

# Stage : Complétion d'un nuage de point

## Présentation de l'entreprise associée

SEGULA Technologies est un groupe d'ingénierie présent mondialement, au service de la compétitivité de tous les grands secteurs industriels : automobile, aéronautique, énergie, ferroviaire, naval (<https://www.youtube.com/watch?v=3TvJBn2oamo>), pharmacie et pétrochimie. Présent dans 28 pays, fort de ses 140 implantations dans le monde, le Groupe privilégie une relation de proximité avec ses clients grâce aux compétences de ses 11 000 collaborateurs. Ingénieur de premier plan plaçant l'innovation au cœur de sa stratégie, SEGULA Technologies mène des projets d'envergure, allant des études jusqu'à l'industrialisation et la production.

## Contexte

Le secteur industriel est en constante évolution pour faire face aux défis actuels de nos sociétés. Une facette importante de cette évolution est la modification et le suivi des installations existantes. Pour effectuer ces opérations, avoir l'ensemble des plans et modèles 3D de ces installations industrielles à jour est essentiel. Malheureusement, il arrive fréquemment que ces plans ne soient pas disponibles. Leur création nécessite :

- Des déplacements sur sites pour effectuer des relevés, ce qui peut être source de danger, notamment dans les parties difficiles d'accès des installations, en hauteur ou contenant des produits dangereux.
- La création du plan sur des logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO), qui est un travail long et fastidieux, pouvant prendre plusieurs centaines d'heures pour une installation de grande taille.

Pour réduire le risque et la durée de cette opération, SEGULA Technologies développe un système d'acquisition et de modélisation rapide en se basant sur des techniques de :

- Photogrammétrie et lasergrammétrie pour l'acquisition des données sous forme de nuage de points.
- Apprentissage profond (Deep Learning) pour la reconnaissance des objets dans le nuage de points et la modélisation du plan final. Cette seconde étape de reconnaissance fait l'objet d'une thèse au sein du laboratoire LabSTICC.

Les étapes d'acquisitions et de reconnaissance peuvent générer des nuages de points incomplets, ce qui diminue les performances des étapes suivantes de la solution. Des exemples de dégradations sont visibles ci-dessous.

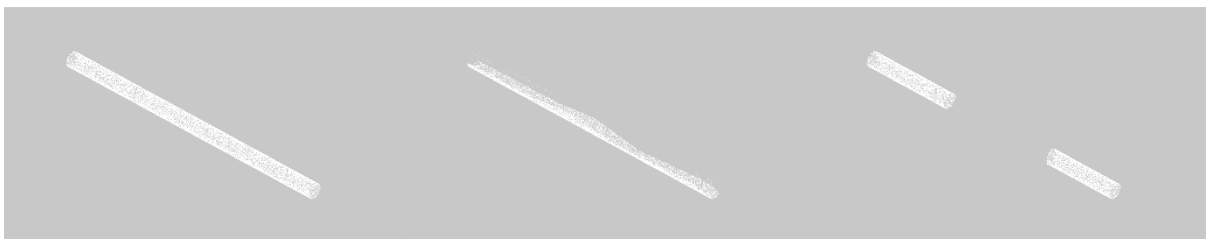


Figure 1 Exemple de dégradations d'un nuage de points représentant un tuyau : Nuage complet (gauche), partie supérieure de la surface manquante (centre), trou dans le nuage (droite).

## Stage proposé

Le but principal du stage est de déterminer l'influence de ces défauts d'acquisition sur les étapes de reconnaissances de la solution développée. La possibilité de résoudre cette problématique par l'inclusion d'une méthode de complétion de nuage de points pourra ensuite être étudiée.

Pour cela, plusieurs méthodes pourront être utilisées, tel que se baser sur l'hypothèse de Manhattan [1] pour les objets rectilignes (tuyaux, structure). Des techniques d'inpainting peuvent aussi être employées, de manière classique ([2]–[4]) ou via l'apprentissage profond ([5]).

Des modifications de ces méthodes de la littérature pourront ensuite être proposées pour les adapter aux spécificités des nuages de points à compléter.

### Organisation proposée :

1. Etat de l'art : recensement des différentes méthodes de complétion.
2. Evaluation de la perte de performance associée à l'utilisation de nuages incomplets lors d'opérations de reconnaissances.
3. Test de différentes méthodes de complétion de la littérature sur des scènes et objets industriels simples. Evaluation de l'influence de ces techniques de reconstruction sur les résultats obtenus par les algorithmes de reconnaissance.

Optionnellement :

4. Adaptation de la technique aux spécificités du domaine industriel.
5. Extension de la méthode aux objets complexes.

## Références

- [1] C. Zou *et al.*, « 3D Manhattan Room Layout Reconstruction from a Single 360 Image », oct. 2019.
- [2] D. Doria et R. J. Radke, « Filling large holes in LiDAR data by inpainting depth gradients », in *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, 2012, p. 65-72. doi: 10.1109/CVPRW.2012.6238916.
- [3] B. Zheng, Y. Zhao, J. C. Yu, K. Ikeuchi, et S. C. Zhu, « Beyond point clouds: Scene understanding by reasoning geometry and physics », in *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2013, p. 3127-3134. doi: 10.1109/CVPR.2013.402.
- [4] Z. Fu, W. Hu, et Z. Guo, « Point cloud inpainting on graphs from non-local self-similarity », in *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP*, 2018, p. 2137-2141. doi: 10.1109/ICIP.2018.8451550.
- [5] Z. Huang, Y. Yu, J. Xu, F. Ni, et X. Le, « PF-Net: Point Fractal Network for 3D Point Cloud Completion », in *2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Seattle, WA, USA, juin 2020, p. 7659-7667. doi: 10.1109/CVPR42600.2020.00768.