

RAPPORT projet

Année scolaire 2024-2025

Régifleur, le robot qui s'occupe de vos pots de fleurs



Étudiants : Targowski Baptiste et Jean-Baptiste Niochet

Encadrant() : Monsieur Pascal Masson

Ecole Polytechnique Universitaire de Nice Sophia-Antipolis, Robotique Systèmes Autonomes

SOMMAIRE

Chapitre I : Présentation générale du robot.....	3
Chapitre II : Déplacement du robot et du pot.....	4
II. 1. Châssis et carrosserie.....	4
II. 1. 1. Cahier des charges.....	4
II. 1. 2. Etat de l'art.....	4
II. 1. 3. Solution envisagée.....	5
II. 1. 4. Résumé.....	5
II. 2. Motricité.....	5
II. 2. 1. Cahier des charges.....	5
II. 2. 2. Etat de l'art.....	6
II. 2. 3. Solution envisagée.....	6
II. 2. 4. Résumé.....	7
II. 3. Pince.....	7
II. 3. 1. Cahier des charges.....	7
II. 3. 2. Etat de l'art.....	7
II. 3. 3. Solution envisagée.....	8
II. 3. 4. Résumé.....	9
Chapitre III: Les capteurs.....	9
III.1. Luminosité.....	9
III.1. 1. Cahier des charges.....	9
III.1. 2. Etude de l'art.....	10
III.1. 3. Solution envisagée.....	11
III.2. Distance.....	11
III. 2.1.Cahier des charges.....	11
III.2.2 Etude de l'art.....	11
III.2.3. Solution Envisagée.....	13
III.3. Colorimétrie.....	13
III.3.1. Cahier des charges.....	13
III.3.2. Etude de l'art.....	13
III.3.3 Solution envisagée.....	14
III.4. Suivie de ligne.....	14
III.4.1. Cahier des charges.....	14
III.4.2 Solution envisagée.....	14
Chapitre IV: Alimentation et matériaux.....	15
IV. 1 Alimentation.....	15
IV. 2 Matériaux.....	16
Conclusion.....	16
Bibliographie.....	16
Annexe.....	18
Annexe A: Planning.....	18
Annexe B : Liste des pièces à commander.....	19

Introduction

Dans notre vie quotidienne, il est difficile de surveiller et de traiter nos plantes d'intérieur tout comme celles d'extérieur et de leur apporter ce dont elles ont besoin. Afin d'y remédier, nous vous proposons Régifleur. Un robot alliant robotique et agriculture.

Régifleur est un robot permettant d'aider les personnes à organiser un potager en fonction de l'intensité lumineuse présente sur la zone du potager et il se basera sur le besoin lumineux de chaque plante.

Il aura donc comme fonctionnalité la possibilité de se déplacer, de transporter des pots de fleurs, de reconnaître les pots et de connaître l'intensité lumineuse du site. Ce robot sera donc un réel outil écologique afin de préserver notre biodiversité qui est en danger. Il aidera également les personnes qui souhaitent avoir de belles plantes mais qui n'ont pas le temps de s'en occuper.

Pour expliquer notre projet, nous allons pour cela le séparer en plusieurs parties afin de pouvoir être le plus précis possible. Tout d'abord, nous détaillerons de façon générale ce qu'est notre robot afin d'aborder plus paisiblement les différentes fonctions et de quoi il est constitué (déplacement, capteur, alimentation).

Chapitre I : Présentation générale du robot

Notre robot déplacera les plantes en fonction du rayonnement solaire. Il sera équipé de 4 roues afin d'avoir une bonne stabilité et de ne pas être trop énergivore. Pour le transport, nous avons pensé à une pince se refermant à la détection d'un pot de fleur. Pour reconnaître les pots, nous avons pensé à un capteur colorimétrique permettant de scanner les pots. Chaque pot possédera une couleur indiquant les besoins des plantes en luminosité. Pour le déplacement, nous pensons commencer par un suiveur de ligne et rapidement évoluer vers un robot capable de connaître sa position exacte sur le site du potager.

Nous allons nous inspirer des robots de la coupe robotique de l'année 2024.

La majeure partie des équipes lors de la coupe robotique ont utilisé des pinces pour le transport de la plante, des pinces se refermant :

- au niveau de la tige de la plante (pas une bonne idée pour un rendu réaliste)
- sur le pot puis le soulevant (idée intéressante mais limitant le nombre de plante déplaçable)

- se refermant sur un groupe et le déplaçant à terre (risque de faire tomber la plante).

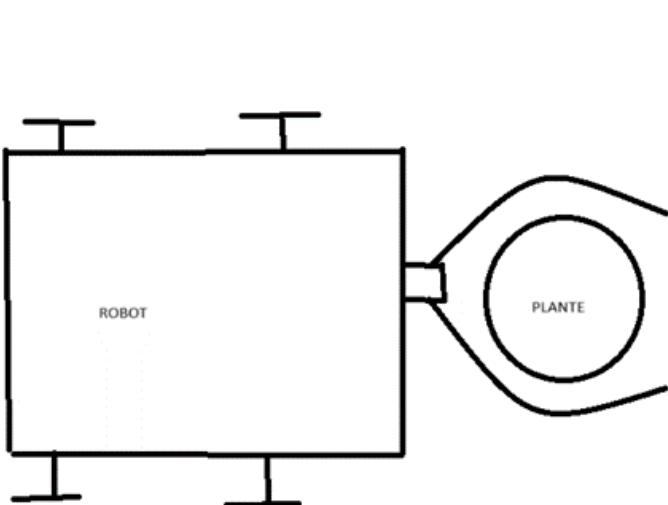


Image du robot Trooper

De plus, notre robot s'inspirera du robot Trooper et de nombreux autres robots afin de concevoir le nôtre , créé par des français afin de faciliter les tâches répétitives et fatigantes des horticulteurs et des saisonniers (surtout de déplacer les pots).

Chapitre II : Déplacement du robot et du pot

II. 1. Châssis et carrosserie

II. 1. 1. Cahier des charges

Les plus grandes contraintes imposées à Régifleur seront l'exposition au soleil et l'humidité. La carrosserie devra intégrer la batterie, la carte arduino, la pince et les moteurs. Afin de respecter les critères de résistance à la chaleur (il sera la plupart du temps au contact du soleil) et d'humidité, notre carrosserie pourra s'inspirer du robot Trooper dont les fabricants ont conçu un boîtier robuste face à ses différentes contraintes.

II. 1. 2. Etat de l'art

Nous pourrions utiliser différents matériaux pour la carrosserie de Régifleur: l'aluminium, le bois, le plastique...

Les caractéristiques de l'aluminium:

- Conducteur d'électricité et de chaleur
- Oxydable
- Robuste
- Peu déformable
- Difficilement usinable
- Lourd

Les caractéristiques du plastique:

- Peu conducteur
- Moyennement robuste
- Déformable
- Léger

Les caractéristiques du bois:

- Peu conducteur
- Robuste
- Peu déformable
- Facilement usinable
- Moyennement léger

II. 1. 3. Solution envisagée

Notre carrosserie sera majoritairement en bois étant donné ses caractéristiques: nous pourrons le façonner aisément, la carte arduino sera protégée de la chaleur et de l'humidité. Le bois ne se déformerà pas à cause de la chaleur et ne s'oxydera pas à cause de l'humidité. Nous pourrons utiliser la fraiseuse ou la découpeuse laser du fablab afin de réaliser le châssis et la carrosserie.

II. 1. 4. Résumé

Notre châssis et carrosserie sera fait de bois. Matériau qui répond aux contraintes demandées dans le cahier des charges

II. 2. Motricité

II. 2. 1. Cahier des charges

Notre robot doit pouvoir se déplacer et transporter une plante (27 g pour le pot en métal + 15 g la plante = 43g) sur terrain plat. On supposera que le

robot pèsera 2 kg. Il devra posséder quatre roues.

II. 2. 2. Etat de l'art

Il existe plusieurs types de moteurs: moteur à courant continu, moteur pas à pas , moteur brushless et servomoteur.

Dans la partie “Éléments de robotique avec arduino : Moteurs (V12)” du site de Pascal MASSON[A] une grande partie du choix des moteurs est expliquée. On nous indique que les servomoteurs sont utilisés pour effectuer des rotations de 180° aux objets. Les moteurs brushless pour faire fonctionner des hélices. Les moteurs pas à pas si nous voulons obtenir un angle très précis dans la rotation du moteur. Enfin, les moteurs à courant continu sont utilisés pour mettre en mouvement des objets lourds et donc dans notre cas mettre en mouvement les roues du robot. Les moteurs à courant continu sont le choix idéal pour les robots équipés de roues car ils assurent une rotation continue et peuvent avoir un retour de position à l'aide d'encodeurs optiques.

Sur le même site, nous retrouvons des indications sur les paramètres à prendre en compte dans le choix du moteur:

- ✓ Masse du robot
- ✓ Nombre de roues
- ✓ Rayon des roues
- ✓ Tension de la batterie
- Il faut aussi prendre en compte :
 - ✓ Le temps de fonctionnement
 - ✓ La vitesse et l'accélération
 - ✓ L'inclinaison maximale du parcours

II. 2. 3. Solution envisagée

Nous avons décidé de motoriser les 4 roues de notre robot avec des moteurs à courant continu. Nous avons donc réalisé une simulation pour savoir quels critères devraient avoir nos moteurs pour chaque roue en supposant la masse du robot à 2 kg :

Total mass:	2	Output (for each drive motor)
	Kg	Angular Velocity:
Number of drive motors:	4	66.667
	[#]	rad/s
Radius of drive wheel:	0.03	Torque:
	m	0.053328
Robot Velocity:	2	Nm
	m/s	Total Power:
Maximum incline:	20	3.5552
	[deg]	W
Supply voltage:	12	Maximum current:
	V	0.29627
Desired acceleration:	0.2	[A]
	m/s ²	Battery Pack:
Desired operating time:	3	0.059254
	min	[Ah]

Caractéristiques des moteurs

Critères correspondant aux attentes de notre robot

II. 2. 4. Résumé

II. 3. Pince

II. 3. 1. Cahier des charges

Nous souhaitons posséder une pince assez puissante pour pouvoir supporter le poids du pot [D] (43 g) et éviter qu'il ne glisse lors du déplacement du robot, sans pour autant endommager celui-ci. De plus, la pince doit également être en position « ouverte » au repos afin de pouvoir se refermer sur les pots quand la pince passe à l'action. Enfin, le pot devra être légèrement soulevé afin de ne pas frotter le sol.

II. 3. 2. Etat de l'art

Différents types de pinces existent pour les robots préhenseurs : fixation par aspiration sous vide [C], par attraction magnétique ou encore par adhésion électrostatique. Néanmoins, ces fixations sont adaptées pour adhérer sur des surfaces plates, lisses ou métalliques. Etant donné que nous souhaitons réaliser un robot capable d'agripper un pot métallique nous pourrions partir vers la solution de l'attraction magnétique. Cependant, cette solution demande beaucoup d'énergie. Or, nous souhaitons minimiser les demandes en énergie du robot.

Nous nous inspirerons donc d'une pince mécanique à l'image de

certaines utilisées lors de la coupe robotique. Elle nous limitera au niveau du nombre de plantes déplaçables mais sera précise et permettra de respecter notre cahier des charges. La pince ressemblera à deux mains en coupe légèrement courbées et se rétrécissant sur la partie inférieure afin de correspondre à la forme du pot (en tronc de cône). Un servo moteur permettra de refermer la pince sur le pot. Nous ajouterons un matériau adhérant afin de minimiser au maximum le risque de chute du pot lors du transport.

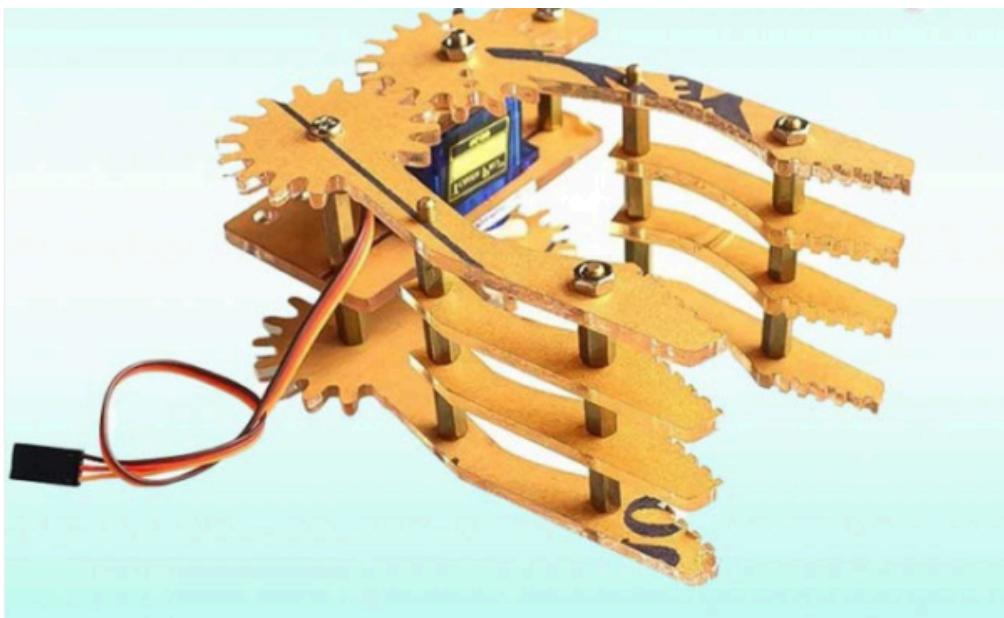


Figure II. 3.1 – Schéma de la pince à modéliser en 3D

II. 3. 3. Solution envisagée

Les principaux éléments d'une telle pince sont sa forme, le servomoteur, une crémaillère et le matériau adhérant.

La forme de la pince devra respecter les dimensions du pot afin de le maintenir au maximum. D'après le descriptif des pots [D], nous savons qu'il a une hauteur de 65 mm, un diamètre supérieur de 70 mm et un diamètre inférieur de 49 mm. Selon nous, la solution la plus simple et efficace consiste à imprimer les pièces en 3D en s'aidant de la figure II.4.1. Le servomoteur devra être capable de maintenir le pot, soit 43 g comme dit dans le cahier des charges. La pince n'a donc pas besoin d'être très puissante pour maintenir le pot. Ainsi, le servo SG90 [E] semble une bonne alternative.

La crémaillère devra être capable de faire monter le pot ainsi que la pince (50 g le pot + 200g la pince = 250 g) . Au repos, elle devra être en position basse et en action en position haute. Nous la modéliserons et

l'imprimerons en 3D. Nous ajouterons à ce montage un servomoteur SG90 [E]. Le matériau adhérant utilisé permettra d'ajouter une sécurité au transport du pot. Nous utiliserons pour cela du caoutchouc.

II. 3. 4. Résumé

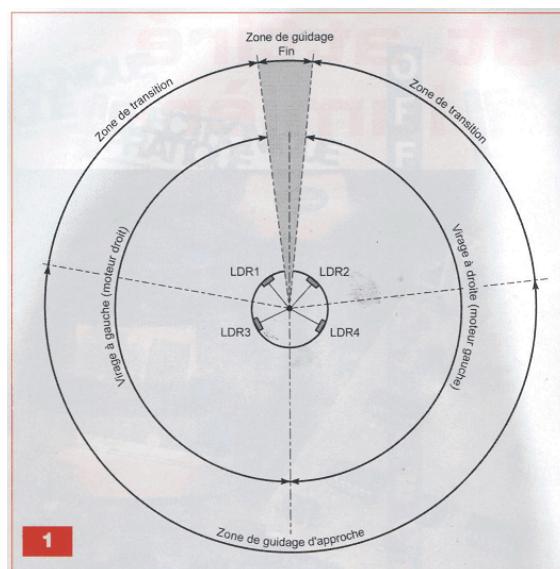
En résumé, la pince pourra se fermer par l'activation d'un servo puis à l'aide d'un second servo, la pince sera montée ce qui permettra d'éviter au pot de frotter au sol. Lorsque le servo n'est pas activé, la pince tient en position « ouverte » et basse.

Chapitre III: Les capteurs

III.1. Luminosité

III.1. 1. Cahier des charges

Afin de pouvoir réaliser un robot qui puisse déplacer les pots de fleurs vers des endroits où les rayonnements lumineux sont les plus forts, nous devons impérativement construire un robot composé d'un capteur de rayonnement solaire. Pour fabriquer donc notre robot, nous aurons besoin de placer quatre photorésistances positionnées à l'avant gauche et droit afin qu'il puisse s'orienter sur toute une zone possible.



Zone de guidage d'un robot

III.1. 2. Etude de l'art

Premièrement, nous avions eu l'idée de nous inspirer du robot MilliMobile [F]. Il est aussi petit d'une pièce de monnaie, il est constitué de quatre roues et d'un dispositif de récolte d'énergie solaire. Le robot peut circuler sur des surfaces telles que le béton ou le sol compacté et transporter trois fois son propre poids en équipement, comme une caméra ou des capteurs. Il utilise un capteur de lumière pour se déplacer automatiquement vers les sources de lumière, lui permettant ainsi de fonctionner indéfiniment avec l'énergie récoltée.



Figure représentant le robot Millimobile

III.1. 3. Solution envisagée

Une solution envisagée est donc de placer des cellules photoélectriques [B] sur le robot qui permettent de mesurer la lumière visible.



Figure III. 1.1- Image de cellules photoélectriques

Ces cellules sont constituées de photorésistances qui captent les rayonnements solaires entre 400nm et 700nm. Le principe est que si leur résistance baisse au fur et à mesure que l'intensité lumineuse augmente. Il en existe des multitudes pouvant capter une plus grande

intensité lumineuse. Ces résistances peuvent donc se brancher directement sur la carte Arduino comme une résistance quelconque.

III.2. Distance

III. 2.1.Cahier des charges

Nous devons placer sur le robot un capteur permettant de mesurer la distance entre la pince du robot et le pot de fleur de forme cylindrique.

III.2.2 Etude de l'art

Le capteur de temps de vol est un module compact qui mesure exactement le temps nécessaire aux impulsions de lumière infrarouge pour atteindre l'obstacle et se réfléchir vers le détecteur.

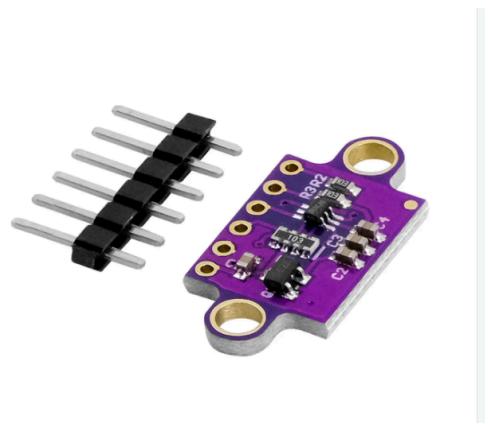


Figure III. 2.1 – Image d'un capteur LASER

Ce capteur laser peut donc signaler des distances pouvant aller jusqu'à 1 mètre en mode normal avec une résolution de 1mm. Les mesures de portée sont disponibles via l'interface I2C (TWI) des capteurs, qui est également utilisée pour configurer les paramètres des capteurs. Le capteur possède deux broches supplémentaires : une entrée d'arrêt et une sortie d'interruption. Le capteur lui-même fonctionne avec une tension recommandée de 2,8V. Le module contient un régulateur de tension de 3,3V et 5V, de sorte que le module peut être utilisé avec des microcontrôleurs de 3,3V et 5V.

Nous pouvons également mesurer facilement la distance entre un objet et le robot grâce au capteur de distance à ultrasons HC-SR04 [G] qui utilise des ondes ultrasonores pour mesurer la distance. Le capteur se compose d'un émetteur et d'un récepteur qui sont reliés à un microcontrôleur, tel qu'une carte Arduino Uno. Ce capteur a une portée de 450 cm pouvant être alimenté sous une tension de 5V. Ce capteur ne fonctionne que sur des surfaces planes.



Figure III.2.2. Image d'un capteur de distance à ultrasons

III.2.3. Solution Envisagée

Nous pensons donc que la solution la plus fiable et la plus précise pour nous indiquer la position exacte entre un pot de fleur et notre robot et celui du modèle du capteur laser qui pourra nous donner une meilleure position pour placer notre pot. Le capteur de distance à ultrasons n'indique pas l'emplacement d'un objet et ne fournit pas d'information sur sa forme ou sa couleur. De plus, comme le pot sera rond, nous ne pouvons utiliser le capteur de distance à ultrasons.

III.3. Colorimétrie

III.3.1. Cahier des charges

Pour pouvoir différencier les pots et donc les différentes plantes, nous devons trouver un système pour que le robot puisse savoir de quoi a besoin la plante.

III.3.2. Etude de l'art

On peut donc tout d'abord concevoir un détecteur à l'aide de photorésistances. L'idée est d'éclairer successivement un objet avec deux sources lumineuses colorées, de mesurer les luminosités observées sous chacun des éclairages et d'en tirer une conclusion sur la couleur de l'objet. Pour cela, nous utiliserons une photorésistance et deux diodes

électroluminescentes (DEL). Une photorésistance est une résistance dont la valeur varie en fonction de son exposition à la lumière. Plus il y aura de lumière et plus la résistance sera faible.

Une autre proposition est d'utiliser un capteur de colorimétrie qui reconnaîtrait directement le pot grâce à un code couleur. Un capteur de type caméra Pixy 2, réalisera une reconnaissance de couleurs par extension de ligne et d'objets pouvant être pilotée depuis un Arduino. La Pixy 2 mémorise jusqu'à 7 signatures de couleurs différentes, ce qui signifie que si vous avez 7 objets différents avec des couleurs uniques, l'algorithme de filtrage de couleur de la Pixy 2 n'aura aucun problème pour les identifier.



Figure III. 3.1 – Image du capteur pixy 2

III.3.3 Solution envisagée

On a donc choisi le capteur Pixy 2, même si ce capteur propose une faible définition de la vidéo, il a une excellente reconnaissance des objets. Il peut reconnaître 7 couleurs et donc permettre une très grande diversité de couleurs. Il pourra nous apporter les informations nécessaires pour reconnaître la plante.

III.4. Suivie de ligne

III.4.1. Cahier des charges

Notre robot doit pouvoir respecter une zone sans la dépasser pour placer les pots à des endroits précis. Pour cela, notre robot sera équipé d'un capteur de suivi de ligne pour qu'il respecte les limites de la zone de déplacement des pots. Afin que le robot respecte une zone adéquate, nous voulons quadriller la zone et placer sur le robot un détecteur de suivi de ligne pour qu'il ne puisse pas la dépasser.

III.4.2 Solution envisagée

Pour cela, nous avons choisi de prendre le module Keyes IR-01.



Figure III. 4.1 – Image du module Keyes IR-01

Son principe de fonctionnement est simple, la lumière émise par la diode est réfléchie par le sol et reçue par le phototransistor. Si celle-ci dépasse la ligne, la lumière de la diode sera absorbée par la ligne noire et le phototransistor ne recevra pas de lumière. Elle sera donc reliée à la carte Arduino qui saura grâce à une réponse booléenne que le robot a dépassé la ligne.

Ce capteur peut être alimenté sous une tension nominale de 3,3V allant jusqu'à 5V. Il peut détecter donc à une distance allant de 2 à 40 cm maximum.

Chapitre IV: Alimentation et matériaux

IV. 1 Alimentation

L'alimentation que nous choisirons devra alimenter notre moteur afin de réaliser les différentes actions telles que le mouvement de déplacer des pots mais aussi d'alimenter les différents capteurs placés sur le robot. Tout d'abord, pour notre servomoteur placé en dessous des pinces, nous savons que ce servomoteur est un SG90 qui est capable de tourner son axe à un angle de 0 à 180 degrés . Il est généralement alimenté par une tension de 5V même si la tension nominale est de 3,3V. Cela permettra d'avoir un servomoteur plus réactif.

Pour résumer les besoins en alimentation sont :

- 5V pour la carte Arduino
- 3,3-5V pour deux servomoteurs
- 12V pour chacun des 4 moteurs

- capteurs

On pourra utiliser des régulateurs de tension et une alimentation de 12V pour donner la tension nécessaire pour chaque composant.

IV. 2 Matériaux

Le robot doit être assez lourd pour pouvoir compenser la masse du pot en le portant. En sachant que les pinces pèsent 200 grammes et qu'un pot pèse 50 grammes au maximum. De plus, nous devons choisir un matériau isolant car le robot sera la plupart du temps sous le soleil et donc au contact de la chaleur. Nous allons donc éviter d'utiliser du métal (très conducteur de chaleur). Le boîtier du robot répond donc à ces critères pour protéger le matériel des fortes chaleurs. Nous avons choisi le bois pour le châssis et la carrosserie, le plastique (des pièces vont être construites sur mesures à l'imprimante 3D) pour la pince et la crémaillère.

Conclusion

Notre robot doit s'inspirer de la création de nombreux robots déjà conçus auparavant. Que ça soit sur la sélection des robots ou de la stratégie choisie afin de réaliser les tâches qu'on lui a demandé. On respectera donc les différentes contraintes posées au problème de la conception de la carrosserie , châssis.... Le robot devra être équipé également de nombreux capteurs pour permettre à celui-ci de savoir placer la plante à un endroit qui sera le plus adéquat pour elle et en respectant les besoins en luminosité notamment grâce au capteur de luminosité. Le capteur de colorimétrie permet quant à lui de respecter les différents critères de la plante.

Bibliographie

[A] Pascal Masson, Cycle Préparatoire POLYTECH 2ième année (PeIP2) : le cours "Electronique avec ARDUINO " :

<https://users.polytech.unice.fr/~pmasson/Enseignement-arduino.htm>

[B]Cellules photoélectriques au sulfure de cadmium (CdS):[Explication du capteur de luminosité \(cellule photoélectrique\)](#)

[C] Robots collaboratifs" Les meilleurs préhenseurs et pinces robotiques : un guide "octobre 27, 2022 : [les différents types de mains de préhension](#)

[D] Description des pots des plantes utilisées:

<https://www.robot-maker.com/shop/coupe-de-france-de-robotique/164-plantes-pots-eurobot-164.html>

[E] Description servo : [sg90 datasheet](#)

[F] [lien pour robot millimobile](#) : lien pour robot millimobile

[G] [lien pour capteur de distance à ultrasons](#) : lien pour capteur de distance à ultrasons

Modèle de la crémaillère à réaliser en 3D :

https://www.a4telechargement.fr/MiniRobot/Options_MR/Pince_Coque/K-MR-PCE-Notice-montage-04.2015.pdf

(modèle 3D de la cremaillere dans pince: <https://www.a4.fr/wiki/index.php?title=MiniRobot>)

- [robot attiré par la lumière](#) : lien pour robot attiré par la lumière
- Posters coupe robotique 2023-2024: [Tous les robots de la coupe robotique 2023-2024 et leurs caractéristiques](#)
-
- idée pince et capteur :
 - <https://www.youtube.com/watch?v=FHSUqcbDo0Q>
- le modele de pince <https://microbrico.com/products/pince-mecanique>
- crémaillère
- https://www.a4telechargement.fr/MiniRobot/Options_MR/Pince_Coque/K-MR-PCE-Notice-montage-04.2015.pdf
-
- Utilisation capteur de luminosité: [forum: déplacer un robot en fonction de l'intensité lumineuse](#)
 - leurs idées :
 - o <https://4tronix.co.uk/arduino/Downloads.php> (magic 02)
 - o [Exemple de robot arduino se dirigeant en fonction de la luminosité](#)

Annexe :

Annexe A: Planning

Baptiste :

Lettre	Tâche	Temps (en semaine)	Dépendance
A	conception des pinces avec imprimante 3D	2	/
B	Assemblage avec support des pinces	1	A
C	conception de la carrosserie	2	A de JB
D	mise en place des capteurs	2	B/A
E	programmation des capteurs sur Arduino IDE	2	/
F	mise en mouvement des pinces	1	A
G	création du terrain	2	/
H	Vérification de l'assemblage	1	A/B/E
I	Test sur terrain	1	/

Jean-Baptiste :

Lettre	Tâche	Temps (en semaine)	Dépendance
A	Modification du support des pinces	1	/
B	Conception du châssis	2	/
C	mise en place des supports pour les capteurs	1	A/B
D	Programmation des capteurs sur Arduino IDE	2	/
E	Mise en place de la crémaillère sur support	1	A/B
F	Création du code couleur	1	/
G	Vérification de l'assemblage	1	A/B/E/F
H	test sur terrain	1	/

Annexe B : Liste des pièces à commander

Matériel	Quantité	Lien
Moteur CC	4	moteur cc
Roue	2	lien roue
Servomoteur pince + crémaillère	2	lien servomoteur
Capteur laser	1	lien capteur laser
Capteur luminosité	1	lien capteur de luminosité
Capteur colorimétrie	1	lien capteur pixy 2
Capteur de suivi de ligne	1	lien capteur de suivi de ligne
Régulateur de tension	1	lien régulateur
Batterie	1	lien batterie