



UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR

Rapport Bibliographique de l'Escalitech

<u>Plan:</u>	1
I: Synthèse	2
I.1. Introduction	
I.2. Monter une marche: fonctionnement simplifié	
I.3 Déplacement	
II : Projets similaires (trouvés sur internet)	5
I.1 Stair-climbing-robot	
II.2.Step-E	
II.3. Les systèmes à vis	
III : Structure du système	11
III.1 Choix des actionneurs	
III.2 autres pieces	
III.3. Choix des moteurs	
III.3.1. Moteurs à courant continue	
III.3.2. Moteur pas à pas	
III.4 Choix batterie	
IV. Planning	16
Conclusion	16

I : Synthèse

I.1) Introduction

Le but du robot est de monter les escaliers et de pouvoir idéalement faire monter des objets (plus ou moins lourd). Dans son utilisation idéal, il serait en mouvement autonome en alternant entre un point A à un certain endroit d'un étage et un point B à un autre endroit d'un étage pour faire monter et descendre la charge lourde en haut et en bas des escaliers.

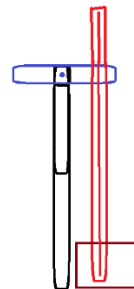
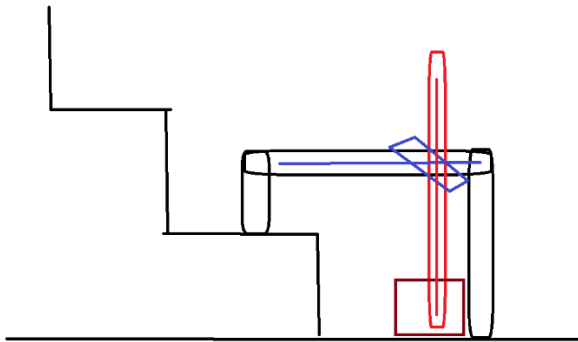
I.2) Monter une marche : fonctionnement simplifié

Le montage a 4 positions

Pour cela système à deux actionneurs linéaires, un horizontal et un vertical

Position 1 (de base) :

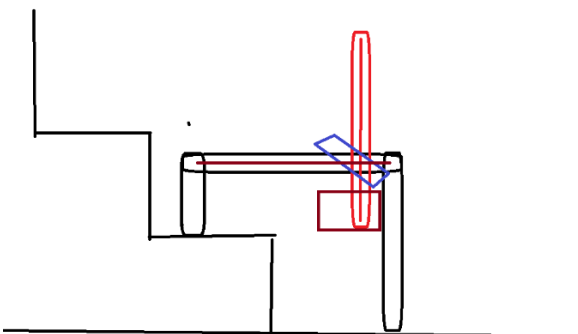
Vue de côté :



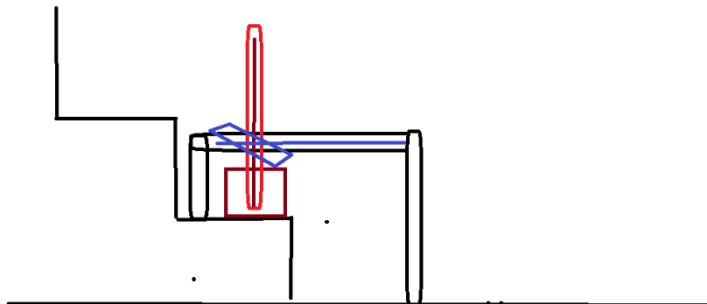
En rouge l'actionneur vertical et en bleu qui se déplacer dans l'axe du trait bleu et l'actionneur horizontal qui se déplace dans l'axe du trait rouge

En noir on a le support, et en marron l'objet lourd de stabilisation

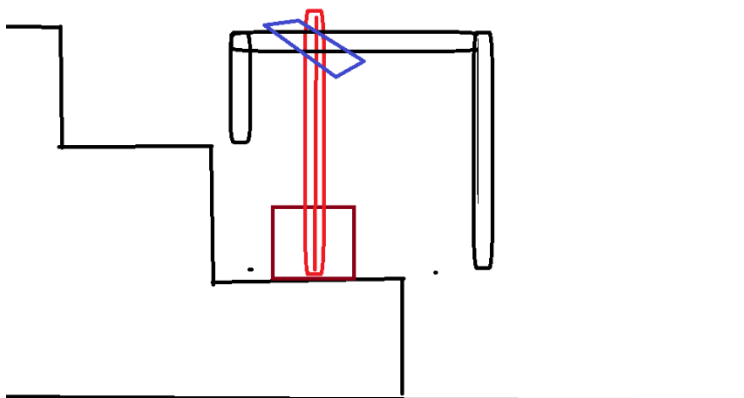
Position 2 : Ici, l'actionneur rouge monte, suivant l'axe du trait rouge :



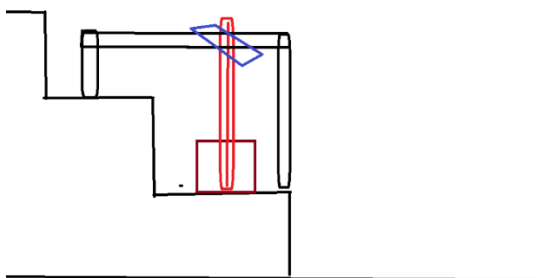
Position 3 : Maintenant, c'est l'actionneur bleu qui s'active, faisant bouger horizontalement l'actionneur rouge qui est attaché dessus.



Position 4 : L'objet marron prend appui et soulève le support de stabilisation avec l'actionneur rouge.

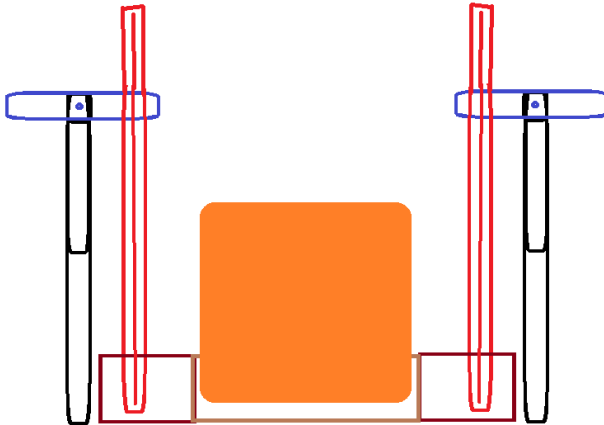


Position 5 (=position 1) : L'actionneur bleu déplace le support vers la marche supérieur, ce qui ramène le montage à la position 1



L'idée étant, d'à termes, faire monter des objets relativement lourd en haut des escaliers, donc le fonctionnement du I.1 serait doublé, afin que la charge portée se retrouve entre les deux parties symétriques. Cela permettra d'augmenter la robustesse, la capacité de charge maximale supportable et la stabilité du montage.

Le schéma ci-dessous illustre cette symétrie :



En noir : les supports appuyés sur les marches des escaliers

En bleu : l'actionneur permettant le mouvement linéaire horizontale de la charge

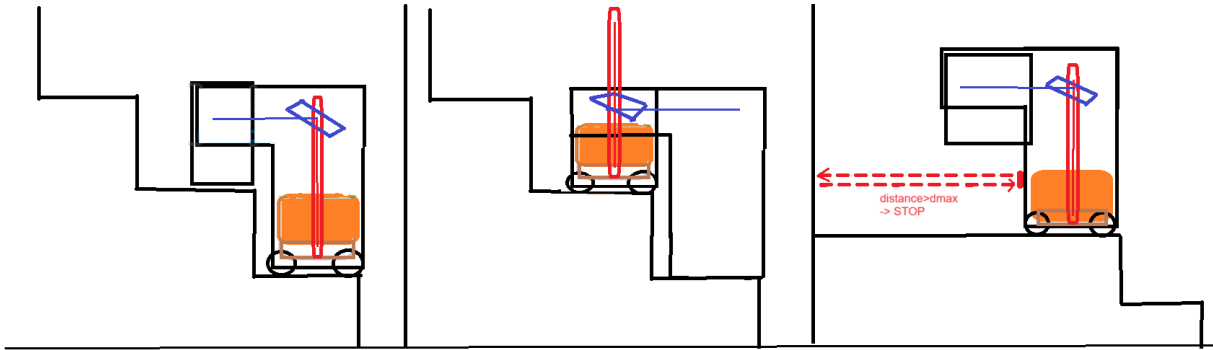
En rouge : l'actionneur permettant le mouvement vertical de la charge

En marron : le support de la charge

En orange : la charge

I.3) Déplacement

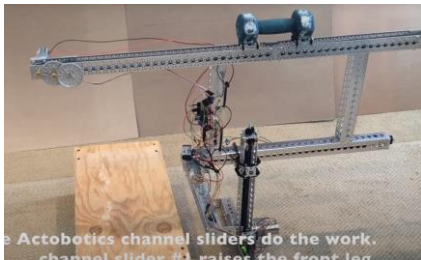
Dans la version simplifiée, les tailles des marches faisaient la même distance que celle qui est parcourue horizontalement par l'actionneur représenté en bleu dans les schémas. Mais ce ne sera pas le cas pour le robot final, car l'idée est de faire un robot qui puisse s'adapter à plusieurs tailles d'escaliers différentes. Ainsi, on doit donc introduire des roues au robot, afin que lorsqu'il est monté une marche, il se rapproche de la prochaine en roulant. Comme illustré sur le schéma suivant :



Les deux premiers schémas représentent respectivement les positions 1 et 3 du I.1, cette fois-ci on a en plus la charge et les roues, les roues permettant de se déplacer sur la marche. Le troisième schéma représente le robot lorsqu'il est arrivé à la marche la plus haute, remarquant qu'il n'y a plus de marches suivantes il s'arrête automatiquement.

II : projets similaires :

I-1) Stair-climbing-robot



<https://www.instructables.com/Stair-climbing-robot/>

Dans mon projet je n'utiliserai pas de contre-poids en stabilisateur, car à la place j'aurai un pied arrière qui permet la stabilisation lors de la montée de l'élément principal.

Les éléments qu'utilisent le deuxième lien sont :

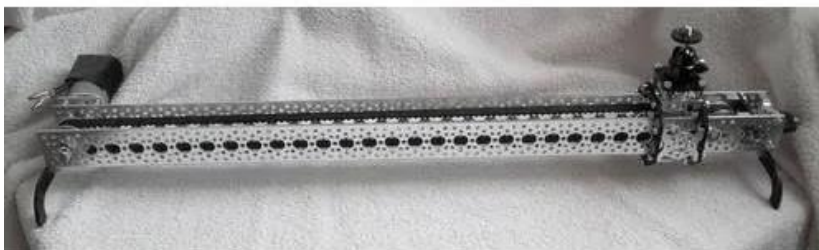
- Actobotics channel sliders (3) from ServoCity
- 45 rpm precision gearmotors (3) from ServoCity
- electronics to control the motors, including:
 - RedBoard and Ardumoto controller from SparkFun Electronics
 - HB-25 motor controller from Parallax
 - 5k-ohm long-shaft potentiometers (2) and limit switches (2) from Radio Shack
- other Actobotics parts, including:
 - gears, pinions, couplers, and bearings to connect the potentiometers to motor output
 - various sized aluminum channels, brackets, and small hardware to construct "legs" and "feet"
 - extra length of timing belt, 10-ft roll
 - channel slider bracket type "A" (2) and type "E" (2)
- 9v batteries (2)
- hook-up wire, breadboard, and cable ties as necessary
- 5-lb barbell to provide counter-weight

Si j'utilisais aussi un des channel sliders, j'aurais besoin d'à peu près les mêmes composants, à part tout ce qui concerne l'haltère, donc un channel slider en moins/ un gearmotor en moins/ l'haltère en moins

Et pour le gearmotor, la compatibilité avec ces channel sliders sont pour des gearmotors standards entre 3 et 12V, et des precision gearmotor entre 6 et 12V :

With this Channel Slider kit from **Actobotics** you will be able to put your videos in motion. This slider has an overall length of 24" with a usable 19" of slide travel. It fits nicely in a carry-on bag and is very portable for those who wish to take it along to capture their active lifestyles (overall weight of only 1.1 lbs without motor). The motor mount is compatible with most 3-12V standard gearmotor and 6-12V precision gearmotors. The vast motor options allow you to tailor the slider to fit your shooting style whether it's for real-time shots or super slow time-lapse shots. The slider kit is constructed entirely of Actobotics components which allow you to expand it incredibly easily.

Le type d'actionneur utilisé, channel slider, est comme ceci :



<https://www.sparkfun.com/products/retired/13140>

<https://fr.shopping.rakuten.com/cart>

La liste des composants étant :

INCLUDED PARTS:

- (1) [585466](#) 24" Aluminum Channel
- (1) [585468](#) Flat Channel Bracket
- (1) [585470](#) Dual Side Mounts (2 pack)
- (2) [632106](#) 1/4" x 6-32 Socket Head Cap Screws (25 pk)
- (4) 1" x 6-32 Socket Head Cap Screws
- (1) [545440](#) Hub Adaptor A
- (1) [545380](#) 3/8" Hub Spacer
- (1) [545384](#) 1/2" Hub Spacer
- (1) [545360](#) Side Tapped Pattern Mount C
- (2) [545452](#) Side Tapped Pattern Mount E
- (1) [555128](#) Aluminum Motor Mount B
- (2) [535150](#) 1/4" Bore Bottom Tapped Pillow Block
- (1) [633136](#) 6-32 Tapped Standoffs (4 pk)
- (1) [633104](#) 1/4" Shafting and Tubing Spacers (12 pk)
- (1) [535198](#) 1/4" ID x 1/2" OD Flanged Ball Bearing
- (1) [625302](#) 0.250" Bore Steel Set-Screw Collar
- (1) [B375-460XL](#) 46" Timing Belt
- (1) [625106](#) 1/4" to 6mm Set Screw Shaft Coupler
- (1) [585502](#) XL Belt Mount A
- (1) [634060](#) 1/4" x 1.25" D-shaft
- (1) [634066](#) 1/4" x 1.75" D-shaft
- (1) [585556](#) Channel Slider D (pair)
- (1) [585574](#) Channel Feet A (pair)
- (2) [615434](#) 1/4" Bore Pinion Pulley 15T
- (1) Acetyl carriage bolt plate
- (1) 1/4-20 carriage bolt
- (1) 1/4-20 knob

Selon le site de servocity

II-2)Step-E



<https://quantumroboticsystems.com/rd-projects/step-e-prototype/>

tout ce que je dis sur ce robot sont des présomptions, car rien n'est expliqué dans le lien.

Ce robot est en deux parties, la parties centrale comportant des roues et tous les contrôleurs, et la partie latérale qui sert à la stabilisation pour la montée des marches et au mouvement vertical et horizontal. Celui-ci est fait de cette manière :

Le mouvement se fait avec un moteur DC (à priori) faisant tourner un engrenage linéaire :



Mais le parcours de l'engrenage fait en fait une boucle car il se divise en deux parties horizontales et deux parties verticales, toutes connectées :



De cette manière on assure le mouvement continue de montée des marches, mais comme les engrenages ne se font que sur les côtés arrières bas du robots, celui a besoin d'être stabilisé pendant le mouvement vertical. Pour faire ça, ils utilisent ce genre de chose :



Des sortes de glissières accrochées en haut des supports latéraux, sur lesquelles la partie centrale serait accrochée lors du mouvement horizontal qui permet l'avancement vers la marche supérieure.

Cette glissière est certainement séparée en deux parties, afin que la partie centrale puisse monter librement en s'en décrochant, puis en s'y rattachant pour les mouvements verticaux.

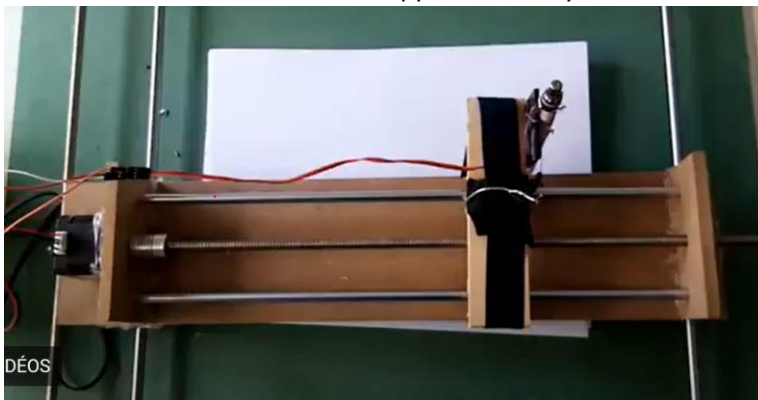
Voilà une vue de face pour mieux voir le mécanisme :



On aperçoit les glissières, les embouts des moteurs des engrenages, et les roues.

II-3) Les systèmes à vis

Une autre solution serait de se rapprocher du système d'une imprimante à écrire, comme celle-là :



<https://www.robotique.tech/tutoriel/realisation-dune-imprimante-commandee-par-arduino/>

avec un système de type CNC qui a une tige de chaque côté pour la stabilisation et une ball screw pour le mouvement linéaire.

Le montage serait mis à la vertical. Seulement, le poids de la charge ne se ferait donc que d'un côté, ce qui créerait un déséquilibre.

Un montage qui utilise ce système est :



<https://www.youtube.com/watch?v=MUyFDWbXrZ0>

C'est un robot en trois parties, l'idée est de monter en étant au maximum sur trois marches en même temps. Ce système a seulement des roues pour tous les mouvements verticaux. La partie avant monte sur la marches supérieur, en suite la partie centrale monte, la partie avant avance encore sur la marche supérieure, puis la partie arrière rejoint le reste en montant puis avançant sur la marche également.

Le système pour soulever les objets un par un est donc:



Ce système se rapproche de l'exemple de l'imprimante d'avant, composés d'une vis à billes et d'un moteur pas à pas 12V.

III : Structure du système

III.1) Choix des actionneurs :

Le système choisi pour les 4 actionneurs sera celui des vis à billes :



(photo d'exemple)

https://www.amazon.fr/gp/product/B08W9X6MS8/ref=ox_sc_act_title_1?smid=A1C4RK8KB7ZE7Y&th=1

En effet, ce type de système est robuste et permet de supporter des charges assez lourdes, ce qui est parfait pour le robot.

Epaulés par des guides linéaires



(photo d'exemple)

https://www.amazon.fr/gp/product/B078M1GYV4/ref=ox_sc_act_title_9?smid=AUWJSTRS7M679&th=1

Ce système est facilement contrôlable, couplé avec un moteur pas à pas et un guide linéaire, comme celui-ci :



https://www.amazon.fr/gp/product/B0C6GV1BBC/ref=ewc_pr_img_2?smid=A1PK9C1KZR0JGY&th=1

ou celui-ci :



https://www.amazon.fr/gp/product/B0C2HB6G7N/ref=ox_sc_act_title_7?smid=A1PO1L30YAZX8G&th=1

il faudrait au moins une longueur effective de 20cm

-Solution alternative:

Une solution alternative est d'utiliser pour les 2 actionneurs verticaux des vérins de distance de course d'au moins 20mm et de vitesse d'au moins 5mm/s de vitesse. Un exemple ci-dessous :



https://www.amazon.fr/Happybuy-Actionneur-dActionneur-%C3%89lectrique-D%C3%A9placement/dp/B07MK1X89X/ref=sr_1_6_mod_primary_new?_mk_fr_FR=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=2C63OWKP5EVNZ&keywords=actionneur+lin%C3%A9aire+200mm&qid=1697917106&s=industrial&sbo=RZvfv%2F%2FHxDF%2BO5021pAnSA%3D%3D&sprefix=actionneur+lin%C3%A9aire+200mm%2Cindustrial%2C144&sr=1-6

III.2 Autres composants

-Chassis :

Assez solide, pour contenir l'objet porté, et les moteurs.

Une découpe en bois épais devrait être suffisant.

Le chassis serait sous forme de boîte pour mettre à l'intérieur le microcontrôleur et les moteurs/batterie.

-4 roues (ou 3):



<https://eu.robotshop.com/fr/products/jsumo-atlas-all-terrain-high-speed-robot-4x4-mechanical-kit-w-o-electronics>

Idéalement des roues se rapprochant des roues de 4x4 comme celles ci-dessus ; car le robot pourrait être utilisé dans des contextes qui nécessitant de rouler sur des terrains plus ou moins lisses.

Pour la stabilité, 4 roues seraient mieux que 3 car le robot aurait besoin de monter et redescendre, donc être stable dans les deux cas.

-2 supports latéraux :

A peu près de la même formes que ceux de cette photo :



(photo de la vidéo du Step-E)

<https://www.youtube.com/watch?v=fSXQMCvqvqg>

Mais pas nécessairement la même matière que ci-dessus.

Les supports devraient être adaptables à la hauteur des différentes marches sur différents escaliers, avec des vis réglables manuellement, ressemblant à ça :



Photo de la vidéo du Step-E

-capteurs ultrason/laser/interrupteur:

Afin de savoir lorsque le robot a atteint une marche il lui faudra des capteurs, lui permettant de faire ses mouvements dans les bons temps. Peut-être un capteur avant, cependant les marches de certains escaliers sont des plaques donc sont vides entre les marches, donc le capteur avant serait inutile, ainsi un interrupteur semble être une meilleure solution ici.

L'autre capteur nécessaire, sûrement ultrason, sera placé sur le bas à l'arrière, afin de descendre. Lorsqu'il retourne une distance supérieure à sa hauteur initiale, c'est que le capteur est au dessus de la marche inférieure, ainsi le robot sait qu'il peut entamer le mécanisme de descente.

-Caméra :

Cette caméra servirait à capter lorsque le robot est arrivé à destination pour qu'il s'arrête à cet endroit, afin que la personne puisse le charger ou décharger, puis le renvoyer à l'autre point en haut ou en bas de l'escalier.

III.3) Choix des moteurs

3.1: Moteur à temps continu

2 moteurs à temps continu utilisés par les roues lors des déplacements du robot en dehors des escaliers ou sur les marches. Avec les estimations suivantes (basé sur le fait que le robot va porter un poids lourd et potentiellement rouler sur des zones plus ou moins lisses:

Puissance : 50-100 Watts

couple : 5-10 Nm

vitesse : 100-300 tours par minute

Tension nominale : 12-24 V

3.2 : Moteur pas à pas

2 moteurs pas à pas (un par vis) couplés aux vis à billes. Le système est doublé donc la puissance nécessaire sera plus petite pour chaque moteur mais ils doivent quand même être relativement puissants pour pouvoir porter une charge plus ou moins lourde.

Voilà des estimations (faites sur internet) sur les caractéristiques des moteurs :

Puissance : 50-100 Watts

couple : 10-20 Nm

angle de pas : 1.8°

Tension nominale : 12-24 V

III.4) Batterie

Deux possibilités de batteries utilisées :

Une batterie au plomb acide ou une batterie lithium-ion de 24V avec une capacité entre 50Ah et 100 Ah

IV : planning idéal sur 30h

Le planning est large car je ne veux pas sous-doser le temps nécessaire pour chaque étape, donc si je vais plus vite que le planning, je le décalerai.

Voilà les grandes lignes du planning sur les 30 premières heures de projet :

0-4h: avancer la bibliographie

4-10h: découpage des supports latéraux, utilisation des actionneurs, début programmation

10h-15h : assemblage des parties qui servent au déplacement (sans roues), programme pour monter

15-20h : faire monter le robot les marches, ajouter capteurs pour les marches, ajout code capteur

20-25h : ajout des roues, ajuster l'adaptabilité du robot à différentes hauteurs d'escaliers, + code roue

25-30h : expérimenter pour faire en sorte que le robot puisse à ce stade se déplacer avec les roues et monter les marches d'un escalier, il y aura sûrement des problèmes imprévus donc une grande partie du temps risque d'être occupé par la résolutions de ces problèmes

Second semestre : pouvoir faire descendre le robot des escaliers, et ajouter le système qui permet au robot de rejoindre un point et l'autre, en automatisant le robot en le faisant boucler dans son trajet.

Possibilité d'ajout :

Si le robot est trop instable lors de la montée des pieds avant/arrière (en noir sur les schémas), je rajouterai un poids mouvant, de manière similaire à certains des exemples des liens.

Conclusion :

Si le projet avance bien, je pourrai rajouter les fonctionnalités de détections de personnes (ou zones) avec la caméra et rendre le robot autonome en alternant la montée et descente des escaliers en transportant les objets lourds. Mais avant de faire ça je vais me concentrer sur le fonctionnement élémentaire du robot pour monter les marches et pouvoir s'arrêter lorsqu'il est au sommet.

Si je me rend également compte que certains choix étaient des erreurs, par exemple le choix de certaines pièces du robot (ex : trop lent, trop fragile, etc.) certaines des choses que j'ai annoncées dans ce rapport bibliographique pourrait être différente de ce que sera le robot à la fin du projet.