



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Mecanodrone

Autor:

Cuenca Rodríguez-Monsalve, Fernando

Blanca Giménez Olavarría

ENSAM Bordeaux

Valladolid, Julio 2019.

TFG REALIZADO EN PROGRAMA DE INTERCAMBIO

TÍTULO: **Mecanodrone**
ALUMNO: **Fernando Cuenca**
FECHA: **08/06/2018**
CENTRO: **ENSAM Bordeaux**
TUTOR: **Etienne Prulière**

Resumen: Cada año desde hace 4 años la escuela de Arts et Metiers de Burdeos-Talence organiza un concurso de drones llamado Mecnadrone dirigido a los estudiantes de bachilleratos de ciencias en la región de Nueva Aquitania. He podido unirme al equipo organizador del evento e inscribir mi trabajo en mi proyecto de la ENSAM.

Durante el proyecto tuve que gestionar la organización del proyecto y utilizar mis competencias en robótica, electrónica y programación para preparar las pruebas del concurso que permitirían decidir qué grupo de estudiantes era el vencedor. Finalmente, el concurso se desarrolló sin problemas.

Palabras clave: Mecnadrone, Robotica, Poppy, Electronica, Python

Résumé

Chaque année, et ce depuis quatre ans, l'école des Arts et Métiers de Bordeaux-Talence organise un concours de drone, appelé Mécanodrone, à destination des étudiants de lycées techniques de la région Nouvelle Aquitaine. Dans le cadre de notre cursus, nous avons pu rejoindre l'équipe organisatrice de l'évènement, et inscrire notre travail dans un Projet Réalisation de deuxième année, dont le présent document constitue le rapport.

A l'aide de différents outils organisationnels, et de nos compétences en électronique et programmation, l'évènement s'est relativement bien déroulé. Aucun incident majeur ne s'est déclaré pendant les différentes phases d'accueil des lycéens, et la compétition fut ainsi un succès.

Nous sommes donc heureux d'avoir eu l'occasion de rejoindre le projet Mécanodrone, qui a permis à chacun de nous d'acquérir une expérience supplémentaire fort enrichissante.

Abstract

For four years now, Arts et Métiers Bordeaux-Talence has organised a drone competition called Mécanodrone for technical high-school students in the New-Aquitaine Region. In the framework of our program, we joined the organisers of the event

and made it part of our Realisation project of our second year in the school. This document is the report of the project. Using different management and organisational tools, and our skills in programming and electronics, the event was successful.

No major incident happened during the event, making the competition a big success.

We are very happy to have been able to join the Mecanodrone project, it was a truly enriching extra-curricular experience.

Table des matières

Résumé	1
Abstract	1
Table des figures	4
Remerciements	5
Introduction	6
Le concours	6
Notre groupe au sein du projet	7
Organisation	8
Objectif.....	8
Communication.....	8
Interface avec les lycées	9
Cahier des charges	9
Revue de conception.....	10
Journée de la finale	11
1. Matinée	11
2. Après-midi.....	12
Réalisation	16
Zones de nuisances	16
1. Choix d'un capteur	16
2. Fabrication des zones thermiques	19
Robot Poppy.....	22
1. Prise en main.....	23
2. Programmation des mouvements	24
3. Reconnaissance de couleur.....	27
Conclusion	29

Ressources **30**

Annexes **31**

Table des figures

Figure 1 : Région Nouvelle-Aquitaine	6
Figure 2 : Capture de la conversation WhatsApp des organisateurs	8
Figure 3 : Capture de notre espace de travail, avec ici la FAQ	9
Figure 4 : Répartition des lycées parmi les membres de l'équipe	10
Figure 5 : Planification et répartition des revues de conception.....	10
Figure 6 : Plan de l'ENSAM pour la revue finale	11
Figure 7 : Une équipe passe par l'épreuve de la pesée	12
Figure 8 : Description du parcours du drone durant l'épreuve dynamique	13
Figure 9 : Plan du site de l'épreuve à St-Médard-en-Jalles.....	14
Figure 10 : Schéma du capteur DSM501A	17
Figure 11 : Evolution de la température mesurée par le capteur DHT11 placé au-dessus d'une source de chaleur.....	18
Figure 12 : Disposition de fil chauffant en serpentins.....	20
Figure 13 : Disposition du fil chauffant en spirale	21
Figure 14 : Zone de nuisance	21
Figure 15 : Trame des combinaisons thermiques des zones de nuisances pour l'épreuve finale.....	22
Figure 16 : Le robot Poppy Torso	23
Figure 17 : Poppy en position de détection de couleur.....	25
Figure 18 : Poppy en action devant un drone.....	25
Figure 19 : Poppy content après une détection correcte	26
Figure 20 : Poppy désolé détection d'une mauvaise couleur	27
Figure 21 : Logo du module de traitement d'image OpenCV	28
Figure 22 : Image non-traitée	28
Figure 23 : Image filtrée en rouge.....	28

Remerciements

Nous tenions à remercier toutes les personnes qui nous ont suivis et aidés dans l'organisation et le bon déroulement de ce projet.

Tout d'abord M. DOROSZEWSKI et M. CHARLES, professeurs en charge de notre encadrement quotidien. Le savoir qu'ils nous ont apporté tant en technique qu'en relationnel nous a permis de mener à bien ce projet.

Nous souhaitons également remercier M. SCARAVETTI, directeur adjoint de l'ENSAM Bordeaux-Talence, qui a su nous venir en aide et effectuer des remplacements de dernière minute, ainsi qu'animer les *battles* de drones entre les lycées.

Nous remercions également les élèves de Bachelor de l'ENSAM ainsi que tout le personnel ENSAM mobilisé pour les journées du 29 mars et du 5 juin. Leur aide a permis à ce concours d'être une véritable expérience pour nous ainsi que pour les lycéens participant à ce concours.

Introduction

Le concours

Le concours Mécanodrone est de retour cette année pour sa quatrième édition. Organisé par le centre ENSAM de Bordeaux-Talence, il propose à des classes de première STI2D de toute la Nouvelle Aquitaine de se plonger dans un projet de 5 mois qui a pour objectif pédagogique de leur faire découvrir les sciences de l'ingénieur sous un nouvel aspect, ainsi que de leur faire découvrir les différents travaux menés en école d'ingénieur et les filières associées. Dans le but de les aider dans leur orientation dans l'enseignement supérieur.



Figure 1 : Région Nouvelle-Aquitaine

Ce concours a débuté le 15 janvier 2018 et s'est achevé le jour de la finale le 5 juin 2018 sur le campus de l'ENSAM Bordeaux-Talence et sur le site du Big Bang festival situé à Saint-Médard-en-Jalles. Le jury de ce concours se compose de personnes venant de différents secteurs, mais tous très liés. C'est à des représentants de la région Nouvelle Aquitaine, de l'Académie de Bordeaux, de l'industrie aéronautique et de l'enseignement supérieur de Bordeaux-Talence.

Cette année, le concours se séparait en quatre grandes étapes sujettes à une évaluation, portant sur des compétences spécifiques à mettre en œuvre dans le but de réaliser une mission imposée avec un drone. Les différents jalons peuvent amener les lycées à apporter des modifications dans le travail ou bien les orienter dans des choix techniques.

Tout d'abord une remise d'un cahier des charges, à rendre dans un espace partagé, au format PDF, avant le mercredi 28 février 2018.

Puis a lieu la première présentation devant les jurys : la revue de conception, le 29 mars 2018, sur le campus de l'ENSAM. Les lycées présentent en petit groupe face à un jury : le cahier des charges fonctionnel, leur démarche d'organisation et de conception ainsi que les résultats et leur avancement global sur le projet (plan, maquette CAO, prototype).

Puis l'épreuve finale, le 5 juin, avec :

- La revue finale de conception, le 5 juin 2018 au matin face à un jury, sur le campus de l'ENSAM. Ce jalon comprend la pesée du drone pour vérifier qu'il remplit bien les critères du concours, ainsi qu'une présentation finale du projet par les lycéens : solutions retenues, méthodes de réalisation et d'exploitation.
- L'épreuve dynamique, le 5 juin 2018 l'après-midi, face à un jury. Deux lycées en simultanés effectuent la mission définie par les élèves ingénieurs, leur but étant d'effectuer plusieurs tâches dans le but de marquer des points.

Cette année, le résultat de chaque lycée dépend donc de l'évaluation de ces quatre jalons, et non uniquement de l'épreuve de pilotage. A chaque jalon des lycées ont malheureusement décidé d'abandonner le concours, par manque d'envie, manque d'investissement ou à cause de problèmes techniques.

Notre groupe au sein du projet

Cette année, six élèves ingénieurs ont pris part au déroulement du projet, accompagné de M. DOROSZEWSKI et de M. CHARLES, nous nous sommes divisés en trois groupes dans le but d'organiser les jalons au mieux. Le travail mené par ces élèves fait l'objet d'un projet semestriel à réaliser.

Nous avons également participé en tant que membre de jury des revues de conception et à l'installation des différentes zones concernant l'épreuve dynamique.

Le pôle Organisation constitué de Raul DE LA PENA et Baudouin DUBOURG-IZART, a eu pour rôle de participer à l'organisation générale du concours notamment dans le rôle d'interface avec les lycées, ainsi que la charge du système de d'évaluation des différents jalons jusqu'à la finale dont la délibération avec les jurys.

Le pôle capteur, constitué de Paul MIZZI et de Louis RIVIERE a eu la tâche de penser et réaliser les zones de nuisances mises en œuvre lors de l'épreuve dynamique finale. Cela est passé par des tests de différents capteurs, puis après choix d'un capteur thermique par la réalisation de zones thermiquement commandables.

Enfin, le pôle Robotique constitué de Fernando CUENCA et Gabriel ROZZONELLI a eu pour rôle la programmation du robot Poppy, plus concrètement la programmation des différents mouvements du robot et de la communication avec le drone par la détection des couleurs en utilisant la caméra de Poppy.

Organisation

Objectif

Notre premier travail a été la réparation des taches à chacun des élèves ingénieurs, ainsi que leur possible passerelle d'un pôle à l'autre lorsqu'un pôle est en avance dans son travail. Notre travail a principalement été d'organiser les parties techniques de la finale, ainsi que prévoir les différents jalons pour être apte à les contrôler à chaque instant, ce dans le but du respect des délais de temps car certains lycées ont dû faire jusqu'à quatre heures de trajet pour venir assister à ces jalons. Nous avons donc dû prévoir tous les scénarios possibles en réponse à un quelconque incident qui aurait pu arriver, notamment lors de l'épreuve dynamique avec les drones.

Communication

Nous nous sommes retrouvés tous les mercredis après-midi de janvier à fin juin pour avancer dans nos différents travaux.

M. DOROSZEWSKI nous a introduit dans un espace de partage en ligne contenant tous les documents relatifs au concours Mécanodrone, mais nous avons créé un sous dossier pour y déposer nos travaux ainsi que nos fiches d'avancement hebdomadaire.

Nous avons créé une conversation en ligne entre nous via Messenger pour échanger régulièrement.

Pour le jour de la finale nous avons été ajouter par M. POIRIER DUCROCQ à une conversation *WhatsApp*, dans le but d'échanger en direct. En effet nous avons besoin d'échanger entre élèves présent dans chaque jury se trouvant dans les trois amphithéâtres. Le but été de communiquer en direct les fiches de notation à l'élève en charge de la notation.



Figure 2 : Capture de la conversation WhatsApp des organisateurs

Durant la préparation, des problèmes d'emails non transmis ont vu le jour, nous avons donc répondu à ce problème en rédigeant une liste de diffusion complète comprenant toutes les personnes qui auraient pu être concernées par ce concours : lycées, encadrants, professeurs, élèves.

Interface avec les lycées

Lors de la revue de conception du 29 mars, les lycées avaient de nombreuses interrogations. Bien que nous ayons rédigé un email résumant toutes les données et choix évoqués lors de cette journée, nous avons donc proposé de mettre en ligne une FAQ via un espace de partage.

Si un lycée se posait une question concernant n'importe quel aspect du concours, il pouvait envoyer un email à l'adresse concours.mecanodrone@gmail.com.

Chaque question ainsi que la réponse serait répertoriée dans la FAQ pour que chaque lycée est accès aux questions et réponses de chacun dans un souci d'équité entre les différentes équipes. Malheureusement, aucun lycée n'a par la suite eu de question par rapport au concours.

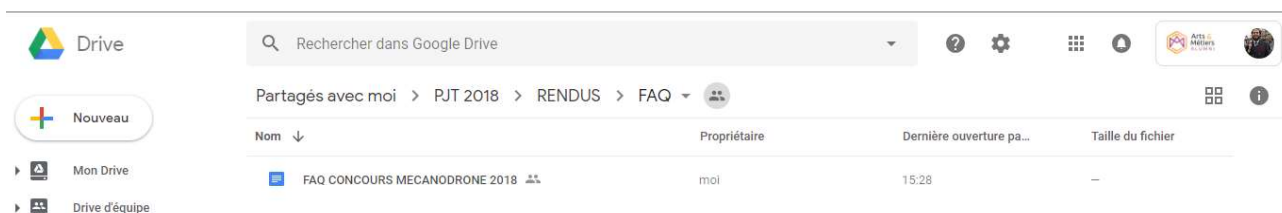


Figure 3 : Capture de notre espace de travail, avec ici la FAQ

Cahier des charges

Chaque lycée a dû fournir un cahier des charges fonctionnel en début de projet, le but était de leur faire naître une réflexion sur leur propre organisation et la gestion d'un projet. Nous nous sommes réparti la correction de deux cahiers des charges chacun. Le pôle organisation a eu la charge d'établir un barème de notation puis de récupérer toutes les corrections afin de les compiler dans une feuille Excel de notation globale.

Fernando CUENCA	Lycée JB de Baudre – Agen
	Lycée du Pays de Soule – Chéraute
Raúl DE LA PENA ORTEGA	Lycée Raoul Dautry – Limoges
	Lycée Alfred Kastler – Talence
Baudouin DUBOURG-IZART	Lycée de Borda – Dax
	Lycée Cantau – Anglet
Paul MIZZI	Lycée Saint Exupéry – Parentis-en-Born
	Lycée Jean Favard – Guéret
Louis RIVIERE	Lycée Pré de Cordy – Sarlat
	Lycée Maine de Biran – Bergerac

Gabriel Rozzonelli	Lycée Georges Cabanis – Brive-la-Gaillarde
	Lycée Jean Monnet – Sarlat

Figure 4 : Répartition des lycées parmi les membres de l'équipe

Revue de conception

La première revue de conception, qui s'est déroulée le 29 mars 2018, a été pour nous un test en vue de la finale, notre souci d'organisation, nos connaissances techniques par rapport à l'épreuve proposée, ainsi que notre réactivité.

Dans un premier temps nous avons accueilli les lycées et leur avons donné les directives concernant l'épreuve dynamique : le type de nuisance à détecter donc le type de capteur à utiliser, ainsi que le moyen de communication au robot Poppy.

Puis chaque lycée a effectué sa revue de conception en petit groupe. Le pôle organisation a mis en place un barème de notation fourni aux jurys pour évaluer chaque revue. Ci-dessous la répartition des lycées dans les différentes salles.

HEURE	SALLE	OBJET	LYCEES
13H30 14H00	Bâtiment P P1-31 Salle Roland Picand	Accueil des lycées	Tous
		Café	
		Présentation Poppy	Tous
		Présentation capteur	Tous
15H00	Bâtiment P salle P1-06	Session - 1 Revue de projet	Pays de Soule
	Bâtiment P salle P1-07		Jean Favard
	Bâtiment P salle P1-08		Raoul Dautry
15H30	Bâtiment P salle P1-06	Session-- 2 Revue de projet	Cantau
	Bâtiment P salle P1-07		Pré de Cordy
	Bâtiment P salle P1-08		Georges Cabanis
16H00	Bâtiment P salle P1-06	Session 3 - Revue de projet	JB de Baudre
	Bâtiment P salle P1-07		Borda
	Bâtiment P salle P1-08		Maine de Biran
16H30	Bâtiment P salle P1-06	Session 4 - Revue de projet	Saint Exupéry
	Bâtiment P salle P1-07		Alfred Kastler
	Bâtiment P salle P1-08		Jean Monnet

Figure 5 : Planification et répartition des revues de conception

Journée de la finale

1. Matinée

a. *Revue de conception finale*

A la différence du 29 mars, les lycées ne se déplaçaient par petit groupe mais par classe entière. C'est pourquoi une organisation encore plus rigoureuse fut nécessaire, nous avons donc fait appel aux élèves de Bachelor pour guider les lycées sur le campus dans le but de ne pas perdre de temps car le respect des horaires été primordiale. En effet les bus affrétés à chaque lycée ainsi qu'aux organisateur devaient partir pour le site du Big Bang festival à 12h00. Pour chaque lycée, deux élèves de Bachelor leur été affecté pour la journée. C'est pourquoi nous avons érigé un plan du campus pour aider les lycéens et les Bachelor. Un petit déjeuner était proposé aux lycées à leur arrivée. Puis chaque lycée a effectué sa revue de conception en petit groupe avec le reste de la classe installée dans l'amphithéâtre pour les supporter. Le pôle organisation a mis en place un barème de notation fournit aux jurys pour évaluer chaque revue. Ci-dessous le plan des déplacements à effectuer sur le campus ainsi que les principaux lieux.

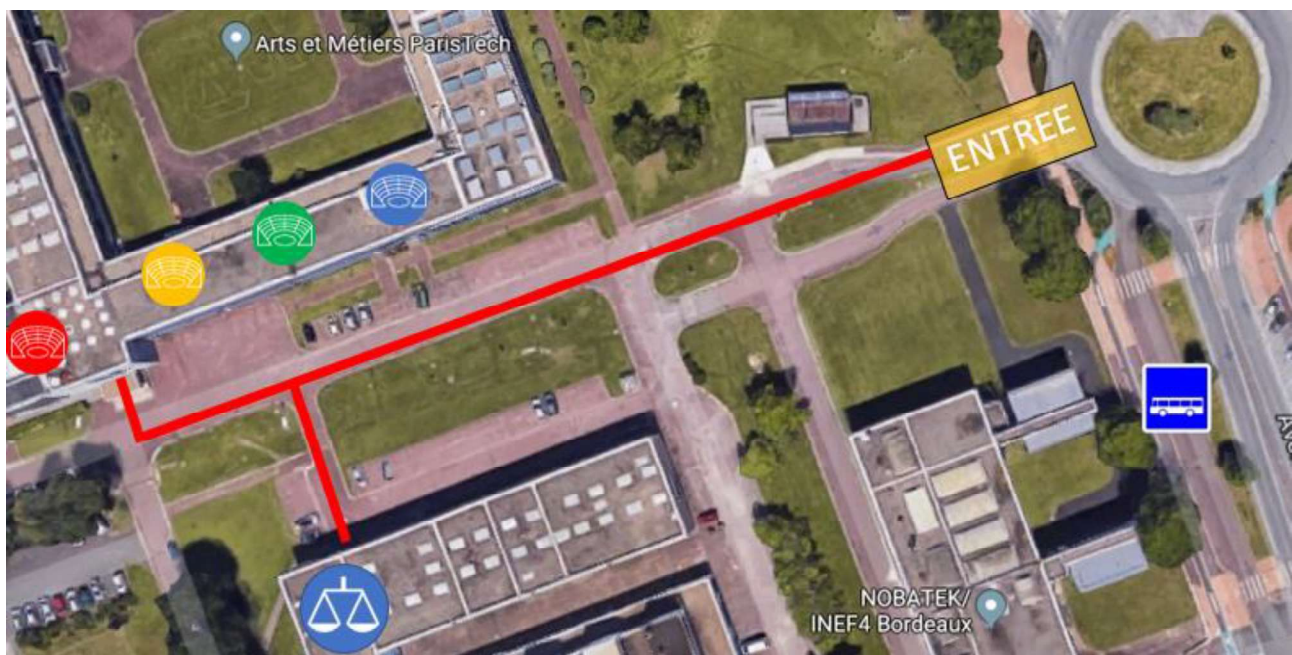


Figure 6 : Plan de l'ENSAM pour la revue finale

b. Pesée

Comme énoncé dans l'introduction, a aussi eu lieu durant la matinée de cette journée une épreuve de pesée des drones. En effet, le règlement du concours stipule que les participants ne doivent pas concourir avec un drone ayant une masse supérieure à 1.



Figure 7 : Une équipe passe par l'épreuve de la pesée

Sur cette épreuve, strictement toutes les équipes ont rempli le cahier des charges, avec une moyenne plus autour de 1.4 kg que de la limite maximale autorisée.

Un détail cependant : il a fallu chaque fois rappeler à tous les candidats que le drone devait être muni de tous ses éléments avant d'être posé sur la balance. En effet, les drones ont souvent été présentés sans leurs hélices, ou sans leurs batteries. Après rappel, les participants se sont tous pliés au règlement. Cependant, nous ne pouvons être sûrs que les composants montés lors de la pesée n'ont pas été échangés plus tard avec d'autres composants aux meilleures

2. Après-midi

a. Déroulement

L'épreuve dynamique de l'après-midi se déroulait dans le cadre du Big Bang festival à Saint-Médard-en-Jalles. Les équipes de chaque lycée constituées d'un pilote et d'un copilote devaient effectuer la mission décrite lors de la revue de conception du 29 mars. Les épreuves avaient lieu dans le gymnase du Roller Bug, et le reste des classes présentes pouvait assister à la rediffusion en direct de chaque épreuve sur un écran géant situé sur le terrain de rugby de la ville.

Chaque mission se constituait de différentes étapes mise en place par les pôles capteur et robotique dont la détection de la zone polluée et la communication des résultats avec le robot Poppy.

Ci-dessous les étapes décrites dans le règlement du concours :

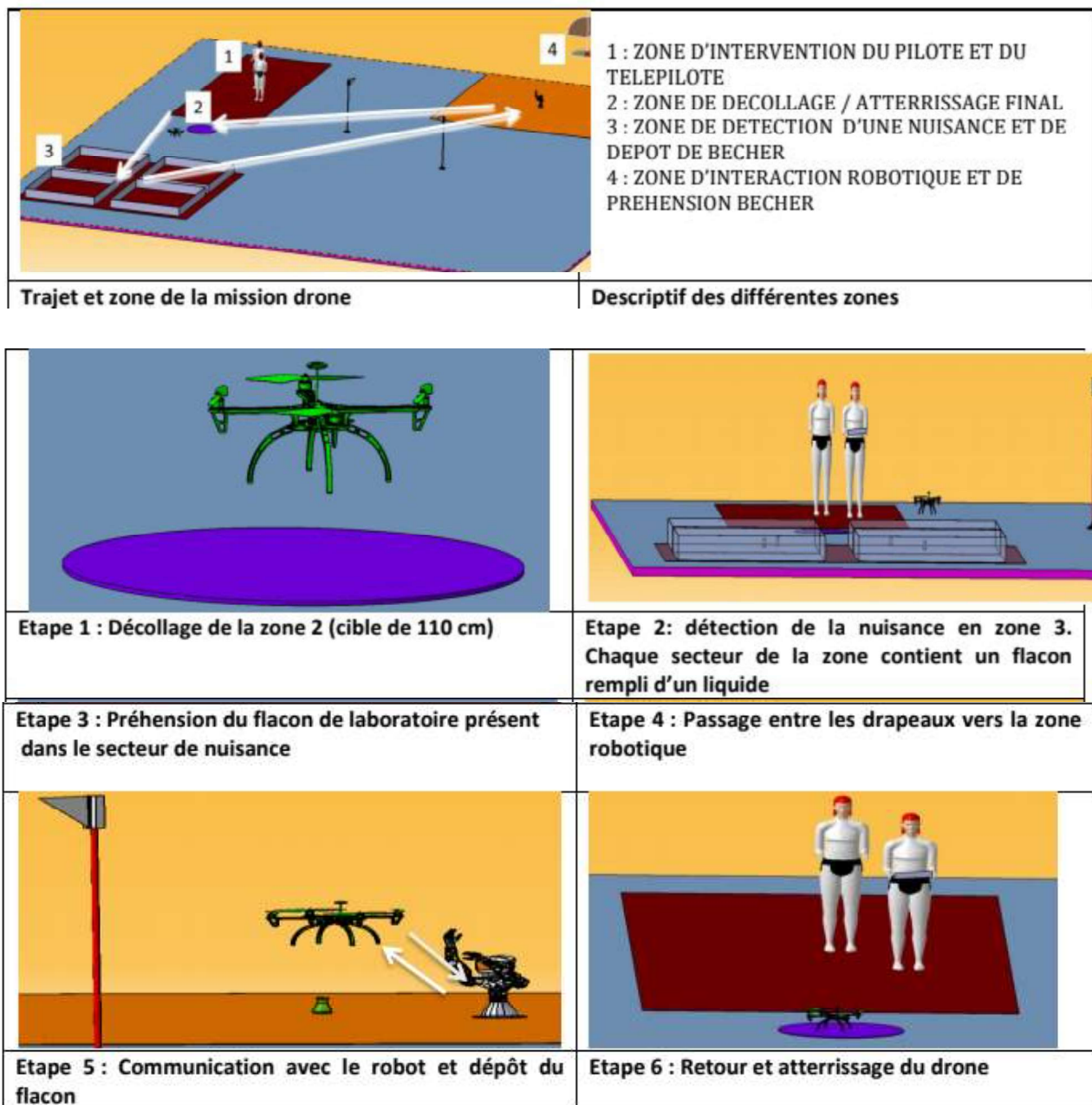


Figure 8 : Description du parcours du drone durant l'épreuve dynamique

b. Flux matériels

Tout le matériel nécessaire au bon déroulement de l'après-midi n'était pas disponible sur place. Pour cela l'ENSAM a mis à disposition une camionnette et une voiture pour amener :

- Tables
- Chaises

- Casques de sécurité
- Gouters pour les lycées
- Rallonges électriques
- Multiprise
- Goodies
- Les prix

c. *Flux humains*

Pour déplacer les lycées ainsi que les membres de l'ENSAM, 11 bus ont été affrétés avec pour planning :

- 10h00 : arrivée sur le campus
- 12h00 : départ du campus
- 12h30 : arrivée sur le site de Saint-Médard-en-Jalles
- 17h00 : départ vers les lycées respectifs

Le rôle des Bachelors continuait de nouveau avec l'orientation des élèves vers les gradins de l'écran géant et celle des équipes vers le gymnase.

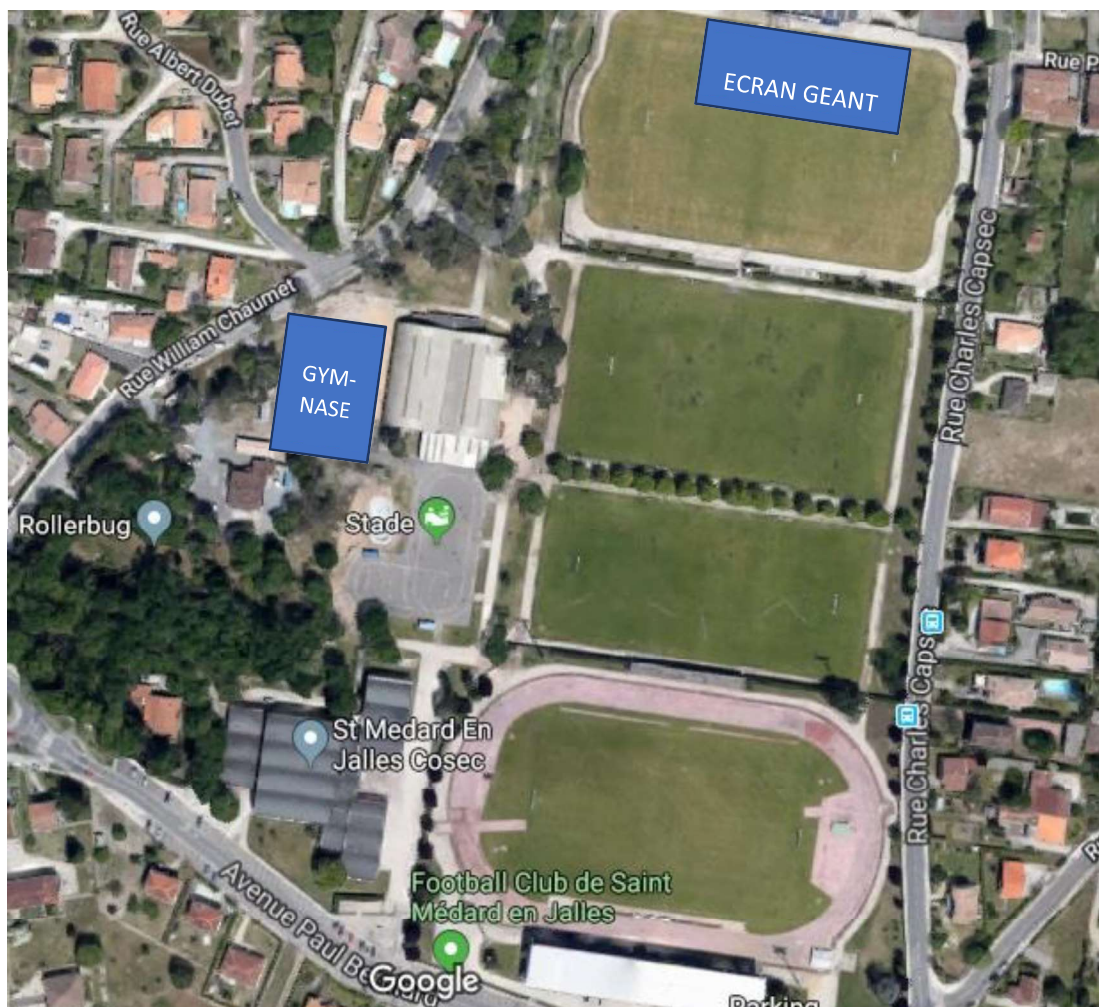


Figure 9 : Plan du site de l'épreuve à St-Médard-en-Jalles

d. Système de notation

Pendant les épreuves qui avaient lieu le 5 juin l'équipe d'élèves devait avoir un support digital pour être capable de faire la compilation des notes de la manière la plus rapide et les ajouter aux résultats des évaluations et épreuves déjà réalisées avant. Pour cela, le pôle organisation ont établi un fichier Excel contenant les fiches d'évaluation avec tous les jalons à évaluer pour chaque équipe dans tout le déroulement du concours :

- Cahier de charges
- Revue de conception
- Epreuve dynamique
- Présentation de la revue de conception définitif

Nous avons créé une feuille Excel par lycée, puis une feuille récapitulant toutes les notes et calculant la moyenne. Si deux lycées arrivent avec le même score, on les départage avec le meilleur temps de l'épreuve dynamique.

Ce fichier s'est rempli au fil des deux premiers jalons, puis en direct le jour de la final pour obtenir le plus vite possible le classement final, avant la délibération des jurys. Le détail d'une feuille est disponible en annexe.

A l'issue de la journée, nous avons donc pu compiler tous les résultats de tous les lycées afin d'établir le classement de tous les participants, également disponible en annexes.

Réalisation

Zones de nuisances

Avant la revue de conception du 29 mars les élèves avaient pour mission d'étudier une large gamme de capteurs qui sont les suivants :

- Un capteur d'eau
- Un capteur de pression
- Un capteur de lumière
- Un capteur de température
- Un capteur de particule

Il était prévu que nous leur révélions le capteur qui serait utilisé à la date de la revue de conception. Nous avons donc étudié les capteurs en même temps que les élèves pour leur annoncer à la date prévue. Pour choisir le capteur le plus adéquat nous nous sommes intéressés à sa difficulté de mise en œuvre et la possibilité de faire une zone de nuisance qui serait identifiable par le capteur dans les conditions du concours.

1. Choix d'un capteur

a. Capteur de particule DSM501A

Dans un premier temps il nous a été demandé d'étudier le capteur de particule. Ce capteur avait été choisi car un début de recherche avait été effectué par des élèves de Bachelor et ils avaient réussi à trouver un programme Arduino pour le faire fonctionner. De plus ce capteur était radicalement différent de celui qui avait été utilisé l'an dernier puisqu'il s'agissait d'une caméra infrarouge.

Fonctionnement

Le capteur comporte une chambre ouverte sur l'extérieure dans laquelle les particules peuvent rentrer. Cette chambre est éclairée par une source de lumière infrarouge. Cette lumière est ensuite diffractée par les particules en suspension dans l'air et finit donc par être projetée sur un détecteur photosensible comme présenté sur la figure suivante.

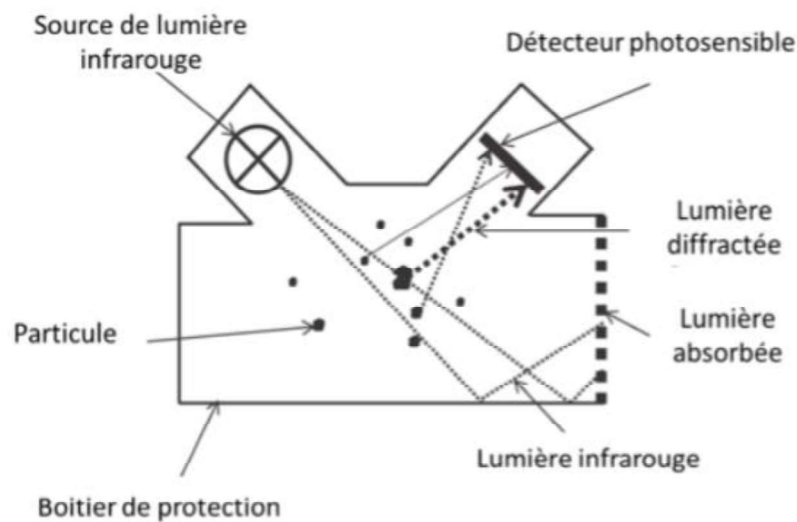


Figure 10 : Schéma du capteur DSM501A

Ainsi le capteur peut détecter des particules d'une taille allant jusqu'à $1\ \mu\text{m}$ pour des concentrations comprises entre $0\ \text{mg}/\text{m}^3$ et $1,4\ \text{mg}/\text{m}^3$.

Phase d'essais

Une fois que nous avons pris connaissance des caractéristiques du capteur nous avons pu utiliser le programme Arduino qui nous a été fourni par les élèves de Bachelor et qui se trouve en annexe. La première chose que nous avons remarqué est que les valeurs que nous renvoyait le capteur n'étaient pas très stables et elles se mettaient à varier énormément dès que nous soufflions dessus ou bien que nous bougions simplement le capteur. Nous en avons donc conclu que si nous venions à utiliser ce capteur pour le concours Mécanodrone le drone devrait se poser complètement à l'arrêt au-dessus de la zone pour pouvoir faire des mesures cohérentes.

Ensuite nous avons fait plusieurs tests afin de trouver une substance qui pourrait nous permettre de faire des zones de nuisance détectables par le capteur. Pour cela nous avons essayé de positionner le capteur au-dessus de plusieurs substances telles que de l'alcool ou de l'acétone. Dans tous les cas les valeurs renvoyées par le capteur n'ont pas plus oscillé qu'elle ne le faisait déjà. Cela peut venir soit du fait que les particules émises par les substances n'étaient pas assez grosses pour être détectées par le capteur, soit les substances utilisées n'émettaient pas assez de particules pour qu'elles soient détectées. Nous sommes quasiment sûrs maintenant que les particules étaient trop petites. En effet nous avons été induits en erreur par une mauvaise traduction du nom du capteur. Il nous avait été présenté comme un **capteur de particule** alors qu'il était présenté comme un « dust sensor » dans sa documentation anglaise qui se traduit plutôt par **capteur de poussière**.

Décision finale

Finalement nous n'avons pas retenu ce capteur pour le concours car trop instable et trop sensible aux déplacements et aux mouvements d'air qui sont inévitables sur un drone. De plus nous n'avons pas réussi à trouver de solutions de zones de nuisance détectable par le capteur.

b. Capteur de température DHT11

La mise en place du capteur de poussière nous ayant pris beaucoup plus temps que prévu principalement à cause de problèmes informatiques - l'installation du logiciel Arduino sur nos ordinateurs a été très compliqué – nous nous sommes vus obligés de nous rabattre sur un capteur beaucoup plus simple à faire marcher et dont la zone de nuisance nous paraissait plus évidente à mettre en œuvre : le capteur de température.

Fonctionnement

Le capteur DHT11 est un capteur de température et d'humidité. Nous l'avons fait fonctionner grâce au programme présenté en annexe. Il permet d'obtenir la température ambiante grâce à des thermistance CTN (Coefficient de Température Négatif) dont la résistance diminue de façon uniforme lorsque la température augmente et vice-versa.

Ce capteur n'est cependant pas très précis. Il s'agit d'un capteur à « petit prix » et il ne permet de donner la température qu'à $\pm 2^\circ\text{C}$ près. Elle est d'ailleurs donnée par le capteur sans aucune décimales.

Phase d'essai

Pour tester le capteur nous l'avons placé au-dessus d'une source de chaleur. Les résultats de cet essai sont présentés ci-dessous.

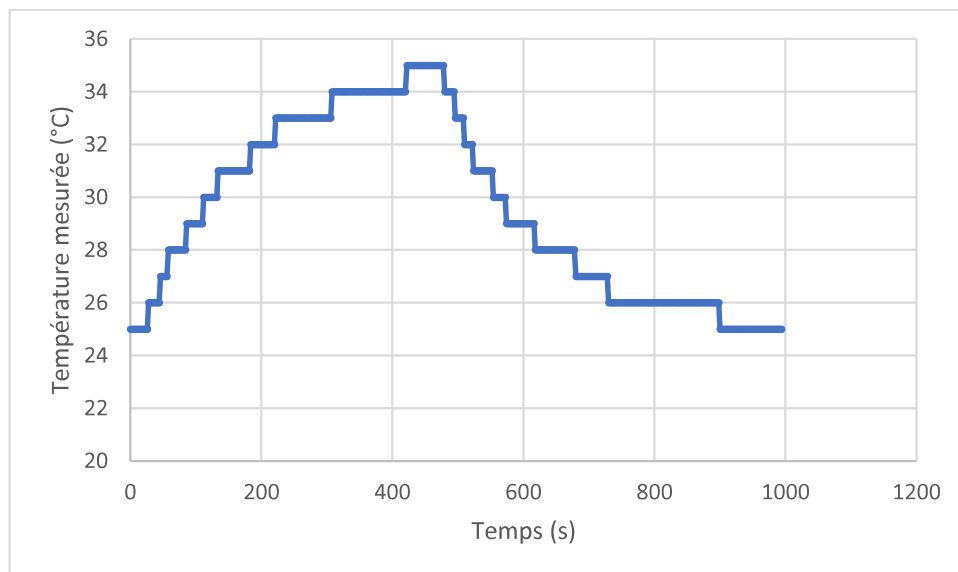


Figure 11 : Evolution de la température mesurée par le capteur DHT11 placé au-dessus d'une source de chaleur

Tout d'abord on peut remarquer que l'évolution de la température est en escalier cela est dû au fait que le capteur est très peu précis. De ce fait, comme il a été dit précédemment le capteur ne donne aucune décimale à la température qu'il mesure.

Dans un premier temps le capteur était placé au-dessus de la source de chaleur jusqu'à délivrer une température supérieure de 10°C à la température ambiante soit jusqu'à environ 470s. Ensuite il a été retiré de la source de chaleur et laissé à l'air libre jusqu'à revenir à sa température initiale. La première chose que l'on peut remarquer c'est que le capteur est très lent. En effet il lui faut plus de 7 minutes pour monter en température et quasiment 9 minutes pour redescendre à température ambiante. Toutefois lorsque l'écart de température entre le capteur et l'air ambiant est très important la température évolue plus vite, le capteur ne met que 2 minutes pour atteindre la première moitié de l'augmentation de température et plus de 5 minutes pour atteindre la température maximale. On observe le même phénomène lors de la redescente en température. Cela est directement lié à l'utilisation de thermistances dans le capteur. Pour pouvoir délivrer une information sur la température ambiante elles doivent elles-mêmes monter en température ce qui prend un certain temps et l'échange de chaleur se fait d'autant plus vite que le différentiel de température est important comme le montrent les lois de la thermique en convection :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = \phi = hS\Delta T \quad \text{où} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q \text{ est la quantité de chaleur échangée} \\ \phi \text{ est le flux thermique} \\ h \text{ est le coefficient de convection thermique du matériau} \\ S \text{ est la surface d'échange} \\ \Delta T \text{ est la différence de température entre le matériau et l'air} \end{array} \right.$$

Décision finale

Malgré l'imprécision et le temps de réponse relativement long du capteur DHT11 c'est celui qui a été retenu pour être présenté au cours de la revue de conception du 29 mars. Nous avons aussi annoncé que la zone de nuisance serait à une température au moins 10°C supérieure à la température ambiante. Ainsi les drones se poseraient sur une zone deux cas de figure se proposeraient à eux :

- Soit la zone est chaude auquel cas ils leur suffiraient de détecter une augmentation de la température du capteur de 3-4°C en 1 ou 2 minutes pour être sûr de cela avant de partir évaluer la deuxième zone.
- Soit la zone est froide auquel cas la température n'aura pas bougé au bout de 1 ou 2 minutes et ils pourront redécoller pour aller évaluer la deuxième zone.

Ainsi en suivant ce protocole on peut identifier assez rapidement la/lesquelles des zones sont chaudes et même si le capteur est monté en température sur la première zone et qu'il n'est pas encore redescendu à sa température initiale on peut quand même évaluer la deuxième zone.

Pour encourager la démarche de recherche des élèves nous ne leur avons pas communiqué ce protocole et nous les avons laissé s'apercevoir par eux-mêmes des temps de réponse du capteur. Nous avons été content de voir qu'au final une grande majorité des candidats en sont arrivés à avoir des protocoles similaires à celui que nous avons imaginé.

2. Fabrication des zones thermiques

La zone à détecter par le drone devait répondre à plusieurs obligations : elle devait tout d'abord permettre une augmentation de la température d'au moins 10° par rapport à la température

ambiante pour être détectable par le capteur. Elle devait également pouvoir être mis en œuvre facilement sur le lieu, l'état chaud ou froid de la zone ne devait pas être visible à l'œil nu, et enfin elle devait être capable de chauffer rapidement à la température souhaitée et redescendre à température ambiante rapidement, car avec le scénario choisi, d'une *battle* à l'autre une zone devait changer d'état. Un autre problème lié au capteur est que l'air brassé par les pales du drone peuvent refroidir le capteur et l'empêcher de détecter la chaleur, il fallait donc que le drone puisse se poser sur la zone pour arrêter ses hélices, sans qu'il s'abîme pour autant.

La première idée a été de prendre des plaques chauffantes en métal, mais leur inertie était beaucoup trop grande, sans parler du fait que ce soit compliqué à trouver et à mettre en œuvre (sauf à acheter des planchas toutes faites...) nous nous sommes donc tournés très vite sur la solution du fil chauffant.

Il nous fallait un fil qui puisse chauffer avec les alimentations disponibles. Les contraintes étaient de pouvoir fonctionner avec une alimentation délivrant 5A et 12V. Nous pensions initialement faire une cible de 80cm x 80cm recouverte par un serpentín dont les lignes seraient espacées de 5cm (cf. schéma).

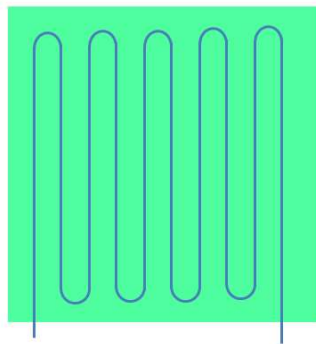


Figure 12 : Disposition de fil chauffant en serpentín

Il nous fallait donc une dizaine de mètre par zone. Le fil chauffant devait également avoir une résistance inférieure à $12/5 = 2.4$ Ohm soit une résistance de 0.24 Ohm/m. Un seul fil correspondait à ce critère : le fil résistif Block RD 100/1,5 de chez Conrad.

Dès que nous avons reçu le matériel, nous avons fait les tests et nous nous sommes rendu compte qu'avec un tel espacement entre les fils, il était impossible d'avoir une densité de flux de chaleur suffisante pour que le capteur détecte quoi que ce soit. Nous avons donc essayé d'autres configurations, et la seule qui donnait de bons résultats consistait en une spirale avec un pas d'environ 1cm. Nous avons donc fait des simulations avec *GéoGebra* pour avoir une idée de la longueur de fil nécessaire sachant que le but était de faire une cible d'environ 80cm de diamètre.

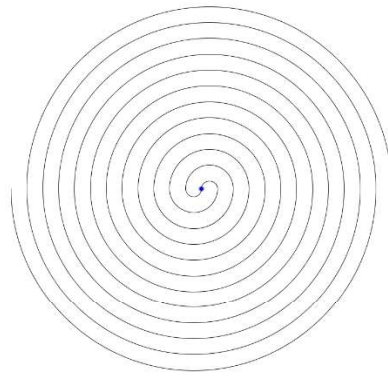


Figure 13 : Disposition du fil chauffant en spirale

Sachant que nous n'avions que 12.6m de fil chauffant par cible, et que nous n'avions pas le temps d'en commander d'autre, et comme une spirale avec un pas de 1 cm ne nous permettait pas de faire une cible assez grosse, nous avons décidé d'élargir à un pas de 1.2 cm, que nous avons estimé être le maximum possible. Cela nous permettait de faire des cibles de 65 cm de diamètre environ, ce qui était moins que prévu, mais pour faire une spirale de 80cm de diamètre, il aurait fallu espacer tellement les fils qu'il aurait été impossible de détecter un écart de 10°C, ce qui était le critère principal. M. Dorosevzki nous a confirmé que cela n'était pas gênant, car si les élèves ont le niveau de pilotage pour attraper une fiole, ils sont tout à fait capables de se poser sur une cible d'une soixantaine de centimètre de diamètre.

Pour avoir une montée en température la plus rapide et la plus importante possible, nous avons testé différentes alimentations, et nous avons finalement pris des alimentations plus puissantes (20V pour 5A). Nous avons également vérifié que cela ne risquait pas de faire fondre les pattes du drone.

Ci-dessous : une des quatre zones construites branchée à son alimentation.

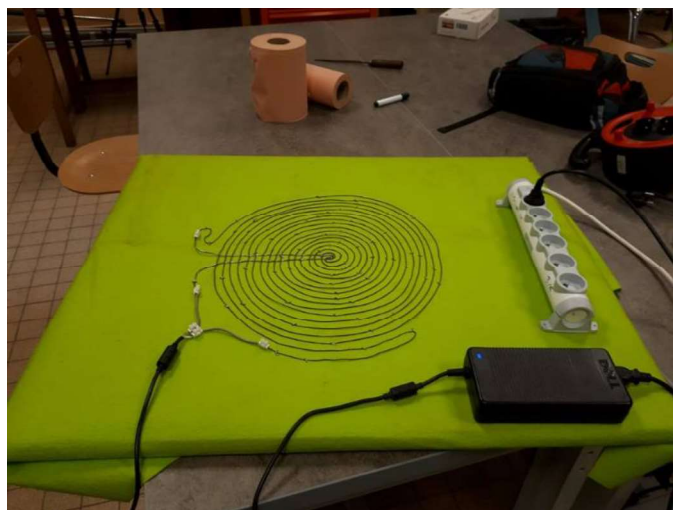


Figure 14 : Zone de nuisance

Enfin nous avons fait un ultime test pour vérifier s'il était possible détecter une augmentation de 10°C en plaçant le capteur à différents endroits, et nous avons vu qu'au-delà de 5cm de hauteur, le

capteur ne pouvait pas détecter d'augmentation significative de la température, pour peu que la température ambiante soit déjà élevée. Nous avons donc envoyé un mail aux lycées leur signalant que nos tests en plaçant le capteur à 5cm de la cible était concluant, mais qu'au-delà nous ne pouvions garantir la détectabilité de la chaleur. Cela a été confirmé lors du concours, seul un lycée n'a pas pris notre mail en compte et a placé le capteur à 13cm du sol, ils n'ont rien pu détecter.

Finalement, même si nous avons dû revoir à la baisse l'exigence quant à la taille de la zone, cela n'a pas affecté le déroulement du concours, car ce critère était en fait surdimensionné.

Pour le concours, nous avons défini à l'avance pour chaque battle quelle zone serait chaude et quelle zone serait froide et imprimé le tableau ci-dessous pour chacun des responsables des zones et pour les deux responsables des robots. Dès que le drone était passé sur les deux zones, avant même la fin de la battle, nous basculions les interrupteurs pour nous mettre dans la configuration de la battle suivante, afin que la zone qui changeait d'état ait le temps de refroidir ou de chauffer.

	PARCOURS 1			PARCOURS 2		
	ZONE 1	ZONE 2	COULEUR	ZONE 1	ZONE 2	COULEUR
BATTLE 1	Chaud	Froid	Rouge	Froid	Chaud	Bleu
BATTLE 2	Chaud	Chaud	Vert	Chaud	Chaud	Vert
BATTLE 3	Froid	Chaud	Bleu	Froid	Chaud	Bleu
BATTLE 4	Chaud	Chaud	Vert	Chaud	Froid	Rouge
BATTLE 5	Chaud	Froid	Rouge	Chaud	Froid	Rouge

Figure 15 : Trame des combinaisons thermiques des zones de nuisances pour l'épreuve finale

Robot Poppy

Poppy est une plateforme robotique open-source basée sur l'impression 3D. Il a été conçu à partir de 2012, dans les laboratoires de l'INRIA de Bordeaux. Ce robot se destine à des applications de recherche, d'éducation et d'art.

Ils existent trois versions du robot Poppy: Poppy Humanoid, Poppy Torso et Ergo Jr. Les robots Poppy que nous avons utilisés sont les Poppy Torso que c'est une version à poser sur le bureau puisqu'il n'a pas de jambes.



Figure 16 : Le robot Poppy Torso

Les Poppy Torso possèdent des moteurs qui leur permettent de bouger le torse, les bras et la tête et d'ouvrir et fermer les pinces.

Le robot Poppy est commandé par une carte *Raspberry Pi* qu'utilise le langage Python, langage utilisé lors des cours de Math/Info, ce qui a facilité l'apprentissage de sa programmation.

1. Prise en main

M. J.L. Charles nous a montré le fonctionnement de Poppy lors de la première séance. Il nous a ainsi montré les fonctions qui permettent de commander les moteurs, lesquels lors de la programmation sont commandés par la position angulaire que l'on désire obtenir et par le temps dans lequel ils doivent parvenir à cette position. Lors de cette séance M. J.L. Charles nous a aussi fait découvrir l'environnement Jupyter via lequel il est possible de faire exécuter des commandes à nos robots. Cela nous a permis de prendre en main la programmation dès la deuxième séance.

Le robot le jour de la finale devait reconnaître la couleur d'une DEL et réagir en fonction de la couleur. Pour pouvoir le faire, l'équipe c'est repartie les charges :

- Fernando a pris en charge la programmation des mouvements de Poppy ;
- Gabriel a pris en charge la réalisation du programme de détection des couleurs en utilisant la caméra du Poppy.

Lors de la réalisation du projet nous avons eu aussi l'idée de faire parler Poppy, en sachant que le programme pour le faire existait déjà et qu'il suffisait de l'implémenter. Cependant, nous avons rencontré un problème : les haut-parleurs utilisés généraient beaucoup trop de bruit résiduel pour donner à Poppy une diction compréhensible. De plus, le jour du concours, avec tout le bruit des

participants, écouter Poppy allait être compliqué. En conséquence nous avons décidé de ne pas faire parler Poppy le jour de la finale.

2. Programmation des mouvements

Lors de la programmation des mouvements nous avons suivi le protocole suivant:

1. Imaginer la position que nous voulions obtenir ;
2. Utiliser un robot Poppy avec les moteurs compliants et le positionner à la main dans la position désirée.

Les moteurs sont dits « compliants » lorsqu'ils ne sont pas bloqués dans leur position. Si Poppy est compliant, on peut le faire bouger en fonction des différents axes à la main. Si les moteurs ne sont pas compliants alors les positions sont bloquées et on ne peut pas le bouger à la main. Cependant, il est nécessaire que les moteurs ne soient pas compliants pour que ceux-ci puissent faire bouger Poppy.

3. En déduire la position angulaire de chaque axe de rotation lorsque le Poppy se trouve dans cette position.
4. Introduire dans le programme les positions angulaires. A chaque fois que nous programmions un nouveau mouvement, nous le faisons à des vitesses réduites pour éviter l'endommagement des moteurs et du robot. Si le mouvement mettait en œuvre les de bras de Poppy, nous procédions alors à la programmation du mouvement sur un seul bras uniquement avant de le tester sur les deux pour éviter tout endommagement.
5. Une fois la programmation du mouvement validé, nous les exécutions à la vitesse désirée.

Nous avons dû programmer des mouvements du robot Poppy pour la journée de la revue de conception ainsi que pour la journée de la finale. Les objectifs des mouvements pour chacune des journées étaient différents.

a. Journée de la revue de conception

Pour la revue de conception l'objectif était de programmer des mouvements très visuels dans le but d'attirer l'attention des étudiants et d'éveiller leur curiosité auprès du robot.

Pour cette journée nous avons utilisé des fonctions que nous avons programmé lors du projet, mais nous nous sommes aussi aidés de fonctions qui étaient déjà existantes dans la mémoire du robot.

Parmi les fonctions utilisées pour la revue de conception nous avons: une fonction avec laquelle Poppy fait semblant de dormir, un fonction « réveil » activée lorsque les étudiants s'approchaient, un mouvement de salutations, puis d'autres fonctions permettant de montrer ls capacités motrices de Poppy de façon très visuelle.

Finalement lors de cette journée, les élèves ne se sont révélés uniquement intéressés par les règles et conditions de la compétition. Lorsqu'ils venaient voir le robot, ils souhaitaient seulement savoir comment Poppy allait bien pouvoir détecter la couleur montré par leurs drones le jour de la finale, surtout comment ils pourraient bien eux communiquer la bonne couleur au robot.

En conclusion, les fonctions programmées pour la revue de conception n'ont pas été très utiles puisque les lycéens n'ont pas réellement porté d'intérêt à Poppy.

b. Journée de la finale

Pour le jour de la finale nous devons programmer trois fonctions de mouvement du robot:

- Position « attentif » : lorsque le drone s'approche de Poppy doit avoir une position d'attention pour faire savoir aux pilotes des drones qu'il était prêt à détecter la couleur.

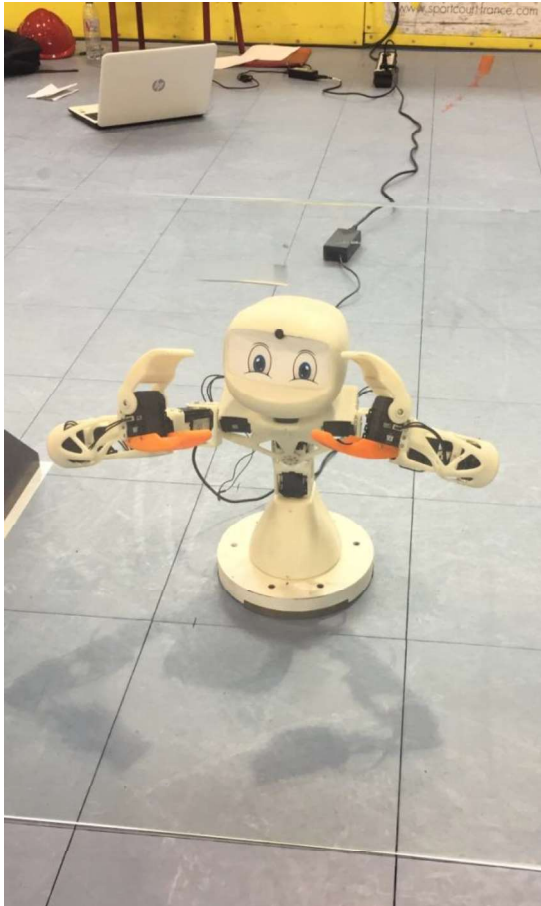


Figure 17 : Poppy en position de détection de couleur

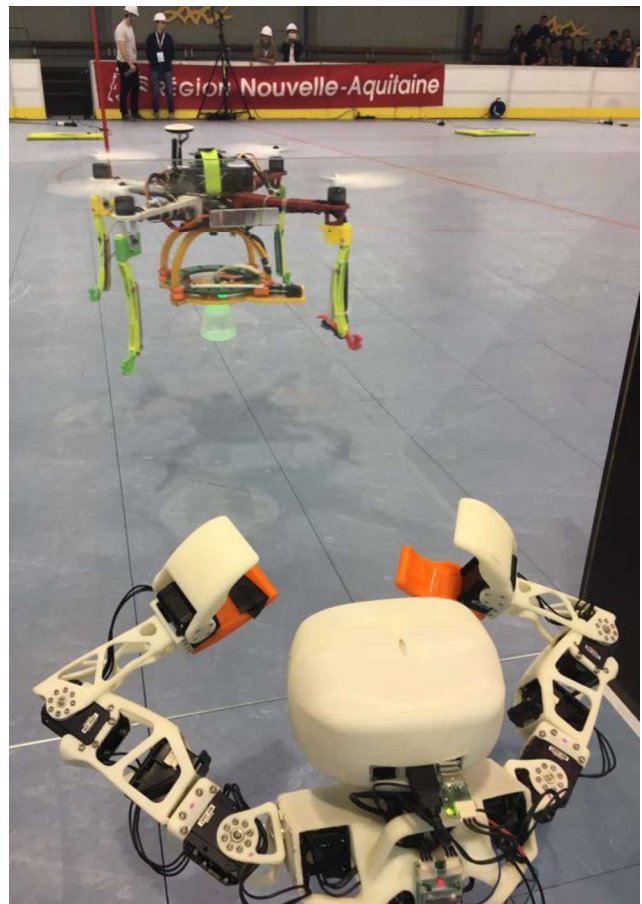


Figure 18 : Poppy en action devant un drone

- Position « correct » : lorsque Poppy détecte la couleur des DEL et qu'elles sont de la couleur attendue, il lance les bras en l'air puis les redescend pour montrer sa joie. Il répète ce mouvement trois fois.

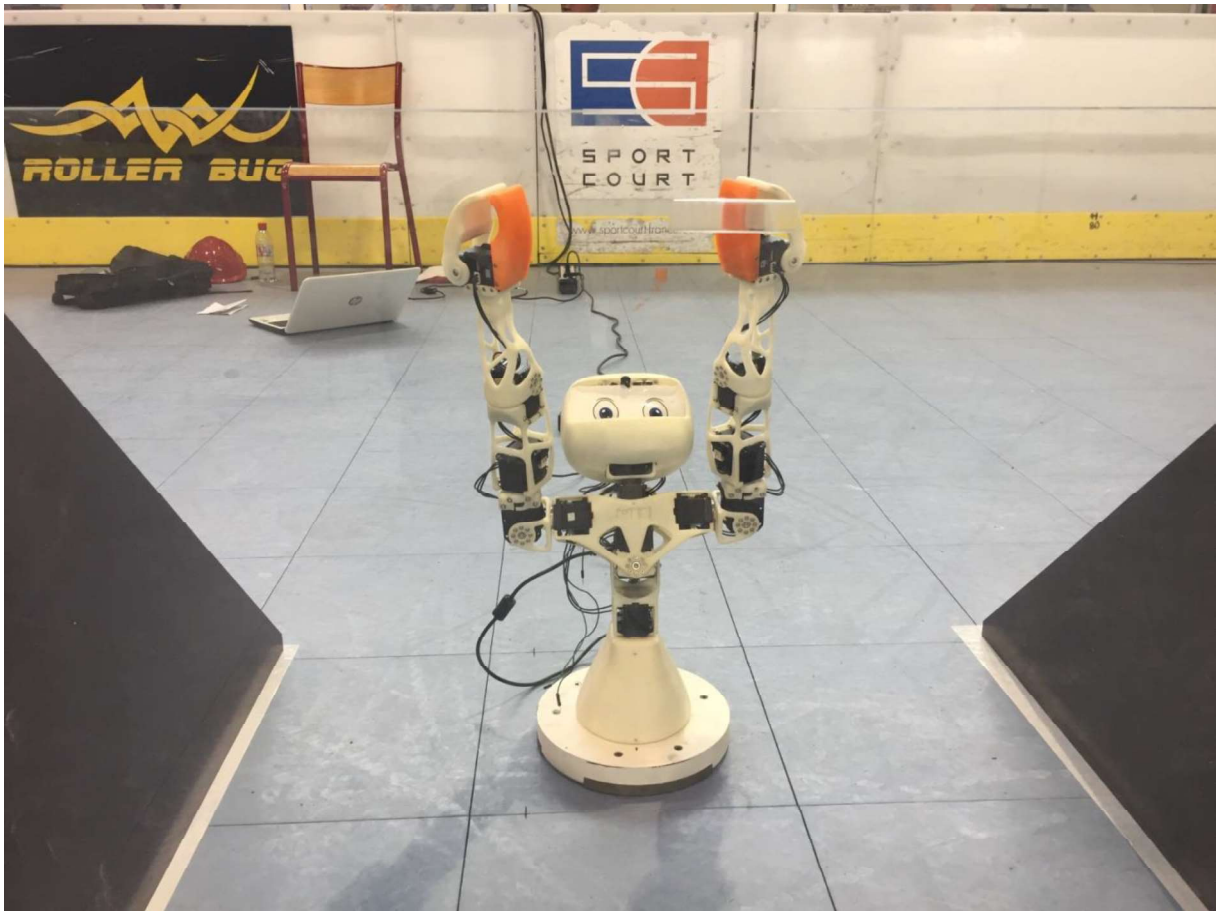


Figure 19 : Poppy content après une détection correcte

- Position « incorrect » : lorsque Poppy détecte la couleur des DEL et qu'elles ne sont pas de la couleur attendue, il met sa tête entre ses mains puis commencer à faire non avec la tête pour montrer qu'il est désolé.

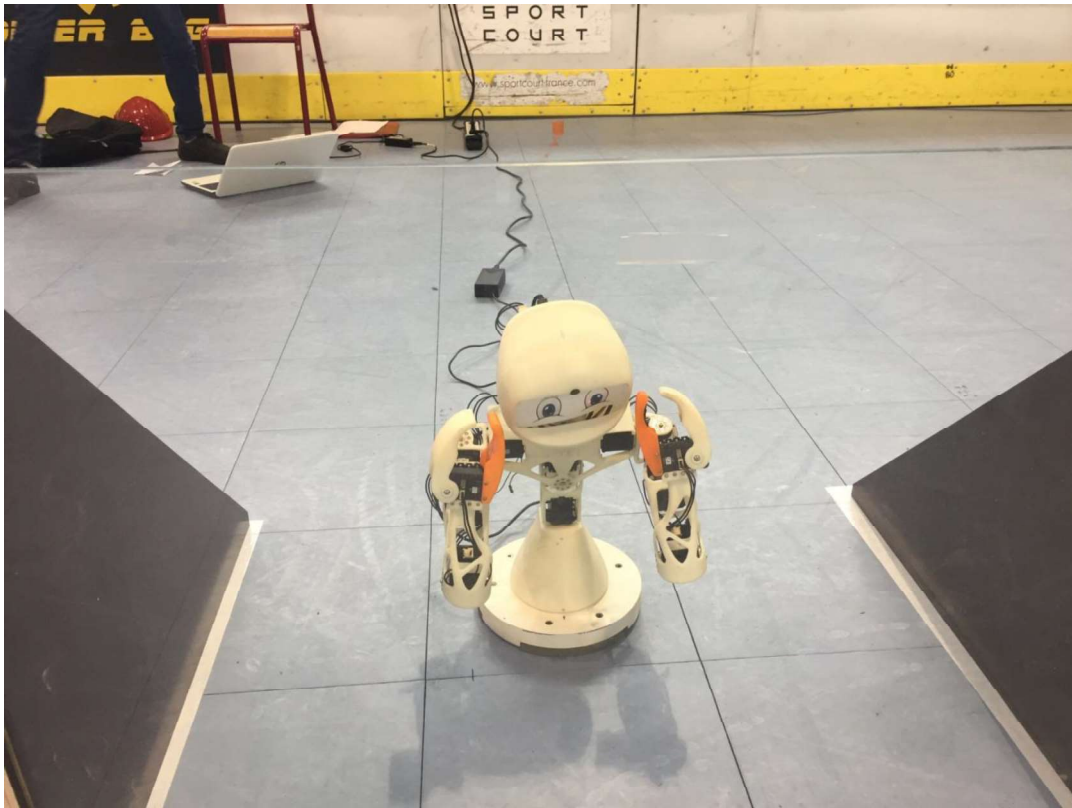


Figure 20 : Poppy désolé détection d'une mauvaise couleur

3. Reconnaissance de couleur

Une partie clé de la partie programmation de ce projet a résidé dans l'utilisation de Poppy pour effectuer de la reconnaissance de couleur. Comme expliqué brièvement plus haut, lors de la finale de l'évènement, chaque drone a dû analyser des zones thermiques, en déduire leurs températures respectives et restituer les résultats aux jurys. Pour communiquer cette analyse, Poppy agit donc comme intermédiaire, et doit pouvoir reconnaître les couleurs affichées par les drones. Le code couleur est explicité dans le tableau récapitulatif des *battles*, et le robot réagit en conséquence relativement à la couleur attendue (voir partie précédente).

Il a donc fallu mettre en place un moyen de distinguer du rouge, du vert du bleu de l'environnement de Poppy grâce à sa caméra frontale.

Poppy est commandé via l'application web *Jupyter* en Python, nous avons donc décidé de développer notre propre module Python afin de l'implémenter dans un notebook IPython. Pour cela, nous nous sommes basés sur la version Python d'une bibliothèque de traitement d'image très connu : OpenCV



Figure 21 : Logo du module de traitement d'image OpenCV

OpenCV propose de très nombreuses fonctionnalités. Pour la reconnaissance de couleurs, nous avons axés notre stratégie sur le compte de la quantité de pixels de la couleur à détecter sur l'image. En pratique, cela consiste à appliquer un filtre pour chaque *frame* du flux vidéo. Les captures ci-après permettent d'illustrer le principe :

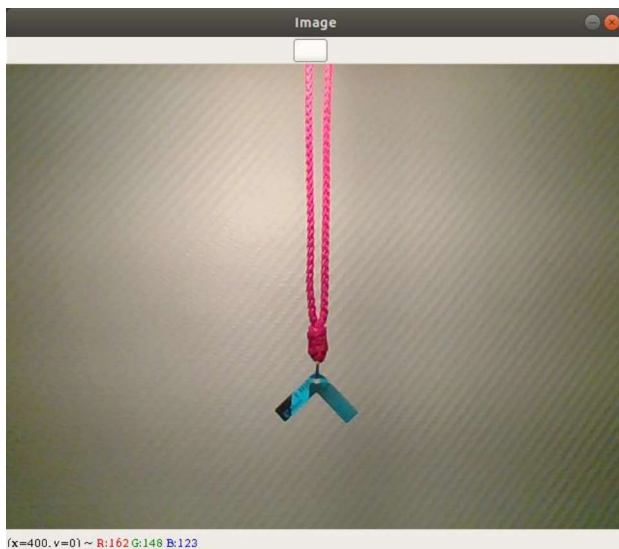


Figure 22 : Image non-traitée



Figure 23 : Image filtrée en rouge

Ainsi, compter les pixels de couleur rouge revient à compter les pixels de couleur « non-noir ».

Le principe de l'algorithme repose sur ce filtrage, effectué pour chaque image en temps réel pour les trois couleurs à chercher. On fixe alors un seuil, et dès qu'un nombre de pixels d'une couleur le dépasse pour un nombre d'itérations fixé, la recherche s'arrête et la couleur en est déduite.

Concrètement, toute cette détection est effectuée dans le module `detector.py` et lors de la programmation effective de Poppy, cela ne prend que quelques lignes dans une cellule d'un notebook IPython. En pratique, nous avons d'ailleurs créé trois cellules différentes à exécuter en fonction de la couleur attendue par une *battle*.

Si cette reconnaissance fonctionne bien dans nos environnements de test, nous avons rencontré pas mal de soucis de détection dans les endroits trop illuminés. En effet, avec un peu trop de lumière, la fiole qui doit prendre la couleur de la DEL placée en son intérieur apparaît à la caméra comme blanche, rendant impossible un bon discernement. Malheureusement, nous nous sommes retrouvés dans ce cas lors de la finale du concours. Nous avons donc dû envisager une solution plus

« manuelle » que nous avons heureusement préalablement codée en prévision d'un problème de ce genre.

Conclusion

Ce projet a été très intéressant pour nous car il nous a permis de développer des compétences « classiques » lors de la programmation de Poppy, de l'étude des capteurs ou bien de la réalisation de la zone de nuisance mais nous avons aussi développé des compétences « transverses », notamment des compétences en organisation nécessaires pour planifier la revue de conception ou bien la finale du concours. Il nous a aussi permis de voir l'organisation d'un événement dans sa globalité.

Nous sommes finalement très contents du résultat de ce projet. Le 5 juin la revue de conception et l'épreuve dynamique se sont déroulées sans accroc. Le seul problème que nous avons rencontré a été une zone de nuisance qui n'a pas fonctionné au moment de la démonstration au public à cause d'un court-circuit. Le problème a été très vite identifié et nous avons pris grand soin pendant la compétition à s'assurer que toutes les zones chauffaient lorsque nous les allumions.

Le bilan de ce projet est donc très positif, aussi bien au niveau technique au vue du peu de problèmes survenus qu'au niveau de notre satisfaction en tant qu'équipe ayant travaillé tout un semestre vers un objectif commun.

Ressources

- http://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_tutorials.html

Annexes

Annexe 1 : Liste de diffusions d'emails	32
Annexe 2 : Fiche d'évaluation cahier des charges	33
Annexe 3 : Fiche d'évaluation revue de conception 29 mars	34
Annexe 4 : Fiche d'évaluation de conception du 5 juin	35
Annexe 5 : Fiche d'évaluation de l'épreuve dynamique	36
Annexe 6 : Exemple de la notation totale d'un lycée	37
Annexe 7 : Classement global des participants	38
Annexe 8 : Programme Arduino pour le capteur DSM501A.....	39
Annexe 9 : Programme Arduino pour le capteur DHT11.....	40
Annexe 10 : Module Python de détection de couleurs	41

*Annexe 1 : Liste de diffusions d'emails***DDFPT (Directeur Délégué aux Formations Professionnelles et Technologiques / logistique et organisation) :**

- guillaumechapu@gmail.com
- chefdetravaux@lyceedupaysdesoule.fr
- laurent.lafarge@ac-limoges.fr
- ddfpt.kastler@ac-bordeaux.fr
- christophe.verdeau@ac-bordeaux.fr
- jerome.vignaud@ac-bordeaux.fr
- sti2dsinitec.cabanis@gmail.com
- j-m.darricau@orange.fr
- carine.bezin@ac-bordeaux.fr
- max.gil@ac-bordeaux.fr
- j-jacques.guitton@ac-bordeaux.fr
- alexandre.rey@ac-limoges.fr

Référent enseignant (pédagogie) :

- guillaumeCHAPU@gmail.com
- chefdetravaux@lyceedupaysdesoule.fr
- sti2dfavard@gmail.com
- mecanodrone.kastler@gmail.com
- mecano.cantau@gmail.com
- florent.brousse24@gmail.com
- lycee.de.baudre.agen@gmail.com
- cdt.debaudre@gmail.com
- sti2dsinitec.cabanis@gmail.com
- corine.m.alexis@gmail.com
- alain.bideberry@wanadoo.fr
- gramondrp@gmail.com
- jjguitton33@gmail.com
- francis.geneste87@gmail.com
- f.m.pereira23@gmail.com
- flaportega@gmail.com

Liste des élèves ingénieurs :

- fernandoski.cuenca@gmail.com
- gabriel.rozzonelli@ensam.eu
- rdlpof@gmail.com
- baudouin.dubourg-izart@gadz.org
- lrm.riviere@gmail.com
- paul.mizzi@gadz.org

Liste des membres de l'ENSAM :

- arnaud.poirier-ducrocq@ensam.eu
- dominique.scaravetti@ensam.eu
- chloe.damaret@ensam.eu
- jean-luc.charles@ensam.eu
- dominique.doroszewski@ensam.eu

Annexe 2 : Fiche d'évaluation cahier des charges

CONCOURS MECANODRONE 2018

Fiche d'évaluation du cahier des charges

Lycée :

PRESENTATION		
		/1
PRISE DE CONNAISSANCE DU PROBLEME		
		/1
ANALYSE DU PROBLEME		
		/2
RECHERCHE DES SITUATIONS DE VIE		
		/1
ETUDE DRONE		
		/1,5
ETUDE CAPTEUR		
		/1,5
CAHIER DES CHARGES		
FONCTION		/1
CRITERE		/1

CONCOURS MECANODRONE 2018

Fiche d'évaluation revue de conception

Lycée :

Jury :

QUALITE PRESENTATION
/1

ANALYSE DU PROBLEME
/2

AVANCEMENT GLOBAL DU PROJET
/1

QUALITE DE LA DEMARCHE
/2

ETUDE DRONE
/2

ETUDE CAPTEUR
/2

CONCOURS MECANODRONE 2018

Fiche d'évaluation revue de conception finale

Lycée :

Jury :

QUALITE PRESENTATION	/1
QUALITE DE LA DEMARCHE	/2
ANALYSE DES PROBLEMES	/1
ETUDE SYSTEME DE PREHENSION	/2
ETUDE DU CAPTEUR	/2
ETUDE SYSTEME DE COMMUNICATION AVEC POPPY	/2

CONCOURS MECANODRONE 2018

Fiche d'évaluation d'épreuve dynamique

Lycée :

Détection de la zone polluée en moins de 3 minutes	/3
Saisi du flacon	/3
Maintien du flacon en vol	/3
Communiquer avec Poppy	/1
Pas d'intervention humaine extérieure pendant l'épreuve	/2
Délestage du flacon	/2
Maintien du niveau de liquide dans le flacon	/2
Temps	/4
TOTAL	/20

Annexe 6 : Exemple de la notation totale d'un lycée

NOM DU LYCEE		IDENTIFICATION		LYCEE DU PAYS DE SOULE	
EVALUATION CAHIER DE CHARGES					
PRESENTATION	NOTE OBTENU	NOTE MAX			
PRISE DE CONNAISSANCE DU PROBLEME	0,5	1			
ANALYSE DU PROBLEME	1	1			
RECONSTRUCTION SITUATION DE VIE	1,5	2			
ETUDE DRONE	1	1			
ETUDE CAPTEUR	0,75	1,5			
CAHIER DE CHARGES FONCTIO CRITERE	1,5	1,5			
	0,5	1			
TOTAL	1	1			
	7,75	10			
EVALUATION REVUE DE CONCEPTION 29/03					
QUALITE PRESENTATION	NOTE OBTENU	NOTE MAX			
ANALYSE DU PROBLEME	1	1			
AVANCEMENT GLOBAL DU PROJET	2	2			
QUALITE DE LA DEMARCHE	1	1			
ETUDE DRONE	2	2			
ETUDE CAPTEUR	1	2			
TOTAL	1	2			
	8	10			
EVALUATION REVUE DE CONCEPTION 05/06					
QUALITE PRESENTATION	NOTE OBTENU	NOTE MAX			
QUALITE DE LA DEMARCHE	1	1			
ANALYSE DES PROBLEMES	2	2			
ETUDE SYSTEME DE PREHENSION	1	1			
ETUDE DU CAPTEUR	2	2			
ETUDE SYSTEME DE COMMUNICATION AVEC POPPY	2	2			
TOTAL	2	2			
	10	10			
PESEE DU DRONE					
MASSE PESEE	1,632	MASSE MAXIALE	2		
EPREUVE DYNAMIQUE					
DETECTION DE LA ZONE POLLUEE EN MOINS DE 3 MINUTES	NOTE OBTENU	NOTE MAX			
SAISIE DU FLACON	3	3			
MAINTIEN DU FLACON EN VOL	3	3			
COMMUNIQUER AVEC POPPY	3	3			
PAS D'INTERVENTION HUMAINE EXTERIEUR PENDANT L'EP	1	1			
DELESTAGE DU FLACON	2	2			
MAINTIEN DU NIVEAU DE LIQUIDE DANS LE FLACON	2	2			
TEMPS	2	2			
TOTAL	4	4			
	20	20			
TEMPS					
TEMPS	00:05:00 minutes	5			

Annexe 7 : Classement global des participants

	EVALUATION CAHIER DES CHARGES	EVALUATION REVUE DE CONCEPTION	EPREUVE STATIQUE 05/06	EPREUVE DYNAMIQUE 05/06	TOTAL	TEMPS	RANG	
PAYS DE SOULE	15,5	16	20	20	17,9	5	1	PAYS DE SOULE
GEORGES CABANIS	16	17	15,666667	14	15,7	5,46	2	GEORGES CABANIS
JEAN FAVARD	14	13	15	20	15,5	4,4	3	JEAN FAVARD
RAOUL DAUTRY	15	16	15	9	13,8	9,3	4	RAOUL DAUTRY
SAINT EXUPERY	15	17	10	10	13,0	7,28	5	SAINT EXUPERY
CANTAU ANGLET	16	18	9,6666667	8	12,9	12	6	CANTAU ANGLET
ALFRED KASTLER	16	14	15,5	5	12,6	10	7	ALFRED KASTLER
BORDA - DAX	16	14	20	0	12,5	15	8	BORDA - DAX
JB DE BAUDRE	14	15	7	14	12,5	7,16	9	JB DE BAUDRE
JEAN MONNET	10	15	6	0	7,8	15	10	JEAN MONNET

Annexe 8 : Programme Arduino pour le capteur DSM501A

```

1 // Connect the Pin_2 of DSM501A to Arduino D8
2 // Connect the Pin_3 of DSM501A to Arduino 5V
3 // Connect the Pin_5 of DSM501A to Arduino GND
4
5 #include<string.h>
6
7 byte buff[2];
8 int pin = 8;
9 unsigned long duration;
10 unsigned long starttime;
11 unsigned long endtime;
12 unsigned long sampletime_ms = 5000;
13 unsigned long lowpulseoccupancy = 0;
14 float ratio = 0;
15 float concentration = 0;
16
17 int i = 0;
18
19 void setup() {
20   Serial.begin(9600);
21   pinMode(8, INPUT);
22   starttime = millis();
23 }
24
25 void loop() {
26
27   duration = pulseIn(pin, LOW);
28   lowpulseoccupancy += duration;
29   endtime = millis();
30   if ((endtime-starttime) > sampletime_ms)
31   {
32     ratio = (lowpulseoccupancy-endtime+starttime + sampletime_ms)/(sampletime_ms*10.0);
33     concentration = 1.1*pow(ratio,3)-3.8*pow(ratio,2)+520*ratio+0.62;
34     Serial.print("lowpulseoccupancy:");
35     Serial.print(lowpulseoccupancy);
36     Serial.print("  ratio:");
37     Serial.print(ratio);
38     Serial.print("  DSM501A:");
39     Serial.println(concentration);
40     lowpulseoccupancy = 0;
41     starttime = millis();
42
43   }
44 }

```

Annexe 9 : Programme Arduino pour le capteur DHT11

```
1 #include "DHT.h" // Librairie des capteurs DHT
2 #define DHTPIN 4
3 #define DHTTYPE DHT11 // DHT 11 (AM2301)
4
5 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
6
7 void setup() {
8 // put your setup code here, to run once:
9 Serial.begin(9600);
10 Serial.println("DHTxx test!");
11
12 dht.begin();
13 }
14
15 void loop() {
16 // put your main code here, to run repeatedly:
17 delay(2000);
18 // Lecture du taux d'humidité
19 float h = dht.readHumidity();
20 // Lecture de la température en Celcius
21 float t = dht.readTemperature();
22 // Pour lire la température en Fahrenheit
23 float f = dht.readTemperature(true);
24
25 // Stop le programme et renvoie un message d'erreur si le capteur ne renvoie aucune mesure
26 if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
27 Serial.println("Echec de lecture !");
28 return;
29 }
30 float hi = dht.computeHeatIndex(f, h);
31
32 Serial.print("Temperature: ");
33 Serial.print(t);
34 Serial.print(" *C ");
35 Serial.print('\n');
36 }
```

Annexe 10 : Module Python de détection de couleurs

```

                                                    detector_2.py
import cv2
import numpy as np

def count_colored_pixels(frame):

    # Count non-black pixels in a frame
    n_color = np.count_nonzero(np.sum(frame, axis=2))

    return n_color

class Color():

    def __init__(self, label, hue, eps=2):
        """Color with hue value between 0 and 179"""

        self.label = label
        self.low = np.array([hue - eps if hue >= eps else 0, 100, 100],
dtype='uint8')
        self.up = np.array([hue + eps if hue <= 179 - eps else 179, 255, 255],
dtype='uint8')
        self.filter = None
        self.quantity = None

    def __str__(self):
        return self.label

    def __lt__(self, color):
        return self.quantity < color.quantity

    def __eq__(self, color):
        return self.quantity == color.quantity

    def get_mask(self, frame_HSV):
        return cv2.inRange(frame_HSV, self.low, self.up)

class Detector():

    # Devices
    WEBCAM = 0
    CAMERA = 1

    # Colors
    RED_LOW = Color("Rouge", 5)
    BLUE = Color("Bleu", 120)
    YELLOW = Color("Jaune", 30)
    GREEN = Color("Vert", 60, 5)

    # Set of colors
    COLORS = (RED_LOW, BLUE, GREEN)

    def __init__(self, device=WEBCAM, display=False, delay=5, saturation=False):

```

```

                                detector_2.py
self.device = device
self.display = display
self.delay = delay # in ms
self.saturation = saturation

self.scanning = False
self.object_color = None
self.times_same_color_detected = 0

def start_scan(self):

    self.scanning = True

    # Run the video capture
    self.cap = cv2.VideoCapture(self.device)

    while self.scanning and self.times_same_color_detected < 15:

        # Get the frame
        _, frame = self.cap.read()

        # Convert the frame into HSV format
        frame_HSV = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

        # Check if saturation is asked
        if self.saturation:
            # Add saturation to each pixel
            frame_HSV[:, :, 1] = np.clip(frame_HSV[:, :, 1] +
self.saturation, 0, 255)

        # Apply the color masks
        for color in self.COLORS:
            color.filter = cv2.bitwise_and(frame, frame,
mask=color.get_mask(frame_HSV))

        self.look_for_object(5000)

        # Display images if asked
        if self.display:
            cv2.imshow("Image", frame)
            for color in self.COLORS:
                cv2.imshow("Filtre {}".format(color.label.lower()),
color.filter)

        # Look for manual interrupt
        command = chr(cv2.waitKey(self.delay) & 255)
        if command == 'r':
            self.object_color = self.RED_LOW
            self.stop_scan()
        elif command == 'v':
            self.object_color = self.GREEN

```

```

                                detector_2.py
        self.stop_scan()
    elif command == 'b':
        self.object_color = self.BLUE
        self.stop_scan()

self.cap.release()

if self.display:
    cv2.destroyAllWindows()

print("Couleur : {}".format(self.object_color))

def stop_scan(self):
    self.scanning = False

def look_for_object(self, threshold): #frame, threshold):
    """Method looking for a sufficient amount of colored pixels relatively
to the set threshold"""

    for color in self.COLORS:
        try:
            color.quantity = count_colored_pixels(color.filter)
        except:
            pass

    # Get the color with the most pixels
    most_important_color = max(self.COLORS)

    # Check if there is enough colored pixels
    if most_important_color.quantity > threshold:
        # Check if the color detected has changed or gone
        if most_important_color == self.object_color:
            self.times_same_color_detected += 1
        else:
            # If color changed
            self.object_color = most_important_color
            self.times_same_color_detected = 0
            print("Detection...")
    else:
        self.object_color = None
        # Reset the counter
        self.times_same_color_detected = 0

if __name__ == "__main__":
    from time import sleep
    det = Detector(Detector.WEBCAM, True, 5, 50)
    det.start_scan()

```