



## Design III

### Remise 1

présenté à

**Philippe Giguère, Dominique Grenier, Denis Laurendeau**

par

**Équipe 7 — Zière**

<i>matricule</i>	<i>nom</i>	<i>signature</i>
111 114 478	Garvin, Sébastien	
111 040 128	Kedzierski, Xavier	
111 066 466	Magnan, Charles-Olivier	
111 071 384	Provencher, Jean-Michel	
111 073 630	Bourque, Emile	
111 075 478	Sylvain, Matthieu	
111 074 361	Brown, Jérémy	
907 196 009	Garneau, Laurent	

Université Laval  
31 janvier 2016

Historique des versions		
<i>version</i>	<i>date</i>	<i>description</i>
1.0	24 janvier 2016	Création du document
2.0	31 janvier 2016	Remise 1

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Diagrammes</b>	<b>1</b>
1.1	Diagramme de contexte . . . . .	1
1.2	Description des propriétés fonctionnelles . . . . .	1
1.3	Diagramme de classes . . . . .	1
1.4	Diagrammes de séquences . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Description des cas d'utilisation</b>	<b>5</b>
2.1	Diagramme des cas d'utilisation . . . . .	5
2.2	Scénarios des cas d'utilisation . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Familiarisation avec équipements et expériences préliminaires</b>	<b>8</b>
3.1	Structure mécanique . . . . .	8
3.2	Système de préhenseur et d'électroaimant . . . . .	8
3.3	Station de recharge . . . . .	9
3.4	Asservissement des moteurs . . . . .	9
3.5	Localisation du robot et des îles . . . . .	9
3.6	Repérage des trésors et de la station de recharge . . . . .	9
3.7	Alimentation du robot . . . . .	10
3.8	Communications sans fil . . . . .	10

# Chapitre 1

## Diagrammes

### 1.1 Diagramme de contexte

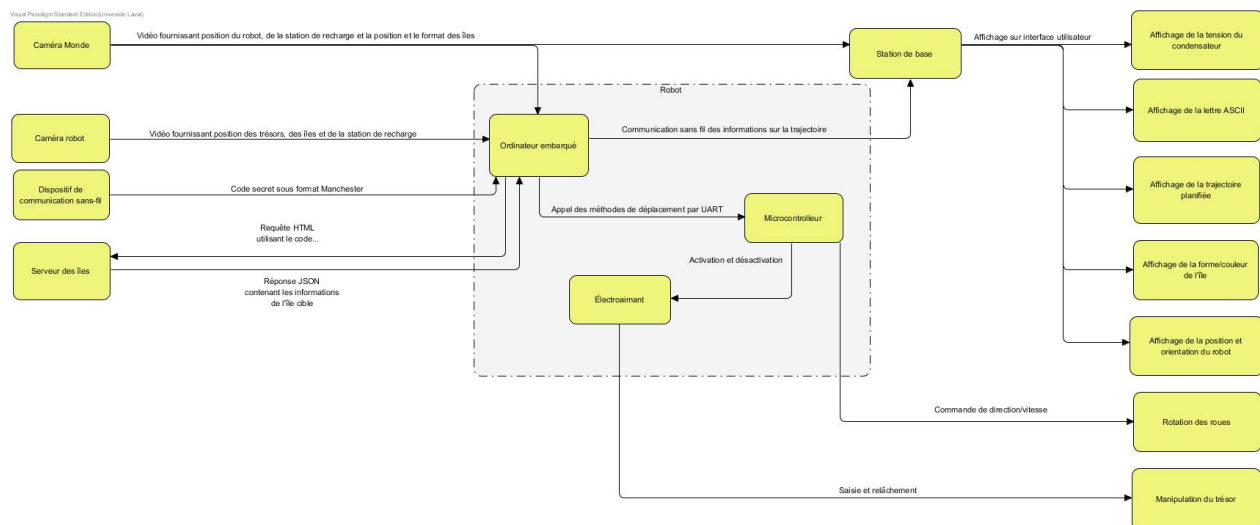


FIGURE 1.1 – Diagramme de contexte

### 1.2 Description des propriétés fonctionnelles

### 1.3 Diagramme de classes

La figure 1.3 représente le diagramme de classes suite à la première itération. La structure est susceptible de changer suite aux prochaines itérations, mais voici une brève description de la structure sur laquelle nous nous entendons présentement.

La section de gauche du diagramme sera implémentée sur la station de base tandis que la section droite sera implémentée sur le robot. Ces deux systèmes pourront communiquer entre

FIGURE 1.2 – Description des propriétés fonctionnelles



FIGURE 1.3 – Diagramme de classes

eux à l'aide des classes `CommunicationRobot` et `CommunicationStationBase`.

En ce qui concerne la station de base, le contrôleur du système est représenté par la classe `StationBase`. La classe `AnalyseImageWorld` analyse les images reçu de la `CameraMonde` et génère une carte schématique de la table (`Carte`) à l'aide d'imagerie. La carte est composée de divers éléments qui hérite tous de la classe `Position`. Les trajectoires du robot seront calculé dans la classe `TrajetStation` à l'aide des informations de la classe `Carte`.

Pour ce qui est du robot, il est aussi composé d'un contrôleur (`Robot`). Les mouvements que devra effectuer le robot passerons tous par la classe `Action` qui les acheminera au micro-contrôleur et au polulu si nécessaire. Lorsque le robot est près de la destination, `TrajetRobot` calculera les trajets (à l'aide de `Destination` et d'imagerie effectué dans `AnalyseImageEmbarquer`).

## 1.4 Diagrammes de séquences

# Chapitre 2

## Description des cas d'utilisation

### 2.1 Diagramme des cas d'utilisation

### 2.2 Scénarios des cas d'utilisation

Cas d'utilisation	Identifier les éléments cartographiques
Système	Système de reconnaissance visuelle
Acteurs	Robot, caméra world, station de base
Partie prenante et intérêt	Station de base : Vouloir identifier les éléments présents sur la carte afin que le robot puisse remplir son mandat.
Préconditions	Le robot et la caméra world doivent fournir des images à la station de base
Garantie en cas de succès	Les éléments cartographiques sont affichés sur la carte de la station de base
Scénario principal	1. Big show baby 2. Big show 2 baby 3. Showtime 4. Uuuuu
Scénarios alternatifs	Aucun scénario alternatif

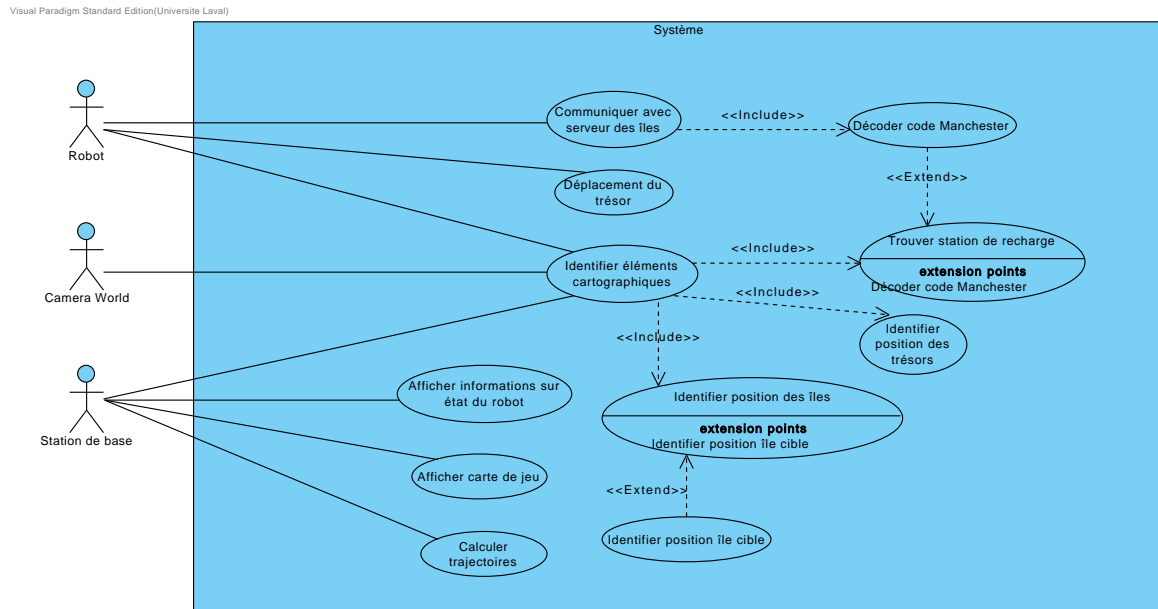
TABLEAU 2.1 – Cas d'utilisation - Identifier les éléments cartographiques



Cas d'utilisation	Trouver station de recharge
Système	Système de reconnaissance visuelle
Acteurs	Robot, caméra world, station de base
Partie prenante et intérêt	Robot : Faire le plein d'énergie et recevoir le code Manchester
Préconditions	La station de base a identifié la position de la station de recharge et une trajectoire a été calculée
Garantie en cas de succès	La trajectoire menant le robot jusqu'à la station de recharge est affichée sur la station de base. Le robot se déplace vers la station de recharge sans toucher à aucun obstacle.
Scénario principal	1. Big show baby 2. Big show 2 baby 3. Showtime 4. Uiuuu
Scénarios alternatifs	Aucun scénario alternatif

TABLEAU 2.2 – Cas d'utilisation - Trouver la station de recharge

FIGURE 2.1 – Diagramme des cas d'utilisation



# Chapitre 3

## Familiarisation avec équipements et expériences préliminaires

### 3.1 Structure mécanique

### 3.2 Système de préhenseur et d'électroaimant

Afin de rendre le préhenseur le plus simple possible mécaniquement, nous choisissons de le faire en forme d'équerre. Aux deux extrémités de l'équerre sont situés l'électroaimant et le secondaire du transformateur qui permet de charger le condensateur d'alimentation de l'électroaimant. Il devient donc très aisé d'enligner le système de recharge avec la station de recharge ainsi que de soulever les trésors en faisant tourner l'équerre de 90 degrés dans un sens ou dans l'autre. Cette rotation est assurée par un servomoteur situé au centre de l'équerre. INSERT CAD HERE permet de comprendre facilement la mécanique du préhenseur.

L'électroaimant est un modèle pré-fait acheté sur Internet. Il s'agit du modèle *Grove* de la compagnie *seeed* VOIR SOURCE XXXXXX. Cet aimant peut soulever une charge de 1kg pour un courant de 400mA. En assumant que la force générée par l'aimant dépend quadratiquement du courant le parcourant et en sachant que le poids des trésors est de 30g l'unité, on estime le courant nécessaire pour soulever les trésors autour de 5mA. Pour avoir une marge de sécurité ainsi que de pouvoir attirer les trésors «à distance», on augmente ce courant à 20mA. Le courant dans l'électroaimant est contrôlée par une source de courant à diode Zener (voir figure XXXXXX).

L'énergie nécessaire pour soulever un trésor pendant 10 minutes par l'électroaimant est de 60J ( $U = 5V * 20mA * 10min * 60sec/min$ ). Un condensateur de 0.5F à 5V contient 62.5J d'énergie ( $U = 0.5C * V^2$ ). C'est donc cette valeur de condensateur qui est choisie pour alimenter l'électroaimant.

Afin de permettre de faire des tests ainsi que de s'assurer un degré de sûreté, un condensateur de 1F est également considéré dans le design de ce système

source aimant : <http://www.seeedstudio.com/depot/Grove-Electromagnet-p-1820.html>

### 3.3 Station de recharge

### 3.4 Asservissement des moteurs

Afin de commander les moteurs du robot, il sera nécessaire d'avoir une routine d'asservissement. Afin de communiquer les commandes avec les servomoteurs, l'Arduino Mega est choisi. Celui-ci possède une vitesse d'horloge de 16 MHz et 256kB de mémoire flash pour 44\$, ce qui est un bon équilibre performance/prix pour les besoins du projet.

(Dans le cas d'une bibliographie : <http://www.robotshop.com/ca/en/arduino-mega-2560-microcontroller-rev3.html>)

Les moteurs utilisés pour tourner les roues du robot possèdent 6400 valeurs de position par rotation. Si une interruption était effectuée à chaque modification de cette valeur, on risque d'empêcher l'exécution complète d'une boucle d'asservissement entre deux interruptions. Donc, si une interruption est levée à chaque modification de la position, il faudra s'assurer que le calcul de la vitesse de rotation se fasse après un nombre multiple d'interruptions, avec un compteur de temps.

Pour ce qui a trait à la communication avec les servomoteurs, un shield Adafruit se connectant directement sur l'Arduino Mega est utilisé. Avec celui-ci, il est possible de générer des ondes modulées (PWM) servant à contrôler les quatres roues individuellement, avec chacun une résolution de 8 bits. Cette division de la commande est utile lors d'un déplacement en diagonale, et pourrait également être utile pour continuer le fonctionnement dans le cas d'une roue défectueuse.

(Bibliographie : <https://www.adafruit.com/products/1438>)

En résumé, l'ordinateur envoie des instructions de direction au microcontrôleur Arduino, qui exécute alors une routine de déplacement. Celle-ci est basée sur un asservissement de vitesse, déterminée par des interruptions lors de la rotation des servomoteurs. Les commandes de l'Arduino sont alors communiquées aux roues à l'aide d'un shield Adafruit.

### 3.5 Localisation du robot et des îles

### 3.6 Repérage des trésors et de la station de recharge

La caméra Logitech C905 située sur le robot permettra de repérer les différents trésors ainsi que la station de recharge. Cette caméra sera contrôlée par les Servomoteurs fournis qui permettront à la caméra un déplacement sur son axe horizontal et vertical afin d'augmenter le champ de vision du robot. Afin de contrôler le « Polulu » Maestro 6-Channel USB Servo Controller, des commandes seront envoyées par USB à partir de l'ordinateur embarqué situé sur le robot. La caméra embarquée sera également reliée directement à l'ordinateur embarquée afin d'être alimentée et de fournir les images captées. La fréquence de captation des images reste à déterminer puisqu'il faudra décider à quel intervalle nous devons mettre à jour la vision du robot. L'envoi des commandes afin de contrôler la prise d'image par la caméra sera

effectuée par la librairie Pygame en Python.

Afin de détecter les trésors, une première approximation de leur position est effectuée par la caméra monde qui, à l'aide de la librairie cv2 de OpenCV, permet de localiser dans une image un intervalle de couleur BGR. Le choix de la librairie d'OpenCV est justifié par le fait qu'elle possède toutes les fonctions nécessaires à un programme de vision complet et qu'elle s'intègre facilement au reste du code en Python. Les tests effectués avec la caméra monde ont permis de venir à la conclusion que la détection des trésors s'effectuent très bien. Par contre, les tests ont également permis de constater que la caméra monde ne voit pas le fond de la table et donc, certains trésors ne seront pas détectés par la caméra monde, justifiant la détection des trésors également par la caméra embarquée. Par la suite, les différents pixels correspondant à la couleur des trésors sont placés dans un masque des trésors. Grâce à la position relative de ces points dans le masque des trésors, il est possible d'avoir une position approximative de ces trésors dans la carte virtuelle. Afin de confirmer la détection de ces trésors ou pour repérer les trésors qui seront hors du champ de vision du robot, la même opération de détection des couleurs est effectuée ensuite par la caméra embarquée autour des coordonnées approximative détectée par la caméra monde.

La station de recharge, quant à elle, est marquée d'une couleur caractéristique lui permettant de se distinguer du reste du décor. Comme la position et l'orientation du robot est connue en tout temps et que la station de recharge est toujours située au même endroit, la détection de celle-ci est assez simple. Comme le robot peut être placé à n'importe quel endroit au départ sur la table, la caméra monde est chargée à l'initialisation du programme de détecter la position et l'orientation de celui-ci. Afin de réaliser cette tâche, un drapeau pirate est placé sur le dessus du robot afin d'indiquer l'orientation ainsi que la position de celui-ci et sera détecté par notre programme de vision.

## 3.7 Alimentation du robot

## 3.8 Communications sans fil

La transmission sans-fil du code Manchester est assuré par une combinaison DEL-photorécepteur. La DEL est située sur le dessus de la station de recharge et le photorécepteur est situé sur le dessus du robot. Ce système de communication sans-fil est limité à des distances relativement faibles, mais le robot étant en contact physique avec la station de recharge, cette contrainte ne pose pas de problème.

La DEL est modulé par un microcontrôleur situé sur la station de recharge. Le modèle du microcontrôleur reste à déterminer. Ce système de communication est illustré sur le schéma XXXXXX.

Le document XXXXXX explique brièvement comment réaliser un tel système et est utilisé comme référence pour réaliser notre système.