



# Analyse des résultats

Résultats / Gestion d'équipe

Sommaire:

<b>Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Rappel du cahier des charges.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Validation du CdC.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Planification.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Prise de recul sur le projet.....</b>	<b>9</b>
a) Réflexion autour du développement durable.....	9
b) Travail en équipe.....	10
c) Gestion des risques.....	11
<b>Conclusion du projet.....</b>	<b>11</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>12</b>
Retours d'expériences individuels :.....	12

# Introduction

Ce projet s'est décomposé en différentes étapes : la mise en place du projet avec l'élaboration d'un cahier des charges suite à des discussions avec nos encadrants, la phase de production et enfin la clôture du projet. Ce document a pour but de rendre compte de notre gestion de projet.

## 1. Rappel du cahier des charges

La finalité de notre projet est de participer à l'étude de l'interaction homme-machine. En effet, la caractéristique principale de notre robot est la modularité, c'est-à-dire qu'il est composé de différents modules présentant une certaine flexibilité dans leur arrangement. Il est donc facile de réarranger les différentes parties du corps du robot afin d'étudier par exemple leur impact sur leur interaction avec l'humain.

Les fonctions que doit présenter notre robot sont rappelées dans le tableau des fonctionnalités ci-dessous.

*Tableau 1. Tableau des fonctionnalités, avec leur(s) critère(s) de valeur, leur niveau(x), leur flexibilité et leur priorité. FP : fonction principale, FS : fonction secondaire, FC : fonction de contraintes.*

Fonction	Critère(s)	Niveau(x)	Flexibilité	Priorité
F1 : Caractère modulaire				
FP 4.1 : Possibilité de modularité	Possibilité de changer les bras	Facile à changer (en moins de 30 min)	Moyenne	2
FS 4.1 : Possibilité de changer une nouvelle partie du corps du robot	Possibilité de changer la tête ou/et le corps	Facile à changer (en moins de 1h)	Forte	3
F2 : Interagir avec l'utilisateur				
FP 1.1 : Acquérir un signal audio correct	A l'aide d'un micro, récupérer le signal audio de ce que dit l'utilisateur	Le signal ne doit pas être trop bruité	Faible	1
FP 1.2 : Traiter le signal reçu	Convertir l'audio en texte	Utiliser une librairie open source compatible avec le matériel utilisé et efficace par rapport à l'état de l'art	Faible	1

FP 1.3 : Etablir une réponse	Chercher sur wikipédia la définition du mot et trouver la définition	Conserver une partie de la page wikipédia	Forte	1
FP 1.4 : Traiter la réponse	Convertir la réponse d'un texte en un signal audio	Le signal doit être compréhensible par l'utilisateur	Faible	1
FP 1.5 : Répondre oralement	Utiliser un haut parleur pour envoyer un signal audio audible	L'amplitude du signal doit être suffisante pour être audible (>10dB) sans dépasser 60 dB	Faible	1
F3 : Être "sympathique"				
FC 2.1 : Etre esthétique	Être visuellement agréable à regarder	Valider par les tests utilisateurs	Faible	1
FS 2.1 : Animer les yeux	Avoir différentes expressions du visage	Avoir au moins 2 expressions possibles pour différentes étapes de la conversation	Forte	3
F4 : Bouger selon 3 degrés de libertés				
FP 3.1 : Rotation latérale de la tête	Il effectue une rotation en un temps limité	Maximum 5s	Nulle	2
	Le mouvement est déclenché à un certain moment de la conversation	Répondre non	Forte	
FP 3.2 : Rotation longitudinale des 2 bras	Il effectue une rotation en un temps limité	Maximum 5s	Nulle	2
	Le mouvement est déclenché à un certain moment de la conversation	Débuter la conversation	Forte	

FS 3.1 : Ajouter un 2e degrés de liberté sur la tête	Il effectue son mouvement en un temps limité	Maximum 5s	Forte	3
	Le mouvement est déclenché à un certain moment de la conversation	Répondre par oui ou non avec la tête	Forte	
F5 : Stabilité sur un support plan				
FC 5.1 : Tenir de manière stable sur une surface plane	Insertion d'un socle sous le robot	Le robot doit tenir sur une surface horizontale (comme une table)	Moyenne	1

En début de projet, nous avons prévu une batterie de tests afin de valider les différentes fonctions du robot :

Tableau 2 . Cahier de tests

	Fonction	Test du critère	Validation (Oui/Non/Partiellement)
Caractère modulaire	Modularité des bras	Imprimer d'autres bras et réussir à les changer en moins de 30 minutes	
	Modularité de la tête	Imprimer une autre tête et réussir à la changer en moins d'une heure	
	Modularité du corps	Imprimer un autre corps et réussir à le changer en moins de 30 min	
Interagir avec l'utilisateur	Acquérir un signal audio et le transcrire en texte écrit	Tester la fiabilité sur une cinquantaine de mots: énoncer un mot à l'oral et observer le texte en sortie.	
	Faire des recherches pour établir une réponse	Tester la fiabilité sur une cinquantaine de mots: rentrer un mot (texte) et observer le texte en sortie.	

	Formuler la réponse écrite et être capable de la dire oralement	Tester la fiabilité sur une cinquantaine de mots: rentrer un mot (texte) et évaluer l'audibilité en sortie.	
Être sympathique	Limitier le nombre de câbles qui dépassent	Un groupe d'expérimentateurs sera soumis à un questionnaire pour juger du caractère agréable du robot pour l'humain	
	Animer les yeux		
Bouger selon 3 degrés de liberté	Rotation latérale de la tête	Chronométrer un mouvement	
	Rotation longitudinale des 2 bras	Chronométrer un mouvement	
	Ajouter un 2ème degrés de liberté sur la tête	Chronométrer un mouvement	
Stabilité sur le support plan	Tenir de manière stable sur une surface plane	Poser le robot sur une table et exercer une pression manuelle sur les côtés pour observer sa stabilité	

## 2. Validation du CdC

Cette partie est dédiée à la validation du système. Pour cela, nous compléterons puis commenterons le cahier de tests établi en début de projet.

### *Cahier de tests*

	Fonction	Test du critère	Validation (Oui/Non/Partiellement)
Caractère modulaire	Modularité des bras	Imprimer d'autres bras et réussir à les changer en moins de 30 minutes	Partiellement (pas de nouvelle impression, mais très facile à changer)
	Modularité de la tête	Imprimer une autre tête et réussir à la changer en moins d'une heure	Partiellement (idem)
	Modularité du corps	Imprimer un autre corps et réussir à le changer en moins de 30 min	Partiellement (idem)
Interagir avec l'utilisateur	Acquérir un signal audio et le transcrire en texte écrit	Tester la fiabilité sur une cinquantaine de mots: énoncer un mot à l'oral et observer le texte en sortie.	Partiellement (Fonctionnel mais pas testé proprement)
	Faire des recherches pour établir une réponse	Tester la fiabilité sur une cinquantaine de mots: rentrer un mot (texte) et observer le texte en sortie.	Partiellement (Fonctionnel mais pas encore testé proprement)
	Formuler la réponse écrite et être capable de la dire oralement	Tester la fiabilité sur une cinquantaine de mots: rentrer un mot (texte) et évaluer l'audibilité en sortie.	Partiellement (Fonctionnel mais pas encore testé proprement)
Être sympathique	Limiter le nombre de câbles qui dépassent	Un groupe d'expérimentateurs sera soumis à un questionnaire pour	Partiellement (Fait mais pas testé proprement)
	Animer les yeux		Partiellement (Fait mais pas testé proprement)

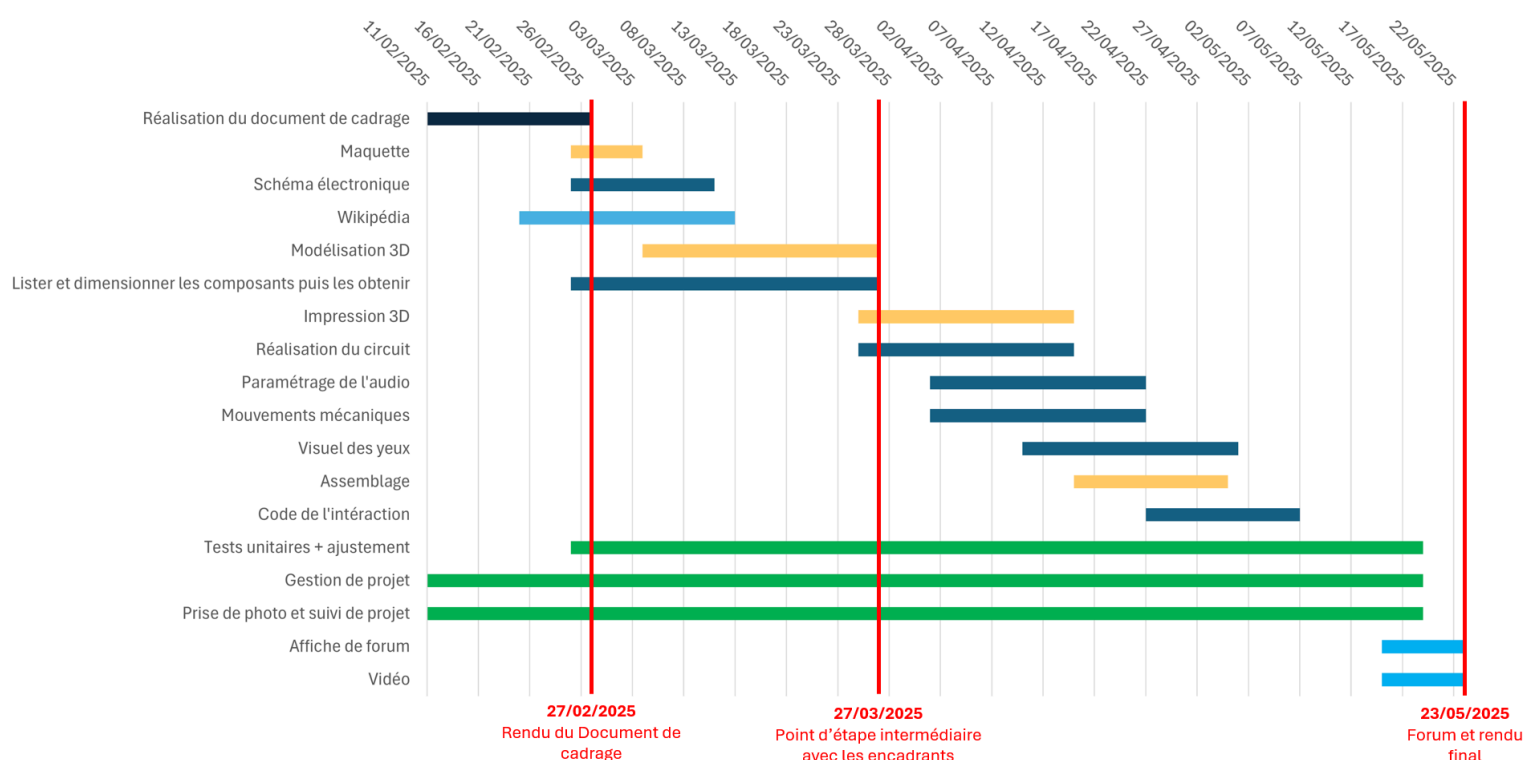
		juger du caractère agréable du robot pour l'humain	
Bouger selon 3 degrés de liberté	Rotation latérale de la tête	Chronométrer un mouvement	Faire "non" de la tête (90°/-180°/90°): <b>0.8s</b>
	Rotation longitudinale des 2 bras	Chronométrer un mouvement	Aller-retour d'un bras (de 180°): <b>1s</b>
	Ajouter un 2ème degrés de liberté sur la tête	Chronométrer un mouvement	Non
Stabilité sur le support plan	Tenir de manière stable sur une surface plane	Poser le robot sur une table et exercer une pression manuelle sur les côtés pour observer sa stabilité	Oui

Nous pouvons faire quelques remarques sur la pertinence de certains critères que nous avons établis au début du projet. En effet, l'impression de nouvelles pièces n'est pas nécessaire pour valider le caractère modulaire du robot. Il impose l'utilisation d'une grosse quantité de PLA à nouveau.

De plus, le non ajout d'un deuxième degré de liberté pour la tête aurait dû être prévu à l'avance. L'adaptation de nos pièces à cette contrainte est compliquée.

### 3. Planification

Voici le diagramme de Gantt établi au début du projet :

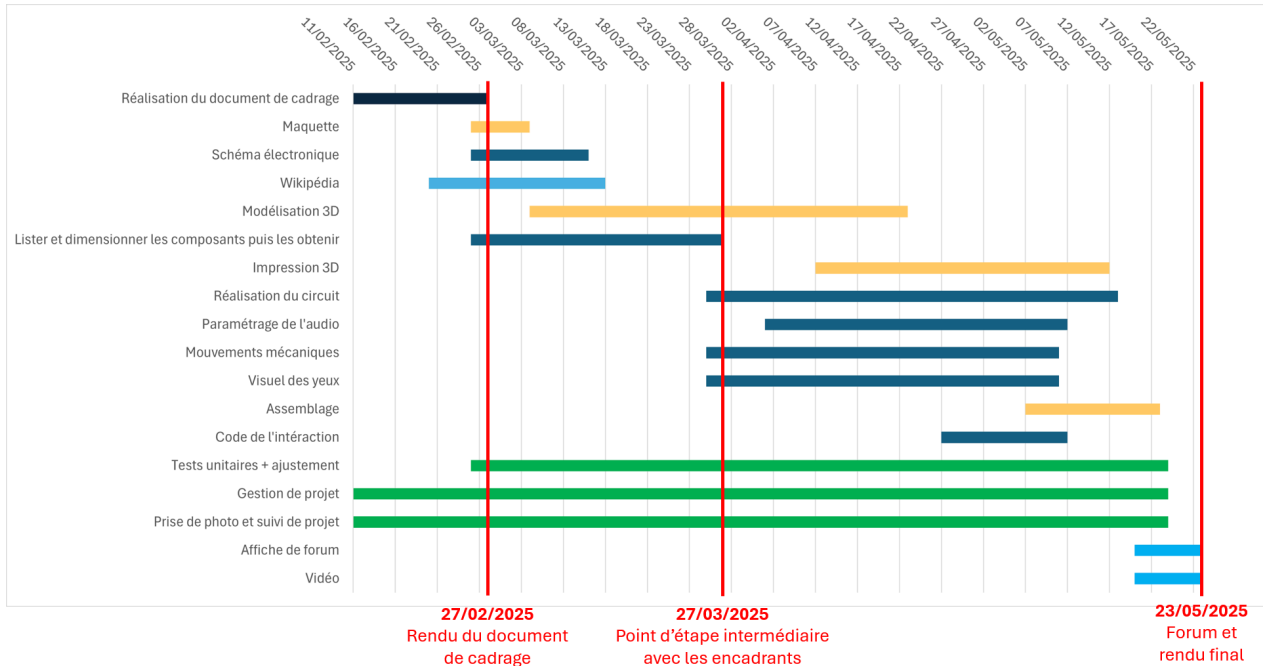


Le temps de réalisation prévu pour certaines tâches était plutôt ambitieux. C'est le cas par exemple des impressions 3D, où nous étions soumis avant de trouver d'autres options à la disponibilité et au bon fonctionnement des imprimantes 3D. De plus, notre manque d'expérience nous a causé quelques problèmes (gestion de la quantité de fil, choix des supports,...).

Le diagramme de Gantt de notre projet a aussi bien évolué au fur et à mesure que nous avançons. Certaines catégories ont pris plus de temps que prévu à cause de problèmes ou de retard sur les objectifs précédents. Et d'autres ont été commencées plus tôt que prévu car la dynamique de groupe et la bonne répartition des tâches ont fait qu'on pouvait la commencer plus vite.

Finalement, voici notre diagramme de Gantt actualisé à la fin du projet :





## 4. Prise de recul sur le projet

### a) Réflexion autour du développement durable

Via l'impression 3D, nous avons découvert certains enjeux de la modélisation et de l'impression. En effet, nos pièces sont généralement grosses et épaisses, et nécessitent beaucoup de support. La consommation de fil en plastique est donc importante pour un tel projet. Nous aurions pu réfléchir à ça en début de projet, afin de choisir des composants de taille plus modérée, ou bien des solutions différentes (par exemple, la contrainte de placer tous les composants dans le socle, ou bien celle d'utiliser cet écran en particulier). Essayer d'intégrer d'autres matériaux que du plastique aurait également pu être intéressant. Par exemple, pour l'armature et le socle, nous aurions pu utiliser du bois, par exemple. Notre prototype est modulaire ce qui fait qu'il est facilement démontable et donc les composants peuvent être facilement récupérés et réutilisés, cependant les pièces en PLA bien que démontables, sont trop spécifiques pour être utilisées dans d'autres projets, elles ne sont donc pas recyclables. On aurait pu anticiper ce fait et utiliser moins de PLA ou trouver d'autres matériaux.

## b) Travail en équipe

Tout au long du projet nous avons eu une très bonne dynamique d'équipe et une organisation claire et précise dans les différentes tâches à réalisées. Cela nous a permis de bien savoir où nous en étions dans l'avancement du projet et nous avons aussi pu diviser le travail en 2 groupes au sein de notre groupe de 4 personnes.

Coline et Florian se sont principalement occupés de la modélisation 3D et de l'impression des différentes pièces de l'armature extérieure et intérieure de notre robot. Ils ont dû se familiariser avec le logiciel SolidWorks.

Astrid et Louis se sont plutôt occupés de la partie électronique et numérique avec tout l'environnement virtuel de la Raspberry Pi, y déposer les différents codes qui permettent les différentes actions du robot et donc ils se sont occupés du montage électrique avec toutes les soudures et le choix des composants les plus adaptés pour le projet.

Voici un retour global de l'expérience que nous avons eu de l'organisation de notre travail en équipe :

### **Points positifs :**

- Bonne cohésion du groupe ce qui ne menait pas à des conflits ou de la mésentente
- Participation de tous les membres du groupe
- Bonne organisation : répartition des tâches selon les différents pôles du projet
- Echanges fréquents avec les encadrants pour valider les avancées du projet

### **Points négatifs :**

- Manque de communication sur les avancées techniques de chacun (au début nous faisons systématiquement un point à chaque début de séance sur l'avancée de chacun pour pouvoir donner son avis et voir où en est l'avancement global du projet)
- Comme on est divisé en 2 groupes le 1er groupe n'a pas les compétences techniques du 2ème groupe et inversement, donc c'est difficile de remettre en question le travail des autres

### **Points importants à respecter dans un groupe pour le futur :**

- Définir clairement les objectifs du projet et ne pas s'en écarter
- Répartir clairement les rôles de chacun pour que personne ne soit mis à l'écart
- Faire un récapitulatif avant chaque séance des avancées de chacun pour que tout le monde soit à jour (c'est-à-dire qu'il est important que dans un groupe, chacun puisse avancer et que tous les autres membres du groupe soient au courant des avancés des uns et des autres)
- Tenir un planning partagé qui doit être mis à jour dès que quelqu'un avance sur un quelque chose (diagramme de Gantt par exemple)

## c) Gestion des risques

Les risques que nous avons identifiés étaient les délais de livraison, les délais dus aux impressions 3D et des difficultés à interpréter le signal perçu par le robot.

Ce premier risque n'a pas causé trop de problèmes, bien que les délais de livraison nous ont tout de même légèrement retardés. Par exemple, certains composants sont arrivés après avoir fini la modélisation des pièces qui devaient les intégrer, nous devons donc attendre de les recevoir avant de lancer les impressions.

En revanche, les délais lors des impressions 3D ont eu un impact significatif sur le projet. Nous avons pris un mois et demi pour imprimer toutes les pièces du robot. Nous avons tout de même pu nous débloquent dans certaines situations (lorsque la plus grande machine du fablab est tombée en panne, par exemple) en demandant de l'aide à nos encadrants.

## Conclusion du projet

Pour conclure sur notre projet, nous avons réussi à répondre positivement au cahier des charges sur l'ensemble des points. Les critères que nous avons déclarés comme optionnels n'ont pas été particulièrement travaillés par manque de temps et puisque cela ajoute beaucoup de contraintes sur la modélisation.

De plus, travailler sur des logiciels, des applications et tout simplement sur un projet sur lesquels nous n'avons aucunes compétences techniques initialement, nous a permis à tous d'en ressortir avec un bagage technique très intéressant pour la suite de nos études. Je pense notamment à la modélisation 3D mais aussi à la création et la gestion d'un environnement virtuel sur la Raspberry Pi.

# Annexe

## Retours d'expériences individuels :

<b>Coline Feltin</b>
<b><i>Dans ce projet, quand avez-vous pris un risque, fait une erreur ou échoué ?</i></b>
<p>“Mon projet PRONTO consiste en la création d'un robot. Notre groupe s'est donc divisé en différents pôles : la partie informatique, permettant de coder les actions du robot (mouvements des membres, conversation avec l'utilisateur), la partie électronique, permettant de faire fonctionner tous les composants, et la partie modélisation, permettant de concevoir les différentes parties physiques du robot. Je fais partie de ce dernier pôle.</p> <p>En début de projet, j'avais pour objectif de modéliser la tête du robot, qui devait intégrer deux composants : l'écran et un servomoteur. C'est donc une pièce qui a beaucoup de contraintes. J'ai laissé au pôle électronique le choix de l'écran que l'on voulait intégrer au robot, et cela constituait une prise de risque, car l'écran devait suivre deux contraintes : l'aspect informatique (l'écran permet-il d'afficher un visage ?) et l'aspect physique, pour la modélisation (l'écran est-il facile à intégrer?). Cependant, j'ai considéré que la modélisation pouvait s'adapter aux contraintes imposées par les autres pôles.</p> <p>Cela a d'abord entraîné des difficultés au niveau de la modélisation : il était très difficile de trouver une solution pour fixer l'écran dans la tête, car cet écran ne possédait rien pour qu'il puisse être vissé. Il fallait donc créer une forme qui corresponde exactement à celle de l'écran, ce qui a échoué dû aux mauvaises observations de la pièce pendant la modélisation (manque d'expérience), et au fait non anticipé que lors d'une impression, les distances sont modifiées légèrement.</p> <p>De plus, l'écran étant grand, cela imposait au robot d'avoir de grandes dimensions, ce qui impacte ensuite les temps d'impressions de toutes les pièces 3D (car le robot doit avoir des proportions correctes).</p> <p>En conclusion, prendre plus de temps pour coordonner les différents pôles en début de projet afin de maximiser les intérêts de l'ensemble des pôles aurait pu nous éviter de rencontrer autant de problèmes. De mon côté, j'aurais dû mieux me questionner sur les impacts de l'intégration de l'écran. En effet, j'avais compris qu'il m'imposait des contraintes, mais je n'avais pas vu toutes les conséquences que ces contraintes pouvaient avoir.”</p>
<b>Louis Bonduelle</b>
<b>Racontez-moi une situation, dans ce projet, où vous étiez confronté à un problème qui avait plusieurs solutions possibles.</b>

Dans le cadre de notre projet de création d'un robot compagnon interactif, l'une des problématiques majeures rencontrées a été le choix des librairies Python à intégrer dans notre système. Nous avons notamment rencontré ce dilemme lors de la mise en œuvre de la fonctionnalité qui reconnaît un son, qui transforme l'audio en fichier texte pour que notre code puisse l'interpréter. Cette fonctionnalité est indispensable pour permettre au robot de comprendre et de répondre à une question posée oralement par l'utilisateur.

Compte tenu du grand nombre de librairies disponibles dans l'écosystème Python, il était nécessaire de bien définir notre besoin pour choisir la librairie la plus adaptée à nos exigences techniques parmi les nombreuses librairies disponibles.

Pour répondre à cette problématique, un travail de recherche, d'analyse comparative et d'expérimentation a été mené. Nous avons défini plusieurs critères en amont : prise en charge de la langue française, légèreté et performance sur une architecture embarquée et clarté de la documentation. A ce moment, nous avons repéré 3 librairies qui pourraient nous convenir : *SpeechRecognition*, *pocketsphinx* et *vosk*. Chacune a été testée mais surtout comparée sur leurs points positifs et négatifs pour sélectionner celle qui répondait le plus à nos besoins. À l'issue de cette phase comparative, la librairie *SpeechRecognition* est ressortie moins compatible avec notre robot car elle a aussi besoin de fichiers audio pré-enregistrés pour fonctionner au mieux (alors que nous cherchons à traiter l'audio directement). La librairie *pocketsphinx* est quant à elle moins efficace pour les langages autres que l'anglais. On a donc décidé de garder la librairie *vosk* en raison de sa capacité à traiter l'audio directement sans créer de nombreux fichiers mp3, de sa bonne prise en charge du français, et de sa compatibilité avec notre système embarqué.

Ainsi, Le choix de *vosk* a permis de garantir une interaction vocale fluide et fiable avec le robot, tout en répondant aux contraintes techniques du projet. Cette démarche de sélection a par ailleurs servi de modèle pour le choix d'autres librairies / bibliothèques, en assurant cohérence et réponse à nos besoins dans l'ensemble de l'architecture.

**Florian Thollot**

**Racontez-moi une situation, dans ce projet, où vous étiez confronté à un problème qui avait plusieurs solutions possibles.**

Lors du choix des sujets, en raison du manque de temps et du grand nombre de sujets, je suis passé vite sur chacun d'entre eux. Cela a entraîné une mauvaise compréhension du sujet. A cause des photos j'ai pensé que le projet était centré sur la construction d'un robot avec des capacités physiques que l'on pouvait choisir. Cela a entraîné un grand enthousiasme quand j'ai appris que j'avais ce sujet mais aussi une grande désillusion quand j'ai découvert les contraintes réelles du robot qui n'était pas en accord avec ce que j'avais imaginé. Je n'avais pas envie de partir sur de mauvaises bases avec mon groupe mais je n'avais plus envie de faire le projet.

Pour éviter tout problème avec l'équipe, dès que j'ai pu, j'ai pris une pause afin de ne pas exprimer mon énervement et de réfléchir posément.

Après m'être calmé, je me suis rendu compte que mes attentes étaient beaucoup trop élevées pour des étudiants qui partaient de zéro. De plus, notre projet comprend des aspects qui m'intéressaient telles que la modélisation.

Une fois cette réflexion faite, je suis revenu beaucoup plus calme. J'ai repris le travail sur la réalisation du cahier des charges, je proposais, de temps en temps, des fonctions secondaires qui me plaisaient, sans insister. Par la suite, je me suis investi dans la partie modélisation dans laquelle j'ai pu pleinement m'épanouir.

Finalement, l'ambiance est restée bonne et cela a duré tout le projet, ce qui a été un véritable atout pour le groupe.

**Astrid Marion**

**Dans ce projet, quand avez-vous pris un risque, fait une erreur ou échoué ?**

Lors de l'installation des librairies pour la première fois, je me suis trompée en installant toutes les librairies de manière incorrecte, ce qui a engendré de nombreuses erreurs que je ne comprenais pas et qui était dû à des conflits avec les librairies installées sur le système.

J'ai alors passé un temps très long à essayer de résoudre des problèmes qui n'en étaient en fait pas puisque le seul vrai problème était la mauvaise installation des librairies.

Après discussion avec l'un de nos encadrants, nous avons fini par nous rendre compte du problème. L'encadrant m'a donc expliqué le fonctionnement des environnements virtuels et la gestion des librairies par le système.

Cela m'a donc ensuite permis de reprendre toute l'installation de l'OS en programmant tout le projet dans un environnement virtuel. Et alors tous mes problèmes se sont résolus d'un coup, ce qui m'a permis d'avancer beaucoup plus vite.