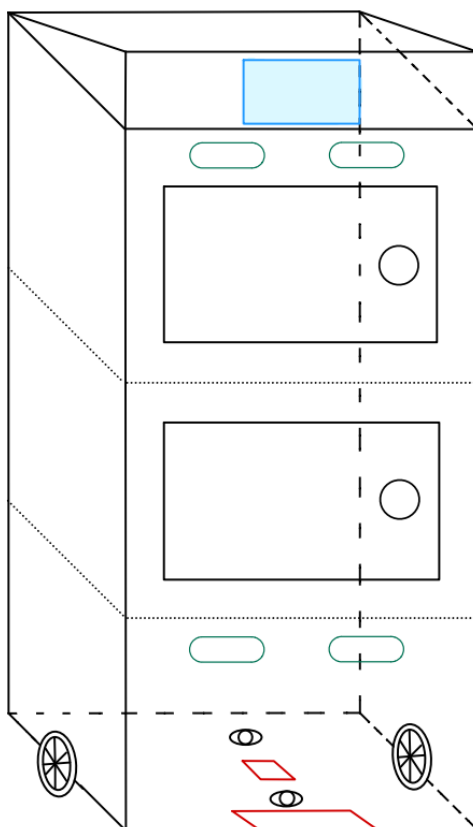


# RAPPORT BIBLIOGRAPHIQUE

*Année scolaire 2024-2025*

## "CuraBot, le livreur de médicament"



Etudiants : Arwen Fracassi, Alexis Xueref

Encadrant : Pascal Masson

## Sommaire

Introduction .....	3
Chapitre I : Présentation générale du robot .....	4
Chapitre II : Design .....	5
II.1. Cahier des charges .....	5
II. 2. Structures envisagées .....	5
II. 2. 1. Le robot pilule .....	5
II. 2. 2. Le REEMAN Drug Delivery Intelligent Robot .....	6
II. 3. Structure retenue .....	6
Chapitre III : Déplacements et repères .....	8
III.1. Cahier des charges .....	8
III. 2. Déplacement dans l'environnement .....	8
III. 3. Arrêts .....	8
III. 4. Roues .....	9
Chapitre IV : Motorisation .....	10
IV. 1. Cahier des charges .....	10
IV. 2. Motorisation des roues .....	10
IV. 3. Motorisation des portes .....	11
Chapitre V : Capteurs .....	12
V.1. Cahier des charges .....	12
V.2. Suivi de ligne .....	12
V.3. Détecter les obstacles .....	13
Chapitre VI : Interface Homme-Robot .....	14
VI.1. Cahier des charges .....	14
VI.2. Solutions étudiées .....	14
Chapitre VII : Alimentation et Matériaux .....	15
VII. 1. Alimentation .....	15
VII. 2. Matériaux .....	15
Conclusion .....	16
Annexe 1 : Liste des pièces à commander .....	17
Annexe 2 : Planning de travail .....	18
Bibliographie .....	19

# Introduction

Dans l'objectif de l'amélioration continue des soins hospitaliers, la gestion des tâches logistiques constitue un défi important pour les équipes soignantes, en particulier les infirmiers. Ceux-ci sont souvent confrontés à une charge de travail élevée [1], combinant soins aux patients, gestion des traitements et activités annexes comme la distribution de médicaments. Ce cumul de tâches, bien que nécessaire, peut entraîner une surcharge cognitive et physique, affectant la qualité des soins prodigués et le bien-être des professionnels de santé.

Face à ces enjeux, l'automatisation des tâches répétitives et non directement liées aux soins, telle que la livraison des médicaments, apparaît comme une solution innovante pour alléger la charge de travail des infirmiers. C'est dans cette optique que l'idée d'un robot livreur de médicaments au sein des hôpitaux a émergé. En développant un système robotisé capable de transporter et distribuer les médicaments aux différents services, il serait possible de libérer du temps pour les infirmiers [2], leur permettant ainsi de se concentrer sur leurs fonctions principales : l'accompagnement et les soins des patients.

Ce rapport bibliographique a pour objectif d'explorer les différentes technologies existantes dans le domaine de la robotique hospitalière, d'analyser les systèmes similaires déjà en place et d'évaluer leur pertinence pour la conception d'un robot livreur de médicaments à tous les niveaux de conception du robot.

# Chapitre I : Présentation générale du robot

Les robots de livraison de médicaments se répartissent majoritairement en deux types : ceux qui se déplacent de manière autonome en s'adaptant à l'environnement de l'hôpital, et ceux qui suivent des parcours prédéfinis, comme des lignes tracées au sol.

Même si les robots autonomes, avec leurs capteurs comme le LIDAR ou des caméras, semblent plus flexibles puisqu'ils peuvent réagir aux changements autour d'eux, ils présentent des inconvénients. Ils sont plus chers à fabriquer, leur entretien est plus complexe, et ils demandent une infrastructure technologique plus poussée. Dans un hôpital, où les itinéraires sont souvent réguliers et prévisibles, cette flexibilité n'est pas aussi critique. Notre plus grande inspiration étant le REEMAN Drug Delivery [3] utilisant ce système. Il représentait la vision du robot livreur que l'on avait. Or nous avons décidé de ne pas partir sur la cartographie car c'est une technique plus complexe et demandant en ressources.

C'est pourquoi, pour une solution plus simple et efficace, nous allons privilégier les robots suiveurs de ligne [4]. Ces robots utilisent des capteurs optiques pour suivre une ligne tracée au sol, ce qui permet de naviguer précisément avec un système facile à installer et à maintenir. En plus, ce type de robot coûte moins cher que les modèles autonomes, et les tracés au sol peuvent être rapidement ajustés si jamais il faut changer un itinéraire, ce qui offre quand même une bonne flexibilité pour les besoins de l'hôpital.

Nous prévoyons aussi de rendre notre CuraBot modulaire, en offrant la possibilité d'augmenter la capacité de livraison, améliorant ainsi l'efficacité en réduisant le nombre de trajets nécessaires. Mais aussi de proposer une flexibilité aux hôpitaux d'adapter le robot à des besoins variables en permettant une réduction des coûts.

En résumé, CuraBot, le robot modulaire suiveur de ligne est une solution pratique, économique, et bien adaptée afin de gérer la logistique dans un hôpital.

# Chapitre II : Design

## II.1. Cahier des charges

Nous souhaitons que le robot soit modulaire, donc qu'il permette d'ajouter ou de retirer des étages facilement, sans nécessiter d'outils complexes. Chaque étage doit pouvoir transporter un certain nombre de médicaments dans des compartiments sécurisés. CuraBot doit pouvoir suivre des lignes tracées au sol via des capteurs adaptés, même avec plusieurs étages ajoutés.

## II. 2. Structures envisagées

### II. 2. 1. Le robot pilule

Initialement, nous avons imaginé de modéliser notre robot en forme de pilule de médicament comme le montre la Figure 1. Afin de faire un rappel avec l'objet de nos livraisons. Cependant, nous nous sommes heurtés rapidement avec des contraintes techniques qui auraient empêché de positionner les roues sur la face du bas aisément, notamment les roues folles, qui permettent la stabilisation du robot. De plus, l'intégration des capteurs sur la surface arrondie peut compliquer leur orientation et la précision de leurs mesures. La fabrication et l'assemblage d'une forme arrondie est plus complexe qu'une forme avec des bords plats.

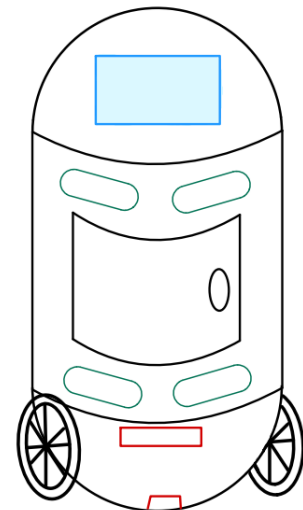


Figure 1 : Schéma du robot pilule

## II. 2. 2. Le REEMAN Drug Delivery Intelligent Robot

Notre étude s'est portée par la suite sur Le REEMAN Drug Delivery Intelligent Robot [3] (figure 2) dont la forme était toujours arrondie mais avait une surface plane au niveau de la base afin de pouvoir disposer les roues et capteurs suiveur de lignes facilement et proche du sol. Néanmoins, ce robot n'utilise pas un système de suivi de ligne mais un système de caméra et laser, ce qui n'est pas dans la ligne directrice de notre robot. De surcroît, nous cherchons à ce que l'ouverture des portes se fasse de façon battante et pas coulissante, ce qui n'est pas prévu par ce robot. La forme arrondie n'est pas optimale pour l'installation des capteurs d'obstacle et pour la fabrication du robot. Enfin, ce robot n'est pas modulaire, on ne peut pas choisir d'enlever ou de rajouter des étages.



Figure 2 : Le REEMAN Drug Delivery Intelligent Robot

## II. 3. Structure retenue

À la suite de nos recherches, nous avons décidé de partir sur un robot en forme de parallépipède rectangle. En effet cette forme va nous permettre de pouvoir facilement positionner les roues et calibrer les capteurs nécessaires au suivi de ligne et de détection d'obstacle comme le montre la figure 3. D'autre part, avoir des faces planes nous permet d'avoir une ouverture pour les portes de type battante sans gênes au niveau du pivot.

Concernant la partie modulaire, notre choix s'est porté sur le fait de séparer en blocs notre robot. En effet, nous l'avons découpé en 3 modules différents :

- Le module Motorisation : Ce module va être composé de toute la partie basse du robot. On va y retrouver les différentes roues, les moteurs pour faire tourner les roues, les capteurs de suivi de lignes, le capteur de QR-code, les cartes électroniques qui feront fonctionner le robot et toute l'électronique qui permettra de se relier aux autres blocs. Il sera le plus lourd car la plus grande partie des composants y sera mais aussi pour s'assurer que la structure ne bascule pas lors de déplacements.
- Le module Interface : Ce module est celui qui rend possible l'interaction Homme-Machine. En effet, ce sera sur ce module que nous allons retrouver l'écran qui offrira la possibilité de choisir le trajet du robot. On retrouvera aussi deux capteurs à obstacles, qui servent à détecter les obstacles en hauteur. Mais aussi, un compartiment de livraison de médicament, où un moteur permettant de contrôler la porte sera présent.

- Le module Médicament : Ce module est celui qui offrira la possibilité d'augmenter la capacité du robot. En effet, seul ce module peut être rajouté et ne comporte aucuns composants essentiels au fonctionnement du robot. On y retrouvera seulement la baie à médicaments et le moteur permettant d'ouvrir et de refermer la porte.

Le robot doit avoir obligatoirement le module Motorisation et Interface pour fonctionner correctement, il ne pourra pas faire sans. C'est pour cela que nous avons choisi d'inclure une baie à médicaments dans le module Interface. Les modules seront tous modélisés de façon qu'ils s'emboîtent entre eux avec des zones de fixations à vis pour être sûr qu'ils ne se désolidarisent pas du robot. La partie du fond du robot sera creuse afin de faire passer tous les câbles plus facilement.

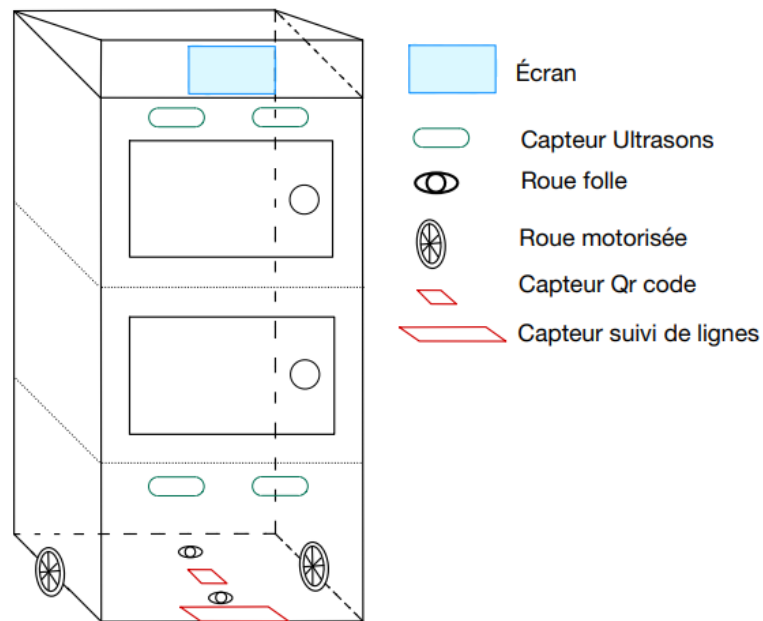


Figure 3 : Schéma de CuraBot

# Chapitre III : Déplacements et repères

## III.1. Cahier des charges

Notre robot doit livrer des médicaments à des endroits précis, pour cela il doit être capable de se déplacer et se repérer correctement dans son environnement, tout en étant capable de s'arrêter aux endroits indiqués.

## III. 2. Déplacement dans l'environnement

Le robot peut se déplacer dans un certain lieu de différentes manières, il peut soit connaître le lieu par cartographie, soit savoir où il doit se rendre en suivant une ligne par exemple.

Dans la première option on retrouve la cartographie [5] par laser, présente dans certains aspirateurs robots qui leur permet de détecter des obstacles et de connaître la distance à laquelle ils se trouvent afin de faire une carte de la pièce. Cependant cela nécessite que le robot se déplace dans tout son environnement une première fois juste pour le découvrir.

Il existe aussi la cartographie par camera, mais cette solution est bien plus coûteuse et plus complexe.

C'est pourquoi nous avons décidé de nous tourner vers un robot suiveur de ligne [4], celui-ci étant plus simple à réaliser et tout aussi efficace dans notre cas. Le robot connaît précisément son trajet plutôt que l'entièreté de son environnement, et il en va de même pour le personnel qui peut donc prévoir comment va se déplacer le robot.

## III. 3. Arrêts

Le robot doit être capable de s'arrêter au bon endroit, il doit s'arrêter aux chambres indiquées afin d'y livrer les médicaments. Pour cela nous avons parcouru plusieurs possibilités.

La première consistait à utiliser le nombre d'intersections rencontrées par le robot pour qu'il "connaisse" le numéro des chambres à sa gauche et à sa droite et qu'il choisisse son chemin en fonction.

Mais nous avons finalement opté pour un scan de QR code (cf annexe 1). Les QR codes seront disposés sur le trajet du robot face à la chambre correspondante comme le montre la figure 4, le robot pourra donc suivre son trajet tout en les scannant et ainsi s'arrêter lorsqu'il se trouvera devant la bonne chambre. Afin d'accéder à la chambre le robot devra aussi attendre que la porte soit bien ouverte.



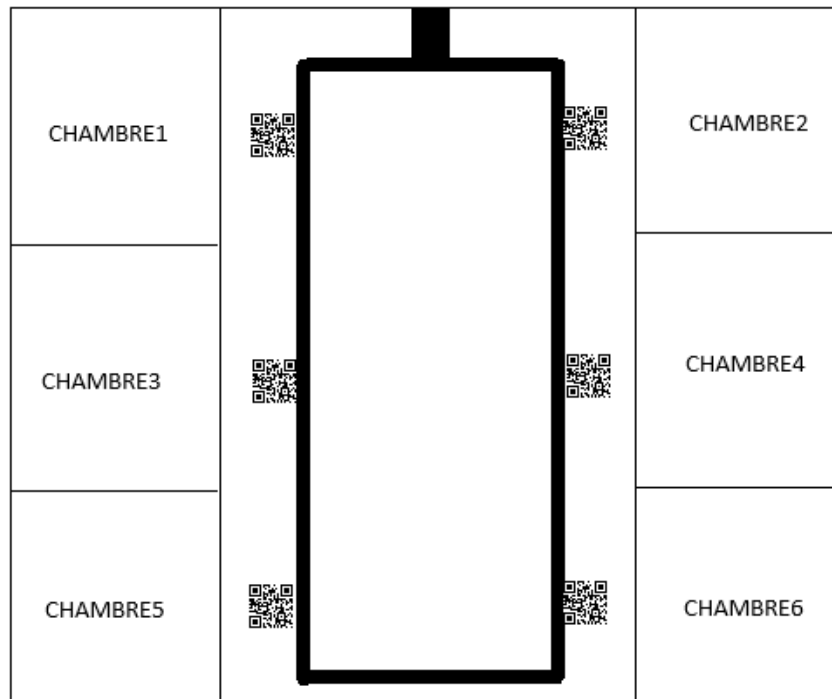


Figure 4 : Chemin du CuraBot

### III. 4. Roues

Nous nous sommes ensuite intéressés au choix des roues. On s'est d'abord penchés sur les roues des aspirateurs robots Roomba [6] car celles-ci sont proches du sol comme notre robot. Ces roues permettent au robot de passer sur certains obstacles au sol comme les tapis. Pour notre projet, le robot circule dans un hôpital, et donc il ne devrait pas rencontrer d'obstacles de ce genre, ce type de roue n'est donc pas nécessaire.

Nous nous sommes ensuite renseignés sur les roues Omniwheel [7], celles-ci permettent au robot de tourner dans toutes les directions. De même que pour les roues de Roomba cela n'est pas nécessaire dans notre cas.

Finalement l'utilisation de deux roues simples (cf annexe 1) motorisées ainsi que deux roues folles (cf annexe 1) nous a parue être la meilleure option. Les deux roues motorisées sur les côtés du robot lui permettront de tourner afin de suivre correctement son trajet, et les roues folles permettront de rajouter de l'équilibre au robot.

# Chapitre IV : Motorisation

## IV. 1. Cahier des charges

Le robot doit être capable d'avancer en supportant sa propre masse et celles des médicaments. Il doit aussi pouvoir tourner sur lui-même et pouvoir ouvrir et refermer les portes des baies à médicaments.

## IV. 2. Motorisation des roues

Afin de répondre aux exigences du cahier des charges, nous avons décidé de partir sur deux moteurs avec encodeur et un contrôleur. En effet, cette configuration va nous permettre de contrôler chaque roue du robot.

Les moteurs de 6V, choisis pour leur efficacité énergétique, offrent une puissance suffisante pour propulser le robot et transporter une charge légère à modérée, comme celle des médicaments. Ces moteurs, tout en étant peu gourmands en énergie, sont capables de fournir la force nécessaire pour déplacer le robot de manière fluide, même lorsqu'il est chargé. Cela garantit que le robot pourra avancer sans difficulté, supportant à la fois son propre poids et celui de sa cargaison.

Le contrôleur Cytron, associé à cette configuration, permet de réguler précisément la vitesse et la direction des roues. Grâce à la modulation de largeur d'impulsion (PWM), il est possible d'ajuster le fonctionnement de chaque moteur indépendamment, ce qui permet au robot de réaliser des manœuvres complexes telles que des virages serrés ou des rotations sur place. La capacité de tourner sur lui-même est ainsi assurée par la possibilité de contrôler individuellement chaque roue. En faisant tourner les roues dans des directions opposées, le robot peut pivoter sur lui-même, répondant ainsi à cette exigence du cahier des charges.

L'intégration d'encodeurs sur les moteurs Cytron apporte un avantage supplémentaire en termes de contrôle. Les encodeurs permettent de mesurer avec précision la rotation des roues, offrant un retour d'information en temps réel sur la position et la vitesse. Cela permet de corriger les déviations éventuelles, assurant ainsi que le robot suit sa trajectoire avec précision, même en cas de changements de charge ou de surface. Ce retour d'information est essentiel pour maintenir un suivi optimal de la ligne tracée au sol et garantir que le robot reste sur sa route prévue.

Ainsi, la solution proposée, avec deux moteurs de 6V et un contrôleur Cytron, répond pleinement aux critères du cahier des charges en assurant que le robot peut avancer tout en supportant sa charge et effectuer des rotations sur lui-même, tout en restant fiable et économe en énergie. (cf annexe 1 pour toutes les pièces)

### IV. 3. Motorisation des portes

Afin de contrôler l'ouverture des portes, nous nous sommes retrouvés face à la problématique de pouvoir ouvrir la porte manuellement et que CuraBot prenne en compte cette ouverture afin qu'il adapte la rotation nécessaire pour la fermeture.

Le servomoteur paraît être le meilleur choix car il offre la possibilité de suivre la position de la porte et même d'ajuster sa position par la suite. Mais, un servomoteur standard peut être gênant pour une ouverture manuelle, car il impose sa position. Cependant, il existe des servomoteurs avec retour de position ou des mécanismes d'embrayage qui désengagent le moteur quand la porte est ouverte manuellement (cf annexe 1).

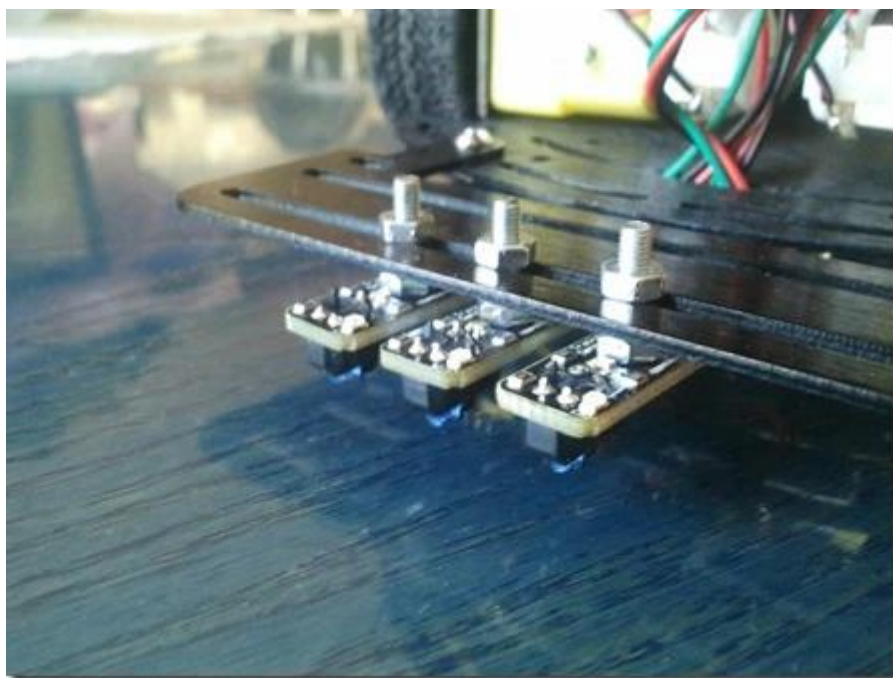
# Chapitre V : Capteurs

## V.1. Cahier des charges

Dans notre projet nous avons besoin de capteurs pour deux raisons principales, d'abord pour permettre au robot d'effectuer le suivi de ligne, et ensuite pour détecter des obstacles potentiels sur son chemin.

## V.2. Suivi de ligne

Pour se déplacer, le robot devra suivre une ligne noire au sol, pour cela nous allons utiliser trois capteurs infrarouges disposés de la même façon que sur la figure 5 (cf annexe 1).



*Figure 5 : Capteurs suivi de lignes*

Les trois capteurs permettront au robot de savoir s'il est sur la bonne trajectoire ou non. Le capteur du milieu est sensé rester au-dessus de la ligne noire et donc ce capteur ne doit pas recevoir de lumière, contrairement aux deux capteurs sur les côtes. De ce fait, si l'un des deux autres capteurs ne reçoit plus la lumière, cela signifie que le robot doit modifier sa trajectoire.

## V.3. Détecter les obstacles

Comme nous nous sommes intéressés au fonctionnement des robots aspirateur nous avons aussi observé les capteurs qu'ils utilisaient.

Certains modèles utilisent des capteurs de contact afin de changer de direction lorsqu'ils touchent un obstacle. Cependant ce type de capteurs ne correspond pas à notre projet, on veut que le robot détecte les obstacles pour s'arrêter avant de les atteindre, et les contourner si nécessaire.

On retrouve aussi l'utilisation du lidar [8], celui-ci utilise des lasers infrarouges afin de détecter tous les obstacles autour de lui et mesurer à quelles distances ils se trouvent. Bien que ce système fonctionne très bien et permette d'obtenir beaucoup de données, la plupart ne nous seront pas utiles, l'utilisation de ce capteur n'est donc pas nécessaire.

Ensuite, la détection d'obstacle est aussi possible grâce à des capteurs infrarouge, cependant le laser risque de passer au travers de surfaces vitrés et donc ne pas renvoyer les bonnes informations au robot.

Finalement, nous avons décidé d'utiliser des capteurs à ultrason (cf annexe 1), étant simples à utiliser et permettant de détecter des obstacles à une distance raisonnable. Ainsi lorsque le capteur détecte un obstacle le robot doit s'arrêter, et si l'obstacle est toujours présent ou bout d'un certain temps celui-ci devra le contourner.

# Chapitre VI : Interface Homme-Robot

## VI.1. Cahier des charges

Dans notre cas, le robot doit interagir avec l'utilisateur, afin de savoir à quelles chambres il doit se rendre. Mais celui-ci pourra aussi afficher des informations pour les autres membres du personnel qu'il pourrait croiser ainsi que pour les patients.

## VI.2. Solutions étudiées

Pour sélectionner les chambres à livrer un Numpad serait suffisant, cependant ce système ne nous permettrait pas d'obtenir d'autres informations, comme un affichage des chambres qu'il va livrer pour vérifier qu'une erreur n'a pas été faite.

Au contraire un simple écran non tactile permettrait l'affichage d'information mais on ne pourrait pas choisir directement les chambres à livrer depuis le robot. Ce type de modèle pourraient convenir s'il était combiné à l'utilisation d'une application mobile permettant de communiquer par Bluetooth avec le robot comme AppInventor MIT. Dans ce cas la communication Bluetooth permettrait de transmettre le numéro des chambres à livrer et l'écran permettrait d'afficher certaines informations.

Il nous paraît donc plus simple d'utiliser directement un écran tactile Module d'affichage LCD , il permettrait de réunir les deux fonctions en même temps (cf annexe 1). L'utilisation du fonctionnement en Bluetooth peut toujours être utile pour le contrôler sans avoir à être à côté de lui.

# Chapitre VII : Alimentation et Matériaux

## VII. 1. Alimentation

Voici un récapitulatif de tout ce qui doit être alimenté dans le robot avec leur tension nominale :

- 2 moteurs DC avec encodeur FIT0450 : 6V.
- 1 Servomoteur SG90 : 4,8V ~ 6V.
- 1 Contrôleur Cytron : 7V.
- Écran tactile LCD : 3.3V ~ 5V.
- Carte Arduino Méga : +5V.
- Capteurs

Nous choisissons une batterie 7,4V pour s'assurer que chaque composant ne soit pas sous-alimenté. Nous décidons tout de même d'utiliser un régulateur de tension jusqu'à 6V pour être sûr de ne pas endommager les éléments. Afin de ne pas rendre le robot trop lourd, et ainsi le rendre le plus efficient possible, la batterie devra être petite et légère (cf annexe 1).

## VII. 2. Matériaux

Notre robot ne doit être trop lourd afin que les moteurs puissent supporter son poids. Or, il doit tout de même être assez solide pour qu'il ne vacille pas lors de ses déplacements. C'est pour cela que toute la partie motorisation se situe au niveau du bas, afin que la base soit solide.

Pour la structure, nous envisageons en première étape d'utiliser du bois découpé au laser afin de faire des ajustements facilement. Lorsque tous les ajustements et positionnements des pièces seront faits, nous passerons à l'impressions 3D en plastique, afin que le robot soit plus esthétique et qu'il corresponde visuellement à notre idée de départ.

Il nous paraît donc plus simple d'utiliser directement un écran tactile Module d'affichage LCD série SPI, il permettrait de réunir les deux fonctions en même temps (cf annexe 1). L'utilisation du fonctionnement en Bluetooth peut toujours être utile pour le contrôler sans avoir à être à côté de lui.

## Conclusion

Le robot sera constitué de trois parties, premièrement le module motorisation, comportant l'écran tactile, une première porte motorisée par un servomoteur pour stocker des médicaments et deux capteurs à ultrason pour détecter les éventuels obstacles. Puis le module médicament étant lui constitué d'une simple porte motorisée. Et enfin le module motorisation auquel seront fixées les deux roues motorisées afin que les deux roues folles. Il comportera les moteurs DC alimentant les roues ainsi que la batterie. On y retrouvera aussi deux capteurs ultrason, les capteurs infrarouges pour le suivi de ligne ainsi que le lecteur de QR-code.



## Annexe 1 : Liste des pièces à commander

Matériel	Quantité	Lien
Ecran tactile	1	<a href="#">Lien écran tactile</a>
Capteur ultrason	4	<a href="#">Lien capteur ultrason</a>
Capteur suivi de ligne	3	<a href="#">Lien suivi de ligne</a>
Capteur QR-Code	1	<a href="#">Lien QR-Code</a>
Module Bluetooth	1	<a href="#">Lien module Bluetooth</a>
Roue motrice	2	<a href="#">Lien roue motrice</a>
Roue folle	2	<a href="#">Lien roues folles</a>
Batterie	1	<a href="#">Lien batterie</a>
Scotch noir	1	<a href="#">Lien scotch noir</a>
Moteur roue	2	<a href="#">Lien moteur roue</a>
Servomoteur porte	1	<a href="#">Lien Servomoteur</a>
Contrôleur Cytron	1	<a href="#">Lien contrôleur Cytron</a>
Régulateur de tension	1	<a href="#">Lien régulateur de tension</a>

## Annexe 2 : Planning de travail

Planning Arwen			
Lettre	Tâches	Temps	Dépendance
A	Faire les QR codes et préparer le trajet en scotch	2h	/
B	Montage des roues sur les moteurs	2h	N
C	Montage capteur infrarouge et programmation du suivi de ligne	3h	N
D	Montage lecteur QR-code et programmation lecture QR-codes	3h	N
E	Montage, programmation capteurs ultrasons	3h	N
F	Programmation évitement d'obstacle	3h	/
G	Montage, programmation avec un Numpad	4h	N
H	Test suivi de ligne et rectification si erreurs	2h	N, A, B, C
I	Montage moteur, encodeur, contrôleur	2h	N
K	Montage batterie, régulateur	2h	N

Planning Alexis			
Lettre	Tâches	Temps	Dépendance
L	Modélisation Prototypage	3h	/
M	Prototypage découpe laser	3h	M
N	Assemblage prototypage	3h	N
O	Programmation Application Interface	3h	/
P	Montage Ecran Interface	2h	O
Q	Modélisation module Motorisation	4h	/
R	Modélisation module Interface	4h	/
S	Modélisation module Médicament	4h	/
T	Modélisation Portes	2h	R, S
U	Modélisation emboîtement modules	2h	R, S, T

# Bibliographie

[6] **BUT** IROBOT Roue Gauche 4624872 Pour Entretien Des Sols [En ligne] // BUT. - [https://www.but.fr/produits/5060359287694/Roue-Gauche-4624872-Pour-Entretien-Des-Sols.html?srsId=AfmBOoqcSK-U0RuhjDaKso8lFbJtxR3mfVQ2p1wXJ26DmzWv\\_48X8MHaGlQ](https://www.but.fr/produits/5060359287694/Roue-Gauche-4624872-Pour-Entretien-Des-Sols.html?srsId=AfmBOoqcSK-U0RuhjDaKso8lFbJtxR3mfVQ2p1wXJ26DmzWv_48X8MHaGlQ).

[1] **Caducee.net** Hôpital en crise : les infirmières réclament un plan d'urgence [En ligne] // Caducee.net. - 7 Août 2024. - <https://www.caducee.net/actualite-medicale/16388/hopital-en-crise-les-infirmieres-reclament-un-plan-d-urgence.html>.

[2] **Enora SEGUILLON Philippe LAURENSEN** VIDÉO. À l'hôpital d'Aix, un robot livreur de médicaments [En ligne] // La Provence. - 4 Août 2023. - <https://www.laprovence.com/article/region/3572694153676614/a-l-hopital-d-aix-un-robot-livreur-de-medicaments>.

**itechnofrance** Robot 2WD en tant que suiveur de ligne [En ligne] // itechnofrance. - 14 Mars 2013. - <https://itechnofrance.wordpress.com/2013/03/14/robot-2wd-en-tant-que-suiveur-de-ligne/>.

[3] **Reeman** Reeman Delivery Robot [En ligne] // Reemanrobot. - <https://www.reemanrobot.com/news/delivery-robots-for-hospitals-a-new-type-of-s-66891554.html>.

**Robotique.tech** Système de détection des obstacles avec Arduino [En ligne] // Robotique.tech. - 21 Juillet 2020. - <https://www.robotique.tech/tutoriel/systeme-de-detection-des-obstacles-avec-arduino/>.

[8] **SICK** Capteurs LiDAR : définition, technologie, applications et solutions SICK [En ligne] // SICK. - 19 Septembre 2022. - <https://www.sick.com/fr/fr/sick-sensor-blog/capteurs-lidar-definition-technologie-applications-et-solutions-sick/w/blog-capteurs-LiDAR/>.

**Taufiq\_Sobar** Arduino Line Follower Uses a 4x4 Keypad [En ligne] // AutoDesk Instructables. - <https://www.instructables.com/Arduino-Line-Follower-Uses-a-4x4-Keypad/>.

**Weiner Stacy** Robots make the rounds [En ligne] // AAMC. - 12 Juillet 2019. - <https://www.aamc.org/news/robots-make-rounds>.

[4] **Wikipédia** Robot suiveur de ligne [En ligne] // Wikipédia. - 2 Avril 2024. - [https://fr.wikipedia.org/wiki/Robot\\_suiveur\\_de\\_ligne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Robot_suiveur_de_ligne).

[5] **Wikipédia** Robotic mapping [En ligne] // Wikipédia. - 22 Juillet 2023. - [https://en.wikipedia.org/wiki/Robotic\\_mapping](https://en.wikipedia.org/wiki/Robotic_mapping).

[7] **Wikipédia** Roue omnidirectionnelle [En ligne] // Wikipédia. - 7 Août 2024. - [https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Omni\\_wheel?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=fr&\\_x\\_tr\\_hl=fr&\\_x\\_tr\\_pto=rq](https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Omni_wheel?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=rq).

**Xukyo** Un robot qui détecte et évite les obstacles [En ligne] // aranacorp.com. - 9 Novembre 2018. - <https://www.aranacorp.com/fr/un-robot-qui-detecte-et-evite-les-obstacles/>.