

Saph Team Racing : cahier des charges

La formation SAPHIRE, première année en Sciences pour l'Ingénieur à l'ENS Paris-Saclay, intègre un projet à mener sur l'année entière. Pour les étudiants, ce projet permet de :

- mettre en pratique une partie des enseignements dispensés durant l'année ;
- s'initier à la conduite de projets ;
- acquérir une première expérience en communication.

Lors de l'année 2018-2019, trois thèmes de projets ont été proposés :

- Orchestre Urbain, création d'un instrument de musique adapté à un environnement urbain (parc, place, quai,...) ;
- Move Your Bridge, conception et réalisation d'un pont mobile éco-responsable ;
- Saph Team Racing, transformation d'une voiture radio-télécommandée en véhicule autonome pour réalisation de courses, ce défi est l'objet de cette ressource.

L'objectif du défi Saph Team Racing est de construire un modèle réduit de voiture autonome capable de courir sur un circuit automobile. La ressource « Saph Team Racing : course de voitures autonomes » [1] présente le contexte et les grandes étapes de ce projet accompli par six groupes de quatre étudiants. La vidéo « Saph Team Racing : Le Film » [2] permet de retrouver quelques moments de la compétition.

Cette ressource présente le cahier des charges tel que donné aux étudiants en début de projet.



Figure 1: Derniers ajustements le jour de la course

1 – Présentation du défi Saph Team Racing

L'objectif du défi est de construire un modèle réduit de voiture autonome capable de courir sur un circuit automobile. À cette fin les véhicules devront être capables de :

- Détecter leur environnement et les différents obstacles
- Adapter les consignes de vitesses, accélérations, direction
- Suivre avec précision ces consignes

Les voitures devront être capables d'effectuer un tour complet sans concurrent.

Le défi final est une course automobile. Les voitures en jeu (une par équipe) devront se situer dans leur environnement et repérer les obstacles et véhicules adverses pour parcourir le circuit de manière autonome, le plus rapidement possible. La seule action des étudiants durant la course devra être de démarrer la voiture au départ et de l'arrêter à la fin.

Pour que le projet soit accessible au plus grand nombre, financièrement et techniquement, il a été décidé que :

- La piste serait balisée par une bordure, ce qui rend optionnel seulement l'utilisation d'une caméra, un lidar étant suffisant ;
- Le contexte serait une course sur circuit, ce qui réduit la complexité en supprimant croisements, piétons, signalisation.

2 – Matériel fourni

Le matériel fourni à chacune des 6 équipes est le suivant :

- Un châssis Tamiya TT-02 avec Moteur DC 540. Le châssis est l'entrée de gamme des châssis pour amateurs de courses de véhicules radiocommandés, ce qui permet de trouver des pièces détachées. Le moteur à courant continu permet un fonctionnement à basse vitesse, beaucoup mieux qu'un moteur brushless. Le kit Tamiya 58570 (140 € + 16 € pour le servomoteur Futbaba 3001 de direction) y ajoute une carrosserie de lancia Delta aux allures de voiture réaliste [3] ;
- Une batterie NiMH 7,2V, 3 Ah, 20 euros. La batterie NiMH assure une fiabilité supérieure aux batteries lithium de modélisme ;
- Un lidar Rplidar Slamtec A2M8 choisi pour sa qualité et son prix raisonnable : 280 € [4] ;
- Une carte microcontrôleur mbed Nucléo STM32F746ZG choisie pour la simplicité de prise en main de l'environnement et des bibliothèques mbed, ses performances (cortex M7 à 208 MHz), son coût (20 €) [5] ;
- Un module bluetooth Microchip BM78, pour les départs et arrêts à distance des véhicules.

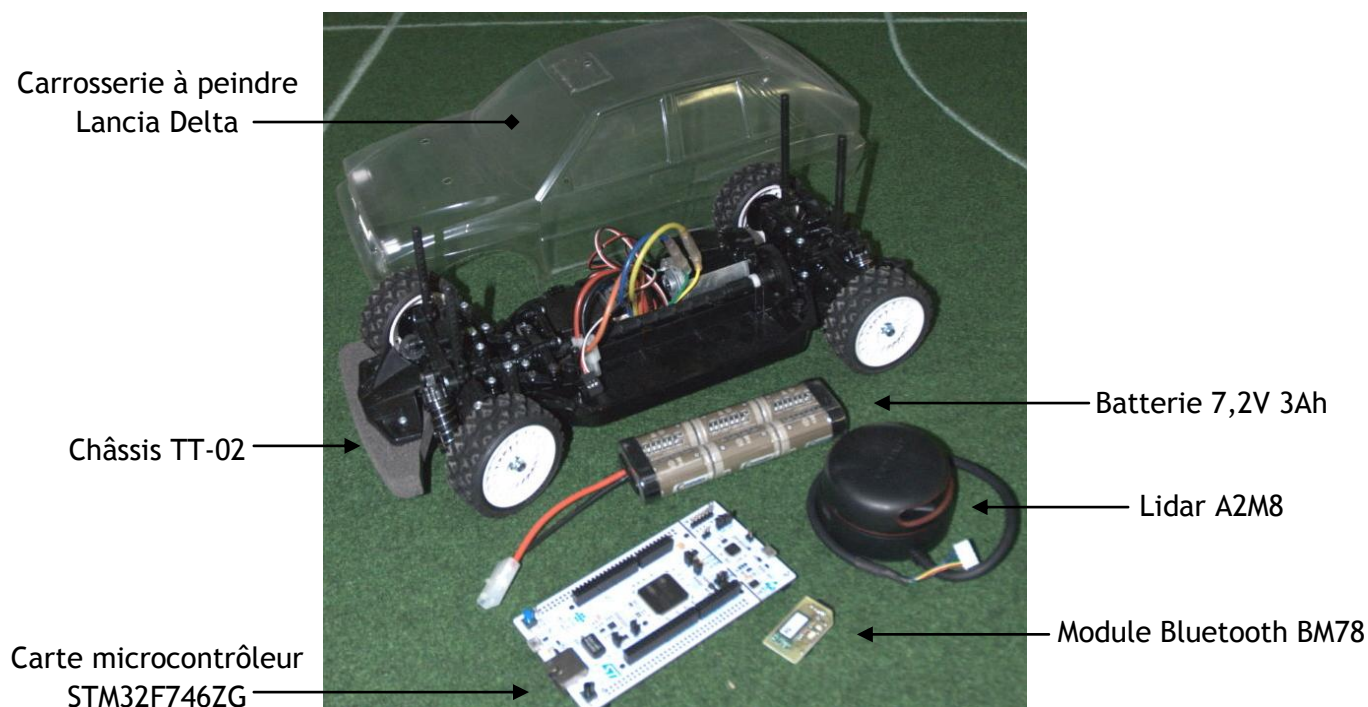


Figure 2 : Composants fournis à chaque équipe en début de défi

En complément, d'autres capteurs pourront être ajoutés durant l'année à l'initiative des équipes et en concertation avec l'équipe responsable.

3 – Le règlement

3.1 - Le véhicule

Le véhicule doit utiliser un kit châssis/moteur Tamiya TT02 et une batterie NiMH 7,2V 3000 mAh maximum. Il doit avoir une carrosserie le recouvrant à plus de 80 %.

Le véhicule avec l'ensemble de ses capteurs et actionneurs doit entrer dans les dimensions ci-dessous :

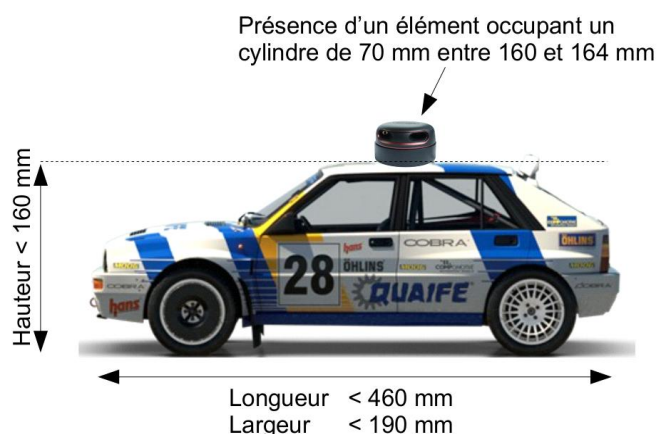


Figure 3 : Dimensions à respecter par la voiture

La communication de l'équipe avec le véhicule doit se limiter à l'envoi d'un signal de démarrage et d'un signal d'arrêt. Le véhicule peut envoyer des informations à l'équipe (Monitoring).

Afin de garantir la sécurité des biens et des personnes, si la connexion entre l'équipe et le véhicule est interrompue durant plus de 2 secondes, le véhicule devra s'arrêter de manière autonome.

3.2 - La piste

La piste est constituée de bordures de 200 mm de hauteur. Ces bordures seront composées d'éléments droits et d'arcs de cercles de rayon de courbure $R=500\text{mm}$. Aucun marquage au sol n'est prévu. Elle est en tout point d'une largeur supérieure à 2 m, mais peut contenir des obstacles à l'intérieur. Le tracé n'est pas connu à l'avance. On donne ici un exemple de piste :

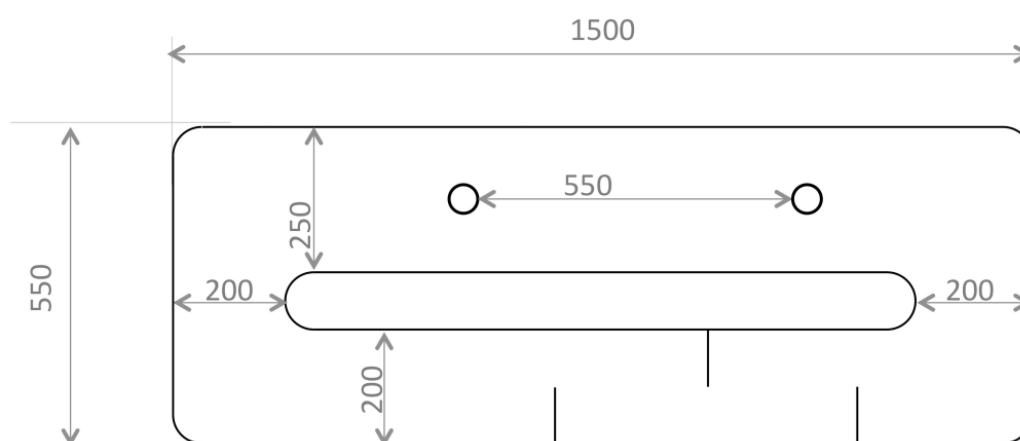


Figure 4 : Exemple de piste, dimensions en cm

3.3 - Homologations

L'homologation repose sur la validation des éléments du véhicule (dimensions, batterie, châssis, démarrage et arrêt à distance...) et la vérification de l'aptitude du véhicule à se déplacer sur un élément droit de piste sans toucher les bordures.

3.4 - Qualifications

Les équipes s'élanceront chacune à leur tour sur la piste pour 2 tours de piste. Le temps de parcours du circuit sera alors relevé. Le signal de départ est donné oralement par l'arbitre.

Chaque équipe aura un « droit à l'erreur » i.e. La possibilité d'effectuer une deuxième qualification en cas de problème technique (batterie déchargée, connectique débranchée, bug...)

3.5 - La course

Les équipes ont 3 minutes pour installer leur véhicule sur la piste.

Les véhicules seront positionnés sur la grille de départ selon les résultats des tours de qualification. Une fois que toutes les équipes ont annoncées être prêtes, il est interdit de toucher les véhicules. Le signal de départ est donné oralement par l'arbitre.

On relève l'ordre d'arrivée après un nombre de tours définis à l'avance. En cas de non achèvement de la course par une voiture, la distance parcourue sera relevée pour le classement.

Un véhicule ne peut avoir un comportement notoirement agressif envers les véhicules adverses. L'arbitre peut disqualifier un tel véhicule et le retirer de la piste.

L'arbitre ou l'un de ses assistants peut enlever un véhicule immobilisé sur la piste.

4 – Critères d'évaluation de la partie défi

Dans les modalités de contrôle des connaissances, une note doit être associée au défi final - ici la course - pour chaque équipe. Il a été décidé de prendre en compte les deux mesures précédentes, temps et position, afin de doser les parts intrinsèque et extrinsèque de la note.

Le défi final se déroulera en deux étapes successives :

1. **Des tours de qualification** : Les véhicules s'élanceront chacune à leur tour sur la piste. Le temps de parcours du circuit sera alors relevé.
2. **La course** : Tous les véhicules seront positionnés sur la grille de départ selon les résultats des tours de qualification. Toutes les voitures partiront en même temps sur le circuit. L'ordre d'arrivée ou la distance parcourue (non achèvement) seront relevés.

5 – Notation

À mi-année, les équipes devront réaliser une soutenance intermédiaire, point d'étape du projet. C'est l'occasion pour eux de s'entraîner aux présentations de groupe et d'avoir des retours sur leur avancée.

La note associée au défi final sera calculée par la formule suivante :

$$N_{defi} = B_{qualif} \min\left(1, \frac{T}{t_{eq}}\right) + B_{course} P_{course} \frac{d_{eq}}{L_{circuit}}$$

Partie Qualification :

- B_{qualif} : Barème associé à la partie qualification ($B_{qualif} = 12$)
- t_{eq} : Temps mis par l'équipe pour parcourir le circuit
- T : Temps donnant l'ensemble des points (sera fixé ultérieurement)

Partie Course :

- B_{course} : Barème associé à la partie course ($B_{course} = 8/25$)
- $L_{circuit}$: Longueur totale du circuit à parcourir
- d_{eq} : Distance parcourue par la voiture durant la course (si l'équipe fini la course $d_{eq} = L_{circuit}$)
- P_{course} : Points emportés par l'équipe selon sa position, voir tableau ci-dessous.

Ordre	1	2	3	4	5	6
P_{course}	25	18	15	12	10	8

NB : Toute équipe ne finissant pas la course sera comptabilisée à la 6^{ème} place.

6 – Livrables attendus pour la soutenance intermédiaire

Lors de la soutenance intermédiaire, chaque équipe devra avoir :

- Un véhicule capable de suivre des ordres, des trajectoires fournies ;
- Un modèle de comportement de la voiture permettant de connaître les situations à éviter (dérapage, renversement en fonction de vitesse et angles de braquages par exemple) ;
- Un plan d'intégration de l'ensemble des équipements sur la voiture ;
- Un planning des actions menées ;
- Un planning prévisionnel des actions restantes.

Références :

[1]: Saph Team Racing : courses de voitures autonomes, A.Juton, H. Horsin Molinaro, P. Mella, F. Adam, B. Durand, https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/saph-team-racing-course-de-voitures-autonomes

[2]: Saph Team Racing : Le Film, A.Juton, H. Horsin Molinaro, https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/saph-team-racing-le-film

[3]: Kit TAMIYA TT02 - Lancia Delta Integrale, https://www.tamiya.com/english/products/58570lancia_delta/index.htm

[4]: RPLIDAR A2 M8, <https://www.slamtec.com/en/Lidar/A2>

[5]: Mbed Nucleo-F746ZG, <https://os.mbed.com/platforms/ST-Nucleo-F746ZG/>

Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>