

UNIVERSITÉ DE RENNES 1

MASTER 2 CALCUL SCIENTIFIQUE ET MODÉLISATION  
RAPPORT DE PROJET DE PRÉSTAGE

---

Etude et développement d'outils  
mathématiques pour estimer, en  
temps réel, le tassage et le volume  
d'un silo de maïs à partir de  
capteurs embarqués

---

*Auteur :*  
Sébastien HERVIEU

*Tuteur de Stage :*  
Geoffroy ETAIX

*Tuteur Universitaire :*  
Fabrice MAHÉ

24 juillet 2018



Tellus  
ENVIRONMENT  
Cartographier l'invisible pour agir



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Remerciements</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
2.1	Tellus Environment . . . . .	4
2.2	Contexte projet . . . . .	4
2.3	Les outils à mettre en oeuvre . . . . .	4
2.3.1	Equipements à mettre en oeuvre . . . . .	4
2.3.2	Les outils mathématiques . . . . .	4
2.3.3	Environnement d'exploitation : ROS . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Simulation robotique en utilisant ROS/Gazebo</b>	<b>6</b>
3.1	Présentation de ROS . . . . .	6
3.1.1	Architecture de ROS . . . . .	6
3.1.2	Gestion des transformation . . . . .	6
3.1.3	Gestions des Capteurs . . . . .	6
3.2	Présentation de Gazebo . . . . .	6
3.2.1	Construction d'un robot virtuel . . . . .	6
3.3	Mise en Oeuvre : simulation d'un environnement de tassage de silo . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Mise en place du processus de localisation</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Processus d'acquisition des relevés à base de LIDAR</b>	<b>8</b>
<b>A</b>	<b>Positionnement En Robotique</b>	<b>9</b>
A.1	Géométrie projective, Coordonnées Homogènes . . . . .	9
A.2	Une autre descriptions des rotations en 3D : Quaternions Uni- taires . . . . .	9
A.3	Application : Simulation de couverture d'un faisceau LIDAR orienté vers le sol . . . . .	9
<b>B</b>	<b>Filtres de Kalman</b>	<b>10</b>

C ROS : Architecture et Concepts	11
D Point Cloud Library	12
Bibliographie	13

# Chapitre 1

## Remerciements

Je tiens à remercier les personnes qui m'ont permis de près ou de loin à accomplir ce stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

T'abord, j'adresse mes remerciements à mes Professeurs, textbfMonsieur Mahé et Monsier Darrigrand de l'Université de Rennes 1, qui m'ont permis de de suivre cette formation et qui m'ont accompagné lors de la recherche de stage.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

# Chapitre 2

## Introduction

### 2.1 Tellus Environment

Activité : Géophysique Activité : R&D : développer des composants qui mettent en oeuvre les expertises de TellusEnvironment pour créer des produits innovants, dont les composants seraient de plus réutilisables pour améliorer la productivité des services Géophysique. Note finale : aller sur le terrain

### 2.2 Contexte projet

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

#### 2.2.1 Symeter V1

Symeter V1 : rapide rappel

Praesent sed neque id pede mollis rutrum. Vestibulum iaculis risus. Pellentesque lacus. Ut quis nunc sed odio malesuada egestas. Duis a magna sit amet ligula tristique pretium. Ut pharetra. Vestibulum imperdiet magna nec wisi. Mauris convallis. Sed accumsan sollicitudin massa. Sed id enim. Nunc

pede enim, lacinia ut, pulvinar quis, suscipit semper, elit. Cras accumsan erat vitae enim. Cras sollicitudin. Vestibulum rutrum blandit massa.

### **2.2.2 Symeter V2 : Objectifs**

Symeter V2 : Objectifs Symeter V2 : Présentation du plan de projet - test du simulateur Gazebo pour évaluer son utilité dans le projet Symeter2 - Simulation couverture lidar - Montage des outils nécessaires au développement simulé du projet symeter - Mise en place de la localisation : installation et tests - Mise en place de l'acquisition des relevés.

## **2.3 Les outils à mettre en oeuvre**

### **2.3.1 Equipements à mettre en oeuvre**

Capteurs : IMU, GPS, Lidar Environnement d'exploitation : ROS

### **2.3.2 Les outils mathématiques**

#### **Positionnement en Robotique**

Positionnement en Robotique : Géométrie projective, Coordonnées Homogènes, Quaternions

#### **Localisation par fusion de données**

Filtres de Kalmans

#### **Traitement des nuages de points**

### **2.3.3 Environnement d'exploitation : ROS**

#### **ROS**

#### **Contraintes de développement**

Les équipements à mettre en oeuvre sont relativement couteux et leur mise en oeuvre requiert une certaine expertise.

De plus la mise en silo du maïs n'intervient qu'à de courtes périodes au cours de l'année. Il est donc nécessaire de pouvoir mettre en oeuvre le développement du système par le biais de mises en oeuvre alternatives, à savoir la simulation et la mise en oeuvre en grandeur des équipements pour effectuer des tests simples de reconstitution du terrain.

ROS est fourni avec un environnement de simulation robotique très intégré nommé "Gazebo", qui permet de simuler en temps réel le comportement mécanique de modèles de robots. Ce logiciel est donc utilisé pour simuler un environnement de Silo pour tester la localisation, l'acquisition du terrain, la mesure d'un modèle de Silo.

Pour la mise en oeuvre en grandeur, un prototype de l'équipement a été monté sur la camionnette de Tellus Environnement, la "Tellus Car".



# Chapitre 3

## Simulation robotique en utilisant ROS/Gazebo

### 3.1 Présentation de ROS

#### 3.1.1 Architecture de ROS

Nodes, services, topics, etc, etc

#### 3.1.2 Gestion des transformation

#### 3.1.3 Gestions des Capteurs

### 3.2 Présentation de Gazebo

#### 3.2.1 Construction d'un robot virtuel

### 3.3 Mise en Oeuvre : simulation d'un environnement de tassage de silo

## Chapitre 4

### Mise en place du processus de localisation

## Chapitre 5

### Processus d'acquisition des relevés à base de LIDAR

## Annexe A

# Positionnement En Robotique

- A.1 Géométrie projective, Coordonnées Homogènes
- A.2 Une autre descriptions des rotations en 3D : Quaternions Unitaires
- A.3 Application : Simulation de couverture d'un faisceau LIDAR orienté vers le sol

## Annexe B

### Filtres de Kalman

## Annexe C

### ROS : Architecture et Concepts

Annexe D

Point Cloud Library

# Bibliographie