

Projet ROB3 (Diyana, Émile, Rayan, Matthieu, Pierre-Louis, Esteban)

1. Présentation et organisation

1.1. Objectif général

Dans le cadre de notre Projet ROB3, nous devons concevoir un robot autonome capable de déplacer un objet depuis une position initiale vers une position finale définie à l'intérieur d'une arène. Celui-ci, doit être constitué d'un chariot mobile de type unicycle, d'un bras à 1 DDL en parallélogramme vertical, et d'une pince montée à l'avant. Il doit pouvoir saisir l'objet donné à un emplacement précis qui sera donné par l'arbitre le jour de l'évaluation. L'objet présente une zone "amincie", imposant alors une prise précise à notre robot.

Ces positions n'étant pas connues à l'avance, il est donc nécessaire de concevoir un robot capable de se déplacer tout en détectant son environnement afin d'ajuster sa trajectoire, d'éviter tout obstacle, sans aucune interaction humaine.

Ce projet mobilise alors 3 pôles complémentaires qui seront chacun pilotés par différents responsables :

- Pôle mécanique : conception du châssis, du bras et gestion des différentes contraintes physiques associées → Matthieu
- Pôle électronique : câblage des éléments, connexions entre composants, et veiller à l'alimentation de la batterie, du bon fonctionnement des capteurs, servomoteurs, capteurs... → Rayan
- Pôle Informatique : développement des comportements du robot (déplacement, pince, capteurs...) → Pierre-Louis

Ces pôles seront alors coordonnés par un responsable chargé de la planification, et l'organisation générale des différentes tâches de chacun ainsi que la cohésion des différents groupes → Esteban

Afin de permettre une collaboration efficace et équilibrée, il a été décidé que les tâches seraient réparties selon les affinités de chacun, sur tous les membres de l'équipe, sans limiter

obligatoirement les membres à un seul pôle.

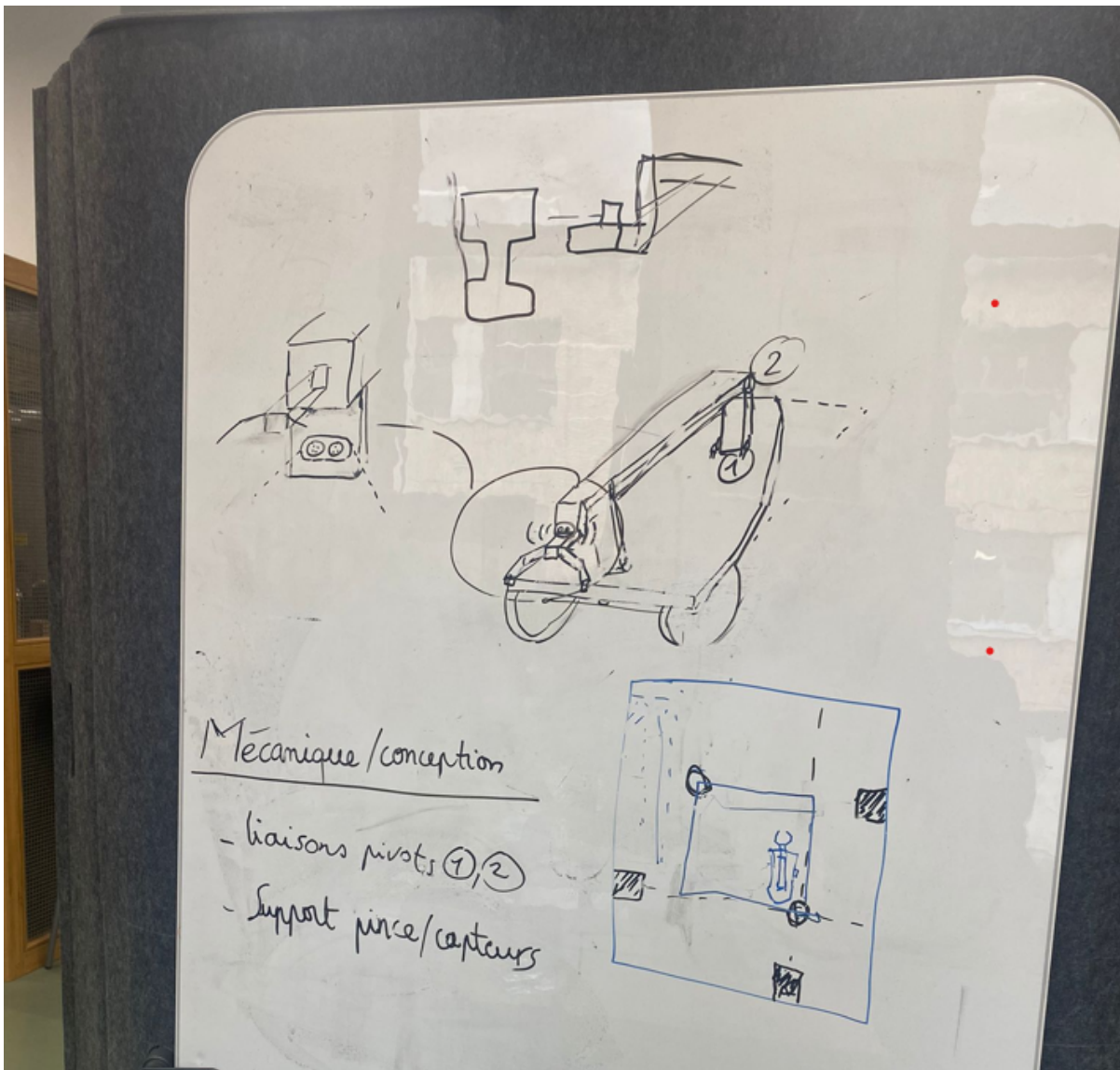
2. Réalisation

2.1 Séance 1 : Introduction

- 13/02/25 -

Dans cette première séance d'introduction, nous avons commencé par découvrir les attendus du projet, le matériel fourni ainsi que les fichiers et documentations disponibles sur le Wiki. Suite à nos premiers échanges, nous avons pu convenir d'un premier modèle de conception pour notre machine, permettant alors de poser les bases de notre organisation et de définir les tâches à répartir pour chaque pôle dans notre diagramme de Gantt.

Nous avons ainsi abouti à un schéma général de notre stratégie de conception :



L'agencement global du robot a été pensé en représentant notre châssis et les différents éléments répartis. Le bras est défini sur tout le châssis. Il est alors articulé selon 2 liaisons pivots (1, 2 sur le schéma) afin permettre le mouvement vertical tout en conservant la forme de parallélogramme imposée.

Nous avons également décidé de la position des capteurs : un à l'avant au niveau de la pince pour détecter l'objet en face du robot, et un second capteur sur le côté droit pour permettre un suivi du mur lors des déplacements.

En parallèle, nous avons entamé les premiers tests techniques, en nous concentrant sur les capteur à ultrasons. L'objectif est de confirmer leurs comportements afin de préparer leur intégration dans le code principal. Pour obtenir une mesure fiable en centimètres de la part du capteur, une documentation en ligne particulièrement claire et complète, a permis de répondre à toutes nos questions.

Ressources : <https://www.gotronic.fr/pj2-guide-us-hc-sr04-compatible-arduino-2309.pdf>

2.2 Pôle mécanique

- 06/03/25 -

2.2.1 Conception du bras du robot :

a) Choix de l'architecture

Un des premiers problèmes rencontrés pour cette conception a été lié au placement des éléments sur le châssis. En effet, il a fallu respecter la contrainte de garder une grande partie du bras sur le châssis. Nous avons donc déterminé que placer sa base en arrière permettait d'assurer une meilleure stabilité, faciliter les calculs de bras de levier et d'optimiser les déplacements. Cependant, cette configuration implique qu'en position basse, le bras occuperait une grande partie du châssis, environ égale à sa projection sur celui-ci. On aurait alors une zone s'étendant sur quasi toute la longueur du châssis dite zone morte où aucun composant ne peut être placé.

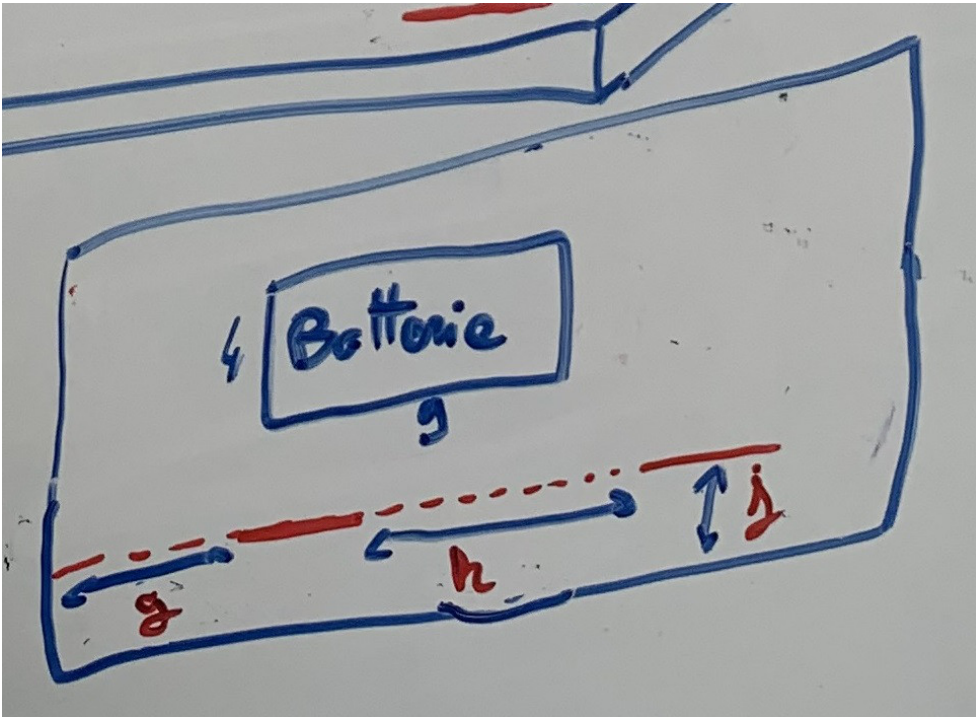
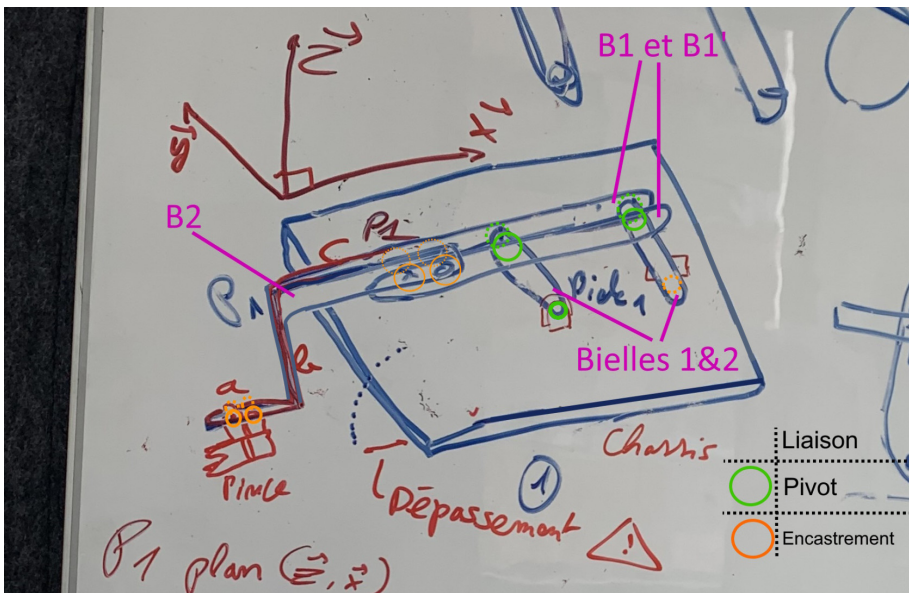


Schéma à main levée, en bleu : châssis, en rouge : zone morte

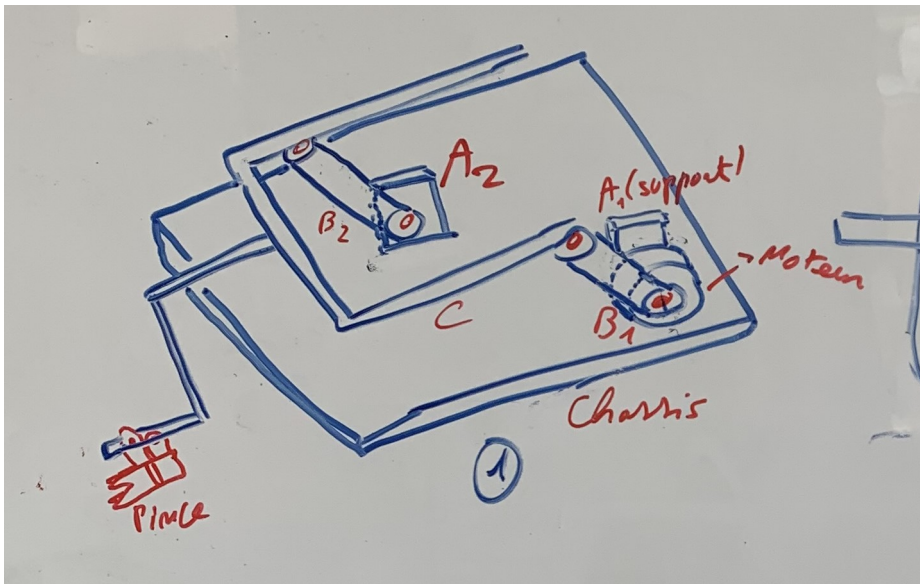
Afin de contourner cette contrainte, nous avons pensé à 3 idées différentes pour l'implantation du bras :

- Idée 1 : Placer le bras au centre du châssis

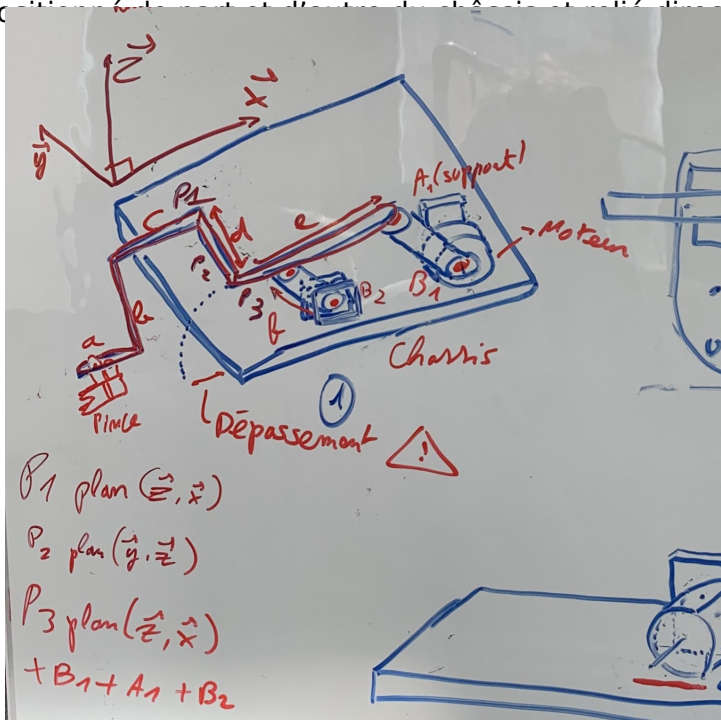


Le bras est composé de 2 bielles montées sur des liaisons pivots, connectées à deux pièces latérales (B1 et B1') fixées au châssis par encastrement. La pièce B2 assure la continuité vers l'avant jusqu'à la pince.

- Idée 2 : Bras articulé via 2 bielles de part et d'autre du châssis



Les bielles B1 et B2 montées sur pivots, sont chacune reliées à un support moteur : A1 à droite et A2 à gauche. Les moteurs auraient ainsi été installés sur deux supports indépendants, chacun positionné de manière à diriger son axe de rotation directement vers la bielle associée.



mités du châssis

La pièce B1 agit comme bielle motrice, montée sur le support A1. La bielle B2, située juste à côté, complète le montage parallélogramme en se reliant à l'extrémité de l'élément e qui prolonge le bras vers l'avant.

Avantages & Inconvénients :

Les idées 2 et 3 facilitaient l'organisation des composants sur le châssis laissant plus d'espace pour l'intégration d'autres composants. Cependant, elles se révèlent plus complexes pour la conception

puisque la(es) liaison(s) encastrement(s) nécessaires pour fixer solidement la partie du bras perpendiculaire (de longueur d sur l'idée 3) aux autres éléments étaient difficilement réalisables compte tenu de la largeur limitée de bois disponible.

b) Bras final :

Nous nous sommes finalement orientés vers une dérivée de la première option : 2 bielles sont alignées et fixées au châssis différemment. La bielle avant agit comme une bielle motrice : elle est vissée à un moteur par deux vis assurant la transmission du mouvement. Ce moteur est lui-même fixé au châssis à l'aide d'un support, monté serré au châssis grâce à un système de cales ajustées.

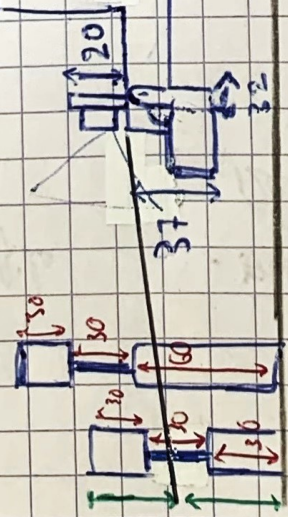
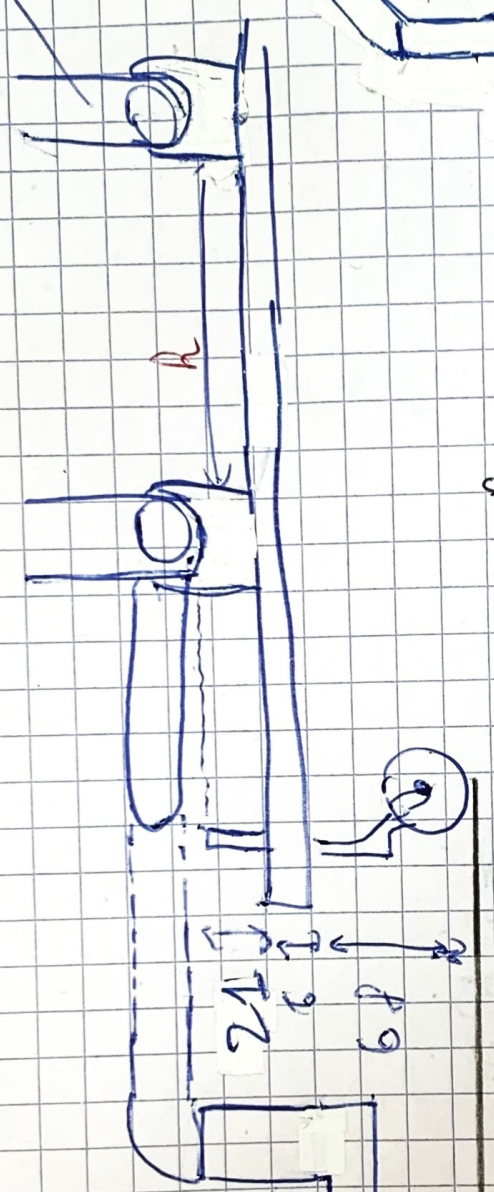
La bielle arrière est quant à elle directement maintenue entre deux pièces supports de part et d'autre de la bielle, et fixées par une vis. L'écart étant très petit, le jeu reste négligeable. De la même manière, ces supports sont montés serrés au châssis à l'aide de cales, assurant une fixation sans jeu. Le mouvement de pivot est rendu possible grâce à l'espace libre précisément permis entre les supports, ce qui permet à la bielle de tourner autour de son axe.

Le dernier élément du bras, qui supporte la pince, est de forme arquée. En effet, dans une première version, on avait fait une pièce droite qui rentrait en collision avec la partie de la bielle connectée au moteur lors de la descente maximal du bras. La forme arquée permet donc de résoudre ce problème.

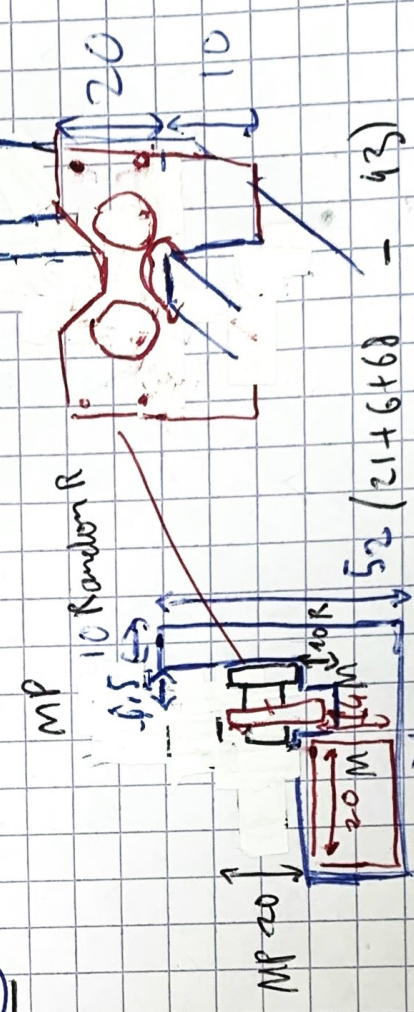
La pièce relie latéralement aux extrémités des deux bielles grâce à des roulements connectés par 2 vis transversales. Elle permet de maintenir une distance fixe entre les bielles même en l'absence de parallélogramme. Toutefois, les vis reliant les bielles à cette pièce flottaient légèrement, ce qui engendrait un jeu. Pour y remédier, nous avons entouré les vis de papier scotch afin de combler l'espace des trous fait et améliorer l'adhérence.

Ainsi voici une première version détaillée avec mesure de notre système. En effet, après mesure, en sachant que nous avons à disposition du bois de 3.00 ou 6.00 mm, est 13/14 n'étant pas des multiples de 3, nous avons au préalable convenu que nous partirions sur une pièce large de 12mm (3+6+3) et que nous rajouterions des chutes très fines de bois pour approcher les 13.5 cm.

Bide



ome à 47
 unen = 43



32
 3
 MP Précise
 Max M

Schéma bras avec mesures et solution de maintien du capteur IR

Au final, toutes les pièces ont été modélisées sur mesure dans SolidWorks, nous permettant alors d'ajuster les dimensions :

- bielle
- pièce arquée : choisie par rapport à la pince
- support moteur
- support bielle
- cales

Elles ont ensuite été obtenues par découpe laser dans du bois de 6 mm d'épaisseur pour assurer une robustesse. Un axe d'amélioration aurait été d'augmenter la longueur des bielles pour que celle en avant soit moins en collision avec les câblages.

Pour garantir la compatibilité de cette structure avec l'ensemble du robot, il a été nécessaire de travailler en étroite collaboration avec la conception du châssis et la fixation des roues à celui-ci, pour éviter tout conflit d'espace.

2.2.2 Conception et usinage du châssis

Notre châssis a été usiné par découpe laser à partir d'une plaque rectangulaire de 6 mm d'épaisseur avec des extrémités arrondies. Il a été pensé pour être suffisamment long et large pour accueillir :

- Une mini plaque Labdec
- Une batterie 12V
- Une carte Arduino UNO et son CAN BUS Shield
- Le bras monté
- Les supports/moteurs

Sa modélisation sur SolidWorks a été faite en prenant en compte la mesure de ces différents composants.

Comme vu, les supports du bras et des moteurs devaient être parfaitement intégrés au châssis. Nous avons donc réalisé 5 découpes rectangulaires en longueur réparties de part et d'autre de la surface. Ces ouvertures permettent d'emboîter les supports du bras et des moteurs, qui comportent eux-mêmes deux trous rectangulaires en largeur. Dans chacun de ces trous, nous avons inséré des cales rectangulaires par le dessus et le dessous du châssis, de manière à bloquer fermement chaque support par serrage. Nos moyens de fixation permettent toujours un assemblage rigide mais toujours démontable en cas d'ajustement de l'assemblage. Un trou circulaire a également été percé à l'avant pour la roue folle. Un trou également pour permettre le cable management. On note que la largeur du châssis est plus grande que prévu à l'arrière du châssis du fait d'une erreur sur les mesures de la batterie qui ont été données.

2.2.3 Fixation des roues

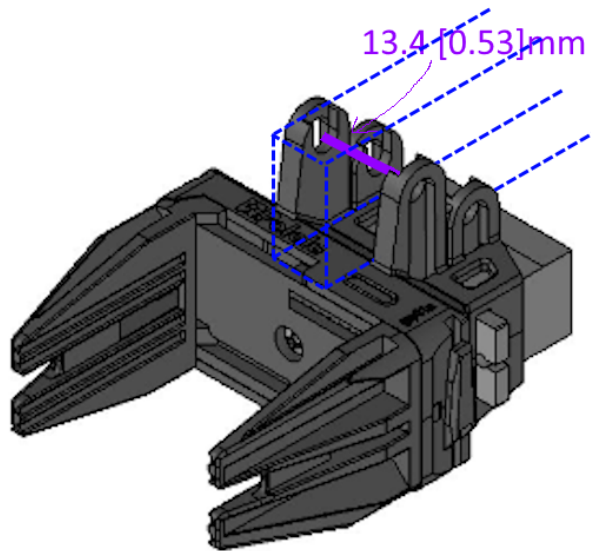
Pour que le robot puisse rouler et donc bouger dans l'espace, nous avons utilisé les deux moteurs donnés. Les moteurs sont positionnés symétriquement dans le milieu arrière du châssis. Nous avons ainsi commencé par fixer les roues directement sur les axes moteurs. Cela permis grâce à des pièces rouges fournies avec le kit. Ainsi dès que les moteurs sont alimentés, les roues arrières tournent. Les moteurs ont ensuite été vissés sur des plaques/supports que nous avons préalablement insérées dans les découpes du châssis. Le montage au châssis a été vu plus haut. Enfin, pour la roue folle à l'avant nous avons simplement fait passer la vis de la roue par le dessous du châssis et bloqué le tout avec un écrou. Ces dispositions permettent alors un mouvement fluide du robot.



Support moteur avec trous moteurs + découpes rectangulaires

2.2.4 Support pince / capteurs

a) Pince



La pince est placée à l'extrémité de l'élément arquée du bras du robot, de façon à ce qu'elle soit abaissée (axe z) par rapport au plan du châssis. Ce choix a été guidé par des contraintes techniques. Si la pince avait été alignée avec le bras ou à hauteur du châssis, alors nous ne pourrions pas attraper le "totem" car ne correspondrait pas par rapport au mouvement permis.

Pour assurer le maintien de la pince au bras, nous avons dû nous soumettre à sa conception imposée : deux supports à trous d'épaisseur 3 mm pour encadrer notre pièce en arc grâce à des vis. Afin de garantir un bon maintien sans jeu, nous avons encore enroulé du scotch au niveau des vis. Les deux pattes de la pince espacées d'un écartement inconnu. Nous avons d'ailleurs placé un bout d'élastique entre les deux pattes de la pince pour que l'objet à attraper adhère mieux.

b) Capteur infra-rouge

Deux supports spécifiques ont été conçus pour fixer les capteurs. Le premier a été placé au-dessus de la pince, sur la pièce arquée à l'avant du bras. Son support a été découpé de manière à l'encadrer de face, ce qui lui permet de tenir en équilibre et rester perpendiculaire au bras. Grâce à cette orientation, le capteur est directement tourné vers l'avant, ce qui lui permet de détecter tout objet se trouvant devant le robot, en particulier pour la saisie du totem. Pour le capteur du côté droit : on applique le même processus de fixation au châssis qu'avec la bielle en l'adaptant au support encadrant le capteur.

2.2.5 Assemblage mécanique final

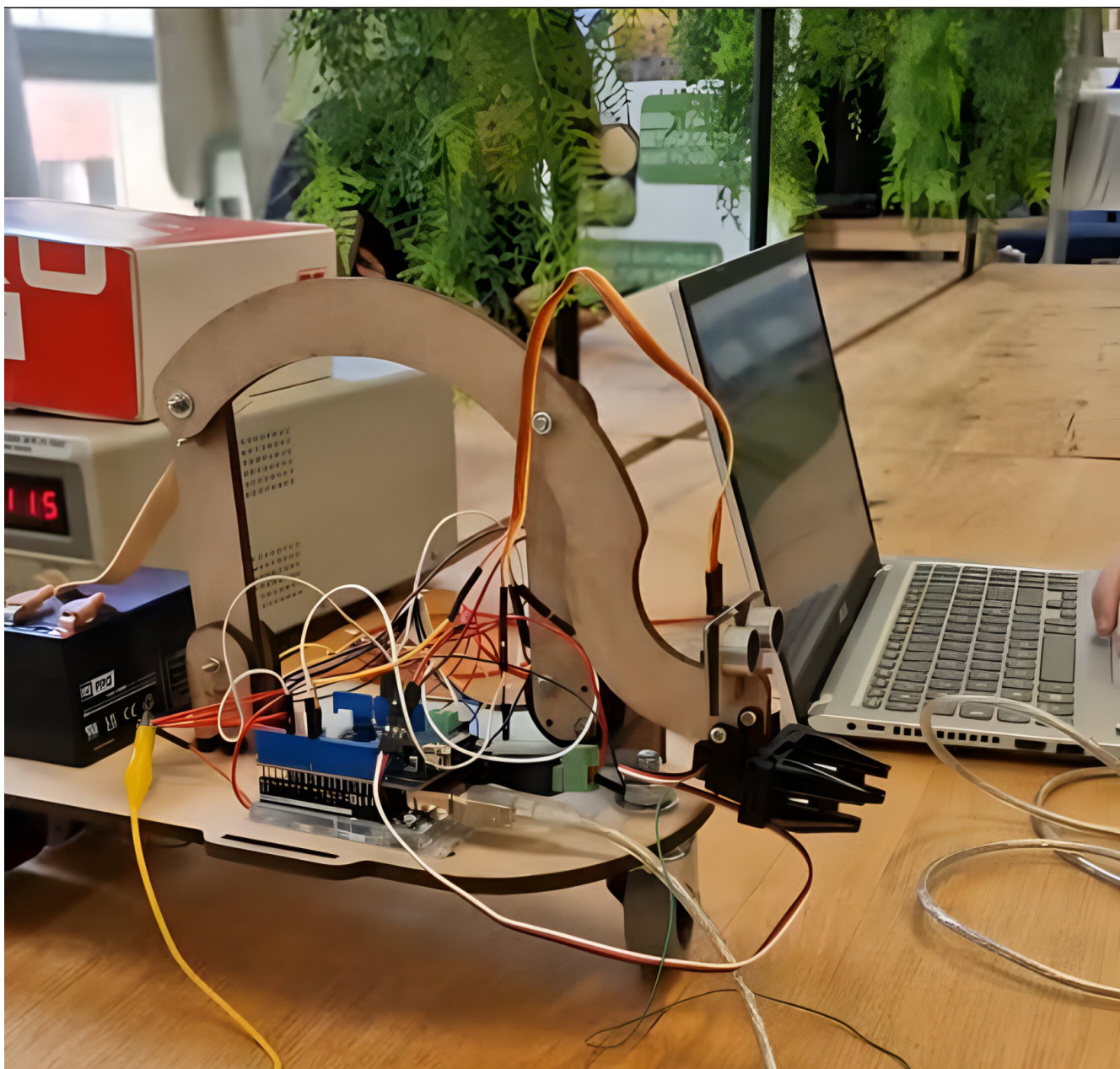
L'assemblage final a été réalisé progressivement après avoir réalisé individuellement toutes les pièces modélisées. Chaque élément a été monté manuellement sur le châssis selon les découpes prévues. Pour assurer un bon ajustement nous avons parfois dû recommencer certaines pièces ou ajuster avec du scotch lorsque le jeu était trop important.

L'ensemble du bras a été monté sur les supports fixés au châssis. Cependant, lors des premiers tests, le bras ne parvenait pas à remonter correctement après avoir été abaissé. Il s'est avéré que le moteur seul ne fournissait pas suffisamment de couple pour soulever l'ensemble du bras et de la pince (à moins de modifier ça dans le programme mais pas optimal). Pour résoudre cela, nous avons installé un élastique, tendu entre l'arrière du châssis et l'arrière du bras. Ce dispositif agit comme une force de rappel en aidant le moteur lors de la remontée du bras.

L'organisation des composants sur le châssis a été pensée afin d'optimiser l'espace tout en répartissant bien les différentes masses. Ainsi :

- La batterie 12V a été placée à l'arrière du châssis, le poids le plus lourd donc au niveau des deux roues motrices
- La carte Arduino Uno sur le côté droit, proche du capteur de droite
- La plaque Labdec de l'autre côté afin de centraliser les connexions et faciliter l'arrangement des câbles
- Le moteur à l'avant (vu)

Enfin, l'ensemble du montage a principalement été conçu pour qu'il soit démontable. De manière générale, toutes les pièces ont été fixées à l'aide de vis, boulons, ou bien par montage ce qui a nous a été très utile au fil du projet pour faire circuler les différents composants entre les différents pôles.



Assemblage quasi-final (manque capteur latéral et serflex pour tenir les câbles) en cours de programmation

2.2 Pôle électronique

Après plusieurs séances consacrées aux tests des composants, à la recherche de schémas de câblage et à la consultation des documents techniques, nous avons pu valider le bon fonctionnement de chacun des éléments ainsi que leur mode d'emploi avant leur intégration.

- Moteurs KTECH : Nous les avons d'abord alimentés un à un avec 12V, pour nous assurer que tout marchait.
- Pince 3551 : nous avons globalement alimenté le servo avec le 5V de l'Arduino et défini un court programme test afin de le tester. Le but était de s'assurer que la pince via le servo ouvrait/fermait bien ses pattes.
- Capteurs ultrasons HC-SR04 : De la même manière nous l'avons branché sur l'Arduino et utilisé un code test pour afficher les distances mesurées. Cela nous a permis de vérifier

que le signal revenait bien et que les valeurs étaient cohérentes.

Une fois cela fait, nous avons pu établir une documentation claire et structurée des branchements de l'ensemble des éléments électroniques. Le but est de résumer et d'anticiper les connexions à réaliser pour chaque composant. Cette doc garantit une compréhension commune des branchements à effectuer pour tous les membres du groupe.

Documentation branchements

Composants :

? pin quelconque : à adapter selon le code

Pince 3551 avec servomoteur intégré :

Branchements avec CAN BUS SHIELD :

- Fil noir = masse ? GND du CAN BUS
- Fil rouge = puissance du servo (V_{servo} , borne positive) ? V_{in} du CAN BUS
- Fil blanc = signal d'asservissement du servomoteur, commande ? pin quelconque
- (Fil vert = Potentiomètre = lire l'angle position du moteur, nécessaire pour réguler la commande ? pin quelconque analogique)

Capteurs de distance à ultrasons HC-SR04 :

Branchements avec CAN BUS SHIELD

Pour les 2 capteurs :

- Fil rouge ? $V_{cc} = +5V$
- Fil bleu ? trig = Émission des ultrasons, on lance la mesure ? pin quelconque
- Fil vert ? echo = Renvoie la durée du retour de l'écho, calcul la distance ? pin quelconque
- Fil noir ? GND = masse de l'alimentation

Moteurs KTECH MS4015-V3 :

Branchements avec batterie et CAN BUS SHIELD ($I = 0.06A$ si alimentation)

Pour les 3 moteurs :

- 2 fils rouges liés ? + 12V pince croco / borne +
- 2 fils noirs ? masse (un nécessaire) pince croco / borne -
- Fil bleu H ? borne CAN H du CAN BUS
- Fil jaune L ? borne CAN L du CAN BUS

Soudure à réaliser :

- 2 fils rouges capteurs ultrasons + un fil rouge pince servo moteur → + 5V CAN
- 2 fils GND capteurs ultrasons → GND CAN

Le montage a été réalisé progressivement, en suivant les plans de câblage définis et en travaillant en accord avec le pôle informatique par rapport à la connexion Arduino.

Pour obtenir un résultat propre nous avons fait une gestion des câbles pour éviter les croisements inutiles.

Nous avons notamment percé un trou dans le châssis pour faire passer les fils du moteur à travers. Les fils rouge (alimentation) ont été regroupés d'un côté d'un bornier connecté à la mini Labdec, tandis que les fils noirs ont été mis de l'autre côté. Même chose avec les fils de signal CAN bleu H et jaune L.

2.3 Pôle Informatique

2.3.1 Description brève du code

Pour mettre en route le robot, on appuie sur un bouton poussoir. Le programme se résume ainsi :

- On enregistre des mesures initiales pour déterminer la distance latérale de référence par rapport au mur grâce au capteur. Cela permet au robot de s'orienter.
- Le robot avance le long du mur en ajustant en continu sa trajectoire pour qu'elle soit parallèle au mur en fonction des mesures du capteur, on le fait en fixant la distance mesurée par le capteur IR latéral. En effet, l'écart fixe et constant lors du déplacement est permis grâce un correcteur proportionnel.
- Le capteur détecte également la présence d'une balise en surveillant les variations brutales des mesures de distance.
- Si détection, alors cela provoque une transition d'état dans la machine à état et le robot s'aligne face à la balise, puis il effectue un virage à 90° pour se mettre dans la direction du totem.
- Le robot s'aligne de nouveau avec le mur et s'avance pour se positionner avant de balayer devant lui à la recherche du totem. Un prototype de code pour que le robot se mette parallèle au mur grâce à des déplacements infimes en boucle et à l'observation de leur dérivée a été entrepris.
- Pendant cette phase, le bras descend jusqu'à une position horizontale définie. Celle-ci est calculée de manière à percevoir le haut du "totem" peu importe la taille de celui-ci. Le balayage tout comme la détection d'une balise surveille les différences importantes de distance pour le capteur frontal. Lorsqu'il pense avoir trouvé le "totem", il s'avance vers lui en ligne droite et s'il le perd de vue, il retente un balayage.
- Lorsqu'il s'approche du totem, le robot ajuste dynamiquement la hauteur de sa pince pour saisir l'objet au bon niveau. Cette action repose sur une fonction de détection du sommet du totem, dont la position est convertie en une consigne de hauteur adaptée à la taille du bras, afin de garantir une prise précise.
- Le robot avance ensuite d'une distance définie et, la pince se ferme pour le prendre.

- Un signal analogique de retour du servo confirme que la pince a bien été fermée.
- Le robot bascule alors dans l'état suivant pour repartir vers la zone de dépose.
- Une fois de retour à l'emplacement initial, le robot suit les mêmes états en sens inverse pour s'aligner à nouveau.
- Enfin dans l'état DROP, la pince relâche le totem.

Voici le lien pour visiter notre dépôt Github :

<https://github.com/PLFR23456/Rob3Exp2025/tree/StateMachine>

La dernière mise à jour de notre programme avec une logique de fonctionnement du robot par états est située dans la branche "**StateMachine**". Cependant le reste des branches retracent nos tests ainsi qu'apports de fonctionnalités individuelles ou non.

3. Contribution individuelle :

Esteban

Mécanique :

- Analyse cinématique du robot et mise en place de l'odométrie pour abstraire la commande en vitesse du robot (torseur cinématique réduit au point milieu de l'axe des roues).

Informatique :

- Prise en main des fonctions de commande des moteurs.
- Prise en main des fonctions de retour capteurs.
- Segmentation et organisation du code en fichiers distincts pour aider à sa lisibilité.
- Implémentation de l'odométrie en une fonction de commande du torseur cinématique du robot (prend la vitesse linéaire et angulaire du point de réduction en entrée).
- Mise en place du correcteur P puis PI pour conserver une trajectoire parallèle au mur, en utilisant la mesure du capteur latéral pour commander la vitesse angulaire du point de réduction (vitesse linéaire laissée constante).
- Abstraction du parcours en une machine à états avec utilisation d'un switch pour segmenter chaque étapes.
- Refactoring du système de cadencement pour reposer sur les tours de boucles et non plus les délais, moins précis mais plus robustes, et permettant de maintenir un fonctionnement quasi-parallèle avec acquisition des mesures tout au long du mouvement.
- Mise en place de fonctions de réaction "stables" qui demandent plusieurs mesures d'affilé d'un même phénomène pour déclencher une opération.
- Mise en place d'une fonction de balayage robuste (n'a pas pu être utilisée pendant la soutenance car un bug sur le switch empêchait le robot de passer à l'étape suivante).
- Mise en place d'une fonction de correction de l'orientation après rotation pour s'aligner avec un mur. Fonctionne en recherchant l'angle qui minimise l'évolution de l'écart latéral entre deux instants en faisant un mouvement de balancier (n'a pas non plus pu être présentée pour les mêmes raisons, le switch ne voulait pas passer à l'étape 2 malgré la bonne affectation de la variable des états).

Chef de projet :

- Rédaction de l'essentiel du Gantt Chart (segmentation des objectifs en tâches réalisable et mesurables).
- Supervision de l'équipe et du projet.

Matthieu

Mécanique :

- Conception et modélisation du robot sur SolidWorks incluant les fixations des liaisons
- Résolution du problème du bras en adoptant une forme arrondi
- Réalisation de toutes les pièces du robot avec la découpeuse laser.

Électronique - Informatique :

- Participation à la mise en place du bouton poussoir
- Gestion du câblage (câble management) et modification de certaines broches pour une utilisation correcte du code initial
- Ajustement du système proportionnel sur le bras
- Participation à l'élaboration de la logique du code.
- Implémentation de cette logique comprenant la détection des balises, la fonction de rotation de 90 degrés, le balayage du robot pour détecter le totem afin de déterminer son centre ainsi que les fonctions d'attrapage et de lâcher du totem entre autre.

Pierre-Louis

Mécanique :

- Conception et modélisation d'une solution pour le bras, la pince et l'articulation du bras sur SolidWorks.
- Calcul des contraintes de dimension du bras vis à vis du totem à récupérer

Informatique :

- Structure du programme avec début via le Serial possible et contrôles de certains paramètres en temps - réel toujours via le Serial
- Gestion du servo-moteur de la pince avec prise en compte du signal de retour pour ajuster la position en temps réel
- Fonction balayage du robot avec logique associée à la détection du totem puis du recalibrage sur celui-ci lorsqu'il est perdu de vue
- Collaboration sur le correcteur proportionnel du bras
- Essai de plusieurs types d'algorithmes pour détecter la variation liée à la détection d'un obstacle sur un capteur IR pour en déterminer le meilleur puis esquisse d'une fonction de détection du totem en largeur ainsi qu'en hauteur lorsqu'il atteint une certaine distance
- Création de la fonction associant la position angulaire du bras auquel le bras détecte le totem à celle où il doit se placer pour le réceptionner

Rédaction sur la conception du bras + châssis

<p>Emile</p>	<p>Informatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prototypage initial de plusieurs fonctions clés : développement de premières versions de fonctions de contrôle moteur, de lecture capteur, ou encore de gestion du balayage, ayant servi de base à l'implémentation finale. • Mise en place d'une base d'odométrie : réflexion sur la cinématique du robot et début d'une implémentation permettant de convertir les vitesses linéaire et angulaire en évolution de position. • Implication dans la définition des étapes logiques du parcours du robot et suggestion d'une structure par switch, avec transitions et conditions. • Rédaction de fonctions de test : création de fonctions simples, utilisées temporairement pour valider le comportement des capteurs, moteurs, et sous-systèmes, dans les premières phases du développement
<p>Diyana</p>	<p>Électronique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Test et branchement individuel de chaque composant afin de comprendre et s'assurer de leur fonctionnement • Simulation du schéma du circuit final Tinkercard pour anticiper les connexions • Rédaction de la documentation des branchements pour permettre le suivi à chacun des membres • Branchements <p>Informatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tentative de code pour le servo moteur de la pince <p>Gestion et rédaction complète du Wiki</p>
<p>Rayan</p>	<p>Électronique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherches sur le fonctionnement des composants et leurs branchements. • Prévisualisation du câblage via Tinkercad. • Test des composants (leur comportements et précisions). • Participation câblage du robot. <p>Informatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implémentation du bouton poussoir. • Stratégie pour le bras du robot et tentatives pour script du bras qui attrape le totem. • Script pour le dépôt de totem.

Revision #1

Created 11 February 2026 17:43:40 by Carillet Lilian

Updated 11 February 2026 17:43:41 by Carillet Lilian