

NOE FE31

Pollinisation



Date: 10/03/2023

GROUPE (NOE) FE31

Universite Ottawa

Membres Groupes

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

Projet pollinisation artificielle



Table des Matières

Table des Matières	1
Table des figures	1
Introduction.....	2
1. Rétroaction reçue du client sur 1 ^{er} prototype.....	3
2. Développement du prototype II (plan de prototypage, pourquoi, quoi, quand...) Décrit parfaitement les objectifs du prototypage et s'efforce clairement de produire le prototype le plus utile pour atteindre ces objectifs particuliers.....	3
3. Modèle Analytique, numérique ou expérimental	6
Effectue une analyse solide tout en identifiant les hypothèses, documente tous les résultats importants et s'efforce clairement d'extraire des informations intéressantes et utiles des rétroactions tout en identifiant comment ces informations peuvent être utilisées pour améliorer la solution.....	Error! Bookmark not defined.
Circuit Arduino	10
Programme Arduino	11
Organigramme de l'Application.....	13
4. Rétroactions d'utilisateurs potentiels (Fait une référence explicite à des travaux de prototypage ou de test précédents et démontre clairement et développe davantage les connaissances et les compétences acquises précédemment grâce aux travaux les plus récents..	13
5. Mise à jour des spécifications cibles, conception détaillée, et NDM.....	15
Nomenclature des matériaux pour circuit	15
Matériel emprunté du makerLab	18
Conception détaillée	19
6. Plan d'essai de prototypage du livrable H.....	19
Conclusion	21

Table des figures

Figure 1: Tests sur prototype II	8
Figure 2: Test sur prototype II	9
Figure 3: Circuit Arduino	11
Figure 4: Programme Arduino.....	12

Figure 5: Organigramme de l'application	13
Figure 6: Matériel emprunté du MakerLab	18
Figure 7: Conception détaillée du système en entier	19

Introduction

Dans le cadre du dynamique cours de Génie de la conception (GNG 1503) proposé par la prestigieuse Faculté de génie de l'Université d'Ottawa, notre équipe ambitieuse se lance dans une aventure novatrice visant à transformer radicalement l'approche de la pollinisation des fraises. À l'aide d'une technologie de pointe basée sur les ondes ultrasonores et pilotée par un circuit Arduino innovant, nous explorons les frontières de l'ingénierie en créant une solution de pollinisation artificielle avant-gardiste. Ce voyage commence avec la conception d'un premier prototype, évoqué dans le document F, qui introduit un système téléphérique expérimental. Cette première itération nous a permis de tester la mobilité de notre système Arduino dans un cadre contrôlé, jetant ainsi les bases de notre quête scientifique.

Les retours constructifs à la suite de cette première avancée ont été cruciaux, nous guidant vers des améliorations significatives et affinant notre vision pour le développement du Prototype II. Ce dernier représente une évolution majeure, marquant le passage d'un concept initial à une application plus sophistiquée et efficace de la technologie des ondes ultrasonores pour une pollinisation optimale. Le document G, qui démontre nos efforts et nos progrès, est un témoignage de notre engagement envers l'excellence et l'innovation. Il décrit non seulement le développement et les tests du Prototype II mais esquisse également une stratégie méthodique pour le Prototype III, envisageant de vérifier la faisabilité et l'efficacité de notre solution à une échelle plus significative.

En adhérant scrupuleusement aux critères d'évaluation et directives établis, nous détaillons notre processus de conception et de développement, soulignant les ajustements réalisés en réponse aux rétroactions et présentant une analyse préliminaire des résultats. Nous projetons aussi une lumière sur les étapes à venir, démontrant notre détermination à perfectionner continuellement notre solution. Ce faisant, nous ne cherchons pas seulement à innover dans le domaine de la pollinisation artificielle mais également à enrichir notre expérience éducative, forgeant ainsi notre identité en tant qu'ingénieurs de demain.

Par cette entreprise, nous embrassons pleinement les défis et les opportunités que présente l'ingénierie moderne, tout en contribuant activement à la science de la pollinisation artificielle. Notre projet incarne une fusion entre aspiration académique et application pratique, illustrant notre passion pour l'ingénierie et notre engagement envers l'amélioration continue. En naviguant à travers ces eaux inexplorées, nous aspirons non seulement à révolutionner les techniques de pollinisation mais aussi à laisser une empreinte durable dans le domaine du génie, témoignant de notre soif d'apprendre, d'innover et de réussir.

1. Rétroaction reçue du client sur 1^{er} prototype

Au cours de notre développement initial, notre équipe a conçu et présenté un système de pollinisation artificielle novateur, centré autour de trois sous-systèmes essentiels : un système de téléphérique pour le déplacement des étagères, un mécanisme de dispersion de pollen par vibration d'ondes sonores, et un système d'alimentation et de contrôle opéré par une batterie rechargeable à distance. Cette approche intégrée visait à simuler les conditions optimales pour la pollinisation des fraises en serre, en s'appuyant sur la technologie moderne pour surmonter les limitations des méthodes traditionnelles.

Présentation et Retours du Client : Lors de notre dernière rencontre avec le client, nous avons eu l'occasion de mettre en avant notre prototype initial, focalisé principalement sur le sous-système de circuit de déplacement, ou système téléphérique. Cette partie du système, construite à partir de composants tels que des roues et des poulies, a été conçue pour tester la faisabilité et l'efficacité d'un mécanisme de déplacement automatisé pour les étagères de fraises. La réaction du client à cette présentation a été significativement positive, affirmant l'importance du sous-système de déplacement tout en mettant un accent particulier sur le sous-système de dispersion de pollen via les vibrations par ondes sonores. Le client a souligné que ce dernier constituait le cœur de la solution de pollinisation, étant le mécanisme direct responsable de la fertilisation des fleurs de fraises. Par conséquent, il a recommandé de procéder à des tests spécifiques, idéalement sur des plants de fraises, pour valider l'efficacité de la pollinisation induite par les vibrations.

Orientation pour le Prototype II

En tenant compte de ces retours précieux, notre équipe a pris la décision stratégique de se concentrer davantage sur le perfectionnement du sous-système de dispersion de pollen par vibration pour le développement du Prototype II. Cette décision s'aligne sur la priorité du client pour un mécanisme de pollinisation efficace et souligne notre engagement à fournir une solution technologique qui répond aux besoins réels des utilisateurs finaux. Le circuit Arduino, qui est au cœur de notre sous-système de vibration, sera optimisé pour produire des fréquences sonores spécifiques conçues pour maximiser la pollinisation des fraises. En se basant sur les conseils du client, nous intégrerons une série de tests ciblés avec des fraisiers pour confirmer l'efficacité de notre approche et pour s'assurer que notre solution peut répondre aux exigences pratiques de la pollinisation en milieu contrôlé. La rétroaction reçue est un pilier central de notre processus de développement, guidant nos efforts vers l'amélioration continue de notre système de pollinisation artificielle. En se concentrant sur le raffinement du mécanisme de vibration par ondes sonores, le Prototype II vise à franchir une étape décisive vers la réalisation d'une solution intégrée et performante pour la pollinisation des cultures en serre.

2. Développement du prototype II

Le développement du Prototype II a été guidé par un objectif clair : optimiser le sous-système de dispersion de pollen par vibrations pour une pollinisation efficace des fraises. Malgré une planification rigoureuse, des contraintes logistiques ont retardé les tests directs sur les plants de

fraises. Néanmoins, cette étape intermédiaire nous a permis de concentrer nos efforts sur l'affinement des paramètres de vibration et sur l'évaluation de leur impact sonore, assurant ainsi que notre système puisse opérer de manière efficace sans perturber l'environnement de serre.

Objectifs du Prototypage

- **Validation des Paramètres de Vibration** : Sans accès immédiat aux plants de fraises, l'objectif a été réorienté vers la validation de la fréquence et de l'intensité des vibrations nécessaires pour la pollinisation, tout en minimisant le bruit généré par le système.

- **Préparation pour Tests de Pollinisation** : Parallèlement, préparer le terrain pour une série de tests de pollinisation dès la réception des fraises, pour évaluer directement l'efficacité du sous-système de dispersion de pollen.

Quoi (Ajustements du Prototype)

- **Optimisation du Sous-Système de Vibration** : Le circuit Arduino a été finement ajusté pour produire des vibrations à une fréquence qui maximise la dispersion du pollen tout en réduisant au minimum le bruit, répondant ainsi aux critères d'un environnement de serre optimal.

Quand (Révision du Calendrier des Tests)

- **Tests de Vibration** : Ces tests ont été menés immédiatement après l'assemblage et la programmation du prototype, concentrant l'effort sur l'optimisation des paramètres de vibration.

- **Tests de Pollinisation avec les Fraises** : Planifiés pour démarrer dès la réception des plants de fraises, avec une période d'essai définie pour évaluer l'efficacité de la pollinisation.

Méthodologie de Prototypage Adaptée

- **Validation Technique des Vibrations** : Les tests ont inclus l'utilisation d'équipement de mesure pour évaluer l'intensité des vibrations et leur portée, ainsi que des appareils de mesure du son pour s'assurer que le système reste dans des niveaux sonores acceptables.

- **Préparation pour Évaluation Directe sur Plantes** : Bien que les tests directs sur les fraises n'aient pas encore été possibles, la préparation méthodique et la calibration du système garantissent que nous sommes prêts à entamer cette phase critique dès que les conditions le permettront.

En dépit des retards rencontrés, notre approche flexible et notre capacité à ajuster nos objectifs de prototypage nous ont permis de progresser significativement dans le développement du Prototype II. Cette étape a renforcé notre compréhension des défis techniques et nous a mieux préparés pour

les tests de pollinisation imminents, nous rapprochant ainsi de notre objectif de fournir une solution innovante et efficace pour la pollinisation des cultures en serre.

Phase du Prototypage	Objectif	Description	Calendrier	Méthodologie
Optimisation des Vibrations	Valider les paramètres de vibration sans générer de bruit excessif	Ajustement du circuit Arduino pour générer des vibrations optimales pour la dispersion du pollen tout en minimisant le bruit.	Immédiatement après l'assemblage	Utilisation d'équipements de mesure pour évaluer l'intensité des vibrations et les niveaux sonores.
Préparation pour Tests de Pollinisation	Être prêt pour les tests de pollinisation dès réception des plants de fraises	Préparation et calibration du sous-système de vibrations en attente de l'arrivée des plants de fraises pour évaluation directe.	Dès réception des fraises	Calibration du système pour assurer une dispersion optimale du pollen; préparation logistique pour les tests en serre.
Tests de Vibration et Son	Confirmer que les vibrations sont dans une fréquence et une intensité optimales pour la pollinisation sans perturber par le bruit	Tests spécifiques pour évaluer l'efficacité des vibrations et mesurer le bruit produit par le système.	Réalisés avant les tests sur plantes	Tests en laboratoire avec équipements spécialisés pour mesurer les vibrations et le bruit.
Tests de Pollinisation avec Fraises (Planifié)	Valider l'efficacité de la pollinisation par vibrations	Tests en serre sur les plants de fraises pour évaluer l'efficacité de la pollinisation par le système de vibrations.	À définir, suite à la réception des fraises	Tests en conditions réelles sur plants de fraises, observation et documentation de la fécondation et de la production de fruits.

3. Modèle Analytique, numérique ou expérimental

En intégrant vos dernières expérimentations et observations dans le modèle analytique, voici comment la section pourrait être révisée et enrichie :

L'évolution de notre Prototypage II s'appuie désormais sur des analyses approfondies et des tests expérimentaux ciblés, spécialement conçus pour évaluer l'efficacité des haut-parleurs (baffles) à générer des vibrations à des fréquences qui facilitent la dispersion du pollen, tout en minimisant la production sonore. Les tests ont inclus des évaluations spécifiques sur la réaction des matériaux simulant le comportement du pollen et sur l'utilisation d'ultrasons pour améliorer le processus de pollinisation.

Exploration de la Réaction des Haut-Parleurs

- **Objectif** : Déterminer la fréquence optimale pour générer des vibrations qui peuvent efficacement simuler la pollinisation naturelle par les abeilles, sans émettre de bruit dérangeant pour l'environnement de serre.

- Méthodologie :

- **Tests de Vibration** : Placement de feuilles sur le baffle pour observer leur mouvement en réponse à différentes fréquences, simulant ainsi le déplacement du pollen.

- **Mesure du Niveau Sonore** : Évaluation des niveaux sonores à différentes fréquences pour identifier celles qui minimisent le bruit tout en conservant une efficacité de vibration adéquate.

Expérimentation avec les Ultrasons

- **Objectif** : Tester l'application des ultrasons comme moyen de pollinisation, évaluant leur capacité à déplacer le pollen sans contact direct et sans bruit audible pour l'humain.

- Méthodologie :

- **Configuration du Test** : Utilisation d'un émetteur d'ultrasons positionné au-dessus des feuilles pour générer des ondes ultrasonores ciblées.

- **Observation des Effets** : Surveillance du mouvement des feuilles et des particules simulées de pollen pour évaluer l'efficacité de la dispersion induite par les ultrasons.

Résultats et Ajustements

- **Fréquences Optimales** : Les tests ont révélé des fréquences spécifiques où les vibrations étaient suffisantes pour provoquer le mouvement des feuilles (simulant la dispersion du pollen) tout en produisant un minimum de bruit ambiant.

- **Efficacité des Ultrasons** : L'expérimentation a démontré que les ultrasons peuvent efficacement induire le mouvement des particules simulées de pollen, suggérant un potentiel pour une pollinisation non invasive et silencieuse.

Implications pour le Prototype II

Ces découvertes influencent directement l'optimisation du Prototype II :

- **Calibration des Paramètres de Vibration** : Les données recueillies permettent d'ajuster précisément le prototype pour utiliser les fréquences vibratoires identifiées comme les plus efficaces et les moins bruyantes.

- **Intégration de la Technologie Ultrason**: Forts des résultats positifs avec les ultrasons, nous envisageons d'incorporer cette technologie dans notre prototype, offrant une méthode de pollinisation innovante qui pourrait révolutionner les pratiques agricoles en serre.

L'intégration des résultats de ces tests dans notre modèle analytique renforce la base scientifique de notre projet. Elle nous guide dans la fine calibration de notre prototype, assurant que notre solution de pollinisation non seulement imite avec succès les processus naturels mais le fait de manière écologiquement responsable et efficace.



Figure 1: Tests sur prototype II



Figure 2: Test sur prototype II

Section	Détails
Contexte et Découverte	Après des expériences préliminaires, l'efficacité des vibrations et ultrasons pour simuler la pollinisation a été mise en évidence. Une plage de fréquences de 20 à 40 kHz a été ciblée pour les tests futurs.
Ajustement du Modèle Analytique et Prototype II	Fréquence Ciblée : Choix de 20 à 40 kHz basé sur la capacité de générer des vibrations efficaces pour la pollinisation, sans bruit audible. Tests de Validation avec les Fraises : Planification de tests directs sur les plants de fraises pour valider cette gamme de fréquences.
Implications Pratiques	Pollinisation Optimisée : La fréquence ciblée promet une amélioration de la pollinisation des fraises. Adaptabilité et Respect de l'Environnement : Méthode silencieuse et non intrusive, adaptée aux serres.
Conclusion	Engagement à affiner le Prototype II avec une approche centrée sur 20 à 40 kHz pour les vibrations ultrasoniques, visant une solution de pollinisation efficace et respectueuse de l'environnement. Les tests futurs sur les fraises sont cruciaux pour valider cette approche.

Circuit Arduino

Dans le cadre du développement de notre Prototype II, notre équipe a mené des tests en utilisant une carte Arduino Uno au lieu d'une carte Arduino Lolin, principalement en raison de la disponibilité des composants et de la familiarité avec la plateforme Uno. Ces tests visaient à optimiser les fréquences de vibration pour la pollinisation artificielle. Toutefois, en raison de contraintes de temps, l'évaluation du contrôle à distance du système de pollinisation a été repoussée et sera réalisée ultérieurement. Cette étape est cruciale pour assurer la facilité d'utilisation et l'efficacité du système dans un environnement réel de serre.

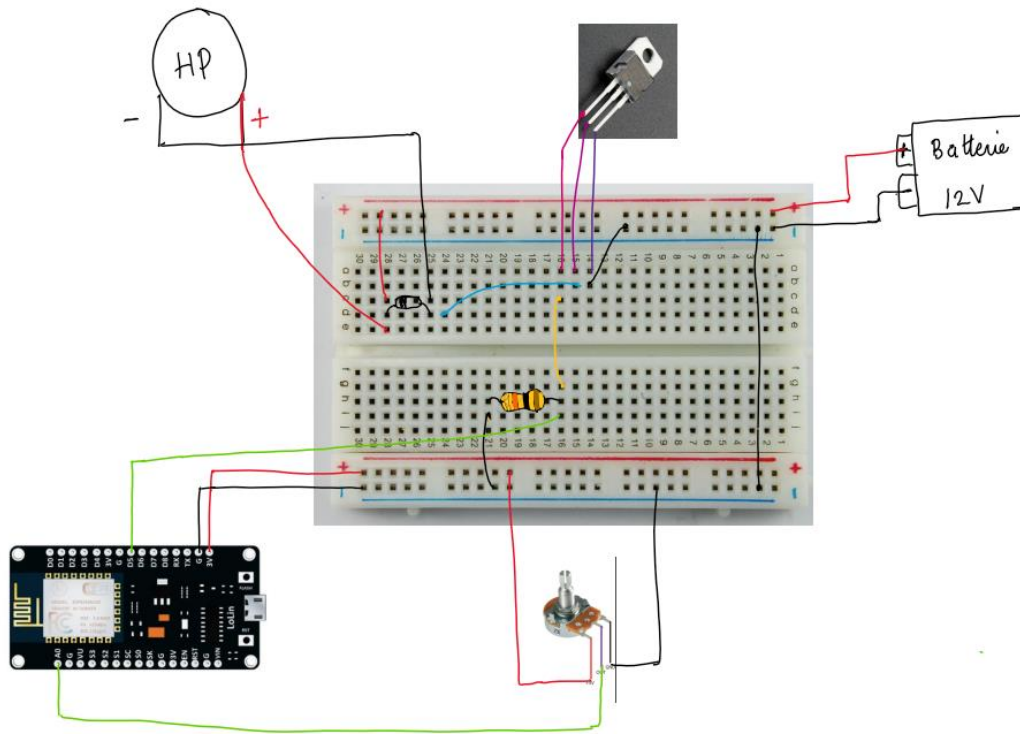


Figure 3: Circuit Arduino

Programme Arduino

L'équipe a effectué un test en ajustant le potentiomètre pour faire varier la fréquence des ultrasons entre 100 Hz et 40 kHz.

prototype_ll.ino

```
1 int potPin = A0; // Le pin où le potentiomètre est connecté
2
3 void setup() {
4     Serial.begin(9600); // Initialiser la communication série
5     pinMode(potPin, INPUT);
6     // Configuration de la broche 9 pour la sortie PWM, Timer1
7     pinMode(9, OUTPUT);
8
9     // Configuration de Timer1
10    TCCR1A = _BV(COM1A1) | _BV(WGM11); // Mode Fast PWM avec TOP en ICR1 et sortie sur OC1A (broche 9)
11    TCCR1B = _BV(WGM13) | _BV(WGM12) | _BV(CS10); // Pas de prédiviseur
12 }
13
14 void loop() {
15     int potValue = analogRead(potPin); // Lire la valeur du potentiomètre (0 à 1023)
16
17     // Mapez la valeur du potentiomètre à la plage de fréquences ultrasonores souhaitée
18     // Par exemple, de 20000 Hz (20kHz) à 40000 Hz (40kHz)
19     long frequency = map(potValue, 0, 1023, 100, 40000);
20
21     // ICR1 définit la fréquence du signal PWM pour Timer1
22     ICR1 = 16000 / frequency - 1; // F_CPU / fréquence - 1 (16MHz / fréquence désirée - 1)
23
24     // Définir le duty cycle à 50%
25     OCR1A = ICR1 / 2;
26
27     // Afficher la fréquence actuelle sur le moniteur série
28     Serial.print("Fréquence: ");
29     Serial.print(frequency);
30     Serial.println(" Hz");
31
32     // Un petit délai pour stabiliser le potentiomètre et limiter la vitesse de rafraîchissement des données
33     delay(160);
34 }
```

Figure 4: Programme Arduino

Organigramme de l'Application

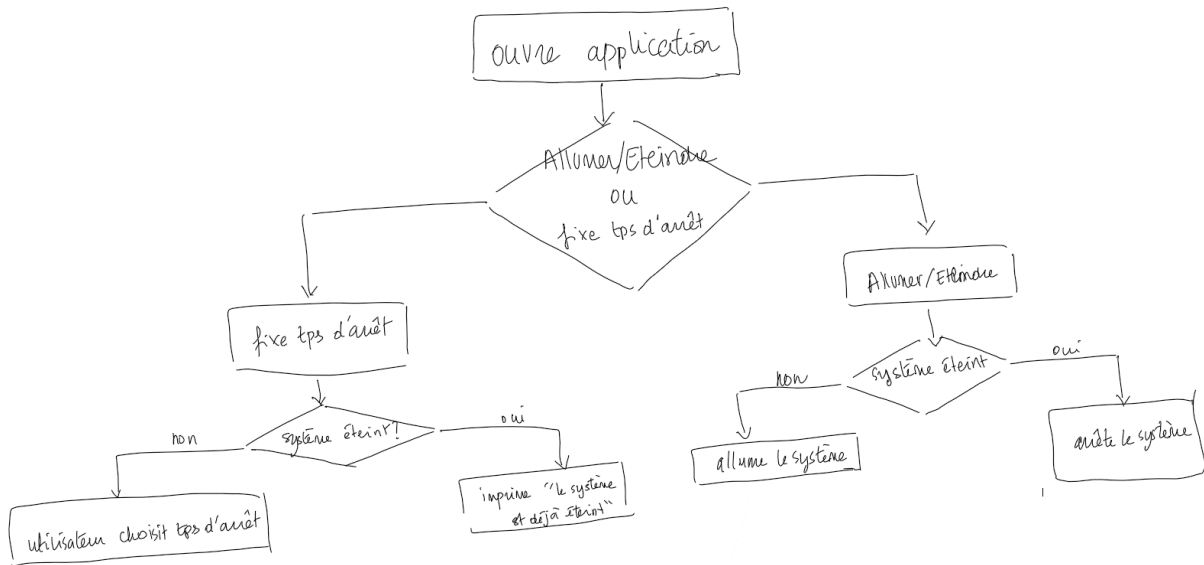


Figure 5: Organigramme de l'application.

En conclusion, notre application, conformément à l'organigramme fourni, est conçue pour être flexible et répondre aux besoins variés de nos utilisateurs. La semaine prochaine, nous adapterons le code pour le rendre compatible avec notre Arduino Lolin, offrant la possibilité de choisir entre l'implémentation d'un serveur web ou le développement d'une application mobile. Ce choix permettra aux utilisateurs de contrôler le système de pollinisation de manière intuitive et accessible, que ce soit à travers un navigateur web ou une interface mobile dédiée. Cette tâche est planifiée pour la semaine à venir, due à des contraintes de temps actuelles, et constitue une étape clé vers l'achèvement de notre solution de pollinisation artificielle.

4. Rétroactions d'utilisateurs potentiels

Après la présentation de notre prototype intermédiaire, nous avons recueilli des commentaires de divers spécialistes, qui ont chacun apporté leur perspective unique basée sur leur expertise.

Utilisateur 1 : Yadah Ngolo (Génie Informatique)

Yadah a exprimé de l'enthousiasme pour le prototype en cours, notant que les composants actuels, notamment le haut-parleur et le microcontrôleur, fonctionnent bien ensemble. Il reconnaît l'avancée du projet et attend avec impatience le prototype final, montrant une grande confiance dans notre capacité à atteindre nos objectifs.

Utilisateur 2 : Benjamin Racine (Génie Chimique)

Benjamin trouve le projet intéressant et réalisable, mais met en garde contre les défis potentiels liés à la conception du circuit. Il souligne la contrainte de temps et suggère de se concentrer sur le circuit et le système de déplacement plutôt que sur l'implémentation complète de l'application mobile pour le prototype final. Il propose de préparer le code et l'organigramme nécessaires pour communiquer notre vision.

Utilisateur 3 : Anna B. (Génie Chimique)

Anna est impressionnée par le concept et se montre particulièrement intéressée par le programme Arduino. D'après son expérience, le développement d'une application peut être complexe et chronophage. Elle partage une préoccupation concernant les problèmes potentiels liés à la différence entre les réseaux internet et suggère l'utilisation d'une télécommande infrarouge pour un contrôle plus fiable.

Conclusion et Considération

Les retours des utilisateurs spécialisés dans les domaines du génie informatique et chimique apportent des perspectives critiques sur le développement de notre système de pollinisation. Ces contributions sont essentielles pour affiner notre prototype et maximiser son efficacité. En tenant compte de ces retours, voici notre conclusion ajustée et la façon dont nous envisageons d'utiliser les connaissances et compétences acquises :

Les rétroactions de Yadah, Benjamin et Anna ont été précieuses pour nous orienter vers une amélioration continue de notre prototype. L'encouragement de Yadah quant à la fonctionnalité actuelle du haut-parleur et du microcontrôleur valide nos choix techniques et renforce notre confiance dans les progrès accomplis. Les avertissements de Benjamin sur les défis liés à la conception du circuit nous rappellent l'importance d'une approche rigoureuse en génie, tandis que les suggestions d'Anna sur le contrôle du système offrent une perspective pratique basée sur l'expérience réelle. Dans le contexte de ces conseils, et avec une compréhension plus profonde obtenue grâce à nos essais précédents, nous sommes confrontés à un choix stratégique : persévérer avec le développement d'une application de contrôle via WiFi ou simplifier notre approche avec une télécommande infrarouge. Cette décision sera prise en consultant notre chef de projet et notre assistant d'apprentissage, en nous appuyant sur l'expertise acquise lors de la réalisation du premier prototype. La conception de l'application et l'élaboration de son organigramme, bien qu'encore théoriques, reposent sur notre expérience pratique avec le prototype initial et notre compréhension de la programmation Arduino. Ce travail préparatoire nous permettra de présenter au client une vision complète du système, même si la mise en œuvre complète peut ne pas être réalisable dans les délais du projet. Cependant, avec l'interaction humaine requise pour déplacer le système, l'option de contrôle par télécommande infrarouge pourrait fournir une solution simple et efficace, évitant les éventuels problèmes de connectivité réseau que pourrait présenter une application WiFi. En conclusion, notre prochain pas consistera à évaluer les deux options de contrôle en considérant leur faisabilité technique, leur praticité et leur cohérence avec les objectifs globaux du projet. Cette évaluation, enrichie par les expériences et les tests antérieurs, nous permettra de choisir la voie la plus prometteuse pour achever notre système de pollinisation par vibrations ultrasoniques, et ainsi contribuer à l'avenir de l'agriculture en serre.

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

Nomenclature des matériaux pour circuit

Item	Description	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût étendu	Source
Microcontrôleur avec module wifi	ESP8266 NodeMCU ESP32 MakerLab (odoo.com)	kB	1	\$ 7.55	\$ 8.68	Temu
Câble alimentation USB		Mètre	1	\$0	\$0	Gratuit, des membres
Une batterie 12v	Pour alimenter le microcontrôleur	Volt	1	\$10.99	\$12.64	Canadian Tire
Breadboard	Breadboard pour mettre le circuit	NA	1	\$2.50	\$2.88	MakerLab
Fils de liaison	Fil de 5 pieds	NA	1	\$1.60	\$1.84	MakerLab

Un haut-parleur	Grand haut-parleur, de puissance maximale 35 Watts, et de résistance 4 ohm. Capable de fonctionner à 12V et de produire des ultrasons	Hz	1	\$1	\$1	Kijiji
Potentiomètre de 10kΩ	Pour ajuster la fréquence des ultrasons	Ohm	1	\$0.95	\$1.09	Du MakerLab
DIODE de roue libre (1N4004) ou 1N4001	Pour protéger le transistor/MOSFET contre les tensions induites lorsque le haut-parleur s'éteint. Une diode comme la 1N4004 pourrait être utilisée.	Ohm	1	\$0.04	\$0.05	Du MakerLab
MOSFET	Pour piloter le haut-parleur à partir d'un signal PWM de l'ESP8266. Bipolar (BJT) Transistor NPN 40 V 200 mA 300MHz 625 mW Through Hole TO-92-3	Volt	1	\$0.5	\$0.58	makerstore
Total de l'équipement pour prototype II					\$ 28.76	

Le reste du matériel pour le prototype final

Item	Description	Unité de mesure	Quantité	Coût unitaire	Coût étendu	Source
Moteur à engrenages	Moteur compact DC		1	\$2	\$ 2.30	MakerStore
Une batterie 9v pour alimenter le moteur	Du même pack acheté pour circuit	Volt	1	\$10.99	\$12.64	Canadian Tire
Poulies	Pour le système de déplacement (dimensions à préciser)	NA	3	\$23.89	\$ 38.12	amazon.com
Bâtons	Pour tenir les poulies	NA	2	0	0	MarkerLab bricolage et soudure
Fil pour le circuit téléphérique		ln	1 corde de 45 ft	\$ 3.49	\$ 4.01	Canadian Tire
Total du reste du matériel					\$57.07	
Total du matériel complet					\$ 85.83	

Matériel emprunté du makerLab

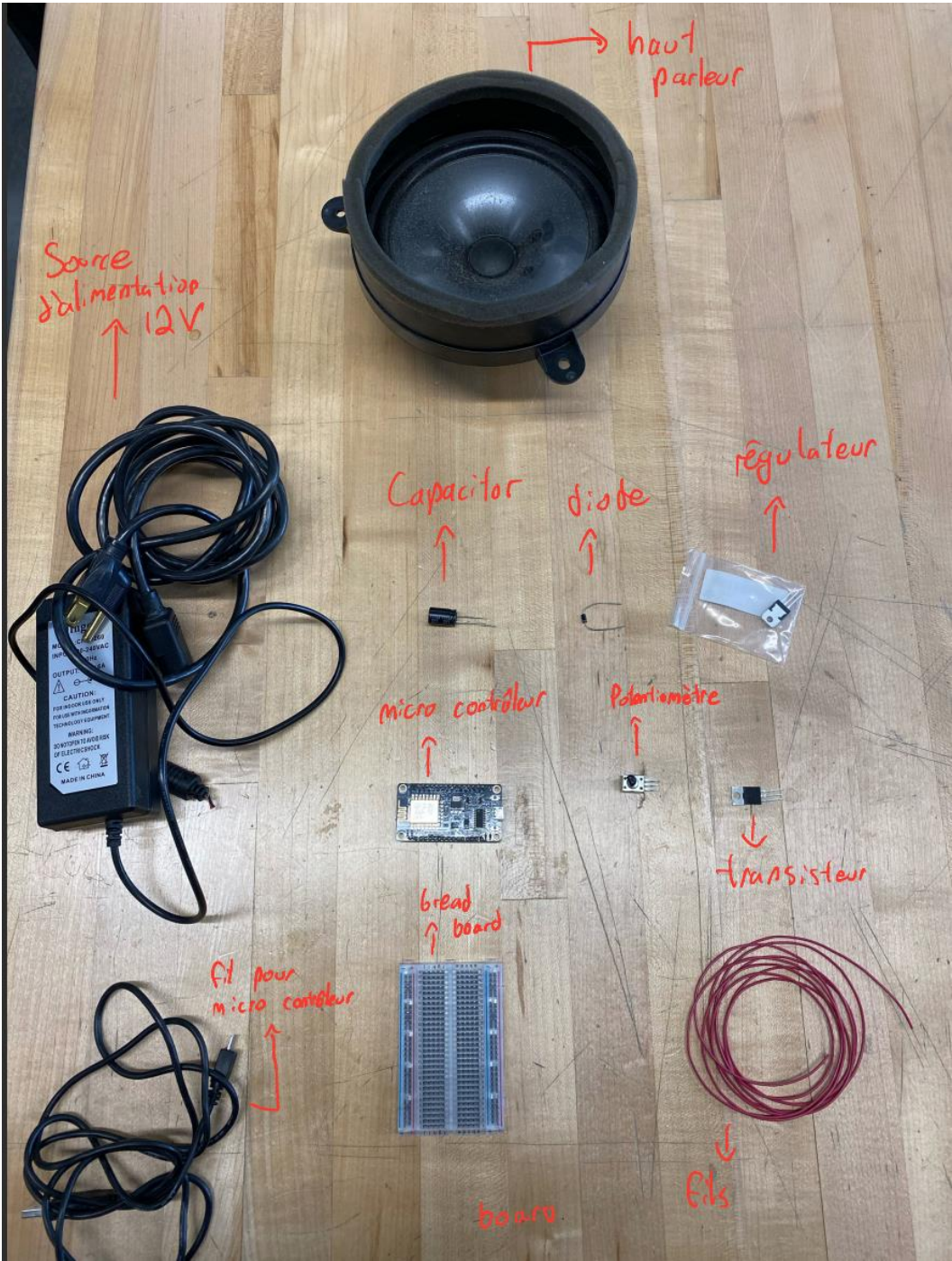


Figure 6: Matériel emprunté du MakerLab

Conception détaillée

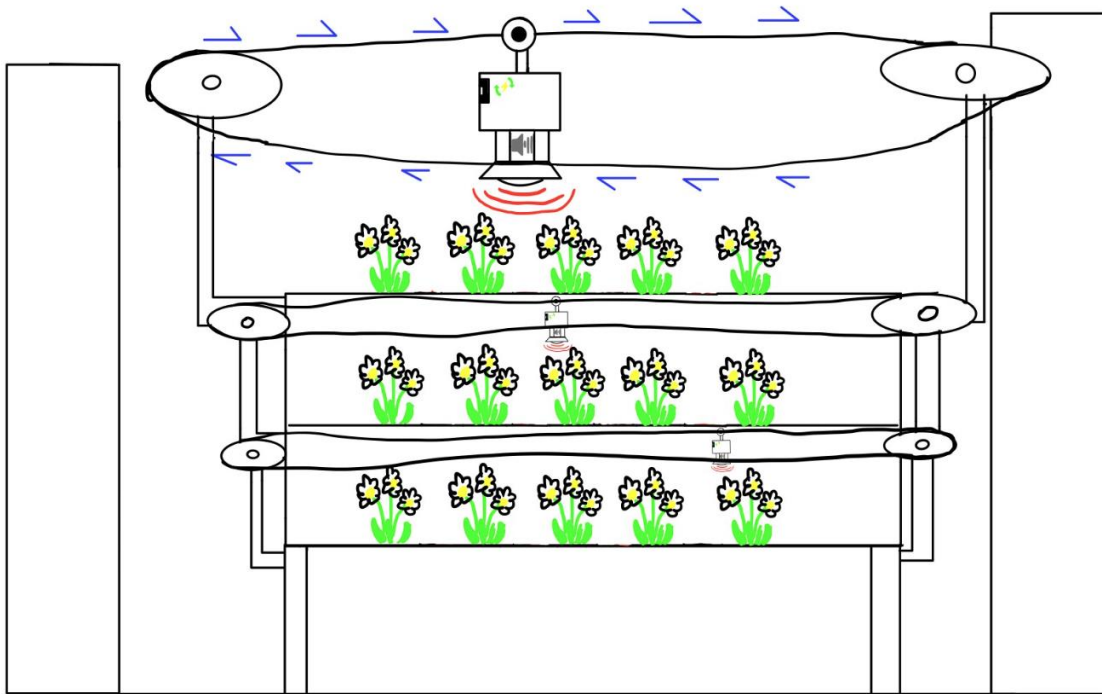


Figure 7: Conception détaillée du système en entier

6. Plan d'essai de prototypage du livrable H

Pour le prochain livrable, nous avons l'intention de fournir un prototype compréhensif. Nous essaierons de présenter à travers ce dernier le fonctionnement complet de notre solution.

En particulier, nous pouvons développer davantage notre circuit afin de pouvoir le contrôler à distance avec l'application mobile ou un site web. Cependant, à la suite de la rétroaction de nos utilisateurs potentiels, nous avons comme deuxième possibilité, dans le cas de limite temporelle, de contrôler notre circuit par un télécommande à l'aide d'infrarouges.

Nous allons concevoir le système de déplacement avec le matériel nécessaire (moteur), ce qui va permettre à notre prototype de tourner autour des poulies automatiquement. Nous allons tester l'ensemble du système (système de déplacement, circuit Arduino, et contrôle à distance). Plus précisément, nous allons nous focaliser sur des fraises ou des fleurs pour vérifier l'efficacité de la pollinisation avec notre prototype.

Ce tableau d'essai pour le prototype III tient compte de la possibilité d'un contrôle à distance à la fois par une application mobile/site web et par une télécommande infrarouge, tout en mettant l'accent sur l'automatisation et l'intégration du système de

déplacement. Chaque test est accompagné d'objectifs clairs, de résultats escomptés et de critères d'arrêt pour assurer des mesures et des rétroactions précises. Les durées des tests sont estimées pour permettre une évaluation approfondie tout en maintenant l'efficacité du processus de test.

Plan d'essais :

Prototype					Tests			
N°	Type	Objectif	Fidélité	Rétroaction	Objectif	Résultat	Durée	Critère d'arrêt
1	Cible physique	Fonctionnement complet du système	Haute	Feedback des utilisateurs et du chef de projet	Test complet du système (déplacement et pollinisation). Vérifier l'efficacité de la pollinisation avec le prototype sur des fraises.	Taux de pollinisation réussie par rapport aux fleurs non traitées	2 heures	Taux de pollinisation réussie atteint ou toutes les fleurs traitées
2	Ciblé p	Contrôle à distance via application mobile/site web ou Contrôle à distance via télécommande infrarouge	Moyenne	Aucune du client ou d'utilisateur	Test de contrôle à distance ou Test de contrôle par infrarouge. Évaluer la réactivité et la portée de la télécommande	Commandes exécutées avec précision à différentes distances	1 heure	Contrôle à distance fonctionne pour 10 cycles consécutifs sans erreur. Commandes exécutées avec succès à une distance de 5 mètres
3		Automatisation du système de déplacement	Haute	Aucune du client ou d'utilisateur	Test d'automatisation des mouvements du système. Assurer que le système peut naviguer autour des poulies automatiquement	Mouvement fluide et correctement séquencé autour des poulies	2 heures	Système complète 5 rotations automatiques sans erreur

4	Cible physique	Intégration de système et sous-systèmes	Haute	Feedback des utilisateurs et du chef de projet	Test d'intégration de système	Confirmer l'intégration et la coopération entre tous les sous-systèmes. Tous les composants fonctionnent de manière synchrone	3 heures	Tous les sous-systèmes fonctionnent en intégration pour la durée du test

Conclusion

Pendant la création de ce prototype, nous avons eu l'opportunité de rencontrer le client une seconde fois pour recueillir ses retours. Nous avons également sollicité les avis de diverses personnes, que ce soit lors de nos sessions en laboratoire, avec notre chef de projet, notre assistant d'apprentissage et nos utilisateurs potentiels. Grâce à leurs commentaires, nous avons pu améliorer notre prototype à chaque étape. En particulier, nous avons adapté notre circuit pour répondre à nos besoins et aux recommandations des utilisateurs. Ainsi, notre prochain prototype inclura probablement un capteur infrarouge pour permettre le contrôle à distance de notre système. Par ailleurs, nous avons renforcé notre cohésion en tant qu'équipe et tiré parti de nos compétences complémentaires.

Pour le prochain livrable, notre objectif est d'intégrer notre système de déplacement et notre circuit pour le prototype III. Nous accorderons moins d'importance à l'esthétique du système qu'à son bon fonctionnement. Une fois que nous aurons assuré sa fonctionnalité et pris en compte les retours du client et des autres utilisateurs potentiels, nous pourrions améliorer son apparence finale avant de le présenter lors de la journée de conception. Parallèlement, nous commencerons à rédiger le manuel d'utilisation au fur et à mesure de nos avancées.