

NOE FE31

Pollinisation



Date: Feb 11, 2024

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



Livrable de projet D: Conception préliminaire

Résumé

Ce livrable de projet vise à développer des concepts préliminaires pour résoudre l'énoncé de problème du projet GNG 1503 - Génie de la Conception. L'objectif est de générer des idées pour chaque sous-système requis, de les combiner en trois systèmes fonctionnels, puis d'analyser et d'évaluer ces concepts en fonction des critères de conception préalablement définis afin de déterminer un système global.

Table des matières

Table des matières	3
1 Introduction	5
2 Sous système de circuit de déplacement pour les étagères	6
2.1 Concept 1 : Système de rails motorisés (Yorgo)	7
2.2 Concept 2 : Câbles et de poulie (Meryem)	7
2.3 Concept 3 : Voie magnétique (Pape Gora DIALLO)	8
2.4 Concept 4 : Guidage laser (Merdi)	10
2.5 Concept 5 : Système de téléphérique pour le déplacement du matériel pollinisateur (Meryem)	11
3 Sous système de dispersion de pollen	13
3.1 Concept 1 vibrations Ultrasonores (Solim)	13
3.2 Concept 2 : Ventilation par souffle d'air (Solim)	15
3.3 Concept 3 : Mécanisme de dispersion mécanique (petit batteur ou une brosse douce) (Solim) 16	
3.4 Générateur de vibration par Raspberry ou Arduino (Meryem)	17
4 Sous système de détection et de positionnement des fleurs	18
4.1 Concept 1 : Capteurs de Proximité (Merdi)	19
4.2 Concept 2 : Technologie RFID (Merdi)	19
4.3 Concept 3 : Guidage à l'Aide de Signaux Lumineux (Merdi)	20
4.4 Système de Contrôle Automatique des Arrêts et Reprises le Long du Circuit (Pape Gora DIALLO)	21
5 Sous-système d'alimentation et de contrôle	24
5.1 Concept 1 : Batterie Rechargeable avec Contrôle à Distance (Meryem)	25
5.2 Concept 2 : Système Hybride avec Contrôle Automatique (Yorgo)	26
5.3 Concept 3 : Alimentation Secteur avec Contrôle à Distance et Surveillance de l'Activité de Pollinisation (Pape Gora DIALLO)	26
6 Systèmes fonctionnels	28
6.1 Système fonctionnel 1	29
6.1.1 Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères	29
6.1.2 Sous-système de dispersion de pollen	29

6.1.3	Sous système de détection et de positionnement des fleurs	29
6.1.4	Sous-système d'alimentation et de contrôle.....	29
6.2	Système fonctionnel 2.....	29
6.2.1	Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères.....	29
6.2.2	Sous-système de dispersion de pollen	29
6.2.3	Sous système de détection et de positionnement des fleurs	29
6.2.4	Sous-système d'alimentation et de contrôle.....	29
6.3	Système fonctionnel 3.....	29
6.3.1	Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères.....	29
6.3.2	Sous-système de dispersion de pollen	29
6.3.3	Sous système de détection et de positionnement des fleurs	30
6.3.4	Sous-système d'alimentation et de contrôle.....	30
7	Analyse et évaluation systèmes.....	30
8	Conclusions et recommandations	31
9	Annexes.....	32
9.1	Système fonctionnel 4.....	32
9.1.1	Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères.....	32
9.1.2	Sous-système de dispersion de pollen	32
9.1.3	Sous système de détection et de positionnement des fleurs	32
9.1.4	Sous-système d'alimentation et de contrôle.....	32
10	Références	32
11	Table de figures:.....	33

1 Introduction

Le projet GNG 1503 se concentre sur le développement d'une solution novatrice pour la pollinisation des plantes à l'aide de systèmes automatisés. Dans le contexte actuel de changements climatiques et de diminution des populations d'insectes pollinisateurs, la pollinisation des cultures est devenue une préoccupation majeure pour l'agriculture et l'environnement. Les méthodes traditionnelles sont devenues inefficaces, en particulier pendant les mois d'hiver où les insectes pollinisateurs sont moins actifs. Il est aussi indispensable de diminuer le coût de la main d'œuvre.

Pour répondre à ce défi, notre équipe s'est engagée à concevoir une solution technologique innovante qui assure une pollinisation artificielle efficace qui demande un minimum d'interaction humaine et qui favorise une culture saine tout au long de l'année. Notre approche consiste à diviser le système en plusieurs sous-systèmes interdépendants, chacun contribuant à différentes étapes du processus de pollinisation. Dans ce rapport, nous présenterons nos concepts préliminaires pour trois sous-systèmes clés : le circuit de déplacement pour les étagères, la dispersion de pollen et la détection des fleurs. Nous explorerons également nos propositions pour le sous-système d'alimentation et de contrôle.

Pour chaque sous-système, nous présenterons plusieurs concepts générés par les membres de notre équipe, en soulignant les avantages et les inconvénients de chacun. Ces concepts ont été soigneusement élaborés en tenant compte des critères de conception prioritaires définis pour le projet. Enfin, nous discuterons des synergies entre les différents sous-systèmes et des choix de conception globaux qui ont émergé de notre processus d'évaluation.

En combinant l'innovation technologique avec une approche réfléchie de la conception, notre objectif est de proposer une solution de pollinisation automatisée efficace et durable, répondant aux besoins des agriculteurs tout en préservant la santé de l'écosystème environnant.

2 Sous système de circuit de déplacement pour les étagères

L'un des défis fondamentaux de notre projet de pollinisation automatisée réside dans la conception d'un système de déplacement efficace pour le matériel pollinisateur le long des étagères où les plantes sont disposées. Dans cette section, nous explorons plusieurs concepts innovants pour répondre à ce défi, en mettant l'accent sur la précision, la fiabilité et l'automatisation du mouvement.

Les étagères représentent l'espace où les plantes sont cultivées, et le déplacement du matériel pollinisateur à travers ces étagères est essentiel pour assurer une pollinisation efficace. Notre objectif est de concevoir un système qui puisse naviguer de manière efficace entre les plantes, couvrant toutes les zones de culture de manière uniforme.

Chaque concept proposé offre une approche unique pour résoudre ce problème. Certains concepts se concentrent sur l'utilisation de technologies de pointe telles que la lévitation magnétique ou le guidage laser, tandis que d'autres explorent des solutions plus traditionnelles comme les câbles et les poulies. Chaque approche présente ses propres avantages et inconvénients, et notre évaluation minutieuse de ces aspects nous aidera à sélectionner le concept le plus approprié pour notre application spécifique.

Dans les sections suivantes, nous détaillerons chaque concept, en fournissant des explications claires sur son fonctionnement, ses avantages potentiels et ses limitations. En fin de compte, notre objectif est de choisir un concept de déplacement des étagères qui soit à la fois efficace et économiquement viable, contribuant ainsi à la réussite globale de notre projet de pollinisation automatisée.

2.1 Concept 1 : Système de rails motorisés (Yorgo)

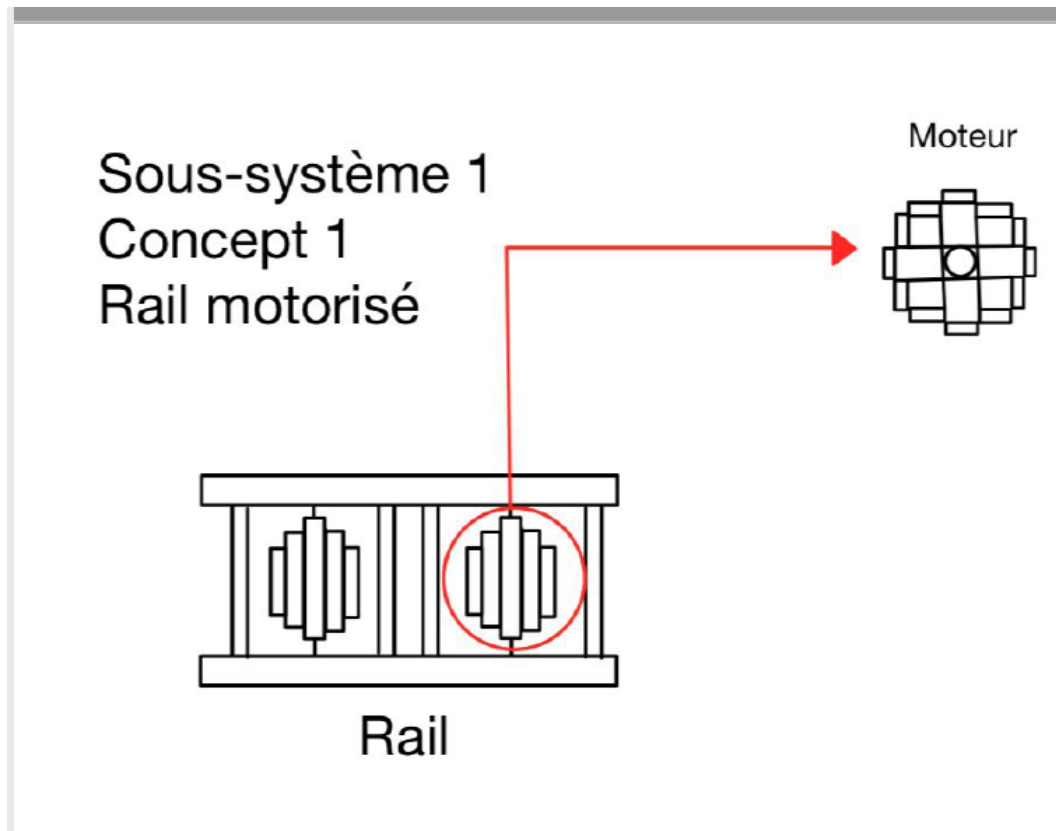


Figure 1: Système de rails motorisés

2.2 Concept 2 : Câbles et de poulie (Meryem)

Ce concept utilise un système de câbles et de poulies pour permettre au matériel pollinisateur de se déplacer verticalement et horizontalement le long des étagères. Le matériel est suspendu à des câbles qui sont attachés à des poulies. En contrôlant la tension des câbles et la rotation des poulies, le matériel peut être déplacé efficacement pour atteindre toutes les plantes.

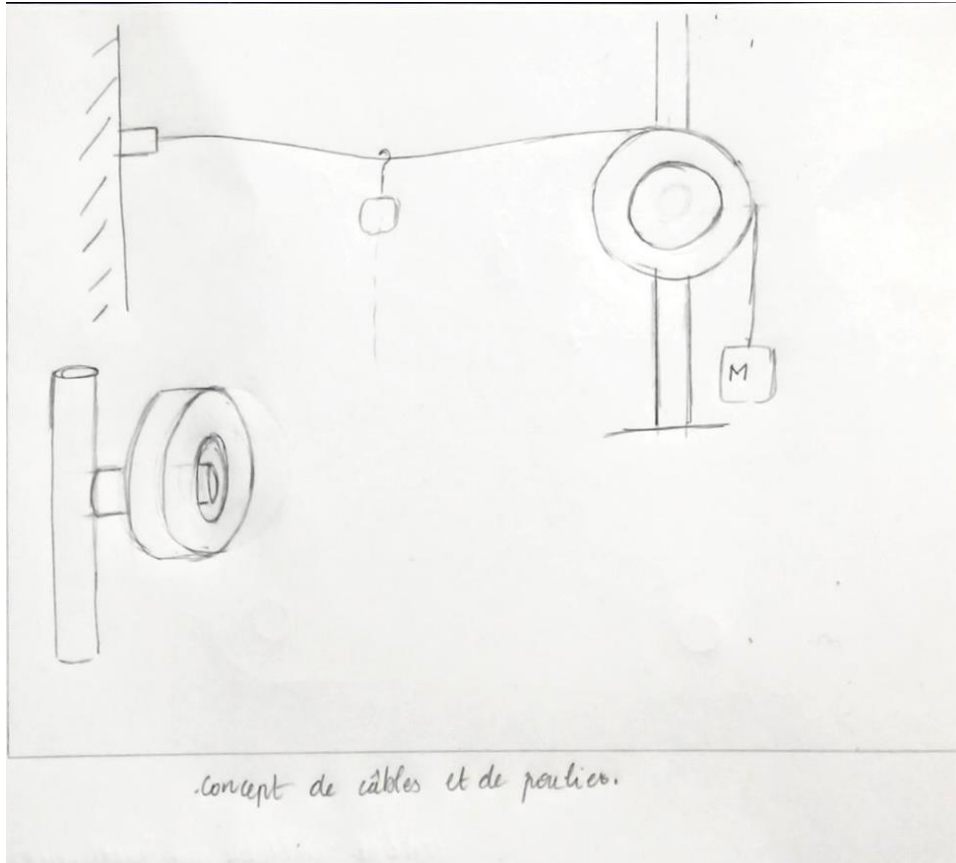


Figure 2: concept de câbles et de poulie

2.3 Concept 3 : Voie magnétique (Pape Gora DIALLO)

Ce concept propose l'utilisation d'une voie magnétique pour le déplacement du matériel pollinisateur le long des étagères. Voici une description plus détaillée de ce concept.

Le système de voie magnétique repose sur le principe de la lévitation magnétique pour déplacer le matériel pollinisateur de manière automatisée. Des rails magnétiques sont installés le long des étagères, et le matériel pollinisateur est équipé de dispositifs magnétiques qui interagissent avec ces rails. En activant les champs magnétiques de manière appropriée, le matériel peut être guidé le long des étagères avec précision et contrôle.

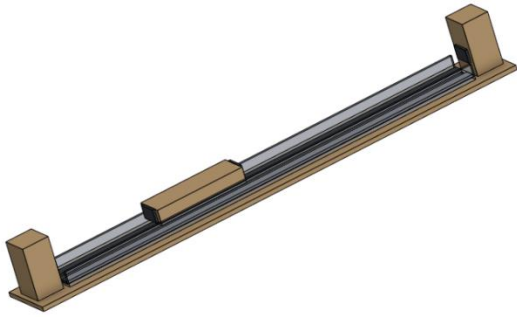


Figure 4: voie magnétique oblique

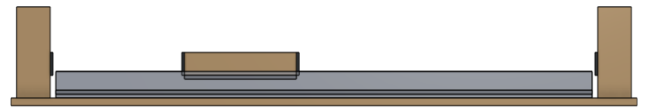


Figure 3: Voie magnétique vue de face

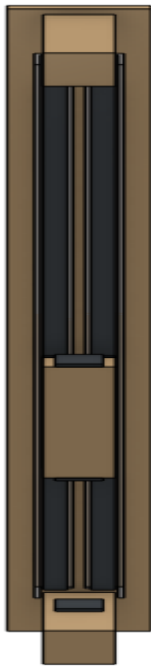


Figure 6: vue
magnétique haut

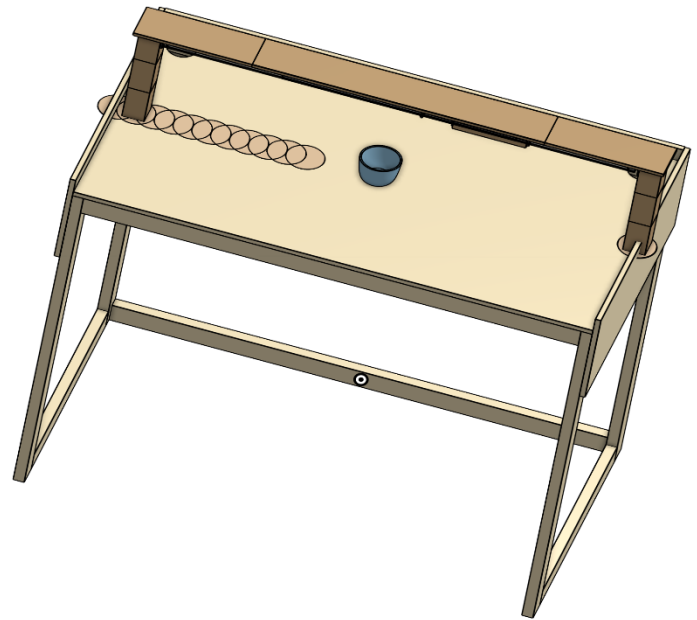


Figure 5: voie magnétique sur un exemple

- Les rails magnétiques sont alimentés par des électroaimants qui créent des champs magnétiques spécifiques le long des étagères.
- Le matériel pollinisateur est équipé de petits aimants ou de bobines électromagnétiques qui réagissent aux champs magnétiques des rails.

- En ajustant l'intensité et la polarité des champs magnétiques le long des rails, le matériel peut être guidé avec précision le long des étagères selon un trajet prédéfini.

Avantages :

Automatisation complète du déplacement du matériel, réduisant ainsi le besoin d'une intervention humaine. Précision et contrôle élevés du mouvement grâce aux propriétés de la lévitation magnétique. Utilisation efficace de l'espace disponible sur les étagères sans encombrer les zones de circulation.

Inconvénients :

Complexité de conception et d'installation du système de voie magnétique. Coût potentiellement élevé d'acquisition et de maintenance du système magnétique. Nécessité d'une alimentation électrique constante pour maintenir les champs magnétiques.

2.4 Concept 4 : Guidage laser (Mardi)

Ce concept utilise un système de guidage laser pour permettre au matériel pollinisateur de se déplacer le long des étagères. Des émetteurs laser sont installés à des points stratégiques autour des étagères, tandis que le matériel est équipé de récepteurs laser. Le matériel suit les faisceaux laser émis par les émetteurs pour naviguer de manière précise entre les plantes.

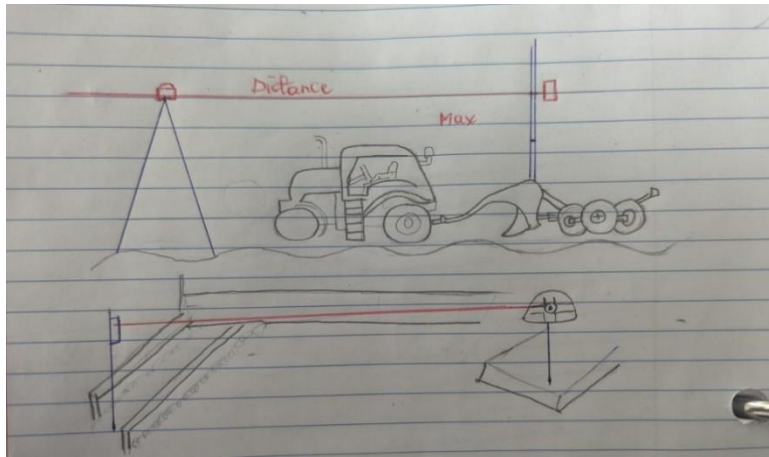


Figure 7: Guidage laser

2.5 Concept 5 : Système de téléphérique pour le déplacement du matériel pollinisateur (Meryem)

Description : Ce concept implique l'installation d'un système de téléphérique à l'intérieur de l'endroit fermé où se trouvent les étagères de plantes. Une ou plusieurs lignes de téléphérique sont montées au plafond ou sur des rails au-dessus des étagères. Le matériel pollinisateur est attaché à des chariots ou des paniers qui se déplacent le long des lignes de téléphérique à l'aide d'un moteur électrique.

Avantages :

Déplacement automatisé du matériel pollinisateur le long des étagères.

Utilisation efficace de l'espace en hauteur de l'endroit fermé.

Réduction de la nécessité de déplacer manuellement le matériel.

Inconvénients :

Nécessite une installation initiale complexe pour mettre en place le système de téléphérique.

Coût potentiellement élevé d'installation et de maintenance du système.

Besoin d'un système de contrôle pour assurer la sécurité et la précision du déplacement.

Ce concept offre une solution efficace pour le déplacement du matériel pollinisateur dans un environnement fermé, en maximisant l'utilisation de l'espace disponible et en réduisant la nécessité d'une intervention humaine constante.

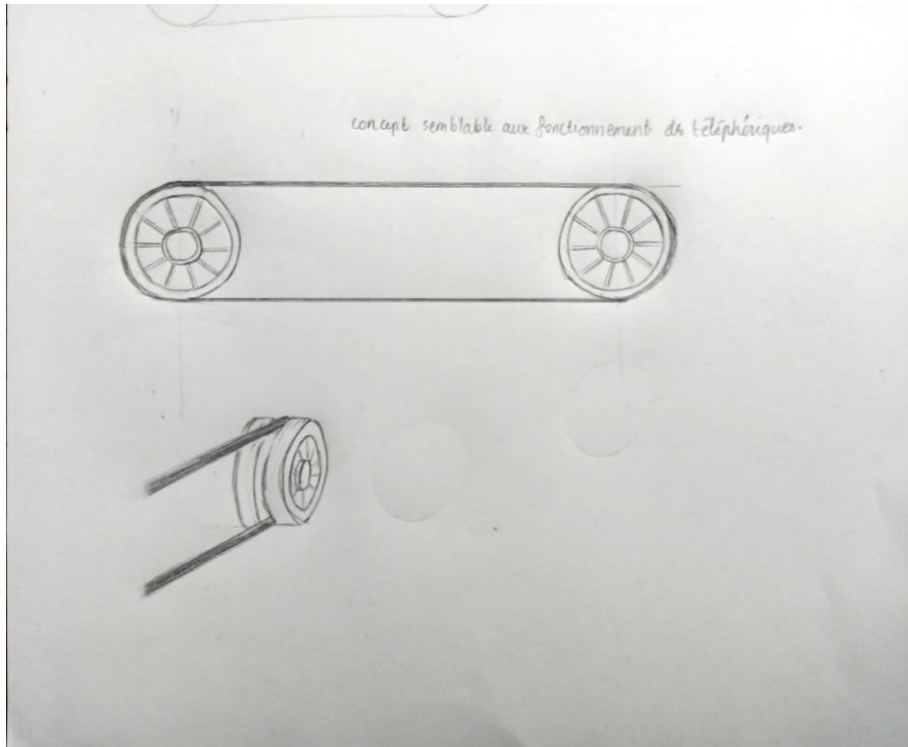


Figure 8: Roue et lignes du système de téléphérique

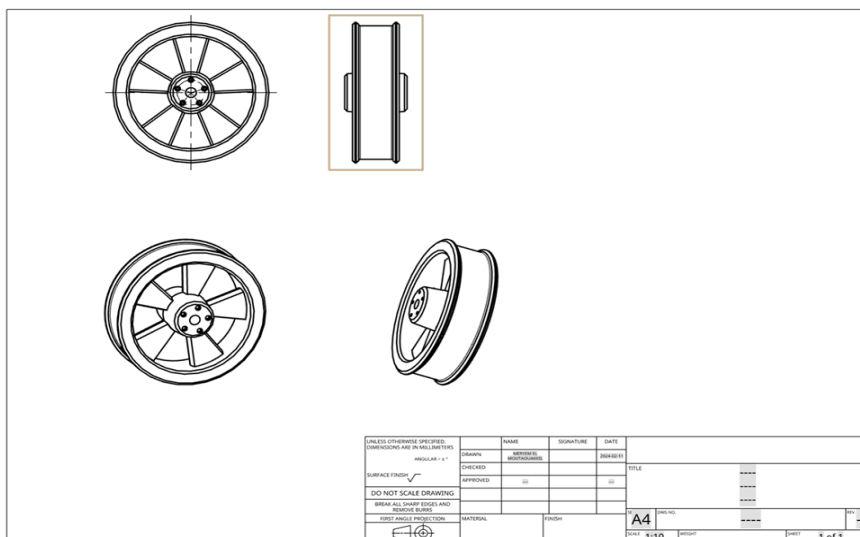


Figure 9: 1 des roues du téléphérique

3 Sous système de dispersion de pollen

Le sous-système de dispersion de pollen joue un rôle crucial dans le processus de reproduction des plantes. La pollinisation efficace est essentielle pour assurer un rendement optimal des cultures, et notre objectif est de concevoir des méthodes innovantes pour faciliter ce processus.

Ce sous-système vise à développer des techniques permettant de disperser le pollen de manière efficace et précise sur les fleurs cibles. Dans cette introduction, nous explorerons différentes approches pour atteindre cet objectif, en mettant l'accent sur la fiabilité, la reproductibilité et l'efficacité de la dispersion du pollen. Chaque concept proposé offre une solution unique pour répondre aux défis de la dispersion du pollen. Certains concepts exploitent des technologies avancées telles que les vibrations ultrasonores ou la RFID, tandis que d'autres se concentrent sur des méthodes plus traditionnelles telles que la ventilation par souffle d'air ou les mécanismes de dispersion mécanique. Notre évaluation approfondie de ces concepts nous permettra de sélectionner celui qui convient le mieux à notre application spécifique.

Dans les sections suivantes, nous examinerons de près chaque concept, en décrivant ses principes de fonctionnement, ses avantages potentiels et ses limitations. Notre objectif ultime est de choisir un concept de dispersion de pollen qui soit à la fois efficace, respectueux de l'environnement et économiquement viable, contribuant ainsi à l'optimisation du processus de pollinisation dans notre système automatisé.

3.1 Concept 1 vibrations Ultrasonores (Solim)

Concept 1 : Vibrations Ultrasonores

Description : Ce concept utilise des vibrations ultrasonores pour disperser le pollen. Un émetteur ultrasonore est placé près des fleurs pour créer des vibrations qui libèrent le pollen. Cette méthode offre une dispersion précise et contrôlée du pollen.

Avantages :

Dispersion précise du pollen.

Contrôle de l'intensité et de la direction des vibrations.

Pas de besoin de ventilation supplémentaire.

Inconvénients :

Coût potentiellement élevé des équipements ultrasonores.

Besoin d'une source d'alimentation électrique constante.

1) *Utilisation d'un transducteur piézoélectrique pour générer des vibrations ultrasonores.*

2) *Utilisation d'un transducteur à membrane flexible pour une génération plus précise des vibrations.*

3) *Combinaison de plusieurs petits transducteurs pour une répartition uniforme des vibrations.*

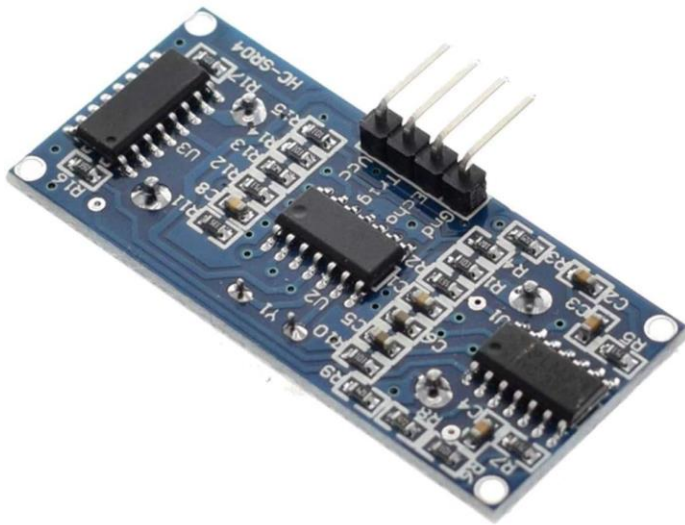


Figure 10: *capteur pour vibration ultrasonore*

(shop4makers, n.d.)

3.2 Concept 2 : Ventilation par souffle d'air (Solim)

Description : Ce concept utilise un système de ventilation pour souffler de l'air près des fleurs, dispersant ainsi le pollen. Des ventilateurs sont positionnés stratégiquement pour créer un courant d'air qui transporte le pollen vers les autres fleurs. Pour notre projet, nous aurons besoin d'un moteur pour faire tourner les ailes continuellement.

Avantages :

Coût potentiellement plus bas que les vibrations ultrasonores.

Utilisation d'un système de ventilation standard.

Inconvénients :

Moins de contrôle sur la dispersion du pollen par rapport aux vibrations ultrasonores.

Risque de dispersion non uniforme du pollen en fonction des conditions de ventilation.

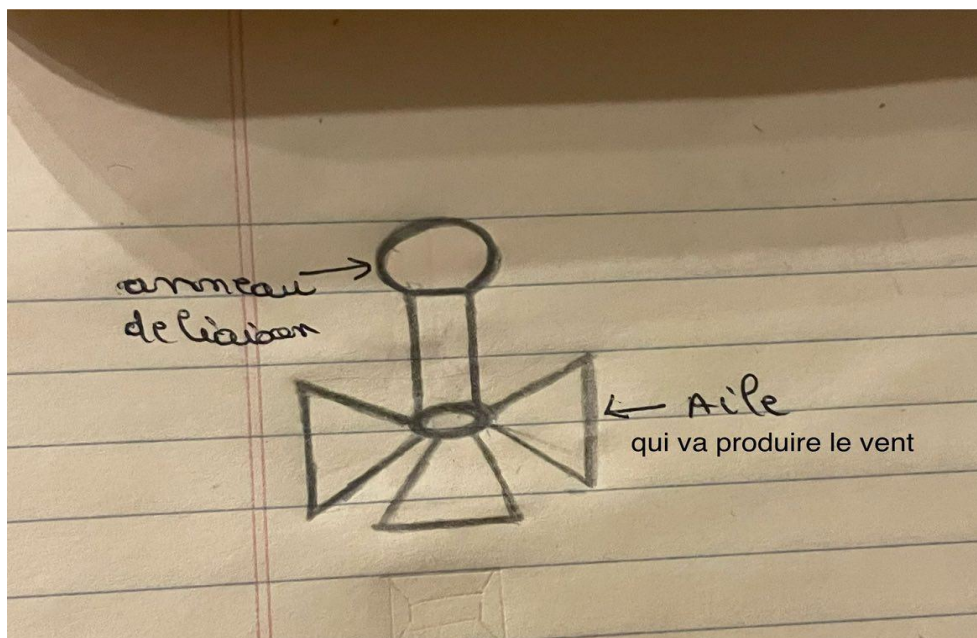


Figure 11: Ventilation par souffle d'air

3.3 Concept 3 : Mécanisme de dispersion mécanique (petit batteur ou une brosse douce) (Solim)

Description : Ce concept utilise un mécanisme de dispersion mécanique pour libérer le pollen des fleurs. Un dispositif mécanique, tel qu'un petit batteur ou une brosse douce, est placé près des fleurs. Ce dispositif est activé périodiquement pour agiter délicatement les étamines et libérer le pollen.

Avantages :

Coût potentiellement plus bas que les autres méthodes.

Fonctionnement mécanique simple et fiable.

Contrôle précis sur la quantité de pollen dispersée.

Inconvénients :

Nécessite un entretien régulier pour assurer le bon fonctionnement du mécanisme.

Risque de dommages aux fleurs si le dispositif n'est pas conçu avec précaution.

Ce concept offre une alternative mécanique aux méthodes plus technologiques telles que les vibrations ultrasonores ou la ventilation par souffle d'air. Il peut être particulièrement adapté aux environnements où l'énergie électrique est limitée ou non disponible.

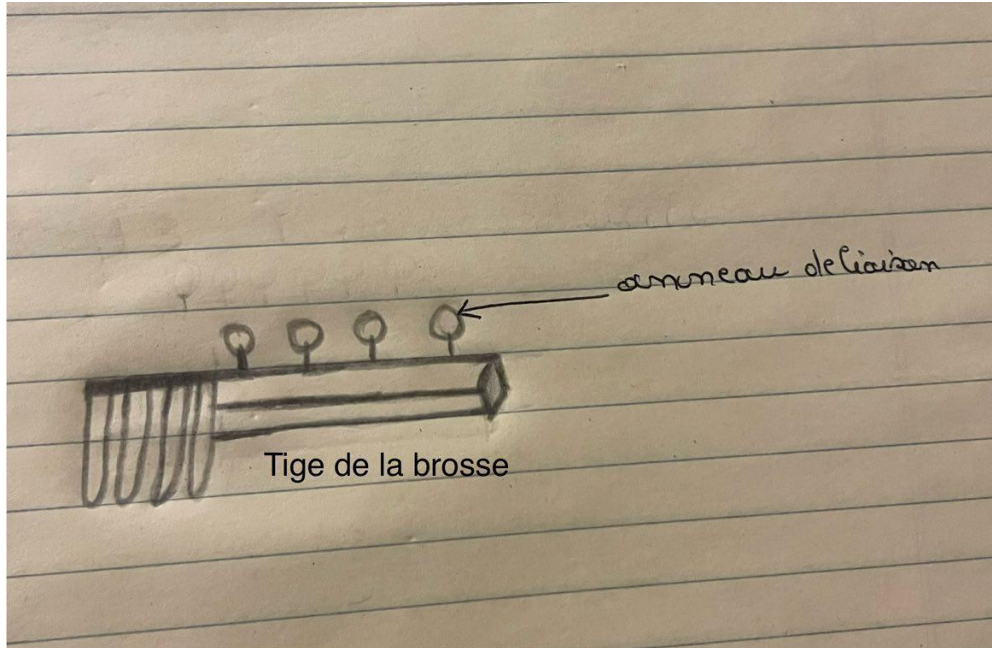


Figure 12: tige de la brosse.

3.4 Générateur de vibration par Raspberry ou Arduino (Meryem)

Ce système permet de créer des vibrations contrôlées à l'aide de composants électroniques de base. Pour la conception de ce système, nous aurons besoin des composants suivants :

- Solénoïde : Une bobine de fil qui génère des vibrations lorsqu'un courant électrique la traverse.
- Écran OLED : Un petit écran pour afficher des informations sur la vibration.
- Transistor : Amplifie le courant pour alimenter le solénoïde.
- Diode : Empêche le courant de circuler en sens inverse.
- Encodeur rotatif : Une molette pour ajuster la fréquence de vibration.
- Microcontrôleur : Le cerveau du système (par exemple, Arduino ou Raspberry Pi).

Après la connexion des composants selon le schéma dessous, nous pourrons modifier la fréquence de vibration avec l'encodeur rotatif. Après avoir mis le système sous tension, le microcontrôleur envoie des signaux au solénoïde.

Le solénoïde se déplace rapidement d'avant en arrière, créant des vibrations.

L'écran OLED affiche des informations pertinentes, telles que la fréquence ou l'amplitude.

- Avantages :
 - Faible coût
 - Versatilité de l'utilisation
 - Facilité de la procuration du matériel
- Inconvénients :
 - Taille
 - Limitation de fréquence
 - Complexité de la mise en place

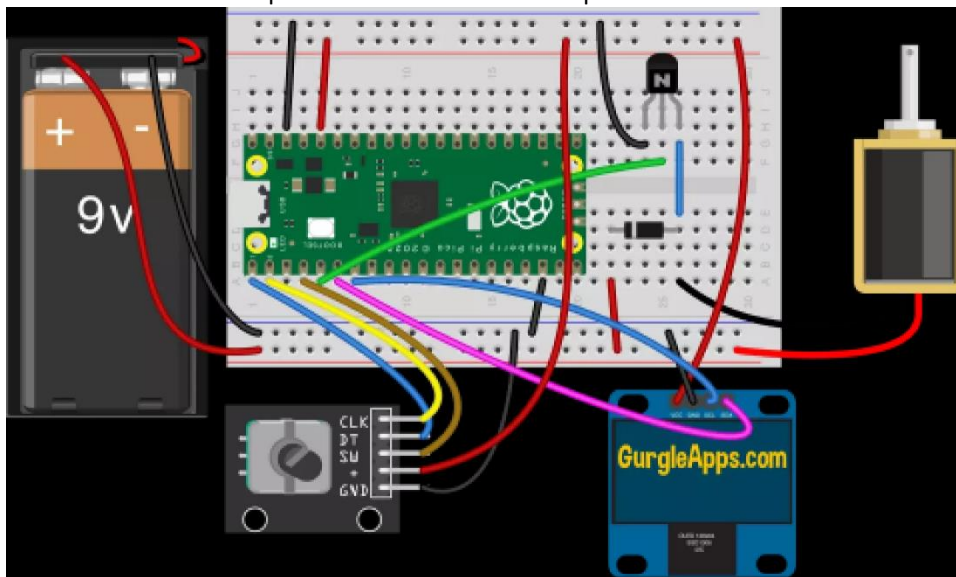


Figure 13: Générateur de vibrations

(gurgleapps, 2024)

4 Sous système de détection et de positionnement des fleurs

Notre objectif est de concevoir un système robuste et fiable capable de détecter les fleurs dans divers environnements et de les cibler avec une précision maximale. Chaque concept proposé offre une méthode unique pour détecter et positionner les fleurs. Certains concepts reposent sur l'utilisation de capteurs de proximité ou de technologies RFID pour repérer les fleurs, tandis que d'autres explorent des techniques plus novatrices telles que le guidage à l'aide de signaux lumineux. Notre

évaluation approfondie de ces concepts nous permettra de choisir celui qui répond le mieux à nos besoins spécifiques en termes de précision, de rapidité et de fiabilité.

Dans les sections suivantes, nous examinerons en détail chaque concept, en discutant de ses avantages potentiels ainsi que des défis et des limitations associés. Notre objectif final est de sélectionner un concept de détection et de positionnement des fleurs qui soit à la fois efficace, adaptable et économiquement viable, contribuant ainsi à l'efficacité globale de notre système de pollinisation automatisée.

4.1 Concept 1 : Capteurs de Proximité (Mardi)

Ce concept repose sur l'utilisation de capteurs de proximité tels que des capteurs infrarouges ou des capteurs à ultrasons pour détecter la présence des fleurs. Les capteurs sont installés le long des étagères et détectent les changements dans la distance par rapport aux fleurs. Lorsqu'une fleur est détectée, le matériel pollinisateur est guidé vers elle pour effectuer la pollinisation.

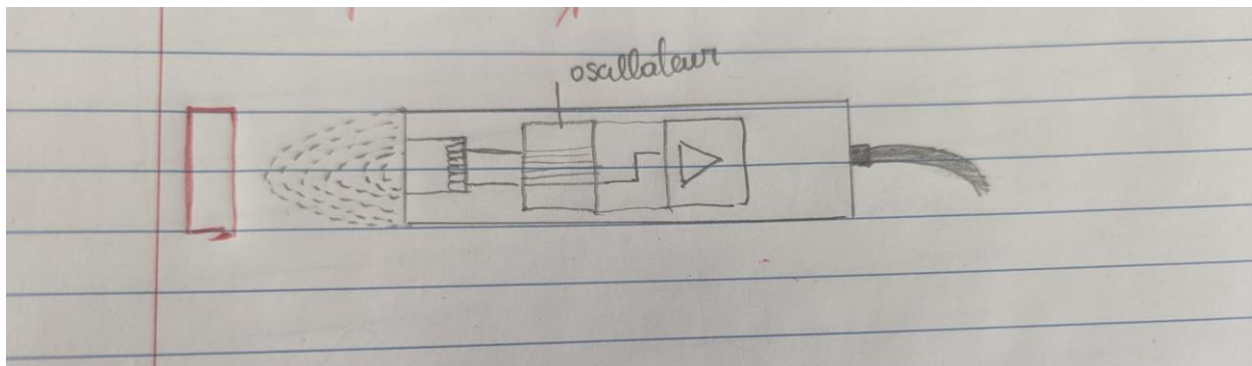


Figure 14: Capteurs de proximité

4.2 Concept 2 : Technologie RFID (Mardi)

Ce concept repose sur l'utilisation de la technologie RFID (Radio-Frequency Identification) pour suivre et localiser les fleurs. Chaque fleur est équipée d'une étiquette RFID contenant des informations sur son emplacement. Le matériel pollinisateur est équipé d'un lecteur RFID qui détecte les étiquettes des fleurs à

proximité et utilise ces informations pour se positionner et effectuer la pollinisation.

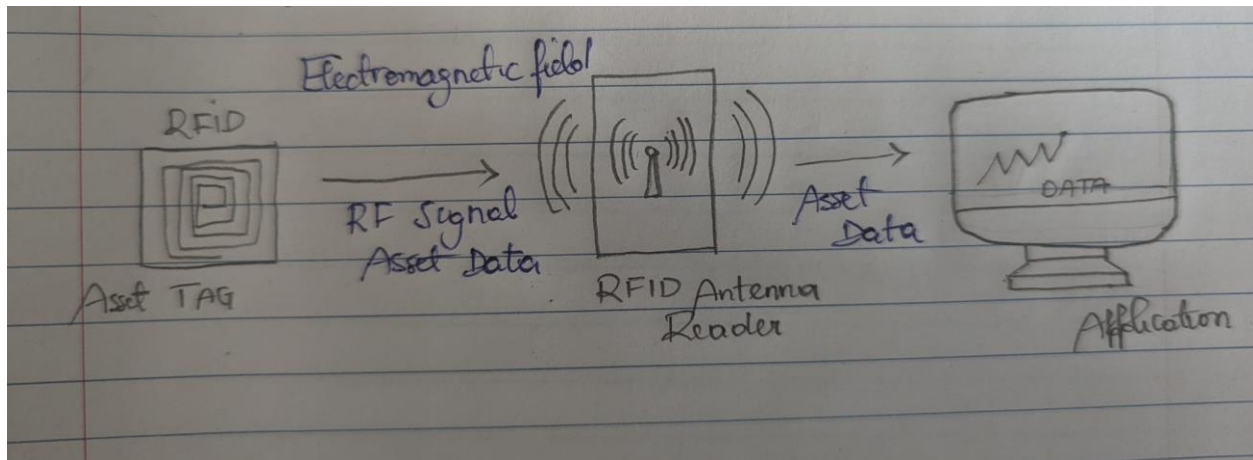


Figure 15: Technologie RFID

4.3 Concept 3 : Guidage à l'Aide de Signaux Lumineux (Merdi)

Ce concept utilise des signaux lumineux pour guider le matériel pollinisateur vers les fleurs. Des sources lumineuses sont installées près des fleurs, émettant des signaux lumineux spécifiques pour indiquer leur emplacement. Le matériel est équipé de récepteurs de signaux lumineux qui détectent ces signaux et ajustent sa trajectoire en conséquence pour atteindre les fleurs.

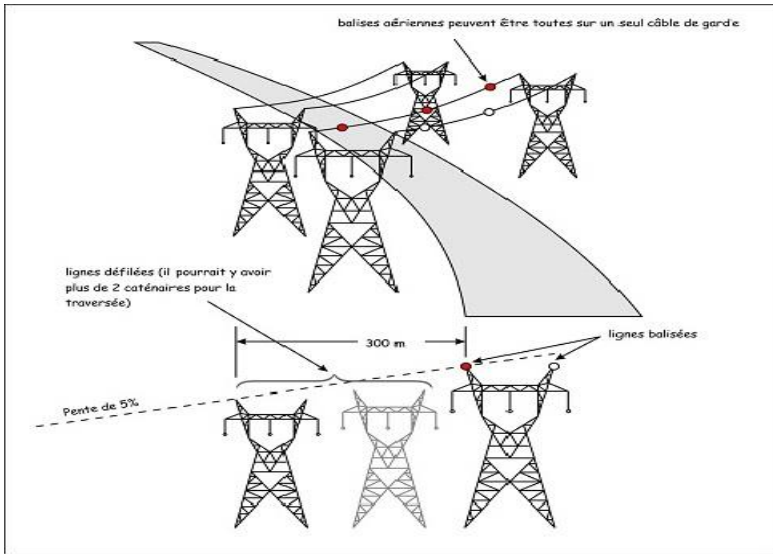


Figure 16: Capteurs de proximité

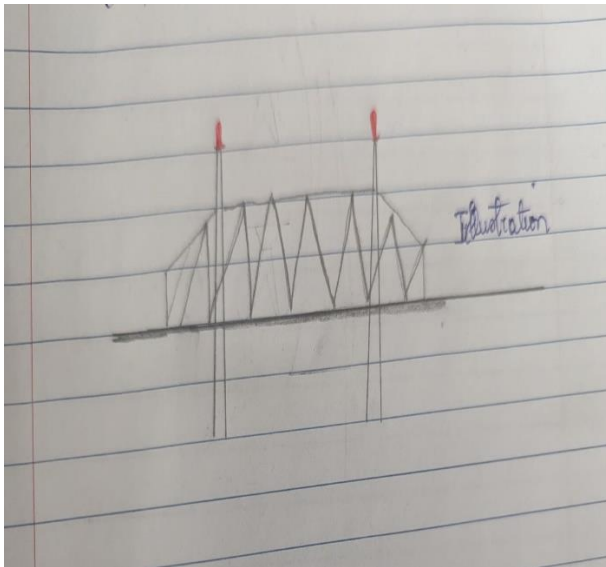


Figure 17: Capteur de proximité

4.4 Système de Contrôle Automatique des Arrêts et Reprises le Long du Circuit (Pape Gora DIALLO)

Ce concept implique l'installation de capteurs le long du circuit, ainsi que d'un contrôleur programmable pour interpréter les signaux des capteurs et prendre les décisions appropriées. Les coûts peuvent varier en fonction du nombre de capteurs nécessaires et de la complexité du contrôleur.

Le concept de système de contrôle automatique des arrêts et reprises le long du circuit repose sur plusieurs éléments clés :

- **Installation des capteurs** : Des capteurs sont installés à des emplacements stratégiques le long du circuit. Ces capteurs peuvent être de différents types, tels que des capteurs de proximité, des interrupteurs de fin de course, des capteurs de lumière, des capteurs de couleur, ou tout autre type de capteur adapté à l'application spécifique. Ces capteurs sont positionnés aux endroits où vous souhaitez que le système s'arrête ou reprenne son mouvement.
- **Détection des points de référence** : Chaque fois que le système passe à proximité d'un capteur, celui-ci détecte la présence du point de référence correspondant. Ces points de référence peuvent représenter des emplacements spécifiques sur le circuit où des actions particulières doivent être effectuées, telles que la pollinisation des fleurs. Lorsque le capteur détecte la présence du point de référence, il envoie un signal au contrôleur du système.
- **Commande des arrêts et des reprises** : En fonction du signal reçu du capteur, le contrôleur du système peut décider d'arrêter le mouvement du système. Une fois l'opération requise effectuée (par exemple, la pollinisation d'une fleur), le contrôleur peut ensuite envoyer une commande pour reprendre le mouvement du système et continuer le circuit. Cette commande peut être basée sur des conditions prédéfinies ou sur des instructions spécifiques programmées dans le système.
- **Programmation du contrôleur** : Le contrôleur du système joue un rôle crucial dans l'interprétation des signaux des capteurs et la prise de décisions concernant les arrêts et les reprises du mouvement. Il doit être programmé de manière à comprendre les informations provenant des capteurs et à

exécuter les actions appropriées en réponse à ces informations. La programmation peut être réalisée à l'aide d'un langage de programmation tel que C, Python, ou tout autre langage compatible avec le microcontrôleur ou l'ordinateur embarqué utilisé pour contrôler le système.

Ce concept permet de contrôler automatiquement les arrêts et les reprises du mouvement du système le long du circuit en utilisant des capteurs pour détecter les points de référence et un contrôleur programmé pour prendre les décisions appropriées en fonction de ces informations.

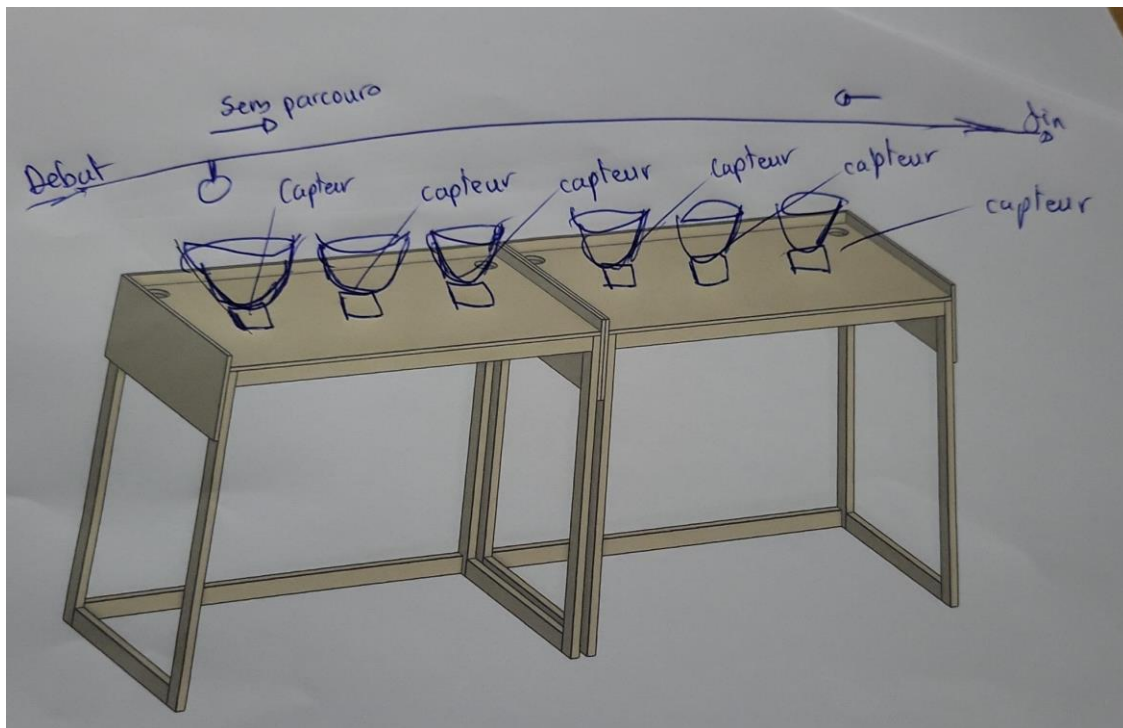


Figure 18: Installation des capteurs

Avantages :

- Automatisation du processus.
- Précision de positionnement.
- Flexibilité dans la programmation.
- Réduction des erreurs humaines.

Inconvénients :

Complexité de mise en œuvre.
Fiabilité du matériel.
Maintenance requise.
Dépendance à l'énergie électrique.

5 Sous-système d'alimentation et de contrôle

Le sous-système d'alimentation et de contrôle joue un rôle central en assurant une alimentation fiable et un contrôle précis de l'ensemble du système. Ce sous-système est chargé de fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement des composants automatisés tout en assurant un contrôle optimal des opérations de pollinisation.

Le sous-système d'alimentation doit fournir une source d'énergie fiable pour tous les composants du système, garantissant ainsi un fonctionnement continu et sans interruption. De plus, le contrôle précis des opérations de pollinisation est essentiel pour assurer une distribution efficace du pollen et maximiser les rendements des cultures.

À travers ce sous-système, plusieurs concepts et technologies sont envisagés pour répondre à ces exigences. Des solutions telles que les batteries rechargeables avec contrôle à distance, les systèmes hybrides avec contrôle automatique et les alimentations secteur avec surveillance de l'activité de pollinisation offrent différentes approches pour répondre aux besoins spécifiques du projet.

Dans les sections suivantes, nous explorerons en détail chaque concept proposé, en examinant ses avantages potentiels ainsi que les défis associés à sa mise en œuvre. Notre objectif ultime est de sélectionner le concept d'alimentation et de contrôle le plus adapté, capable de fournir une alimentation fiable tout en offrant un contrôle précis et efficace des opérations de pollinisation, contribuant ainsi au succès global de notre projet de pollinisation automatisée.

5.1 Concept 1 : Batterie Rechargeable avec Contrôle à Distance (Meryem)

Description : Ce concept utilise également une batterie rechargeable comme source d'alimentation, mais le contrôle du système se fait à distance via une application mobile ou une interface web. Cela permet un contrôle pratique et flexible du système à partir de n'importe où.

Avantages :

Contrôle à distance, offrant une flexibilité d'utilisation.

Rechargeable, ce qui permet une utilisation prolongée.

Inconvénients :

Nécessite une connexion internet pour le contrôle à distance.

Possibilité de perte de connexion ou de panne du système de contrôle à distance.

Une batterie LiPo (Lithium et Polymère) ou Lithium est recommandée pour un générateur de vibrations par Arduino ou par Raspberry, en raison de sa densité énergétique élevée, de sa légèreté et de sa capacité à fournir la puissance nécessaire pour alimenter le générateur de vibrations. Les batteries LiPo sont largement utilisées dans les applications électroniques portables en raison de leurs performances.



Figure 19: Exemple de batterie Lithium 9V rechargeable

(Amazon, 2024)

5.2 Concept 2 : Système Hybride avec Contrôle Automatique (Yorgo)

Description : Ce concept combine une alimentation secteur et une batterie rechargeable pour assurer une alimentation continue. Le contrôle du système peut être automatisé en fonction des besoins du dispositif ou des conditions environnementales.

Avantages :

Alimentation continue grâce au système hybride.

Contrôle automatique pour une utilisation sans surveillance.

Inconvénients :

Complexité accrue du système en raison de la combinaison de plusieurs sources d'alimentation.

Coût initial plus élevé en raison des composants supplémentaires nécessaires.

Sous-système 4 Concept 2 Système hybride avec contrôle automatique

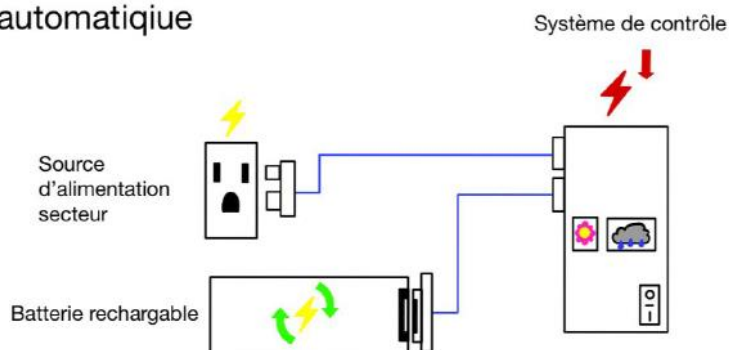


Figure 20: Sous-système 4 Concept 2 : Système Hybride avec Contrôle Automatique

5.3 Concept 3 : Alimentation Secteur avec Contrôle à Distance et Surveillance de l'Activité de Pollinisation (Pape Gora DIALLO)

Ce concept consiste à utiliser une alimentation secteur pour fournir de l'énergie au système de pollinisation, tout en surveillant en temps réel l'activité de pollinisation. En cas de détection d'un dysfonctionnement ou d'une inefficacité

dans le processus de pollinisation, le système coupe automatiquement l'alimentation secteur pour éviter une consommation d'énergie inutile.

Composants principaux :

- **Alimentation Secteur** : Un bloc d'alimentation convertit l'électricité du secteur en une tension appropriée pour alimenter le système de pollinisation.
- **Contrôleur à Distance avec Surveillance de l'Activité** : Un contrôleur à distance est intégré à l'alimentation secteur, permettant d'activer ou de désactiver l'alimentation à distance. Ce contrôleur est également équipé d'un système de surveillance de l'activité de pollinisation.
- **Capteurs de Pollinisation** : Des capteurs sont installés dans le système de pollinisation pour détecter et surveiller l'activité de pollinisation en temps réel. Ces capteurs peuvent détecter des paramètres tels que le mouvement du matériel pollinisateur, la dispersion du pollen ou d'autres indicateurs de pollinisation efficace.
- **Interrupteur ou Relais Automatisé** : Un dispositif d'interruption ou de relais est utilisé pour couper automatiquement l'alimentation secteur en cas de détection d'un dysfonctionnement ou d'une inefficacité dans le processus de pollinisation.

Le système surveille en permanence l'activité de pollinisation à l'aide des capteurs intégrés au matériel pollinisateur. Si les capteurs détectent une absence d'activité ou une activité non conforme pendant une période définie, le contrôleur à

distance envoie un signal pour couper automatiquement l'alimentation secteur. Cela évite une consommation d'énergie inutile lorsque le système ne fonctionne pas correctement.

Avantages :

Surveillance en temps réel de l'activité de pollinisation. Réduction de la consommation d'énergie en cas de dysfonctionnement du système.
Automatisation du processus de contrôle pour une utilisation efficace de l'alimentation secteur.

Inconvénients :

Nécessite une intégration de capteurs dans le système de pollinisation. Risque de fausses alarmes si les capteurs ne sont pas correctement calibrés ou si les conditions environnementales interfèrent avec leur fonctionnement.

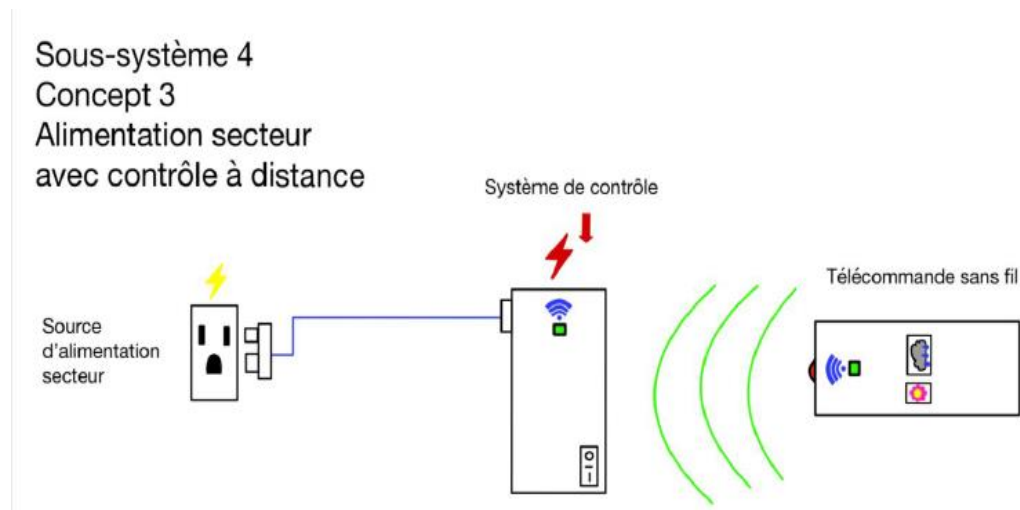


Figure 21: Alimantation Secteur avec Contrôle à Distance et Surveillance de l'Activité de Pollinisation

6 Systèmes fonctionnels

Nous avons rassemblé tous les concepts qu'on avait créé dans les sections précédentes pour déterminer les meilleurs sous-systèmes pour notre solution finale. Pour chaque sous-système, nous avons discuté la faisabilité et les critères de conception. Quelques concepts posaient un coût élevé et la mise en place était plus compliquée pour certains, ceci nous a poussé à s'en absenter. Pour les autres

concepts, certains sous-systèmes étaient dépendables ou plus réalisables. Les systèmes fonctionnels suivants présentent notre jugement des solutions favorables à suivre.

6.1 Système fonctionnel 1

- 6.1.1 Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères
Câble et poulies (concept 1)
- 6.1.2 Sous-système de dispersion de pollen
Mécanisme de brosse douce (concept 3)
- 6.1.3 Sous système de détection et de positionnement des fleurs
Capteur de proximité (concept 1)
- 6.1.4 Sous-système d'alimentation et de contrôle
Batterie rechargeable et contrôle à distance (concept 1)

6.2 Système fonctionnel 2

- 6.2.1 Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères
Système de Téléphérique pour le Déplacement du Matériel Pollinisateur (concept 5)
- 6.2.2 Sous-système de dispersion de pollen
Ventilation par souffle d'air (concept 2)
- 6.2.3 Sous système de détection et de positionnement des fleurs
Guidage à l'Aide de Signaux Lumineux (concept 3)
- 6.2.4 Sous-système d'alimentation et de contrôle
Système Hybride avec Contrôle Automatique (concept 2)

6.3 Système fonctionnel 3

- 6.3.1 Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères
Système de téléphérique
- 6.3.2 Sous-système de dispersion de pollen
Ventilation par souffle d'air

6.3.3 Sous système de détection et de positionnement des fleurs

Ce système est dispensable dans notre cas.

6.3.4 Sous-système d'alimentation et de contrôle

Batterie rechargeable et contrôle à distance.

7 Analyse et évaluation systèmes

Dispositif de pollinisation	Importance (poids)	Système fonctionnel 1	Système fonctionnel 2	Système fonctionnel 3
Spécification				
Coût (estimation)	3	2	1	3
Poids	4	2	1	3
Portée/Précision (vol/son/mouvement)	3	3	3	3
Durée de vie de la batterie	5	2	3	2
Contrôle à Distance (Commande/Application)	4	3	2	3
Adaptabilité Temporelle:	4	3	1	3
Surveillance à Distance (Commande/Application):	4	3	3	3
Réduction de la Main-d'œuvre	5	3	3	3
Automatisation de la Pollinisation	5	3	3	3
Facilité d'installation et de déplacement	4	2	1	2
Étanchéité	5	3	3	3
Entretien Simplifié	4	2	1	2
Conformité aux Normes Alimentaires	5	3	3	3
Rendement des fraises	5	Non applicable	Non applicable	Non applicable
Dimensions	4	3	3	3
Fréquence de pollinisation	4	3	3	3
Total		173	147	174

Notre choix se porte sur notre système fonctionnel 3, c'est-à-dire le système de pollinisation avec le système de téléphérique pour le déplacement sur les étagères, une ventilation par souffle d'air pour la dispersion du pollen et une batterie rechargeable comme source d'alimentation. En effet ce système présente des critères qui sont bien en accord avec nos spécifications techniques présentés dans le livrable précédent. De plus la matrice décisionnelle (faite avec des estimations)

nous montre que ce système est meilleur. Cependant le système 1 est très proche de celui choisit donc il est laissé de côté. En ce qui concerne le système fonctionnel 2, il n'a pas été choisis à principalement à cause de son coût, de son poids qui sont trop loin des spécifications, et également parce qu'il n'implique pas un entretien simple.

8 Conclusions et recommandations

En conclusion, ce livrable illustre le fruit d'une collaboration étroite au sein de notre équipe, marquée par un partage des tâches ciblé pour aboutir à la solution finale de notre concept. À partir de nos recherches individuelles et d'une démarche réfléchie, nous avons développé trois systèmes fonctionnels, ensuite segmentés en sous-systèmes pour une meilleure organisation. La répartition des tâches par sous-systèmes nous a permis d'explorer en profondeur chaque concept, d'en identifier les avantages et les inconvénients, et de procéder à une évaluation rigoureuse. Notre choix s'est finalement porté sur le système fonctionnel 3, sélectionné à l'issue d'un processus de décision méthodique, appuyé par une matrice de décision et l'analyse des exigences fonctionnelles établies dans notre livrable 3. Cette démarche stratégique souligne notre capacité à synthétiser les informations, à prendre des décisions éclairées et à travailler de manière cohérente vers un objectif commun, témoignant ainsi de l'efficacité de notre approche collaborative.

Nous recommandons une mise à jour continu de la documentation technique pour une meilleure structuration des informations, un approfondissement des recherches sur les sous-systèmes pour explorer de nouvelles améliorations. L'évaluation continue à travers les rétroactions pour affiner nos concepts, des sessions de réunion pour partager les connaissances avancées, et la préparation aux développements futurs en anticipant les évolutions du projet. Ces étapes visent à améliorer la cohésion, l'efficacité du processus de travail, et la qualité des livrables, s'appuyant sur la démarche de la pensée conceptuelle face aux défis et opportunités à venir.

9 Annexes

9.1 Système fonctionnel 4

9.1.1 Sous-système de circuit de déplacement Sous système de circuit de déplacement pour les étagères
Système de téléphérique

9.1.2 Sous-système de dispersion de pollen
Générateur de vibration par Raspberry ou Arduino

9.1.3 Sous système de détection et de positionnement des fleurs
Pas besoin dans ce cas.

9.1.4 Sous-système d'alimentation et de contrôle
Batterie rechargeable

10 Références

(n.d.). Retrieved from https://www.amazon.ca/Rechargeable-9V-LCLEBM-Microphones-Flashlights/dp/B09YTW2FS/ref=asc_df_B09YTW2FS&mcid=262522fca4a832ef88814368d62fc305?tag=bingshopdesk-20&linkCode=df0&hvadid=80058281925064&hvnetw=o&hvqmt=e&hvbmt=be&hvdev=c&hvlocint=&hvlocphy=&hvt

Amazon. (2024, 02 11). Retrieved from [amazon.ca:
https://www.amazon.ca/Rechargeable-9V-LCLEBM-Microphones-Flashlights/dp/B09YTW2FS/ref=asc_df_B09YTW2FS&mcid=262522fca4a832ef88814368d62fc305?tag=bingshopdesk-20&linkCode=df0&hvadid=80058281925064&hvnetw=o&hvqmt=e&hvbmt=be&hvdev=c&hvlocint=&hvlocphy=&hvt](https://www.amazon.ca/Rechargeable-9V-LCLEBM-Microphones-Flashlights/dp/B09YTW2FS/ref=asc_df_B09YTW2FS&mcid=262522fca4a832ef88814368d62fc305?tag=bingshopdesk-20&linkCode=df0&hvadid=80058281925064&hvnetw=o&hvqmt=e&hvbmt=be&hvdev=c&hvlocint=&hvlocphy=&hvt)

gurgleapps. (2024, 02 22). Retrieved from [gurgleapps.com:
https://gurgleapps.com/learn/projects/how-to-build-a-cheap-vibration-generator-for-physics-experiments](https://gurgleapps.com/learn/projects/how-to-build-a-cheap-vibration-generator-for-physics-experiments)

shop4makers. (n.d.). Retrieved from <https://shop4makers.com/produit/capteur-ultrason-hc-sr04/>

J. Joggis, "The main thing about bees", Bee Weekly, V.1. N.4, November 2014, pp. 23-45

Robot, "The book is all I kept", 1990, published by Random company, New York. .
ISBN 1234567890

Peter Campbell, Michael Groves, and Dan Shepherd. Soliloquy: A cautionary tale.
ETSI 2nd Quantum-Safe Crypto Workshop, 2014. Disponible à
[https://docbox.etsi.org/Workshop/2014/201410_CRYPTO/
S07_Systems_and_Attacks/S07_Groves_Annex.pdf](https://docbox.etsi.org/Workshop/2014/201410_CRYPTO/S07_Systems_and_Attacks/S07_Groves_Annex.pdf)

11 Table de figures:

Figure 1: Système de rails motorises.....	7
Figure 2: concept de câbles et de poulie.....	8
Figure 3: Voie magnétique vue de face.....	9
Figure 4: voie magnétique oblique.....	9
Figure 5: voie magnétique sur un exemple.....	9
Figure 6: vue magnétique haut.....	9
Figure 7: Guidage laser.....	11
Figure 8: Roue et lignes du système de téléphérique.....	12
Figure 9: 1 des roues du téléphérique.....	12
Figure 10: capteur pour vibration ultrasonore.....	14
Figure 11: Ventilation par souffle d'air.....	15
Figure 12: tige de la brosse.....	17
Figure 13: Générateur de vibrations.....	18
Figure 14: Capteurs de proximité.....	19
Figure 15: Technologie RFID.....	20
Figure 16: Capteurs de proximite.....	21
Figure 17: Capteur de proximité.....	21
Figure 18: Installation des capteurs.....	23
Figure 19: Exemple de batterie Lithium 9V rechargeable.....	25
Figure 20: Sous-système 4 Concept 2 : Système Hybride avec Contrôle Automatique.....	26
Figure 21: Alimentation Secteur avec Contrôle à Distance et Surveillance de l'Activité de Pollinisation.....	28