

GNG 1503 E01  
Equipe FE12

**Livrable F : Prototype I et Rétroaction du client**

Présente à  
Professeur Emmanuel Bouendeu

Soumis par

**Victoire Etonyemya Yumbe**

**Rahima Daher**

**Penda-Anna Diagne**

**Thierno BirahimNiang**

**Fanti Tchankem Gloria kassandra**

Université d'Ottawa

03 Mars 2024

## **Table des matières**

1. INTRODUCTION
2. RÉTROACTION CONCEPTUELLE
  - a. Rétroaction du client
  - b. Rétroaction hors du cours
3. PROTOTYPE I
  - a. Analyse et considérations du prototype I
5. TESTS DU PROTOTYPE
  - a. Tableau des tests
  - b. Tableau des spécifications
  - c. Tableau des résultats et rétroaction
6. MISE À JOUR - NDM, CONCEPTION DÉTAILLÉE
  - a. Nomenclature des matériaux (NDM)
  - b. Conception détaillée
7. PLAN D'ESSAIE PROTOTYPE II
8. MISE À JOUR PLAN DE PROJET
9. CONCLUSION

## **INTRODUCTION**

Dans cette étape cruciale de notre projet de conception pour la pollinisation automatisée des fraises, nous entrons dans la phase de prototypage. C'est une étape où nos concepts prennent forme, où la théorie se transforme en réalité tangible. Ce livrable vise à présenter notre premier prototype, accompagné d'une analyse approfondie, de tests rigoureux, et des ajustements nécessaires basés sur la rétroaction des clients. Cette démarche itérative marque le début d'une solution concrète qui évoluera avec chaque cycle de rétroaction et de prototypage. Nous aborderons également la mise à jour de nos spécifications ciblées, de la nomenclature des matériaux, et de la conception détaillée, renforçant ainsi la base de notre solution pour les futures itérations. Chaque étape de cette section contribue à la création d'une solution de pollinisation automatisée robuste et efficace.

## **RÉTROACTION CONCEPTUELLE**

### **a. Rétroaction du client**

Suite à la présentation de notre projet au client de nos trois idées possibles (pollinisation suspendue, drone imitateur d'abeille et bras robotisé) pour solutionner la problématique de mécanisme de pollinisation artificielle, le client nous a donné ses contraintes et opinions. Après avoir présenté nos trois concepts potentiels durant la deuxième rencontre

En ce qui concerne notre premier concept présenté, le développement d'une composante mécanique de système de rail, notre idée initiale s'agissait du développement d'une composante mécanique de système de rail qui se déplacerait le long de la composante des lumières LED sur les étagères. Par contre, ne connaissant pas les dimensions et la configuration exacte du conteneur de stockage, la trajectoire du système ainsi que la vue conceptuelle fut difficile à déterminer. Pour notre deuxième concept, du drone imitateur d'abeille, le client trouvait qu'il présentait un niveau de complexité technique élevé, considérant les contraintes de nos ressources accessibles et nos habiletés.

Pour notre troisième concept, un bras robotisé capable de se rétracter et de détecter différentes fleurs pour la pollinisation, le client a soulevé la contrainte du mécanisme pour la rétraction des bras ainsi que la détection des différentes fleurs à polliniser dans le système.

Le client nous a fourni les dimensions et différentes vues de la configuration des étagères. Nous avons par la suite discuté avec lui sur une combinaison de différentes composantes 1 et 3, après avoir remarqué son intérêt pour ceux-ci. Nous avons combiné les idées d'un système suspendu (du concept 1) avec l'idée des bras robotisés (concept 3). En ce qui est des composantes logicielles et de la programmation du Arduino, le client n'a pas mentionné d'inquiétude ni de contraintes. D'un point de vue conceptuel, il trouve que l'idée est aussi bien structurée et que les étapes et l'ordre dans laquelle nous les avons mis en place font du sens pour la résolution du problème.

#### **b. Rétroaction d'une personne hors du cours GNG 1503**

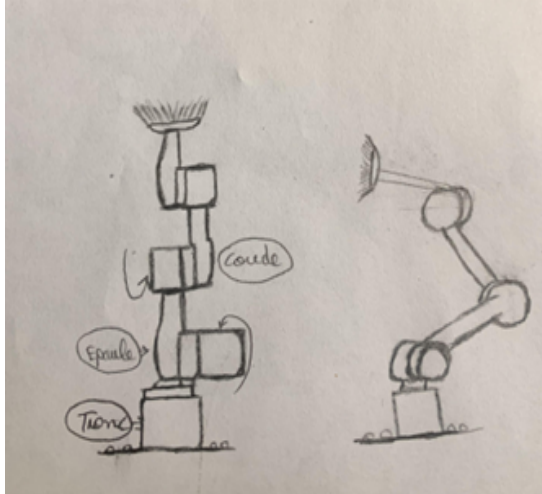
Après avoir écouté notre proposition de solution visant à la pollinisation artificielle pour leurs cultures, elle avait ceci à dire :

Après avoir entendu notre proposition de système mécanique pour polliniser les cultures de fraises en hiver à l'intérieur d'un conteneur, elle a montré beaucoup d'intérêt mais a exprimé des réserves concernant l'alimentation électrique du système, qu'elle soit avec des batteries ou non. Elle suggère de chercher des alternatives énergétiques plus durables pour assurer une pollinisation continue des fraisiers. Elle aime beaucoup l'idée que le système est suspendu et non sur terre. En outre, il aime l'idée globale de développer une technologie innovante pour répondre à la problématique de la pollinisation. Elle espère que le projet se déroulera sans problèmes majeurs.

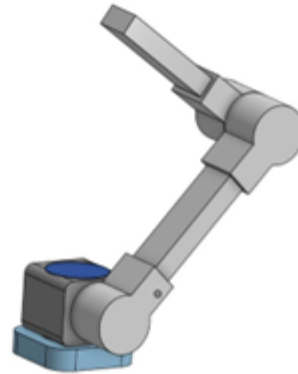
## **PROTOTYPE I**

### **a. Analyse et considérations du Prototype I**

Le texte décrit la conception et la mise en œuvre d'un bras robotique contrôlé avec Arduino via Bluetooth, y compris les caractéristiques du bras robotique, l'extension du bras, l'orientation et la vitesse. Comprendre la géométrie du bras robotique est essentiel pour calculer les angles de positionnement. Il est important de connaître les longueurs de chaque lien et les points de départ et d'arrivée du bras dans la zone de travail, qui sont ensuite référencés par rapport à la base du bras robotique ou à un autre point. L'extension du bras robotique doit atteindre les objets au-delà de sa base pour positionner et contrôler sa position de poignet. L'orientation doit être précise en termes de vitesse afin de bien pouvoir transporter les graines de pollen par le biais de la brosse se trouvant à son extrémité. La conception générale du bras robotique dans cet article est illustrée dans la Figure 1. Cette figure illustre les articulations et les moteurs avec toutes leurs parties mécaniques et leurs mouvements selon les commandes données par la plate-forme Arduino. Cette conception se compose de 2 servomoteurs, ce qui signifie qu'elle a 2 degrés de liberté (DOF), et chaque moteur est contrôlé indépendamment par l'Arduino. Afin de façonner le bras robotique, les pièces mécaniques doivent être basées sur la manière dont les moteurs supportent leur propre poids ainsi que le poids de la brosse impliquée. La conception de certaines pièces mécaniques du bras robotique nécessite un logiciel et une imprimante 3D qui façonnent les pièces mécaniques selon les besoins. Le design complet du bras robotique a été présenté dans la Figure 2. Ce prototype robotique dispose de 2 degrés de liberté. Pour les 2 articulations, le tronc, l'épaule et le coude, les servomoteurs MG945 ont été utilisés ; la Figure 3 et le Tableau 1 clarifient les caractéristiques des servomoteurs MG945.



**Figure 1.** Design du bras robotique



**Figure 2.** Design complet du bras robotique sur onshape



**Figure 3.** MG945 Servo Moteur

**Tableau 1.** Spécification du MG945 Servo Moteur

Paramètres	Valeurs
Poids	100 g
Couple	10 kg/cm (4,8 V): 12kg/cm (6V)
Vitesse de fonctionnement	0.23 s/60 degrés (4,8 V): 0,2 s/60 degrés (6V)

<b>Tension de fonctionnement</b>	4,8 V a 7,2 V
<b>Largeur de bande morte</b>	5 micro s
<b>Dimensions</b>	40,7x19,7x42,9 mm
<b>Plage de température</b>	-30 a +60 degrés C

La *figure 4* montre le diagramme des broches de la plateforme du microcontrôleur Arduino Uno. Il dispose de 6 entrées analogiques et 14 broches d'entrée/sortie numériques, une entrée 5 V, une entrée 3,3 V. De plus, il comprend un bouton de réinitialisation et deux entrées : l'une reçoit l'alimentation et l'autre reçoit les commandes de l'IDE Arduino.

En utilisant la technologie CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor), le système Bluetooth à puce unique CSR BlueCore 04-External avec la fonction de saut de fréquence adaptatif (AFH) peut être employé, comme illustré dans la *Figure 5*.

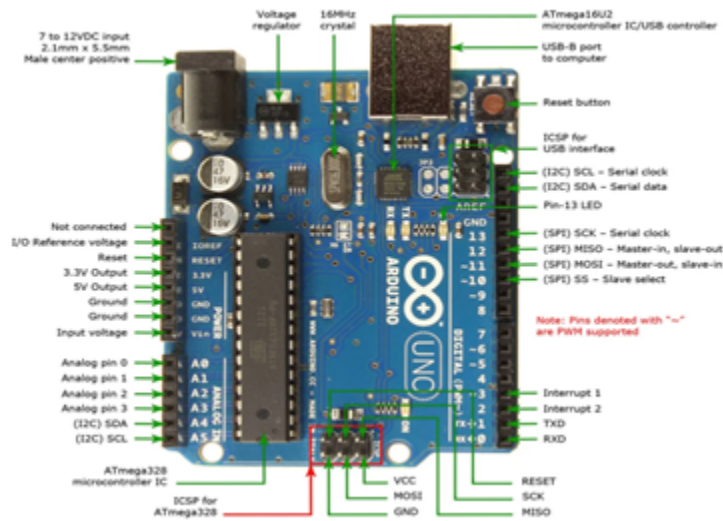


Figure 4. Diagramme des broches de la plateforme du microcontrôleur Arduino Uno

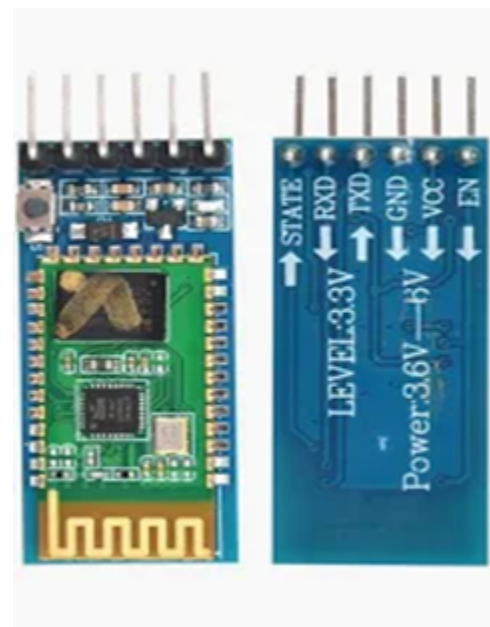
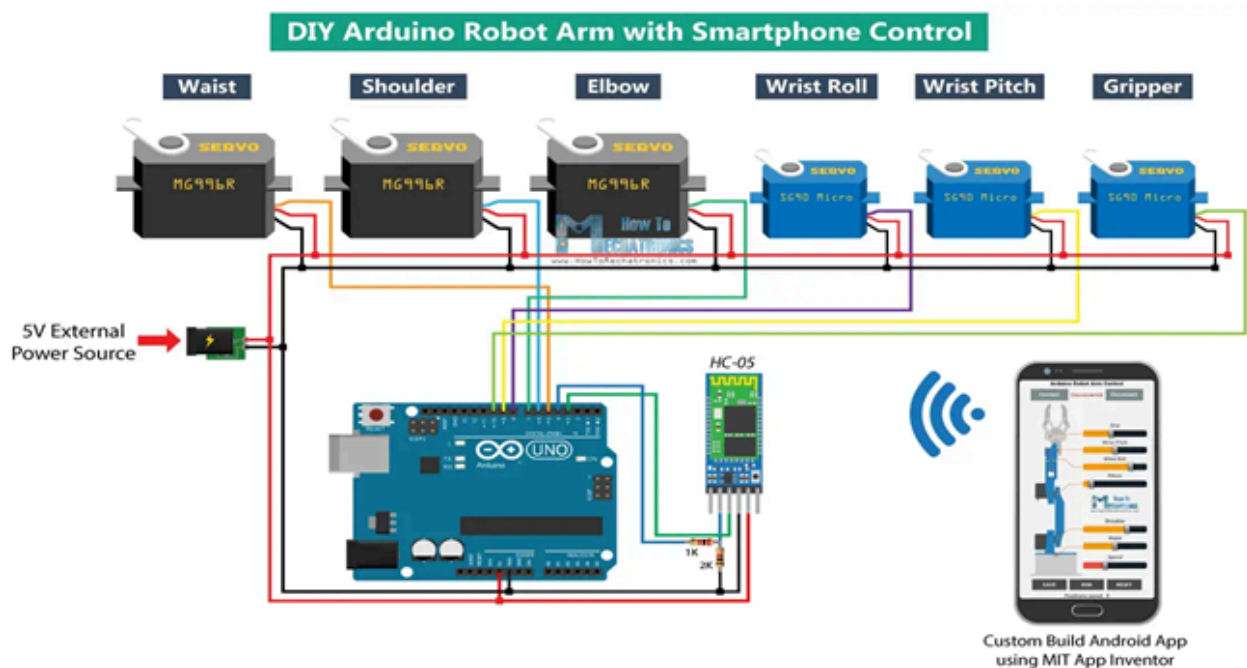


Figure 5. Module Bluetooth HC-05

## Partie Programmation

Le bras robotique est contrôlé par la plateforme Arduino, avec un module Bluetooth HC05 pour la communication avec l'utilisateur via une application mobile. Les ordres sont envoyés à l'Arduino via Bluetooth, qui génère les mouvements correspondants des moteurs du bras. La programmation précise de l'Arduino permet de contrôler chaque moteur servo avec son mouvement associé. L'IDE Arduino et l'outil MIT App Inventor ont été utilisés pour programmer l'Arduino et créer l'application mobile respectivement. Tous les moteurs servo sont alimentés par une source externe de 5 V, avec le module Bluetooth alimenté par l'Arduino. Les GND de tous les moteurs servo et de l'Arduino sont connectés ensemble. L'application mobile comporte un bouton pour activer le Bluetooth et des curseurs pour contrôler les mouvements des moteurs. Chaque curseur est associé à un moteur servo et envoie les angles correspondants via Bluetooth à l'Arduino pour déplacer le servo moteur.



**Figure 8.** Schéma du circuit pour un bras robotique avec Arduino



## TESTS DU PROTOTYPE

### a. Tableau des tests

N°	Type	Objectifs	Méthode	Usage	Date
1.	Ciblé analytique (Moteurs)	Vérifier la vitesse, la précision et la force du mouvement	Simulation de vitesse, de fréquence et de force sur SolidWork	Assure le déplacement et mouvement du bras	03 Mars
2.	Ciblé analytique (Articulations)	Vérifier la flexibilité, la résistance et la précision des mouvements articulés	Simulation et modélisation 3D pour étudier les mouvements et efforts supportables	Assure la mobilité du bras en permettant des mouvements articulés	03 Mars
3.	Ciblé analytique (Rails)	Assurer un mouvement fluide et précis le long des rails	Simulation et modélisation 3D pour vérifier la capacité du prototype à coulisser	Détermine la trajectoire du bras, garantissant un déplacement précis	03 Mars
4.	Ciblé analytique (Arduino)	Contrôler le mouvement du bras en réponses aux commandes	Simulation de code avec Tinkercad pour vérifier la rapidité de la réponse	Responsable de la coordination des mouvements en fonction des entrées de commande.	03 Mars
5.	Ciblé analytique (Alimentation)	Mesurer la stabilité de l'alimentation et la capacité à répondre aux besoins en énergie	Vérifier la stabilité de l'alimentation sous différentes charges	Alimente les composants électriques du bras robotisé.	03 Mars

## b. Tableau des spécifications

N°	Spécifications	Attentes
1.	Efficacité de la pollinisation	90%
2.	Consommation d'énergie	150 watts/heure
3.	Poids	1.5kg
4.	Dimension	(0.35*0.35*1.5)m
5.	Capacité d'utilisation	40 minutes/jour
6.	Fréquence de vibration	5V
7.	Resistance aux intemperies	Humidité, corrosion
8.	Flexibilité	Déplacement fluide

## c. Tableau des résultats et rétroaction

Critères fonctionnels	Valeur mesurée	Valeur ciblée	Commentaires/ Observations
Flexibilité de déplacement (rails)	Les rails glissent mais pas fluidement	Coulissement fluide et sans blocage	Insatisfaisant a cause de la friction
Alimentation	65 watt/h	150 watt/h	Insatisfaisant
<b>Critères non fonctionnels</b>	-	-	
Resistance aux intemperies	Résiste à l'humidité, la corrosion et les UV	Résistance à l'humidité, la corrosion et les UV	Satisfaisant grâce au matériau choisi
<b>Contraintes</b>	-	-	
Poids	1.1kg	1.5kg	Satisfaisant (calculs)

Dimensions	(0,33*0.29*1) m	(0.35*0.35*1. 5)m	Satisfaisant (calculs)
------------	--------------------	----------------------	------------------------

## MISE À JOUR

### a. NDM

#	Nom du matériels	Description/ utilités	Quantités	Prix (unités)	Prix total
1	Carte Arduino	L'Arduino UNO R3 Clone est une carte microcontrôleur compacte et polyvalente, idéale pour une variété de projets électroniques. Avec ses nombreuses broches d'entrée/sortie, ses capacités analogiques et sa connexion USB, elle est facile à utiliser.	1	15.25\$	15.25\$
2	Logiciel arduino uno IDE	Logiciel pour contrôler la arduino uno	1	0\$	\$
3	Moteur vibreur	Le petit moteur vibreur est un composant compact et facile à intégrer dans divers projets électroniques nécessitant un retour haptique. Alimenté entre 2 V et 5 V, il produit des vibrations pour des applications telles que les jeux, les appareils portables et les notifications tactiles.	2	3.00\$	6.00\$
4	Brosse/Poils	Cette brosse de poils synthétiques imite les poils	1	0\$	0\$

		d'abeilles pour brosser les fraises et fixer le pollen.			
<b>5</b>	Câbles	Cable male male et male female de 20 cm pour connecter le	2	1.00\$	2.00\$
<b>6</b>	Capteur gyroskopique accéléromètre à trois axes	Pour déterminer l'orientation d'un objet en mouvement. MPU-6050 Alimentation : 3 V-5 V Modes de communication : protocole de communication standard IIC Puce convertisseur AD 16 bits intégré, 16 bits de sortie de données Plage du gyroscope : + 250 500 1000 2000 °/s Plage d'accélération : $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ g Définition des broches : VCC, GND, SCL, SDA, XDA, XCL, ADO, INT Pas : 2,54 mm Taille de la carte : 20 mm (longueur) x 16 mm (largeur)	1	6.99\$	6.99\$
<b>7</b>	Super glue	Pour coller si besoin.	1	3.00\$	0\$
<b>8</b>	Feuille d'aluminium	Revetement(45,72 cm) de notre systeme et enrage de rails	2	12.98\$	25.97\$
<b>9</b>	Ordinateur	Pour la programmation avec la carte arduino.	1	0\$	0\$
<b>10</b>	Port USB	Pour connecter avec la carte arduino avec l' ordinateur.	1	2.75\$	2.75\$
<b>11</b>	Half breadboard	Un dispositif sans soudure pour prototype temporaire avec des conceptions électroniques et de circuits de test. La plupart des composants électroniques des circuits électroniques peuvent être interconnectés en insérant leurs fils ou bornes dans les trous, puis en établissant des connexions via des fils.	1	5.00\$	5.00\$
<b>12</b>	clous/écrous	Ecrous pour relier les différente partie (dimensions à déterminer)	1 sachets de 10	20\$	20\$

Total	83 96\$
-------	---------

## CONCEPTION DÉTAILLÉE

Pour notre système de déplacement, nous utilisons un système de rails attaché à la bar verticale la plus solide, ainsi qu'à d'autres éléments structuraux pour assurer la stabilité de l'ensemble. Ce système de rails permet un mouvement précis et fluide du bras robotisé, garantissant ainsi une performance optimale.

En ce qui concerne la conception électrique et logicielle, comme décrit dans l'analyse du prototype 1, nous utilisons une carte Arduino Uno et le logiciel Arduino IDE. Nous allons créer une bibliothèque pour intégrer les composants nécessaires, mais nous continuons à travailler sur cette partie du projet, car tout n'est pas encore complètement assemblé. La mise en œuvre complète est retardée par le fait que nous n'avons pas encore commandé tout le matériel nécessaire pour cette étape. Cette approche nous permet d'assurer un contrôle précis du bras robotisé via Bluetooth, conformément à notre conception initiale. En continuant à travailler sur la conception électrique et logicielle, nous visons à optimiser les performances du système de déplacement pour répondre aux exigences de nos clients et de créer un appareil de pollinisation qui fonctionne.

## PLAN D'ESSAI PROTOTYPE II

Dans ce plan, nous planifions les parties de notre prototype à réaliser et les tests à faire sur chaque partie 1-main robotisé 2- Châssis 3- Articulations 4- Rails 5- Système de Contrôle- 6- Alimentation 7- Poignée 8- Électronique de base 9-Câblage 10-Moteur

Prototypes					Tests			
No	Types	Objectifs	Fidélité	Date	Objectifs	Méthode	Usage	Date
1	Ciblé analyt	Vérifier si notre	moyenne	28 février	Comprendre le	Utilisation d'une	Aide à réduire le	03 mars

	ique	prototype respecte les spécifications cibles		r	comportement qualitatif et quantitatif du système	simulation logicielle pour modéliser le prototype	coût de fabrication du prototype	
2	Ciblé analytique	Fournir la structure de base	Moyenne	6 mars	Mesurer la résistance structurale et la stabilité sous charge	Appliquer les charges progressives pour évaluer la résistance structurelle	Sert de cadre pour monter les autres composants et garantit la solidité et la durabilité	10 mars
3	ciblé physique	Permet au bras de se plier et de s'étendre de manière contrôlée	moyenne	6 mars	Vérifier la flexibilité, la résistance et la précision des mouvements articulés	Appliquer des mouvements articulés dans différentes directions	Assure la mobilité du bras en permettant des mouvements articulés	10 mars
4	Ciblé Physique	Dirige le mouvement du bras robotisé le long de l'étagère	moyenne	6 mars	Assurer un mouvement fluide et précis le long des rails	Faire déplacer le bras robotisé le long des rails dans des conditions variées.	Déterminer la trajectoire du bras, garantissant un déplacement précis	10 mars
5	Ciblé Physique	Régule et contrôle le mouvement du bras en	Moyenne	13 mars	Régule et contrôle le mouvement du bras en	Envoyer des commandes variées	Responsable de la coordination des	17 mars

		réponse aux commandes			réponse aux commandes	au bras robotisé et évaluer la précision de la réponse	mouvements en fonction des entrées de commande.	
6	Ciblé Physique	Fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement des moteurs et composants électriques.	moyenne	13 mars	Mesurer la stabilité de l'alimentation et la capacité à répondre aux besoins en énergie	Mesurer la stabilité de l'alimentation sous différentes charges	Alimenter les composants électriques du bras robotisé	17 mars
7	Ciblé Physique	Saisit ou manipule de la brosse	moyenne	13 mars	Vérifier la force de préhension et la capacité à manipuler différents objets	Manipuler les fleurs à l'aide d'une brosse à l'extrémité	Vérifier la force de préhension et la capacité à manipuler différents objets	17 mars
8	Ciblé Physique	Contrôle les composants électriques du bras et communiquer avec le système de contrôle	moyenne	20 mars	Assurer la communication correcte entre les composants électroniques.	Envoyer des signaux de test aux composants électriques et vérifier la réponse	Permet le contrôle électronique du bras et la transmission d'informations	24 mars
9	Ciblé Physique	Connecte électriquement tous les	moyenne	20 mars	Vérifier la continuité électrique	Utiliser un testeur de	Établit les connexions	24 mars

		composants pour permettre la transmission de données et d'énergie			et l'absence de courts-circuits.	continuité pour vérifier la connexion électrique entre les composants	ns nécessaires pour le fonctionnement synchronisé des composants	
10	ciblé physique	Génère le mouvement nécessaire aux articulations	moyenne	20 mars	vérifier la vitesse, la précision et la force du mouvement	vérifier la vitesse, la précision et la force du mouvement	Responsable du mouvement du bras robotisé	24 mars

## MISE À JOUR PLAN DU PROJET

**Livrable F**  
in list *En cours*

**Members:** KF, PD, RD, TN, VY

**Labels:** [Red Label]

**Notifications:** Watching

**Due date:** today at 11:59 PM (Due soon)

**Description:** Prototype I et rétroaction du client

**Members:** **Kassandra FANTI** (100% complete)

- Introduction
- Faire un plan d'essai pour le prototype 2
- Conclusion

**Power-Ups:** Add Power-Ups

**Automation:** Add button

**Penda-Anna Diagne** (67% complete)

- Faire la rétroaction conceptuelle
- Mise à jour du Trello
- Soumettre sur Brightspace

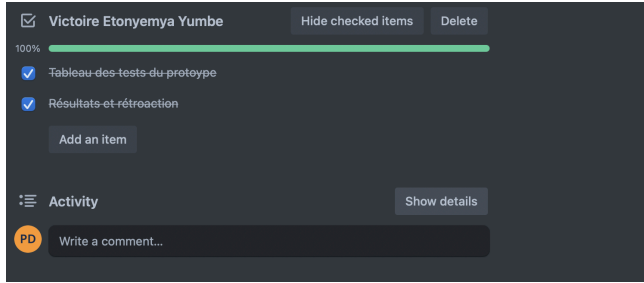
**Rahima Daher** (100% complete)

- Mise à jour du NDM
- Mise à jour de la conception détaillée

**Thierno Niang** (100% complete)

- Analyse du prototype 1
- Description du prototype 1





## CONCLUSION

Ce livrable marque une étape clé dans notre projet de bras robotisé pour la pollinisation des fraises. La rétroaction du client a guidé l'affinement du concept, et le premier prototype est désormais en cours de développement. Les tests à venir et l'analyse du prototype 1 seront cruciaux pour ajuster notre approche. Nous avons également ajouté un test ciblé analytique pour avoir un modèle de notre prototype permettant la réduction des coûts de fabrication. La mise à jour des spécifications, de la nomenclature, et de la conception détaillée se basera sur les leçons tirées. En planifiant le deuxième prototype, nous capitalisons sur notre expérience pour progresser vers la prochaine étape du projet. En résumé, ce livrable souligne notre avancement significatif et notre engagement envers la réalisation de notre vision.