉS À PARTIR D'ORTHOPHOTOGRAPHIES.

SOUTENANCE DE DIPLÔME D'INGÉNIEUR GÉOMÈTRE TOPOGRAPHE

Directeur: Maxime WERLEN Le 23 septembre 2020 PFE réalisé par : Elisa NORMIER

Correcteur: Emmanuel ALBY



CONTEXTE ET OBJECTIF DU PROJET

Avant tout démarrage de travaux sur la voie publique, il est nécessaire de connaître la localisation de l'ensemble des réseaux enterrés. Si celle-ci n'est pas connue ou de façon pas assez précise, des Investigations Complémentaires (IC) ou des Mesures de Localisation (ML) sont réalisées pour déterminer la position des réseaux enterrés. La matérialisation au sol est faite à l'aide de marques de peinture.

Actuellement, dans la majorité des cas, un géomètre se rend sur place et effectue un relevé de ces marquages avec des méthodes topographiques traditionnelles puis réalise le plan associé à partir des données terrain levées.

Cependant, dans certains cas, ce relevé est effectué grâce à des méthodes photogrammétriques. Le plan est ensuite réalisé à partir de l'orthophotographie de la zone.

Détection

des

marquages

Gestion

des

éléments

détectés

Données de départ

Prétraitements

Segmentation

Filtrage

Régression

Graphe

Préparation au dessin/DXF

L'objectif de ce PFE est d'automatiser la réalisation du plan des réseaux enterrés à partir de l'orthophotographie de la zone. La principale difficulté réside dans la détection des marquages et dans la gestion des éléments détectés.

Cette vectorisation automatique permettra un gain de temps et une facilité dans la réalisation du plan pour le géomètre. Le but étant, en plus de la vectorisation automatique, de lui indiquer les endroits problématiques où il pourra apporter son expertise.

Par ailleurs, lors d'une vectorisation manuelle, il arrive parfois qu'il y ait des oublis ; ainsi ce projet devrait permettre une amélioration de la sécurité des chantiers. Effectivement, celle-ci est dépendante de la disponibilité d'informations techniques précises (localisation, nature) à jour et facilement accessibles.



MISE EN PLACE D'UNE CHAÎNE DE TRAITEMENTS

Prétraitements

Permettent l'uniformisation des couleurs par l'utilisation d'un filtre, ainsi qu'un changement d'espace colorimétrique rendant la suite des traitements indépendante des conditions de luminosité liées à l'acquisition.

Segmentation

Permet la détection de l'ensemble des marquages de réseaux enterrés. Cette détection consiste en la segmentation des éléments d'intérêt par rapport aux autres (enrobé, voitures, signalisation routière horizontale, herbe, etc.).

Filtrage

Permet le nettoyage des différents éléments détectés. En effet, la détection des marquages des réseaux enterrés étant basée sur la détection des couleurs cela peut entrainer, entre autre, des détections fausses "facilement" supprimables (utilisation des propriétés de chaque élément détecté).

Régression

Permet le passage des éléments raster en éléments vecteur notamment pour les clusters droits et isolés.

Squelettisation

Permet la gestion des clusters qui ne peuvent pas être modélisés par un unique segment de droite. Il s'agit notamment des clusters tels que les coudes, les intersections simples en "T" ou multiples, les cercles, les écritures, etc.

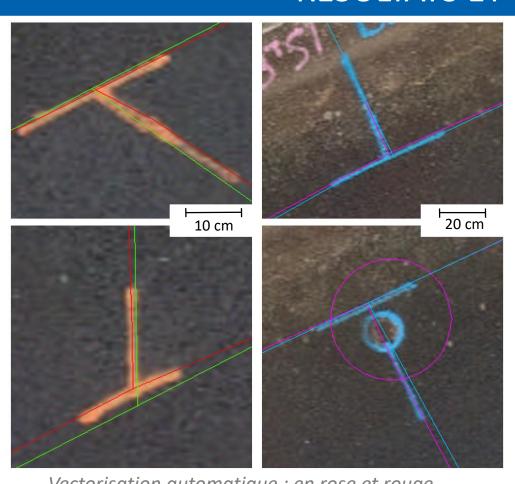
Graphe

Permet la création des liaisons entre les différents éléments tout en conservant une logique métier en complément d'une logique géométrique.

Chaîne de traitements mise en place

Squelettisation

RÉSULTATS ET COMPARAISON AVEC UNE VECTORISATION MANUELLE (POUR UN JEU DE DONNÉES TEST)



Vectorisation automatique : en rose et rouge, vectorisation manuelle : en vert et bleu

- D'un point de vue qualitatif, la vectorisation automatique présente des résultats cohérents. Des zones d'intérêt (représentées par des cercles) sont créées pour les éléments non gérés actuellement ; et permettent d'indiquer au géomètre la nécessité de son expertise. La vectorisation automatique passe par tous les marquages détectés pour une canalisation tandis qu'un utilisateur, dans un souci d'efficacité mais aussi de logique métier, "simplifie" la polyligne représentant la canalisation (approche globale).
- D'un point de vue quantitatif sur ce jeu de données, l'écart moyen en position entre des points similaires piqués manuellement est de l'ordre de 4 cm ; et l'écart moyen global en position entre les deux vectorisations est de l'ordre de 3 cm. Ces résultats permettent de valider la vectorisation automatique, et mettent en avant que le géomètre "simplifie" la vectorisation de 3-4 cm.



Exemples de zones d'intérêts

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce PFE a permis la mise en place d'un POC (Proof Of Concept) de chaîne de traitements pour la vectorisation automatique des marquages de réseaux enterrés à partir d'orthophotographies. Cela a également permis de lever les risques pouvant faire échouer le projet dans le futur.

Actuellement, le processus est sans interaction humaine. Cependant, le résultat n'étant jamais fiable à 100%, il est nécessaire de communiquer à l'utilisateur les ambiguïtés et les incertitudes pour lui permettre de prendre une décision de manière autonome et de terminer la réalisation du plan.

L'amélioration de la chaîne de traitements permettra progressivement d'améliorer la vectorisation automatique et de ne laisser que les cas les plus complexes pour l'interprétation du géomètre.

Par la suite, Sogelink souhaite continuer le projet et l'étendre à d'autres réseaux. Celui-ci sera alors prochainement mis à disposition de quelques clients pilotes à partir du logiciel Geosnap (plateforme de gestion de missions topographiques) pour disposer de retours terrain plus nombreux.



DEVELOPPEMENT D'UNE METHODOLOGIE DE CALIBRATION FINE D'UNE CAMERA PANORAMIQUE UTILISEE EN MOBILE MAPPING ET VALORISATION DE LA DONNEE PHOTOGRAMMETRIQUE ACQUISE





Soutenu le 23 septembre 2020

Par Geoffrey PIRANDA - Elève ingénieur spécialité Topographie

Directeur de PFE: M.END - Responsable du service Sites et Industries - GEOFIT

Correcteur de PFE: M.GRUSSENMEYER - Directeur de la Recherche et Professeur des Universités - INSA

Contexte et objectifs

- Depuis près de 10 ans, la cartographie dynamique représente une des activités principales de la société GEOFIT. Les systèmes de cartographie mobile combinent de nombreux capteurs aux technologies différentes dont des capteurs d'acquisition lasergrammétriques et photogrammétrique.
- L'association des clichés de la caméra avec le nuage de points LiDAR permet d'optimiser la phase de numérisation et faciliter la détection des éléments qui doivent figurer sur le plan.
- Le premier objectif est d'améliorer la calibration de la caméra omnidirectionnelle afin de réduire les décalages constatés lors de la superposition des photographies sur le nuage de points. Minimiser les écarts implique plus particulièrement une meilleure estimation des paramètres externes de la caméra. Ces derniers indiquent la position et l'orientation des photographies acquises par rapport au système de positionnement. Le second objectif est d'étudier différentes possibilités de valorisation de la donnée photogrammétrique en vue de l'amélioration des traitements actuels mais aussi pour le développement de nouveaux livrables et la diffusion des données collectées.

Moyens matériels



StreetMapper IV

- L'acquisition des clichés est réalisée par la caméra omnidirectionnelle Ladybug5 qui équipe les systèmes d'acquisition StreetMapper 360 et StreetMapper IV de GEOFIT. Une image est acquise par chaque objectif, soit un total de 6 images. Leur assemblage en post-traitement permet d'obtenir une image panoramique à 360°.
- Le module **TerraPhoto** de TerraSolid permet de **réaliser la superposition des images** sur le nuage de points LiDAR mais aussi de **calibrer la caméra** (objectif individuel ou image panoramique).



Caméra Ladybug5

Le processus

Choix du site de calibration

Orientation manuelle des images

Saisie des points homologues

Calcul des paramètres externes

Contrôle sur un autre projet

Calibration avec le module TerraPhoto

- La calibration nécessite :
- le fichier de calibration de la caméra
- · la trajectoire de la caméra
- les images horodatées et les fichiers de synchronisation
- le nuage de points brut (avant matching)
- Le site de calibration doit comprendre de nombreux éléments caractéristiques visibles sur le nuage de points et les images.



Répartition homogène des points homologues

Ajustement des angles

- La première étape consiste à ajuster grossièrement les angles de roulis, tangage et lacet pour obtenir une superposition correcte.
- La seconde étape revient à saisir des points homologues sur le nuage de points et les images pour ensuite affiner les paramètres externes.
- Le calcul des paramètres externes est un procédé itératif qui nécessite d'éliminer les points présentant les plus grandes erreurs de reprojection.

Analyse des résultats

Une importante **amélioration** est visible **pour 3 des 4 calibrations**. Une **anomalie lors du stitching** rend **impossible la calibration de l'image panoramique** du StreetMapper 360.

Avant calibration



Après calibration

• Le **contrôle de la calibration** est réalisé en chargeant le nouveau fichier de calibration de la caméra sur un autre projet afin de vérifier que la fusion des données est correcte.

Caméra	Cap (°)	Δ C (°)	Roulis (°)	Δ R (°)	Tangage (°)	Δ T (°)
Panorama SM IV	-1.3541	0.3074	-0.2414	0.3856	-0.8510	0.019
Panorama SM IV	-1.6615	0.30/4	0.1442	0.3630	-0.8320	0.019
Caméra n°1 SM IV	356.9070	0.2332	-0.7814	0.7011	-2.1163	0.4575
Caméra n°1 SM IV	357.1402	0.2332	-0.0803	0./011	-2.5738	0.43/3
Caméra n°1 SM 360	37.07830	0.0239	-1.38260	0.4426	-1.24560	0.1544
Caméra n°1 SM 360	37.0544	0.0239	-0.8894	0.4420	-1.4395	0.1344

Tableau récapitulatif des angles avant/après calibration

Valorisation de la donnée photogrammétrique

Améliorer les traitements actuels

- Colorisation du nuage de points
- Création d'une base de données pour la reconnaissance automatique d'objets par machine learning
- Proposer de nouveaux contenus à partir des images panoramiques
- Création de visites virtuelles
- Création de vidéos à 360°



Création de visite virtuelle sur Klapty

Diffuser les données

 Insertion des images panoramiques et du nuage de points dans une plateforme web de type OrbitGt

Conclusion et perspectives

Conclusion:

- Une méthodologie simple et efficace de calibration de la caméra omnidirectionnelle a été développée à partir du module TerraPhoto de TerrasSolid.
- Les paramètres externes ont été affinés et la fusion des données indispensable à la phase de numérisation a été améliorée.
- Les **contrôles réalisés** avec d'autre jeux de données ont permis de **valider les calibrations**.
- Les tests ont mis en évidence l'importance de la qualité du stitching d'une image panoramique et son influence sur la calibration.

Perspectives:

- L'automatisation de la saisie des correspondances nuage/image pourrait permettre de réduire davantage la marge d'erreur de pointé.
- Les solutions de valorisation des images offrent des pistes d'amélioration des traitements actuels mais aussi la possibilité de créer de nouveaux livrables.





Évaluation de solutions commerciales et développement d'un dispositif autonome de télésurveillance.



PFE réalisé par : Julian REBETEZ Date de soutenance : 25/09/2020

> Directeur de PFE: Frédéric WASSER Tuteur de PFE: Thierry SANGOUARD Correcteurs: Jaques LEDIG, Mathieu KOEHL



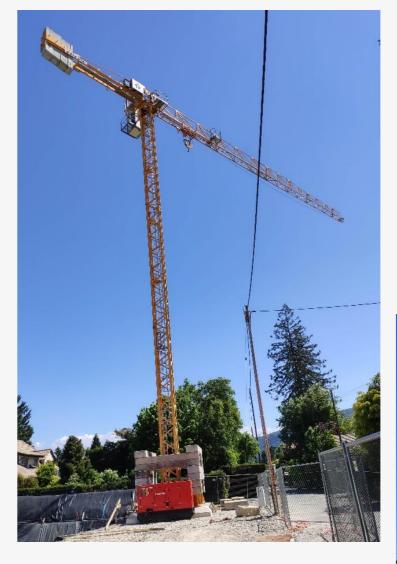
Contexte & Objectif

La télésurveillance est une activité complémentaire à celle d'un cabinet de Géomètre-Expert. Elle est traditionnellement réalisée via un suivi régulier de la structure à partir de techniques tachéométriques ou de nivellement. La contrainte d'une intervention terrain et l'automatisation de tels appareils coûtent cher. De plus, toutes les structures n'ont pas besoin d'une surveillance tridimensionnelle et certaines autres peuvent nécessiter un suivi quasiment en temps réel, ce qui est difficile à réaliser par tachéométrie.

Aujourd'hui, l'industrialisation 4.0, l'essor de l'IoT et la démocratisation des capteurs rendent les techniques de télédétection concurrentielles. Déjà utilisée dans d'autres corps de métiers, tels que celui des géotechniciens ou de l'automatisation en industrie, la mise en place de capteurs autonomes permet une gestion à distance. Celle-ci peut être complémentaire ou supplanter le besoin d'opération sur le terrain tout en garantissant le bon suivi des éléments sensibles. Ce Projet de Fin d'Etudes a pour objectif de développer la télésurveillance de structures à risque pour la société Haller-Wasser (cabinet de Géomètres-Experts).

Il fait suite à un Projet de Recherche Technologique (PRT) intitulé « *Tour d'horizon de capteurs à valeurs* physiques et analyse pour le développement d'une solution low-cost d'alarme sur la stabilité de grues ». L'objectif premier du PRT était de faire un tour d'horizon le plus complet possible sur l'ensemble des capteurs low-cost disponibles sur le marché, mais aussi de s'informer sur les centrales d'acquisition, les modes de transfert de données et les plateformes Internet de diffusion ; le but étant de créer, sur cette base, des systèmes de capteurs à bas coût pour la surveillance d'infrastructures ou d'autres applications selon les demandes des clients ou du marché.

Ainsi, ce PFE s'oriente vers l'automatisation du monitoring d'infrastructures et vise à ouvrir les portes de ces nouveaux marchés à travers l'évaluation de la performance et de l'applicabilité de solutions existantes. Il a aussi pour but le développement d'une solution propre de télésurveillance, du hardware au software, en s'arrêtant avant la gestion des serveurs et la diffusion des données aux clients.







Démarche & Réalisations

État de l'art

La technologie retenue pour ce projet est celle

directement des angles en exploitant le champ

gravitationnel émis par la Terre. Il détermine

ainsi son inclinaison par rapport à la verticale

sur un ou deux axes de mesures orthogonaux.

Il existe des modèles triaxiaux, ce qui permet

de placer le capteur dans n'importe quel sens

et de lire la valeur de l'inclinaison sur les deux

axes les plus proches de l'horizontale.

Plusieurs systèmes ont pu être rassemblés,

inclinomètre permet de mesurer

des capteurs inclinométriques.

loués ou achetés pour l'étude.



Développement d'un système

Afin d'acquérir des données il faut non



seulement un capteur mais aussi une centrale d'acquisition dont le rôle est celui de contrôler le capteur, de réceptionner les données, les stocker et les transmettre. Le développement

d'un tel système, autonome, comporte plusieurs défis. L'un d'entre eux est celui du choix du matériel, compatible et fonctionnel pour obtenir un système intelligent capable de communiquer.

Évaluation des solutions

Une estimation technique

Cette estimation rassemble les avantages des technologies déployées depuis la mesure jusqu'au serveur. C'est une estimation a priori.

Une estimation fonctionnelle

Cette estimation comprend le bon fonctionnement des capteurs, la mise en place du système jusqu'à la récupération des données.

Une estimation en conditions idéales

Cette estimation comprend la création et la fabrication d'un banc de test de métrologie ainsi que la réalisation de mesures des capteurs couplés à des mesures tachéométriques.

Une estimation sur un chantier type

La mesure des capteurs est couplée à des mesures régulières de monitoring par tachéométrie lorsque les capteurs sont placés sur la base de la grue.

Installation d'une plaque de mesures pour accueillir un système inclinométrique

Résultats & Perspectives

Les résultats témoignent de l'importance du contrôle des capteurs avant une application sur le terrain. La précision des capteurs a été évaluée en mettant en évidence l'erreur aléatoire, le biais en fonction de l'angle de mesure, le biais en fonction de la température et l'hystérésis associée. La dérive du zéro sur le long terme n'a pu être évaluée. Il en résulte qu'il est possible d'améliorer l'étalonnage de certains capteurs.

Les données acquises et les analyses apportées par cette étude permettent des premiers positionnements stratégiques de la part de l'entreprise. L'étude sera poursuivie par une équipe d'ingénieurs et les résultats obtenus seront proposés à la critique aux constructeurs dans le but de d'arriver à la maîtrise complète de la technologie et de son marché.

Les résultats de cette étude sont disponibles dans le mémoire de PFE actuellement confidentiel.

du Zeb-Revo RT, du backpack, du scanner laser statique et du drone avec rendements associés





Jean-Victor REY : Présenté le 25 septembre 2020 Entreprise : Gexia Foncier, Labège Directeur de PFE : M. Sylvain CANTALOUBE Correctrice : Mme Tania LANDES

Introduction

- Métier du géomètre en perpétuelle évolution : besoin sans cesse croissant d'informations tridimensionnelles, rapides et précises sur notre environnement
- Le domaine de la 3D tend à se démocratiser : Expansion des moyens de numérisation par techniques lasergrammétriques et photogrammétriques
- Ce domaine tend à se diversifier : apparition sur le marché des scanners lasers dynamiques.

Le but de l'étude est de tester et comparer ces nouvelles technologies afin d'améliorer la productivité de l'entreprise.

Plan de l'étude







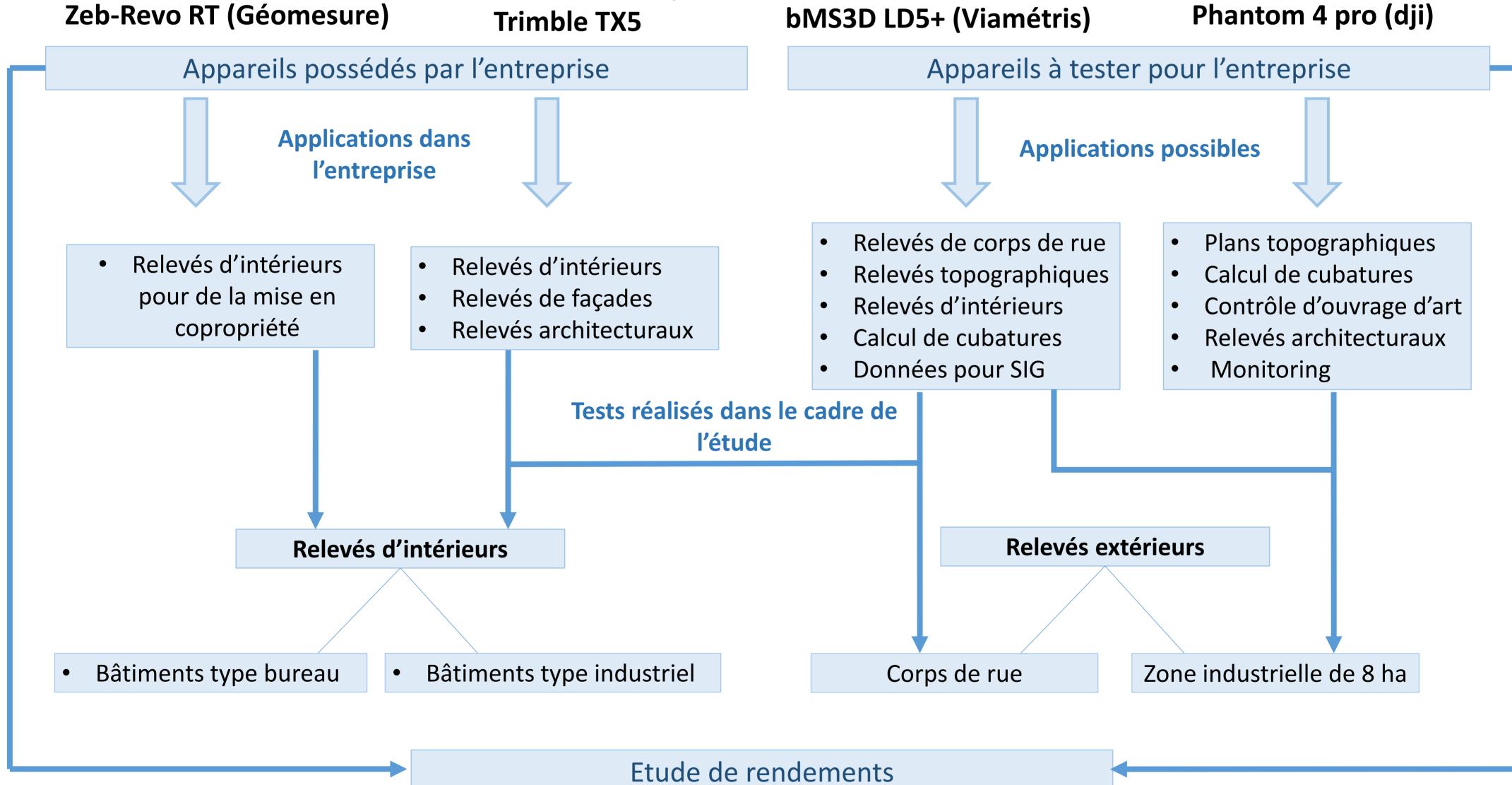


Scanner Laser à main Zeb-Revo RT (Géomesure

Scanner Laser Statique
Trimble TX5

Backpack bMS3D LD5+ (Viamétris)

Drone
Phantom 4 pro (dji)



Conclusion et perspectives

Le <u>Zeb-Revo RT</u> est adapté aux <u>relevés d'intérieurs</u> dans des endroits structurés et peu volumineux. Il assure un meilleur rendement terrain et bureau par rapport au scanner Tx5. Il ne permet pas une qualité de rendu aussi précise que le scanner statique à cause de son bruit de mesure plus élevé.

Le <u>Backpack</u> offre un rendement terrain beaucoup plus important comparé aux techniques classiques. Il permet la réalisation de <u>plans topographiques</u>, <u>plans de corps de rue</u> mais aussi des <u>relevés d'intérieurs</u> selon des limites explicitées dans notre étude. Cependant le temps gagné sur le terrain se trouve en partie redistribué dans le temps de calculs et de dessin. De plus le prix d'un tel système est très élevé (env : 185 000 euros).

Le <u>drone</u> est un outil très efficace de part sa facilité de mise en œuvre et son <u>instantanéité en mission</u>. Les <u>ortho-photographies</u> générées durant notre étude confirment que le drone est capable de fournir un rendu alliant la précision d'un plan et celle d'une photo de haute définition. Il reste un outil très abordable pour le géomètre (env : 2000 euros). Cependant la législation pour les vols de drones reste contraignante.

Des <u>recherches complémentaires</u> sur les logiciels permettant d'extraire des données 2D dans un nuage de points 3D doivent être envisagées. De plus, il serait intéressant de comparer le rendu photogrammétrique issu d'un drone compatible RTK avec celui du drone que nous avons utilisé. Toutes les recherches sur ces nouvelles technologies constituent un enjeu majeur dans le domaine de la topographie et assure un avenir prometteur au monde de la modélisation 3D.

RELEVÉ ET MODÉLISATION 3D DE LA CARRIÈRE DE FROIDMONT (AISNE)









Angélique RICHARD, élève-ingénieure à l'INSA STRASBOURG, spécialité TOPOGRAPHIE Projet de Fin d'Etudes

Directeur de PFE: M. Gilles PRILAUX / Encadrant: M. Samuel GUILLEMIN Correcteurs: M. Pierre GRUSSENMEYER & M. Mathieu KOEHL

Soutenu le 23/09/2020

Contexte et objectifs du projet

CONTEXTE DU PROJET:

- Durant la Grande Guerre (1914-1918), des troupes allemandes puis américaines ont occupé tour à tour la carrière de Froidmont, sur une période de 38 mois et 6 semaines, respectivement. La 26ème division américaine dite « Yankee » a notamment laissé de très nombreux témoignages, sous forme de dessins, bas-reliefs et inscriptions.
- Aucune cartographie ni documentation du site n'existaient avant ce projet, le fragilisant au vu des risques liés aux effondrements et à l'humidité sur les murs calcaires.
- Dans le cadre de la Mission du Centenaire, l'EPCC Somme Patrimoine et l'INSA Strasbourg ont entrepris des missions de sauvegarde, valorisation et partage du patrimoine souterrain et de la mémoire des soldats.

OBJECTIFS DU PROJET:

Grâce à la lasergrammétrie et la photogrammétrie, une modélisation 3D de la carrière de Froidmont est possible, permettant :

- La réalisation d'une vidéo de visite virtuelle faisant découvrir les œuvres gravées dans les parois de la carrière.
- La création de modèles de **réalité virtuelle** où il est possible de s'immerger à travers les galeries et d'en apprécier les détails.
- L'établissement d'une cartographie du site, utile notamment pour l'orientation dans la carrière.
- L'obtention de modèles de réalité augmentée de certaines œuvres, faciles à partager et à visualiser sur un écran.

Acquisitions, traitements et exploitations des données

Techniques Etapes

1. Acquisitions des données

- Première mission de numérisation de 4 jours en février 2020
- Deuxième mission de 2 jours en juillet 2020

LASERGRAMMÉTRIE





- 8000 m³ de galeries levées soit **0.4 ha**
- 1.74 milliards de points levés au scanner FARO
- 158 millions de points levés au scanner GreenValley Int.
- 6 millions de points levés au scanner GeoSLAM

PHOTOGRAMMÉTRIE



EOS 5D SR

840 photos effectuées

13 zones d'œuvres levées

2. Traitements des données

- De nombreux logiciels utilisés
- Plusieurs étapes de traitements avant d'obtenir des résultats exploitables

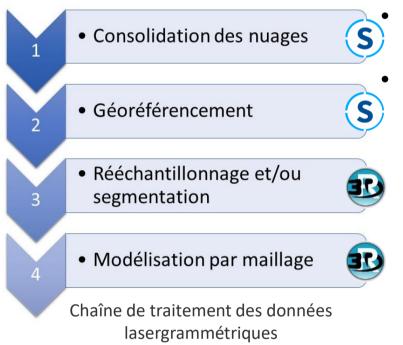


FARO SCENE



3DReshaper





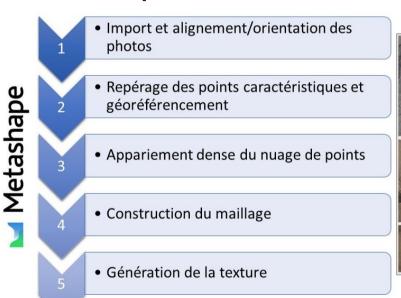
Vue du dessus de la volumétrie du site de Froidmont

62 numérisations du scanner FARO traitées Nuages du scanner mobile LiBackpack C50 🚳 💵 segmentés et recalés sur ceux du scanner FARO Obtention du nuage de points complet du site en RGF93 CC49 et de la volumétrie des galeries



• 10 zones d'œuvres modélisées en 3D de façon photo-réaliste

360 photos traitées



Chaîne de traitement des données

photogrammétriques sous Metashape

Exemples d'œuvres modélisées en 3D

3. Exploitations des résultats

Plusieurs exploitations réalisées dans des buts différents avec des nombreux logiciels

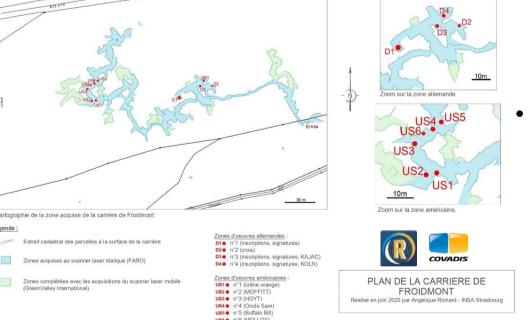


RealWorks





HitFilm Express 2017



Géoréférencement des projets photogrammétriques grâce aux 🤒 nuages de points lasergrammétriques



SCAN ME QRCode de D2





de réalité augmentée





FUSION DES MODÈLES ET CRÉATION D'UN MODÈLE HYBRIDE

2 types de modèle de **réalité virtuelle** :

- → Composé entièrement de nuages de points (644 millions de points)
- → Composé des maillages 3D texturés des œuvres et de nuages de points (30.5 et 38 millions de points)



Visite virtuelle sous forme de vidéo de 5 minutes, permettant de parcourir la carrière de Froidmont et découvrir les œuvres et l'histoire des soldats



Conclusion et perspectives

- Combinaison des données permettant archivage, promotion et partage des vestiges de la Grande Guerre, ainsi que la préservation de la mémoire des combattants.
- Obtention de divers produits grâce aux différents levés topographiques, lasergrammétriques et photogrammétriques :
- → Cartographie du site facilitant l'orientation dans la carrière ;
- → **Réalité augmentée** offrant une visualisation des œuvres dans un format simple d'accès ;
- → **Réalité virtuelle** permettant l'immersion dans un modèle hybride avec casque, manettes et capteurs, accessible à tous;
- → Vidéo de visite virtuelle pouvant être partagée sur internet et susceptible de toucher un plus grand nombre de personnes.
- **AXE 1.** Intégration des données de la 2^{ème} campagne d'acquisition pour **compléter les** modèles la sergrammétriques et photogrammétriques de ce projet.
- **AXE 2.** Amélioration du modèle de réalité virtuelle en développant une carte interactive.
- **AXE 3.** Présentation du projet à la Caverne du Dragon proche de la carrière de Froidmont en octobre 2020.
- **AXE 4.** Mise en place d'un partenariat avec une université et une bibliothèque américaines afin de développer l'accès des données au grand public.



ДLTДMETRIS

Analyse automatique du couvert végétal pour la gestion du risque végétation en milieu ferroviaire à partir d'imagerie aérienne

Projet de Fin d'Etudes – Spécialité Topographie Soutenu le 24 septembre 2020

- Etudiante et auteure : Hélène ROUILLON
- Directeur et encadrant de PFE :
- M. Luc PERRIN Ingénieur géomètre topographe

Correcteurs de PFE:

M. Emmanuel ALBY – Maître de conférence, INSA de Strasbourg Mme Tania LANDES – Maître de conférence, INSA de Strasbourg

1. GESTION DU RISQUE VÉGÉTATION

- Enjeux : sécuritaires (ex : chutes d'arbres), financiers, sociaux, environnementaux
- Moyens actuels : tournées pédestres, chronophages
- Alternative : vecteurs aériens, analyse du couvert végétal à partir d'orthophotographies Rouge, Vert, Bleu (RVB)
- Objectif : analyse du couvert végétal avec priorité donnée aux arbres, par traitement d'images, dans un but de cartographie





(1): SNCF@2018, (2018), Société Nationale des Chemins de fer Français, https://www.sncf.com/fr/itineraire-reservation/informations-trafic/reportages/incendies-voies

2. LA MÉTHODE RETENUE : LES RÉSEAUX DE NEURONES À CONVOLUTION

Un réseau de neurones, c'est quoi ?

- Composé de neurones simplifiés
- Organisés en couches
- Reliés par des connexions pondérées
- Principe : ajuster les poids grâce à l'apprentissage de données pour accomplir une tâche complexe (ex : traitement d'images)

3. MISE EN PLACE DE LA SOLUTION

Fait une segmentation sémantique : classification des pixels

Jeu de données d'apprentissage : labellisé, quantité, diversité

Post-traitement des images classifiées : élimination des

Classes : arbres, reste de la végétation, non-végétation

Plusieurs essais pour sélectionner les réglages du réseau

*Audebert, N., Le Saux, B. et Lefèvre, S., (2018) Beyond RGB: Very High Resolution Urban Remote Sensing With Multimodal Deep Networks, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 140:20-

La pertinence des réseaux de neurones à convolution

Réseau SegNet implémenté par [Audebert et al.]*

artefacts, vectorisation des classes de végétation

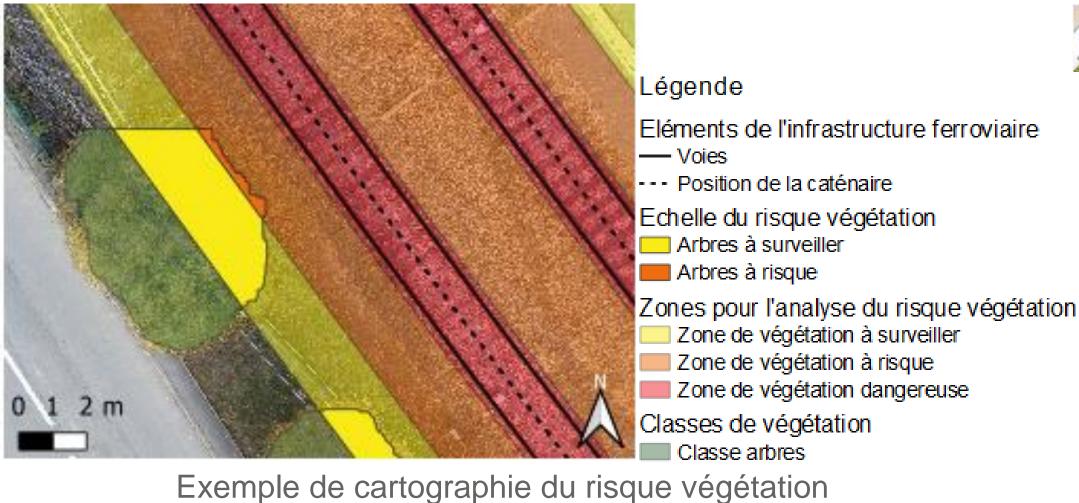
- Extraction automatique de caractéristiques
- Capacité de généralisation
- Automatisation du traitement
- Tâche de classification d'images

: passage des données dans le réseau a: fonction d'activation Couche : mise à jour des poids d'entrée Couche cachée Couche a(6,60) de sortie 0,5 0,999 0,8 0,645 Comparaison 0,3 a(3,50 0,1 0,971 0,2 0,640 Labellisation (vérité)

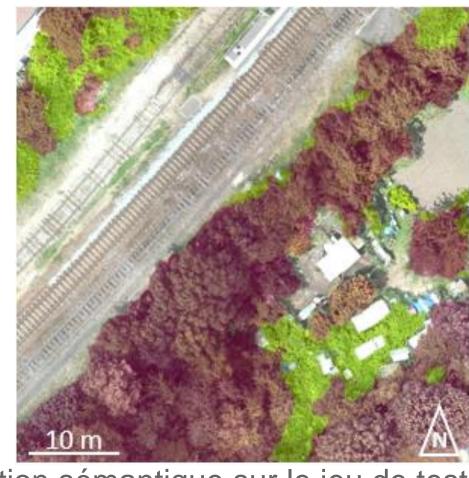
Structure et principe de fonctionnement d'un réseau de neurones

		Prédiction			
	Classe	Non- végétation	Arbres	Reste de la végétation	
Labellisation (vérité)	Non- végétation	65,5	2,8	1,0	
	Arbres	2,6	20,4	0,3	
	Reste de la végétation	1,2	2,8	3,6	

Matrice de confusion (en %) des performances du réseau retenu sur le jeu de test







Extrait des résultats de segmentation sémantique sur le jeu de test (en violet la classe arbres, en jaune la classe reste de la végétation)

CONCLUSION

- Résultats très satisfaisants pour la classe arbres : 13 % de faux négatifs, score F1 de 0,83
- Résultats relativement satisfaisants pour la classe reste de la végétation : score F1 de 0,58
- Une solution d'analyse simple d'utilisation, automatique, déployable à grande échelle et répondant aux besoins a été développée

Apport des informations thermiques, de couleur et d'intensité pour la détection automatique d'ouvertures dans des nuages de points.





Laboratoire Icube, INSA Groupe PAGE, Membre de l'équipe TRIO

Leyla ROY, élève ingénieure géomètre topographe Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur(e). Directrice de PFE: Mme. Hélène MACHER / Correctrice : Mme Tania LANDES Date de soutenance: 25 septembre 2020.

Problématique et objectifs du projet

PROBLÉMATIQUE DU PROJET : L'intérêt de la détection des fenêtres:

- Pour l'audit énergétique: Identification d'éventuelles fissures ou moisissures généralement à proximité des ouvertures.
- Pour le BIM (Building Information Modeling) : Les ouvertures apportent aux maquettes numériques un certain niveau de détails appelé Lods (Level of details). La détection des coordonnées d'insertion permet l'intégration automatique des ouvertures dans des
- Pour la consolidation de nuages: Les ouvertures (fenêtres, portes) peuvent représenter des points d'intérêts servant à consolider les nuages de points lorsque cette opération ne peut être réalisée automatiquement.

OBJECTIFS DE LA THESE:

- Extraire automatiquement les ouvertures dans des nuages de points à partir des informations thermiques, de couleur et d'intensité.
- Déterminer automatiquement les coordonnées des points d'insertion des fenêtres
- Compenser automatiquement les coordonnées d'insertion déterminées par l'algorithme

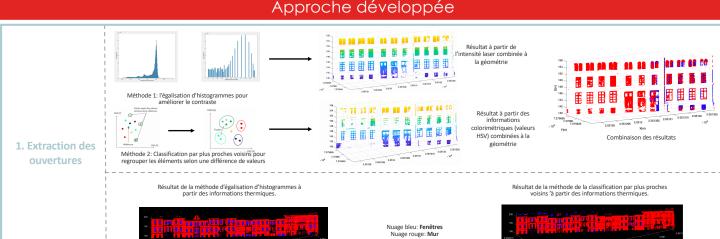


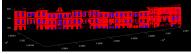
Musée zoologique de Strasbourg* (entre 25M et 45M de points par façade)

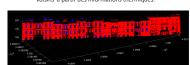


Bâtiment de la rue Goethe, Strasbourg (~600 milles points)

Approche développée







2. Détection des coordonnées d'insertion



Résultat de la position des points d'insertion détectés (points rouges)

Plans utilisés pour déterminer les coordonnées des points d'insertion des ouvertures

3. Compensation des coordonnées d'insertion

	Emq en X (cm)	Emq en Z (cm)
Sans la compensation	3.5	3.3
Avec la compensation	1.3	3.2

Emqs calculées avec et sans compensation.



Résultat de la compensation des points d'insertion par calcul des moindres carrés

CONCLUSION

- L'utilisation des informations thermiques, de couleur et d'intensité peut servir lorsque les ouvertures et le mur se situent sur un même plan.
- L'utilisation de l'intensité laser nécessite de respecter quelques règles d'acquisition afin de réduire l'influence de l'angle d'incidence sur la variation d'intensité.
- Les données colorimétriques sont dépendantes de l'exposition. Meilleur moment d'acquisition: par temps couvert.
- La compensation des coordonnées des points d'insertion permet d'améliorer la précision des points.

PERSPECTIVES

- Etude plus approfondie de l'angle d'incidence d'un faisceau laser lors d'une acquisition
- Etude plus approfondie de la thermographie (tests sur d'autres jeux de données, avec des nuages de points plus denses)
- Mise en place d'une chaine de traitement sur des bâtiments complexes.

MISE EN PLACE D'UN SERVICE ENVIRONNEMENT DANS UN CABINET DE GEOMETRE-EXPERT



PFE présenté par : Hugo SALGUES

Société d'accueil : VALORIS Expert

Directeur de PFE : M. Etienne SAINT-AUBIN

Professeur encadrant: M. Mathieu KOEHL



CONTEXTE DE L'ETUDE ET NOUVELLES REGLEMENTATIONS ENVIRONNEMENTALES

La conjoncture actuelle voit la population mondiale augmenter grandement depuis de nombreuses années. De ce fait, l'aménagement du territoire devient un défi très important devant être réalisé de manière sensée et réfléchie étant donné que la place sur Terre est de plus en plus rare. En parallèle, le contexte de réchauffement climatique fait que l'aménagement se doit obligatoirement d'être couplé à une prise en compte de l'environnement.

Depuis quelques années, de nombreuses lois ont vu le jour afin d'augmenter la prise en compte de l'environnement dans l'aménagement du territoire. Le Géomètre-Expert, acteur majeur de l'aménagement du territoire en France, du fait de sa dualité de compétences techniques et juridiques a été directement impacté par ces nouvelles lois et s'est vu conférer de nouvelles missions dont il n'avait pas pour habitude la réalisation :

Mission environnementale	Consistance de la mission
Evaluation Environnementale (Etude d'Impact) Evaluation Systématique Examen au Cas par Cas	C'est un processus visant à intégrer l'environnement dans l'élaboration d'un projet dès les phases amont de réflexions. Il sert à éclairer à la fois le porteur de projet et l'administration sur les suites à donner au projet au regard des enjeux environnementaux. L'évaluation environnementale peut être sous la forme d'un examen au cas par cas ou de manière systématique selon les projets et les conditions récapitulées dans le tableau annexé à l'article R.122-2 et de l'article R.122-17 du code de l'environnement.
Compensation Agricole	L'article 28 de la loi du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt introduit à l'article L.112-1-3 du code rural et de la pêche maritime l'obligation de produire une étude préalable sur un projet d'aménagement susceptible d'avoir des conséquences négatives importantes sur l'économie agricole. Au-delà d'un certain seuil, le projet est soumis à Compensation Agricole, il s'agit de mettre en place des mesures pour compenser les impacts qui n'ont pas pu être évités permettant à l'activité agricole de retrouver le potentiel de production perdu.
Etudes hydrauliques	Les études hydrauliques représentent la partie «maitrise d'œuvre » qu'un Géomètre-Expert est susceptible de réaliser lors d'un projet d'aménagement. Les études hydrauliques ont plusieurs buts dont le montage d'un dossier de Déclaration ou Autorisation : « Loi sur l'Eau » (Article R.214-1 du code de l'environnement) traitant la gestion des eaux sur le projet à différents niveaux : prélèvement, rejets, impacts sur le milieu aquatique/marin, calcul d'eaux pluviales et d'assainissement eaux usées, calcul pour risques d'inondations,
Zones Humides	Selon les articles L.211-1 et R.211-108 du code de l'environnement, les zones humides sont des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année». Chaque projet en présence d'une ou plusieurs zones humides nécessite la réalisation d'un dossier préalable d'identification/délimitation de ces zones afin d'en vérifier la présence sur le projet. Si cela est le cas, un autre dossier est réalisé et est joint au dossier Loi sur l'Eau afin d'évaluer l'impact du projet sur les zones humides identifiées et les mesures mises en œuvre pour minimiser les effets du projet sur ces zones.
Défrichement	Selon l'article L.341-1 du code forestier, le défrichement est une opération volontaire qui a pour effet de retirer l'état boisé à un terrain et d'en modifier l'usage en mettant fin à sa destination forestière. Les articles L.342-1 et L.341-3 du code forestier exemptent d'autorisation certains défrichements selon des critères précis. Le porteur du projet peut alors élaborer un dossier de demande d'autorisation de défrichement.
Espèces protégées	L'article L.411-1 du code de l'environnement fixe les principes de protection des espèces et prévoit notamment l'établissement de listes d'espèces protégées. Le porteur de projet doit déterminer si des espèces protégées sont présentes sur ou à proximité de l'emprise du projet et déterminer si son projet portera atteinte à ces espèces protégées. Le cas échéant, des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation sont à prévoir et un dossier de demande de dérogation au titre de la destruction d'espèces protégées est à élaborer.
Information/Participation du public	La participation du public en matière d'environnement est fondée sur l'article 7 de la Charte de l'environnement, consacrée par la loi constitutionnelle du 1 ^{er} mars 2005. Ce principe a une importance toute particulière dans le cadre de projets d'aménagement puisque ceux-ci peuvent affecter l'environnement sur la zone du projet et ses alentours. La loi du 27 décembre 2012 relative à la mise en œuvre du principe de participation du public prévoit de nombreux outils différents afin de garantir l'information et la participation du public.

Figure 1 : Tableau bilan des missions environnementales

NOUVEAUX BESOINS POUR LE GEOMETRE-EXPERT

Toutes ces nouvelles réglementations ont eu un réel impact sur la profession du Géomètre-Expert. Chaque nouvelle mission environnementale génère des besoins nouveaux, variés et ciblés. Le Géomètre-Expert, pourtant acteur important de l'aménagement du territoire, n'est pas disposé directement à réaliser la plupart de ces travaux. Les besoins sont les suivants :

Mission environnementale Besoin administratif créé (Profils nécessaires pour la réalisation de chaque mission		Besoin économique créé (Salaires bruts en début de carrière)	Coût de la mission
Evaluation Environnementale Ingénieur Environnement Etude d'Impact Ingénieur écologue Examen au Cas par Cas Chargé d'études naturaliste		35 000 € annuel 32 500 € annuel 20 000 € annuel	3 000 à 12 000 € 1 500 à 2 000 €
Compensation Agricole	Conseiller agricole	20 000 € annuel	5 000 à 9 000 €
Zones Humides	Ingénieur Environnement Hydrologue/Géologue	35 000 € annuel 35 000 € annuel	3 000 à 5 000 €
Etudes hydrauliques	Hydrologue Géologue	35 000 € annuel 35 000 € annuel	10 000 à 15 000 €
Défrichement	Ingénieur Environnement	35 000 € annuel	1 500 à 2 000 €
Espèces protégées	Chargé d'études environnement Chargé d'études naturaliste	27 500 € annuel 20 000 € annuel	5 000 € environ

Figure 2 : Tableau bilan des besoins créés

On remarque que les besoins créés sont essentiellement en matière de ressource humaine. En effet, aucun besoin matériel (ou très peu) n'est nécessaire. Cependant, ces besoins nécessitent des investissements qui en fonction de la taille du cabinet peuvent paraître plus ou moins importants.

REACTIONS DU GEOMETRE-EXPERT FACE AUX NOUVELLES REGLEMENTATIONS

Les réactions des Géomètres-Experts face aux nouvelles réglementations environnementales applicables aux projets d'aménagement sont diverses. On distingue 3 cas :

Ceux qui pensent que la mise en place de ces nouvelles règles est totalement justifiée.

Selon eux, ces nouvelles réglementations sont logiques : il est très important de se soucier de l'environnement et de la manière dont un projet s'insère dans son environnement le plus proche.

Ceux qui pensent que ce n'est pas du tout justifié et que ces règles n'ont aucun intérêt.

Selon eux, ce n'est pas par la norme et l'imposition de règlementation que les mentalités changeront.

Au contraire, cela a des effets totalement contreproductifs et qui font arriver à des aberrations.

Ceux qui pensent que c'est justifié mais que l'application n'est pas adéquate entrainant des demandes excessives.

Selon eux, il y a une mauvaise appréciation dogmatique de l'Etat qui n'est parfois pas bien au courant de la réglementation induisant une mauvaise application de la règle.

Au vue de la place grandissante du Géomètre-Expert sur le secteur de l'environnement, l'Ordre des Géomètres-Experts (OGE) a pris différentes grandes décisions durant ces dernières années. Ces décisions viennent à la suite des nouvelles règlementations environnementales et viennent définir d'autres objectifs relatifs à l'environnement et propres à la profession :

- Création d'un Agenda 21 (révisé après la COP 24)
- Charte d'engagement en faveur du développement et de l'aménagement durables
- Création d'une Commission Environnement au sein de l'OGE
- Projet ZAN = Zéro Artificialisation Nette

MESURES PRISES PAR LE GEOMETRE-EXPERT

Pour répondre aux besoins exposés précédemment, le Géomètre-Expert peut se placer dans plusieurs démarches possibles. En effet, il peut choisir d'éviter, de réduire ou de compenser les moyens, l'énergie et le temps déployés sur chaque projet comportant des missions environnementales.

On peut alors lister les réactions possibles du Géomètre-Expert comme ceci :

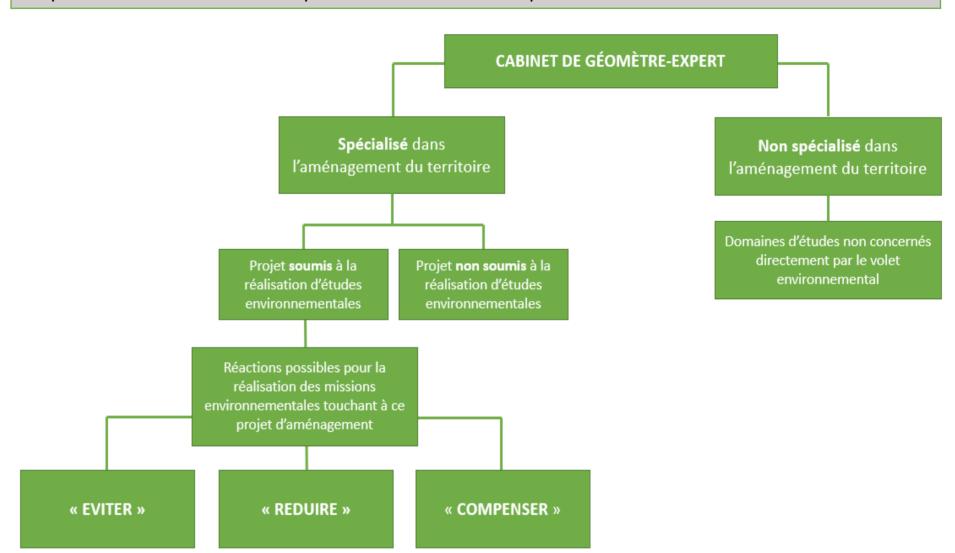


Figure 3 : Schéma récapitulatif des différentes mesures possibles pour le Géomètre-Expert

EVITER: Cette position vise à ne pas se placer sur les projets d'aménagement de territoire comprenant une dimension environnementale. Cependant, aujourd'hui, peu de projets d'aménagements sont exemptés de ce volet. Alors, bien souvent, les cabinets qui choisissent la position « Eviter » sont ceux qui ne souhaitent pas gérer le volet environnemental.

REDUIRE: Cette position vise à réaliser toutes les missions relevant des compétences du Géomètre-Expert et de ses collaborateurs en interne et de sous-traiter tout ce qui n'est pas réalisable directement au sein du cabinet. Ceci est une solution mais elle ne permet pas de garder la main mise sur chacune des missions et alors il n'y a pas d'indépendance du Géomètre-Expert qui doit faire appel à des bureaux d'études externes.

COMPENSER: Cette position vise au recrutement de nouveaux profils au sein du cabinet de Géomètre-Expert afin de réaliser la quasi-totalité voire la totalité des missions environnementales en interne compte tenu des compétences des profils engagés. Ceci permet alors au Géomètre-Expert d'avoir une vision totale du projet et de garder la main mise sur chacune des missions.

Le cabinet VALORIS Expert dans lequel j'ai effectué mon stage a tout d'abord choisi la méthode de réduction en privilégiant une sous-traitance des missions environnementales à des Bureaux d'Etudes compétents. Aujourd'hui, elle cherche à entrer de plus en plus dans une démarche de compensation, avec la volonté de gérer le plus de choses possibles en interne, par le biais notamment de la création d'un « service environnement » au sein de son cabinet.

Après étude des besoins, des profils requis, des volontés de l'agence, le recrutement d'un ingénieure environnement a permis de pouvoir gérer un grand nombre de missions environnementales qui étaient sous-traitées auparavant :

	Acteurs de la réalisation			
Missions du GE dans un cadre environnemental	SITUATION ANTERIEURE	SITUATION ACTUELLE	Prix de vente	
Dossier Déclaration Loi sur l'Eau	VALORIS	VALORIS	2500 à 4000 €	
Zones Humides	BE Environnement Externe	VALORIS	3000 à 5000 €	
Dossier Défrichement	VALORIS	VALORIS	1500 à 2000 €	
Examen Cas par cas	BE Environnement Externe	VALORIS (Une partie sous-traitée)	1500 à 2000 €	
Analyse Environnementale naturaliste / 4 Saisons	BE Environnement Externe	BE Environnement Externe	10000 à 12000 €	
Dossier d'Etude d'Impact	BE Environnement Externe	VALORIS (Une partie sous-traitée)	3000 à 12000 €	
Compensation Agricole	BE spécialisé Externe	BE spécialisé Externe	5000 à 9000 €	
Dossier destruction d'espèces protégées	BE Environnement Externe	VALORIS (Une partie sous-traitée)	5000 €	
Etudes hydrauliques de quartiers (inondations)	VALORIS	VALORIS	10000 à 15000 €	

Figure 4 : Tableau bilan des situations avant et après la création du service environnement au sein du cabinet VALORIS

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce projet m'a permis de suivre et accompagner la mise en place de ce service environnement. J'ai alors pu comprendre aisément les enjeux présents et les raisons de cette création. J'ai pu relever les multiples avantages créés et apprécier la rentabilité de ce service, qui n'est encore qu'à sa genèse.

En effet, celui-ci doit encore évoluer afin de devenir un service environnement complet et performant. Il doit être composé de plusieurs autres profils ciblés. Ce service permettra alors au cabinet VALORIS de gérer la totalité des missions environnementales en interne, ce qui n'est pas encore le cas.

Le rôle du Géomètre-Expert dans le domaine de l'environnement évolue et va continuer d'évoluer dans les années à venir. Bientôt, la prise en compte de l'environnement sera appliquée dans chacun des domaines de compétences du Géomètre-Expert : du foncier à l'aménagement. L'intégration de spécialistes de l'environnement dans les cabinets va se généraliser.

Modélisation d'un site médiéval de Châtenois (67) pour une valorisation grand public et une exploitation scientifique

Lucie THIBAUD

INSA Strasbourg - Topographie

23 septembre 2020







Directeurs: Florian BASOGE & Jacky KOCH

Encadrant: Mathieu KOEHL

Correcteurs: Mathieu KOEHL & Emmanuel ALBY

1. Contexte et Objectifs du projet

CONTEXTE

- Village fortifié par deux enceintes datant du XIIIème et du XVème siècle.

Site de fouilles archéologiques au sein de l'enceinte intérieure, découverte d'éléments allant jusqu'à la période antique.



OBJECTIFS

- Réaliser une modélisation 3D de l'ensemble des éléments du quartier médiéval de Châtenois.

-Produire un modèle exploitable à la fois par les scientifiques pour de la recherche et du partage de connaissances, et par le grand public pour valoriser le patrimoine local.



Vue générale du quartier médiéval de Châtenois

2. Modélisations

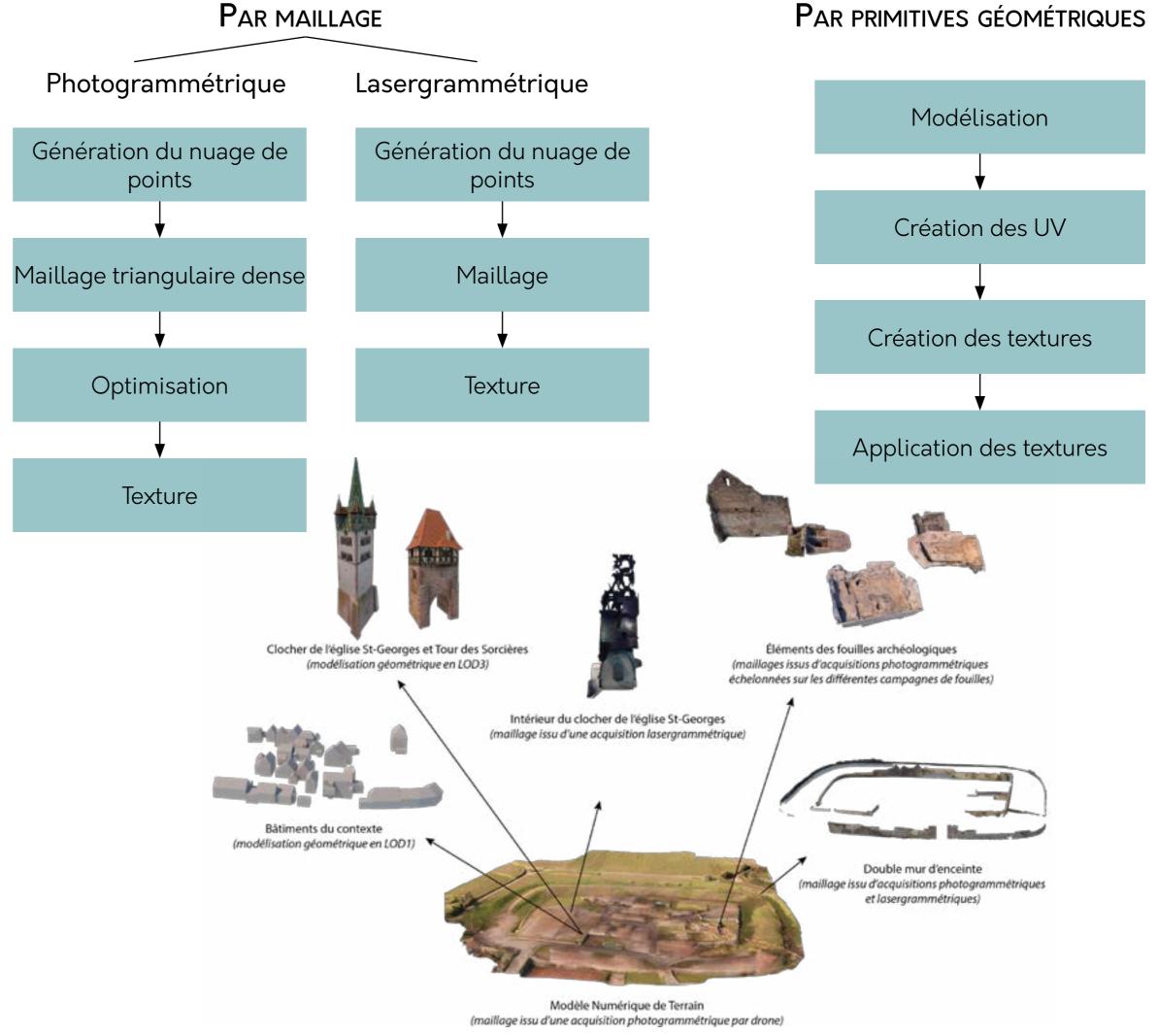


Schéma de synthèse des différents éléments et de leur méthode de modélisation

3. Publication et Valorisation

INTÉGRATION DANS UN SIG

- Synthèse des éléments du modèle avec possibilités de traitements
- Couplage de différentes sources de données, provenant de corps de métiers divers (topographie, archéologie, ...)



VISITE VIRTUELLE SUR LE WEB

- Interaction avec le modèle à travers plusieurs outils disponibles
- Apprentissage ludique permettant de renforcer l'attrait du modèle.



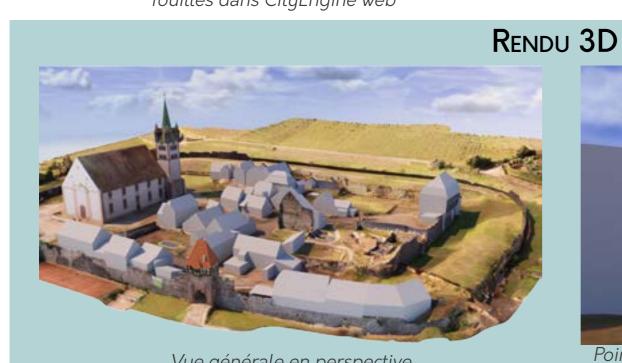
Comparaison de deux éléments de fouilles dans CityEngine web

VIDÉO EXPLICATIVE

- Vidéo autoportante
- Simplicité de partage et de visualisation



Extrait de la vidéo



Vue générale en perspective



4. Conclusion et Perspectives

CONCLUSION

Combinaison de différentes méthodes de modélisation indispensable pour créer un modèle optimisé.

- Proposer diverses solutions de visualisation permet d'adapter celles-ci en fonction du public visé.

Perspectives

- Modélisation d'éléments détruits pour justifier la création de visites en réalité virtuelle ou augmentée.
- Visite virtuelle à partir de photographies panoramiques prises sur le site.



Exemple de photographies panoramiques prises sur le site

- Émergence de nouveaux outils dans les SIG 3D permettront des traitements plus poussés sur les modèles.
- Intégrer des modèles 3D dans les rapports en PDF des archéologues, pour remplacer les multiples vues en 2D, imposées par le format papier.

JOURNÉES DE LA TOPOGRAPHIE 2020

lucie.thibaud@insa-strasbourg.fr

Système de photogrammétrie embarqué sur véhicule : développement et amélioration du système existant, définition des conditions d'utilisation et de mise en œuvre au regard de cahiers des charges types de relevés

Auteur : Valentin Thomine ; Directeur de PFE : Benoît Greuzat ; Correcteur : Pierre Grussenmeyer

Le Cabinet Greuzat a été mandaté pour faire un relevé d'une route départementale. Pour répondre à cette demande de prestation, il a décidé de développer son propre système de Mobile Mapping, ou plutôt système de photogrammétrie embarqué sur une voiture. Composé d'un appareil photo fixé sur une nacelle (figure 1), le dispositif a permis l'acquisition d'images nadirales tout le long de la route. Mais, la mise en pratique a montré des failles dans la procédure et les durées de traitement ont été allongées. Des améliorations étaient donc envisageables pour rendre cet outil plus fiable. Un sujet de PFE a donc été proposé avec comme objectif l'amélioration du système embarqué. Un instrument de ce type se compose de deux éléments : le système de cartographie et le système de navigation. Ces deux composants ont été étudiés séparément et sont détaillés cidessous.



Figure 1 : Photo de la structure permettant le maintien de la nacelle et de l'appareil photo.

Système de cartographie

Méthode de déclenchement à distance :

L'acquisition d'images pour un relevé topographique se fait avec un mode time-lapse : on définit une durée (ou un nombre d'images que l'on souhaite acquérir) et un intervalle de temps entre chaque prise de vue. Cette tâche peut être exécutée à distance avec un ordinateur. Cependant, les résultats montrent que l'intervalle de temps peut être réduit au maximum à 2 secondes, ce qui est trop long. La télécommande de contrôle est donc une solution plus avantageuse en raison des ses performances et de sa facilité de mise en place.

Détermination de l'emplacement de l'appareil photo :

Le premier système (figure 1) a permis de prendre des photos nadirales tout le long de la route mais l'emprise au sol n'était pas suffisante pour permettre d'augmenter la vitesse du véhicule. De plus, des problèmes de stabilité ont été mis en évidence. Une nouvelle structure plus solide a été construite, pouvant accueillir un appareil photo à 3 mètres au-dessus du sol et légèrement incliné.

Méthode de relevé :

Un levé avec un seul passage sur la zone a été réalisé et les données ont été analysées. De cette analyse, il a été démontré qu'un systématisme était présent. En effet, toutes les images ont la même orientation et la même distance. De plus il y a un manque clairement visible d'informations puisque les données sont vues depuis un seul angle. Par exemple cette méthode d'acquisition ne permet pas de modéliser entièrement certains éléments de mobiliers urbains (ex : poteaux incendies, lampadaires, etc.). Pour éviter ces problèmes, il faut rajouter un appareil photo ou bien on peut faire plusieurs allers-retours (deux voir trois allers-retours).

Synthèse:

Plusieurs éléments doivent être définis avant chaque intervention : le nombre d'aller-retour, la vitesse du véhicule et la distance qui va séparer deux GCP.

Système de navigation

Insertion d'une antenne GNSS :

Un récepteur GNSS Trimble R10 a été intégré sur le dispositif pour permettre le géoréférencement des images acquises. Le relevé s'effectue en dynamique et ne permet pas d'aboutir à des précisions centimétriques. Les données GNSS servent donc à éviter de potentielles erreurs d'alignement en fournissant une première position approximative.

Acquisition d'un fichier NMEA:

L'acquisition d'une trace GNSS est privilégiée pour permettre une meilleure estimation des emplacements des prises de vues. Cela limite donc les approximations puisqu'une interpolation linéaire est réalisée entre les points connus. Un fichier NMEA est récupéré avec les trames GGA, GSA et RMC.

Réception des données GNSS :

Les données GNSS sont récupérées via le port USB de l'antenne. Une connexion est établie avec un ordinateur et les données sont réceptionnées sur un logiciel de réception. QGIS permet cette manipulation et les données sont directement interprétées, avec la représentation de la trace sur un fond de plan (figure 2).

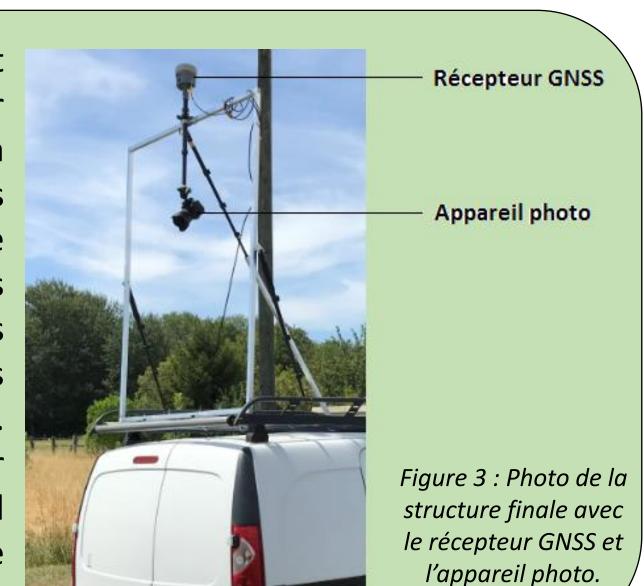


Figure 2 : Représentation d'une trace GNSS dessinée sur QGIS (figure sans échelle).

Géoréférencement des images sur Geosetter :

La dernière étape consiste en la synchronisation des données de navigation (trace GNSS) et des images acquises (images sans coordonnées). La procédure peut se faire sur le logiciel Geosetter : les données sont synchronisées et les coordonnées enregistrées dans les métadonnées des images (longitude, latitude, altitude). Ces informations sont récupérées par les logiciels de photogrammétrie et utilisées pour l'alignement des images.

Les recherches faites ont permis d'améliorer le système embarqué et de le rendre plus fiable. La structure a entièrement été refaite pour accueillir une antenne GNSS et permettre de la centrer avec la caméra (figure 3). Les mises en situations réalisées montrent des résultats prometteurs puisqu'il y a un gain de temps notable comparé à des méthodes de levés traditionnelles. Toutefois des améliorations peuvent encore être envisagées. En effet, les nuages de points et les orthophotographies obtenues ne permettent pas la digitalisation des objets à la verticale : c'est le cas notamment des limites séparatives. L'idée serait de rajouter un ou plusieurs appareils photos pour augmenter l'emprise au sol et avoir plus d'informations. Néanmoins il est déjà possible d'utiliser cet instrument pour faire du levé de voirie ou de réseaux d'assainissements.



SPÉCIALITÉ TOPOGRAPHIE

<u>Date de soutenance</u> :

24 septembre 2020 à 10h30

<u>Contact</u>:

valentin.thomine@insa-strasbourg.fr linkedin.com/in/valentin-thomine

<u>Structure d'accueil</u> :

Cabinet GREUZAT
40 rue Moreau Duchesne
77910 Varreddes



