



Projet Mécanodrone

Un projet pour les spécialités de 1STI2D

Nathalie CALAS-CADEVILLE, professeure en STI2D au lycée Jean Favard de Guéret

Stéphane DEPLAUDE, professeur en STI2D au lycée Aragon de Givors

Yann LE GALLOU, professeur SII Ingénierie Electrique, Formateur académique IS & SysML

Régis RIGAUD, IA-IPR STI, Académie de LIMOGES



Innovation Technologique
Ingénierie et développement
durable

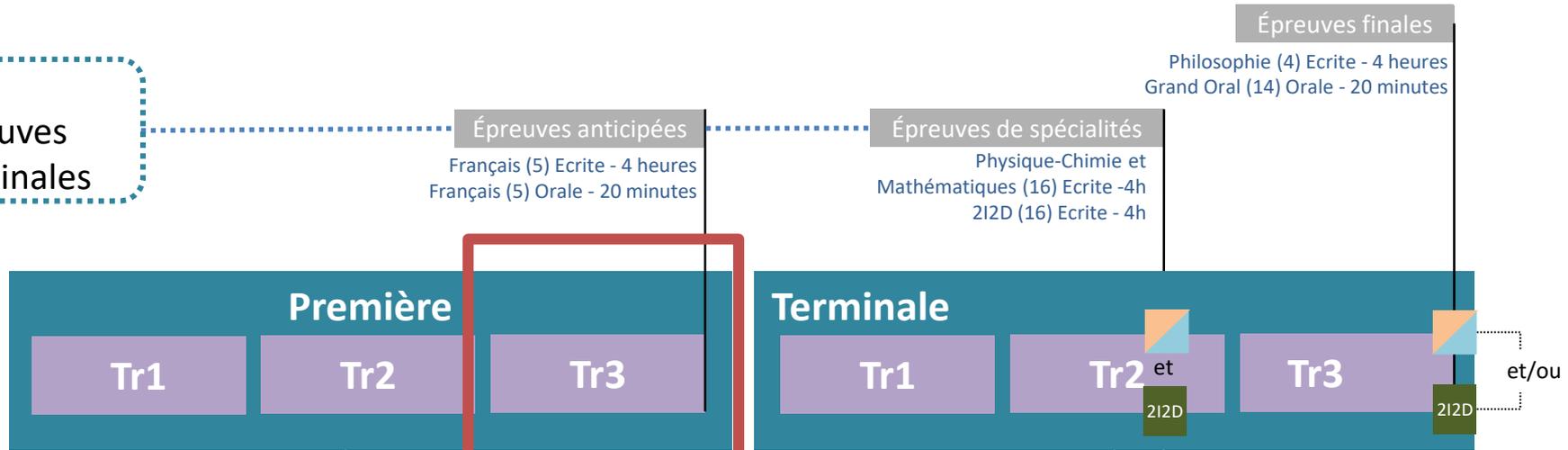


Sommaire

- 1. L'organisation en projets**
- 2. Quel support pour un projet IT-I2D ?**
- 3. Projet Mécanodrone**
- 4. Objectifs visés**
- 5. Phase 0** : Rédaction du cahier des charges par l'équipe enseignante
- 6. Phase 1** : Appropriation du cahier des charges
Planification du projet
Constitution progressive des équipes
- 7. Phase 2** : Etude comportementale
Apports de connaissances
Construction du diagramme d'activités
- 8. Phase 3** : Recherche de solutions constructives
Apports de connaissances
Modélisation – Design
- 9. Phase 4** : Prototypage et intégration
- 10. Phase 5** : Evaluation selon définition de la certification



Les épreuves terminales



Epreuves en contrôle continu

IT
I2D
M
PC

Enseignements de spécialité

Enseignements du socle de culture commune

- Français
- Philosophie
- Histoire-géographie
- Enseignement moral et civique
- Langue vivante A
- Langue vivante B
- Mathématiques
- Education physique et sportive

Le sujet, de 20 pages maxi, s'appuie sur 2 supports maximum

Épreuve écrite de 2I2D

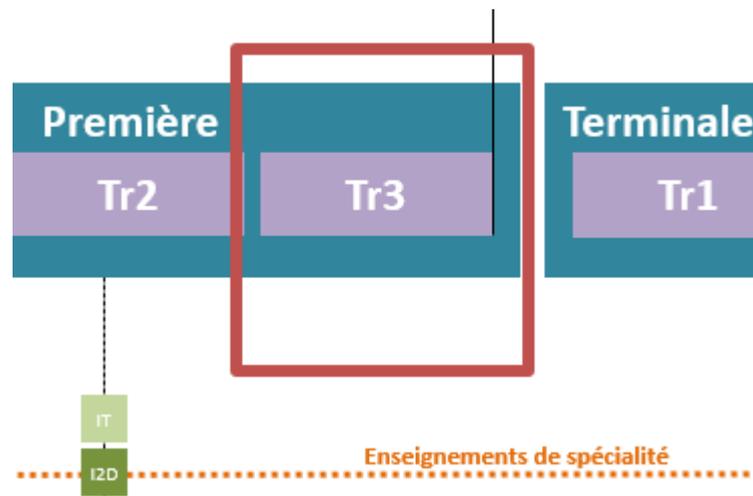
Un problème sur un produit pluritechnique	Un exercice par champ spécifique
Champ commun	EE AC
	SIN ITEC
3h	1h



Mini projets de première

Projet collaboratif de terminale

36 H pour relever un défi



36 H de projet
pour apprendre
à apprendre

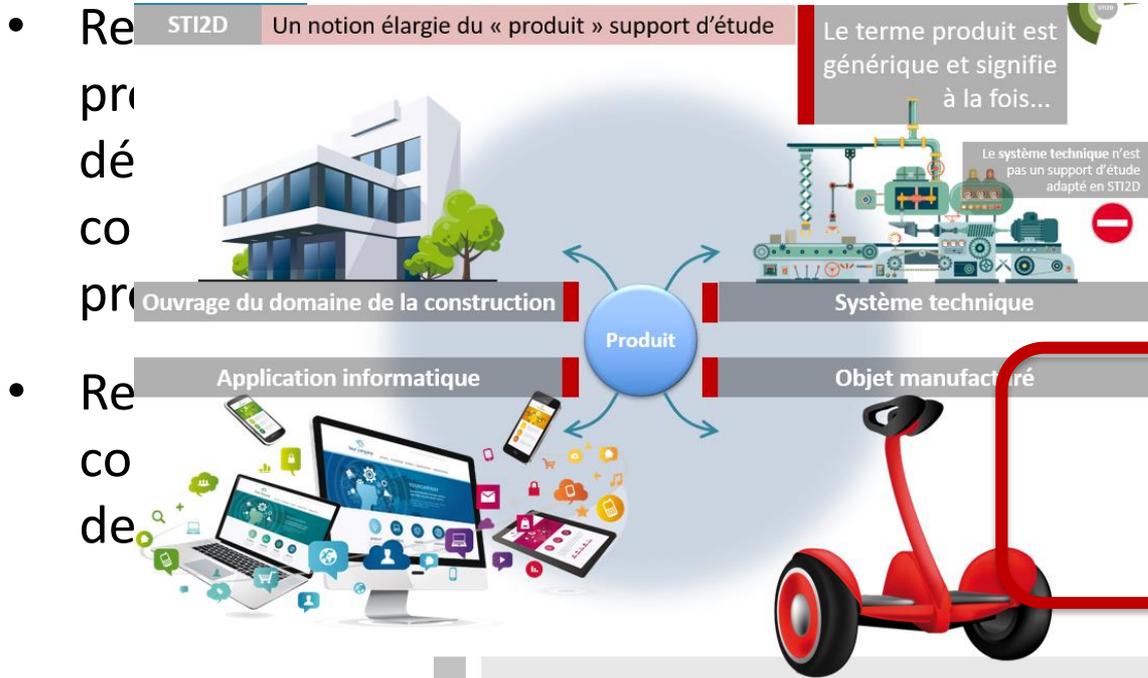
36 H de projet pour
apprendre et pour
évaluer



Quel support pour un projet IT-I2D ?

IT

I2D



Re
co
de



Projet « Mécanodrone »

IT

I2D



RÉGION ACADÉMIQUE
NOUVELLE-AQUITAINE

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE

MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION





Projet Mécanodrone, en quoi consiste le défi ?

IT

I2D





Caméra

Couleur
?



Mesure de température sur deux zones.

Le flacon disposé entre les deux zones contient 100ml d'eau et devra être coloré selon les résultats des mesures de températures.

Le flacon doit être transporté et présenté au robot Poppy.

Si la couleur est correcte Poppy valide l'échantillon.

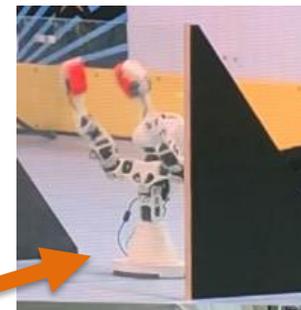
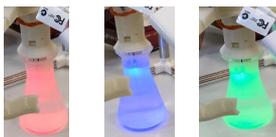


Détection de la zone contaminée et communication avec le robot

IT

I2D

- Le code couleur :
- Zone 1 chaude → **Rouge**
- Zone 2 chaude → **Bleu**
- Zone 1 & 2 chaudes → **Vert**



Caméra





Caractéristiques techniques du drone

IT

I2D



ROTORS

- Nombre de rotors : 4
- Composition d'un rotor :
 - Moteur : DJI 2212 – 920 KV
 - Hélice DJI 1038 (CW ou CCW)
- Puissance consommée en vol stationnaire : 234 W
- Puissance consommée à vitesse verticale maxi : 334 W



BATTERIE

- Batterie : LiPo Kypom 4S 3300 mAh 35C (16 V)
- Masse sans batterie : 1,250 kg
- Masse avec batterie de série : 1,6 kg
- Autonomie moyenne : 10 minutes



Objectifs visés

IT

I2D

Objectifs déjà abordés
en IT et I2D au cours de
l'année

Objectifs principaux
visés à travers le projet
Mécanodrone

O1 - Caractériser des produits ou des constituants privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable

O2 - Identifier les éléments influents du développement d'un produit

O3 - Analyser l'organisation fonctionnelle et structurelle d'un produit

O4 - Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère

O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

O6 – Préparer une simulation et exploiter les résultats pour prédire un fonctionnement, valider une performance ou une solution

O7 – Expérimenter et réaliser des prototypes ou des maquettes



IT

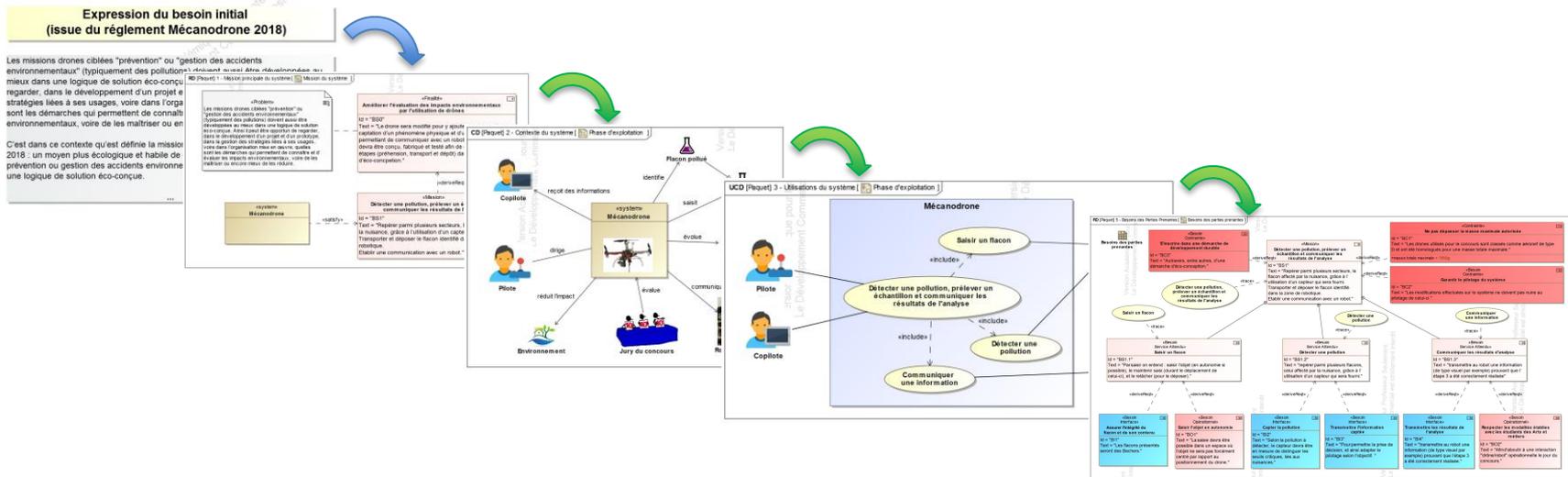
I2D

Les différentes phases du projet du point de vue de l'équipe enseignante



IT
I2D

Phase 0 : Rédaction du cahier des charges par l'équipe enseignante.





IT

I2D

Phase 1 :

**Appropriation du cahier des charges
par les élèves**

+

Planification du projet

+

Constitution progressive des équipes





ETUDE DU CAHIER DES CHARGES

- Un **document de guidance** ainsi que toutes les ressources nécessaires sont fournis aux élèves (format html réalisé sous Opale)
- On constitue des équipes par îlots. Chaque équipe a pour mission de compléter les diagrammes de description de la démarche d'ingénierie système (IS) mise en œuvre. Ceux-ci permettent de définir la mission du produit, le contexte, les cas d'utilisations.
- Pour chaque diagramme :
 - une équipe présentera à la classe le diagramme
 - toutes les équipes sont invitées à donner leur avis et proposer d'éventuelles retouches.
 - la discussion permet d'établir le diagramme définitif.

Consultation des ressources (règlement du concours)

Finalisation des diagrammes au format SysML

Présentation de chaque diagramme par une équipe différente

Questionnement / critique / correction

Synthèse



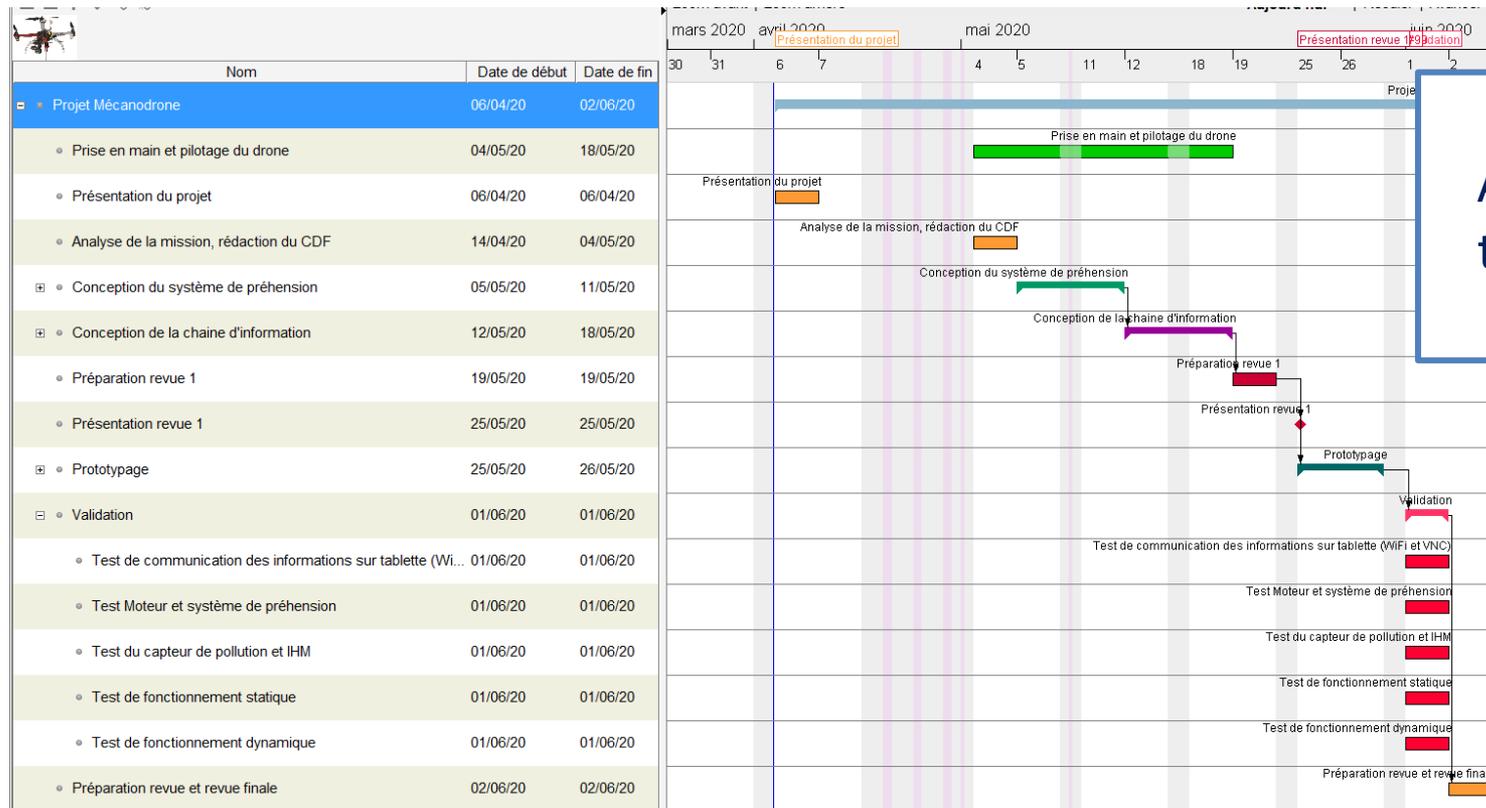
IT

I2D



Planification : constitution du diagramme de Gantt

IT
I2D



Activité
tutorée



O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

I2D

IT

Compétences	Connaissances	IT	I2D
CO5.4. Planifier un projet (diagramme de Gantt, chemin critique) en utilisant les outils adaptés et en prenant en compte les données technico-économiques	1. Principes de conception des produits et développement durable		
	1.1. La démarche de projet 1.1.1. Les projets industriels - Principes d'organisation et planification d'un projet (développement séquentiel, découpage du projet en fonctions élémentaires ou en phases, phases de réalisation). - Contexte réglementaire des projets.	2 2	



Organisation des tâches. Découverte du diagramme de Gantt. Les revues de projet sont repérées sur le diagramme et les différentes phases détaillées.





Phase 2 :

Etude comportementale

+

Apports de connaissances

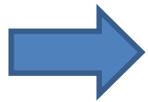
+

Construction du diagramme d'activités



Situation problème

Démarche pédagogique mobilisée



- Un capteur différent est fourni à chaque équipe ainsi qu'un document de guidance format html, par exemple, et un diaporama à compléter.



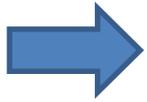
- Les capteurs permettent d'acquérir différents paramètres (température, humidité, pression atmosphérique, luminosité, particules...).

Les connaissances de « Sciences Physiques-Chimie » sont mobilisées lors de cette activité.

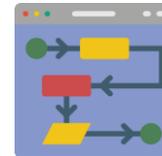


Situation problème

Démarche pédagogique mobilisée



- Pour chacun des capteurs, il faut imaginer quelle pollution il pourrait détecter et de quelle façon l'étalonner.
- Cela implique que chaque équipe conçoive un protocole expérimental, un algorithme et le code correspondant.
- **Chaque équipe rendra compte de ses travaux à l'oral.**





I2D

IT

O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

Compétences	Connaissances	IT	I2D	Liens sciences
CO5.7. Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues	2.4.2 Acquisition et restitution de l'information		2	Mesures et incertitudes
	Acquisition d'une grandeur physique (principe, démarches et méthodes, notions requises).			
	2.4.3. Codage et traitement de l'information		2	
	2.4.4. Transmission de l'information		2	
	2.4.5. Structure d'une application logicielle		2	

La structure matérielle nécessaire à l'acquisition, au traitement et à la communication de l'information est développée en prenant appui sur des connaissances acquises en I2D





Les connaissances liées à l'acquisition de l'information

- L'utilisation des différents capteurs fournis met en évidence le besoin de se référer à des connaissances vues en I2D

3.2.3. Acquisition et codage de l'information

Fiche de Connaissances au format zip.
Étirer le contenu puis ouvrir le fichier "index.html" avec un navigateur web.

223 Acquisition et codage de l'information

Introduction

Les signaux liés à l'acquisition d'un grandeur physique peuvent être de nature : analogique, numérique ou logique.

Analogique

Numérique Binaire

Nature des signaux

Protocole d'expérimentation

Signaux numériques : bus one wire, bus I2C....



Analyse comportementale relative au système de préhension



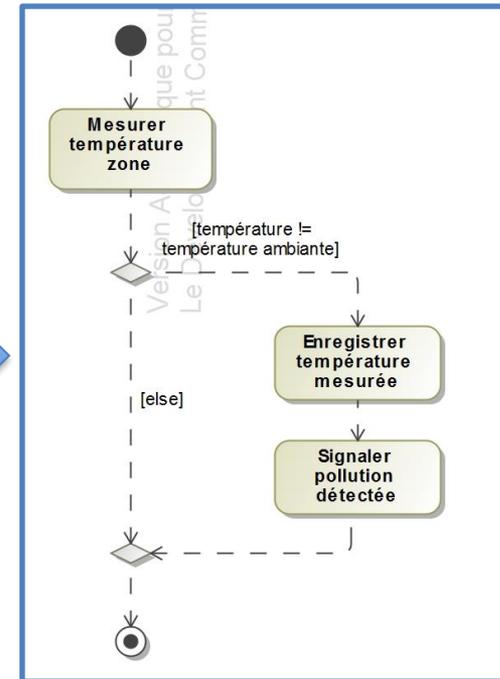
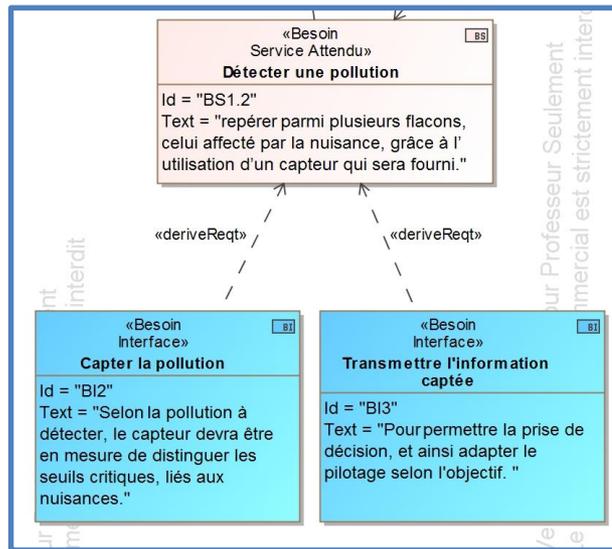
À ce stade le capteur de pollution définitif est imposé.

Les équipes doivent donc mener une réflexion sur l'intégration du capteur ainsi que sur la saisie du flacon pollué.



Analyse fonctionnelle - Diagramme d'activités du système

Selon les tâches qui lui incombent, chaque équipe élabore un algorithme .





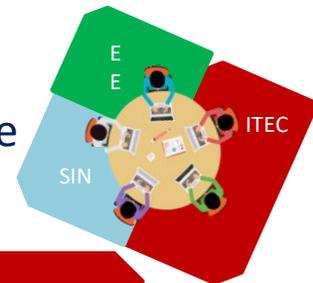
Phase 3 :

Recherche de solutions constructives
+
Apports de connaissances
+
Modélisation - Design



Recherche de solutions constructives

- Pour cette étape du projet les membres de chaque équipe doivent se partager les tâches.



- 2 élèves travaillent sur la recherche de solutions constructives du système de préhension.

- 2 élèves travaillent sur la recherche de solutions constructives de la chaîne d'information :
 - Acquisition, traitement et communication sur une IHM à distance.

- 1 élève travaille sur la recherche de solutions constructives de la chaîne de puissance :
 - Alimentation, distribution de la puissance et conversion.



O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

I2D

IT

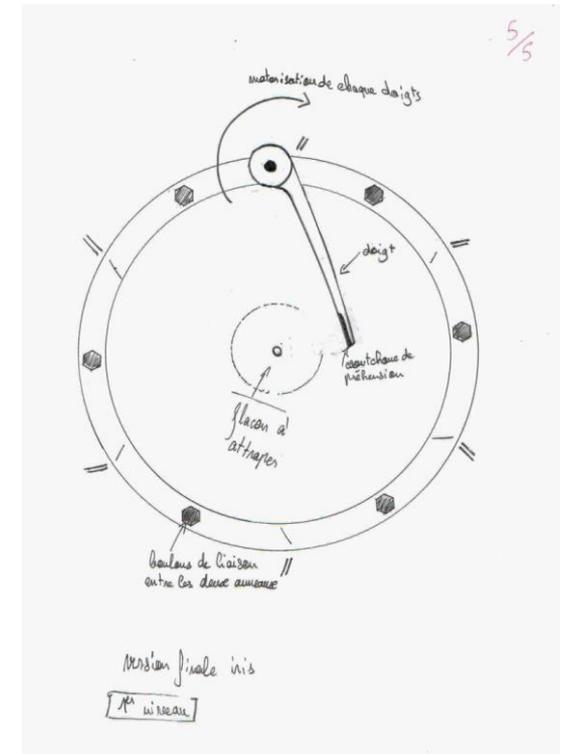
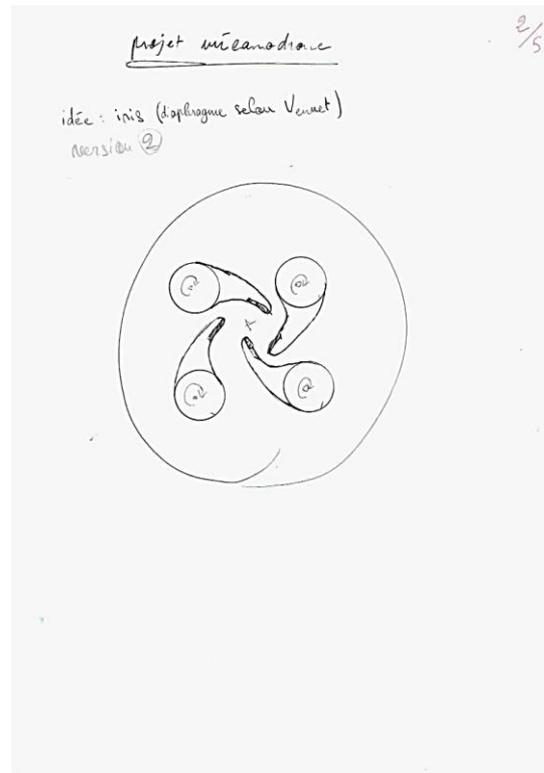
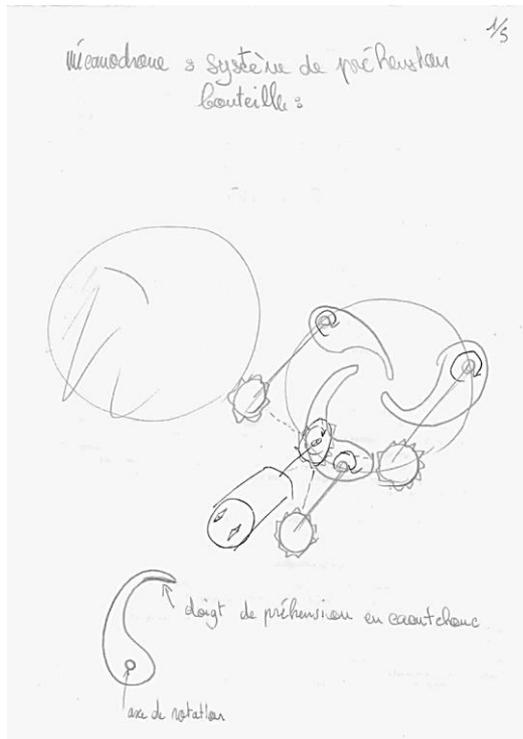
Compétences	Connaissances	IT	I2D
CO5.1. S'impliquer dans une démarche de projet menée en groupe	1. Principes de conception des produits et développement durable		
	1.1. La démarche de projet - Rôle, fonctions et responsabilité des principaux intervenants d'un projet (maître d'ouvrage, d'œuvre, entreprises, coordonnateurs, contrôleurs). - Animation d'une équipe projet.	2	



Le projet permet de faire découvrir les différents rôles possibles pour les membres d'une équipe.



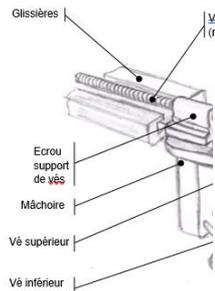
Exemple d'un travail d'élève



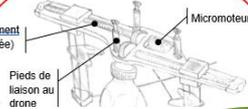


Recherche de solutions constructives

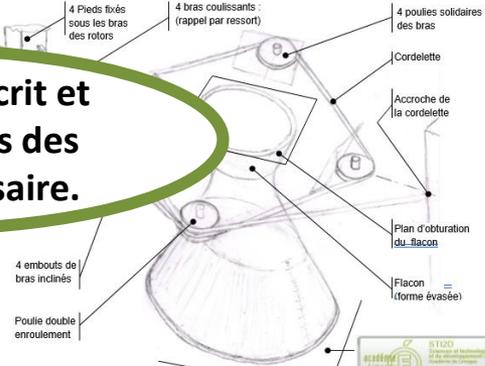
Solution 2 : Système Vés auto-centreurs



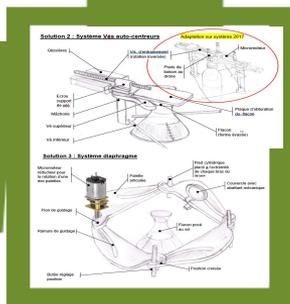
Adaptation sur système 2017



Solution 1 : Système cordelette (tous les systèmes ont pour objet de centrer le flacon dans une cible de 56 mm par rapport au centre de gravité et de respecter la masse de 1950g)



L'enseignant décrit et traduit les idées des élèves si nécessaire.



rod cylindrique acé à l'extrémité de chaque bras du rme
Couvercle avec abattant mécanique

sé

Butée réglage position

Position croisée



Mobilisation du numérique pour la mise à disposition de ressources

• Démarche de



O4 – Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère

I2D

IT

Compétences	Connaissances	IT	
CO5.5. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue	1. Principes de conception des produits et développement durable		
CO5.7. Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues	1.1. La démarche de projet - Contexte réglementaire des projets.	2	
	1.4. Créativité et innovation technologique - Méthodes de créativité rationnelles et non rationnelles. - Intégration des fonctions et optimisation du fonctionnement transfert de t	2 2	



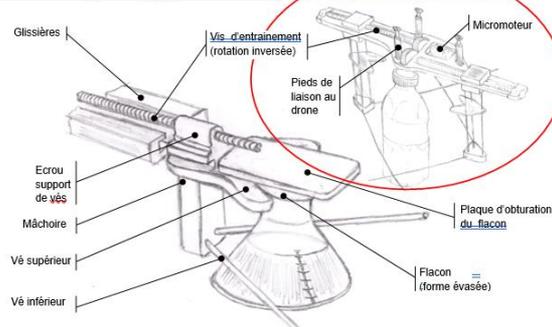
Créativité





Recherche de solutions constructives

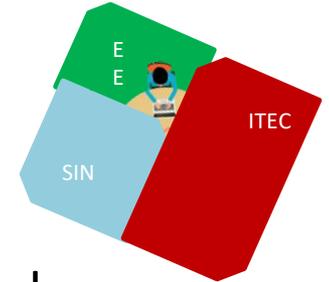
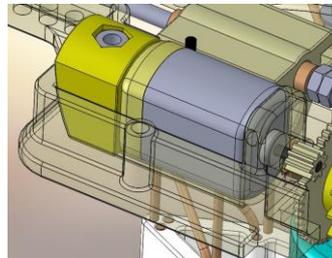
Solution 2 : Système Vés auto-centreurs



Intégration de la solution constructive choisie pour la conversion de puissance électrique en puissance mécanique de rotation :

L'enseignant fait le choix d'une machine de petite taille à disposition dans le laboratoire

- Démarche de créativité



Mobilisation du numérique pour la mise à disposition de ressources



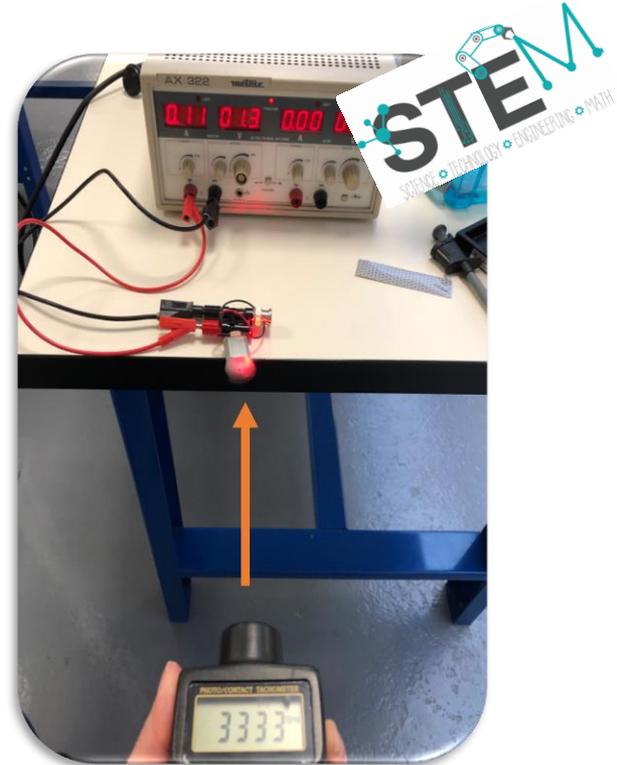
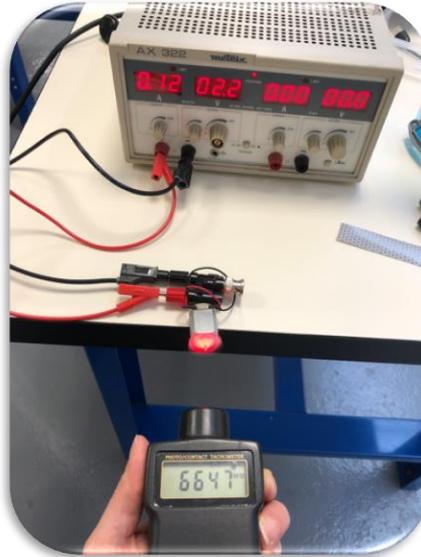
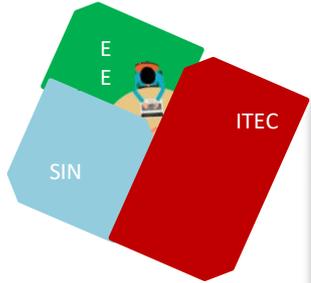


Situation problème : 30 secondes maximum pour saisir le flacon





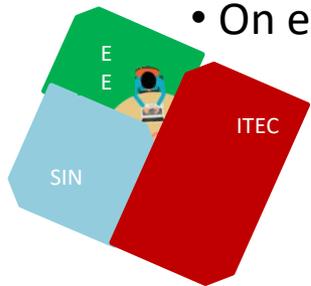
Essais de la machine afin de caractériser la vitesse de rotation





Variation de vitesse

- On envisage une variation de vitesse par modulation de largeur d'impulsion



Caractéristiques du 8835 :

- Hacheur pouvant commander 2 moteurs à courant continu
- Alimentation de 1.5V à 11V
- Signal de commande de 2V à 7V
- Courant de sortie : 1.2A par moteur et 2.4A pour un seul moteur



Mobilisation du numérique pour la mise à disposition de ressources



O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

Compétences	Connaissances	IT	I2D
CO4.1 Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés	1. Principes de conception des produits et développement durable		
	1.1.2 communication technique - Cartes mentales, représentations numériques, diagrammes SysML pertinents, prototype et maquette, croquis et schémas non normalisés, organigrammes.	2	
	4. Eco-conception des produits		
	4.1.2 Outils de représentation schématique - Schéma architectural (mécanique, énergétique, informationnel).		2



Utilisation des outils de représentation adaptés



I2D

IT

I2D

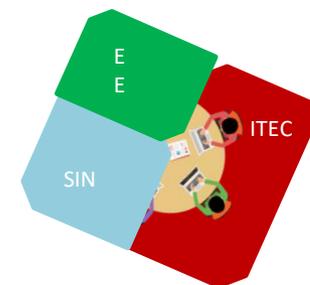
IT



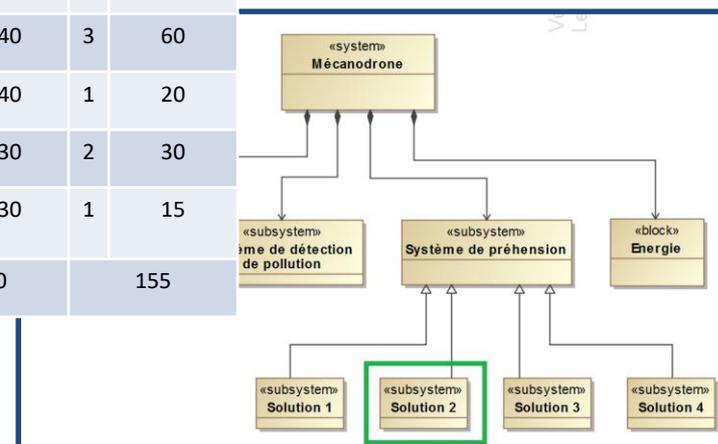
Recherche de solutions constructives (système de préhension)

• Critères de choix

Attribuez une note de 0 à 3 à chaque exigence suivant le respect supposé de celle-ci. Appliquez le coefficient de l'importance de ces exigences défini à côté pour caractériser la solution retenue.



Exigences	%	Solution 1		Solution 2		Solution 3		Solution 4	
BC1 : Ne pas dépasser la taille maximale autorisée	30	3	90	3	90	2	60	1	30
BC2 : Garantir le pilotage du système	20	2	40	3	60	2	40	3	60
BI1 : Assurer l'intégrité du flacon	20	2	40	3	60	2	40	1	20
BO1 : Saisir l'objet en autonomie	15	2	30	2	30	2	30	2	30
BC3 : S'inscrire dans une démarche de développement durable	15	2	30	2	30	2	30	1	15
TOTAL :	100	230		270		200		155	





O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

Compétences	Connaissances	IT	I2D
CO5.5. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue	4. Eco-conception des produits		
	4.2. Démarches de conception		
CO5.7. Définir la structure matérielle, la constitution d'un produit, les caractéristiques économiques attendues	4.2.3. Choix des constituants - Choix d'une solution : critères de choix associés à une conception ou à l'intégration d'une solution dans un produit, coût	2	

I2D

IT

Les choix de solutions auront déjà été abordés en IT en cours d'année. Le projet permet de revenir sur ces connaissances.



Recherche de solutions constructives

Synoptique des constituants de la chaîne d'information



- Chaîne d'information : le capteur est imposé.
- Traitement de l'information : Raspberry Pi.

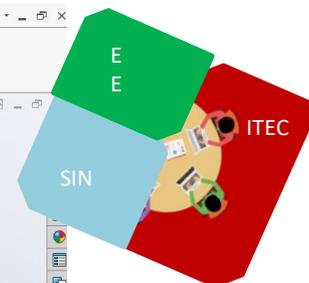


O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

Compétences	Connaissances	IT	I2D	
CO4.1 Décrire une idée, un principe, une solution. un	1. Principes de conception des produits et développement durable			
	1.1.2 communication technique	2		
Compétences	Connaissances	IT	I2D	Liens science
CO5 Défi CO5.5. Proposer des solutions à un problème mat technique identifié en participant à des démarches cons de créativité, choisir et justifier la solution retenue proc CO5.7. Définir la structure matérielle, la constitution carad'un produit en fonction des caractéristiques tech technico-économiques et environnementales et el attendues atte	5. Solutions constructives			I2D
	5.3. Constituants de l'information			IT
	5.3.1. Capteurs, conditionneurs	2		I2D
	5.3.2. Constituants d'IHM	2		IT



Modélisation de la solution retenue



Les modèles numériques du drone et du flacon sont fournis.

En IT, se limiter à modifier/compléter un assemblage à partir d'un composant fourni.

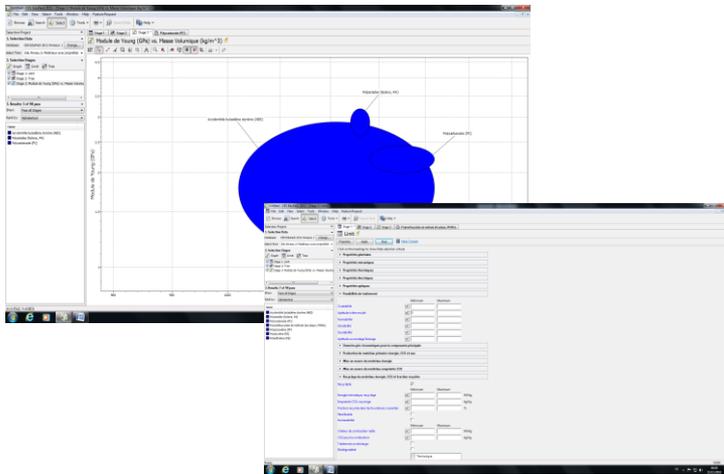


Optimisation et choix des solutions retenues

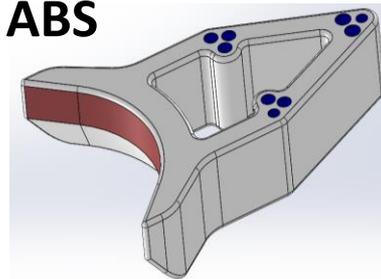
Optimisation volumique par rapport aux surfaces fonctionnelles

Hierarchiser et justifier les critères de choix :

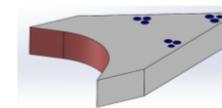
- Critère prépondérant : Masse
- Matériau recyclable
- Critère de réalisation
 - Prototypage par dépôt de fil
 - Industrialisation en Injection plastique



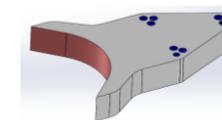
Choix final : ABS



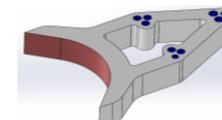
Masse : 3,72 grammes



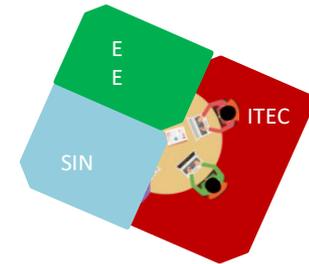
Masse : 7,5 grammes



Masse: 5,96 grammes



Masse : 4,04 grammes





O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

Compétences	Connaissances	IT	I2D	PC
CO5.5. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue	4. Eco-conception des produits			
	4.2 Démarche de conception 4.2.2. Choix des matériaux	2		PC : Organisation de la matière, propriétés des matériaux

I2D

IT



Les élèves doivent être en mesure de mettre en œuvre une démarche structurée et argumentée de choix de couple matériau/procédé sur des cas simples.





Modélisation et design de l'IHM

- Les élèves proposent différentes possibilités d'IHM en se basant sur le diagramme d'activités réalisé lors de l'étape d'analyse du besoin





O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

Compétences	Connaissances	IT	I2D
CO5.6. Participer à une étude de design d'un produit dans une démarche de développement durable	1. Principes de conception des produits et développement durable		
	1.1. La démarche de projet 1.1.3. Approche design et architecturale des produits Besoins et usages, fonctions utilitaires et/ou symboliques en relation avec les formes. Design d'interaction et ergonomie.	2	
	1.3. Compétitivité des produits 1.3.1. Paramètres de la compétitivité Ergonomie : notion de confort, d'efficacité, de sécurité dans les relations homme – produit, homme – système.	2	

I2D

IT



Etude de design



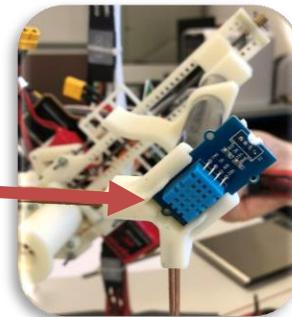


Phase 4 :

Prototypage et intégration



Prototypage et Intégration





Prototypage et Intégration

- IHM programmée en langage Python.
- Le code fourni aux élèves est à compléter il s'agit d'un squelette comportant les différentes parties indispensables (création des boutons, création des fenêtres...).
- L'ossature du programme est déjà mise en place (création de la classe « Drone », déclaration et initialisation des variables...).





O5 – Imaginer une solution, répondre à un besoin

Compétences	Connaissances	IT	I2D	Liens sciences
CO5.5. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue	4. Eco-conception des produits 4.3. Conception des produits 4.3.5. Conception informationnelle des produits			
CO5.7. Définir la structure et la constitution d'un produit en fonction des caractéristiques économiques et environnementales attendues	<p>Approfondissement des connaissances sur les algorithmes et le codage.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Méthodes et des propriétés utiles en lien avec les bibliothèques choisies. - Types de variables. - Diagrammes de description. - Codage dans un langage spécifique. - Règles d'écriture (organisation du code, commentaires, documentation...). - Mise au point 			Mathématiques : algorithmique et programmation.



I2D

IT



Prototypage et Intégration

- Alimentation du produit : batterie LiPo 11,1V 1300mAh
 - choix d'une alimentation séparée afin de ne pas réduire le temps d'autonomie du drone.
 - Une étude de la consommation peut-être menée afin de valider le choix de la batterie.



O7 – Expérimenter et réaliser des prototypes ou des maquettes

Compétences	Connaissances	IT	I2D	Liens sciences
CO7.1. Réaliser et valider un prototype ou une maquette obtenus en réponse ou partie d'un cahier de charges i	6. Prototypage et expérimentations			
	6.1. Moyens de prototypage rapide	2		
	Les essais et les expérimentations menées permettent de constater ou mesurer les écarts avec le cahier des charges afin d'optimiser le prototype réalisé.			itudes rgie ique



I2D

IT

I2D

IT

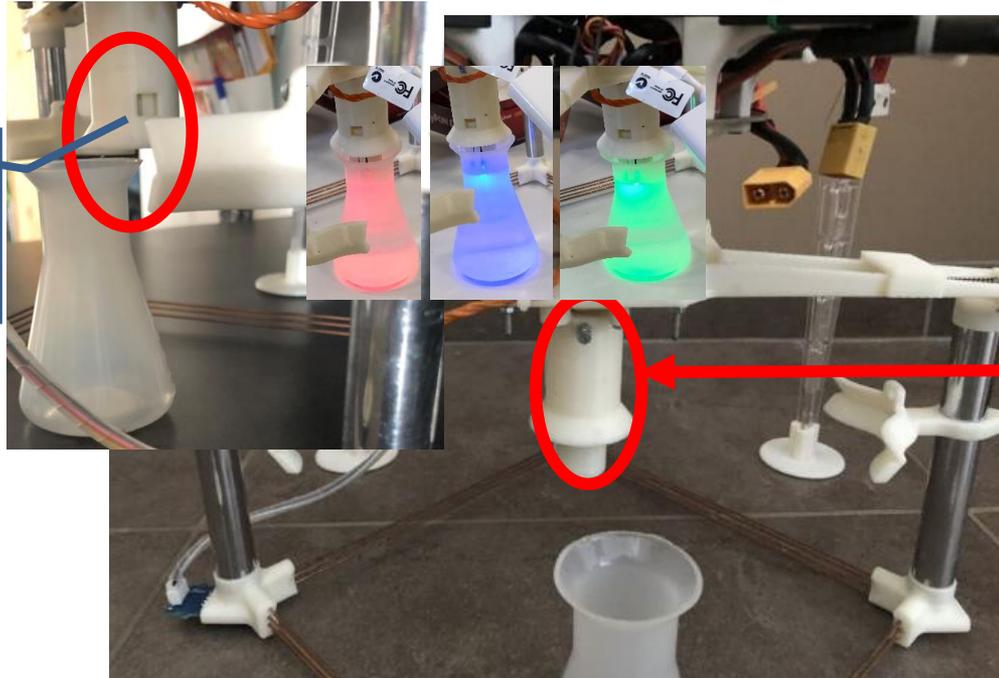


Problème : reconnaissance des couleurs par le robot Poppy

Pour que le robot Poppy reconnaisse les couleurs il faut que les diodes électroluminescentes descendent dans le flacon car cela permet une diffusion convenable.

- Solution système support des diodes couvrant à déclenchement mécanique

Ergot à pousser pour déclencher le système support de diodes



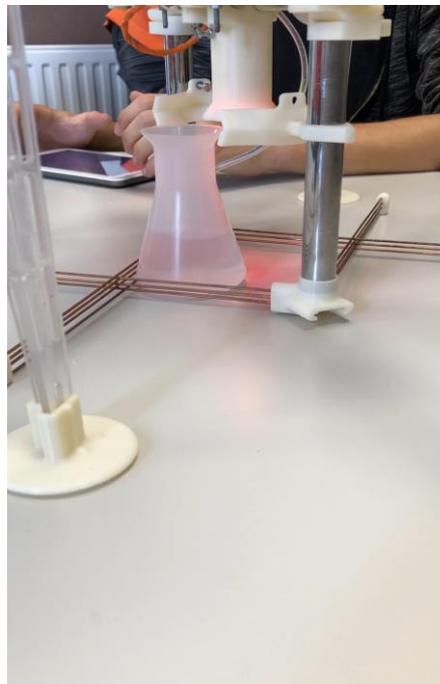
Emplacement des diodes



Vue de dessous



Validation des solutions retenues



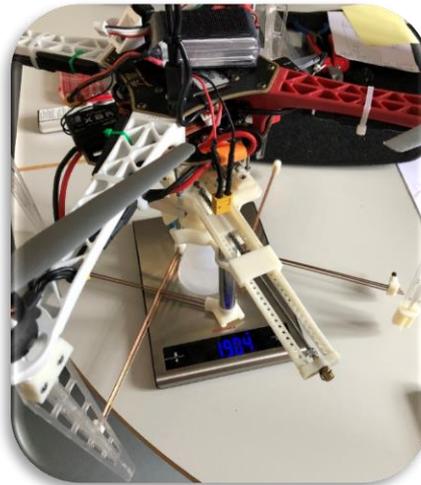
Essais



Validation des solutions retenues

Critère de poids

Chaque élément du système a été pesé au fur et à mesure de l'avancement du projet.
La pesée finale permet de vérifier que le critère du cahier des charges est bien respecté.





O7 – Expérimenter et réaliser des prototypes ou des maquettes

Compétences	Connaissances	IT	I2D	Lien sciences
CO7.2. Mettre en œuvre un scénario de validation devant intégrer un protocole d'essais, de mesures et/ou d'observations sur le prototype ou la maquette, interpréter les résultats et qualifier le produit.	6. Prototypage et expérimentations			
	6.3. Vérification, validation et qualification du prototype d'un produit	2		PC : Mesures et incertitudes. Mathématiques : statistiques et probabilités.
	Intégration des éléments prototypés du produit	2		
Mesure et validation de performances.				

I2D

IT

Ceci est un point fort du projet de première puisqu'il permet d'aller jusqu'à la validation du prototype.



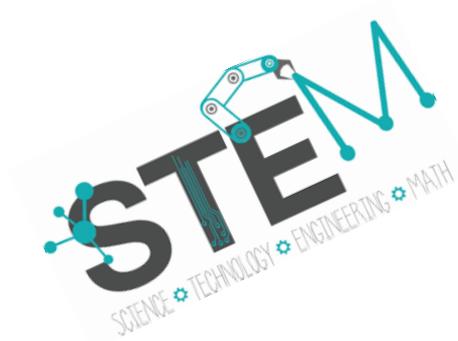


Phase 5 :

Evaluation selon définition de la certification



Mécanodrone et les STEM



« la prédominance de la démarche d'ingénierie est fédératrice des concepts élaborés dans toutes les composantes des STEM. »

cf préambule du programme



Mécanodrone et les STEM

- Cette démarche de projet place les élèves en situation d'essayer de résoudre des problèmes réels en mettant en application des connaissances scientifiques.
- Cette démarche de projet participe au développement des compétences sociales en mobilisant l'engagement individuel au service de la réussite du groupe.
- L'important est ce que les élèves apprennent au cours du projet plus que le résultat obtenu tout en explorant les champs de la technologie structurale et de la technologie générique.

Merci de votre attention