

## **PROJET ARDUINO**

### **Rapport final**

#### *Introduction :*

Pour introduire ce rapport, il nous paraît nécessaire d'expliquer brièvement comment nous est apparue l'idée de concevoir notre projet. Tout d'abord, l'électronique et plus précisément l'Arduino était un enseignement nouveau pour nous. Ainsi, lorsque nous avons échangé pour déterminer notre sujet, nous n'avions pas d'idées fixes. Néanmoins, les travaux réalisés en TP sur la voiture nous ont fortement intéressés, c'est pourquoi nous avons choisi d'avoir comme base de notre projet, un véhicule. Maintenant, nous voulions aller plus loin dans la réflexion et trouver de nouvelles perspectives qui rendraient notre voiture unique. Ainsi, nous avons décidé d'ajouter de nouvelles fonctionnalités à notre véhicule lui permettant d'effectuer une action autonome (s'arrêter, reculer ou encore tourner) en fonction de la couleur d'un obstacle placé sur sa route. Huit semaines de travail et de recherche plus tard, nous vous présentons : **LA SCHWARZICAR**.



Avant de commencer le rapport, voici un rapide sommaire de ce qui sera traité :

- I. *Cahier des charges initial et final*
- II. *Utilisation du matériel | Fonctions utilisées | Schémas du véhicule*
- III. *Planning prévisionnel et réel*
- IV. *Apports du projet*
- V. *Conclusion et Perspectives*

#### *I. Cahier des charges initial et final*

Le cahier des charges réalisé avant le début du projet se présente comme suit :

## SCHWARZICAR

Ce cahier des charges est uniquement un document de conception, c'est-à-dire qu'il ne comporte que les bases nécessaires à la conception du produit souhaité.

L'objectif de notre projet est de créer une voiture anticollision équipée de 2 bras articulés, le tout contrôlable à distance par une manette sans fil. Ses fonctionnalités seront multiples et variées :

- La voiture disposera de quatre roues motrices
- Elle sera contrôlable dans les quatre directions
- L'utilisateur pourra l'arrêter et modifier sa vitesse (deux leviers de vitesse différents)
- Le véhicule sera capable de détecter les obstacles à l'avant et à l'arrière
- Le véhicule sera autonome dans un certain périmètre (arrêt devant un obstacle puis selon la couleur de ce dernier, il reculera ou contournera l'élément placé sur sa route)
- Le bras articulé pourra se déplacer dans les 4 directions et se saisir des objets à proximité

Les contraintes liées au projet sont les suivantes :

- Budget global de la voiture limité
- Temps de réalisation limité | Date du rendu du projet : *8 Mars 2020*
- Dimensions du projet limitées | il doit se transporter aisément
- Composants nécessaires sont à rechercher sur : Aliexpress | Ebay | Farnell | Radiospares
- Communication Radiofréquence obligatoire : Bluetooth | Wi-Fi | RF 433MHz | Lora 865MHz | ZigBee 2.4GHz
- Déplacement de la voiture sur surface plane

Le cahier des charges réalisé à l'issue du projet s'organise de la manière suivante :

## SCHWARZITANK

Ce cahier des charges est uniquement un document de conception, c'est-à-dire qu'il ne comporte que les bases nécessaires à la conception du produit souhaité.

Finalement, le prototype final est une voiture anticollision équipée d'un viseur laser et contrôlable à distance par un module Esplora (joue le rôle de la manette sans fil). Ses capacités finales se décrivent ainsi :

- La voiture dispose de 4 roues motrices

- Elle est contrôlable dans les quatre directions
- L'utilisateur peut l'arrêter et modifier sa vitesse (deux leviers de vitesse différents)
- Le véhicule est capable de détecter les obstacles à l'avant
- Il est capable de détecter les couleurs des obstacles placés sur son chemin
- Le véhicule est autonome dans un certain périmètre (il s'arrête à 30cm d'un obstacle puis il recule et selon la couleur de cet obstacle, le viseur laser s'allume soit en continu soit en rafale).

Toutes les contraintes ont été respectées.

Au fur et à mesure de l'avancement du projet, nous nous sommes rendus compte que les objectifs préalablement fixés ne pourraient pas tous être atteints. En effet, les deux bras articulés n'ont, à terme, pas pu être réalisés. Ces deux éléments de la voiture qui représentaient tout de même une part conséquente du projet, nous demandaient trop de temps si l'on considère toutes les étapes menant à son rendu final, c'est-à-dire, l'idée et le dessin de conception, la fabrication et l'assemblage (certainement au fablab), la documentation et les codes informatiques à écrire. Ces derniers auraient été pluriels : tout d'abord, un premier code aurait permis à la manette de contrôler les bras dans les 4 directions de base (par l'ajout d'un module Bluetooth) puis, un second qui aurait donné à ces bras la capacité de se saisir de différents objets.

En outre, les capacités finales de notre voiture divergent un peu de celles imaginées initialement. La voiture ne peut pas détecter les objets à l'arrière. Nous aurions pu le faire et rajouter un module ultrason à l'arrière mais nous n'en n'avons pas vu l'utilité, du moins pas la priorité. A la place des bras, nous avons placé un viseur laser qui s'allume en continu ou en rafale selon la couleur de l'obstacle détecté par la caméra Pixy. Nous avons eu l'idée du laser car ce petit module est simple et rapide d'utilisation et nous a permis de pallier l'absence de ces bras.

On peut aussi remarquer que le nom de notre voiture a été modifié : la Schwarzicar a laissé la place au Schwarzitank plus solide, plus robuste et aussi maniable qu'un vrai tank.

Néanmoins, notre véhicule est capable, comme nous l'avons souhaité, de se déplacer dans les quatre directions (avec quatre roues motrices), de s'arrêter, de détecter les obstacles à l'avant à l'aide du module ultrason et dispose de deux leviers de vitesse.

Le temps est sans conteste, la contrainte qui nous a causé le plus de tord ; c'est pourquoi, afin d'éviter d'agir dans la précipitation, nous voulions dans un premier temps réaliser une base solide de notre projet. C'est à partir de celle-ci que nous avons pu, ensuite, nous concentrer davantage sur d'autres tâches telles que la détection d'objets colorés (Pixy) ou encore une connexion Bluetooth permettant au véhicule de se déplacer à distance. Ce

projet nous a fait comprendre que la méthodologie « étape par étape » est un point à ne pas négliger lorsqu'on se lance dans un tel devoir.

## **II. Utilisation du matériel | Fonctions utilisées | Schémas du véhicule**

Le projet, dans sa totalité, c'est-à-dire de sa conception jusqu'au prototype, a nécessité un grand nombre d'éléments. En effet, le matériel utilisé est détaillé ci-dessous.

- **Les cartes Arduino Méga et Esplora**
  - La carte Méga sert de carte « mère », c'est-à-dire qu'elle permet de réunir tous nos modules sur une seule carte.
  - La carte Esplora remplit le rôle de la manette et permet de déplacer la voiture.
- **Les pièces de la voiture**
  - Nous avons, dans un premier temps créé puis assemblé ces pièces au Fablab. Ce que nous allons appeler carrosserie représente la partie boisée de la voiture, partie peinte en rouge. Celle-ci a été réalisée avec le découpe-laser. Puis, il y a le reste de la voiture, en noir, que nous avons défini comme étant le pare-chocs. Ce dernier a été conçu par l'imprimante 3D.
- **Les modules Bluetooth HC05 et HC06**
  - Ces deux modules Bluetooth assurent la transition des données de la manette Esplora à la carte Méga et ainsi le contrôle de la voiture par la manette.
- **Le module ultrason HC-SR04**
  - L'ultrason a été placé à l'avant du véhicule et permet de déterminer la distance qui sépare la voiture d'un éventuel obstacle. Après avoir codé la ligne qui garantit que le véhicule s'arrête dès lors que l'ultrason détecte une distance inférieure ou égale à 30 cm, la fonction anticollision était réussie.
- **Le module Pixy version 1**
  - Cette caméra placée à l'avant du véhicule permet d'apprendre un objet de couleur à la caméra en lui assignant une signature (1 à 7). Ce module nous a aussi permis d'utiliser la librairie pixy et sa fonction principale `pixy.blocks[i]` (renvoie un flot de caractéristiques de l'objet détecté telles que sa signature sa taille ou encore sa position dans l'espace).
- **Le logiciel Pixymon**
  - Cet outil logistique permet de voir ce qu'observe la caméra Pixy en direct par la simple connexion d'un câble. Tout comme la caméra, il permet d'une autre manière, plus précise, d'apprendre un objet de couleur à la caméra en lui assignant une signature (1 à 7).
- **Le module laser KEYES**
  - Le viseur laser a été placé au-dessus du véhicule. Il remplace les deux bras articulés prévus initialement. Cet élément purement visuel a été programmé de telle sorte que selon la couleur de l'obstacle rencontré, il s'allume soit en continu (bleu) soit en rafale (rouge).

➤ *Les fils :*

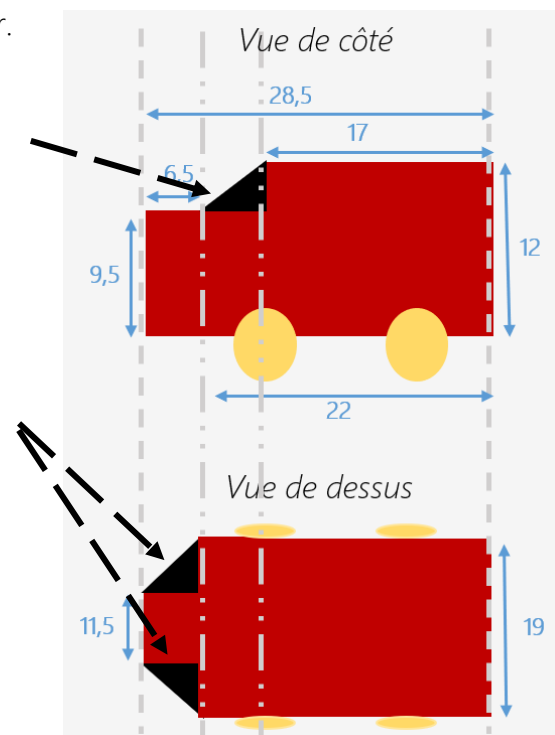
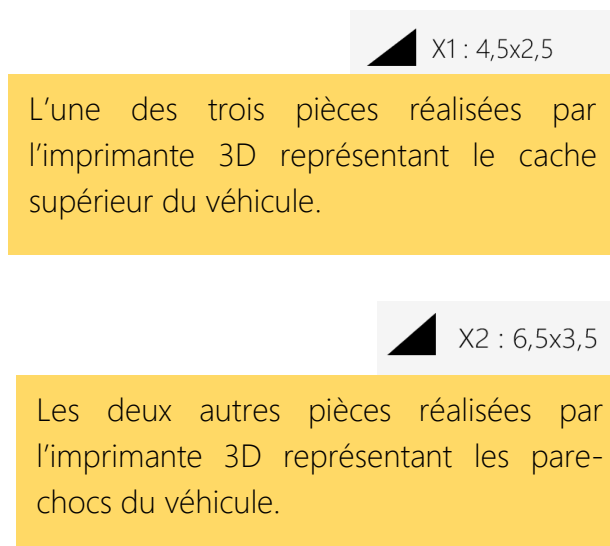
- Mâle-mâle
- Femelle-femelle
- Mâle-femelle

En outre, l'ensemble des programmes informatiques réalisés se divise en 2 parties, distinguables par le rôle que chacune d'entre elles joue dans le projet final. D'une part, il y a le programme *FinalExplora* qui associe la fonction Télécommande à la première fonction Bluetooth. La première permet l'envoi d'une information sur le moniteur série en fonction de l'action effectuée sur la manette et, quant à la seconde, il s'agit d'envoyer les informations du module Explora au module Bluetooth esclave HC06 (qui permettra avec l'autre programme de diriger le véhicule). D'autre part, nous avons créé le programme *FinalMéga* qui contient la fonction Ultrason, la fonction Pixy, la fonction Laser, la fonction Moteur et la deuxième fonction Bluetooth.

- La fonction US renvoie la distance voiture-objet sur le moniteur série.
- La fonction Pixy envoie à la carte Méga la signature de l'objet selon sa couleur et permet ainsi de l'identifier.
- La fonction laser allume et/ou éteint le viseur laser en fonction de la couleur de l'objet détecté par la caméra Pixy.
- La fonction moteur permet au véhicule de se déplacer en faisant tourner les roues.
- La deuxième fonction Bluetooth permet la transition des informations reçues du module Bluetooth maître HC05 à la carte méga. Ainsi, par le biais des deux fonctions Bluetooth, l'information est transmise de la manette jusqu'à la voiture.

L'ensemble des programmes est joint sur notre GitHub.

Enfin, ci-contre sont présentés 2 schémas, une vue de côté et une vue de dessus, de notre véhicule tel que nous l'avons réalisé. Ainsi, les dimensions de notre produit final sont de 28.5 cm de long sur 19 cm de large et 12 cm de hauteur.



### III. Planning prévisionnel et réel

Avant de débiter notre projet, il a d'abord fallu réaliser un planning prévisionnel qui s'organise de la manière suivante.

Taches à effectuer	Semaine1	Semaine2	Semaine3	Semaine4	Semaine5	Semaine6	Semaine7	Semaine8
Recherche pièces								
Assemblage pièces voitures								
Assemblage bras articulé								
Communication RF								
Code Voiture								
Code Bras								
Code Détection collision								
Code Final								
Montage du véhicule								
Amélioration de la mobilité								

*Diagramme de Gantt prévisionnel*

Mener à bien un véritable projet n'est pas une tâche facile. Encore moins pour des étudiants qui découvriraient cet exercice. Ainsi, après avoir fait quelques recherches et en avoir discuté entre nous, nous avons adopté le planning ci-dessus qui nous paraissait être complet et surtout réalisable en 8 séances de 3h chacune (+le temps de travail chez soi à prendre en compte). Mais la réalité était tout autre. Voici maintenant le planning réel que nous avons pu établir au fur et à mesure des séances.

	Semaine1	Semaine2	Semaine3	Semaine4	Semaine5	Semaine6	Semaine7	Semaine8
Taches à effectuer								
Recherche pièces								
Assemblage pièces voitures								
Fabrication des pièces								
Communication RF								
Code Voiture								
Pixy/Détection couleur								
Code Détection collision								
Code Final								
Montage du véhicule								
Manette/Explora								

*Diagramme de Gantt réel*

Au premier abord, on remarque visuellement que les deux plannings sont peu en accord l'un avec l'autre. En effet, cela s'explique par le fait que chacun d'entre nous n'a finalement pas réalisé toutes les tâches qui lui étaient confiées mais à la place d'autres tâches qu'il a fallu traiter au cours du projet. Par exemple, Maxime devait travailler sur la communication radiofréquence alors qu'il a dû, finalement, se concentrer sur la détection des collisions car celle-ci englobait le module Pixy qui a pris beaucoup de temps. En outre, après quelques recherches, il a réussi à assigner des objets de couleur à la caméra mais le gros problème a été qu'il perdait la connexion avec le logiciel Pixymon (problème lié au câble) ; de ce fait, les objets assignés n'étaient plus identifiés par la caméra et il a dû recommencer l'opération plusieurs fois. De plus, Mohamed devait, au départ, travailler sur le bras mais après la recherche des pièces, nous nous sommes convaincus qu'il fallait d'abord commencer par le code de la voiture. Nous avons fait ce choix car nous avons étudié en travaux pratiques certains codes liés au fonctionnement d'une voiture et cela nous permettait de commencer notre projet à l'aide de bases acquises en TP. Enfin, Yuhao qui devait avancer en semaine 4 sur le bras, s'est finalement penché sur l'Esplora. En effet, au début nous pensions faire rouler notre véhicule avec une manette de PlayStation 3 mais cette tâche s'avérait trop compliquée. Ainsi, pour éviter de rester bloquer sur ce point, nous en avons discuté avec notre professeur qui nous a proposé le module Esplora. Celui-ci facilitait l'ensemble du travail lié à la manette car ce module est une carte Arduino à part entière et permettait donc de la connecter à l'aide d'un module Bluetooth.

Ensuite, les semaines 4 et 5 ont été très chargées car en plus d'avancer sur les codes, nous voulions finaliser la partie matérielle de notre projet afin que, pour la première fois, nous ayons un support physique sur lequel travailler. C'est pourquoi, nous nous sommes rendus au fablab par deux fois afin d'assurer la fabrication et l'assemblage des pièces.

Nous pouvons aussi remarquer que Yuaho n'apparaît plus sur le diagramme de Gantt depuis la semaine 5. A plusieurs reprises, il a dû s'absenter ou alors travailler sur quelque chose que nous avons déjà fini de traiter (exemple avec la communication Bluetooth). Cela nous a montré que nous devons améliorer notre communication que ce soit avant pendant ou après chaque séance.

Chaque créneau de TP a été un travail conséquent et a demandé beaucoup d'implication afin de maximiser les trois heures qui nous étaient offertes pour avancer notre projet. Néanmoins, les pertes de temps s'accumulaient de séance en séance ; c'est pourquoi, nous avons abandonné l'idée de réaliser les deux bras articulés (comme expliqué dans la première partie).

Avec l'expérience emmagasinée grâce à ce premier projet, il est évident que si ce dernier était à refaire, nous ferions différemment. Tout d'abord, nous tâcherions de finir un programme dans un temps donné et non pas le remettre à plus tard. En effet, nous pouvons prendre l'exemple de la communication radiofréquence que nous avons débuté en semaine

2 et que nous avons achevé en semaine 7. Ensuite, nous aurions mieux géré la répartition des tâches attribuées à chacun et nous aurions organisé davantage de moments pour se tenir au courant de l'avancé des uns et des autres afin de mettre en commun le travail réalisé. Enfin, nous aurions priorisé nos tâches. En outre, nous nous serions dans un premier temps attardé sur la conception de la voiture pour ensuite pouvoir plus aisément placer les différents modules dont nous avons besoin et ainsi ajouter nos codes les uns après les autres afin de vérifier leur fonctionnement. En clair, nous aurions agi de manière plus méthodique ; le gain de temps nous aurait permis de perfectionner notre projet et même de réaliser d'autres tâches telles que la conception des bras articulés.

#### *IV. Apports du projet*

Ce premier projet a été sans conteste très instructif pour nous. En effet, nous avons acquis de nombreuses connaissances et avons également renforcé notre manière de travailler. Nous aborderons à l'avenir chaque projet de façon plus méthodique afin de mener à bien chacun d'entre eux. Être ingénieur demande une certaine rigueur dans la tâche à accomplir mais aussi apprendre à respecter une démarche de travail bien définie.

Avec ce projet, nous avons compris qu'il fallait allier travail en autonomie et travail en groupe. Les deux ne marchent pas l'un sans l'autre. En effet, nous avons appris de nos erreurs et savons désormais qu'il faut, certes, se partager les tâches pendant les séances mais surtout rassembler les informations acquises individuellement pour les mettre au service du groupe et ainsi avancer plus rapidement et plus sereinement dans le projet. En outre, comme nous l'a souvent répété Monsieur Masson, il faut savoir se prendre en main lorsqu'un problème fait son apparition. Persister, rechercher, réexécuter sont les choses à faire mais surtout pas abandonner et attendre que la réponse vienne à nous. De plus, ce projet a été un véritable exemple des activités que nous devons accomplir dans notre vie d'ingénieur. Très formateur, il nous a permis de comprendre les enjeux professionnels que requiert ce métier. Il faut aussi savoir être prévoyant : arrivée à l'heure notamment à la présentation finale du projet, prévoir des vidéos de démonstration en cas de problèmes lors du direct. En effet, notre roue s'est décollée quelques minutes avant le début de notre présentation et nous avons ainsi agi dans la panique. Dorénavant, nous ferons preuve de plus de calme face à ces situations. Enfin, nous avons assimilé de nouvelles notions et de nouvelles connaissances en électronique notamment avec la découverte du module Pixy et de la manette Esplora et de l'utilisation des modules Bluetooth ou encore ultrason. Se rendre au Fablab pour réaliser les pièces du véhicule a également été très enrichissant (utilisation de l'imprimante 3D et du découpe-laser).

Pour résumer, ce projet nous a permis de mettre en pratique des connaissances théoriques acquises en cours, de développer notre autonomie et notre créativité, d'apprendre à travailler en équipe mais aussi de développer notre réactivité face à des imprévus. Nous



avons pu réaliser un travail de l'idée jusqu'au prototype en apprenant à s'auto-former à résoudre tout type de travail.

## *V. Conclusion et perspectives*

En conclusion, la pratique diverge de la théorie. En effet, nous n'avons pu tenir nos engagements quant au cahier des charges initial ou encore au planning prévisionnel. Toutefois, quelques éléments de notre projet prévus au préalable constituent finalement notre prototype. A l'issue de ces huit semaines, notre véhicule, équipé de quatre roues motrices et anticollision (la voiture recule si la distance voiture-obstacle est inférieure à 30cm), est contrôlable dans toutes les directions de l'espace par une manette sans fil. De plus, il est capable de détecter des obstacles selon leur couleur : si celle-ci est bleue, un viseur laser s'allume en continu, si elle est rouge, il s'allume en rafale.

Il est évident que si ce projet était à refaire, nous n'agirions pas de la même manière et nous ne commettrions pas les mêmes erreurs.

Dans l'idéal, si nous avions disposé de plus de huit semaines pour réaliser notre projet, nous aurions surement envisagé de nouvelles perspectives. Nous aurions soigné davantage l'esthétique de notre voiture (stickers, design amélioré), nous aurions fait en sorte que le véhicule soit capable de détecter les obstacles tout autour de lui. Pour cela, nous avons pensé à placer trois nouveaux modules ultrason avec le même code que celui déjà écrit par Maxime. Ainsi, notre voiture remplirait la fonction anticollision à 360°. De plus, nous serions allés plus loin quant à la détection des couleurs des obstacles avec le module Pixy. En effet, ce dernier peut apprendre jusqu'à sept couleurs unies différentes mais il peut aussi apprendre une combinaison de couleurs (qu'elle soit double, triple...). Cela explique pourquoi Pixy peut détecter une infinité d'objets. C'est pourquoi, nous avons pensé à faire en sorte que notre véhicule soit capable de détecter en plus du rouge et du bleu, une combinaison de deux couleurs telle que du vert et du jaune par exemple. Enfin, bien sûr, nous aurions réalisé les 2 bras articulés. Comme expliqué dans la première partie, nous aurions dû écrire deux codes : un premier pour que la manette contrôle les 2 bras et un second pour que les bras puissent se saisir des objets. Voilà les points sur lesquels nous aurions aimé travailler si nous disposions d'un peu plus de temps.

Pour conclure, nous tenons à remercier Monsieur Masson et tout le corps enseignant qui permettent à tous les étudiants de réaliser un premier projet afin de les initier à la vie professionnelle qui les attend en tant que futurs ingénieurs.

## *Bibliographie :*

- [Docs.pixycam.com](https://docs.pixycam.com)
- [arduino.cc](https://arduino.cc)
- [droking.com/L298N-V3-DC-stepper-motor-driver-module-driver-integrated-Four-motor-Drive-Controller-Module-for-arduino-WIFI-smart-Car-Robot](https://droking.com/L298N-V3-DC-stepper-motor-driver-module-driver-integrated-Four-motor-Drive-Controller-Module-for-arduino-WIFI-smart-Car-Robot)
- <http://users.polytech.unice.fr/~pmasson/Enseignement-arduino.htm>