

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Projet : Système automatisé pour la croissance de plantes

Cahier des charges fonctionnel

PAR

Jean-Luc Bisson

Antoine Collerette

Francis Cossette

Geneviève Leblanc

Soumis le 10 mai 2017 à
l'enseignant Mounir Boukadoum

Cours ING6310

Projet 1

Trimestre Hiver2017

Historique des révisions

Nom	Date	Nature des changements	Version
Geneviève Leblanc	20 mars 2017	Document initial	0.1
Jean-Luc Bisson	9 mai 2017	Ajout de contenu	0.2
Francis Cossette et Antoine Collerette	10 mai 2017	Ajout de contenu	0.3

Table des matières

Historique des révisions	II
Table des matières	I
1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	4
1.1 Projet	4
1.1.1 Finalités	4
1.1.2 Contexte	4
1.1.3 Situation du projet par rapport à l'entreprise	5
1.1.4 Études déjà effectuées	6
1.1.5 Parties concernées par le déroulement du projet et ses résultats	6
1.2 Énoncé du besoin	6
2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	7
2.1 Fonctionnalités du système	7
2.2 Composantes matérielles	7
2.3 Composantes logicielles	8
2.4 Télécommunications	8
3. EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN	8
3.1 Fonctions et contraintes	8
3.1.1 Fonctions principales	8
3.1.2 Fonctions complémentaires	10
3.1.3 Contraintes	11
3.2 Spécifications fonctionnelles	11
3.2.1 Scénario 1 Choix du type de plante par l'utilisateur et démarrage	11
3.2.2 Scénario 2 Arrosage de la terre	12
3.2.3 Scénario 3 Éclairage de la plante	13
3.2.4 Scénario 4 Réglage de la hauteur de la lampe	13
3.2.5 Scénario 5 Contrôle de la température	14
3.2.6 Scénario 7 Communication avec l'utilisateur	14
3.3 Critères d'appréciation	16
3.3.1 Niveaux des critères d'appréciation	16

4.	CADRE DE RÉPONSE	17
4.1	Mesure de l'humidité de la terre et contrôle de l'arrosage	17
4.2	Contrôle de l'éclairage	17
4.3	Contrôle de la hauteur des composants éclairants	17
4.4	Mesure et contrôle de la température	17
4.5	Filtrage de l'air	18
4.6	Communication avec l'utilisateur	18
4.7	Alimentation électrique	18
4.8	Application mobile	18
4.9	Mise à jour des données des différents types de plantes	18
5.	ÉVALUATION DES COÛTS DU PROTOTYPE	19
6.	ÉCHÉANCIER.....	21
7.	Bibliographie	23

Liste des figures

Figure 1 Diagramme de Gantt du projet Les Plantes	22
---	----

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SYSTÈME

1.1 Projet

1.1.1 Finalités

Le livrable de ce projet sera un système d'optimisation de croissance de plantes alimentaires pendant leurs différents cycles de croissance. Il permettra d'obtenir des fruits et légumes de hautes qualités et en abondance, à l'intérieur de sa demeure en tout temps de l'année. La croissance d'autres types de plantes tels des fines herbes ou encore des plantes décoratives seront également possible.

Le système à concevoir sera un boîtier contenant de la terre et dans lequel une ou plusieurs plantes pousseront avec interventions extérieurs minimales. Il transmettra à distance à un téléphone portable les informations pertinentes à l'utilisateur, telles l'humidité de la terre ou le cycle actuel de croissance. L'alimentation en eau et en engrais ainsi que le contrôle de l'humidité du sol, de la température et de l'éclairage se feront de façon automatiquement.

Le système sera conçu pour une utilisation domestique simple et sécuritaire. L'utilisateur ne devra fournir que l'information du type de plante choisi et insérer lui-même la ou les graines nécessaires. Le système informera alors l'utilisateur de la façon optimale de planter la ou les graines.

Le côté innovateur du projet est celui permettant au système de régler la hauteur de la lampe selon la croissance de la plante, ce qui permet une absorption optimale de l'énergie de la lumière et d'optimiser la croissance de la plante.

1.1.2 Contexte

Dans le contexte environnemental actuel, les conditions météorologiques extrêmes sont en augmentation. Des récoltes sont régulièrement endommagées voire détruites complètement. Ces situations font en sorte qu'il est plus difficile d'obtenir des fruits et des légumes de bonnes qualités et qu'ainsi les prix des marchandises augmentent. De plus, on sait que pour rendre les récoltes plus rentables, certains producteurs utilisent des produits chimiques qui

sont dommageables pour notre santé et pour l'environnement. La tendance est alors de plus en plus aux fruits et légumes biologiques, mais la provenance de ces produits et la véracité de leur qualité écologique ne sont pas toujours vérifiables.

Ces préoccupations nous poussent à rechercher des moyens de cultiver nous-mêmes notre nourriture. Cependant, au Québec, comme dans les autres pays industrialisés, la population tend à se regrouper davantage dans les zones urbaines. L'espace appartenant à chacun est très restreint et il est difficile de posséder un espace cultivable. Les habitants des grandes villes se tournent alors vers des solutions comme les toits verts et les ruelles vertes ou encore, s'approvisionnent aux divers marchés alimentaires alternatifs. C'est également dans ce cadre que l'on voit de plus en plus émerger des solutions de cultures intérieures.

1.1.3 Situation du projet par rapport à l'entreprise

L'agriculture en milieu urbain est une pratique de plus en plus courante. Plusieurs organismes et entreprises développent des projets pour combler la demande et relever les défis. Les débuts de notre projet consistaient à faire un état de l'art des autres projets, entreprises ou organisme œuvrant dans le domaine de l'agriculture urbaine. Cette étape d'inspiration fut cruciale pour la suite. Notre équipe a trouvé plusieurs réalisations et recherches qui nous ont permis de réfléchir aux besoins de potentiels clients.

Quelques projets ont attirés particulièrement notre attention comme le projet à source ouverte du *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), [1]. La mission de ce projet est de créer un système de nourriture plus santé, plus engagé et plus performant au niveau de la pousse des aliments. Ce projet a débuté en 2015 et vise de créer un environnement contrôlé pour l'agriculture dont les plans, les données et les codes sont libre d'accès. Une plateforme internet a été créée dans le but d'améliorer la recherche et l'expérimentation. Leur projet utilise les techniques sans utilisation de terre, soit l'hydroponie et l'aéroponie. La communauté impliquée dans le projet du MIT travaille pour optimiser le temps de croissance des plantes et utilise des techniques de caractérisation de certaines molécules.

La vocation sociale et le potentiel industriel de ce projet sont très inspirants. L'humidité relative, le taux de dioxyde de Carbone, le taux d'oxygène, le pH, la luminosité et l'accès aux nutriments sont les facteurs qui déterminent comment et à quel point une plante peut pousser.

Le projet du MIT, tout comme le nôtre, cherche à contrôler ces facteurs de croissance à l'aide d'un système électronique. La version physique que nous cherchons à fabriquer contrôlera la majorité de ces éléments mais d'autres versions améliorées pourraient être produites.

Ce même système pourrait servir de prototype de base pour les prochains élèves de ce cours.

1.1.4 Études déjà effectuées

Plusieurs études par rapport à l'agriculture urbaine automatisée ont été faites et notre équipe a dû faire des choix sur certaines caractéristiques de notre système.

Par rapport aux choix de l'éclairage, nous avons choisi de prendre la technologie utilisant les diodes électroluminescentes. En se basant sur une étude pour les longueurs d'onde que les plantes absorbent selon l'étape de leur croissance [2] [3]. Il est possible d'obtenir avec une bonne précision les longueurs d'onde désirées avec les diodes.

Le choix entre la terre, l'hydroponie et l'aéroponie a été déterminé par la stabilité de la terre. Plusieurs recherches concluent que les deux autres techniques sont efficaces et semblent plus propres pour l'usager. Elles seront utilisées dans des versions ultérieures du projet.

Les composantes telles que les pompes, le matériel de construction de la boîte et les tuyaux ont été choisis selon une étude économique présentée à la section 5 de ce cahier de charge.

1.1.5 Parties concernées par le déroulement du projet et ses résultats

Les personnes concernées par ce projet, autres que le groupe de quatre étudiants, sont :

- Monsieur Mounir Boukadoum, professeur en génie microélectronique à l'UQAM et responsable du projet de fin de baccalauréat;
- Monsieur Guy Paradis, appariteur à l'UQAM.

1.2 Énoncé du besoin

Afin de réaliser un prototype adéquat et fonctionnel, l'espace de travail disponible est très important. En effet, le boîtier dans lequel prendra place les essais de croissance sera d'une superficie estimée à un peu moins d'un mètre carré. Il est impératif d'avoir accès à l'alimentation du secteur tandis que l'accès à l'eau courante serait apprécié mais non absolument nécessaire.

Nous nous procurerons les pièces à l'aide de notre budget alloué et par l'utilisation de pièces déjà utilisées dans le cadre des laboratoires de microélectronique à l'UQAM. Étant donné le nombre de fonctions à réaliser et la taille du prototype, nous devons porter particulièrement attention aux choix de pièces utilisées afin de respecter notre budget.

2. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME

2.1 Fonctionnalités du système

Cette section présente la liste des principales exigences et attributs de notre système d'optimisation de croissance de plantes.

Les fonctionnalités à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Arrosage
- Éclairage
- Contrôle de température et ventilation
- Prise de données
- Commande par le microcontrôleur
- Interface avec l'utilisateur
- Choix d'aliment à faire croître

2.2 Composantes matérielles

Matériel	Description
SAM D21 Xplained Pro evaluation kit	Intelligence centrale du système de gestion
Module Bluetooth HC-05	Communication avec l'utilisateur
Panneau LED 45W	Éclairage des plantes
Step-motor MOT-SM-17	Ajuster la hauteur des plantes
Dual driver L298	Piloter le moteur
Contrôleur L297	Contrôler le moteur
Ventilateur	Évacuer l'air chaud
Filtre au charbon	Filtrer l'air
Capteur de température LM35DZ	Obtenir la température
Capteur d'humidité Si7007	Obtenir l'humidité

Capteur de débit d'eau FLR1008	Obtenir le débit de l'eau
Capteur de niveau d'eau	Obtenir le niveau d'eau
Pompe RB-All-102	Arroser
Valves d'entrée d'eau	Contrôler l'apport de nutriment
Écran LCD	Interfacer avec l'utilisateur
Quincaillerie	Interposer les composantes
Alimentation Électrique 12V	Alimentation des modules de puissance

2.3 Composantes logicielles

Matériel	Description
Atmel Studio 7.0	Outil de développement des programmes pour les microcontrôleurs
Programme principal (en langage C)	Le programme principal contient toutes les méthodes pour réaliser les fonctionnalités définies

2.4 Télécommunications

La technologie Bluetooth a été retenue pour permettre les échanges d'informations sans-fil entre notre système automatisé de croissance de plantes et l'utilisateur principal. Ce standard bien établi permet également de minimiser les risques d'erreurs et le temps de développement associé à cette fonctionnalité. Un module dédié à cette fonctionnalité sera utilisé.

3. EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN

3.1 Fonctions et contraintes

3.1.1 Fonctions principales

Après avoir étudié les principales attentes face à notre produit, nous en retenons une liste exhaustive de fonctions qui sont analysées dans les prochaines sections.

- Mesure de l'humidité de la terre et contrôle de l'arrosage

L'arrosage sera effectué à intervalle régulier selon le type de la plante cultivée. Au moment de l'arrosage, une quantité prédéterminée d'eau sera envoyée sur la terre. La prise de mesure

de l'humidité du sol assurera un arrosage adéquat du sol. Cette information sera utile si le sol s'assèche plus vite que prévu, auquel cas, l'heure d'arrosage pourrait être devancé.

- Contrôle de l'éclairage

La lumière fournie à la plante en croissance suivra un cycle d'éclairage et d'obscurité déterminé par le type de plante ainsi que par le cycle de croissance dans lequel elle se trouve. En effet, toute plante a besoin d'une période pendant laquelle elle effectue de la photosynthèse et d'une période de repos. Ces périodes varient en temps selon que la plante est en germination, en croissance ou en floraison.

- Contrôle de la hauteur des composants éclairants

La distance entre le système d'éclairage et la plante est une variable importante de notre système. Effectivement, plus la distance est grande, moins l'énergie qui se rend à la plante est élevée. Il est donc très avantageux de garder la distance au minimum sans pour autant laisser la plante pousser jusqu'à toucher la lampe. Un système automatique de la hauteur de la lampe sera donc utilisé.

- Mesure et contrôle de la température

La température de l'environnement dans lequel se trouve une plante affecte sa capacité à respirer et à faire la photosynthèse. Une température trop basse ou trop élevée n'est pas souhaitable. La prise des températures externes et internes au boîtier sera donc effectuée.

- Filtrage de l'air

Les plantes et leurs nutriments peuvent occasionner des odeurs indésirables, d'autant plus que l'humidité. L'air doit donc être filtré.

- Gestion par l'unité de contrôle

L'unité de contrôle recevra les informations fournies par l'utilisateur via l'écran tactile ou l'application mobile et informera ce dernier des aspects importants à la croissance de la plante choisie. Il devra gérer les différentes fonctions par rapport aux différents stades de croissance de cette plante. Il assurera également la transmission des données des capteurs

vers les différentes fonctions qui en ont l'utilité. Les fonctions permettant de réaliser les scénarios décrits à la section 3.2 seront implémentées en langage C.

- Communication avec l'utilisateur

Tout au long de la croissance, des informations utiles seront fournies à l'utilisateur telles que le taux d'humidité et la température de l'environnement de culture. Aussi, l'utilisateur sera informé du moment idéal pour ajouter de l'engrais et du temps restant avant le prochain arrosage. Il sera également possible de contrôler les différentes fonctions indépendamment du système automatique afin de pouvoir faire des tests.

- Alimentation électrique

Le système sera connecté à l'alimentation du secteur. En effet, l'utilisation de certains composants requiert trop d'énergie pour utiliser une alimentation à batteries.

- Application mobile

Une application mobile sera créée afin que l'utilisateur du système puisse le contrôler plus aisément à l'aide de son appareil mobile.

- Mise à jour des données des différents types de plantes

Le système proposera des informations jugées optimales selon le type de plante en croissance.

3.1.2 Fonctions complémentaires

Certaines fonctions pourraient être intéressantes sans être essentielles pour le fonctionnement du système de croissance de plantes. Leur implémentation pourrait être une plus value à notre système. Le CO₂ et le PH du sol sont des facteurs importants dans la croissance des plantes et leurs contrôles permettraient d'optimiser davantage leur croissance. Il pourrait également être pratique de prévoir une utilisation modulaire de notre produit afin d'augmenter la quantité et les variétés des plantes cultivées. De plus, l'implémentation d'un paramètre de gestion des imprévus tels une panne de courant ou encore une coupure de l'alimentation en eau, ainsi qu'un système d'alerte à l'utilisateur serait très intéressant à réaliser.

L'ajout d'engrais de façon automatique est la fonction que nous envisageons de développer en priorité advenant que le temps et les ressources allouées soient disponibles.

3.1.3 Contraintes

Une des contraintes de départ au projet est la simplicité d'utilisation par l'utilisateur, ainsi il doit pouvoir jouir de son produit sans devoir s'en occuper quotidiennement. Il est également important que le produit soit esthétique puisqu'il est possible que son utilisation soit faite dans l'aire de vie principale de l'utilisateur. Une caractéristique importante doit être sa résistance à différents facteurs tels l'humidité et la température.

Évidemment, le produit doit pouvoir assurer la croissance d'une plante de façon optimale et permettre l'apparition de fleurs et de fruits. Les fonctionnalités d'éclairage, d'arrosage et de température doivent donc être appropriées à la plante choisie.

Le budget disponible pour le projet est une autre contrainte que nous devons affronter. Celui-ci est limité à 750 \$ dans le cadre du cours et sera difficile à respecter pour la conception du prototype. Pour le coût du produit final, il devra être retenu que les pièces moins chères pouvant effectuer les mêmes tâches requises seront priorisées.

3.2 Spécifications fonctionnelles

3.2.1 Scénario 1 Choix du type de plante par l'utilisateur et démarrage

Objectifs : Enregistrer le choix de plante de l'utilisateur et fournir les informations relatives au démarrage de la pousse.

Préconditions :

1. Une demande de l'utilisateur est soumise pour une nouvelle plante.

Description des événements :

1. L'utilisateur fait la demande pour une nouvelle plante et le système demande la confirmation pour la réinitialisation.
2. Le système demande le stade de croissance actuel de la plante.

3. Le système fournit les informations à propos du type de terre à utiliser et combien du même type de plante peut être planté. Il attend confirmation avant de démarrer.
4. Si la plante est au stade de croissance ou de floraison, la lampe s'abaisse au niveau des feuilles du haut.
5. Un arrosage de départ est effectué.
6. Le processus de croissance automatique débute.

3.2.2 Scénario 2 Arrosage de la terre

Objectifs : Fournir l'eau nécessaire à la croissance de la plante.

Préconditions :

Une des conditions suivantes est remplie :

1. Le délai avant le prochain arrosage est terminé,
2. Le capteur d'humidité indique que l'humidité du sol est trop basse,
3. Une demande d'arrosage est effectuée par l'utilisateur.
4. Le capteur d'humidité ne détecte pas une humidité excessive.
5. De l'eau est disponible au réservoir.

Description des événements :

1. En arrosage automatique, lorsque le délai est écoulé, le système vérifie que le sol n'est pas trop humide et que l'eau est disponible, auquel cas il démarre la pompe pour la quantité d'eau prédéterminée pour le type et le stade de croissance de la plante.
2. Si le sol est trop sec et doit être arrosé, une petite quantité d'eau est fournie mais ne dérange pas le décompte pour le prochain arrosage prévu. Une alerte est envoyée à l'utilisateur.

3. Si l'arrosage découle de la demande de l'utilisateur, le système demande la quantité à envoyer et s'il doit reporter à plus tard le prochain arrosage prévu.
4. Lors de l'arrosage, advenant que le réservoir secondaire manque d'eau ou que l'alimentation en eau est coupée, une alerte est envoyée à l'utilisateur.
5. Après l'arrosage, le réservoir secondaire est rempli. Si l'eau de remplissage n'est pas disponible, une alerte de remplissage est envoyée à l'utilisateur.

3.2.3 Scénario 3 **Éclairage de la plante**

Objectifs : Fournir l'énergie nécessaire à la croissance de la plante.

Préconditions :

1. La plante est au stade de croissance ou de floraison.
2. Le délai avant éclairage est atteint.
3. Pour un éclairage automatique, la lampe n'est pas en mouvement.

Description des événements :

1. La lampe s'allume si le délai arrive à échéance et que les contraintes d'horaire de l'utilisateur le permettent.
2. La lampe s'éteint après la période d'éclairage déterminée par le type et le stade de la plante.
3. Une alerte à l'utilisateur permet de l'informer si ses contraintes ne permettent pas un éclairage adéquat.

3.2.4 Scénario 4 **Réglage de la hauteur de la lampe**

Objectifs : Fournir une énergie lumineuse optimale nécessaire à la croissance de la plante.

Préconditions :

1. Pour la monter, le contact du haut n'est pas enclenché. Pour la descente, le contact du bas n'est pas enclenché.

2. Pour le contrôle automatique, la lampe est éteinte.

Description des évènements :

1. Lors du démarrage après réinitialisation, la lampe descend jusqu'à ce qu'elle détecte une feuille et remonte d'un pas.
2. Si une feuille est détectée lors de deux lectures consécutives, la lampe monte d'un nombre de pas déterminé.
3. Si la hauteur maximale est atteinte, une alerte est envoyée à l'utilisateur.

3.2.5 Scénario 5 Contrôle de la température

Objectifs : Maintien d'une température adéquate à la croissance de la plante.

Préconditions :

1. L'information de la température idéale est établie.

Description des évènements :

1. Lorsque la température interne est trop basse, une résistance chauffe l'air.
2. Si la température interne est trop élevée, le système la compare avec la température extérieure.
3. Lorsque la température interne est supérieure à celle de l'extérieur, le ventilateur est accéléré afin d'évacuer la chaleur. Si ce n'est pas le cas, le ventilateur fonctionne à sa vitesse minimale.

3.2.6 Scénario 7 Communication avec l'utilisateur

Objectifs : Permettre une interaction avec l'utilisateur de manière à ce que ce dernier ou le système acquière de l'information.

Préconditions :

1. Une nouvelle information pertinente est disponible pour l'utilisateur.
2. L'utilisateur désire entrer des informations dans le système.

Description des événements :

1. Système vers usager

- Via l'écran du système :
 - L'écran est allumé et il y est inscrit les informations pertinentes pour l'utilisateur, dans un menu agréable dans lequel l'utilisateur peut naviguer.
- Via le téléphone intelligent de l'utilisateur :
 - L'unité de contrôle génère un message à envoyer par Bluetooth.
 - Le message est reçu par le téléphone intelligent et l'utilisateur peut y apercevoir un menu pour naviguer dans les autres options afin de vérifier d'autres paramètres du système automatisé de croissance de plantes.

2. Usager vers système :

- Via l'écran du système :
 - L'utilisateur allume l'écran.
 - Il navigue dans les menus afin d'arriver à celui qui concerne les informations qu'il désire ajouter au programme.
 - Il ajoute les informations.
- Via le téléphone intelligent de l'utilisateur :
 - L'utilisateur ouvre l'application du système de croissance automatisé de plantes avec son appareil intelligent.
 - Il navigue dans les menus afin d'arriver à celui qui concerne les informations qu'il désire ajouter au programme.
 - Il ajoute les informations.

3.3 Critères d'appréciation

Comme nous avons prévus la conception de notre système de croissance automatisé de plantes sur un modèle d'ajout de fonctions, il nous faut évaluer la version du prototype afin de déterminer si nous sommes prêts à passer à la version suivante. Ces évaluations seront basées sur un système de critères d'appréciation qui détermine à quel point chacune des fonctions est complète.

3.3.1 Niveaux des critères d'appréciation

Ces critères seront notés par une valeur numérique comprise entre 1 et 10, où 1 est représentatif de la perfection.

De plus, les fonctions principales seront évaluées avec moins de latitude que les fonctions secondaires. Autrement dit, une fonction principale qui obtient une note inférieure à 3 sera considérée comme un échec. Une révision de version devra avoir lieu dans un tel cas.

Par ailleurs, une discussion relative à la représentation des notes pour chacune des fonctions devra avoir lieu afin de limiter les écarts d'appréciation en fonction des évaluateurs et de l'importance apportée aux fonctions principales comparativement aux fonctions secondaires.

4. CADRE DE RÉPONSE

4.1 Mesure de l'humidité de la terre et contrôle de l'arrosage

Il sera important de ne pas arroser la nuit pour éviter le bruit indésirable. L'eau nécessaire à l'arrosage peut être prise directement à l'eau courante ou encore à un réservoir, en passant par le réservoir secondaire pour la laisser tempérer et évaporer le chlore. En cas d'utilisation d'un réservoir, le système devra informer l'utilisateur lorsqu'il doit effectuer le remplissage.

4.2 Contrôle de l'éclairage

Le système d'éclairage devra donc être allumé et éteint selon un horaire déterminé tout en respectant les contraintes d'horaire de l'utilisateur. Autrement dit, si le système est utilisé dans la chambre à coucher, l'utilisateur risque de ne pas apprécier de la lumière en pleine nuit.

4.3 Contrôle de la hauteur des composants éclairants

Pour y parvenir, un capteur détectera une présence représentative d'une plante à une certaine distance de la lampe et le système indiquera au moteur de type pas-à-pas de s'activer afin d'élever le système d'éclairage pour toujours conserver une distance optimale. Un second capteur sera utilisé comme sécurité pour désactiver la commande que nous pouvons désigner comme « elevate » après l'atteinte de la hauteur maximale. Lors d'un tel événement, le système tente d'informer l'utilisateur.

4.4 Mesure et contrôle de la température

Si la température interne est trop basse, le système augmentera la température à l'aide d'une résistance chauffante et diminuera la ventilation. Au contraire si la température est trop élevée, la ventilation sera plus forte afin d'évacuer la chaleur. Cependant, puisque la température interne ne peut pas diminuer sous la température externe, le système doit comparer les deux informations afin de diminuer les ventilateurs et ainsi limiter le bruit non nécessaire.

4.5 Filtrage de l'air

Lors de l'évacuation de la chaleur interne, l'air passera par des filtres afin de diminuer les odeurs pouvant être générés par les plantes en croissance.

4.6 Communication avec l'utilisateur

La communication avec l'utilisateur pourra se faire par l'intermédiaire d'un écran tactile accessible et en évidence sur le devant de la boîte. Avant même le début de la croissance de la plante, le système de croissance automatisé nécessite une interaction avec l'utilisateur. En effet, selon le type de plante choisi, le système conseillera l'utilisateur sur le type de terre et d'engrais à utiliser et indiquera la quantité maximale de pousses pouvant être plantées.

4.7 Alimentation électrique

Puisque les différentes fonctions du système exigent des sources d'alimentation différentes, un circuit imprimé sera conçu afin de convenir aux différents besoins.

4.8 Application mobile

Les informations et les actions disponibles seront les mêmes que celles présentées à l'écran du prototype. L'application devra être disponible sous Android et iOS.

4.9 Mise à jour des données des différents types de plantes

L'utilisateur doit pouvoir entrer des informations et effectuer des modifications aux données du système afin d'optimiser d'avantage la croissance de ses plantes par rapport à ses propres expériences.

5. ÉVALUATION DES COÛTS DU PROTOTYPE

Le tableau suivant présente une estimation du coût d'un premier prototype, soit 687,66\$. Évidemment, le coût n'est pas représentatif du coût unitaire de fabrication advenant une mise en marché de notre produit. Nous avons donc également établi le coût unitaire pour une production de mille unités, soit 190.80\$.

Composantes	qte	prix	total	prix/1000	total/1000
Unité de contrôle					
carte de développement	1	75,00 \$	75,00 \$	- \$	- \$
microprocesseur	1	4,00 \$	4,00 \$	2,80 \$	2,80 \$
Bluetooth	1	11,25 \$	11,25 \$	4,50 \$	4,50 \$
Hardware alimentation	1	20,00 \$	20,00 \$	5,00 \$	5,00 \$
relais	1	2,93 \$	2,93 \$	1,70 \$	1,70 \$
Éclairage					
Éclairage	1	44,50 \$	44,50 \$	22,00 \$	22,00 \$
Step-motor	1	14,48 \$	14,48 \$	9,80 \$	9,80 \$
Driver	1	8,00 \$	8,00 \$	4,00 \$	4,00 \$
Controleur	1	11,65 \$	11,65 \$	6,00 \$	6,00 \$
Poulie et strap	1	10,00 \$	10,00 \$	4,00 \$	4,00 \$
Environnement					
Ventilation	1	5,34 \$	5,34 \$	2,00 \$	2,00 \$
filtre au charbon	1	13,99 \$	13,99 \$	1,00 \$	1,00 \$
résistance chauffante	1	5,00 \$	5,00 \$	1,50 \$	1,50 \$
régulateur de température	1	10,00 \$	10,00 \$	4,00 \$	4,00 \$
capteurs					
température	2	2,81 \$	5,62 \$	1,16 \$	2,32 \$
Humidité de l'air	1	3,46 \$	3,46 \$	2,68 \$	2,68 \$
Humidité du sol	1	4,95 \$	4,95 \$	2,85 \$	2,85 \$
Débit d'eau vers réservoir	1	- \$	- \$	25,00 \$	25,00 \$
Niveau d'eau réservoir	1	5,00 \$	5,00 \$	2,00 \$	2,00 \$
Fin de course, hauteur des DEL	2	1,00 \$	2,00 \$	0,20 \$	0,40 \$

Arrosage					
Pompe arrosage	1	11,99 \$	11,99 \$	8,25 \$	8,25 \$
Valve d'entrée d'eau	1	30,00 \$	30,00 \$	14,00 \$	14,00 \$
Écran	1	22,50 \$	22,50 \$	10,00 \$	10,00 \$
Boîte (bois, métal, plexiglass, scellant)	1	100,00 \$	100,00 \$	25,00 \$	25,00 \$
Bac en plastique	1	15,00 \$	15,00 \$	5,00 \$	5,00 \$
Réservoir secondaire	1	10,00 \$	10,00 \$	4,00 \$	4,00 \$
Tuyau flexible 1/4po	1	6,00 \$	6,00 \$	2,00 \$	2,00 \$
Câble électrique	1	5,00 \$	5,00 \$	1,00 \$	1,00 \$
cordon d'alimentation 110V	1	- \$	- \$	2,00 \$	2,00 \$
Diodes, résistances, condensateurs	1	20,00 \$	20,00 \$	5,00 \$	5,00 \$
Brackets, vis, switch	1	20,00 \$	20,00 \$	5,00 \$	5,00 \$
nutriment	1	20,00 \$	20,00 \$	- \$	- \$
terre...environ 40Litres	1	10,00 \$	10,00 \$	- \$	- \$
PCB microprocesseur	1	150,00 \$	150,00 \$	4,00 \$	4,00 \$
PCB puissance	1	10,00 \$	10,00 \$	2,00 \$	2,00 \$
			687,66 \$		190,80 \$

6. ÉCHÉANCIER

Le diagramme de Gantt de la page suivante est une prévision de l'ampleur des tâches à effectuer. Ainsi, certaines tâches peuvent présentées moins d'effort que prévu, et par incident, permettre d'en commencer une autre plus tôt. Aussi, les responsables de chaque tâche sont à titre indicatif puisqu'une même tâche pourrait être finalisée en collaboration ou transférée à quelqu'un d'autre.

Le projet doit être complété pour la fin du trimestre d'hiver 2017. Il fut décidé à l'unanimité d'entamer les tests préliminaires pendant l'été afin de pouvoir effectuer la fabrication et la programmation du prototype de façon plus efficace dès septembre. Ainsi, la majorité du travail sera fait à l'automne. Il est prévu qu'au mois de décembre, un essai de croissance sur un système fonctionnel soit effectué. À ce même moment, le rapport et la présentation des conclusions du projet seront préparés et présentés.

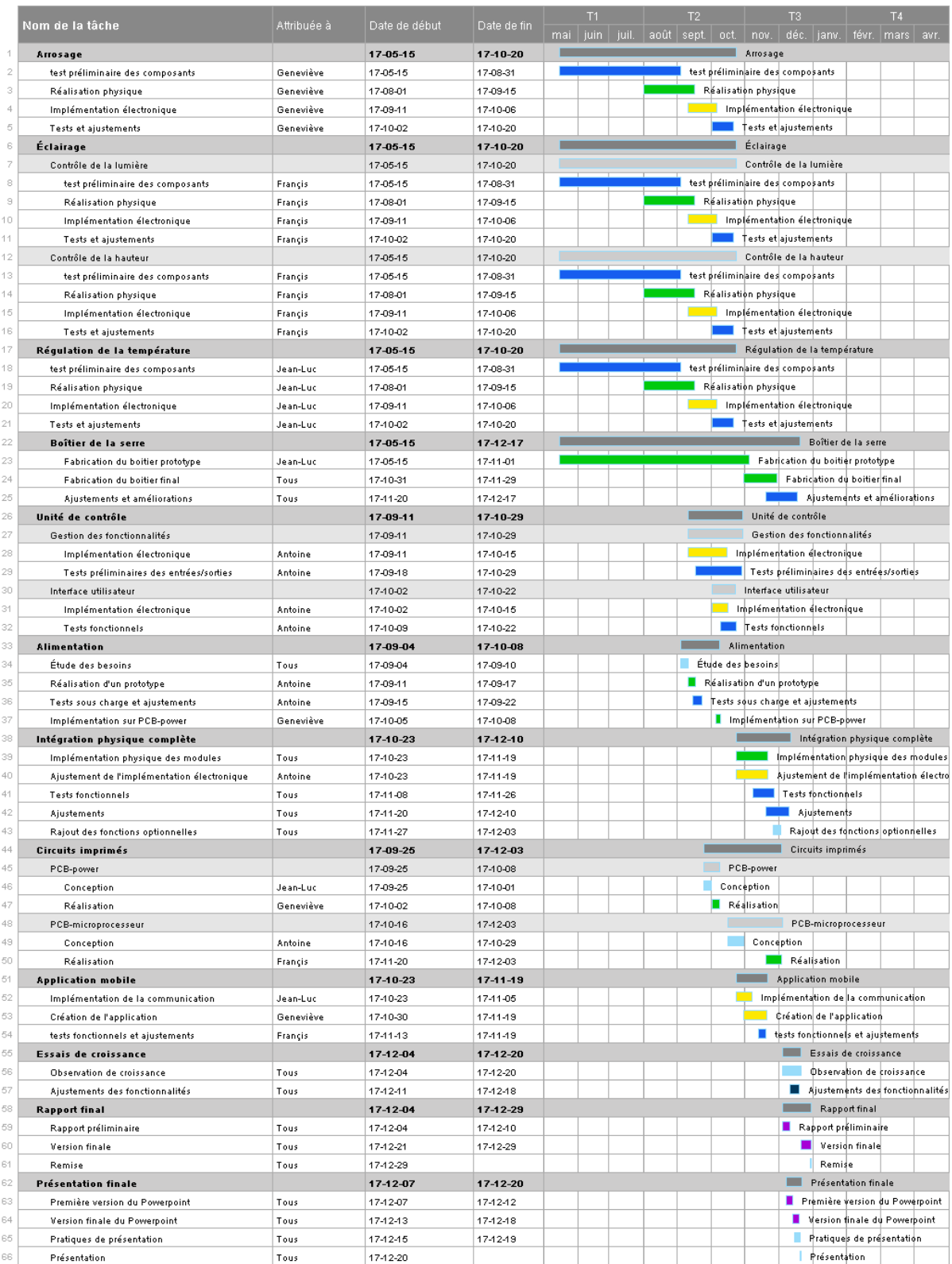


Figure 1 Diagramme de Gantt du projet Les Plantes

7. Bibliographie

- [1] Open Agriculture Initiative, Caleb Harper, MIT,
<https://www.media.mit.edu/groups/open-agriculture-openag/overview/>