

Rapport de projet

Année scolaire 2022-2023

"*Vitis, le robot au service des vignes*"

**Etudiant : Demoron Tanguy
Chavant Arthur**

SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I : Le design

- I.1. Cahier des charges
- I.2. La forme du robot
- I.3. Les matériaux
- I.4. Estimation de la masse
- I.5. Résumé

Chapitre II: La chaîne d'énergie

- II.1. Cahier des charges
- II.2. Transmission
- II.3. Motorisation
- II.4. Résumé

Chapitre III: La chaîne d'information

- III.1. Cahier des charges
- III.2. Acquérir
- III.3. Traiter
- III.4. Communiquer
- III.5. Résumé

Chapitre IV: L'alimentation

- IV.1. Cahier des charges
- IV.2. Les batteries
- IV.3. Résumé

Chapitre V: Les outils

- V.1. Cahier des charges
- V.2. Les solutions
- V.3. Résumé

Conclusion

Annexe

Introduction

Avec la rarification des molécules chimiques disponibles pour le désherbage de la vigne, dû à l'inauguration de nouvelle norme environnementale, le désherbage mécanique est l'alternative la plus crédible et la plus efficace. Malheureusement ce type de désherbage nécessite plus de présence dans la vigne car à appliquer plus régulièrement au cours de l'année. L'automatisation de cette tâche permettrait aux viticulteurs de gagner du temps sur un travail fastidieux et ne nécessitant pas une intervention humaine. Notre robot aura donc pour mission d'effectuer le désherbage d'une parcelle de vignes basses en complète autonomie. Pour compléter cette tâche et optimiser l'utilité du robot, celui-ci aura également pour mission de détecter certaines maladies visibles des vignes comme le mildiou, l'oïdium ou encore le botrytis. Ainsi le robot pourra informer le viticulteur d'un quelconque départ de maladie et le localiser.

Pour répondre à ces besoins nous avons décomposé notre étude en suivant les étapes de la chaîne d'énergie et de la chaîne d'information du robot ci dessous(Figure 0):

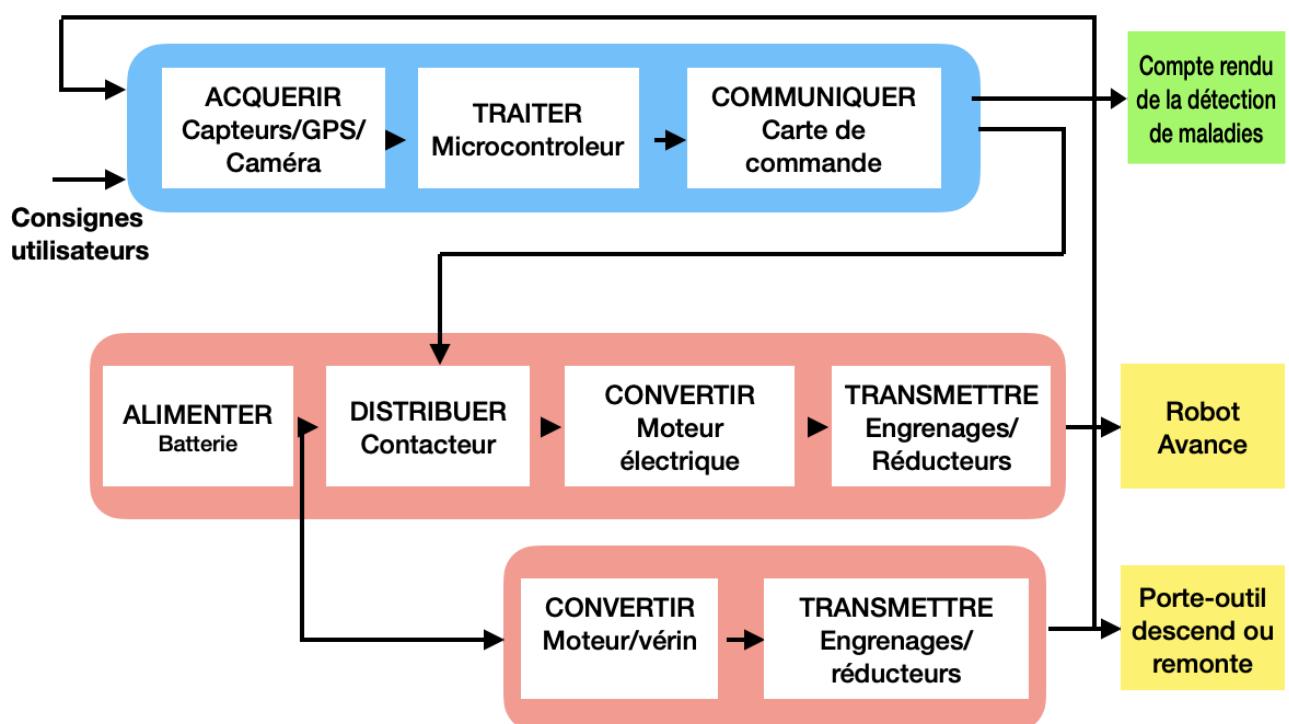


Figure 0- Schéma de la chaîne d'information et de la chaîne d'énergie du robot

Chapitres I: Le design

I.1.Cahier des charges

Le robot devra effectuer le désherbage de vignes basses durant toute l'année. Il doit donc respecter des critères de forme afin d'être adapté à son environnement.

Contraintes de tailles: Les rangs de la vigne sont espacés de 90 à 150 cm, le robot devra donc avoir une largeur maximum d'environ 70 cm. La longueur devra être décidée en fonction des composants tels que les roues et le porte outil..., il faudra que la longueur du robot puisse compenser le poids et les forces appliqués sur les outils. Pour la hauteur, le robot devra être assez haut pour que la caméra puisse identifier les maladies soit environ 80 cm.

I.2. La forme du robot

Nous avons deux solutions possibles pour la forme de notre robot:

- Première solution: le robot sera en forme de voûte qui sera de part et d'autres du rang comme le robot TED créer par l'entreprise Naïo (Image I.2.1)
- Deuxième solution: le robot se déplace entre deux rangs de vignes et est composé de deux ensembles indépendants, une base qui permettra au robot de se déplacer à travers une parcelle de vigne et un outil qui sera fixé à la base et permettra le désherbage du sol. (Figure I.2.2)



Image I.2.1- robot TED



Figure I.2.2 - Schéma du robot

I.3. Les matériaux

Le robot doit répondre à plusieurs critères qui vont nous permettre de déterminer le matériaux idéal:

- Le robot ne doit pas être trop lourd afin d'éviter le tassemement des sols.
- Sa structure doit être assez solide pour supporter le porte-outil.
- Sa structure doit protéger les composants électroniques de la pluie afin qu'il puisse travailler même pendant une mauvaise météo.

Les solutions possibles:

Matériaux	Poids	Solidité	Façonnage	Oxydation	Dureté
Bois	Lourd	Solide	Facile	Rapide	Moyenne
Plastique	Très léger	Fragile	Très facile	Très lente	Moyenne
Aluminium	Léger	Très solide	Facile	Lente	Grande

I.4. Estimation de la masse

La structure	Bâti	1000g
	Coque	1000g
La chaîne d'énergie	Batterie	2000g
	Moteurs	300gx4
	Transmission	500g
	Roues	360g
La chaîne d'information	Capteurs	200g
	Cartes	800g
Annexe	Porte-Outil	1000g
	Outil	1000g
Batterie		500g
Total		9560g

I.5. Résumé

Pour notre robot nous avons donc fait le choix d'une forme compacte rectangulaire disposant d'un porte-outil à l'arrière et se déplaçant entre les rangs de vignes.

Pour la taille nous avons d'abord estimé sa taille réelle c'est-à-dire permettant son utilisation dans des vignes. Ces dimensions sont de 130cmx60cmx80cm. Malheureusement ces dimensions sont trop grandes et ne respectent pas la contrainte de taille imposée pour le projet, nous avons donc décidé de faire un robot réduit de 1:3 donc de dimension 430mmx200mmx270mm.(Figure I.5.1)

Le robot sera construit autour d'un châssis en aluminium et la face arrière sur lequel est fixée le porte-outil sera également en aluminium afin d'avoir des fixations solides et de résister aux forces de tractions lorsque les outils sont dans le sol.

L'intérieur du robot se décompose de cette manière: (Voir figure I.5.2)

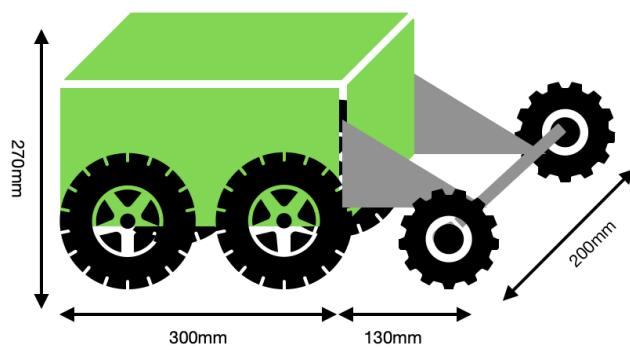


Figure I.5.1-Dimension du robot

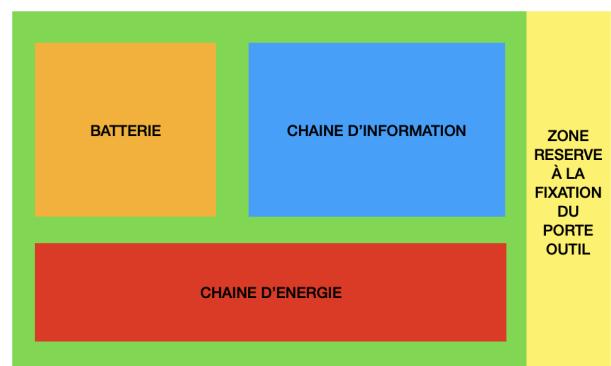


Figure I.5.2-Agencement du robot(Vu de côté)

Chapitres II: La chaîne d'énergie

II.1. Cahier des charges

La chaîne d'énergie va nous permettre de mettre en mouvement le robot à travers une parcelle de vigne en sachant que celle-ci est composée de rangs qui nécessitent une rotation du robot quand il arrive au bout du rang.

Voici les critères que doit respecter notre robot:

- Vitesse d'environ 5km/h, vitesse conseillée pour assurer un bon désherbage. (1.38m/s)
- Puissance permettant de monter une pente jusqu'à 30% considérant un poids du robot d'environ 15kg.
- Possibilité de faire un demi-tour en bout de rang.
- 100% électrique.

II.2. Transmission

Il existe différentes solutions possibles pour permettre au robot de se déplacer:

- Les chenilles(Img II.2.1):

L'utilisation de chenilles permet de former une base large qui améliore la stabilité du véhicule. Le robot à chenille est dirigé de manière différentielle, deux chenilles sont disposées de chaque côté du robot entraîné par un moteur via un pignon. Les chenilles sont maintenues par des galets fous le long du véhicule sur le côté du robot. Le robot se dirige en inversant le sens de rotation d'une des chenilles permettant de faire un 360 quasi statique.



Image II.2.1- Robot chenillard

Avantages	Déplacement sur terrain accidenté.	Stabilité et hauteur constante par rapport au sol.	Vitesse du véhicule sur un terrain accidenté.
Inconvénients	Très coûteux.	Compaction du sol en profondeur	

- 4 roues(Img II.2.2):

L'utilisation de 4 roues est la solution la plus courante dans le monde agricole actuellement(tracteur, enjambeur...), elle permet d'avoir un robot stable, relativement performant et permettant de multiples solutions pour manœuvrer(rotation avant avec biellette de direction...).



Image II.2.2-Robot à 4 roues

Cependant le choix d'une transmission à 4 roues nécessite de motoriser chacune d'entre elles pour se déplacer sur un terrain pouvant être accidenté et en pente. Cela nécessite donc l'achat et la mise en place de 4 moteurs qui doivent fonctionner ensemble. Cela alourdit et complique la mise en rotation du robot. L'utilisation de roues à

également un impact sur les sols avec une compaction en surface qui favorise les écoulements et l'érosion.

- Les autres mode de déplacements comme 2 roues motrices avec une roue folle ne présente aucun avantages au vu du terrain sur lequel devra se déplacer le robot.

II.3. Motorisation

A. Dimensionnement des moteurs

La masse du robot sera d'environ 10 kg, il possède 4 roues motorisées donc 4 moteurs.

Les roues ont un diamètre de 6 cm.

On souhaite que le robot aille à une vitesse de 5km/h donc 1.4 km/h.

Le maximum d'inclinaison de pente est de 30°.

Avec ces données rentrés dans l'outil de dimensionnement du moteur de robotshop on obtient les caractéristiques suivantes:

Vitesse angulaire	Couple	Puissance	Ampérage max
223 tr/min	1.1 Nm	26.950W	2.2A

B. Types de moteurs

- Les moteurs à courants continus(ou MCC):

Avantages	Couple toujours optimal	Alimentation simple	Vitesse de rotation proportionnelle à la tension d'induit	Changement de sens simple	Couple de démarrage élevé
Inconvénients	Rendement moyen	Prix relativement élevé	Vitesse de rotation limité		

- Les moteurs Brushless:

Avantages	Durée de vie	Gestion de la vitesse	Faible consommation	Haut Rendement	Plus petit
Inconvénients	Prix élevé	Plus compliqué d'utilisation			

- Les moteurs Pas à pas:

Avantages	Précision	
Inconvénients	Vitesse limité	Couple faible qui décroît rapidement quand la vitesse augmente.

II.4. Résumé

Nous avons donc décidé d'opter pour la solution de 4 roues motorisées par moteur à courant continu. C'est la solution la plus optimisée pour permettre au robot de se déplacer dans une parcelle de vigne.(Figure II.4.1)

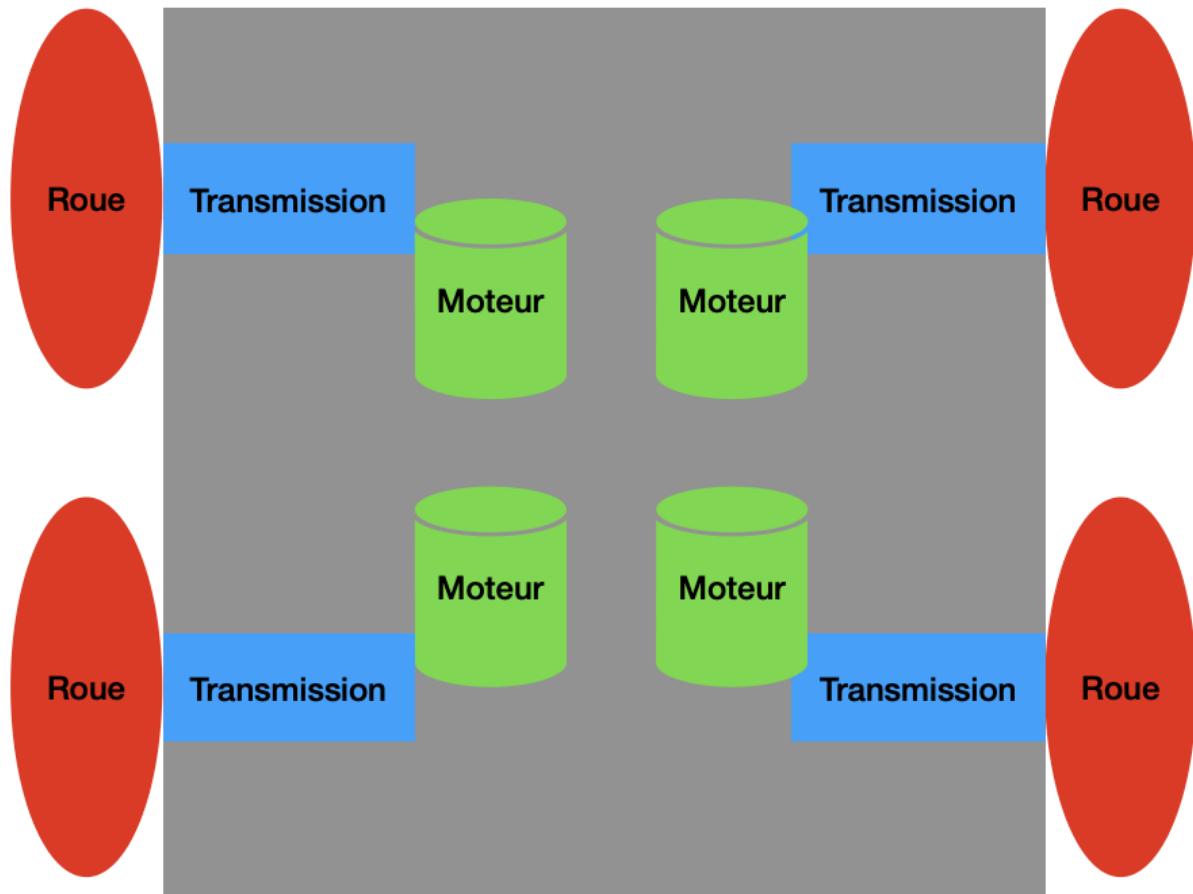


Figure II.4.1-Schéma de l'agencement des moteurs dans le robot

Chapitre III: La chaîne d'information

III.1. Cahier des charges

La chaîne d'information va nous permettre d'acquérir et de traiter les données pour les communiquer à l'utilisateur. Le robot devra répondre au mieux aux consignes du client et fournir les informations nécessaires à son travail.

Quelques points à respecter :

- Le robot sera capable de se déplacer dans son rang sans heurter d'obstacles
- Le client aura la possibilité de programmer le robot sur le temps d'exécution et le type d'outils utilisé
- Il devra fournir une carte complète avec les coordonnées de toutes les plantes malades

III.2. Acquérir

Il existe plusieurs alternatives pour que le robot puisse se déplacer correctement dans son environnement :

- Utiliser un capteur ultrason

Le principe de ce capteur est de mesurer le temps de parcours d'une onde sonore, plus l'objet est proche plus ce temps est court et inversement. Grâce à cela nous pouvons estimer une distance puisque dans notre milieu (air) la vitesse du son est approximativement constante.

Avantages	Peu cher	Adapté aux objets proches	Fonctionne avec presque tous les matériaux
Inconvénients	Fonctionne à faible distance	Sensible à la température et à la pression	Objets avec angles



Figure III.2.1 - Capteur ultrason

- Utiliser un capteur infrarouge

Ce capteur fonctionne également sur un principe de temps de retour mais cette fois-ci avec de la lumière puisqu'il dispose d'un émetteur et récepteur infrarouge (>800 nm). Contrairement au capteur ultrason ce capteur n'attend pas un signal mais plutôt une variation.

Avantages	Consomme peu	Capte de 5 à 80 cm	Plus précis sur la direction
Inconvénients	Fumée, poussière ou lumière du jour peuvent interférer	Sensible à la couleur (le noir absorbe)	



Figure III.2.2 - Capteur infrarouge

Afin que Vitis puisse se repérer dans l'espace plusieurs capteurs seront à sa disposition :

- Un accéléromètre

Son principe est très simple, il mesure l'accélération (variations de vitesses) en trois dimensions et permet au robot de connaître son inclinaison sur chacun des axes. Grâce à cela nous pourrons savoir si le robot est couché dans la terre, si la pente est trop importante ou alors si l'outil est trop ou pas assez enfoncé dans le sol.

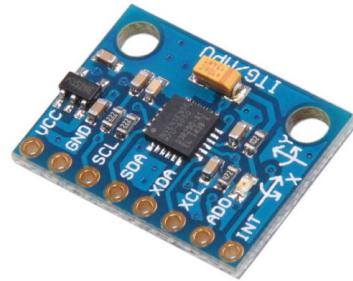
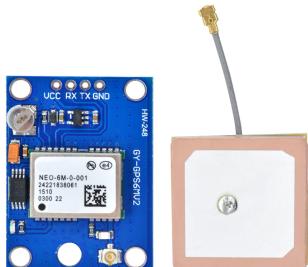


Figure III.2.4 - Accéléromètre

- Un GPS (Global Positioning System)



Nous avons tous déjà dans la poche, le GPS permet à Vitis de connaître ses coordonnées pour pouvoir signaler à l'agriculteur la position des plantes malades.

Le problème du modèle choisi (GY-NEO6MV2) est sa précision de environ 2,5 m. Pour pallier ce problème nous utiliserons en parallèle de la génération de cartes en fonction du déplacement du robot.

Figure III.2.5 - GPS

Enfin le capteur qui nous permettra de détecter les maladies est tout simplement une caméra :

- Une WebCam

C'est avec ce dernier capteur que l'on pourra identifier les maladies sur la vigne. La caméra enverra une série d'images à une carte électronique qui les analysera pour trouver des tâches. L'inconvénient de ce système est que l'on peut uniquement détecter les maladies visuelles.

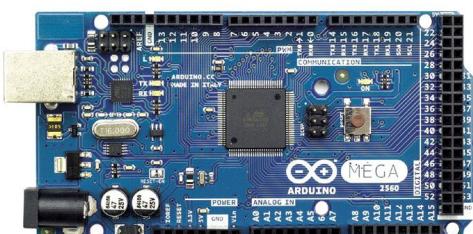


Figure III.2.4 - Caméra

III.3. Traiter

Afin de traiter l'information nous avons besoin de cartes électroniques :

- Arduino MEGA



La carte Arduino mega est la grande sœur de Arduino Uno, elle est plus puissante avec plus de port disponible pour les branchements. Ce sera le cerveau principal de notre moteur, elle fera en sorte que les différentes parties puissent communiquer entre elles.

Figure III.3.1 - Arduino MEGA

- JN30D-Nano (NVIDIA)

La carte Nvidia gérera toute la partie intelligence artificielle qui demande beaucoup de ressources. Elle sera connectée directement à la caméra et ne pourra pas être contrôlée depuis le robot.



Figure III.3.2 - JN30D-Nano

III.4. Communiquer

Enfin pour clôturer la chaîne d'information il faut pouvoir communiquer avec l'utilisateur et qu'il accède aux informations du robot.

D'abord l'utilisateur doit pouvoir lui donner une consigne :

- Bouton poussoir et molette potentiomètre



Ces deux éléments serviront à naviguer à travers les menus du robot pour que l'utilisateur puisse choisir son programme.



Figure III.3.3 - Bouton poussoir

Figure III.3.4 - Molette potentiomètre

Ensuite le robot doit pouvoir transmettre des informations direct à l'utilisateur :

- Ecran LCD :

L'utilisateur interagit avec l'écran au moyen de boutons vu précédemment et peut sélectionner le programme désiré.



Figure III.3.5 - Ecran LCD

- Buzzer et Gyrophare



Tout comme l'écran LCD ces dispositifs permettent de transmettre une information à l'utilisateur (signal sonore ou lumineux) comme par exemple un danger ou un problème.



Figure III.3.6 - Gyrophare

Figure III.3.7 - Buzzer

III.5. Résumé

Toutes les solutions techniques citées précédemment seront utilisées pour notre robot, afin d'avoir la meilleure expérience utilisateur et une bonne compréhension de la machine.

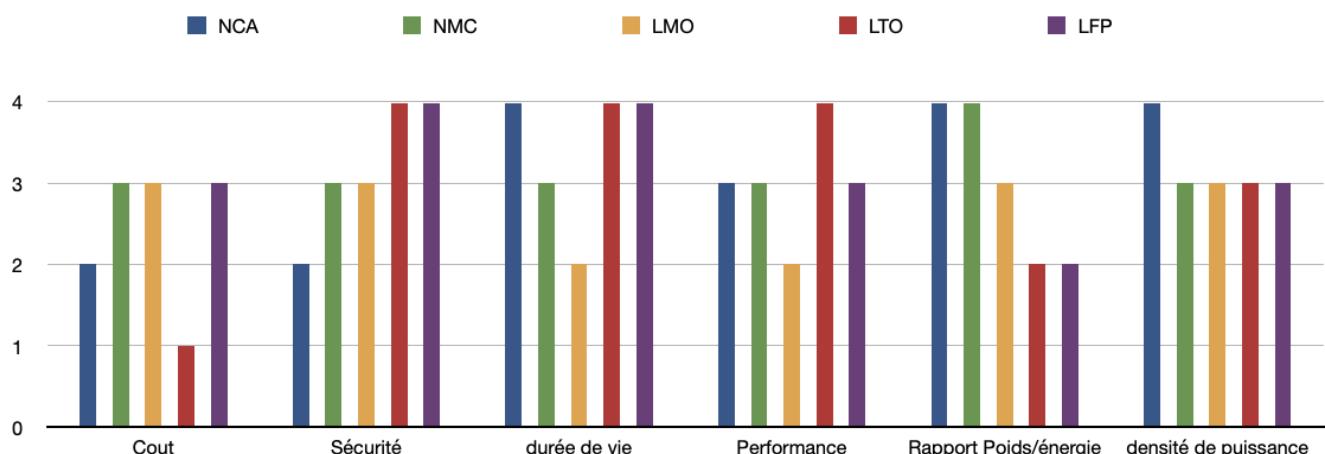
Chapitre IV: L'alimentation

IV.1. Cahier des charges

L'alimentation du robot est une partie qui nécessite de nombreux choix. Il faut décider si on privilégie une autonomie longue ce qui nécessite une batterie plus lourde et peut avoir un impact sur le choix des moteurs. Ou si on privilégie une autonomie plus courte mais cela nécessite de recharger le robot plus de fois pour qu'il effectue sa tâche et donc la batterie se dégrade plus vite.

Avec le dimensionnement des moteurs nous avons vu qu'il fallait une batterie de 12V et 5Ah.

IV.2. Les batteries



NCA= Lithium-nickel-cobalt-aluminum.....Note= 3,2/4

NMC=Lithium-nickel-manganese-cobalt.....Note= 3,2/4

LMO=Lithium-manganese spinel.....Note=2,7/4

LTO=Lithium titanate.....Note=3/4

LFP=Lithium Fer-Phosphate.....Note=3,4/4

IV.3. Résumé

Après analyse des différents types de batteries Li-ion, nous avons fait le choix de prendre une batterie Lithium Fer de 5Ah. Cela nous permettrait d'avoir une batterie permettant une autonomie de 1h avec une batterie d'environ 700g ce qui rejoint notre estimation de la partie I.

Chapitre V: Les outils

V.1. Cahier des charges

La dernière partie de notre robot est le porte-outil. Celui-ci, fixé à l'arrière de notre robot doit répondre à plusieurs critères afin d'assurer un désherbage efficace. Il doit permettre la fixation de plusieurs outils sur le robot tels que les lames interceps, les disques émotteurs ou encore les décavaillonneuses. Il doit aussi assurer un relèvement des outils lorsque le robot est en fin de rang et doit effectuer une rotation pour accéder au rang suivant. Il nous faut donc trouver un système permettant de lever et d'abaisser le porte-outil d'environ une dizaine de cm du sol.

V.2. Les solutions

- La première solution est d'installer deux vérins entre le robot et le porte-outil afin d'effectuer un pivot comme ci dessous(Figure V.2.1):

Avantages	Inconvénients
Stabilité	Cout
Puissance	Alourdi l'arrière du robot
Précision	

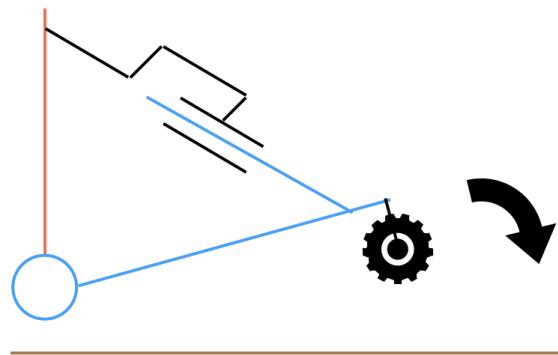


Figure V.2.1-Système pour relever les outils par vérin.

Il existe différents types de vérins avec chacun leurs caractéristiques:

Vérin pneumatique	Vérin hydraulique	Vérin électrique
A photograph of a standard pneumatic cylinder component, showing a cylindrical body with two mounting brackets and a rod extending from one end.	A photograph of a hydraulic cylinder component, showing a cylindrical body with a rod extending from one end.	A photograph of an electric cylinder component, which looks like a motor with a built-in cylinder and a rod extending from it.
Simple d'utilisation	Système complexe	Système complexe
Bonne puissance	Très puissant	Bonne puissance
Moins précis	Moins précis	Positionnement et vitesse réglable
Très rapide	Rapide	Rapide
Supporte les chocs sur la charge	Supporte les chocs sur la charge	Supporte peu les chocs
Peu cher	Cher	Cher
Besoin d'énergie pneumatique	Besoin d'énergie hydraulique	Entièrement électrique

- La deuxième solution est d'utiliser un système de poulies motorisé qui vont venir soulever les outils ou les baisser(Figure V.2.2):

Avantages	Inconvénients
Cout	Instabilité
Facile d'installation	Doit être lourd pour être bien enfonce dans le sol
Puissance	
Précision	

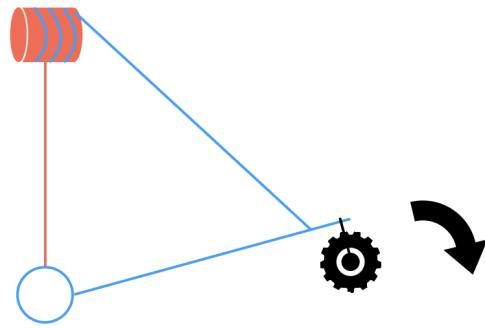


Figure V.2.2-Système pour relever les outils par poulie

- La dernière solution est d'avoir seulement un axe de rotation motorisé assez puissant pour lever les outils(Figure V.2.3):

Avantages	Inconvénients
Facile d'installation	Instabilité
Plus compact	Puissance requis multiplié par l'effet de bras de levier
Permet de bien enfoncer l'outil dans le sol	

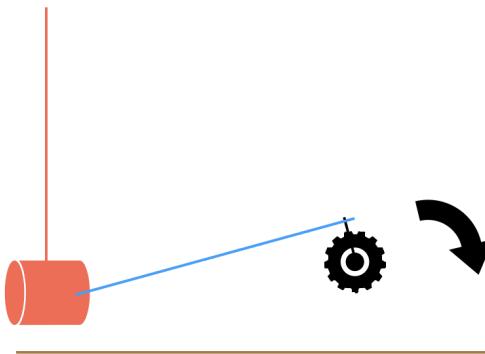


Figure V.2.3-Système pour relever les outils par liaison pivot motorisé

- Maintenant il faut une liste des outils nécessaires pour un bon désherbage:

- La décavaillonneuse: elle permet de travailler le sol entre les pieds de vignes. Pour éviter d'abîmer les pieds, un palpeur détecte le pied de vigne et déclenche le déplacement de l'outil.



- Les disques émotteurs: ils sont composés de deux ou trois disques aux extrémités découpé et plus ou moins torsade et permettent de réaliser le travail de buttage.



- Les doigts bineurs: c'est un disque composé de doigts qui permettent un passage d'entretien du cavaillon rapide. Il faut cependant un sol souple et propre(sans pierre ou amas de terre séchée).



- Les outils seront fixés au porte-outil à l'aide d'un système vis/écrou et le robot effectue le travail de désherbage un outil à la fois. Ce qui obligera l'utilisateur à être présent pour le changement d'outil.

V.3. Résumé

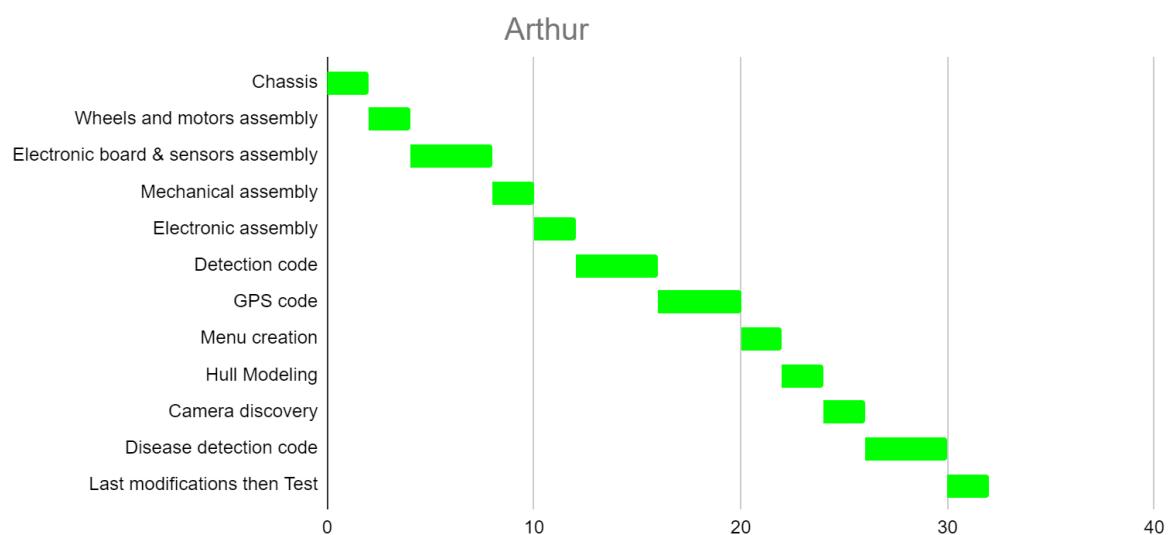
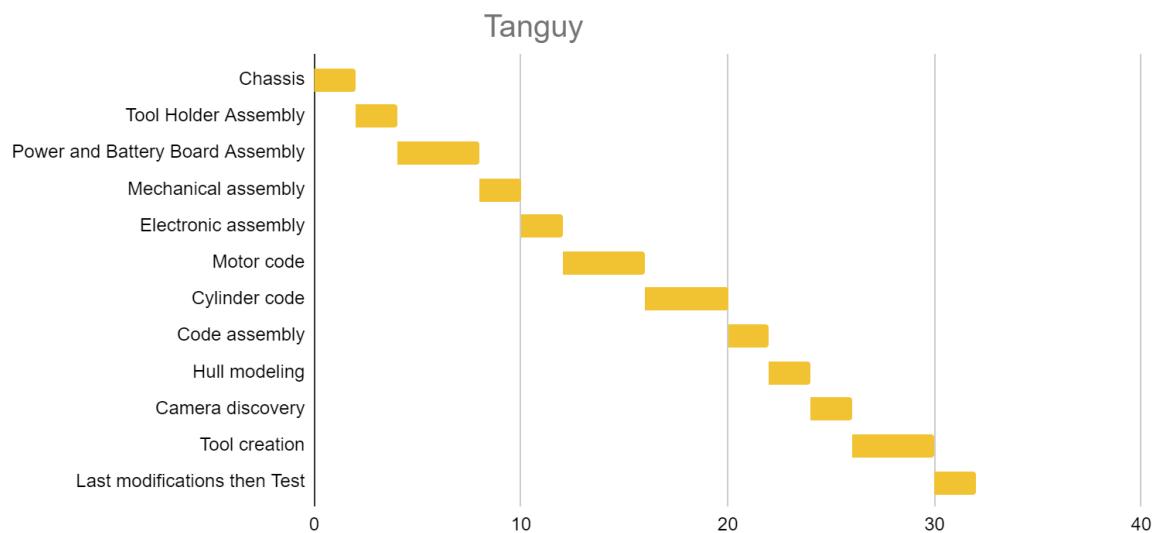
Pour avoir des outils qui sont le plus réglables possible nous avons décidé de garder la solution du vérin car celle ci permet de changer l'outil lorsque le robot est en rotation mais également de régler la profondeur à laquelle l'outil est enfoncé dans le sol ce qui permet de changer les réglages en fonction des différents outils. C'est également un atout pour maintenir l'outil enfoncé dans le sol.

Conclusion

Pour conclure ce rapport bibliographique, nous avons fait le tour des solutions possibles et décidé laquelle était la plus optimale pour chaque besoin du robot. Celui-ci sera un robot de forme rectangulaire disposant de 4 roues motrices lui permettant de se déplacer dans une parcelle de vigne allant jusqu'à une pente de 30°. Le robot se dirigera à l'aide de capteurs de proximité et d'une caméra qui lui permettra également de détecter certaines maladies visibles des vignes. Concernant le désherbage, le robot disposera d'un porte-outil relié au robot par des vérins et une liaison pivot qui sera réglable en hauteur et permettra d'enfoncer l'outil dans la terre. Les outils seront fixés au robot à l'aide de vis écrou afin de permettre à l'utilisateur de les changer en fonction des besoins.

Annexe

A. Planning



B. Liste du matériel

Matériel	Quantité	Lien
Batterie	1	Lien Batterie
Moteurs	4	Lien Moteur
Vérin	2	Lien Vérin
Capteur ultrason	1	Lien Capteur Ultrason
Capteur infrarouge	1 (paquet de 5)	Lien Capteur Infrarouge
Accéléromètre arduino	1	Lien accéléromètre arduino
GPS	1	Lien GPS
Caméra	1	Voir avec M.Masson
Arduino MEGA	1	Arduino MEGA
Carte NVIDIA	1	Voir avec M.Masson
Molette potentiomètre	1	Lien Molette Potentiomètre
Ecran LCD	1	Lien écran LCD
Gyrophare	1	Commande plus tard

C. Bibliographie

Contact viticulteur: -Nicolas Potel, Domaine de Bellene, 21200 Beaune
-Danièle Bonnardot, Domaine Bonnardot, 21698 Villers-la-Faye

<https://www.naio-technologies.com/>

<https://www.robotshop.com/community/blog/show/drive-motor-sizing-tool>

<https://www.mustangcat.com/do-i-need-equipment-with-tracks-or-wheels/>

<https://studentlesson.com/types-of-electric-motors/>

<https://www.electronique-mixte.fr/wp-content/uploads/2018/10/Capteur-ultrasonique.pdf>

<https://www.jade-technologie.com/differents-types-de-batteries/>

<https://vitibot.fr/>

<https://www.vignevin-occitanie.com/fiches-pratiques/la-robotique-en-viticulture/>

Sources images :

https://www.distrelec.fr/Web/WebShopImages/landscape_large/5-/01/Sparkfun-SEN-15569-30160395-01.jpg

<https://e-space.cm/wp-content/uploads/2021/06/capteur-proximite-IR-FC51.png>

<https://i.ebayimg.com/images/g/bHUAASwWMhaW8Fp/s-l500.jpg>

<http://sc04.alicdn.com/kf/HTB1bKSwSmzqK1RjSZPxq6A4tVXa4.jpg>

<https://www.mobile24.fr/images/4MP-HD-Webcam-with-Autofocus-1920x1080-30fps-5712579997791-28072020-01-p.jpg>

<https://www.a4.fr/pub/media/catalog/product/cache/7717c62a3bea7d9594c2dcdd8789079c/a/r/ard-a000067.jpg>

<https://auvidea.eu/images/auvidea/products/DS/JN30D-DS.png>

<http://arduino.blaisepascal.fr/wp-content/uploads/2015/12/Bouton.png>

https://www.vs-elec.fr/2728-medium_default/module-molette-rotative-potentiometre-b503-50k.jpg

<https://www.gotronic.fr/ori-afficheur-lcd-2x16-i2c-dfr0063-19309.jpg>

https://cd-signalisation.fr/2209-large_default/gyrophare-leds-3-fonctions-sur-hampe.jpg

[DSC05211.png](#)

[bob-le-chenillard-autonome-de-naio-pour-vignes-etroites-et-pepinieres.png](#)