



## Livrable 3 - Robot Kinocto

### Design III

présenté à

M. Dominique Grenier, M. Luc Lamontagne et M. Abdelhakim Bendada

<i>matricule</i>	<i>nom</i>
910 058 073	Émile Arsenault
908 190 985	Philippe Bourdages
910 098 468	Pierre-Luc Buhler
998 107 355	Diane Fournier
908 318 388	Olivier Sylvain
910 055 897	Daniel Thibodeau
910 097 879	Francis Valois

Université Laval

4 avril 2013

# Table des matières

Table des figures	ii
Liste des tableaux	iii
<b>1 Diagrammes de classes</b>	<b>1</b>
<b>2 Diagrammes de séquences</b>	<b>2</b>
<b>3 Plan d'intégration</b>	<b>6</b>
<b>4 Registre de risques</b>	<b>8</b>
<b>5 Vision 1<sup>ère</sup> itération</b>	<b>12</b>
5.1 Localisation avec la caméra embarquée . . . . .	12
5.1.1 Localisation . . . . .	12
5.1.1.1 Transformations . . . . .	12
5.1.1.2 Localisation des points . . . . .	13
5.1.2 Orientation et angle par rapport au mur . . . . .	13
<b>6 Schémas électroniques 1<sup>ère</sup> itération</b>	<b>14</b>

# Table des figures

1.1	Figure présentant le diagramme de classes du projet . . . . .	1
2.1	Diagramme des séquences présentant les liens entre l'utilisateur et la kinocto	2
2.2	Diagramme des séquences présentant les liens entre la kinocto et son environnement afin de déterminer sa position ainsi que le décodage de l'antenne avec les mouvements associés pour arriver . . . . .	3
2.3	Diagramme des séquences présentant les liens entre la kinocto et la station de base pour la transmission et l'affichage ainsi que la lecture et le décodage du sudocube avec les mouvements nécessaires pour y arriver . . . . .	4
2.4	Diagramme des séquences présentant les liens entre la kinocto et la table de jeu dans l'optique du déplacement de celui-ci pour effectuer le dessin du chiffre contenu dans la case rouge du sudocube . . . . .	5
3.1	Figure présentant le plan d'intégration . . . . .	7

# Liste des tableaux

4.1	Registre de risques partie 1 . . . . .	9
4.2	Registre de risques partie 2 . . . . .	10
4.3	Registre de risques partie 3 . . . . .	11

# Chapitre 1

## Diagrammes de classes

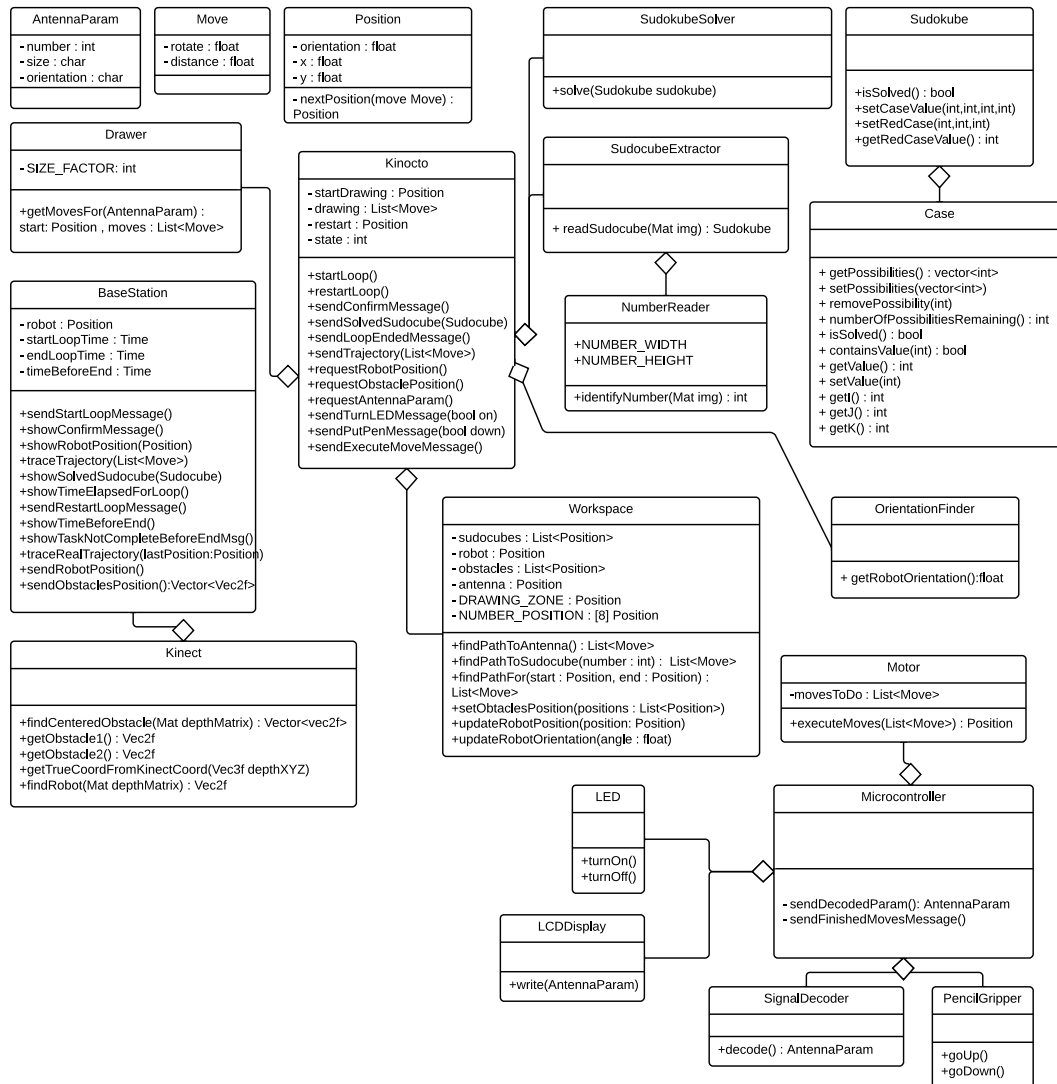
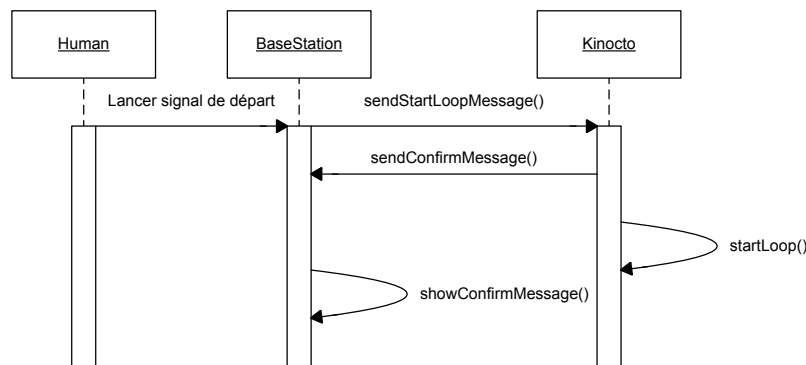


Figure 1.1 – Figure présentant le diagramme de classes du projet

# Chapitre 2

## Diagrammes de séquences

Ce chapitre présente les différentes figures associées au diagramme des séquences. Ce diagramme est séparé selon cinq portions relatives aux fonctions particulières du robot. La figure 2.1 présente les liens entre l'utilisateur et la kinocto. La figure 2.2 présente les liens entre la kinocto et son environnement afin de déterminer sa position ainsi que le décodage de l'antenne avec les mouvements associés pour arriver. La figure 2.3 présente les liens entre la kinocto et la station de base pour la transmission et l'affichage ainsi que la lecture et le décodage du sudocube avec les mouvements nécessaires pour y arriver. La figure 2.4 présente les liens entre la kinocto et la table de jeu dans l'optique du déplacement de celui-ci pour effectuer le dessin du chiffre contenu dans la case rouge du sudocube.



*Figure 2.1 – Diagramme des séquences présentant les liens entre l'utilisateur et la kinocoto*

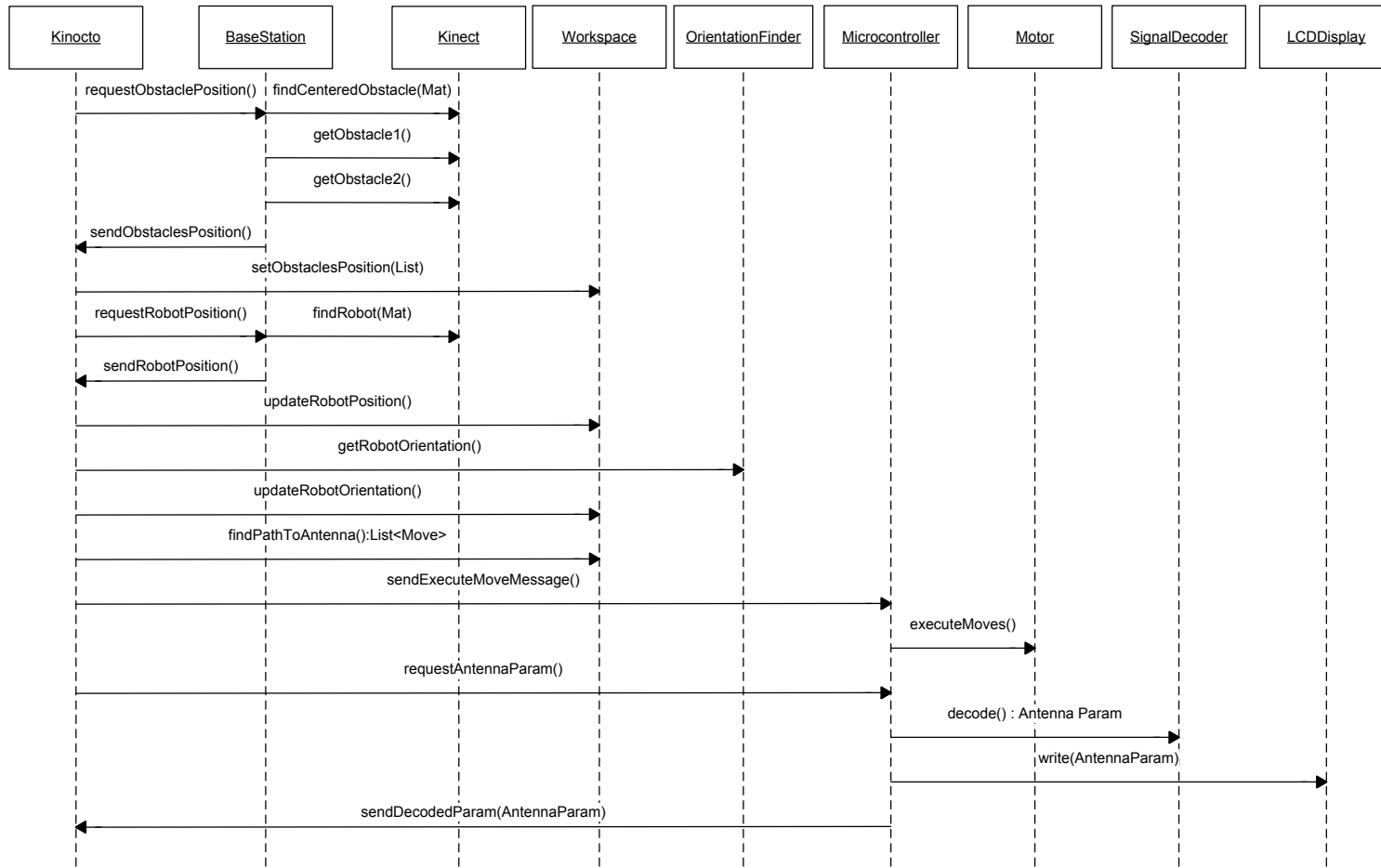


Figure 2.2 – Diagramme des séquences présentant les liens entre la kinecto et son environnement afin de déterminer sa position ainsi que le décodage de l'antenne avec les mouvements associés pour arriver

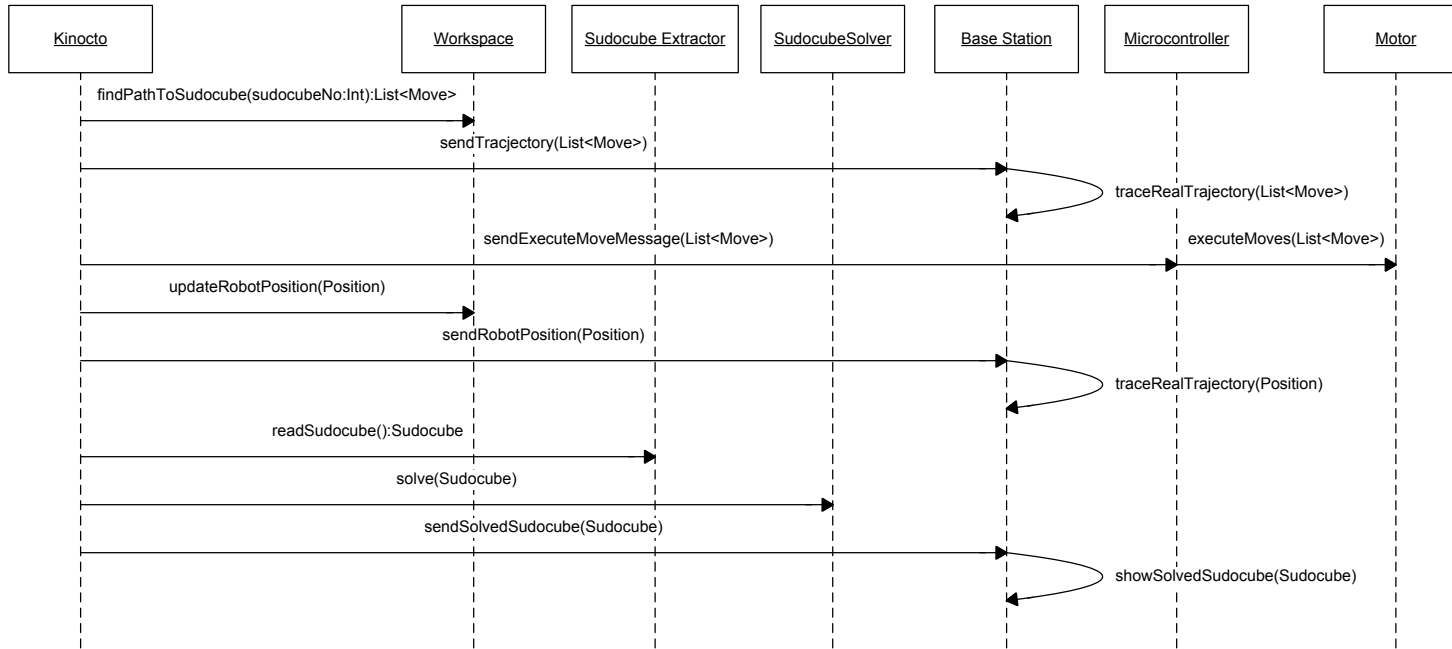


Figure 2.3 – Diagramme des séquences présentant les liens entre la kinecto et la station de base pour la transmission et l’affichage ainsi que la lecture et le décodage du sudocube avec les mouvements nécessaires pour y arriver



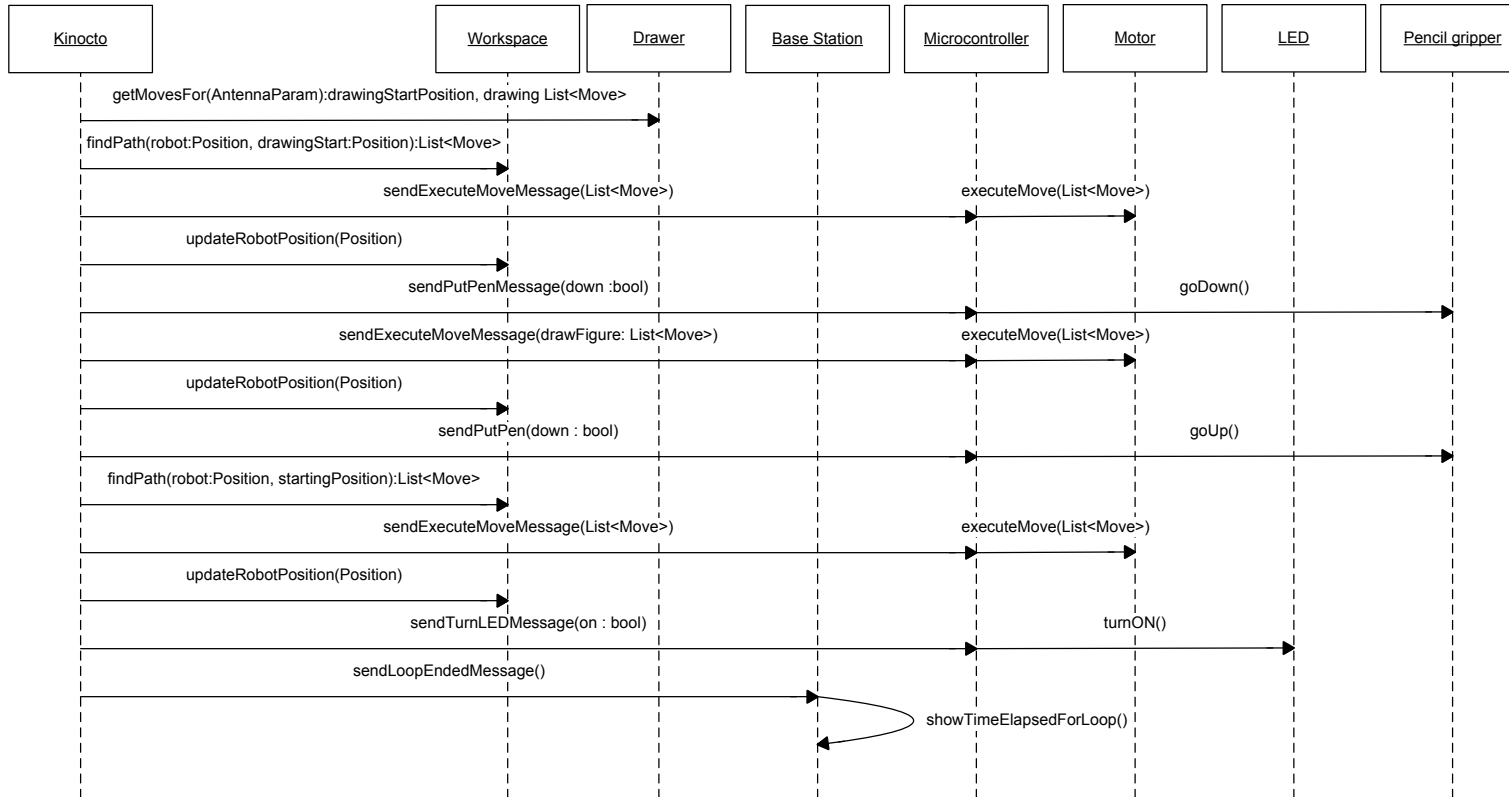


Figure 2.4 – Diagramme des séquences présentant les liens entre la kinecto et la table de jeu dans l'optique du déplacement de celui-ci pour effectuer le dessin du chiffre contenu dans la case rouge du sudocube

# Chapitre 3

## Plan d'intégration

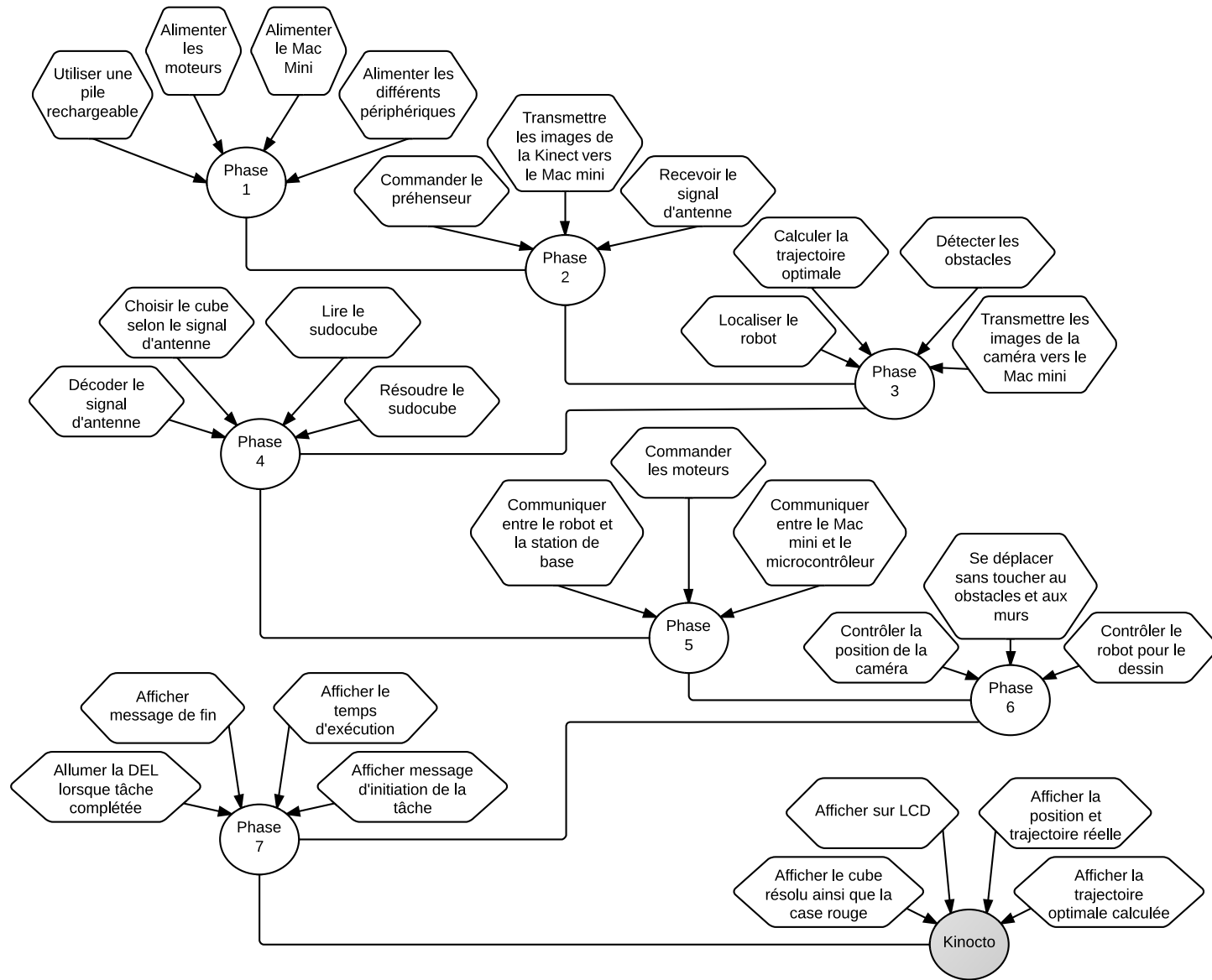


Figure 3.1 – Figure présentant le plan d'intégration

## Chapitre 4

### Registre de risques

Tableau 4.1 – Registre de risques partie 1

Risque	Type de risque	Niveau de priorité (1-faible, 5-élevé)	Conséquences de l'occurrence du risque	Coût en performance associé au risque	Prob. d'occurrence (%)	Coût estimé du risque (\$)	Plan de réduction du risque	Responsable du risque
1	Bris de la batterie suite à une usure prématurée	5	Plus d'autonomie énergétique pour le robot, opération impossible	L'ensemble du système sera inopérable	5	60	Formation des utilisateurs à l'endroit de l'utilisation. Apposition d'un capteur de tension. Dispositifs de protection (fusibles). Utiliser un système de recharge adéquat pour la batterie.	É. Arsenault
2	Utilisation entraînant l'alimentation hors de sa zone de fonctionnement	5	Bris d'un ou des système d'alimentation. Les systèmes auxiliaires, le Mac mini ou les moteurs ne seront pas alimentés. Le système ne sera pas fonctionnel	Une partie ou l'ensemble du système sera inopérable	5	25	Utilisateur de connecteurs protégés (d'un seul sens possible). Dispositifs de protection (fusibles), surdimensionnement des composantes d'alimentation. Achat de pièces de rechange.	D. Thibodeau
3	Bris du crayon lors du dessin	4	Le dessin ne pourra être complété	La portion dessin sera partiellement complète	20	2	Tests rigoureux et optimisation du choix de crayon avant la compétition	É. Arsenault
4	Bris du système de préhension	5	Le dessin ne pourra être complété et selon le moment du bris, la trajectoire du robot peut être affectée	La portion dessin sera partiellement complète et la trajectoire sera déviée	5	10	Tests rigoureux et essais multiples pour vérifier la stabilité en température lors du fonctionnement	É. Arsenault
5	Mauvais branchement avec le microcontrôleur	4	Bris d'une portion ou de la totalité du microcontrôleur. Le bris d'une portion du microcontrôleur empêche l'exécution de la tâche dans son ensemble et peut occasionner des bris dans les systèmes reliés	Un robot qui ne peut pas se déplacer correctement, qui n'allume pas la DEL ou qui n'active pas le préhenseur	5	100	Isolation des entrées et sorties avec des dispositifs de protection (diode), limiteur de courant	D. Fournier

Tableau 4.2 – Registre de risques partie 2

Risque	Type de risque	Niveau de priorité (1-faible, 5-élevé)	Conséquences de l'occurrence du risque	Coût en performance associé au risque	Prob. d'occurrence (%)	Coût estimé du risque (\$)	Plan de réduction du risque	Responsable du risque
6	Mauvaise utilisation des entrées/sorties ou des ports d'alimentation du Mac mini	5	Bris d'une portion ou de la totalité du Mac mini. Une portion ou l'ensemble des auxiliaires ne fonctionnera pas correctement. Le système sera partiellement fonctionnel	Robot incapable d'effectuer l'ensemble de la tâche	5	600	Apposition de protections électriques (fusibles et interrupteurs) sur l'étage d'alimentation du Mac mini. Fixation robuste du Mac mini sur le robot. Protection du port USB du Mac mini en n'utilisant pas le fil d'alimentation.	F. Valois
7	Collision de la caméra web avec les obstacles lors des déplacements ou mauvaise manipulation de celle-ci.	4	Bris de la caméra web. Le bris de la caméra empêche la vision des cubes	Si la caméra ne peut voir le sudo cube, on ne peut trouver le chiffre dans la case rouge et effectuer le bon dessin	5	80	Storage adéquat de la caméra, protection d'alimentation (fusible), limiter les chocs contre les obstacles	D. Thibodeau
8	Problème de communication entre le Mac mini et la station de base	5	Les informations requises ne pourront être transmises correctement, on perd l'information sur le comportement du robot ainsi que sa position. Le robot ne pourra pas se localiser initialement et en temps réel.	Le robot ne remplira pas les exigences d'affichage sur la station de base, le robot ne recevra aucune position de la Kinect	5		Tests répétés pour la transmission et de la réception de l'information en temps réel entre le Mac mini et la station de base	P. Bourdages
9	Bris du système d'exploitation du Mac mini	4	La portion logicielle du robot et le traitement seront absents. Le système ne sera pas fonctionnel	Robot incapable d'accomplir un traitement de tâches	30		Clonage d'une version fonctionnelle et stable du système d'exploitation	P. Buhler

Tableau 4.3 – Registre de risques partie 3

Risque	Type de risque	Niveau de priorité (1-faible, 5-élevé)	Conséquences de l'occurrence du risque	Coût en performance associé au risque	Prob. d'occurrence (%)	Coût estimé du risque (\$)	Plan de réduction du risque	Responsable du risque
10	Problème de communication entre le Mac mini et le microcontrôleur	5	L'ensemble des auxiliaires ne fonctionnera pas correctement. Le système sera non fonctionnel	Robot incapable de se déplacer selon la trajectoire prévue et d'effectuer la tâche	5		Tests répétés pour la transmission et de la réception de l'information entre le Mac mini et le microcontrôleur	D. Fournier
11	Contact avec un ou des obstacles	3	Bris du système et déviation de trajectoire possible	Un robot qui entre en contact avec les obstacles ne remplit pas les exigences du projet	20		Tests rigoureux sur les déplacements et marge de sécurité importante pour le contournement.	O. Sylvain
12	Problème d'identification du robot et de l'environnement (vision) par la Kinect	5	Correction de la trajectoire erronée, risque de rencontrer les obstacles, mauvaise trajectoire calculée	La trajectoire réelle ne sera pas optimale et le robot risque de rencontrer des obstacles	10		Tests rigoureux et utilisation de plusieurs images pour le calcul.	F. Valois
13	Perturbations de l'environnement du robot (irrégularités sur la table ou dans l'éclairage)	2	La trajectoire du robot pourrait être déviée si la vision est entachée par une mauvaise luminosité ou une irrégularité dans la table	La trajectoire parcourue par le robot ne sera pas idéale	10		Tests rigoureux des algorithmes de vision et d'asservissement, essais avec ajout d'irrégularités	D. Thibodeau
14	Départ de l'un des membres de l'équipe	3	La quantité de tâches des membres restants de l'équipe devra être augmentée.	Des détails et des ajustements de pointes nécessitant plus de temps ne seront pas réalisés	5		S'assurer d'une bonne communication dans l'équipe et d'un bon transfert de connaissances	D. Thibodeau

# Chapitre 5

## Vision 1<sup>ère</sup> itération

### 5.1 Localisation avec la caméra embarquée

La localisation avec la caméra embarquée est un système de localisation d'appoint dans le projet Kinecto. La classe Localisation doit recevoir une image et une orientation grossière selon le nord, sud, est ou ouest par rapport à la table. Elle doit ensuite être initialisée en fournissant un fichier .xml contenant les paramètres de calibration. Ces paramètres comprennent les paramètres intrinsèques de la caméra obtenus lors de la calibration, les paramètres liés à la distortion de l'image par la lentille, les paramètres extrinsèques qui permettent de lier les points des images prises par la caméra à leur position par rapport à un système de référence virtuel ainsi que les paramètres qui permettent de recadrer ces coordonnées par rapport au centre du robot.

Avec l'image et les paramètres provenant de la calibration, les méthodes de localisation, de détermination de l'orientation et de mesure de l'angle par rapport au mur peuvent être utilisées.

#### 5.1.1 Localisation

##### 5.1.1.1 Transformations

Pour effectuer la localisation du robot, il faut trouver dans l'image reçue au moins deux points identifiables dont les coordonnées par rapport à la table sont connues. Dans le projet Kinecto, ces points incluent les coins de la tables, les coins inférieurs des blocs de couleur, les coins du carré vert dessiné sur la table. Pour passer du système de coordonnée du robot à celui de la table, il faut résoudre le système d'équation suivant, où les points  $P_1A$  et  $P_2A$  sont les points dans le systèmes de la table,  $P_1R$  et  $P_2R$  sont les mêmes points dans le système du robot et  $t_X$  et  $t_Y$  sont les coordonnées du robot dans le système de la table :

$$X_{1A} = X_{1R}\cos(\theta) - Y_{1R}\sin(\theta) + t_X \quad (5.1)$$

$$Y_{1A} = X_{1R}\sin(\theta) + Y_{1R}\cos(\theta) + t_Y \quad (5.2)$$

$$X_{2A} = X_{2R}\cos\theta - Y_{2R}\sin(\theta) + t_X \quad (5.3)$$

$$Y_{2A} = X_{2R}\sin(\theta) + Y_{2R}\cos(\theta) + t_Y \quad (5.4)$$



En soustrayant l'équation 5.3 de l'équation 5.1 ainsi que l'équation 5.4 de l'équation 5.2, on élimine  $t_X$  et  $t_Y$  et on se retrouve avec deux équations que l'on peut combiner pour obtenir une équation à une inconnue,  $\theta$ . Il s'agit d'une équation de la forme  $a\cos(\theta) + b\sin(\theta) = c$ . Ce type d'équation peut être résolu en considérant la relation suivante :

$$a\cos(\theta) + b\sin(\theta) = R\cos(\theta - \alpha) \quad (5.5)$$

Où  $R = \sqrt{a^2 + b^2}$  et  $\tan(\alpha) = \frac{b}{a}$ . En isolant  $\theta$ , on obtient donc :

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right) + \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (5.6)$$

Il suffit ensuite d'utiliser  $\theta$  dans deux des équation initiales pour retrouver les coordonnées du robot selon le système de référence de la table  $t_X$  et  $t_Y$ .

### 5.1.1.2 Localisation des points

#### 1. Coins de table

Les points correspondant aux coins de table sont trouvés dans l'image en effectuant d'abord une segmentation sur le noir et en utilisant ensuite l'algorithme des lignes de Hough pour retrouver les lignes de bas de mur. L'intersection entre les lignes de bas de mur constitue le coin de la table. Un intérêt de cette méthode est qu'elle permet de retrouver les coins de table même lorsqu'un obstacle se trouve devant celui-ci.

#### 2. Coins du bas des blocs de couleur

Les coins du bas des blocs de couleurs peuvent être retrouvés en trouvant les intersections entre les lignes de bas de mur et la ligne du bas du bloc de couleur, trouvée après segmentation sur le bleu et l'orange.

#### 3. Coins du carré vert

Les coins internes du carré vert peuvent être retrouvés en segmentant sur le vert et en retrouvant les intersections entre les lignes avec la méthode décrite plus haut.

### 5.1.2 Orientation et angle par rapport au mur

L'angle par rapport au mur peut être utile pour réorienter le robot pour la lecture des sudokus. Il est facilement obtenu en utilisant la ligne de bas de mur détectée précédemment. L'orientation peut être déduite en utilisant cet angle et l'orientation fournie à l'initialisation.

# Chapitre 6

## Schémas électroniques 1<sup>ère</sup> itération