

**Projet tutoré M2 MIA**

Sujet :

Contribution à la reconstruction d’assemblage CAO à partir de numérisation 3D laser : segmentation de nuages de points

Responsables :

Jean-Claude Léon - INRIA

Pablo Coves - INRIA

Etudiants :

Henry Lefèvre

Aymeric Seguret





**Sommaire :**

1/ Le cadre ….……..………………………………………….. Page 3

2/ Présentation sujet ………………………………………….. Page 3

3/ Objectifs …………………………………………………… Page 5

4/ Software …………………………………………………… Page 5

5/ Méthodes de détection .……………………………………. Page 6

6/ Organisation temporelle …………………………………… Page 7

7/ Risques et problèmes rencontrés ……………..…………… Page 8

8/ Travail accompli et Résultats .…………….………………. Page 8

9/ Rétrospectives ..……………………………………………. Page 9

**1/ Le cadre :**

Dans le cadre d’un projet en collaboration avec EDF, une équipe de l’INRIA s’est lancé dans un projet de modélisation de pompes en 3D. Cette modélisation se décompose en plusieurs étapes et l’équipe a proposé à des étudiants de réaliser une de ces étapes.

Les acteurs du projet :

« Clients » et responsables : Pablo Coves et Jean-Claude Léon

Membres de l’équipe INRIA initiatrice du projet Mr Léon et Mr Coves sont les demandeurs auprès des étudiants du sujet détaillé plus bas et sont aussi les responsables des étudiants.

Les étudiants travaillant sur le sujet sont Henry Lefèvre et Aymeric Seguret, deux étudiants en M2 MIA en parcours GICAO.

Lieu impliqués dans le projet :

Les étudiants ont travaillé essentiellement à l’IMAG. Les responsables disposent de bureaux à l’INRIA. Certains voyages entres les deux bâtiments ont été effectués pour faciliter la communication entre les étudiants et les « clients ».

Budget :

Aucun budget n’est définit pour ce projet : les étudiants ne sont pas payés.

**2/ Présentation du sujet :**

Rappel du sujet :

Contribution à la reconstruction d’assemblage CAO à partir de numérisation 3D laser.

Comme mentionné précédemment ce projet s’inclus dans un projet plus important initié par EDF et une équipe de l’INRIA de Grenoble.

Le but étant de générer un modèle CAO (en 3D) de pompes (Figure 1) que possède Edf, afin de pouvoir permettre des tests informatisé. Les pompes ont étés démontées par EDF puis scannées les unes après les autres à l’aide d’un scanner laser.

Afin de permettre les scans les pièces ont été maintenues en position par des pièces supplémentaires qui apparaissent donc sur les scans. Ils existent deux pièces de soutient :

- Le Vshape (Figure 2) : il s’agit d’une pièce en forme de x avec 2 zones d’appuis de différentes tailles

- L’étau (Figure 3) : un étau classique en forme de pince

Une fois toutes les pièces scannées, les nuages de point doivent être nettoyé avant de pouvoir être utilisés ; c’est-à-dire qu’un certain nombre de points acquis avec le scanner laser sont les points des supports et doivent être retirés afin de construire le modèle correspondant uniquement à la pièce scannée.



*Figure 01 : Modèle de pompe EDF à modéliser en 3D*



*Figure 02 : Exemple de pièce posée sur un Vshape*



*Figure 03 : Exemple de pièce tenue par l’étau*

Le travail des étudiants est donc le suivant :

Les étudiants doivent développer un ou plusieurs plugins dans le logiciel CloudCompare (présenté plus bas) afin de pouvoir segmenter la pièce scannée du support dans les nuages de points.

Pour ce faire il a été fourni aux étudiants différents jeux de donnés permettant ainsi les tests.

3/ Les objectifs :

L’objectif est donc de segmenter un nuage de points d’un groupe de composants d’assemblage mécanique à l’aide d’un plugin dans CloudCompare.

Cet objectif a été découpé en plusieurs sous étapes :

- Prise en main du sujet

- Mise en place de l’environnement

- Prise en main du logiciel

- Création d’un protocole permettant la détection du Vshape

- Ecriture du plugin pour le Vshape (correspondant à l’écriture du protocole précédant)

- Création d’un protocole permettant la détection de l’Etau

- Ecriture du plugin pour l’Etau (correspondant à l’écriture du protocole précédant)

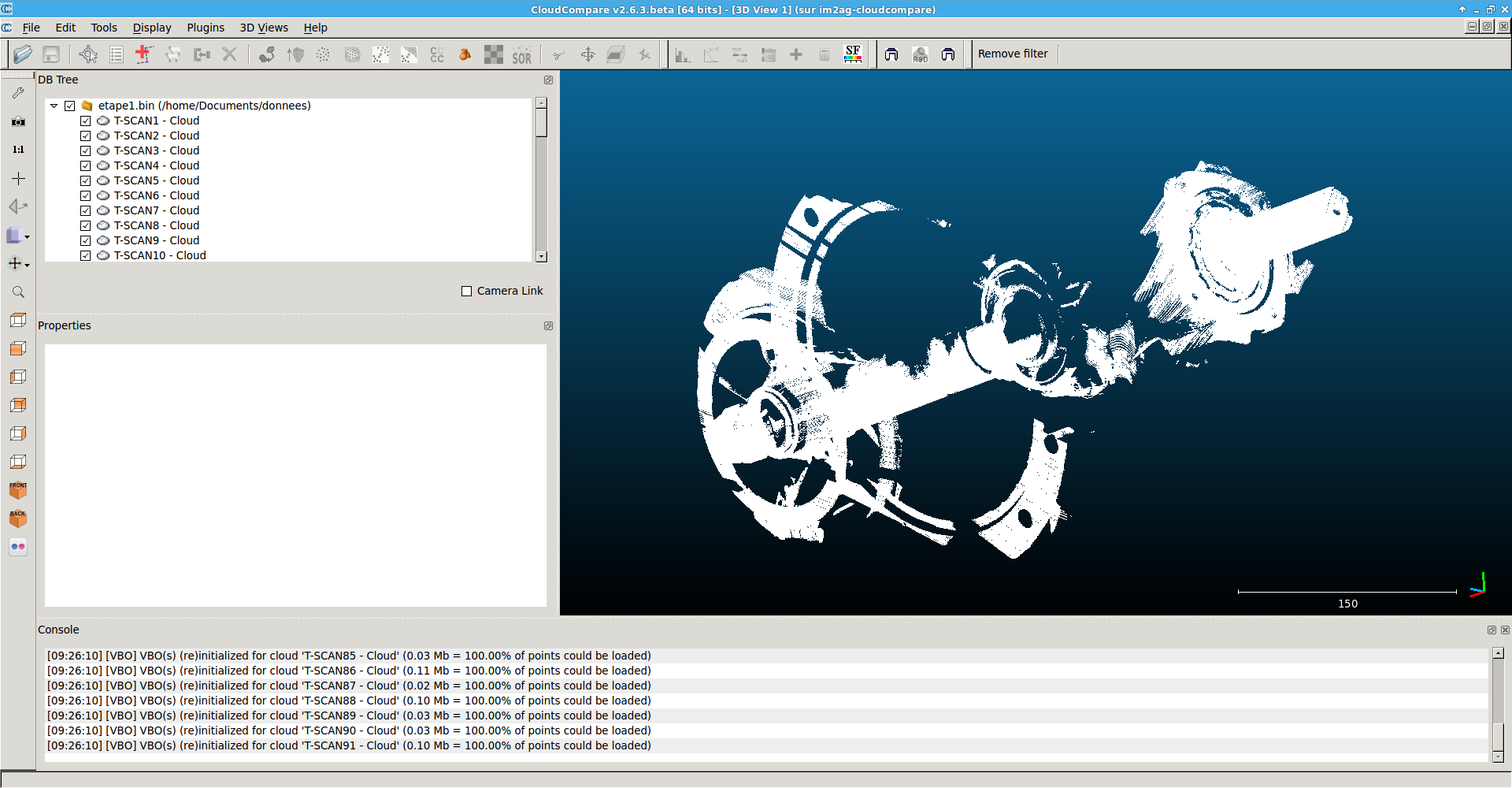
L’état d’avancement de ces objectifs est détaillé dans la partie résultats.

**4/ Software utilisé : CloudCompare**

Lien : <http://www.danielgm.net/cc/>

CloudCompare est un logiciel d'édition et de traitement de nuages de points 3D (ainsi que de maillages surfaciques triangulaires).

Il a été initialement créé pour effectuer des comparaisons entre deux nuages de points 3D denses (tels que ceux obtenus avec des scanners lasers) ou entre un nuage et un maillage. Il est basé sur une structure [octree](https://fr.wikipedia.org/wiki/Octree) particulière optimisée pour ce type d'application. Il est aussi conçu pour traiter et afficher de très gros nuages de points (plus de 10 millions de points typiquement).



*Figure 04 : Capture d’écran du logiciel CloudCompare*

Le logiciel permet le développement de plugin en C++.

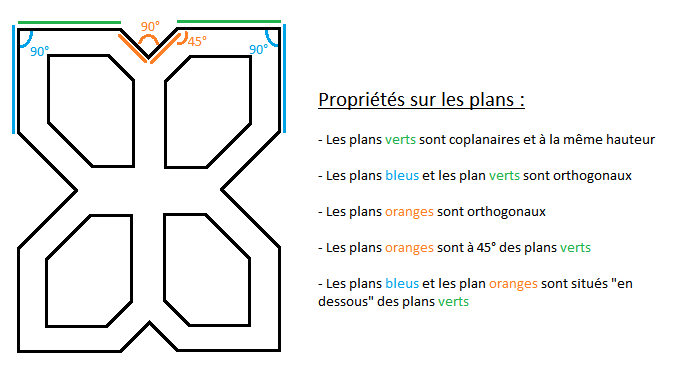
**5/ Méthode de détection :**

Afin de détecter les deux formes qui nous intéressent nous sommes partis sur la détection des plans qui les composent. En effet nous disposons d’un algorithme de détection de plan dans la logiciel CloudCompare appelé « Ransac ».

Les deux formes possèdent chacune des caractéristiques précises sur les plans qui les composent mais aussi des dimensions qui peuvent être utilisées (à un epsilon prêt). On peut ainsi utiliser ces caractéristiques et ses dimensions afin de détecter les pièces qui nous intéressent.

Les deux schémas ci-dessous présentent les caractéristiques des deux pièces, ainsi que le protocole de détection associé.

**Le Vshape :**



*Figure 05 : Caractéristiques du Vshape*

Processus de détection du Vshape:

1- Trouver les plans qui forment la partie supérieure de la Vshape (plans verts)

Critères de sélections sur ces plans :

\* plans coplanaires entre eux et de normale (0, 0, 1)

\* le centre de chaque plan est situé en dessous d'au moins 80% des points du nuage

\* situés à la même hauteur (à 1mm près)

2- Trouver les plans orthogonaux qui forment les côtés de la Vshape (plans bleus)

Critères de sélections sur ces plans :

\* plan orthogonaux à la direction (0, 0, 1)

\* centre du plan situé en dessous des plans formant la partie supérieure

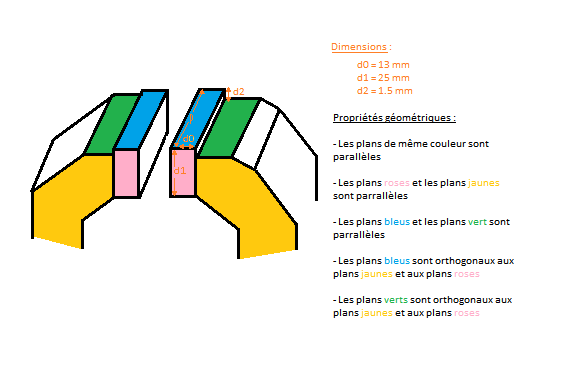
3- Trouver les plans inclinés à 45° (plans orange)

Critères de sélections sur ces plans :

\* plan incliné à 45° par rapport à la direction (0, 0, 1)

\* centre du plan situé en dessous des plans formant la partie supérieure

**L’étau :**



*Figure 06 : Caractéristiques de l’étau*

Processus de détection de l’étau :

En cours de rédaction !!!

**6/ Organisation temporelle :**

Le projet a été mené du 8/10/2015 au 31/03/2016.

Les étudiants étant soumis au rythme scolaire avaient deux paliers à respecter :

- Premier palier le 18/12/2015 : Les étudiants doivent présenter l’analyse du sujet qui leur a été proposé ainsi que l’avancement du projet sous la forme d’une soutenance en Anglais.

- Second palier le 31/03/2016 : Les étudiants doivent présenter les résultats finaux, les solutions apportées pour la résolution du problème principal mais aussi aux problèmes rencontrés lors du travail sur un projet en groupe. Pour ce faire les étudiant ont du rédiger le présent rapport, effectuer la livraison du projet et accessoirement une documentation associé à leur code.

Afin de respecter ces dates de livraisons les étudiants se sont organisés à l’aide d’un GantProject, un logiciel permettant de définir un planning avec des taches à effectuer, les responsables de ces taches, les taches qui en découle … ainsi tout ce qui est nécessaire à la bonne organisation d’un projet (La figure 1 représente un aperçu)

IMAGES

*Figure 8 : Capture d’écran du GantProject*

**7/ Risques et problème rencontrés :**

Risques initialement évalués :

* Problème d’installation des softwares dû au fait que l’on travaille sur le serveur de l’IMAG
* Problème de la taille de stockage des données (3,5 Go sur 5 Go max à l’IMAG)
* Ne pas réussir à faire de la reconnaissance de formes
* Pas de solution optimale pré existante
* Surcharge de travail

Nous n’avons pas été confrontés à d’autre risque que ceux prévus en début de projet.

Détails et Résolution des problèmes rencontrés :

* Installation et place nécessaire => Mise en place d’un serveur dédié au projet ou les étudiants avaient les droits administrateurs
* Pas de solution prédéfinis => Construction et mise en place de processus de détection détaillés plus haut
* Surcharge de travail => adaptation du temps de travail en groupe

**8/ Travail accompli et Résultats :**

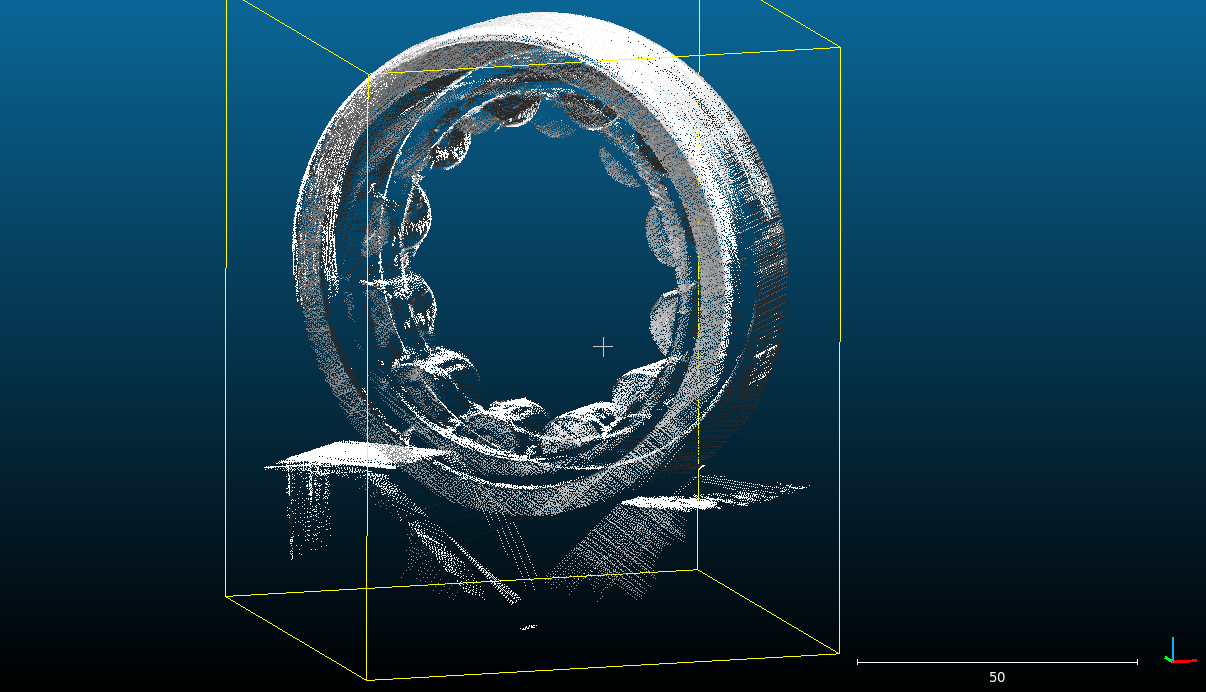
Le travail accomplis par les étudiants est le suivant :

- Mise en place de leur environnement de travail ; nous avons demandés la mise en place d’un serveur dédié. Ainsi avec les droits administrateurs nous avons pu installer le logiciel CloudCompare ainsi que tout le reste de l’environnement nécessaire au développement des plugins de détection. La taille du serveur étant suffisante cela nous à aussi permet de stocker les données fournies par nos responsables, nous fournissant ainsi des jeux de tests pour no plugins.

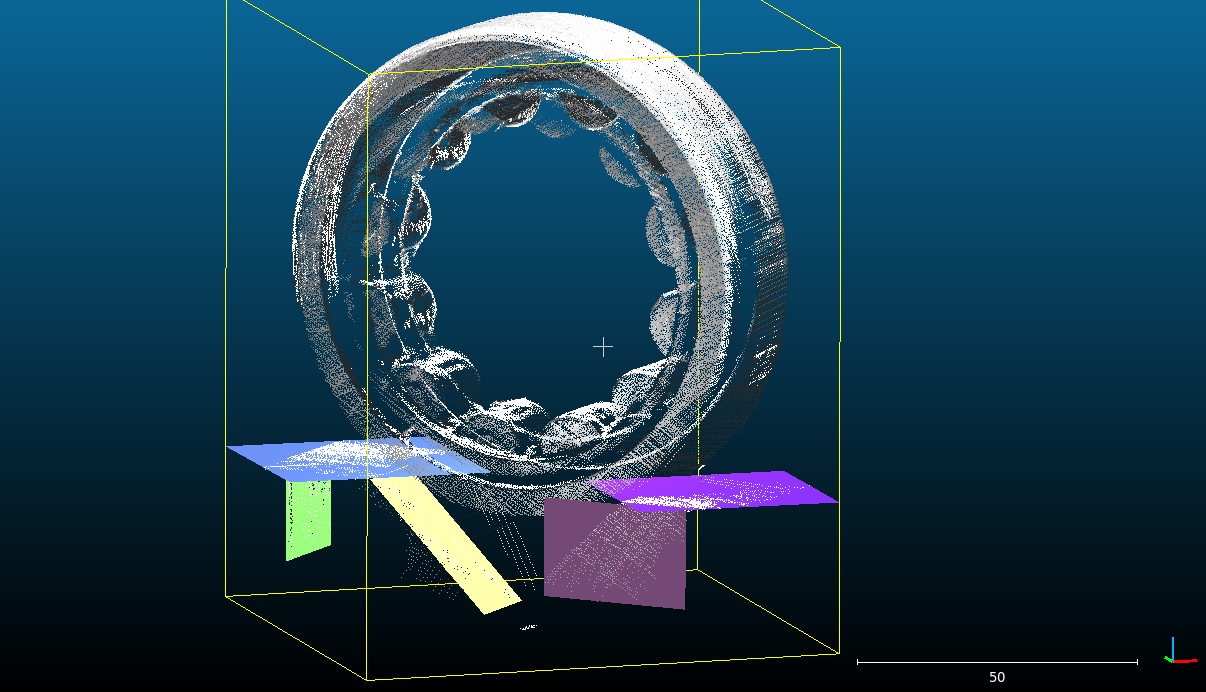
- Prise en main du logiciel, des structures de données spécifiques à celui-ci, de la syntaxe d’écriture des plugins.

- Création et mise en place d’un processus de détection du Vshape ; nous avons, avec l’aide de nos référant, construit un processus de détection du Vshape (détaillé précédemment). Une fois celui-ci mis sur papier nous l’avons implémenté en C++ et adapter aux structures de données spécifique à CloudCompare. Une fois la détection faites, nous segmentons le nuage de point originel en deux nuages distincts : le premier contenant les points susceptibles d’appartenir à la pièce initialement scannée et le second les points susceptibles d’appartenir à l’outillage permettant de maintenir la pièce lors du scan.

Ci-dessous quelques captures d’écran des résultats obtenus (figures 8 à 11)



*Figure 8 : Nuage de point originel pour le test de la détection du Vshape.*



*Figure 9 : Résultat du test de la détection du Vshape.*

- Création et mise en place d’un processus de détection de l’Etau ; comme pour le Vshape, nous avons avec nos référent définit un processus de détection et l’avons implémenté dans un plugin.

Ci-dessous quelques captures d’écran des résultats obtenus (figures 12 à xx)

**9/ Rétrospectives**

Avec plus de temps, idées, regrets éventuels …..