

Un défi transfrontalier de robotique mobile : préparation, organisation et retour d'expérience *

Wafae SEBBATA, Benoît VIGNE, Thomas JOSSO-LAURAIN, Rodolfo ORJUELA

Institut de Recherche en Informatique, Mathématiques, Automatique et Signal IRIMAS
UR7499, Université de Haute-Alsace, Mulhouse, France, Ecole Nationale Supérieure
d'Ingénieurs Sud Alsace (ENSISA)

*Auteur de correspondance : wafae.sebbata@uha.fr, benoit.vigne@uha.fr, thomas.josso-laurain@uha.fr, rodolfo.orjuela@uha.fr

Résumé : Cet article offre un retour d'expérience sur les phases de préparation, d'organisation et d'évaluation du concours de robotique mobile URMRC "The Upper Rhine Mobile Robotic Challenge" qui s'est déroulé lors du salon-congrès BE 5.0 Industries du Futur le mardi 26 et le mercredi 27 novembre 2024 à Mulhouse. Cette compétition, dans sa première édition, a réuni huit équipes d'étudiant(e)s suivant une formation niveau Bachelor et Master de la région transfrontalière du Rhin Supérieur : ENSISA, IUT Mulhouse, UHA 4.0, INSA Strasbourg, IUT Haguenau, Telecom-Physique Strasbourg, Hochschule Karlsruhe, Université de Sciences Appliquées de Karlsruhe. Le cadre convivial mais professionnel du concours a permis une vraie mise en situation des équipes participantes qui ont pu démontrer leur savoir-faire en matière de robotique mobile mais également en matière de travail en équipe, gestion de stress, etc.

Mots clés : Robotique mobile, compétition de robotique, jumeaux numériques, retour d'expérience, ROS.

Abstract: A cross-border mobile robotics competition: preparation, organization and feedback

This paper provides feedback on the preparation, organization and evaluation phases of the URMRC mobile robotics competition 'The Upper Rhine Mobile Robotic Challenge', which took place at the BE 5.0 Industries of the Future trade fair and conference on Tuesday 26 and Wednesday 27 November 2024 in Mulhouse. The first edition of this competition brought together eight teams of students studying for a

* Ce projet est financé par les fonds européens à travers le programme INTERREG RobotHub Academie

Bachelor's or Master's degree in the cross-border Upper Rhine region: ENSISA, IUT Mulhouse, UHA 4.0, INSA Strasbourg, IUT Haguenau, Telecom-Physique Strasbourg, Hochschule Karlsruhe, University of Applied Sciences Karlsruhe. The friendly yet professional setting of the competition gave the participating teams a real-life opportunity to demonstrate their expertise in mobile robotics, teamwork, stress management and more.

Keywords: Mobile robotics, robotics competition, digital twins, feedback, ROS.

Introduction

Il existe de nombreux concours de robotique mobile nationaux comme internationaux, pour tous les âges et avec des objectifs différents. En France, la FIRST® LEGO® League FRANCE [1] permet à des enfants de construire et de programmer un robot capable de se déplacer pour atteindre un objectif. La coupe de France de robotique des IUT se déroule chaque année à Cachan et permet à des étudiant(e)s des départements GEII de venir concourir. Plusieurs formules sont disponibles en fonction des niveaux des étudiant(e)s [2]. La coupe de France de robotique est ouverte à des candidat(e)s d'un niveau élevé, étudiant(e)s ou non [3]. Elle nécessite la construction et la programmation d'un robot mobile engagé dans la réalisation d'une mission précise. Il existe également des compétitions de combat de robots où le but est de détruire un robot adversaire dans une arène [4], ou encore des compétitions de robot Sumo où le but est de pousser son adversaire en dehors d'une zone [5]. Dans un contexte transfrontalier, le concours trinational Trinatronics, organisé par l'alliance des grandes écoles TriRhenaTech, regroupe chaque année plus de 50 étudiant(e)s en provenance de France, de Suisse et d'Allemagne [6]. Les équipes participantes doivent développer des projets mécatroniques/robotique en quelques mois.

Dans un cadre global, ces compétitions de robotique consistent à promouvoir la science et la technologie dans un contexte motivant pour le grand public ainsi que de susciter des vocations chez les plus jeunes. D'un point de vue des étudiant(e)s participant(e)s, ce type de défi leur permet de mobiliser de façon concrète les connaissances et compétences techniques enseignées, d'appréhender le travail en simulation et sur des plateformes réelles, de travailler en équipe, de gérer le temps, etc. D'autre part, ce genre de compétition permet d'inciter les entreprises à établir des partenariats avec les universités et les écoles d'ingénieurs afin d'explorer et de comprendre les concepts algorithmiques adaptés à des cas d'études [7], [8], [9].

Le concours URMRC ("*The Upper Rhine Mobile Robotic Challenge*") est organisé par des enseignants de l'ENSISA (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Sud Alsace) et du département GEII de l'IUT de Mulhouse. Il a permis ce double objectif : une visibilité face à un large public et un engagement d'étudiant(e)s motivé(e)s par la discipline (pour plus d'information voir les vidéo [10] et [14]). Cet article a pour but d'en présenter les rouages et ses retombées pédagogiques. Il est structuré de la manière suivante. La Section 2 présente le concours dans son contexte avec une définition précise des épreuves proposées et du matériel nécessaire. La Section 3 décrit le déroulement du concours, suivi de la Section 4 dédiée au retour d'expérience de la part des participant(e)s. La Section 5 conclut sur les bénéfices apportés par ce type d'événement.

Contexte

Le salon BE 5.0 est un salon professionnel dédié aux Industries du Futur [11]. Il se déroule sur 2 jours chaque année au mois de novembre au Parc Expo de Mulhouse. Il mêle à la fois des industriels désireux de partager leur savoir-faire dans les domaines innovants (automatisme, robotique, industrie 5.0) mais aussi des institutions académiques proposant des formations dans ces domaines.

Le défi robotique proposé est issu d'une réflexion menée entre les organisateurs du salon et l'université de Haute-Alsace afin de dynamiser l'espace Formation du salon. Les premières discussions ont rapidement convergé vers les membres du projet INTERREG RobotHub Academie afin de créer un événement montrant le savoir-faire des étudiant(e)s en termes de robotique.

1.1. Le projet Interreg RobotHub Academie

Les petites et moyennes entreprises ont besoin de diplômés ou d'experts dans le domaine de l'automatisation et de la robotique pour faire intervenir des robots dans le cadre de leurs procédés. Ce constat est à l'origine du projet INTERREG RobotHub Academie. Ce projet est financé par l'Union Européenne pour une durée de 38 mois, du 01.04.2023 au 30.09.2026. Son but est de développer un programme d'actions visant à inciter les jeunes, étudiant(e)s et doctorant(e)s ou encore professionnels en quête de développement de nouvelles compétences, à faire des études d'ingénierie et se former dans le domaine de la robotique.

Une offre pédagogique innovante est développée dans les six établissements académiques partenaires de la région rhénane : Hochschule Trier (Allemagne), Fachhochschule Nordwestschweiz (Suisse), Hochschule Offenburg (Allemagne), Hochschule Karlsruhe (Allemagne), IUT de Mullhouse (France) et ENSISA (France). Parmi les actions phares du projet, on trouve notamment le développement d'une certification pour la conduite de robots, des journées dédiées à la promotion des qualifications en automatisation et en robotique auprès du public féminin, des formations adaptées aux entreprises et au grand public, des événements promotionnels démontrant le savoir-faire des étudiant(e)s, etc. Le concours de robotique URMRC s'inscrit dans ces actions.

1.2. Définition du concours

Avec une équipe d'organisation réduite (3 enseignants + 1 ingénieur de recherche) et des délais organisationnels courts, la définition du concours s'est orientée vers une solution inspirée du challenge Turtlebot Auto Race [12]. Il s'adresse à des étudiant(e)s de niveau BAC+3 à BAC+5. Le but est de faire concourir des robots mobiles identiques à travers différentes missions mettant en œuvre des algorithmes de perception, de navigation et de commande. Les compétences évaluées durant ce concours sont avant tout le niveau des candidats dans le développement logiciel.

1.2.1. Présentation de la plate-forme

La plate-forme robotique utilisée lors de ce défi est un robot mobile de type unicycle, à 2 roues, nommé Turtlebot, modèle *burger* (voir **Figure 1**). Il mesure 138 mm x 178 mm x 192 mm pour un poids d'environ 1 kg. Sa vitesse linéaire maximale est de 0.22 m/s et sa vitesse de rotation

maximale de 162.72 °/s. En termes de perception, il est équipé d'un LIDAR 360°, d'une caméra RGB Raspberry placée sur un support à angle latérale variable et d'une IMU (Inertial Measurement Unit). Le contrôle/commande est assuré par une carte Raspberry Pi4 ou Pi3 et d'une carte OpenCR équipée d'un processeur STM32. Deux moteurs DYNAMIXEL permettent son déplacement et une batterie Li-Po assure son autonomie énergétique (environ 2h30). Il est conçu pour être programmé dans un environnement ROS (Robot Operating System) ou ROS2. La carte Raspberry embarque un OS Linux Ubuntu qui communique par une liaison série avec la carte OpenCR. L'ensemble met ainsi à disposition des développeurs 2 couches, bas et haut niveau, facilitant la mise en œuvre d'algorithmes dédiés.

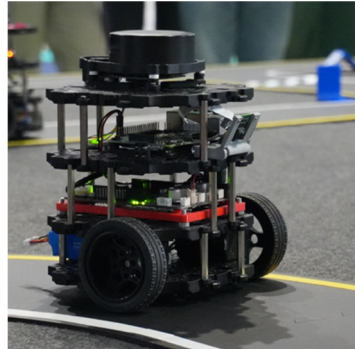


Figure 1. Le robot Turtlebot de type *burger*

1.2.2. Présentation de la zone de navigation

Le robot évolue sur une piste positionnée sur une estrade recouverte de moquette noire de dimension 3m-4m, il comporte :

- Des portions de pistes droite et courbe de largeur 25cm délimités par des bandes de largeur 1 cm de couleur blanche et jaune,
- Des portions d'intersection à 3 ou 4 voies délimitées par les mêmes bandes de couleur,
- Deux zones ouvertes, délimitées également par les mêmes bandes, où des obstacles sous forme cylindrique (3~cm de diamètre et 15cm de hauteur) sont placés,
- Une zone fermée matérialisée par des parois avec une ouverture d'entrée et une ouverture de sortie et comportant les mêmes obstacles. L'entrée de la zone est identifiée par un panneau de signalisation,
- Une zone de stationnement, signalée par un panneau, pouvant contenir des places libres ou non.

L'ensemble a été réalisé dans des panneaux de MDF de 5mm d'épaisseur, découpés au laser puis peints en noir. Les pièces sont assemblées par un système en queue-d'aronde, permettant une flexibilité dans la création du circuit. La **Figure 2** montre une vue du terrain et des participants.



Figure 2. Photo prise lors du salon BE 5.0 : terrain de navigation et participants : étudiant(e)s et tuteurs-tutrices

1.2.3. Descriptif des missions

Cinq missions ont été définies :

1. Un suivi de la piste : Le robot parcourt une portion linéaire puis courbe de la piste. Il s'arrête à la détection d'un damier noir et blanc placé transversalement sur la piste (voir **Figure 3** (a)).
2. Un évitement d'obstacles en zone libre : Dans une zone délimitée par des lignes blanches et jaunes, le robot évite des obstacles placés aléatoirement sans sortir de la piste et s'arrête devant une barrière fermant la route (voir **Figure 3** (c)).
3. Un évitement d'obstacles en zone fermée : Le robot entre dans la zone après avoir détecté le panneau de signalisation à son entrée. Il effectue la traversée de l'entrée à la sortie en évitant les obstacles placés de manière aléatoire. L'utilisation de la caméra est interdite à l'intérieur de l'enceinte (voir la **Figure 3** (b)).
4. Une manœuvre de stationnement : La zone de stationnement est détectée par un panneau de signalisation. Elle contient des places libres que le robot doit identifier pour se garer correctement (voir **Figure 3** (d)).
5. Une cinquième mission consiste à enchaîner les 4 missions précédentes.

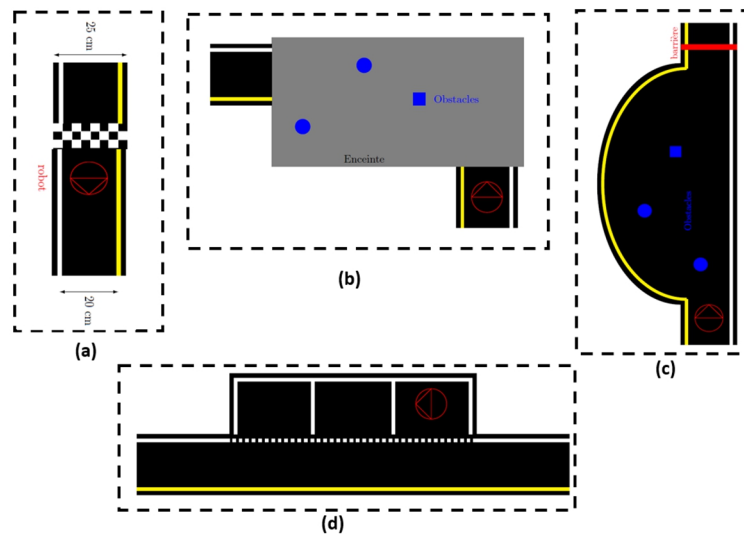


Figure 3. Illustration des zones de missions : (a) la piste avec les deux lignes et le damier, (b) le tunnel, (c) l'enceinte avec les obstacles, (d) l'espace parking

Déroulement du concours

Le déroulement du concours s'est effectué en 2 phases. Une phase de développement et une phase lors du salon.

1.3. Période de développement

Le concours est lancé officiellement auprès des équipes inscrites au mois de septembre. Celles-ci disposent alors du règlement du concours, d'un tutoriel permettant l'installation de l'environnement de développement (ROS), d'un environnement de simulation permettant de tester leurs algorithmes (Gazebo), et de codes sources permettant une prise en main de l'ensemble. Par soucis d'équité, un robot est mis à disposition des équipes n'en disposant pas pour effectuer des tests réels. Les équipes ont eu une période de 3 mois pour coder chaque mission. Des points réguliers sont effectués auprès de chaque équipe par un membre de l'organisation afin de répondre aux questions liées aux détails du règlement ou d'assurer un suivi logiciel et matériel.

1.4. Déroulé lors du salon

Cette section décrit le déroulement du concours pendant les deux jours du salon BE 5.0.

1.4.1. Organisation temporelle du concours

La première demi-journée est consacrée aux essais libres afin de permettre aux participants de tester leur robot en configuration réelle. Par tirage au sort, des plages horaires de 20 minutes sont dédiées aux équipes pour accéder au terrain de navigation des robots. Lors de la seconde demi-journée, les équipes doivent présenter les missions de suivi de piste et d'évitement d'obstacles en zone libre. Lors du deuxième jour, la matinée est dédiée aux missions d'évitement d'obstacle dans l'enceinte et à la manœuvre de stationnement. Puis, l'après-midi, les trois meilleures équipes peuvent enchaîner les missions.

1.4.2. Notation de passage des équipes

Chaque mission fait l'objet d'une évaluation réalisée par deux membres du jury. Des points sont attribués selon le **Tableau 1** avec un bonus/malus en fonction de l'état des missions accomplies. Pour cette première édition, le jury a fait preuve d'une certaine clémence dans le déroulé des épreuves. Chaque équipe a eu la possibilité de valider une mission quelle que soit la demi-journée. De plus, pour permettre à l'ensemble des équipes de participer jusqu'au bout, une mission surprise a été mise en place lors de la dernière demi-journée sous forme d'une épreuve de vitesse équipe après équipe sur un même parcours dédié.

Tableau 1. Répartition des points.

Mission	Étapes	Points
1	Suivi de piste	5
2	Evitement d'obstacles	5
3	Entrée dans l'enceinte	3
	Sortie de l'enceinte	3
4	Manœuvre stationnement + Arrêt en 5 secondes	3

	Sortie emplacement + reprise de conduite	3
5	Enchaînement des missions	10

1.4.3. Remise des prix et clôture

Le concours s'est clôturé par la remise des prix en présence de personnes officielles (représentants de la région, de l'agglomération et de l'université). Trois trophées ont été remis :

- **Le Robot d'or** a été attribué à l'équipe qui a cumulé un maximum de points sur l'ensemble des missions. Ce prix a été remporté par l'équipe allemande d'Hochschule Karlsruhe.
- **Le Grand Prix** a été attribué à l'équipe arrivée en deuxième position en termes de points. Ce prix a été remporté par l'équipe allemande de l'Université de Sciences Appliquées de Karlsruhe.
- **Le Prix du jury** a été attribué à l'équipe qui a fait preuve de motivation et de *fair-play* sur la durée du concours.

Retour d'expérience

1.5. Conception des questionnaires

Deux questionnaires ont été conçus via *Google Forms* afin de pouvoir évaluer essentiellement la charge de travail des étudiant(e)s participant au challenge, à la fois en amont de l'évènement (période de développement) et durant l'évènement (interviews réalisés pendant les 2 jours de compétition). Ces questionnaires comportent des échelles graduées inspirées de l'approche NASA-TLX [13], une méthode de conception de questionnaire utilisée dans de nombreux domaines comme la chirurgie ou l'aéronautique [13]. Les questionnaires comprennent également des questions ouvertes permettant de recueillir l'opinion des participant(e)s.

1.5.1. Questionnaire amont

Le questionnaire amont est adressé aux participant(e)s à titre individuel. Il comprend des items de contexte, de motivation (check-boxes) et des échelles graduées pour l'analyse du concours et de la charge de travail associée. Il s'achève par un champ de rédaction libre.

1.5.2. Questionnaire rempli durant la compétition

Ce questionnaire a été réalisé suite aux interviews vidéo des différentes équipes. Il comprend uniquement des échelles graduées.

1.6. Analyse des retours

L'analyse des retours est faite par thématique plutôt que par chronologie pour étudier les corrélations entre les items. Concernant le questionnaire amont, 14 réponses ont été collectées sur les 23 participant(e)s, soit un taux de réponse de près de 61%. Concernant le questionnaire « pendant », 100% des réponses ont été collectées.

1.6.1. Profil des étudiant(e)s et intérêt pour le challenge

Les étudiant(e)s sont issu(e)s de diverses formations, de BAC+3 (équival. L3) à BAC+5 (équival. M2). Les compétences en robotique en amont du challenge sont auto-évaluées par les étudiant(e)s sur une échelle graduée croissante de 1 à 10. Les résultats sont présentés sur la **Figure 4**. On constate de cette figure

un engouement pour le challenge, et ce, même de la part des étudiant(e)s se jugeant « faible » en robotique. Cela encourage à penser que :

- La robotique reste un domaine très attractif
- Les étudiant(e)s considèrent le challenge non pas comme une évaluation de leurs compétences mais bien comme un moyen original et ludique d'améliorer leurs compétences.

On retrouve cette conclusion avec l'évaluation des motivations qui ont poussées les étudiant(e)s à s'intéresser au challenge. Il en ressort que, pour 80% des participant(e)s à l'enquête, l'amélioration des compétences en robotique est la motivation principale. La motivation secondaire est la composante humaine (57% des réponses), avec le travail d'équipe et la rencontre d'étudiant(e)s issu(e)s d'autres universités et d'autres pays.

3 répondants ont également mentionné le fait de représenter leur université lors d'une compétition internationale comme motivation, ce qui s'intègre parfaitement dans les objectifs des projets INTERREG et de la région tri-nationale du Rhin supérieur.

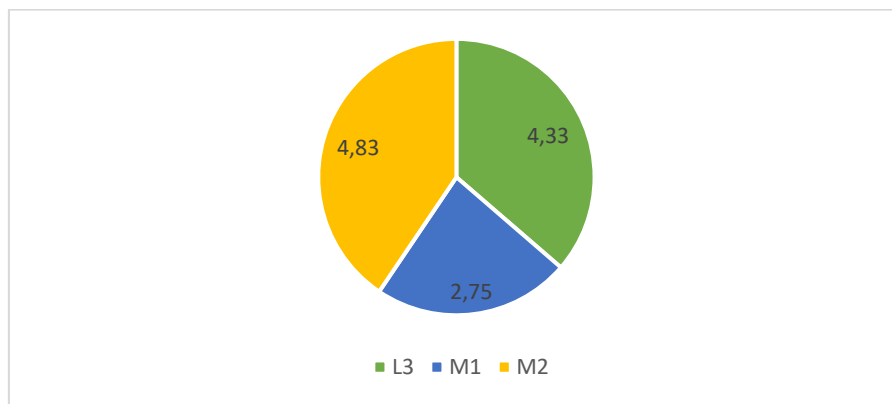


Figure 4. Répartition des réponses en fonction du profil (L3, M1, M2) et auto-évaluation des compétences en robotique en amont.

1.6.2. Analyse critique du challenge

Les deux questionnaires permettaient également d'évaluer le challenge, notamment vis-à-vis de la clarté des objectifs scientifiques, l'importance du travail d'équipe et l'organisation de l'évènement lors du salon BE 5.0. L'analyse des réponses révèle que les étudiant(e)s ont évalué à 3,57 / 5 la clarté des attendus du challenge.

Les étudiant(e)s avaient une grande autonomie dans le choix des solutions logicielles, ainsi que dans la maîtrise des outils de simulation proposés par l'équipe organisatrice. Cette grande autonomie, couplée au stress temporel et à la surcharge de travail, peut expliquer ce résultat relativement faible de clarté vis-à-vis des objectifs.

Un autre enjeu pédagogique du challenge était d'être conçu de façon à obliger les étudiant(e)s à s'organiser et à travailler en équipe. Évaluée lors du questionnaire amont, l'importance du travail d'équipe a été estimée à 4,43 / 5 par les répondants, démontrant bien l'obligation à travailler ensemble.

L'organisation de l'évènement, sur les 2 journées lors du salon BE 5.0, a été évaluée sur place par l'ensemble des équipes. Cette organisation est notée 3,71 / 5. Parmi les commentaires libres, on retrouve des problèmes logistiques inhérents à l'organisation d'un évènement de cette ampleur : problèmes de connexion au WiFi, découverte des conditions lumineuses de l'environnement, etc. Les étudiant(e)s soulignent la qualité de l'accueil de l'équipe organisatrice locale de Mulhouse, avec la prise en charge du logement. Les répondant(e)s notent également positivement l'adaptation de l'équipe organisatrice

vis-à-vis du règlement et des tâches lors du jour J : l'ajout d'une épreuve de vitesse pour valoriser les équipes ayant optimisé leur robot par exemple.

1.6.3. Critères temporels

Tout au long du challenge, que ce soit durant la préparation ou pendant l'évènement des deux jours, les équipes ont été soumises à une pression temporelle qui a été quantifiée au travers des questionnaires. L'échelle d'évaluation est comprise entre 1 et 5 sous forme de gaussienne centrée sur 3 : 1 représente un temps trop court, et 5 un temps trop long.

La durée de l'évènement est estimée à 3,14 / 5 par l'ensemble des équipes participantes, ce qui est très proche du temps « idéal » (3/5). Le retour oral des équipes affirme ce résultat, avec un évènement sur deux jours qui permet le développement et l'évaluation d'un certain nombre d'algorithmes sans pour autant que l'évènement devienne trop long, ce qui causerait des problèmes humains (concentration et stress à haut niveau pendant plusieurs jours) mais également logistiques (interruption des études difficile pour une durée supérieure à deux jours).

La durée de préparation a quant à elle été estimée à 2,29 / 5 par les répondant(e)s au questionnaire amont, résultat un peu plus éloigné du centre et démontrant la pression temporelle des équipes (2,29 étant plus proche d'une durée jugée « trop courte »). La principale cause identifiée dans l'analyse des retours libres est l'intégration ou non du challenge dans la formation des étudiant(e)s (remplacement d'un projet par exemple). Cette intégration impacte le stress temporel mais également la charge de travail additionnelle.

1.6.4. Charge de travail additionnelle

Comme mentionné précédemment, la participation au challenge a été proposée aux étudiant(e)s selon deux modalités : soit le challenge fait partie intégrante d'un module, avec des créneaux dédiés, en remplacement d'un projet étudiant type PFE (57% des répondant(e)s au questionnaire amont) ; soit le challenge est à réaliser sur le temps libre (43% des répondant(e)s) (voir **Figure 5**). On remarque que la charge de travail additionnelle induite par la participation au défi est fonction des modalités pédagogiques : pour les étudiant(e)s disposant de créneaux dédiés dans l'emploi du temps, ils évaluent leur charge de travail additionnelle à 3.87/5, soit une charge de travail de près de 20\% de moins que pour les étudiant(e)s ayant préparé le challenge sur leur temps libre (4.83/5).

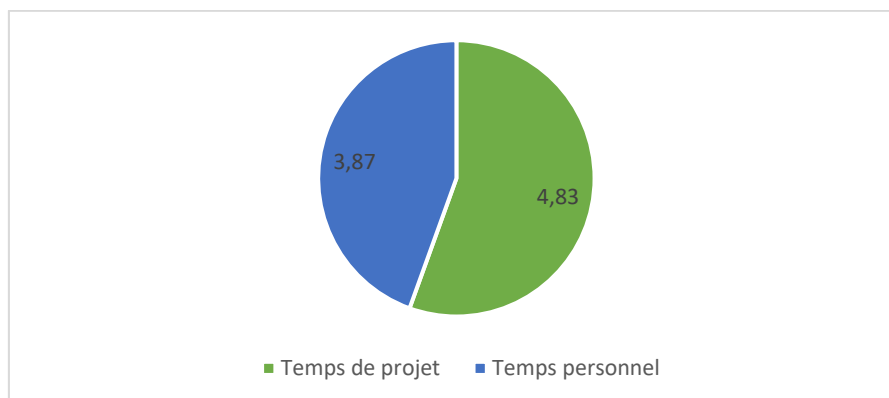


Figure 5. Charge de travail additionnelle (/5) en fonction des modalités pédagogiques

1.6.5. Fun

Le fun (ou le plaisir) à participer au challenge a également été évalué. Durant la préparation, il en résulte une moyenne de 3.5 / 5 pour l'ensemble des répondant(e)s. Il s'agit d'un score relativement faible pour une activité pédagogique dont les objectifs étaient, entre autres, le côté innovant, original et ludique. On peut corréler ce résultat avec la charge de travail additionnelle : On peut diviser le groupe de répondant(e)s en deux groupes vis-à-vis de la charge de travail additionnelle, ceux ayant répondu la note maximale (groupe A : charge = 5/5) et ceux ayant répondu moins (groupe B : charge < 5/5). Pour le groupe B, la moyenne du plaisir durant la préparation est estimée à 3.87 / 5 alors que le groupe A affiché un score de 3 / 5.

Les résultats de l'évaluation du fun réalisée durant l'évènement sont en revanche bien plus encourageants vis-à-vis de l'activité pédagogique : une moyenne de 4.43 / 5 pour l'ensemble des 7 équipes.

Conclusion

D'après ce retour d'expérience, il apparaît que les étudiant(e)s se sont engagé(e)s dans le challenge afin d'améliorer leurs compétences en robotique, compétences qu'ils estiment relativement faibles à priori. Le contexte de rencontre avec des étudiant(e)s à l'international est également un avantage du challenge.

L'intégration du challenge dans un module pédagogique existant a constitué un fort impact chez les étudiants(e)s, que ce soit dans leur appréhension vis-à-vis du cahier des charges, leur charge de travail additionnelle ou encore le plaisir à préparer les missions demandées. Les durées prévues, environ 2 mois de préparation et 2 jours de compétition, sont cohérentes avec les attendus pédagogiques. Le plaisir ressenti par les étudiant(e)s lors de l'évènement démontre l'intérêt de ce type d'activité.

La première édition du concours robotique URMRC "*The Upper Rhine Mobile Robotic Challenge*" est, en de nombreux points, une réussite. Plébiscité par les étudiant(e)s, les accompagnateurs, et les organisateurs du salon BE5.0, il est amené à être reconduit l'année prochaine.

Références

- [1] Concours Lego, 2025. <https://firstlegoleaguefrance.fr> (page consultée en septembre 2025).
- [2] Concours robotique des IUT Geii, 2025. <https://www.festivalrobotiquecachan.fr/edition-2022/competitions-de-robotique/coupe-iut-geii/> (page consultée en septembre 2025).
- [3] Coupe de France de robotique, 2025. <https://www.coupederobotique.fr/accueil/le-concours/reglement-2025/> (page consultée en septembre 2025).
- [4] Hackathon, 2025. <https://www.exolegend.com/> (page consultée en septembre 2025).
- [5] Tournoi National de Robotique, 2025. <http://www.robot-sumo.fr/> (page consultée en septembre 2025).
- [6] Concours Trinatronics, 2025. <https://trirhenatech.eu/fr/Projets-pour-etudiants/Concours-Trinatronics/> (page consultée en septembre 2025).
- [7] Bazylev, D., Margun, A., Zimenko, K., Kremlev, A. and Rukujzha, E. *Participation in robotics competition as motivation for learning*. Procedia-Social and Behavioral Sciences 152 (2014), pp. 835-40.
- [8] Vloebergh, C., Grenier, D., Fisette, P., Eugène, C. and Legat, J.D. *Intégration d'une compétition de robotique au sein du cursus de formation en mécatronique*, J3eA 2006, 5, pp. 019
- [9] Nardi, D., Roberts, J., Veloso, M. and Fletcher, L. *Robotics competitions and challenges*, pringer handbook of robotics (2016) pp. 1759-1788
- [10] URMRC, 2025. <https://www.youtube.com/watch?v=raeM7qZx4qQ> (page consultée en septembre 2025).
- [11] Le salon-congrès BE 5.0 Industries du Futur, 2025. <https://www.industriesdufutur.eu/fr> (page consultée en septembre 2025).
- [12] TurtleBot3 AutoRace, 2019. <https://emmanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/challenges/#online-competition-on-rds> (page consultée en septembre 2025).
- [13] Cao, A., Chintamani, K.K., Pandya, A.K. and Ellis, R.D.. NASA TLX: Software for assessing subjective mental workload. Behavior research methods, 41(1), (2009) pp.113-117.
- [14] URMRC, 2025. <https://www.youtube.com/watch?v=woctjWP4iLo> (page consultée en septembre 2025).

Biographie des auteurs

WAFAE SEBBATA : Elle est docteure en robotique avec de l'intelligence artificielle. Sa thèse de doctorat, soutenue en octobre 2021, intitulée "Étude et développement de tâches de manipulation mobile dans le contexte de l'industrie 4.0", à Université Le Havre Normandie. Aujourd'hui, Elle occupe un poste d'ingénieur de recherche à IRIMAS – Université Haute-Alsace, dans le cadre du projet RobotHub.

BENOIT VIGNE : Enseignant agrégé de Génie Electrique et docteur en Automatique, il enseigne la robotique mobile et les systèmes embarqués à l'ENSISA (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud Alsace) depuis 2017. Il mène actuellement sa recherche à l'IRIMAS dans l'équipe MIAM de l'IRIMAS autour de la navigation des véhicules autonomes.

THOMAS JOSSO-LAURAIN : Il est titulaire d'un doctorat en automatique obtenu en 2017. Depuis 2018, il est maître de conférences à l'ENSISA, Université de Haute-Alsace. Côté enseignement, il s'occupe de l'algorithmie et du réseau chez les étudiants automaticiens. Il s'intéresse particulièrement aux approches participatives et ludiques (escape-games). Côté recherche, il travaille à l'institut IRIMAS sur de nombreuses thématiques comme la perception des véhicules autonomes, l'intelligence artificielle, les approches collaboratives type LeagueOfLegends, les systèmes fortement contrastés comme Clair-Obscur (Exp.33) et l'implémentation temps-réel sur GPU.

RODOLFO ORJUELA : Professeur des universités à l'ENSISA (Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud Alsace) de l'Université de Haute-Alsace, il mène ses recherches au sein de l'équipe MIAM de l'IRIMAS. Ses thématiques de recherche portent sur la conception d'architectures hiérarchisées de commande pour les véhicules autonomes (voiture autonome, véhicules tout-terrain, flotte des robots, etc.).