

NOE FE31

Pollinisation



Date: Mar 3, 2024

GRUPE (NOE) FE31

Universite Ottawa

Membres Groupes

Pape Gora DIALLO	EL MOUTAOUAKKIL meryem	BASSAYI BATAKE Solim Diane	BAHATI Merdi	EL-HAWI Yorgo
---------------------	---------------------------	-------------------------------	--------------	---------------

Projet pollinisation artificielle



Livrable de projet F: Prototype I et rétroaction du client

Livrable F Noe FE31

Table des Matières

Table des figures.....	1
Résumé.....	2
1. Rétroaction du client.....	2
2. Analyse simple du système critique (Arduino).....	2
3. Plan d'essai de prototypage (prototype I), Analyse et Résultats	3
Prototype I (circuit téléphérique en carton)	3
Test 1	4
Test 2	6
4. Rétroaction d'utilisateurs	6
5. Mise à jour des spécifications cibles, conception détaillée et NDM	7
Mise à jour des spécifications cibles	7
Mise à jour de la conception détaillée	9
Mise à jour de la nomenclature des matériaux	13
Moteur à engrenages	15
Mise à jour de l'équipement	15
6. Plan d'essai de prototypage pour prochain prototype II	16
Conclusion	18
Références	18

Table des figures

Figure 1: Programme Arduino.....	3
Figure 2: Prototype I	4
Figure 3: Résultats du test 1	5
Figure 4: Conception du système final complet	9
Figure 5: Circuit Arduino	10
Figure 6: Poulie.	11
Figure 7: Boîtier Arduino	12
Figure 8: Boîtier Arduino	12
Figure 9: Boîtier Arduino	13

Résumé

Le présent rapport documente le processus de développement du premier prototype de notre projet, ainsi que la rétroaction reçue des clients et les actions entreprises en réponse à celle-ci. Dans la première partie, nous décrivons la rétroaction de notre client sur le concept de notre projet, ainsi que la manière dont nous avons utilisé ces commentaires pour orienter nos choix de conception futurs et améliorer notre solution. Ensuite, nous détaillons le processus de développement de notre prototype, en mettant l'accent sur la création d'une preuve de concept de base à partir de matériaux et de composants accessibles, conformément à nos ressources limitées. Nous incluons également une analyse simple des composants critiques de notre système, basée sur nos connaissances en sciences et en génie. Nous présentons ensuite notre plan d'essai de prototypage 2, qui comprend une documentation détaillée de nos tests, de notre analyse et de nos résultats. Nous avons également inclus des images détaillées de notre prototype pour illustrer notre travail. Enfin, nous discutons de la rétroaction obtenue auprès de clients et d'utilisateurs potentiels, ainsi que des actions que nous avons prises pour répondre à ces commentaires et améliorer notre solution.

1. Rétroaction du client

Au cours de notre seconde rencontre avec le client nous avons eu l'occasion de présenter au client notre potentiel système final qui était composé de :

- Sous-système de circuit de déplacement pour les étagères (Système de téléphérique)
- Sous-système de dispersion de pollen (Vibration par ventilation)
- Sous-système d'alimentation et de contrôle (Batterie rechargeable et contrôle à distance)

À la suite de plusieurs échanges et remarques concernant principalement le sous-système de pollinisation, nous avons effectué des changements. En effet la pollinisation par ventilation aurait eu une puissance insuffisante qui n'aurait pas permis une pollinisation efficace pour les plantes. Nous avons donc d'un commun accord opté pour un système de pollinisation par vibration ultrasonores. Ce système se compose comme suit :

- Sous-système de circuit de déplacement pour les étagères (Système de téléphérique)
- Sous-système de dispersion de pollen (Vibration par onde sonore)
- Sous-système d'alimentation et de contrôle (Batterie rechargeable et contrôle à distance).

Les remarques du client nous ont donc été d'une grande aide dans l'avancé de notre travail.

2. Analyse simple du système critique (Arduino)

Nous avons déterminé que le système critique pour le projet GNG1503 est le circuit Arduino. Notre système émettra des vibrations ultrasonores à travers un haut-parleur par le moyen d'Arduino. Pour cela, nous aurons besoin d'un programme Arduino.

```

URFPiezo2_Fr.ino
1  #include <NewPing.h>
2
3  // -----
4  // Exemple d'un croquis URF utilisé pour contrôler un piezo.
5  // -----
6
7  #define TRIGGER_PIN 5 // Broche Arduino connecté à la broche trigger sur le capteur ultrason
8  #define ECHO_PIN 6 // Broche Arduino connecté à la broche echo sur le capteur ultrason
9  #define MAX_DISTANCE 200 // Distance maximale qu'on veut détecter (en centimètres). Distance maximale du capteur est environ 400-500cm.
10
11 int piezoPin = 3; // Broche Arduino assignée au haut-parleur piezo
12 int distance = 0;
13 NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE); // Préparation de broches et distance maximale de NewPing
14
15 void setup() {
16   Serial.begin(115200); // Ouvre le moniteur de série au baud de 115200 pour voir les résultats
17   pinMode(piezoPin, OUTPUT); // Configure le piezo comme une broche de sortie
18 }
19
20 void loop() {
21   Serial.print("Ping: ");
22   distance = sonar.ping_cm();
23   Serial.print(distance); // Envoie le ping, reçoit la distance en cm et imprime résultat (0 = en dehors de la plage de distance définie)
24   Serial.println("cm");
25   if (distance <= 15) { // Faire du bruit si la distance détectée est moins que 15cm
26     digitalWrite(piezoPin, HIGH);
27     delay(20);
28     digitalWrite(piezoPin, LOW);
29     delay(20);
30     digitalWrite(piezoPin, HIGH);
31     delay(20);
32     digitalWrite(piezoPin, LOW);
33     delay(20);
34   } else {
35     digitalWrite(piezoPin, LOW);
36   }
37 }
38
39

```

Figure 1: Programme Arduino

3. Plan d'essai de prototypage (prototype I), Analyse et Résultats

Prototype I (circuit téléphérique en carton)

Pourquoi	Quoi	Quand
Le prototype I va nous permettre de déterminer le comportement du circuit téléphérique. Nous allons pouvoir faire des tests pour trouver le rayon nécessaire de nos poulies et le poids maximal qui pourra être supporter.	<ul style="list-style-type: none"> • Du carton • Des mini roues en plastique • Pour imiter le moteur qui va tourner une des poulies, nous avons fait tourner une roue à main. • Un fil en élastique • Un fil électrique détaché 	01/03/2023

Pour notre prototype I, nous nous sommes focalisés sur la partie mécanique. Plus précisément, nous avons essayé de réaliser un modèle pour notre système de déplacement.

Les matériaux utilisés sont :

- Du carton
- Des mini roues en plastique
- Pour imiter le moteur qui va tourner une des poulies, nous avons fait tourner une roue à main.
- Un fil en élastique
- Un fil électrique détaché

Nous avons arrangé notre système analogiquement à notre conception à plus petite échelle (figure 2)



Figure 2: Prototype I

Test 1

Objectif de l'expérience : trouver le rayon de la poulie

Préparation de l'expérience :

Nous avons ensuite fixé une poutre d'un côté du système avec sa poulie et ses supports. De l'autre côté, nous avons modifié la position de la poutre liée à la seconde poulie jusqu'à ce que le système puisse supporter un poids maximal. Le but de ce test était de trouver la distance optimale entre les deux poulies.

Voici les résultats de ce test :

N° test	Distance cm	Poids maximale (g)
1	10,5	80
2	16,5	64
3	23,5	24

Figure 3: Résultats du test 1

D'après ces résultats, la distance optimale est 10.5 cm.

Calcul de l'échelle : échelle = petit (prototype I) / grand(réel) = r/R

Échelle = diamètre de la poulie du prototype I / diamètre de la poulie en vrai

$$= (6.6 \text{ cm} / 2.54) / 6 \text{ in} = 0.43$$

$$\text{Distance optimale} = 10.50 \text{ cm} / 0.43 = 24.4 \text{ cm} = 9.6 \text{ in}$$

Comme cette distance demandera beaucoup plus d'équipement, nous allons nous référer à la seconde distance du prototype : $d_2 = 16.5 \text{ cm}$

$$\text{Distance entre les deux poulies} = 16.5 \text{ cm} / 0.43 = 38.4 \text{ cm} = 15.1 \text{ in}$$

Si nos poulies ont un diamètre de 6 pouces, la distance optimale pour supporter l'équivalent de 64 g dans le prototype est 15.1 pouces.

Par conséquent, nous aurons besoin de plus de 4 poulies pour notre prototype final.

Test 2

Objectif de l'expérience : Trouver le poids maximal que notre système de pollinisation pourrait avoir

Préparation de l'expérience :

On a attaché plusieurs objets de poids différent à notre circuit jusqu'à défaillance. Le but de cette expérience est de déterminer le poids maximal que notre prototype peut supporter. Nous allons ensuite utiliser une échelle pour trouver le poids maximal que notre système de pollinisation pourrait avoir.

Une fois que nous aurons une estimation plus claire des exigences de poids pour notre système final, nous pourrions calculer l'échelle de poids. Le poids de la poulie du prototype I est 20g. Ensuite, nous allons trouver le poids maximal du système de pollinisation en multipliant cette échelle par le poids maximal supporté par le prototype.

Étapes de l'expérience :

1. Nous nous sommes assurés que le prototype est fixe.
2. Nous avons commencé à attacher un poids connu et léger au système.
3. Nous avons augmenté progressivement le poids attaché en notant chaque poids.
4. Nous avons continué jusqu'à défaillance. Après l'ajout d'un certain poids, notre système s'est effondré.
5. Nous avons remis en place notre système.
6. Nous avons ajouté un poids un peu plus léger que le dernier.
7. Comme cette fois, le système ne s'est pas effondré. Nous avons déterminé que c'est le poids maximal que peut supporter notre prototype.

Résultats de l'expérience :

À la fin de cette expérience, nous avons trouvé que le poids maximal qu'a pu supporter notre prototype est 80g.

4. Rétroaction d'utilisateurs

Utilisateur 1 : Amir Zineddine

Le concept est certainement judicieux. Je ne connais pas trop sur la pollinisation, en effet, je ne savais même pas que cela pouvait être effectué par vibrations. Je pense qu'un circuit Arduino est une bonne idée pour générer les vibrations et surtout pour contrôler les fréquences. Le prototype créé a été pour déplacer le système de vibration. Je pense que ça pourrait marcher, il faut faire encore plus de tests pour cela. Il faut aussi trouver si les vibrations du haut-parleur feront

vibrer tout le système de pollinisation, car si c'est le cas, ça aura un impact sur le poids que le système pourra supporter. Mais je vois que vous n'avez pas encore réalisé le circuit Arduino, donc faut revoir ceci quand vous le réalisez.

Utilisateur 2 : Michael Nduwa

Je suis vraiment impressionné par votre approche pratique et créative pour résoudre le problème de la pollinisation artificielle. C'est formidable de voir comment vous avez utilisé des composants facilement accessibles tels que le breadboard, la carte Arduino et le haut-parleur à vibration, etc pour construire un prototype fonctionnel. Je recommanderais d'explorer la possibilité d'intégrer des moteurs pas à pas pour un contrôle plus précis du mouvement, et peut-être d'utiliser un châssis plus léger pour faciliter la mobilité du système. J'aimerais aussi voir un peu plus d'attention portée sur le code de programmation pour s'assurer que le système peut s'adapter à différentes configurations de plantes et de serres. C'est un projet prometteur et j'aimerais vraiment voir où cela peut aller avec quelques améliorations et optimisations supplémentaires.

Utilisateur 3 : Jean-Paul Mbura

"Votre système de pollinisation artificielle m'intrigue énormément. En tant qu'amateur de jardinage, l'idée d'utiliser la technologie pour polliniser les plantes est très novatrice. J'apprécie que le système semble être en phase de prototype et j'imagine que le petit carton contiendra le mécanisme de distribution du pollen. J'ai quelques préoccupations concernant la robustesse des supports et la précision du déplacement entre les étagères. Peut-être pourriez-vous envisager des matériaux plus durables et un guidage plus précis pour les déplacements. Cela dit, je suis très curieux de voir comment ce projet va évoluer et s'il pourrait être adapté à un jardin domestique."

Utilisateur 4 : Joel Tshisos

"C'est un concept très intéressant que vous avez là pour l'automatisation de la pollinisation. Je vois un grand potentiel d'application dans les serres commerciales où la pollinisation manuelle est coûteuse. Cependant, la stabilité et la fiabilité sont des préoccupations majeures pour un usage intensif. J'aimerais voir une intégration plus poussée de capteurs pour assurer une pollinisation ciblée et efficace. De plus, la présentation visuelle du système doit être améliorée pour mieux s'aligner sur les environnements professionnels. J'attends avec impatience des améliorations dans ces domaines et je suis ouvert à l'idée de tester une version plus avancée dans une installation."

5. Mise à jour des spécifications cibles, conception détaillée et NDM

Mise à jour des spécifications cibles

	Critères de conceptions	Relation (=, < ou >)	Valeur	Unités	Méthode de Vérification
Exigences fonctionnelles					
1.	Distance de contrôle (mètre) Distance de suivi (mètre)	>	3 m	Mètre	Test du prototype

2.	Surveillance à Distance (commande/application)	=	Oui	Non applicable	Test du prototype
3.	Automatisation de la Pollinisation	=	Oui	Non applicable	Essais
4.	Étanchéité	=	Oui	Non applicable	Analyse et Essais
5.	Conformité aux normes alimentaires	=	Oui	Non applicable	Analyse
6.	Conditions d'opérations : température (°C)	<	30	Degré Celsius	Estimation et vérification finale
7.	Réglage de Fréquence de vibration Précis (Hertz)	=	40	Hertz (Hz)	Analyse
8.	Adaptabilité Temporelle	=	Oui	Non applicable	Test du prototype
9.	Réduction de la Main d'œuvre	<	2	Personnes par jour (fréquence minimale)	Estimation
10	Facilité d'Installation et de déplacement	=	Oui	Non applicable	Essai

Contraintes

1.	Coût (\$)	<	1000	Dollar Canadien (\$)	Estimation
2.	Échéancier	=	4	Mois	Estimation
3.	Règlementations et Normes	=	Oui	Non applicable	Analyse
4.	Compatibilité avec les Types de Fraises Cultivées	=	Oui	Non applicable	Analyse et estimation
5.	Éthique	=	Oui	Non applicable	Analyse
6.	Poids Taille /dimensions	< < <	20g 3000mm (longueur) Entre 100mm(diamètre)	Grammes Millimètres Millimètres	Estimation, prototypage

Exigences non fonctionnelles

1.	Performance (fraise mur et pas de déformation)	>	300g par pied	Grammes par pied	Test du prototype
2.	Fiabilité	=	Oui	Non applicable	Estimation
3.	Interopérabilité	=	Oui	Non applicable	Analyse
4.	Facilite de maintenance	=	Oui	Non applicable	Test du prototype
5.	Consommation d'énergie	<	5000 J	Joules (Watt * secondes)	Estimation (E = P* t)
6.	Sécurité des plantes	=	Oui	Non applicable	Essais
7.	Esthétique	=	Oui	Non applicable	Design du prototype
8.	Durée de Vie du Système	>	12h	Heures	Analyse et test du prototype
9.	Entretien simplifié	=	Oui	Non applicable	Test du prototype
10.	Préservation des plantes / rendement des fraises	=	Oui	Non applicable	Test du prototype
11.	Poids Taille /dimensions	< < <	80g * Échelle du poids 3000mm (longueur) Entre 100mm(diamètre)	Grammes Millimètres Millimètres	Estimation, prototypage
12.	Diamètre de chaque poulie	=	6	Pouces	Prototypage, essais
13.	Distance entre chaque 2 poulies	<=	15.1	Pouces	Prototypage

Mise à jour de la conception détaillée

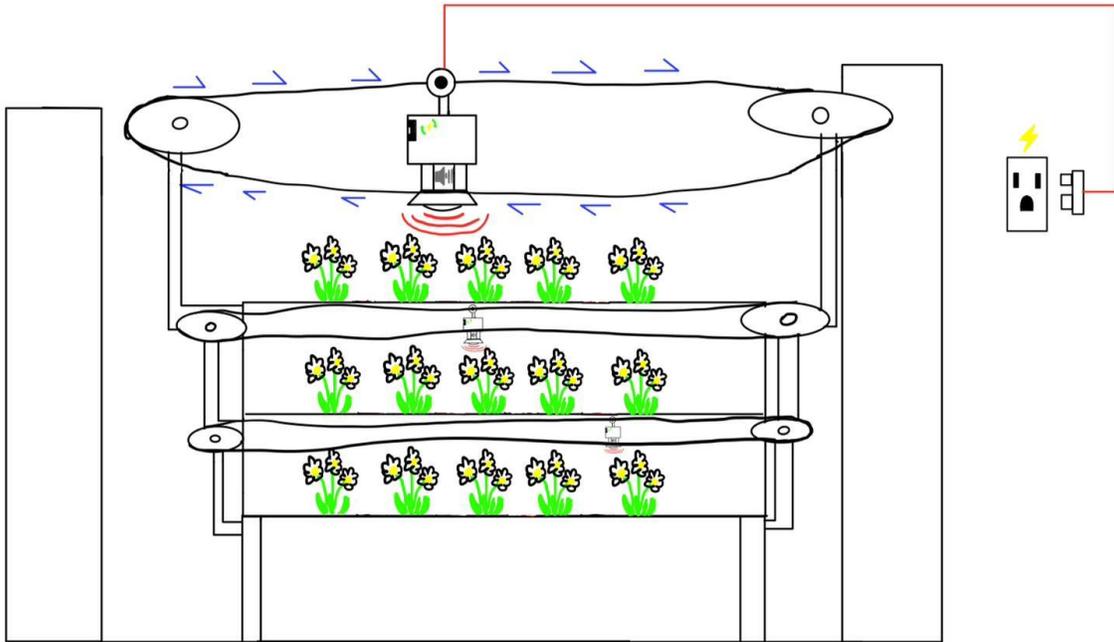


Figure 4: Conception du système final complet

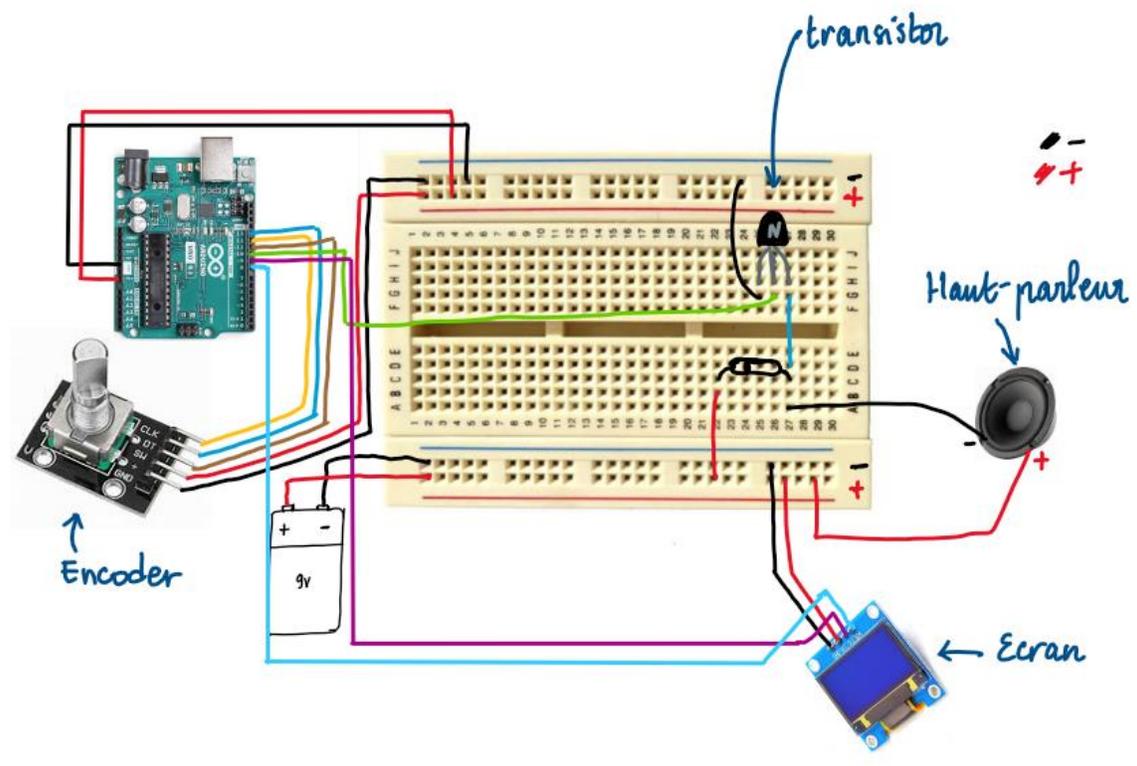


Figure 5: Circuit Arduino

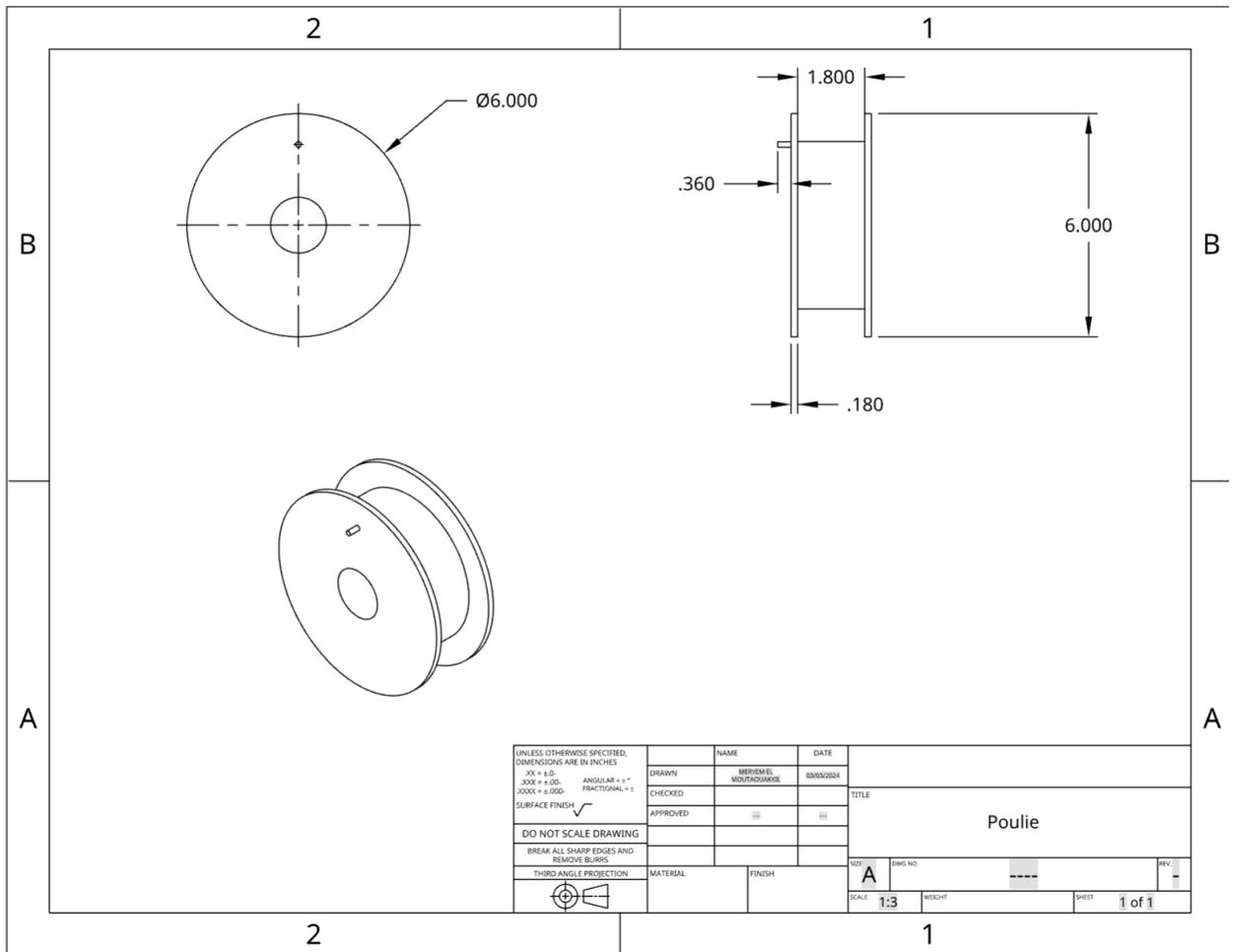


Figure 6: Poulie.

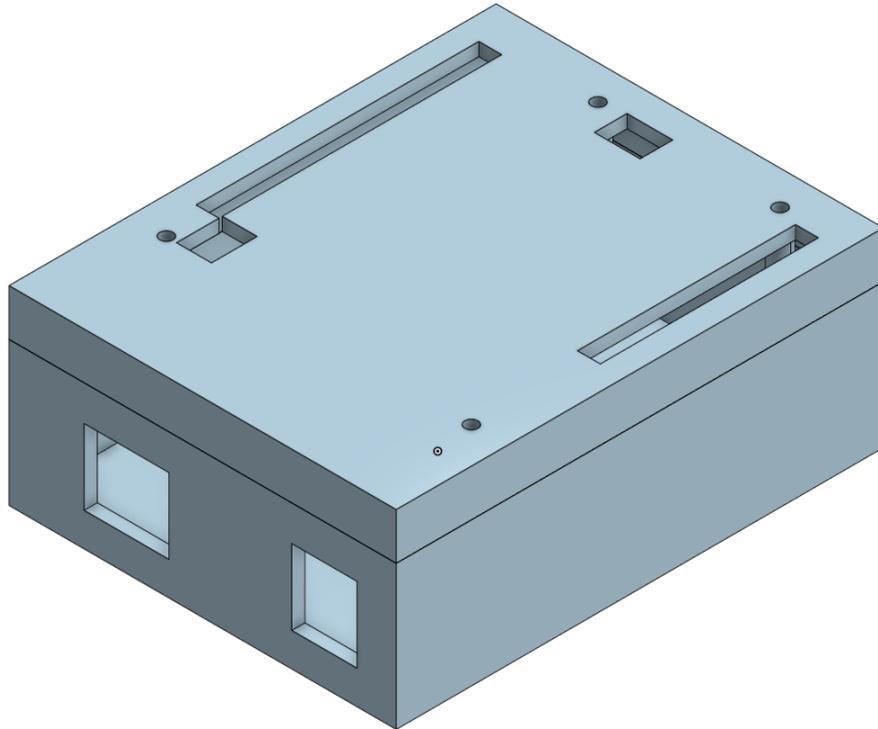


Figure 7: Boitier Arduino

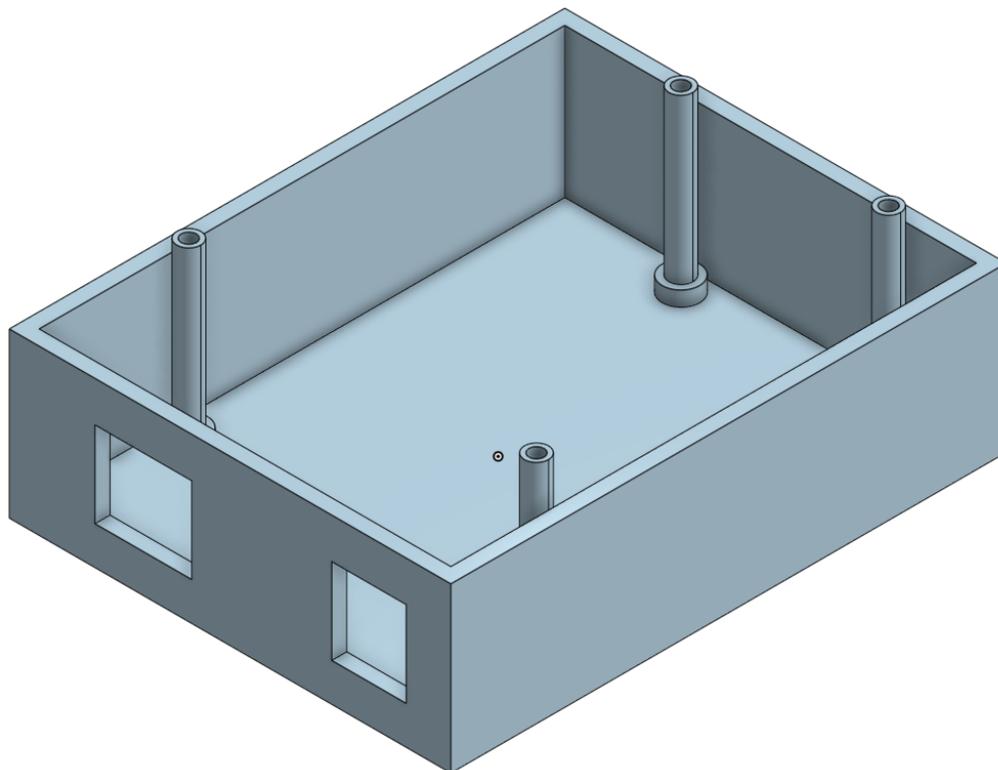


Figure 8: Boitier Arduino

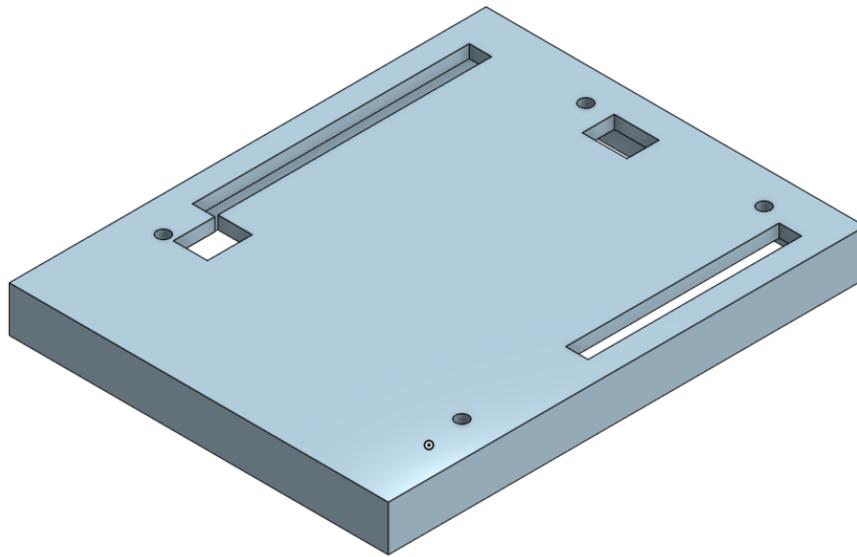


Figure 9: Boitier Arduino

Mise à jour de la nomenclature des matériaux

Item	Description	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût étendu	Source
Microcontrôleur	Arduino Uno R3	kB	1	\$ 0	\$ 0	MakerLab
Câble alimentation USB		Mètre	1	\$0	\$ 0	Gratuit, des membres
Une batterie rechargeable 9v pour alimenter le microcontrôleur	ENEGON rechargeable avec câble (9V)	Volt	2	\$17.99	\$ 25.57	Amazon (Prix avec livraison)
Breadboard	Breadboard	NA	1	\$0	\$ 0	MakerLab

	pour mettre le circuit					
Fils de liaison	Fil	NA	21 fils	\$0	\$ 0	MakerLab
Un haut-parleur	Grand haut-parleur	Hz	1	\$0	\$ 0	Gratuit (12.66 dollars pour 2)
Écran pour affichage	R	NA	1	\$0	\$ 0	MakerLab
Encodeur rotatif (en option, peut utiliser un commutateur momentané)	ENCODEUR BRICKSENSOR MODULE	NA	1	\$4.25	\$ 4.90	Maker store
Transistor 2N2222	Transistor 2N2222 ou 2N3904, BC547, BC548 et 2N3906	NA	1	\$0.5	\$ 0.58	Maker store
Diode	Diode 1N4002 1 A 100 V	Amper	2	\$0.99	\$ 4.98	On préfère le prendre du MakerSpace ou du MakerLab si c'est disponible, sinon on va l'acheter d' eBay

Moteur à engrenages	Moteur compact DC		1	\$2	\$ 2.30	MakerStore
Batterie 9V	Pour l'alimentation	Volt	Pack de 2 piles	\$1.25	\$ 1.44	Dollar Tree
Poulies	Pour le système de déplacement (dimensions à préciser)	NA	3	\$23.89	\$ 38.12	amazon.com
			1	\$12.99	\$ 25.59	amazon.com
Bâtons	Pour tenir les poulies	NA	2	0	0	Marker lab bricolage et soudure
Fil pour le circuit téléphérique	On aura besoin de près de 100 pouces.	In	1 corde de 45 ft	\$ 3.49	\$ 4.01	Canadian Tire
A réduire du cout (prix de livraison de 2 objets sur 3 sur Amazon)					\$ 21.3	
Total					\$ 82.18	

Mise à jour de l'équipement

- Circuit
 - 1 Microcontrôleur Arduino Uno R3
 - Logiciel Arduino IDE
 - Ordinateur personnel d'un membre de l'équipe (pour tester le circuit et implémenter le programme)
 - Batterie hybride pour alimenter le microcontrôleur
 - Breadboard
 - Fils de liaison
 - Un haut-parleur pour émettre les vibrations hors du système
 - Écran OLED SSD1306 (facultatif) pour afficher les fréquences de vibration du système et le temps effectué à vibrer.
 - Pile 9 volts pour alimenter le circuit
 - Encodeur rotatif (en option, on peut utiliser un commutateur momentané) pour contrôler le mouvement.

- Transistor 2N2222 (il existe des alternatives 2N3904, BC547, BC548 et 2N3906) pour amplifier le courant et contrôler l'alimentation du moteur vibrant
- Diode 1N4002 pour absorber les tensions produites par les enroulements du moteur quand il tourne
- Câble alimentation USB pour alimenter le microcontrôleur.
- Programme Arduino pour vibration du haut-parleur
- Boitier Arduino
 - Inkscape
 - Onshape
 - Machine de découpe laser
 - Perceuse (pour effectuer deux trous de chaque côté du boitier afin de l'accrocher au système de déplacement)
- Système de déplacement
 - Poulies
 - Ceinture
 - Vis
 - Moteur à engrenages
 - Contrôleur de Moteur
 - Adaptateur secteur

6. Plan d'essai de prototypage pour prochain prototype II

Pour le prototype II nous allons travailler sur le système qui produit la vibration ultrasons. Nous allons tester le fonctionnement du circuit Arduino pour la vibration par ultrason.

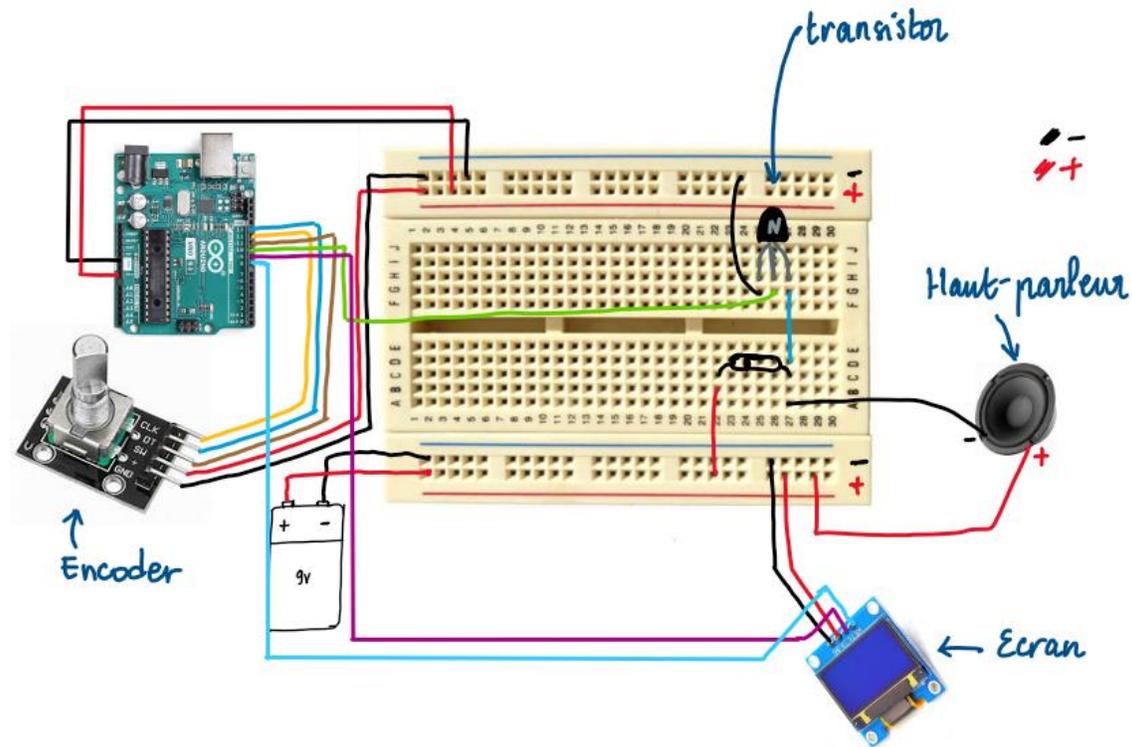


Figure 7: Circuit Arduino

N° de Test	Objectif du Test (Pourquoi)	Description du prototype utilisé et de la Méthode de Test de Base (Quoi)	Description des Résultats à Documenter et Comment ces Résultats seront Utilisés (Comment)	Durée Estimée du Test et Date Prévue du Début du Test (Quand)
1	Tester le programme pour le l'Arduino	Nous allons utiliser notre circuit et nous allons faire l'exécution de notre programme de vibration sur l'Arduino	A la fin du test nous allons déterminer si le programme est correct et que notre circuit exploite bien les informations	1 à 2 heures 07/03/2023
2	Vérifier la fréquence de vibration 40hz envoyer par le haut-parleur	Mesure de la fréquence de vibration émise par le haut-parleur	Confirmation que la fréquence est égale à 40Hz	07/03/2023
3	Vérifier la durée de vie du batterie	Mesure de la durée d'autonomie de la	Temps d'autonomie de la batterie	+ 6 heures

	(combien de temps pour se décharger)	batterie		08/03/2023
4	Vérifier la durée de charge du batterie (combien de temps pour se charger)	Mesure de la durée de charge de la batterie.	Temps de charge de la batterie	3 heures 09/03/2023
5	Tester le fonctionnement du circuit complet	Mise en œuvre et test du circuit complet	Fonctionnement correct du circuit dans son ensemble	2 heures 09/03/2023
6	Tester efficacité de ces vibrations sur quelques fleurs	Application des vibrations sur les plantes	Effets des vibrations sur les plantes	1 jours 10/03/2023

Conclusion

Après avoir reçu les retours de nos différents clients, nous avons pu identifier des axes d'amélioration pour notre prototype de système de pollinisation artificielle. Les suggestions ont mis en lumière la nécessité d'augmenter la robustesse du système, d'améliorer la précision des déplacements, et de peaufiner l'intégration technologique pour s'adapter à divers environnements. Les mises à jour de notre base de données reflètent ces retours et les tests effectués ont confirmé certaines caractéristiques clés de nos matériaux et de notre conception. Nous prévoyons d'ajuster la taille, la structure, la forme et les matériaux dans les prochains prototypes pour mieux répondre aux besoins spécifiques de nos clients et aux conditions réelles d'utilisation.

Références

- GNG1503 Notes de cours
- Logiciel Onshape
- Livrable E FE31 Noé
- Livrable C FE31 Noé
- Amazon.com
- MakerStore
- Canadian Tire
- Dollar Tree