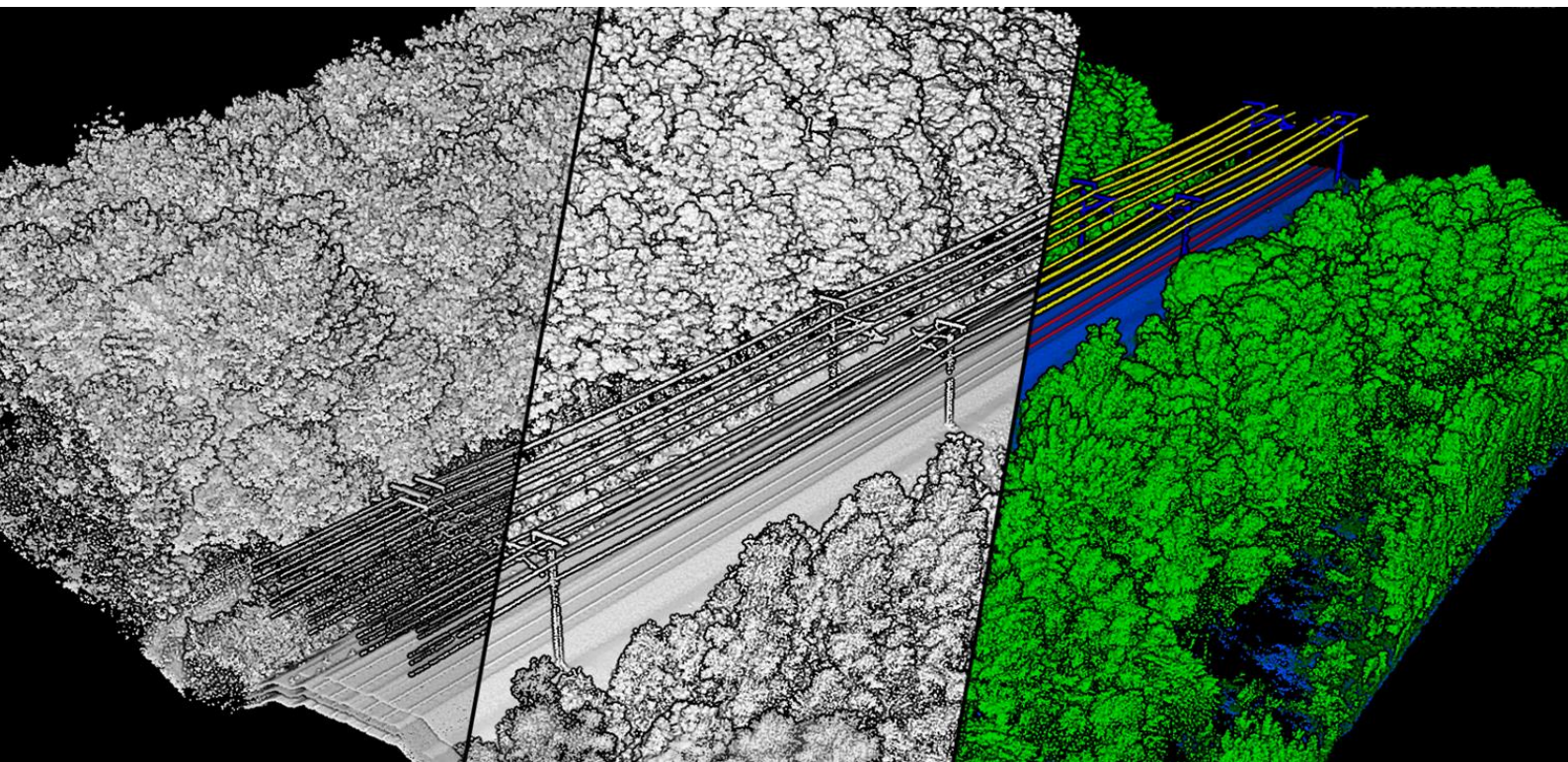




FORMULAIRE DE STAGE

--

VALORISATION DU DEVELOPPEMENT D'UNE SOLUTION DE CLASSIFICATION AUTOMATIQUE DE NUAGES DE POINTS LIDAR ACQUIS PAR DES VECTEURS DYNAMIQUES EN MILIEU FERROVIAIRE.



I. ENCADREMENT DU STAGE

I.1 L'entreprise d'accueil

ALTAMETRIS est une filiale de SNCF Réseau prenant la suite du Pôle Drones, entité d'I&P (Ingénierie et Projets) de SNCF Réseau dont le périmètre d'activités couvre la collecte et le traitement de données adaptés aux besoins de ses clients, notamment SNCF. La collecte est assurée grâce à des moyens agiles (drones, hélicoptères, etc.) embarquant à bord de nombreux capteurs (notamment photo et LIDAR (*Light Detection and Ranging* : détection et estimation de distance par la lumière)). Afin de traiter efficacement ces données, ALTAMETRIS développe ses propres solutions logicielles pour répondre aux besoins de ses clients.

I.2 Service d'accueil

Ce stage s'effectuera au sein de l'équipe d'ALTAMETRIS SUITE chargée de développer et de déployer ces nouvelles solutions.

I.3 Encadrement du stage

Coordonnées	Fonction chez ALTAMETRIS	Responsabilité dans le stage
Luc PERRIN luc.perrin@altametrism.com	Ingénieur géomètre <i>Product Owner</i>	Encadrant ou Directeur (si stage à Paris)
Pierre ASSALI pierre.assali@altametrism.com	Ingénieur-docteur géomètre Responsable usine logicielle	Encadrant ou Directeur (si stage à Lyon)
Antoine GOMES antoine.gomes@altametrism.com	Ingénieur en informatique Expert intelligence artificielle	Encadrant
Antoine MANIER antoine.manier@reseau.sncf.fr	Ingénieur en informatique Doctorant en IA	Encadrant

I.4 Lieu du stage

Siège social ALTAMETRIS : 21 avenue du Stade de France, 93210 La plaine Saint-Denis

Possibilité d'effectuer le stage dans l'antenne Lyonnaise au 132 rue Bossuet, 69006 LYON

II. NATURE DE STAGE

II.1 Profil du candidat

Ce stage s'adresse aux élèves en fin d'études d'un cursus master 2 en informatique. De bonnes bases en langages informatiques (C++/Python/R avec une préférence pour ces deux derniers) sont nécessaires. Par ailleurs des connaissances en statistiques et probabilités sont requises. Une spécialisation dans les méthodes par apprentissage (*machine learning*) est souhaitée.

II.2 Calendrier du stage

Durée du stage souhaitée : 6 mois

Période souhaitée : Février – Aout 2021

II.3 Gratification prévue

Environ 1000 € mensuel + Tickets restaurants

III. DESCRIPTION TECHNIQUE DU STAGE

III.1 Contexte général de l'étude

Avec 33 000 km de lignes SNCF Réseau assure la gestion d'un des réseaux ferrés les plus importants d'Europe. Ce patrimoine nécessite une maintenance et un entretien sans faille pour garantir la sécurité des équipements, du personnel et des voyageurs. C'est pourquoi SNCF Réseau effectue quotidiennement, à l'échelle du réseau, des opérations d'inspection et de surveillances des installations.

Désormais, pour atteindre l'excellence opérationnelle pour la maintenance du réseau SNCF souhaite établir un jumeau numérique ferroviaire, c'est-à-dire une modélisation virtuelle des infrastructures du réseau. Ceci permettra de connaître digitalement en permanence l'état du réseau.

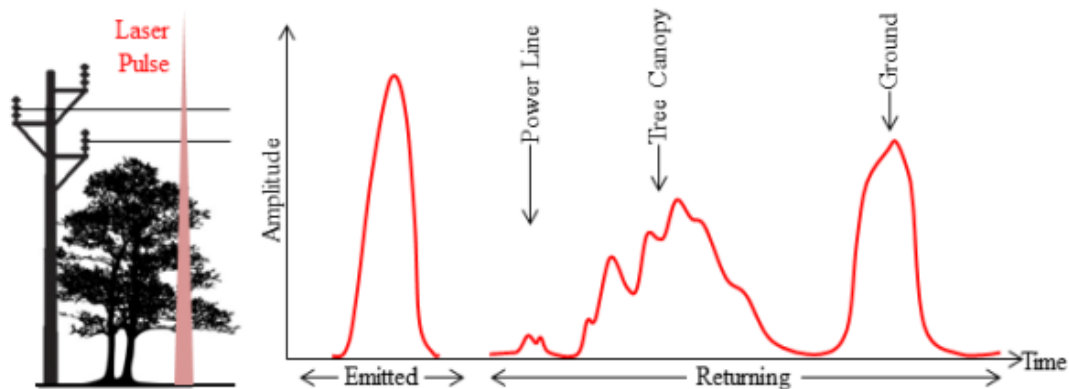


Figure 1 : Illustration du retour d'onde d'une émission aérienne LIDAR, [Kashani et al., 2015]

Toutefois, l'obtention de cette fine connaissance du réseau nécessite l'acquisition de données régulières et exhaustives à l'échelle du réseau. Pour cela SNCF Réseau et ALTAMETRIS déploient quotidiennement des solutions aériennes (drones, hélicoptères), ferroportées (Engins de Surveillance de la Voie (ESV)) et terrestres équipés de capteurs LIDAR offrant un scan très dense en information là où des véhicules passent. La technologie LIDAR est une technique de mesure de distance à très haute fréquence basée sur l'analyse du retour d'onde d'impulsions laser (cf. Figure 1). Placée sur un mobile dont la trajectoire est connue, elle permet de reconstruire avec précision des environnements en 3D sous forme de nuage de millions voire milliards de points.



Figure 2 : Nuage de points LIDAR

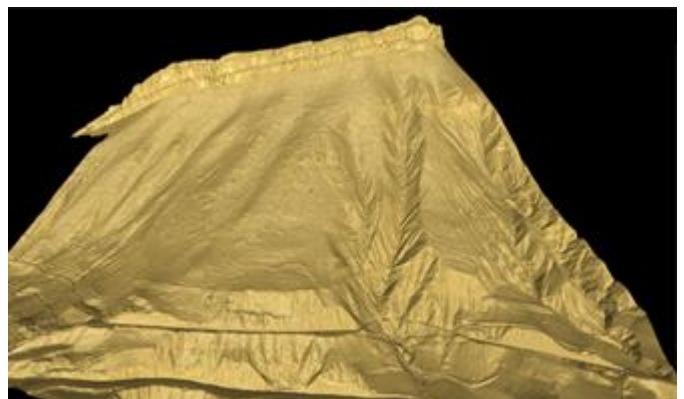


Figure 3 : Exemple de Modèle Numérique de Terrain (MNT)

De manière générale ces nuages de points denses (cf. Figure 2) permettent d'établir après traitements de nombreux livrables cartographiques. Modèles Numériques de Terrain (MNT) pour analyse de pentes (cf. Figure 3), plans topographiques pour travaux de tous genres, profils et coupes pour études de gabarits (cf. Figure 4), etc.

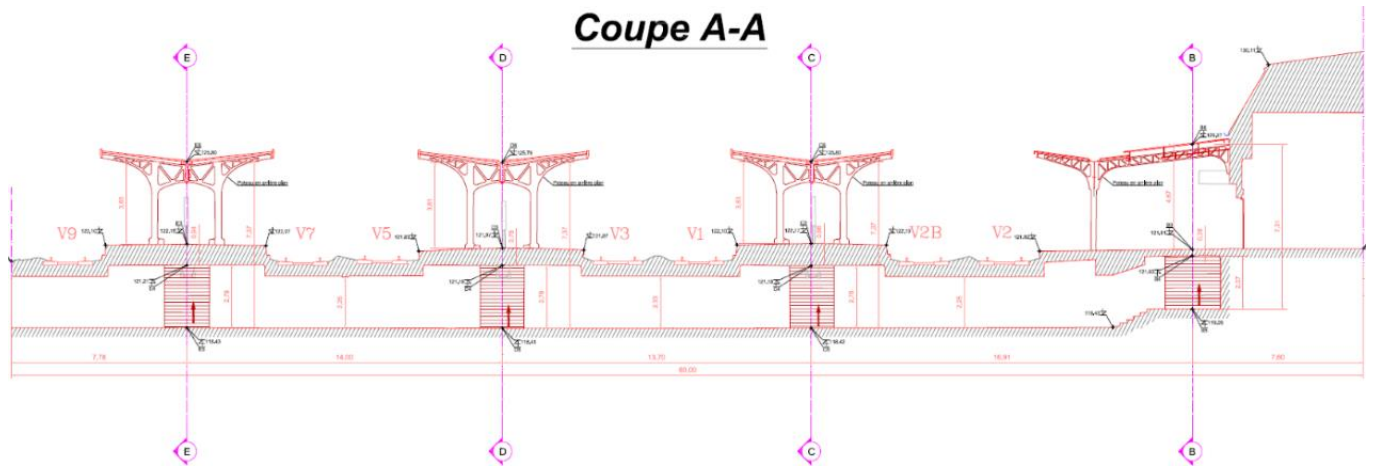


Figure 4 : Exemple de livrable topographique établi à partir de nuage de points LIDAR

Experte en collecte et traitement de données, ALTAMETRIS exploite quotidiennement des nuages de points acquis par voie terrestre, ferroviaire ou aérienne pour répondre aux besoins de ses clients et notamment SNCF Réseau.

III.2 Contexte de la classification de nuage de points

Pour transformer les données ainsi acquises en connaissance exploitable par le mainteneur, plusieurs traitements sont envisagés selon le besoin (cartographie 2D ou 3D des éléments ferroviaires, analyse topologique des zones relevées, etc.).

La classification de nuages de points tridimensionnels bruts a pour vocation l'apport d'information de bas niveau permettant une automatisation complète ou partielle des traitements finaux. Elle consiste à attribuer à chaque point du nuage, selon la nature de l'objet auquel il appartient, l'information correspondante (cf. Figure 5). Par exemple une classification des points des infrastructures ainsi que ceux de la végétation environnante rendent possible une analyse du risque végétation (cf. Figure 6). Ainsi, on cherchera à classer le sol, les rails, la végétation, les bâtiments, les poteaux caténaires, les câbles de tension, etc.

Une classification de qualité est aujourd'hui nécessaire pour ALTAMETRIS pour la bonne confection des MNT, ainsi que des analyses de danger de la végétation sur les infrastructures.

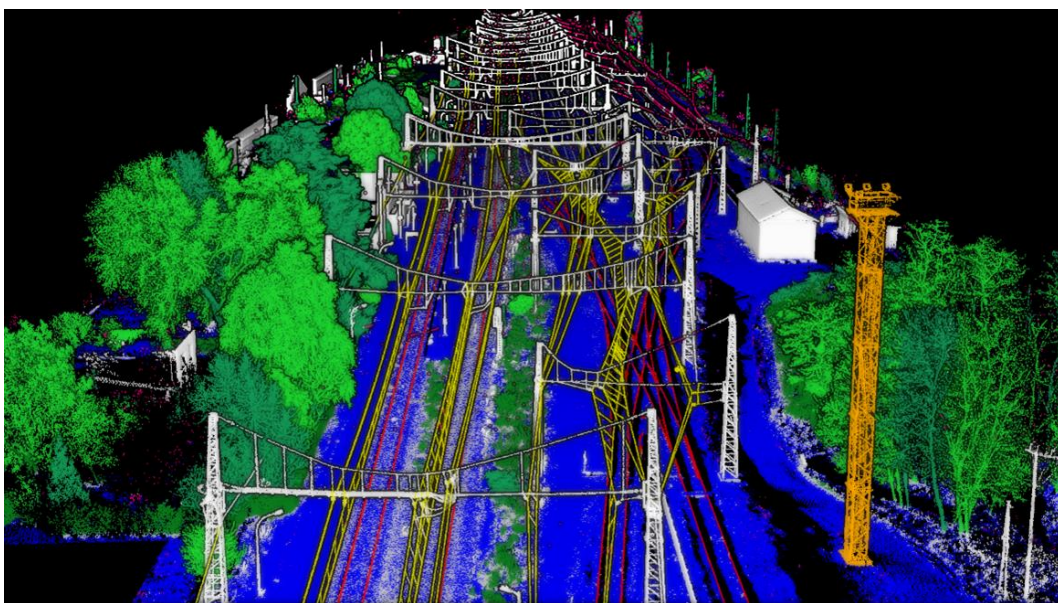


Figure 5 : Exemple de nuage de points LIDAR classifié

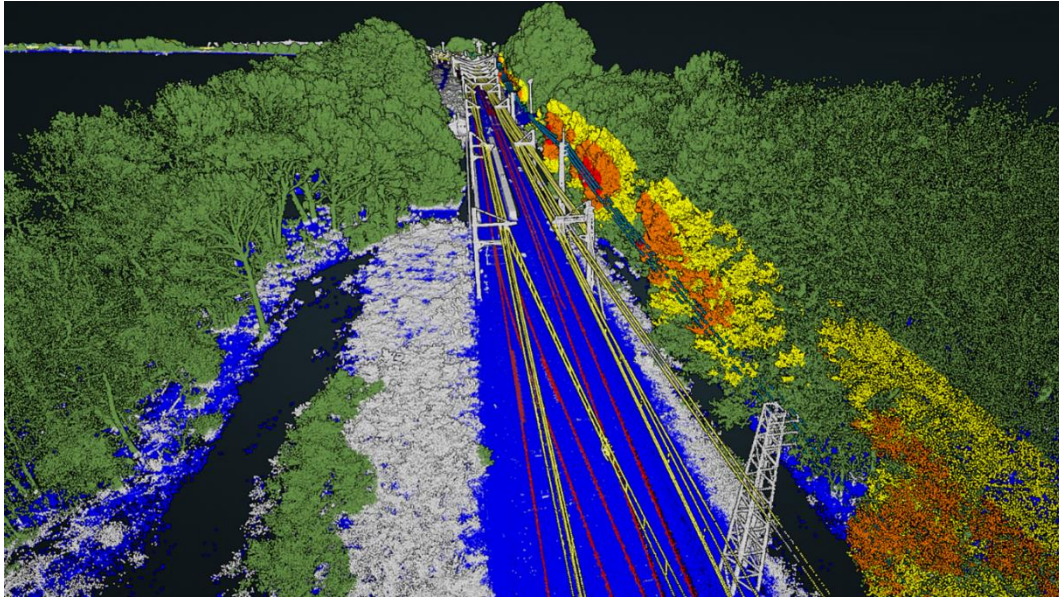


Figure 6 : Exemple de nuage de points LIDAR classifié pour analyse de végétation dangereuse à proximité des infrastructures

L'essor récent des méthodes à apprentissage dans le domaine du traitement de l'image a engendré ces dernières années des progrès considérables dans des domaines semblables, notamment dans le traitement de nuages de points. Des méthodes d'apprentissage profond sont adaptées avec succès au domaine de la classification 3D [1]. Les récents résultats de l'état de l'art suggèrent que le domaine entre dans sa phase de maturation industrielle.

Les approches de classification traditionnelles (semi-automatiques, géométriques, déterministes, complétées par des reprises manuelles) actuellement utilisées au sein d'ALTAMETRIS doivent pouvoir bénéficier des dernières évolutions technologiques en la matière [2] [3] [4].

Ce stage est adossé aux travaux de thèse de M. Antoine MANIER sur le développement d'une solution de classification automatique de nuages pour SNCF Réseau en partenariat avec l'ONERA. L'étudiant(e) est invité à prendre connaissance du sujet de cette thèse : <http://www.theses.fr/s223418>

III.3 Objectif

L'objectif de ce stage est d'accompagner le développement d'une méthode de classification de nuage de points 3D basée sur de l'apprentissage profond. Les classes d'intérêt sont entre-autre le sol, la végétation, les bâtiments, les infrastructures ferroviaires, avec différenciation des composants (poteaux, câbles, armoires, balises, etc.). Les données proviennent d'acquisitions lasergrammétriques dynamiques aériennes, ferroportées et parfois terrestre statiques. Le stage s'articule en deux volets.

Un premier, opérationnel, consiste à enrichir et formaliser une base de données classifiée servant aux entraînements et tests de classification. Ces travaux seront valorisés par la production d'un jeu de données de référence émanant de plusieurs protocoles de captation (aérien, ferroviaire, etc.). L'objectif est de fournir une base de comparaison représentative, standardisée et exportable afin de permettre, à terme, à différents acteurs de comparer les performances de méthodes existantes tout en garantissant leur conformité aux cas d'usage industriels.

Un deuxième, expérimental, vise à tester la solution sur différents environnements (gare de triage, ligne à grande vitesse, forêts, etc.) et sur diverses sources de données (aérienne, ferroportée, terrestre statique, etc.). Cette étape servira à démontrer des résultats préliminaires de classification, à déterminer les limites de la méthode ainsi qu'à valider les choix émanant du volet précédent.

Les deux axes s'apportant mutuellement, ils seront, du mieux possible, explorés en parallèle durant le stage.

III.4 Outils mis à disposition

Un poste de travail complet sera mis à disposition du stagiaire, avec accès aux vastes jeux de données qu'il sera opportun de valoriser pour réaliser l'entraînement des réseaux de neurones. Par ailleurs l'étudiant(e) pourra user de tous les outils (notamment TerraSolid¹ et les bibliothèques pdal pour la classification semi-automatique de nuages de points) ainsi que la plateforme Azure de *cloud computing* de Microsoft).

Il pourra aussi s'appuyer sur l'expertise d'ALTAMETRIS quant à la donnée d'entrée (nuages de points 3D – consistance, précision, manipulation), aux techniques d'intelligence artificielle et à la pratique du code en projet.

Une courte bibliographie recensant quelques méthodes est mise à disposition dans ce document. Elle pourra permettre à l'étudiant(e) de se familiariser avec le domaine avant le début du stage.

De la donnée 3D ferroviaire est disponible en open-source à ce lien: <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/nuage-de-points-3d-des-infrastructures-ferroviaires>. Elle peut facilement être visualisée à l'aide du logiciel libre CloudCompare².

IV. REFERENCES

- [1] L. Tchapmi, C. Choy, I. Armeni, J. Gwak et S. Savarese, «Segcloud: Semantic segmentation of 3d point clouds,» chez *2017 International Conference on 3D Vision (3DV)*, Qingdao, China, 2017.
- [2] C. R. Qi, S. Hao, K. Mo et L. J. Guibas, «Pointnet: Deep learning on point sets for 3d classification and segmentation,» chez *2017 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Honolulu, HI, USA, 2017.
- [3] Z. Zhang, B.-S. Hua et S.-K. Yeung, «ShellNet: Efficient Point Cloud Convolutional Neural Networks Using Concentric Shells Statistics,» chez *2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*, Seoul, Korea, 2019.
- [4] A. Boulch, «ConvPoint: Continuous convolutions for point cloud processing,» *Computers & Graphics*, vol. 88, pp. 24 - 34, 2020.

¹ www.terrasolid.fi

² <https://www.danielgm.net/cc>