

# Mars Attacks!

## Projet scientifique et plan de communication

### Table des matières

<b>Présentation</b>	<b>2</b>
L'Équipe et ses membres	2
Pourquoi participons nous à la coupe de France de robotique?	3
<b>Projet scientifique et technique</b>	<b>4</b>
Présentation de solutions holonomes performantes	4
Conception d'une base roulante holonome Mecanum.	4
Conception d'une base holonome "Differential Swerve Drive"	5
Méthode de localisation simple à bas coût (~100€).	5
Outils logiciels :	6
Outil de visualisation	6
Intégration avec Jupyter Lab	6
Intégration avec Plotjuggler	7
Méthodologie	7
Intégration continue	7
Tests, couverture et python binding	8
<b>Plan de communication</b>	<b>9</b>
Support pour les jeunes	9
Communication "internationale" en Français et en Anglais	10
Présentation de l'avancement au fur et à mesure	10
Partage de librairies et d'outils logiciels via Git (en Anglais)	10
Atelier déploiement de solutions	10
Synthèse techniques sur une page web dédiée	11

# Présentation

## L'Équipe et ses membres

**Mars Attacks!** est une toute nouvelle équipe formée de trois personnes :

- **Jonathan Quillès** participe à la Coupe de Robotique depuis 2012 au sein de l'équipe Estia System de l'école d'ingénieur Estia d'abord en tant qu'étudiant, puis en tant qu'encadrant. Ces dernières années il a également participé sous les bannières des équipes Vigibot et TDS.

Enseignant vacataire à l'ESTIA, il dispense des cours dans les domaines de la robotique mobile, des systèmes embarqués et de la programmation de microcontrôleurs, en parallèle il dirige la SAS Robot Maker, qui propose des produits robotiques ainsi que des solutions techniques sur mesure et il est co-fondateur de l'association vigibot qui propose de solution de pilotage de robot par internet.

Sa vision pour la coupe de france de robotique est claire : démontrer par sa participation qu'il est possible de concevoir des robots simples et efficaces sans recourir à une électronique ou une mécanique excessivement complexes pour atteindre la performance. Il soutient l'idée que la pointe de la technologie peut coexister avec simplicité de mise en oeuvre. Pour lui, l'effet "waou" réside dans la capacité à réaliser un robot ambitieux tout en restant accessible et facilement reproductible et de partager son expérience avec les autres participants et plus particulièrement les plus jeunes en espérant les motiver et les inspirer!

- **Horst Dümcke** a étudié les mathématiques à l'université de Heidelberg à une époque où l'informatique était à ses débuts, bien avant l'enseignement de la robotique dans le milieu académique. Il a écrit son premier programme informatique sur des cartes perforées, ce qui lui a permis de commencer une carrière d'ingénieur logiciel après l'obtention de son diplôme. Ce travail l'a conduit à Paris pour rejoindre le centre de R&D d'Apple et travailler sur des systèmes distribués. Il a ensuite occupé un poste de consultant pré-vente en réseau chez Cisco. Au cours des dix dernières années de sa carrière professionnelle, il a dirigé sa propre société de conseil en réseau défini par logiciel. Après sa retraite, il s'est intéressé à la robotique et, grâce à son travail en open source, a rencontré les autres membres de l'équipe. Il souhaite montrer qu'il n'est jamais trop tard pour apprendre la robotique, donc si lui le peut, n'importe quel étudiant le peut aussi.

- **Patrick Duputz** est ingénieur à THALES dans le domaine des télécommunications sécurisées et amateur de robotique. Il participe à différentes compétitions de robotique en France : Tournoi National de Robotique de Nîmes depuis 2015 (vainqueur dans les catégories suiveur de ligne F1, labyrinthe ligne et labyrinthe mur Micromouse), et Toulouse Robot Race depuis 2019 (vainqueur dans les catégories des "Roulant" et "Dans la vraie vie"). Cette première participation à l'édition 2024 de la Coupe de France de Robotique est l'occasion de relever un nouveau défi et de contribuer à un projet favorisant l'échange des connaissances et des expériences entre les participants.

## Pourquoi participons nous à la coupe de France de robotique?

Plusieurs motivations importantes guident notre participation à la Coupe de Robotique, reflétant notre engagement et les valeurs qui nous animent :

- **Pour montrer qu'il n'est jamais trop tard pour se lancer dans l'aventure.**

Nous participons dans l'espoir que notre équipe inspire et encourage des personnes de tout âge à s'inscrire et à former de nouvelles équipes car nous croyons que l'impact positif de Planète Science sera d'autant plus grand avec un nombre accru d'équipes engagées. La constitution même de notre équipe peut stimuler diverses manières d'élargir le cercle de participants à la coupe :

- Un ancien participant crée une toute nouvelle équipe avec de nouveaux participants qui n'ont jamais participé à la coupe.
- Un habitué de concours de robotique autre que la Coupe de France de Robotique découvre qu'il peut également participer à la compétition.
- Un ingénieur informatique à la retraite découvre la robotique sur le tard, constate qu'il peut participer à l'événement, partager ses connaissances avec des plus jeunes et mettre en avant son expertise.

- **Pour inspirer en montrant que même une nouvelle équipe peut performer et apporter une contribution significative.**

Bien que nous soyons une équipe récemment formée, nous aspirons à laisser une empreinte significative. Cela se manifestera à la fois à travers les performances des robots que nous développerons pour l'événement, visant à inspirer les générations futures (notamment l'équipe Estia Système que nous encadrons), mais aussi et surtout à travers la qualité des ressources que nous nous efforcerons de fournir. Au-delà de la compétition, nous considérons le partage des connaissances comme essentiel. Si l'acquisition et l'expérimentation de compétences en robotique représentent des étapes cruciales, partager ces connaissances avec la communauté constitue une démarche encore plus enrichissante. Nous aspirons à contribuer au développement de l'écosystème en diffusant le savoir, et participer à la Coupe de France de Robotique nous offre une excellente opportunité de partager nos connaissances avec un public désireux d'apprendre.

- **Pour soutenir le projet de démocratisation de la Robotique de Planète Science auprès des jeunes.**

Nous adhérons au projet de démocratisation de la robotique mené par Planète Science. La promotion de la robotique auprès des jeunes est une initiative essentielle qui contribue à développer des compétences cruciales pour l'avenir. Notre participation vise à soutenir cette noble cause et à encourager davantage d'enthousiasme pour la robotique. Encourager la création de nouvelles équipes et inspirer les participants constitue notre contribution à cet ambitieux projet.

- **Pour le challenge et pour le fun.**

Nous sommes motivés par le défi technique que représente ce projet, mais au-delà du challenge, le plaisir est une composante essentielle de notre participation. Nous croyons que l'apprentissage et la réussite sont d'autant plus gratifiants lorsqu'ils sont accompagnés de moments de détente et de plaisir. Nous abordons la Coupe de Robotique avec enthousiasme et dans un esprit ludique, sachant que l'équilibre entre le sérieux du défi et le plaisir du jeu est la clé d'une expérience enrichissante. Participer à la coupe de France de robotique est un défi certes, mais c'est fun aussi! Nous chercherons également à mettre en avant cet aspect lors de l'événement.

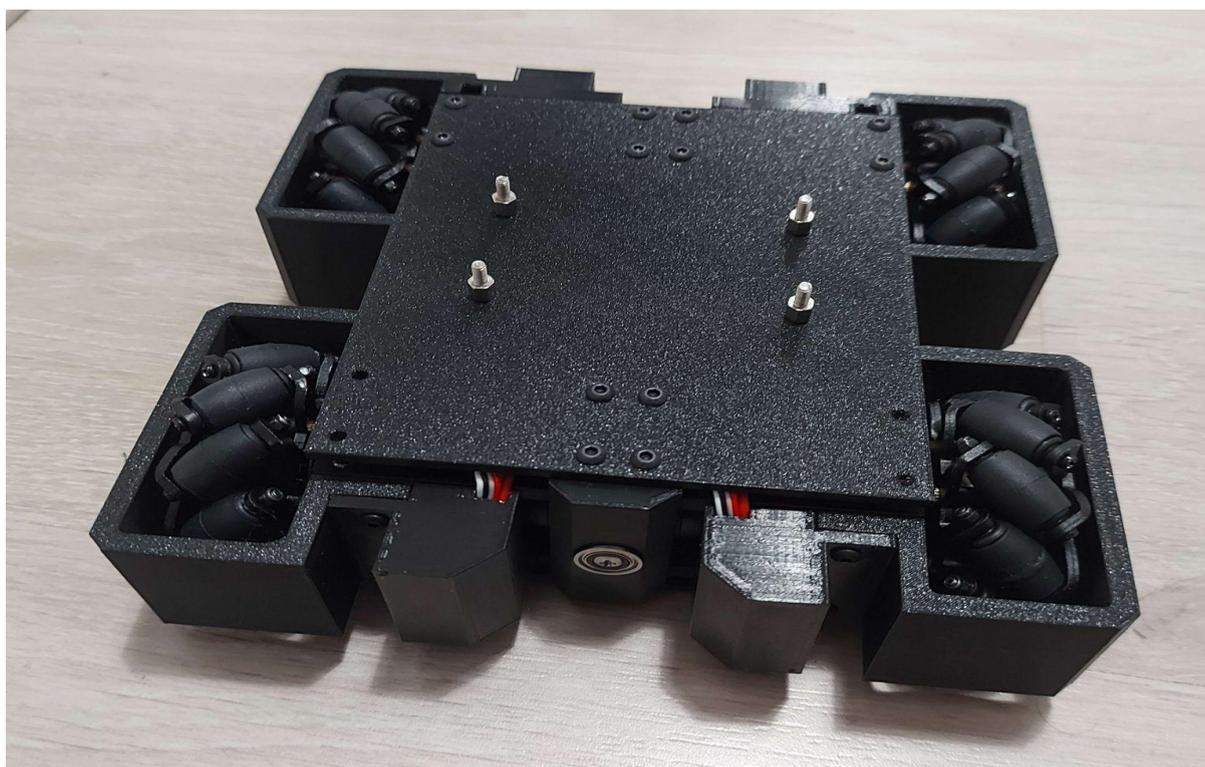
## Projet scientifique et technique

Les principaux composants hardware et logiciels, mis au point par l'équipe Mars Attacks, feront l'objet d'une publication scientifique et technique à caractère didactique, accessible au plus grand nombre et pouvant profiter aux participants de la Coupe de France de Robotique des éditions 2024 et futures. Les premiers sujets techniques d'intérêt identifiés par l'équipe sont les suivants.

### Présentation de solutions holonomes performantes

#### Conception d'une base roulante holonome Mecanum

Cette publication détaillera le cahier des charges d'un robot holonome pour la coupe de robotique, le choix des composants formant le train roulant (roues, moteurs, contrôleurs), la conception mécanique d'un châssis à quatre roues Mecanum à la fois compact et articulé, les algorithmes à mettre en œuvre pour contrôler le déplacement du robot et calculer l'odométrie.

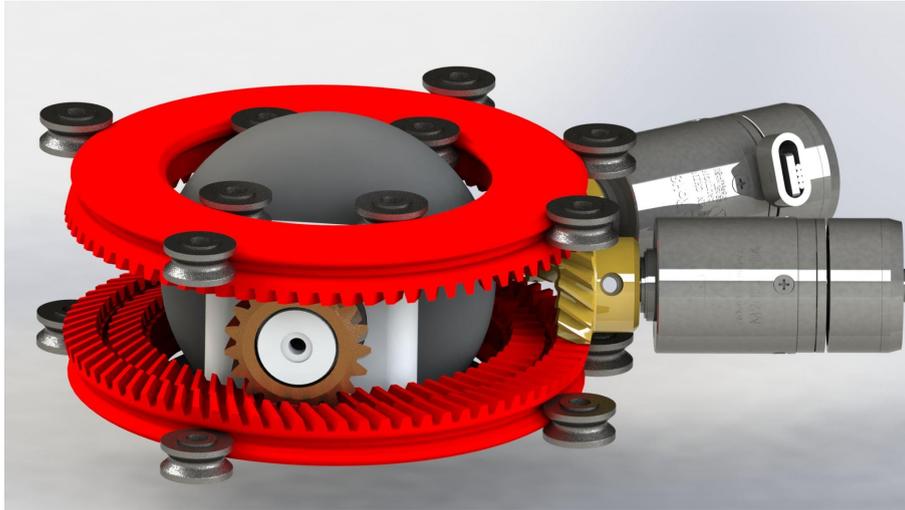


*Prototype de notre base roulante holonome articulée à roues Mecanum*

Avec plusieurs versions proposées allant de la plus économique à la plus compétitive et intégrant ou non différentes solutions techniques ( système de contre-axe pour les roues, articulation pour l'iso-statisme) et en expliquant les avantages et inconvénients de ces solutions ainsi que d'éventuelles alternatives.

## Conception d'une base holonome "Differential Swerve Drive"

Cette publication détaillera le cahier des charges d'un robot pour la coupe de robotique, utilisant un type de train roulant innovant, la théorie puis la conception mécanique d'un châssis à deux, trois ou quatre modules Differential Swerve Drive, le choix des composants mécaniques formant le train roulant (roues, axes, roulements, visserie, matériaux), la fabrication en impression 3D et usinage CNC, les algorithmes à mettre en œuvre pour contrôler le déplacement du robot et calculer une odométrie.



*Conception mécanique de notre prototype de module Differential Swerve Drive*

## Méthode de localisation simple à bas coût (~100€)

Cette publication détaillera le cahier des charges d'une méthode de localisation basique adapté au format de la coupe de robotique, le choix des composants (capteurs et microcontrôleurs) pour un budget serré, la conception de l'algorithme de localisation avec une partie théorique et un exemple d'implémentation logicielle sur la base d'un microcontrôleur STM32 et d'un LIDAR rotatif d'entrée de gamme.



*LIDAR rotatif d'entrée de gamme*

# Outils logiciels

## Outil de visualisation

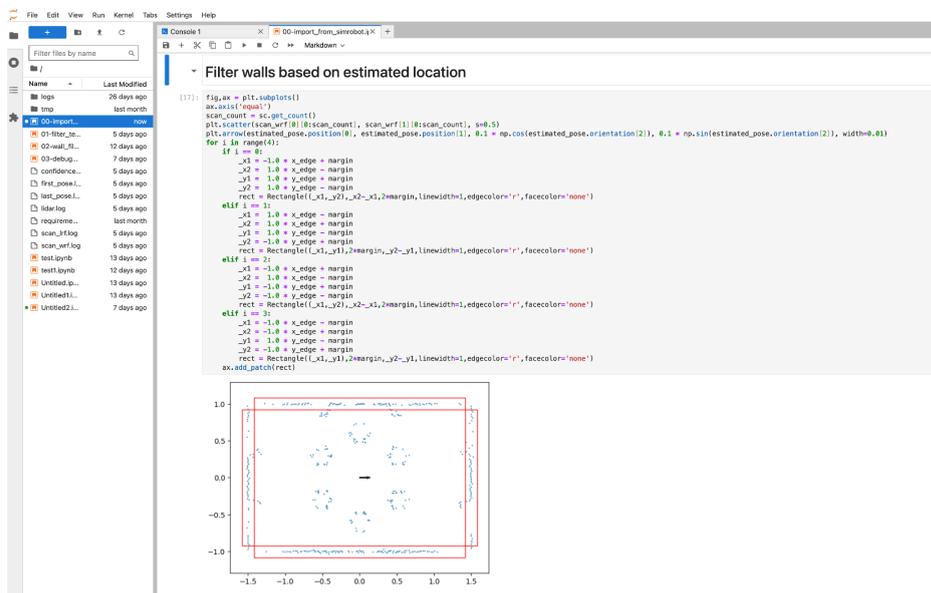
Pour la mise au point de notre robot, nous avons conçu un outil de visualisation avec protocole de télécommande et de télémétrie robot simple et portable (C/C++ et JAVA) permettant d'échanger des informations entre un ordinateur et le robot via une liaison sans fil (Wifi ou autre). Sur la base de ce protocole, nous avons développé un écosystème complet d'outils permettant de piloter le robot à distance en mode manuel ou automatisé via des scripts, d'éditer les paramètres de configuration du robot à distance, de recevoir et d'afficher l'état du robot avec une représentation en 2D de l'aire de jeu, de logger toutes les données dans des fichiers .csv et d'analyser le résultat des calculs internes exécutés par les ressources de traitements du robot sous la forme de graphiques interactifs.



Outil de visualisation

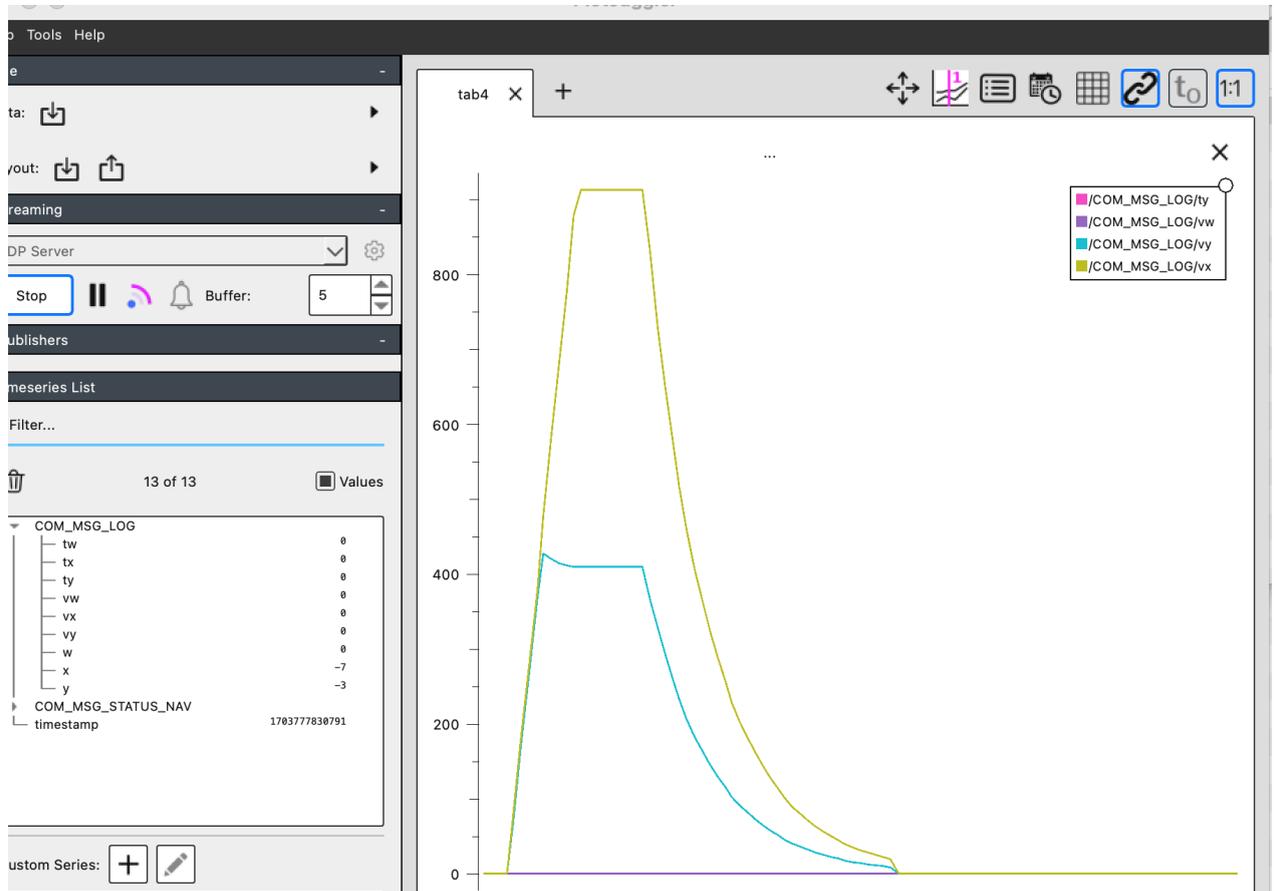
## Intégration avec Jupyter Lab

Pour une analyse profonde des algorithmes utilisés nous fournissons du Python binding à notre code C++.



## Intégration avec Plotjuggler

Nous avons développé une interface nous permettant d'utiliser notre protocole de communication avec PlotJuggler nous permettant d'analyser des données chronologiques.



## Méthodologie

### Intégration continue

Nous avons souhaité développer notre projet en suivant les excellentes pratiques de l'intégration continue qu'on retrouve en génie logiciel, c'est à dire, de pouvoir vérifier à chaque modification de code source que le résultat des modifications ne produit pas de régression dans l'application développée. ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Intégration\\_continue](https://fr.wikipedia.org/wiki/Intégration_continue))

Pour cela nous avons investi du temps dans la mise en place d'un système rigoureux et automatisé de test rigoureux nous permettant de vérifier l'impacte de nos modifications logicielles via différents outils de tests et de simulation.

## Tests, couverture et python binding

Nous développons le code que va tourner sur le robot en C/C++ pour la meilleure performance. Mais comme nous voulons utiliser des outils de Python, notamment Jupyter Lab nous fournissons du Python binding. Cette approche nous permet d'utiliser pytest pour les tests unitaires (bien qu'il existe des outils similaires en C/C++).

```
==== test session starts ====
platform linux -- Python 3.10.12, pytest-7.4.3, pluggy-1.3.0
rootdir: /home/ubuntu/LibCdR2024
configfile: pyproject.toml
plugins: anyio-4.2.0
collected 96 items

../tests/test_bounding_box.py ..... [ 10%]
../tests/test_communication.py ..... [ 17%]
../tests/test_convex_hull.py .. [ 19%]
../tests/test_dist_to_line_segment.py ..... [ 25%]
../tests/test_extract_lines.py ..... [ 41%]
../tests/test_lidar_scan.py ..... [ 47%]
../tests/test_line_algorithm.py ..... [ 69%]
../tests/test_location.py ..... [ 79%]
../tests/test_mecanum_kinematic.py .... [ 82%]
../tests/test_pose.py ..... [ 83%]
../tests/test_projection_to_line.py ..... [ 93%]
../tests/test_robot_parameters.py . [ 94%]
../tests/test_twist.py . [ 95%]
../tests/test_wall_filter.py .... [100%]

===== 96 passed in 1.21s =====
```

Pour bien développer les test unitaires nous mesurons la couverture du code par nos tests.

Exec	Total	Coverage
Lines: 84	87	96.7%
Functions: 8	8	100%
Branches: 17	20	85.0%

Nous avons développé des simulateurs de test pour simuler un scan Lidar dans un environnement simulé de la coupe. Pour tester le système complet nous avons conçu un outil de test que nous appelons testrunner qui nous permet d'écrire des séquence de commandes qui sont envoyé au robot par notre protocole de communication et nous observons le comportement du robot soit dans un environnement simulé ou avec notre robot physique sur une table.

L'ensemble des sujets techniques présentés ci-dessus, sera disponible sur un site Internet où les documents de conception seront librement accessibles (notes techniques, code source, fichiers 3D).

## Plan de communication

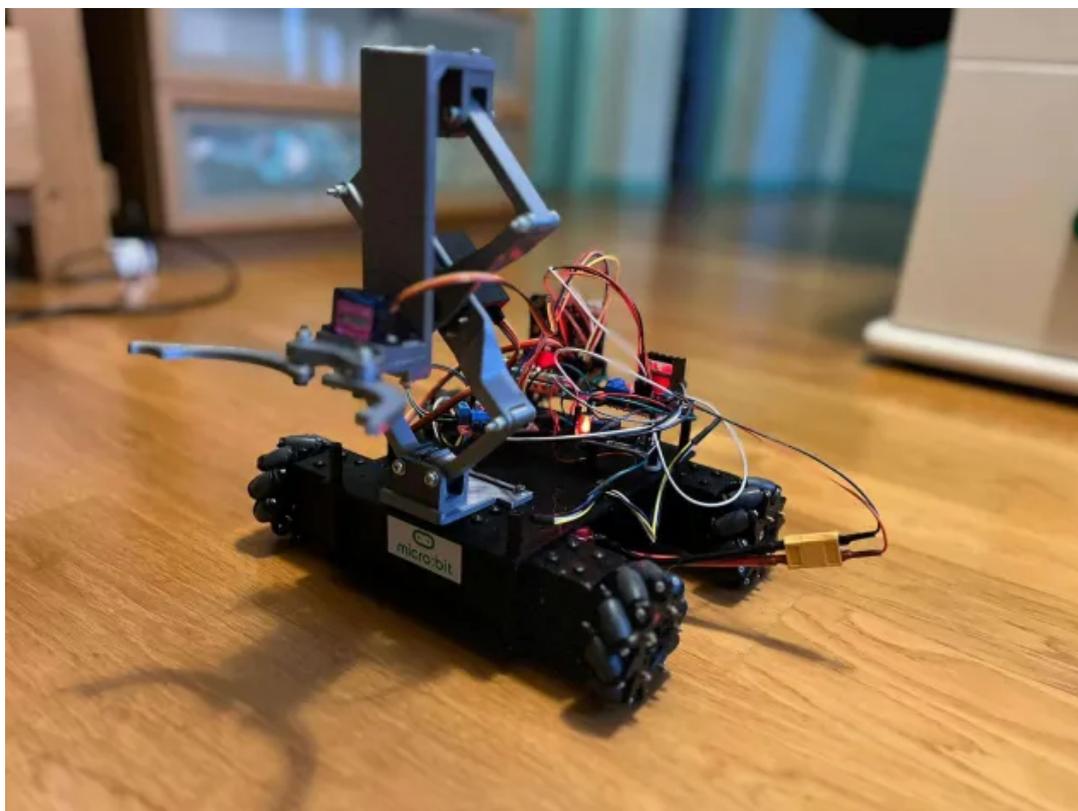
Afin de communiquer sur le projet nous avons prévu plusieurs axes de communication:

### Support pour les jeunes

Nous encadrant l'équipe étudiante senior Estia System <http://estiasystem.estia.fr/> dont l'objectif est l'apprentissage plus que la performance pur. Au vu de cet objectif, nous pensons que l'expérience de l'erreur fait partie du parcours éducatif ainsi nous essayons de leur transmettre des connaissances et des méthodologies, tout en les laissons expérimenter au maximum de leur côté. Nous nous rendons disponible à chaque fois qu'ils ont des questions et pour les inspirer et les stimuler, nous avons également décidé de mettre en œuvre, en parallèle à leurs expérimentations, une base performante. Les caractéristiques techniques de cette base serviront de modèles à atteindre, offrant ainsi un exemple concret de ce qui peut être réalisé. Nous visons à créer un environnement propice au défi et à l'inspiration, afin d'encourager nos étudiants à repousser leurs limites.

En outre, nous avons le plaisir de conseiller deux équipes juniors, à savoir l'équipe du Collège René Cassin et l'équipe RoBuisse, en nous rendant disponible à chaque fois qu'ils ont des questions.

C'est ainsi que nous participons avec un engagement enthousiaste à la formation de la prochaine génération de talents dans le domaine.



*Base de l'équipe RoBuisse, inspirée de notre base mecanum (en version low cost)*

## Communication “internationale” en Français et en Anglais

Dans un souci d'inclusion et afin d'atteindre un public plus large, nous nous engageons à rendre notre documentation accessible tant aux francophones qu'aux participants non francophones. Pour ce faire, nos documents seront disponibles à la fois en français et en anglais, dans l'objectif de faciliter la compréhension et la participation de tous.

## Présentation de l'avancement au fur et à mesure

Nous tiendrons la communauté informée de l'évolution continue de notre projet en utilisant le forum Robot Maker. Vous pouvez suivre notre progression en consultant notre fil de discussion :

Version française : [Mars attacks participation à la coupe de france de ronotique 2024](#).

Version anglaise : [Mars Attacks participating to the french robot cup 2024](#)

Pour offrir une expérience plus visuelle, nous partagerons des vidéos sur YouTube, capturant ainsi les moments clés et les développements significatifs du projet au fur et à mesure.

Afin de prévenir les participants de la coupe de france de robotique des dernières nouvelles et mises à jour, nous les annoncerons sur notre canal dédié sur le serveur Discord de la Coupe de France de Robotique.

De plus nous ouvrirons à l'occasion des sujets dédiés sur des fils spécifiques pour les sujets que nous trouverons les plus intéressants et qui le mériteront par exemple :

[LD06 Arduino library](#)

[Expérimentation avec le lidar ld06](#)

[Template git ignore pratiques pour projets git](#)

[Visualisateur pour la coupe de france de Robotique](#)

## Partage de bibliothèques et d'outils logiciels via Git (en Anglais)

Nous allons partager nos bibliothèques et outils logiciels développés via Git. Dans une optique de communication internationale, le code sera fourni en anglais, accompagné de commentaires dans la même langue.

Actuellement, nous avons mis en place les répertoires Git suivants :

[LD06 Arduino library](#)

[Feetech Smart Servo Library](#)

[Outil de visualisation](#)

## Atelier déploiement de solutions

Nous prévoyons de proposer un ou deux ateliers portant sur la présentation et le déploiement de solutions en lien avec les points techniques synthétisés précédemment, pendant la Coupe de France de Robotique. Pour ce faire, nous exposerons plusieurs sujets potentiels avant l'événement via le serveur Discord dédié à la Coupe de France de Robotique. Nous solliciterons ensuite les équipes pour voter en faveur du sujet qui suscite le plus leur intérêt. Une fois le ou les sujets sélectionnés, nous inviterons les équipes intéressées à s'inscrire à l'atelier correspondant.

# Synthèse techniques sur une page web dédiée

Dans le but de centraliser toutes nos ressources, nous avons prévu de lancer un site web dédié, construit avec Sphinx et utilisant le thème "Read the Docs". Actuellement, il est uniquement en anglais (dans un souci de partage à l'international), mais nous avons l'intention de le rendre également accessible en français. Sur ce site, nous partagerons non seulement des documents de conception librement accessibles, mais aussi des notes techniques, du code source (ou des liens vers Git), des fichiers 3D, etc.

The screenshot shows a web page with a dark sidebar on the left containing a navigation menu. The main content area has a breadcrumb trail, a title, a reference, a forward kinematics equation, and an inverse kinematics equation. Navigation buttons for 'Previous' and 'Next' are visible at the bottom of the content area.

Mecanical Design

**SOFTWARE COMPONENTS**

Inertia Measurement Unit

Mecanum Wheel Kinematics

Localisation

Obstacle Avoidance

Robot Parameters

Robots State

Robot Telemetry

Trajectory Planning

Communication Protocol

**DEVELOPMENT ENVIRONMENT**

Programming Languages

Tools

Produced Libraries

External Libraries

Unit Testing

System Testing

Robot Communication

Simulation

Visualisation

Code Coverage

**LIBRARY API**

libcdr2024 plugin

Home / Mecanum Wheel Kinematics [View page source](#)

## Mecanum Wheel Kinematics

For a detailed disussion of the kinematics we refer to:

H. Taheri, B. Qiao, and N. Ghaeminezhad, "Kinematic model of a four mecanum wheeled mobile robot", International Journal of Computer Applications, vol. 113, pp. 6-9, 03 2015.

The forward kinematics is

$$\begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -(l_x + l_y) \\ 1 & 1 & (l_x + l_y) \\ 1 & 1 & -(l_x + l_y) \\ 1 & -1 & (l_x + l_y) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix}$$

And the inverse kinematics is

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = \frac{r}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 & -1 \\ -\frac{1}{(l_x+l_y)} & \frac{1}{(l_x+l_y)} & -\frac{1}{(l_x+l_y)} & \frac{1}{(l_x+l_y)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \omega_3 \\ \omega_4 \end{bmatrix}$$

[Previous](#) [Next](#)

© Copyright 2023, TeamCdR2024.  
Built with Sphinx using a theme provided by [Read the Docs](#).

*Site web dédié centralisant nos ressources et notes techniques*