

EIRBOT  
COUPE DE FRANCE DE ROBOTIQUE

---

Equipe Eirboat

---

1A 2019-2020



# Table des matières

<b>II</b>	<b>Description des projets</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Description générale de l'organisation</b>	<b>3</b>
1.1	Arbres des tâches à réaliser par le robot . . . . .	3
1.2	Répartition des tâches . . . . .	5
1.3	Points pour la coupe . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Mécanique</b>	<b>8</b>
2.1	Mécanique générale du robot . . . . .	8
2.2	Actionneurs . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Electronique</b>	<b>9</b>
3.1	Alimentation . . . . .	9
3.2	Puissance . . . . .	10
3.3	Actionneur . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Informatique</b>	<b>11</b>
4.1	Asservissement . . . . .	11
4.2	Stratégie . . . . .	11
4.2.1	Modélisation de la table - Définition des obstacles . . . . .	12
4.2.2	Recherche de Chemin - Algorithme A* . . . . .	13
4.2.3	Détection des adversaires . . . . .	14
4.2.4	Gestion des actionneurs . . . . .	14
4.2.5	Boucle de jeu principale . . . . .	14
4.2.6	Mise en place de tests . . . . .	14
4.3	Protocole de communication Stratégie → Asservissement . . . . .	14
4.3.1	Asservissement . . . . .	14
4.3.2	Détection . . . . .	15

## Deuxième partie

### Description des projets

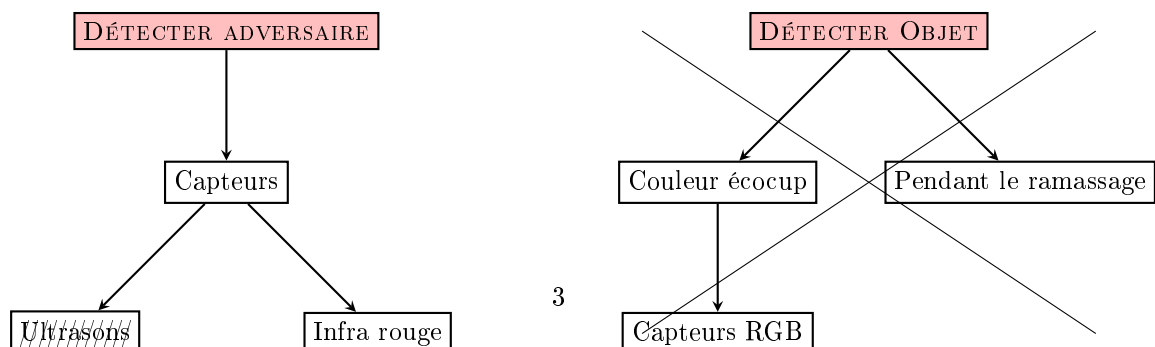
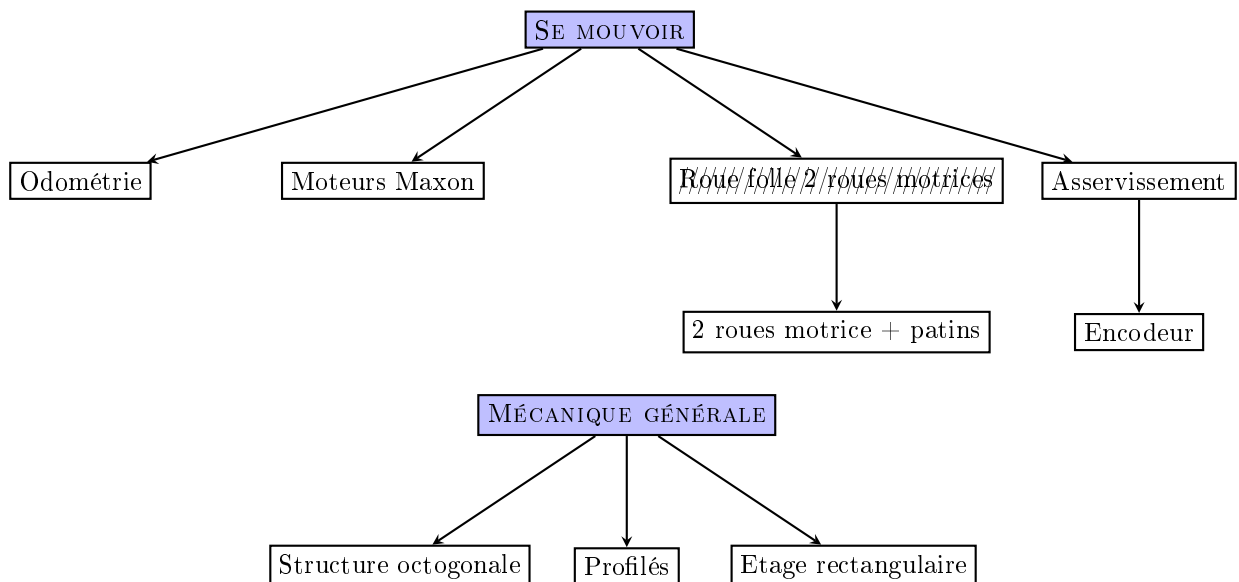
# Chapitre 1

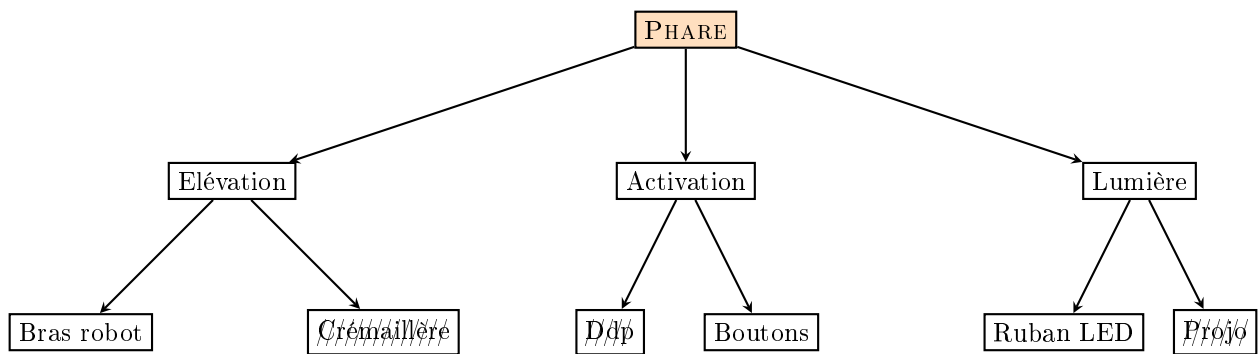
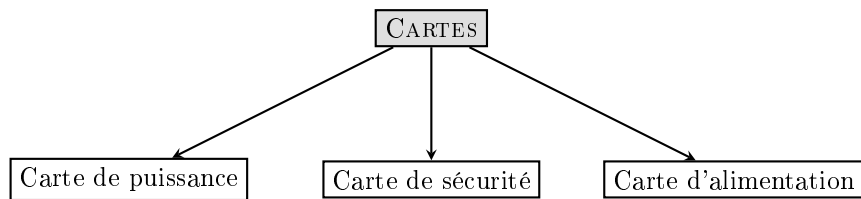
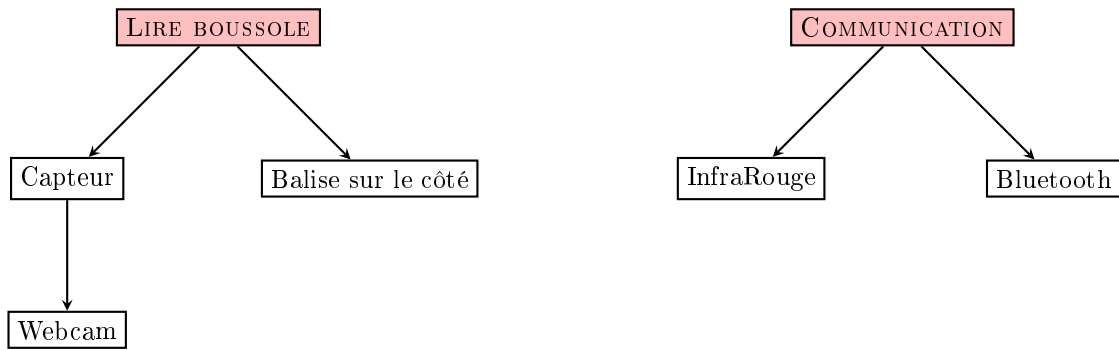
## Description générale de l'organisation

Ce chapitre a pour but de mettre en place l'organisation générale du travail. Il faut comprendre que lors de cette division nous nous connaissons peu. Ce genre de brain storming nous a alors appris à nous connaître et à définir globalement les objectifs du robot.

### 1.1 Arbres des tâches à réaliser par le robot

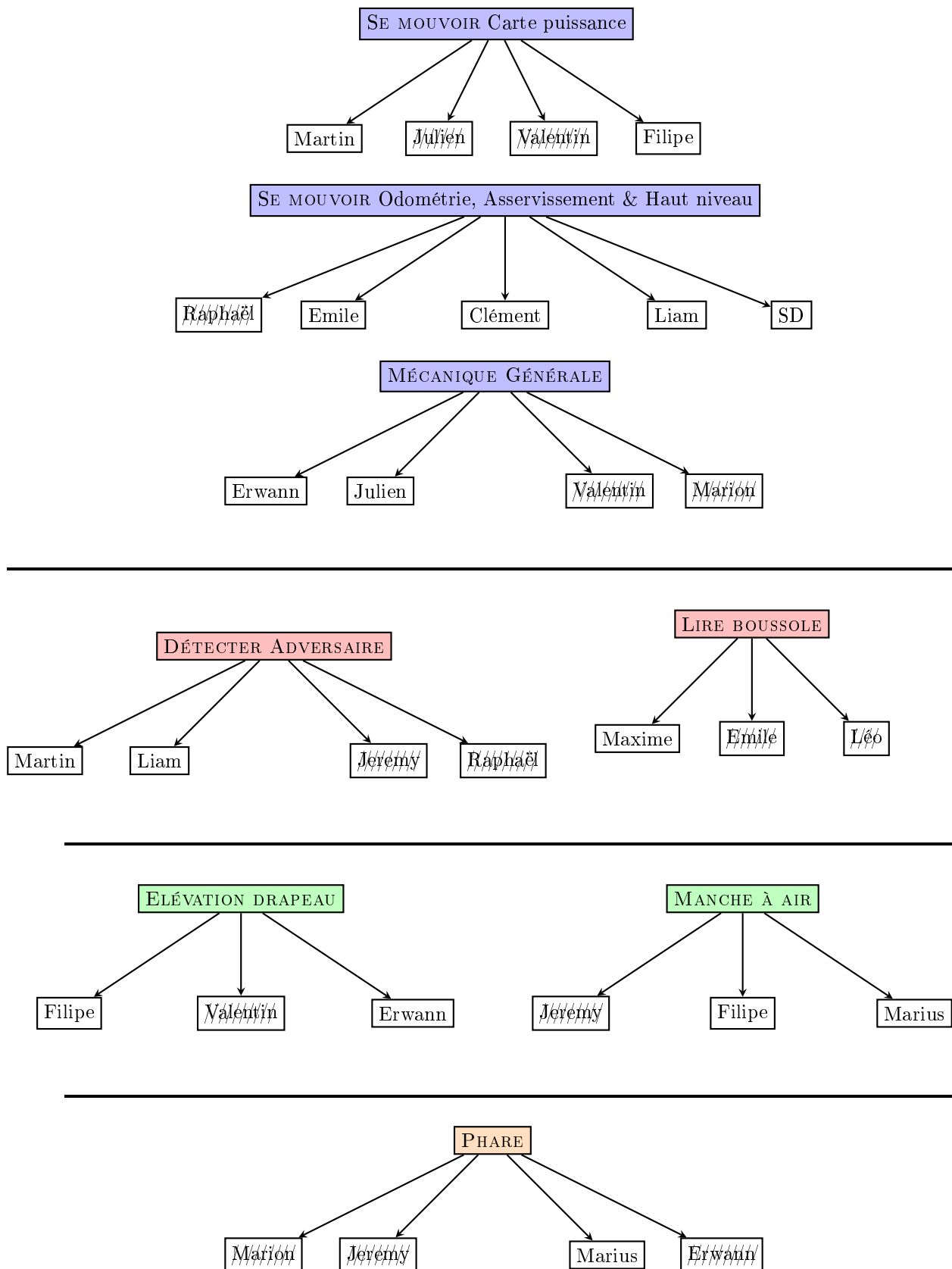
Dans un premier temps nous réalisons un schéma des différentes tâches à effectuer par le robot. Ces dernières nous permettront de cadrer le robot et plutard de mettre en place la stratégie de ce dernier.

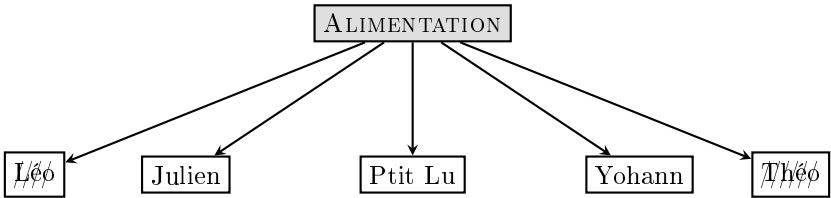




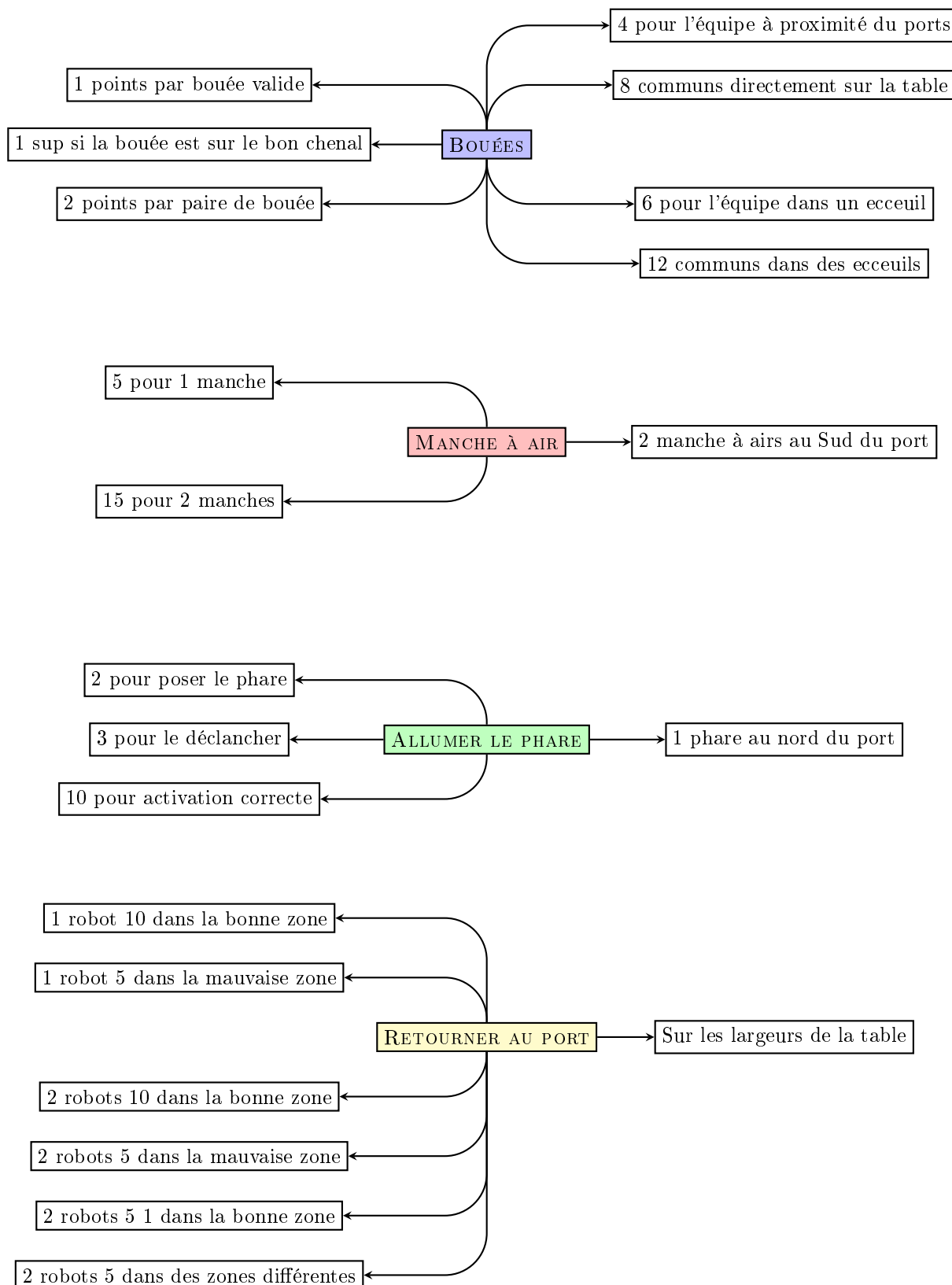
## 1.2 Répartition des tâches

Dans un second temps nous nous répartissons de manière globale les tâches à réaliser.





### 1.3 Points pour la coupe





## Chapitre 2

# Mécanique

### 2.1 Mécanique générale du robot

### 2.2 Actionneurs

## Chapitre 3

# Electronique

### 3.1 Alimentation

**Objectif.** La carte d'alimentation doit distribuer l'énergie et convertir les tensions vers tous les modules du robot. Elle récupère l'énergie de la batterie et elle possède les caractéristiques suivantes :

- Moteurs : 3A/moteurs
- Logique 5V 1.5A
- Puissance 5V 3A
- Puissance 12V 3A

**Mise en oeuvre.** Voici un schéma récapitulatif des principales fonctionnalités de la carte d'alimentation.

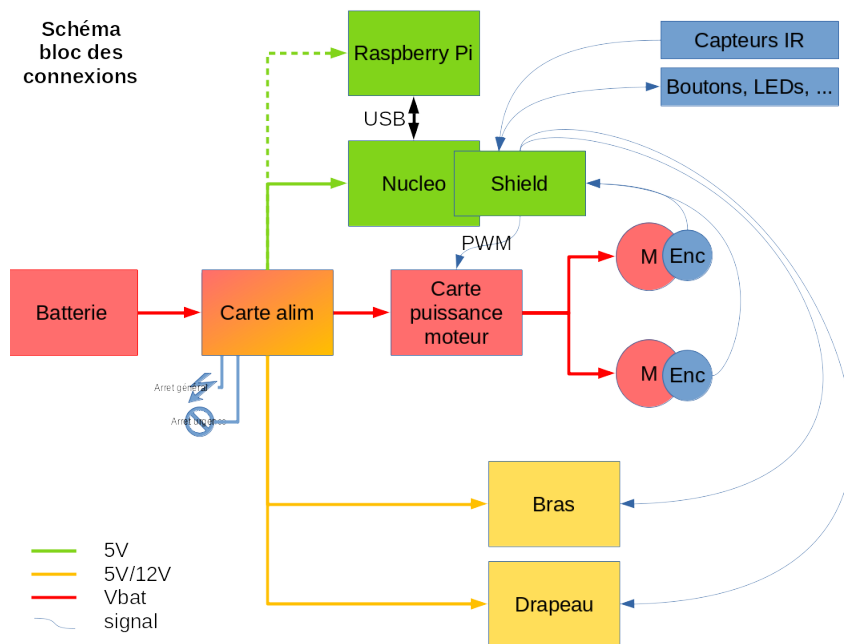


FIGURE 3.1 – Schéma de principe de la carte d'alimentation

Les détails techniques sont disponibles dans le dossier [alimentation](#) sur github.

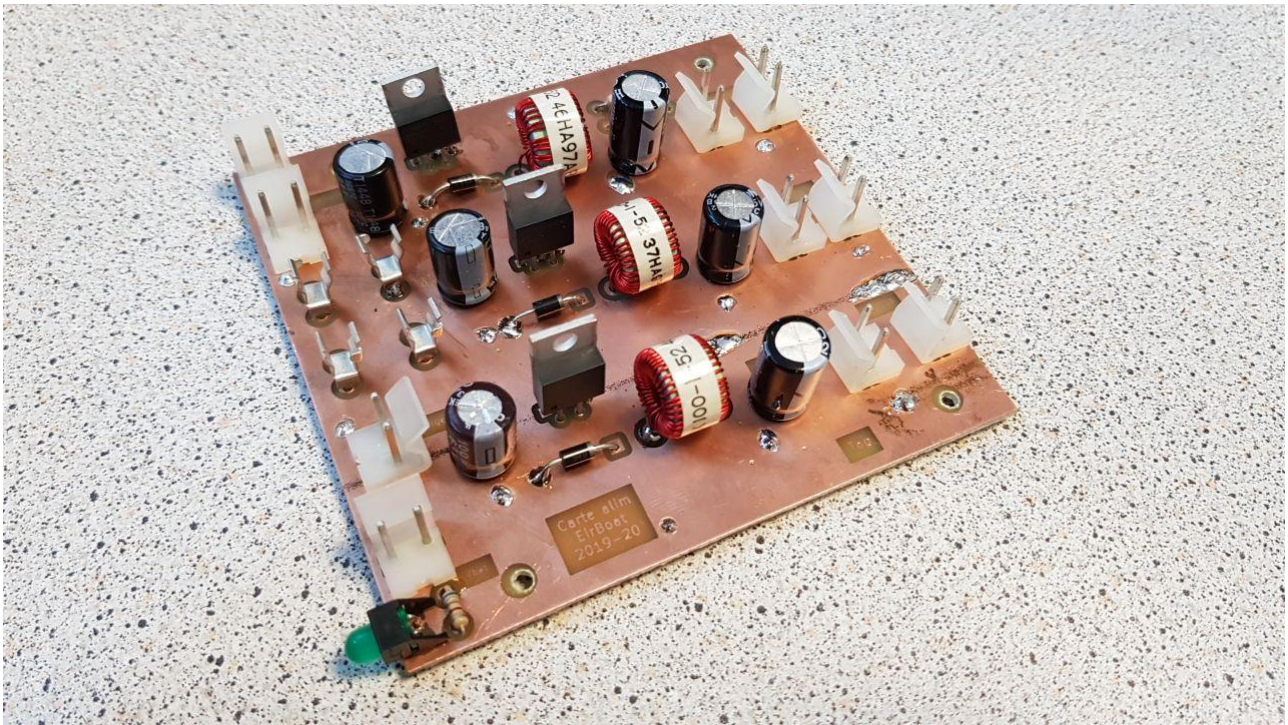


FIGURE 3.2 – Résultat de la carte d'alimentation

## 3.2 Puissance

**Objectif.** Les cartes de puissance permettent de récupérer l'alimentation fournies par l'alimentation et de transmettre au moteur la bonne puissance selon les commandes de l'asservissement. Elle permet aussi au moteur de réaliser une marche arrière via un pont en H.

**Mise en oeuvre.**

**Résultat.**

## 3.3 Actionneur

# Chapitre 4

## Informatique

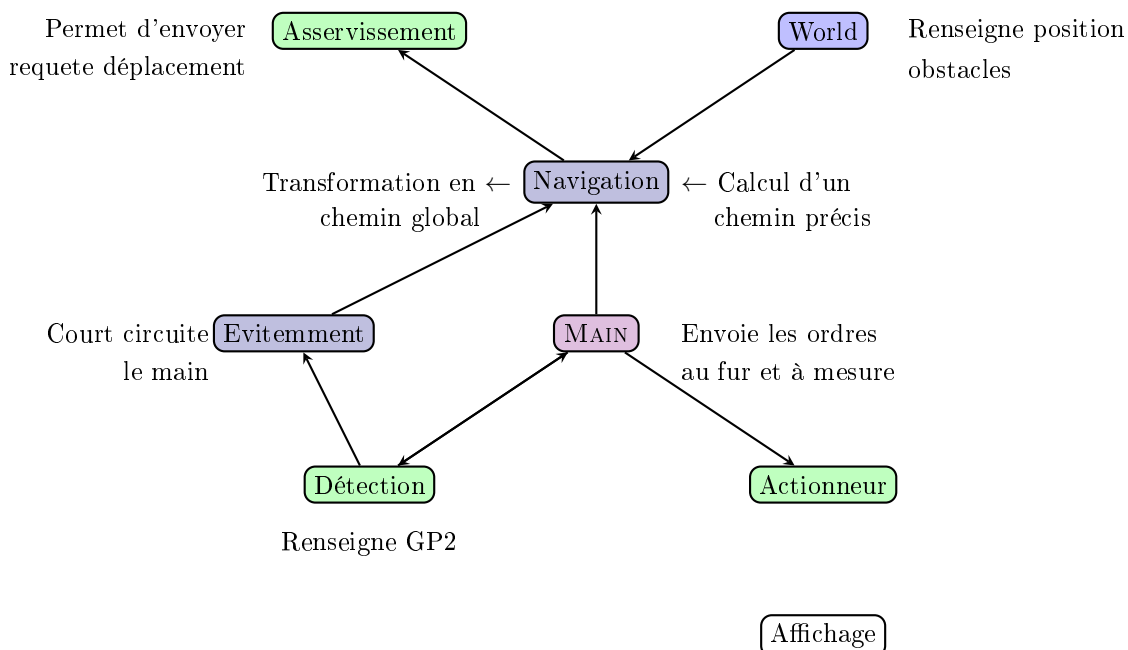
L'idée de cette partie est de donner une description de tous le soft que nous avons mis en place. Cette partie est la plus volumineuse car c'est la plus abstraite. Nous avons divisé ce chapitre en trois parties. Tout d'abord une partie Asservissement qui est basé sur la nucléo et qui permet d'envoyer de réaliser les déplacements "unitaire" de robot. Dans un second temps nous avons la partie Stratégie. Cette dernière est basée sur la raspberry et permet de réaliser les calculs de trajectoire, les gestions des manoeuvres d'évitement et la comptabilisations des points. Finalement un protocole de communication permet de garder un contact entre les deux cartes. Il est à noter que nous avons réfléchis à un certain nombre de cas critiques (perte de la communication rasp/nucleo etc) pour éviter de se retrouver bloqué au milieu de la table.

### 4.1 Asservissement

### 4.2 Stratégie

#### Introduction

Cette partie à pour objectif de définir de manière abstraite la communication entre les différents blocs informatique pour permettre une compréhension générale par tous (le violet représente le plus haut niveau, le vert représente un point de communication avec la nucléo).



#### 4.2.1 Modélisation de la table - Définition des obstacles

**Objectif.** Cette section de la stratégie est la première section, elle a pour but de définir l'environnement dans lequel le robot va évoluer. Cette définition de l'environnement sera cruciale pour la recherche de chemin. L'objectif est donc de créer un système permettant de définir des obstacles et des méthodes permettant de vérifier si il y a des obstacles à un endroit.

**Définition d'un obstacle.** La structure permettant de définir un obstacle est relativement simple, elle contient la position du centre d'un obstacle, sa largeur et sa longueur. Avec cette définition tous nos obstacles sont rectangulaires. Par la suite, nous avons renseigné les positions de tous les obstacles et leurs types (eco cup, petit taquet, grand taquet). Nous mettons toutes ces informations dans un vecteur. Ce vecteur sera l'élément de base pour détecter les collisions entre notre robot et les obstacles.

**Prévision de collision.** L'idée est d'obtenir une méthode permettant de savoir si notre robot peut aller à un point donné sans toucher d'obstacles. Nous réalisons un test mathématique simple qui permet de nous donner en fonction de coordonnées  $x, y$ , d'une forme d'obstacle et d'une liste contenant tous les obstacles si la case est valide ou non. Le fait de pouvoir tester les différentes formes d'obstacles nous permet dans des cas critiques de désactiver les tests sur les objets qui sont mobiles et ainsi nous sortir d'une situation délicate.

En somme nous disposons maintenant d'une modélisation simple de la table ce qui nous permettra de pouvoir calculer les déplacements du robot tout en évitant les obstacles. Nous ajoutons aussi une fonctionnalité permettant de ne pas prendre en compte toutes les obstacles ce qui nous permet de prioriser l'évitement de certains obstacles (nous préférons rentrer en collision avec une eco\_cup qu'avec un robot).

## 4.2.2 Recherche de Chemin - Algorithme A\*

**Objectif.** L'idée est d'implémenter un algorithme permettant de calculer un chemin pour notre robot. L'idée est qu'il puisse, d'un point donné aller à un autre point tout en évitant les obstacles. Ces obstacles seront soit défini directement (comme les gobelets) ou défini en fonction de la détection des robots adverses. Nous réutilisons la classe *world* pour l'implémentation des obstacles.

**Description de l'algorithme de pathfinding A\*.** A\*<sup>1</sup> commence à un noeud choisi. Il applique à ce dernier un cout initial, il estime ensuite la distance entre ce noeud et le but à atteindre. Le coût additionné à l'évaluation représentent le *cout euclidien* assignné au chemin menant à ce noeud. Le noeud est alors ajouté à une file d'attente prioritaire, appelée *open list*.

Premièrement l'algorithme récupère le premier noeud de l'*open list*. Si elle est vide, il n'y a aucun chemin du noeud initial à celui d'arrivée, l'algorithme est en erreur. Si le noeud est celui d'arrivée, l'algorithme va reconstruire<sup>2</sup> le chemin complet et renvoyer le résultat.

Ensuite, si le noeud n'est pas le noeud d'arrivée alors de nouveaux noeuds sont créés pour tous les noeuds contigus admissibles<sup>3</sup>. L'A\* calcule ensuite son coût et le stocke avec le noeud. Ce coût est calculé à partir de la somme du coût de son ancêtre et du coût de l'opération pour atteindre ce nouveau noeud.

En parallèle l'algorithme conserve la liste des noeuds qui ont été vérifiés, c'est la *closed list*. Si un noeud nouvellement produit est déjà dans cette liste avec un coût égal ou inférieur, on ne fait rien.

Après, l'évaluation de la distance du nouveau noeud au noeud d'arrivée est ajoutée au coût pour former l'heuristique du noeud. Ce noeud est alors ajouté à la liste d'attente prioritaire, à moins qu'un noeud identique dans cette liste ne possède déjà une heuristique inférieure ou égale.

Une fois ces étapes effectuées pour chaque nouveau noeud contigu, le noeud original pris de la file d'attente prioritaire est ajouté à la liste des noeuds vérifiés. Le prochain noeud est alors retiré de la file d'attente prioritaire et le processus recommence.

**Mise en oeuvre.** Les détails techniques sont disponibles dans le dossier code, fichier [navigation](#).

Reprenons l'idée générale de cette partie : implémentation d'une recherche de chemin. L'algorithme qui au coeur de cette recherche de chemin à déjà été présenté. Nous allons donc décrire la classe *Navigation*, le but de cette classe est de récupérer une destination souhaitée, de trouver le chemin (tout en évitant les obstacles) via l'A\* et enfin d'effectuer les déplacements en appelant la classe d'Asservissement via le protocole de communication. Cette classe aura donc des noeuds comme attribut, (un noeud contient la position  $x,y$ , les différents cout  $fcost, gcost, hcost$  et les parents du noeud  $parentX, parentY$ ). Elle possède 3 méthodes principales, tout d'abord Astar qui permet d'exécuter l'Astar, cette méthode appelle MakePath qui a pour but de construire un vecteur contenant le chemin final. Cependant à ce stade nous avons une description du chemin très précise (centimètre par centimètre), nous devons fournir quelque chose de moins précis à l'asservissement (au risque d'avoir un papybot). Pour cela nous avons la méthode NavigateToAsserv qui permet de transformer ce chemin en suite de segment ce qui nous permet de nous déplacer.

1. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme\\_A\\*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_A*)

2. Cette reconstruction se fait grâce aux informations de la *closed list*

3. Dans notre cas si il est libre ou non

A ce stade nous avons un moyen de trouver notre chemin et faire déplacer un robot de manière assez brutale, il faudrait développer un algorithme de lissage de la trajectoire (pour avoir des changements de direction moins brutaux).

### 4.2.3 Détection des adversaires

**Objectif.** L'idée de cette partie est de montrer comment nous avons utilisé les différents détecteurs (GP2) pour mettre au point un système de détection et surtout de réaction pour la détection. Dans un premier temps nous avons pensé à court circuiter la nucléo et la rasp lorsque nous avons une interruption de détection. Nous avons ensuite trouvé un moyen de l'intégrer dans la boucle principale.

**Mise en oeuvre.** Le code de haut niveau est relativement simple, il consiste à utiliser la définition des obstacles. Lorsque nous détectons un robot adverse, la stratégie prend un branchement, récupère l'information sur la distance par rapport au robot et place un obstacle de la taille d'un robot puis relance la navigation ce qui permet d'éviter l'obstacle. A la fin du branchement l'obstacle est détruit. Il s'agit maintenant de transmettre l'information entre les GP2, la nucléo et la raspberry. En parallèle de la détection "normale" nous allons réutiliser le point que nous avons soulevé lors de la définition des obstacles c'est à dire le fait que nous pouvons supprimer des obstacles. En effet supposons que nous détectons un robot, nous plaçons un nouvel obstacle puis nous relançons la navigation. Cependant le nouvel obstacle pourrait conduire à un échec de la navigation, notre robot peut être dans le cas où il est bloqué. Nous créons alors une autre étape dans notre branchement. Lorsque nous relançons la navigation si cette dernière ne trouve pas de chemin car nous sommes bloqué alors nous enlevons tous les obstacles du type "eco cup". Cela nous permet alors de nous sortir de notre situation de blocage (tout en poussant des eco cup). A ce stade nous avons un système permettant de détecter et de réagir lorsque nous avons un robot adverse face à nous.

Nous allons maintenant décrire comment s'organise la communication.

### 4.2.4 Gestion des actionneurs

### 4.2.5 Boucle de jeu principale

### 4.2.6 Mise en place de tests

**Objectif.**

## 4.3 Protocole de communication Stratégie → Asservissement

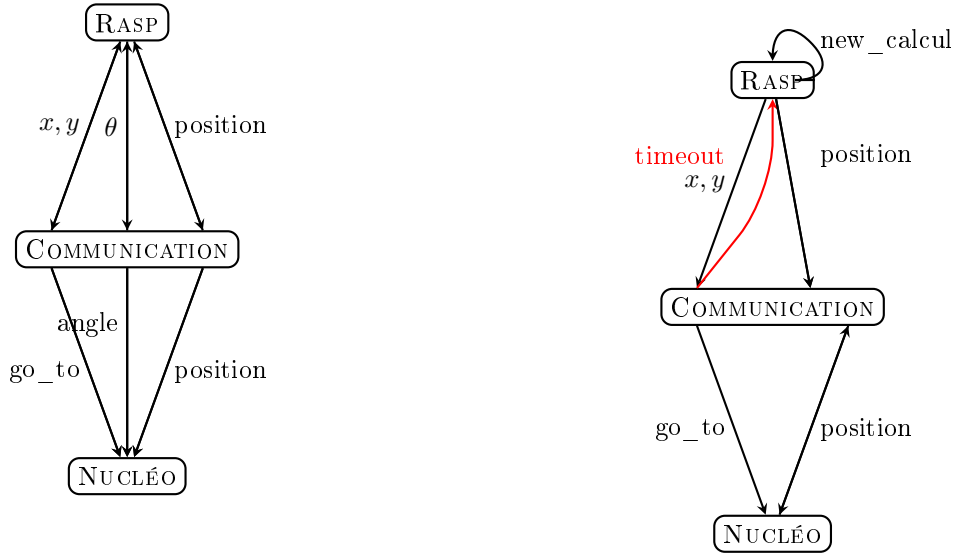
### 4.3.1 Asservissement

Commençons par le cas d'utilisation classique, nous estimons que la nucléo ne rencontre aucun problème particulier. Dans ce cas normal la rasp peut envoyer trois types de requêtes, une de position, une d'angle et une d'initialisation. Le protocole de communication transforme ces requêtes en instructions pour la nucléo. La nucléo



execute les actions et renvoie une confirmation d'exécution de la requete ce qui informe la rasp que l'action a correctement été réalisée.

Dans un second temps nous présentons le mécanisme qui se met en place si la rasp transmet un ordre mais qu'aucune réponse n'est receptionnée sur une action.



Il faut encore gérer le cas où la nucléo ne répond plus du tout, nous réalisons alors un branchement, si nous obtenons une succession de timeout alors nous arrêtons la rasp et nous lançons un programme d'urgence pour que la nucléo fasse un programme minimal (c'est à dire rentrer au port). Nous devons encore définir comment activer ce programme minimal.

### 4.3.2 Détection

Le protocole de communication pour la détection va fonctionner de manière très similaire à l'asservissement. La principale différence réside dans le fait que la nucléo peut envoyer une interruption à la rasp pour lui indiquer que l'on détecte un robot adverse.

Dans le cas d'une détection, automatiquement la nucléo va stopper les moteurs et envoyer à la rasp l'information via le protocole de communication. La rasp va alors recevoir les informations de tous les GP2 actifs sur les différentes distances seuils. Une fois cela effectué, la rasp va déterminer la position et l'angle du robot, elle va alors pouvoir créer un nouvel obstacle et recalculer une trajectoire tout en évitant le robot. Si l'on évite correctement le robot adverse nous continuons notre trajectoire. Dans le cas contraire, les GP2 redetecte quelque chose, la nucléo renvoie une interruption etc. Si l'on arrive dans un cas de figure où nous avons des interruptions sans arrêt alors nous réalisons une manoeuvre d'évitement de grande ampleur. Qui consiste à reculer et faire un détour pour être sûr de l'éviter.

Il reste un dernier cas à traiter si lorsque nous détectons un robot et que la navigation de la rasp ne trouve pas de chemin. Dans ce cas nous devons tout de même nous sortir de la situation. Ainsi la navigation va supprimer les obstacles du type eco\_cup et s'échapper tout en renversant les écups.

Ainsi nous avons théoriquement un système qui nous permet de détecter et d'éviter un robot adverse.