

Conception et Intégration de Systèmes Critiques

Instructeur : V. Albert

Université de Toulouse III – Paul Sabatier

[M2 EEA/SME : Promo 2021/22](#)



Projet SysML:

Robot planteur

Réalisé par :

- Aissani Mohamed
- Akrouf Aimen
- Boukah Mourad
- Ziane Mouloud
- Boussadia Ramzi

Tableau des matières

Contents

Tableau des matières	1
Tableau des figures	2
1- Introduction	3
1.1 Présentation du contexte du projet et du robot	3
2- Besoins	7
2.1 Diagramme de contexte.....	7
2.2 Diagramme des cas d'utilisation	8
2.3 Diagramme des besoins	8
2.4 Liste des besoins	9
2.5 Matrice de besoins – besoins.....	10
3- Spécifications-Exigences Ingénierie	10
3.1 Diagramme des spécifications	11
3.2 Matrice besoins – exigences	12
3.3 Diagramme des cas d'utilisation détaillé	13
3.4 Matrice spécifications-cas d'utilisation.....	13
3.5 Diagrammes de séquences des cas d'utilisation.....	14
3.5.1 Charger plantes	14
3.5.2 Tester et régler.....	15
3.5.3 Configurer	16
3.5.4 Gérer obstacle.....	17
3.5.5 Maintenance curative	18
3.5.6 Planter légumes	19
4- Architecture du système.....	20
4.1 Architecture logique	20
4.2 Architecture physique.....	21
4.3 Composants utilisés :	24
4.3.1 Écran d'affichage :.....	24
4.3.2 Batterie d'alimentation :.....	25
4.3.3 Microcontrôleur : ESP32	26
4.3.4 Module GSM + GPS :	27
4.3.5 Voyants Lumineux:.....	29
4.3.6 Moteur de déplacement:	29

4.3.7 Contacteur du moteur:	31
4.3.8 Capteur ultrason:	32
4.3.9 Freins électromagnétiques :	33
5-Conclusion.....	34

Tableau des figures

Figure 1 : Le Robot planteur	3
Figure 2 : Bec de plantation	4
Figure 3 : Exemple de position initiale du robot.....	5
Figure 4 : Chargement des plantes dans le cas de rupture en fin de parcelle.....	5
Figure 5 : Chargement des plantes dans le cas de rupture dans la parcelle.....	6
Figure 6 : Diagramme de contexte.....	7
Figure 7 : Diagramme des cas d'utilisation	8
Figure 8 : Diagramme des besoins	8
Figure 9 : Liste des besoins	9
Figure 10 : Matrice besoins – besoins.....	10
Figure 11 : Diagramme des spécifications	11
Figure 12 : Matrice besoins - exigences.....	12
Figure 13 : Diagramme de contexte.....	13
Figure 14 : Matrice spécifications – cas d'utilisation	13
Figure 15 : Diagramme de séquence de « charger plantes »	14
Figure 16 : Diagramme de séquence de « tester et régler »	15
Figure 17 : Diagramme de séquence de « Configurer »	16
Figure 18 : Diagramme de séquence de « Gérer les obstacles »	17
Figure 19 : Diagramme de séquence de « Réaliser maintenance curative ».....	18
Figure 20 : Diagramme de séquence de « Planter légumes »	19
Figure 21 : Diagramme de bloc de la vue logique du système	20
Figure 22 : Diagramme de connexion de l'architecture physique	21
Figure 23 : Écran d'affichage.....	24
Figure 24 : Batterie d'alimentation.....	25
Figure 25 : Carte ESP32	26
Figure 26 : Pinout ESP32	27
Figure 27 : Tableau comparatif des cartes IoT.....	27
Figure 28 : Module GSM LTE + GPS.....	28
Figure 29 : Voyants lumineux.....	29
Figure 30 : Moteur de déplacement	30
Figure 31 : Test réussi, force de traction du moteur	31
Figure 32 : Contacteur ON/OFF.....	32
Figure 33 : Capteur ultrason : principe de fonctionnement	33
Figure 34 : Capteur ultrason lcs-130/DD/QP	33
Figure 35 : Frein électromagnétique.....	34

1- Introduction

1.1 Présentation du contexte du projet et du robot

Dans le cadre de l'UE conception système, nous avons été amenés à réalisation l'étude de conception complète du système Robot planteur.

Pour ce faire, on utilisera le langage de modélisation spécifique au domaine de l'ingénierie système SysML.

La réalisation de ce projet se fera sur le logiciel de conception MagicDraw.

Le cahier des charges et les besoins client ont été fournis par le responsable.

Nous avons choisi que notre robot sera composé de deux foreuses qui vont servir à forer la terre, de deux becs de plantation qui vont servir à lâcher les plants dans les trous forés précédemment et de quatre pneus pour le déplacement du robot. Le robot se déplace de manière rectiligne tout au long des parcelles et s'arrête aux endroits où il devra forer et planter.

Nous avons choisi que notre robot (figure 1) sera composé de deux foreuses qui vont servir à forer la terre, de deux becs de plantation qui vont servir à lâcher les plants dans les trous forés précédemment et de quatre pneus pour le déplacement du robot. Le robot se déplace de manière rectiligne tout au long des parcelles et s'arrête aux endroits où il devra forer et planter.

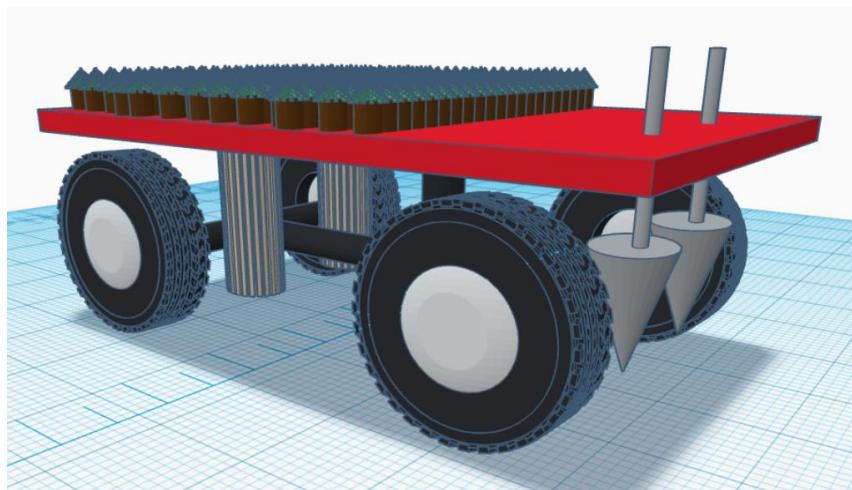


Figure 1 : Le Robot planteur

Les dimensions du robot sont comprises dans un cube de 1.6 x 1.6 x 1.6 m

Le robot sera équipé de 4 roues de maximum 20cm de largeur (donc la largeur totale du robot sera 1.6m max et le robot pourra emprunter les passes pieds de 40 cm). Le diamètre

des roues sera 70cm.

Le robot ne circule jamais sur les planches mais sur les passes pieds.

Les plants seront stockés dans un bac équipé d'un chariot électrique pour assurer l'acheminement des plants vers le bec de plantation (figure 2) :

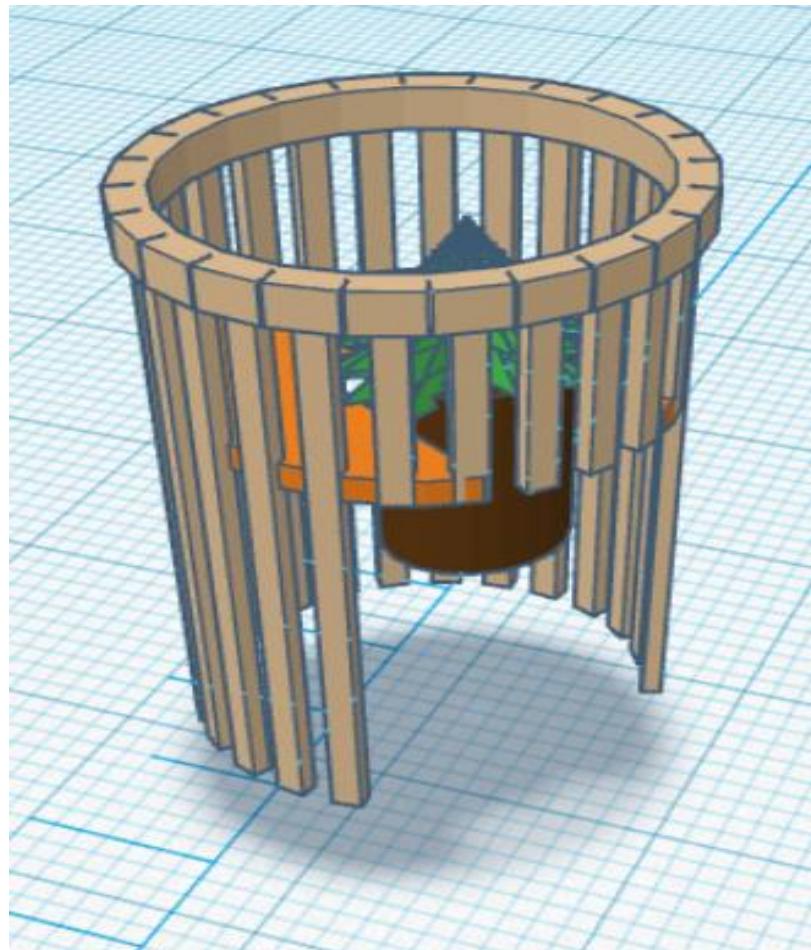


Figure 2 : Bec de plantation

Le bec de plantation sert aussi à tasser la terre, après la plantation, en utilisant la partie orange définie dans la figure ci-dessus.

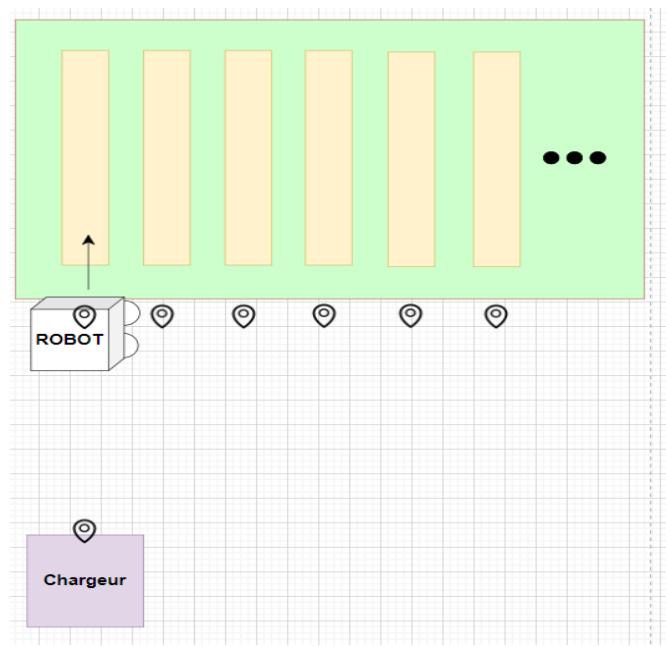


Figure 3 : Exemple de position initiale du robot

Initialement, le robot est chargé, et positionné devant la première parcelle par l'opérateur, et un point GPS sera localisé (figure 3). Les prochaines positions des parcelles seront calculées, à partir de point de départ.

À la fin d'une parcelle le robot effectuera une rotation de 90°, il avancera de 40 cm (largeur parcelle) avant d'effectuer une rotation de 90° pour qu'il soit parallèle avec la parcelle suivante afin de commencer la plantation de celle-ci.

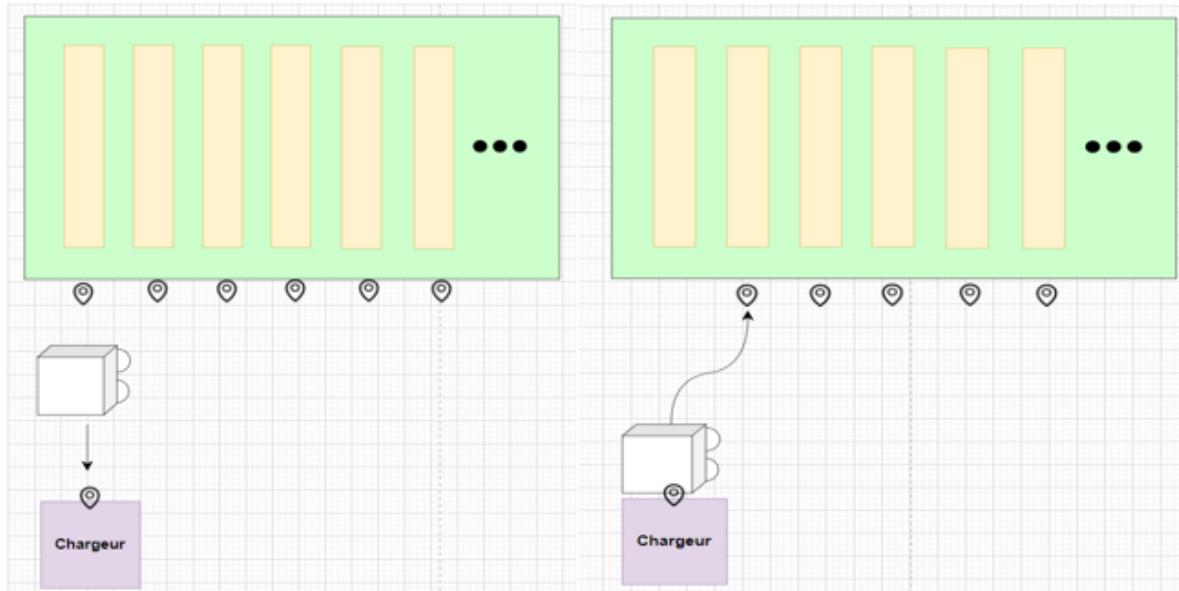


Figure 4 : Chargement des plantes dans le cas de rupture en fin de parcelle

Lors de rupture de stock (des plantes), le robot se dirige vers le point de chargement indiqué par une localisation GPS. Donc le robot recharge les plantes et se dirige vers la prochaine parcelle, s'il était en rupture à la fin d'une parcelle (figure 4).

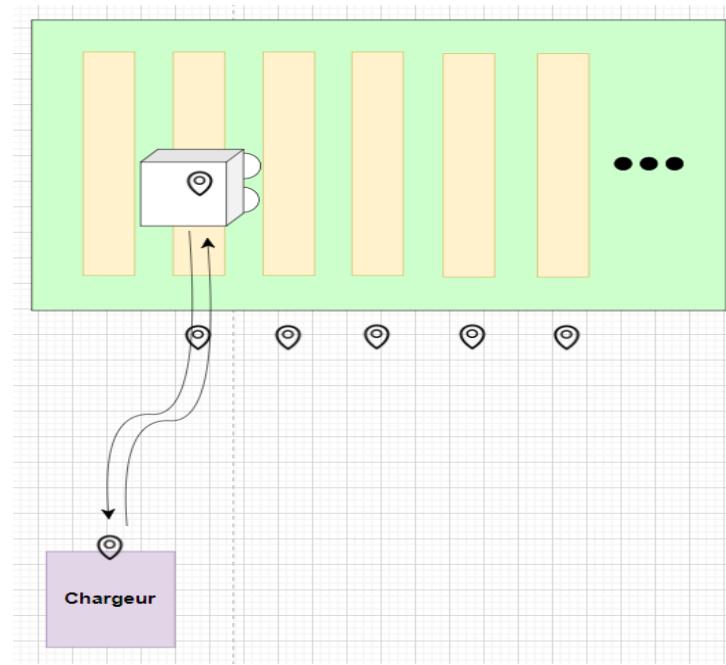


Figure 5 : Chargement des plantes dans le cas de rupture dans la parcelle

Dans le cas de rupture de stock dans n'importe quel endroit dans la parcelle, le robot sauvegarde la dernière localisation (lors de dernière plantation), le robot ressort de la parcelle par la même trajectoire d'entrée, pour ne pas endommager les plantes, donc il recherche son bac, et il reprend la plantation au dernier point sauvegardé auparavant, en prenant le même chemin (Voir figure 5).

2- Besoins

2.1 Diagramme de contexte

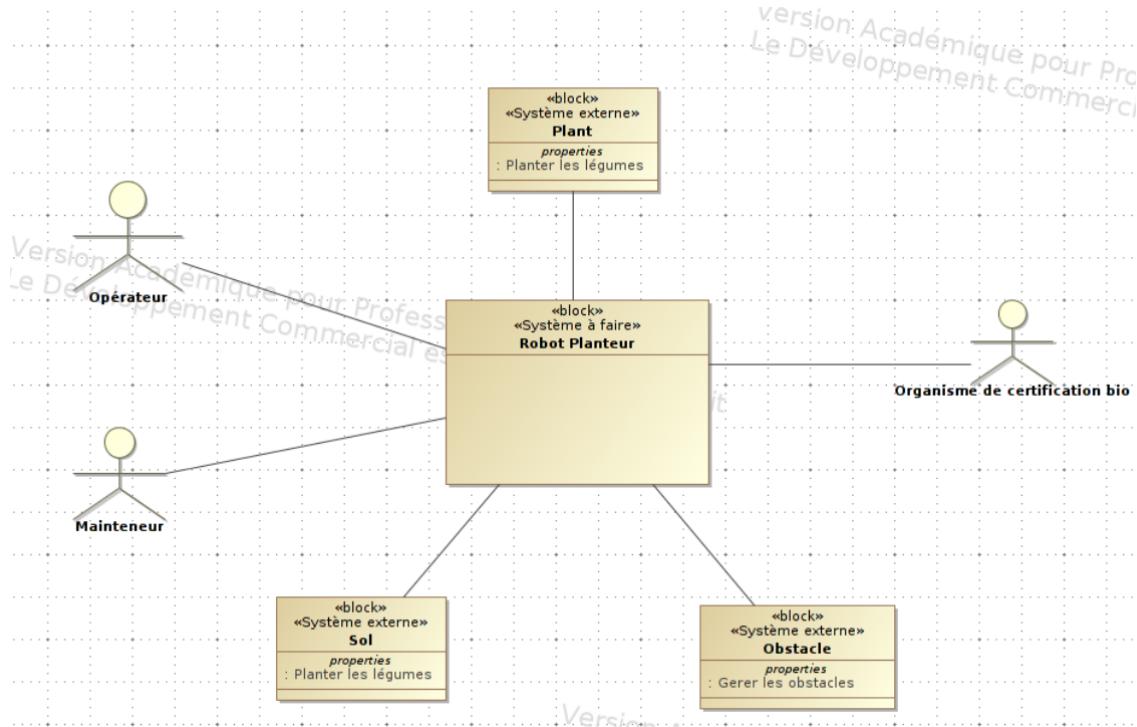


Figure 6 : Diagramme de contexte

2.2 Diagramme des cas d'utilisation

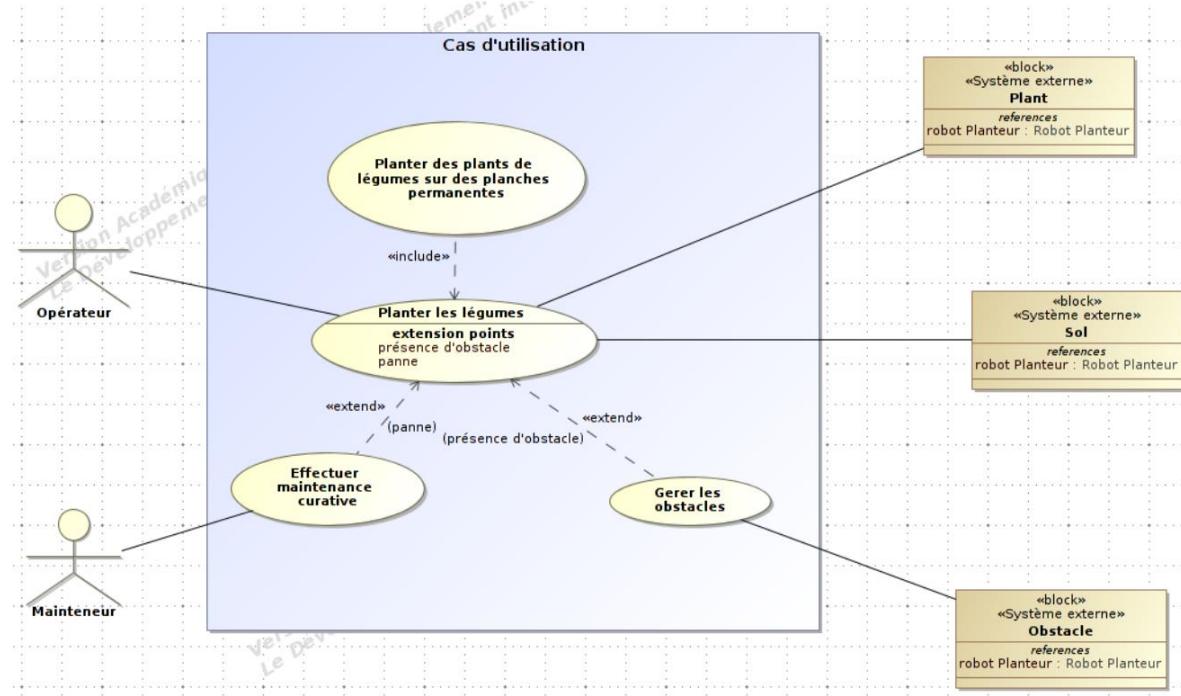


Figure 7 : Diagramme des cas d'utilisation

2.3 Diagramme des besoins

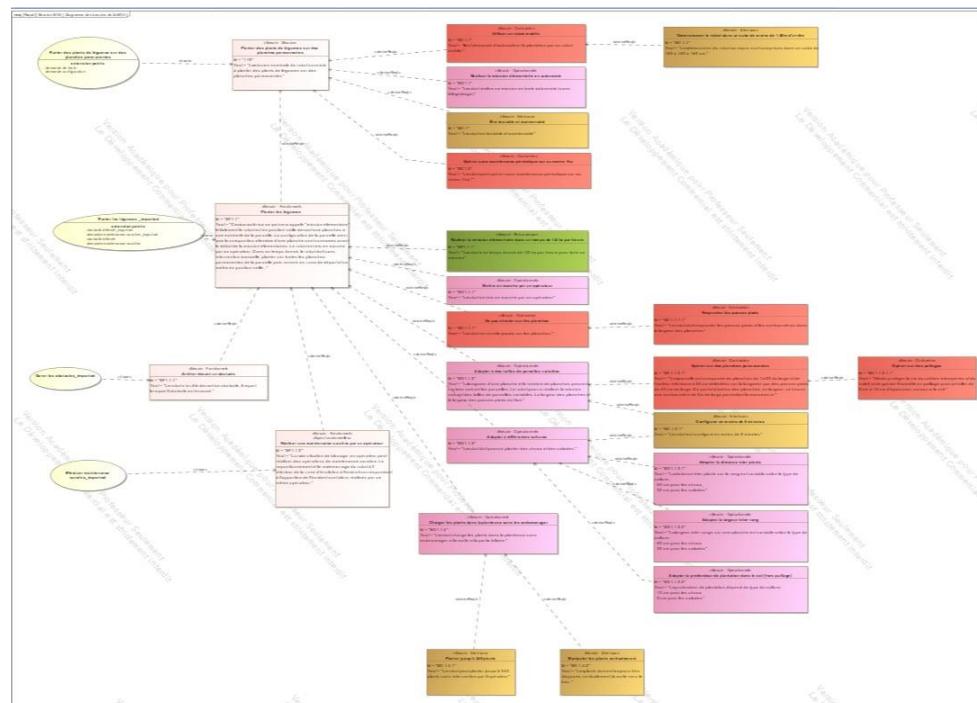


Figure 8 : Diagramme des besoins

2.4 Liste des besoins

#	Id	Nom	Text
1	119	<input type="checkbox"/> Planter des plants de légumes sur des planches...	La mission nominale du robot consiste à planter des plants de légumes sur des planches permanentes
2	BC1.1	<input type="checkbox"/> Utiliser un robot mobile	Il est demandé d'automatiser la plantation par un robot mobile.
3	BC1.1.1	<input type="checkbox"/> Ne pas circuler sur les planches	Le robot ne circule jamais sur les planches.
4	BC1.1.1.1	<input type="checkbox"/> Emprunter les passes pieds	Le robot doit emprunter les passes pieds et les contournières dans la largeur des planches
5	BC1.1.2.1	<input type="checkbox"/> Opérer sur des planches permanentes	Une parcelle est composée de planches de 1m20 de large et de hauteur inférieure à 50 cm délimitées sur la longueur par des passes pieds de 40 cm de large. De part et d'autres des planches, en largeur, se trouve une contournière de 2m de large permettant la manœuvre.
6	BC1.1.2.1.1	<input type="checkbox"/> Opérer sur des paillages	Afin de protéger la vie du sol des intempéries et du soleil, et de garder l'humidité un paillage pouvant aller de 5 cm à 15 cm d'épaisseur recouvre le sol.
7	BC1.2	<input type="checkbox"/> Opérer sans maintenance périodique sur au moins 1ha.	Le robot peut opérer sans maintenance périodique sur au moins 1ha."
8	BF0	<input type="checkbox"/> Améliorer la productivité	L'automatisation de plantation de légumes a été décidée pour améliorer la productivité.
9	BF1.1	<input type="checkbox"/> Planter les légumes	Ceci caractérise ce qui sera appelé "mission élémentaire". Initialement le robot est en position veille devant une planches à une extrémité de la parcelle. La configuration de la parcelle ainsi que la composition attendue d'une planche sont connues avant le début de la mission élémentaires. Le robot est mis en marche par un opérateur. Dans un temps donné, le robot doit sans intervention manuelle, planter sur toutes les planches permanentes de la parcelle puis revenir en zone de départ et se mettre en position veille. .
10	BF1.1.1	<input type="checkbox"/> Arrêter devant un obstacle	Le robot s'arrête devant un obstacle, il repart lorsque l'obstacle est évacué.
11	BF1.1.2	<input type="checkbox"/> Réaliser une maintenance curative par un opérateur	Lors de situation de blocage, un opérateur peut réaliser des opérations de maintenance curative. Le repositionnement et le redémarrage du robot à l'intérieur de la zone d'évolution à l'emplacement correspondant à l'apparition de l'incident sont alors réalisés par ce même opérateur.
12	B11.1	<input type="checkbox"/> Être testable et maintenable	Le robot est testable et maintenable
13	B11.1.1	<input type="checkbox"/> Dimensionner le robot dans un cube de moins ...	Les dimensions du robot au repos sont comprises dans un cube de 160 x 160 x 160 cm.
14	B11.1.2.1	<input type="checkbox"/> Configurer en moins de 5 minutes	Le robot est configuré en moins de 5 minutes
15	B11.1.4.1	<input type="checkbox"/> Planter jusqu'à 240 plants	Le robot peut planter jusqu'à 240 plants sans intervention par l'opérateur
16	B11.1.4.2	<input type="checkbox"/> Manipuler les plants verticalement	Les plants doivent toujours être disposés verticalement, la motte vers le bas.
17	BO1.1	<input type="checkbox"/> Réaliser la mission élémentaire en autonomie	Le robot réalise sa mission en toute autonomie (sans téléguidage)
18	BO1.1.1	<input type="checkbox"/> Mettre en marche par un opérateur	Le robot est mis en marche par un opérateur
19	BO1.1.2	<input type="checkbox"/> Adapter à des tailles de parcelles variables	La longueur d'une planche et le nombre de planches peuvent variées suivant les parcelles. Le robot pourra réaliser la mission suivant des tailles de parcelles variables. La largeur des planches et la largeur des passes pieds est fixe.
20	BO1.1.3	<input type="checkbox"/> Adapter à différentes cultures	Le robot doit pouvoir planter des choux et des salades.
21	BO1.1.3.1	<input type="checkbox"/> Adapter la distance inter plants	La distance inter plants sur le rang est variable selon le type de culture. - 60 cm pour les choux, - 30 cm pour les salades
22	BO1.1.3.2	<input type="checkbox"/> Adapter la largeur inter-rang	La largeur inter rangs sur une planche est variable selon le type de culture: - 60 cm pour les choux - 30 cm pour les salades
23	BO1.1.3.3	<input type="checkbox"/> Adapter la profondeur de plantation dans le sol...	La profondeur de plantation dépend du type de culture: - 10 cm pour les choux - 5 cm pour les salades
24	BO1.1.4	<input type="checkbox"/> Charger les plants dans la planteuse sans les e... <input type="checkbox"/> Réaliser la mission élémentaire dans un temps ...	Le robot charge les plants dans la planteuse sans endommager ni la motte ni la partie foliaire. Le robot a un temps donné de 1/2 h par heure pour faire sa mission

Figure 9 : Liste des besoins

2.5 Matrice de besoins – besoins

La matrice besoins-besoins sert à visualiser les dépendances entre les différents besoins.

Besoins MOA [1-DBPP-Définition des besoins des parties prenantes]																	
18	3	3	2	4	3	3	2	7	1	4	14	2	3	2	3	2	4
18																	
3																	
3																	
2																	
4	X																
3																	
2																	
7	✓																
1																	
4																	
14																	
2																	
3																	
3																	
2																	
4																	
2																	
3																	
2																	
6																	
3																	
4																	

Figure 10 : Matrice besoins – besoins

3- Spécifications-Exigences Ingénierie

La partie exigence sert à spécifier ce que le système doit exécuter pour répondre aux besoins des parties prenantes.

3.1 Diagramme des spécifications

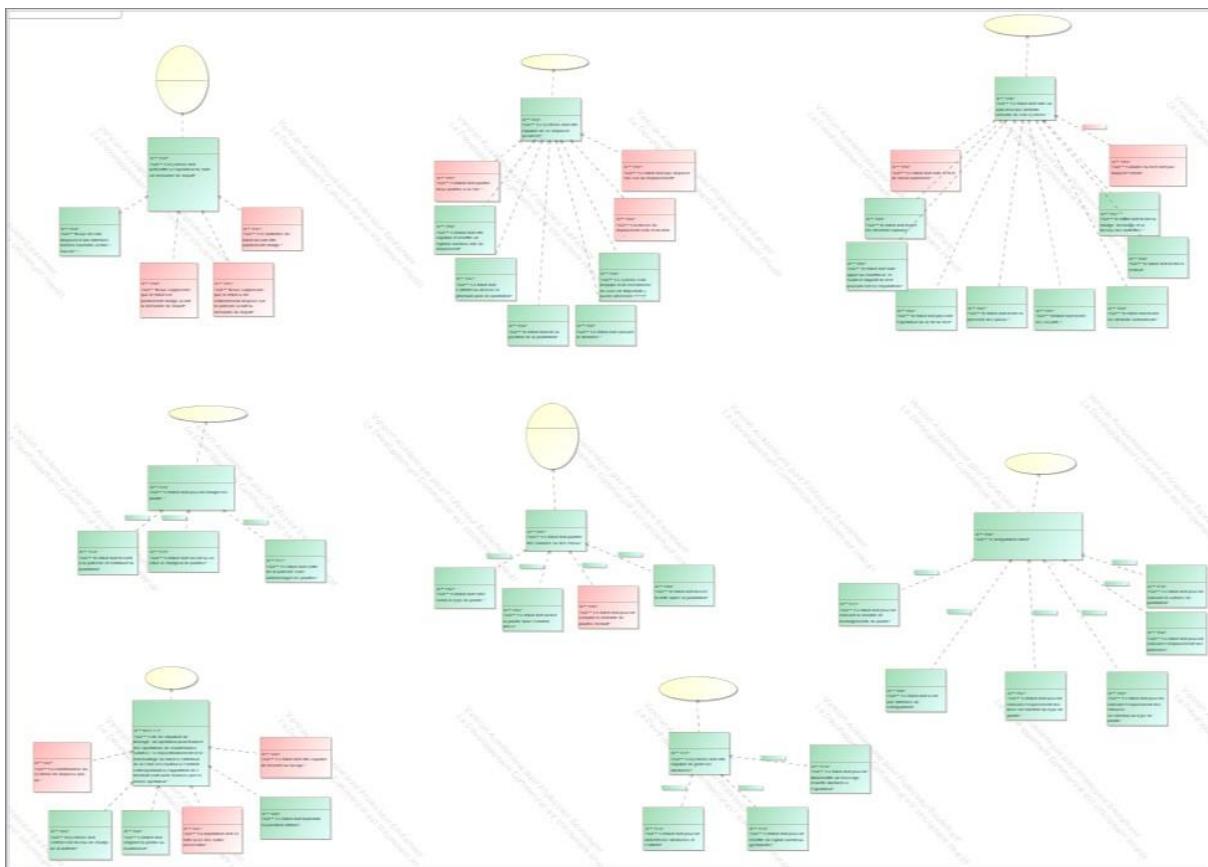


Figure 11 : Diagramme des spécifications

3.2 Matrice besoins – exigences

Figure 12 : Matrice besoins - exigences

3.3 Diagramme des cas d'utilisation détaillé

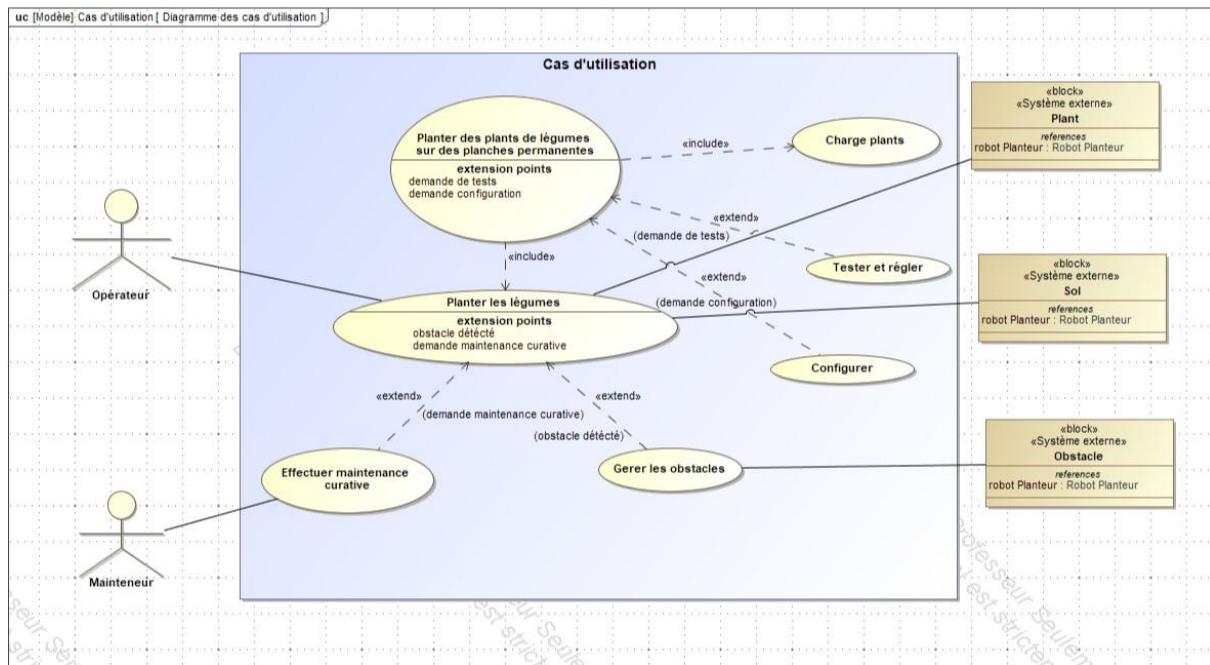


Figure 13 : Diagramme de contexte

Ce diagramme des cas d'utilisation est plus détaillé que celui de l'analyse des besoins car l'étude des exigences permet de détailler le fonctionnement du système afin de satisfaire les besoins du client.

3.4 Matrice spécifications-cas d'utilisation

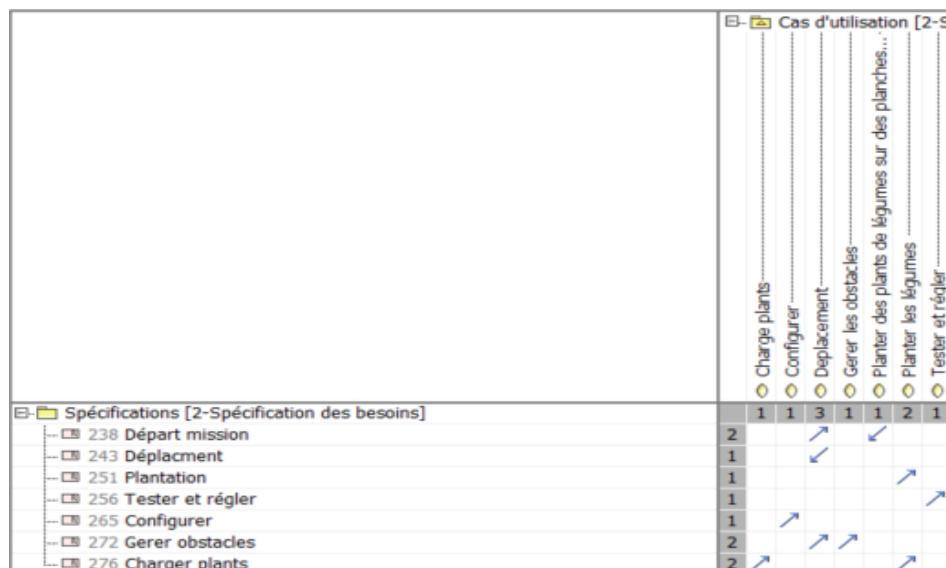


Figure 14 : Matrice spécifications – cas d'utilisation

3.5 Diagrammes de séquences des cas d'utilisation

3.5.1 Charger plantes

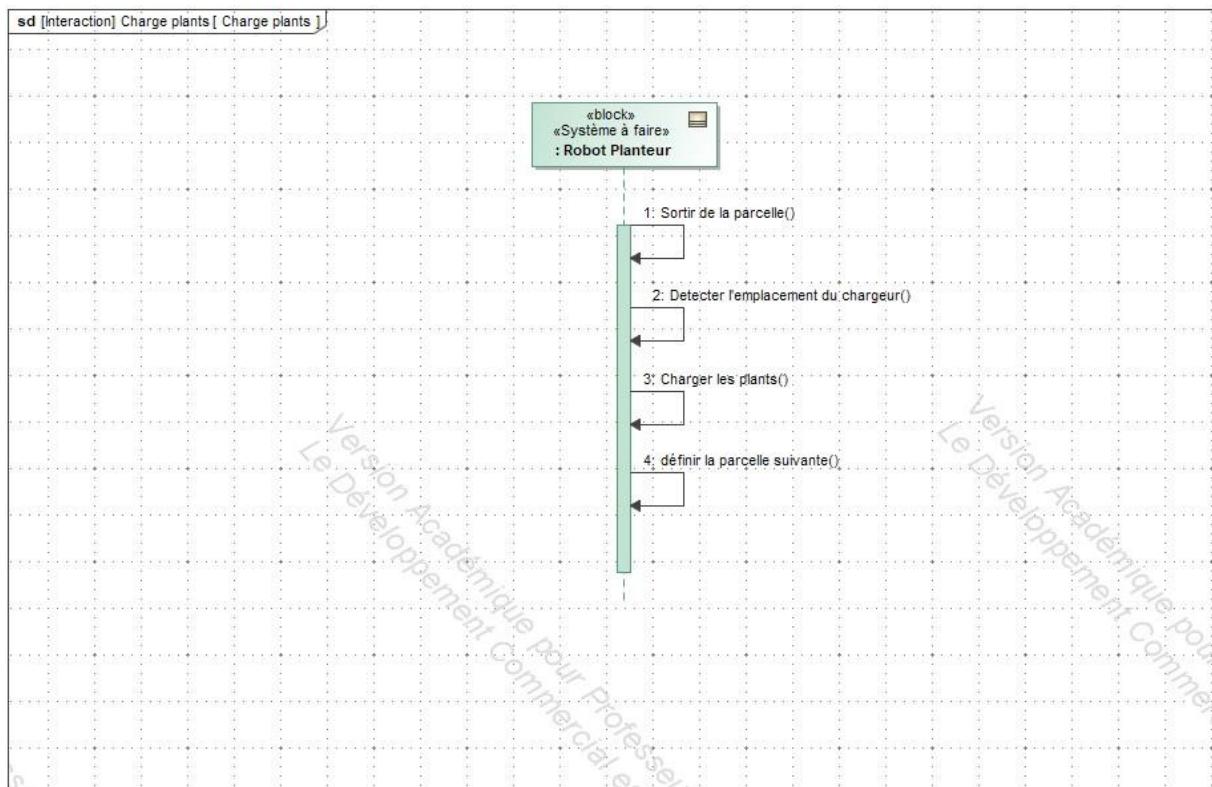


Figure 15 : Diagramme de séquence de « charger plantes »

Dans le cas d'utilisation charger plants, le robot sortira de la parcelle, détectera l'emplacement du chargeur, chargera les plants et définira la parcelle suivante au moyen d'un module GPS.

3.5.2 Tester et régler

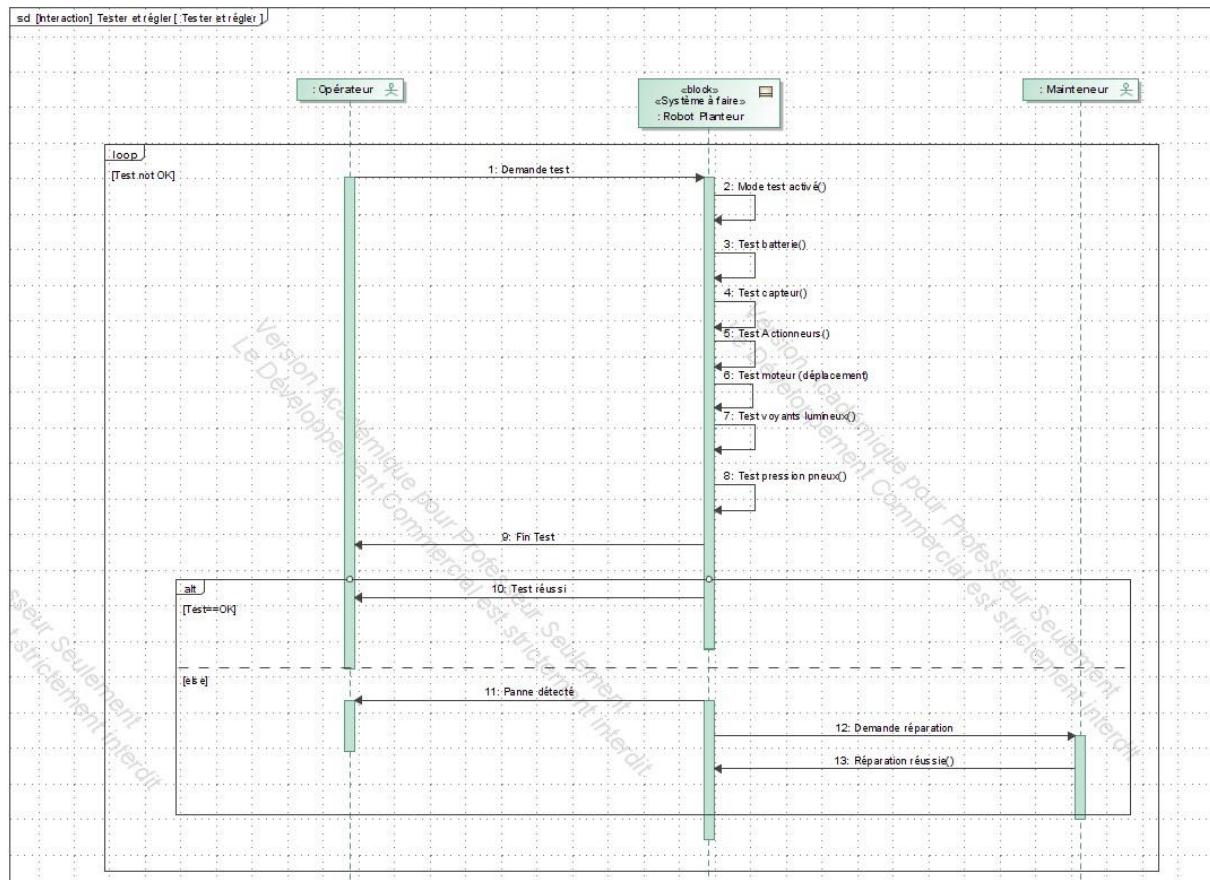


Figure 16 : Diagramme de séquence de « tester et régler »

Le processus de test se déroule dans une boucle tant que le test des composants du robot n'est pas validé. L'opérateur commence par demander le test via l'ihm. Le robot effectue l'ensemble des tests nécessaires et envoie un message de fin de test à l'opérateur via l'ihm.

Si le test est validé, le robot envoie un message « test réussi » à l'opérateur. Si une panne est détectée, le robot envoie un message à l'opérateur de la panne détecté et envoie un message de demande réparation au mainteneur via un module GSM. Le mainteneur indiquera au robot, la fin de la réparation par un message.

3.5.3 Configurer

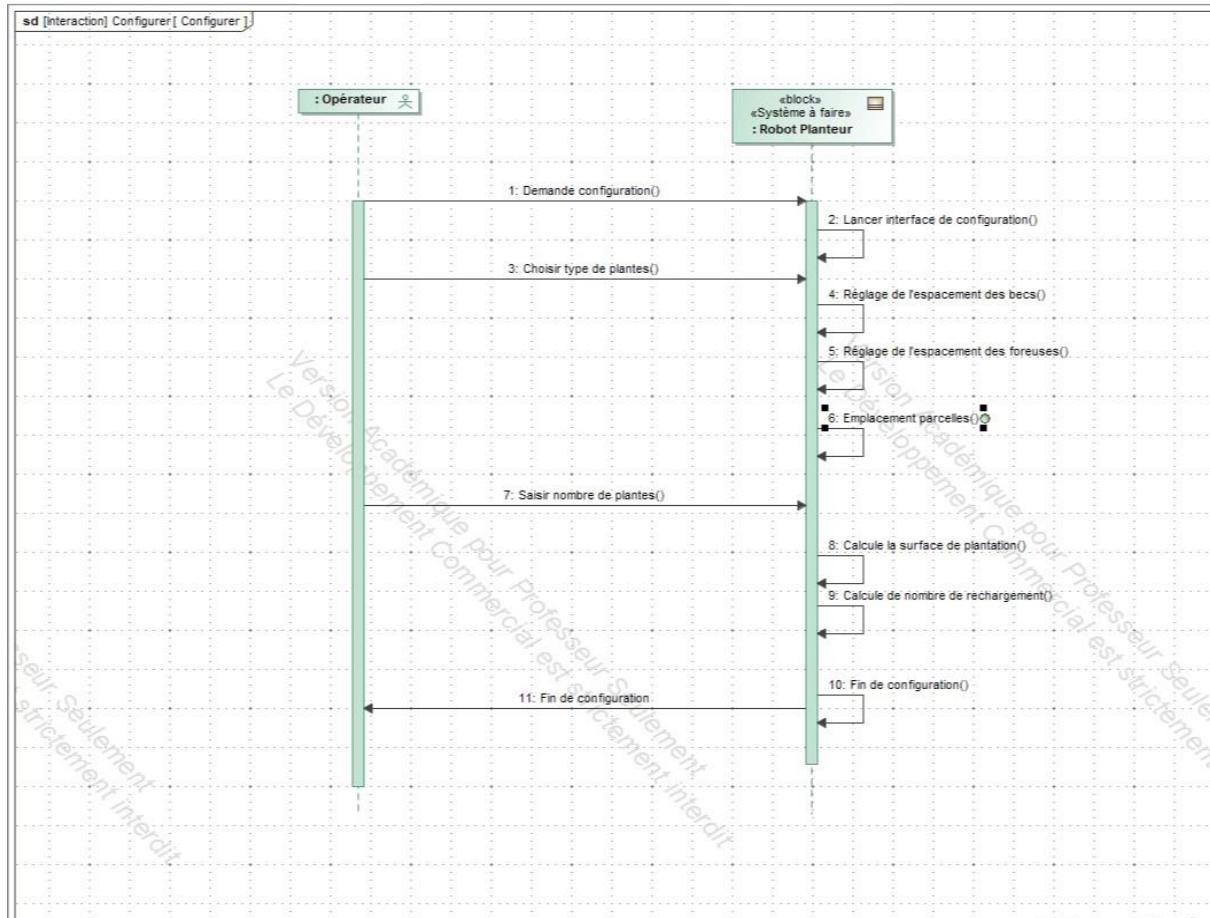


Figure 17 : Diagramme de séquence de « Configurer »

Avant le début des missions, l'opérateur peut demander une configuration via l'Ihm du robot. Par la suite, l'opérateur choisit le type de plants et le robot effectue l'ensemble des réglages de positionnement nécessaires. Ensuite l'opérateur saisit le nombre de plants via l'ihm et le robot effectue l'ensemble des calculs nécessaire. À la fin, le robot affichera sur l'Ihm un message de fin de configuration.

3.5.4 Gérer obstacle

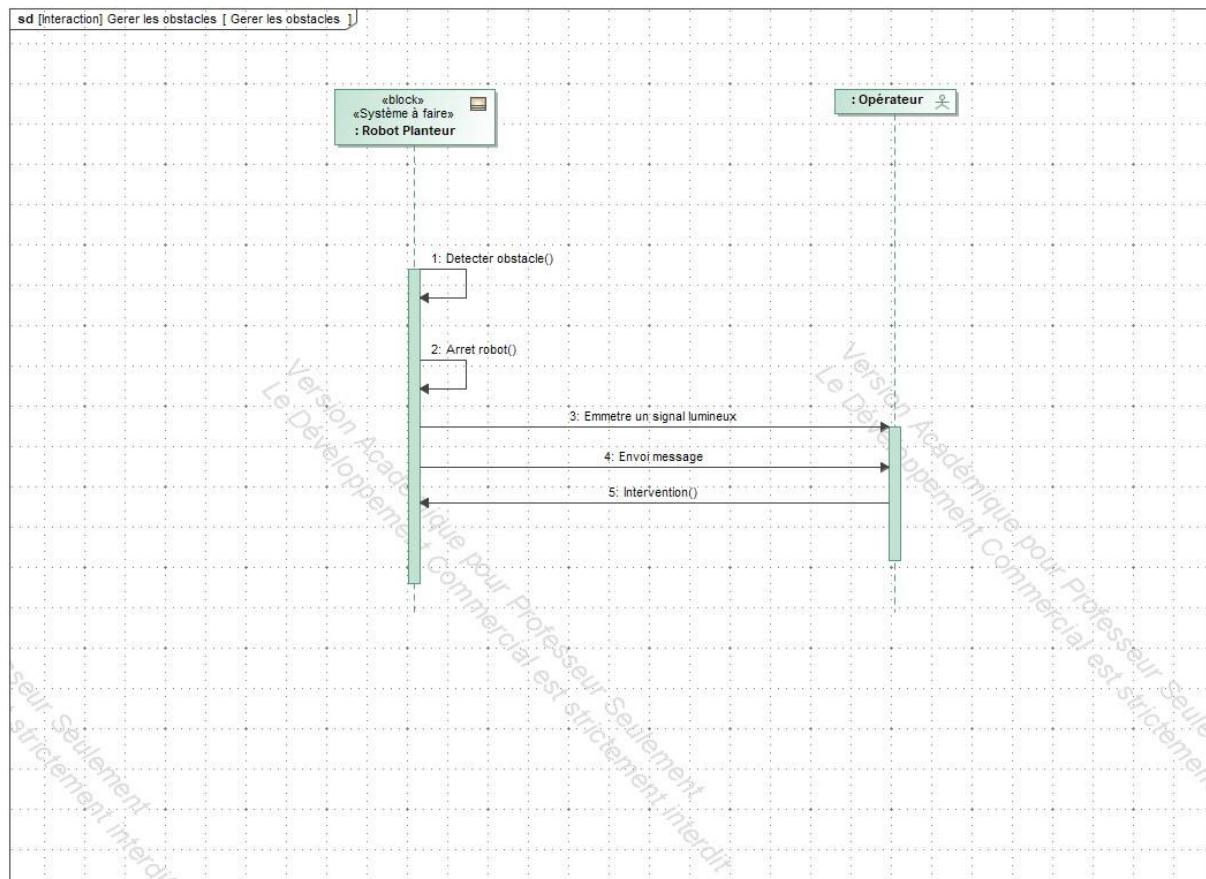


Figure 18 : Diagramme de séquence de « Gérer les obstacles »

Lorsque le robot détecte un obstacle, il s'arrête et transmet un signal à l'opérateur au moyen d'un signal lumineux et envoie un message en même temps. L'opérateur intervient pour dégager la voie et permettre à la mission de reprendre.

3.5.5 Maintenance curative

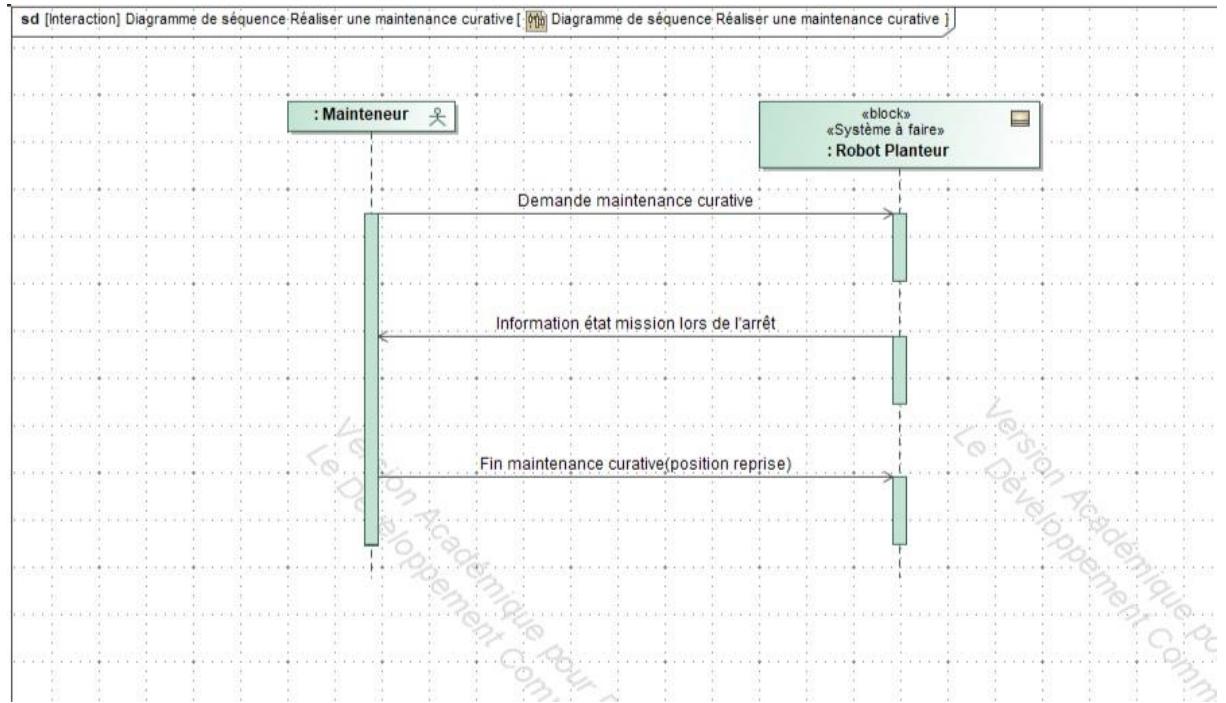


Figure 19 : Diagramme de séquence de « Réaliser maintenance curative »

Lorsque le mainteneur effectue une demande de maintenance curative, le robot communique au mainteneur l'état de mission lors de l'arrêt. À la fin de la maintenance, le mainteneur doit replacer le robot au même endroit pour que le robot reprenne la mission.

3.5.6 Planter légumes

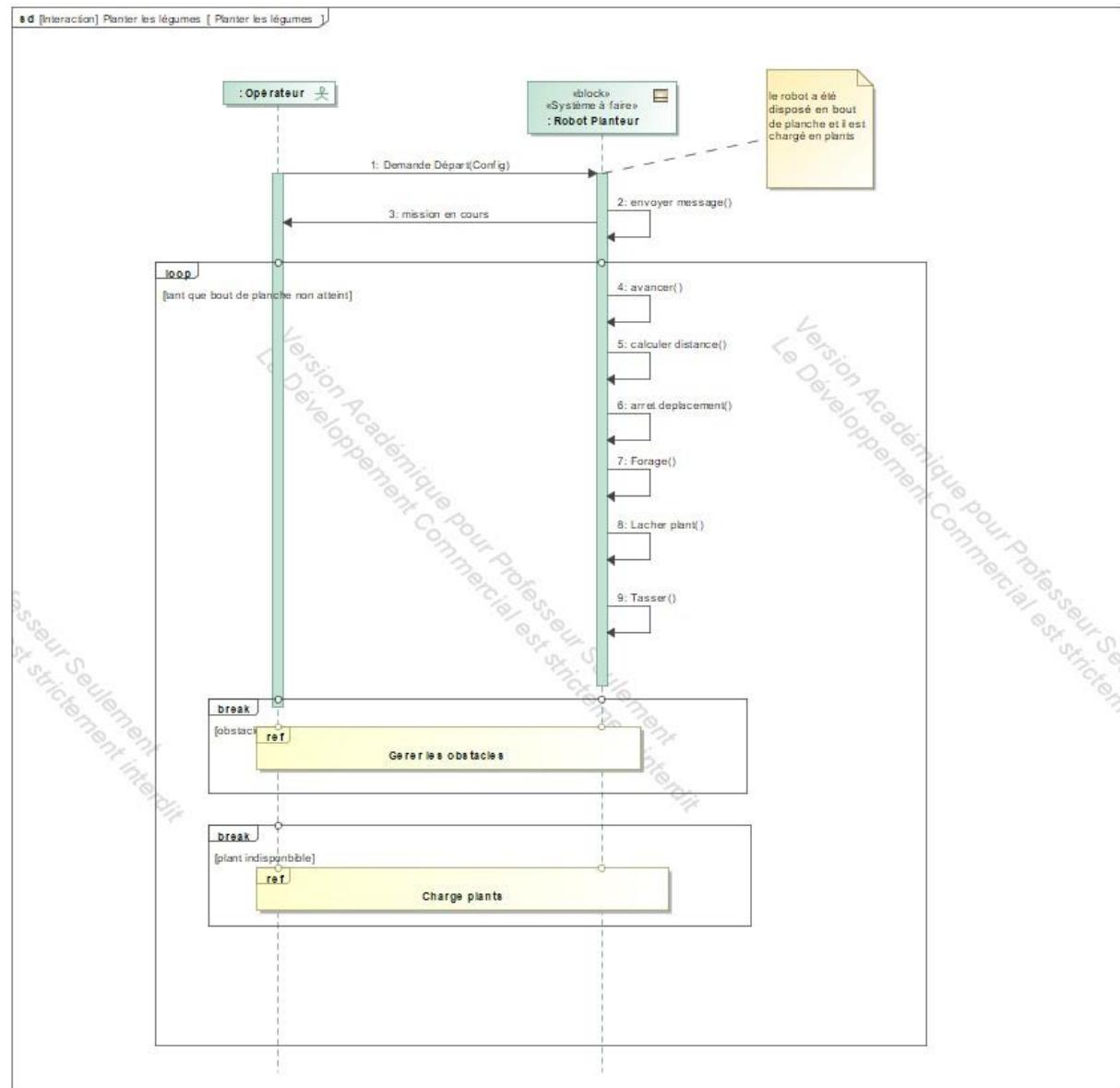


Figure 20 : Diagramme de séquence de « Planter légumes »

Le cas d'utilisation planter légume commence par une demande de l'opérateur via l'ihm. Lorsque la mission commence, le robot continue de planter tant que la fin de la parcelle n'est pas atteinte. Le robot arrêtera de planter lorsqu'il détecte un obstacle ou lorsque son stocke des plants sera terminé.

4- Architecture du système

4.1 Architecture logique

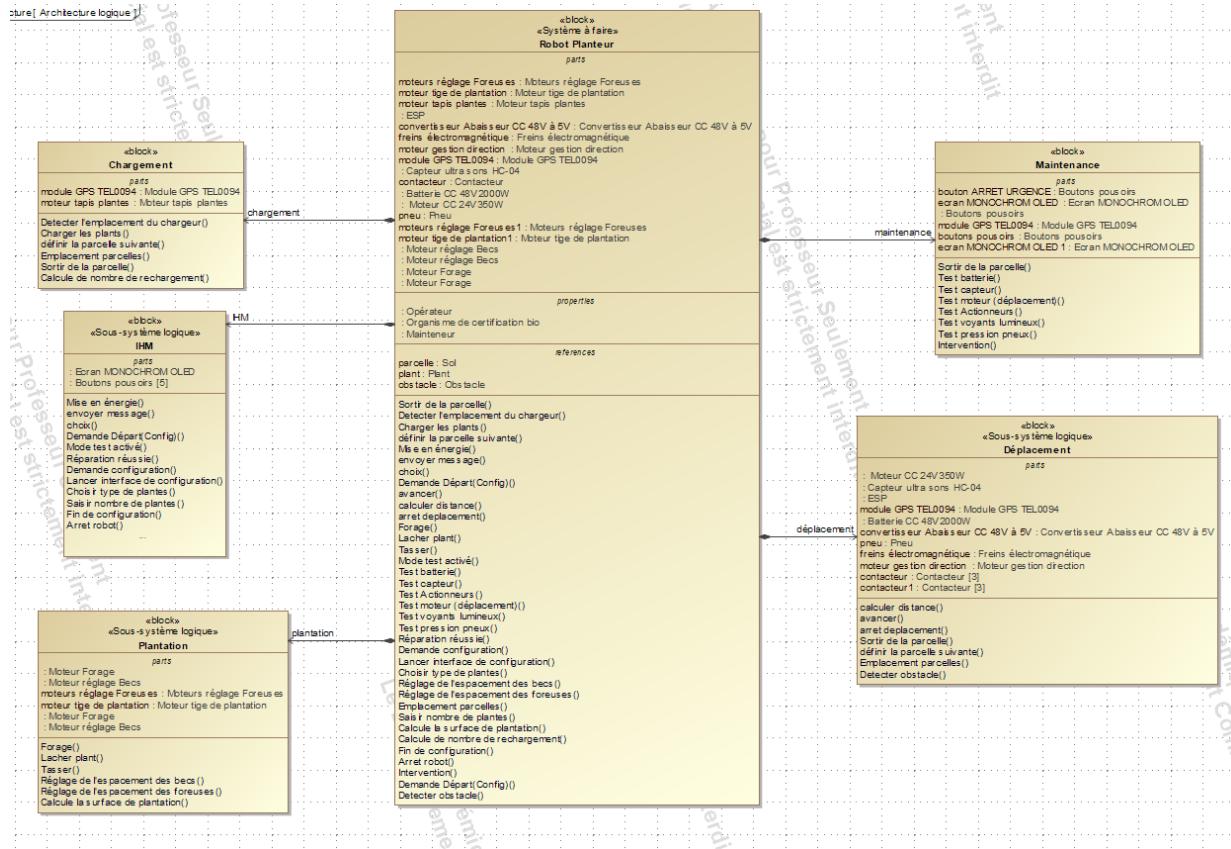


Figure 21 : Diagramme de bloc de la vue logique du système

4.2 Architecture physique

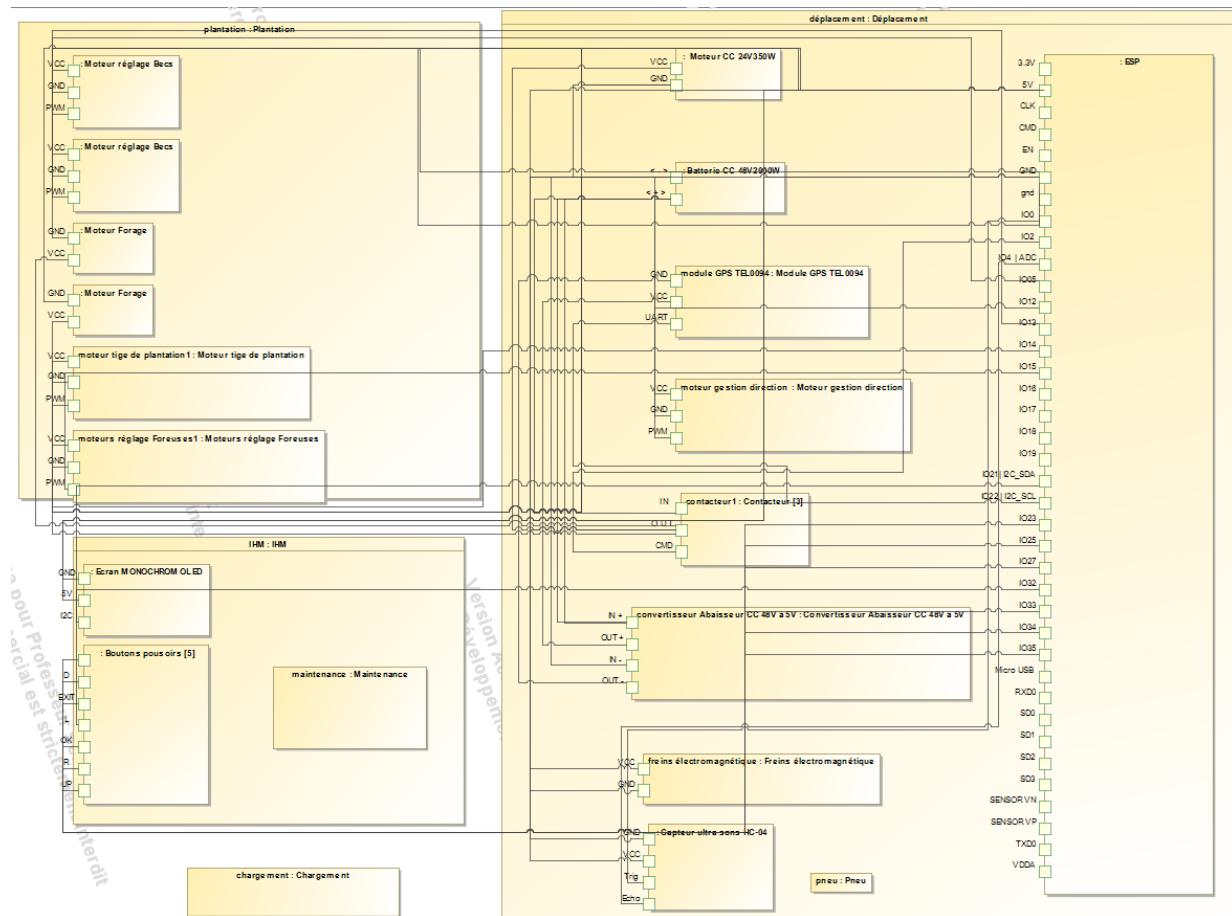


Figure 22 : Diagramme de connexion de l'architecture physique

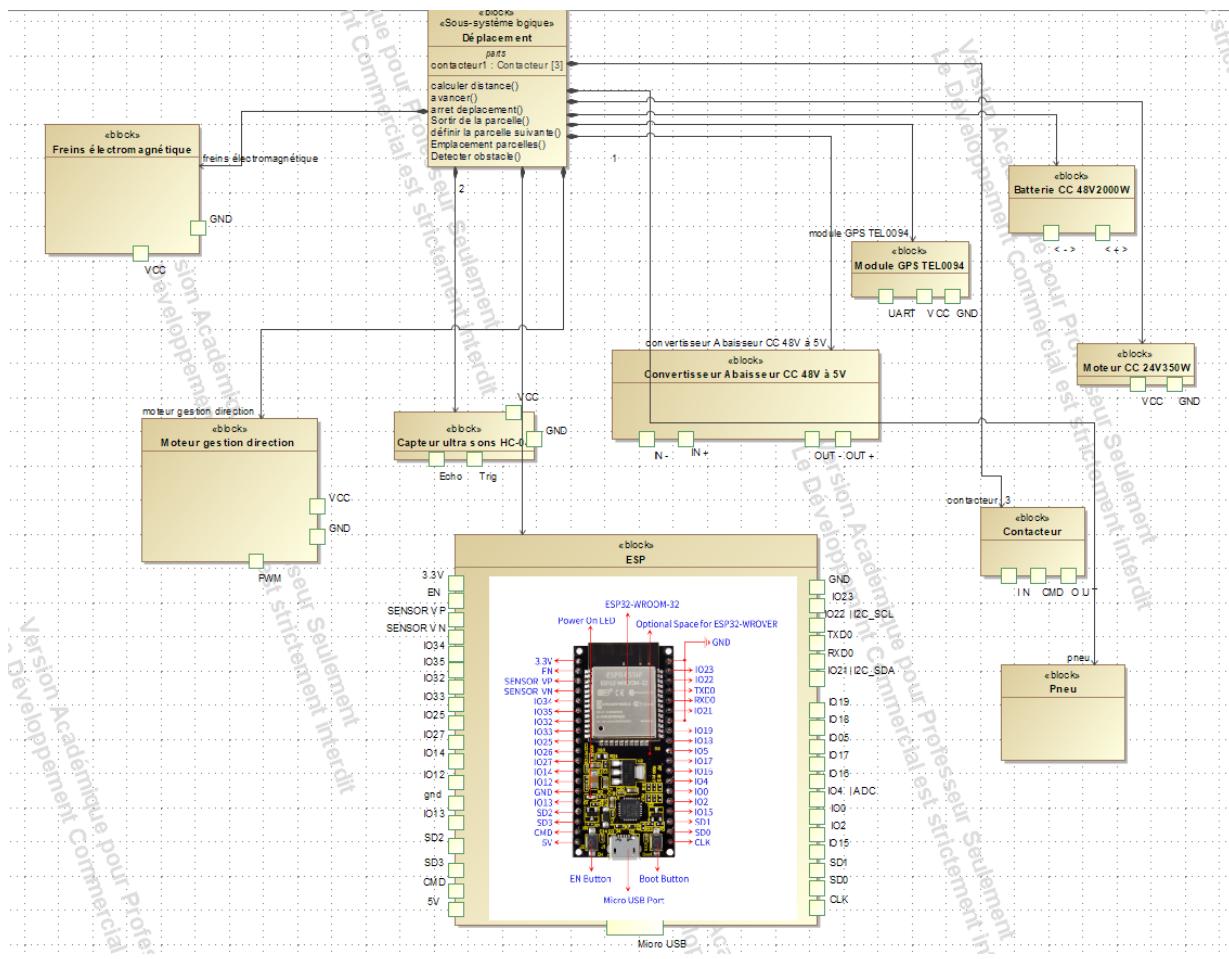


Figure 22 : Diagramme d'architecture physique du sous-système déplacement

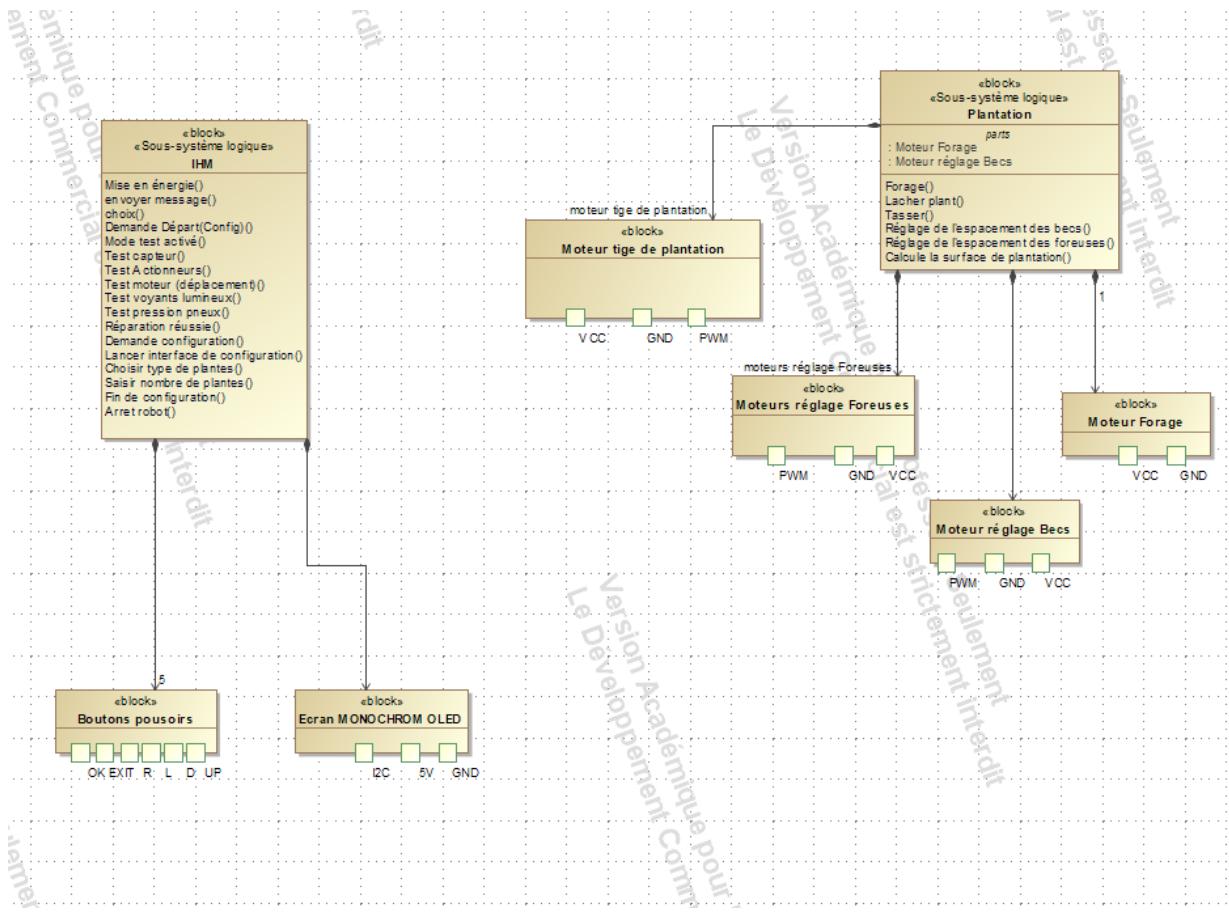


Figure 23 : Diagramme d'architecture physique des sous-système IHM et plantation

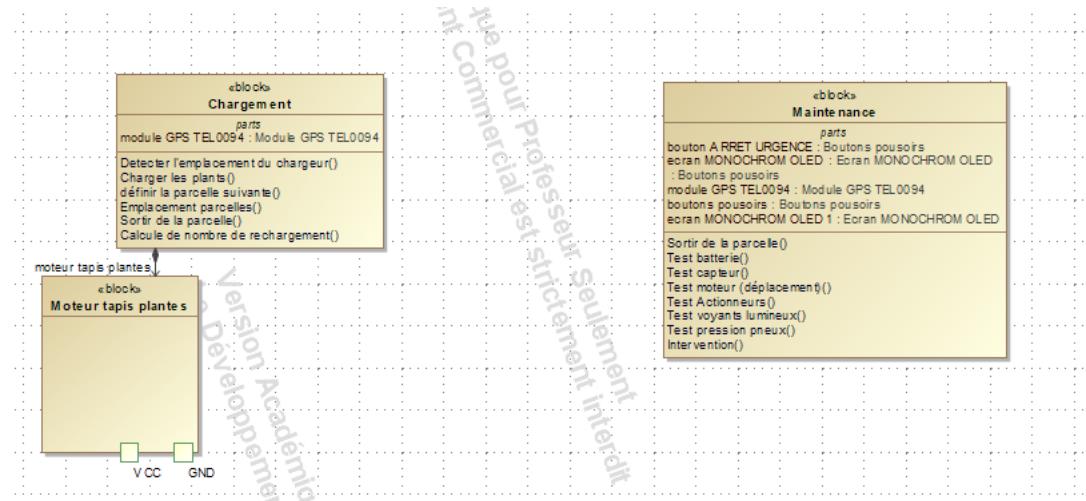


Figure 24 : Diagramme d'architecture physique des sous-systèmes chargement et maintenance

Notre robot sera positionné initialement par l'opérateur avant le début de la mission. Par la suite, le robot calculera les points GPS devant chaque planche nécessaire au positionnement du robot. À la fin de chaque parcelle, le robot se déplacera vers le point de chargement situé au début de chaque parcelle afin qu'il se charge en plantes et démarrer la plantation.

4.3 Composants utilisés :

4.3.1 Écran d'affichage :

Un écran OLED compatible avec le microcontrôleur avec une taille de 2.7 pouces, sur cet écran, l'utilisateur peut visualiser et défiler entre pleins de données en relation avec le système mis en place. La connexion de ce dernier avec le microcontrôleur sera faite avec le protocole SPI.



Figure 23 : Écran d'affichage

Les caractéristiques :

> taille diagonale	2.70"
> Nombre de pixel	128 x 64
> Profondeur de couleurs	Blanc, jaune, vert (16 niveaux de gris)
> Taille du panneau (mm)	73.00 × 41.86 × 2.00
> Surface active (mm)	61.41 × 30.69
> pas du pixel (mm)	0.48 × 0.48 (53 PPI)
> Interface	Parallel, 3-/4-wire SPI

4.3.2 Batterie d'alimentation :

Une batterie composée d'un ensemble de cellules en parallèles (117 pièces), chaque cellule est une sorte de powerbank avec une capacité de 2700 mAh.

La batterie ci-dessous est la batterie qui sera responsable pour l'alimentation de notre robot, c'est ainsi une batterie qui peut alimenter les vélos électrique.



Figure 24 : Batterie d'alimentation

Sachant que notre moteur consomme 350W, plus les faibles quantités d'énergie consommée par les capteurs et les voyants. L'autonomie de cette batterie peut tenir jusqu'à 5 heures d'utilisation. Cela nous permettra de faire rouler le robot et réaliser les tâches nécessaires pour la plantation des arbres.

4.3.3 Microcontrôleur : ESP32

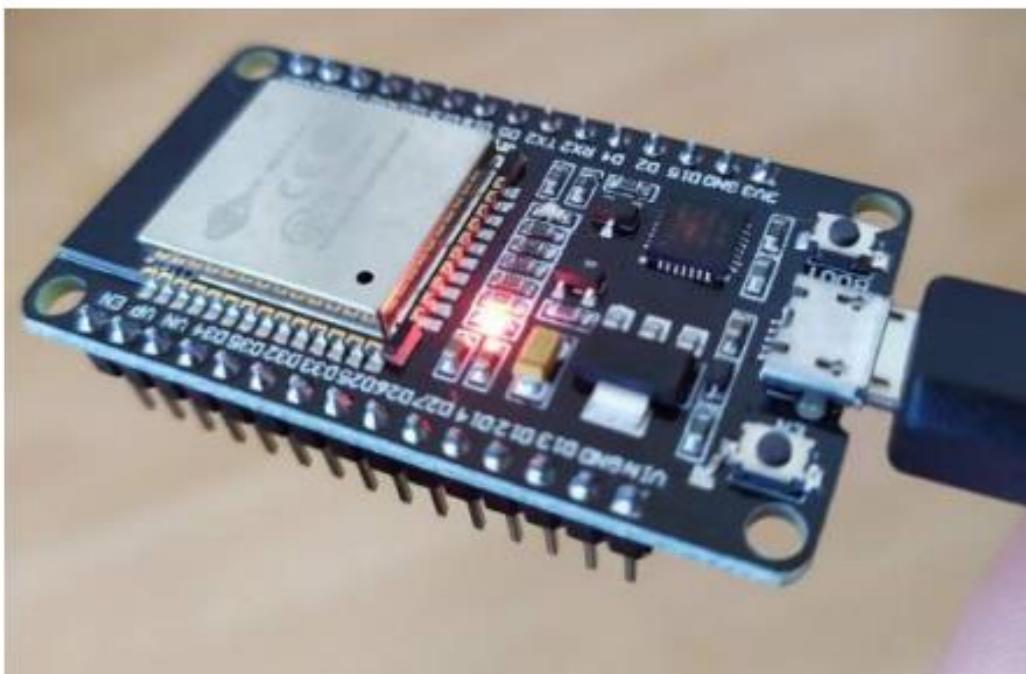
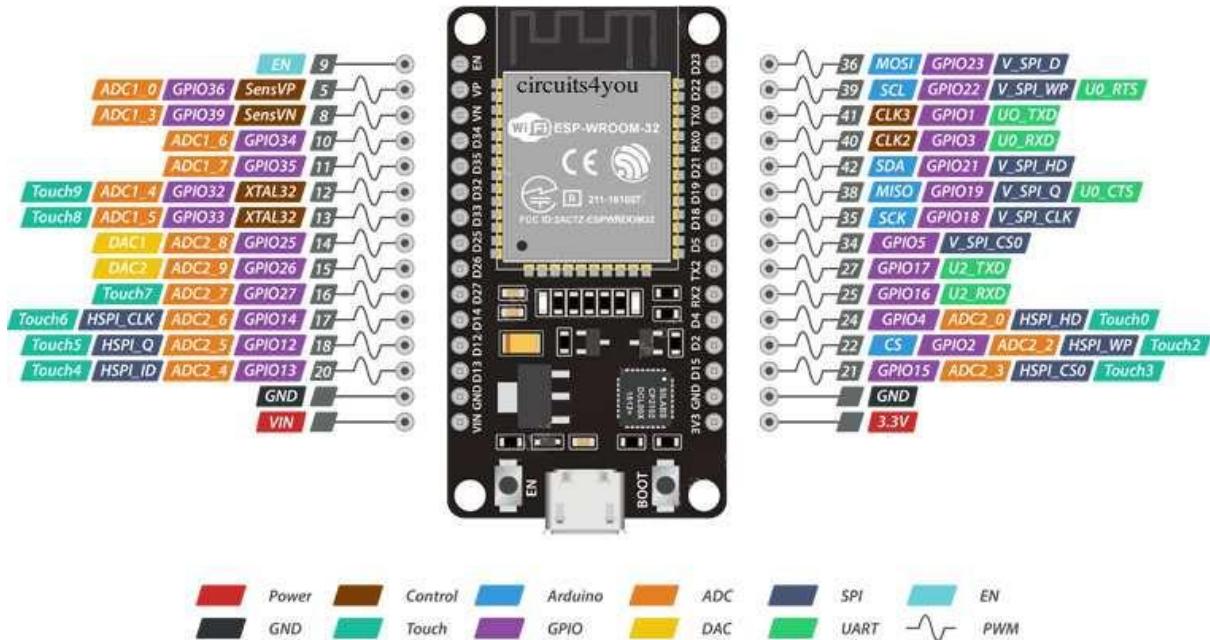


Figure 25 : Carte ESP32

l'ESP32 est une carte électronique permettant de réaliser des projets «IoT» assez facilement. Elle possède en effet une connectivité assez complète. Cette carte est tout à fait adaptée à la réalisation de prototypes et non uniquement à la réalisation de projets «finis et définitifs». Elle est une référence dans l'univers maker pour ces nombreuses raisons, il est donc très facile de trouver de l'aide sur Internet pour utiliser cette carte.

Pour voir les connectivités qu'on peut utiliser sur cette dernière, la figure suivante illustre l'ensemble des pins de l'esp32



ESP32 Dev. Board / Pinout

Figure 26 : Pinout ESP32

Comparatif des cartes électroniques qui peuvent potentiellement être utilisées pour ce genre de projet :

	ESP32	ESP8266	Arduino UNO	Raspberry Pi Zero
Fréquence	160 Mhz	80 Mhz	16 Mhz	1 GHz
Ports Digitaux	36	17	14	28
Ports Analogiques	18	1	6	-
Bluetooth 4.0 Intégré	✓	-	-	✓
WiFi Intégré	✓	✓	-	✓
Alimentation USB	✓	-	✓	✓

Figure 27 : Tableau comparatif des cartes IoT

Pour conclure, cette carte possède le meilleur compromis taille, connectivité, consommation.

4.3.4 Module GSM + GPS :

La série SIM7000 a une extensibilité puissante avec de nombreuses interfaces, y compris UART, GPIO, PCM, I2C, etc. La série SIM7000 est conçue pour les applications nécessitant une faible latence, une communication de données à faible débit dans diverses conditions de propagation radio. En raison de la combinaison unique de performance, de sécurité et de flexibilité, ce module

est parfaitement adapté aux applications M2M, telles que la mesure, le suivi des actifs, la surveillance à distance, l'électronique, etc. la figure suivante illustre un modèle amélioré du SIM7000

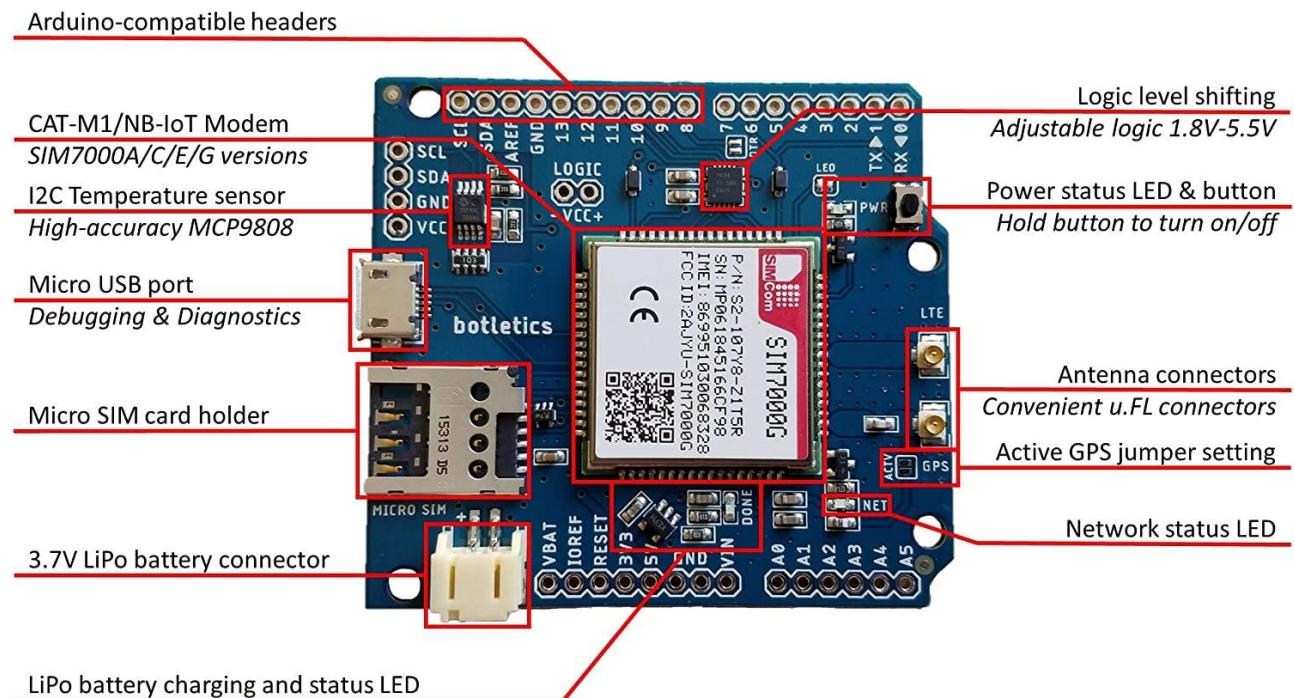


Figure 28 : Module GSM LTE + GPS

Avantages du module :

- Avec le Mode d'économie d'énergie (PSM) et la réception discontinue étendue (eDRX), la série SIM7000 peut prolonger la durée de vie de la batterie à 10 ans
- La série SIM7000 offre une amélioration de la couverture plus profonde par rapport au GSM
- Le facteur de forme et les commandes AT de la série SIM7000 sont compatibles avec SIM900 et SIM800F
- Comporte un module GPS intégré dans le shield.

4.3.5 Voyants Lumineux:

Compatible avec le microcontrôleur qu'on a choisi, ces voyants LED avec de multiples couleurs, vont indiquer à l'opérateur à chaque fois que le robot se retrouve face à un obstacle.

Avec une longueur de 10 cm, les voyants peuvent bien être visualisés si l'opérateur est plus au moins proche du robot.



Figure 29 : Voyants lumineux

L'alimentation de ces derniers est à 12V avec une puissance 1.2W.

Les LED proposées sont reliées sous forme d'un strip, avec une imperméabilisation assurée.

4.3.6 Moteur de déplacement:

Le moteur utilisé est embarqué dans notre robot planteur est présenté dans la figure suivante:

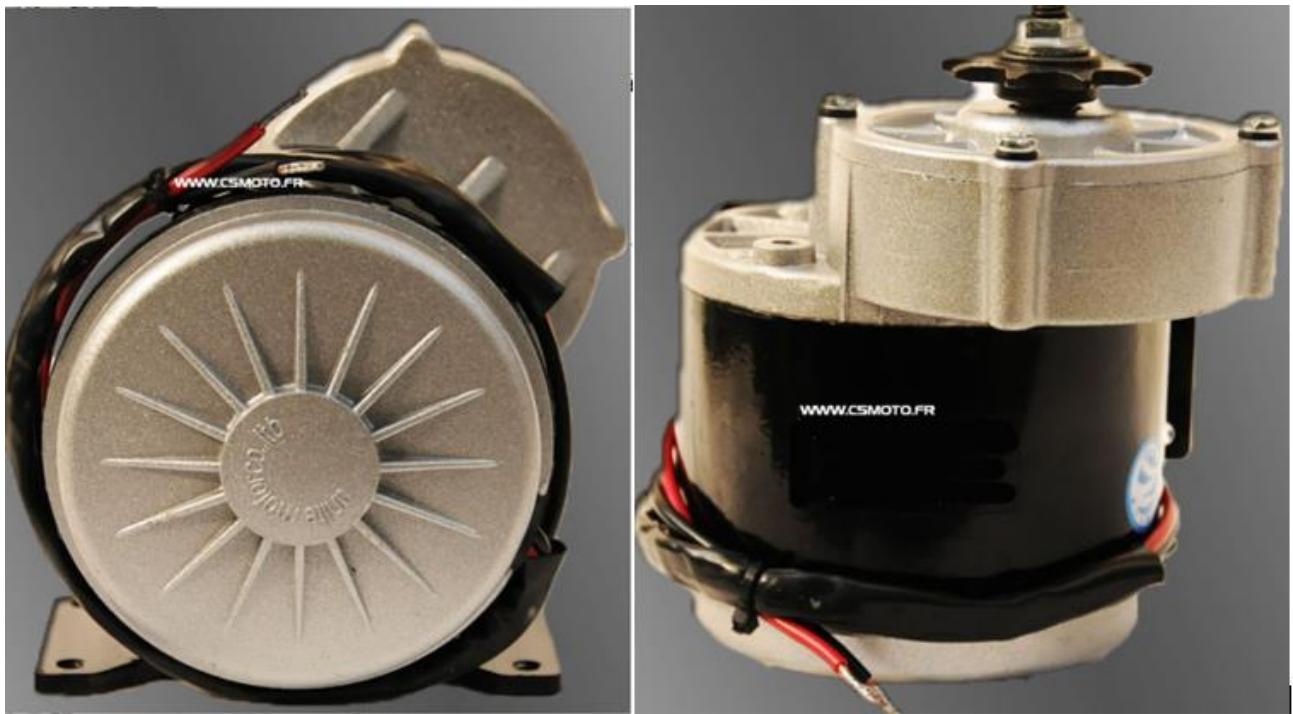


Figure 30 : Moteur de déplacement

Le couple disponible en sortie d'arbre moteur est proche des 9.6 N.m, pour une puissance proche de 351W.

Pour comparer cette valeur, prenons le couple fournit par un moteur diesel LOMBARDINI équipant les voiturettes (voiture sans permis) Italienne GRECAV.

Cyclindrée : 500 cc

Puissance : 4000 W à 3600 tr/min

Couple : 18 Nm à 1800 tr/min

Vitesse maxi de la voiture : 45 Km/h

Masse maxi avec 1 ou 2 passagers : 400 à 650 Kg

Le moteur MY1016Z 24V 350w installé sur le quad ci dessous est équipé du pignon d'origine 9 dents, qui est accouplé à une couronne 15 dents fixée à l'arbre de roues. Le couple disponible est de 16 N.m à 184 Tr/min, permettant au quad d'atteindre les 8.5 Km/h avec plus de 100Kg de masse totale.

Le pignon 9 dents a été remplacé par un 16 dents, la vitesse maximum atteinte sur le plat à ainsi pu être portée à 17 Km/h avec une charge total de 55 Kg, 15 km/h avec 100 Kg.



Figure 31 : Test réussi, force de traction du moteur

Ce test était bien réussi, et réalisé sur une pente très faible.

4.3.7 Contacteur du moteur:

Le contacteur est un relais électromagnétique qui permet grâce à des contacts (pôles) de puissance d'assurer le fonctionnement de moteurs, de résistances ou d'autres récepteurs de fortes puissances.

Suivant le modèle, il possède aussi des contacts auxiliaires intégrés ouverts ou fermés, il est possible d'ajouter des additifs ou blocs auxiliaires servant uniquement pour la télécommande ou la signalisation.

Afin de commander notre moteur sur les deux états ON/OFF, on a choisi le contacteur Finder présent ci-dessous:



Figure 32 : Contacteur ON/OFF

Fonctionnement continu pour la bobine et les contacteurs; Bobine c.a. / c.c. silencieuse (avec protection à varistance); Indicateurs mécaniques et LED en standard ; Séparation de protection (isolation renforcée) entre la bobine et les contacts.

4.3.8 Capteur ultrason:

Un capteur à ultrasons émet à intervalles réguliers de courtes impulsions sonores à haute fréquence. Ces impulsions se propagent dans l'air à la vitesse du son. Lorsqu'elles rencontrent un objet, elles se réfléchissent et reviennent sous forme d'écho au capteur. Celui-ci calcule alors la distance le séparant de la cible sur la base du temps écoulé entre l'émission du signal et la réception de l'écho.

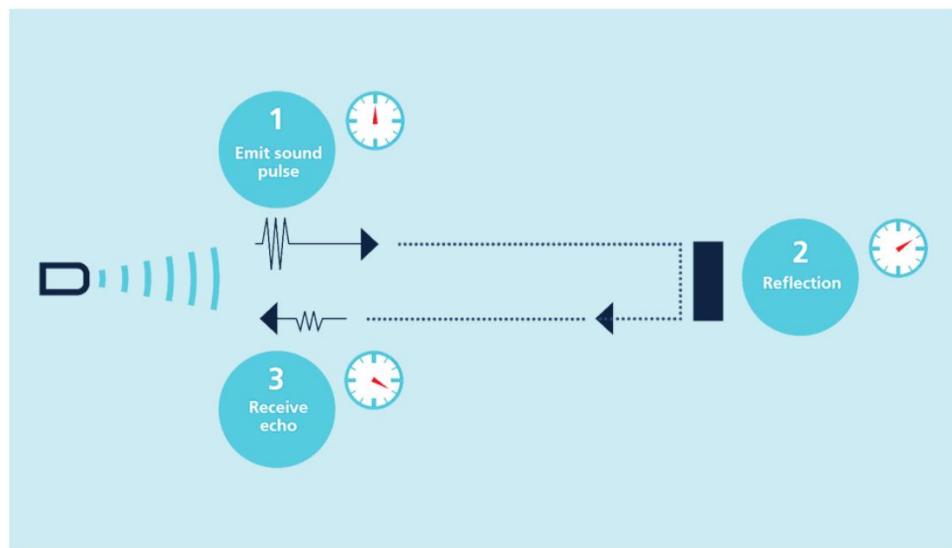


Figure 33 : Capteur ultrason : principe de fonctionnement

Des capteurs ultrason peuvent aller jusqu'à 10 mètres de detection. Pour le modèle qu'on a choisi, la plage de mesure est entre 200mm et 2000mm, une intervalle parfaite pour notre cas d'utilisation dans un environnement extérieur. La figure suivante illustre le capteur qui a été choisi lcs-130/DD/QP.



Figure 34 : Capteur ultrason lcs-130/DD/QP

4.3.9 Freins électromagnétiques :

Les freins électromagnétiques, également appelés freins électromécaniques ou freins EM, sont présents dans une large gamme d'applications industrielles qui utilisent une vitesse et un taux de cycle élevés, y compris sur les véhicules et les machines.

Pour notre projet on a choisi d'utiliser ce type de freins et le commander via le microcontrôleur. La puissance électromagnétique des freins utilise un actionnement électrique pour fonctionner, le couple

étant produit mécaniquement. Une fois que la tension ou le courant est appliquée à la bobine, celle-ci devient un électroaimant, ce qui lui permet de créer un champ magnétique et d'appliquer une résistance mécanique (friction). Le couple peut également être réglé par le biais du courant ou de la tension.

Le frein en question est présent dans la figure suivante:



Figure 35 : Frein électromagnétique

Ceci est un frein 24 V c.c. avec bride de montage conçus pour ralentir ou retenir des charges d'inertie lorsque la tension est désactivée.

5-Conclusion

Ce projet nous a permis de comprendre le concept de SysML, on a pu se familiariser avec les différents diagrammes de SysML. Ce projet nous a permis de voir la complexité qu'il y a à réfléchir à la mise en œuvre d'une tâche par un robot et de penser aux détails du comportement du robot (représenté ici par les divers diagrammes de séquence).

En parallèle, nous devions également expliciter la façon dont se passeraient les interactions entre les différents composants.