

Projet **Automatisation de la simplification de données topographiques 3D**

Lieu	SNCF – Ingénierie & Projets (I&P), Ligne Voie Environnement (LVE), Assistance Topographie Travaux (ATT) – Projet ATLAS
Type	Projet de fin d'études
Responsable	Jean-Christophe MICHELIN Responsable R&D-LVE-SNCF jean-christophe.michelin @reseau.sncf.fr +33 1 41 62 01 53
Dates	Décembre 2016 à Septembre 2017
Durée	10 mois, 5 mois effectifs dus aux périodes d'alternance (4 mois) et à la mobilité internationale (1 mois)

Acquis

Logiciels	QGIS, Visual Studio, Cmake, GNU Make, Cloud Compare	
Langages informatiques	C++, Bash, JavaScript, HTML5, CSS3	
Bibliothèques	LibLAS, LibANN, GDAL, ImageMagick, JQuery, Leaflet	
Compétences	Écriture d'algorithmes	
	Gestion de projet	
	Autoformation	
Connaissances	Informatique	K-Nearest Neighbors
		K-dimensional tree
		Parallélisation
		Méthodes de compression d'images
		Types de fichiers .las/z, .csv, .geojson, .js, .shp, .makefile
	Topographie Géodésie	Modèle Numérique de Terrain
		LIDAR
		GNSS
		Précision topographique
		Orthophotographie
		Système d'informations géographiques

Contexte général :

L'augmentation des travaux de rénovations des voies ferrées et l'orientation vers les nouvelles technologies de la SNCF, tendent à imposer la topographie 3D par LIDAR comme référence. Que ce soit sur la rapidité et la sécurité des acquisitions que sur la complétude des mesures, son potentiel offre une multitude de déclinaisons d'application dans les métiers SNCF. Elle se doit d'être exploitée à son maximum.

Malheureusement, bien que présente depuis 2013 dans l'entreprise, elle reste encore marginale ; tant par défaut de connaissances techniques, doutes, ou simple ignorance de son existence. La démarche ATLAS a spécifiquement été créée pour lever ces freins et faire de la topographie 3D par LIDAR, une technologie accessible, connue, et recommandée.

Sujet :

Les nuages de points des voies, produits finaux des acquisitions, sont des données trop brutes et complexes pour être exploitées par les agents d'études. Il est nécessaire d'en effectuer une

« conversion » vers une forme plus couramment utilisée dans les pôles d'étude : les profils transversaux. Néanmoins, au vu de la quantité de linéaires de voies, une automatisation de ces opérations de traduction est obligatoire. Enfin, ces profils doivent être stockés et facilement visualisable.

Intitulé complet :

Création automatique d'une base de données de profils transversaux des voies et d'une interface de consultation à partir de données de nuages de points.

Étapes :

1. **Définition du cahier des charges** : Principe de fonctionnement général (exécutable), données d'entrée requises (polyligne de la voie, nuage de points), données de sortie (profils transversaux), type de stockage de la base de données (images), temps de calcul acceptables (par profil et par kilomètre), ciblage des utilisateurs finaux (agents d'études) et de leur équipement informatique (faible).
2. **Choix techniques et technologiques** :
 - *Algorithmes de retraitement* : Langage de programmation (C++), séquençage des opérations, méthodes de conversions de nuages de points vers images, nettoyage des données, méthode de cadrage de l'image, méthodes d'automatisation (parallélisation via Makefiles)
 - *Images* : méthode de création, colorisation (fonction de la densité de points), format de compression (PNG), métadonnées associées et leur stockage
 - *Interface de consultation* : plateforme support (Mozilla Firefox), fonctionnalités essentielles, langage de programmation (HTML/JavaScript), accès, échange
3. **Étapes du développement** :
 - Écriture de l'algorithme de retraitement unitaire (pour 1 profil)
 - Écriture de l'algorithme d'automatisation du retraitement (pour * profils)
 - Développement manuel de l'interface de consultation (prototypage)
 - Écriture de l'algorithme d'automatisation de la création de l'interface de consultation
4. **Optimisations** :
 - Temps de calculs sur chaque opération (KNN & Kd-Tree, réduction d'opération, etc.)
 - Espace de stockage des images (colorisation 8 bit)
5. **Bilan** : Création de recommandations opérateur en fonction du besoin du client (visualisation rail ou abords de voie), rédaction de la documentation pour l'intégration du projet dans ATLAS.

Résultats :

Web Massicot est une suite de 3 programmes qui permet de convertir des nuages de points en profils transversaux le long d'une trajectoire et d'en créer une interface de visualisation. L'application a été originellement développée pour le retraitement de nuages issus d'acquisitions LIDAR ferroportées, mais n'y est pas restreint. Une trajectoire peut être simulée pour créer des profils d'un nuage quelconque. Il est indépendant du vecteur d'acquisition (drones, avions, voitures, etc.).



Figure 1 : diagramme fonctionnel général de Web Massicot

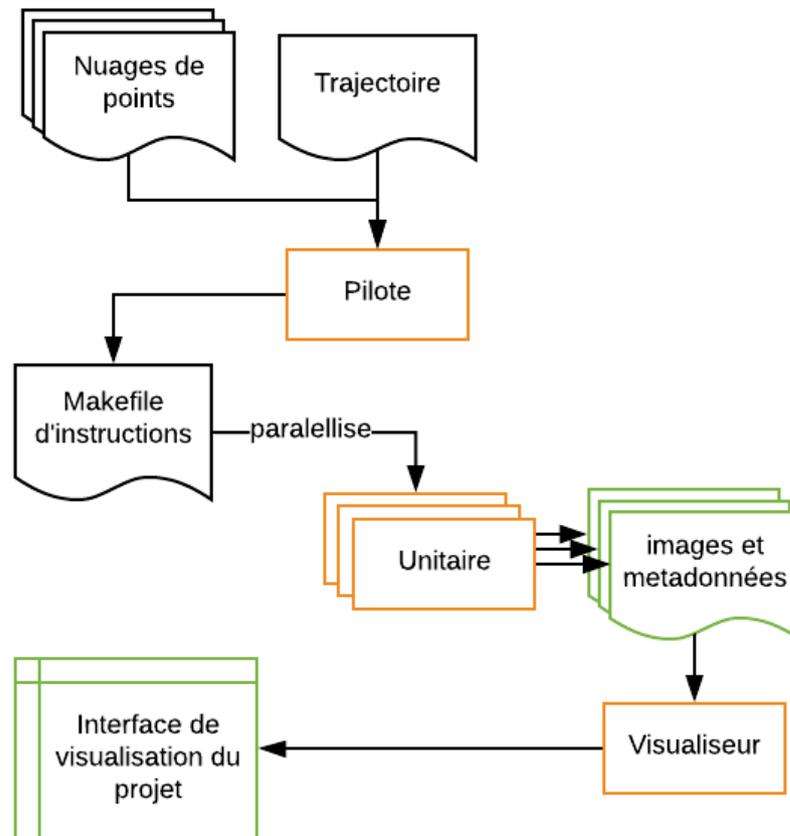


Figure 2 : diagramme fonctionnel détaillé de Web Massicot

Les algorithmes sont capables de produire 1.07 profil/s (0.93 s/profil), soit, pour une base de données 100 km, à raison d'un profil tous les 4m, le traitement demande 7h30 de calcul (sur serveur de calcul 20 cœurs, et 256 GB de mémoire vive). L'espace de stockage requis moyen est de 120 Ko/profil soit, pour la même base de données, 3Go sont nécessaires. Seulement 1To est donc requis pour stocker l'ensemble du réseau ferré français, soit l'équivalent d'un simple disque dur.

L'interface de consultation demande 2 secondes pour son ouverture, indépendamment de la base de données associée. Les changements de profils affichés, les mesures de distance et d'altitudes ainsi que les recherches de profils sont instantanées. Chaque mesure effectuée depuis l'interface est liée à une précision dépendante de l'acquisition initiale, des opérations de conversion en image, de l'affichage et de la précision du clic.

Le coût de production manuelle d'un profil est d'environ 20 €/profil, contre 1€/profil grâce à « Web Massicot ».

Illustrations

The screenshot displays the ATLAS web interface. At the top, there are logos for SNCF Réseau and WEB MASSICOT. Below the logos is a scale bar (0 to 2 meters) and a search bar. The main area shows a profile view of a railway line with a 20m width. Below the profile view, there is a search bar for PM (Profile Meters) and a visibility slider. The bottom part of the interface shows an ortho-image map with a 3m scale bar and a search bar. The map shows the railway line and surrounding terrain.

Rechercher un PM... Altitude Distance Réglage de la visibilité :

Les PM disponibles sont entre les PM 10000 au PM 89999, soit 80000 coupes.

Site Atlas Reactor produit par SNCF Réseau // Version alpha 0.25 // Contact [e-mail](#)

Figure 3 : Interface de consultation avec, de haut en bas, la visionneuse de profil, la toolbox, la carte avec ortho-images des nuages et l'emplacement de chaque profil.