

Dossier du projet de Sciences de l'Ingénieur : le robot sphérique



Projet réalisé par :
–Mathieu Dexheimer
–Antoine Chenon
–Julien Gaspar Lopes
–Adrien Marre

Ce projet a consisté en la conception et la construction d'un module sphérique dans le cadre des projets de sciences de l'ingénieur. Ce robot surnommé "A-Round" a pour but d'outrepasser les contraintes des 4 roues d'un moyen de transport conventionnel.



Logo réalisé par Julien

Afin de mettre à profit nos propres idées concernant le projet que nous voulions réaliser il nous a fallu, dans notre groupe de 4 nous répartir les tâches comme suivant :

- Calculs et expérimentations sur la trajectoire du robot - Adrien,
- Agencement et dimensionnement des composants du robot - Mathieu (moi),
- Etude de la motorisation, des roues et conception de certains composants - Antoine,
- Programmation – Julien.

Ma partie du projet sera donc axée sur la création des plans avec recherche de certains composants et la direction de l'usinage de certaines pièces. Elle occupe donc un rôle vital dans la construction même du robot et possède une influence sur son comportement. Ainsi cette partie se découpe en plusieurs sous parties comme suivant :

I/ L'agencement des composants

- 1)Position du centre d'inertie
- 2)Maintien en position du robot à l'intérieur de la sphère

II/ Le dimensionnement des composants

- 1)Taille globale du robot
- 2)Contraintes diverses et solutions apportées

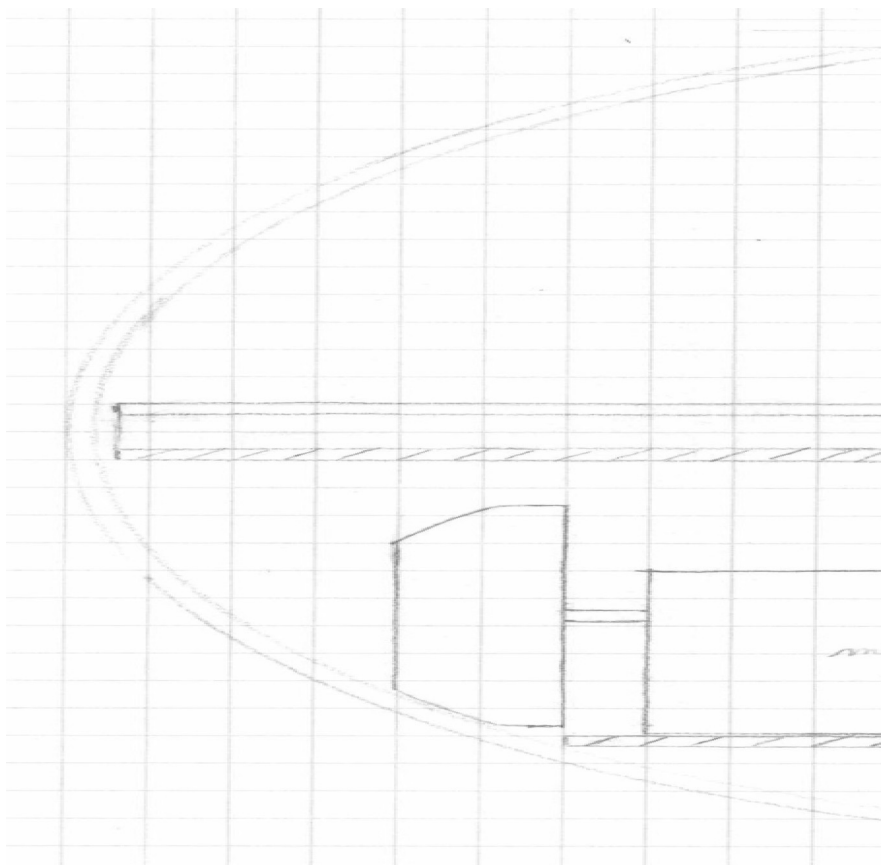


Figure 1 : dessin provisoire du robot – premier aperçu de la bille porteuse

(échelle 1:2 sur les dimensions prévues initialement ; voir II/1 pour plus de détails)

I/ L'agencement des composants : organisation interne du robot

Une première étape de la conception du robot passe par l'agencement des composants. Nous allons donc voir ce qu'il en est et quelles en sont les raisons.

Comme on peut le voir dans le premier dessin, la partie à l'intérieur de la sphère est organisée selon deux plateaux reliés entre eux via des piliers (un seul central au début de la conception). Les moteurs (et plus tard, les batteries) se situent dans la partie basse (plateau inférieur) du robot tandis que la partie commande (constituée de la carte Arduino contenant le programme et pilotant les moteurs ; et du récepteur radio "Xbee" pour recevoir le signal de la télécommande) se trouvent sur le plateau supérieur. Une bille poteuse est placée au sommet du robot et plaquée par un ressort contre la partie intérieure de la sphère. On peut déjà discerner une première forme d'organisation : séparer la partie commande (carte Arduino et récepteur radio "Xbee") de la partie opérative (moteurs, batteries).

1) Position du centre d'inertie

Il s'agit là du principal facteur influençant l'agencement des composants. Ce centre d'inertie peut se définir par "le point par rapport auquel la masse est uniformément répartie" (d'après wikipédia).

On souhaite garder le centre d'inertie dans l'axe milieu vertical de la sphère (voir *figure 2*). En effet, de par sa forme sphérique et donc, un contact avec le sol assimilé à un point la moindre variation de position du centre d'inertie par rapport à cet axe provoque un déséquilibre du robot (ce qui a une incidence directe sur ses déplacements).

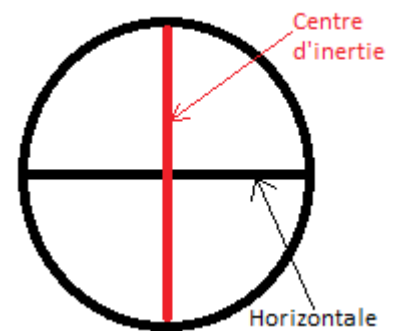


Figure 2

Cette variation du comportement attendu du robot est aussi influé par la position du centre d'inertie dans la partie supérieure ou inférieure de la sphère.

Ainsi donc, deux cas de figure apparaissent :

- Si ce centre d'inertie se situe dans la partie supérieure de la partie du robot, ce la provoquerait des effets indésirables sur son comportement : lorsque les roues tourneraient pour avancer, la partie intérieure du robot pourrait tourner à l'intérieur de la sphère.
- Au contraire, si ce centre d'inertie est placé dans la partie inférieure du robot, lorsque les roues tourneront pour faire avancer le robot, cette partie inférieure va se retrouver à l'avant et entraîner le robot vers l'avant. Et plus le centre d'inertie sera bas, moins le robot s'inclinera pour avancer et le mouvement sera plus précis (moins de mouvement "culbuto")

Afin d'apporter des solutions à ces contraintes plusieurs moyens ont été employés :

- Pour garder le centre d'inertie sur l'axe vertical central (*figure 2*), on souhaite garder une symétrie dans l'agencement des moteurs, batteries, ...
- Les composants les plus massiques, moteurs et batteries, sont placés dans la partie inférieure basse et le plus bas possible.
- On rajoute également des poids (absents sur la photo de présentation) pour réajuster la position de ce centre d'inertie, toujours plus bas et plus centré.

2) Maintien en position de la partie intérieure à l'intérieur de la sphère

Afin d'apporter une solution à ce problème nous avons eu l'idée d'employer une bille porteuse (*figures 1 et 3*) qui serait plaquée contre la paroi intérieure de la sphère par un ressort placé en dessous. Cela permet d'assurer une bonne adhésion des roues sur la partie intérieure de la sphère, mais aussi de compenser les erreurs possibles faites sur le dimensionnement des piliers reliant les deux plateaux. Le choix de la bille porteuse elle-même a surtout été fait selon le prix, qui augmentait rapidement d'une taille de bille à la suivante : la plus petite était la moins et nous convenait amplement.



Figure 3 :bille porteuse

II/ Le dimensionnement des composants

Cette partie de mon travail a reposé sur deux documents : le dessin présenté précédemment ainsi qu'une modélisation 3D sous SolidWorks.

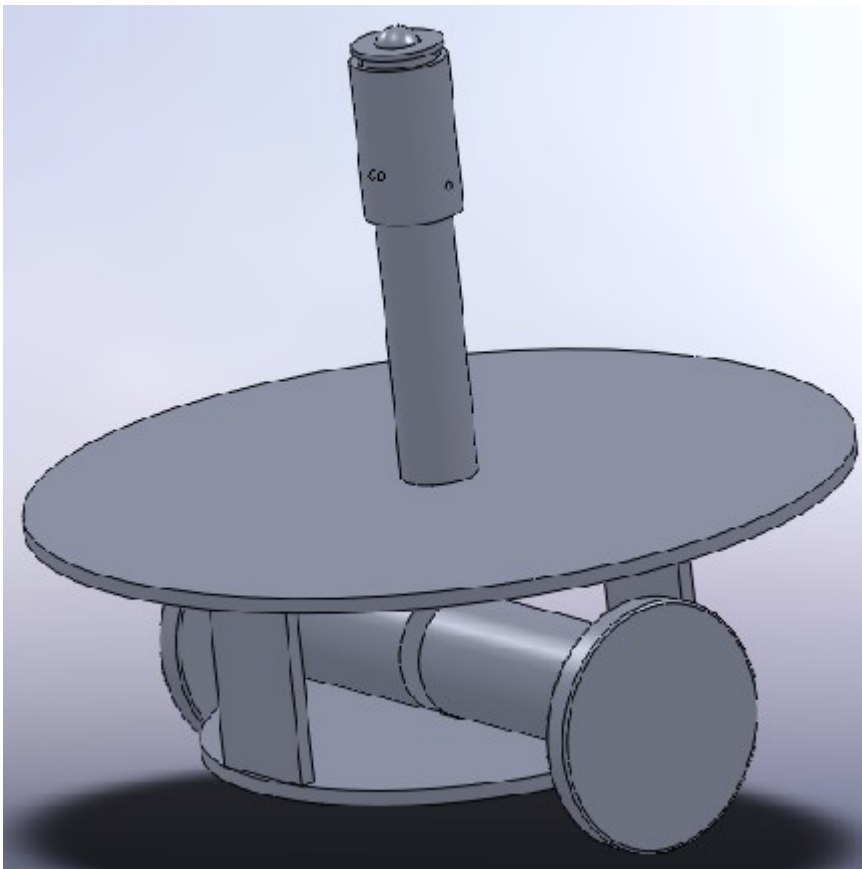


Figure 4 : modélisation 3D sous SolidWorks du robot avec les dimensions finales

1) Taille globale du robot

Dans les divers recherches que nous avons effectués au début de notre projet nous avons pu trouver certains documents de sources différentes abordant des projets similaires aux tailles variant de l'un à l'autre. Après avoir trouvé un moyen de nous procurer des boules plastiques transparentes (prévues normalement pour les décorations de Noël) d'un diamètre intéressant, nous étions d'abord partis sur un robot d'une quinzaine de centimètres de

diamètre. Cependant, il s'est avéré impossible de trouver des moteurs qui respectaient nos attentes, faute de budget, d'indisponibilité, ... Les moteurs acceptables trouvés par Antoine étaient deux fois plus grands qu'initialement planifié (8 centimètres de long, au lieu de 4 prévus sur le dessin), nous avons donc décidé de multiplier par deux toutes les grandeurs du robot pour ainsi commander une sphère de 29 centimètres de diamètre.

2) Contraintes diverses et solutions apportées.

L'agencement proposé en première partie ainsi que la taille des moteurs ont posé certaines contraintes quand au dimensionnement de certains composants. Deux éléments très liés et importants seront soulevés :

–La taille du plateau inférieur. Rappelons que le centre d'inertie du robot doit être le plus bas possible : il faut donc que ce plateau soutenant les moteurs et batteries doit avoir la place pour les contenir avec une légère marge pour éviter que les branchements des moteurs entrent en contact : on le remarque par un petit espace d'un centimètre entre les moteurs sur la modélisation SolidWorks. Cela nous amène donc à un plateau de 17 centimètres de diamètre, puisque chaque moteur en fait 8 de long.

–La taille des piliers. Sachant que la face inférieure du plateau supérieur passe par le centre de la sphère (voir figure 1 pour plus de clarté), il a fallu associer plusieurs paramètres dont celui-ci, mais aussi la taille des roues, la position de l'axe des moteurs (qui est excentré par rapport à l'axe du cylindre des moteurs), la position des moteurs. Avec tant de paramètres il était fort possible qu'une petite erreur soit possible : cette erreur est compensée grâce à la bille porteuse supportée par un ressort. En utilisant SolidWorks pour reproduire avec le plus de précision possible les dimensions des composants du robot, j'ai pu au final obtenir les piliers mesurent aux alentours de 7,2 centimètres.

On remarque, pour finir, que le plateau supérieur est beaucoup plus grand que nécessaire : on aurait pu en effet réduire son diamètre à la fin. Cela provient du fait que les dimensions des composants de la partie commande étaient inconnus au début de notre projet en plus du fait que ce plateau possédait un diamètre deux fois plus petit avant que ses dimensions ne soient doublées : il m'a fallu "prévoir large" puis j'ai gardé la configuration comme planifiée après changements de dimensions.

Conclusion

Cette partie dont j'ai eu la charge a été le pilier fondateur qui a permis de commencer l'assemblage du robot. Un fois les modélisations réalisées, moi rejoint par d'autres membres du groupe nous sommes fiés aux plans pour réaliser le "squelette" du robot.

Enfin, il est notable de dire que ce projet a terminé 4^e (sur une quarantaine de participants) aux Olympiades de Sciences de l'Ingénieur qui se sont tenues le 14 mai 2014 à l'Université Paris-Est de Marne-la-Vallée. Nous aurions pu participer aux finales nationales, en finissant au moins 3^e, cependant un tel résultat nous a déjà beaucoup réjouis.