

CAHIER DES CHARGES

ROBOT LEJOS EV3

VERSION DU DOCUMENT : 1.0

NOM DU PROJET : [ROBOT-LEJOS-EV3-FASTLEARNING](https://github.com/Vetrarr/-Robot-Lejos-EV3-FastLearning)

DATE : 25/09/2022

AUTEURS : LOUIS BASTIEN FAUCHON

DANIEL BEQAJ

RAPHAËL DELATTRE

NACER HENNI MANSOUR ABDEL

TYPE DE DIFFUSION : [HTTPS://GITHUB.COM/VETRARR/-ROBOT-LEJOS-EV3-FASTLEARNING](https://github.com/Vetrarr/-Robot-Lejos-EV3-FastLearning)

MAÎTRE D'OUVRAGE : DAMIEN PELLIER

MAÎTRE D'OEUVRE : VOIR AUTEURS

<u>1.Introduction (ou préambule)</u>	
<u>2.Guide de lecture</u>	
<u>2.1.Maîtrise d'œuvre</u>	
<u>2.2.Maîtrise d'ouvrage</u>	
<u>3.Concepts de base</u>	
<u>4.Contexte</u>	
<u>5.Historique</u>	
<u>6.Description de la demande</u>	
<u>6.1.Les objectifs</u>	
<u>6.2.Produit du projet</u>	
<u>6.3.Les fonctions du produit</u>	
<u>6.4.Critères d'acceptabilité et de réception</u>	
<u>7.Contraintes</u>	
<u>7.1.Contraintes de délais</u>	
<u>7.2.Contraintes matérielles</u>	
<u>7.3.Autres contraintes</u>	
<u>8.Déroulement du projet</u>	
<u>8.1.Planification</u>	
<u>8.2.Ressources</u>	
<u>9.Annexes</u>	
<u>Annexe 1</u>	
<u>Règlement de la compétition</u>	
<u>Préambule</u>	
<u>Article 1. - Limite de ce règlement et modifications</u>	
<u>Article 2. - Conception des robots</u>	
<u>Article 3. - Organisation de la compétition</u>	
<u>3.1. - Phase 1 : l'homologation</u>	
<u>3.2. - Phase 2 : la qualification</u>	
<u>3.3. - Phase 3 : phases finales</u>	
<u>3.4. - Phase 4 : la remise des prix</u>	
<u>Article 4. - Déroulement d'un match</u>	
<u>4.1. - L'arbitre</u>	
<u>4.2. - L'accès au terrain</u>	
<u>4.3. - Les robots</u>	
<u>4.4.- Début d'une manche</u>	
<u>Article 5.- Robots perdus</u>	
<u>Article 6.- Collision</u>	
<u>Article 7.- Description du terrain</u>	
<u>10.Glossaire</u>	
<u>11.Références</u>	

1.Introduction (ou préambule)

Ce document vise à identifier les besoins pour la réalisation du projet de programmation embarqué d'un robot LEGO EV3 brick. Ce projet se déroule sur un semestre complet et nécessite le prêt du robot, d'un palet et la mise à disposition du terrain de la compétition au FabLab. Des librairies Java sont à disposition. Un répertoire github est utilisé pour la publication de ce cahier des charges, celle du plan de développement, du plan de tests, du code source et sa documentation interne, le rapport final ainsi que pour la mise en commun de la programmation Java et chaque membre du groupe utilise eclipse. Ce document présente les différents acteurs du projet, le concept et le contexte de la compétition des robots. Un bref historique suit des caractéristiques de la demande et des contraintes pour la réalisation de ce projet. Enfin l'organisation est détaillée ainsi que la répartition des différentes tâches et les phases correspondantes pour la réalisation du projet dans le temps imparti.

2.Guide de lecture

2.1.Maîtrise d'œuvre

Daniel Beqaj

Raphaël Delattre

Louis Bastien Fauchon

Nacer Henni Mansour Abdel

2.2.Maîtrise d'ouvrage

Damien Pellier

3.Concepts de base

Analyser le robot, comprendre sa mécanique et programmer le robot afin de le rendre autonome et efficace. Identifier les capteurs, les actuateurs et comment, à l'aide des librairies Java, mettre en place un programme Java qui permettra de faire fonctionner le robot en compétition de façon performante.

4.Contexte

Une compétition entre les étudiants de la licence MASHS option I.A, où les robots doivent implémenter leurs stratégies prédéterminées afin de se classer le mieux que possible, la compétition se déroule au fablab et tout le matériel nécessaire est fourni. Aucun ajout de matériel n'est permis pour la compétition.

5.Historique

Le projet se déroule pendant 12 semaines au sein de la matière de l'Initiation à l'intelligence artificielle enseignée par Assoc. Prof. PELLIER Damien dans le cadre d'une UE d'Approfondissement en L3 MASHS. Un cours qui vise à familiariser l'étudiant aux fondements de l'IA et de la robotique en s'appuyant sur la pédagogie par projet.

L'équipe est composée par quatre étudiants passionnés de l'informatique et l'intelligence artificielle : BEQAJ Daniel (Parcours Éco), FAUCHON Louis-Bastien (Parcours Éco), HENNI MANSOUR Abdel Nacer (Parcours Éco), DELATTRE Raphaël (Parcours Cog).

6.Description de la demande

6.1.Les objectifs

- L'objectif principal de ce projet est de programmer un robot (EV3), capable de ramasser un maximum de palets sur un plateau en un minimum de temps, en compétition avec un autre robot de caractéristiques identiques.
- Le robot doit être autonome et capable d'exécuter le programme embarqué sur lui, sans le besoin d'être contrôlé manuellement.
- Le programme embarqué doit assurer la compétitivité du robot dans la "Ligue Mindstorms" en suivant le Règlement de la Compétition.

6.2.Produit du projet

Le produit final de ce projet est un robot EV3 programmé à passer toutes les épreuves d'une compétition comme La Ligue Mindstorms et à triompher face aux autres compétiteurs. Ce prototype est totalement autonome sur le plateau de compétition. Il pourra ramasser des palets et les déposer dans la zone d'en-but adverse.

6.3.Les fonctions du produit

Le robot sera programmé pour traiter toutes les informations input reçus par ses différents capteurs et produire des actions output, les activations de ses servomoteurs et de sa pince afin d'accomplir les objectifs listés ci-dessus (voir 6.1).

À l'aide des capteurs, le robot pourra :

- détecter un obstacle proche, devant lui, par ultrason ou par l'exercice d'une pression, ce

qui peut servir comme indicateur de contact avec un palet par exemple quand le capteur ultrason ou la caméra infrarouge au-dessus ne pourra plus le détecter.

- mesurer l'intensité sonore ;
- mesurer la distance de l'objet le plus proche devant lui afin de s'orienter sur le terrain pour chercher les palettes ;
- connaître le sens et l'angle de ses rotation pour se coordonner avec le mouvement des roues ;
- distinguer les couleurs différentes situées en dessous pour tracer sa position sur la piste.

Grâce à ses servomoteurs le robot pourra :

- effectuer des mouvements avec ses deux roues, activer simultanément ou non, pour réaliser tous les mouvements nécessaires ;
- ouvrir ou serrer la pince devant pour sécuriser un palet pendant le trajet.

En plus de ces fonctionnalités basiques, le prototype avec l'aide de ses algorithmes doit intégrer les fonctionnalités ci-dessus afin de bien fonctionner pendant la compétition. Ce robot devra être capable de :

-se repérer dans son environnement et reconnaitre les objets autour (l'autre robot, les palets) ;

- placer au minimum un palet dans l'en but adverse ;
- éviter d'entrer en collision avec tout autre robot ;
- marquer un maximum de buts en déplaçant un palet ;
- retrouver une trajectoire après l'évitement d'un robot ;
- rechercher des palets etc.

6.4.Critères d'acceptabilité et de réception

Le produit doit être conforme aux articles présentés dans le Règlement de la Compétition de la Ligue Mindstorms. (voir annexe 1)

Pour être qualifié, (voir article 3.1) le robot doit passer les deux étapes de la phase de l'homologation:

- le robot doit être conforme aux plans fournis pour la construction (étape 1)
- se déplacer de son point de départ à la zone d'en-but adverse (étape 2)
- saisir un palet placé au centre du terrain et le déposer dans la zone d'en-but (étape 2)

Le robot ne doit pas devenir un robot perdu et ne pas causer de collisions (articles 5 & 6).

7.Contraintes

7.1.Contraintes de délais

Le projet de programmation embarqué du robot devra être finalisé pour la 12ème semaine du projet tout en respectants d'autres échéances intermédiaires (voir 8.1) telles que les rendus des :

- Plan de développement à la 5ème semaine
- Plan de test à la 10ème semaine

- Code source et documentation interne à la 11ème semaine
- Le rapport final lors de la 12eme semaine étant également la date de fin du projet

7.2.Contraintes matérielles

Au niveau des contraintes matérielles, un robot d'équipement identique (voir 8.2) pour chaque équipe sans modification autorisée

. Le même terrain avec 6 lignes de couleurs et une caméra infrarouge en dessus. Des palets détectables par la caméra infrarouge. wifi ordinateur pour coder et d'une connexion wifi pour nous connecter au robot.

7.3.Autres contraintes

Contraintes juridiques:

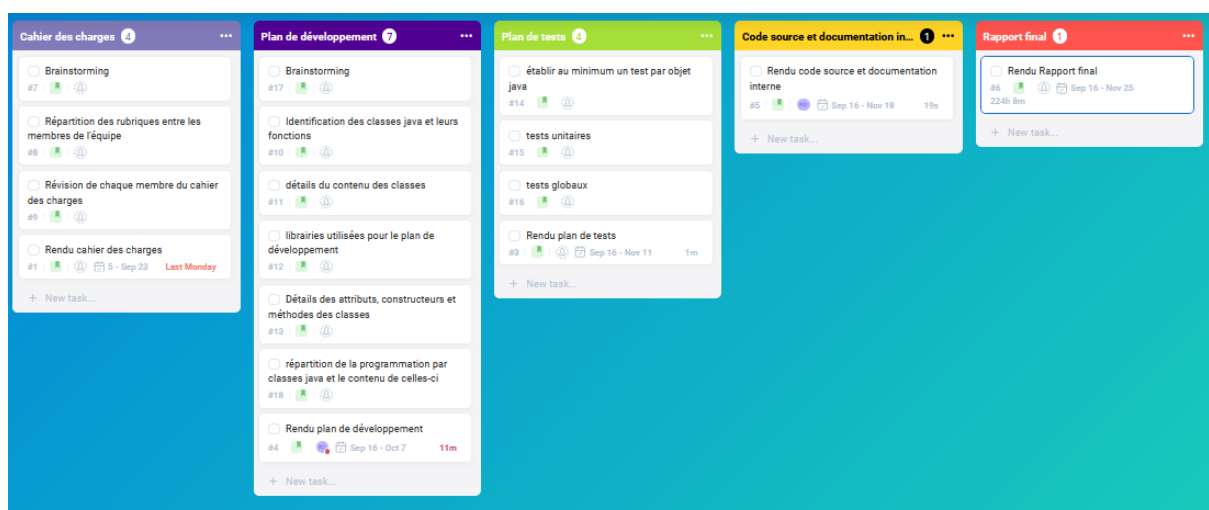
- Règlement intérieur à respecter, donc le Règlement de la Compétition
- Charte Anti-Plagiat UGA

Contraintes techniques:

- Langue de programmation: Java 7 ou 8 (imposée) pour être compatible avec EV3
- Environnement: un IDE pour développement Java comme Eclipse (privilégiée), GitHub pour déposer les différentes ressources

8.Déroulement du projet

8.1.Planification



8.2.Ressources

1. Un professeur d'intelligence artificielle disponible pendant les séances du lundi après midi et à la demande. Les membres du fablab.
2. Un robot LEGO Mindstorms.
3. Le robot est équipé de :
 - 3.1. Capteur tactile à bouton poussoir.
 - 3.2. Capteur de son : intensité sonore en décibels.
 - 3.3. Capteur à ultrasons (unité : mètre, valeur max : 2,5m, valeur min : 30cm, angle : 20°).
 - 3.4. Capteur de couleurs : RED.
 - 3.5. Servomoteurs : capteur de rotation diminué par la résistance au mouvement
 - 3.6. Microprocesseur 32 bit ARM7 d'ATMEL.
 - 3.7. Fonction Bluetooth (connexion à d'autres NXT ou à un PC et possibilité de contrôler le NXT avec un téléphone portable ou un autre appareil Bluetooth).
 - 3.8. 1 port USB 2.0 (12 Mbps).
 - 3.9. 4 ports d'entrée pour la connexion des capteurs nommés 1, 2, 3 et 4.
 - 3.10. 3 ports de sortie pour les moteurs nommés A, B et C.
 - 3.11. Écran à cristaux liquides 100 × 64 pixels.
 - 3.12. Haut-parleur intégré (qualité sonore 8 kHz - 8 bit - échantillonnage 2-16 kHz).
 - 3.13. Alimentation : 6 piles AA (1,5 V) ; une batterie 9 V est commercialisée par LEGO.
 - 3.14. Dimensions : 112 × 72 × 40 mm.
4. Carte SD.
5. Clé wifi.
6. Réseau wifi PERSYCUP2.
7. Palets.
8. Terrain 3m x 2m, 9 positions pour le palet et 3 départs d'un côté du terrain, 3 départs de l'autre côté du terrain, deux zones d'en-but.
9. Caméra infrarouge au-dessus du terrain.
10. Répertoire Github
11. IDE eclipse
12. Ora - Task management

9. Annexes

Annexe 1

Règlement de la compétition

Préambule

Pour cette compétition, les différents robots impliqués dans la compétition devront résoudre le problème du ramasseur de balles.

Article 1. - Limite de ce règlement et modifications

Les enseignants en charge du module se réservent le droit de modifier ce règlement à tout moment de la compétition s'il juge cela nécessaire afin de faire respecter l'esprit de cette rencontre. Au cas où une modification du règlement interviendrait, les modifications apportées seront affichées et le jury organisera une réunion pour informer tous les participants encore en jeu. Le jury est souverain et ses décisions sont sans appel. Il peut notamment décider de pénaliser un robot ou une équipe qui présenterait un comportement contraire à l'esprit de cette compétition, même si la faute reprochée n'est pas explicitement prévue par ce règlement.

Article 2. - Conception des robots

Les étudiants ne conçoivent pas les robots, les plans sont fournis à l'article 8. du règlement. Les plans ne peuvent pas être modifiés par les équipes. Les étudiants programment les robots et les mettent au point pour la compétition. Pour les aider dans cette tâche, les enseignants peuvent mettre à disposition les outils logiciels standards de leurs choix. En aucun cas, les modules matériels du robot ne pourront être des modules spécialisés pour la compétition.

Article 3. - Organisation de la compétition

Le compétition est organisé en cinq phases : homologation, qualification, phase finale et remise des prix (bonus sur la note finale).

3.1. - Phase 1 : l'homologation

Pour participer aux épreuves, un robot doit être homologué. L'homologation se déroule en deux étapes.

3.1.2. - Etape 1 : homologation par le jury, homologation des caractéristiques du robot

Le jury vérifiera que le robot est conforme aux plans fournis pour la construction du robot.

3.1.2. - Etape 2 : test d'homologation, homologation sur l'aire de jeu

Le robot doit être capable (en moins de 3 minutes), au choix de :

- se déplacer de son point de départ à la zone d'en-but adverse
- se saisir d'une balle/ d'un palet placé au centre du terrain et de la déposer dans la zone d'en-but.

Le robot ne sera pas homologué s'il ne réussit pas au moins l'un de ces tests avant la fin de la période d'homologation. Il ne pourra donc pas participer à la compétition.

3.2. - Phase 2 : la qualification

3.2.1. - Règle d'engagement

Tous les robots homologués participent à la première phase du concours appelée phase de qualification.

3.2.2. - Organisation de la phase de qualification

Au cours de la phase de qualification, chaque équipe rencontre une fois toutes les équipes adverses qualifiées, au sein d'une même poule. Chaque match comprend deux manches d'une durée de 5 minutes pour toutes les ligues. Le temps de pause entre deux manches est de 5 minutes.

3.2.2. - Décompte des points

Au cours de chaque manche, les robots marquent des points suivant les conditions énoncées dans les articles de la section 4 du présent règlement. Le score final est la somme des points obtenus dans chaque manche.

3.2.3. - Classement

Les points des rencontres de chaque robot sont additionnés. Les robots sont classés par ordre décroissant de points obtenus. En fonction de la ligue, les 2 ou 4 premiers de ce classement sont qualifiés pour la phase d'élimination directe. En cas d'équipes ex-aequo, l'équipe sélectionnée sera celle dont le temps cumulé de premières marques (sur tous ses matchs) est le plus court.

3.3. - Phase 3 : phases finales

3.3.1. - Règle d'engagement

Dans la deuxième phase, appelée phase d'élimination directe, seules les équipes qualifiées participent.

3.3.2. - Organisation de la phase d'élimination directe

Cette phase comprend cinq rencontres réparties en deux matchs de demi-finale, une petite finale et une grande finale. Pour passer au niveau suivant, une équipe doit remporter son match. La petite finale permet d'établir le classement des 4 premières équipes.

3.3.3. - Déroulement du match

Chaque match comprend trois manches de 5 minutes avec des pauses intermédiaires de 5 minutes. Au cours d'une pause, une équipe peut changer le programme de son robot.

3.3.4. - Élimination aux nombres de manches gagnées

A la fin de chaque manche, l'équipe qui totalise le plus de points gagne. L'équipe qui gagne 2 manches gagne le match.

3.3.5. - Cas des équipes ex-aequo

En cas de score identique, l'équipe victorieuse sera celle qui aura marqué en premier sur l'ensemble du match.

3.4. - Phase 4 : la remise des prix

Les compétiteurs qui recevront un prix seront les 3 premiers de chaque ligue :

1. Médailles d'or + 3 points de bonus
2. Médailles d'argent + 2 points de bonus
3. Médailles de bronze + 1 points de bonus

Article 4. - Déroulement d'un match

4.1. - L'arbitre

Pour chaque match, un arbitre est désigné par le jury de la compétition pour s'assurer du bon respect du présent règlement. L'arbitre doit:

1. vérifier le bon état de l'aire de jeu.
2. vérifier la conformité des robots avant le coup d'envoi.
3. garantir le respect des règles de la compétition.
4. comptabiliser les points marqués par les robots (voir article 4.4.4 & 4.4.5)
5. Après avoir vérifié que les conditions initiales du match étaient bien réunies, l'arbitre autorise le début du match et donne le coup d'envoi du match. Le camp de l'équipe est décidé par l'arbitre de manière aléatoire. A chaque manche, les équipes changent de camp. En cas d'anomalie au démarrage d'un des robots, l'arbitre peut faire recommencer le match. Cette décision ne peut intervenir qu'une fois par manche, dans les 30 premières secondes. Au cours du match, l'arbitre peut suspendre le match s'il constate un problème sérieux. A la fin de chaque match, il siffle le coup de sifflet final, puis annonce le nom du gagnant ainsi que le score obtenu. Chaque équipe doit prendre soin de respecter le règlement de la compétition et les décisions de l'arbitre. Tout manquement, pourra entraîner une pénalité.

4.2. - L'accès au terrain

Seuls deux des membres d'une équipe sont autorisés à assister au déroulement du match dans la zone de proximité du terrain. De même, ils sont les seuls autorisés à intervenir sur les robots pour des opérations de maintenance ou pour modifier la stratégie de jeu et ce uniquement lors des pauses entre les manches.

4.3. - Les robots

Les robots de chaque équipe doivent avoir une couleur spécifique. Il sera mis à disposition des équipes un système de pastilles autocollantes pour différencier les robots. L'arbitre vérifiera que les robots en sont pourvus. Les robots devront être autonomes, i.e., que les programmes devront être embarqués. Autrement dit, il n'est pas autorisé de piloter à distance les robots ou d'exécuter son programme de manière déportée. Tout manquement à règle entraînera l'exclusion immédiate de la compétition.

4.4. - Début d'une manche

4.4.1. - Positions initiales des robots

Les robots sont positionnés au choix par les équipes sur les positions notées R sur la figure 1 dans leur camp. Chaque équipe doit annoncer à l'arbitre la position de départ de son robot avant le début de la manche ou de la reprise (après une interruption de jeu).

4.4.2. - Positions initiales des balles

Avant le coup de sifflet, l'arbitre place neuf balles ou neuf palets sur les intersections de lignes (cf. figure 1).

4.4.3. - Début et fin d'une manche

Les robots doivent être démarrés à distance en bluetooth ou en WIFI par l'intermédiaire d'un ordinateur portable. L'arbitre vérifiera que le programme s'exécute sur le robot et n'est pas déporté sur un ordinateur portable. A l'issue du temps réglementaire, l'arbitre siffle la fin de la manche :

- Il arrête de comptabiliser les points,
- Il procède au calcul du score de chaque équipe pour la manche.

4.4.4.- Calcul du score pour les ligues Mindstorms

Le calcul des scores s'effectue comme suit :

- 5 points pour chaque palet placé dans la zone d'en-but adverse,
- 3 points de bonus pour l'équipe ayant marqué en premier,
- 2 points pour le robot ayant un palet en sa possession à la fin de la manche.

Il est interdit aux robots de pousser les palets dans l'en-but. Seules les balles saisies puis déposées dans l'en-but adverse sont comptabilisées.

4.4.5. - Autonomie

Le robot est autonome. Il ne reçoit aucune information lors du déroulement d'un match. Un robot qui exploite des informations qui lui seraient transmises serait immédiatement disqualifié par l'arbitre.

4.4.6. - Apprentissage autonome

Un robot peut exploiter de façon autonome ses expériences des précédents matchs à condition que cet apprentissage soit réalisé de manière logicielle.

4.4.7. - Changement des batteries

Les batteries peuvent être remplacées à la fin de chaque manche ou au cours des temps morts.

Article 5.- Robots perdus

Si un robot ne répond plus, il est considéré comme perdu. Dans les 30 premières secondes de la manche, l'équipe responsable du robot peut alors demander un temps mort afin de remettre en état de fonctionnement le robot. Le temps mort accordé est fixé à 5 minutes maximum. Il ne pourra pas être demandé plus de deux temps morts par match. Pour les phases finales, aucun temps mort ne sera autorisé.

Article 6.- Collision

Les collisions entre robots sont à éviter afin de limiter les risques de détérioration ou de casse. Toutefois, les robots pourront être utilisés pour bloquer l'accès aux balles ou bloquer l'accès à la zone d'en-but.

Article 7.- Description du terrain

Le terrain mesure 3m x 2m. Il est entouré d'une bordure rigide d'une hauteur de 15cm (cf. Figure 1 et Figure 2). Les R représentent les positions initiales des robots.

10. Glossaire

Intelligence Artificielle = un agent intelligent qui perçoit son environnement et agit de façon pour maximiser les chances d'accomplir ses objectifs. Ici: le robot pourra reconnaître son environnement grâce à différents capteurs et faire des actions dites "intelligentes" comme par exemple éviter la collision avec les autres robots.

Robot autonome = un robot autosuffisant qui n'exige pas d'assistance humaine. Ici: un robot qui exécute son programme et agit pour accomplir ses objectifs sans besoin d'être contrôlé à distance.

Robot perdu = un robot qui ne répond plus

11. Références

-Le règlement de la compétition

https://lig-membres.imag.fr/PPerso/membres/pellier/doku.php?id=teaching:ia:project_lego

-Lejos

<https://sourceforge.net/p/lejos/wiki/Home/>

12. Index

autonome 3,4,9,10

capteurs 3,4,7,10

IA, Intelligence Artificielle 4,7

input 4

Ligue Mindstorms 4,5,7,10

output 4

programme embarqué 3,4,5

Règlement de la compétition 7

servomoteurs 4,5,7