

GNG 1503 E01  
Equipe FE12

**Livrable D: Conceptualisation**

Présente à  
Professeur Emmanuel Bouendeu

Soumis par

**Victoire Etonyemya Yumbe**

**Rahima Daher**

**Penda-Anna Diagne**

**Thierno BirahimNiang**

**Fanti Tchankem Gloria kassandra**

Université d'Ottawa

10 Février 2024

## **Table de matières**

1. Introduction
2. Identification des sous-systèmes
3. Concepts préliminaires pour chaque sous-systèmes
4. Discussion en équipe et Refonte
5. Combinaison en système globaux
6. Analyse et Évaluation avec la Matrice Décisionnelle
7. Choix de la solution globale
8. Documentation et sauvegarde des concepts
9. Conclusion

## **I. Introduction**

Arrivés à l'étape de l'idéation de notre processus conceptuel, nous sommes maintenant capables de présenter des croquis de notre appareil de pollinisation idéal. Cette phase d'idéation est importante pour concevoir une solution répondant parfaitement aux attentes des clients tout en stimulant notre créativité. Ce qui fait que dans ce livrable notre équipe a généré des croquis illustrant différentes propositions pour les appareils de pollinisation, puis nous examinerons chaque concept pour déterminer celui qui répond le mieux au besoin du client. Ensuite, nous présenterons une solution finale et, une fois validée, nous pourrions entamer sa réalisation.

## **II. Génération des Concepts préliminaires**

### **1. Cassandra Fanti**

Concept de Bourdon Automatisé :

Le choix du bourdon automatisé repose sur la volonté de reproduire le processus naturel de pollinisation. En automatisant ce processus, on cherche à bénéficier de l'efficacité des bourdons tout en minimisant l'interaction humaine. Les deux bras du bourdon dans le dessin vont aider pour la vibration de chaque fleur, leurs terminaisons posséderont des minis brosses qui seront en contact avec les fleurs. Ainsi les robots seront dotés de capteurs qui vont aider dans la détection des fleurs et de l'orientation. Dans la partie centrale du robot sera logée la carte mère (carte arduino) qui pourra permettre le contrôle à distance et la gestion d'autres systèmes comme le déplacement du bourdon. Le corps du bourdon sera fabriqué à l'aide des matériaux légers et durables comme l'aluminium. L'alimentation des robots se fera à l'aide des petites batteries rechargeables.

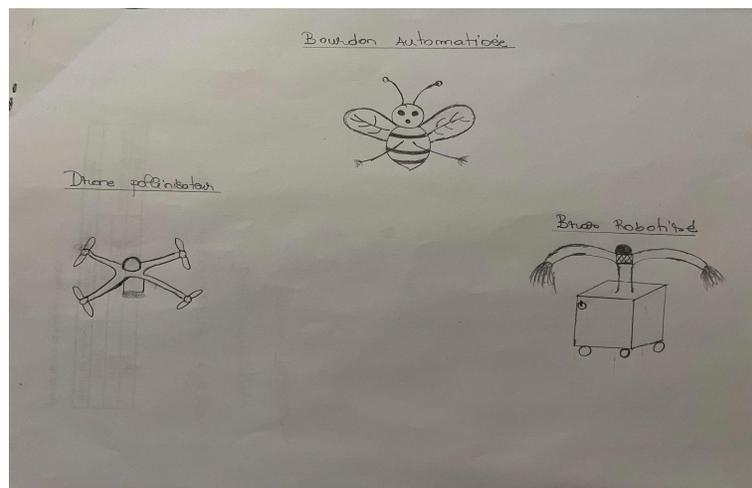
Drone Pollinisateur :

L'idée du drone pollinisateur léger est motivée par la flexibilité et la rapidité qu'un drone peut offrir. Les drones peuvent se déplacer facilement entre les différentes parties de la culture verticale, atteignant des zones inaccessibles autrement. La partie centrale du drone contiendra des caméras, des capteurs, un moteur robuste. À l'intérieur de la partie centrale, une partie sera détachable. Cette partie aura des poils fins au bout qui seront en contact avec les fleurs pour leur vibration. Lorsque le drone aura détecté la fleur, cette partie sera relâchée pour effectuer la pollinisation et elle se rétracte à la fin du processus. Les drones seront dotés de batteries rechargeables.

Bras Robotisé Mobile :

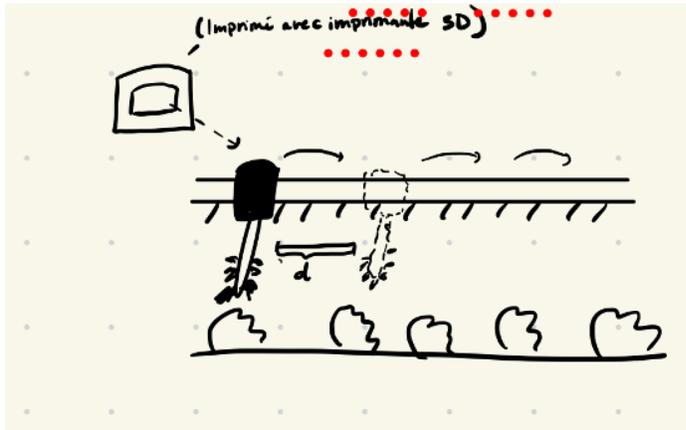
L'approche du bras robotique mobile est axée sur la précision. Il peut être installé sur des étagères ou déplacé entre elles grâce à des mécanismes de déplacement intégrés. Dans la partie inférieure

du robot sera logée une carte mère qui permettra le contrôle à distance, des capteurs pour les fleurs et tout autres systèmes du bras robotisé. Dans mon dessin on voit deux bras ce qui permet la pollinisation de plus d'une fleur en même temps. Le robot sera alimenté par des batteries rechargeables. Les terminaisons de chaque bras seront constituées de minis brosses qui seront en contact avec les fleurs. Dès que la pollinisation sera terminée, les bras pourront se rétracter et rentrer dans la boîte centrale du robot .

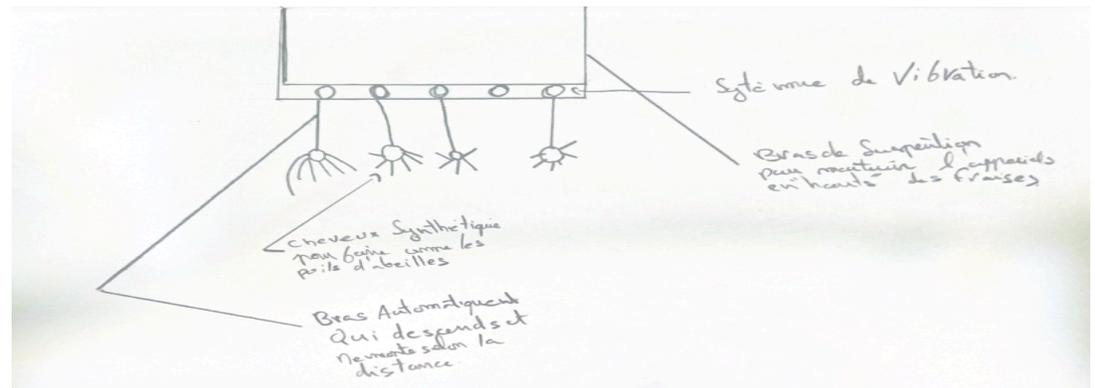


## 2. Penda-Anna Diagne

Lors de la conception des idées pour un système de pollinisation pour le client, la fonction principale à atteindre est une imitation des mouvements des abeilles. Dans cette idée, le système se déplace le long des étagères, accrochant le système sur les rails supérieurs par engrenage automatique. Ils pourraient utiliser des tiges filetées ou des rails aluminium et des engrenages imprimés avec une machine 3D. Il serait contrôlé par une carte Arduino, programmé pour contrôler un moteur pour le mouvement. Le Arduino contrôlerait aussi des capteurs de proximité pour détecter la distance des fleurs (soit infrarouges ou ultrasoniques) du système afin de ne pas les endommager. Également, une composante contrôlée par celle-ci est un moteur de vibration pour atteindre la fréquence, imitant aussi proche que possible la pollinisation par abeille. Un programme pour l'Arduino contrôlerait les vibrations (fréquence désirée à environ 200 Hz). Puisque le système inclut beaucoup de composantes électroniques nécessitant une source d'alimentation forte, un relais serait utilisé pour gérer la puissance supplémentaire. Lorsque le système est en marche, en se déplaçant sur les engrenages par une distance définie, le système active le moteur/vibreux à chaque fleur/plant détectée par le capteur de proximité.



### 3. Rahima Daher



Dans ce concept la machine de pollinisation est suspendu au dessus des plantes de fraises à l' aide d' un bras mécanique principale.Des bras mécaniques secondaires sont attachés au bras principale et peuvent monter et descendre jusqu'aux fraise.Chaque bras mécanique secondaire est équipé d'un système de vibration intégré qui imite le mouvement des abeilles lorsqu'elles secouent les fleurs pour libérer le pollen.À L' extrémité de chaque bras mécaniques secondaires se trouvent des petits poils synthétiques similaires aux poils d'abeilles, qui attrapent le pollen lorsqu'ils entre en contact avec les étamines de fraises. De plus, même si le dispositif n' a pas encore été développé, il sera possible de contrôler et de programmer les différentes fonctions de la machine grâce à la programmation avec Arduino.

### 4. Victoire Etonyemya

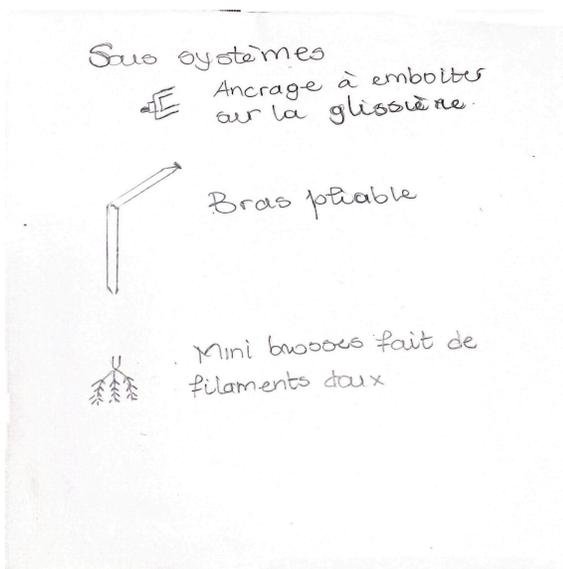
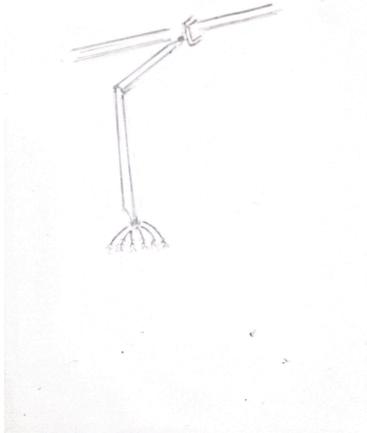
Ce concept a pour objectif de produire des vibrations qui avoisinent au maximum le bourdonnement vibratile des abeilles sans endommager les fraises

Il s'agit d'un système mobile qui pourrait se déplacer sur une glissière installée sur les étagères au-dessus de chaque rangée. Les glissières seront façonnées pour ne laisser le système se déplacer que de gauche à droite.

Le système, lui, sera composé d'ancrages qui lui permettra d'être fixée sur les glissières, d'un bras pliable pour aller vers les fleurs lors de la pollinisation et se rétracter quand celle ci est finie et ensuite des minis brosses filamenteuses attachées à ce bras afin de pouvoir atteindre tous les recoins de chaque fraises.

Le système sera alimenté par un moteur vibreur rechargeable et dont l'intensité de la fréquence pourrait être préalablement réglée.

Le dispositif est léger et facile à assembler. Le matériau utilisé sera un alliage d'acier inoxydable à cause de sa résistance à la corrosion et de son faible coût.



## 5. Thierno Niang

### Concept 1:

Description générale: Le système est installé au sommet des rangées de fraises, idéalement centré et à proximité du système d'éclairage de chaque étagère. Il se compose de fils fins au bout desquels sont montés les dispositifs de vibration et de fixation du pollen qui permet ainsi de déplacer le pollen d'une fleur à une autre et assurer une pollinisation efficace. Ces fils et systèmes de vibration sont montés sur des rails à peu près de même longueur que les étagères, leur permettant ainsi de coulisser le long de la rangée.

<b>Sous-système</b>	<b>Description</b>
<b>Tige de support du système</b>	Une tige de 30 mm de long assez rigide qui permet le coulisement le long des rails de chaque étagère. Cette tige est faite d'aluminium anodisé. En effet cette dernière est très efficace puisqu'elle résiste bien à l'humidité, à la poussière et aux risques de rouille auquel il serait exposé dans l'environnement de culture

<p><b>Fils de connections</b></p>	<p>Dimensions : 70 mm de longueur</p> <p>Il s'agit de fils de connexion simples conçus pour alimenter le dispositif de vibration en courant électrique et servir de support aux dispositifs de vibration. Ces fils sont d'une longueur standard de 70 mm, offrant une connectivité fiable et efficace pour assurer le bon fonctionnement du système. En plus de fournir l'alimentation nécessaire au dispositif de vibration, ils jouent un rôle crucial en maintenant solidement les composants vibrants en place.</p>
<p><b>Moteur vibrant</b></p>	<p>Le moteur vibrant présente les dimensions suivantes : 1 x 1 x 0,34 cm, avec un diamètre de 10 mm Ce moteur est conçu pour fonctionner avec un courant inférieur ou égal à 80 mA et une tension de 3 V. Sa petite taille lui confère la capacité de pénétrer facilement entre les feuilles des fraisiers, facilitant ainsi la collecte du pollen. La compacité de ce moteur permet une manœuvrabilité efficace dans l'environnement complexe des plants de fraisiers, assurant une performance optimale dans la tâche de récolte du pollen.</p>
<p><b>Bande Adhésive</b></p>	<p>Il s'agit d'une couverture fabriquée à partir d'adhésif qui enveloppe complètement le moteur, permettant ainsi une fixation efficace des graines de pollen. Cette bande adhésive agit comme un moyen de transport pour déplacer le pollen d'une plante à une autre. Son adhésion forte garantit que les graines de pollen sont solidement fixées au moteur pendant le processus de récolte et de transfert, assurant ainsi une distribution précise et efficace du pollen entre les différentes plantes.</p>

<b>Rails</b>	<p>Il s'agit d'un dispositif de rails simples fixé sur la partie inférieure de l'étagère supérieure. Chaque rail a approximativement la même longueur que chaque rangée de plantes. Ces rails fournissent un support stable et uniforme pour le système de récolte de pollen, permettant ainsi un mouvement fluide le long de la rangée de plantes. Grâce à leur conception robuste, les rails assurent la stabilité et la précision du système de récolte, facilitant ainsi le déplacement efficace du dispositif le long des étagères et garantissant une récolte optimale du pollen.</p>
--------------	---

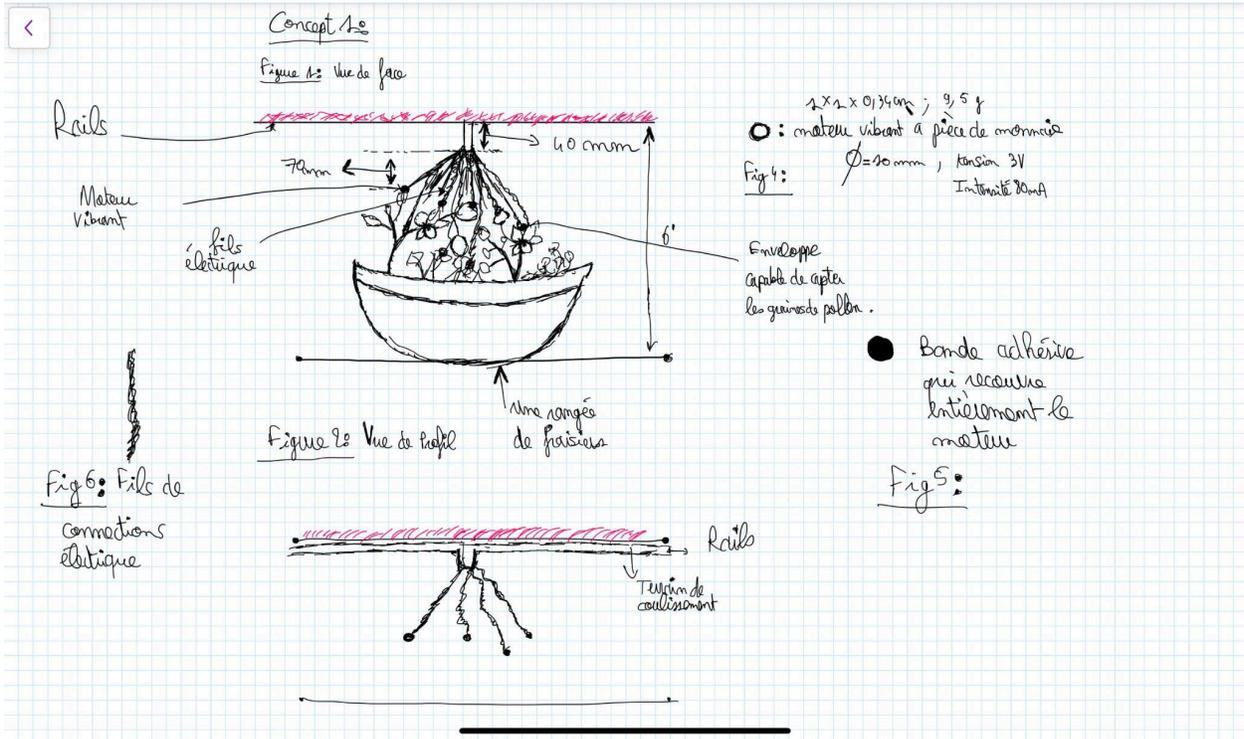
## **Concept 2 :**

Description Générale (Deuxième Concept) : Le système est positionné au sommet des rangées de fraises, idéalement placé au centre et à proximité des éclairages de chaque étagère. Il se compose d'éléments similaires à des feuilles souples et légères, dotées de capacités de vibration et de fixation du pollen intégrées grâce à leur conception spécifique. Ces feuilles, agissant comme des éléments tout-en-un, sont conçues pour être flexibles et légères, tout en offrant les fonctionnalités nécessaires pour vibrer et fixer le pollen, puis le transporter tout au long des différentes fleurs pour assurer la pollinisation efficace. Comme le premier concept, ce système glisse également le long des mêmes rails que les étagères, permettant une installation et un ajustement facile le long de la rangée.

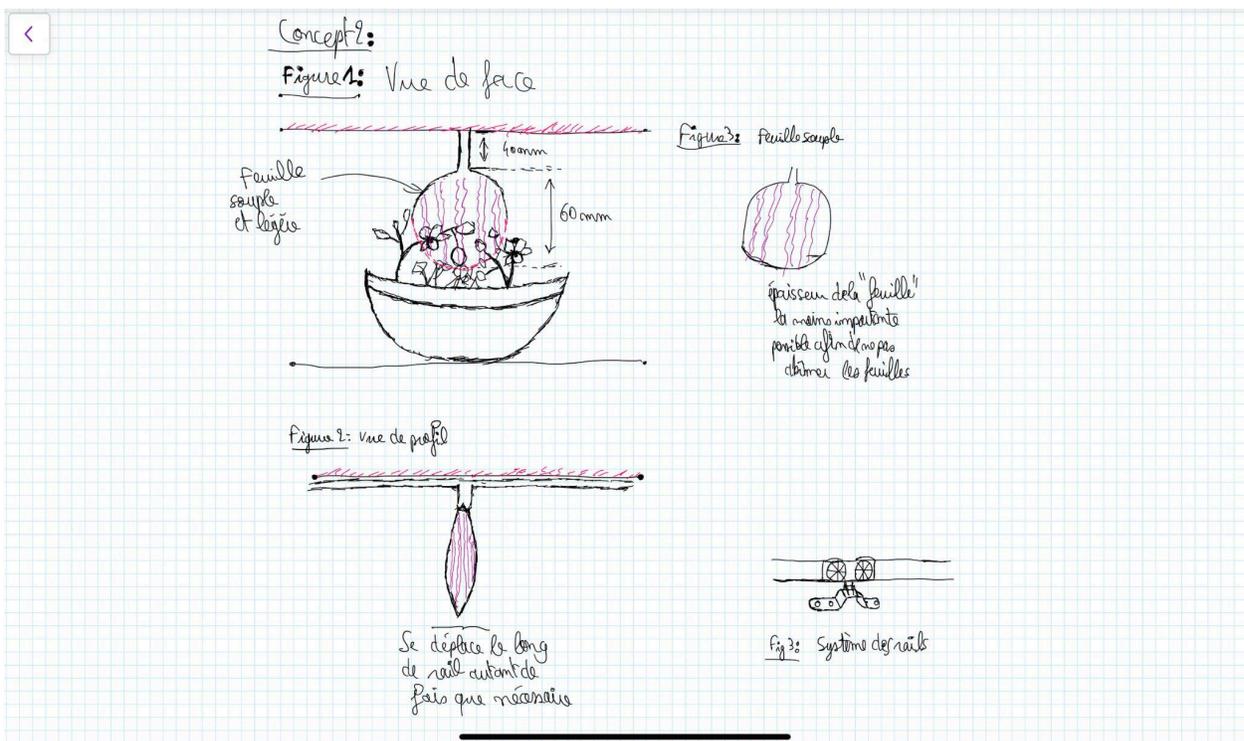
<b>Sous-système</b>	<b>Description</b>
---------------------	--------------------

<p><b>Tige de support du système</b></p>	<p>Une tige de 30 mm de long assez rigide qui permet le coulissement le long des rails de chaque étagère. Cette tige est faite d'aluminium anodisé. En effet cette dernière est très efficace puisqu'elle résiste bien à l'humidité, à la poussière et aux risques de rouille auquel il serait exposé dans l'environnement de culture</p>
<p><b>Moteur vibrant</b></p>	<p>Moteur vibrant : Dans ce concept, le système de vibration est entièrement intégré dans la "feuille" elle-même, lui permettant de vibrer à la fréquence nécessaire en fonction du niveau recommandé pour une pollinisation efficace. Cette intégration directe du moteur vibrant dans la structure de la feuille simplifie le design et garantit un fonctionnement harmonieux sans nécessiter de composants supplémentaires. Ainsi, la feuille peut effectuer des mouvements vibratoires précis et contrôlés pour faciliter la libération et la fixation du pollen sur les fleurs, contribuant ainsi à un processus de pollinisation efficace et fiable dans l'environnement des fraises.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Bande Adhésive</b></p>	<p>Il s'agit d'une feuille entièrement recouverte d'adhésif, permettant ainsi une fixation efficace des graines de pollen. Cette feuille adhésive agit comme un moyen de transport pour déplacer le pollen d'une plante à une autre. Son adhésion forte garantit que les graines de pollen sont solidement fixées à la feuille pendant le processus de récolte et de transfert, assurant ainsi une distribution précise et efficace du pollen entre les différentes plantes. Grâce à cette conception, la feuille adhésive offre une surface uniforme pour la fixation du pollen, facilitant ainsi le processus de collecte et de transfert sans compromettre l'efficacité du système.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Rails</b></p>	<p>Les rails sont des dispositifs simples fixés sous l'étagère supérieure, de longueurs équivalentes à chaque rangée de plantes. Ils offrent un support stable au système de récolte de pollen, permettant un mouvement fluide le long des plantes. Leur conception robuste garantit la stabilité et la précision du système, assurant ainsi une récolte efficace du pollen sur toute la surface des étagères.</p>



Concept 1 : Système de pollinisation artificiel avec aperçu des sous-systèmes.



Concept 2 : Deuxième concept de système de pollinisation artificielle mettant en avant les sous-systèmes

**Analyse et évaluation des concepts générés avec la Matrice décisionnelle**

- Excellent

- Acceptable

- Négligeable

Concepts	Détail prédominant	Matériaux	Poids	Control et main d'oeuvre	Autonomie	Flexibilité de déplacement	Coûts
1.	Système composé de caméras et de capteurs pour l'orientation	L'aluminium : matériau assez léger, résistant à la rouille et à une gamme variée de températures, ayant un prix abordable	Tres léger	Contrôle à distance grâce à une carte arduino intégrée  Main d'oeuvre quasi inexistante	Batterie rechargeable	Très facile à déplacer et pratique pour un espace étroit	Coût relativement élevé à cause de la complexité du système
2.	Capteurs infrarouges ou à ultrasons	s.o	Poids minime	Système programmé avec Arduino Main d'oeuvre quasi inexistante	Système de relai installé	Se déplace avec fluidité le long de la rangée	Coûts relativement bas
3.	Prototype suspendu et mobile	s.o	léger	Système programmé avec Arduino Main d'oeuvre	s.o	Se déplace le long de la rangée grâce aux roues intégrées	Coûts relativement bas

				quasi inexistante			
4.	Fonctionne à l'aide d'un moteur vibrant autonome	Acier inoxydable : nécessite très peu d'entretien, résistant à la corrosion et aux chocs, longue durée de vie	Léger	Système programmé d'avance Ne nécessite la main d'oeuvre que pour entretien et recharge de batterie	Batteries interchangeables et rechargeables	Se déplace le long de la rangée grâce à la glissière Possède un bras pliable	Coûts relativement bas
5.	Fils fins fixateur de pollen	Aluminium anodisé : très résistant à l'usure, à la chaleur, à la corrosion, durée supérieure, précis lors de la découpe laser	Léger	Pas de main d'oeuvre	s.o	Se déplace le long de la rangée	Coûts relativement bas

### III. Choix des Concepts à développer

#### IV. Idée 1: Pollinisation Suspendue

Ce système serait suspendu au-dessus des plants de fraises à l'aide d'un bras mécanique principal. Des bras mécaniques secondaires, fixés au bras principal, peuvent descendre pour atteindre individuellement chaque fraise. Chaque bras secondaire est doté d'un système de vibration et de poils synthétiques à l'extrémité, imitant le mouvement des abeilles lors de la libération du pollen. Ce système est conçu pour être programmable et contrôlable via Arduino, offrant ainsi une grande adaptabilité et flexibilité dans les méthodes de pollinisation. La conception globale est pensée pour s'adapter aux différentes tailles et variétés de cultures, rendant la pollinisation à la fois efficace et versatile.

#### V. Idée 2 : Drone Imitateur d'Abeille

Ce concept met en avant un drone léger et agile, spécialement conçu pour imiter le processus de pollinisation naturelle d'imitation des abeilles. Doté de bras articulés munis de mini-brosses, le drone est capable de faire vibrer les fleurs de manière délicate, facilitant ainsi la pollinisation. Les capteurs sophistiqués du drone lui permettent de détecter précisément les fleurs et de s'orienter adéquatement dans l'environnement de culture. Le cœur de son système de contrôle est une carte mère, probablement une carte Arduino, qui autorise une gestion à distance et le pilotage de diverses fonctions, y compris le déplacement du drone. La structure du drone est

fabriquée à partir de matériaux légers, mais durables comme l'aluminium, et il est alimenté par des batteries rechargeables, assurant ainsi à la fois efficacité et durabilité.

## VI. **Idée 3: Bras Robotisé**

Ce système repose sur une base mobile permettant de naviguer entre les rangées de cultures. Il est équipé de deux bras robotisés, chacun pourvu de mini brosses destinées à entrer en contact avec les fleurs pour une pollinisation précise. Une carte mère intégrée dans la partie inférieure du robot permet le contrôle à distance et la gestion des divers capteurs pour la détection des fleurs. Ce système est alimenté par des batteries rechargeables, garantissant une utilisation prolongée et une réduction de l'empreinte écologique. Après la pollinisation, les bras du robot peuvent se rétracter pour minimiser l'espace occupé et protéger ses composantes délicates.

## VII. **Identification des sous-systèmes**

### 1. **Sous-système de Pollinisation Mécanique**

La pollinisation mécanique est responsable de la conception et la mise en œuvre du mécanisme de pollinisation artificielle. Il s'agit des éléments tels que :

- **bras mécanique** : ce système est présent dans tous nos concepts. Dans certains concepts il est fixé en hauteur sur les rails de chaque étagère au-dessus des fleurs. Pour d'autres concepts il est fixé sur un support mobile à roues ou volant. Le bras mécanique est essentiel pour le fonctionnement global du système car il contient à ses extrémités des brosses synthétiques semblables au poils d'abeilles pour pouvoir atteindre tous les recoins de chaque fraise et permettre les fonctionnalités nécessaires pour vibrer et fixer le pollen, puis le transporter tout au long des différentes fleurs pour assurer la pollinisation efficace. le bras est pliable et rétractable.
- **des drones pollinisateurs** : Ils permettent le transport et dispersion du pollen pour la pollinisation. Grâce à des algorithmes avancés, ils peuvent identifier et atteindre spécifiquement les fleurs à polliniser, assurant une distribution optimale du pollen. Ils ont à leur extrémité des poils semblables à ceux des abeilles pour recréer l'effet de pollinisation traditionnelle des abeilles. Généralement ses poils sont rétractables.
- **Moteur vibrant** : permet de créer des vibrations qui avoisinent au maximum le bourdonnement vibratile des abeilles sans endommager les fraises.

### 2. **Sous-système de Contrôle et de surveillance**

La gestion à distance du processus de pollinisation est un critère très important pour ce projet. Elle gère les opérations du système de pollinisation y compris la surveillance en temps réel et l'ajustement des paramètres. Cette gestion inclut donc :

- **Contrôle à Distance** : est intégré dans la carte mère ( carte arduino) qu'on va programmer à notre guise pour ce projet. Ce qui va nous permettre de gérer à distance ce qui se passe avec notre fabrication . On pourra contrôler l'intensité et la fréquence émise par le moteur.
- **Capteurs et Moniteurs** : Dispositifs pour surveiller en temps réel les conditions environnementales et le processus de pollinisation . Le Arduino contrôlerait aussi des capteurs de proximité pour détecter la distance des fleurs (soit infrarouges ou ultrasoniques) du système afin de ne pas les endommager.
- **Système d'Ajustement Automatique** : Capacité à ajuster les opérations en fonction des conditions en temps réel.

### 3. Sous-système de Déplacement et d'installation

Notre projet nécessite une solution soit peu coûteuse et installée sur chaque étagère , soit plus coûteuse et déplacée entre les étagères , un sous-système dédié à la mobilité serait essentiel. Ce sous-système pourrait donc avoir des éléments tels que :

- **Rails** : Les rails sont des dispositifs simples fixés sous l'étagère supérieure, de longueurs équivalentes à chaque rangée de plantes. Ils offrent un support stable au système. Ils seront façonnés pour ne laisser le système se déplacer que de gauche à droite. Leur conception robuste garantit la stabilité et la précision du système, assurant ainsi une récolte efficace du pollen sur toute la surface des étagères.
- **Système de Guidage Autonome** : Utilisation de capteurs pour déterminer la position et se déplacer de manière autonome.
- **Roues**: Ils permettent le déplacement entre les différents pots de plantes.

Ces sous-systèmes ont des frontières claires entre eux, mais ils interagissent pour assurer le bon fonctionnement du système global de pollinisation artificielle des fraises. En développant des concepts pour chaque sous-système, nous pouvons envisager des solutions innovantes et efficaces pour chacun d'eux.

## VIII. Conclusion

Dans le cadre de ce projet, nous avons pu concevoir des concepts ingénieux basés sur notre analyse préalable. À partir de cette analyse approfondie des besoins du client, nous avons choisis trois idées de prototypes (concept) de l'appareil de pollinisation qui répondent à sa vision. L'étape

d'idéation nous a permis de mettre en pratique nos compétences dans le domaine de la créativité afin de concrétiser ses idées. L'analyse détaillée de chaque concept nous a été essentielle pour identifier les aspects négatifs et positifs de chacun. En comparant ces concepts et en analysant les sous-systèmes similaires, nous avons pu évaluer les concepts en détail. Après avoir passé en revue les critères de conception, nous avons choisi de développer et d'améliorer les idées les plus prometteuses pour les présenter de manière appropriée.

## IX. Mise à jour de Projet Trello

The screenshot displays a Trello board for 'Livrable D' (in list En cours). The board is organized into three columns, each representing a team member's tasks:

- Kassandra FANTI:** 100% completion. Tasks: Créer-une-sous-idée, Description-de-l'idée, Esquisse.
- Victoire Etonyemya Yumbe:** 100% completion. Tasks: Créer-une-sous-idée, Description-de-l'idée, Esquisse.
- Thierno Niang:** 100% completion. Tasks: Créer-une-sous-idée, Description-de-l'idée, Esquisse.

Each task list includes a progress bar, a 'Hide checked items' button, and a 'Delete' button. The board also features a description, members list, due date (today at 11:59 PM), and various power-ups and actions.